

# Kunskapslägesrapport på kärnavfallsområdet 2010

*– utmaningar för slutförvarsprogrammet*

*Rapport från Kärnavfallsrådet*

*Stockholm 2010*



STATENS OFFENTLIGA  
UTREDNINGAR

SOU 2010:6

SOU och Ds kan köpas från Fritzes kundtjänst. För remissutsändningar av SOU och Ds svarar Fritzes Offentliga Publikationer på uppdrag av Regeringskansliets förvaltningsavdelning.

Beställningsadress:  
Fritzes kundtjänst  
106 47 Stockholm  
Orderfax: 08-598 191 91  
Ordertel: 08-598 191 90  
E-post: [order.fritzes@nj.se](mailto:order.fritzes@nj.se)  
Internet: [www.fritzes.se](http://www.fritzes.se)

*Svara på remiss. Hur och varför. Statsrådsberedningen (SB PM 2003:2, reviderad 2009-05-02)*  
– En liten broschyr som underlättar arbetet för den som ska svara på remiss.  
Broschyren är gratis och kan laddas ner eller beställas på  
<http://www.regeringen.se/remiss>

Textbearbetning och layout har utförts av Regeringskansliet, FA/kommittéservice

Tryckt av Elanders Sverige AB  
Stockholm 2010

ISBN 978-91-38-23344-3  
ISSN 0375-250X

# Till statsrådet och chefen för Miljödepartementet

Statens råd för kärnavfallsfrågor – Kärnavfallsrådet – är en oberoende vetenskaplig kommitté som har till uppgift att ge regeringen råd i frågor om kärnavfall och rivning av kärntekniska anläggningar.

Under februari månad varje år ska Kärnavfallsrådet ge sin självständiga bedömning av det aktuella läget inom kärnavfallsområdet, en så kallad kunskapslägesrapport. Syftet med rapporten är att belysa de frågor som Kärnavfallsrådet anser särskilt relevanta, och klargöra Kärnavfallsrådets synpunkter i dessa. Kärnavfallsrådet överlämnar härmed årets kunskapslägesrapport (den tionde i raden) *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2010 – utmaningar för slutförvarsprogrammet* (SOU 2009:6).

Under 2009 har Kärnavfallsrådet hållit utfrågningar och seminarier för att belysa relevanta frågor och fört diskussioner med aktörer i det svenska slutförvarsprogrammet. Parallellt har rådet följt utvecklingen av andra länders slutförvarsprogram. Baserat på detta underlag har Kärnavfallsrådet identifierat två områden som särskilt viktiga områden att belysa i årets rapport. Dessa utmaningar avser de tekniska barriärerna (kopparkapseln och bufferten) och återtagbarhet.

Bakom föreliggande rapport står samtliga ledamöter och sakkunniga i Kärnavfallsrådet.

Rapporterna om kunskapsläget på kärnavfallsområdet åren 1998, 2001, 2004 och 2007 finns också tillgängliga i engelsk version. Rådet avser att senare i år ge ut en engelsk översättning även av 2010 års rapport.

Stockholm i januari 2010

Torsten Carlsson  
Ordförande

## Kärnavfallsrådets sammansättning

### Ledamöter

*Torsten Carlsson* (ordf.), tidigare kommunstyrelsens ordförande i Oskarshamn

*Carl Reinhold Bråkenhielm* (vice ordf.), professor, teologi, Uppsala universitet

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

*Willis Forsling*, professor, oorganisk kemi, Luleå tekniska universitet

*Tuija Hilding-Rydevik*, docent, mark/vattenresurser med inriktning på MKB, Sveriges Lantbruksuniversitet

*Lennart Johansson*, docent, radiofysik, Norrlands universitetssjukhus, Umeå

*Clas-Otto Wene*, professor emeritus, energisystemteknik, Chalmers Tekniska Högskola

*Mats Harms-Ringdahl*, professor, strålningsbiologi, Stockholms universitet

*Karin Högdahl*, docent, geologi, Uppsala universitet

*Anna Jarstad*, docent, statsvetenskap, Uppsala universitet

### Sakkunniga

*Hannu Hänninen*, professor, maskinteknik, Tekniska Högskolan i Helsingfors

*Ingvar Persson*, jur. kand, Utredningen om en samordnad reglering på kärnteknik- och strålskyddsområdet (M 2008:05)

### Kansli

*Eva Simic* (kanslichef)

*Holmfridur Bjarnadottir* (kanslisekreterare)

*Karolina Brogan* (assistent)

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>7</b>
1.1	De tekniska barriärerna utmanas .....	7
1.2	Återtagbarhet .....	8
<b>2</b>	<b>De tekniska barriärerna utmanas.....</b>	<b>11</b>
2.1	Bakgrund .....	11
2.2	Kopparkapselns egenskaper utmanas .....	13
2.2.1	Kopparmetallens egenskaper .....	13
2.2.2	Vad innebär kopparkorrosion? .....	13
2.2.3	Korroderar koppar i rent syrefritt vatten? En vetenskaplig kontrovers .....	15
2.2.4	Kärnavfallsrådets ställningstaganden.....	18
2.3	Bentonitens egenskaper utmanas.....	21
2.3.1	Bentonitens egenskaper.....	21
2.3.2	Bentonitens svällning och erosion.....	22
2.3.3	Processer vid gränsytorna .....	23
2.3.4	Bentonitens sammansättning.....	24
2.3.5	Kärnavfallsrådets ställningstaganden.....	25
<b>3</b>	<b>Om återtagbarhet .....</b>	<b>27</b>
3.1	Återtagbarhet blir åter aktuellt .....	27
3.1.1	Återtag, återtagbarhet, omvändbarhet och stegvist beslutsfattande .....	28
3.1.2	Återtagbarhet i några olika länder .....	30
3.1.3	Utvecklingen inom NEA .....	33
3.1.4	Svenska attityder till återtag.....	33

3.2	Återtagbarhet i den svenska kärnavfallshistorien.....	35
3.2.1	Kärnavfallsrådets behandling av återtagbarhetsfrågan.....	35
3.2.2	SKB:s inställning .....	37
3.3	Återtagstekniken under 2000-talet .....	39
3.3.1	Är ett återtag tekniskt möjligt?.....	40
3.3.2	Är ett återtag civilrättsligt möjligt? .....	41
3.3.3	Är återtag/återtagbarhet önskvärt?.....	43
3.4	Kärnavfallsrådets ställningstaganden .....	45
	<b>Appendix.....</b>	<b>51</b>

# 1 Inledning

2009 har varit ett händelserikt år inom det svenska kärnavfallsområdet.

I juni 2009 meddelade Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) att de kommer att ansöka om tillstånd för att bygga och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark i Östhammars kommun. I december 2009 blev en preliminär miljökonsekvensbeskrivning tillgänglig och SKB beräknar att lämna in ansökan om tillstånd för slutförvar av använt kärnbränsle för prövning till Strålsäkerhetsmyndigheten och miljödomstolen vid årsskiftet 2010/2011.

Samtidigt ifrågasätts säkerheten i de tekniska barriärerna i SKB:s metod för slutförvaring, KBS 3-metoden. Framför allt är det kopparkapselns hållbarhet i rent, syrefritt vatten, som ifrågasatts enligt nya forskningsrön. Men även bentonitlerans egenskaper har diskuterats under året.

Internationellt har frågan om återtagbarhet blivit alltmer aktuell, och ligger högt upp på agendan inom de nationella kärnavfallshanteringsprogrammen i många länder. Olika faktorer har medverkat till detta: klimatfrågan som har aktualiserat kärnkraftens betydelse som energikälla och ny reaktorteknik som har givit upphov till frågan om en återanvändning av använt kärnbränsle.

Kärnavfallsrådet anser därför att dessa områden är viktiga att belysa i årets kunskapslägesrapport, och här ges en kort sammanfattning av rådets ställningstaganden.

## 1.1 De tekniska barriärerna utmanas

SKB:s metod för slutförvaring av använt kärnbränsle, KBS 3-metoden, bygger på ett system med flera barriärer som ska samverka för att uppfylla de krav som ställs på den långsiktiga säkerheten. Dessa är *kopparkapseln*, *bufferten* (som består av bento-

nitlera) och *berget*. Förutom de tre barriärerna är återfyllning en viktig komponent i slutförvaret, och i likhet med bufferten består den huvudsakligen av bentonitlera.

### Kopparkapseln

De senaste två åren har ett forskarteam från KTH publicerat forskningsrön som ifrågasätter kopparkapslarnas hållbarhet och som påvisar risk för korrosion i syrefritt vatten. Kärnavfallsrådet anser att det för närvarande inte är möjligt att dra så långtgående slutsatser från sina forskningsresultat som Hultqvist och Szakalos gör med avseende på kopparkapslarnas långsiktiga hållbarhet i slutförvaret, och att det krävs en serie undersökningar för att få svar på de frågor som uppstått kring ämnet. KTH-gruppens resultat kan alltså vara korrekta men det finns osäkerheter kring dem som måste klaras ut.

### Bufferten

Bufferten består av naturlig bentonitlera som kan suga upp vatten och svälla till flera gånger sin egen volym. Bentonitens egenskaper i både torrt och vått tillstånd är avgörande för hur väl bufferten i de borrhålen fungerar, och den måste kunna stå emot sönderdelning (erosion). Denna risk för erosion har uppmärksamats och studeras nu av SKB. Kärnavfallsrådet vill dock särskilt fästa uppmärksamheten på det faktum att bolaget till sina kommande leverantörer måste bli mycket tydligare i sin kravspecifikation på leran. Detta gäller gränsvärdet för föroreningar, halten av montmorillonit i bentoniten samt krav på andra mineraler. Kärnavfallsrådet vill också poängtera vikten av att den forskning som ligger till grund för kraven på bentonitens innehåll redovisas på ett tydligt sätt.

## 1.2 Återtagbarhet

Återtagbarhet och omvändbarhet är två begrepp som för närvarande diskuteras inom de nationella avfallshanteringsprogrammen i många länder. Det gäller möjligheten att ta upp kärnavfall ur slutförvaret, före och eventuellt även efter förslutning av förvaret. I en



aktuell studie gjord vid NEA (Nuclear Energy Agency) presenteras krav och innebörden av ett återtag i olika länders slutförvarsprogram. I flera länder (till exempel Frankrike, Japan, Kanada och USA) är frågan om återtagbarhet nära förknippad med frågan om den sociala acceptansen av ett slutförvar för använt kärnbränsle. Kärnavfallsrådet anser därför att frågan måste komma upp på den svenska agendan – särskilt som svenska folkets attityder till återtag under de senaste decennierna har blivit mer positiva.

## 2 De tekniska barriärerna utmanas

### 2.1 Bakgrund

SKB:s metod för slutförvaring av använt kärnbränsle, KBS 3-metoden, bygger på ett system med flera barriärer som ska samverka för att uppfylla de krav som ställs på den långsiktiga säkerheten. Metoden innebär att bränslet innesluts i gjutjärn och kapslas in i koppar. Kopparkapslarna bäddas sedan in i bentonitlera på ungefär 500 meters djup i berget. De tre barriärerna är med andra ord kopparkapseln, bufferten och berget (se figur 1). Var och en av dessa har sin särskilda uppgift att fylla och tillsammans bildar de en helhet som ska skapa förutsättningar för ett säkert förvar.

**Kopparkapseln** har en central roll i slutförvaret för använt kärnbränsle. SKB beskriver den som den viktigaste *isolerande* komponenten i förvaret<sup>1</sup>, det vill säga det är den barriär som i första hand ska hindra de radioaktiva ämnena i bränslet från att komma ut i omgivningen. Den är alltså av avgörande betydelse för förvaret.

**Bufferten** består av bentonitlera som har till uppgift att hindra korrosiva ämnen i grundvattnet från att ta sig fram till kapseln, att skydda kapseln vid mindre rörelser i berget samt att fördröja de radioaktiva ämnen som kan komma ut ur en otät kapsel.

**Berget** är den tredje barriären. Det ska isolera avfallet samt ge kapseln och bufferten en stabil kemisk miljö. Berget är till skillnad från kapseln och bufferten en naturlig barriär och kommer inte att behandlas vidare här.

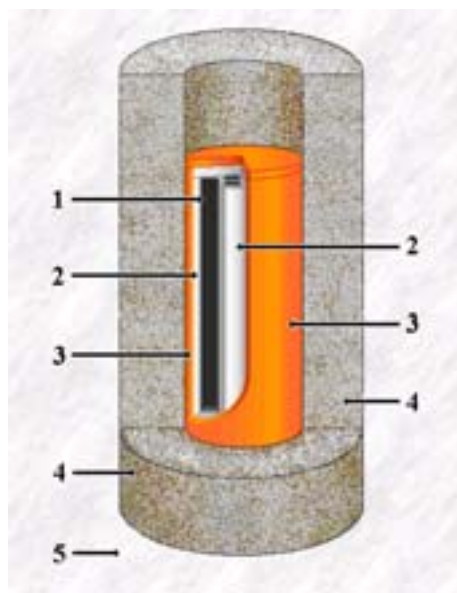
Förutom de tre barriärerna är återfyllningen en viktig komponent i slutförvaret. Återfyllningen är det material som SKB avser att fylla igen tunnlar och schakt med när deponeringen är klar, och den består i likhet med bufferten huvudsakligen av bentonitlera. Eftersom bentonitleran är en huvudkomponent i både buffert och

---

<sup>1</sup> Se SKB R -07-24.

