

**På väg mot geologisk slutförvaring  
av radioaktivt avfall:**

---

# **Var står vi idag?**

En internationell bedömning

KÄRNENERGIBYRÅN (NEA)  
ORGANISATIONEN FÖR EKONOMISKT SAMARBETE  
OCH UTVECKLING (OECD)

Kommentus Förlag  
117 99 Stockholm  
Tel 08-709 59 90  
Fax 08 - 709 59 80  
E-post: forlagorder@kommentus.se  
Hemsida: www kommentus.se

Materialet får återges under  
förutsättning att källan anges.

*Originalt publicerat av OECD  
på engelska under titeln:*  
Progress Towards Geologic Disposal  
of Radioactive Waste:  
**Where Do We Stand?**  
© OECD 1999

På väg mot geologisk slutförvaring  
av radioaktivt avfall:  
**Var står vi idag?**  
© Miljödepartementet 2000

OECD är inte ansvarigt för kvaliteten i  
den svenska översättningen och dess  
överensstämmelse med originaltexten.

Rapporten baseras på en text som  
ursprungligen utarbetades av  
C. McCombie, C. Pescatore,  
T. Sumerling och P. Smith  
på uppdrag av NEA:s Kommitté  
för radioaktivt avfall.

*Svensk översättning:*

Jan Thyberg

*Layout och grafisk formgivning:*

Bibbi Trenter, Trentera AB

*Tryck:*

Elanders Gotab AB, Stockholm 2000

ISBN 91-7345-094-4

## Varför översätts denna skrift?

I vårt land har ansvaret för att på ett säkert sätt slutförvara det svenska kärnavfallet lagts på innehavarna av kärnkraftsreaktorerna. Detta framgår av lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen). Kärnkraftsföretagen har bildat bolaget Svensk Kärnbränslehantering AB för att fullgöra de uppgifter som är förenade med ansvaret för slutförvaring. Bolaget skall vart tredje år upprätta ett program för det allsidiga forsknings- och utvecklingsarbete som behövs. Programmet granskas därefter av bl.a. Statens kärnkraftinspektion, Statens strålskyddsinstitut och KASAM – Statens råd för kärnavfallsfrågor. Därefter bedömer regeringen om programmet uppfyller kraven. Regeringens bedömning sker genom ett särskilt beslut. I samband med detta beslut får regeringen föreskriva villkor för bolagets fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamhet.

Det finns olika metoder för att ta hand om det högaktiva, långlivade kärnavfallet. I Sverige har man hittills inriktat arbetet på att avfallet skall slutförvaras djupt i urberget enligt den s.k. KBS-3-metoden. I det senaste program som Svensk Kärnbränslehantering AB har presenterat, FUD-program 98, efterlyste bolaget klarlägganden av myndigheter och regering om djupförvaring enligt denna metod även i fortsättningen skall vara prioriterad.

I ett beslut den 24 januari 2000 konstaterade regeringen bl.a. att ett fullständigt underlag för slutligt val av metod för slutförvaring ännu inte föreligger. Regeringen bedömde dock, i likhet med de granskande myndigheterna, att någon form av slutförvaring i berggrunden framstår som den mest ändamålsenliga metoden. Det framgår vi-

dare av beslutet att regeringen finner det angeläget att, inom ramen för den kunskap som nu finns, söka den bästa möjliga lösning som kan genomföras inom överskådlig tid och på en lämplig plats, samtidigt som satsning på forskning och utveckling fortsätter. Denna uppfattning har också starkt stöd i riksdagen.

För närvarande granskar berörda myndigheter, under ledning av Statens kärnkraftinspektion och Statens strålskyddsinstitut, en av Svensk Kärnbränslehantering AB framlagd analys (SR 97) av den långsiktiga säkerheten för ett djupförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. Som ett led i granskningen har Kärnkraftinspektionen bitt en fristående internationell expertgrupp, vars ledamöter har utsetts av OECD/NEA (jfr nedan), att göra sin egen bedömning. Resultatet av den internationella expertgruppens granskning presenterades i maj 2000.

I maj 1999 uppdrog regeringen åt mig att vara särskild rådgivare inom kärnavfallsområdet. Uppdraget innebär bl.a. att nära följa pågående arbete med att finna en plats i landet lämplig för djupförvaring av använt kärnbränsle m.m. I uppdraget ingår att ta initiativ till analys av frågeställningar som är av allmänt intresse.

Svensk Kärnbränslehantering AB genomför nu förstudier i sex kommuner, nämligen i Tierp, Älvkarleby och Östhammar (Uppsala län), Nyköping (Södermanlands län) samt Hultsfred och Oskarshamn (Kalmar län). Preliminära slutrapporter om bolagets förstudier i samtliga sex kommuner finns publicerade (de senaste presenterades i april 2000). Resultatet av förstudierna och annat material kom-

mer att utgöra underlag för bolagets val av minst två platser för s.k. platsundersökningar (mer ingående undersökningar som bl.a. innefattar borrhningsarbeten). Bolaget planerar att offentliggöra sitt val av sådana platser i december 2000. Berörda myndigheter, och i sista hand regeringen, kommer därefter att granska underlaget för bolagets val. Under förutsättning av berörda kommuners positiva inställning planerar bolaget att starta platsundersökningar i början av år 2002. Arbetet med platsundersökningar beräknas ta 4-8 år, varefter en plats avses väljas ut för detaljundersökning. För att kunna genomföra en detaljundersökning måste bolaget ha tillstånd av regeringen enligt miljöbalken och kärntekniklagen. Som princip gäller att regeringen får ge sådant tillstånd endast om den berörda kommunen har tillstyrkt ansökan (det kommunala vetot).

Frågorna kring slutförvaring av använt kärnbränsle kommer sannolikt att uppmärksammas allt mer av allmänheten, inte minst i de kommuner som berörs av förstudierna och eventuella platsundersökningar. Jag har därför ansett det vara lämpligt att en svensk översättning ges ut av denna nyutkomna skrift som sammanfattar den internationella expertopinionens inställning till slutförvaring av det högaktiva kärnavfallet.

Den engelska titeln är *Progress Towards Geologic Disposal of Radioactive Waste: Where Do We Stand?* Skriften är utgiven av Kärnenergibyrån (NEA, Nuclear Energy Agency) vid Organisationen för ekonomiskt samarbete och utveckling (OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development) i Paris och har tagits fram inom

NEA:s Kommitté för radioaktivt avfall (RWMC, Radioactive Waste Management Committee). I den kommittén är Sverige företrätt av avdelningschef Carl-Magnus Larsson (Statens strålskyddsinstitut), avdelningschef Sören Norrby (Statens kärnkraftinspektion) och forskningschef Tönis Papp (Svensk Kärnbränslehantering AB). Några ytterligare uppgifter om OECD/NEA och RWMC finns på s. 47-49.

Jag hoppas att den svenska upplagan av denna skrift skall både bidra till ökad kunskap om den internationella expertopinionens inställning till slutförvaring under jord och stimulera till fortsatt diskussion. Den som vill fördjupa sig ytterligare i frågans etiska dimensioner hänvisas till publikationen *Ansvar, rättvisa och trovärdighet - etiska dilemman kring kärnavfall*. Den skriften publicerades år 1999 (ISBN 91-7345-080-4 Kommentus Förlag) inom ramen för mitt tidigare uppdrag som nationell samordnare på kärnavfallsområdet.

Stockholm i juni 2000

*Olof Söderberg*

Särskild rådgivare inom kärnavfallsområdet  
Regeringskansliet/Miljödepartementet

Förord .....	11
Inledning .....	13
<b>1</b> Bred teknisk samstämmighet i nyckelfrågorna .....	17
<b>2</b> Geologisk slutförvaring – ett noga övervägt val .....	21
<b>3</b> Vetenskapliga och tekniska framsteg har nåtts .....	25
<b>4</b> Att genomföra geologisk slutförvaring – framsteg men också bakslag .....	29
<b>5</b> De tekniska experternas förtroende – nödvändigt men inte tillräckligt .....	33
<b>6</b> Sammanfattning och slutsatser – att se tillbaka och att se framåt .....	41
Mer att läsa .....	45
Något om arbetet inom OECD/NEA.....	47





Radioaktivt avfall av alla slag måste hanteras på ett ansvarsfullt sätt nu och i framtiden med hänsyn både till människors hälsa och säkerhet och till skyddet av miljön. Avfallet måste också skyddas mot intrång. Den svåraste uppgiften gäller hanteringen av det långlivade avfall som måste hållas isolerat från människans miljö i tusentals år. Den strategi som bedöms lämpligast för att i framtiden ta slutligt hand om avfallet är deponering på stort djup i omsorgsfullt utvalda geologiska formationer.

