



Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018

Beslut under osäkerhet

Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018

Beslut under osäkerhet

Rapport av Kärnavfallsrådet

Stockholm 2018



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR

SOU 2018:8

SOU och Ds kan köpas från Norstedts Juridiks kundservice.
Beställningsadress: Norstedts Juridik, Kundservice, 106 47 Stockholm
Ordertelefon: 08-598 191 90
E-post: kundservice@nj.se
Webbadress: www.nj.se/offentligapublikationer

För remissutsändningar av SOU och Ds svarar Norstedts Juridik AB
på uppdrag av Regeringskansliets förvaltningsavdelning.

Svara på remiss – hur och varför

Statsrådsberedningen, SB PM 2003:2 (reviderad 2009-05-02).

En kort handledning för dem som ska svara på remiss.

Häftet är gratis och kan laddas ner som pdf från eller beställas på regeringen.se/remisser

Layout: Kommittéservice, Regeringskansliet
Omslag: Miljöinformation AB, Jonas Nilsson
Omslagsfoto: Evis Bergenlöv
Tryck: Elanders Sverige AB, Stockholm 2018

ISBN 978-91-38-24755-6

ISSN 0375-250X

Till statsrådet och chefen för Miljö- och energidepartementet

Kärnavfallsrådet (Statens råd för kärnavfallsfrågor) är en tvärvetenskaplig kommitté som har i uppdrag att ge regeringen råd i frågor om använt kärnbränsle, kärnavfall och rivning av kärntekniska anläggningar.¹ I februari varje år ger Kärnavfallsrådet sin självständiga bedömning av det aktuella läget inom kärnavfallsområdet. Bedömningen presenteras i form av en kunskapslägesrapport. Syftet med rapporten är att uppmärksamma och beskriva frågor som Kärnavfallsrådet anser viktiga och att redogöra för rådets synpunkter i dessa. Kärnavfallsrådet överlämnar härmed till regeringen årets kunskapslägesrapport (den artonde i ordningen) SOU 2018:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018. Beslut under osäkerhet*.

Bakom denna rapport står samtliga ledamöter och sakkunniga i Kärnavfallsrådet. Rapporterna om kunskapsläget på kärnavfallsområdet åren 1998, 2001, 2004, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 och 2017 finns även tillgängliga i en engelsk version. Rådet kommer att publicera en engelsk översättning av årets rapport under våren 2018.

Stockholm, 20 februari 2018

Carl Reinhold Bråkenhielm Tuija Hilding-Rydevik
Kärnavfallsrådets ordförande Kärnavfallsrådets vice ordförande

¹ M 1992:A Kärnavfallsrådet. Dir. 2009:31.

Ledamöter

Carl Reinhold Bråkenhielm (ordförande), senior professor i empirisk livsåskådningsforskning, Uppsala universitet

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

Sophie Grape, docent i fysik med inriktning mot tillämpad kärnfysik, Uppsala universitet

Mats Harms-Ringdahl, professor emeritus i strålningsbiologi, Stockholms universitet

Tuija Hilding-Rydevik (vice ordförande), professor i miljöbedömning, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala

Karin Högdahl, docent i geologi, Uppsala universitet

Lennart Johansson, professor i radiofysik, adjungerad vid Institutionen för strålningsvetenskaper, Umeå universitet

Thomas Kaiserfeld, professor i idé- och lärdoms historia, Lunds universitet

Mikael Karlsson, fil.dr., miljöforskare, Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm

Jenny Palm, professor i hållbar stadsutveckling vid the International Institute for Industrial Environmental Economics, Lunds universitet

Ingmar Persson, professor i oorganisk och fysikalisk kemi, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala

Sakkunniga

Hannu Hänninen, professor emeritus i maskinteknik, Aalto universitet, Finland

Ingvar Persson, f.d. chefsjurist på Statens kärnkraftinspektion

Kansli

Peter Andersson, kanslichef

Johanna Swedin, vetenskaplig sekreterare

Evis Bergenlöv, biträdande sekreterare

Innehåll

Inledning	7
DEL 1 Beslut under osäkerhet	
1 Begrepp och etik kring beslut under osäkerhet	13
1.1 Osäkerhet och risk – en introduktion	13
1.2 Etisk osäkerhet.....	27
2 Politik, juridik och beslut under osäkerhet	37
2.1 Miljökonsekvensbeskrivning – om att tänka efter före.....	38
2.2 Kompetensförsörjning.....	53
2.3 Informations- och kunskapsbevarande i samband med slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall.....	58
2.4 Ansvar för slutförvaring av använt kärnbränsle.....	67
2.4.1 Innan förslutning av slutförvaret.....	67
2.4.2 Efter förslutning av slutförvaret.....	69
2.5 Stegvis prövning enligt kärntekniklagen	75
3 Teknisk och vetenskaplig osäkerhet	83
3.1 Osäkerheter med avseende på kapsel och insats	83
3.1.1 Sammanfattande beskrivning.....	84
3.1.2 Teknisk beskrivning	85
3.2 Osäkerheter, tolkningar och modeller av berggrunden i Forsmark	95
3.3 Säkra gränser? Om dos och risk.....	106

4	Avslutning	119
----------	-------------------------	------------

DEL 2 Kärnavfallsområdet

5	Kärnavfallsrådets arbete och kärnavfallsområdet	125
5.1	Kärnavfallsrådets arbete 2017	125
5.2	Kärnavfallsområdet i Sverige 2017.....	127
5.3	Regeringens prövning enligt miljöbalken och kärntekniklagen	132

Bilagor

Bilaga 1	Kommittédirektiv 1992:72.....	139
Bilaga 2	Kommittédirektiv 2009:31.....	143

Inledning

Kärnavfallsrådet (rådet) ger årligen ut en kunskapslägesrapport. Årets rapport är uppdelad i två delar:

Del 1 handlar om beslut under osäkerhet. Regeringen ska framöver fatta beslut om ett slutförvar för använt kärnbränsle och det kommer att fattas under osäkerhet. Det i sig är inget ovanligt för regeringen utan görs hela tiden på olika områden, men det är däremot ett ovanligt komplicerat projekt. (Se kort översikt nedan).

Rådet ger utifrån sin tvärvetenskapliga sammansättning några exempel på olika områden med osäkerheter och resonerar kring hur det går att hantera och förhålla sig till osäkerheter i beslutsfattande, såväl i allmänhet som när det gäller ett beslut om ett slutförvar för använt kärnbränsle i synnerhet.

Del 2 innehåller en rapportering om rådets arbete och en kort beskrivning om vad som hänt på kärnavfallsområdet i Sverige under 2017. Mycket har hänt under året, exempelvis när det gäller tillståndsprocessen för använt kärnbränsle, tillståndsprocessen om utbyggnad för Slutförvaret för kortlivat avfall (SFR) och när det gäller finansieringsfrågor. Här finns även en kort beskrivning av vad som händer nu när regeringen den 23 januari 2018 har fått ärendet om ett slutförvar för använt kärnbränsle på sitt bord.

Bakgrund till slutförvar, ansökningar och KBS-3-metoden

När det gäller ett beslut om ett slutförvar för använt kärnbränsle är det av flera anledningar ett komplext projekt. Det är tekniskt komplicerat eftersom förvaret ska vara säkert i minst 100 000 år, s.k. långsiktigt säkert. Anläggningstiden för slutförvaret är ovanligt lång, det planeras vara klart först om ca 70–80 år. Vi vet inte vad som händer med tekniken, klimatet eller i samhället under de långa tidshori-

sonterna. Det finns inte heller något färdigbyggt förvar för använt kärnbränsle som vi kan dra lärdom av.

En kärnkraftsreaktor drivs av kärnbränsle som efter ca 5 års användning blir s.k. använt kärnbränsle. Det högaktiva använda kärnbränslet betraktas inte som kärnavfall, enligt kärntekniklagen, innan det ligger placerat i ett slutförvar. Det är reaktorinnehavarnas ansvar att ta hand om sitt kärnavfall och använda kärnbränsle. För att ta sitt ansvar har reaktorinnehavarna tillsammans bildat bolaget Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) som planerar, driver och uppför mellanlager och slutförvar.

SKB ansöker nu om att få uppföra och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. Ansökningarna gäller ett system som består av två anläggningar; en inkapslingsanläggning i Oskarshamns kommun och en slutförvarsanläggning i Forsmark, Östhammars kommun.

KBS-3-metoden bygger på tre säkerhetsbarriärer: kopparkapslarna, bentonitleran och berget. Det använda kärnbränslet ska kapslas in i kopparkapslar som därefter placeras i ett tunnelsystem på ca 500 meters djup nere i berget. Kapslarna omges därefter med bentonitlera som ska svälla och skydda kapslarna. Planen är att deponera ca 6 000 kapslar med vardera ca 2 ton använt kärnbränsle, totalt ca 12 000 ton. I dag ligger det ca 7 000 ton under vatten i bassänger i Oskarshamn (Clab).

SKB lämnade in sina ansökningar om tillstånd att få uppföra, inneha och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle i mars 2011. Det krävs tillstånd, och tillståndsprövningen sker i två separata processer. Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt har berett ansökan enligt Miljöbalken (1998:808) och Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har berett ansökningarna enligt Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen). Den 23 januari 2018 lämnade mark- och miljödomstolen och SSM sina yttranden tillsammans med ansökningarna till regeringen. Det är regeringen som prövar ansökningarna och därefter fattar beslut om huruvida verksamheten kan tillåtas enligt miljöbalken (s.k. tillåtlighet) och om tillstånd enligt kärntekniklagen.

En utmaning med att bedöma ansökningarna är att de bygger på referensutformningar som ska bli alltmer detaljerade, eftersom det tar lång tid att bygga och driva förvaret. Under driftstiden ska

tunnlar grävas och byggas samtidigt som kapslarna med använt kärnbränsle ska placeras med bentonitlera runtom (deponeras).

Yttrandena från mark- och miljödomstolen och SSM överlämnades till regeringen under absoluta slutskedet av arbetet med denna kunskapslägesrapport. Rådet har alltså inte haft dessa som bakgrund under skrivprocessen utan reflekterar endast kort kring dem.

DEL 1 Beslut under osäkerhet

Första delen av denna kunskapslägesrapport handlar om beslut under osäkerhet och rådet tar hjälp av sin tvärvetenskapliga sammansättning för att ge några olika perspektiv på frågan. Det handlar om regeringens beslut om ett slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall.¹ Den 23 januari lämnade Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt och Strålsäkerhetsmyndigheten över ansökningarna om tillstånd till regeringen, tillsammans med sina yttranden, nu tar regeringens prövning vid. I inledningen till denna rapport (se ovan) finns en kort bakgrund till ansökan och metoden.

Inför regeringens beslut identifierar rådet några exempel på olika områden där det finns osäkerheter, något som är oundvikligt vid ett sådant här stort beslut. Det finns fler områden att undersöka och de områden vi beskriver kan behöva fortsatt utredning. Syftet är inte att ge handfasta råd, utan snarare att ge sätt att tänka och förhålla sig till frågan om beslut under osäkerhet.

¹ Läs om bränslemängder- och typer i SKB. 2011. "Toppdokumentet". *Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken (1998:808) till anläggningar i ett sammanhängande system för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall.*

1 Begrepp och etik kring beslut under osäkerhet

Som inledning i del 1 har vi två övergripande avsnitt när det gäller frågan om beslut under osäkerhet. Första avsnittet handlar om begreppet osäkerhet. Avsnittet syftar till att ge större förståelse för begreppen osäkerhet och risk. Osäkerheterna kan vara av olika typer, slutförvarsfrågan är en komplex fråga med många olika delar, och det kan behövas flera olika strategier att hantera osäkerheterna.

Det andra avsnittet behandlar några grundbegrepp inom etiken. Med utgångspunkt från ett konkret exempel analyseras handlingsalternativ, handlingars konsekvenser och vad som därutöver kan vara etiskt relevant. Mot denna bakgrund berörs de plikt-kollisioner som vi kan möta i vardagen, men också när det gäller valet av slutförvar för använt kärnbränsle.

1.1 Osäkerhet och risk – en introduktion

Detta kapitel syftar till att ringa in begreppet osäkerhet, hur det beskrivs i olika sammanhang och vad det kan betyda för riskbedömning och riskhantering. Först beskrivs den konventionella synen på begreppen osäkerhet och risk samt hur risker bedöms och hanteras och vilka utmaningar det för med sig. Därefter följer en mer ingående redovisning av begreppen osäkerhet och risk. Kapitlet avslutas med ett resonemang om hur osäkerhet och risk kan hanteras med hjälp av olika strategier. Kärnavfallsfrågan uppmärksammas särskilt.

En osäker värld¹

Begreppet ”osäkerhet” beskriver den situation som råder då det är oklart om något är endera sant eller falskt.² Ordet används på varierande sätt i vardagsspråket och inom olika vetenskapliga fält, såsom statistik, ekonomi och fysik. När det gäller miljö och hälsa brukar osäkra, eventuellt problematiska, situationer beskrivas med hjälp av det närliggande begreppet risk.

En risk är i konventionella tekniska sammanhang kort sagt kombinationen av farlighet och vanlighet, dvs. att något negativt inträffar med viss sannolikhet. Det handlar exempelvis om ett kemiskt ämne som på något sätt är farligt och i vilken grad en människa eller annan organism exponeras, dvs. utsätts, för kemikalien. Om det rör sig om cancerframkallande kemikalier i leksaker som används av barn är riskerna stora redan vid låga halter. Om sådana ämnen används i laboratorier under kontrollerade förhållanden är riskerna begränsade. Likaså är riskerna försumbara för de många kemikalier i mat som inte är farliga ens i höga halter.

Viktiga frågor i kontrollen av kemikalier är att bedöma vilka halter som ska anses säkra och vilka halter som människor exponeras för i olika miljöer. Den uppgiften sysselsätter såväl myndigheter som forskare i toxikologi och epidemiologi. När det gäller en genetiskt modifierad organism däremot, ligger tonvikten snarare på att beskriva om organismen, eller någon av dess beståndsdelar, kan ge problem, medan spridning i regel antas ske förr eller senare. Det kan exempelvis gälla en åkergröda som tillförts en gen som styr produktionen av ett ämne som är giftigt för skadeinsekter. Här är molekylärbiologer och ekologer engagerade.³

Ett problem inom båda dessa produktrelaterade områden är den osäkerhet som råder. Kunskaper och data om farlighet och exponering är ofta begränsade, vilket försvårar arbetet med riskbedömningar. Det behöver inte utesluta en effektiv riskhantering.

Även i många tekniska system råder osäkerhet, särskilt vid hög komplexitet. I fallet kärnkraftverk handlar riskbedömningar, i stark förenkling, om att beskriva effekterna vid olika olyckshändelser, samt hur stora sannolikheterna är för att dessa inträffar, var för sig

¹ En bred introduktion till frågorna i avsnittet finns t.ex. i Hansson. 2012. *Riskfilosofi*.

² Detta gäller dock inte i frågan om ”etisk osäkerhet”, se vidare i avsnitt 1.2.

³ Karlsson. 2005. *Managing complex environmental risks*.

eller tillsammans. Detsamma gäller för ett geologiskt slutförvar för högaktivt kärnavfall från använt kärnbränsle.⁴

Riskstudier kan röra konsekvenserna av ett läckage av radioaktivt material och sannolikheter för att det sker, till exempel vid eventuella brister i olika säkerhetsbarriärer. I denna fråga finns osäkerheter som rör egenskaper i så skilda ting som kopparkapslar (se avsnitt 3.1) och den svenska berggrunden (se avsnitt 3.2). Inte minst de långa tidsrymder det rör sig om försvårar riskanalysen. Det är extremt svårt att förutsäga hur teknik och miljö förändras under tusentals år. De samhällssystem som kan påverka säkerheten förändras sannolikt ännu mer, vilket skapar ytterligare osäkerheter som kan vara avgörande för bedömningen av risker. Det finns också en etisk osäkerhet (se nästa avsnitt 1.2). För att studera frågan behövs kunskaper från en rad vetenskapliga fält, från berggrundsgeologi, materiallära och toxikologi, till historia, rättsvetenskap och etik.

Om frågan om osäkerhet vidgas från produkter och tekniska system till samhället i vidare mening hävdar många sociologer att vi alla lever i riskfrågornas tidevarv, det vill säga att risker präglar en stor del av debatten och i flera fall är notoriskt svåra att hantera.⁵ Perspektivet är intressant men oavsett dess giltighet finns konkreta enskilda risker som samhället behöver förhålla sig till på ett konstruktivt sätt. Det gäller inte minst risker vid slutförvaring av använt kärnbränsle.

Konventionell riskkontroll⁶

Det traditionella sättet att kontrollera risker i samhället handlar om att skilja på riskbedömning och riskhantering. Det förra anses vara en uppgift för natur- och teknikvetenskaper. En riskbedömning byggs ofta upp kring fyra steg. Först identifieras tänkbara faror i form av möjliga negativa effekter, av till exempel strålning eller miljögifter. Detta följs av studier av vilken exponering som kan ge sådana effekter (ofta kallat sambandet mellan dos och respons). I ett

⁴ Läs mer om komplexiteten i frågan i andra kapitel i denna rapport samt i t.ex. Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*.

⁵ Se exempelvis Beck. 1992. *Risk Society*; Giddens. 1999. *Runaway World*; Bauman. 2000. *Liquid Modernity*.

⁶ En bred översikt om riskkontroll finns i Renn. 2008. *Risk Governance*. Se även Karlsson. 2005.

tredje steg undersöks vilken exponering som olika grupper av människor, eller andra organismer, utsätts för i verkligheten. Riskbedömningen avslutas med ett fjärde steg, då risken i fråga karaktäriseras, helst kvantitativt.

Riskhantering anses däremot vara en normativ fråga som politiker uttrycker i regler och som myndigheter och domstolar tillämpar. Hit hör lagstiftning om beslutsprocesser, med krav på bedömning av risker eller miljökonsekvenser, liksom regler som förebygger olyckor och skador på miljö och hälsa. För kemikalier görs riskbedömningar som ligger till grund för begränsningar av de farligaste ämnena, till exempel sådana som är cancerframkallande eller som kan skada reproduktionsförmågan. För använt kärnbränsle råder tillståndsplikt för slutförvaring, med krav på miljökonsekvensbeskrivningar, säkerhetsanalyser, samt högsta tillåtna påverkan på omgivningen.

Centrala framgångsfaktorer bakom detta traditionella synsätt är att det finns god kunskap, relevanta och tillförlitliga data, samt en hög teknisk rationalitet bland aktörer som är förhållandevis eniga. Det är viktigt att *forskare* och *politiker* håller sig till varsin domän, där de förra talar klarspråk som de senare agerar utifrån.

Denna situation råder sällan när det rör sig om komplexa risker. Kunskaper och data är ofta bristfälliga och beslutsprocesser störs inte sällan av bristande tillit i samhället till experter och beslutsfattare, påverkansgruppers arbete, samt mer eller mindre utdragna meningsmotsättningar mellan olika forskare och mellan politiker. Detta behöver egentligen inte vara problematiskt om aktörer tydligt redovisar fakta och värderingar.

Vidare påverkas riskkontrollen av kommunikationen om risker, och av hur risker uppfattas av experter och allmänhet. Det är inte alltid som lekmän gör samma bedömning som faller ut i en expertanalys, men det är väl belagt att inte heller experter kan krypa ur sitt skinn och bortse från värderingar.⁷ Här finns dessutom andra parametrar som påverkar riskkontrollen. En viktig sådan är huruvida de problem som kan uppstå är irreversibla, det vill säga om de kan repareras eller inte.

⁷ För en problematisering av expertrollen, se exempelvis Jasanof. 1990. *The fifth branch: science advisers as policy makers*.

I sammanfattning står det klart att risker i de flesta sammanhang har såväl en objektiv som en subjektiv dimension, och att båda behöver beaktas i riskkontrollen. Allt detta påverkas mer eller mindre av osäkerheter av olika slag.

Typer av osäkerhet och risker som rör miljö och hälsa

När det gäller effekter på miljö och hälsa kan relationen mellan osäkerhet och risk preciseras ytterligare. Det går att skilja på fyra situationer av "ovisshet": "okunskap" (kunskapen är låg om både farlighet och vanlighet, när vi vet att vi inte vet), "osäkerhet" (kunskap saknas om sannolikheter), "tvetydighet" (kunskap saknas om framför allt vilka effekter som kan uppstå), samt "risk" (kvantitativ information är tillgänglig om skador och sannolikheter för dessa, exempelvis i en riskbedömning). De fyra situationerna kan illustreras i figuren 1.1 nedan, som riskforskaren Andrew Stirling har presenterat.⁸

Utänför diagrammet finns dessutom en kategori som kan kallas "obestämbarhet", till exempel när ett fenomen i sig är slumpmässigt eller när det saknas förutsättningar för att bestämma ett naturligt systems egenskaper (t.ex. klimatkänslighet, dvs. vilken global uppvärmning som sker vid en fördubblad koldioxidhalt).

Figur 1.1 Typer av "ovisshet". Efter Stirling (2001)

		Kunskap om effekter	
		Måttlig	Knapp
Kunskap om sannolikheter	Måttlig	RISK	TVETYDIGHET
	Knapp	OSÄKERHET	OKUNSKAP

⁸ Efter Stirling, 2001. "Science and precaution in the appraisal of electricity supply Options."

Frågan om ett slutförvar för använt kärnbränsle kan spaltas upp i olika delfrågor som kan placeras i olika rutor i figuren ovan. Ibland rör det sig om ”risker”, som är väl kända och kvantifierade, till exempel om hälsoeffekter av strålning vid olika doser (förutom rörande lågdosstrålning, där viss osäkerhet ännu föreligger).⁹ I andra fall är forskare och aktörer oeniga om inte bara kvantitativa förhållanden utan även hur det rent kvalitativt förhåller sig. I huvudförhandlingen i processen om slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall i mark- och miljödomstolen under hösten 2017 blev en sådan situation tydlig i bland annat frågan om kopparkorrosion, där både ”osäkerhet” och ”tvetydighet”, kanske till och med ”okunskap”, präglade flera överläggningar.¹⁰

Ett annat sätt att beskriva risker är att komplettera storleken på effekter och sannolikheter med andra parametrar. Sannolikheten för en härdsmläta i ett kärnkraftverk är liten, men magnituden av skadliga effekter om en sådan olycka inträffar är mycket stor. I andra fall kan det vara tvärtom, exempelvis användning av gödselmedel i lantbruket, där den enskilda aktiviteten är väl känd och har en begränsad skadeinverkan, men där den sammantagna effekten orsakar stor skada i form av övergödning. I åter andra situationer kan det röra sig om risker med medelhög sannolikhet och effekt. Hit hör flera miljögifter, exempelvis reproduktionstoxiska ftalater i vardagsprodukter. Vissa typer av risker kan dessutom manifesteras som irreversibla problem.

En slående illustration på sådana ”kategorier” av risker har tagits fram av tyska myndigheter och riskforskare, rubricerade utifrån grekisk mytologi (se nedan figur 1.2).¹¹ Exemplet ovan med en härdsmläta i ett kärnkraftverk kan kallas ”Damokles”, utifrån legenden om att denne hovman på ett gästbud åt sin måltid sittande under ett svärd som hängde i en tråd. Sannolikheten för att tråden skulle gå av var låg, men konsekvensen om det skedde skulle vara dödlig. En annan grekisk myt handlar om Pandora, som tog emot en ask skapad av Zeus, fylld av ondska. När Pandora öppnade asken spreds otyg och ondska världen över innan hon hann stänga locket. Invasiva arter som i nya miljöer är livskraftiga och kan föröka sig

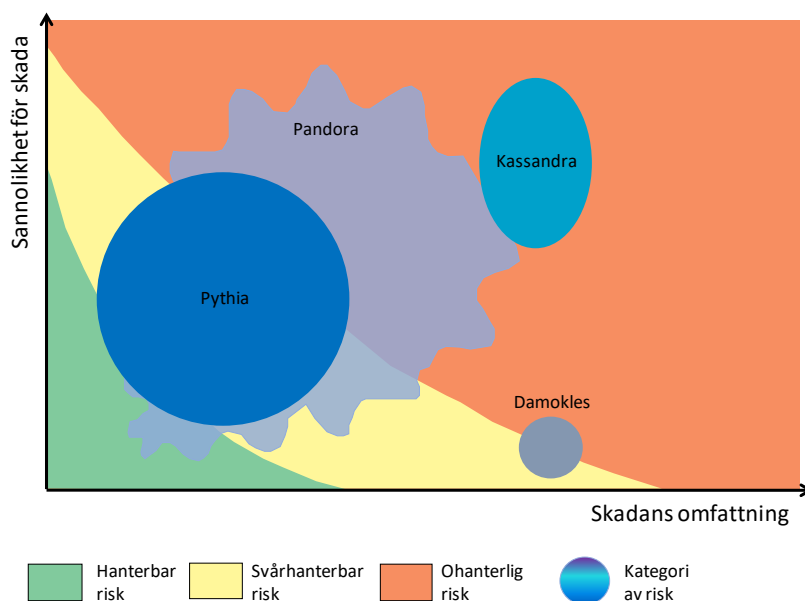
⁹ Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*. Se kapitel 6.

¹⁰ Mark- och miljödomstolen. Mål 1333-11. Aktbilaga 608 Protokoll.

¹¹ Klinke och Renn. 2001.

och orsaka irreversibla risker kan illustrera denna kategori av risk. Ett sista exempel är sierskan Cassandra, som hade gåvan att förut säga framtiden, men som led av förbannelsen att aldrig ses som trovärdig. Det kan illustreras av att forskare ofta tidigt pekat på allvarliga miljörisker, utan att hörsammas på allvar i samhället förrän långt senare. Koldioxidens roll för global uppvärmning påtalades exempelvis redan i slutet av 1800-talet och efter varningar om uttunning av ozonskiktet tog det tiotals år innan effektiva åtgärder sattes in.¹² De olika kategorierna av risk beskrivs i figuren nedan, som också redovisar i vilken grad risker kan hanteras.¹³

Figur 1.2 Olika kategorier av risker. Utvecklad efter Klinke och Renn



Var det använda kärnbränslet hamnar i figuren ovan beror på vilken aspekt som avses. I vissa delar är effekter och sannolikheter välkända, exempelvis gällande vissa stråldoser, med risker upp till kategorin Damokles, dvs. låg sannolikhet för hög exponering, men om

¹² Se vidare om sådana tidsfördröjningar i European Environment Agency. 2013. *Late lessons from early warnings: science, precaution and innovation.*

¹³ Utvecklad efter Klinke och Renn. 2001.

sådan uppstår blir konsekvenserna allvarliga för dem som utsätts. Eventuella läckage kan hamna i klassen Pandora, med tanke på de mångtusenåriga perioder som då kan bli problematiska. I flera delfrågor, exempelvis rörande kapselns integritet (bl.a. när det gäller olika korrosionsformer, kopparkrypning samt olika försprödningsmekanismer som strålningsinducerad försprödning, väteförsprödning och blåsprödhed (läs mer i avsnitt 3.1) råder osäkerhet, vilket närmast rör klassen Pythia (som åsyftar de mytologiska oraklen i Delfi som ofta gav svårtolkade svar). Riskerna kan i dessa fall tänkas omfatta olika riskkategorier.¹⁴

Dessa mer mångfasetterade sätt att beskriva risker än den konventionella riskmodellen kan underlätta arbetet med strategier för att hantera osäkerhet.

Att hantera osäkerhet och risker

Mot bakgrund av den redovisade klassificeringen av osäkerhet och risk går det att urskilja tre typer av strategier för riskhantering.¹⁵

För det första: Om magnituden av effekter är stor och sannolikheten låg, eller omvänt (liten effekt men hög sannolikhet), är i regel förebyggande vetenskapsbaserade och tekniskt fokuserade, strategier lämpliga. Ofta är graden av konflikt låg och det finns en samsyn om risker och att de behöver hanteras. Experter spelar en viktig roll i detta sammanhang.

För det andra: Om det råder stor vetenskaplig osäkerhet om såväl effekter som sannolikheter behövs ofta ett försiktighetstänkande. Sedan ett par decennier är den så kallade försiktighetsprincipen också lagstadgad, i såväl miljöbalken i Sverige som EU:s fördrag. Låt oss se närmare på den principen.¹⁶

När försiktighetsprincipen kommer på tal refereras ofta Rio-deklarationen från FN:s konferens om miljö och utveckling 1992 (princip 15) som säger att:

Om det föreligger hot om allvarlig eller oåterkallelig skada, får inte avsaknaden av vetenskaplig bevisning användas som ursäkt för att skjuta upp kostnadseffektiva åtgärder för att förhindra miljöförstöring.

¹⁴ Se vidare om dessa frågor i Kärnavfallsrådet. 2017.

¹⁵ Se exempelvis Renn. 2008 och Karlsson. 2005.

¹⁶ Se vidare om principens ursprung i Karlsson. 2006. Se även Karlsson. 2005.

Osäkerhet duger alltså inte alltid som motargument, men principen medger andra motargument, och denna formulering har därför ansetts svag. En motsatt version finns i FN:s World Charter for Nature, som underkänner åtgärder såvida full kunskap inte finns, men eftersom det är en omöjlighet, och en icke-åtgärd också är ett vägval, brister logiken i formuleringen. Försiktighetsprincipen är omdebatterad i teorin men tillämpas i många situationer i flera länder och en systematisk genomgång av vanliga invändningar visar att de vilar på svag grund.¹⁷

I en studie om hur försiktighetsprincipen egentligen tar sig i uttryck i internationella avtal redovisas följande version (fritt översatt): *Om det finns ett hot som är osäkert är vissa åtgärder obligatoriska.*¹⁸ Här anges alltså att något bör ske, men inte vad. På denna grund kan begreppen hot, osäkerhet och åtgärd ytterligare operationaliseras, dvs. konkretiseras i tydliga beslut. Detta innebär inte entydigt att förbud är nödvändiga, vilket ibland hävdas, det är snarare undantag än regel. Ofta utpekas så kallad ”omvänd bevisbörda” som central för tillämpningen av principen. Detta innebär att den som vill bedriva en verksamhet som kan orsaka skada har ansvaret för att – så långt praktiskt möjligt och så länge det inte är ekonomiskt orimligt – visa att säkerheten är tillfredsställande hög och riskerna acceptabla och motiverade.¹⁹

Det är exempelvis stor skillnad på om den som introducerar ett kemiskt ämne dessförinnan behöver testa det enligt konstens alla regler i syfte att så långt möjligt utesluta allvarliga risker, eller om det är samhället som behöver visa, med stöd i vetenskaplig samsyn och enighet mellan exempelvis alla EU-länder, att ett redan introducerat ämne är problematiskt. Forskningen visar tydligt att kemikaliepolitiken lider av att den förra situationen råder, vilket är en viktig förklaring till att olika mål om giftfri miljö inte uppnås.²⁰ Likaså präglas klimatpolitiken av beviskrav på att skärpta mål eller nya utsläppsminskande åtgärder kostar mindre än de smakar. Det är intuitivt sett ett rimligt krav men givet de stora osäkerheter som råder kan det vara svårt att leda i bevis. Det stora problemet upp-

¹⁷ Principen diskuteras i t.ex. Sandin m.fl. 2002. En kritisk analys finns i Sunsteins. 2005.

¹⁸ Sandin. 1999.

¹⁹ Karlsson. 2006. visar hur principen kan operationaliseras. Se även de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken, särskilt 2 kap. 1 § och 3 §.