återfyllnad är dess egenskaper alltså av mycket stor betydelse för den långsiktiga säkerheten. Mer om problematiken kring detta finns i avsnitt 2.3. Men först (i avsnitt 2.2) redovisas Kärnavfallsrådets syn på kunskapsläget inom kapselområdet och vilka utmaningar SKB står inför.

**Figur 1** Översiktlig bild (icke skalenlig) av barriärsystemet enligt KBS 3-konceptet



*Beskrivning:* Översiktlig bild (icke skalenlig) av barriärsystemet enligt KBS 3-konceptet. (1) Kärnbränsle i form av pellets av urandioxid inneslutna i zirkalloy-rör. Både det använda kärnbränslet och zirkalloy-rören är svårlösliga, vilket försvårar utlakning av radioaktiva isotoper i kontakt med vatten. (2) Insats av stål, som fungerar som strålskydd och ger mekanisk stabilitet. Den fördröjer inträngning av vatten om kopparkapseln har skadats. (3) Kopparkapsel, som är extremt korrosionsbeständig under de kemiska betingelser som råder i förvaret. (4) Bentonitbuffert som ska begränsa transport av grundvatten till kapseln och förhindra spridning av radioaktiva ämnen till omgivningen. (5) Omgivande berg. Om radioaktiva ämnen skulle ta sig igenom bufferten ska vidare transport i grundvatten genom bergsprickor försvåras genom utfällning och sorption på bergsytor och mineralpartiklar. Det omgivande berget ska alltså hjälpa till med att hindra radioaktiva ämnen från att nå biosfären.

## 2.2 Kopparkapselns egenskaper utmanas

### 2.2.1 Kopparmetallens egenskaper

Koppar är ett relativt sällsynt grundämne och utgör endast cirka 0,007 procent av jordskorpanns massa. Det bildar tillsammans med silver och guld den så kallade koppargruppen bland grundämnena i periodiska systemet, eller de så kallade myntmetallerna.

Koppar är ett eftertraktat material i många konstruktioner på grund av sina mekaniska egenskaper, sin elektriska ledningsförmåga, sitt tilltalande utseende samt sin relativa immunitet mot korrosion. SKB skriver i sin rapport *Barriärerna*<sup>2</sup> att

... koppar har valts som material till ytterhöljet, eftersom det är ett ämne som är mycket motståndskraftigt mot korrosion i den syrefria miljö som råder i ett djupförvar. Om det finns löst syre i grundvattnet korroderar emellertid kopparhöljet.

Det är alltså framför allt egenskaper som korrosionsbeständighet och mekanisk stabilitet som har gjort koppar till ett naturligt val som barriär i förvaret, och eftersom kapseln ska fullgöra sin uppgift i mer än 100 000 år får det inte finnas frågetecken kring dessa egenskaper. Förhållandena i förvaret kommer att förändras med tiden och kapseln måste klara alla förväntade förhållanden och det måste även finnas utrymme för oväntade händelser. Kopparkapseln är den industriella produkt som förväntas ha den överlägset längsta funktionstiden och kraven måste ställas i enlighet med detta.

### 2.2.2 Vad innebär kopparkorrosion?

Korrosion är resultatet av en reaktion, kemisk eller elektrokemisk, mellan ett material och dess omgivande miljö. Vanligtvis förknippar vi korrosion med rostangrepp på järn, men malakit/ärg på koppar eller vitrost på zink är exempel på andra korrosionsprodukter.

Korrosion leder till en försvagning av material, och i slutförvarssammanhang skulle detta kunna leda till läckage av radioaktiva ämnen ut i grundvattnet och vidare till biosfären.

Man skiljer mellan korrosion i närvaro och frånvaro av syre. Koppar korroderar alltid i närvaro av syre. Däremot har man hittills antagit att koppar inte kan korrodera i syrefria miljöer, om inte

---

<sup>2</sup> Februari 2002.

dessa miljöer inte innehåller sulfid- eller kloridjoner. Därför har SKB vidtagit åtgärder för att minimera förekomsten av sulfidjoner i kopparkapselns omgivning exempelvis genom särskilda krav på bentonitlerans sammansättning. Även SSM och Kärnavfallsrådet har hittills fokuserat på korrosion under närvaro av sulfid- och kloridjoner.

För en tid sedan presenterade dock doktor Peter Szakálos och professor Gunnar Hultqvist från KTH resultat som ifrågasätter detta antagande.<sup>3</sup> De menar att deras forskning, som bygger på resultat som Hultqvist presenterade för mer än 20 år sedan, visar att koppar faktiskt kan korrodera i rent syrefritt vatten i relativt stor omfattning.<sup>4</sup> Deras resultat har i sin tur ifrågasatts av SKB som anser att de nya forskningsresultaten inte är övertygande, utan till viss del motsägelsefulla. Även SSM och deras expertgrupp inom området har ifrågasatt resultaten.

#### Faktaruta 1: Syretillgång efter deponering

Man delar in tiden efter deponering av kopparkapslarna i slutförvaret i en aerob och en anaerob period, som motsvarar tillgången på syre i form av syrgas eller syre löst i vattnet. Under den aeroba perioden tiden efter deponeringen finns relativt gott om syre i luftfickor i bentoniten och i grundvattnet, och man kan räkna med att kopparkapselns yta kommer att vara täckt av någon korrosionsprodukt.

Allteftersom syret i förvaret förbrukas genom reaktioner med föroreningar i bentonitleran övergår tillståndet successivt till att bli anaerobt, det vill säga syrefritt. Det anaeroba tillståndet förväntas fortgå under mycket lång tid, vilket betyder att det är väsentligt att förutspå vad som händer då. De stora hoten mot kopparkapseln under denna period har ansetts vara de vätesulfidjoner och kloridjoner som kan finnas i det närvarande grundvattnet.

Kärnavfallsrådet intar en öppen men skeptisk attityd till forskargruppens resultat, framför allt när de gäller de långtgående slutsatser som forskarna har dragit med avseende på kopparkapslarnas

<sup>3</sup> *Corrosion of Copper by Water in Electrochemical and Solid-State Letters 2007 och Water Corrodes Copper in Catal. Lett. 2009.*

<sup>4</sup> G. Hultqvist, *Corrosion Science*, 1986, "Hydrogen Evolution in Corrosion of Copper in Pure Water".

hållbarhet i slutförvaret. Vi kommer därför fortsättningsvis i denna skrift att fokusera på dessa nya forskningsrön.

### 2.2.3 Korroderar koppar i rent syrefritt vatten? En vetenskaplig kontrovers

Szakálos och Hultqvist menar att deras experimentella resultat tyder på att koppar kan oxideras av vätejoner i rent vatten under syrefria förhållanden även i frånvaro av andra joner. Vätejonerna reduceras genom processen och bildar väteatomer, samt en hittills odefinierad korrosionsprodukt. De nybildade väteatomerna kan antingen slå sig samman och bilda vätgas eller absorberas och lösas av kopparmetallen.

Szakálos och Hultqvist menar att om vätgasen försvinner ur systemet kan processen fortsätta så länge det finns vatten kvar. De menar vidare att koppar kan bli sprödare genom att den bildade vätgasen transporteras in i och löses i metallen. Forskarnas resultat innebär att korrosionshastigheten för koppar i vatten skulle vara flera tiopotenser högre än vad som angetts av till exempel SKB, vilket är en utmaning för kopparkapselns funktion i slutförvaret. Forskarna själva förutser att kopparkapslarna i förvaret skulle kunna korrodera inom några hundra år och dessutom skulle de innan dess ha försvagats mekaniskt av det väte som genereras i processen och som absorberas av metallen.

En del i Hultqvists och Szakálos' argumentation bygger på observationer av de kopparmynt från regalskeppet Wasa som återfanns 1961 efter det att de legat inbäddade i bottensedimenten utanför Stockholm sedan 1628. Hultqvist och Szakálos med flera hävdar att förhållandena där till övervägande del liknar den anaeroba miljö som kopparkapseln kommer att möta i förvaret.<sup>5</sup> Kopparmyntan från Wasa är i stor omfattning korroderade vilket forskargruppen har tagit som en indikation på att även kapseln kommer att korrodera på förhållandevis kort tid. Denna åsikt har kritiserats av SKB som pekar på de höga halter av föroreningar som finns i sedimenten. Det gäller inte minst sulfidjoner som har välkänt korrosiva egenskaper för koppar även under syrefria förhållanden.

För att få klarhet i var vetenskapen står i denna fråga arrangerade Kärnavfallsrådet ett internationellt vetenskapligt seminarium

---

<sup>5</sup> "Water Corrodes Copper" (Catal. Lett. 2009).

om ”Mekanismer för kopparkorrosion i vatten” i Stockholm den 16 november 2009. Syftet var att diskutera grundläggande mekanismer när det gäller kopparkorrosion i rent syrefritt vatten samt att identifiera vilken ytterligare information som behövs för att kontrollera om denna korrosionsmekanism verkligen sker och för att bedöma dess betydelse för den långsiktiga säkerheten hos ett slutförvar av KBS 3-typ.

Slutsatser från detta seminarium är att KTH-gruppens resultat kan vara korrekta men att det finns osäkerheter kring dem som måste klaras ut. För att få svar på de frågor som uppstått kring ämnet krävs en serie undersökningar. De inbjudna experterna<sup>6</sup> är dock överens om att experimentella resultat som innebär att koppar oxideras spontant i rent syrefritt vatten genom att protoner (vätejoner) reduceras inte har stöd av hittills publicerade termodynamiska data (andra huvudsatsen) och står i konflikt med vedertagen kunskap och erfarenhet. De flesta experter ifrågasätter också tolkningen av de experimentella resultaten som görs av forskargruppen från KTH och menar att den föreslagna korrosionsprodukten måste karakteriseras bättre och man måste fastställa om den utgör en separat (tredimensionell) fas eller om den är ett resultat av reaktioner på kopparytan i begränsad omfattning. Men även SKB:s rapporter och slutsatser om kopparkorrosion bör utsättas för en mer omfattande kritisk granskning, till exempel anser en av experterna att en omfattande analys bör göras för att fastställa de villkor som gäller för att minimera korrosion av koppar i förvaret. Systemet bör modelleras som funktion av de parametrar som förväntas variera med tiden, till exempel temperatur, pH, sulfidjonkoncentration och vätgastryck.

Nyckelfrågor i sammanhanget är stabilitet och övriga egenskaper hos den bildade korrosionsprodukten. Utgör den en egen separat stabil fas eller består den av en adsorberad tunn film på metallytan? Denna distinktion är viktig eftersom den avgör om korrosionsreaktionen är en så kallad ”bulkreaktion”, som innebär att metallen angrips långsiktigt och djupgående, eller om det är en ytreaktion, vars hastighet kan förväntas avta med tiden – i varje fall om vatten inte fritt kan flöda till metallen. Diskussionen gäller alltså inte i första hand om koppar kan reagera med vatten utan vilken omfattning denna reaktion har; det vill säga om den allvarligt påverkar bulkmetallen eller om den är begränsad till ytorna.

---

<sup>6</sup> Dr Gaik-Khuan Chuah, Dr Ron Latanision, Prof. Digby Macdonald och Dr David Shoesmith.

En fullständig redogörelse av de föredragningar som gjordes av inbjudna forskare från KTH och SKB samt expertpanelen och deras slutliga ställningstaganden kommer att presenteras i en särskild rapport under våren 2010.

### Faktaruta 2: Olika korrosionsmekanismer

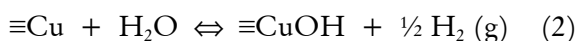
Korrosion av koppar innebär alltid att metallisk koppar  $\text{Cu}^0$  oxideras till jonform,  $\text{Cu}^+$  eller  $\text{Cu}^{2+}$ , vilket kan ske genom att metallisk koppar ger elektroner till något ämne i omgivningen t.ex. syrgasmolekyler ( $\text{O}_2$ ) som då bildar oxidjoner ( $\text{O}^{2-}$ ) eller vätejoner,  $\text{H}^+$ , som då bildar vätgas  $\text{H}_2$ . Den kemiska mekanism som föreslås av forskargruppen från KTH kan något förenklat beskrivas av reaktionsformeln:



$\text{Cu}^0$  står för metallisk koppar och frågetecknet efter  $\text{CuOH}$  (= koppar[I]hydroxid) i formeln betyder att sammansättningen på reaktionsprodukten inte har kunnat fastställas.

En nyckelfråga i sammanhanget är stabiliteten och övriga egenskaper hos den bildade korrosionsprodukten  $\text{CuOH}$ . Utgör den en egen separat tredimensionell fas eller består den av en adsorberad tunn film på ytan som därför egentligen borde skrivas  $\equiv\text{CuOH}$  ( $\equiv$  betecknar metallytan)?

Den distinktionen är viktig eftersom den avgör om korrosionsreaktionen är en s.k. "bulkreaktion" eller om det är en ytreaktion (2). Reaktionen kan i det senare fallet skrivas:

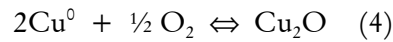
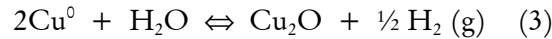


Denna reaktion har stöd i tidigare forskning (t.ex. E. Protopopoff and P. Marcus; *Electrochimica Acta*, 51, 408 [2005]) och resulterar också i vätgasutveckling som tidigare visats av G. Hultqvist m.fl. i deras experiment.

