

Underlag för samråd enligt miljöbalken, kapitel 6

Inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle

- Metod** – Finns det några alternativ till KBS-3-metoden?
- Lokalisering** – En resa som slutade i Oskarshamn och Forsmark
- Framtid** – Har samhället förmåga att ta hand om det använda kärnbränslet?

Maj 2006

Svensk Kärnbränslehantering AB
Box 5864
102 40 Stockholm
Telefon 08-459 84 00



Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Ansökningar och prövning	5
1.2	Redovisning av alternativ	6
1.3	Samråd	6
2	Förutsättningar för att ta hand om det använda kärnbränslet	7
2.1	Använt kärnbränsle	7
2.2	Krav och utgångspunkter	7
3	Omhändertagande av använt kärnbränsle	9
3.1	Djup geologisk förvaring	10
3.1.1	KBS-3-metoden	11
3.1.2	Djupa borrhål	12
3.1.3	Mycket långa tunnlar och WP-Cave	17
3.2	Separation och transmutation	17
3.3	Övervakad lagring	21
3.4	Andra metoder	22
3.5	Nollalternativet	24
4	Lokaliseringsarbetet	25
4.1	År 1973. Arbetet påbörjas	26
4.2	Perioden 1977–1985. Villkorslagen krävde snabba och fördjupade insatser	26
4.2.1	Typområdesundersökningar på åtta platser	27
4.3	Perioden 1984–2000. Kärntekniklagen ställer krav på allsidigt FoU-program och lokaliseringsarbetet startar	28
4.3.1	1986 – första FoU-programmet	28
4.3.2	1989 – översiktlig plan för lokaliseringsarbetet presenteras	29
4.3.3	1992 – lokaliseringsarbetet startar på allvar, förstudierna påbörjas	29
4.3.4	1995 – resultat från de första förstudierna	30
4.3.5	1998 – ett avgörande skede i lokaliseringsarbetet	31
4.4	År 2000 – Platsundersökningar	32
4.4.1	2001 – Regeringen ger klartecken	34
4.4.2	Forsmark och Simpevarp/Laxemar är av riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall	34
4.4.3	Lokalisering vid kusten eller i inlandet?	34
5	Samhällets framtida kapacitet att ta hand om det använda kärnbränslet	35
5.1	Nödvändig kapacitet och förmåga	35
5.2	Resultat	36
5.3	Slutsatser	37
6	Tidsperspektiv	39
	Bilaga	41

Läsanvisning

Detta är ett underlag inför samråd, enligt 6 kapitlet miljöbalken, i maj/juni 2006 för ansökan om tillstånd enligt miljöbalken om att uppföra och driva anläggningar för inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle.

Underlaget innehåller en sammanfattning av SKB:s senaste sammanställningar och utredningar om slutförvaring av använt kärnbränsle i djupa borrhål och fortsatt utnyttjande av bränslet genom separation och transmutation.

Vidare finns en kort summering av det arbete, som nu pågått i mer än 30 år, med att finna en säker och i övriga aspekter lämplig plats för slutförvaring av det använda kärnbränslet.

Kortfattade slutsatser redovisas från en studie om möjliga utvecklingar i världen och vårt samhälle under kommande 75–100 år. Hur kan de påverka förutsättningarna för vår förmåga att skydda och omhänderta det använda kärnbränslet?

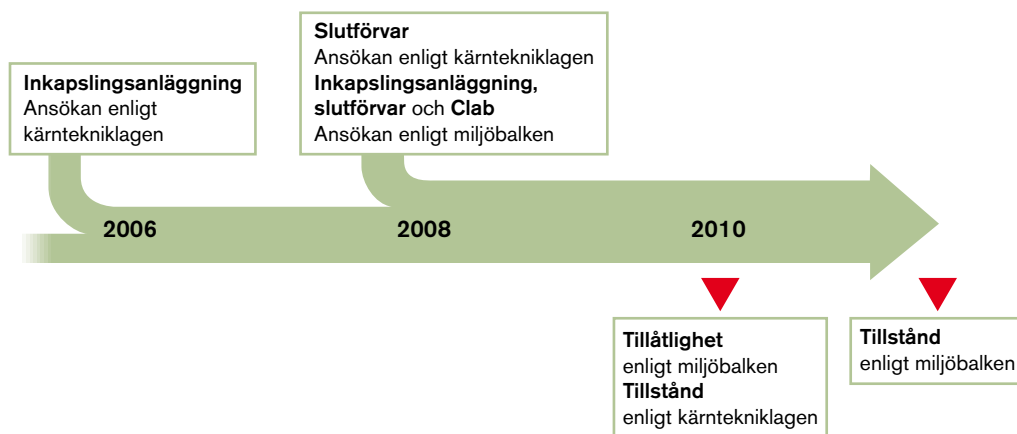
Underlaget är framtaget under maj 2006 och speglar kunskapsläget vid den tidpunkten. Det baseras på såväl tidigare utfört arbete som pågående, ej ännu publicerat, arbete. I en bilaga finns sammanställning av titel och författare för dessa rapporter.

1 Inledning

SKB har i uppdrag att ta hand om det radioaktiva avfallet från de svenska kärnkraftverken och har utvecklat en metod för slutförvaring i berggrunden av det använda kärnbränslet, den så kallade KBS-3-metoden (KBS står för KärnbränsleSäkerhet). Metoden innebär att det använda kärnbränslet placeras i kopparkapslar med insatser av gjutjärn och sedan deponeras, inbäddade i bentonitlera, på cirka 500 meters djup i berggrunden. KBS-3-metoden kräver dels en inkapslingsanläggning, där det använda kärnbränslet kapslas in, dels en djupliggande berganläggning (ett slutförvar) där kapslarna deponeras. Platsundersökningar inför lokalisering av slutförvaret pågår i Oskarshamns och Östhammars kommuner.

1.1 Ansökningar och prövning

Inkapslingsanläggningen och slutförvaret kräver tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen. Under år 2006 planerar SKB att ansöka om tillstånd enligt kärntekniklagen för inkapslingsanläggningen. I slutet av år 2008 planerar SKB att ansöka om tillstånd enligt miljöbalken för inkapslingsanläggningen och slutförvaret samt för fortsatt drift av Clab (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle). Samtidigt ansöker SKB om tillstånd enligt kärntekniklagen för slutförvaret, se figur 1-1. Detta gör att allt underlag kommer att ha presenterats innan beslut ska tas. Regeringen får möjlighet att vid ett och samma tillfälle fatta beslut om tillstånd enligt kärntekniklagen och tillåtlighet enligt miljöbalken för alla ingående delar i KBS-3-systemet. SKB:s förhoppning är att regeringsbeslut ska kunna erhållas år 2010.



Figur 1-1. SKB:s planering för inlämnandet av tillståndsansökningar för inkapslingsanläggningen, Clab och slutförvaret.

1.2 Redovisning av alternativ

Till ansökningarna enligt miljöbalken och kärntekniklagen år 2008 ska bifogas en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) enligt 6:e kapitlet i miljöbalken. Där framgår att miljökonsekvensbeskrivningen ska innehålla en redovisning av alternativa platser, om sådana är möjliga, samt alternativa utformningar. Det ska också finnas en beskrivning av konsekvenserna av att verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd, det så kallade nollalternativet.

Kärntekniklagen ställer krav på att SKB vart tredje år ska upprätta ett program för en allsidig forsknings- och utvecklingsverksamhet (Fud). Myndigheterna och regeringen har godkänt Fud-programmens inriktning mot geologisk slutförvaring enligt KBS-3-metoden, med fortsatt parallell utvärdering av alternativa metoder. Synpunkter som framkommit i samband med Fud-programmen har resulterat i att de alternativa metoder SKB för närvarande huvudsakligen arbetar med är en kompletterande studie för slutförvaring i djupa borrhål samt en beskrivning av vad separation/transmutation skulle innebära ur svenskt perspektiv.

1.3 Samråd

I miljökonsekvensbeskrivningen ska det bland annat framgå vilka konsekvenser den planerade verksamheten bedöms få för människa och miljö, samt hur dessa kan förebyggas eller begränsas. I MKB-arbetet ingår både utredningsarbete och samråd.

Samrådet ska enligt bestämmelser i miljöbalken (6 kapitlet 4 §) avse verksamhetens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt innehåll och utformning av miljökonsekvensbeskrivningen. Ett annat viktigt syfte är att ta till vara den lokalkännedom som personer och organisationer besitter. SKB:s målsättning för samråden är att alla som vill engagera sig ska ges tillfälle till detta. Detta gäller såväl allmänhet och organisationer som kommuner och statliga myndigheter.

Samrådsprocessen inför ansökan om tillstånd för slutförvaret respektive inkapslingsanläggningen påbörjades under 2002 och 2003 i både Oskarshamn och Forsmark. Tidiga samråd är genomförda och beslut om att en inkapslingsanläggning respektive ett slutförvar medför betydande miljöpåverkan har tagits av Länsstyrelsen i Kalmar län och Länsstyrelsen i Uppsala län. I enlighet med besluten genomför SKB också utökade samråd. Inför inlämnandet av ansökan enligt kärntekniklagen för inkapslingsanläggningen år 2006 hölls ett sista samrådsmöte på respektive plats under november 2005. Samråden fortsätter dock för både inkapslingsanläggningen och slutförvaret inför ansökningarna år 2008.

Under år 2005 genomfördes förändringar i miljöbalken. Begreppen tidigt respektive utökat samråd har försvunnit. Numera används endast begreppet samråd.

2 Förutsättningar för att ta hand om det använda kärnbränslet

2.1 Använt kärnbränsle

Kärnbränsle framställs av naturligt radioaktivt uranmineral. Vid driften i en kärnreaktor ökar bränslets radioaktivitet kraftigt. Efter ungefär fem års användning tas bränslet ur reaktorn och är då som farligast. Efter uttaget avtar aktiviteten och därmed farligheten i takt med att de radioaktiva ämnena sönderfaller. Efter 30 års mellanlagring i Clab återstår endast någon procent av radioaktiviteten. Riskerna med använt kärnbränsle kan beskrivas i termer av farlighet och tillgänglighet. Farligheten beskriver den skada strålningen från de radioaktiva ämnena kan åstadkomma om människor exponeras för den. Tillgängligheten beskriver i vilken grad människan kan exponeras i olika situationer, till exempel vid transporter, mellanlagring eller slutförvaring av använt kärnbränsle.

De allra flesta radioaktiva ämnena i använt kärnbränsle sönderfaller inom loppet av några hundra år. Därefter dominerar farligheten av ämnen som kommer att finnas kvar under mycket lång tid. Efter cirka 100 000 år har det använda bränslets farlighet avtagit till samma nivå som de naturliga uranmineral som det framställts av.

Det använda kärnbränslet hanteras i flera led. I samtliga begränsas tillgängligheten, under transporter med särskilda behållare och under lagringsperioderna genom att man förvarar bränslet i vattenbassänger. Transportbehållarna och vattnet i lagringsbassängerna kyler bränslet och skärmar av den strålning som bränslet avger.

2.2 Krav och utgångspunkter

De övergripande kraven och utgångspunkterna på hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle finns i svensk lagstiftning och internationella överenskommelser.

Enligt *miljökraven* i miljöbalken (SFS 1998:808) ska kommande generationer tillförsäkras en god och hälsosam miljö, samt återanvändning och återvinning och annan hushållning med material, energi och andra resurser främjas.

Enligt *säkerhetskraven* i lagen om kärnteknisk verksamhet (SFS 1984:3), ”kärntekniklagen”, med tillhörande föreskrifter, framgår att den som har tillstånd att bedriva kärnteknisk verksamhet ska se till att uppkommet kärnavfall slutförvaras på ett säkert sätt. Säkerheten efter förslutning av slutförvaret ska bygga på ett system av passiva barriärer och slutförvaret ska inte kräva övervakning och underhåll. Systemet ska vara tåligt mot felfunktioner och ha hög tillförlitlighet. I första hand ska beprövade konstruktionsprinciper användas.

Enligt *strålskyddskraven* i strålskyddslagen (SFS 1988:220), med tillhörande föreskrifter, ska den joniserande strålningens påverkan på människa och miljö beräknas och visas vara acceptabel, både vid hanteringen av det använda kärnbränslet och i framtiden. Biologisk mångfald och utnyttjande av biologiska resurser ska skyddas mot skadlig verkan av strålning. Stråldoser ska begränsas så långt möjligt med hänsyn till ekonomiska och samhällsliga faktorer. För att begränsa utsläpp ska effektivaste åtgärd som inte medför orimliga kostnader genomföras.

Utöver den svenska lagstiftningen finns internationella överenskommelser och konventioner som Sverige förbundit sig att följa.

I FN-organet IAEA:s (International Atomic Energy Agency) avfallskonvention framgår att man ska sträva mot att undvika att lägga otillbörliga bördor på kommande generationer, vilket innebär att avfallsfrågan till alla väsentliga delar ska lösas av den generation som har haft nytta av elproduktionen från kärnkraften. Dessutom framgår att avfallet bör förvaras i det land där det uppstod.

Sverige undertecknade det så kallade icke-spridningsavtalet 1968, vilket innebär att vi förbundit oss att använda kärnenergi enbart för fredliga syften och att svenskt kärnämne får kontrolleras av IAEA. Enligt avtalet ska systemet för omhändertagande av använt kärnbränsle vara utformat så att olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall förhindras.

1972 års konvention om dumpning av avfall och annat material i havet, den så kallade Londonkonventionen, innefattar även dumpning av radioaktivt avfall. I ett protokoll från 1996 i Londonkonventionen görs ett antal förtydliganden vilka bland annat går ut på att "Sub-Seabed Disposal" (deponering i havsbottensediment) ska klassas som dumpning i oceanerna och därför vara förbjudet i internationell lag.