Sedan tanken på geologisk slutförvaring<sup>1</sup> fördes fram har forsknings- och utvecklingsarbete över hela världen lett till förbättrad kunskap om hur underjordiska förvaringsanläggningar kommer att fungera under mycket långa tidsperioder. Arbetet har också skapat ökat förtroende för den geologiska slutförvaringens långsiktiga säkerhet. Trots de betydande framsteg som gjorts med att utveckla tekniken för slutförvaring har det emellertid uppstått förseningar och bakslag. Anledningen är främst att experter och ansvariga organisationer på området har misslyckats med att vinna tillräckligt opinionsmässigt och politiskt stöd. I och med att konceptet med geologisk förvaring under de senaste åren har börjat närma sig genomförande i flera länder har man på vissa håll yrkat på att frågan om slutförvaring skall skjutas på framtiden och att man skall närmare överväga andra möjligheter att ta hand om avfallet. Icke desto mindre har överväganden inom internationella

<sup>1</sup> Med uttrycket "geologisk slutförvaring" avses att förvaringen sker i underjorden. Förvaret kan vara omgivet av geologiska formationer som t.ex. berg, lera eller salt. (Anm. till den svenska översättningen.)

expertgrupper gång på gång bekräftat övertygelsen att geologisk slutförvaring tillgodoser etiska krav och att den är säker och miljömässigt hållbar. De andra möjligheter som står till buds kan på sin höjd ses som komplement till geologisk slutförvaring och inte som heltäckande, långsiktiga alternativ.

Den rapport som föreligger här grundas på information och synpunkter som har samlats in från experter på hantering av radioaktivt avfall från länder som är medlemmar i OECD/NEA. Rapporten redovisar en bedömning av utvecklingen under de senaste tio åren inom området geologisk slutförvaring och hantering av långlivat radioaktivt avfall. I rapporten behandlas både tekniska och samhällsliga aspekter på frågan. Den borde därför vara av intresse både för ansvariga beslutsfattare och för intresserade individer och grupper.

Denna rapport bygger på, och utgör samtidigt ett komplement till, två publikationer som nyligen har färdigställts av medlemmar av OECD/NEA:s Kommitté för radioaktivt avfall. I kommittén ingår kvalificerade företrädare för organ för avfallshantering, tillsynsmyndigheter, policyskapande instanser samt forsknings- och utvecklingsinstitutioner som är verksamma på området. Den ena av dessa publikationer innehåller en översikt av utvecklingen inom geologisk slutförvaring av radioaktivt avfall under det senaste årtiondet. I den andra publikationen behandlas frågan om hur förtroendet för den långsiktiga säkerheten hos anläggningar för geologisk djupförvaring kan byggas upp och förmedlas till allmänheten. Den som vill läsa mer i ämnet hänvisas till dessa två publikationer (på engelska) som anges tillsammans med andra rapporter i förteckningen på s. 45 (nr 4 och 5).

Radioaktivt avfall finns i dag och det kommer att bildas också i framtiden. I kärnenergiländerna härrör avfallet framför allt från de civila kärnkraftsprogrammen och i några fall även från militära program. I dessa länder kommer avfall också att bildas i ökad omfattning när man lägger ned sådana anläggningar som uppnått sin tekniska livslängd eller som inte längre behövs. I länder utan kärnenergi härrör radioaktivt avfall från användningen av radioaktiva material inom medicin, industri och forskning. Restprodukter som är radioaktivt förorenade bildas också i viss industriell verksamhet, t.ex. oljeutvinning, där radioaktiviteten är av underordnad betydelse. I samtliga fall måste det radioaktiva avfallet hanteras på ett ansvarsfullt sätt för att tillgodose kraven på människors säkerhet och på skydd för miljön, nu och i framtiden. Också skydd mot intrång måste skapas. En fortsatt sådan ansvarsfull hantering behövs även om man i morgon skulle bestämma sig för att upphöra med all kärnenergiaktivitet och all annan användning av radioaktiva material.

Radioaktivt avfall kan vara antingen kort- eller långlivat, beroende på hur snabbt de olika radioaktiva komponenter som finns i avfallet sönderfaller. Många länder har inrättat system för att ta hand om lågaktivt avfall eller avfall där radioaktiviteten klingar av på relativt kort tid. Dessa kategorier av avfall utgör en förhållandevis liten risk från säkerhetssynpunkt. Volymmässigt svarar de för huvuddelen av allt radioaktivt avfall. Långlivat radioaktivt avfall uppkommer i mycket mindre volymer, men det förblir farligt i tusentals år och måste isoleras från biosfären (den del av

människans omgivning där liv förekommer) under motsvarande tidsperioder. Detta avfall innefattar t.ex. använt kärnbränsle från kärnkraftverk - i länder där man inte betraktar sådant material som en resurs - eller sådant högaktivt avfall i fast form som är en restprodukt vid uppbyggnad av använt kärnbränsle. Denna rapport behandlar frågan om geologisk slutförvaring av långlivat radioaktivt avfall.

Tanken på att skaffa bort långlivat radioaktivt avfall från människans omgivning genom att lägga det i förvar djupt under jordytan - geologisk slutförvaring - fördes fram för drygt 40 år sedan. Detta koncept har därefter utvecklats vidare. Den närmare utformningen skiljer sig från land till land och även beroende på typ av avfall. Genomgående är tanken att avfallet skall behandlas så att det får en lämplig fysisk och kemisk form och att det därefter innesluts i långlivade tekniska barriärer. Dessa placeras djupt under jordytan, varefter anläggningarna försluts med lämpliga material. Till skillnad från vad som gäller ovan jord förblir förhållandena i denna underjordiska miljö stabila under den långa tid som krävs för att radioaktiviteten skall minska till en tillräckligt låg nivå.

Konceptet med geologisk djupförvaring är ett resultat av både tankemöda och ett betydande forsknings- och utvecklingsarbete. Det har också förts en debatt, som har omfattat frågans etiska aspekter och överväganden om andra handlingsmöjligheter. Övervakad lagring har uteslutits som alternativ eftersom den innebär att en aktiv övervakning måste kunna upprätthållas under mycket långa tidsperioder. Det har utförts studier av koncept som t.ex. deponering i djuphavssediment och i mycket djupa borrhål liksom av "exotiska" uppslag, t.ex. deponering i sub-

duktionszoner<sup>2</sup> under oceanbottnarna, deponering under polarområdenas istäcken eller uppskjutning i rymden. Man har funnit att alla dessa alternativ medför alltför höga kostnader eller risker, eller så har de ansetts ogenomförbara med hänsyn till politiska eller juridiska hinder.

Samtidigt som konceptet med geologisk slutförvaring på senare år har närmat sig genomförandestadiet i flera länder har man från vissa håll yrkat på att slutförvaringen skall uppskjutas och att alternativa möjligheter att ta hand om avfallet skall prövas närmare. Debatten om denna och andra frågor pågår fortfarande. Experter på avfallshantering har blivit i hög grad medvetna om att enbart teknisk sakkunskap och tekniskt förtroende för konceptet med geologisk slutförvaring inte räcker för att sådan förvaring skall framstå som en trovärdig lösning av avfallsfrågan för en bredare allmänhet. För att ett beslut om att genomföra slutförvaring skall vinna acceptans måste förtroende byggas upp inom en mycket bredare krets.