²⁰ Se exempelvis Karlsson och Gilek. 2018.

står dock när den som förespråkar ”business as usual” inte avkrävs motsvarande grad av bevisning, för att det är samhällsekonomiskt lönsamt att inte minska utsläppen ytterligare. Denna asymmetriska bevisbörda är en huvudförklaring till trögheter i klimatpolitiken, och därmed till svårigheterna att nå demokratiskt uppsatta mål.²¹

Vidare aktualiserar försiktighetsprincipen – som alternativ till det vanliga nyttomaximerande beslutsriteriet i miljöpolitiken, vilket förutsätter fakta och kunskap – ofta en riskundvikande strategi av något slag. Ett exempel är ”maximin-regeln” (eller minimax-regeln), som innebär att maximera den minsta nyttan (eller minimera förlusten vid worst case).²² En enkel illustration kan vara att en lantbrukare i Sverige har möjlighet att försöka maximera skörd, utifrån förhållandevis förutsägbar nederbörd, kemiska insatsmedel och försäkringssystem om något går snett, medan en lantbrukare som lever i fattigdom i ett östafrikanskt land, med mer svåröversäglig nederbörd och utan insatsmedel och möjlighet att teckna försäkring ofta undviker att lägga alla ägg i samma korg, och riskminimerar genom att odla en mångfald grödor, såväl regnberoende majs som torktålig flerårig kassava. Principiellt likartade strategier är tänkbara för allt från farliga kemikalier till kärnavfall.

I frågan om slutförvar för använt kärnbränsle i Sverige implementeras försiktighetsprincipen genom miljöbalken (se t.ex. 2 kap. 1 och 3 §§), som redan vid möjlighet till skada aktualiserar en rad hänsynsregler och lägger bevisbördan på den part som vidtar en åtgärd eller bedriver en verksamhet. I prövningar genomförs kraven i form av tillståndsvillkor om säkerhet för hälsa och miljö (se avsnitt om stegvis prövning 2.5). En principiell illustration kan ges av frågan om kopparkapseln och korrosion i syrefri miljö. De vetenskapliga osäkerheter och kontroverser mellan forskare som föreligger väcker frågor om bland annat vilka grundantaganden under osäkerhet som bör göras (korrosion eller inte) och vilka krav på skyddsåtgärder som bör ställas (utifrån att sådan korrosion förekommer eller inte). Frågan om hur bevisbördan fördelas är central för beslutsfattandet.²³

²¹ Alfredsson och Karlsson. 2016; Ackerman och Stanton. 2013; van den Bergh. 2017.

²² Se Hansson. 1997.

²³ Se även Hansson. 2012; Hansson. 2010.

För det tredje: När det gäller situationer med stora effekter och höga sannolikheter, respektive med små effekter och låga sannolikheter, finns ytterligare en strategi. I dessa fall är det inte ovanligt att risker underskattas av beslutsfattare, trots experters tidiga varningar, respektive överskattas av allmänheten, i strid med vad vetenskapen kommit fram till.²⁴ I dessa fall kan strategier präglade av en hög delaktighet ibland kallade diskursiva strategier visa sig värdefulla. I det förra fallet kan det handla om att fokusera på att bygga vetenskaplig konsensus och kommunicera den till politiska beslutsfattare. På klimatområdet är FN:s klimatpanel IPCC ett sådant forum. I det senare fallet kan det röra sig om att tillämpa metoder för ökad delaktighet för allmänheten i beslutsprocesser (dock inte nödvändigtvis i det slutliga beslutsfattandet). Det är inte alltid effektivt men ligger i grunden i linje med den internationella Århuskonventionen om tillgång till information, delaktighet och rättslig prövning.²⁵

I frågan om ett slutförvar för använt kärnbränsle har sådana delaktighetsprocesser varit brett förekommande, från det övergripande planet med kommunala rådgivande folkomröstningar i vissa kommuner, till samrådsprocesser i de kommuner som sedan några år berörs av och deltar i tillåtighets- och tillståndprocessen.²⁶

De tre strategier som nämnts ovan är förstärkt en kategorisk renodling. I praktiken överlappar och kompletterar de ofta varandra. När det gäller använt kärnbränsle förekommer de tre strategierna parallellt, med vissa variationer mellan åren, från tekniskt rationellt riskförebyggande och riskminskande arbete, via försiktighetspräglade antaganden om värsta utfall i delar av olika säkerhetsanalyser, till lokala processer för delaktighet, inklusive lokala folkomröstningar.

²⁴ Klinke och Renn. 2001; European Environment Agency. 2013.

²⁵ Löfstedt. 2005. *Risk Management in Post-Trust Society*; Lidskog och Elander. 1999.

²⁶ "På väg mot ekologisk demokrati?". Mer information om Århuskonventionen finns på: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och-internationellt/Internationellt-miljoarbete/miljokonventioner/Arhuskonventionen--om-ratt-till-miljoinformation-/> (hämtad 2018-01-30).

²⁶ Se till exempel Johansson. 2008.

I nuläget är den grundläggande beslutsfrågan öppen om huruvida det föreslagna slutförvaret enligt KBS-3-metoden ska tillåtas av regeringen, och vilka tillstånd som i så fall ska gälla. Tre typer av principiellt olika utfall är tänkbara – att frågan beslutas och inte längre är öppen; att utfallet innebär ett uppskjutet beslut p.g.a. brister i underlag och sökande efter alternativ; eller att ett beslut fattas men att sökandet efter potentiella alternativ fortsätter parallellt.²⁷ Oavsett vilket alternativ som faller ut i Sverige så lär situationen även framöver präglas av den ena eller andra formen av osäkerhet. Då kan de redovisade tre strategierna för att hantera osäkerhet visa sig värdefulla.

Referenser

- Ackerman, F. och Stanton, E. A. 2013. *Climate Economics*. London: Routledge.
- Alfredsson, E. och Karlsson, M. *Klimatpolitik under osäkerhet. Kostnader och nyttor – bevis och beslut*. Rapport 2016:01. TRITA-INFRA-FMS. Stockholm: KTH.
- Bauman, Z. 2000. *Liquid Modernity*. Cambridge: Polity.
- Beck, U. 1992. *Risk Society*. Thousand oaks: Sage.
- European Environment Agency. 2013. *Late lessons from early warnings: science, precaution and innovation*. Report 1-2013. Köpenhamn: European Environment Agency.
- Giddens, A. 1999. *Runaway World*. London: Profile.
- Hansson, S. O. 2012. *Riskfilosofi*. Stockholm: Liber.
- Hansson, S. O. 2010. *Etiska och filosofiska perspektiv på kärnavfallsfrågan*. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Hansson, S. O. 2005. *Decision Theory. A brief introduction*. Stockholm: KTH.
- Hansson, S. O. 1997 "The limits of precaution." *Foundations of Science* 2, s. 293–306.

²⁷ De tre alternativen kan kallas "closure", "active postponement" och "semi-closure"; se vidare i Hansson. 2005. *Decision Theory. A brief introduction*.

<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och-internationellt/Internationellt-miljoarbete/miljokonventioner/Arhuskonventionen--om-ratt-till-miljoinformation-/>
(hämtad 2018-01-30).

Jasanof, S. 1990. *The fifth branch: science advisers as policy makers*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Johansson, H. S. 2008. *Demokrati på delegation. Lokaliseringen av det svenska kärnavfallet*. Akademisk avhandling. Göteborg: Göteborgs universitet.

Karlsson, M. och Gilek, M. 2018. "Management of Hazardous Substances in the Marine Environment." I: Salomon and Markus (eds.). *Handbook on Marine Environment Protection: Science, Impacts and Sustainable Management*. Dordrecht: Springer. In print.

Karlsson, M. 2006. "The Precautionary Principle, Swedish Chemicals Policy and Sustainable Development." *Journal of Risk Research* 9, s. 337–360.

Karlsson, M. 2005. *Managing complex environmental risks*. Academic Thesis. Karlstad University Studies 2005:34. Karlstad: KAU.

Klinke, A. och Renn, O. 2001. "Precautionary principle and discursive strategies: classifying and managing risks." *Journal of Risk Research* 4, s. 159–173.

Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*. Stockholm: Wolters Kluwers.

Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*. Stockholm: Wolters Kluwers.

Lidskog, R. och Elander, I. 1999. "På väg mot ekologisk demokrati?" I: Demokratiutredningen. Forskarvolym II. SOU 1999:77 *Demokrati och medborgarskap*. Stockholm: Justitiedepartementet.

Löfstedt, R. 2005. *Risk Management in Post-Trust Society*. London: Palgrave.

Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2017. Protokoll. Mål nr M 1333-11. Aktilaga 608 Stockholm.

Miljöbalken (1998:808).

Renn, O. 2008. *Risk Governance*. London: Eartscan.

- Sandin, P., M. Peterson, S.O. Hansson, C. Rudén, och A. Juthe. 2002. "Five charges against the precautionary principle." *Journal of Risk Research* 5, s. 287–299.
- Sandin, P. 1999. "Dimensions of the precautionary principle." *Human and Ecological Risk Assessment* 5, s. 889–907.
- Stirling, A. 2001. "Science and precaution in the appraisal of electricity supply options." *Journal of Hazardous Materials* 86, s. 55–75.
- Sunsteins, C. R. 2005. *Laws of Fear*. Cambridge: CUP.
- van den Bergh, J. C. J. M. 2017 "A Precautionary Strategy to Avoid Dangerous Climate Change is Affordable." I: Shemelev, S. (ed.) *Green Economy Reader*. Dordrecht: Springer.

1.2 Etisk osäkerhet

Syftet med detta avsnitt är, för det *första*, att genom ett exempel och med ledning av tre delfrågor om handlingsalternativ, konsekvenser och vad som är moraliskt relevant, försöka att klargöra vad etisk osäkerhet kan innebära. För det *andra*, analyseras en annan aspekt av etisk osäkerhet, nämligen hanteringen av plikt-kollisioner när det gäller ett slutförvar för använt kärnbränsle.

Ett exempel på etisk osäkerhet

Etisk osäkerhet handlar om ovisshet om vilka handlingar som är moraliskt rätta. Sådan ovisshet råkar vi inte sällan ut för både som privatpersoner, yrkesutövare och politiska beslutsfattare. Ett konkret fall kan tjäna som exempel.

Jean-Paul Sartre – författare, politisk aktivist, filosof och nobelpristagare – berättar i en av sina böcker om en av hans studenter som hamnat i en situation av etisk osäkerhet. Det var mitt under andra världskriget och Frankrike var ockuperat. Studentens äldre bror hade dödats av tyskarna. Han levde nu ensam med sin mor, som nyligen övergivits av sin tysksympatiserande man. Studenten stod nu inför följande val: antingen att resa till England och ansluta sig till de fria franska trupperna och därmed överge sin mor eller att stanna kvar hos henne och hjälpa henne att leva.

Till saken hör att handlingsalternativet att ansluta sig till de fria franska trupperna var förenat med stor osäkerhet. Skulle han komma fram? Skulle han få en meningsfull uppgift? Allt kunde rinna ut i sanden och tjäna till ingenting. Å andra sidan gällde hjälpen till modern endast en enskild person:

Vilket är till mest nytta, detta obestämda att kämpa inom ett kollektiv eller detta bestämda att hjälpa en viss människa att leva?²⁸

Sartres råd ska vi återkomma till. Det viktiga i detta exempel är den etiska osäkerheten – och hur studenten försökte att reducera denna osäkerhet. Han vacklade mellan olika handlingsalternativ, vissa aspekter av situationen talade för att resa till England och andra för

²⁸ Sartre. *Existentialismen är en humanism*. 1966, s. 24.

att stanna kvar hos sin mor. Det kan vara viktigt att försöka bena upp hans dilemma i tre olika frågor:

1. Vilka är handlingsalternativen?
2. Vilka är konsekvenserna?
3. Vad är moraliskt relevant?

Handlingsalternativen

Till att börja med har vi handlingsalternativen. I situationer av etisk osäkerhet är det en viktig, men ofta förbisedd fråga. Filosofen Lars Bergström skrev en gång sin doktorsavhandling om *The Alternatives and Consequences of Actions* (1966). I en tidningsintervju om våra möjligheter till valfrihet tar han bl.a. upp valsituationer och handlingsalternativ som han själv ställts inför. Ett exempel var när han efter sin disputation skulle ta ställning till ett erbjudande att bli lärare i Australien. Då kommer han också in på sin avhandling:

Den gick bland annat ut på att alternativ inte är något som finns utan snarare något som vi upptäcker själva när vi strukturerar en situation. När man står inför en problemsituation kanske man bara ser två alternativ, men om man tänker närmare på saken kan man hitta många fler alternativ.

Som exempel tar han erbjudandet från Australien som han tackade nej till:

Det uppfattade jag då som två alternativ, ja eller nej. Men jag kunde ju ha tackat nej och försökt hitta ett annat utlandsuppdrag som var ännu mer lockande. Det kom jag inte att tänka på när jag bara såg det som två alternativ...

Att fundera över om det finns ytterligare alternativ än de man först kommer på och att tänka igenom vad som blir konsekvenserna av alternativen är andra självklara råd som gärna glöms bort i en pressad situation.²⁹

På ett liknande sätt skulle det kunna varit viktigt för Sartres student att fundera igenom handlingsalternativen. Hans handlingsalternativ förefaller givna: att åka till England eller stanna hos sin mor. Men man frågar sig om det inte fanns fler alternativ. Kunde studenten

²⁹ Bergström. 2006. "Vi har ingen valfrihet". Svenska Dagbladet 11 september 2006.

inte stanna kvar hos sin mor och samtidigt verkat för Frankrikes befrielse på hemmaplan (t.ex. i den franska motståndsrörelsen)?

Ytligt sett har studentens valsituation inte mycket gemensamt med frågan om valet av slutförvar för svenskt använt kärnbränsle. Men på ett mer generellt plan finns det faktiskt likheter. I debatten har slutförvarsfrågan ofta reducerats till ett ja eller ett nej till Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) ansökan om ett slutförvar i Forsmark enligt den s.k. KBS-3-metoden. Men är inte fler alternativ tänkbara? Djupa borrhål har diskuterats, men i skymundan finns också förslaget om ett torrt mellanlager på marknivå i avvaktan på nya tekniska lösningar. Det finns ju också andra möjligheter att välja en alternativ plats och/eller göra olika modifieringar av KBS-3-metoden. Beslutsprocessen lämnar utrymme för sådana överväganden i samband med att villkor kan formuleras i anslutning till regeringens beslut. Dessa villkor kan utgöra krav på närmare analys av alternativ till olika delar av SKB:s förslag till slutförvarslösning. Ett alternativ skulle t.ex. kunna vara en annan utformning av kapseln än den föreslagna, ett annat en grundligare utforskning av en alternativ plats för slutförvaret. Ett generellt argument mot sådana alternativa dellösningar är att de kan vara både tidskrävande och dyrbara. Det leder oss in på den andra frågan om etisk osäkerhet, nämligen osäkerhet om konsekvenserna.

Konsekvenserna

Sartres student var framför allt upptagen av frågan om konsekvenserna av de olika handlingsalternativen, dvs. konsekvenserna av att stanna hemma och stötta sin mor i jämförelse med konsekvenserna av att förena sig med de fria franska styrkorna i England. Men med avseende på *vad* ska dessa konsekvenser jämföras? I vidaste bemärkelse kan man jämföra den mängd av gott och eftersträväsvärt som de olika handlingsalternativen medför. Gör handlingen att stanna hemma hos sin mor mer nytta än handlingen att resa till England och kämpa mot tyskarna med de fria franska styrkorna? Ett problem med denna jämförelse är naturligtvis att handlingsalternativen är helt väsensskilda; det är som att jämföra äpplen med päron.

En annan svårighet är ju att beräkna konsekvenserna. Sartres student anser att det är särskilt svårt att uppskatta Englandsalternativet, men om man får spekulera, hade det väl varit möjligt att reducera denna osäkerhet genom kontakter och noggrann planering.

SKB har försökt att reducera osäkerheter beträffande sitt handlingsalternativ genom olika typer av vetenskaplig forskning och teknisk utveckling. Enligt SKB (och Strålsäkerhetsmyndigheten) är säkerhetskraven uppfyllda och sannolikheten för att en människa i förvarets närhet skadas av radioaktivitet från avfallet är mindre än en på miljonen. Det finns välkända argument mot detta resonemang och de är främst knutna till kapselns hållbarhet och förmåga att innesluta det farliga avfallet. Detta har givit upphov till en vetenskaplig oenighet som präglat bl.a. förhandlingarna i mark- och miljödomstolen hösten 2017. Hur ska vanliga medborgare i de berörda kommunerna hantera denna oenighet – och regeringen, som har att fatta det slutgiltiga beslutet?

Frågan om hur vetenskaplig oenighet om konsekvenserna av tekniska miljölösningar ska hanteras är mycket omdiskuterad i samhällsvetenskaplig forskning.³⁰ Ett förslag om s.k. ”Science Courts” diskuterades redan på 1970-talet. Tanken var att en vetenskapligt sammansatt panel av vetenskapliga experter skulle höra parterna i en vetenskaplig konflikt och sedan ta ställning i konflikten. En kritik som riktades mot idén var att idén inte tog tillräcklig hänsyn till den komplicerade relationen mellan fakta och värderingar.

Ett svenskt försök att hantera vetenskapliga konflikter och som tog den komplicerade relationen mellan fakta och värderingar på allvar, var det s.k. genomlysningsprogrammet 2007–2009 genomfört av Kärnavfallsrådet. I utvärderingen presenterades detta program på följande sätt:

Genomlysningsprogrammet har lagts upp och genomförts med utgångspunkt i den så kallade RISCUM-modellen som kan beskrivas som en samtalsmetod baserad på Jürgen Habermas teori om kommunaktivt handlande. Modellen eller metoden syftar till att skapa klarhet i sak- och värderingsfrågor och till att säkra att alla viktiga fakta och argument kommer fram så att välunderbyggda beslut kan fattas. Syftet är inte att komma fram till konsensus. Modellen är en samtalsdemo-

³⁰ Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2014. Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande*. Se särskilt kapitlet om vetenskapliga kontroverser, s. 15–32.

kratisk metod för dialog som ska ge förutsättningar och struktur för genomlysning. Modellen är baserad på tre så kallade giltighetsanspråk, ”fakta, legitimitet och autenticitet”.³¹

I utvärderingen av detta program framkom mycket positivt, men också viss kritik mot genomförandet. Resultatet av olika enkäter visade bl.a. ”att seminarierna inte har genomlyst fakta och värderingar tillräckligt, att moderatorerna inte har varit tillräckligt skarpa och följt upp olika argument, samt att publiken inte har getts möjlighet att vara tillräckligt delaktig.” Det är möjligt att vissa av dessa brister sammanhänger med oklarheter i själva utformningen av programmet och inte endast med brister i själva genomförandet. Kritiken mot ”Science Courts” och rådets genomlysningsprogram behöver inte innebära att själva grundidén är felaktig.

Vad är moraliskt relevant?

Den tredje frågan handlar om vad i situationen som är moraliskt relevant. Hittills har vi talat om alternativen och konsekvenserna. Men frågan om etisk osäkerhet berör kanske inte bara alternativen och konsekvenserna. Många anser att det finns andra saker som påverkar en moralisk bedömning. I sin diskussion av studentens moraliska dilemma kommer Sartre in på Kants etik och hans s.k. kategoriska imperativ, dvs. behandla aldrig andra människor endast som medel, utan alltid också som mål:

Gott. Om jag stannar hemma hos min mor, behandlar jag henne som mål och inte som medel, men i och med detta riskerar jag att som medel behandla dem som kämpar runtomkring mig. Och vice versa, om jag sluter mig till de stridande, behandlar jag dem som mål och riskerar därmed att behandla min mor som medel.³²

Enligt många moralfilosofer finns det – vid sidan av handlingars konsekvenser – många saker som är moraliskt relevanta och som vi är skyldiga att beakta. Dit hör s.k. plikter i betydelsen av handlingar som det inte är tillåtet att underlåta även om det skulle medföra

³¹ UCER. 2009. *Utvärdering av Kärnavfallsrådets genomlysningsprogram, 2009*, s. 9 http://www.karnavfallsradet.se/sites/default/files/documents/2009-utvard-genomlysnprg_umeauniv.pdf (hämtad 2018-01-30).

³² Sartre. 1966, s. 24.

bättre konsekvenser att göra det. Ett välkänt exempel är plikten att tala sanning. ”Tala alltid sanning, barn, sa våra föräldrar till oss” (ur Tage Danielssons monolog om sannolikhet, 1979).

Enligt pliktetiken är vi skyldiga att tala sanning även om det skulle medföra bättre konsekvenser att ljuga, ja, även om det skulle medföra bättre konsekvenser inte endast för en enskild person, utan för alla berörda. När Olof Palme i slutet av 1970-talet inte talade sanning om dåvarande justitieministerns delaktighet i en bordellhärva, var det säkert i övertygelsen om att detta medförde bättre konsekvenser inte endast för Palme själv, justitieministern och hela regeringen, utan också för samhället i stort. Kanske kan man i så fall säga att Palme i konflikten mellan principen att handla så att man uppnår de bästa konsekvenserna och plikten att tala sanning, valde att handla i enlighet med konsekvensprincipen. (Om detta verkligen ledde till de bästa konsekvenserna är en annan fråga – enligt de flesta konsekvensetikern den avgörande frågan.)

Det kan naturligtvis råda osäkerhet om våra plikter. Är det t.ex. *alltid* moraliskt fel att ljuga eller att svika våra löften? Den osäkerheten måste skiljas från den etiska osäkerheten som uppstår när våra plikter kolliderar. Vilka plikter ska vi prioritera om vi av olika skäl inte kan realisera alla? Ett exempel är plikten att försvara sig och landet mot en våldsam angripare och plikten att inte döda.

Pliktkollisioner vid hanteringen av använt kärnbränsle

Hanteringen av det använda kärnbränslet rymmer några sådana plikt-kollisioner. Om man också betraktar handlingar enligt konsekvensprincipen som plikter, kan det finnas en konflikt mellan (1) plikten att värna nu levande människors välbefinnande och (2) att ta hänsyn till kommande generationers självbestämmande. Frankrike har i sitt kärnavfallsprogram kommit fram till att kommande generationers välbefinnande måste väga lika tungt som nu levande människors välbefinnande och att man inte får skydda nu levande människor på ett sätt som inskränker kommande generationers handlingsfrihet att återta det använda kärnbränslet. SKB har i sin ansökan valt en annan väg.

En annan konflikt kan uppkomma mellan (3) plikten att informera kommande generationer och (4) att samtidigt hindra att människor i framtiden vållar skada genom aktivt intrång i förvaret. Man

skulle kunna argumentera för att begränsa information om förvaret för att förhindra aktivt intrång i framtiden. Men många har hävdat raka motsatsen att:

[d]et bästa vi kan göra är att frikostigt förse kommande släkten med vad vi själva fått och samtidigt bevara så mycket handlingsfrihet som möjligt för kommande generationer.³³

Ett tredje exempel på en plikt-kollision är (5) plikten att hushålla med våra resurser och (6) plikten att göra ett slutförvar maximalt säkert.

Plikten att uppfylla det senare kan innebära att vi måste ge avkall på plikten att hushålla och begränsa tillgången på t.ex. användbara material i det använda kärnbränslet. Det är innebörden av SKB:s förslag (även om genomförande av förslaget inte gör det helt omöjligt för kommande generationer att återta kärnavfallet).

Hur ska dessa plikt-kollisioner tolkas – och hur ska de hanteras? Denna fråga handlar om en annan typ av etisk osäkerhet. Det handlar om att väga de olika plikterna mot varandra. Man kan t.ex. rangordna de olika plikterna och det naturliga har då ofta varit att sätta säkerheten främst och göra avkall på plikten att respektera framtida generationers självbestämmande. Ett alternativ är att söka lösningar som optimerar iakttagandet av plikterna, och som inte låter någon plikt gälla oinskränkt.³⁴

Avslutande reflektioner

I början på denna artikel utlovades ett avslöjande av Sartres råd till sin villrådige student. Överraskande nog skriver han att han redan visste vad han skulle svara honom innan han kom. Sartre skriver:

Jag hade inte mer än ett svar... Ni är fri, välj, hitta på. Ingen allmän-giltig moral kan säga er vad som är att göra; det finns inga tecken i världen att gå efter.³⁵

³³ Nationella samordnaren på kärnavfallsområdet. 1999. *Ansvar, rättvisa, trovärdighet – etiska dilemman kring kärnavfall*, s. 23. Läs mer om information och kunskapsbevarande i avsnitt 2.3.

³⁴ En mer ingående diskussion finns i artikeln Bråkenhielm. 2015. "Ethics and the management of spent nuclear fuel.", spec. s. 400–403.

³⁵ Sartre. 1966, s. 27.

Sartres uppfattning kan tolkas så att etisk osäkerhet inte kan övervinnas på annat sätt än genom ett ställningstagande, dvs. ett existentiellt val utan några teoretiska garantier. Detta behöver inte innebära att man gör sina ställningstaganden i blindo. Ett ställningstagande kan föregås av ett antal olika överväganden för att sedan utmynna i ett ställningstagande. Omständigheter, handlingsalternativ och sannolikhetsbedömningar är naturligtvis relevanta liksom mer allmänna moraliska principer³⁶, men etisk osäkerhet kan inte övervinnas på samma sätt som man verifierar eller falsifierar en vetenskaplig hypotes. Däremot kan man utforma och följa olika steg i en process som utmynnar i ett säkrare moraliskt ställningstagande än om man följt Sartres rekommendation och bara rätt och slätt tagit ställning och "hittat på". En stegvis prövning är ett exempel på en sådan process; denna beslutsmetod behandlas på ett annat ställe i denna rapport (se avsnitt 2.5).

Det hindrar inte att man kan ge Sartre rätt på en annan punkt, nämligen att det alltid finns ett glapp mellan å ena sidan aldrig så utförliga och ingående undersökningar och ett ställningstagande å den andra. SKB:s ansökan innehåller ett sådant ställningstagande, men det inbegriper ett ofrånkomligt omdöme och kan inte beskrivas som en logisk slutsats från mer eller mindre välbelagda premisser. Detsamma gäller de som kritiserat SKB:s etiska ställningstagande och argumenterat för en annan lösning. Omdömet är en ingrediens i varje avslut av etisk osäkerhet och det är kanske därför som vetenskapliga oenigheter inte överraskar. I en viktig mening finns det inte några etiska specialister som kan ge det slutgiltiga svaret på hur etiska osäkerheter ska hanteras. När det gäller etisk osäkerhet sitter vanliga medborgare, politiker och forskare i samma båt. Kanske kan vi komma överens om den bästa beslutsmetoden, men vi kommer aldrig att få fullständiga garantier för våra slutgiltiga moraliska ställningstaganden.

³⁶ Bråkenhielm. 2015, s. 401–402.

Referenser

- Bergström, L. "Vi har ingen valfrihet". Svenska Dagbladet den 11 september 2006.
- Bergström, L. *The Alternatives and Consequences of Actions. An essay on certain fundamental notions in teleological ethics*. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1966.
- Bråkenhielm. C.R. 2015. "Ethics and the management of spent nuclear fuel". *Journal of Risk Analysis*, s. 392–405.
- Centrum för utvärderingsforskning (UCER). 2009. Utvärdering av Kärnavfallsrådets genomlysningprogram.
Se: http://www.karnavfallsradet.se/sites/default/files/documents/2009-utvard-genomlysnprg_umeauniv.pdf
(hämtad 2018-01-30).
- Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2014. Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande*. Stockholm: Fritzes.
- Nationella samordnaren på kärnavfallsområdet. (Olof Söderberg). 1999. *Ansvar, rättvisa, trovärdighet – etiska dilemman kring kärnavfall*. Stockholm: Kommentus.
- Sartre, J.P. 1966. *Existentialismen är en humanism*. Stockholm: Aldus/Bonniers.

2 Politik, juridik och beslut under osäkerhet

I kapitel 2 vidgas det tvärvetenskapliga perspektivet till andra samhällsvetenskapliga områden och juridik samt politik.

Kapitlets första avsnitt ger en bakgrund till vad Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) är och de krav på kvalitet som kan ställas på MKB:s roll i beslutsfattande.

Om Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) får tillstånd att bygga och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle så kommer en avgörande fråga att vara att se till att kompetensen kring relevanta kunskaper upprätthålls. Ett avsnitt i detta kapitel handlar därför om kompetensförsörjning i ett perspektiv på drygt 70–80 år. Därefter resonerar vi om informationsbevarande. Hur kan vi kommunicera med framtida generationer om slutförvaret och dess avfall för att undvika oavsiktliga intrång i förvaret?

I två avsnitt behandlas några centrala juridiska frågor av betydelse för frågan om slutförvaring av använt kärnbränsle. En övergripande fråga gäller ansvar, inte minst efter förslutning av slutförvaret. Kapitlets sista avsnitt handlar om den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen. Det är en viktig fråga eftersom det kan vara en möjlighet att hantera osäkerheter.

2.1 Miljökonsekvensbeskrivning – om att tänka efter före

Miljökonsekvensbeskrivningen är central i ansökningsprocessen. En godkänd miljökonsekvensbeskrivning utgör en processförutsättning för att en ansökan ska kunna prövas i miljödomstolen enligt miljöbalken och en förutsättning för regeringens prövning enligt kärntekniklagen.¹

Svensk kärnbränslehantering AB (SKB) lämnade i mars 2011 in en ansökan om att få uppföra, inneha och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle i Östhammars kommun. Ansökans utformning och innehåll regleras av miljöbalken (MB) och lagen om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen, KTL). Tillståndsprövningen styrs av dessa två lagar och Strålskyddslagen (mer detaljer om lagstiftningen och tillståndsprövningen finns i Kärnavfallsrådet 2011). Så kallade miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) ska upprättas enligt såväl MB som KTL. Kraven på MKB-dokumentet och MKB-processen regleras i MB:s sjätte kapitel.

Kraven på s.k. miljökonsekvensbeskrivning (MKB) för kärnenergiområdet infördes år 1992 i Sverige.² MKB har sedan dess varit en diskussionsfråga i relation till slutförvar för använt kärnbränsle. Vad bör MKB-dokumentet innehålla, hur samrådsprocessen varit tillräckligt bra, hur ska kravet på alternativhantering tolkas, hur ska de parallella kraven i olika lagar hanteras, vilka riskfrågor ska in, m.fl. frågor.

Årets kunskapslägesrapport uppmärksammar beslutsfattande under osäkerhet. I detta avsnitt beskriver vi hur osäkert arbetet med MKB har varit i slutförvarsprocessen. I fokus är också MKB:s roll i ett beslutsfattande som rör ett projekt med många öppna frågor vid ansökningstillfället och som spänner över mycket, mycket lång tid.

¹ Kärnavfallsrådet. 2011. *Tillståndsprövningen enligt miljöbalken och kärntekniklagen*. Rapport 2011:2, s. 10.

² Begrepp: MKB-dokument och MKB-process används här som generella och övergripande begrepp för tydlighetens skull. MKB används som samlande begrepp för arbetet med både dokument och process. MKB-system avser ett lands lagstiftning, handledning, genomförande etc. Terminologin här skiljer sig från terminologin i Miljöbalkens kap. 6 före och efter den 1 januari 2018. Om det nya sjätte kapitlet: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljobedomningar/Om-6-kap-miljobalken/> (hämtad 2018-01-30).

Vilka kvaliteter bör MKB ha för en sådan speciell verksamhet? Först kommer en bakgrund om hur MKB växte fram internationellt.

Det började i USA 1970

Man brukar ange att de första mer utvecklade och formaliserade kraven på MKB kom 1 januari 1970 genom USA:s federala lag National Environmental Policy Act (NEPA).³ MKB infördes i spåren av stora miljökonflikter, vilket övertygande beskrevs 1962 i boken *Tyst vår* av Rachel Carson. Kraven i NEPA gällde främst storskaliga projekt. Liknande MKB-system infördes sedan i t.ex. Australien (1974), Thailand (1975), Frankrike (1976) och Filippinerna (1978).⁴ EU kom med sitt MKB-direktiv 1985. Mer än 100 av världens ca 190 länder har i dag infört något sorts legalt förankrade MKB-system⁵. Organisationer som t.ex. Världsbanken började också tidigt arbeta med MKB som underlag för sina bidragsbeslut.