Diskussionen gäller alltså inte i första hand om koppar kan reagera med vatten genom vätgasutveckling utan under vilka förhållanden och i vilken omfattning denna reaktion sker dvs. om den är begränsad till ytorna eller allvarligt påverkar bulkmetallen.



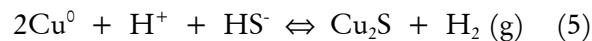
Kända termodynamiska samband tyder på att både reaktion (1) ovan och reaktion (3) nedan är osannolika i vatten medan reaktion (4) är sannolik i både luft och syrehaltigt vatten och därför kan förväntas ske på kopparkapseln under den tidiga perioden i förvaret



Reaktion (4) innebär alltså att kopparkapseln alltid kommer att ha ett skikt av kopparoxid på ytan under aeroba (syrerika) förhållanden.

Detta skikt kan också innehålla klorid ( $\text{Cl}^-$ ), karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) eller sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) om motsvarande joner finns i den omgivande miljön.

Under syrefria (anaeroba) förhållanden kan koppar korrodera genom t.ex. reaktion (5) nedan:



Eller genom en motsvarande reaktion där  $\text{Cu}^+$  jonerna bildar föreningar med klorid (t.ex.  $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ).

Det är dessa reaktioner som SKB antar vara det långsiktigt största hotet mot kopparkapseln i slutförvaret och man har därför vidtagit åtgärder (t.ex. krav på sammansättningen av bentonit) för att minimera förekomsten av sulfidjoner i bentonitleran.

#### 2.2.4 Kärnavfallsrådets ställningstaganden

I Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2007 (SOU 2008:70) beskrevs olika möjligheter för korrosion av kopparkapseln i slutförvaret. Kärnavfallsrådets slutsatser gällande korrosion sammanfattades i nedanstående uppmaningar till SKB:

- Fortsatta korrosionsstudier behövs inom olika områden: accelererande långtidsförsök för spänningskorrosion, allmän korrosion i klorid- och sulfidhaltiga vatten med bentonit och mikrobiell korrosion.

- Mekanismer av kopparkorrosion i syrefritt vatten måste undersökas experimentellt för att bevisa om korrosion av koppar genom väteutveckling kan ske i rent, avjoniserat, syrefritt vatten och i grundvatten med bentonit.

Mot bakgrund av den senaste tidens diskussioner anser Kärnavfallsrådet att det finns all anledning att fortsättningsvis hålla fast vid dessa yttranden.

SKB menar att frågan om mekanismer för korrosion av koppar i rent vatten under anaeroba förhållanden i första hand är en fråga för vetenskapssamhället. De anser att det för SKB:s del gäller att visa att KBS 3-metoden med sitt flerbarriärsystem är tillräckligt robust för att hantera en korrosion av kopparkapseln av den omfattning som forskargruppen från KTH beskriver. Kärnavfallsrådet anser dock att SKB måste demonstrera på vilket sätt säkerhetsanalysen kan användas för att bevisa detta påstående.

Diskussionen om kopparkorrosion gäller framför allt vad som händer med kopparkapseln under anaeroba förhållanden och med låga halter av sulfid- och kloridjoner i bentonitens porvatten som är i kontakt med kapseln. Vid övergången från aeroba till anaeroba förhållanden kommer kopparkapselns yta att ha ett omfattande skikt av korrosionsprodukter som bildats vid produktion och transport av kapslarna. Kapslarna kommer dessutom att ha en jämförelsevis hög temperatur ( $\approx 100^\circ \text{C}$ ) och reaktioner med syre kan förväntas fortsätta under relativt lång tid i deponeringshålet.

Det finns för närvarande ingen säker uppskattning av hur lång tid koppar korroderar genom oxidation med syre i omgivningen, det vill säga hur länge kapseln kommer att befinna sig i en aerob miljö. Kärnavfallsrådet anser att SKB bör skaffa bättre kunskap om denna period både med avseende på tidslängd och med avseende på mekanismer som beskriver de förlopp som sker på kapseln vid övergången från aeroba till anaeroba förhållanden. Vilka långsiktiga konsekvenser får dessa förlopp för kopparkapseln?

Även om SKB anser att den senaste tidens diskussion om kopparkorrosion i syrefritt vatten inte har någon avgörande inverkan på den långsiktiga säkerheten i förvaret har den skapat osäkerhet kring kopparkapseln som en långsiktigt trovärdig barriär. Kärnavfallsrådet anser att SKB aktivt bör medverka till att frågan om korrosion av koppar i rent syrefritt vatten utreds på ett vetenskapligt oantastligt vis och att dess eventuella betydelse eller brist på betydelse fastslås.

Kärnavfallsrådet anser att det för närvarande inte är möjligt att dra så långtgående slutsatser från sina forskningsresultat som Hultqvist och Szakálos gör med avseende på kopparkapslarnas långsiktiga hållbarhet i slutförvaret. Hultqvist och Szakálos har studerat korrosion av kopparfolier i bägare fyllda med vatten i laboratoriemiljö, och det är stor skillnad mellan sådana och 5 cm tjocka kopparkapslar omgivna av bentonit i slutförvaret. Vidare är en möjlig förklaring till Hultqvists och Szakálos' observationer att reaktionen som observerats inte är en bulkreaktion utan en ytreaktion. Men för att fastställa detta krävs alltså ytterligare undersökningar.

Däremot har den senaste tidens diskussion om huruvida koppar korroderar i rent syrefritt vatten tydliggjort att det saknas specifik kunskap om vad som händer på kopparkapslarnas ytor vid övergången från aeroba till anaeroba förhållanden. Detta konstaterar Kärnavfallsrådet både mot bakgrund av de forskningsresultat som forskargruppen från KTH redovisat men också de resultat om korrosion på upphettade kopparrör i bentonit som redovisas av SKB. En fråga som behöver besvaras är hur det fortsatta förloppet påverkas av mängden och sammansättningen av de oxidationsprodukter som redan finns på ytorna när förhållandena blir syrefria.

Det finns enligt Kärnavfallsrådets mening alldeles för få studier av kopparkorrosion under de förhållanden som förväntas i förvaret. I SKB:s rapport<sup>7</sup> var inte studier av kopparkorrosion den primära avsikten utan fokus låg på hur bentoniten påverkas i förvaret. Genom att det finns så få studier av hur koppar uppför sig i förvarsmiljö har resultaten från denna studie tolkats och i vissa fall övertolkats med avseende på korrosion av koppar i kontakt med bentonit. Kärnavfallsrådet anser därför att det vore på sin plats med en studie med fokus på korrosion av koppar i den miljö som förväntas i förvaret det vill säga i både aeroba och anaeroba förhållanden. Resultaten från de projekt som hittills har redovisats är inte entydiga och ger i alltför hög grad utrymme för tolkningar som kan utnyttjas för att driva helt olika hypoteser med avseende på kopparkapselns långsiktiga egenskaper i förvarsmiljö.

Korrosionsprocesser i syrefria (anaeroba) miljöer ger ofta väte som biprodukt (från vatten) och det är känt att väte kan lösas av metaller och orsaka kraftigt nedsatt mekanisk hållfasthet, så kallad väteförsprödning. Koppar har visat sig ha en förhållandevis låg

<sup>7</sup> Rapport TR-09-29, *Long term test of buffer material at the Äspö Hard Rock Laboratory, LOT project.*

löslighet av väte men även en liten minskning av den mekaniska hållfastheten kan påverka funktionen på lång sikt. Rådet anser att det är viktigt att undanröja all tveksamhet om eventuell väteförspredning av koppar, särskilt med tanke på kapselns tåljämförbarhet i samband med att den utsätts för höga tryckspänningar.

En annan konsekvens av höga tryck när bentoniten vattenmättas och sväller samt under en istid är så kallad spänningskorrosion. Den kan bli särskilt påtaglig i förvaret genom att vattentillförsel och vattenmättnad i bentoniten sker ojämnt. Kapseln kan då utsättas för stora böjspänningar vilket ökar risken för spänningskorrosion. Ett riskområde för lokal korrosion är området omkring de svetsfogar som finns på kapseln. Detta gäller inte minst i närvaro av kloridjoner i grundvattnet

Kärnavfallsrådet uppmanar SKB att utföra och redovisa fortsatt forskning kring väteförspredning och spänningskorrosion.

## **2.3 Bentonitens egenskaper utmanas**

### **2.3.1 Bentonitens egenskaper**

Bufferten är den andra barriären i flerbarriärsystemet, och ska omge kopparkapseln i slutförvaret. Den har en rad viktiga uppgifter för förvarets långsiktiga säkerhet och består av en naturlig lera som kan suga upp vatten och svälla till flera gånger sin egen volym.

Denna lera, bentonitlera, har bildats genom sedimentation och omvandling av vulkanisk aska och består till stor del av lermineralet montmorillonit. Bentonit hittar man oftast i form av lerlager i sedimentära bergarter. Olika typer av bentonit är natriumbentonit, kalciumbentonit och så kallad natriumaktiverad bentonit som bildas genom att man tillsätter kemikalier till kalciumbentoniten för att få den mer lik natriumbentonit.

Bentonitens egenskaper i både torrt och vått tillstånd är avgörande för hur väl bufferten i de borrade deponeringshålen fungerar. Bentonitleran är dessutom en viktig beståndsdel i återfyllningen av deponeringstunnlar och andra håligheter i berget som åstadkommit i samband med byggandet av förvaret.

Bentonit i bufferten har formen av kompakta ringar som träs på kopparkapseln i deponeringshålet, medan återfyllnaden består av kompakterade block eller pellets som man lägger i transporttunnlarna. Under den senaste tiden har både buffertens och återfyll-

ningens långsiktiga egenskaper utmanats av nya och gamla forskningsupptäckter avseende omfattningen och betydelsen av bentoniterosion.

En av bentonitens viktigaste egenskaper är att den utvidgar sig mycket då den tar upp vatten – och natriumbentoniten gör detta bättre än kalciumbentoniten. Å andra sidan krävs under vissa förhållanden att leran står emot sönderdelning – då kan kalciumbentoniten fungera bättre.

### 2.3.2 Bentonitens svällning och erosion

Inflöde av vatten till deponeringshålen förväntas ske i huvudsak genom sprickor i omgivande berg. Om inflödet lokalt är större än vad bentoniten förmår att absorbera kommer det att uppstå en vattenansamling i deponeringshålet, som i sin tur utövar tryck mot bufferten. Att en sådan vattenansamling kan bildas beror på att den svällande bentoniten i början har en konsistens som kan vara för mjuk för att stoppa inflöde av vatten, och förutom tryck på bufferten kan konsekvensen av vattenansamlingen bli att bentoniten eroderar. Erosion i detta sammanhang innebär en sönderdelning av bentonit till små partiklar som i värsta fall transporteras bort av strömmande vatten.

Vad som kan orsaka erosion av bentonitbuffertar har varit känt och har studerats under relativt lång tid. Vad som däremot är en utmaning är att säkerställa att erosionen inte får en omfattning som hotar buffertens långsiktiga egenskaper. Särskilt viktig i detta sammanhang är olika bentonitlerors naturliga innehåll av envärda respektive tvåvärda joner.

Bentonit har ett naturligt innehåll av positiva joner som karakteriserar lerans förmåga att absorbera vatten och svälla. Natriumbentonit innehåller envärda natriumjoner, och kalciumbentonit innehåller tvåvärda kalciumjoner. SKB beskriver att svällningsförmågan till stor del styrs av bentonitlerans innehåll av envärda eller tvåvärda joner samt av ytladdningen på partiklarna.<sup>8</sup> Envärda joner gynnar svällningen medan tvåvärda joner och hög ytladdning påverkar svällningsförmågan negativt, och det kan finnas ett visst motsatsförhållande mellan bentonitens svällningshastighet i vatten och dess förmåga att stå emot erosion.

---

<sup>8</sup> I TR-09-06.

En snabb och omfattande svällning är eftersträvansvärd om vattenmättnaden och svällningen kan ske i ett utrymme där bentonitens volym begränsas, så att man kan erhålla en hög densitet i slutändan. Här är envärda joner att föredra. När det å andra sidan gäller förmågan att motstå erosion på lång sikt kan det vara en fördel om partiklarna hålls ihop av tvåvärda joner som binder starkare till ytorna på lerpartiklarna och inte är lika lätta att skölja bort av strömmande vatten.

Så här fungerar det:

Positiva joner neutraliserar den negativa laddningen på lerpartiklarnas ytor, vilket gör att bentonitens minsta beståndsdelar, extremt små så kallade kolloidala partiklar, attraheras till varandra och bildar större ansamlingar. Dessa ansamlingar hålls så ihop av det omgivande vattnets bindande förmåga (vätebindningar). Här skulle alltså envärdig natriumbentonit vara att föredra.

En viktig orsak till erosion är dock att de positiva jonerna, som tidigare varit bundna vid ytorna och skapat attraktion mellan partiklarna, kan sköljas bort av inströmmande vatten. Detta gör att partiklarna får samma negativa laddning och i stället stöter bort varandra, med resultatet att de större ansamlingarna kan falla sönder igen, till små partiklar som transporteras bort med vattnet (erosion). Här skulle alltså tvåvärdig kalciumbentonit vara att föredra.