I denna rapport redovisas en bedömning av det aktuella läget i fråga om geologisk slutförvaring och utvecklingen på området under det senaste årtiondet. Rapporten bygger på information och synpunkter som har samlats in från experter på hantering av radioaktivt avfall från länder som är medlemmar i OECD/NEA. Också annat material har beaktats. I rapporten behandlas både tekniska och samhällseliga aspekter på frågan. Den bör därför vara av intresse både för beslutsfattare med ansvar för frågor om hantering av radioaktivt avfall och för intresserade individer och grupper. Ett antal nyckelfrågor sammanfattas i nästa avsnitt. De redovisas närmare i de därpå följande avsnitten som handlar om framsteg inom berörda grenar

<sup>2</sup> Subduktionszoner eller neddykningszoner är sådana områden där två av de plattor som jordytan består av kolliderat, varvid den ena plattan tvingats ned under den andra. (Anm. till den svenska översättningen.)

av vetenskap och teknik, om utvecklingen mot ett genomförande av geologisk slutförvaring och om andra faktorer som är avgörande för att en tillräcklig samhällelig acceptans av konceptet skall kunna nås. I det sista avsnittet dras slutsatser och lämnas synpunkter på vad som krävs för att frågan skall kunna föras vidare.

## Bred teknisk samstämmighet i nyckelfrågorna

Bland de aktörer som är direkt engagerade i hantering av radioaktivt avfall – antingen det gäller organisationer som utvecklar koncept till förvaring, tillsynsmyndigheter eller policyskapande organ – råder det nästan total samstämmighet om följande huvudfrågor:

**Långlivat radioaktivt avfall finns i dag. Av de olika möjligheter till slutförvaring som har övervägts utgör geologisk djupförvaring det lämpligaste sättet för att långsiktigt ta hand om avfallet.**

**Under de senaste tio åren har betydande framsteg gjorts när det gäller både relevant vetenskaplig kunskap och nödvändig teknik för geologisk slutförvaring.**

**Tekniken för att bygga och driva förvaringsanläggningar är tillräckligt mogen för praktisk tillämpning.**

Ett antal alternativ har tidigare prövats men befunnits inte hålla måttet i ett eller annat avseende. Den geologiska slutförvaringen tillgodoser däremot etiska krav, den är tekniskt genomförbar, och den har bedömts kunna erbjuda en hög grad av säkerhet, skydd mot intrång och skydd för miljön på både kort och lång sikt.

Dessa framsteg bygger på dels en fördjupad vetenskaplig förståelse av de processer som är bestämmande för hur effektivt olika slag av förvar isolerar avfallet under långa tidsperioder, dels en förbättrad karakterisering och kvantitativ värdering av de sätt på vilka tekniska barriärer och det omgivande berget bidrar till säkerheten, dels specifika undersökningar på utvalda platser, dels erfarenheter av praktiska frågor i samband med projektering och byggande under jord. Den ökade kunskapen har inte föranlett några radikala ändringar i hur arbetet principiellt har lagts upp, vilket får ses som en bekräftelse av att det grundläggande konceptet med geologisk slutförvaring är hållbart.

Denna bedömning bygger på erfarenheter som har vunnits i underjordiska forskningslaboratorier på olika håll i världen och – i flera länder – dessutom i befintliga anläggningar under jord för slutförvaring av radioaktivt avfall,

**De tidsplaner som tidigare gjordes upp för att genomföra geologisk slutförvaring var alltför optimistiska.**

**Inom de vetenskapliga och tekniska kretsar som arbetar med avfallsfrågan hyser man ett starkt förtroende för att geologisk slutförvaring är säker i tekniskt hänseende.**

inklusive avfall med inslag av långlivade radioaktiva komponenter. Den första anläggning som byggts särskilt för geologisk förvaring av långlivat avfall togs i drift i Förenta staterna i mars 1999.

Detta berodde delvis på teknisk optimism, särskilt i vad avser problemen med att på ett rättvisande sätt karakterisera djupa geologiska miljöer. Den främsta orsaken var dock att man underskattade slutförvaringsprojektens dimensioner när det gäller den politiska processen, opinionsbildningen och tillståndsprövningen. Från teknisk synpunkt har det inte funnits något akut behov av anläggningar för slutförvaring med hänsyn till den konstaterat höga säkerhetsnivån hos befintliga anläggningar för mellanlagring. Därtill kommer att volymerna med långlivat radioaktivt avfall från de civila programmen ännu är relativt små och att det krävs viss lagringstid så att avfallet kan svalna tillräckligt innan den geologiska slutförvaringen påbörjas.

Detta förtroende bygger på många års arbete av ett stort antal experter vid institutioner världen runt. Det har förekommit ett utomordentligt fritt utbyte av information och kunskap mellan dessa experter, och det har funnits en stark tradition att hålla dokumentation öppet tillgänglig för granskning både för andra sakkunniga och för allmänheten. Bland allmänheten föreställer man sig ofta att det finns en stark teknisk opinion som ifrågasätter möjligheterna till säker slutförvaring. Denna föreställning återspeglar inte den förda debatten på ett rättvisande sätt. Antalet skeptiker i vidare tekniska kretsar är relativt litet, medan det i kretsen av experter på avfallshantering råder bred enighet om säkerheten och de övriga fördelarna med geologisk slutförvaring.



**Emellertid finns inom den bredare allmänheten inte nödvändigtvis samma starka förtroende som inom vetenskapliga och tekniska kretsar.**

**Det behövs fortsatt vetenskapligt och tekniskt arbete med hög kvalitet.**

**Det behövs en konsekvent politik och en stram process för tillståndsprövning, med tydliga beslutspunkter som också ger utrymme för offentlig debatt.**

Som sig bör utsatts allt arbete som gäller förvaring av radioaktivt avfall för en noggrann granskning av myndigheter med ansvar för tillståndsgivning och samhällsplanering. Dessutom är dessa frågor, till följd av sina etiska och politiska dimensioner, föremål för en allmän debatt som mer gäller vidare frågeställningar än avgränsade teknikfrågor. Hos den bredare allmänheten finns det tveksamhet till att samhället skall binda sig oåterkalleligen för en handlingslinje vars konsekvenser inte kan helt förutses. Det bristande förtroendet hos delar av allmänheten kan också ha samband med brist på förtroende för kärnkraftens säkerhet. Ibland är det fråga om direkt motstånd mot kärnkraften och de organisationer som förknippas med den eller t.o.m. om en allmän misstro mot den vetenskapliga utvecklingen.

Tekniken för geologisk slutförvaring är väl utvecklad. Den måste emellertid förfinas ytterligare genom provning, demonstration, tillämpning och kvalitetskontroll under realistiska förhållanden. Detta är krävande uppgifter som sträcker sig över flera årtionden framåt.

I likhet med vad som gäller vid kontroversiella projekt i allmänhet är det orealistiskt att söka nå total eller nästan total uppslutning kring geologisk slutförvaring. Icke desto mindre måste samhället vara förvissat om att fattade beslut präglas av hänsyn till berörda intressen. En beslutsprocess som är uppbyggd kring mellanliggande etappmål och beslutspunkter är nödvändig vid sådana komplexa och långsiktiga projekt. En sådan stegvis beslutsprocess bör ge utrymme för synpunkter och bidrag från alla berörda och intresserade grupper. Den bör också innefatta noggranna tekniska analyser och en diskussion av de frågor som allmänheten kräver svar på. Särskilt gäller att de som

har ansvaret för avfallshanteringen måste vara beredda att diskutera fördelarna med andra strategier för att ta hand om avfallet, inklusive ökad flexibilitet vid genomförandet av geologisk slutförvaring. Ett sådant förfarande steg för steg skulle skapa garantier för att ett beslut om att genomföra djupförvaring fullt ut inte fattas oåterkalleligt i ett steg och för att alternativ kan identifieras och utvecklas. I sista hand är det regeringarnas ansvar att fatta beslut som har tillräckligt stöd i opinionen och att ange inom vilka ramar nödvändiga åtgärder skall vidtas.

## Geologisk slutförvaring – ett noga övervägt val

Man insåg tidigt i kärnenergiåldern att det behövdes en strategi för att hålla det avfall som uppkommer isolerat från människan under de mycket långa tidsrymder som krävs för att radioaktiviteten i de långlivade komponenterna skall minska tillräckligt. Det bedömdes också riktigt från etisk synpunkt att den generation – och de intressenter – som hade gett upphov åt avfallet skulle svara för att det togs om hand slutligt på ett säkert sätt.