Caldwell (1988) uttrycker tydligt essensen bakom syftet med MKB-lagstiftningen i USA och ska läsas mot bakgrund av de svåra miljökonsekvenser och konflikter som uppstod under 1950- och 1960-talen (från pesticider, oljeutsläpp, m.m.). Syftet med MKB var (vår översättning): ”att skydda allmänheten och miljön från konsekvenserna av hänsynslös och otillräckligt informerad policy och beslut”. Caldwell (1988) lyfter vidare fram att syftet var att öka legitimiteten hos administrativa beslut genom allmänhetens deltagande, att påverka den privata industrins beteende, att ändra prioriteringar i relation till miljön och att ändra hur administrativt beslutsfattande gick till. MKB krävde nya och stora avsteg från den normala byråkratiska besluts- och planeringsprocessen. Dessutom krävdes ett sektors- och ämnesövergripande angreppssätt. MKB har uttryckts som en av de mest viktiga innovationerna inom miljöpolitiken under 1900-talet.

³ Hilding-Rydevik. 1986. *Metoder för naturresursplanering med ekologisk grundsyn. En litteraturstudie över naturvärderingsmetoder m.m.* Byggforskningsrådet, s. 33.

⁴ Caldwell. 1988. “Environmental Impact Analysis (EIA): Origins, Evolution and Future Directions.”

⁵ Noble. 2010. *Introduction to Environmental Impact Assessment. A Guide to Principles and Practice.*

Från att ursprungligen gällt beskrivning av miljöeffekter och konsekvenser i bred mening och enbart för stora exploateringsprojekt, har konsekvensbeskrivning i lagstiftning och praktik vidareutvecklats för att gälla också planer, program, hälsa, sociala frågor, hållbarhet osv. Metoderna att analysera, bedöma, värdera och presentera miljökonsekvenser samt följa upp miljökonsekvenser har utvecklats. En hel yrkeskår av konsulter, som arbetar med alla former av MKB, har växt fram i Sverige och internationellt. Som forskningsfält är MKB mycket brett globalt sett och MKB-forskare och MKB-praktiker samlas t.ex. på global nivå inom ramen för årliga, stora tvärvetenskapliga konferenser arrangerade av IAIA (International Association for Impact Assessment, www.iaia.org) som bildades redan 1980.

MKB lagstadgades 1992 för kärnenergiområdet

I Sverige diskuterades frågan om införande av MKB redan i mitten av 1970-talet⁶ och Naturvårdsverket tog fram underlag om det MKB-system som fanns i Kanada och USA.⁷ Trots olika utredningar, arbete och utveckling av frivilliga MKB-krav i flera kommuner⁸, många diskussioner och förslag inom det offentliga⁹ och inom forskningen¹⁰ om att införa MKB dröjde dock införandet. 1988, när miljöpropositionen behandlades i riksdagen, beslöt riksdagen mot regeringens vilja att MKB borde införas i Sverige.¹¹ MKB-kravet infördes sedan år 1991 i den dåvarande Naturresurslagen (NRL) (Väglagen hade dock krav redan 1987).

Från 1992 kom kraven på MKB i NRL att gälla även för strålskyddslagen (SSL) och Lagen om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen, KTL). Men 1992 hade planeringsprocessen för ett slutförvar för använt kärnbränsle redan pågått sedan mitten av 1970-talet.¹²

⁶ Hilding-Rydevik. 1990a. *Miljökonsekvensbeskrivning i kommunal planering. Förutsättningar samt förslag till arbetsmetodik*, s. 8.

⁷ Nilsson. 1974. *Ekologisk planering i Kanada och USA*.

⁸ Hilding-Rydevik. 1990b. *Miljökonsekvensbeskrivning av projekt och planer i kommunal planering*, s. 12.

⁹ T.ex. Naturresurs- och miljökommittén. 1983. SOU 1983:56 *Naturresursers nyttjande och hävd*.

¹⁰ Westerlund. 1982. "Miljöeffektbeskrivningar. Del 3: Sammanfattning och kommentarer."; Emmelin. 1983. "Planering med ekologisk grundsyn."

¹¹ Riksrevisionsverket. 1996 *MKB i praktiken*, s. 23.

¹² Elam och Sundqvist. 2009. "The Swedish KBS project: a last word in nuclear fuel safety prepares to conquer the world?"

Man kan då fråga sig hur tankarna formulerades om vad MKB skulle bidra till när det gäller beslutsfattande generellt och för ett slutförvar för använt kärnbränsle i synnerhet?

En oklar lagstiftning

Arbetet med MKB inom ramen för planeringsprocessen för slutförvaring av använt kärnbränsle startade med ett regelverk som till stora delar var otydligt och outvecklat. Till exempel var MKB-kraven i vissa fall obligatoriska och i andra fall skulle beslutsfattaren i varje enskilt fall bedöma om MKB behövdes. Detta var fallet för KTL och SSL.¹³ En ytterligare oklarhet var att lagtexten inte angav vad ett MKB-dokument skulle innehålla eller hur MKB-processen skulle utformas. Inträdet av MKB-kraven i slutförvarsprocessen gav således upphov till en mängd osäkerheter. Dessa utreddes bl.a. av en arbetsgrupp som bildades 1993, med företrädare för några av de tillsynsmyndigheter som berördes av prövning av slutförvar för använt kärnbränsle.¹⁴ Oklarheterna återspeglas också i föredragen och diskussionerna på det internationella MKB-seminariet som dåvarande KASAM¹⁵ arrangerade i Luleå 1994.¹⁶ Frågor som diskuterades gällde: vad ska ingå i MKB-dokumentet, när ska MKB-processen starta och hur vet man att den har startat, vad är det yttersta syftet med MKB-processen och MKB-dokumentet (beslutsunderlag, demokratisk förankring m.m.), vilka erfarenheter fanns från andra länder som kommit längre? En del i utvecklingen av MKB-arbetet var också insatser som gjordes i berörda kommuner. År 1997 bildades *MKB-forum för studier av slutförvarssystem i Oskarshamn*.¹⁷ Även i Östhammars kommun bildades 2003 ett liknande forum, *Samråds- och MKB-grupp Forsmark*.¹⁸

¹³ Petri. 1995. *MKB som verktyg i beslutsprocessen i Sverige*.

¹⁴ Statens strålskyddsinstitut. 1995. *Miljökonsekvensbeskrivning inför slutförvaring av använt kärnbränsle m.m.*

¹⁵ Kärnavfallsrådets föregångare var Samrådsnämnden för kärnavfallsfrågor, som bildades 1985 och kallades KASAM. 1992 fick rådet namnet Statens råd för kärnavfallsfrågor, men KASAM användes parallellt med direktivets namn fram till 2007. Då bytte rådet namn till Kärnavfallsrådet.

¹⁶ KASAM. 1995. SOU 1995:90 *Kärnavfall och miljö*.

¹⁷ KASAM. 2004. SOU 2004:67 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet*, s. 116.

¹⁸ KASAM. 2004, s. 114.

I MKB-förordningen angavs tydligt redan 1992, trots otydligheter i andra avseenden, att det skulle finnas en motiverad redovisning av alternativa lokaliseringar och utformningar samt en beskrivning av konsekvenserna om den sökta åtgärden inte vidtas, dvs. det s.k. nollalternativet.¹⁹ Vidare angavs i NRL att syftet med MKB är att utgöra ett beslutsunderlag. MKB-dokumentet ska innehålla en sammanhängande redovisning av en planerad verksamhets inverkan på miljön, hälsan och hushållningen med naturresurserna inför prövning om verksamheten kan tillåtas eller inte.²⁰ Det var också klart att slutförvarsfrågan var en miljöfarlig verksamhet som krävde att MKB genomförs.

NRL var en s.k. paraplylag dvs. den gav riktlinjer för MKB och dess tillämpning i en mängd andra lagar.²¹ När MKB-kraven infördes i NRL var miljölagstiftningen spridd i 15 olika lagar men samlades sedan i den s.k. miljöbalken (MB) som trädde i kraft i januari 1999 och vars MKB-regler gällde/gäller för den ansökan med MKB som SKB lämnade in 2011.

De skrivningar i MB (kapitel 6)²² som styr SKB:s MKB och ansökan är tydligare än de var 1992 när det gäller syftet och MKB-dokumentet samt processen. En MKB ska alltid ingå i en ansökan enligt såväl MB som KTL. Syftet är att identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten eller åtgärden kan medföra dels på människor, djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap och kulturmiljö, dels på hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt, dels på annan hushållning med material, råvaror och energi. Vidare är syftet att möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och miljön.²³

Trots förtydliganden har frågan om MKB-dokumentets och processens innehåll, genomförande och kvalitet fortsatt att diskuteras i slutförvarsprocessen. Se t.ex. Kärnavfallsrådets kunskapslägesrapport-

¹⁹ Andersson, m.fl. 1995. "MKB-förfarandet ur ett myndighetsperspektiv."

²⁰ Naturvårdsverket. 1995. *MKB i miljöskydds- och naturvårdslagen. Allmänna råd 95:3*.

²¹ Riksrevisionsverket. 1996. s. 24.

²² Från 1 januari 2018 finns nya regler och begrepp i kapitel 6 i miljöbalken. Se om det nya 6 kapitlet på t.ex.: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledninga/Miljobedomningar/Om-6-kap-miljobalken/> (hämtad 2018-01-30).

²³ Kärnavfallsrådet. 2011.

ter²⁴ och Kärnavfallsrådets, samt andra aktörers yttranden, till Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt (mark- och miljödomstolen), om SKB:s ansökan och MKB-dokumentet.²⁵ Kärnavfallsrådet har t.ex. framfört att MKB-dokumentet bör redovisa alternativa platser för slutförvaret och alternativ till KBS-3-metoden samt att ansökan som helhet ska möjliggöra ett väl underbyggt beslutsfattande.²⁶ Ett antal tillägg har därmed gjorts till ansökan och MKB-dokumentet som följd av kritik och synpunkter från olika aktörer.²⁷

Kvalitet i MKB-arbetet

Så vad är god kvalitet i MKB, för dokument och process och utfall i planeringsprocessen? Det är en viktig fråga för slutförvarsprocessen. Detta är också en stor fråga bland MKB-fältets aktörer och diskuteras fortfarande stort internationellt, inom forskning och praktik.

För att belysa den internationella diskussionen beskrivs här ett par forskningsstudier som nyligen genomförts. Bond m.fl. (2018) konstaterar att det finns stora skillnader i teoretiska utgångspunkter för att bedöma MKB:s kvalitet och också stora olikheter i hur olika typer av aktörer bedömer MKB:s kvalitet. Forskarna har granskat kvalitetskriterier inom olika samhällssektorer och sedan genomfört en analys av deras tillämplighet i relation till MKB. De föreslår nedanstående generella kriterier för att bedöma kvalitet i och av MKB (vår översättning):²⁸

²⁴ Kärnavfallsrådet. 2011; Kärnavfallsrådet. 2007. *Platsval för slutförvar av kärnavfall – på vilka grunder*; KASAM. 2006. *Kärnavfall - Vilka alternativ för metod och plats bör redovisas?*

²⁵ Se SKB:s bemötanden av yttranden i SKB. *Frågor och svar per remissinstans*. Bilaga K:3.

²⁶ Kärnavfallsrådet. 2016. *Yttrande över Svensk kärnbränslehantering AB:s (SKB) ansökan om tillstånd enligt miljöbalken i ett sammanhängande system för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall (M 1333-11)*. Yttrande 2016-05-31. Stockholm.

²⁷ SKB. 2017. *Summering av inlämnade dokument, rättelser och kompletterande information i ansökan om tillstånd enligt miljöbalken – hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle*. Bilaga K:10.

²⁸ Bond m.fl. 2018. "A contribution to the conceptualisation of quality in impact assessment."

Tabell 2.1 Förslag till kvalitetskriterier i och av MKB, Bond m.fl. 2018 (vår översättning)

Effektivitet	i hur stor grad som bästa möjliga utfall uppnåtts genom MKB-processen, givet existerande begränsningar
Optimalitet	i hur stor grad som processen följer bästa internationella standard i stället för att endast följa uppsatta minimikrav
Efterlevnad	i hur stor grad MKB uppfyller uppsatta krav
Legitimitet	i hur stor grad som individer och samhälle bedömer att processen och utfallet (t.ex. i form av tillstånd för en verksamhet) är pålitligt och acceptabelt
Jämlikhet	i hur stor grad som de beskrivna konsekvenserna och nyttorna i MKB-dokumentet, och i de steg som tagits för att hantera konsekvenserna och nyttorna, är jämnt och rättvist fördelade i samhället
Bevarande av kapacitet	i hur stor grad som MKB-praktiker uppehåller de färdigheter och den kompetens som behövs för att uppnå de andra aspekterna av kvalitet
Transformerande kapacitet	i hur stor grad som MKB har stärkt [empowered] individer eller har förändrat värderingar (institutionella eller individuella) eller ökat kunskapen och/eller förståelsen
Kvalitetshantering	i hur stor grad som kvalitet mäts, övervakas och hanteras av dem som genomför MKB

Verkningsfullt MKB-arbete

Gör MKB-arbetet någon skillnad och är det verkningsfullt? Och vad menar vi med verkningsfullt? Verkningsfull i relation till vad? Ett vanligt sätt att bedöma verkningsfullhet av MKB är genom fyra dimensioner²⁹ (vår översättning):³⁰

- Processuell – policy och institutionell infrastruktur, graden av lagstiftningens efterlevnad.
- Substantiell – till vilken grad som MKB förebygger negativa miljökonsekvenser och faktiskt påverkar beslutsfattandet.
- ”Transactive” – till vilken grad som MKB undviker att skapa förseningar och merkostnader, att det finns tydlighet i aktörers roller, personal tillgänglig med adekvata färdigheter.

²⁹ Loomis och Dziedzic. 2018. “Evaluating EIA systems effectiveness: A state of the art.”

³⁰ När det gäller ”Transactive” behåller vi dock den engelska termen.

- Normativ – i vilken grad som MKB bidrar till bredare politiska mål och framgångar t.ex. hållbar utveckling och demokratiska samrådsprocesser; minimering av trade-offs.

Loomis and Dziedzic (2018), har genomfört en analys av vilka dimensioner som MKB-forskningen undersökt. De mest vanliga undersökningarna handlar om de processuella dimensionerna dvs. hur MKB genomförs i olika länder och för olika sorters frågor (stora och små projekt, planer och program och inom olika sektorer som transport, fysisk planering m.m.). Mindre vanligt är studier av den substantiella dimensionen dvs. hur MKB bidrar till att de legala och politiska MKB-målen uppfylls. Minst vanligt är studier av ”trans-active”-dimensionen dvs. frågor om kostnader och förseningar kopplade till MKB. När det gäller den normativa dimensionen, dvs. hur MKB-arbetet bidrar till att uppfylla bredare miljöpolitiska mål som t.ex. miljöintegrering i beslutsfattande eller till hållbar utveckling, så finns studier men de är heller inte så vanligt förekommande.

MKB och osäkerhet

Planering och beslutsfattande innebär att göra val. Val av hur MKB ska avgränsas i tid och rum samt vad som inbegrips i ”projektet”, vad som bedöms som alternativ att bedöma etc. Dessa val är grundade i fakta och värderingar samt i förhandlingar och maktspel mellan aktörer. MKB är inget undantag. Det innebär att själva MKB-processen och framställningen av konsekvenser i MKB-dokumentet i sig, är behäftat med osäkerheter av olika slag. Cardenas och Halman³¹ identifierar följande steg i MKB-arbetet där osäkerheter kan uppstå (citat är enligt vår fria översättning):

vid identifiering av alternativ och deras påverkan; vid identifiering av kriterier för att värdera alternativen; vid valet av ett alternativ eller en uppsättning av alternativ; vid identifiering av aktiviteter för att leda och genomföra det valda alternativet; när de valda aktiviteterna ska sättas i verket; vid identifiering av begränsningarna i de antaganden som gjorts.

³¹ Citatet från Cardenas och Halman. 2016. baserat på Canter m.fl. 1988; Liu m.fl. 2008; Maier m.fl. 2008. I Cardenas och Halman. 2016. “Coping with uncertainty in environmental impact assessments: Open techniques.”

Ett sätt att minska osäkerheter i MKB-förfarandet är att göra det sistnämnda i citatet ovan.³²

Begreppen osäkerhet och risk beskrivs inledningsvis i denna rapport (se avsnitt 1.1). När det gäller kopplingen mellan MKB och riskanalys finns ett antal ansatser att integrera riskanalys i MKB.³³ MKB antas då bidra till att identifiera de potentiella konsekvenserna och riskanalysen bidra till att analysera påverkan – sannolikheter, konsekvenser, omfattning och frekvens.³⁴ Användningen av formella riskanalyser brukar dock inte anges som en rutin i arbetet med MKB.

Kritiken av MKB

Kritiken av MKB generellt sett och världen över har varit och är bitvis stor. Kritiken är dels intern och rör hur och på vad forskningen genomförs. Men kritiken gäller också själva det praktiska arbetet – dvs. hur MKB-lagstiftningar ser ut, hur MKB genomförs och vilken effekt arbetet har på planering och beslutsfattande. Till stor del kan kritiken sammanfattas i att MKB används mest utifrån ett snävt lagkrav mer än som ett instrument till stöd för ett miljömässigt bra beslutsfattande.³⁵ MKB når i vissa fall sitt mål, men dess bidrag till ett ökat miljömedvetande och skydd av miljön är modest.³⁶ Man ser MKB som pro forma, dvs. det måste göras men har inget större värde i planeringsprocessen som helhet.³⁷ Dock finns naturligtvis fall där MKB-arbetet gjort skillnad ur miljösynpunkt.³⁸ Men det ser ut som att MKB:s påverkan till en avgörande del beror av i vilken grad som beslutsfattarna redan från början är öppna för att ta vara på värdet av miljön och till vilken grad de alternativ som utvecklats inom MKB sammanfaller med dessa aktörers intressen.³⁹

³² Cardenas och Halman. 2016.

³³ För en översikt se Zelenaková och Zvijáková. 2017. "Risk analysis within environmental impact assessment of proposed construction activity."

³⁴ Zelenaková och Zvijáková. 2017.

³⁵ Runhaar m.fl. 2013. "Environmental assessment in The Netherlands: Effectively governing protection? A discourse analysis."

³⁶ Runhaar m.fl. 2013, baserat på Cherp. 2001; Jay m.fl. 2007; Wood. 2003. I Runhaar m.fl. 2013. "Environmental assessment in The Netherlands: Effectively governing protection? A discourse analysis."

³⁷ Hilding-Rydevik och Emmelin. 2013. *Alternativ i miljökonsekvensbedömning och miljöbedömning. En pilotstudie.*

³⁸ Runhaar m.fl. 2013.

³⁹ Runhaar m.fl. 2013.

Tanken att MKB bidrar till att projektägare och beslutsfattare mer genomgripande funderar över och analyserar handlingsalternativ och deras miljökonsekvenser samt att detta skulle påverka planering och beslut i en mer miljövänlig riktning har således inte fungerat fullt ut i praktiken. Sheate (2012) visar dock att MKB har en viktig roll: genom att på lagstiftningsnivå klargöra aktörers ansvar och på genomförandenivå hålla individer, organisationer och myndigheter ansvariga för sina handlingar. Alla sorters aktörer kan dock använda planeringsprocesser och de olika stegen i MKB för sina egna syften.⁴⁰

Bidrag från MKB till planeringsprocessen för slutförvar för använt kärnbränsle

Hur skulle vi då bedöma den MKB-process som genomförts, det MKB-dokument som lämnats in av SKB och MKB:s roll i det beslutsfattande som har skett och sker framöver? Det återstår att se och noggrant belysa efter att alla beslut är tagna när det gäller tillstånd för verksamheten. Några konstateranden kan dock göras redan i detta skede.

Kraven på att MKB måste genomföras som en del av ansökningsprocessen för slutförvaring av använt kärnbränsle har inneburit att en mängd information om olika miljöfaktorer blivit en del i planeringsprocessens diskussioner och del i underlagsmaterialet för ansökan och som inte hade varit fallet annars. Frågan om t.ex. vilka alternativ som finns utöver KBS-3-konceptet har också tydligt kommit på bordet. Att samråd måste genomföras med olika aktörer har också tydliggjorts och formaliserats.

Det finns ett fåtal forskningsstudier av MKB kopplade till slutförvarprocessen i Sverige. En forskningsstudie har t.ex. särskilt studerat frågan om hur alternativ hanterats i slutförvarsprojektet.⁴¹ Studien belyser, på basis av en grundlig genomgång av ett stort empiriskt och historiskt material, att det i en så lång process kan vara svårt att behålla tydliga formella och åtskilda roller i MKB- och planeringsarbetet. Detta i sin tur kan ha lett till att det har varit

⁴⁰ Enriquez-de-Salamanca. 2018. "Stakeholders manipulation of Environmental Impact Assessment."

⁴¹ Wärnbäck m.fl. 2013. "Shared practice and converging views in nuclear waste management: long-term relations between implementer and regulator in Sweden."

svårt att uppfylla MKB-lagstiftningens krav på redovisning av alternativ till KBS-3-metoden. En annan studie konstaterar att det utvidgade samrådet har givit frivilligorganisationerna större tillträde och insyn i processen än vad som hade varit fallet utan MB:s krav.⁴² I Elam m.fl. (2010) diskuteras dock samrådet i termer av en industriell strategi och fasad för att gynna egna mål.

Slutsatser

Avsnittet här visar på den osäkerhet som finns kring MKB-arbetet i relation till slutförvarsprojektet. Reglerna var oklara från början och senare regelverk ger också utrymme för tolkningar. Och det finns en hel del kritik internationellt av MKB-instrumentet som ett miljöpolitiskt instrument. Trots detta kommer vi inte ifrån behovet att "tänka efter före" när det gäller effekter och konsekvenser på miljö och människor från olika aktiviteter och projekt

Slutförvarsprojektet måste ses som ett unikt och utmanande projekt (tekniskt, i relation till de potentiella miljö- och hälsoriskerna om förvaret inte håller säkerhetsmässigt, kostnads- och tidshorisonten på 100 000 år etc.) att planera, ta beslut om och att genomföra. Det kan därför ses som rimligt att ställa mycket höga krav på ansökans, inklusive MKB-dokumentets och processens, innehåll och kvalitet. Det finns anledning att närmare studera i vilken omfattning som MKB-dokument och process fyller högt ställda krav. Så här långt (januari 2018) har mark- och miljödomstolen bedömt att miljökonsekvensbeskrivningen uppfyller miljöbalkens krav och därför kan godkännas.⁴³ Det innebär att MKB har uppfyllt ett av de 8 kriterier på god kvalitet som listats i tabell 2.1, dvs. kriteriet att uppfylla lagens krav. Det återstår dock frågor om hur väl MKB för slutförvar för använt kärnbränsle uppfyller andra kriterier och frågor. Man kan fråga sig om MKB-processen och MKB-dokumentet bidragit till att minska osäkerheter om framtida väsentliga miljökonsekvenser? Och vad säger en utvärdering av MKB-dokument och MKB-process för slutförvar för använt kärnbränsle om kvalitén på

⁴² Keskitalo m.fl. 2015. "Environmental Impact Assessment as a Social Process: The Case of Nuclear Waste Storage in Sweden."

⁴³ Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. Yttrande 2018-01-23. Mål nr M 1333- 11. Aktbilaga 842, s. 11.

det svenska MKB-systemet som helhet? Har MKB påverkat aktörer, planeringsprocess och beslut i en för miljö och människor gynnsam riktning?

Referenser

- Andersson, J., Hägg, C., Larsén, B., Löfgren, T., Shibbye, K. och Timm, B. 1995. "MKB-förfarandet ur ett myndighetsperspektiv." I: Se KASAM. 1995.
- Bond, A., Retief, R., Cave, B., Fundingsland, M., Duinker, P.N., Verheem, R. och Brown, A.L. 2018 "A contribution to the conceptualisation of quality in impact assessment." *Environmental Impact Assessment Review* 68, s. 49–58.
- Caldwell, L.K. 1988. "Environmental Impact Analysis (EIA): Origins, Evolution and Future Directions." *Impact Assessment*, 6:3–4, 75–83, DOI:10.1080/07349165.1988.9725648.
- Cardenas, I.C. och Halman, J.I.M. 2016. "Coping with uncertainty in environmental impact assessments: Open techniques." *Environmental Impact Assessment Review* 60, s. 24–39.
- Elam, M., Soneryd, L. och Sundqvist, G. 2010. "Demonstrating safety – validating new build: the enduring template of Swedish nuclear waste management." *Journal of Integrative Environmental Sciences* 7(3), s. 197–210.
- Elam, M. och Sundqvist, G. 2009. "The Swedish KBS project: a last word in nuclear fuel safety prepares to conquer the world?" *Journal of Risk Research* 12(7–8), s. 969–988.
- Emmelin, L. 1983. "Planering med ekologisk grundsyn." Bakgrundsrapport till Naturresurs- och miljökommitténs betänkande SOU 1983:56 *Naturresursers nyttjande och hävd*. Stockholm.
- Enriquez-de-Salamanca. Á. 2018. "Stakeholders manipulation of Environmental Impact Assessment." *Environmental Impact Assessment Review* 68, s. 10–18.
- Hilding-Rydevik, T. 1986. *Metoder för naturresursplanering med ekologisk grundsyn. En litteraturstudie över naturvärderingsmetoder m.m.* Byggforskningsrådet. Rapport R46:1986. Stockholm.

- Hilding-Rydevik, T. 1990a. *Miljökonsekvensbeskrivning i kommunal planering. Förutsättningar samt förslag till arbetsmetodik*. Doktorsavhandling. Trita-Kut 90:1055. Stockholm: KTH.
- Hilding-Rydevik, T. 1990b. *Miljökonsekvensbeskrivning av projekt och planer i kommunal planering*. Byggforskningsrådet R11:1990. Solna: Svensk Byggtjänst.
- Hilding-Rydevik, T. och Emmelin, L. 2013. *Alternativ i miljökonsekvensbedömning och miljöbedömning. En pilotstudie*. Beställd av Naturvårdsverket. Forskningsrapport nr 2013:02. Karlskrona: Blekinge Tekniska Högskola.
- <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljobedomningar/Om-6-kap-miljobalken/> (hämtad 2018-01-30).
- KASAM. 2004. SOU 2004:67 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet*. KASAM. Statens råd för kärnavfallsfrågor. Stockholm: Fritzes.
- KASAM. 2006. *Kärnavfall – Vilka alternativ för metod och plats bör redovisas?* Rapport från ett KASAM-seminarium 2006-02-23. Rapport 2006:1. KASAM. Statens råd för kärnavfallsfrågor. Stockholm: Fritzes.
- KASAM. 1995. SOU 1995:90 *Kärnavfall och miljö*. Rapport från ett internationellt seminarium om miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) och dess roll inför slutförvaringen av kärnavfall. KASAM. Statens råd för kärnavfallsfrågor. Stockholm: Fritzes.
- Keskitalo, C.E.H., Nordlund, A. och Lindgren, U. 2015. "Environmental Impact Assessment as a Social Process: The Case of Nuclear Waste Storage in Sweden." *Cybergeo: European Journal of Geography*. Journals.openedition.org/cybergeo/26842.
- Kärnavfallsrådet. 2016. *Yttrande över Svensk kärnbränslehantering AB:s (SKB) ansökan om tillstånd enligt miljöbalken i ett sammanhängande system för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall (M 1333-11)*. Yttrande 2016-05-31. Stockholm.
- Kärnavfallsrådet. 2011. *Tillståndsprövningen enligt miljöbalken och kärntekniklagen*. Rapport 2011:2. Stockholm: Fritzes.
- Kärnavfallsrådet. 2007. *Platsval för slutförvar av kärnavfall – på vilka grunder*. Rapport 2008:2. Stockholm: Fritzes.

- Loomis, J.J. och Dziedzic, M. 2018. "Evaluating EIA systems effectiveness: A state of the art." *Environmental Impact Assessment Review* 68, s. 29–37.
- Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. *Yttrande 2018-01-23*. Mål nr M 1333-11. Aktilaga 842. Stockholm.
- Naturresurs- och miljökommittén. 1983. SOU 1983:56 *Naturresursers nyttjande och hävd*. Stockholm: Liber.
- Naturvårdsverket. 1995. *MKB i miljöskydds- och naturvårdslagen. Allmänna råd 95:3*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Nilsson, J. 1974. *Ekologisk planering i Kanada och USA*. Naturvårdsverket. Solna: Liber.
- Noble, B.F. 2010. *Introduction to Environmental Impact Assessment. A Guide to Principles and Practice*. Canada: Oxford University Press.
- Petri, C.A. 1995. "MKB som verktyg i beslutsprocessen i Sverige." I: Se KASAM. 1995.
- Riksrevisionsverket. 1996. *MKB i praktiken*. RRV 1996:29. Stockholm: Riksrevisionsverket.
- Runhaar, H., van Laerhoven, F. Driessen, P. och Arts, J. 2013. "Environmental assessment in The Netherlands: Effectively governing protection? A discourse analysis." *Environmental Impact Assessment Review* 39, s. 13–25.
- Sheate, W.R. 2012. "Purposes, paradigms and pressure groups: Accountability and sustainability in EU environmental assessment, 1985–2010." *Environmental Impact Assessment Review* 33, s. 91–92.
- Statens strålskyddsinstitut. 1995. *Miljökonsekvensbeskrivning inför slutförvaring av använt kärnbränsle m.m.* SSI-rapport 95-05. Solna.
- SKB. 2015. *Frågor och svar per remissinstans. Komplettering IV*. Bilaga K:3. Stockholm. Svensk Kärnbränslehantering AB.

- SKB. 2017. *Summering av inlämnade dokument, rättelser och kompletterande information i ansökan om tillstånd enligt miljöbalken – hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle*. Bilaga K:10. Stockholm: Svensk kärnbränslehantering AB.
- Westerlund, S. 1982. ”Miljöeffektbeskrivningar. Del 3: Sammanfattning och kommentarer.” Bakgrundsrapport till SOU 1983:56 Naturresurs- och miljökommitténs betänkande *Naturresursers nyttjande och hävd*. Stockholm.
- Wärnbäck, A., Soneryd, L., och Hilding-Rydevik, T. 2013. ”Shared practice and converging views in nuclear waste management: long-term relations between implementer and regulator in Sweden.” *Environment and Planning A* 2013 (45)2212–2226, doi: 10.1068/a45305.
- Zelenáková, M. och Zvijáková, L. 2017. “Risk analysis within environmental impact assessment of proposed construction activity.” *Environmental Impact Assessment Review* 62, s. 76–89.

2.2 Kompetensförsörjning

Den här texten är en uppföljning av 2016 års kunskapslägesrapport där frågan om kompetensförsörjning lyftes.⁴⁴ Syftet med texten är att visa på att frågan inte är färdigutredd utan högst aktuell samt att lyfta fram det som är nytt sedan 2016 års text.

Osäkerhet kring kompetensförsörjning inom området kärnavfallshantering

Redan i dag finns tveksamheter vad avser nuvarande och framtida kompetensnivå och -volym inom de områden som Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har tillsynsansvar för. Inom områdena strålskydd och kärnsäkerhet har en oro vuxit fram kring Sveriges möjligheter att uppfylla framtidens krav på kompetensförsörjning. Detta pekades ut redan 2012 av det internationella atomenergiorganet IAEA, där man konstaterade att Sverige inte fullt ut lever upp till de internationella krav som finns vad gäller relevanta utbildningar och nationell kompetens inom området.⁴⁵ Det är tänkbart att planering, uppförande, drift och förslutning av ett påtänkt slutförvar för använt kärnbränsle kommer att göra kraven på framtidens kompetensförsörjning inom strålskydd och kärnsäkerhet än större. Dessutom står Sverige på sikt inför omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall från rivning av kärnkraftsanläggningar och sanering av områden där dessa anläggningar legat. Detta, tillsammans med kärnkraftsindustrins beslut att stänga ned fyra kärnkraftsreaktorer fram till och med 2020, har lett till att regeringen ålagt SSM att göra en utredning om den långsiktiga kompetensförsörjningen inom myndighetens ansvarsområden med slutrapportering

⁴⁴ Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*.