Krav och utgångspunkter – sammanfattning

I korthet kan internationella överenskommelser och svensk lagstiftning sammanfattas såsom att:

- ägarna till kärnkraftverken ansvarar för att kärnavfall slutförvaras på ett säkert sätt,
- avfallet ska tas omhand inom landet, om det kan ske på ett säkert sätt,
- havet och havsbotten utanför landets gränser inte får utnyttjas,
- systemet ska vara utformat så att olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall förhindras,
- säkerheten ska vila på flerfaldiga barriärer,
- slutförvar inte ska kräva övervakning och underhåll,
- man ska sträva mot att undvika att lägga otillbörliga bördor på kommande generationer.

SKB har som mål att skapa ett slutförvar i enlighet med ovanstående krav och utgångspunkter.

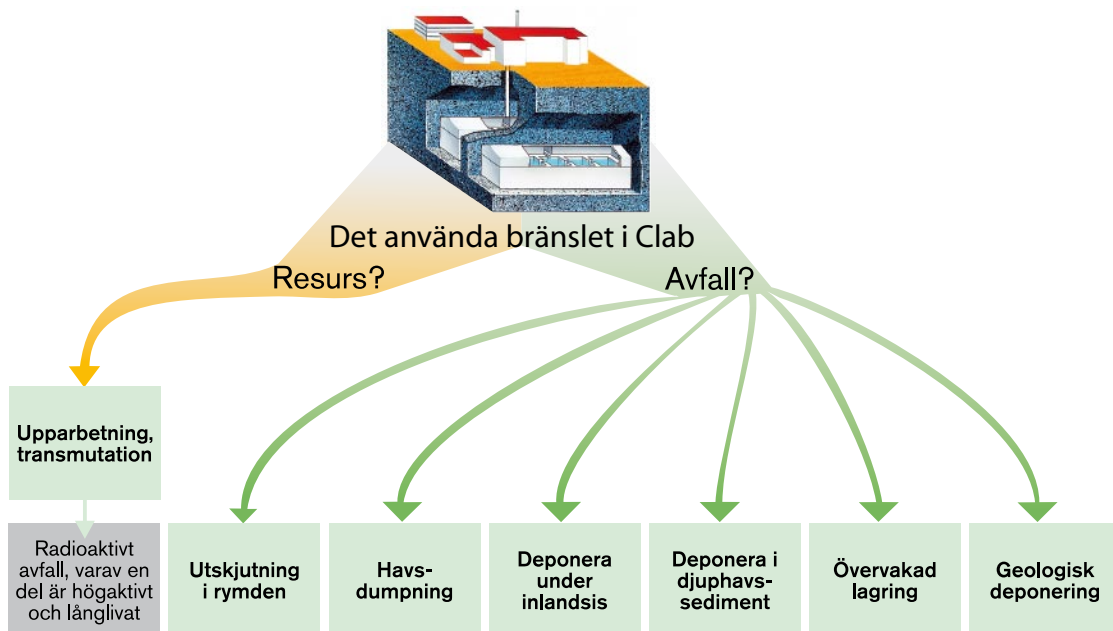
3 Omhändertagande av använt kärnbränsle

Efter mellanlagringen av det använda kärnbränslet i Clab finns det två tänkbara huvudvägar för omhändertagande. Den ena innebär att man betraktar det som en resurs för återvinning till nytt kärnbränsle. För att åstadkomma detta måste det använda kärnbränslet upparbetas. Det ger upphov till andra typer av radioaktivt avfall som måste tas om hand och slutförvaras. Den andra vägen är att från början betrakta det använda kärnbränslet som avfall, som måste omhändertas och slutförvaras på ett betryggande sätt.

Om ett slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet inte kommer till stånd återstår att fortsätta lagra det under övervakade former. Detta kan göras antingen i Clab, där bränslet finns idag, eller med någon av de metoder för övervakad lagring som används internationellt. En förlängd övervakad lagring är dock inget alternativ till slutligt omhändertagande.

Genomgångar av olika strategier och metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle har presenterats vid ett flertal tillfällen, se figur 3-1. Alternativens för- och nackdelar har jämförts med den så kallade KBS-3-metoden, som är SKB:s förslag på metod för slutförvaring.

KBS-3-metoden prövades formellt av myndigheter och regering i början av 1980-talet och utgjorde en grund för tillstånden att ta kärnkraftsreaktorerna Oskarshamn 3 och Forsmark 3 i drift. Det vetenskapliga och tekniska underlaget för metoden har löpande utvecklats och redovisats till myndigheterna och regeringen vart tredje år i SKB:s Fud-program. Myndigheterna och regeringen har godkänt Fud-programmens inriktning mot geologisk slutförvaring enligt KBS-3-metoden med fortsatt parallell utvärdering av alternativa metoder.



Figur 3-1. Möjliga strategier och metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle.

KBS-3-metoden har utformats med hänsyn till de övergripande krav och utgångspunkter som beskrivs i kapitel 2. Ingen av de andra strategierna eller metoderna uppfyller dessa i alla delar. De kan därför inte betraktas som alternativa metoder i strikt mening.

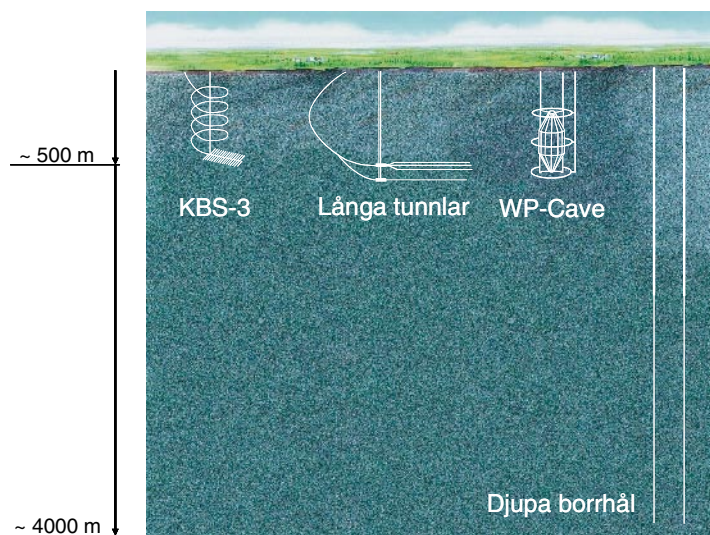
Nedan ges en översikt av strategier och metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle. Förutom KBS-3-metoden, arbetar SKB för närvarande huvudsakligen med en kompletterande studie för slutförvaring i djupa borrhål samt en beskrivning av vad separation och transmutation skulle innebära ur svenskt perspektiv.

3.1 Djup geologisk förvaring

Geologisk deponering, förvaring djupt ned i berggrunden, bygger på utnyttjandet av en miljö som är stabil på mycket lång sikt. Grundprincipen för geologisk deponering är att avfallet ska omges av passiva barriärer som stödjer och kompletterar varandra.

Internationellt råder det ett brett samförstånd om att geologisk deponering är den strategi som bäst lämpar sig för att ta hand om långlivat radioaktivt avfall. Olika geologiska miljöer har studerats i olika länder, alltefter de geologiska förutsättningarna. SKB har utvecklat den så kallade KBS-3-metoden för slutförvaring i svensk berggrund. Finland, som har liknande geologiska förutsättningar, har sedan länge ett nära samarbete med SKB och planerar också att slutförvara använt kärnbränsle i ett KBS-3-förvar. Utöver KBS-3 har SKB studerat följande alternativ för geologisk deponering, se figur 3-2:

- Djupa borrhål
- Mycket långa tunnlar
- WP-Cave



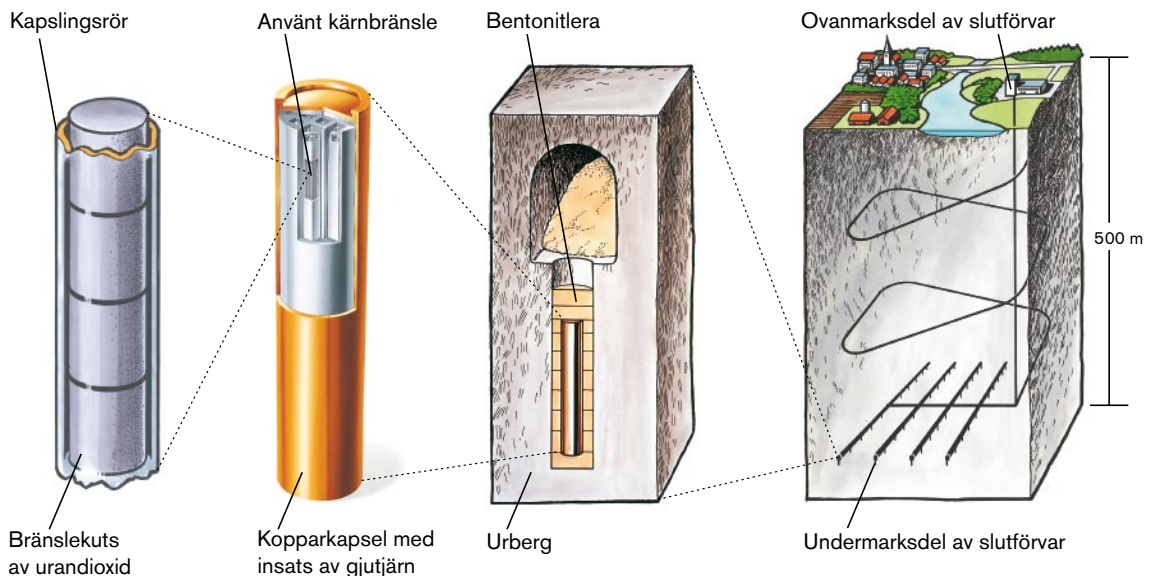
Figur 3-2. Alternativa metoder för geologisk deponering.

3.1.1 KBS-3-metoden

KBS-3-metoden innebär att det använda kärnbränslet innesluts i korrosionsbeständiga kopparkapslar och deponeras på cirka 500 meters djup i berggrunden, där det råder stabila förhållanden, se figur 3-3. Kapslarna omges av ett lager av bentonitlera som utgör en buffert vid mindre bergörelser och hindrar korroderande ämnen att komma in till kapseln. Leran kan även effektivt absorbera och fördröja de radioaktiva ämnen som kan frigöras om kapseln skadas.

SKB:s lokaliseringsarbete visar att det går att finna en säker och i övriga aspekter lämplig plats för att bygga ett KBS-3-förvar i den svenska berggrunden. Det finns stor erfarenhet av att bygga i berget till de aktuella djupen. Driften kan göras säker och möjligheterna att kontrollera att allt gått rätt till vid deponeringen är goda. I Äspölaboratoriet bedriver SKB i full skala forskning och utvecklar metoder inför byggandet av ett framtida slutförvar. Säkerhetsanalyser, som inkluderar flera olika tänkbara scenarier av händelser i förvaret och för klimatutvecklingen, visar att säkerheten efter förslutning är god. Detta sammantaget har resulterat i att SKB föreslår att det använda kärnbränslet tas om hand enligt KBS-3-metoden. De nu pågående platsundersökningarna i Oskarshamn och Forsmark genomförs med KBS-3-metoden som planeringsförutsättning.

Den referensutförning av KBS-3-metoden som SKB arbetar med bygger på vertikal deponering av kapslarna (KBS-3V). Möjligheten att modifiera referensmetoden och deponera flera kapslar liggande i rad i horisontella deponeringstunnlar (KBS-3H) undersöks också.



Figur 3-3. KBS-3-metoden bygger på att olika barriärer (kapseln, bufferten och berget) hindrar de radioaktiva ämnena i bränslet från att skada människa och miljö.

3.1.2 Djupa borrhål

Ett förvar enligt metoden djupa borrhål består av borrhål som är cirka 4 000 meter djupa. Kapslar med använt kärnbränsle deponeras på 2 000 till 4 000 meters djup i borrhålen. På detta djup är vattenomsättningen mycket låg. Den grundläggande idén är att den tid som behövs för att med grundvattnet transportera upp eventuella radioaktiva ämnen från avfallet är så lång att de har avklingat till ofarliga nivåer innan de når markytan.

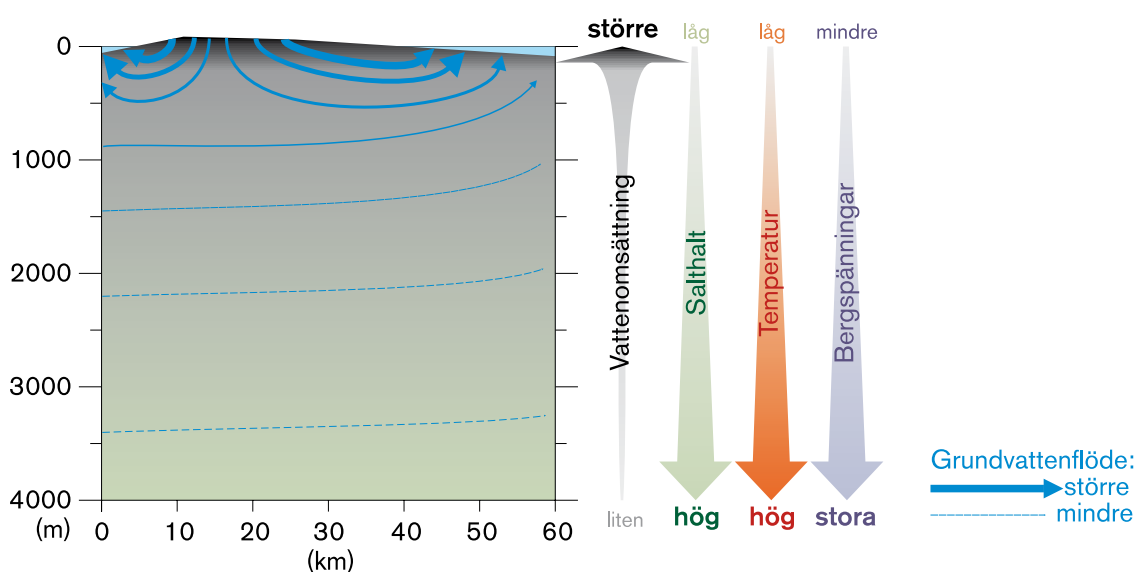
Till svårigheterna hör att tekniken för att åstadkomma så djupa borrhål, med de aktuella dimensionerna, saknas och att kunskapen om förhållandena på så stora djup är begränsad. Ny teknik måste utvecklas för att deponera på dessa stora djup. På grund av de påfrestningar buffert och kapsel utsätts för på det stora djupet, kan de inte förväntas bli intakta under några längre tidsperioder. Säkerheten vilar därför mer eller mindre enbart på berget och det stora djupet. Även om berget är en god barriär kan det bli svårt att visa att det ensamt kan uppfylla säkerhetskraven.