Konceptet med geologisk slutförvaring av långlivat radioaktivt avfall innefattar förvar djupt under jord som garanterar säkerheten genom skydd mot uppsåtliga eller naturliga störningar och som håller avfallet inneslutet under mycket långa tidsrymder. Konceptet har utvecklats efter brett samråd, och det är resultatet av åtskillig tankemöda och diskussion som omfattat också överväganden av andra möjligheter. Grunden för valet av lämpliga geologiska formationer är deras långsiktiga stabilitet och deras kapacitet för att rymma ett slutförvar, vartill kommer deras förmåga att förhindra eller kraftigt fördröja varje framtida utsläpp av radioaktivitet. Denna naturliga säkerhetsbarriär kompletteras och förstärks med ett tekniskt system som skall svara för den primära fysiska och kemiska inneslutningen av avfallet. Hela systemet är alltså konstruerat så att ingen mer betydande radioaktivitet från avfallet i en framtid skall kunna komma tillbaka till biosfären. Därtill skall systemet också på mycket lång sikt erbjuda säkerhet och skydd för miljön på ett sätt som inte förutsätter att bördan att ta hand om avfallet till någon del läggs på framtida generationer.

De flesta länder där frågan om långlivat radioaktivt avfall är aktuell har lagt upp program för avfallshantering som ytterst syftar till att avfallet skall deponeras i en anläggning för geologisk slutförvaring. Det förekommer dock alltså att andra möjligheter att ta hand om avfallet tas upp till diskussion. De alternativ som oftast förs fram i dagens allmänna och vetenskapliga debatt är förlängd mellanlagring av avfallet samt separation och transmutation<sup>3</sup> av långlivade radionuklider i avfallet. Båda dessa alternativ skulle kunna utgöra komponenter i en övergripande strategi för avfallshantering, och i flera länder planerar man redan för en förlängd mellanlagring med några årtionden. Inget av dessa alternativ undanröjer dock behovet av något slags slutligt omhändertagande, t.ex. i ett geologiskt förvar. De kan alltså inte betraktas som heltäckande alternativ till slutförvaring.

Den aktuella uppfattningen bland internationella experter på hantering av radioaktivt avfall – som den har kommit till uttryck i ett gemensamt ställningstagande från NEA:s Kommitté för radioaktivt avfall år 1995 – är följande:

- Vårt ansvar gentemot framtida generationer fullgörs bättre med en strategi för slutförvaring än genom att fortsätta att lägga avfallet i lager som förutsätter övervakning och som därmed lägger ett långsiktigt ansvar på kommande generationer. Dessutom kan sådana lager i framtiden komma att vanskötas av samhället.

<sup>3</sup> Separation och transmutation innebär att avfallet bearbetas för att utvinna de långlivade radionukliderna, varefter dessa bestrålas i en kärnreaktor eller en accelerator för omvandling till ämnen med kortare halveringstid som behöver isoleras från omgivningen under relativt kort tid för att deras farlighet skall minska. Särskilda anläggningar skulle behöva uppföras för ändamålet. Det anses allmänt att tekniken inte skulle kunna tillämpas på alla typer av avfall, vilket innebär att vissa mängder radioaktivt avfall fortfarande skulle behöva isoleras från omgivningen under lång tid, t.ex. i ett geologiskt förvar.

- Djup slutförvaring i geologiska formationer på land är för närvarande den strategi för långlivat avfall som bedöms gynnsammast.

Denna uppfattning måste emellertid försvaras i öppen debatt om den slutligen skall bli allmänt accepterad. I kapitel 5 diskuteras etiska aspekter på geologisk slutförvaring och deras förenlighet med skilda samhälleliga mål.



## Vetenskapliga och tekniska framsteg har gjorts

En brett spektrum av tekniska aktiviteter krävs för att slutförvaring skall kunna genomföras. Avfallet måste förbehandlas och lagras, behållare med lång livslängd måste utvecklas, förläggingsplatser måste väljas och karakteriseras, säkerheten måste analyseras, tillstånd måste sökas och beviljas. Därefter måste anläggningen uppföras, drivas och till sist förslutas. Under det senaste årtiondet har det gjorts framsteg inom många av dessa aktiviteter, i synnerhet när det gäller det vetenskapliga och tekniska underlaget för säkerhetsanalysen och för genomförandet av geologisk slutförvaring. Bland de områden där betydande framsteg har gjorts kan nämnas följande:

**Utveckling och uppförande av anläggningar för behandling och mellanlagring av avfall.**

Särskilt bör uppmärksammas vad som har skett på lagringsteknikens område och vid uppförandet av centrala anläggningar för mellanlagring av högaktivt, upparbetat avfall och använt bränsle, t.ex. CLAB och ZWILAG i Sverige respektive Schweiz.

**Erfarenhet från försök i laboratorier och i fält, inklusive studiet av naturliga analogier.**

Breda program för vetenskaplig forskning har lagts upp för studiet av processer som är av betydelse för säkerheten under de särskilda förhållanden som gäller vid geologisk förvaring. Däri ingår så skilda fenomen som korrosion av metaller, förändringar i lerors egenskaper, spridning av lösta ämnen i olika medier, sorption<sup>4</sup> och långsiktiga klimatförändringar. I studiet av naturliga analogier ingår undersökningar av sådana processer i naturen som lik-

<sup>4</sup> Fysikalisk bindning av atomer eller molekyler till en yta.

nar de processer som blir avgörande för hur ett förvar kommer att fungera på lång sikt. Dessa studier av naturliga analogier ses som särskilt värdefulla när det gäller att bygga upp förtroende. Skälet är att de ger möjlighet att kontrollera vår förståelse av förlopp som är antingen för långsamma eller för storskaliga för att de skall vara direkt mätbara i laboratorier eller i fält.

### **Uppförande och drift av underjordiska berglaboratorier.**

Forsknings- och utvecklingsarbete har utförts i över tio anläggningar under jord världen runt. Dessa ligger på platser som inte är avsedda för lokalisering av förvar men som ändå kan ge relevant kunskap. Därtill kommer några underjordiska berglaboratorier på platser där ett djupförvar också är möjligt. Berglaboratorierna erbjuder en lämplig miljö för att utveckla och prova metoder för byggande under jord och dessutom ett ovärderligt underlag för att testa de vetenskapliga och matematiska modeller som används vid säkerhetsanalysen. De kan också ge möjlighet till praktisk demonstration som kan skapa ökat förtroende hos alla dem som följer verksamheten, vartill kommer att de har fungerat som center för att främja forskningsprojekt som drivs i internationell samverkan.

### **Erfarenhet av karakterisering av förläggingsplatser.**

För tio år sedan fanns det begränsad tillgång till data från platser och miljöer, tänkbara för geologisk slutförvaring. Strategier och metoder för datainsamling var mindre utvecklade. I dag har man på platser i flera länder - bl.a. Belgien, Canada, Finland, Frankrike, Förenta staterna, Schweiz, Storbritannien, Sverige och Tyskland - genomfört program som har omfattat detaljerad karakterisering med geofysiska metoder, ett flertal borrhål och t.o.m. undersökningsschakt och tunnlar. Man har också fått värdefull erfarenhet av att använda geologiska data för att få en insikt i platsernas väntade egenskaper i säkerhets-hänseende.



### **Utveckling av de tekniska barriärernas utformning.**

Mot bakgrund bl.a. av att man har funnit det svårt att karakterisera vissa geologiska miljöer på ett adekvat sätt har ökad uppmärksamhet under de senaste tio åren ägnats åt att utveckla s.k. robusta tekniska barriärsystem. Man räknar med att sådana system genom en kombination av fysiska barriärer och lämpliga kemiska förhållanden kommer att kunna erbjuda en hög grad av långsiktig inneslutning, samtidigt som de ställer relativt begränsade krav på det omgivande bergets egenskaper. I vissa program där verkliga lokaliseringsplatser har undersökts har man emellertid kunnat anpassa de tekniska barriärernas utformning till platsernas faktiska egenskaper med en hög grad av precision.