⁴⁵ <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/674e1c84c22f415495a41ae8bae1a2aa/201203-the-iaea-integrated-regulatory-review-service-mission-to-sweden-in-february-2012>;

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/press/nyheter/2017/myndigheten-lagger-grunden-for-en-nationell-kompetensforsorjning-inom-stralsakerhet-till-ar-2025/>;

<http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2016/12/kompetensforsorjningen-inom-karnsakerhet-och-stralskydd-ses-over/> (hämtade 2018-01-30).

senast den 30 september 2018, regeringsbeslut M2016/03064/Ke daterat den 22 december 2016.⁴⁶

Universitetens roll för kompetensförsörjningen i Sverige

Regeringen har ett antal direkta styrmedel för den högre utbildningen i landet, bland annat via regleringsbrev och riktade satsningar. Indirekt är tillgängliga forskningsmedel också styrande för utbildningarna eftersom det är forskarna vid universiteten som bedriver utbildningen. Övergripande ligger ansvaret hos respektive universitet eller högskola att erbjuda studenter högkvalitativa utbildningsalternativ som är av relevans för olika delar av samhället. Detta gäller på grund-, avancerad- såväl som forskarutbildningsnivå. Målet är att ge studenterna en tillräckligt bred och kvalitativ utbildning så att de blir anställningsbara inom bland annat, men inte endast, verksamheter som innefattar rivning och sanering av kärnkraftsanläggningar, design, konstruktion och drift av slutförvar för kort- och långlivat (radioaktivt) kärnavfall, inkapsling av använt kärnbränsle i särskilda slutförvarskapslar, transport av radioaktivt material samt strålskydd.

Sverige har som nation ett ansvar att upprätthålla nödvändig nationell kompetens inom dessa områden för att uppfylla EU:s direktiv om hantering av radioaktivt avfall och använt kärnbränsle tills dess att den slutliga förslutningen av förvaret gjorts.⁴⁷ En viktig anledning till att det på många håll i Europa ser mörkare ut än i Sverige inom de kompetensområden SSM ansvarar för, t.ex. strålskydd och kärnavfall, beror på att SSM genomfört flera utredningar vad gäller nationell kompetens under de senaste 20 åren, och har på så sätt kunna identifiera och beskriva problemen samt även vidta åtgärder.⁴⁸ Den utredning om den långsiktiga kompetensförsörjningen som nu äger rum på regeringens initiativ kan skapa förutsättningar

⁴⁶ <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/0e003d432c9e4572989c584b9a8d6f7e/regeringsuppdrag-om-langsiktig-kompetensforsorjning.pdf> (hämtad 2018-01-30).

⁴⁷ <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/nuclear-energy/radioactive-waste-and-spent-fuel>; <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV-EN/TXT/?uri=CELEX:32011L0070&from=EN> (hämtad 2018-01-30).

⁴⁸ SSM. 2013. SSM2014-1013. Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, *Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, och referenser i detta dokument.

att även tillgodose framtida behov.⁴⁹ Det är viktigt att kompetensförsörjningen regelbundet följs upp då detta landskap kan förändras snabbt. Som nämnts ovan delar Sverige problemet med vikande kompetens med flertalet europeiska länder vilket gör att rekrytering av europeisk kompetens och arbetskraft till Sverige inom dessa områden blir konkurrensutsatt.

I en debattartikel i Svenska Dagbladet den 21 november 2017 ”Kunskapsnation Sverige bromsas av högskolan” skriver artikelförfattarna Johan Eklund och Dan Brändström att ”Svensk högre utbildning är inte utformad så att den förser näringslivet med de kompetenser som behövs. Det hotar vår välfärd och vår ambition som konkurrenskraftig kunskapsnation”.⁵⁰ Det finns många andra liknande synpunkter som har uttryckts i media och i andra sammanhang. Man kan konstatera att regeringen och ansvariga myndigheter har ett ansvar för att det svenska utbildningssystemet kan producera kompetens på tillräckligt hög nivå för tillräckligt många personer för att lösa långsiktiga åtaganden. Ett sådant är ett säkert omhändertagande av radioaktivt avfall från kärnkraftindustrin och andra sektorer av samhället, som fått regeringens tillstånd att producera sådant material.

För att universiteten ska kunna erbjuda tillräckligt breda och kvalitativa utbildningar på olika nivåer måste finansiering till relevant forskning säkerställas, eftersom det är forskarna vid universiteten som samtidigt bedriver utbildningen. När det gäller utbildning och forskning inom områden som berör strålskydd, kärnteknik och kärnavfall kan det antas att den i vissa fall måste begränsas till ett mindre antal universitet och högskolor så att resurserna som krävs inom både utbildning och forskning kan optimeras utan att skapa någon form av monopol. Det vore därför önskvärt att regelverket för statlig finansiering av forskning och utveckling tydliggör vilka statliga forskningsfinansierare som har ansvar för att tillhandahålla en god nivå på forskningsfinansiering inom områden med relevans för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. Vidare är det relevant att säkerställa att nivån på tillgängliga medel är anpassad till det behov som föreligger. Vi ser positivt på den nya utlysningen

⁴⁹ <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/0e003d432c9e4572989c584b9a8d6f7e/regeringsuppdrag-om-langsiktig-kompetensforsorjning.pdf> (hämtad 2018-01-30).

⁵⁰ <https://www.svd.se/hogskolan-broms-for-sverige-som-kunskapsnation> (hämtad 2018-01-30).

från Vetenskapsrådet om forskning inom kärnteknikområdet, från vilket utfallet från den första ansökningsomgången kom strax innan årsskiftet. Detta är ett steg i rätt riktning och vi ser gärna fler initiativ av det här slaget.

Slutsats

Det finns i dag en osäkerhet över tid vad gäller tillgången på personer med kvalificerad utbildning så att omhändertagandet av radioaktivt avfall kan säkerställas. Vi vill därför peka på betydelsen av att tillräckliga resurser säkerställs för utbildning och forskning inom relevanta områden, samt att resultaten av dessa insatser följs upp över tid för att minimera osäkerheten kring det långsiktiga omhändertagandet av det använda kärnbränslet, kärnavfallet och även annat radioaktivt material som producerats i Sverige.

Referenser

- Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*. Stockholm: Wolters Kluwers.
- SSM. 2013. SSM2014-1013. *Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*. Strålsäkerhetsmyndigheten.

Länkar hämtade 2018-01-30

- <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/nuclear-energy/radioactive-waste-and-spent-fuel>; <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV-EN/TXT/?uri=CELEX:32011L0070&from=EN>
- <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2016/12/kompetensforsorjningen-inom-karnsakerhet-och-stralskydd-ses-over/>
- <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/press/nyheter/2017/myndigheten-lagger-grunden-for-en-nationell-kompetensforsorjning-inom-stralsakerhet-till-ar-2025/>

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/0e003d432c9e4572989c584b9a8d6f7e/regeringsuppdrag-om-langsiktig-kompetensforsorjning.pdf>

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/674e1c84c22f415495a41ae8bae1a2aa/201203-the-iaea-integrated-regulatory-review-service-mission-to-sweden-in-february-2012>

<https://www.svd.se/hogskolan-broms-for-sverige-som-kunskapsnation>

2.3 Informations- och kunskapsbevarande i samband med slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall

Inledning

Om vi bygger ett slutförvar för använt kärnbränsle, hur ska vi bäst kunna bevara information och kunskap om avfallet över den långa tid som krävs för att skydda framtida generationer i minst 100 000 år? Informations- och kunskapsbevarande är en tvärvetenskaplig fråga som det finns internationella samarbeten kring, inte minst en expertgrupp inom OECD/NEA som heter ”Preservation of Records, Knowledge and Memory across Generations” (RK&M).⁵¹

Som beskrivits i rådets kunskapslägesrapporter från 2014 och 2015 års har RK&M-gruppen träffats sedan 2011 för att arbeta med frågor som rör bevarande av och tillgänglighet till kunskap om kärnavfall över flera generationer.⁵² I synnerhet ska gruppens arbete resultera i stöd för informationshantering inom de olika nationella programmen för radioaktivt avfall och använt kärnbränsle. Från Sverige deltar sedan 2014 representanter från Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), Riksarkivet, Kärnavfallsrådet, Oskarshamns kommun och Östhammars kommun.

Syftet med detta avsnitt är att rapportera om hur arbetet utvecklats under de senaste tre åren. Problem relaterade till informations- och kunskapsbevarande är inte minst aktuella eftersom regeringen ser ut att inom kort stå inför ett tillåtlighetsbeslut samtidigt som det är osäkert hur hanteringen av informations- och kunskapsbevarande beträffande ett framtida svenskt slutförvar kommer att utformas. Ur det perspektivet är det i allra högsta grad ett beslut som fattas under osäkerhet i form av okunskap. Det handlar om okunskap enligt det schema som presenterades ovan i delen om begreppen osäkerhet och risk (se avsnitt 1.1), både om vilken information och kunskap om slutförvaret som kommer att behövas för att upprätthålla dess framtida integritet samt sannolikheten för att

⁵¹ NEA står för Nuclear Energy Agency och är OECD:s särskilda kommitté för frågor om kärnenergiteknik och relaterade frågor. Se: <https://www.oecd-nea.org/rwm/rkm/> (hämtad 2018-01-30).

⁵² Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2014. Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande*, s. 71; Kärnavfallsrådet. 2015. SOU 2015:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet, Kontroll, dokumentation och finansiering för ökad säkerhet*, s. 65–84.

sådan information och kunskap går om intet eller blir obegriplig för kommande generationer. Detsamma gäller den följande stegvisa prövningsprocessen. Till det kommer att de beslut som ska fattas när slutförvaret väl är förslutet kommer att vara helt beroende av den information och kunskap som finns tillgänglig då. Därför är det av yttersta vikt att motverka att viktig information går förlorad.

RK&M-gruppens arbete

Gruppens arbete har fortskridit i två faser. En första mellan 2011 och 2014 innehöll en bred inventerande ansats som resulterade i en översikt om hur arbetet med att bevara information framskridit i olika länder, en ständigt föränderlig nätbaserad uppslagsbok (så kallad wiki) m.m. Insatser och ännu angelägna uppgifter presenterades vid en större konferens i september 2014 och återgavs delvis i 2015 års kunskapslägesrapport.⁵³

Under den första fasen fastslogs att utgångspunkter för den andra fasen (2014–2018) skulle vara att:

- bevarande av information, kunskap och minne efter uppförande av slutförvarsanläggningar ska hjälpa framtida generationer att fatta väl underbyggda beslut om anläggningarna och deras innehåll samt förhindra oavsiktligt mänskligt intrång,
- skapandet av förutsättningar för framtida generationer att fatta dessa väl underbyggda beslut ska vara del av en ansvarstagande, etiskt försvarbar och hållbar strategi för hanteringen av radioaktivt avfall och använt kärnbränsle,
- åtgärder för bevarande av information, kunskap och minne förbereds lämpligast samtidigt som strategier för hanteringen av radioaktivt avfall och använt kärnbränsle utformas och förverkligas,
- system för bevarande av information, kunskap och minne behöver vara flexibla och anpassningsbara över tid, samt

⁵³ Kärnavfallsrådet. 2015.

- ett systematiskt arbetssätt ska tillämpas så att bevarandesystemets olika delar, som kallas strategiska element, kompletterar varandra, skapar förutsättningar för redundans beträffande överförandet av information, kunskap och minne samt maximerar deras livslängd.

Av särskilt intresse bland dessa utgångspunkter är den tredje som slår fast att informationsbevarande åtgärder lämpligast förbereds samtidigt som strategier för hanteringen av radioaktivt avfall utformas och förverkligas. Skälet för detta är helt enkelt att ofullständigt eller felaktigt handhavande av information under denna fas kan innebära förlust av information som i ett senare skede behövs för att exempelvis fatta väl underbyggda beslut.

Sedan slutet av 2014 har arbetet fortgått i en andra fas med beräknad slutpunkt under våren 2018. Här har insatserna delvis snävats in och koncentrerats till ett antal mer eller mindre konkret utformade dokumenttyper för att bevara information om förvar för radioaktivt avfall och använt kärnbränsle över mycket långa tidsperioder. Nedan ges exempel på några sådana olika typer, främst ”Fil med nyckelinformation” (Key Information File) och ”Samling med grundläggande dokument” (Set of Essential Records).

Fil med nyckelinformation

”Fil med nyckelinformation” är ett dokument om ca 50 sidor eller ca 100 000 tecken med den absolut viktigaste informationen om slutförvarsanläggningar som sprids i hundratals eller tusentals kopior och även genereras digitalt. Informationen här är av ”hög-nivå-karaktär” i den meningen att detaljgraden måste begränsas.

En föreslagen struktur för filens innehåll har utarbetats som innebär att där bör ingå:

- sammanhanget för ”Fil med nyckelinformation” med dess ursprung och syfte liksom grundläggande fakta om radioaktivitet och radioaktivt avfall samt använt kärnbränsle,
- slutförvarsanläggningens placering, miljö och strålningsförhållanden,

- slutförvarsanläggningens utformning inklusive de viktigaste byggda strukturerna,
- en inventering av de viktigaste farorna och hur de beräknas utvecklas över tid liksom icke-radioaktiva giftiga ämnen,
- en redogörelse för säkerhetsanordningarna med ingående barriärer för att isolera radioaktivt avfall liksom använt kärnbränsle, potentiell mänsklig och annan inverkan samt konsekvenser av det,
- en sammanfattning med tidsplan för uppdatering av ”Fil med nyckelinformation” liksom dess geografiska och mediala distribution, samt
- angivande av hur mer detaljerad information kan nås.

Vid sidan av denna övergripande struktur har även utarbetats ett förslag på en mer detaljerad innehållsförteckning. Tidsskalan för filens användning är tänkt att vara några tusentals år eller längre.

Samling grundläggande dokument

Den andra dokumenttypen som planeras är ”Samling grundläggande dokument”. Den definieras som en samling av de viktigaste dokumenten, utvalda i samband med skapandet av en slutförvarsanläggning, som behövs för att ge nuvarande och framtida generationer en tillräcklig förståelse av förvarssystemet och dess funktioner för att kunna övervaka och kontrollera dem och deras förändring liksom att kunna fatta välgrundade beslut om dem och utvärdera deras konsekvenser. I jämförelse med ”Fil med nyckelinformation” med sin begränsade volym och populärare framställningsform ska ”Samling grundläggande dokument” fungera som en källa för mer detaljerad information om förvarssystemet primärt avsedd för specialister och forskare lika väl som beslutsfattare och kontrollinstanser. Trots detta bör tillgängligheten till ”Samling grundläggande dokument” vara lika fri som till ”Fil med nyckelinformation”.

Informationen i ”Samling grundläggande dokument” är liksom den i ”Fil med nyckelinformation” av ”hög-nivå-karaktär”, men här ingår mer av det som betecknats som mätdata om anläggningen beträffande dess geografiska placering, geologi, hydrologi, meteorologi, geokemiska förhållanden och seismologi liksom förvars-

anläggningens konstruktion och information om underhåll och reparationer m.m. Här ska också ingå data om förvarat radioaktivt avfall och använt kärnbränsle. Till dessa data kommer också beskrivningar och värderingar av miljösammanhangen liksom slutförvarets funktioner liksom allmän information om dess historia och juridiska legitimitet, exempelvis dokumentation om tillståndsprövningsprocesser. Tidsskalan för användning av ”Samling grundläggande dokument” är tänkt att vara kortare än för ”Fil med nyckelinformation”, några hundra eller några få tusen år. Skälet är att ”Samling grundläggande dokument” innehåller betydligt större informationsmängder som mångfaldigas i färre kopior, liksom de större krav på specialistkompetens som krävs för förståelse av informationen.

En fråga som gäller både ”Samling grundläggande dokument” och ”Fil med nyckelinformation” är om innehållet bör redigeras, revideras och gallras av framtida generationer efter det att dessa båda dokumenttyper färdigställts. En fördel med mer eller mindre regelbunden redigering, revision och gallring är att informationens begriplighet kontinuerligt kontrolleras och utvärderas. För kontinuerliga uppdateringar av informationsinnehållet talar också det att ny viktig information kan tillkomma efter det att ”Samling grundläggande dokument” fastställts. En nackdel är den ökade risken att informationen förvanskas. En annan fråga gäller lämpligast medieformatet för ”Samling grundläggande dokument” och ”Fil med nyckelinformation”. I båda fallen kan olika medier användas, förmodligen fler för ”Fil med nyckelinformation” än ”Samling grundläggande dokument” på grund av filens mindre informationsmängder. En observation att ta ställning till i detta sammanhang är att det tycks som om ett informationsmediums livslängd är omvänt proportionellt mot dess kapacitet så att äldre tiders sten- eller lertavlor med sin relativt sett låga informationskapacitet tenderar att vara relativt långlivade i jämförelse med dagens digitala medier vars höga kapacitet motsvaras av en relativt låg livslängd.

Andra dokumenttyper

Utöver informationen i ”Fil med nyckelinformation” och ”Samling grundläggande dokument” som är av ”hög-nivå-karaktär” anger RK&M ytterligare dokumenttyper med information av lägre karak-

tär i den meningen att de har högre detaljgrad. Detta handlar om dokument som valts ut för evig arkivering och där flertalet av dessa endast finns i ett eller några fåtal exemplar. Här kan ingå kvarlevor av beslut och rapportunderlag. Ytterligare en dokumenttyp som delvis överlappar föregående är mängden av dokument som genererats av inom ramen för tillskapandet av en slutförvarsanläggning. I figuren nedan relateras "Fil med nyckelinformation" och "Samling grundläggande dokument" till dessa två mer omfattande dokumenttyper.

Figur 2.1 Dokumenttyper

Figuren visar hur olika dokumenttyper (i grönt) som "Fil med nyckelinformation" och "Samling av grundläggande dokument" är tänkta att komplettera varandra i ett system för informationsbevarande. Till vänster finns en skala som ungefärligen anger de olika dokumenttypernas volym och till höger en skala som ungefärligen anger det tänkta antalet kopior av varje dokumenttyp.



Källa: Bearbetning av underlag från RK&M.

Klasser av strategiska komponenter

Dessa olika dokumenttyper utgör tillsammans en klass av strategiska komponenter, nämligen klassen av samlingar av slutförvardsdokument, där varje dokumenttyp är ett strategiskt element. Andra klasser av strategiska komponenter är minnesinstitutioner där arkiv, bibliotek och museer är exempel på ingående strategiska element. Ytterligare

en klass är tidskapslar, en annan markör av slutförvarsanläggningar i landskapet. Inom ramen för arbetet i RK&M har dock inte övriga klasser av strategiska komponenter givits samma uppmärksamhet och systematiska analys som den som innehåller slutförvarsdokumentation även om en översikt gjorts av vardera klassen kultur, utbildning och konst samt minnesinstitutioner.

Vid sidan av beskrivningar och översikter av olika klasser av strategiska komponenter och strategiska element kommer RK&M att färdigställa en katalog över olika nationella och internationella lagar, regler och styrning av informationshanteringen i samband med att kärnavfall slutförvaras. Länderna som behandlas är Kanada, Tyskland, Ungern, Japan, Spanien, Sverige och Schweiz och de internationella organisationer som beskrivs är EU, IAEA och OECD/NEA.

Världsmminnesprogrammet och nya initiativ

Inom RK&M har befintliga internationella initiativ för långsiktigt bevarande av information undersökts. Det mest omfattande och systematiska som för närvarande finns är Världsmminnesprogrammet ("Memory of the World") som drivs av UNESCO sedan 1992. Programmet grundades eftersom det fanns en oro bland vissa medlemsstater att det fanns risk att många viktiga dokument kunde komma att förstöras genom att deras betydelse inte var tillräckligt erkänd.

Programmet identifierar dokument – en informationsbärare som kan vara papper, foto, film, datafiler, sten m.m. eller en samling av dokument i exempelvis bibliotek eller arkiv – av stort värde för mänskligheten. Syftet är att bevara världsminnen, göra dem mer tillgängliga samt öka beslutsfattarens och allmänhetens medvetenhet om betydelsen av vikten av att bevara dokument. Världsmminnesprogrammet är expertstyrt i den meningen att beslut om vilka dokument som ska ingå i förteckningen av världsminnen fattas av en expertkommitté med representanter från hela världen. I dag finns närmare 500 världsminnen förtecknade inom ramen för programmet. Frågan är alltså om denna institution eller dess arbetsätt kan användas för att skapa bättre förutsättningar för att bevara information om slutförvarsanläggningar för radioaktivt avfall och använt kärnbränsle.

Som nämns kommer arbetet inom RK&M att slutföras under våren 2018. Samtidigt finns initiativ att föra arbetet vidare på mer frivillig bas efter det att gruppens arbete slutrapporterats. Ett sådant initiativ kommer från Riksarkivet som sammankallade en arbetsgrupp till ett möte i slutet av 2017 i syfte att planera en internationell workshop tänkt att hållas i slutet av 2018 i Stockholm på temat långsiktigt informationsbevarande, målsättningar, utmaningar och planer. Arbetet med att skapa långsiktigt hållbara informations-system för slutförvarsanläggningar för radioaktivt avfall och använt kärnbränsle fortsätter alltså även efter det att arbetet inom RK&M avslutats.

Bland de problem som återstår att lösa märks bland annat att:

- definiera ytterligare klasser av strategiska komponenter, inte minst adekvata sociala institutioner för informations- och kunskapsbevarande,
- systematisera utformning och innehåll av klasser av strategiska komponenter och standardisera flera strategiska element, samt
- höja den allmänna medvetenheten om problematiken med att bevara information och kunskap över mycket långa tidsperioder.

Slutord

Sammanfattningsvis är detta avsnitt viktigt för beslut under osäkerhet i form av okunskap, både vad gäller vilken information och kunskap som bör bevaras samt sannolikheten för att den går förlorad. För att minska osäkerheten vore det lämpligt att slå fast ett antal strategier för informationsbevarande åtgärder som lämpligast utvecklas tillsammans med utformningen och förverkligandet av hanteringen av radioaktivt avfall. Val av strategier för informationsbevarande påverkar ju rimligtvis gallringen och mångfaldigandet av den information som redan sedan en tid genereras och som kommer att fortsätta att genereras under färdigställandet av ett slutförvar. Redan i detta stadium, som ju Sverige sedan länge befinner sig i, kan förlust av information innebära att underlag för framtida beslut blir bristfälligare än vad de kunde ha varit.

Av den anledningen bör SKB formulera en strategi för hur frågor kring informations- och kunskapsbevarande ska hanteras som innebär att långsiktigt bevarande av information och kunskap säkerställs. En rimlig kortsiktig åtgärd är att redan i nästa forskningsprogram, Fud-program 2019, formulera en sammanhållen vetenskaplig analys av kunskapsläget och forskningsbehoven vad det gäller uppgiften att utarbeta strategier för informations- och kunskapsbevarande beträffande ett slutförvar för använt kärnbränsle, samt vilka praktiska konsekvenser en sådan analys får.

Detta förslag är i enlighet Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätts slutsats att ett beslut om prøvotidsutredning bör övervägas om bland annat informationsbevarande.

Referenser

Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2014. Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande*. Stockholm: Fritzes.

Kärnavfallsrådet. 2015. SOU 2015:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet, Kontroll, dokumentation och finansiering för ökad säkerhet*. Stockholm: Fritzes.

<https://www.oecd-nea.org/rwm/rkm/> (hämtad 2018-01-30).

2.4 Ansvar för slutförvaring av använt kärnbränsle

2.4.1 Innan förslutning av slutförvaret

Ansvar för att det använda kärnbränslet placeras i ett slutförvar

Reaktorinnehavarna är skyldiga att se till att det kärnbränsle som använts vid driften av kärnkraftverket slutförvaras på ett säkert sätt. Eller som det står i kärntekniklagen ”vidta de åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara kärnavfall eller kärnämne som inte används på nytt, om avfallet eller ämnet har uppkommit i verksamheten”.⁵⁴ Kärntekniklagen anger att reaktorinnehavarna ska ”vidta de åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar som verksamheten inte längre ska bedrivas i till dess att all verksamhet vid anläggningarna har upphört och allt kärnämne och allt kärnavfall placerats i ett slutförvar som slutligt förslutits.”

Sammantaget innebär detta att reaktorinnehavarnas ansvar för avveckling av verksamheten kan komma att kvarstå under många decennier efter det att den sista kärnkraftsreaktorn permanent har stängts av och elproduktionen upphört.⁵⁵ Det är alltså fråga om ett långsiktigt åtagande för reaktorinnehavaren.

Reaktorinnehavarna har gemensamt bildat bolaget Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) för att praktiskt hantera och slutförvara det använda kärnbränslet.⁵⁶ SKB har uppfört ett mellanlager för det använda kärnbränslet, (Clab)⁵⁷ där det använda kärnbränslet sedan 1985 på reaktorinnehavarnas uppdrag har mellanlagrats i väntan på att ett slutförvar ska bli klart att tas i drift. SKB har ett ansvar för att de förvaringsanläggningar som bolaget uppför, kan förvara det använda kärnbränslet på ett säkert sätt och utan olägenheter för miljön och människors hälsa.

Det är alltså fråga om ett slags delat ansvar där reaktorinnehavarna, som formellt innehar det använda kärnbränslet, måste lita på att SKB:s enskilda anläggningar motsvarar de krav som statsmakterna ställer på slutförvaringen.

⁵⁴ 10 § punkt 3 och 4 lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen).

⁵⁵ Strålsäkerhetsutredningen. 2011. SOU 2011:18 *Strålsäkerhet – gällande rätt i ny form*, s. 494.

⁵⁶ Ägare är Vattenfall AB (36 %), Forsmarks Kraftgrupp AB (30 %), OKG Aktiebolag (22 %) och Sydkraft Nuclear Power AB (12 %). Se: <http://www.skb.se/>.

⁵⁷ Centrallager för använt kärnbränsle i Oskarshamns kommun.

Ansvaret för fysiskt skydd

Reaktorinnehavarna och SKB har ett gemensamt ansvar enligt kärntekniklagen när det gäller kärnämneskontrollen av det använda kärnbränslet. Kärntekniklagen anger att ”kärnteknisk verksamhet ska bedrivas på sådant sätt att kraven på säkerhet tillgodoses och de förpliktelser uppfylls som följer av Sveriges överenskommelser i syfte att förhindra spridning av kärnvapen och obehörig befattningsmed kärnämne och sådant kärnavfall som utgörs av använt kärnbränsle”.

Det internationella kärnenergiorganet IAEA samt EU, som utövar kontroll av att kärnmaterial inte används för andra ändamål än dem för vilka de är avsedda, har i olika sammanhang uttalat att detta ansvar inte har någon begränsning i tiden även om det använda kärnbränslet placerats i en slutförvarsanläggning. Se vidare nedan.

Ansvaret för finansiering av slutförvaret

Reaktorinnehavarna är, enligt kärntekniklagen, även skyldiga att svara för kostnaderna för hanteringen och slutförvaringen av det använda kärnbränslet och kärnavfallet.⁵⁸ Enligt finansieringslagen är reaktorinnehavarna skyldiga att betala en avgift (kärnavfallsavgift) för att finansiera framtida kostnader för slutförvaring av använt kärnbränsle, långlivat kärnavfall som genererats till följd av driften av kärnkraftsreaktorerna samt avveckling och rivning av kärnkraftsreaktorerna och andra kärntekniska anläggningar.⁵⁹

En statlig myndighet, Kärnavfallsfonden, ska för de avgiftsskyldigas räkning förvalta de inbetalade kärnavfallsavgifterna i en fond. Kärnavfallsfondens årsredovisning ska upprättas på ett sådant sätt att det framgår hur stor andel av fondens medel som belöper på varje reaktorinnehavare. Utöver medel som fonderas för att täcka en reaktorinnehavares kostnader ska varje reaktorinnehavare tillhandahålla säkerheter upp till ett visst belopp.

Medlen som Kärnavfallsfonden förvaltar ska täcka såväl aktuella som framtida kostnader för omhändertagandet. Utgångspunkten för finansieringen av omhändertagandet av kärnavfall är att kärnkraftsindustrin – inte skattebetalarna – ska stå för kostnaderna.

⁵⁸ 13 § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen).

⁵⁹ Lag (2006:647) om finansiering av kärntekniska restprodukter.

Ansvar vid en konkurs

En intressant fråga är om en reaktorinnehavare av någon anledning skulle gå i konkurs. Ett konkursbo är en fristående juridisk person som uppstår efter konkursbeslutet. För att förvalta boets tillgångar utses en konkursförvaltare. Konkursförvaltaren är ansvarig för boets samtliga åtaganden vilket innefattar den latent miljöskulden och det ansvar som följer på det. I detta fall enligt såväl kärntekniklagen som miljöbalken.

Kärnan i konkursförvaltarens uppdrag är att ta till vara borge-närernas gemensamma rätt och bästa samt vidta alla de åtgärder som främjar en förmånlig och snabb avveckling av boet. Ett konkursbo kan ha begränsade likvida medel och sakna möjlighet att bekosta fortsatt hantering av det använda kärnbränslet och löpande miljöåtgärder fram till dess att ett slutförvar slutligt försluts. En fråga kan då uppkomma huruvida medlen i Kärnavfallsfonden också kan nyttjas av konkursboet för att bekosta löpande miljöåtgärder. Vidare kan det finnas ett intresse hos konkursförvaltaren att sälja boets egendomar, t.ex. genom att återta sitt använda bränsle och sälja det till någon som är intresserad av detta. En förutsättning är förstås att återtagbarhet är tekniskt möjligt och att tillstånd kan beviljas enligt kärntekniklagen.

2.4.2 Efter förslutning av slutförvaret

Hur ser ansvarsbilden ut efter det ett slutförvar slutligt förslutits?

För att klara ut hur ansvarsbilden ser ut efter det att slutförvaret förslutits får man gå till bestämmelserna i dels miljöbalken, dels kärntekniklagen. Då utgår vi ifrån det som gällande rätt föreskriver i dag. Hur lagstiftningen kan komma att se ut runt år 2100 avstår vi att spekulera om.

Reaktorinnehavarna är enligt kärntekniklagen fortfarande innehavare av det använda kärnbränsle som slutförvaras i slutförvarsanläggningen. Reaktorinnehavarnas ansvar är, efter det att slutförvaret slutligt förslutits, främst en fråga om s.k. fysiskt skydd, dvs. att ingen obehörig kommer åt det använda kärnbränslet. Det ansvaret ligger ytterst på innehavarna av det använda kärnbränslet, alltså reaktorinnehavarna.

Men SKB bedriver, som anläggningsinnehavare till slutförvaret, kärnteknisk verksamhet enligt kärntekniklagen och är mot den bakgrunden också ansvarig för att ordna med det fysiska skyddet av det använda kärnbränsle som är slutförvarat i anläggningen. Man kan alltså prata om ett delat ansvar i detta sammanhang.

Ansvaret för det fysiska skyddet av anläggningen gäller så länge som det kan vara intressant att komma åt bränslet för antingen militära eller civila ändamål. Någon bortre gräns för detta ansvar finns inte.

Verksamhetsutövaren, i detta fall SKB, har, förutom ansvaret att vidta åtgärder för fysiskt skydd av anläggningen också ett ansvar enligt miljöbalken för att avhjälpa skador och olägenheter för miljön⁶⁰ som inträffat till följd av verksamheten i slutförvaret.⁶¹ Avhjälpanderegeln, som den kallas, anknyter till principen om förorenarens betalningsansvar.⁶² Denna princip kan åberopas inte bara som skäl för en skyldighet att bekosta avhjälpandet av miljöskador utan också som grund för ett strängt skadeståndsansvar för förorenaren. Skyldigheten att avhjälpa skadorna och olägenheterna kan uppfyllas genom att den ansvarige, i detta fall SKB, vidtar faktiska åtgärder av typen efterbehandling eller liknande, men ansvaret kan också innebära att SKB bekostar sådana åtgärder som vidtas av någon annan.