Den begränsade kunskapen om förhållandena så djupt ned i berggrunden omöjliggör en utvärdering av systemets säkerhet. SKB har gjort bedömningen att det skulle ta cirka 30 år och kosta minst fyra miljarder kronor att nå en kunskapsnivå som gör det möjligt att göra en säkerhetsanalys av samma kvalitet som för KBS-3-metoden. Även om dessa resurser skulle satsas för att utveckla metoden, är det högst osäkert om djupa borrhål skulle kunna visas vara ett bättre alternativ än KBS-3.

Förhållanden på stora djup i berggrunden

Kunskapen om förhållandena på stora djup i berggrunden baseras på information från ett begränsat antal djupa borrhål, i Sverige framför allt de hål som borrades för djupgas i Gravberg (6 957 meter) och Stenberg (7 000 meter) samt till cirka 3 700 meters djup i samband med bergvärmeprojektet i Lund. De hål som borrats av SKB är som djupast 1 700 meter. Världens djupaste borrhål finns på Kolahalvön och är 12 262 meter djupt.

En generaliserad bild av hur olika egenskaper som vattenomsättning, salthalt, temperatur och bergspänningar ändras med djupet ges av figur 3-4.



Figur 3-4. Översikt av den svenska berggrundens egenskaper och hur de förväntas förändras med djupet.

Ned till cirka 200 meters djup avtar sprickigheten väsentligt och under detta djup är vattenomsättningen begränsad. Den övre kilometern av berggrunden antas innehålla betydligt fler öppna sprickor och har en högre vattenförande förmåga än de djupare delarna. Vi vet dock samtidigt att zoner med hög vattenförande förmåga har observerats på stora djup i de flesta djupa borrhål.

Salthalten ökar med djupet. Normalt dominerar sött eller bräckt vatten ner till ungefär 500 meters djup. Under ett djup av cirka en kilometer i södra Sverige och mellan en och tio kilometer i norra Sverige finns det alltid grundvatten med hög salthalt. Detta vatten är i princip stagnant (stillastående).

Av betydelse är även att temperatur och bergspänningar ökar med djupet. Temperaturökningen uppgår till cirka 20 °C per kilometer. I Gravberg-1 bestämdes temperaturen till 89 °C på ett djup av 5 180 meter. Att bergspänningarna ökar med ökat djup leder till problem med att borra eller bygga i djupt liggande berg. Erfarenheter från borrhål av djupa borrhål visar att ras i borrhålväggen är vanliga på 1 000–5 000 meters djup.

Konceptet djupa borrhål

SKB studerade redan i slutet av 1980-talet och början av 1990-talet konceptet djupa borrhål. Dessa studier är fortfarande de mest ingående som genomförts internationellt och citeras som världsledande. Huvuddragen i det utformningskoncept som då togs fram beskrivs nedan.

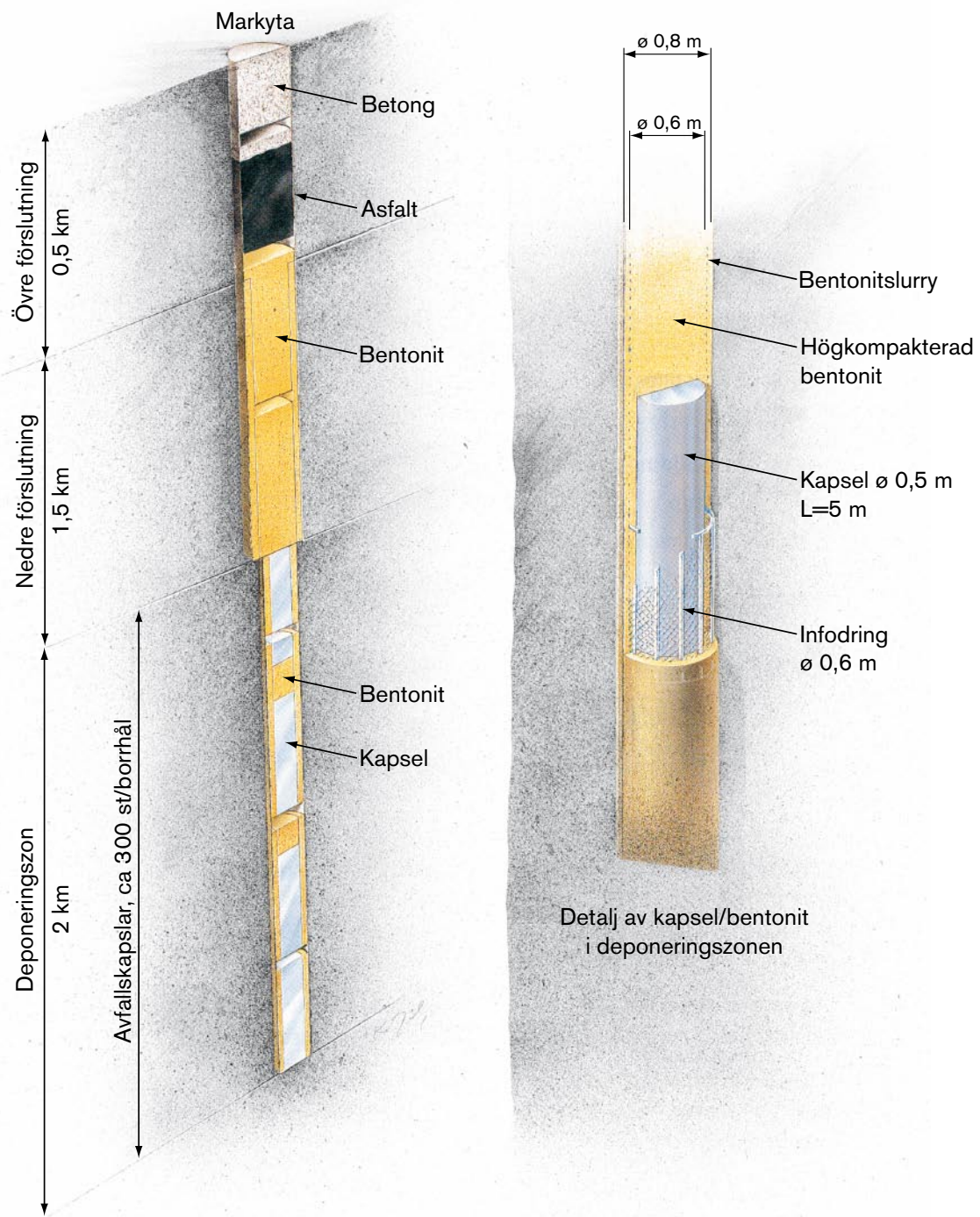
Deponeringshålet kan delas in i en deponeringszon på cirka 2 000 till 4 000 meters djup och förslutningen i den övre delen. I figur 3-5 visas en schematisk beskrivning av tänkbar utformning. Liksom i ett KBS-3-slutförvar är tanken att bränslet kapslas in före deponering och omges av en buffert. I djupa borrhål är den geologiska barriären viktigast, medan kapsel och buffert har mindre betydelse för säkerheten.

Borring

SKB har låtit ett ledande djupborrningsföretag i Tyskland ge sin syn på hur borrhål, av de dimensioner och med de egenskaper som skulle krävas för deponering av använt kärnbränsle, skulle kunna anläggas. Slutsatsen är att det sannolikt skulle gå att framställa sådana borrhål, men att det skulle medföra den hittills största utmaningen för borrningsindustrin.

För att genomföra en borring av den aktuella typen behövs en utrymmeskrävande borrhög. Figur 3-6 visar en borrhög som användes för att borra ett nio kilometer djupt hål i Tyskland. Riggens höjd är 63 meter. Noteras kan att detta hål var endast 44,5 centimeter i diameter ner till cirka tre kilometer och ännu smalare längre ner. Bilden ger en anvisning om hur en borrhög skulle kunna komma att se ut.

Tiden för att borra och infodra ett fyra kilometer långt deponeringshål med diametern 80 centimeter i de undre två kilometrarna har uppskattats till 4–6 månader. Till denna tid kommer tid för anläggning av borrhög, borring och loggning av pilothål med mera. Det förefaller därför rimligt att anta att det krävs åtminstone ett år för att anlägga ett borrhål från start till deponering av första kapseln.



Figur 3-5. Förvaring i djupa borrhål.



Figur 3-6. Borrrigg använd i djupborrningsprogram i Tyskland.

Deponering och förslutning

Samma borrhög som används för borrhöggen kan troligen även användas för deponering av kapslar i borrhöggen. Deponering av ett kapselpaket omfattar följande sekvens:

1. Förträngning av borrhögsvätska med deponeringsslurry i den del av hålet där kapslarna ska ligga.
2. Iordningställande av deponeringspaket med två kapslar och mellanliggande bentonitkuddar.
3. Nedförning av kapselpaket.
4. Uppdragning av deponeringsverktyg.

Eftersom teknik för deponering inte finns utvecklad är det svårt att uppskatta hur lång tid det skulle ta. För att upprätthålla samma deponeringstakt som har antagits för KBS-3 krävs deponering av 600 kapslar per år. Om deponeringssekvensen kan utföras på två dagar krävs det deponering i två hål samtidigt. Detta kräver i sin tur att nettohastigheten för kapselpaketet ner genom hålet, inklusive tid för skarvning av borrhögsträng med mera, måste vara cirka 5 meter per minut, om arbetet bedrivs i tvåskift. Det saknas idag underlag för att bedöma realismen i ett sådant antagande.

Parallellt med deponeringen måste två nya hål anläggas. Detta innebär att det krävs sammanlagt fyra borrhöggar i drift samtidigt för att hålla samma deponeringstakt som är antagen för KBS-3. Om det tar dubbelt så lång tid att deponera blir antalet borrhöggar i samtidig drift åtta, etc.

Borrhöggen kan även användas för förslutning av borrhöggen, som bedöms ta cirka sex månader. Även denna tidsuppskattning är mycket osäker.

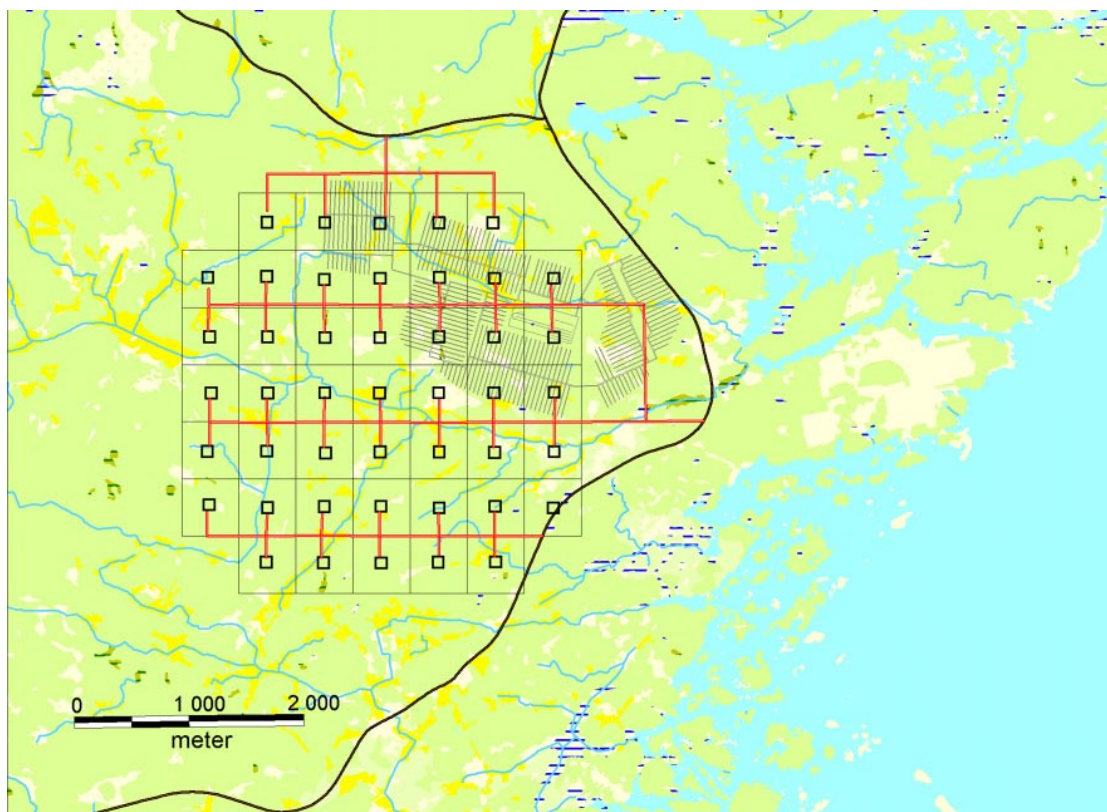
Djupa borrhål för svensk del

Med antagandet att varje hål rymmer cirka 300 kapslar skulle det krävas ungefär 45 djupa borrhål för det använda kärnbränslet från 40 års drift av kärnkraftverken. Varje borrhålsplats, inklusive utrustning för mottagning av kapslar, fysiskt skydd med mera, kräver ett område på cirka en hektar, det vill säga drygt en fotbollsplans storlek.

Det totala markbehovet för 45 borrhålsplatser och tillfartsvägar kan uppskattas till cirka en kvadratkilometer (100 hektar). Om avståndet mellan hålen är cirka 500 meter kommer borrhålsplatserna att rymmas inom ett område av cirka tio kvadratkilometer. Arealbehovet illustreras i figur 3-7. Som jämförelse kan nämnas att ett slutförvar enligt KBS-3-metoden kräver en areal av cirka 0,3 kvadratkilometer på markytan och 2–4 kvadratkilometer under markytan. Underjordsdelen av ett KBS-3-förvar har indikerats i figur 3-7.