I början av slutförvaret är det en fördel om bentoniten sväller snabbt. Men efter en istid, med de stora mängder smältvatten som uppkommer efter det att isen smälter, blir kravet på en lera med starkare jonbindningar centralt, för att minska risken för sönderfall och korrosion. Dessa motstridiga krav på motståndskraft mot korrosion måste tas i särskilt beaktande av SKB.

### 2.3.3 Processer vid gränsytorna

Risken för en omfattande erosion torde vara störst när bentoniten har fått svälla utan tillräckligt högt mottryck, eftersom det innebär att den får en geléartad och lös konsistens där partiklarna lätt sönderdelas och följer med vattnet. Detta är ett mindre problem i deponeringshålen där mottrycket i normala fall är stort från omgivande berg, men ett större problem vid gränsytorna mellan återfyllningen och berget.

SKB avser ju att fylla ut tunnarna med block av kompakterad bentonitlera och skapa en förtätning mot omgivande berg med hjälp av bentonitpellets. Dock kan den stora mängden av pellets som behövs för att förtäta hålrummen mellan block och berg innebära att metoden blir mycket känslig för kanalbildning och erosion.

En annan gränsyta i förvaret av specifikt intresse är kontaktytan mellan kopparkapsel och omgivande bentonit. Den nyligen publicerade rapporten från det så kallade LOT-projektet<sup>9</sup> visade att korrosionsprodukter från ett upphettat kopparrör har transporterats flera centimeter in i omgivande bentonit. Vare sig man antar att denna transport av koppar härrör från korrosionsprodukter som bildats under aeroba eller anaeroba förhållanden är det uppenbart att bentoniten påverkar korrosionsförloppet genom att transportera reaktionsprodukterna bort från kopparkapselns yta.

Därför behövs en större studie av bentonitens inverkan på korrosion av koppar med betoning på både aeroba och anaeroba förhållanden. Det skulle då vara av särskilt intresse att studera exakt det kopparmaterial som ska användas i kopparkapslarna också vid förhöjd temperatur.

#### 2.3.4 Bentonitens sammansättning

När det gäller kraven på bentonitens sammansättning, vid sidan om en hög halt av montmorillonit, kan det mycket väl bli fråga om att hitta kompromisser där olika egenskaper ställs mot varandra. Det kan gälla motståndskraft mot erosion eller bästa tänkbara svällningsförmåga, liksom olika innehåll av föreningar som under vissa förhållanden påverkar bentonitens egenskaper i positiv eller negativ riktning.

Vanliga föreningar i bentoniten finns både i form av organiska ämnen (som består av till exempel kolväteföreningar) och oorganiska ämnen exempelvis kalcit, gips och pyrit. Organiska föreningar och pyrit förbrukar syre som finns i bentoniten från början och som transporteras med grundvattnet när bentoniten sväller. Organiska ämnen ger i slutändan huvudsakligen koldioxid och vatten som slutprodukt medan pyriten reagerar under bildning av sulfatjoner samtidigt som vätejoner ( $H^+$ ) frigörs och vattnet blir surare, vilket innebär lägre pH-värde. Att syre förbrukas i bentoniten är i huvudsak positivt förutsatt att kopparkapseln inte korro-

---

<sup>9</sup> SKB- rapport TR-09-29.

derar i rent syrefritt vatten, men sulfatjoner (liksom sulfidjoner) utgör däremot ett långsiktigt hot mot kapseln. Sulfatjoner kan reduceras till sulfidjoner av bakterier i bentoniten och sulfidjonerna påverkar korrosionen av koppar i anaerob miljö. I SKB:s kravspecifikation ingår därför begränsningar av halten sulfidjoner, totalhalten svavel<sup>10</sup> och totalhalten av organiska ämnen.

### 2.3.5 Kärnavfallsrådets ställningstaganden

Nästan alla SKB:s forsknings- och demonstrationsprojekt har baserats på en bestämd bentonitlera (MX 80) som har specifika egenskaper. Denna specifika bentonit har under lång tid studerats med avseende på ett stort antal egenskaper som har ansetts viktiga för bufferten.

På senare tid har SKB dock kommit fram till att denna lera kan ersättas av ett brett utbud av bentonit av olika kvalitet, om det uppfyller några förhållandevis lågt ställda krav. Förutom gränsvärden på de föroreningar som nämnts ovan avser SKB att endast kräva ett minimivärde på 75 procent på halten av montmorillonit i bentoniten. Montmorillonit är det lermineral som huvudsakligen ger bentoniten egenskapen att svälla i vatten och utgör vanligen 75–90 procent av den totala sammansättningen. Andra viktiga mineral i naturlig bentonit är kvarts och fältspat samt kalcit, gips och pyrit.<sup>11</sup> Även dessa mineral påverkar bentonitens egenskaper på olika sätt, och borde specificeras tydligare i SKB:s krav.

En orsak till den relativt generella kravspecifikationen är att SKB då kan öppna upp för ett stort antal leverantörer, vilket minskar beroendet av en enda leverantör. Kärnavfallsrådet anser dock att SKB har ställt alltför generella krav på sammansättningen av den bentonit som ska användas, och att SKB måste redovisa den forskning och prövning som har lett till detta ställningstagande.

SKB bedriver för närvarande ett intensivt utvecklingsarbete i sitt nya bentonitlaboratorium om bentonitens funktion i buffert och återfyllning. Detta gäller inte minst frågor om svällning och erosion framför allt i samband med återfyllning av deponeringstunnlar och hålrum. Problematiken i samband med buffererosion ska studeras vidare. Det gäller speciellt gränstorna mellan buffert och återfyllning samt mellan återfyllning och berg. Det har också

---

<sup>10</sup> Sulfidjoner + sulfatjoner.

<sup>11</sup> För en mer ingående beskrivning, se Kärnavfallsrådets tidigare yttrande SOU 2008:70.



visat sig att det finns fler tekniska utmaningar än väntat i samband med återfyllningen av tunnlar och håligheter i berget för slutförvaret.

Kärnavfallsrådet anser att betydelsen av bentonitens sammansättning och innehåll av föroreningar bör studeras i samband med kopparkorrosion under aeroba och anaeroba förhållanden vid förhöjd temperatur. Vad betyder det att bentoniten i form av ringar, block eller pellets förblir omättade under en mycket lång tid? Hur påverkar detta de önskvärda egenskaper som man tillskriver en fullt vattenmättad bentonit? Detta är några av de frågor som rådet ser fram emot att få besvarade.

Kärnavfallsrådet följer med stort intresse SKB:s arbete och ser fram mot ett mer slutgiltigt beslut om val av material och metod. Rådet vill också poängtera vikten av att den forskning som ligger till grund för kraven på bentonitens innehåll redovisas på ett tydligare sätt.

## 3 Om återtagbarhet

### Förkortningar

ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, inrättad 1991
CoRWM	Committee on Radioactive Waste Management
IAEA	International Atomic and Energy Agency
KASAM	tidigare Kärnavfallsrådet
NEA	Nuclear Energy Agency
NWMO	Nuclear Waste Management Organization
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
SKB	Svensk Kärnbränslehantering AB
SKI	Statens kärnkraftsinspektion, numera SSM
SOM-institutet	Samhälle Opinion Massmedia
SSI	Statens strålskyddsinstitut, numera SSM
SSM	Strålsäkerhetsmyndigheten, tidigare SKI och SSI
STUK	Säteilyturvakeskus Finska Strålsäkerhetscentralen

### 3.1 Återtagbarhet blir åter aktuellt

Bör slutförvaret utformas så att det underlättar ett återtagande av kärnavfall som redan har deponerats? Denna fråga har dykt upp då och då i kärnavfallsdiskussionen sedan slutet av 1980-talet, och under senare tid har den blivit aktuell på nytt. Olika faktorer har

medverkat till detta. Klimatfrågan har aktualiserat kärnkraften som en betydelsefull energikälla och ny reaktorteknik ger upphov till frågan om återanvändning av använt kärnbränsle. Svenska folket har blivit mer positiva till återtag, och frågan har också fått en framträdande plats på den internationella agendan.

Kärnavfallsrådet vill i denna kunskapslägesrapport:

- klargöra frågans vikt och några principiella utgångspunkter,
- kortfattat presentera den internationella diskussionen, SKB:s inställning och en del tekniska frågor, och
- sammanfatta argumenten och klargöra Kärnavfallsrådets inställning i frågan.

Därigenom hoppas vi också kunna ge ett underlag till en vidare dialog kring slutförvarsfrågan, och speciellt kring frågan om använt kärnbränsle ska kunna återtas från ett slutförvar.

### 3.1.1 Återtag, återtagbarhet, omvändbarhet och stegvist beslutsfattande

*Återtag* innebär att man tar upp en eller flera kapslar med kärnavfall från förvaret till markytan, för att antingen återanvända det eller förvara det på annat sätt.

*Återtagbarhet* är en egenskap hos slutförvaret och begreppet syftar på den tekniska möjligheten till återtag. Ett sådant återtag är tekniskt sett enklast innan bufferten placerats runt kapseln i deponeringshålet, svårare sedan deponeringstunnlarna fyllts och förseglats och allra svårast – och mest kostsamt – sedan hela förvaret förslutits (se nedan figur 3).

Omvändbarhet<sup>1</sup> är ett vidare begrepp än återtagbarhet och åsyftar möjligheten att vid varje steg i programmet ta ett eller flera steg tillbaka i processen. Detta förutsätter granskning och möjlighet till omvärdering av tidigare beslut.

Tillämpat på kärnavfallsprojektet innebär det att man ska kunna göra en översyn av exempelvis teknikutvecklingen eller den sociala acceptansen vid olika steg i processen (till exempel efter deponeringen av kopparkapslarna i deponeringshålet, efter ingjutningen av kopparkapslarna, efter igenfyllning av deponeringstunnlarna eller

---

<sup>1</sup> På engelska *reversibility*.

till och med efter förslutning av förvaret som helhet). Mot bakgrund av denna översyn ska man kunna fatta beslut om att antingen gå vidare eller ta ett eller flera steg tillbaka. I Sverige förutsätter SSM:s föreskrifter att driftövervakning och underhåll av slutförvaret pågår till dess att slutlig förslutning av förvaret sker, vilket innebär att möjlighet till omvändbarhet och återtagbarhet måste finnas till dess att slutlig förslutning sker.<sup>2</sup>

Omvändbarhet är nära förknippad med en beslutsmodell som sammanfattats under begreppet *stegvist beslutsfattande*.<sup>3</sup> Denna modell har inspirerats av modern samhällsvetenskaplig beslutsteori och introducerades i återtagbarhetsfrågan av OECD:s kärnenergi-byrå NEA och den kommersiella kanadensiska kärnavfallsorganisationen NWMO. Denna beslutsmodell har länge varit praxis på kärnteknikområdet<sup>4</sup> och den har också varit betydelsefull i Kärnavfallsrådets behandling av frågan.<sup>5</sup>

Stegvist beslutsfattande står i kontrast till äldre beslutsteori, där beslut kring mer omfattande teknikprojekt tas ”i klump” och där alla detaljlösningar är utarbetade från början. Enligt den nyare modellen fattas beslut stegvis, och varje steg föregås av en prövning, ”go” eller ”no go”. Detta stegvisa sätt att arbeta ger också möjlighet att fortlöpande bedöma projekt utifrån samhälleliga och politiska utgångspunkter, vilket gör att förtroendet för genomförbarhet och säkerhet kan öka i takt med den ökande informationen och tekniska säkerheten.<sup>6</sup>

Stegvist beslutsfattande tillgodoser alltså behovet av flexibilitet i en process där mängden teknisk information hela tiden ökar och förändras. Behandlingen av säkerhetsfrågor i förvaret kan till exempel utvecklas efterhand som platsen blivit utforskad och dess egenskaper beskrivna, konstruktionen förfinats eller förståelsen ökat för vilka processer som kan inträffa i förvaret.<sup>7</sup>

Modellen för ett stegvist beslutsfattande har haft stort inflytande på frågan om hanteringen av använt kärnbränsle i olika

---

<sup>2</sup> SSMFS 2008:21, 1§ och Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd till 1§.

<sup>3</sup> På engelska *stepwise decision making* (SDM) eller *adaptive phased management* (APM).

<sup>4</sup> Modellen med stegvis beslutsfattande tillämpades redan i samband med prövningen av de första kärnkraftreaktorerna. Senaste exemplet på stegvis beslutsfattande inom det kärntekniska området kan man finna i samband med prövningen av höjning av högsta tillåtna termiska effekt av flera av kärnkraftreaktorerna och Clab etapp II. Tillståndsprocessen avseende Clab II kan man säga tog cirka 10 år från det att ansökningen om utbyggnaden av Clab kom in till myndigheten till dess att anläggningen kunde tas i rutinmässig drift.

<sup>5</sup> Se t.ex. KASAM:s kunskapslägesrapport 2001, s. 12, s. 50 och s. 92.

<sup>6</sup> Omvändbarhet och återtagbarhet, NEA, 2001, s. 15.