Särskilda regler om efterbehandling finns i 10 kap. miljöbalken. Regeln om *efterbehandling* gäller miljöskada som ”genom förorening av ett mark- eller vattenområde, grundvatten, en byggnad eller en anläggning kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön”.⁶³ Den ansvarige när det gäller efterbehandling är verksamhetsutövaren. Det gäller oavsett om denne bedrivit en verksamhet eller endast vidtagit en åtgärd som bidragit till en föroreningsskada. Det är alltså verksamhetsutövaren som kan bli adressat för ett föreläggande med krav från en ansvarig myndighet. Kraven kan gälla både utredning och efterbehandling av en skada. Någon bortre gräns för detta ansvar finns inte enligt miljöbalken.

⁶⁰ När det gäller skador på människors hälsa gäller möjligheten av ett skadeståndsansvar för innehavaren av anläggningen enligt 32 kap. miljöbalken (1998:808).

⁶¹ Jfr 2 kap. 8 § miljöbalken.

⁶² Jfr 2 kap. 3 § miljöbalken.

⁶³ Jfr 10 kap. 1 § miljöbalken.

Ett sistahandsansvar för staten har i flera sammanhang varit föremål för diskussioner. Något sistahandsansvar för staten är dock inte lagreglerad nationellt, varken i kärntekniklagen, miljöbalken eller i någon annan lagstiftning. Däremot har både riksdagen och regeringen vid flera tillfällen slagit fast att staten har ett övergripande ansvar för använt kärnbränsle och kärnavfall.⁶⁴

Svenska staten har genom att ratificera 1997 års gemensamma konvention om säkerhet vid hantering av använt kärnbränsle och säkerhet vid hantering av radioaktivt avfall (avfallskonventionen)⁶⁵ tagit på sig att se till att det primära ansvaret för säkerheten vid hantering av använt kärnbränsle eller radioaktivt avfall vilar på tillståndshavaren till den anläggning som genererat avfallet (reaktorinnehavaren). Staten har fullgjort sina åtaganden enligt konventionen genom att i lagstiftningen klargöra reaktorinnehavarnas ansvar. Om det inte finns någon sådan tillståndshavare vilar ansvaret på staten.

Europeiska rådet har genom att inrätta ett gemenskapsramverk för ansvarsfull och säker hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall tagit ett steg mot ett tydligare nationellt ansvar.⁶⁶ Direktivet trädde i kraft den 22 augusti 2011. Enligt direktivet ska radioaktivt avfall som uppkommer i en medlemsstat som huvudregel slutförvaras i den medlemsstaten. Direktivet utgår från ett antal allmänna principer som ska gälla för hanteringen av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall, bl.a. att alla medlemsstater har en skyldighet att se till att orimliga bördor inte överläts på kommande generationer och att medlemsstaterna därför säkerställer att tillräcklig finansiering finns för hantering av använt bränsle och radioaktivt avfall. Sverige har infört direktivets bestämmelser i svensk lagstiftning.

Det kan alltså konstateras att ansvarsbilden efter det att ett slutförvar slutligt förslutits är delad på flera olika parter.

⁶⁴ Se bland annat prop. 1980/81:90, bilaga 1, s. 319; prop. 1983/84:60, s. 38; prop. 1997/98:145, s. 381; prop. 2005/06:183 samt näringsutskottets betänkanden 1988/89:NU31 och 1989/90:NU24. Se SÖ 1999:60.

⁶⁵ Se SÖ 1999:60.

⁶⁶ Rådets direktiv 2011/70/Euratom av den 19 juli 2011 om inrättande av ett gemenskapsramverk för ansvarsfull och säker hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall (EUT L 199, 2.8.2011, s. 48, Celex 32011L0070).

Mark- och miljödomstolens bedömning om statens sistahandsansvar

Mark- och miljödomstolen vid Nacka Tingsrätt (mark- och miljödomstolen) har i sitt yttrande till regeringen den 23 januari 2018 över SKB:s ansökan om att få uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle bedömt att tillståndshavaren till slutförvaret har ett ansvar enligt miljöbalken efter förslutning av slutförvarsanläggningen och att detta ansvar inte har någon tidsbegränsning.

Utgångspunkten för bedömningen är att det finns en risk att en slutförvaring medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön i 100 000 år eller längre. Vid en förslutning kommer det att finnas kvarstående osäkerheter, även om slutförvaret har anlagts enligt konstruktionsförutsättningarna. Det innebär exempelvis att ett ansvar enligt miljöbalken för avhjälpande av en eventuell miljöskada skulle kunna utkrävas tusentals år efter förslutning.

Frågan uppkommer därför enligt mark- och miljödomstolen om staten ska ha ett sistahandsansvar för slutförvaringen. Detta behöver klargöras i samband med ett eventuellt beslut om att verksamheten är tillåtlig enligt miljöbalken.⁶⁷ Riksdagen har gjort uttalanden om statens sistahandsansvar men detta har inte lett till någon lagstiftning.

En lagreglering har föreslagits i slutbetänkandet av Utredningen om en samordnad reglering på kärnteknik- och strålskyddsområdet, SOU 2011:18.⁶⁸ Mark- och miljödomstolen ifrågasätter vilken status riksdagens uttalanden har i förhållande till en tillståndsdom med rättskraft. Kommer tillståndshavaren i framtiden att kunna lösas från sitt ansvar enligt en tillståndsdom med hänvisning till statens sistahandsansvar, trots att detta ansvar inte har lagreglerats?

Frågan om vem som har ansvar för en slutförvaring på mycket lång sikt är enligt mark- och miljödomstolen principiellt viktig. Miljöbalken innehåller en reglering som innebär att tillståndshavaren har ett långsiktigt ansvar. Ett sådant ansvar är förenligt med miljöbalkens mål enligt 1 kap. 1 §. Parternas diskussion visar dock att det finns en grundläggande osäkerhet om vad som ska gälla på mycket lång sikt.

⁶⁷ Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. Yttrande 2018-01-23. Mål nr M 1333-11. Aktbilaga 842. Stockholm.

⁶⁸ I slutbetänkandet redovisas riksdagens uttalanden, se s. 495.

Mark- och miljödomstolen anser att ett slutförvar för använt kärnbränsle är tillåtligt endast om det klargörs vem som har ansvar enligt miljöbalken på mycket lång sikt.

Fortsatt utredningsverksamhet

Regeringen har nyligen tillsatt en utredning som bl.a. ska föreslå en reglering av sistahandsansvaret efter förslutning av ett slutförvar. Utredningen ska även analysera för- och nackdelar med att separera ansvaret för kärnsäkerhet och strålskydd från det långsiktiga ansvaret för avveckling och omhändertagande av avfall.

Förmodligen är det inte den sista utredningen på detta lagstiftningsområde.

Referenser

Strålsäkerhetsutredningen. 2011. SOU 2011:18 *Strålsäkerhet – gällande rätt i ny form*. Stockholm: Fritzes.

Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. *Yttrande 2018-01-23*. Mål nr M 1333-11. Aktilaga 842. Stockholm.

Lagar etc.

Lag (2006:647) om finansiering av kärntekniska restprodukter. Miljöbalken (1998:808).

Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen).

Prop. 2005/06:183, Finansieringen av kärnavfallens slutförvaring.

Prop. 1997/98:145, Svenska miljömål. Miljöpolitik för ett hållbart Sverige.

Prop. 1983/84:60, med förslag till ny lagstiftning på kärnenergiområdet.

Prop. 1980/81:90, bilaga 1, om riktlinjer för energipolitiken.

Näringsutskottets betänkande 1988/89: NU31, ändringar i ellagen.

Näringsutskottets betänkande 1989/90: NU24, Bankstödet m.m.

SÖ 1999:60 1997 års gemensamma konvention om säkerhet vid hantering av använt kärnbränsle och säkerhet vid hantering av radioaktivt avfall (avfallskonventionen).

Rådets direktiv 2011/70/Euratom av den 19 juli 2011 om inrättande av ett gemenskapsramverk för ansvarsfull och säker hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall (EUT L 199, 2.8.2011, s. 48, Celex 32011L0070).

2.5 Stegvis prövning enligt kärntekniklagen

Inledning och syfte

Svensk kärnbränslehantering AB:s (SKB) ansökningar om ett slutförvar för använt kärnbränsle prövas i två processer, en enligt miljöbalken och en enligt kärntekniklagen. Ifall SKB får tillstånd enligt båda lagarna fortsätter prövningen enligt kärntekniklagen i en s.k. stegvis prövning eftersom projektet är både komplicerat och pågår under lång tid.

En stegvis prövning används vid kärntekniska anläggningar och är inget nytt i sig. Det som är speciellt i samband med ett slutförvar för använt kärnbränsle är att det är en ny typ av anläggning och att det inte finns någon liknande i världen att referera till. (Finland har tagit första spadtagen, men har långt kvar).

Det finns osäkerheter kring hur prövningen ska gå till. Samtidigt kan den stegvisa prövningen vara ett sätt att hantera vissa osäkerheter, exempelvis medger den möjlighet till bättre lösningar genom teknisk utveckling.

Syftet med detta avsnitt är att diskutera kring frågan varför det behövs en stegvis prövning, vad det innebär samt vilka steg/etapper den innefattar. I den stegvisa prövningen ska säkerhetsredovisningar allteftersom de uppdateras utgöra en viktig del i en säkerhetsanalys som avsnittet också kortfattat beskriver. Avsnittet tar även upp några definitioner som bör klaras ut vid exempelvis provdrift.

Varför är en stegvis prövning enligt kärntekniklagen nödvändig?

Att konstruera, uppföra och ta i drift slutförvarssystemet (Clink och slutförvaret) för använt kärnbränsle – liksom andra kärntekniska anläggningar där joniserande strålning ingår – är en industriellt komplex process som tar lång tid att genomföra. Även om KBS-3-metoden för att slutförvara det använda kärnbränslet har testats under lång tid i realistiska förhållanden i SKB:s Äspö-laboratorium, kan problem uppkomma under uppförande- eller anläggningsfasen som leder till att andra lösningar måste tillgripas. Detta gäller inte minst beträffande de helt avgörande säkerhetsbarriärerna – kopparkapseln och den stabiliserande betontbufferten – vars tillförlitlig-

het ifrågasatts av olika experter under den inledande fasen av beslutsprocessen och därför fortsatt måste prövas noga.

De konstruktionslösningar som man vid ansökningstillfället tänkt sig, kan komma att behöva förändras under tiden. Såväl regeringens tillståndsvillkor som myndighetens föreskrifter behöver vara utformade så att de stödjer en sådan stegvis prövning.

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har i sina yttranden också förordat en stegvis prövning av slutförvarets uppförande. Ytterst gäller frågan att långsiktigt skydda människors hälsa och miljön mot skador och andra olägenheter till följd av joniserande strålning.

Vad avses med en stegvis prövning – i princip

Om regeringen beviljar tillstånd för slutförvarssystemet (Clink och slutförvaret) kan man på goda grunder anta att SSM i samband med det beslutar om ett antal villkor för tillståndet som innebär en stegvis prövning av slutförvarets säkerhet.⁶⁹ Här kan man notera att SSM, utan hinder av rättskraften i tillståndet enligt miljöbalken, har möjlighet att föreskriva om strängare eller mer långtgående åtgärder även om dessa skulle avvika mot villkoren enligt miljöbalkstillståndet.⁷⁰

Tillståndsvillkoren skulle i sådant fall innebära att tillståndshavaren SKB – vartefter anläggningsarbetet fortskrider – succesivt tar fram preliminära säkerhetsredovisningar (se nedan), som ska lämnas in till SSM för godkännande. Varje sådan säkerhetsredovisning, som kommer in till SSM, ska vara säkerhetsgranskad och uppfylla de krav som framgår av SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:1 och 2008:21).⁷¹ Om SSM finner att kraven enligt föreskrifterna är uppfyllda fattar SSM ett beslut som innebär att säkerhetsredovisningen godtas och anläggningsarbetet kan fortsätta. Denna process, när det gäller slutförvaret, kommer att fortlöpa under ca 70–80 år.

⁶⁹ Jfr 20 § förordningen (1984:14) om kärnteknisk verksamhet.

⁷⁰ Se prop. 2005/06:76, s. 29.

⁷¹ Säkerhetsredovisningen är ett centralt begrepp för kärntekniska anläggningar världen över. En säkerhetsredovisning ska sammantaget visa hur anläggningens säkerhet är anordnad för att skydda människors hälsa och miljön mot radiologiska olyckor. Redovisningen ska avspegla anläggningen som den är byggd, analyserad och verifierad samt visa hur gällande krav på dess konstruktion, funktion, organisation och verksamhet är uppfyllda.

Under denna långa tidsperiod är det som sagt rimligt att anta att fortsatt forskning och teknikutveckling kommer att ske, när det t.ex. gäller kopparkapselns integritet och bentonitbuffertens stabiliserande förmåga. System för skydd mot såväl omedvetet som medvetet intrång i slutförvaret – s.k. fysiskt skydd – samt för att försäkra att det använda kärnbränslet inte används för icke-fredliga ändamål – s.k. kärnämneskontroll – är andra säkerhetsfrågor som hela tiden måste beaktas. De konstruktionslösningar som man vid ansökningstillfället tänkt sig, kan komma att behöva förändras under tiden. Problem kan också uppstå under uppförandefasen som leder till att andra lösningar är bättre. Det är därför nödvändigt med en stegvis prövning. Detta slag av stegvis prövning av stora kärntekniska anläggningar rekommenderas också av IAEA och är dessutom i enlighet med internationell praxis sedan lång tid.

SSM kommer således – baserade på successivt framtagna säkerhetsanalyser – att fatta ett antal beslut där myndigheten, vid varje tillfälle, har att bedöma den långsiktiga säkerheten när det gäller slutförvaret och fortlöpande pröva om KBS-3-metoden kan bedömas vara godtagbar. Inledningsvis mer översiktligt och konceptuellt följt av en allt mer ökad grad av precisering av hur gällande krav på anläggningen och dess verksamheter har uppfyllts. När det gäller slutförvaret ska den slutgiltiga säkerhetsredovisningen tas fram när det är dags att slutligt försluta slutförvaret.

För att ett tillstånd, som är förknippat med villkor, fortlöpande ska vara giltigt krävs det att tillståndshavaren uppfyller tillståndsvillkoren.

Säkerhetsredovisningen ska baseras på en säkerhetsanalys

Säkerheten efter förslutning av ett slutförvar ska upprätthållas genom ett system av passiva barriärer. Varje barriär ska ha till funktion att på ett eller flera sätt medverka till att innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen, antingen direkt, eller indirekt genom att skydda andra barriärer i barriärsystemet.

Säkerheten ska baseras på en säkerhetsanalys. En sådan analys ska kunna visa att olika slag av brister i en barriär (bl.a. kopparkapseln, bentonitbufferten och det omgivande berget) och barriärfunktioner var för sig inte ska kunna leda till oacceptabla risker för

spridning av radioaktiva ämnen från slutförvaret. Slutförvarets säkerhet efter förslutning analyseras kvantitativt 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 kraven på skydd av människors hälsa och miljön. 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.

En säkerhetsanalys ska enligt föreskrifterna omfatta så lång tid som barriärfunktioner behövs, dock minst tiotusen år. För slutförvaret för använt kärnbränsle 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 i storleksordningen 100 000 år.

Ytterst gäller frågan att långsiktigt skydda människors hälsa och miljön mot skador och andra olägenheter.

Vilka skeden under uppförandet av slutförvaret är att betrakta som ett steg i en stegvis prövning

Olika steg och olika definitioner

SSM har – när detta skrivs – ännu inte kommit fram till precis hur olika etapper i samband med uppförandet av slutförvaret kommer att se ut. Innan uppförandet av slutförvaret krävs det en uppdaterad säkerhetsanalys som ska godkännas av SSM. Det finns dock ingen uttrycklig definition i kärntekniklagen av vad uppförande av en kärnteknisk anläggning är. Enligt förarbetena avser begreppet alla de åtgärder som vidtas för att på en given plats uppföra en kärnteknisk anläggning. Till begreppet uppförande hör således i första hand uppförande av de byggnader som behövs för arbetet. Dessutom bör olika slag av grundarbeten i marken hänföras till begreppet ”uppförande”. ”Det första spadtaget” bör därför räknas som

startpunkt för uppförandet. Förberedelseåtgärder dessförinnan faller utanför begreppet ”uppförande”.⁷²

Bergarbetena ner till förvarsdjup skulle kunna ses som en andra etapp i uppförandet. Utbyggnaden av varje förvarstunnel kan möjligtvis komma att betraktas som en milstolpe eller hållpunkt med särskilt godkännande av SSM för att påvisa/bekräfta att SKB:s konstruktionsförutsättningar, som ligger till grund för att säkerhetsredovisningen har uppfyllts. Detta i sin tur kan leda till en gradvis uppdatering/komplettering av anläggningsbeskrivningen och dokumentationen.

SSM har under Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt huvudförhandlingar under hösten 2017 redovisat följande mycket översiktliga beskrivningar av de olika etapperna i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen:⁷³

1. Vid ansökan om regeringstillstånd (F-PSAR, Förberedande preliminär säkerhetsredovisning) – baserad på principbeskrivning av anläggningen.
2. Innan en anläggning får uppföras (PSAR, preliminär säkerhetsredovisning) – baserad på anläggningens planerade konstruktion.
3. Innan provdrift får påbörjas (SAR⁷⁴, säkerhetsredovisning) – för att återspegla anläggningen som den är byggd.
4. Innan anläggningen därefter tas i rutinmässig drift – kompletterad säkerhetsredovisning med beaktande av erfarenheter från provdriften.
5. Innan ett slutförvar försluts.

Beskrivningen ger dock knappast några närmare besked om vilka faktiska skeenden under uppförandet av slutförvaret som är att betrakta som ett steg i en stegvis prövning.

Vad som avses med provdrift respektive rutinmässig drift av slutförvaret är också frågor som måste övervägas ytterligare. Det samma gäller innebörden av att en förvarstunnel försluts. Är det

⁷² Se prop. 1986/87:24, s. 6.

⁷³ Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2017. (Presentation av SSM). Prövningsförfarandet enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet. Mål nr M 1333-11. Aktbilaga 624. Stockholm.

⁷⁴ Begreppet avser säkerhetsredovisning och motsvarar Safety Analysis Report (SAR) enligt IAEA:s terminologi.

fråga om en slutlig förslutning eller kanske en partiell förslutning av det använda kärnbränsle som har placerats i den tunneln? Frågan bör bedömas i ljuset av kärntekniklagens begrepp ”slutlig förslutning av slutförvaret” vilket enligt lagen avser en sluttidpunkt för reaktorinnehavarnas ansvar att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar i vilka verksamheten inte längre ska bedrivas.⁷⁵

Hur det slutliga ansvaret för reaktorinnehavarna ska vägas mot SKB:s ansvar för slutförvarsanläggningen som sådan har heller inte riktigt klarats ut i lagstiftningen. Se avsnittet om statens sistahandsansvar för slutförvaring av använt kärnbränsle (avsnitt 2.4).

Dessutom ska SKB, enligt 10 a § kärntekniklagen, minst vart tionde år göra en ny systematisk helhetsbedömning av säkerheten och strålskyddet och hur dessa uppfyller kraven enligt kärntekniklagen, strålskyddslagen och miljöbalken och enligt föreskrifter som har meddelats och villkor som har beslutats med stöd av dessa lagar. Med ledning av SSM:s föreskrifter⁷⁶ är det enligt ordalydelsen i föreskriften oklart om bestämmelserna om helhetsbedömningen avser en anläggning som är under uppförande.

Många och långa överväganden återstår – och kanske kompletteringar av lagstiftningen – innan de frågor som tas upp i detta kapitel har fått ett slutligt (?) svar.

Några avslutande reflexioner

Den etappvisa stegvisa prövningen som beskrivs i detta avsnitt baseras på olika slag av säkerhetsanalyser. Det är frågan om:

- deterministiska säkerhetsanalyser, dvs. inventering av alla slags ”inledande händelser” som kan tänkas drabba anläggningen
- probabilistisk säkerhetsanalys (PSA), dvs. systematisk kartläggning av alla tänkbara haveriförlopp som de möjliga ”inledande händelserna” kan leda till, med hänsyn tagen till olika fel som kan uppstå i säkerhetssystemen och fel som kan ske under uppförandet av anläggningen och

⁷⁵ Jfr 10 § 4 lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

⁷⁶ Se 4 kap. 4 § SSMFS 2008:1.

- MTO-analys (Människa-Teknik-Organisation), dvs. analys av människans och arbetsorganisationens betydelse för anläggningens säkerhet i samband med dess uppförande.

Säkerhetsanalyserna bygger av nödvändighet på antaganden som i sig innebär olika grad av osäkerheter. Genom att kartlägga och analysera system med denna metodik kan man hitta svaga punkter i systembarriärer. En viss grad av osäkerhet i förutsägelsena kan man aldrig helt komma ifrån.

Referenser

Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2017. (Presentation av SSM). Prövningsförfarandet enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet. Mål nr M 1333-11. Aktbilaga 624. Stockholm.

SSMFS 2008:1. *Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om säkerhet i kärntekniska anläggningar*. Strålsäkerhetsmyndigheten.

SSMFS 2008:21. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall*. Strålsäkerhetsmyndigheten.

Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

Förordningen (1984:14) om kärnteknisk verksamhet.

Prop. 2005/06:183, Finansieringen av kärnavfallens slutförvaring.

Prop. 1986/87:24, Om förbud mot nya kärnkraftsreaktorer m.m.

3 Teknisk och vetenskaplig osäkerhet

Rådet har vid ett flertal tillfällen skrivit om osäkerheter kring kapseln och berget, senast i *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*.¹ Rådet ger här några exempel på osäkerheter kring dessa barriärer. När det gäller kapseln finns det inte lika mycket forskning kring gjutjärnsinsatsen som det finns för kopparkapseln. Vi pekar bland annat på några försprödningsmekanismer som behöver utredas ytterligare.

3.1 Osäkerheter med avseende på kapsel och insats

Inledning

Vi har valt att dela upp detta avsnitt i två delar som är skrivna på två olika nivåer, dels en mer kortfattad beskrivning för en generell förståelse, dels en teknisk beskrivning för sakkunniga. Syftet är att lyfta fram för lekmän hur viktig den stegvisa prövningen är för fortsatt forskning. Samtidigt bör de sakkunniga få information om viktiga luckor när det gäller kunskapen om kopparkapselns egenskaper och integritet, särskilt dess gjutjärnsinsats.

¹ Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*.

3.1.1 Sammanfattande beskrivning

Kapseln är den viktigaste barriären för KBS-3-förvarets långsiktiga säkerhet. Kapseln ska innesluta det använda kärnbränslet och den består av ett 50 mm tjockt kopparhölje. Innanför kopparhöljet finns en insats av segjärn (en typ av gjutjärn). Eftersom Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) inte har utfört lika mycket forskning kring gjutjärnsinsatsen som för kopparhöljet finns det generellt sett större osäkerheter kring segjärnsinsatsen.

Segjärnsinsatsen

Segjärnsinsatsen är lastbärande, dvs. den ska skydda kapseln från det tryck som den utsätts för nere på förvarsdjup (ca 500 meter). Belastning kommer från vattentrycket, tryck från den svällande bentonitbufferten och från rörelser i berget. Det tar lång tid innan det använda kärnbränslet svalnar och värmen påverkar kapselns egenskaper under tiden.

Den tekniska beskrivningen nedan tar bland annat upp osäkerheter kring tre kemiska processer (försprödning) som gör att materialet lättare bryts sönder:

- väteförsprödning
- statisk och dynamisk deformationsåldring (blåsprödhet)
- strålningsinducerad försprödning.

Dessa processer kan göra gjutjärnsinsatsen spröd och om den spricker är det möjligt att även kopparhöljet gör det och att kapseln då skadas i grunden. Det är viktigt att ta fram mer och bättre kunskap om dessa försprödningsmekanismer och hur de tillsammans med krypning (deformation över tid) kan påverka gjutjärnsinsatsen.

Kapseln ska motstå stora belastningar som kan uppkomma vid t.ex. jordbävningar och under glaciala förhållanden. En rörelse på 50 mm i berget kan orsaka deformation i kapseln, och om insatsen då är spröd kan den spricka. Sannolikheten för att kraftiga jordskalv som orsakar detta ska inträffa i närheten av förvaret är liten, men osäkerhet råder över de mycket långa tidsperioder, minst 100 000 år, som kopparhöljerna ska skydda omgivningen från kärnavfallet.

Kopparhöljet

Rådet har vid flera tillfällen tidigare uppmärksammat att det finns osäkerheter när det gäller kopparhöljet, senast i rådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016.²

Slutord

Enligt Kärnavfallsrådets uppfattning är SKB:s publicering kring gjutjärnsinsatsen begränsad.

Det är därför viktigt att mer kunskap om väteförsprödning, blåsprödhet och strålningsinducerad försprödning tas fram. SKB behöver också ta fram data som tar hänsyn till hur försprödningsmekanismerna och krypning tillsammans påverkar kapseln. Gränsvärden för exempelvis vätehalter i gjutjärn, som påverkar de mekaniska egenskaperna hos segjärnsinsatsen, har ännu inte specificerats.

Detta är exempel på områden där mer forskning måste utföras för att osäkerheterna ska minimeras. Den forskningen behöver synliggöras i SKB:s kommande Fud-program.

3.1.2 Teknisk beskrivning

Kärnavfallsrådet har tidigare ifrågasatt kapselns hållbarhet och lyft områden där ytterligare kunskap behövs, bl.a. krypning, korrosion, bildning och inverkan av väte, gjutjärnsinsatsens skadetålighet och den oförstörande provningens tillförlitlighet att upptäcka små men signifikanta defekter.³ Eftersom SKB inte har utfört lika mycket forskning kring gjutjärnsinsatsen finns det generellt större osäkerheter kring den än det finns för kopparhöljet. Det gäller bland annat mekaniska egenskaper, mikrostruktur och kemisk sammansättning. Det kan uppstå variationer när insatsen gjuts vilket påverkar insatsens kvalitet, när det gäller duktilitet (tänjbarhet) och brottseghet.

² Senast i Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*.

³ Kärnavfallsrådet. 2017.

Syftet med detta avsnitt är att lyfta fram osäkerheter som finns med framför allt gjutjärnsinsatsen och dess egenskaper över lång tid. Det är osäkerheter som måste hanteras i åtminstone den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen. När det gäller gjutjärnsinsatsen så beskrivs bland annat tre typer av försprödning i texten nedan:

1. Under gamma- och neutronstrålning påverkar kopparhalten (en förorening i järn) i insatsens gjutjärn dess mekaniska egenskaper (s.k. strålningsinducerad försprödning).
2. Inverkan av den vätgas som bildas på alla kapselmateriel (s.k. väteförsprödning) måste undersökas mer grundligt.
3. En annan försprödningsmekanism hos gjutjärn som hittills inte har studerats tillräckligt, är statisk och dynamisk deformationsåldring (s.k. blåsprödhet).

Designanalys och krav för gjutjärnsinsatsen

Gjutjärnsinsatsen är kapselns lastbärande komponent, och därmed ställs det höga krav på dess hållfasthet. Insatsen tillverkas av ferritiskt segjärn,⁴ som är en typ av gjutjärn. Segjärn⁵ är ett lämpligt material och ett vanligt val för stora strukturer som t.ex. kapselns insats. De mekaniska egenskaperna hos segjärn beror huvudsakligen på mikrostrukturen hos gjutjärnets matris (ferrit och perlithalt); grafitens form, storlek och fördelning; slagginneslutningar och porositet/gjutdefekter. Alla egenskaper kontrolleras av den kemiska sammansättningen, processkontrollen och värmebehandlingen.⁶

Den maximala temperaturen i kopparkapseln uppnås i mitten av bränslet, alltså i ett bränsleelements centrum (ca 230°C, maximal tillåten temperatur 300°C).⁷ På grund av gjutjärnets höga värme-

⁴ EN 1563 grade EN-GJS-400-15U.

⁵ Eng. ductile cast iron, DCI.

⁶ Raiko m.fl. 2010. *Design analysis report for the canister*; SKB. 2009. *Design premises for a KBS-3V repository based on results from the safety assessment SR-Can and some subsequent analyses*; SKB. 2010. *Design, production and initial state of the canister*; Mourujärvi m.fl. 2009. "Influence of chunky graphite on mechanical and fatigue properties of heavy-section cast iron. *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*, s. 32."; Wallin. 2014. "Equivalent Charpy-V impact criteria for nodular cast iron."; Hutter. m.fl. 2015. "Micromechanisms of fracture in nodular cast iron: From experimental findings towards modeling strategies – A review."; Raiko. 2013. *Canister design 2012*.

⁷ Raiko. 2013.

ledningsförmåga är temperaturen i gjutjärnsinsatsen lägre och SKB tar inte hänsyn till temperaturgradienten i den termiska analysen. Den maximala temperaturen i gjutjärnsinsatsen är upp till 60°C högre än vad den är i kopparhöljet.⁸ Den maximala temperaturen i kopparhöljet (ca 90°C) och på buffertens inneryta (ca 80°C) uppnås efter omkring 10 år. Den termiska utvecklingen i kopparkapseln och den förhöjda temperaturen påverkar processerna i kapseln under en relativt sett kort tidsperiod, dvs. några tusen år. Temperaturen i kopparhöljet förblir över rumstemperatur under ca 7000 år efter deponering och temperaturen sjunker därefter långsamt till omgivningstemperaturen i berget. Under den tidiga perioden (de första 1 000 åren) av förhöjd temperatur kan olika föråldringsmekanismer (både statisk och dynamisk deformationsåldring s.k. blåsprödhet, läs mer nedan) påverka gjutjärnet, vilket senare också kan ha en stor betydelse för gjutjärnsinsatsens hållfasthet i lägre temperaturer.

Under gamma- och neutronstrålning påverkar kopparhalten i insatsens gjutjärn dess mekaniska egenskaper (**strålningsinducerad försprödning**). Strålningsinducerad utskiljning av koppar i gjutjärnet kan ge upphov till försprödning och gjutjärnets egenskaper blir sämre när det gäller stabil duktil spricktillväxt (materialet blir sprött). För att kunna ställa krav på maximal kopparhalt i gjutjärnsinsatsen och därmed minska osäkerheten för försprödning, bör forskning om strålningsinducerad försprödning av gjutjärn fortsätta.

Det finns både inre och yttre källor av väte i kapseln som kan orsaka **väteförsprödning**. Enligt konstruktionsförutsättningen för kapseln ska den mängd vatten som finns kvar i varje kapsel vara mindre än 600 g.⁹ Det är tänkbart att syrefri järnkorrosion uppstår och bildar vätgas. Effekten av den bildade vätgasen bör undersökas på alla kapselmaterier, inklusive gjutjärn. Tillsammans kan spänningstillstånd, vätehalt och temperatur öka risken för väteförsprödning och krypning. När det gäller insatsen finns det endast få forskningsrapporter om väteförsprödning av segjärn med ferritisk matris.¹⁰ Effekten av små halter av perlit¹¹ har inte studerats. Vätehalten i gjut-

⁸ Raiko. 2013.

⁹ SKB. 2010.

¹⁰ Takai m.fl. 2002. "Visualization of the hydrogen desorption process from ferrite, pearlite, and graphite by secondary ion mass spectrometry."; Matsunaga m.fl. 2014. "Ductility loss in ductile cast iron with internal hydrogen."; Matsuo. 2017. "The effect pearlite on the hydrogen-induced ductility loss in ductile cast iron."

¹¹ En tvåfasig, lamellär struktur bestående av alternerande lager av ferrit och cementit (Fe₃C).

järnet är mycket högre än den är i t.ex. kolstål även med hög perlithalt. Forskning om segjärn har visat att vätet inte bara uppträder på grafit-matris-ytorna utan också inne i grafitnodulerna. I segjärn påverkar porositeten såväl vätehalten som diffusiviteten. Duktilitet av segjärn påverkas drastiskt av väte och det förekommer spröda quasi-cleavage brottytor kring grafitnodulerna. Separering av grafit från matrisen sker först före sprickinitiering, och känsligheten för spröd spricktillväxt ökar om töjningshastigheten minskar. Det är viktigt att starta forskning om detta eftersom det inte finns tillräckligt kunskapsunderlag i dag.