Säkerhetsbedömning

Vid deponeringen utsätts kapslarna för stora påfrestningar. Varken under eller efter deponering är visuell kontroll av kapslar eller bentonitbuffert möjlig. Höga bergspänningar och höga salthalter i grundvattnet på stort djup bidrar till att man inte kan förutsätta att kapslarna förblir långsiktigt intakta eller att bufferten bibehåller avsedda egenskaper. Därmed kan man inte tillgodoräkna sig någon långsiktigt beständig inneslutning av avfallet, utan måste anta att ett relativt stort antal kapslar är deponerade med skador och att bentonitens buffertegenskaper är betydligt sämre än för en metod som innebär mer ytnära deponering.



Figur 3-7. Exempel på inplacering av ett slutförvar enligt principen djupa borrhål inom undersökningsområdet vid Laxemar i Oskarshamn. Borrhålsplatserna visas skalenligt. Som jämförelse har underjordsdelen av ett KBS-3-förvar indikerats.

Eftersom säkerheten därför huvudsakligen vilar på berggrunden måste den ge en tillräcklig fördröjning av radionuklidtransporten så att nukliderna, då de slutligen når biosfären, inte ger upphov till skada. Det betyder i sin tur att man måste visa att transporten från förvarsdjupet på 2 000 till 4 000 meter upp till ytan är mycket långsam och begränsad. Preliminära beräkningar antyder att om förhållandena kan visas vara stabila blir utbytet av vatten mellan det djupa systemet och mer ytliga system mycket begränsat.

För att kunna genomföra en meningsfull säkerhetsbedömning av konceptet djupa borrhål skulle förhållandena på stora djup i svenskt urberg behöva undersökas ingående. Vidare krävs omfattande arbete för att utveckla och verifiera teknik för borrhåll, deponering och förslutning. Eftersom det idag inte finns någon praktisk kunskap om hur man kan få ner kapslar och buffert i rätt läge i så djupa borrhål och vilka egenskaper dessa kan förväntas få efter deponering, finns heller inget underlag för att tillmäta dessa barriärer någon förutsägbar effekt. Fokus för slutförvarets säkerhet kommer därmed att hamna på den geologiska barriären, vilket innebär att ett slutförvar enligt principen djupa borrhål med dagens kunskap måste förutsättas vara av enbarriärtyp.

3.1.3 Mycket långa tunnlar och WP-Cave

Ett förvar i mycket långa tunnlar innebär att kapslar med använt kärnbränsle placeras horisontellt i cirka fem kilometer långa tunnlar. Ett sådant förvar är i de flesta avseenden likvärdigt med ett KBS-3-förvar, men bedöms ha sämre förutsättningar att uppfylla säkerhetskraven i byggnads- och driftskedena.

WP-Cave-metoden bygger på att inkapslat bränsle deponeras tätt i en begränsad bergvolym som i sin helhet omges av en buffert. Utanför bufferten arrangeras en hydraulisk bur som ska minska vattenomsättningen i deponeringsområdet. Metoden är bland annat förknippad med svårigheter att visa att den långsiktiga säkerheten uppfylls.

SKB har inte för avsikt att ytterligare studera dessa alternativ.

3.2 Separation och transmutation

Transmutation av ett grundämne innebär att det genom en kärnreaktion övergår till ett annat grundämne, till exempel genom klyvning och radioaktivt sönderfall. I kärnkraftsdebatten har tekniken förts fram som ett sätt att ”oskadliggöra” det använda kärnbränslet och därigenom minska kraven på slutförvaringen.

Transmutation av använt kärnbränsle innebär att de ämnen som ska transmutteras separeras för att ingå i bränsle till särskilda transmutationsreaktorer. I dessa reaktorer sker transmutationen genom bestrålning med neutroner. Grundtanken är att det avfall som bildas vid transmutationen ska ha en kortare livslängd än det ursprungliga använda kärnbränslet.

En satsning på transmutation innebär att man för lång tid framöver investerar i en utbyggnad av kärnkraft byggd på teknik som ännu inte är utvecklad. En sådan investering framstår inte som förnuftig om syftet enbart är att reducera avfallets livslängd.

En konsekvens av en sådan satsning skulle bli att en del av kärnbränslets långsiktiga risker byts mot ökade risker i ett kortare perspektiv. Den omfattande hanteringen av högaktiva ämnen genom upparbetning, separation, bränsletillverkning och transmutation medför stråldoser till personalen. Separation och transmutation ger upphov till flera typer av radioaktiva avfall som måste omhändertas och slutförvaras. Metoden är således inte något alternativ som leder till att man slipper slutförvaring.

Förutsättningen för att genomföra transmutation är att de långlivade ämnena i bränslet kan separeras från resten av bränslet. För detta krävs såväl upparbetning av det använda bränslet som en avancerad separationsteknik för renframställning av de ämnen i bränslet som ska transmuteras. Tekniken för transmutation befinner sig fortfarande på forskningsstadiet. För att metoden ska kunna fungera industriellt krävs insatser av både tid och pengar i en omfattning som bara stora länder eller EU har resurser för. Nationella forskningsprogram om transmutation finns i dag i till exempel Japan, USA och Frankrike. Inom EU finns en rad olika forskningsprojekt. SKB satsar årligen cirka fem miljoner för att stödja svensk forskning och följa teknikutvecklingen inom området.

Amerikanska och europeiska studier har kommit fram till att ett grundforskningsprogram på sex år och med en kostnad på flera hundra miljoner Euro är nödvändigt för att få fram den baskunskap som krävs för att kunna bygga en experimentell transmutationsreaktor av den typ som i flera länder tilldrar sig huvudintresset, ADS. Med denna tidsplan skulle en nästan fullskalig försöksanläggning i bästa fall kunna finnas tillgänglig i mitten av 2030-talet. Driftsättning av en ADS-anläggning i full skala kan knappast bli aktuell förrän tidigast under 2050-talet.

SKB:s bedömning är att separation och transmutation inte är en realistisk lösning på avfallsfrågan för svensk del.

Beskrivning av metoden

Principen för separation och transmutation är att långlivade radionuklider, främst aktinider med högre atomnummer än uran, så kallade transuraner, separeras från resten av det använda bränslet och återförs till reaktorer för att där klyvas ("brännas") till grundämnen med lägre atomnummer och kortare halveringstid. På grund av transuranernas egenskaper måste klyvningen av dem ske i särskilda kärnreaktorer. För att kunna genomföra transmutation måste de långlivade ämnena i det använda kärnbränslet separeras från resten av bränslet.

Upparbetning och separation

Använt kärnbränsle innehåller atomer som är både lättare och tyngre än utgångsämnet uran. I det använda bränslet finns också en rest av uran. Genom upparbetning kan man återvinna uran och plutonium så att dessa sedan kan användas i nytt kärnbränsle i reaktorer av i princip samma typ som används idag, det vill säga lättvattenreaktorer. Upparbetning i industriell skala sker i dag vid anläggningarna i La Hague i Frankrike, Sellafield i Storbritannien och Majak i Ryssland. I Japan har nyligen testkörningar startat i den nybyggda upparbetningsanläggningen i Rokkasho.

En upparbetningsanläggning är en stor och komplex kemisk fabrik, se figur 3-8, där det använda bränslet hackas sönder och löses upp i syra. Genom en serie kemiska processer separeras uran och plutonium från resten av det använda bränslet. Denna rest, det högaktiva avfallet, innehåller många radioaktiva ämnen med hög farlighet och lång livslängd. Dessa måste renframställas för att lämpa sig för transmutation. Forskning som syftar till att ta fram processer för denna renframställning pågår i flera länder, bland annat i Sverige. De tekniska svårigheter som behöver övervinnas är dock väsentliga, bland annat på grund av den intensiva strålningsmiljö i vilken processerna ska fungera.



Figur 3-8. Upparbetningsanläggningen i la Hague i Frankrike.

Transmutation

Klyvning av transuranerna kan bara ske med så kallade snabba neutroner. Detta kan åstadkommas i snabba reaktorer med en självunderhållande kedjereaktion (kritiska reaktorer) eller i acceleratordrivna underkritiska reaktorer, ADS (Accelerator Driven Systems). Snabba reaktorer för kraftproduktion har byggts i USA, Ryssland och Frankrike. Endast ett fåtal av dessa är idag i drift. ADS-reaktorer är i dagsläget på forskningsstadiet. Diskussionen om transmutation har kommit att fokuseras på användningen av ADS-reaktorer.

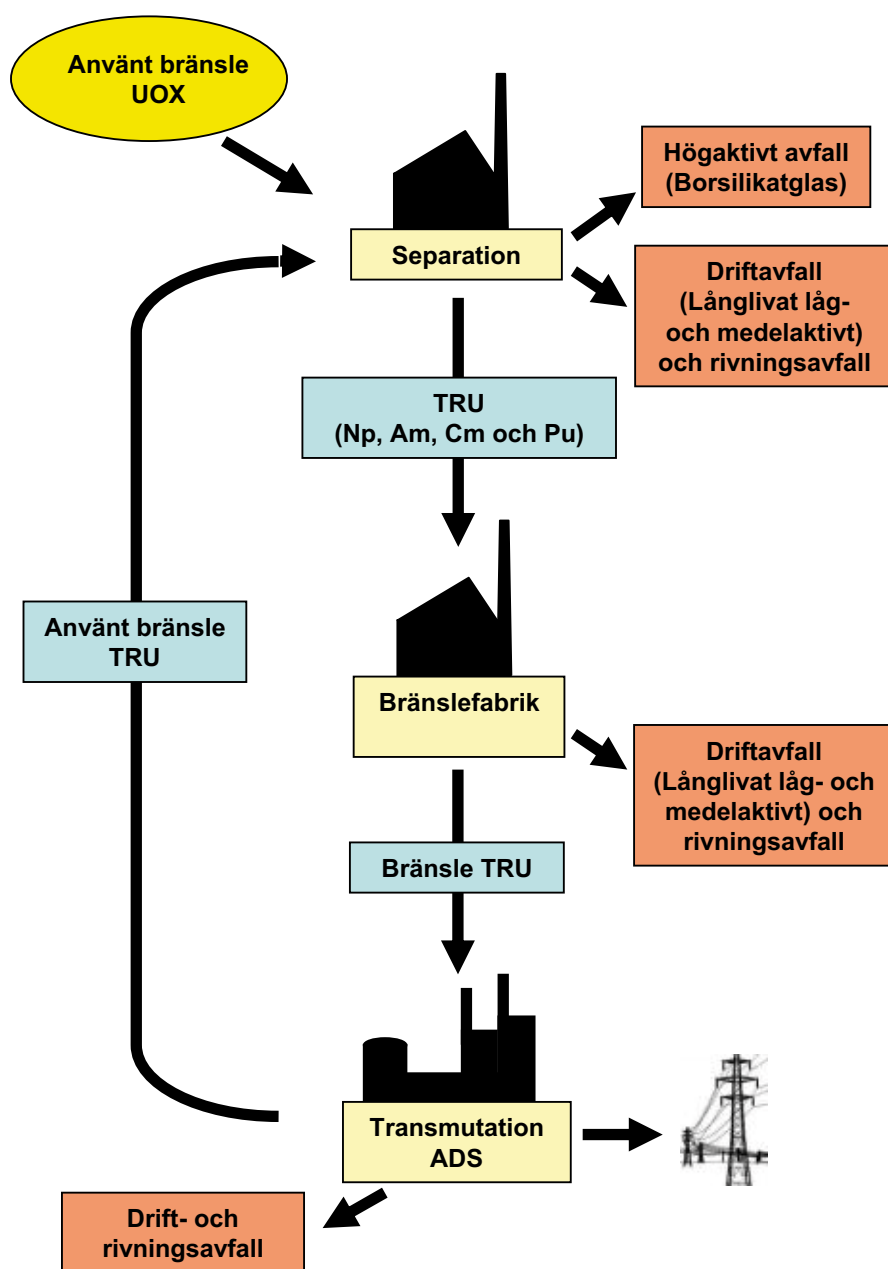
En ADS-reaktor består av en acceleratordel i form av en cirka en kilometer lång vakuumsatt tunnel, i vilken protoner accelereras upp till höga energinivåer, en neutronkälla (spallationskälla) som genererar de för kärnklyvningen nödvändiga neutronerna samt en reaktorhård som innehåller bränslet med de ämnen som ska transmuteras. Reaktorhärden kan inte kylas med vatten som vanliga lättvattenreaktorer, eftersom neutronerna då bromsas upp, utan måste kylas med flytande metall. Vanligen antar man att smält bly, eventuellt uppblandat med vismut, kan användas.

Om man kan separera de långlivade ämnena från det använda kärnbränslet och transmutera dem kan "farlighetstiden" för det högaktiva avfallet minskas från tiotusentals eller hundratusentals år till i storleksordningen 1 000 år. Det radioaktiva avfallet som finns kvar efter transmutationen måste dock slutförvaras med lika höga säkerhetskrav som på ett slutförvar för använt kärnbränsle.

Transmutation i ett svenskt perspektiv

Är separation och transmutation ett alternativ till slutförvaring för Sverige? I figur 3-9 illustreras hur en bränslecykel med transmutation i ADS-anläggningar skulle kunna utformas. I korthet består systemet av separation/uppberedning där uran avlägsnas, framställning av bränsle innehållande aktinider och plutonium och därefter transmutation i ADS-anläggning. Denna cykel kan upprepas i flera steg. De anläggningar som skulle behövas är:

- Transmutationsreaktorer (ADS).
- Upparbetnings-/separationsanläggning.
- Bränslefabrik.
- Slutförvar för kvarvarande långlivat avfall.
- Transportsystem för bränsle och avfall.



Figur 3-9. Bränslecykel för transmutation i ADS-anläggning.

Hur lång tid skulle det ta?