<sup>7</sup> Samma källa, 2001, s. 17.

länder, bland annat i Kanada, Frankrike, Finland och Storbritannien. När det brittiska kärnavfallsrådet 2006 överlämnade sina rekommendationer till den brittiska regeringen underströks att

... phased geological disposal and flexibility, possibly associated with retrievability, should be important elements in an adaptive phased process.<sup>8</sup>

### 3.1.2 Återtagbarhet i några olika länder

Innebörden och önskvärdheten av ett återtag har bedömts på olika sätt i olika länder. Av en aktuell studie gjord vid NEA framgår bland annat följande:

- *Kanada* avser med återtag borttagande av kärnavfall från ett förvar både *före* och *efter* förslutning – och att detta också är ett krav enligt principen om stegvist beslutsfattande (se ovan).
- I *Schweiz* är återtagbarhet också ett framträdande krav, men här avses endast återtagbarhet *före* förslutning. Förslutningen avslutar den period under vilken avfallet ska vara återtagbart.
- I *Ungern* berörs frågan om återtagbarhet inte uttryckligen i lagstiftningen, men däremot i tillsynsmyndigheternas föreskrifter som kräver återtagbarhet innan förslutning – dock inte efter.
- I *USA* anger regelverket att ett slutförvar ska utformas så att ett återtag inte ska vara omöjligt, men inte heller här förutses något återtag efter förslutning.
- I *Tyskland* berörs återtagbarheten varken i lagstiftning eller i myndighetsföreskrifter, men den har aktualiserats i den offentliga diskussionen under senare år.
- I *Holland* var frågan om återtagbarhet aktuell under mitten av 1990-talet. Den officiella linjen har här varit att återtagbarhet ska vara möjlig också efter förslutning. Därför ställde sig också den dåvarande regeringen negativ till ett slutförvar i saltformationer, eftersom ett sådant slutförvar skulle göra ett återtag praktiskt taget omöjligt.
- *Storbritanniens* regering konstaterade 2006 att det finns olika uppfattningar om återtagbarhet, men ansluter sig till CoRWM

---

<sup>8</sup> [www.corwm.uk](http://www.corwm.uk).

(Committee on Radioactive Waste Management), och menar att man inte bör avvakta med en förslutning av förvaret för att underlätta ett framtida återtag. Huvudprincipen är en förslutning vid tidigast möjliga tidpunkt för att öka säkerheten, begränsa riskerna för olika terroraktioner och för att undvika att arbetarna i slutförvaret utsätts för skadliga stråldoser.

- I *Japan* berörs frågan om återtagbarhet inte i den statliga lagstiftningen, men återtagbarhet *före* förslutning berörs i officiella utredningar som en del av säkerhetskraven.

I detta sammanhang finns det särskild anledning att uppmärksamma utvecklingen i två andra länder, nämligen Finland och Frankrike.

- I *Finland* var återtagbarheten tidigare ett framträdande lagstiftningskrav, men 2008 markerade den dåvarande regeringen i ett nytt beslut att långsiktig säkerhet *inte* förutsätter återtagbarhet. Denna förändring kommer att få genomslag i STUK, den finska strålsäkerhetscentralens regelverk, men kompliceras av att det finns ett parlamentariskt principbeslut från år 2000 som baseras på den gamla lagstiftningen och som innefattar ett krav på återtagbarhet (i första hand före förslutning). Det beslutade slutförvaret i Olkiluoto är underkastat detta krav.

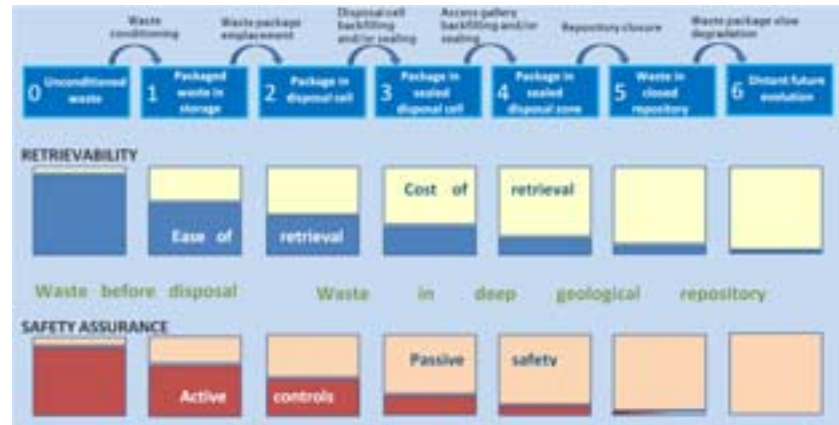
- *Frankrike* har varit ett föregångsland när det gäller frågan om återtagbarhet. Frågan diskuterades redan på 1980-talet och fick då också ett avtryck i lagstiftningen i början av 1990-talet. Denna lagstiftning förnyades 2006, och innefattar ett krav på omvändbarhet.

Den franska diskussionen har varit starkt påverkad av idén om ett stegvist beslutsfattande, där omvändbarhet blir ett generellt krav och kravet på återtagbarhet en del av detta. Det franska kärnavfallsbolaget<sup>9</sup> ska i sin kommande ansökan om att uppföra en slutförvarsanläggning uppvisa hur man kan uppfylla omvändbarhetskravet åtminstone upp till 100 år in i framtiden. Arbetet med en precisering av detta krav pågår för närvarande och ska vara klart 2014 inför deras slutliga ansökan 2015. Som en del av detta arbete ingår också utarbetandet av en så kallad "omvändbarhet-återtagbarhetsskala", som vidareutvecklas av en arbetsgrupp inom NEA (figur 2).

---

<sup>9</sup> ANDRA, Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, inrättad 1991.

Figur 2 En så kallad omvändbarhet-återtagbarhetsskala



*Beskrivning:* En så kallad omvändbarhet-återtagbarhetsskala klargör olika milstolpar i genomförandet av slutförvarsprojektet (0–5), en bedömning av svårighetsgraden och kostnadsnivån av ett återtag, samt graden av aktiva/passiva säkerhetsåtgärder. Figuren är under framtagande av NEA och kan komma att ändras något.

I flera länder, till exempel Frankrike, Japan, Kanada och USA, är frågan om återtagbarhet nära förknippad med frågan om den sociala acceptansen av ett slutförvar för använt kärnbränsle. Återtagbarhet anses bidra till att göra en slutförvaring av kärnavfall mer trovärdig och kan av detta skäl också vara önskvärd. Å andra sidan får man inte förväxla frågan om allmänhetens acceptans med frågan om slutförvarets säkerhet, och man bör alltså skilja mellan:

- återtagbarhet som ett socialt eller politiskt krav,
- återtagbarheten som ett säkerhetsmässigt krav, och
- återtagbarhet som ett etiskt krav, till exempel grundat på principen om framtida generationers handlingsfrihet.

Vi kommer att gå in närmare på detta i kapitel 3.

### 3.1.3 Utvecklingen inom NEA

Den internationella expertopinionens inflytande ska heller inte underskattas. Den kommer tydligast till uttryck i en studie som gjordes inom NEA och som publicerades 2001. Året därpå utkom den i en svensk översättning under den långa titeln *På väg mot geologisk slutförvaring av radioaktivt avfall: omvändbarhet och återtagbarhet. En internationell diskussion om möjligheterna att gå tillbaka ett eller flera steg i deponeringsprocessen*.<sup>10</sup> Studien utmynnar i ett antal slutsatser och rekommendationer, som på ett garderat och försiktigt sätt öppnar för återtagbarhet. NEA skriver till exempel följande:

Forskning och utveckling bör fortsätta inom områden som har relevans för återtag och i synnerhet bör demonstrationer göras av sådana tekniker i de nationella och internationella forskningsprogrammen. Sådana demonstrationer bidrar till att öka förtroendet för återtagstekniken och också till ett bredare allmänt förtroende för att kärnavfallsorganisationerna är lämpade att ta hand om detta och att de menar allvar vad gäller återtagbarheten.

I detta sammanhang är det av intresse att notera att NEA 2007 tillsatte en ny arbetsgrupp med syfte att ytterligare belysa frågan om omvändbarhet och återtagbarhet. Gruppen har haft tre möten och planerar nu en större internationell konferens i Reims i slutet av 2010.

### 3.1.4 Svenska attityder till återtag

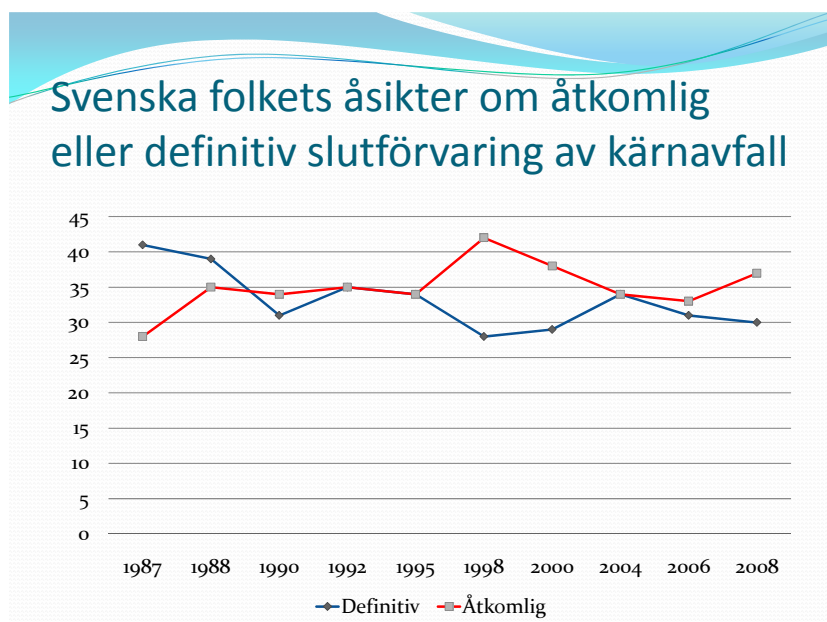
Sociologiska studier utförda av SOM-institutet vid Göteborgs universitet sedan 1987 vittnar om en värderingsförskjutning bland allmänheten när det gäller värdet av återtagbarhet (se figur 3).

---

<sup>10</sup> Stockholm: Kommentus förlag 2002.



Figur 3 Svenska folkets åsikter om åtkomlig eller definitiv slutförvaring av kärnavfall under perioden 1987–2008



För närvarande är det fler som förespråkar en åtkomlighet än en definitiv slutförvaring. Det gäller framför allt män och personer under 30 år, högutbildade och boende i storstäder. Kvinnor, personer över 60 år, lågutbildade och boende i glesbygd föredrar en definitiv slutförvaring framför åtkomlighet. Kärnkraftsmotståndare önskar i högre utsträckning en definitiv slutförvaring, anhängare i lägre grad. En tredjedel har svårt att ta ställning.<sup>11</sup>

Frågan om opinionsläget när det gäller kärnavfallens åtkomlighet berördes redan i Kärnavfallsrådets kunskapslägesrapport från 2001. Där konstaterades bland annat att det skett en förskjutning av diskussionen

... från att handla om slutförvar som skulle förslutas och som ingen längre skulle behöva bry sig om till att handla om förvar från vilka det skall vara möjligt att återta avfallet. Grovt förenklat kan man säga att den tidigare inställningen byggde på teknik medan den senare baseras på allmänhetens uppfattningar.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Svensk höst, SOM-rapport nr 46, artikel av Per Hedberg, s. 259–266.

<sup>12</sup> Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2001, SOU 2001:35, s. 91.

## 3.2 Återtagbarhet i den svenska kärnavfallshistorien

Frågan om återtagbarhet har hittills inte intagit en framträdande plats i den offentliga diskussionen. En förklaring till detta går att finna i den svenska kärnavfallshistorien.

En viktig milstolpe i tänkandet kring hanteringen av det svenska kärnavfallet togs i den så kallade AKA-utredningen 1976.<sup>13</sup> Frågan om ett återtag av det använda kärnbränslet behandlades dock inte där, utan den var helt fokuserad på frågan om en *slutlig* förvaring av kärnavfallet. KBS-metoden växte fram som ett svar på utredningen och 1983 presenterades KBS 3, som blivit den så kallade planeringsförutsättningen för utvecklingen fram till i dag. I det sammanhanget blev frågan om återtagbarhet marginell.

Det bör dock framhållas att SKB vid olika tillfällen, bland annat i sina forsknings- och utvecklingsprogram, har berört frågan. De har då alltid framhållit att KBS 3-metoden varken förutsätter eller utesluter ett återtag. Detta ställningstagande har också varit förankrat i regelverket, som det kommer till uttryck i myndigheternas föreskrifter och allmänna råd (dåvarande SKI:s och nuvarande SSM).

Resonemangen om återtag utgår i denna skrift från KBS 3-metoden, eftersom SKB:s ansökan med största sannolikhet kommer avse ett slutförvar med utgångspunkt i denna metod. Men det bör påpekas att förutsättningarna för återtagbarhet och omvändbarhet får en annan dimension om ett slutförvar skulle utformas som ett eller flera djupa borrhål. Ett av argumenten för djupa borrhål är ju just att det försvårar ett återtag.