### **Förbättring av metoder för säkerhetsanalys.**

Genom att använda förbättrade matematiska modeller och avancerad teknik för databehandling, i förening med ökad vetenskaplig kunskap och data från experimentella studier, har man fått en mer realistisk och mer trovärdig föreställning om hur system för geologisk slutförvaring med ingående komponenter kan komma att fungera. Vidare har det utvecklats metoder som syftar till att alla relevanta egenskaper, händelser och processer skall bli beaktade. En motsvarande metodutveckling har skett i fråga om att genomföra och redovisa beräkningar för säkerhetsanalyser. Man har också blivit mer medveten om att osäkerheter av olika slag är både betydelsefulla och ofrånkomliga, t.ex. beroende på brist på detaljerad kunskap eller knapphändiga data. Metoder har utvecklats för att hantera sådana osäkerheter. Följaktligen har man nu över lag ett ökat förtroende för att resultaten av säkerhetsanalyser som bygger på sådana metoder, modeller och data utgör en pålitlig grund för att bedöma huruvida en viss lokalisering och utformning av ett förvar kan godtas från säkerhetssynpunkt.

**Förbättrad samordning  
mellan platskaraktärisering,  
konstruktion  
och säkerhetsanalys.**

De angivna framstegen i fråga om datainsamling, vetenskaplig kunskap och arbete med kvantitativa modeller har möjliggjort ökad förståelse för hur komponenterna i ett system för geologisk slutförvaring fungerar, liksom för deras uppgifter i olika slag av berg och under skilda plats-specifika förhållanden. Dessa framsteg, har möjliggjort en bättre styrning av verksamheterna. Därtill har bidragit en bättre samordning och kontroll av karaktärisering och konstruktionsprogram som tar sikte på säkerhetsanalysens behov.

**Utveckling av  
myndigheternas regelsystem,  
inklusive krav  
på redovisning av säkerhet  
och strålskydd.**

I de flesta länder där behov av geologisk slutförvaring kan förutses har myndigheterna nu fastställt riktlinjer med principer och specifika krav på förvaringen. I flera länder har man också fastställt platsspecifika krav eller utfärdat mer detaljerade anvisningar om hur den som uppför en förvaringsanläggning förväntas visa att ställda krav efterlevs. I flera länder har utvecklats former för en dialog mellan myndigheter och den utförande organisationen, innefattande en granskning av dennas forskningsverksamhet samt ett system med återkommande säkerhetsanalyser. Därtill kommer att erfarenhet har vunnits genom dels prövningen av tillstånd för anläggningar för slutförvaring av låg- och medelaktivt avfall, dels granskningen av säkerhetsstudier som utgör underlag för beslut på skilda stadier av utvecklingen av geologiska djupförvar.

Sett över hela fältet har den hittillsvarande vetenskapliga och tekniska insatsen haft betydande djup och bredd. Stora resurser har lagts ned och många vägar har undersökts med syftet att fullgoda tekniska lösningar skall finnas tillgängliga och att dessa lösningar skall bygga på gedigen vetenskaplig kunskap.

## Att genomföra geologisk slutförvaring – framsteg men också bakslag

De framsteg som har gjorts när det gäller de vetenskapliga och tekniska aspekterna av geologisk slutförvaring innebär att den teknik som krävs för sådan förvaring är tillgänglig i dag. Någon anläggning för slutförvaring av använt kärnbränsle och högaktivt radioaktivt avfall djupt i berg har ännu inte uppförts, men i flera länder har man tagit i drift anläggningar under jord för slutförvaring av lågaktivt avfall.

**Slutförvaring av radioaktivt avfall i utrymmen under jord förekommer redan och utgör ett direkt bevis för att sådana projekt kan genomföras.**

I Tyskland deponerades under perioden 1967–1978 lågaktivt avfall under jord i saltgruvan i Asse som ett demonstrationsprojekt. Under perioden 1981–1998 har ett djupförvar för låg- och medelaktivt avfall varit i drift i en saltformation i Morsleben. Båda dessa anläggningar ligger på ett djup av mer än 500 meter. Vidare är man nu i slutskedet av tillståndsprovningen för slutförvaring av sådant radioaktivt avfall som inte avger värme på ett djup av 1 000 meter i en nedlagd järnmalmsgruva i Konrad.

I Sverige har en anläggning på medelstort djup för slutförvaring av låg- och medelaktivt avfall varit i drift sedan år 1988 intill kärnkraftverket i Forsmark. I detta fall har bergrummen lagts i granitisk berggrund ca 50 meter under havsbotten i Östersjön. Transporter sker med tunnel från land.

I Finland togs anläggningar för slutförvaring av låg- och medelaktivt avfall i drift vid kärnkraftverket i Olkiluoto år 1992 och vid kärnkraftverket i Lovisa år 1998. Dessa anläggningar utgörs av bergrum i granitisk berggrund på djup av ca 100 meter under markytan.

I Norge har en anläggning för låg- och medelaktivt av-

fall tagits i drift år 1999 i Himdalen. Den utgörs av fyra bergtrum på ca 50 meters djup.

Särskilt bör uppmärksammas att man i Förenta staterna år 1999 har lämnat de tillstånd som krävs för att påbörja slutförvaring av avfall från nationella militära program vid en pilotanläggning, Waste Isolation Pilot Plant (WIPP), i sydöstra delen av delstaten New Mexico. Det avfall som skall förvaras har ett betydande innehåll av långlivade radioaktiva ämnen, även om sådant högaktivt avfall som avger värme inte ingår. Avfallet placeras i utrymmen i ett saltlager 650 meter under markytan. Den första leveransen av avfall lades i förvaret den 26 mars 1999. Detta utgjorde driftsstarten för den första anläggning i världen för geologisk slutförvaring av långlivat avfall som byggts särskilt för ändamålet.

**I Förenta staterna och Norden förefaller man ha kommit längst med program för slutförvaring av långlivat avfall.**

I Förenta staterna har man genomfört omfattande undersökningar från markytan. Tunnlrar för transporter och försöksverksamhet har byggts 350 meter under markytan vid Yucca Mountain i södra Nevada. En omfattande utvärdering (Viability Assessment) av projektet lämnades till kongressen i december 1998. Man räknar med att ett förslag till platsval kommer att lämnas år 2001. Förutsatt att Yucca Mountain väljs som förlägningsplats för det nationella förvaret skulle ansökan om tillstånd kunna ges in år 2002.

I Finland har en kommun gått med på att ett nationellt slutförvar förläggs inom kommunen. Ett slutligt beslut om platsval väntas kunna fattas under år 2000.

I Sverige planerar man att börja platsundersökningar på två platser några år in på 2000-talet.

**I några andra länder har man drabbats av förseningar eller bakslag, eller så råder det osäkerhet om framtidsutsikterna för projekt med geologisk slutförvaring.**

I Canada har en oberoende panel gjort en översyn av konceptet med geologisk slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. I sin rapport år 1998 till regeringen drog gruppen slutsatsen att konceptets säkerhet från teknisk synpunkt i huvudsak hade demonstrerats på ett tillfreds-

ställande sätt. Samtidigt påpekade emellertid gruppen att konceptet på detta stadium inte hade visat sig ha brett stöd i opinionen. Följaktligen hade projektet i sin nuvarande form inte tillräckligt hög grad av acceptans för att det skulle kunna bli vägledande för Canadas hantering av använt kärnbränsle och kärnavfall. Särskilt föreslog gruppen organisationsförändringar och bredare samrådsförfaranden.

I Storbritannien avslogs år 1997 en ansökan om lokalisering av en underjordisk anläggning i Sellafield för karakterisering av berg, avsedd som ett steg i utvecklingen av ett eventuellt djupförvar. I och med avslaget har Storbritannien ingen konkret plan för slutförvaring av långlivat avfall. En senare granskning i det brittiska överhuset har resulterat i att geologisk slutförvaring förordats som både genomförbar och önskvärd, samtidigt som det påpekas att det krävs acceptans från allmänhetens sida. Liksom i Kanada föreslås brett samråd och organisatoriska reformer.

I Schweiz har ett förslag om utveckling av ett geologiskt förvar för låg- och medelaktivt avfall i Wellenberg avvisats genom en kantonal folkomröstning. Man överväger nu att åter väcka förslaget efter ändringar i den tekniska utformningen och i processen för genomförande av projektet.