Eftersom det inte finns någon transmutionsanläggning i drift får man göra ett antal antaganden:

- En ADS-anläggning skulle kunna driftsättas under 2050-talet, vilket antagligen är ett optimistiskt antagande.
- Den mängd använt kärnbränsle som ska transmutteras kommer att uppgå till cirka 9 300 ton uran, från 40 års drift av det svenska kärnkraftsprogrammet.
- Målet är att transmuttera minst 99 procent av alla transuraner som finns i bränslet samt likaså alla transuraner som bildas under själva transmutationen. Kvarvarande avfall får således innehålla högst en procent av den transuranmängd som finns i det ursprungliga avfallet.

Transmutation med dessa förutsättningar skulle ta mycket lång tid. En styrande faktor för denna tidsåtgång är att bränslet måste avklinga under flera år innan det kan upparbetas för att ingå i nytt bränsle. Uppskattningsvis skulle det ta mer än 100 år att genomföra denna transmutation. Detta innebär att den skulle kunna avslutas någon gång efter år 2150, under förutsättning att den kan påbörjas redan år 2050.

På grund av tekniska aspekter kan det dock i praktiken bli svårt att transmuttera så stor andel av transuranerna som 99 procent. Detta skulle i så fall leda till att en större mängd avfall behöver slutförvaras.

Det avfall som måste slutförvaras kommer att uppstå så länge som transmutionscykeln pågår, det vill säga under mer än 100 år. Hur ska då detta avfall hanteras? Ska det placeras i ett mellanlager tills transmutionscykeln avslutats för att därefter placeras i ett slutförvar? Eller ska det allt eftersom placeras i ett slutförvar? Beroende på vilket alternativ man väljer skulle slutförvaret kunna förslutas tidigast något eller några årtionden efter att transmutionscykeln avslutats.

Var skulle anläggningarna byggas?

En ADS-reaktor skulle producera energi under lång tid. Den skulle i princip kunna uppföras i anslutning till något av våra existerande kärnkraftverk vid Ringhals, Oskarshamn eller Forsmark. Uppskattningsvis skulle det behövas upp till sex ADS-reaktorer för att säkerställa att transmutationen kan genomföras på ett någorlunda optimalt sätt.

Det är dock inte rimligt att Sverige självt skulle uppföra anläggningar för separation/upparbetning respektive bränsletillverkning. Det mest realistiska skulle sannolikt vara att separation/upparbetning och bränsletillverkning sker i något annat europeiskt land. Detta skulle innebära att hantering och transporter av högaktivt radioaktivt material ökar.

3.3 Övervakad lagring

Internationellt sker övervakad lagring i såväl våta som torra lager. I våta lager förvaras bränslet i bassänger där vattnet ger strålskydd och kylning. I torra lager förvaras bränslet i speciella luftkylda behållare. Både våta och torra lager kräver övervakning och underhåll för att uppfylla säkerhetskraven.

Erfarenheter finns av både våt och torr mellanlagring under en begränsad tid, upp till några decennier, i många länder. Övervakad våt lagring – mellanlagring – ingår i hanteringen av använt kärnbränsle i Sverige redan idag. Lagringen sker i Clab, intill Oskarshamnsverket, se figur 3-10.



Figur 3-10. Våt övervakad mellanlagring av använt kärnbränsle i Clab.

Miljö-, säkerhets- och strålskyddskrav kan uppfyllas så länge mänsklig övervakning och kontroll upprätthålls. Då kan såväl torr som våt lagring troligen pågå i minst hundra år utan att säkerheten äventyras. I ett längre tidsperspektiv blir osäkerheterna större.

Övervakad lagring är ingen slutförvaring, utan medför endast en fördröjning av att åstadkomma en lösning som uppfyller kraven på ett slutförvar. Exempel på torr lagring visas i figur 3-11.

En variant av torr lagring, DRD (Dry Rock Deposit), är avsedd för lagring under mycket lång tid, flera tusen år. I DRD-konceptet placeras behållare med bränsle i ett självdränerande berggrum, som byggs i en bergformation som skjuter upp över en omgivande dalsänka. Efter deponering stängs berggrummet. Inga insatser krävs för länsdumpning eller kylning. Tanken är att minimera behovet av underhåll och övervakning, så att lagringen kan ske under lång tid. Höga temperaturer och närvaro av syre gör dock att det är svårt att visa att behållarna förblir täta under långa tidsperioder.

3.4 Andra metoder

Andra metoder som SKB studerat, men avfärdat är utskjutning i rymden, havsdumpning, deponering i djuphavssediment samt dumpning under inlandsisar

Utskjutning i rymden studerades i USA i slutet av 70-talet och början av 80-talet som en metod för att bli kvitt det använda kärnbränslet för all framtid. Säkerheten bygger på att bränslet kan skjutas ut till en plats i universum och aldrig mer komma i kontakt med människan och miljön.



Figur 3-11. Torr mellanlagring av använt kärnbränsle i Gorleben, Tyskland.

Det kostar oerhört mycket pengar att skjuta ut farkoster i rymden och det skulle krävas enorma mängder raketbränsle för att transportera det använda kärnbränslet till en avlägsen plats i universum.

Säkerhetsanalyser visar att deponering i djuphavssediment skulle kunna vara ett säkert alternativ, men internationella överenskommelser innebär att varken världshaven eller havsbotten får utnyttjas för att deponera avfall.

Eftersom vi inte har några stora inlandsisar i Sverige, så strider detta förfarande mot internationella överenskommelser att avfallet ska tas om hand inom varje enskilt land. Dessutom är nuvarande kunskap om inlandsisar eller framtida klimatförändringar inte tillräckligt stor för att kunna avgöra om detta är ett säkert alternativ.

3.5 Nollalternativet

Det så kallade nollalternativet ska beskriva vad som händer om den sökta verksamheten inte kommer till stånd. Det använda kärnbränslet kommer då sannolikt att fortsätta lagras i Clab och till exempel naturmiljön på den plats där slutförvaret planerades att byggas kommer att utvecklas i annan riktning. Platsens utveckling kan beskrivas först då platsen valts. Nedan beskrivs förutsättningarna för fortsatt lagring i Clab.

Risker vid förlängd kontrollerad drift

Sammanfattningsvis kan sägas att en förlängd mellanlagring i Clab inte innebär några väsentliga risker för omgivningen under förutsättning att dagens höga kvalitet på övervakning och underhåll kan upprätthållas. Clab kan med rimligt underhåll drivas på ett säkert sätt i hundra år eller mer och bränslets tålighet för långtidslagring är god.

Eftersom bränslets radioaktivitet avklingar blir konsekvenserna av eventuella missöden lindrigare med tiden.

Risker vid oplanerat övergivande

Då samhällsutvecklingen redan i tidsperspektivet 75–100 år är svårbedömd, går det inte att utesluta att Clab vid någon tidpunkt kan komma att överges. Vid ett oplanerat övergivande av anläggningen ökar riskerna främst till följd av att viktiga system sätts ur spel och underhåll uteblir.

Avsaknad av kylning av bränslet kan leda till torrkokning av vattnet i lagringsbassängerna varvid radioaktiva ämnen kan förångas och transporteras ut ur anläggningen. Torrkokning går snabbast då värmeavgivningen i det lagrade bränslet i bassängerna är som högst. Om reaktorerna antas drivas i 40 år blir värmeavgivningen som störst cirka år 2023. Om anläggningen överges vid denna tidpunkt tar det ungefär en vecka innan vattnet börjar koka och därefter tar det ytterligare tio till tolv veckor innan bassängerna är torrlagda. Då finns tillräckligt mycket värme för att även förånga det grundvatten som strömmar in till anläggningen.

Beräkningar har genomförts av spridningen av radioaktiva ämnen samband med torrkokning. Vid ett övergivande vid tidpunkten för maximal värmeavgivning kommer en person som befinner sig på en kilometers avstånd från Clab att få en dos på drygt 0,1 millisievert per timme. Detta är cirka 1 000 gånger mer än vad genomsnittssvensken får från naturlig bakgrundsstrålning.

Vid ett sent övergivande av Clab kommer bränslet inte att torrläggas eftersom värmeavgivningen från bränslet avtagit och inte längre räcker till att förånga det grundvatten som strömmar in till anläggningen. Det kommer dock att ta flera hundra år innan bränslet har svalnat tillräckligt.

4 Lokaliseringsarbetet

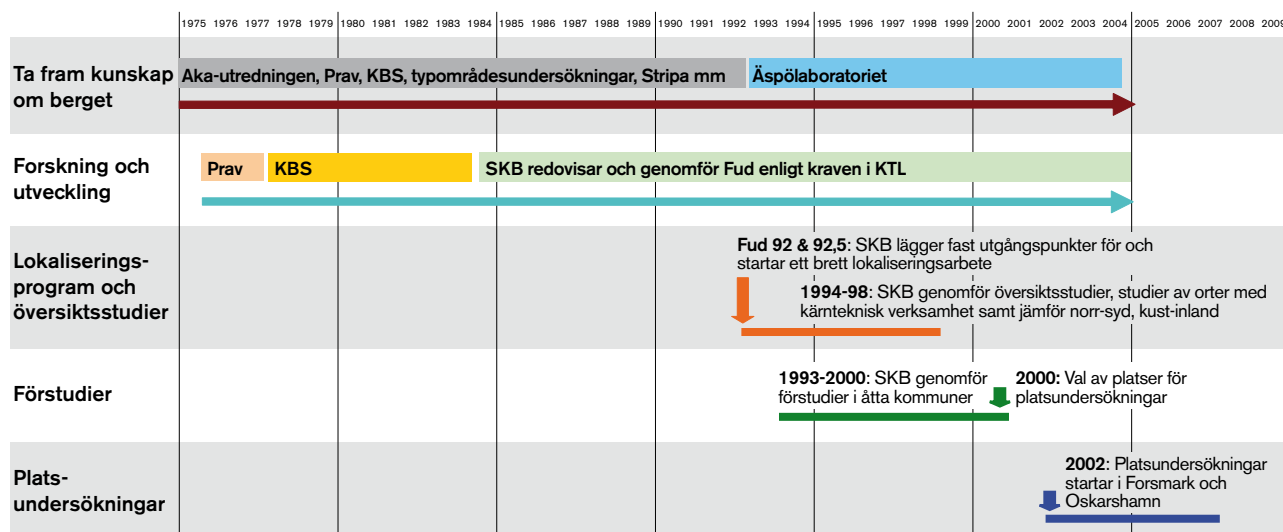
Arbetet med att ta fram lämplig metod och plats för slutförvaring av det använda kärnbränslet har pågått i mer än 30 år, se figur 4-1. Det började med att skaffa kunskap om den svenska berggrunden och vilka egenskaper berget måste ha för att kravet på en säker slutförvaring ska kunna uppnås. Många statliga och privata aktörer har varit och är engagerade i arbetet med att finna en lösning för att slutligt omhänderta det radioaktiva avfallet och flera utredningar har pågått parallellt, se figur 4-1.

Villkorlagen, som antogs år 1977, ställde krav på att en reaktorinnehavare redovisar hur och var en helt säker förvaring av det högaktiva avfallet kan ske, innan regeringen kan ge tillstånd att tillföra kärnbränsle till nya reaktorer. Denna redovisning var en huvuduppgift för KBS-projektets arbete fram till 1983.

Under perioden 1984–1992 fördjupades och breddades kunskapen kring tänkbara sätt att förvara kärnbränslet i svensk berggrund. Forskning bedrevs i Stripa gruva och Äspölaboratoriet byggdes.

Från år 1992 till 2000 bedrev SKB ett intensivt och omfattande lokaliseringsarbete med översiktsstudier och förstudier. En av slutsatserna från detta arbete var att det finns goda förutsättningar för ett slutförvar på många platser i svenskt urberg. Det var därför rimligt och realistiskt att i första hand vända sig till kommuner som själva önskade medverka. Arbetet avslutades med en samlad utvärdering av platser som var potentiellt lämpliga för ett slutförvar och förslag till var och hur platsundersökningar skulle utföras. Nästa skede i arbetet att lokalisera slutförvaret inleddes år 2002 med platsundersökningar i Forsmark och Oskarshamn.

Enligt bestämmelserna i kärntekniklagen lämnar SKB sedan 1986, vart tredje år sitt program för forskning och utveckling till myndigheter och regering. Programmen har remissbehandlats och regeringen har därefter godtagit redovisningarna. I vissa fall har regeringen krävt kompletterande redovisning eller klarlagt sin syn på arbetets inriktning.



Figur 4-1. Viktiga aktörer och aktiviteter i arbetet att finna en säker och i övriga aspekter lämplig plats för slutförvaring av använt kärnbränsle.

4.1 År 1973. Arbetet påbörjas

Den första samlade insatsen gjordes av Aka-utredningen (Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall) som regeringen tillsatte år 1973 och som redovisade sitt slutbetänkande 1976.

Utredningens viktigaste förslag var att man skulle bygga dels ett mellanlager för använt kärnbränsle och dels ett slutförvar i berg för låg- och medelaktivt avfall. Förslagen ledde till byggandet av Clab (i drift 1985) och slutförvar för radioaktivt driftavfall i Forsmark, SFR (i drift 1988) samt SKB:s sjötransportsystem med m/s Sigyn (i drift 1982).

Utredningen rekommenderade en slutlig förvaring av radioaktivt avfall i urberg. De studier som Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) utförde på utredningens uppdrag visade att Sverige har gynnsamma geologiska förutsättningar för sådan förvaring. Geologiska detaljstudier av platser för slutförvaring borde, enligt utredningen, omgående påbörjas i första hand nära Forsmark och Simpevarp. Även andra platser borde studeras för att klarlägga alternativen.

Aka-utredningen behandlade i första hand slutförvaring av högaktivt avfall efter upparbetning.

Prav (Programrådet för radioaktivt avfall), som regeringen tillsatte i november år 1975, fortsatte och utvidgade de geologiska studier som Aka-utredningen påbörjat. Pravs ambition var att under en tioårsperiod studera ett stort antal referensområden över hela Sverige. Avsikten var inte att finna en plats för ett slutförvar utan, att erhålla data från stort djup i olika områden spridda över hela landet.