En försprödningsmekanism hos segjärn som hittills inte har studerats alls, och som bör tas hänsyn till, är statisk och dynamisk deformationsåldring (**blåsprödhet**). Matrisen i segjärn, där plasticering sker, är ferritisk i likhet med elektrostål, men segjärn har ingen sträckgräns.¹² Orsaken till detta kan vara att deformation i grafitnodulerna börjar kontinuerligt redan under proportionalitetsgränsen och därför uppvisar materialet inte någon sträckgräns, även om dynamisk deformationsåldring i gjutjärn kvalitativt är likadan som i vanligt konstruktionsstål. Det är viktigt att känna till hur deformationsåldring påverkar segjärnsinsatsens duktilitet och hållfasthet. Deformationsåldring är en härdnings- och försprödningsmekanism som sker i kolstål och gjutjärn under specifika kombinationer av plastisk deformation och temperaturförhållanden. Om försprödningsmekanismen sker efter deformation kallas den statisk deformationsåldring. Om försprödningsmekanismen däremot sker samtidigt som deformationen kallas den dynamisk deformationsåldring. Fenomenet sker inom ett temperaturområde på 50–250°C, där särskilt halterna av kol och kväve i materialen har en avgörande betydelse för försprödningsmekanismen. Kol- och kväveatomer diffunderar och ansamlas kring dislokationer och korngränser, vilket orsakar försprödning i järn.¹³

Gjutjärnsinsatsen belastas under lång tid vilket kan leda till krypning i gjutjärnet. Krypning i gjutjärn kan påverkas av den komplicerade geometrin hos insatsens inre delar, vätehalten och restspänningarna från gjutningen. Det finns endast begränsade resultat från krypprovning och dessa har använts för att utesluta krypning som skademekanism i gjutjärnsinsatsen under förvarsförhållanden.

¹² Hutter m.fl. 2015; Pihlajamäki. 2017.

¹³ Honeycombe och Bhadeshia. 1995. *Steels, Microstructure and Properties*.

Det är viktigt att SKB fortsätter utföra provningar av krypning i gjutjärn.

Kapseln måste också kunna motstå belastningar under t.ex. jordbävningar och glaciala förhållanden. Den ska motstå en maximal isostatisk belastning på 45 MPa, vilket är summan av maximalt svälltryck av bentoniten och det maximala grundvattentrycket. Insatsens lastbärande egenskaper när det gäller isostatisk belastning omfattar även asymmetriska laster till följd av ojämn svällning av bentoniten. Gjutjärnsinsatsen ska kunna motstå en maximal yttre belastning, till följd av ojämn svällning av bentoniten, på 15 MPa i en förhöjd temperatur på ca 125°C under de första 1 000 åren.

Kapseln behöver motstå de skjuvbelastningar som uppkommer när sprickor som skär deponeringshålen utsätts för sekundära skjuvrörelser till följd av större jordskalv i närheten av slutförvaret. Kapseln ska vara intakt även efter en 50 mm skjuvrörelse med en hastighet på 1 m/s, för alla positioner och vinklar hos skjuvsprickan i deponeringshålet och för alla relevanta temperaturer ner till 0°C.¹⁴ Skjuvrörelser kan ske under hela deponeringstiden men förväntas mestadels förekomma i tidig- och senlaciala perioder.

Sannolikheten för att kraftiga jordskalv ska inträffa i närheten av slutförvaret är liten och därför är skjuvrörelser på 50 mm vid deponeringshålen sällsynta. Deponeringspositioner som skärs av en spricka som sträcker sig över tunnelns hela omkrets ska enligt SKB därför förkastas. För att identifiera den kortaste sprickan i berget i och i närheten av deponeringshål är det dock viktigt att undersöka och mäta bergsprickors mekaniska egenskaper och demonstrera om 50 mm skjuvrörelser kan förekomma.¹⁵ Finns genomgående sprickor kan en eller flera kapslar utsättas för skjuvning på 50 mm eller mer till följd av jordskalv även inom tidsramen på 1 000 år och då kan potentiella kapselskador inte helt uteslutas.

¹⁴ Raiko m.fl 2010; SKB. 2009. *Design premises for a KBS-3V repository based on results from the safety assessment SR-Can and some subsequent analyses*; SKB. 2010; Raiko. 2013.

¹⁵ Uotinen. 2018. *Prediction of stress-driven rock mass damage in spent nuclear fuel repositories in hard crystalline rock and in deep underground mines*.

Sammanfattning om insatsen och slutsatser

Kapselns gjutjärnsinsats ska motstå de lastfall som förekommer i slutförvaret utan att plasticeras, undantaget är stora skjувlaster. Kapselns gjutjärnsinsats kan utsättas för asymmetriska laster p.g.a. ojämn vattenmättnad hos bufferten och isostatiska laster efter fullständig mättnad av bufferten, utan att någon plasticering av insatsen förekommer. Skjuvlaster från jordskalvinducerade skjuvrörelser kan uppträda i bergssprickor som skär deponeringshålet under hela perioden för slutförvaret. Dessa skjuvrörelser kan orsaka betydande plasticering av gjutjärnsinsatsen. En 50 mm skjuvrörelse kan ge upphov till en plastisk deformation i gjutjärnsinsatsen på 1–2,5 %.¹⁶ Det finns stora osäkerheter angående kapselns integritet när det gäller gjutjärnets duktilitet och brottseghet tillsammans med tillåten defektstorlek. Tåligheten mot en maximal isostatisk belastning kan också påverkas drastiskt om kapseln först utsatts för plasticerande skjuvrörelse (statisk deformationsåldring).

De av SKB analyserade mekaniska skademekanismerna för gjutjärnsinsatsen i deponeringsförhållanden inkluderar endast plastisk kollaps (knäckning) genom sprickinitiering och stabil duktil spricktillväxt, när brottgränsen har uppnåtts.¹⁷ SKB har exkluderat spröd cleavage sprickning eftersom de, icke-konservativt, anser att gjutjärn är ett duktilt material i alla förväntade förhållanden i förvaret och i hela temperaturområdet.¹⁸

Det är känt att segjärn har en omslagstemperatur från plastisk till sprött beteende¹⁹ vid låga temperaturer och förhöjda deformationshastigheter.²⁰ SKB har endast gjort materialprovning i temperaturer från 0°C till rumstemperatur och inte i deformationsåldringsområdet, vid 50–250°C. Det har gjorts några tester med höga deformationshastigheter och baserat på dessa prov har SKB dragit slutsatsen att spröd cleavage sprickning av gjutjärnsinsatsen inte är möjlig i slutförvarsförhållanden. Vid förhöjd temperatur är det möjligt att det blir en drastisk minskning av brottförlängning (materialets duktilitet) och brottseghet. Vid analys av gjutjärnsinsatsens håll-

¹⁶ Raiko m.fl. 2010; SKB. 2009; SKB. 2010.

¹⁷ Raiko m.fl. 2010; SKB. 2009; SKB. 2010; Raiko, 2013.

¹⁸ Raiko m.fl. 2010.

¹⁹ Eng. ductile-to-brittle transition temperature.

²⁰ Hutter m.fl. 2015.

fasthet måste lasterna anges och hänsyn tas också till förhöjd temperatur. Temperaturberoende data av gjutjärnsinsatsens mekaniska egenskaper såsom brottöjning och seghet saknas, vilket orsakar stora kvarstående osäkerheter. Om den lastbärande gjutjärnsinsatsen spricker genom en spröd brottmekanism, är det möjligt att även kopparkölet spricker och kapseln skadas och går sönder.

Det finns inga data som redovisar effekterna av blåsprödhet, strålninginducerad försprödning, väteförsprödning och krypning tillsammans. Segjärnsinsatsen är benägen att undergå både statisk och dynamisk deformationsåldring vid temperaturområdet i kapseln både under och efter en plasticerande skjuvrörelse. Restspänningar i insatsen kan också påverka detta förlopp. Väte påverkar de mekaniska egenskaperna hos segjärnsinsatsen, ändå har SKB hittills inte specificerat tillåtna gränser för vätehalter.

Gjutjärnsinsatsens (vikt 13,6 ton) kritiska defektstorlek är endast 4,5 mm djup för att motstå en skjuvrörelse av 50 mm vilket ställer stora krav på tillverkning och oförstörande provning.²¹ De tilltänkta metoderna för kvalitetskontroll av både gjutjärnsinsatsen och kopparkölet är ännu preliminära. Kapselns konstruktionsförutsättningar kräver därför en förnyad design- och defektanalys baserad på aktuella konstruktionsförutsättningar. Kraven på kapselns mekaniska egenskaper och tillåten defektstorlek är i dag deterministiska. De acceptabla defekternas storlek varierar i olika delar av gjutjärnsinsatsen. Trots att materialegenskaperna bör vara homogena, leder oundvikliga variationer i gjutjärnsinsatsens materialegenskaper till olika tillåtna defektstorlekar, baserad på analysen av skadetålighet, och dessa kan vara små i avseende på detektionsförmågan hos de använda oförstörande provningsmetoderna.

SKB har framfört en önskan om att förmildra kraven på brottförlängning i gjutjärnsinsatsen ($>12\%$), sträckgräns ($>240\text{ MPa}$) och brottseghet (duktil brott) $K_{Ic} > 78\text{ MPa(m)}^{1/2}$ (brottseghet som erhöles vid 2 mm stabil spricktillväxt i en provstav).²² Det gäller mitten av insatsen, vilket i så fall kommer att leda till olika krav på mekaniska egenskaper och defektstorlek i olika delar i insatsen. Om krav och acceptanskriterier för mekaniska egenskaper och defekt-

²¹ Raiko m.fl.; SKB. 2009; SKB. 2010.

²² SKB. 2016. *Fud-program 2016. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall.*

storlek av segjärnet kommer att mildras, framför allt för de centrala delarna av insatsen, där egenskaperna varierar och är sämre på grund av mikrostruktur/grafitfördelning, eventuella defekter och slagginneslutningar så behövs nya skadetålighetsanalyser göras för olika lastfall. SKB önskar även att mildra kraven på oförstörande provning.²³ Om olika delar (bottenplatta, toppen och mellan kanalrören) av kapselns insats inte behöver inspekteras måste detta verifieras genom produktion och kvalitetssäkring.

Kopparhöljet – osäkerheter i mekaniska egenskaper och skadetålighet

Det finns fortfarande osäkerheter kring analysen av kopparkapselns design. När det gäller kopparhöljet saknas en validerad modell hur krypning av koppar sker. En sådan modell bör vara baserad på den exakta mekanismen och ska visa hur kopparhöljets integritet kan upprätthållas vid olika belastningar. Det behövs därför mer studier kring själva mekanismen vid olika mekaniska belastningar. För att förbättra modellering av krypning och därmed mer noggrant kunna utvärdera kapselns hållfasthet, behöver också den mekanistiska förståelsen förbättras för hur fosforlegering leder till gynnsamma krypegenskaper i koppar. Ytterligare förståelse behövs för att kunna ställa nödvändiga krav på halterna av väte, syre, svavel och fosfor i kopparn.

Slutord

Forskning för att öka kunskapen om ovannämnda områden bör fortsätta för att uppfylla uppställda specifikationer och innehålla kvalitetskrav i produktion för att kunna dra slutsatser om förvarets långsiktiga säkerhet. Det behövs mer arbete för att bekräfta om variationen av hållfasthetsegenskaper i gjutjärnsinsatsen är acceptabel, om man tagit hänsyn till alla försprödningsmekanismer, och om resultaten presenterar material som har de sämsta tänkbara egenskaperna. Acceptanskriterier för olika tillverkningsdefekter behöver också tas fram. Osäkerheterna kring kapseln, inte minst dess insats,

²³ SKB. 2016.

är ett exempel på hur viktig den stegvisa prövningen är för att referensutformningarna i ansökningarna ska kunna bli mer detaljerade.

Referenser

- Honeycombe, R. och Bhadeshia, H. 1995. *Steels, Microstructure and Properties*. 2nd edition. Edward Arnold.
- Hutter, G., Zymbell L. och Kuna, M. 2015. "Micromechanisms of fracture in nodular cast iron: From experimental findings towards modeling strategies – A review." *Engineering Fracture Mechanics* 144, s. 118–141.
- Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*. Stockholm: Wolters Kluwers.
- Matsunaga, H., Usuda, T., Yanase, K. och Endo, M. 2014. "Ductility loss in ductile cast iron with internal hydrogen." *Met. and Mat. Trans.*, 45A (3), 1315–1326.
- Matsuo, T. 2017. "The effect pearlite on the hydrogen-induced ductility loss in ductile cast iron." *J. of Physics: Conf. Series* 843, 012012.
- Mourujärvi, A., Widell, K., Saukkonen, T. och Hänninen, H. 2009. "Influence of chunky graphite on mechanical and fatigue properties of heavy-section cast iron." *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures* 32, s. 379–390.
- Pihlajamäki, T. 2017. *Characterization of strain aging with full-field strain measurements*. M.Sc. thesis, Aalto University.
- SKB. 2016. *Fud-program 2016. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall*. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB. 2010. *Design, production and initial state of the canister*. TR-10-14. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB. 2009. *Design premises for a KBS-3V repository based on results from the safety assessment SR-Can and some subsequent analyses*. SKB TR-09-22. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Raiko, H., Sandström, R., Ryden, H. och Johansson, M. 2010. *Design analysis report for the canister*. SKB TR-10-28. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.

- Raiko, H. 2013. *Canister design 2012*. Posiva 2012–13. Finland: Posiva OY.
- Takai, T., Chiba, Y., Noguchi, K. och A. Nozue, A. 2002. “Visualization of the hydrogen desorption process from ferrite, pearlite, and graphite by secondary ion mass spectrometry.” *Met. and Mat. Trans.* 33A, s. 2659–2665.
- Uotinen, L. 2018. *Prediction of stress-driven rock mass damage in spent nuclear fuel repositories in hard crystalline rock and in deep underground mines*. Doctoral dissertation. Finland: Aalto University.
- Wallin, K. 2014. “Equivalent Charpy-V impact criteria for nodular cast iron.” *Int. J. of Metalcasting* 8(2), s. 81–86.

3.2 Osäkerheter, tolkningar och modeller av berggrunden i Forsmark

Inledning

Efter slutförda platsundersökningar informerade Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) i juni 2009 att de anser att förhållanden i Forsmark ger bäst förutsättningar för säkerhet på lång sikt, inte minst med anledning av berggrundens beskaffenhet. För att karaktärisera berget har geologiska och geofysiska undersökningar på markytan kombinerats med olika studier av borrhärlor och mätningar i borrhål. Resultaten från undersökningarna har av SKB sammanfattats i platsbeskrivande modeller. Eftersom berggrunden inte utgörs av ett homogent material utgör modellerna en förenkling som inte helt överensstämmer med den verkliga komplexitet som berggrunden uppvisar. Det finns olika typer av modeller; vissa visar hur förhållandena ser ut i dag, andra visar olika aspekter av den geologiska utvecklingen, medan några avser att avspegla olika framtidsscenarier. De modeller som avspeglar pågående processer eller processer som kan simuleras i ett laboratorium bör kunna valideras och det ska framgå hur detta ska göras.

Syftet med det här kapitlet är att lyfta fram några exempel på vad som är känt, vad som är mindre känt om berggrunden i Forsmarksområdet och varför det är svårt att med stor säkerhet modellera den geologiska utvecklingen. Modellerna avser att spegla verkligheten men de är alltid behäftade med mer eller mindre stora osäkerheter eftersom de i bästa fall utgör en uppskattning av de naturliga processerna eller förhållandena. Modellerna är också beroende av förenklingar och hur randvillkor, som är särskilt ställda villkor, formuleras i de ingående beräkningarna. I avsnittet kommer först bakgrundinformation om vad som är känt om berggrunden i Forsmark, följt av osäkerheter angående bergspänningar och framtida större jordbävningar. Därefter beskrivs kortfattat några olika typer av modeller.

Berggrunden i Forsmarksområdet

Den Svekokarelska berggrundsdomänen

Berggrunden i Forsmark utgörs av vad som allmänt brukar kallas stabilt urberg, eller mer specifikt äldre kristallina bergarter som tillhör den i Sverige och sydvästra Finland dominerande Svekokarelska berggrundsdomänen. I stora drag är kunskapen om den Svekokarelska berggrundens bildning, dvs. orogenez, och senare geologiska utveckling god, men kunskapen är baserad på information som är geografiskt ojämnt fördelad – vissa områden är väl undersökta, medan insamlad data från andra områden kan vara sparsam, svårtolkad eller bygger föråldrade metoder. Detaljnivån på berggrundens egenskaper och karaktär varierar också kraftigt.

Den detaljnivå som geologin studerats i Forsmark saknar motsvarighet i övriga Sverige, men trots det finns det osäkerheter i bedömningen av bergets egenskaper som eventuellt kan ha betydelse för den långsiktiga säkerheten och integriteten av det planerade slutförvaret för använt kärnbränsle. Oftast är dessa osäkerheter på ett eller annat sätt relaterade till vattnets rörelser i berggrunden.

Berggrundens utveckling i Forsmarksområdet i stora drag

Den geologiska utvecklingen i Forsmarksområdet och relationen till de berggrundbildande processerna i den Svekokarelska domänen är väl känd inte minst genom SKB:s platsundersökningar.

1,89 och 1,80 miljarder år sedan (Gy)

Berggrunden i Forsmark bildades för mellan 1,89 och 1,85 Gy (miljarder år) sedan, omformades plastiskt och metamorfoserades genom de berggrundsbildande processer som var verksamma under det som refereras till som den Svekokarelska orogenezen som var verksam för 1,9 och 1,8 Gy sedan. Den huvudsakliga plastiska deformation och metamorfos som orsakade omkristallisering av bergvolymen föregick bildningen av de yngsta 1,85 miljarder år gamla

bergarterna, de yngsta graniterna, i Forsmark.²⁴ Den plastiska deformationen blev därefter fokuserad i zoner och pågick fram till för ungefär 1,80 Gy.

1,80 till 0,9 Gy

Genom avsvälning och en successiv lägesförändring till ytligare nivåer övergick berggrunden därefter från att vara plastisk till elastisk dvs. berggrunden blev styvare och vid deformation agerade sprött varvid sprickor bildades.²⁵ Rörelser utmed de spröda zonerna är kopplade till avlägsna tektoniska processer som började för 1,80 Gy, fortsatte när berggrunden utsattes för extension för 1,7–1,6 Gy och under den Svekonorvegiska bergskedjebildningen (1,0–0,9 Gy) som omformade berggrunden i sydvästra Sverige och södra Norge.

500 till 40 miljoner år sedan

De redan bildade sprickorna i Forsmark blev troligen reaktiverade under bildandet av den svensk-norska fjällkedjan Kaledoniderna (för 500 miljoner år sedan), av yngre bergskedjor i Europa och öppnandet av nordatlanten för ungefär 40 miljoner år sedan.²⁶ Rörelser utmed sprickorna kan även kopplas till pålastning och avlastning av sedimentära bergarter och inlandsisar.

De äldsta av de spröda sprickorna (1,8–1,6 miljarder år gamla) som bl.a. är exponerade på ytan i dag bildades på relativt stort djup och mineraltillväxt i dessa sprickor visar att temperaturen låg på några hundra grader och att vatten var närvarande. Sprickor relaterade till den Svekonorvegiska bergskedjebildningen (1,0–0,9 Gy) är också läkta genom mineraltillväxt men de har bildats vid lägre temperaturer och närmare ytan.²⁷ Senare mineralutfällningar daterade till 300 miljoner år förekommer också i vissa sprickor.

²⁴ Hermansson m.fl. 2008. "Migratory tectonic switching, western Svecofennian orogen, central Sweden: Constraints from U/Pb zircon and titanite geochronology."

²⁵ Saintot m.fl. 2011. "Brittle tectonic evolution and paleostress field reconstruction in the southwestern part of the Fennoscandian Shield, Forsmark, Sweden."

²⁶ Saintot m.fl. 2011.

²⁷ Sandström m.fl. 2009. "Brittle tectonothermal evolution in the Forsmark area, central Fennoscandian Shield, recorded by paragenesis, orientation and 40Ar/39Ar geochronology of fracture minerals."

Sprickor som inte är mineralläkta, s.k. öppna sprickor, går inte att datera men kan vara hundratals miljoner år gamla. Denna spricktyp men även vissa av de läkta sprickorna utgör svaghetszoner i berget och tenderar att reaktiveras när bergspänningarna överskrider bergets hållfasthet.

Förekomst av större sprickzoner kring relativt sprickfritt berg kan alltså vara en säkerhetsventil och av betydelse för säkerheten eftersom eventuella rörelser i samband med en jordbävning kommer att fokuseras till dessa och att deponeringshål ska vara fria från synliga sprickor. Trots detta finns det en risk att sprickorna kan propagera och bilda nya spricknätverk i tidigare intakt berg.

Bergspänningar i Forsmark

Bergspänningar uppkommer vid belastning av berget och blir successivt högre mot större djup. Spänningarna orsakas av både vertikala och horisontella krafter. Den vertikala belastningen utgörs av tyngden från det överliggande berget. De horisontella belastningarna är mer komplexa och kan ytterst hänföras till plattetektoniska krafter relaterat till spridningen av Atlanten.²⁸

Bergspänningarna i Forsmark har uppskattats med olika typer av direkta mätningar (överborrning, hydraulisk spräckning och hydraulisk test av existerande sprickor) i borrhål och genom indirekta observationer av borrhål, borrhärnor och laboratorieprover.

Oavsett metod visar dessa att den största spänningsriktningen (som betecknas σ_1 eller σ_H , där σ står för spänning och H står för horisontell) har en NNV-SSO orientering och den överensstämmer väl med påtryckningsriktningen som den pågående spridningen i norra Atlanten orsakar (s.k. ridge push). Information från seismiska data och från bergspänningsmätningar i övriga delar av nordvästra Europa visar på samma orientering av σ_1 .

Däremot är magnituden på de horisontella bergspänningsvektorererna i Forsmark dåligt definierade då mätresultaten varierar betänkligt beroende på vilken mätmetod som använts. Det kan delvis förklaras med att hydrauliska metoder inte är optimerade för

²⁸ SKB. 2011. *Miljökonsekvensbeskrivning. Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle*, avsnitt 7.2.3.2 Bergspänningar.

mätningar i vertikala borrhål i en bergmassa med ett spänningsfält motsvarande $\sigma_H > \sigma_h > \sigma_v$ (där σ_H står för största horisontella spänningsriktningen, σ_h för den minsta horisontella spänningsriktningen och σ_v för den vertikala spänningsriktningen), dvs. att den minsta (σ_v) av de tre spänningsriktningarna är vertikal.²⁹

Resultaten från överborrningsmetoden anses inte heller vara tillförlitliga. De är högre än vad numeriska analytiska metoder visar³⁰ och nära dubbelt så höga jämfört med de hydrauliska metoderna. Fluktuerande värden under mätningarna tyder på att spänningspåkänningen (strain) påverkades av mätutrustningen och det har tillskrivits den värmeutveckling som bildas vid överborrningen.

Att kännedomen om storleken på bergspänningarna i Forsmark är osäker kan ha betydelse för säkerhetsanalysen eftersom bergspänningarnas storlek påverkar bergmekaniska och hydrogeologiska modeller. En hög bergspänning, som vissa av mätningarna i Forsmark visar, skulle t.ex. motverka sprickbildning i berget i ett permafrostscenariot då trycket från frusen bentonit ökar, om bergspänningen däremot är lägre skulle sprickbildning kunna ske.³¹

Bergspänningar och jordbävningar

En jordbävning orsakar skakningar som benämns seismisk aktivitet och sker när den ackumulerade bergspänningen överskrider berggrundens hållfasthet. Vid en jordbävning spricker berget eller orsakar rörelser utmed existerande sprickplan, s.k. förkastningar. Om en större spricka bildas eller en äldre förskjuts genom en kraftig jordbävning kan buffert och kapslar skadas med risk för att radionuklider sprids (se även avsnitt 3.1). Kopparkapslarna i KBS-3-metoden utgör en mekanisk barriär mellan avfallet och bentonitbufferten och ska enligt SKB klara av en förskjutning på 50 mm.³² En sådan förskjutning skulle kunna inträffa om kapseln ligger i ett deponeringshål med en genomgående spricka som i sig utsätts för en rörelse vid en större jordbävning. Säkerhetsavståndet till större

²⁹ Doe m.fl. 2006. "In-situ stress measurements in exploratory boreholes."

³⁰ Martin. 2007. *Quantifying in situ stress magnitudes and orientations for Forsmark, Forsmark stage 2.2.*

³¹ Stephansson. 2010. "Synpunkter på valda delar av SKB:s Fud-program 2010."

³² Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar.*

sprickzoner är därför viktig och att deponeringshål med genomgående sprickor förkastas.

Seismisitet då, nu och i framtiden

De nordiska länderna ligger i ett stabilt berggrundsområde med låg seismisitet långt från områden där jordens yttre plattor glider isär eller kolliderar som typiskt har hög jordbävningensfrekvens. Trots det stabila läget föreligger ett spänningstillstånd i berggrunden. I Sverige är detta spänningstillstånd relaterad till spridningen av Atlanten kombinerat med en återjustering av jordskorpan efter den senaste inlandsisen och utlöser i medeltal två jordbävningar om året med en magnitud över 3. Mindre jordbävningar sker dagligen, men sedan 1375 finns endast två skalv med en magnitud över 5 registrerade i Sverige. Nära 650 år kan låta som en lång tidsrymd men utgör bara en bråkdel av den tid som förvaret ska vara säkert och intakt. I ett längre tidsperspektiv finns det dock spår av större jordbävningar i form av förkastningar där större rörelser skedde under och efter den senaste inlandsisavsmältningen för 11 000 till 9 500 år före nutid.³³

Sådana förkastningar har dokumenterats i Norrland och det finns indikationer att de även förekommer i centrala delarna av landet.³⁴ Förekomst av sen- till postglaciala förkastningar och andra formationer som kan bildas genom hög seismisitet längre söderut är däremot omdiskuterat. Argument för kraftiga jordbävningar i detta område³⁵ har mötts av motargument där i stället glacialgeologisk bildning för dessa formationer har förordats.³⁶ Samförstånd råder dock att seismisitet om än med måttligare magnituder förekommer i södra halvan av Sverige under sen- till postglacial tid.

³³ Lund m.fl. 2017. *Review of paleo-, historical and current seismicity in Sweden and surrounding areas with implications for the seismic analysis underlying SKI report 92:3.*

³⁴ Lund m.fl. 2017.

³⁵ Mörner. 2003. "Paleoseismicity of Sweden, a Novel Paradigm."; Mörner. 2004. "Active faults and paleoseismicity in Fennoscandia, especially Sweden. Primary structures and secondary effects."; Jakobsson m.fl. 2014. "Major earthquake at the Pleistocene-Holocene transition in Lake Vättern, Southern Sweden."

³⁶ Lagerbäck m.fl. 2005. *Forsmark site investigation Searching for evidence of late- or post-glacial faulting in the Forsmark region Results from 2002–2004*; Lagerbäck och Sund. 2008. "Early Holocene faulting and paleoseismicity in northern Sweden."; Smith m.fl. 2014. "Surficial geology indicates early Holocene faulting and seismicity, central Sweden."; Mikko m.fl. 2015. *LiDAR-derived inventory of post-glacial fault scarps in Sweden*; Lund m.fl. 2017.

Skalv med en viss magnitud inträffar med en viss regelbundenhet och i Sverige sker statistiskt en magnitud 5 jordbävning var hundra år och en magnitud 6 var tusende år.³⁷ Att beräkna var dessa kommer att ske är däremot vanskligt eftersom ekvationerna delvis är baserade på frekvens och magnitud av uppmätta skalv inom ett visst område och att instrumentella mätningar endast finns från lite drygt 100 år, vilket i sammanhanget är en kort tid. Det har också visat sig att jordbävningar kan inträffa i områden som under mycket lång tid varit seismiskt inaktiva, som t.ex. magnitud 4,8 skalvet i Kaliningrad 2014. Endast ett fåtal jordbävningar, dessutom med låg magnitud (<3), har registrerats i Forsmark med omgivning under den instrumentella tiden.

Det gör att beräkningar på hur många kraftiga jordbävningar som kommer att ske i Sverige och inte minst i Forsmarksområdet under den kommande 100 000-årsperioden är mycket osäker³⁸ och skulle kunna klassas som ”osäkerhet” i figur 1.1, se avsnitt 1.1.

Modeller – konceptuella, strukturella och numeriska modeller

Det huvudsakliga syftet med modellering är att förstå förlopp med ambitionen att reducera osäkerheter, det kan vara en väderprognos, hur grundvattnet rör sig eller hur en bergskedja bildas.

Många aspekter som berör berget som barriär, må det vara spricknätverket i berget eller variationer i grundvattensammansättningen i tid och rum har modellerats på olika sätt och vikten av olika typer av modeller och modelleringar kan inte nog understrykas och avspeglas tydligt i SKB:s forskningsprogram, Fud-program 2016 där ett stort antal modelleringar beskrivs.³⁹

Det finns olika typer av modeller och de kan bygga på kunskaper om när, var och hur olika processer var verksamma och kan illustreras schematiskt. De kan även utgöras av laboratoriemodeller i olika skala från 1:1 till både upp- och nerskalade där processerna kan studeras under kontrollerade förhållanden. Till detta tillkom-

³⁷ Böldvarsson m.fl. 2006. *Earthquake activity in Sweden. Study in connection with a proposed nuclear waste repository in Forsmark or Oskarshamn.*

³⁸ Böldvarsson m.fl. 2006

³⁹ SKB. 2016. *Fud-program 2016. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvar av kärnavfall.*

mer olika scenarier som inkluderas i modellerna som varianter på framtida klimatutveckling, jordbävningar av olika magnitud, sprickpropagering för att nämna några.

Konceptuella modeller

Modeller som visar hur något fungerar eller beskriver ett händelseförlopp utgående från kända parametrar som sedan kan sättas in i ett större sammanhang brukar benämnas konceptuella modeller. De visar hur olika parametrar utvecklas med tiden. Det finns till exempel modeller på hur landskapet och havsnivån förändrades när den senaste inlandsisen drog sig tillbaka och på bildningen och utvecklingen av den ca 2 miljarder år gamla Svekokarelska bergskedjan.

Strukturella modeller

Andra modeller är strukturella och framställs för att visualisera fördelning av olika enheter i tre dimensioner som inte direkt kan observeras t.ex. bergarternas fördelning mot djupet och rymdfördelningen av större spricksystem och deformationszoner.

Numeriska modeller

För att förstå mer komplexa geologiska processer och hur olika parametrar samverkar utförs s.k. numeriska modeller som simulerar olika scenarier baserad på inmatad data och beräkningar. Numeriska modeller utgår från matematiska modeller men för att lösa de ofta komplicerade ekvationerna krävs olika numeriska metoder som bryter upp dessa till mindre element. Modellerna genereras genom olika typer av datorsimuleringar. Genom utvecklingen av mer kraftfulla datorer har antalet och komplexiteten av numeriska modelleringar ökat lavinartat. Trots den snabba utvecklingen av datorkraften är modellerna en förenkling av de naturliga systemen. Den naturliga komplexiteten utgör en utmaning då olika parametrar som inte nödvändigtvis är oberoende, modelleras separat till exempel vattenbiogeokemisk, termal, mekanisk och hydrologisk utveckling eller

att diskreta sprickors oregelbundna form och yta förenklas till symmetriska väldefinierade matematiska objekt.