I Tyskland har man kommit långt med undersökningar av en stor saltformation i Gorleben med syfte att klarlägga dess lämplighet för förvaring av alla slags avfall, inklusive använt kärnbränsle och annat högaktivt avfall. Vertikala schakt har öppnats till ett djup av 960 meter. Emellertid har den nuvarande förbundsregeringen i Tyskland förklarat att den avser att avveckla produktionen av kärnkraft och att ompröva möjligheterna till avfallshantering på lång sikt. Även om man är medveten om att det så småningom kommer att behövas anläggningar för djupförvaring råder det en betydande osäkerhet om tidsplaner och om de

politiska förutsättningarna för att arbeta vidare med projekt på området.

Sammanfattningsvis kan det alltså konstateras att takten i arbetet med att genomföra slutförvaring – trots de betydande framsteg som gjorts i flera länder – har varit långsammare än vad man räknade med för tio år sedan. I vissa länder har det inträffat betydande bakslag.

Den långsammare takten i vissa länder kan delvis bero på att man tidigare har hemfallit åt teknisk optimism. Man kan således ha underskattat svårigheterna när det gäller t.ex. geologisk karakterisering och utvecklandet av tillräckligt god kunskap om faktiska förläggningsplatser. Därtill kommer myndigheternas krav på att det måste visas med en hög grad av trovärdighet att mycket stränga säkerhetskrav kommer att kunna uppfyllas långt in i framtiden – och att det dessutom måste visas på ett tillräckligt genomskinligt och uppföljbart sätt. Att dessa krav är betungande har blivit uppenbart först när avfallsprogrammen har gått in i ett skede då specifika förslag utformas och inges för prövning.

Den långsammare takten i arbetet innebär inget problem från teknisk planeringssynpunkt eftersom avfallet kan mellanlagras på ett säkert sätt. Dessutom har man hela tiden räknat med att utvecklingen av geologisk slutförvaring av radioaktivt avfall skulle komma att bli ett projekt på lång sikt. Av större betydelse är de bakslag som beror framför allt på att man har underskattat frågans opinions- mässiga och politiska dimensioner. I nästa kapitel behandlas dessa svårigheter, som kan komma att leda till att arbetet fördröjs kraftigt eller t.o.m. avstannar.

## De tekniska experternas förtroende – nödvändigt men inte tillräckligt

Under de senaste åren har de instanser som svarar för hanteringen av radioaktivt avfall blivit högst medvetna om att enbart teknisk sakkunskap och tekniskt förtroende för konceptet med geologisk slutförvaring inte räcker för att övertyga en bredare allmänhet om att sådan förvaring innebär lösningen på frågan om avfallshantering – och än mindre för att konceptet skall kunna genomföras framgångsrikt. Det behövs en grundlig offentlig debatt och en högre grad av deltagande från allmänhetens sida i besluten om huruvida, när och på vilket sätt geologisk slutförvaring skall genomföras. Skälen till detta är dels att alla frågor som gäller miljöskydd, kärnkraft och i synnerhet kärnavfall väcker starka känslor, dels att den tänkta slutförvaringen är ett unikt projekt och ställer särskilda krav på långsiktighet. Allmänt förtroende måste byggas upp i en mycket vidare krets om ett beslut om att genomföra slutförvaring skall kunna accepteras.

### Förutsättningar för ett brett förtroende.

En given förutsättning är att beslutsfattarna hos avfallshanteringsföretagen och de övervakande myndigheterna har förtroende för den tekniska säkerhetsredovisningen för ett slutförvar. Hittills har sådana tekniska bedömningar stått i centrum för intresset hos de experter och institutioner som arbetar med avfallshantering. För att skapa förtroende för de beslut som fattas om utveckling av geologisk slutförvaring krävs emellertid också

- förtroende hos bredare tekniska kretsar och hos allmänheten för att geologisk slutförvaring utgör en lämp-

lig lösning från etiska, ekonomiska och samhällsliga synpunkter och

- allmänt förtroende för att gällande organisation, lagstiftning och förfarande för tillståndsprovning skapar förutsättningar för en tydlig, logisk och trovärdig beslutsprocess.

Man kan inte bygga upp förtroendet för konceptet med geologisk slutförvaring som en isolerad företeelse. Konceptet måste prövas i ett vidare sammanhang, i vilket ingår en provning av andra möjliga strategier.

**Politik och rättsliga ramar – möjligheter för allmänhetens delaktighet?**

Av stor vikt är att det fastställs en stabil nationell politik och rättsliga ramar som anger den tänkta ordningsföljden för de beslut som skall fattas under de långa tidsperioder som krävs för att utveckla geologisk slutförvaring. Sådana ramar finns redan i vissa länder, t.ex. Finland, Frankrike och Förenta staterna, medan de i andra länder ännu är mindre tydliga. I länder som ännu inte har någon nationell politik på området kan arbetet med att fastställa en sådan politik få ökad stimulans till följd av den konvention om säkerheten vid hantering av använt kärnbränsle och om säkerheten vid hantering av radioaktivt avfall som antogs år 1997 efter att ha arbetats fram inom ramen för Internationella atomenergiorganet (IAEA).

Varje land har att ta ställning till i vilken utsträckning allmänheten skall höras vid utformningen av den nationella politiken på området eller i den fortsatta beslutsprocessen. I Sverige har den viktigaste formen för dialog med allmänheten varit samråd med lokala grupper med syftet att komma fram till vad som bör ingå i en miljökonsekvensbeskrivning.

I alla länder bör man vara medveten om att debatten om radioaktivt avfall och andra miljöfrågor blir alltmer



**Ett genomförande  
steg för steg  
ger möjlighet att fatta  
beslut i etapper.**

internationaliserad. Oavsett vilket utrymme som i ett visst land ges åt den vetenskapliga och allmänna debatten kommer en sådan debatt att föras i internationella sammanhang. Härigenom kan också det nationella opinionsläget påverkas.

Man räknar med att planering, teknisk utveckling med tillhörande forskning, tillståndsprövning samt byggande och drift av en anläggning för geologisk slutförvaring kommer att sträcka sig över en period av flera årtionden. Det har länge stått klart att säkerhetsredovisningen för slutförvaret under denna period kommer att vidareutvecklas steg för steg allteftersom konstruktionen av förvaret blir alltmer förfinad, kännedomen om faktorer av betydelse för säkerheten förbättras och tillgången till mätdata ökar. Man har blivit alltmer medveten om att beslut om att satsa resurser på varje särskilt steg i utvecklingen av ett slutförvar bör grundas på ett motsvarande förtroende för säkerhetsredovisningen av projektet. Likaså ger en stegvis utveckling av slutförvaret med tillhörande säkerhetsredovisning möjlighet att också låta tillståndsprövningen och den samhällsliga prövningen genomföras i etapper.

När tillståndsprövningen för ett projekt bedrivs öppet och stegvis – under ledning av myndigheter som åtnjuter respekt – kan detta skapa förtroende för att exploitörens förslag underkastas en ingående teknisk granskning för allmänhetens räkning. Vid vissa avgörande punkter i processen kan det bli nödvändigt med ett mer direkt allmänt samråd. Detta kan ta sig skilda former, alltifrån ett brett samråd med nationella organisationer i strategifrågor till nära samråd med berörda samhällen och deras företrädare i frågor om vad som skall utföras på en viss plats. Därtill kommer behovet av parlamentarisk debatt med syfte att bedöma hur långt man har nått och att besluta om vad som skall göras i fortsättningen.

**Etiska och andra krav  
- bilden i stort.**

Genom att genomföra konceptet med geologisk slutförvaring kan man tillgodose det etiska kravet att den generation som har haft nytta av kärnkraft och annan användning av radioaktivitet skall se till att det avfall som bildas kan förvaras på ett säkert och bestående sätt. Detta är principen om intergenerationell rättvisa, dvs. rättvisa *mellan* generationer. På senare tid har det väckts ett lika giltigt etiskt krav på att den nu verksamma generationen inte bör begränsa kommande generationers handlingsfrihet eller lägga hinder i vägen för deras möjligheter att fatta beslut. Vissa kritiker har hävdat att geologisk slutförvaring begränsar framtida generationers valmöjligheter. De som arbetar med frågor om hantering av radioaktivt avfall pekar däremot på att det är av allra största vikt att man kan erbjuda åtminstone en passivt säker lösning, nämligen geologisk slutförvaring, som inte ställer krav på åtgärder av framtida generationer. De pekar också på att en process mot att utveckla slutförvaringen steg för steg innebär att alternativa handlingsmöjligheter hålls öppna långt in i framtiden.