### 3.2.1 Kärnavfallsrådets behandling av återtagbarhetsfrågan

Kärnavfallsrådet har vid olika tillfällen sedan slutet av 1980-talet behandlat frågan om återtag och återtagbarhet av deponerat använt kärnbränsle. 1987 anordnade rådet (som då kallades KASAM) ett tvärvetenskapligt seminarium om *Etik och kärnavfall*, med frågan om *beslut under osäkerhet* i centrum. Under detta seminarium myntades den så kallade KASAM-principen:

Ett slutförvar bör utformas så att det dels gör kontroll och åtgärder onödiga, dels inte möjliggör kontroll och åtgärder.

---

<sup>13</sup> *Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall*, SOU 1975:31.

Vår generation bör med andra ord inte lägga ansvaret för slutförvaret på senare generationer, men vi bör å andra sidan inte heller beröva kommande generationer deras möjligheter att ta ansvar. Målsättningen formulerades alltså som dubbel:

1. Driftssäkerhet och reparerbarhet, kontroll obehövlig men samtidigt möjlig.
2. Förvar under säkra former, men också utrymme för förändring.

Två kommentarer till KASAM-principen kan vara motiverade.

*För det första* ifrågasätter KASAM-principen den vanligt förekommande synen att slutförvaret efter förslutning *nödvändigtvis* skulle behöva kontroll. Men man måste skilja mellan kontroll i betydelsen mätningar av barriärernas skyddsförmåga och kontroll i betydelsen yttre övervakning så att ingen obehörig tränger in i förvaret. Kontroll av barriärernas skyddsförmåga ska inte vara nödvändig efter förslutning, men yttre övervakning är ett krav från IAEA<sup>14</sup> (se vidare nedan).

*För det andra* följer återtagbarhet av KASAM-principen. Bland annat måste det stå kommande generationer fritt att använda och återta kärnavfallet som en resurs. Möjligheten till återtagbarhet bör därmed på ett tydligare sätt ingå i kravspecifikationen för förvarets utformning.

Under 1990-talet kom frågan om återtagbarhet av olika skäl alltmer i bakgrunden. Ett sådant skäl var att Statens kärnkraftsinspektion i sina föreskrifter och allmänna råd (se Appendix 1) med eftertryck placerade frågan om säkerheten i första rummet som det allt överskuggande funktionsvillkoret för ett slutförvar av kärnavfallet. Därför ändrade också SKB i mitten på 1990-talet sin terminologi från ”djupförvar” till ”slutförvar”. Härmed markeras dels att förvaret inte ska kräva någon övervakning eller kontroll och dels att en återtagning av det deponerade bränslet inte heller förutses.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> International Atomic and Energy Agency.

<sup>15</sup> Regeringens dåvarande särskilda rådgivare inom kärnavfallsrådet, Olof Söderberg, förklarade i en rapport distinktionen mellan djupförvar och slutförvar på följande sätt: ”Med djupförvar avses en anläggning i berg på stort djup som kan uppfylla kärntekniklagens krav på bestående förvaring (slutförvaring) av kärnavfall på ett säkert sätt, men som också ger möjlighet till återtagning. En förvaring av kärnavfall i ett djupförvar utesluter alltså inte andra lösningar i framtiden. Den kan därför ses som en form av mellanlagring som skall kunna tillgodose de krav som nu ställs på slutförvaring. Först när beslut i framtiden fattas om förslutning av djupförvaret kan man säga att förvaringen där är avsedd att bli bestående, dvs. lagringen övergår till att bli slutförvaring i kärntekniklagens mening”. SOU 1999:45.

Trots den markering som kom till uttryck i SKB:s terminologiska förändring blev frågan om återtagbarhet åter aktuell mot slutet av 1990-talet. En bidragande orsak till detta var den internationella utvecklingen inom IAEA och OECD, och man kan alltså belägga en värderingsförändring även i Sverige i slutet av 1990-talet. Vad som medverkade till denna förändring är oklart, men man skulle möjligen kunna peka på framväxten av en mer positiv inställning till kärnkraften som energikälla.<sup>16</sup>

### 3.2.2 SKB:s inställning

Vid granskningen av SKB:s forsknings- och utvecklingsprogram 2004 påpekade Kärnavfallsrådet nödvändigheten av att analysera säkerheten vid ett eventuellt återtagande av bränslekapslar från slutförvaret. Någon sådan analys har ännu inte redovisats av SKB, men har förutskickats som en så kallad systemvariant i en kommande systemanalys.<sup>17</sup> I sitt forsknings- och utvecklingsprogram 2007 påminner SKB om att det inte finns något formellt krav på att det ska vara möjligt att återta deponerade kapslar efter förslutning av förvaret, men framhåller samtidigt följande:

SKB har däremot formulerat ett eget krav på att slutförvaret ska utformas på ett sådant sätt att det är möjligt att ta tillbaka deponerade kapslar före förslutning. Detta får dock inte leda till tekniska utformningar som gör att förvarets långsiktiga funktion försämras. Enstaka kapslar kan behöva tas upp ur ett deponeringshål om något oförutsett inträffar under deponeringen. Att ta tillbaka ett större antal kapslar i ett senare skede av driften av förvaret ska också vara möjligt. Om en annan metod för att ta hand om eller ta vara på det använda bränslet föredras i framtiden behövs även då teknik för att ta tillbaka kapslar.<sup>18</sup>

Man skulle kunna formulera SKB:s grundinställning som att ett återtag av det deponerade kärnavfallet inte ska vara nödvändigt, men inte heller omöjligt. Forsknings- och utvecklingsprogrammen

---

<sup>16</sup> Kärnavfallsrådet anordnade 1999 i Saltsjöbaden ett internationellt seminarium om återtagbarhet i samarbete med IAEA. Vid detta seminarium medverkade en rad olika internationella experter, och frågan om återtagbarhetskravets ställning i en rad olika nationella kärnavfallsprojekt belystes. Dessutom behandlades den folkliga acceptansen, de etiska aspekterna, kontroll och övervakning. Seminariet har dokumenterats i en utförlig rapport (*Retrievability of High Level Waste and Spent Nuclear Fuel*, IAEA-TEDOC-1187, 2000) samt i Kärnavfallsrådets kunskapslägesrapport 2001.

<sup>17</sup> Fud-program 2004, s. 370.

<sup>18</sup> Fud-program 2007, s. 200.

vittnar emellertid inte om några mer långtgående åtgärder för att underlätta denna möjlighet.

Visserligen redovisar SKB i sitt senaste program ett framgångsrikt försök med en friläggning av en kopparkapsel i naturlig storlek med hjälp av en provisorisk utrustning i Äspölaboratoriet. Men detta försök förefaller inte vara förankrat i mer genomarbetade principiella överväganden och några andra åtgärder för att underlätta ett eventuellt återtag före eller efter förslutning redovisas inte. Det bör dock framhållas att varken myndigheter eller Kärnavfallsrådet haft några kritiska synpunkter på detta. SKI hade i sina senaste granskningar (2005 och 2008) inte några invändningar mot SKB:s hantering av återtagbarhetsfrågan utan begränsade sig till att erinra om sina föreskrifter och allmänna råd.<sup>19</sup>

Huvudintrycket är sammanfattningsvis att återtagbarhetsfrågan tillmäts en förhållandevis marginell betydelse i slutförvarsprojektet och att de ansvariga myndigheterna i stort sett är tillfreds med detta. Av allt att döma är det denna inställning som kommer att ligga till grund för den ansökan om uppförandet av ett slutförvar som SKB beräknar lämna in i slutet av 2010. Detta ligger också i linje med det syfte som SKB formulerade i sin ansökan om uppförande av en inkapslingsanläggning 2007:

- SKB:s syfte är att bygga, driva och försluta ett slutförvar med fokus på säkerhet, strålskydd och miljöhänsyn.
- Slutförvaret utformas så att olovlig befattning med kärnbränsle förhindras, både före och efter förslutning. Den långsiktiga säkerheten ska baseras på ett system av passiva barriärer.
- Slutförvaret är avsett för använt kärnbränsle från de svenska kärnreaktorerna och ska skapas inom Sveriges gränser med frivillig medverkan av berörda kommuner.
- Slutförvaret ska etableras av de generationer som dragit nytta av de svenska kärnreaktorerna och utformas så att det efter förslutning förblir säkert utan underhåll eller övervakning.

Några saker bör noteras här. För *det första* kan man konstatera att återtagbarhet inte ingår som en förutsättning (trots att SKB ”formulerat ett eget krav på att slutförvaret ska utformas på ett sådant sätt att det är möjligt att ta tillbaka deponerade kapslar före förslutning”)<sup>20</sup>. För *det andra* anspelar man på den tidigare nämnda KASAM-principen och framhåller att förvaret ska vara säkert även

<sup>19</sup> Se t.ex. SKI 2008, s. 90–91.

<sup>20</sup> SKB:s Fud-program 2007, s. 200.

utan underhåll och övervakning. Men blotta möjligheten till återtag medför en rad olika internationella förpliktelser, exempelvis att i enlighet med IAEA:s regelsystem bevaka förvaret och tillse att ingen olovligen försöker att ta sig in.<sup>21</sup>

I Kärnavfallsrådets *Kunskapslägesrapport 2001* konstateras bland annat följande:<sup>22</sup>

Om vi drar slutsatsen att avfallet i ett djupt geologiskt förvar är återtagbart – om än verkligt återtagande är ett stort och dyrbart företag – är det uppenbart att vi samtidigt dragit slutsatsen, att materialet i praktiken inte är omöjligt att återvinna och därför kommer att bli föremål för fortsatta safeguards<sup>23</sup>.

Det safeguardssystem (dvs. ett system för att upprätthålla kontroll av kärnämne) Sverige förpliktat sig till att uppfylla, ställer också andra krav på ett slutförvar med möjlighet till återtag. Man måste ha tillgång till en tillförlitlig metod att identifiera de kapslar som återtas, och märkningen av kapslarna måste vara beständig i ett långtidsperspektiv.<sup>24</sup>

### 3.3 Återtagstekniken under 2000-talet

Som redan nämnts har SKB under de senaste åren genomfört ett praktiskt återtagningsexperiment. Försöket har genomförts i Äspölaboratoriet och enligt SKB visat att det är praktiskt möjligt att frilägga en kapsel från mättad bentonit och genomföra ett återtag. Detta har skett genom en så kallad hydrodynamisk metod, där bentoniten slammats upp med saltvatten och pumpats bort. Metoden kan vara tidskrävande, men inga tekniska svårigheter har identifierats.

Kärnavfallsrådet anser att det aktuella återtagsförsöket otvivelaktigt givit ny och betydelsefull kunskap, men att försökets värde begränsas av att det inte genomförts med en kapsel som varit upphettad på det sätt man kan förutse i samband med ett realistiskt återtag någon gång innan den slutliga förslutningen av förvaret.

---

<sup>21</sup> Dessa förpliktelser sammanfattas i det s.k. SAGOR-programmet (SAGOR – Programme for the Development of Safeguards for the Final Disposal of Spent Fuel in Geologic Repositories).

<sup>22</sup> SOU 2001:35, s. 58 f.

<sup>23</sup> Här kommer vi i fortsättningen att benämna så kallade "safeguards" skydd och skyddssystem.

<sup>24</sup> Detta framhålls av SKB i Fud 2007, där man också framhåller att informationen om kapslarnas innehåll måste uppfylla samma krav (Fud 2007, s. 98).

Försöket är också gjort med så kallad vertikal deponering, vilket ger en bristfällig vägledning för återtag av horisontalt deponerade kapslar – i den mån SKB väljer en sådan placering av kapslarna.

Utomlands har vissa återtagbarhetsförsök genomförts, till exempel från det amerikanska slutförvaret för militärt kärnavfall i sydöstra delen av delstaten New Mexico<sup>25</sup> 2007–2008. Förvaret ligger i en saltformation på cirka 700 meters djup. Återtaget beslutades på grund av bristfällig dokumentation om avfallsbehållarens innehåll och genomfördes framgångsrikt. Det finns också en del andra exempel på lyckade återtag av kärnavfall, till exempel i Dunrey, Skottland.

Kunskapen om återtagbarheten har vuxit under de senaste decennierna, men det som saknas i det svenska programmet är en mer systematisk plan för olika faser och olika delar av slutförvaret.

Inledningsvis visade vi att en betydande majoritet av svenska folket förordar en åtkomlig slutförvaring. Frågan om utformningen av ett framtida slutförvar kan naturligtvis inte avgöras på basis av opinionsundersökningar, men frågan är relevant när tekniska och etiska argument pekar i samma riktning som allmänhetens attityder. Kärnavfallsrådet vill därför göra en övergripande bedömning av de tekniska och etiska argumenten och mot denna bakgrund sammanfatta sitt ställningstagande i fyra punkter.

### 3.3.1 Är ett återtag tekniskt möjligt?

När det gäller den tekniska möjligheten till återtag, finns det ingen anledning att ifrågasätta SKB:s allmänna bedömning att KBS 3-metoden möjliggör ett återtagande både före och efter den slutliga förslutningen av förvaret. Återtagsförsöket i Äspölaboratoriet ger kanske inte en helt tillräcklig vägledning, men den använda uppslamningstekniken förefaller vara en framkomlig väg.