Osäkerheter

Trots att kunskapen om geologin och till berggrunden relaterade vetenskaper i Forsmarkområdet håller hög nivå och insamlad data till mångt och mycket kan förklaras antingen med direkta observationer eller med olika typer av modeller, så finns det kvarvarande osäkerheter. Modellernas tillförlitlighet är beroende av de data och de förenklingar som modellerna bygger på och modellering är trots allt bara en metod att efterlikna verkligheten. Vissa modeller har dessutom ifrågasatts, inte minst det diskreta spricknätverkets betydelse för den långsiktiga säkerheten och hur dessa bör modelleras, och signifikansen av sen- till postglacial seismisitet i ett modellerat framtidsscenario.⁴⁰

Att validera modellerna, alltså att kontrollera att de erhållna resultaten speglar de naturliga processerna, oavsett vilken modell det gäller inkluderat den framtida utvecklingen, är ingen enkel uppgift och är alltid befattade med större eller mindre osäkerheter. Modeller som direkt går att jämföra med mätdata och observationer på det som modellerats t.ex. vilka större vattenförande spricksystem som står i kontakt med varandra går att validera, medan modeller som bygger på antaganden, begränsad data eller långa tidsperspektiv är svåra eller omöjliga att validera.

Det är inte möjligt att helt eliminera alla osäkerheter som finns beträffande berggrundens beskaffenhet och hur grundvattnet kommer att bete sig under de kommande hundratusen åren. Modelleringar visar troliga, men förenklade, scenarier vilket innebär att beslut om ett kärnavfallsförvar, oavsett plats och metod, förr eller senare måste tas trots kvarvarande osäkerheter och vetenskap om att allt inte är helt igenom känt.

⁴⁰ Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*, s. 26 "Modellering av diskreta spricknätverk".

Referenser

- Böðvarsson, R., Lund, L., Roberts, R. och Slunga, R. 2006. *Earthquake activity in Sweden. Study in connection with a proposed nuclear waste repository in Forsmark or Oskarshamn*. SKB R-06-67. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Doe, T.W., Zieger, M., Enachescu, C. och Böhner, J. 2006. "In-situ stress measurements in exploratory boreholes." *Felsbau* 24(4), s. 39–47.
- Hermansson, T., Stephens, M.B., Corfu, F., Page, L. och Andersson, J. 2008. "Migratory tectonic switching, western Svecofennian orogen, central Sweden: Constraints from U/Pb zircon and titanite geochronology." *Precambrian Research*. 161, s. 250–278.
- Jakobsson, M., Björck, S., O'Regan, M., Flodén, T., Greenwood, S.L., Swärd, H., Lif, A., Ampel, L., Koyi, H. och Skelton, A. 2014. "Major earthquake at the Pleistocene-Holocene transition in Lake Vättern, Southern Sweden." *Geology* 42, s. 379–382. doi:10.1130/G35499.1.
- Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*. Stockholm: Wolters Kluwers.
- Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*. Stockholm: Wolters Kluwer.
- Lagerbäck, R. och Sundh, M. 2008. "Early Holocene faulting and paleoseismicity in northern Sweden." *Geological Survey of Sweden*, C 836.
- Lagerbäck, R., Sundh, M., Svedlund, J. och Johansson, H. 2005. *Forsmark site investigation Searching for evidence of late- or post-glacial faulting in the Forsmark region Results from 2002–2004*. SKB R-05-51. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Lund, B., Roberts, R. och Smith, C. 2017. *Review of paleo-, historical and current seismicity in Sweden and surrounding areas with implications for the seismic analysis underlying SKI report 92:3*. SSM 2017:35. Strålsäkerhetsmyndigheten.
- Martin, C.D. 2007. *Quantifying in situ stress magnitudes and orientations for Forsmark, Forsmark stage 2.2*. SKB R-07-26. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.

- Mikko, H., Smith, C.A, Lund, B., Ask, M. och Munier, R. 2015. *LiDAR-derived inventory of post-glacial fault scarps in Sweden*. GFF. doi:10.1080/11035897.2015.1036360
- Mörner, N.A. 2003. "Paleoseismicity of Sweden, a Novel Paradigm." *Paleogeophysics and Geodynamics*, Stockholm University, Stockholm.
- Mörner, N.A. 2004. "Active faults and paleoseismicity in Fennoscandia, especially Sweden. Primary structures and secondary effects." *Tectonophysics* 380, s. 139–157. doi:10.1016/j.tecto.2003.09.018.
- Saintot, A., Stephens, M.B., Viola, G. och Nordgulen, Ø. 2011. "Brittle tectonic evolution and paleostress field reconstruction in the southwestern part of the Fennoscandian Shield, Forsmark, Sweden." *Tectonics* 30, TC4002, doi:10.1029/2010TC002781.
- Sandström, B., Tullborg, E.-L., Larson, S.Å. och Page, L. 2009. "Brittle tectonothermal evolution in the Forsmark area, central Fennoscandian Shield, recorded by paragenesis, orientation and ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronology of fracture minerals." *Tectonophysics* 478, s. 158–174.
- SKB 2016. *Fud-program 2016. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvar av kärnavfall*. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB. 2011. *Miljökonsekvensbeskrivning. Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle*. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Smith, C.A., Sundh, M. och Mikko, H. 2014. "Surficial geology indicates early Holocene faulting and seismicity, central Sweden." *International Journal of Earth Sciences* 103, s. 1711–1724. doi:10.1007/s00531-014-1025-6
- Stephansson, O. 2010. "Synpunkter på valda delar av SKB:s Fud-program 2010". Bilaga till Kärnavfallsrådet. 2011. SOU 2011:50 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2010*. Kärnavfallsrådet. Stockholm: Fritzes.

3.3 Säkra gränser? Om dos och risk

Inledning

En risk med ett slutförvar för använt kärnbränsle är att de tekniska barriärerna skulle kunna läcka och radioaktiva ämnen (radionuklider) skulle då kunna frigöras transporterats genom den ”naturliga barriären”, berget upp till människan och miljön. De tekniska barriärerna kapseln och bentoniten ska hindra radionukliderna att läcka ut, och i fall de skulle läcka fördröja att de kommer upp till ytan.

Den strålning som sänds ut från radioaktiva ämnen är joniserande, vilket innebär att den åstadkommer kemiska förändringar i det bestrålade materialet. Vad gäller effekter av joniserande strålning är absorberad dos ett grundläggande begrepp. Dosen beskriver hur mycket energi som absorberats av det bestrålade objektet.⁴¹ För att skydda människor och miljö från strålningens skadliga effekter fastställs gränsvärden för exponering. När det gäller gränsvärden för ett slutförvar för använt kärnbränsle är föreskriften SSMFS 2008:37 central.⁴² I denna anges vilken årlig risk för skadeverkningar som maximalt kan accepteras, även långsiktigt.

SSMFS 2008:37

5 § Ett slutförvar för använt kärnbränsle eller kärnavfall ska utformas så att den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst 10^{-6} för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken.

Sannolikheten för skadeverkningar på grund av en stråldos ska beräknas med de sannolikhetskoefficienter som redovisas i Internationella strålskyddskommissionens publikation nr 60, 1990.

Som denna paragraf är utformad så innebär den också indirekt att Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) därmed sätter ett gränsvärde för stråldosen till berörda befolkningsgrupper. Det kan förenklat uttryckas som att: Endast en på miljonen per år ska få skadeverk-

⁴¹ Läs mer om den joniserande strålningens verkan på celler m.m. i Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*.

⁴² SSM. 2008. SSMFS 2008:37. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall*.

ningar. Det omfattar de som är mest utsatta och bor närmast förvaret, och särskilt om de bedriver jordbruk som omfattar marken närmast förvaret. Detta scenario gäller för tiden efter förslutning av förvaret och inte under uppförande och drift.

I den Internationella strålskyddskommissionens publikation nr 60 från 1990 (ICRP 60)⁴³ finns de antaganden och beräkningar som ligger bakom gränsvärdet för stråldosen som kan beräknas utifrån SSMFS 2008:37. Uppskattningen i ICRP 60 av risken för skadeverkningar (dvs. sannolikheten för cancer p.g.a. strålningen) är dock behäftad med betydande osäkerheter. Bakgrunden till och osäkerheten i ICRP:s riskuppskattning har behandlats utförligt i rådets kunskapslägesrapport från 2016.⁴⁴ Syftet i detta avsnitt är därför snarare att belysa frågan hur det går att förhålla sig till detta gränsvärde? Särskilt mot bakgrund av att även den beräkning av stråldosen till personer som bor närmast slutförvaret, som görs i säkerhetsanalysen dessutom är behäftad med stora osäkerheter. För dessa beräkningar måste dels en bedömning göras av omfattning och hastighet med vilka radionukliderna kan komma att tränga igenom de olika barriärerna och vidare transporteras upp till jordytan. Dessutom behöver man uppskatta i vilken mån de olika radionuklider som på så sätt kommit upp till ytan även kommer att tas in av människan via föda eller vatten. Det är den samlade osäkerheten för alla dessa steg som man har att förhålla sig till.

Från dos till risk (eller tvärtom)

Riskkriteriet för ett slutförvar för använt kärnbränsle

De ”skadeverkningar” som avses i paragrafen ovan är cancer och ärftliga skador. Som ett led i bedömningen av vilken risk det förvarade kärnbränslet kommer att utgöra för människor i slutförvarets närhet, kommer frågan om hur stor risken för hälsoeffekter (i huvudsak cancer) är vid exponering för joniserande strålning? Detta ämne behandlades utförligt i Kärnavfallsrådets kunskapslägesrapport 2016.⁴⁵ Den nuvarande ”officiella” riskuppskattningen är att

⁴³ ICRP. 1991. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60.

⁴⁴ Kärnavfallsrådet. 2016.

⁴⁵ Kärnavfallsrådet. 2016.

sannolikheten för dödlig cancer är $5,5 \% \text{ Sv}^{-1}$, vilket också kan uttryckas som att det i en population exponerad för 1 Sv uppkommer 5,5 extra dödsfall i cancer per 100 exponerade individer. Eftersom risken antas ha ett linjärt förhållande till dosen motsvarar detta 5,5 extra cancerfall per 100 000 vid en exponering för 1 mSv. Detta är ICRP:s senaste bedömning från 2007, och den bygger, liksom tidigare bedömningar från ICRP, i huvudsak på analys av epidemiologiska studier av de ca 100 000 personer som överlevde bomberna i Hiroshima och Nagasaki 1945.⁴⁶

Risker och hälsoeffekter med låga doser

Den minsta stråldos för vilken en tydlig effekt i form av förhöjd cancerrisk har kunnat observeras vid studier av de överlevande efter bomberna i Hiroshima och Nagasaki är 100 mSv. Publicerade rapporter finns dock som vid mer noggranna genomgångar kommit fram till en lägre gräns på ca 20 mSv för observerbara effekter vid korttidsbestrålning.⁴⁷ Uppskattade risker för lägre doser bygger på det grundläggande antaget att risken är linjär med avseende på dos. Dessa observationer är gjorda vid kortvarig bestrålning, storleksordning några minuter, vid kronisk bestrålning bedömer ICRP att risken för cancer är ca 50 % lägre.⁴⁸

Det är orealistiskt att anta att man i framtiden skulle kunna göra en säkrare bedömning utifrån ett epidemiologiskt material. På grund av den låga sannolikheten skulle det i så fall krävas en population på flera miljoner individer. Osäkerheten i den uppskattade risken för hälsoeffekter vid låga doser (<100 mSv) är därför svårbedömbär. För dessa låga doser bygger riskuppskattningen på hypotesen att man kan extrapolera linjärt från de risker som beräknats vid högre doser. Det bör också noteras att den givna risken är ett medelvärde över en stor population, de individuella variationerna är betydande och beror på ett stort antal faktorer, såväl ärftliga som miljöberoende.

⁴⁶ ICRP. 2007. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37.

⁴⁷ Ozasa. 2012. "Studies of the mortality of atomic bomb survivors, report 14, 1950–2003: An overview of cancer and noncancer diseases."

⁴⁸ ICRP. 2007.

I rådets kunskapslägesrapport från 2016 angavs att riskfaktorn sannolikt stämmer inom en faktor fem i dosintervallet 5–50 mSv.⁴⁹ Om risken vore mer än fem gånger så stor skulle detta ha synts i de epidemiologiska studierna av de överlevande efter atombombssprängningarna samt även i nyare studier över de tiotusentals kärnkraftsarbetare som exponerats för doser mellan 10–50 mSv. Utöver risken för cancer inkluderas även risken för genetiska skador i beräkningen. Den siffra som SSM använder i sin föreskrift SSMFS 2008:37 är den sammantagna risken (cancer plus genetiska skador) för ett genomsnitt av befolkningen vilken 1990 bedömdes vara 7,3 % Sv⁻¹.⁵⁰

Definitioner

Absorberad dos: Definieras som absorberad energi per massenhet J/kg och ges den speciella enheten gray (Gy).

Effektiv dos: Absorberad dos från olika strålningstyper och till olika organ i kroppen viktas på ett sådant sätt att risken motsvarar den från en i kroppen jämnt fördelad dos av gammastrålning. Mäts i sievert (Sv). Med detta begrepp kan, åtminstone i teorin, de olika riskerna vid olika exponeringssituationer sammanfattas i en enda siffra.

Dosinteckning: En dos som oundvikligen kommer att erhållas i framtiden. T.ex. om en radionuklid kommit in i kroppen ger detta ingen dos förrän den sönderfaller. Om den är långlivad, som t.ex. plutonium, kan detta dröja flera år.

Dosrestriktion: Ett gränsvärde vid planering av verksamhet med joniserande strålning. Kan vanligtvis inte kontrolleras via direkta mätningar.

⁴⁹ Kärnavfallsrådet. 2016.

⁵⁰ ICRP. 1991.

Gränsvärden och dosrestriktioner

SSM har t.o.m. år 2017⁵¹ utgått från den riskfaktor som anges i ICRP 60⁵² när de satt gränser för tillåtna doser vid verksamheten med joniserande strålning. Beroende på vilken typ av verksamhet som avses och om någon utsätts för strålningen som arbetstagare eller allmänhet kan bedömningen om vad som är en acceptabel risk variera.

- Personer som i sitt arbete kommer i kontakt med joniserande strålning får utsättas för maximalt 20 mSv/år. Ett kriterium för denna gräns är att arbetslivsverksamhet bedöms som säker när risken för olyckor med dödlig utgång är mindre än 1 på 1 000 per år.
- Allmänheten får utsättas för max 1 mSv/år utöver bakgrundsstrålning (som också innefattar radon). Denna gräns upprätthålls genom att SSM ställer krav på att en specifik verksamhet inte får ge en dos till enskilda personer som överstiger 1/10-del av detta värde. Den extra risk att dö i cancer på 0,005 % för 1 mSv kan jämföras med sannolikheten på ca 20 % att dö i cancer i Sverige i dag.
- Om den förväntade årliga dosen till någon person (anställd eller allmänhet) uppgår till högst 10 μ Sv per år (utöver bakgrund), kan denna verksamhet betraktas som undantagen, och behöver enligt EU-direktivet 2013/59 inte något tillstånd.⁵³

När det gäller ett slutförvar för använt kärnbränsle ligger säkerhetsanalysens krav på dosrestriktion en faktor 70 lägre än den dos som i dag gäller för allmänheten, vilken i sin tur ligger en faktor 20–100 lägre än det värde för vilket man hittills har kunna observera hälsoeffekter. Utgående från risken 1 på 1 miljon, kan man räkna ut att för slutförvaret gäller en dosrestriktion på 0,014 mSv/år. Noteras kan att de båda internationella organisationer som ger rekommen-

⁵¹ Ny lag med små förändringar kommer 2018. Baserad på ICRP. 2007.

⁵² ICRP. 1991.

⁵³ Rådets direktiv 2013/59/Euratom av den 5 dec 2013 om fastställande av grundläggande säkerhetsnormer för skydd mot de faror som uppstår till följd av exponering för joniserande strålning, och om upphävande av direktiven 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom och 2003/122/Euratom. (EUT L 13, 17.1.2014).

dationer för strålskyddet världen över, ICRP⁵⁴ och The International Atomic Energy Agency (IAEA)⁵⁵, anger att dosgränsen för ett slutförvar ej får överstiga 0,3 mSv/år dvs. 20 gånger högre dos än vad SSM beslutat. (Se tabell 3.1 nedan).

Anledningen till att SSM valt att sätta dosrestriktionen för slutförvaret så pass mycket lägre än internationella rekommendationer är inte redovisad. En anledning kan vara att myndigheten vill ta höjd för de osäkerheter som ligger inbyggda i en konstruktion av ett slutförvar som ska garantera säkerhet i 100 000 år, då övervakning inte är möjlig. Även vid en relativt stor missbedömning (en faktor 100 högre dos) av egenskaperna hos tekniska barriärer eller berget kommer detta inte i praktiken få observerbara konsekvenser, även med dagens osäkerheter vad gäller lågdosstrålningens risker.

Tabell 3.1 Jämförelse dosgränser och dosrestriktioner för allmänheten

	Dos	Anmärkning
Dosgräns för allmänheten	1 mSv/år	Bakgrundsstrålning och radon inkluderas ej
Dosrestriktion till allmänheten från t.ex. kärnkraftverk och CLINK/CLAB	0,1 mSv/år	Det enskilda bidraget från en verksamhet får vara max 1/10 av dosgränsen
Dosrestriktion för slutförvaret	0,014 mSv/år	Härlett från en accepterad risk på 1 på 1 miljon
ICRP och IAEA, dosrestriktion för allmänheten	0,3 mSv/år	Generellt alla verksamheter, inklusive slutförvar
IAEA – oavsiktligt intrång i slutförvar	1 mSv/år	<i>Disposal of radioactive waste.</i> (IAEA. 2011)
ICRP dos till allmänheten från slutförvar	0,3 mSv/år	ICRP Publikation 122. (ICRP. 2013)
Undantagsnivå	0,01 mSv/år	Tillstånd krävs ej. (Rådets direktiv 2013/59/Euratom)

⁵⁴ ICRP. 2013. *Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste.*

⁵⁵ IAEA. 2011. *Disposal of radioactive waste.*

Hur har de internationella samfunden arbetat för att reducera osäkerheterna vad gäller risker av joniserande strålning?

Epidemiologiska studier av de ca 100 000 personer som överlevde bomberna över Japan i augusti 1945 har länge utgjort det viktigaste materialet för att uppskatta sannolikheten/risken för att joniserande strålning ger upphov till cancer. Men eftersom tiden från exponering tills effekten visar sig kan vara lång så är det först nu efter drygt 70 år som den epidemiologiska forskningen har möjlighet att se hela bilden över konsekvenserna. Forskningen de senaste 20 åren har bidragit till att reducera osäkerheten i den framtagna riskuppskattningen genom:

- En allt noggrannare statistisk analys, bl.a. har man koncentrerat sig på att få kontrollgruppen så representativ som möjligt.
- Förbättrad noggrannhet i dosuppskattningarna.
- Förbättrade modeller för åldersberoendet, och hur risken varierar med tiden från exponeringen.
- Epidemiologiska studier inriktade på specifika organ.

För att kunna reducera osäkerheten i riskuppskattningarna är det viktigt att också data från grupper och populationer, som utsatts för strålning på annat sätt tas fram och analyseras. En expertgrupp inom epidemiologi, dosimetri och strålningsbiologi har nyligen gått igenom flera oberoende epidemiologiska studier över grupper/populationer som utsatts för låga doser av joniserande strålning, inklusive Tjernobyli, Fukushima och personer som arbetade inom kärnvapenindustrin i forna Sovjetunionen.⁵⁶ Deras slutsatser är att en riskfaktor baserad på dessa nya data stämmer väl överens med den riskfaktor som tidigare publicerats som ett resultat av studier av de överlevande från Hiroshima och Nagasaki.⁵⁷ På detta sätt kan man genom aktiv forskning och uppföljning av nya grupper, som på olika sätt blivit utsatta för strålning, öka tillförlitligheten i riskbedömningen något. Bl.a. när specifika organ utsatts för strålning finns

⁵⁶ McLean m.fl. 2017. "A restatement of the natural science evidence base concerning the health effects of low-level ionizing radiation."

⁵⁷ Ozasa m.fl. 2012.

större möjligheter att se effekter av lägre doser, eftersom antalet ”naturliga” cancerfall då också är lägre.

Bland de organisationer, nationella och internationella som studerar, bedömer och ger rekommendationer angående strålning och dess effekter framstår ICRP (International Commission on Radiological Protection) som den som har det största internationella anseendet och den största auktoriteten. Med ett eventuellt undantag för USA utgör deras rekommendationer grunden för strålskyddsregler i så gott som alla länder. Även andra organisationer arbetar med att antingen ställa samman och analysera olika epidemiologiska data eller att värdera de risker som framkommit och ge ut rekommendationer. En kortfattad presentation av några viktiga organisationer finns i bilaga nedan.

Slutsatser

- Osäkerheten i den riskbedömning som ligger bakom dagens gränsvärden är betydligt mindre än för ett par decennier sedan, baserat på större mängd data samt flera, noggrannare och av varandra oberoende analyser av olika internationella organisationer.
- I den Internationella strålskyddskommissionens publikation nr 60 från 1990 (ICRP 60)⁵⁸ finns de antaganden och beräkningar som ligger bakom gränsvärdet för stråldosen som kan beräknas utifrån SSMFS 2008:37. ICRP:s senaste riskuppskattning ger en obetydligt lägre risk med en mindre osäkerhet.⁵⁹
- SSM:s gränsvärde för en framtida befolkningsgrupp boende kring platsen för slutförvaret är 1/70 av dagens gränsvärde för allmänhetens exponering för joniserande strålning från andra strålkällor, och 1/7 av dosrestriktionen för bidraget från en strålkälla.
- Man kan förhålla sig till stora osäkerheter i dosuppskattning genom att sätta ett mycket lågt gränsvärde. Därmed så kan de skapade marginalerna ”ta hand om osäkerheten”.
- Sammantaget så kan den av SSM givna dosrestriktionen för slutförvaret med god marginal anses säker.

⁵⁸ ICRP. 1991.

⁵⁹ ICRP. 2007.

Referenser

- IAEA. 2011. *Disposal of radioactive waste*. IAEA Safety standard series No. SSR-5. Wien.
- ICRP. 2013. *Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste*. ICRP Publication 122. Ann. ICRP 42(3).
- ICRP. 2007. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2–4).
- ICRP. 1991. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1–3).
- Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*. Stockholm: Wolters Kluwer.
- McLean, A.R. m.fl. 2017. "A restatement of the natural science evidence base concerning the health effects of low-level ionizing radiation." *Proc R. Soc. B* 284:2017 1070.
- Ozasa, K. m.fl. 2012. "Studies of the mortality of atomic bomb survivors, report 14, 1950–2003: An overview of cancer and non-cancer diseases." *Rad. Res.* 177, s. 229–243
- Rådets direktiv 2013/59/Euratom av den 5 dec 2013 om fastställande av grundläggande säkerhetsnormer för skydd mot de faror som uppstår till följd av exponering för joniserande strålning, och om upphävande av direktiven 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom och 2003/122/Euratom. (EUT L 13, 17.1.2014).
- SSM. 2008. SSMFS 2008:37 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt ombändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall*. Strålsäkerhetsmyndigheten.

Bilaga information om internationella organisationer

Förkortningar för organisationer m.m.

BEIR	Biological Effect of Ionizing Radiation	Organisation i USA som gör egna riskuppskattningar och bedömningar oberoende från ICRP.
IAEA	International Atomic Energy Agency	FN-organ med säte i Wien. Internationellt tillsynsorgan. Arbetar parallellt med policyfrågor och regelverk.
ICRP	International Commission on Radiological Protection	Grundades redan 1928. Arbetar med policyfrågor. Ger ut strålskyddsrekommendationer.
RERF	Radiation Effects Research Foundation	Stiftelse som samordnar epidemiologiska studier av de överlevande från Hiroshima och Nagasaki.
SSM	Strålsäkerhetsmyndigheten	Tillstånds- och tillsynsmyndighet m.m. för strålskydd och kärnsäkerhet i Sverige.
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation	FN-ledd internationellt sammansatt kommitté som sammanställer data från den vetenskapliga litteraturen.

ICRP

ICRP grundades i samband med den andra internationella Radiologikongressen som hölls i Stockholm 1928. Anledning var att man sedan ganska lång tid tillbaka hade insett att röntgenstrålning och strålarna från radium, som utnyttjades för cancerbehandling, kunde orsaka skadliga effekter på personalen. De skadliga effekter man då avsåg var ytliga skador, t.ex. sår och håravfall, men också störningar av inre organ och blodbilden. Från början fanns inga tillfredsställande mätmetoder utvecklade, och reglerna gällde endast användning av strålning inom sjukvården.

ICRP består av en Huvudkommission och fyra kommittéer. Under dessa kommittéer sorteras arbetsgrupper som gör det egentliga arbetet med att ta fram texter för publikation i *Annals of the ICRP*, som utkommer med fyra nummer per år.

ICRP har med tiden blivit en betydande auktoritet, då det gäller strålskyddsrekommendationer. Det finns troligen flera samverkande anledningar till detta. Viktigt är att de var de första som på något sätt inte bara noterade att det fanns skadliga effekter, utan tog också ansvar för att försöka göra något för att undvika dem,

och det i en tid när allmänheten och media betraktade strålning som hälsosamt med ett magiskt skimmer.

UNSCEAR

UNSCEAR är FN:s vetenskapliga kommitté inom strålskyddsområdet, grundad 1956. I praktiken består den av ett par representanter från 25–30 länder. De ställer samman och rapporterar data och forskningsresultat om effekter av joniserande strålning, baserat på den vetenskapliga litteraturen. De sammanställer och rapporterar också observerade nivåer av joniserande strålning och radioaktiva ämnen i miljön, härrörande från olika källor, samt av medicinsk användning av joniserande strålning.

BEIR

I USA har ICRP inte en lika stark ställning som i övriga världen även om personer från USA är medlemmar i såväl huvudkommissionen som i kommittéerna. men BEIR som är en kommitté under National Research Council, har också gjort riskuppskattningar och riskbedömningar, vars resultat visar sig ligga väl i linje med de som ICRP publicerat. Man publicerar i BEIR VII även åldersberoende riskuppskattningar det framgår där att risken för barn kan vara upp till ca fyra gånger så stor som för vuxna.⁶⁰

RERF

RERF är en japansk-amerikansk forskningsstiftelse som bildades 1975 i Japan för att i samarbete med USA bedriva forskning om medicinska effekter av strålning, särskilt på de som överlevde atombomben 1945. RERF fortsatte det arbete med uppföljning av överlevarnas hälsoeffekter som tidigare amerikanska studier påbörjade 1947. Genom en allt noggrannare analys av data, bl.a. bättre dosimetri och insatser för att få en så representativ kontrollgrupp som möj-

⁶⁰ NAS/NRC. 2006. *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2*. Board on radiation effects research. National research council of the National Academies. Washington D.C.

ligt, försöker man få fram signifikanta resultat för allt lägre stråldoser. Resultaten publiceras i vetenskapliga tidskrifter. Det är bl.a. studier som stöds av denna stiftelse som ligger bakom riskuppskattningarna såväl från ICRP som BEIR.

IAEA

IAEA, på svenska ofta refererad till som "FN:s atomenergiorgan". Deras uppgift är att främja utveckling av kärnkraft i den fattigare delen av världen, men numera även användning av joniserande strålning för andra ändamål. Dessutom utgör de något av en överstatlig tillsynsmyndighet. De ger också ut rekommendationer gällande strålskydd och strålsäkerhet, riktade särskilt till stater med mindre utvecklade myndigheter för ändamålet. Men, särskilt "Basic safety standards" som utkommer med några års mellanrum berör strålskyddsmyndigheter i många länder.

4 Avslutning

Utifrån sin tvärvetenskapliga sammansättning har Kärnavfallsrådet vid flera tillfällen behandlat kärnavfallsfrågans olika tidsperspektiv när det gäller ett slutförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. Det första perspektivet är den sekellånga anläggningstiden, dvs. den tid det tar att uppföra, driva och försluta ett slutförvar för använt kärnbränsle. Det andra är perspektivet på 100 000 år, som är den tid under vilken slutförvaret ska fungera som ett effektivt skydd mot det farliga bränslet.

Sekelperspektivet

Förutsatt att SKB:s slutförvarsprojekt initieras, kommer anläggningstiden att ta innevarande sekel i anspråk. Nya handlingsalternativ kan komma och ställa krav på flexibilitet och nytänkande.

En stegvis prövning är i så fall avgörande för att hantera de utmaningar som den långa anläggningstiden medför. I Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) säkerhetsredovisningar finns referensutformningar av olika teknikersystem som planeras bli alltmer detaljerade framöver. Den ökande detaljeringsgraden är också viktig för att analyserna av den långsiktiga säkerheten ska bli mer tillförlitliga.

Det finns även utmaningar med en lång anläggningstid eftersom vi inte vet hur samhället förändras, det gäller att kunna anpassa sig till både oväntade händelser i projektet och förändringar i omvärlden.

100 000-årsperspektivet

Rådet har i denna kunskapslägesrapport koncentrerat sig på två av barriärerna i KBS-3-metoden, nämligen kapseln och berget. De ska tåla påfrestningar som de kan utsättas för under minst 100 000 år.

I sin ansökan från 2011, tillsammans med kompletteringar, lägger SKB fram sina skäl för att dessa barriärer kommer att klara påfrestningarna. Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt godtog i sitt yttrande SKB:s bedömning vad gäller bergets skyddsförmåga, men ansåg att det finns kvardröjande osäkerheter beträffande kopparkapseln.

Vad gör vi med osäkerheterna?

Årets kunskapslägesrapport handlar om begreppen osäkerheter och risker. Osäkerheterna är av olika karaktär och några av dem skulle kunna reduceras under den stegvisa prövningen. SKB:s forskning bör vara transparent under anläggningstiden, både i Fud-programmen och i säkerhetsredovisningar.¹

Mark- och miljödomstolen har uppmärksammat osäkerheter när det gäller KBS-3-metoden. Strålsäkerhetsmyndigheten gör bedömningen att SKB har förutsättningar att lösa återstående osäkerheter som uppmärksammas och SKB framhåller att arbetet med att besvara olösta frågor är i full gång. För den fortsatta processen är det viktigt att få klarhet om den tid som krävs för att räta ut kvardröjande frågetecken. Nollalternativet, vilket innebär fortsatt mellanlagring i Clab, är ingen långsiktig lösning. Frågan om hur lång tid som lagringen kan förlängas är dock central för uppgiften att göra en realistisk bedömning av hur lång tid SKB har på sig för att modifiera och förtydliga KBS-3-metoden eller om det krävs andra lösningar. Allt detta aktualiserar bl.a. ekonomiska frågor och kompetensfrågor.

Slutord

Själva beslutsprocessen är viktig. Det räcker inte med experternas beslut när det gäller tekniken utan regeringen fattar ett politiskt beslut eftersom ett slutförvar påverkar samhället under mycket lång tid. Hur går det att förhålla sig till frågan om beslut under osäkerhet?

¹ Läs mer i Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*.

Kärnavfallsfrågan är komplex, bl.a. eftersom den kan delas in i olika delar som tillhör olika typer av osäkerheter. Genom att vara medveten om vilka osäkerheter som finns och vilken typ de tillhör, är det sannolikt lättare att finna strategier att hantera osäkerheterna och att följa upp dem. Bästa förhållningssättet till de osäkerheter som är oundvikliga är – att vara ödmjuk och medveten om dem, att vara uppmärksam på nya osäkerheter och att behålla en flexibilitet genom hela projektet.

DEL 2 Kärnavfallsområdet

5 Kärnavfallsrådets arbete och kärnavfallsområdet

5.1 Kärnavfallsrådets arbete 2017

Kärnavfallsrådet (rådet) har under 2017 arbetat enligt kommittédirektiv 2009:31 och har uppmärksammat kärnavfallsfrågor bland annat genom publikationer, möten och seminarier. Nedan kommer en kort översikt av rådets arbete.

Kunskapslägesrapporterna 2017 och 2018

I februari varje år redovisar Kärnavfallsrådet föregående års arbete och sin självständiga bedömning av det aktuella läget inom kärnavfallsområdet i en kunskapslägesrapport. Rapporten SOU 2017:8 *Kärnavfallet – en fråga i ständigt förändring* lämnades 24 februari över till miljöministern Karolina Skog. Därefter har rådet under året bl.a. arbetat med föreliggande kunskapslägesrapport, SOU 2018:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018. Beslut under osäkerhet*.