Det finns också ett problem med intragenerationell rättvisa, dvs. rättvisa *inom* varje generation. Härmed avses främst att samhället måste komma fram till en etisk ståndpunkt i frågan om hur varje generation skall hantera tillgängliga resurser och hur allmänheten skall bli delaktig i beslutsprocessen. I överväganden om resursfördelning bör man således bedöma riskerna med radioaktivt avfall mot bakgrund av behovet av att också genomföra andra projekt som skall skydda människors hälsa och miljön. Av betydelse i detta sammanhang är även hänsynstaganden till vad som är rättvist och rimligt gentemot de lokala samhällen som kan antas bli berörda av uppförandet och driften av en central nationell anläggning, som t.ex. ett geologiskt förvar för långlivat avfall.

Den dominerande uppfattningen bland experter på avfallshantering är alltså densamma som kom till uttryck i det gemensamma ställningstagandet år 1995 från Kommittén för radioaktivt avfall inom NEA. Självfallet kan emellertid denna grupp inte ensam besluta om strategier som har etiska, ekonomiska och politiska dimensioner. I stället krävs det en väl underbyggd samhällelig bedömning. Denna bedömning måste grundas på en bred kännedom om vilka handlingsmöjligheter som står till buds. Hänsyn måste emellertid också tas till de praktiska begränsningarna när det gäller att hitta en lösning. En fullständig enighet kommer inte att kunna nås i något samhälle. I sista hand har regeringarna ansvaret för att fatta beslut som får ett rimligt mått av uppslutning från allmänheten och för att sätta ramarna för de åtgärder som måste vidtas.

**Flexibiliteten  
hos konceptet med  
geologisk slutförvaring  
- att ta hänsyn till  
allmänhetens farhågor.**

En uppfattning som förs fram av grupper bland allmänheten som har engagerat sig i slutförvaringsfrågan är att de inte har blivit delaktiga i beslutsprocessen, något som har diskuterats i föregående avsnitt. Vidare anser de att innebörden av slutförvaringskonceptet är att man ger upp all kontroll över avfallet så snart det har deponerats i förvaret. Det finns ingen grund för denna farhåga.

Även om geologisk slutförvaring är avsedd att vara ett system för passiv säkerhet utan krav på långsiktig övervakning är det inget som hindrar att ett slutförvar blir föremål för både övervakning och underhåll av den nuvarande generationen, liksom av kommande generationer. Samhället kan välja att införa långsiktiga institutionella övervakningsåtgärder, inklusive platsskydd och tillsyn. Sådana åtgärder kan i och för sig vara förtroendeskapande. Ett huvudsyfte med geologisk slutförvaring är emellertid att skapa garantier för att människors hälsa och miljön skyddas även om övervakningen skulle upphöra.

Geologisk slutförvaring som tar sikte på att förvaret skall utformas på ett sätt som ger maximal passiv säkerhet kan också genomföras etappvis och flexibelt. Därigenom kan man uppskjuta sådana steg i processen som försvårar en senare återtagning. I Sverige har det t.ex. föreslagits att man i ett första steg skall deponera endast 10 % av det använda kärnbränslet och att man därefter skall avvakta i ett antal år så att vunna erfarenheter kan utvärderas och det deponerade avfallet kan övervakas. I andra länder – som t.ex. Schweiz, Storbritannien och Förenta staterna – har man övervägt möjligheten att deponera avfallet men att vänta med att fylla eller försluta de underjordiska tunnarna. På detta sätt åstadkommer man ett underjordiskt förvar från vilket avfall utan större svårighet kan återtas om detta visar sig nödvändigt men som också lätt kan förslutas, ifall man skulle fatta ett sådant beslut.

De instanser som svarar för hanteringen av radioaktivt avfall har svårt att få fram de två budskapen att avfallet aldrig skulle få placeras i ett förvar under jord om säkerheten kunde ifrågasättas och att konceptet med geologisk slutförvaring är reversibelt, dvs. att avfallet skulle kunna återtas genom bergtekniska insatser om detta visar sig nödvändigt. De svårigheter och kostnader som det skulle medföra att återta avfall från ett slutförvar på ett säkert sätt är beroende av hur förvaringen har utformats i detalj, bl.a. i fråga om de material som har använts. Emellertid betraktas återtagning som ett ytterst osannolikt scenario. Om frågan blir aktuell får man väga de negativa följderna av en återtagning mot de fördelar som kan vinnas.

**Uppgifter för experter och ansvariga instanser på avfallshanteringsområdet.**

De experter och institutioner som svarar för frågor om hantering av radioaktivt avfall bör fortsätta med det vetenskapliga och tekniska arbete som krävs för att åstadkomma säkra och ekonomiska metoder för avfallshantering på lång sikt.

Även om det är samhället och regeringarna som skall bestämma hur och när en lösning skall genomföras är det experternas och institutionernas ansvar att se till att lämpliga lösningar finns tillgängliga.

De arbetssätt och metoder som tillämpas av experter och institutioner på avfallshandlingens område i syfte att tillgodose de framtida behoven på området kommer att bli specifika för varje program eller land. Utvecklingen av dessa arbetssätt och metoder kommer emellertid, liksom utvecklingen av tekniken för slutförvaring, att påverkas av vad som händer på andra håll. Utvecklingen främjas bäst genom ett internationellt utbyte av idéer. Även i fortsättningen kommer internationella forum att vara betydelsefulla såväl för att tillgodose de framtida behoven hos de institutioner som verkar på området, som för att sprida kunskap till en vidare krets. Både för de företag som skall genomföra slutförvaringen och för de berörda myndigheterna har det visat sig värdefullt med ett utbyte av erfarenheter och resurser inom ramen för samarbetsprojekt. Sannolikt kommer alltså även i fortsättningen internationella forum som ger möjligheter till dialog mellan parter och till samarbetsprojekt att spela en viktig roll för alla dem som är verksamma inom handlingen av radioaktivt avfall.

I sista hand vilar ansvaret för allmänna och politiska frågor på samhällets organ. Emellertid måste experter på avfallshandling vara beredda att delta i aktiviteter som äger rum i gränssnitten mellan de tekniska, allmänt samhälleliga och politiska områdena. De måste också vara mottagliga för argument i de debatter som kommer att uppstå. Med detta menas att de tekniska specialisterna bör informera om praktiska krav, begränsningar och handlingsalternativ. De bör också vara lyhörda för och sträva efter att tillgodose samhälleliga och politiska önskemål, även om dessa innefattar icke-tekniska aspekter på frågan.



## Sammanfattning och slutsatser – att se tillbaka och att se framåt

Tack vare det omfattande arbete som har bedrivits inom de nationella programmen har det under de senaste tio åren gjorts betydande vetenskapliga och tekniska framsteg i riktning mot att förverkliga geologisk slutförvaring. Denna utveckling har främjats, uppmuntrats och väglett av det internationella utbytet.

Flera underjordsanläggningar för slutförvaring av lågaktivt avfall – även avfall som innehåller långlivade komponenter – är nu i drift. Ett geologiskt förvar som uppförts särskilt för långlivat avfall togs i drift år 1999. I några länder har projekt avseende geologisk slutförvaring av använt kärnbränsle och annat högaktivt avfall närmat sig den punkt då beslut om att påbörja uppförandet kan fattas. Ännu finns dock inget sådant slutförvar i drift. I de flesta länder ligger ett förverkligande av slutförvaringsprojekten ännu åtskilliga år fram i tiden. Trots de bakslag som har inträffat och trots att vissa länder har uppskjutit sina platsvalsprogram eller ifrågasatt lämpligheten av en föreslagen plats för ett slutförvar har emellertid inte något land upphävt sitt beslut om att inrikta arbetet på geologisk slutförvaring.