4.2 Perioden 1977–1985. Villkorslagen krävde snabba och fördjupade insatser

Villkorslagen antogs av riksdagen i april 1977 och krävde att en reaktorinnehavare redovisar hur och var en helt säker förvaring av det högaktiva avfallet (efter upparbetning) eller det använda kärnbränslet (utan upparbetning) kan ske, innan regeringen kan ge tillstånd att tillföra kärnbränsle till nya reaktorer.

KBS-projektet (Kärnbränslesäkerhet) startades av kärnkraftföretagen som en följd av villkorslagen och en huvuduppgift var att visa att lagen kunde uppfyllas.

Provboringar och undersökningar utfördes på tre platser: Sternö (Karlshamns kommun), Kråkemåla (Oskarshamns kommun) samt Finnsjön (Tierps kommun: cirka 15 km sydväst om Forsmark). För att hinna genomföra erforderliga studier inom KBS-projektets snäva tidsramar fick även andra faktorer än rent geologiska och hydrologiska aspekter styra valet av undersökningsområden. Särskilt gällde detta markägarfrågor, transportfrågor samt fördelen med närhet till befintliga kraftverk.

KBS-projektet redovisade sitt arbete i tre huvudrapporter:

- KBS-1: Kärnbränslecykelns slutsteg – förglasat avfall från upparbetning (november 1977).
- KBS-2: Kärnbränslecykelns slutsteg – slutförvaring av använt kärnbränsle (september 1978),
- KBS-3: Kärnbränslecykelns slutsteg – använt kärnbränsle – KBS-3 (maj 1983).

KBS-1 rapporten och uppdragskontrakt med franska COGEMA utgjorde underlag till ansökningarna som gav reaktorerna Ringhals 3 och Forsmark 1 tillstånd att starta år 1979 och Ringhals 4 och Forsmark 2 år 1980.

KBS-2 rapporten redovisade alternativet icke uppbyggnad, det vill säga direktdeponering av använt kärnbränsle. Arbetet med att vidareutveckla metoderna för direktdeponering fortsatte.

När kärnkraftreaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3 var klara att tas i drift gjorde kraftföretagen en ansökan grundad på ett fördjupat utredningsmaterial och en säkerhetsbedömning för direktdeponering av använt kärnbränsle – KBS-3. Här redovisades ett antal undersökta områden: Finnsjön, Fjällveden, Gideå och Kamlunge. SKB framhöll i KBS-3-rapporten att avsikten inte var att föreslå en plats för lokalisering av ett slutförvar. Syftet var enbart att visa, att det i Sverige finns områden, där en säker slutförvaring av använt kärnbränsle kan åstadkommas.

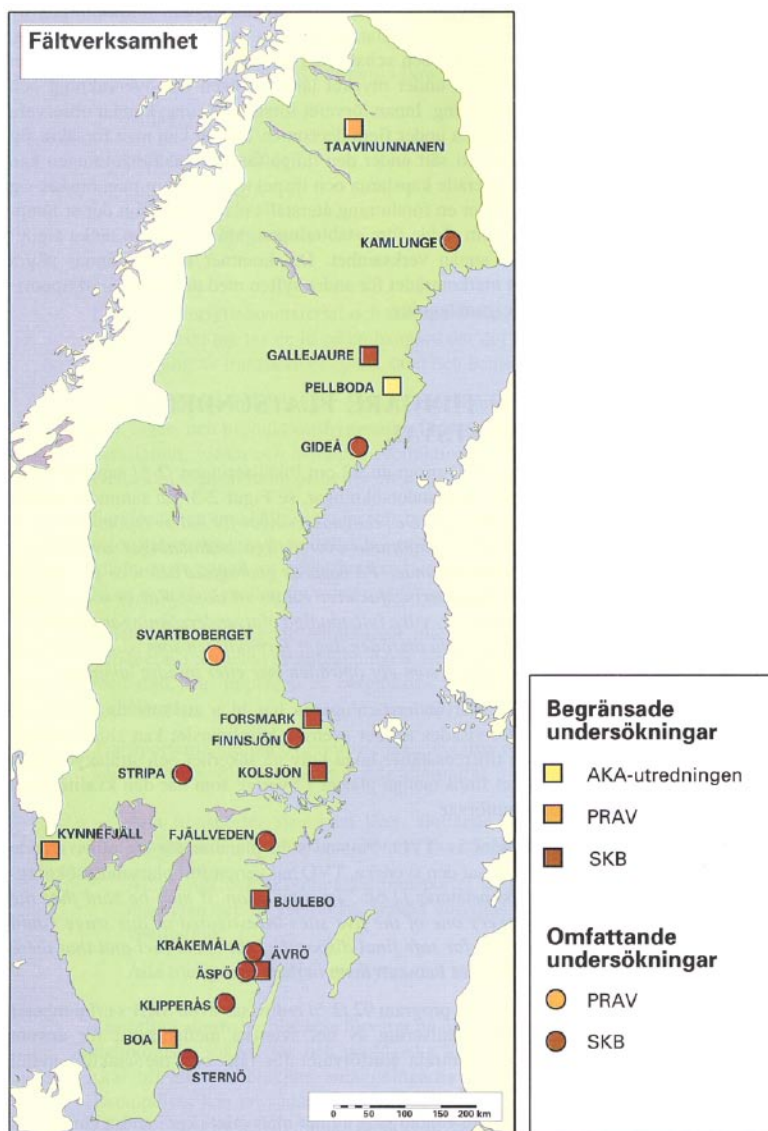
SKB skrev vidare: ”Ett slutförvar kan anläggas endast på en plats, där man påvisat förekomsten av ett tillräckligt stort bergparti som har de geologiska, hydrologiska och geokemiska egenskaper, som krävs för ett säkert slutförvar. Först i andra hand bestäms lokaliseringen av faktorer som kan vara av ekonomisk och social natur. Transportsystemet medger förläggning såväl vid kusten som i inlandet.”

Regeringen fann att ”metoden i sin helhet i allt väsentligt befunnits kunna godtas med hänsyn till säkerhet och strålskydd” och godkände laddningsansökan för Forsmark 3 och Oskarshamn 3 i juni 1984.

4.2.1 Typområdesundersökningar på åtta platser

Under åren 1979–1985 genomförde SKB omfattande undersökningar på åtta platser, så kallade typområden. Valet av områden baserades på de omfattande rekognoseringar och översiktliga bedömningar som pågått sedan 1975. På flera håll möttes undersökningarna av protester från ortsbefolkningen och ibland fick de avbrytas. Det mest kända fallet är Kynnefjäll i norra Bohuslän där motståndet var starkt och inga borrhningar kunde påbörjas. I omkring 20 år från 1980 vaktades sedan berget dygnet runt av folk från orten. Även Kolsjön i Almunge, öster om Uppsala, var påtänkt som ett typområde, men hösten 1985 stoppades försök till provborringar där av demonstranter. Tumultet i Almunge bidrog till att SKB tog time-out i sökandet efter en lämplig plats och i stället ägnade sig bland annat åt att inleda undersökningar för berglaboratoriet på Äspö.

Resultaten från de typområdesundersökningar och andra studier av berggrunden, se figur 4-2, som genomförts visade att det går att hitta många platser i Sverige, där de geologiska förutsättningarna är lämpliga för att anlägga ett slutförvar. Lämpliga respektive mindre lämpliga områden kan inte hänföras till någon speciell landsdel eller någon speciell geologisk miljö. I stället är det de lokala förhållandena i området och i den omgivande regionen som avgör ett områdes lämplighet. Detta innebär att även andra för samhället väsentliga faktorer kan vägas in vid val av lokalisering.



Figur 4-2. Platser i landet där SKB med flera utfört undersökningar för att få kunskap om den svenska berggrunden.

4.3 Perioden 1984–2000. Kärntekniklagen ställer krav på allsidigt FoU-program och lokaliseringsarbetet startar

En viktig milstolpe för arbetet med hantering och slutförvaring av kärnavfallet är när kärntekniklagen trädde i kraft år 1984. Enligt den ska innehavare av kärnkraftsreaktor upprätta ett allsidigt program för den forsknings- och utvecklingsverksamhet som krävs för en säker hantering och slutförvaring av kärnavfall. Sedan 1986 ska programmet vart tredje år skickas till regeringen för granskning och utvärdering. Denna uppgift lade reaktorinnehavarna på SKB.

4.3.1 1986 – första FoU-programmet

I FoU-program 86, som var det första fullständiga forskningsprogrammet enligt kärntekniklagen, framhöll SKB att det geologiska underlaget från typområdesundersökningarna utgör cirka hälften av världens platsspecifika information om djup kristallin berggrund, lämpad för slutförvaring av radioaktivt avfall.

4.3.2 1989 – översiktlig plan för lokaliseringsarbetet presenteras

I FoU-program 89 presenterade SKB en översiktlig plan för hur lokaliseringsarbetet kan bedrivas och ett förslag på de faktorer som måste beaktas. Avsikten var, att på ett systematiskt sätt knyta ihop insamlingen av platsspecifika data, erforderliga beslut, informationsinsatser och tillståndsgivning.

SKB konstaterade återigen att det finns många platser i Sverige som ur geologisk synpunkt är lämpliga för lokalisering av ett slutförvar och skrev att det är tveksamt om man med rimliga insatser kan peka ut den i alla avseenden bästa platsen. Detta är inte heller nödvändigt, det är fullt tillräckligt att finna en plats som har sådana egenskaper hos berget och förhållanden i övrigt att de mycket högt ställda kraven på säkerhet och strålskydd kan tillgodoses.

4.3.3 1992 – lokaliseringsarbetet startar på allvar, förstudierna påbörjas

Det egentliga lokaliseringsarbetet för slutförvaret inleddes när SKB hösten 1991 formulerade ett lokaliseringsprojekt. I Fud-program 92 redovisade SKB bakgrunden till och planerna för lokaliseringen av ett slutförvar.

Regeringen ställde i sitt beslut krav på kompletterande redovisning av bland annat de kriterier och metoder som kunde bilda underlag för val av lämpliga platser.

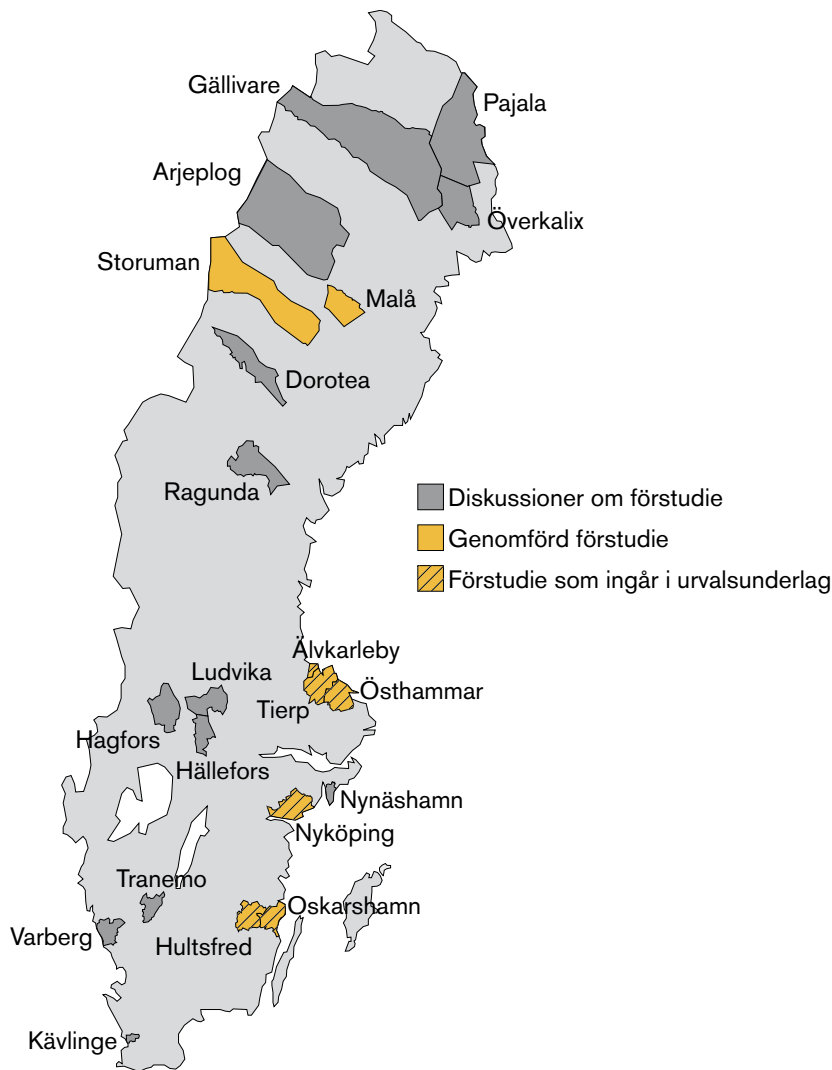
I augusti 1994 lämnade SKB den begärda kompletteringen ("Fud 92,5"). I den skrev SKB bland annat att uppläggningsarbetet bygger på övertygelsen om att det är nödvändigt och möjligt att finna en plats som uppfyller höga miljö- och säkerhetskrav, samtidigt som man söker en lokal förståelse för slutförvarsetableringen. Denna inriktning stämmer väl överens med de intentioner som ligger bakom gällande lagstiftning i bland annat naturresurslagen och kärntekniklagen. Det stämmer även med de rekommendationer som utgivits av de nordiska ländernas strålskydds- och säkerhetsmyndigheter.

I sitt beslut skrev regeringen att "de lokaliseringsfaktorer och kriterier som SKB anger bör vara en utgångspunkt för det fortsatta lokaliseringsarbetet". Regeringen skrev vidare att "ansökningarna om tillstånd enligt 4 kapitlet naturresurslagen och 5 § kärntekniklagen att uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall bör innehålla material för jämförande bedömningar som visar att platsanknutna förstudier bedrivits på mellan 5–10 platser i landet och att platsundersökningar bedrivits på minst två platser samt skälen för valet av dessa platser".

En av SKB:s slutsatser från bland annat typområdesundersökningarna var att det finns många områden i Sverige med utmärkta förhållanden för att isolera det radioaktiva materialet. Det var därför rimligt och realistiskt att i första hand vända sig till intresserade kommuner i de delar av landet med lämplig berggrund, för att där närmare utreda förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar.