Ett återtag *efter* förslutning blir naturligtvis tekniskt svårare och mer kostsamt.<sup>26</sup> Särskilt kostsamt blir återtag efter förslutning om det existerande slutförvaret av någon anledning inte bedöms tillräckligt säkert. Om ett återtag däremot genomförs för att utnyttja kärnavfallet kan nyttan uppväga bördan. Rent tekniskt är det en fråga om sedvanlig gruvdrift; kapslarna förutsätts då också vara

---

<sup>25</sup> WIPP, Waste Isolation Pilot Plant.

<sup>26</sup> IAEA TEADOC-1187, s. 189–201.

intakta och möjliga att friläggas på ett sätt som illustrerades i återtagsförsöket 2007.

### 3.3.2 Är ett återtag civilrättsligt möjligt?

Vid sidan av de tekniska möjligheterna har vi frågan om framtida aktörers *civil- och konkursrättsliga* möjligheter att återta det använda kärnbränslet. Den nuvarande lagstiftningen reglerar på ett ingående sätt ansvaret för slutförvaringen av använt kärnbränsle och övrigt radioaktivt avfall. Reaktorinnehavarna är ansvariga för att det använda kärnbränslet och kärnavfallet slutförvaras på ett säkert sätt.

Reaktorinnehavarna har uppdragit åt SKB att slutförvara det använda kärnbränslet och kärnavfallet. SKB:s ansvar innebär att utforma slutförvaret på ett sådant sätt att det använda kärnbränslet och kärnavfallet kan slutförvaras på ett säkert sätt. SKB har också ett ansvar<sup>27</sup> för att de förpliktelser uppfylls som följer av Sveriges överenskommelser i syfte att förhindra spridning av kärnvapen och obehörig befattning med kärnämne och använt kärnbränsle även efter det att slutförvaret förslutits. Däremot kan reaktorinnehavarna inte överlåta det yttersta ansvaret för slutförvaringen av det använda kärnbränslet utan måste själva vara aktiva för att se till att säkerheten i samband med slutförvaringen hålls på en mycket hög nivå.

Reaktorinnehavarnas eller SKB:s ansvar enligt kärntekniklagen sträcker sig alltså till dess det fullgjorts vilket enligt kärntekniklagen skett när slutförvaret för såväl använt kärnbränsle som övrigt radioaktivt avfall slutligt förslutits<sup>28, 29</sup>. En reaktorinnehavare vars reaktor stängts av permanent kan då avveckla sin verksamhet och upphöra som juridisk person. För SKB kan ansvarsfrågan sträcka sig längre. Efter det att SKB har fullgjort sina skyldigheter enligt kärntekniklagen genom att slutligt försluta slutförvaret och stänga det för intrång från omvärlden har SKB, som verksamhetsutövare fortfarande ett ansvar enligt miljöbalken, för efterbehandling av eventuella skador på miljön eller i övrigt som slutförvaret kan orsaka.

---

<sup>27</sup> 3 och 4 §§ kärntekniklagen.

<sup>28</sup> Se prop. 2005/06:183, s. 30 samt SOU 2009:88, s. 424.

<sup>29</sup> 14 § kärntekniklagen.



Den svenska staten har genom att ratificera 1997 års konvention om säkerheten vid hantering av använt kärnbränsle och om säkerheten vid hantering av radioaktivt avfall (avfallskonventionen) åtagit sig ett sistahandsansvar<sup>30</sup> för säkerheten av slutförvaringen. Sistahandsansvaret innebär att om det av någon anledning inte skulle finnas någon tillståndshavare eller någon annan ansvarig part, som har förmåga att bära ansvaret för slutförvaret eller av annat skäl avstår från att göra det vilar det slutliga ansvaret för säkerheten på staten. Statens sistahandsansvar bör också innebära att staten, genom en myndighet, utövar kontroll över området genom övervakning. Det finns genom IAEA och EU-kommissionen också ett internationellt intresse av att staten ser till att någon form av tillsyn kommer till stånd, dels av avfallet i sig, dels genom att upprätthålla ett fysiskt skydd av området.

När statens sistahandsansvar inträder kan det vara lämpligt att äganderätten till hela den eller de fastigheter där slutförvaret är beläget och äganderätten till det använda kärnbränslet också övergår till staten. Detta är emellertid inte utan vidare givet. Det inkapslade använda kärnbränslet i slutförvaret har betydande värde som det kan vara möjligt att realisera i framtiden. Statens sistahandsansvar inskränker sig till säkerheten för slutförvaret. Däremot kan det finnas andra intressenter, till exempel de moderbolag i de koncernbildningar som tidigare tillståndshavare kan ha tillhört eller framtida fastighetsägare, och som vill göra anspråk på äganderätten till det använda kärnbränslet.

En fråga som aktualiserats i det sammanhanget rör det fall då en reaktorinnehavare har deponerat allt sitt använda kärnbränsle och dessa delar av slutförvaret förslutits innan övriga reaktorinnehavares bränsle deponerats och slutförvaret slutligt förslutits. Denne kan då anse att han fullgjort sina skyldigheter och därför bli befriad från dem enligt kärntekniklagen. Mot den bakgrunden kan denne också ha invändningar mot någon av de övriga reaktorinnehavarnas eventuella planer på att återta tidigare deponerat bränsle.

Ytterligare en fråga som i sammanhanget kan komplicera bilden är om något av de bolag som har deponerat bränsle i slutförvaret eller rent av SKB skulle gå i konkurs. Vilka anspråk på egendom – t.ex. fastigheter eller använt kärnbränsle – kan staten och övriga

---

<sup>30</sup> Det så kallade sistahandsansvaret innebär enligt Artikel 21 i fördraget att staten tvingas att ta på sig en beställar- och finansierarroll om kärnkraftsindustrin inte har förmåga att utföra uppgiften eller av annat skäl avstår från att göra det.

bolag som deponerat använt kärnbränsle i det gemensamma slutförvaret göra gällande mot konkursboet och konkursborgenärer.

Det finns alltså flera aktörer som från olika utgångspunkter kan ha ett intresse för frågan om återtag av det deponerade bränslet. Den vid tidpunkten gällande lagstiftningen har alltså, utöver de tekniska möjligheterna, betydelse för framtida aktörernas civilrättsliga möjligheter att återta detta.

Slutligen, om någon aktör efter det att slutförvaret slutligt förslutits skulle vilja återta det deponerade bränslet, krävs det en ny tillståndsprövning för åtgärden såväl enligt kärntekniklagen som enligt miljöbalken.<sup>31</sup>

### 3.3.3 Är återtag/återtagbarhet önskvärt?

Den tekniska frågan om *möjlighet* till ett återtag (före eller efter en förslutning av förvaret) skiljer sig från den etiska frågan om *önskvärdheten* av denna möjlighet. I *Omvändbarhet och återtagbarhet* ges en sammanfattning av de vanligaste argumenten för och emot åtgärder för att öka möjligheten till återtag.<sup>32</sup> Bland annat urskiljer man här fyra olika argument som talar *för* åtgärder som stärker återtagbarheten:

- Det kan uppstå tekniska säkerhetsproblem, som man inte kunnat identifiera förrän avfallet kommit på plats i förvaret. Vad som anses vara acceptabla säkerhetskrav kan också komma att ändras.
- Man kan i framtiden vilja återta resurser från förvaret, t.ex. delar av själva avfallet eller någon annan nyttinghet som finns på platsen.
- Man kan vilja använda sig av sådana alternativ för hantering och slutförvaring som kan komma att utvecklas i framtiden.
- Det kan bli nödvändigt att anpassa sig till ändringar av vad som allmänt i samhället uppfattas som en rimlig och acceptabel risknivå.

<sup>31</sup> Utredningen om en samordnad reglering på kärnteknik- och strålskyddsområdet (M 2008:05) ska enligt sina direktiv överväga möjligheterna att bland annat lagreglera statens och övriga aktörers sistaansvar för slutförvaret för använt kärnbränsle.

<sup>32</sup> *På väg mot geologisk slutförvaring av radioaktivt avfall: Omvändbarhet och återtagbarhet*, s. 23–30. Rapporten är en översättning av NEA-rapport *Reversibility and retrievability in geological disposal of radioactive waste*, NEA/RWM/RETREV (2001)2.

Samtidigt finns det också argument som talar emot åtgärder som underlättar återtagbarhet. Dessa är till exempel:

- Osäkerhet om negativa effekter (innefattande konventionell säkerhet och strålskyddssäkerhet för personal som arbetar med den extra hanteringen av avfallet).
- Möjlighet att man misslyckas med att försluta förvaret ordentligt på grund av att man fått ett mer komplicerat system för att uppnå återtagbarhet.
- Oansvariga försök att återta avfallet eller att ta olovlig befattning med detta i tider av politisk eller samhällslig turbulens.
- Safeguardsåtgärder kan behöva förstärkas – eventuellt till priset av att ett återtag försvåras.

Skälen *för* att underlätta ett återtag skulle på ett förenklat sätt kunna sammanfattas med orden: *flexibilitet* och *omvändbarhet*. Omvändbarhet skapar möjligheter att bemästra mer eller mindre sannolika händelser i framtiden på ett framgångsrikt sätt. Flexibilitet är också en huvudingrediens i den stegvisa beslutsmodellen.

Skälen *emot* att stärka återtagbarheten kan på ett liknande sätt sammanfattas som *långsiktig säkerhet*. Om omfattande återgärder för att underlätta ett återtag byggs in i slutförvarskonstruktionen, kan detta få negativa konsekvenser för slutförvarets säkerhet – särskilt om detta medför krav på att avstå från eller senarelägga en förslutning av förvaret för att underlätta ett återtag.

Kärnavfallsrådet har dock konstaterat att argument för att möjliggöra återtagbarhet måste vägas mot nackdelarna:<sup>33</sup>

Medför anpassningen av slutförvaret för ett eventuellt återtag att man måste göra vissa eftergifter beträffande den långsiktiga säkerheten? Frågan kan beskrivas som etisk. Vad ska man prioritera? Framtida generationers handlingsfrihet eller deras säkerhet?

Till detta vill Kärnavfallsrådet nu lägga två förtydliganden.

1. Underlättandet av ett återtag efter förslutning kan komma i konflikt med kravet på långsiktig säkerhet. Huruvida detta verkligen är fallet är naturligtvis en annan fråga. Enligt vissa bedömningar finns det ingenting som motsäger att ett slutförvar

---

<sup>33</sup> Kunskapslägesrapport 2007, SOU 2004:67 s. 422–423.

som uppfyller högt ställda krav på långsiktig säkerhet inte också skulle kunna uppfylla kravet på återtagbarhet.

2. När det gäller flexibilitet, omvändbarhet och återtagbarhet *före* förslutning tycks det lättare att sammankoppla dessa funktionsvillkor med kraven både på kort- och långsiktig säkerhet. Som framgår av den tidigare genomgången av den internationella utvecklingen, finns det en framväxande samstämmighet om att möjligheten att återföra en eller flera kapslar från ett förvar ligger i linje med kraven på både säkerhet och respekt för framtida generationers handlingsfrihet.

Mot denna bakgrund vill Kärnavfallsrådet formulera några sammanfattande och mer konkreta argument för att uppvärdera omvändbarhets- och återtagbarhetsfrågornas betydelse i det svenska slutförvarsprojektet.

### 3.4 Kärnavfallsrådets ställningstaganden

De senaste decenniernas utveckling har inte gjort återtagbarhetsfrågan mindre aktuell utan snarare tvärt om. Dels har alltså svenskarnas attityder till återtag förändrats, och dels finns det överväganden i andra länder och inom internationella organ som motiverar att frågan åter tas upp. Dessutom finns det enligt Kärnavfallsrådet tekniska framtidsscenarier som stärker kravet på återtagbarhet. Rådet vill avslutningsvis beröra dessa scenarier och på vilket sätt de berör återtagbarhetsfrågan.

1. Kärnavfallsrådet har i tidigare kunskapslägesrapporter konstaterat att det i framtiden kan komma att utvecklas tekniker för att göra avfallet mindre långlivat än det är i dag. Genom så kallad transmutation skulle de skadliga radioaktiva ämnena kunna beskjutas med en neutronström och därmed förkorta lagringstiden till mindre än 1 000 år i jämförelse med de hundratusentals år som det nuvarande avfallet förblir skadligt för biologiskt liv.

Kärnavfallsrådets slutsats var 2004 följande:<sup>34</sup>

Utnyttjandet av transmutation för det svenska kärnavfallet blir en fråga för kommande generationer. Med dagens kunskap om denna teknik är det inte acceptabelt att avbryta eller senarelägga det

---

<sup>34</sup> Kärnavfallsrådets kunskapslägesrapport 2004, SOU 2004:67, kap. 8.

svenska slutförvarsprogrammet, med hänvisning till transmutation som ett möjligt alternativ. Däremot stärker detta möjliga framtida alternativ kravet på att förvaret skall utformas så att återtagning av avfallet blir möjlig. Enligt de etiska principer, som riksdagen ställt upp och som bland andra KASAM vidareutvecklat,, bör varje generation ta hand om sitt eget avfall och inte tvinga framtida generationer att utveckla ny teknik för att lösa problemen. Därför är det rimligt att resurser avsätts för fortsatt forskning om transmutation. Denna forskning kan även ge utbyte, som är av värde inom andra områden, t.ex. kärnfysik, kemisk separationsteknik och materialteknik. Den svenska transmutationsforskningen bör samordnas med den forskning och utveckling som sker i andra länder. Att nu avsätta resurser för fortsatt transmutationsforskning ligger också i linje med synsättet att vår generation bör ge kommande generationer bästa möjliga förutsättningar att avgöra om de vill välja transmutation, som metod för att ta hand om det använda kärnbränslet, i stället för enbart direktdeponering (enligt t.ex. KBS 3-metoden).<sup>35</sup>

Kärnavfallsrådet finner ingen anledning att frånga denna bedömning och vill ånyo betona den här understrukna meningen att transmutation är ett möjligt framtida alternativ som stärker kravet på att återtagning ska vara möjlig. Dessutom vill rådet tillfoga att det är angeläget att den nuvarande generationen avsätter ytterligare resurser för en sådan transmutationsforskning, eftersom den på ett avgörande sätt skulle kunna reducera kärnavfallens långsiktiga skadlighet.