Bedöma Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) verksamhet

I juni lämnade Kärnavfallsrådet sina synpunkter på Svensk kärnbränslehantering AB:s (SKB) forskningsprogram 2016 (Fud-programmet) till Miljö- och energidepartementet.¹ Den 1 december träffade rådet bl.a. miljöminister Karolina Skog och statssekreterare Per Ängqvist för att mer ingående presentera och diskutera rådets yttrande. Med vid mötet var även representanter från SKB:s ledning.

¹ Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*.

Under hösten har rådet närvarat vid den fem veckor långa huvudförhandlingen i Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt (mark- och miljödomstolen) i tillståndsprocessen för ett slutförvar för använt kärnbränsle enligt miljöbalken². Rådet har där inte tagit ställning till ansökan eftersom det inte ingår i rådets uppgift som rådgivare till regeringen.

Möten och seminarier

Rådet har haft sex rådsmöten och ett flertal möten med sina målgrupper, bland annat med Östhammars kommun, Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), SKB, Miljö- och energidepartementet, Riksrevisionen samt intresserade organisationer.

Kärnavfallsrådets kunskapslägesrapport SOU 2017:8 presenterades vid ett av Försvarsutskottets sammanträden. Rapporten har också presenterats för rådets övriga målgrupper vid ett öppet seminarium.

Kärnavfallsrådet anordnade två seminarier under Almedalsveckan i juli som handlade om långsiktigt informationsbevarande och framtidsscenarier med anknytning till kärnavfallsfrågan.

I december samlade rådet flera av sina målgrupper i ett rundabordssamtal. I detta medverkade Länsstyrelsen i Uppsala län, Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG), Miljörörelsens kärnavfallssekreteriat (Milkas), Opinionsgruppen för säker slutförvaring (Oss), Oskarshamns kommun, Regionförbundet i Kalmar län, Sveriges Energiföreningars Riksorganisation (SERO), SSM och Östhammars kommun.

Omvärldsanalys – Internationella konferenser och möten

I rådets uppdrag ingår att följa utvecklingen av hur andra länder hanterar kärnavfall och använt kärnbränsle. I november åkte delar av rådet på en studieresa till Spanien. Syftet var att lära sig mer om avveckling och rivning av kärnkraftverk samt hantering av låg- och medelaktivt radioaktivt avfall. I Spanien är det staten genom organisationen Enresa som ansvarar för att hantera radioaktivt avfall. Rådet hade möte med Enresa och med tillsynsmyndigheten CSN

² Miljöbalken (1998:808).

(Consejo de Seguridad Nuclear). Rådet besökte även kärnkraftverket José Cabrera som är under avveckling.

Rådets ledamöter har därutöver deltagit vid ett flertal internationella konferenser och arbetsgrupper under året.

Hannu Hänninen som är sakkunnig i Kärnavfallsrådet har under hösten 2017 mottagit utmärkelsen Henri Coriou Award i Prag på the European Corrosion Congress.

5.2 Kärnavfallsområdet i Sverige 2017

Tillståndsprocessen om slutförvar för använt kärnbränsle

Mark- och miljödomstolens huvudförhandling och yttrande till regeringen

SKB lämnade sina ansökningar om slutförvaring av använt kärnbränsle till mark- och miljödomstolen och till SSM i mars 2011. Under hösten 2017 hade mark- och miljödomstolen huvudförhandling enligt miljöbalken. Mark- och miljödomstolens förhandling avslutades med att ett yttrande lämnades in den 23 januari till regeringen som ska pröva om tillåtlighet enligt miljöbalken. Mark- och miljödomstolen kom bland annat fram till att:

SKB:s utredning är gedigen men det finns fortfarande osäkerheter om kapselns förmåga att innesluta kärnavfallet på lång sikt. Osäkerheterna handlar om i vilken omfattning kapslarna kan skadas av korrosion och av processer som påverkar kapselns mekaniska hållfasthet. Den samlade utredningen visar att osäkerheterna om kapselns skyddsförmåga är betydande och att alla osäkerheter inte har beaktats i SKB:s säkerhetsanalys.

Domstolen kan inte utifrån den nuvarande säkerhetsanalysen komma fram till att slutförvaret är säkert på lång sikt. Slutsatsen är därför att slutförvaret kan tillåtas enligt miljöbalken endast om SKB redovisar ytterligare underlag som klargör att slutförvaret är säkert även när det gäller kapselns skyddsförmåga.

Slutförvaret kan tillåtas med hänsyn till miljöbalkens krav på platsval, skyddade områden och skyddade arter. Verksamheten innebär dock en risk för påtaglig skada på riksintresseområdet Forsmark-Kallrigafjärden men mark- och miljödomstolen bedömer att riksintresset för slutförvaring ska ges företräde. Det krävs tillstånd för flera Natura 2000-områden. Om skyddsåtgärder vidtas kan tillstånd ges för Natura 2000-områdena.

Den som har tillstånd enligt miljöbalken har ett ansvar för verksamheten tills vidare, dvs. utan tidsbegränsning. Det finns olika uppfattningar om ansvaret på lång sikt. Östhammars kommun har motsatt sig ett sistahandsansvar för kommunen. Frågan uppkommer om staten ska ha ett sistahandsansvar för slutförvaret. Det behöver klargöras vem som har ansvaret enligt miljöbalken på lång sikt.

Innan tillåtlighet ges bör regeringen även överväga vissa lagändringar, bland annat att ge Strålsäkerhetsmyndigheten en starkare ställning i miljöbalken.³

Mark- och miljödomstolen bedömer att miljökonsekvensbeskrivningen uppfyller miljöbalkens krav och därför kan godkännas. Domstolen bedömer också att verksamheten vid Clab och Clink kan tillåtas enligt miljöbalken.⁴

Strålsäkerhetsmyndighetens yttrande till regeringen

Samma dag som mark- och miljödomstolen lämnade SSM in ett yttrande enligt kärntekniklagen⁵ till regeringen. SSM skriver att:

Strålsäkerhetsmyndigheten tillstyrker att Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) ges tillstånd enligt kärntekniklagen att bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark i Östhammars kommun och en inkapslingsanläggning i Oskarshamns kommun.

Strålsäkerhetsmyndigheten bedömer att SKB har förutsättningar att på ett strålsäkert sätt hantera och slutförvara det använda kärnbränslet så att människors hälsa och miljön skyddas mot skadlig strålning...

Genom sina ansökningar anser Strålsäkerhetsmyndigheten att SKB har visat att anläggningarna och tillhörande säkerhetsredovisningar kan utvecklas i enlighet med det etablerade förfarandet för stegvis prövning enligt kärntekniklagen. SKB bedöms ha möjlighet och förmåga att ta fram de uppdaterade säkerhetsredovisningar för uppförande, drift och långsiktig strålsäkerhet som ska granskas och godkännas av Strålsäkerhetsmyndigheten i kommande steg, om tillstånd beviljas av regeringen.

Det finns ett antal förutsättningar för vårt tillstyrkande såsom att säkerhetsredovisningar och ledningssystem för anläggningarna fortsätter att utvecklas i enlighet med en stegvis prövning enligt kärntekniklagen. Det innebär att SKB vid flera olika steg i en fortsatt process ska lämna

³ <http://www.nackatingsratt.domstol.se/Om-tingsratten/Nyheter-och-pessmeddelanden/Mark--och-miljodostolen-lamnar-sitt-yttrande-till-regeringen-i-malet-om-ett-slutforvar-for-karnavfall/> (hämtad 2018-01-30).

⁴ Mark- och miljödomstolens sammanfattning av yttrande. 2018-01-23. Mål nr M 1333-11 Aktbilaga 843. (Se hela yttrandet i Aktbilaga 842).

⁵ Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

in redovisningar som ska granskas och godkännas av Strålsäkerhetsmyndigheten, innan de kan gå vidare med nästa steg i processen...

Vidare förutsätter tillstyrkandet att SKB under konstruktion, uppförande och drift av anläggningarna fortsatt beaktar frågor av betydelse för strålsäkerheten och tar hänsyn till de utvecklingsbehov som Strålsäkerhetsmyndigheten identifierat i sin granskning.

Strålsäkerhetsmyndigheten föreslår också vissa villkor för regeringens tillstånd till SKB:s anläggningar. Villkoren handlar om att anläggningarna ska byggas, innehållas och drivas så som angetts i ansökningarna samt att SKB ska ta fram säkerhetsredovisningar som ska prövas och godkännas av Strålsäkerhetsmyndigheten innan byggnationen påbörjas, innan provdrift inleds och innan anläggningen tas i rutinmässig drift.⁶

SSM och mark- och miljödomstolen har nu lämnat över ansökningarna till regeringen som ansvarar för den fortsatta hanteringen och fattar beslut om tillstånd/tillåtlighet.

Tillståndsprocessen om Slutförvar för kortlivat låg- och medelaktivt avfall (SFR)

SKB lämnade in ansökningar om tillbyggnaden av SFR i slutet av 2014 till mark- och miljödomstolen och till SSM. SKB:s ursprungliga planer var att förvaret även skulle vara ett mellanlager för långlivat låg- och medelaktivt avfall i avvaktan på att ett slutförvar för långlivat radioaktivt avfall (SFL) tas i drift. Detta har dock ändrats under 2017 då SKB har beslutat att inte mellanlagra långlivat avfall i den planerade SFR-utbyggnaden. SKB har också beslutat att reaktor-tankarna ska segmenteras vilket innebär att en tredje tunnel inte kommer att behöva byggas. Kompletteringsfasen av ansökan pågick från 2014 till och med 2017 då ansökningarna kungjordes av mark- och miljödomstolen och SSM den 11 december 2017.

⁶ <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/press/nyheter/2018/stralsakerhetsmyndigheten-lamnar-yttrande-om-slutforvar/> (hämtad 2018-01-30); SSM. 2018. *Yttrande över ansökningar om tillstånd till anläggningar för slutligt ombändertagande av använt kärnbränsle*. 2018-01-23.

Fud-program 2016 – SKB:s forskningsprogram

SKB publicerar sitt forskningsprogram vart tredje år,⁷ och det senaste publicerades den 30 september 2016.⁸ Under 2017 har SSM skickat Fud-programmet på remiss och därefter lämnat ett yttrande till regeringen. Kärnavfallsrådet överlämnade sin självständiga bedömning av SKB:s forskningsprogram till regeringen i juni, 2017.⁹ Några av rådets huvudsynpunkter är att SKB framöver ska göra Fud-programmet mer allsidigt och tydligt, att omfattningen av forskningsprogrammen framgår genom en tydlig tidsplan och budget och att SKB åtgärdar de brister i Fud-programmet som Kärnavfallsrådet beskriver när det gäller de tekniska barriärerna, framför allt spänningsskorrosion, kopparkrypning och s.k. blåsprödhet. Regeringens beslut om forskningsprogrammet väntas komma under våren 2018.

Plan 2016 – SKB:s kostnadsberäkningar

Vart tredje år lämnar SKB en beräkning av kostnaderna för det svenska kärnavfallsprogrammet till SSM och den senaste lämnades i början av januari 2017. SSM föreslog att avgiften skulle höjas med i genomsnitt 1 öre per kilowattimme (kWh) producerad kärnkraftsel för perioden 2018–2020. Regeringen beslutade i enlighet med förslaget.¹⁰

Ändrat kärnsäkerhetsdirektiv

EU:s ändrade kärnsäkerhetsdirektiv infördes och gäller i Sverige sedan den 1 augusti 2017. Kärntekniklagen med tillhörande förordning¹¹ samt två av SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:1 och SSMFS 2014:2) har ändrats för att genomföra direktivet. Ändringarna innebär bland annat att tillståndshavarnas ansvar för säkerheten vid kärntekniska anlägg-

⁷ Enligt Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

⁸ SKB. 2016. Fud-program 2016. *Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall.*

⁹ Kärnavfallsrådet. 2017. (SOU 2017:62).

¹⁰ <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2017/12/karnavfallsavgiften-hojs-fram-till-2020/> hämtad (2018-01-30).

¹¹ Förordning (1984:14) om kärnteknisk verksamhet.

ningar har tydliggjorts liksom krav på säkerhetsmål och att säkerhetsarbetet fortlöpande ska utvärderas och verifieras.¹²

M 2017:05 Utredningen Översyn av lagen om kärnteknisk verksamhet

Utredningen undersöker bland annat samordning av ansvarsförhållandena enligt kärntekniklagen och miljöbalken, ser över definitionen av kärnavfall och radioaktivt avfall och hur en mer ändamålsenlig gränsdragning mellan svenskt och utländskt avfall kan utformas samt ska föreslå reglering av sistahandsansvaret efter förslutning av ett slutförvar. Uppdraget ska redovisas senast den 1 oktober 2018. Se direktiv 2017:76.¹³

Ändringar i finansieringslagstiftningen

Reglerna om finansiering av kärnavfallshanteringen har förtydligats. Lagändringarna började gälla den 1 december 2017 och innebär bland annat att medlen i Kärnavfallsfonden kan placeras i aktier, att fondmedel som inte använts så som det var tänkt ska kunna återkrävas till Kärnavfallsfonden och att den som inte använt utbetalade fondmedel på ett korrekt sätt ska kunna bli skyldig att betala kompen- sation för förlorad avkastning på medlen.¹⁴

¹² <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/press/nyheter/2017/eus-andrade-karnsakerhetsdirektiv-genomfors-i-sverige/> hämtad (2018-01-30).

¹³ <http://www.regeringen.se/rattsdokument/kommittedirektiv/2017/06/dir.-201776/> hämtad 2018-01-30).

¹⁴ Betänkande 2017/18:FöU2; http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/arende/betankande/reglerna-om-finansiering-av-karnavfallshanteringen_H501FöU2; <http://www.regeringen.se/artiklar/2017/05/forslag-pa-forandringar-i-regelverket-for-karnavfallsfonden/> (hämtade 2018-01-30).

Riksrevisionen har granskat finansieringssystemet för kärnavfallshantering

Riksrevisionens övergripande slutsats är att:

Granskningen visar att det finns stora osäkerheter i och oenigheter om hur stora de framtida kostnaderna och intäkterna i finansieringssystemet kan bli. Dessutom har finansieringssystemet sannolikt varit underfinansierat.¹⁵

Flytt av SSM till Katrineholm

Regeringen har gett SSM i uppdrag att lokalisera delar av sin verksamhet från Stockholm till Katrineholm, där myndigheten ska ha sitt huvudkontor.¹⁶

Riksgäldskontoret tar över uppgifter

Regeringen har gett Riksgäldskontoret i uppdrag att ta över SSM:s uppgifter enligt finansieringslagen och finansieringsförordningen om hanteringen av restprodukter från kärnteknisk verksamhet. Överföringen ska ske den 1 december 2018.¹⁷

5.3 Regeringens prövning enligt miljöbalken och kärntekniklagen

Parallella processer enligt miljöbalken och kärntekniklagen

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) lämnade sina ansökningar om tillstånd att få uppföra, inneha och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle i mars 2011. Det krävs tillstånd både enligt miljöbalken och enligt kärntekniklagen.

¹⁵ <https://www.riksrevisionen.se/sv/rapporter/Rapporter/EF/2017/Finansieringssystemet-for-karnavfallshantering/> (hämtad 2018-01-30).

¹⁶ <http://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2017/08/uppdrag-till-stralsakerhetsmyndigheten-om-lokalisering-av-viss-verksamhet/> (hämtad 2018-01-30).

¹⁷ <http://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2017/08/uppdrag-till-riksgaldskontoret-att-forbereda-och-genomfora-inordnandet-av-uppgifter-fran-stralsakerhetsmyndigheten/> (hämtad 2018-01-30).

Ärendena har beretts av Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt (mark- och miljödomstolen) och Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) som den 23 januari 2018 lämnade sina yttranden till regeringen som ansvarar för den fortsatta hanteringen och fattar beslut om tillåtlighet/tillstånd.

Tillåtlighet – Bestämmelserna i miljöbalken gäller både slutförvarsanläggningens säkerhet/strålskydd och andra frågor som exempelvis om störningar av buller, att natur- och kulturmiljöer ska skyddas och att mångfald ska bevaras. Regeringen ska även pröva ansökan utifrån ett samhälleligt perspektiv, alltså om verksamheten kan tillåtas (är s.k. tillåtlig).

Tillstånd – Kärntekniklagen är en mer specialiserad lag som mer begränsat fokuserar på frågor om strålsäkerhet. Regeringen prövar här om tillstånd.

Regeringens prövning av tillåtlighet enligt miljöbalken och tillstånd enligt kärntekniklagen

Beredning av ärendet

När mark- och miljödomstolen och SSM har lämnat sina yttranden till regeringen och handlingarna har registrerats tar departementets beredning av ärendet vid. Tillåtlighetsprövningen enligt miljöbalken sker samordnat med prövningen om tillstånd enligt kärntekniklagen. Eftersom ärendena är omfattande har departementet tillsatt en grupp handläggare från Miljöprövningsenheten, Kemikalieenheten och Rättssekretariatet.

Beredningen av ärendet enligt miljöbalken, ska utöver den normala beredningsprocessen, även omfatta en formell fråga till Östhammars och Oskarshamns kommuner om de tillåter att de ansökta anläggningarna uppförs.

Beredningsprocessen inför regeringsbeslut

När regeringen beslutar i ett regeringsärende är det slutprodukten av en lång och noggrann förberedelseprocess inom Regeringskansliet. Beredningsprocessen kan omfatta t.ex. kompletteringar. Om handläggarna inte har tillräcklig information för att färdigställa ett beslut kan ytterligare information hämtas in. Vissa ärenden kan skickas ut på remiss till myndigheter, institutioner, kommuner, intresseorganisationer och andra som berörs av ärendet.

När ärendet är färdigutrett utarbetar handläggaren ett förslag till beslut. Förslaget ska sedan beredas med andra berörda enheter i departementet. Ofta berör ett ärende också flera statsråds ansvarsområden och ska i så fall beredas gemensamt med deras medarbetare. Alla statsråd måste vara överens om beslutet innan det tas upp på regeringssammanträdet. Andra departement kan ha andra perspektiv än Miljö- och energidepartementet.

Regeringen fattar gemensamma beslut i alla regeringsärenden under de regeringssammanträden som äger rum varje vecka. På så vis får samtliga statsråd möjlighet att påverka de beslut som regeringen fattar. Regeringen ansvarar tillsammans för alla regeringsbeslut.

Det kommunala vetot – Oskarshamns kommun och Östhammars kommun

Enligt 17 kap. 6 § miljöbalken får regeringen bara ge tillåtelse till kärntekniska anläggningar om kommunfullmäktige i den kommun som anläggningen ska lokaliseras till har tillstyrkt detta. Om det från nationell synpunkt är synnerligen viktigt att verksamheten bedrivs har regeringen möjlighet att göra undantag, en s.k. *vetoventil*.¹⁸

¹⁸ Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet, Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande*, se kap. 7; Kärnavfallsrådet. 2013. SOU 2013:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2013, slutförvarsansökan under prövning, kompletteringskrav och framtidsalternativ*, se kap. 2; Kärnavfallsrådet. 2011. Rapport 2011:2 *Tillståndsprövningen enligt miljöbalken och kärntekniklagen*.

Tillåtlighet och tillstånd

Om regeringen beslutar om *tillåtlighet* enligt miljöbalken och *tillstånd* enligt kärntekniklagen går ärendena tillbaka till mark- och miljödomstolen och SSM. Mark- och miljödomstolen håller då en andra huvudförhandling om bland annat villkor och beslutar därefter om tillstånd enligt miljöbalken.

Regeringen delegerar till SSM att besluta om ytterligare villkor enligt kärntekniklagen. Ett villkor kommer att vara att en stegvis prövning genomförs.^{19 20} (Läs mer om stegvis prövning i avsnitt 2.5).

Referenser

- Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:62 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2016*. Stockholm: Wolters Kluwers.
- Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:8 *Kärnavfallet – en fråga i ständigt förändring*. Stockholm: Wolters Kluwers.
- Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet, Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande*. Stockholm: Fritzes.
- Kärnavfallsrådet. 2013. SOU 2013:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2013, slutförvarsansökan under prövning, kompletteringskrav och framtidsalternativ*. Stockholm: Fritzes.
- Kärnavfallsrådet. Rapport 2011:2 *Tillståndsprövningen enligt miljöbalken och kärntekniklagen*. Stockholm: Fritzes.
- Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. Mark- och miljödomstolens yttrande. 2018-01-23. Mål nr 1333-11. Aktbilaga 842.
- Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. Mark- och miljödomstolens sammanfattning av yttrande. 2018-01-23. Mål nr 1333-11. Aktbilaga 843.
- SKB. 2016. Fud-program 2016. *Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall*. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.

¹⁹ <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/radioaktivt-avfall/slutforvar/en-stegvis-provning/> (hämtad 2018-01-30).

²⁰ Kärnavfallsrådet. 2011.

SSM. 2018. *Yttrande över ansökningar om tillstånd till anläggningar för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle*. 2018-01-23. Diarie-nr: SSM2011-1135 och SSM2015-279. Strålsäkerhetsmyndigheten.

Lagar etc.

Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

Miljöbalk (1998:808).

Förordning (1984:14) om kärnteknisk verksamhet.

Länkar hämtade 2018-01-30

<http://www.nackatingsratt.domstol.se/Om-tingsratten/Nyheter-och-pessmeddelanden/Mark--och-miljodomstolen-lamnar-sitt-yttrande-till-regeringen-i-malet-om-ett-slutforvar-for-karnavfall/>

<http://www.regeringen.se/pessmeddelanden/2017/12/karnavfallsavgiften-hojs-fram-till-2020/>

<http://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2017/08/uppdrag-till-stralsakerhetsmyndigheten-om-lokalisering-av-viss-verksamhet/>

<http://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2017/08/uppdrag-till-riksgaldskontoret-att-forbereda-och-genomfora-inordnandet-av-uppgifter-fran-stralsakerhetsmyndigheten/>

<http://www.regeringen.se/rattsdokument/kommittedirektiv/2017/06/dir.-201776/>

<http://www.regeringen.se/artiklar/2017/05/forslag-pa-forandringar-i-regelverket-for-karnavfallsfonden/>

Betänkande 2017/18:FöU2: http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/arende/betankande/reglerna-om-finansiering-av-karnavfallshanteringen_H501FöU2

<https://www.riksrevisionen.se/sv/rapporter/Rapporter/EFF/2017/Finansieringssystemet-for-karnavfallshantering/>

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/pess/nyheter/2018/stralsakerhetsmyndigheten-lamnar-yttrande-om-slutforvar/>

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/pess/nyheter/2017/eus-andrade-karnakerhetsdirektiv-genomfors-i-sverige/>

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/radioaktivt-avfall/slutforvar/en-stegvis-provning/>

Kommittédirektiv 1992:72

Vetenskaplig kommitté med uppgift att utreda frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar m.m.

Beslut vid regeringssammanträde 1992-05-27. Chefen för Miljö- och naturresursdepartementet, statsrådet Johansson, anför

Mitt förslag

Jag föreslår att en särskild kommitté med vetenskaplig inriktning tillsätts med uppgift att utreda frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar och för att lämna regeringen och vissa myndigheter råd i dessa frågor.

Bakgrund

I propositionen 1991/92:99 om vissa anslagsfrågor för budgetåret 1992/93 samt om ändringar i den statliga organisationen på Kärnavfallsområdet föreslog regeringen att Statens kärnbränslenämnd läggs ned som egen myndighet och att verksamheten förs över till Statens kärnkraftinspektion. I propositionen anfördes att det vetenskapliga råd – KASAM – som finns knutet till Kärnbränslenämnden skulle ges en mer fristående ställning och knytas direkt till Miljö- och naturresursdepartementet som en utredning i stället för att i administrativt hänseende vara knutet till en myndighet.

Riksdagen (1991/92:NU22, rskr.226) har beslutat i enlighet med regeringens förslag till ändrad statlig organisation på kärnavfallsområdet.

En särskild kommitté med vetenskaplig inriktning med uppgift att utreda frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar och med uppgift att lämna regeringen och vissa myndigheter råd i dessa frågor, bör alltså tillsättas.

Uppdraget

Kommittén bör

- vart tredje år med början år 1992, senast den 1 juni, i ett särskilt betänkande redovisa sin självständiga bedömning av kunskapsläget på kärnavfallsområdet.
- senast nio månader efter den tidpunkt som anges i 25 § förordningen (1984:14) om kärnteknisk verksamhet redovisa sin självständiga bedömning av det program för den allsidiga forsknings och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som den som har tillstånd att inneha och driva en kärnkraftsreaktor skall upprätta eller låta upprätta enligt 12 § Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

Kommittén bör även lämna råd i ärenden med anknytning till kärnavfallsområdet till Statens kärnkraftinspektion och Statens strålskyddsinstitut när detta begärs av dem.

I mån av behov och tillgång på medel bör kommittén få företa Utrikes resor för att studera anläggningar och verksamhet inom kärnavfallsområdet samt anordna seminarier kring övergripande frågor inom kärnavfallshanteringen.

Kommittén bör beakta regeringens direktiv till statliga kommittéer och särskilda utredare angående utredningsförslagets inriktning (Dir. 1984:5) samt angående EG-aspekter i utredningsverksamheten (Dir. 1988:43).

Kommittén bör bestå av en ordförande och högst tio andra ledamöter. Den bör också i mån av behov och tillgång på medel få anlita utomstående för särskilda uppdrag. Ordförande, ledamöter, sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde bör utses för en bestämd tid.

Kommitténs uppdrag skall anses vara slutfört när regeringen beslutat i anledning av en ansökan om slutförvar för använt kärnbränsle och högaktivt kärnavfall i Sverige.

Hemställan

Med hänvisning till vad jag nu har anfört hemställer jag att regeringen bemyndigar chefen för Miljö- och naturresursdepartementet

- att tillkalla en särskild kommitté med vetenskaplig inriktning – omfattat av kommittéförordningen (1976:119) – med högst elva ledamöter med uppgift att utreda frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar och för att lämna regeringen och vissa myndigheter råd i dessa frågor,
- att besluta om ordförande, ledamöter, sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde.

Vidare hemställer jag att regeringen beslutar att kostnaderna skall belasta fjortonde huvudtitelns anslag Utredningar m.m.

Beslut

Regeringen ansluter sig till föredragandens överväganden och bifaller hans hemställan.

Kommittédirektiv 2009:31

Tilläggsdirektiv till Kärnavfallsrådet (M 1992:A)

Beslut vid regeringssammanträde den 8 april 2009

Sammanfattning

Statens råd för kärnavfallsfrågor inrättades genom beslut vid regeringssammanträde den 27 maj 1992 (dir. 1992:72). Rådet, som fortsättningsvis kallas Kärnavfallsrådet, ska utreda och belysa frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar m.m. samt lämna råd till regeringen i dessa frågor. Utöver regeringen är viktiga målgrupper för Kärnavfallsrådet också berörda myndigheter, kärnkraftsindustrin, kommuner, intresserade organisationer samt politiker och massmedier.

Kärnavfallsrådet ska ha en ämnesmässigt bred vetenskaplig kompetensprofil innefattande naturvetenskap, teknik, samhällsvetenskap och humaniora.

Kärnavfallsrådets uppdrag ska anses slutfört när regeringen har beslutat om ett slutförvar för använt kärnbränsle och högaktivt kärnavfall i Sverige.

Dessa direktiv ersätter direktiven från den 27 maj 1992.

Uppdraget

Kärnavfallsrådet ska bedöma Svensk Kärnbränslehantering AB:s forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprogram (Fud-program), ansökningar och övriga redovisningar av relevans för slutförvaring av kärnavfall. Kärnavfallsrådet ska senast nio månader efter

det att Svensk Kärnbränslehantering AB i enlighet med 12 § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet har lämnat sitt Fud-program redovisa sin självständiga bedömning av den forsknings- och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som redovisas i programmet. Rådet ska även följa det arbete som sker inom avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar.

Kärnavfallsrådet ska under februari månad varje år fr.o.m. 2010 redovisa föregående års arbete och sin självständiga bedömning av det aktuella läget inom kärnavfallsområdet.

Kärnavfallsrådet ska utreda och belysa viktiga frågor inom kärnavfallsområdet, bl.a. genom utfrågningar och seminarier, och skapa förutsättningar för så väl underbyggda råd till regeringen som möjligt.

Kärnavfallsrådet ska följa utvecklingen av andra länders slutförvarsprogram avseende hantering av kärnavfall och använt kärnbränsle. Rådet bör även följa och vid behov delta i internationella organisationers arbete i kärnavfallsfrågan.

Dessa direktiv ersätter direktiven från den 27 maj 1992 (dir. 1992:72).

Organisation

Kärnavfallsrådet ska bestå av en ordförande och högst tio andra ledamöter (varav en fungerar som vice ordförande). Ledamöterna ska ha en bred vetenskaplig kompetens inom områden som berör kärnavfallsfrågan. Den kan vid behov och tillgång på medel anlita utomstående för särskilda uppdrag. Ordförande, ledamöter, sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde ska utses för en bestämd tid.

Tidsplan

Kärnavfallsrådets uppdrag ska anses slutfört när regeringen har beslutat om ett slutförvar för använt kärnbränsle och högaktivt kärnavfall i Sverige.

(Miljödepartementet)

Statens offentliga utredningar 2018

Kronologisk förteckning

1. Ett reklamlandskap i förändring
– konsumentskydd och tillsyn i en digitaliserad värld. Fi.
2. Stärkt straffrättsligt skydd
för blåljusverksamhet och andra samhällsnyttiga funktioner. Ju.
3. En strategisk agenda
för internationalisering. U.
4. Framtidens biobanker. S.
5. Vissa processuella frågor på
socialförsäkringsområdet. S.
6. Grovt upphovsrättsbrott och
grovt varumärkesbrott. Ju.
7. Försvarsmaktens långsiktiga
materielbehov. Fö.
8. Kunskapsläget på kärnavfallsområdet
2018. Beslut under osäkerhet. M.

Statens offentliga utredningar 2018

Systematisk förteckning

Finansdepartementet

Ett reklamlandskap i förändring
– konsumentskydd och tillsyn
i en digitaliserad värld. [1]

Försvarsdepartementet

Försvarsmaktens långsiktiga
materielbehov. [7]

Justitiedepartementet

Stärkt straffrättsligt skydd
för blåljusverksamhet och andra
sammansnyttiga funktioner. [2]
Grovt upphovsrättsbrott och
grovt varumärkesbrott. [6]

Miljö- och energidepartementet

Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018.
Beslut under osäkerhet. [8]

Socialdepartementet

Framtidens biobank. [4]
Vissa processuella frågor på social-
försäkringsområdet. [5]

Utbildningsdepartementet

En strategisk agenda
för internationalisering. [3]

Statens råd för kärnavfallsfrågor – Kärnavfallsrådet – är en fristående vetenskaplig kommitté där ledamöterna har sakkunskap inom teknik, naturvetenskap, etik och samhällsvetenskap.

I februari varje år publicerar Kärnavfallsrådet en kunskapslägesrapport. Årets rapport (SOU 2018:8) har titeln *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018. Beslut under osäkerhet*.

Prövningen av Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) ansökningar om ett system för slutförvaring av använt kärnbränsle följer en komplicerad process. Ytterst är det regeringen som ska fatta beslut. Det ska bygga på ett omfattande vetenskapligt underlag, men med tanke på att ett slutförvar ska innesluta det farliga bränslet i hundratusentals år, blir det ändå ett beslut under osäkerhet.

Med utgångspunkt från sin tvärvetenskapliga sammansättning belyser rådet ett antal frågor från olika ämnesperspektiv. I ett inledande kapitel berörs grundbegrepp som osäkerhet och risk samt etiska frågor. Därefter behandlas miljökonsekvensbeskrivning, kompetensförsörjning, informationsbevarande, statens sistahandsansvar och en stegvis prövning enligt kärntekniklagen. I det efterföljande kapitlet är tekniska frågor om barriärerna i fokus, framförallt när det gäller kunskaper och osäkerheter om kapseln och berget.