Experterna på avfallshantering har alltså förtroende för geologisk slutförvaring. I själva verket har deras förtroende för att en säker djupförvaring kan åstadkommas blivit stärkt av ett antal faktorer, nämligen

- att förståelsen för processer av betydelse för säkerheten har förbättrats genom karakterisering av platser och genom forskning och utveckling,

- att det i många länder har utvecklats detaljerade förvarskoncept,
- att säkerheten hos dessa koncept har demonstrerats genom att tillämpa stränga metoder för säkerhetsanalys,
- att dessa säkerhetsanalyser har blivit föremål för fristående granskning av nationella och internationella expertgrupper,
- att skilda slag av teknik som krävs för att förverkliga geologiska djupförvar har utvecklats och i vissa fall också demonstrerats.

Ett brett tvärsnitt av experter på avfallshantering har alltså en samsyn om att geologisk slutförvaring – för närvarande och för överskådlig framtid – utgör den enda faktiskt tillgängliga möjligheten att tillgodose kraven på säkerhet i tiotusentals år eller ännu längre. Den kanske största utmaningen för dessa experter är att se till att deras förtroende för geologisk slutförvaring förmedlas till allmänheten och även accepteras av den. I själva verket saknas det hos allmänheten ofta kännedom om att det råder en bred samstämmighet bland tekniska experter om att säker slutförvaring är möjlig att åstadkomma. Kraftfullt framförd kritik från en minoritet bland vetenskapsmän och tekniker kan ge intryck av att det finns stora meningsskiljaktigheter inom den tekniska världen.

Både hos experter inom området och hos andra intressenter är man på det klara med att frågan om långsiktig hantering av radioaktivt avfall har etiska, samhällseliga och politiska dimensioner. Frågan om en viss strategi för denna hantering, som t.ex. geologisk djupförvaring, är godtagbar



eller inte kan avgöras endast på politisk nivå, efter hörande av berörda instanser och med hänsyn tagen till synpunkter från allmänheten. En stegvis process med sikte på att genomföra geologisk slutförvaring kommer att ge mer tid och bättre förutsättningar för att skapa ett bredare stöd för denna lösning eller för att identifiera alternativa lösningar. Emellertid är det inte realistiskt att söka nå fullständig eller nästan fullständig enighet. I likhet med vad som gäller vid kontroversiella projekt av alla slag kommer det att krävas en väl avvägd samhällelig beslutsprocess i alla de länder som väljer geologisk slutförvaring.

Experterna på avfallshantering och de institutioner som står bakom dem måste fullgöra sin skyldighet att utveckla tekniskt fullgoda, säkra och ekonomiska lösningar och att ge sig in i en öppen debatt om dessa lösningar. Samhället som helhet har både rätt och skyldighet att ta aktiv del i valet av metoder och i tilldelningen av nödvändiga resurser för hanteringen av allt avfall – såväl radioaktivt som icke-radioaktivt – som för med sig långsiktiga risker.



- 1 International Atomic Energy Agency (IAEA), *Issues in Radioactive Waste Disposal*, IAEA-TECDOC 909, Wien, 1994.
- 2 International Atomic Energy Agency (IAEA), *Safety Indicators in Different Time Frames*, IAEA-TECDOC 767, Wien, 1994.
- 3 OECD Nuclear Energy Agency, *Collective Opinions in Radioactive Waste Management*, Paris, 1991, 1995.
- 4 OECD Nuclear Energy Agency, *Confidence in the Evaluation of Safety of Deep Geological Repositories - Its Development and Communication*, Paris, 1999.
- 5 OECD Nuclear Energy Agency, *Geological Disposal of Radioactive Waste: Review of Developments in the Last Decade*, Paris, 1999.
- 6 OECD Nuclear Energy Agency, *Radioactive Waste Management Programmes in OECD/NEA Member Countries*, Paris, 1998.
- 7 OECD Nuclear Energy Agency, *Regulating the Long-Term Safety of Radioactive Waste Disposal* (Proceedings of the Cordoba Workshop), Paris, 1997.
- 8 OECD Nuclear Energy Agency, *Strategic Areas in Waste Management - The Viewpoint and Work Orientations of the NEA Radioactive Waste Management Committee*, Paris, 1999.
- 9 "Radioactive Waste", *Physics Today* (special issue), vol. 50, no. 6, June 1997.
- 10 UK House of Lords Science and Technology Committee, *Management of Nuclear Waste*, 3rd report, London, 1998.



## Något om arbetet inom OECD/NEA<sup>5</sup>

Sverige är, tillsammans med 28 andra länder med utvecklade marknadsekonomier, medlem i Organisationen för ekonomiskt samarbete och utveckling (OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development). Inom OECD finns ett särskilt organ för kärnenergifrågor, Kärnenergibyrån (NEA, Nuclear Energy Agency).

NEA:s uppgift är att främja samarbete mellan regeringar vad gäller säkerhet, omgivningsskydd och ekonomiska frågor vid utnyttjande av kärnenergi. För Sverige är OECD/NEA ett viktigt organ för information och diskussion om säkerhet och strålskydd vid hantering av kärnavfall och använt kärnbränsle samt för utveckling av säkerhetsanalys och beslutsprocess vid slutförvaring. Det underlag som tas fram i NEA-samarbetet drar man också ofta nytta av i det vidare samarbetet inom FN:s atomenergiorgan IAEA.

Medlemsländernas insyn och inflytande utövas i första hand genom representation i NEA:s styrelse (Steering Committee) samt ett antal kommittéer för olika specialområden, såsom den regulativa kommittén (Committee on Regulatory Activities), kärnsäkerhetskommittén (Committee on the Safety of Nuclear Installations), kärnavfallskommittén (Radioactive Waste Management Committee), strålskyddskommittén (Committee on Radiation Protection and Public Health) samt ytterligare ett antal kommittéer. Som framgår av namnen på kommittéerna behandlas många aspekter av utnyttjande av kärnenergi, men man

<sup>5</sup> I den engelska versionen av denna skrift finns (s. 2) en redogörelse för bakgrunden till bildandet av och uppgifterna för OECD och NEA. I stället för en översättning av den texten har utarbetats följande redogörelse, som bedöms ha särskilt intresse för en svensk läsare.

kan säga att intresset är fokuserat på säkerhet, strålskydd samt på krav (regulations) som samhället bör ställa vid utnyttjande av kärnenergi. Sverige är representerat i alla de nämnda kommittéerna och innehar för närvarande ordförandeposterna i NEA:s styrelse (Lars Högberg, f.d. chef för Statens kärnkraftinspektion) och i kärnavfallskommittén (Sören Norrby, chef för kärnavfallsavdelningen vid Statens kärnkraftinspektion). Sverige är också representerat i många av de övriga kommittéerna och i kommittéernas undergrupper.

Kärnavfallskommittén (eng. förkortning RWMC) är, liksom övriga kommittéer inom NEA, under 1999-2000 inne i ett skede av översyn av strategi och organisation för sin framtida verksamhet. Man kan konstatera att utveckling har skett inom ett antal områden av betydelse för säkerhet vid slutförvaring av radioaktivt avfall:

- hantering, behandling, lagring m.m. av radioaktivt avfall,
- lagstiftning, föreskrifter m.m. samt organisation,
- utformning av slutförvarskoncept och platsvals-procedurer,
- metoder för säkerhetsanalys.

Det har allt klarare framkommit att förtroendefrågor (för industri, myndigheter, politiska beslutsfattare etc.) blivit allt viktigare. Inte endast den tekniska säkerheten och påverkan på miljön uppmärksammas utan också frågor om beslutsprocessen och dess öppenhet samt möjligheten till inflytande från särskilt berörda och en bred allmänhet.

Detta har påverkat organisationen inom RWMC där det nu finns tre huvudgrupper:

- en grupp som behandlar säkerhet vid slutförvaring med fokusering på övergripande säkerhetsanalys (Integrated Group on the Safety Case),
- en grupp som med mycket bred infallsvinkel behandlar förtroendefrågor för alla berörda vad gäller slutförvaring, t.ex. de närboende, allmänheten, lokala politiker, myndigheter, miljöorganisationer etc. (Forum on Stakeholder's Confidence),
- en grupp för diskussion av rena myndighetsfrågor (Regulator's Forum).

Inom de två förstnämnda grupperna behandlas bl.a. frågor om

- säkerhet och miljö,
- utveckling av tekniska lösningar för slutförvaring,
- riskuppfattningar och förtroendefrågor,
- internationell samverkan.