2. När det gäller möjligheterna att utnyttja det högaktiva kärnavfallet som energikälla har nya perspektiv öppnats under senare år. För närvarande är den så kallade fjärde generationens kärnkraftsreaktorer under utveckling och en demonstrationsanläggning förutses någonsin i Europa runt 2020. Denna typ av reaktorer skulle kunna omvandla det långlivade avfallet och tillvarata deras energi. Professor Ane Håkansson förutser att det runt 2040–2050 kan finnas kommersiella fjärde generationens reaktorer.<sup>36</sup> Men vägen dit är lång och omgärdad av kontroverser. Bland annat förutsätter de nya reaktorerna en uppbyggnad av det använda kärnbränslet. En särskild uppbyggnadsanläggning skulle behöva byggas, vilket skulle kräva ett internationellt samarbete inom exempelvis EU. I en sådan anläggning skulle uran skiljas från plutonium, vilket skulle kunna motverka strävan att begränsa kärnvapenspridningen. En fördel är emellertid

---

<sup>35</sup> Samma källa, s. 381–382.

<sup>36</sup> UNT 2009-11-05.

att den fjärde generationens kärnreaktorer kan använda andra typer av bränsle än uran, till exempel torium, som inte är lämpliga för kärnvapenproduktion.

Kärnavfallsrådets uppgift är inte att ställning till ny reaktorteknik och eller önskvärdheten av ett nytt kärnkraftsprogram. Däremot kan rådet konstatera att denna teknik utgör ett av de framtidsscenarioer vi kan behöva räkna med. Framväxandet av ett sådant framtidsscenario stärker i likhet med transmutationstekniken *kravet på att förvaret ska utformas så att återtagning av avfallet blir möjlig utan att den långsiktiga säkerheten äventyras.*

3. Kärnavfallsrådet vill också fästa uppmärksamheten på ett annat framtidsscenario, som är förenat med ännu större osäkerheter och ligger ännu längre fram i tiden. Det är fusionskraften. I stället för att åtskilja atomkärnor som i kärnkraften, utvinner fusionskraften energi genom sammanslagning av till exempel vätekärnor till helium. Det är på detta sätt solen producerar sin energi. Problemet är att fusion åstadkoms endast under mycket höga temperaturer – flera miljoner grader. Vid sådana temperaturer antar materien en annan form, så kallad plasma. I en fusionsreaktor hålls denna plasma på plats av magnetströmmar. Ännu har man inte lyckats konstruera en reaktor som avger mer energi än vad som krävs för att igångsätta, upprätthålla och kontrollera den energiskapande fusionen. Det finns emellertid för närvarande flera olika internationella forskningsprojekt på området, och bland annat planeras en forskningsreaktor i Cadarache i Frankrike, som beräknas vara i drift under 2020-talet. En annan typ av reaktor – Wendelstein 7X – är under byggnad på Max Planck-institutet i Greifswald.
4. Enligt SKB:s beräkningar i Plan 2008 ska slutförvaret vara redo att ta emot den första kapseln 2023 och den sista omkring 2054 (vid 40 års drifttid av reaktorerna) eller 2069 (vid 50–60 års drift). Därefter återstår en förslutning. SKB har beräknat att en sådan förslutning kommer att ske någon gång mellan 2069 och 2084. Enligt andra bedömningar kommer en förslutning att dröja till år 2100.<sup>37</sup> Den eventuella framväxten av nya tekniker för bearbetning av det använda kärnbränslet och utvecklingen av den fjärde generationens kärnreaktorer är två exempel på omständigheter som kan påverka utformningen av slutförvaret

<sup>37</sup> Statens ansvar för slutförvaring av använt kärnbränsle. SKI Rapport 2007:01, SSI Rapport 2007:01, s. 50.

före eller efter förslutning. Sådana omständigheter ställer – allmänt uttryckt – krav på omvändbarhet. Men det finns naturligtvis också många andra händelser som kan motivera att man tar ett eller flera steg tillbaka i processen. Omvändbarhet skulle i vissa situationer kunna innebära ett återtag av en, flera eller alla av de i förvaret deponerade kärnavfallskapslarna.

Omvändbarhet är ett avgörande inslag i den modell för stegvist beslutsfattande som berördes i inledningen av detta kapitel och är också ett resultat av de krav som finns specificerade i SSM:s föreskrifter.<sup>38</sup> Kärnavfallsrådet förutsätter att SKB i sin kommande ansökan belyser konsekvenserna av detta krav på omvändbarhet och stegvist beslutsfattande i olika faser av slutförvarsprojektets genomförande. Tydligare än tidigare vill Kärnavfallsrådet i dag framhålla att möjligheterna till ett återtag innan slutlig förslutning har förutsättningar att stärka slutförvarets långsiktiga säkerhet. Återtag innan förslutning kan bli aktuell av flera olika anledningar. En eller flera kapslar kan behöva återtas på grund av i efterhand konstaterade konstruktionsfel. Ett antal kopparkapslar kan behöva omplaceras till andra deponeringshål i en annan deponeringstunnel. En del – eller samtliga – kapslar kan behöva återtas för att återanvända kärnbränslet i någon form. *Enligt Kärnavfallsrådet är omvändbarhet ett beaktansvärt funktionsvillkor för ett framtida slutförvar.*

Sammanfattningsvis anser Kärnavfallsrådet att återtagbarhet är en viktig del av omvändbarheten innan förslutning och också en viktig fråga för allmänhetens förtroende. Däremot vill rådet ställa sig avvaktande till att tillmötesgå krav som innebär senareläggning av ett beslut om förslutning av ett förvar. Det kan förvisso finnas omständigheter där en sådan senareläggning kan bli aktuell, men rådet vill framhålla att den så kallade demonstrationsperioden inte bör utsträckas längre än som motiveras för att påvisa slutförvarets driftssäkerhet.

Ett avgörande skäl för detta är dels att det alltid finns osäkerheter beträffande samhällsutvecklingen och dels att slutförvarsprojektet tidtabellsenliga slutförande är en viktig förutsättning för att inte pålägga framtida generationer orättmätiga bördor.

Omvändbarhet som ett funktionsvillkor för ett framtida slutförvar avser i första hand återtagbarhet innan förslutning. En sådan

---

<sup>38</sup> SSMFS 2008:21 1 § och Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd till 1 §.

omvändbarhet är en del av säkerhetskravet och harmonierar med ett hänsynstagande till närbeliggande generationers handlingsfrihet. Efter den slutliga förslutningen av förvaret måste säkerhets- och safeguardmotiven ges företräde framför principen om framtida generationers handlingsfrihet.

Dessutom är återtag efter förslutning, även om det är tekniskt möjligt, både en kontroversiell och komplicerad fråga ur det civilrättsliga perspektivet. Det använda kärnbränslet har en komplicerad ägarstruktur och det finns flera aktörer som från olika utgångspunkter kan ha ett intresse för frågan om återtag av det deponerade bränslet. Den vid tidpunkten gällande lagstiftningen har, utöver de tekniska möjligheterna, betydelse för framtida aktörernas civilrättsliga möjligheter att återta detta. Om någon aktör skulle vilja återta det deponerade bränslet efter det att slutförvaret slutligt förslutits, krävs det en ny tillståndsprövning för åtgärden såväl enligt kärntekniklagen som enligt miljöbalken.



# Appendix

## Lagstiftning och myndighetsföreskrifter

Enligt Kärntekniklagen (1984:3) 3 § ska kärnteknisk verksamhet

... 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 befattning med kärnämne och sådant kärnavfall som utgörs av använt kärnbränsle.

Några särskilda föreskrifter om återtagbarhet återfinns inte i lagtexten, men det bör noteras att lagen innehåller olika bestämmelser som *indirekt* är relevant för återtagbarheten. Dit hör den grundläggande bestämmelsen (i 3 §) att kärnteknisk verksamhet

... skall 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 befattning med kärnämne och sådant kärnavfall som utgörs av använt kärnbränsle.

Säkerheten i en sådan verksamhet ska bland annat upprätthållas genom att åtgärder vidtas för att

... förhindra olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall. (4 §)

Vidare kan man notera att lagen använder begreppet slutförvar och att tillståndshavare bland annat har ansvar för

... att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall och däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt. (10 §)

Detta utesluter naturligtvis inte att ett slutförvar kan utformas så att det finns rimliga möjligheter till ett återtag före eller efter en förslutning, inte heller att ett slutförvar skulle kunna utformas så

att obehörig befattning med kärnavfall kan förhindras utan att ett återtåg därmed omöjliggörs.

Regelverket för hanteringen av kärnavfallsfrågan fick en närmare utformning i slutet av 1990-talet av Statens kärnkraftsinspektion (SKI) och har utan några avgörande förändringar antagits av Statens strålskyddsmyndighet (SSM) 2008 i *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall* (SSMFS 2008:37). Av särskild betydelse är formuleringarna i 8–9 §§. Där heter det (under rubriken Intrång och tillträde):

8 § Ett slutförvar ska främst utformas med hänsyn till dess skyddsförmåga. Om åtgärder vidtas för att underlätta tillträde eller försvåra intrång ska effekterna på slutförvarets skyddsförmåga redovisas.

9 § Konsekvenserna av intrång i ett slutförvar ska redovisas för de olika tidsperioder som anges i 11–12 §§. Slutförvarets skyddsförmåga efter intrång ska beskrivas.

SSM har också utfärdat föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall (SSMFS 2008:21). Där heter det i föreskrifternas 8 § och i de allmänna råden till samma paragraf följande:

8 § Inverkan på säkerheten av sådana åtgärder som vidtas för att underlätta övervakning eller återtågning av deponerat kärnämne eller kärnavfall från slutförvaret eller för att försvåra tillträde till slutförvaret ska analyseras och redovisas till Strålsäkerhetsmyndigheten.

I sina allmänna råd tillfogar SSM några rekommendationer till 8 §:

Åtgärder kan vidtas under uppförande och drift för att genomföra eventuell övervakning av ett slutförvars integritet och dess barriärfunktioner efter förslutning. Sådana åtgärder kan också vidtas för att kunna upprätthålla kontroll av kärnämne (s.k. safeguards). Åtgärder kan också vidtas under uppförande och drift med främsta syfte att underlätta återtågning av deponerat kärnämne och kärnavfall från slutförvaret, antingen under driftperioden eller efter förslutning. Dessutom kan åtgärder vidtas för att försvåra eller varna för intrång i slutförvaret. För dessa åtgärder gäller att det bör framgå av säkerhetsredovisningen för anläggningen enligt 9 § att åtgärderna antingen har en liten och försumbar inverkan på slutförvarets säkerhet, eller att åtgärderna medför en förbättring säkerheten, jämfört med fallet att åtgärderna ej vidtagits. Dessa bestämmelser är i överensstämmelse med bestämmelserna. (*Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd*, SSMFS 2008:37.)

Åtgärder för återtagbarhet kan vidtagas, men förvarets skyddsförmåga kommer i första rummet. Om tillträde (till exempel för ett återtag) underlättas eller försvåras ska effekterna på förvarets skyddsförmåga redovisas. Därmed utesluts inte ett återtag, men det utgör inte ett nödvändigt funktionsvillkor.

# Statens offentliga utredningar 2010

---

## *Kronologisk förteckning*

1. Lätt att göra rätt  
– om förmedling av brottsskadestånd. Ju.
2. Ett samlat insolvensförfarande – förslag till ny lag. Ju.
3. Metria – förutsättningar för att ombilda division Metria vid Lantmäteriet till ett statligt ägt aktiebolag. M.
4. Allmänna handlingar i elektronisk form – offentlighet och integritet. Ju.
5. Skolgång för alla barn. U.
6. Kunskapslägesrapport på kärnavfallsområdet 2010  
– utmaningar för slutförvarsprogrammet. M.

# Statens offentliga utredningar 2010

---

*Systematisk förteckning*

## **Justitiedepartementet**

---

Lätt att göra rätt

– om förmedling av brottsskadestånd. [1]

Ett samlat insolvensförfarande – förslag till ny lag. [2]

Allmänna handlingar i elektronisk form

– offentlighet och integritet. [4]

## **Utbildningsdepartementet**

---

Skolgång för alla barn. [5]

## **Miljödepartementet**

---

Metria – förutsättningar för att ombilda division Metria vid Lantmäteriet till ett statligt ägt aktiebolag. [3]

Kunskapslägesrapport på kärnavfallsområdet 2010 – utmaningar för slutförvarsprogrammet. [6]