SKB ville därför få kontakt med kommuner som var intresserade av att medverka i arbetet att närmare utreda förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar. Redan i oktober 1992 hade SKB informerat samtliga Sveriges kommuner om det planerade arbetet med att lokalisera ett slutförvar.

Under perioden 1992–2000 förde SKB mer eller mindre långtgående diskussioner om förstudier med ett tjugotal kommuner i olika delar av landet, se figur 4-3. I åtta fall ledde detta till att en förstudie genomfördes. I övriga fall avslutades diskussionen, antingen därför att SKB fann att en förstudie inte var motiverad, eller att den aktuella kommunen valde att avstå.



Figur 4-3. Kommuner där SKB har haft kontakter om att genomföra en förstudie.

Mellan åren 1993 och 2000 genomförde SKB förstudier i åtta kommuner: Storuman, Malå, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred. Villkoren för att inleda en förstudie var att de två kriterierna potentiellt lämplig berggrund och frivillig medverkan var uppfyllda. Syftet var att, med hjälp av befintligt material bedöma om det fanns förutsättningar för vidare lokaliseringsstudier för ett slutförvar. Bedömningarna gjordes utifrån fyra faktorer: långsiktig säkerhet, teknik och säkerheten i driftskedet, mark och miljö samt samhälle.

4.3.4 1995 – resultat från de första förstudierna

I Fud-program 95 redovisade SKB:

- förstudierna i Storuman och Malå,
- Översiktsstudie 95,
- en studie av förutsättningarna för förstudier i kommuner med kärnteknisk verksamhet.

Förstudierna i Storuman och Malå gav viktiga erfarenheter. Bland annat konstaterade SKB att det är svårt att värdera berggrunden på djupet efter en förstudie, men att det finns goda möjligheter att värdera förutsättningar för transporter och bygge på markytan. Det finns också goda möjligheter att värdera områden med hänsyn till mark och miljö.

SKB ansåg att det var vanskligt att värdera olika områdets förutsättningar från samhällsynpunkt, men betonade återigen att en positiv opinion i den aktuella kommunen är en förutsättning för etablering av ett slutförvar.

Översiktsstudie 95 är en studie i nationell skala, som i huvudsak bygger på det omfattande bakgrundsmaterial som SKB löpande tagit fram som ett led i det forsknings- och utvecklingsarbete som bedrivits sedan slutet av 1970-talet. Den identifierar främst förhållanden i olika landsdelar som kan vara ogynnsamma för ett slutförvar. Av geologiska skäl bedöms det vara olämpligt att lokalisera slutförvaret till fjällkedjan, Skåne och Gotland.

I de kommuner som har kärntekniska anläggningar finns infrastruktur och kompetens som bedöms vara viktiga faktorer att beakta vid lokalisering av slutförvaret. Studien av detta omfattade fem kommuner: Varberg, Kävlinge, Oskarshamn, Nyköping och Östhammar. För Oskarshamn, Nyköping och Östhammar var det geologiska underlaget omfattande och antydde goda förläggningsmöjligheter. SKB föreslog och genomförde sedan förstudier i dessa kommuner. SKB föreslog en förstudie även i Varberg, men kommunen sa nej. I Kävlinge kommun skulle en lokalisering av slutförvaret vara komplicerad både med hänsyn till geologiska och tekniska förhållanden. SKB var därför inte intresserade av att genomföra en förstudie i Kävlinge.

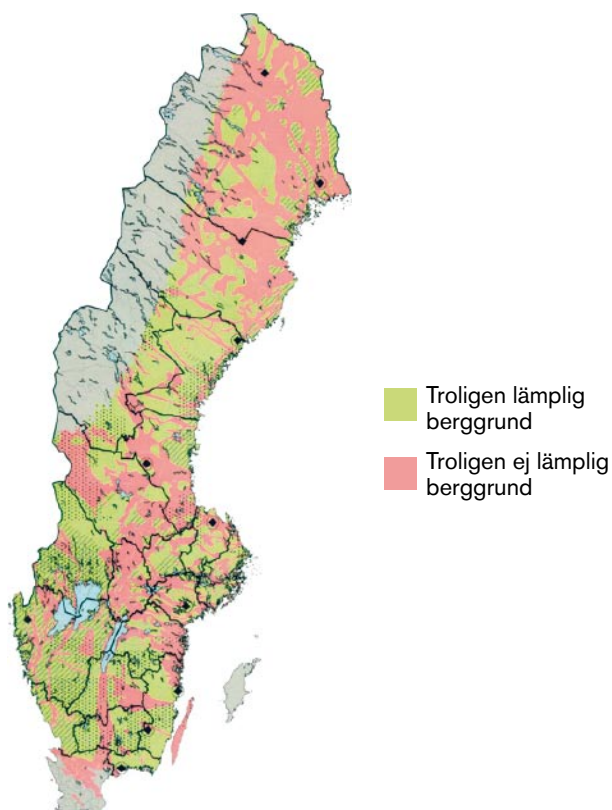
4.3.5 1998 – ett avgörande skede i lokaliseringsarbetet

I Fud-program 98 gav SKB en fyllig redovisning av lokaliseringsarbetet med översiktsstudier och förstudier samt planering av platsundersökningar. Vidare beskrev SKB hur man avsåg att välja områden för platsundersökningar och gav exempel på möjliga värderingsgrunder. SKB utgick från de fyra huvudområden med lokaliseringskriterier – långsiktig säkerhet, teknik och säkerhet i driftskedet, mark och miljö samt samhälle – som användes i förstudierna och kommenterade kort möjligheterna att göra bedömningar och värderingar baserat på det underlag som togs fram i förstudierna.

SKB framhöll att ”om slutförvarsprojektet ska kunna genomföras krävs samhällets stöd och en demokratisk förankring av alla viktiga beslut. SKB kommer därför att fortsätta verka för att få ett brett och aktivt engagemang i samhället kring kärnavfallsfrågan. Det viktigaste målet nu är att kunna börja platsundersökningar för slutförvaret på minst två orter i landet”.

Under 1998–1999 presenterade SKB översiktsstudier för samtliga län (utom Gotland). Studierna fokuserade främst på den långsiktiga säkerheten och därmed på förhållandena i berggrunden. Förutom de geologiska förhållandena omfattade studierna översiktliga kartläggningar av natur- och kulturskyddade områden, befintlig industri och transportförutsättningar. Huvudslutsatsen var att det i samtliga studerade län finns berggrund som är intressant för vidare studier rörande lokaliseringen av slutförvaret. Samtidigt finns det stora områden som troligen är olämpliga, se figur 4-4.

SKB utredde också för- och nackdelar med att lokalisera slutförvaret till norra respektive södra Sverige, samt förläggning vid kusten respektive i inlandet. Den viktigaste slutsatsen var att det utifrån generella jämförelser och överväganden i översiktlig skala, inte går att prioritera varken den norra eller den södra delen av landet med avseende på förutsättningar för en lokalisering. Bedömningar av lämpligheten måste istället grundas på studier av konkreta områden. Samma slutsats gäller för jämförande värderingar av lokaliseringsförutsättningar i kustområdet, respektive i inlandet.



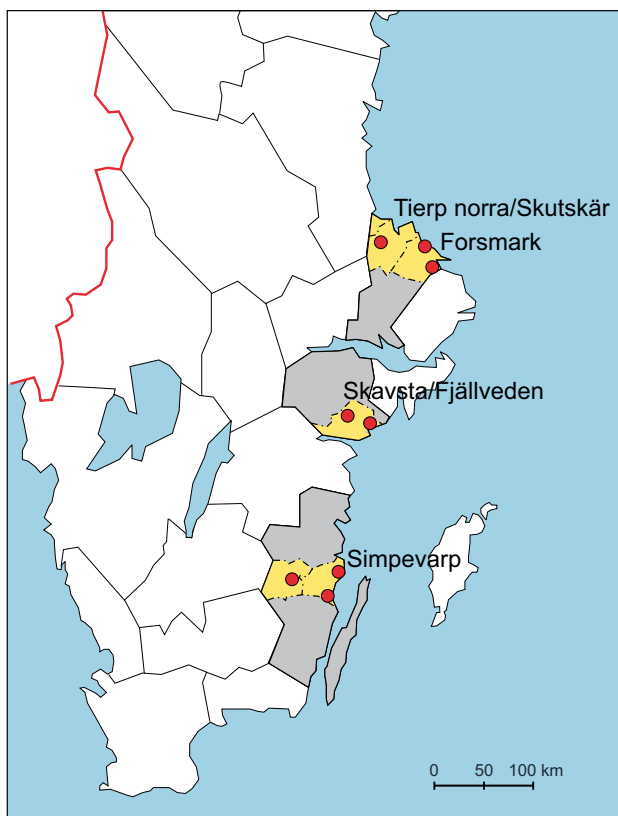
Figur 4-4. En av slutsatserna från översiktsstudierna är att det finns goda förutsättningar för ett slutförvar på många platser i svenskt urberg.

4.4 År 2000 – Platsundersökningar

Ett avgörande steg i lokaliseringsarbetet för slutförvaret var SKB:s samlade redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet, ”Fud-K”. Redovisningen, som presenterades i december 2000, innehöll en fyllig sammanfattning och utvärdering av det omfattande lokaliseringsunderlag som SKB tagit fram genom åren.

Slutsatsen från förstudierna är att det i alla kommuner, utom Älvkarleby, finns områden där berggrunden bedöms som potentiellt lämplig för ett slutförvar. Även när det gäller de tekniska och miljömässiga förutsättningarna visade förstudierna på goda möjligheter. Storuman och Malå tackade dock nej till fortsatta undersökningar, till följd av kommunala folkomröstningar. Urvalsunderlaget omfattade då åtta olika lokaliseringsalternativ i fem olika kommuner, som representerar tre olika regioner i landet, med fyra skilda geologiska miljöer, se figur 4-5.

De åtta alternativen värderades med avseende på krav och önskemål som då var möjliga att bedöma vad gäller berggrunden, industrietableringen och samhällsfrågan. Markanvändnings- och miljöaspekterna ingår i de lokaliseringsfaktorer som kopplas till slutförvaret som industriprojekt. Krav och intentioner i miljöbalken ska uppfyllas, bland annat ska anläggningarna lokaliseras till mark som är lämplig för ändamålet och lokaliseringen ska inte hämma en långsiktigt god hushållning med mark och vatten.



Figur 4-5. SKB:s val av platser för platsundersökningar utgick från åtta möjliga lokaliseringsoptioner i fem olika kommuner som hade identifierats i förstudierna.

Utgångspunkten var att det i samtliga åtta olika lokaliseringsoptioner finns områden där berggrunden bedöms som potentiellt lämplig för ett slutförvar. Simpevarp och Forsmark framstod sedan som särskilt lämpliga med avseende på industrietablering, med tanke på befintlig infrastruktur. Platserna bedömdes också ge goda förutsättningar för att etablera och driva slutförvarets anläggningar och transportsystem med små miljökonsekvenser. Osäkerheterna är större för de andra alternativen, bland annat på grund av behovet av landtransporter av använt kärnbränsle och/eller exploatering av nya markområden för industriändamål.

Samhällsfrågan handlar både om förutsättningarna för vad samhället kan tillföra projektet såsom resurser i form av arbetskraft, offentlig och enskild service med mera och om etablering kan ske med frivillig medverkan från förtroendevalda, närboende och markägare. Förutsättningarna för att uppnå förtroende och stöd för slutförvarsprojektet ansågs svårbedömbara och kunde komma att ändras. Förtroende och stöd borde kunna vinnas i samtliga kommuner, men förutsättningarna bedömdes som särskilt goda vid en lokalisering till Simpevarp och Forsmark. Detta med tanke på den erfarenhet som kommuninvånarna redan hade av kärnteknisk verksamhet. Det finns kärnkraftverk och hantering av radioaktivt avfall i båda kommunerna, Clab ligger i Oskarshamn och SFR i Forsmark.

För att få en större bredd på det geologiska underlaget föreslog SKB platsundersökningar även i Tierp norra/Skutskär och ytterligare utvärderingar av alternativet Skavsta/Fjällveden. Nyköpings kommun tackade dock nej till fortsatt medverkan och därmed utgick alternativet Skavsta/Fjällveden.

4.4.1 2001 – Regeringen ger klartecken

Regeringens beslut i november 2001 innebar klartecken för SKB att fortsätta arbetet enligt den redovisning som lämnades i Fud-K. Regeringen hade inget att invända mot att SKB inledde platsundersökningar inom de tre områdena Simpevarp, Forsmark och Tierp norra/Skutskär.

Även Älvkarleby tillfrågades om medverkan i platsundersökningarna eftersom det var tänkt att transportera inkapslat kärnbränsle till hamnen i Skutskär och därifrån på järnväg till ett slutförvar i Tierp. Kommunfullmäktige i Älvkarleby sa i mars 2002 ja till fortsatt medverkan, medan kommunfullmäktige i Tierp med knapp majoritet röstade nej till platsundersökningar. Genom beslut av kommunfullmäktige i Östhammar (4 december 2001) och Oskarshamn (11 mars 2002) kunde SKB påbörja platsundersökningar i Forsmarksområdet i Östhammars kommun och Simpevarpsområdet i Oskarshamns kommun. Under år 2004 utvidgades undersökningarna i Oskarshamn till att även omfatta Laxemarområdet.

4.4.2 Forsmark och Simpevarp/Laxemar är av riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall

Med stöd av 3 kapitlet 8 § miljöbalken beslutade SKI i december 2004 att de områden i Forsmark och Oskarshamn där SKB bedriver platsundersökningar är av riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. SKI anger i sitt beslut att slutförvarsintresset nu har samma status i en tillståndsprövning som andra riksintressen och att beslutet är viktigt för det fortsatta planeringsarbetet med slutförvaret.

4.4.3 Lokalisering vid kusten eller i inlandet?

Efter att SKB påbörjat platsundersökningar i Forsmark och Oskarshamn, vilket är två lägen nära Östersjön, har frågan om inlands- kontra kustlokalisering åter aktualiserats.

Under år 2005 genomförde SKB en ny förutsättningslös och utförlig analys av grundvattnets regionala flödesförhållanden i östra Småland. Analysen har enbart syftat till att ta fram ytterligare vetenskapligt underlag i en lokaliseringsdiskussion med hänsyn till grundvattnets in- och utströmning samt dess kemiska sammansättning.

Flödesvägar för grundvatten från ett djup som motsvarar djupet för ett tänkbart slutförvar för kärnbränsle har modellerats. Analysen baseras på 5 000 teoretiska förvarsområden som är av storleken en kvadratkilometer.

Den övergripande slutsatsen är att lokala förhållanden i berggrunden och lokal topografi har stor betydelse för grundvattnets flödesmönster. Flödesmönster och grundvattnets sammansättning (salthalt) medför inte någon generell fördel för ett slutförvar i inlandet eller en lokalisering vid kusten. Grundvattnets flödesmönster är bara en lokaliseringsfaktor av många och ett inströmningsområde innebär i sig ingen avgörande fördel.

Liknande erfarenheter har även gjorts i Finland där man under 1990-talet bedrev platsundersökningar i två inlandslokaliseringar och två lokaliseringar vid kusten. Inte heller resultaten från dessa undersökningar kunde säkert visa på några generella fördelar med en inlandslokalisering.

5 Samhällets framtida kapacitet att ta hand om det använda kärnbränslet

Att ta hand om använt kärnbränsle ställer stora krav på både individer, företag och samhälle. Hur ser förutsättningarna ut att klara detta i framtiden om vi nu väljer att avvakta med det slutliga omhändertagandet? Hur kan den samhällsliga utvecklingen komma att påverka förutsättningarna för omhändertagandet? En studie har gjorts som lyfter fram de krav som ställs på samhället om det slutliga omhändertagandet skjuts på framtiden. Studien sträcker sig 75–100 år fram i tiden, vilket är en mycket lång tid i ett samhällsperspektiv. Studien försöker besvara två frågor:

- Har samhället kapacitet och förmåga att garantera skydd mot oönskad åtkomst och användning i detta tidsperspektiv?
- Kommer det att finnas samhällslig kapacitet och förmåga att åstadkomma ett slutförvar om 75–100 år?

Idag kontrollerar samhället, genom SKB och kärnkraftindustrin, det använda kärnbränslet. Det ligger först kvar en tid vid kärnkraftverken och fraktas sedan för mellanlagring i Clab i Oskarshamn. SKB har också utvecklat en metod för slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet och bedriver platsundersökningar för lokalisering av slutförvaret.

Studiens syfte har varit att identifiera utvecklingsvägar som *skulle kunna* inträffa, peka på de mekanismer som kan driva utvecklingen åt detta håll samt beskriva vad en sådan utveckling kan få för konsekvenser för samhällets förmåga att ta hand om det använda kärnbränslet. Den syftar *inte* till att identifiera den i alla lägen mest sannolika samhällsutvecklingen.

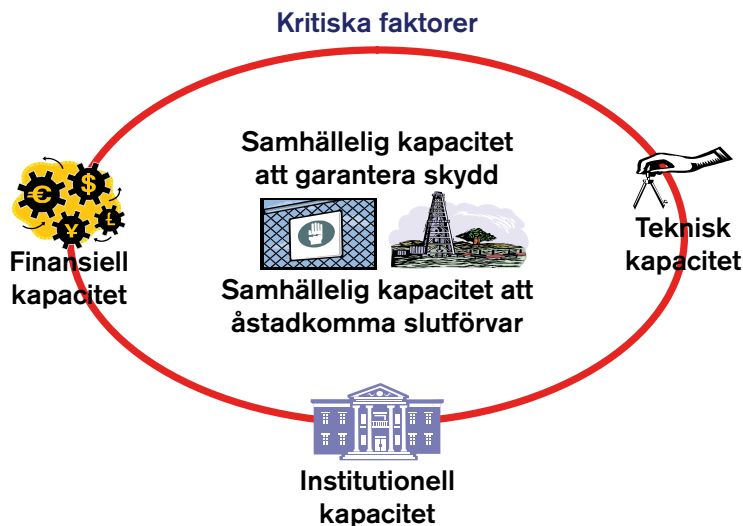
5.1 Nödvändig kapacitet och förmåga

Samhällets kapacitet och förmåga att ta hand om avfallet varierar mellan de olika uppgifterna – skydda en ytnära lagring respektive åstadkomma ett geologiskt slutförvar.

Det krävs för det första en **institutionell kapacitet** – det vill säga förmågan att bygga de institutioner och formulera, samt följa upp efterlevnaden av de regelverk som krävs för att garantera ett säkert omhändertagande. Detta kräver sannolikt ett i grunden demokratiskt samhälle, se figur 5-1. Kraven på samhällets institutioner är höga för båda uppgifterna, men de är högst när det gäller att åstadkomma ett slutförvar.

För det andra krävs en **finansiell kapacitet** – det vill säga den ekonomiska förmågan att prioritera en tillräcklig avsättning av resurser. Kraven varierar här mellan de två uppgifterna. Men uppgiften att åstadkomma ett slutförvar om 75–100 år, kommer att kosta mycket pengar.

De finansiella och institutionella kraven är intimt förknippade med varandra. Idag avsätts pengar i avfallsfonden, som säkrar att kostnaderna för hanteringen av avfallet inte vältras över på kommande generationer. Det krävs en god institutionell kapacitet för att garantera en fortsatt avsättning till fonden och att medlen inte används till annat än dess ändamål. Om inte medel, i tillräcklig utsträckning, även fortsättningsvis avsätts till fonden för kostnaderna i framtiden, kan de finansiella kraven komma att belasta samhällets ordinarie budget.



Figur 5-1. De tre nödvändiga kapaciteterna och förmågor i samhället för att ta hand om det använda kärnbränslet.

För det tredje kräver omhändertagandet en **teknisk kapacitet** – det vill säga en tillräcklig nivå vad gäller samhällets tekniska och vetenskapliga förmåga och kompetens. Även dessa krav varierar med de två uppgifterna. De är störst när det gäller att åstadkomma ett slutförvar i framtiden, jämfört med fortsatt övervakad lagring. Teknisk kompetens innefattar här inte bara själva den tekniska kunskapen kring hanteringen. Den bör ses i en vidare mening och då till exempel innefatta hur den individuella drivkraften ser ut för människor att skaffa sig den kunskap som krävs.

5.2 Resultat

Utgångspunkten i studien har varit att beskriva möjliga utvecklingar, under de kommande 75–100 åren, som kan försvåra samhällets kapacitet och förmåga att ta hand om det använda kärnbränslet. Studien visar att risken för att Sveriges ekonomiska och samhälleliga förmåga kan komma att drabbas negativt av utvecklingen i vår omvärld inte är obetydliga. Tre allvarliga globala hot har identifierats:

1. De betydande globala ekonomiska obalanserna och de starka inbördes beroendena mellan världens stater.
2. En framtida ålderschock med början i västländerna och med en fortsättning i Asien.
3. En dramatisk klimatförändring.

En negativ utveckling inom något eller några av dessa områden kan komma att få betydande konsekvenser – både globalt och regionalt.

Ekonomiska, politiska och miljömässiga kriser – från den globala nivån till den regionala och nationella – kan få mycket stora konsekvenser för Sverige. De skulle direkt kunna påverka samhällets förmåga att upprätthålla en tillräcklig kapacitet och förmåga inom de tre områden som identifierats som viktiga: det finansiella, det politiskt institutionella och det tekniska.

Den finansiella kapaciteten riskerar att urholkas genom världsekonomin kris, vilken först drabbar svenska exportföretag och genom vårt starka beroende till dessa snabbt hela ekonomin. Den politiskt institutionella kapaciteten hotas direkt genom den potential till både yttre och inre konflikter, som följer på globala ekonomiska kriser och politiska kriser på den regionala nivån. Kapaciteten hotas också indirekt av en omfattande ekonomisk kris. Flera bedömare går så långt att de hävdar att Sveriges territoriella suveränitet inte kan garanteras i detta tidsperspektiv. Slutligen hotas också vår tekniska kapacitet. I en kollapsande värld är det stor sannolikhet att Sverige tappar kompetens till dem som klarar krisen bäst och har den ekonomiska förmågan att betala för kompetensen.

5.3 Slutsatser

Slutsatsen är att samhällets förmåga att åstadkomma ett slutförvar för det använda kärnbränslet i ett tidsperspektiv av 75–100 år riskerar att allvarligt försvagas. Att fatta ett beslut om att avvakta med byggandet av ett slutförvar kan således visa sig vara riskabelt. Sverige har idag genom SKB, lagstiftningen, myndigheterna och ytterst regering och riksdag kontrollen över det använda kärnbränslet och ett system för att hantera det avfall som måste slutförvaras.

Om kärnkraften avvecklas inom två till tre decennier kommer Sverige att ha kunnat avveckla och omhänderta det använda bränslet i ett geologiskt slutförvar av typen KBS-3.

Om vi väljer att inte bygga ett slutförvar utan lagrar bränslet i ett ytlager eller fortsätter lagra det i Clab så har denna studie visat att det råder osäkerhet kring den framtida kapaciteten att bygga ett slutförvar eller ens ha kontroll över bränslet. Att samhället i dag har finansiell, teknisk och institutionell kapacitet att bygga ett slutförvar betyder inte att kommande generationer har det.

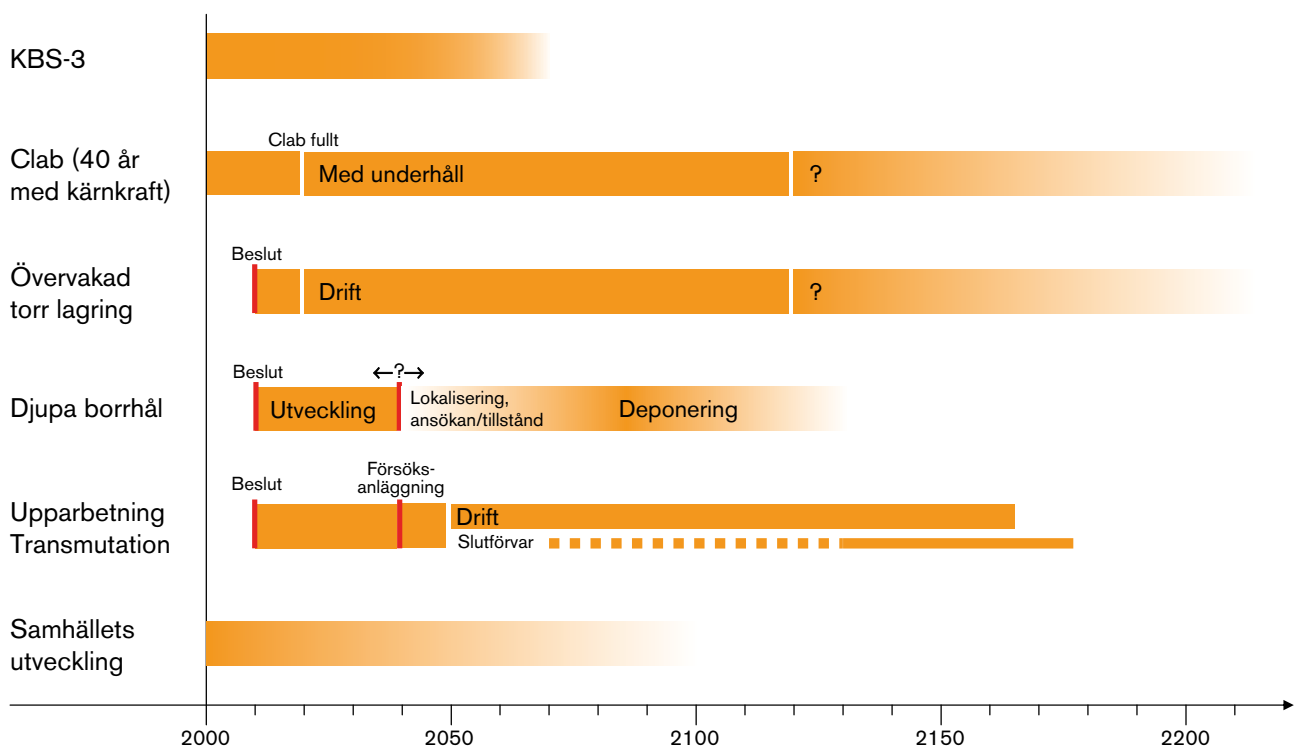
6 Tidsperspektiv

I diskussionen om olika strategier och metoder för att omhänderta det använda kärnbränslet kan det vara av intresse att jämföra tidsperspektiven.

KBS-3-metoden har utvecklats under lång tid. Ett slutförvar enligt KBS-3-metoden skulle kunna byggas, drivas och förslutas inom en tidsperiod av cirka 50 år, se figur 6-1.

Jämfört med KBS-3-metoden är kunskapen om hur djupa borrhål skulle kunna användas för slutförvaring bristfällig. SKB har bedömt att det skulle ta cirka 30 år och kosta minst fyra miljarder kronor att nå en kunskapsnivå, som gör det möjligt att göra en säkerhetsanalys av samma kvalitet som för KBS-3-metoden. Det är dock inget som säger att djupa borrhål skulle vara ett bättre alternativ än KBS-3. Kanske måste man då överge metoden för att återgå till att satsa på KBS-3, eller någon helt annan metod. Om djupa borrhål skulle visa sig vara en lämplig metod tillkommer tid för lokalisering, projektering, ansökan och tillstånd. En del av detta arbete kan kanske utföras parallellt med utvecklingsarbetet. Tiden för borrhållning och deponering är också osäker.

Tekniken för transmutation finns inte tillgänglig idag. I bästa fall skulle den kunna finnas framme år 2050. Uppskattningsvis tar det därefter åtminstone 100 år att transmuttera 99 procent av det använda kärnbränslet. Kvarvarande långlivat avfall måste sedan ändå omhändertas i ett slutförvar.



Figur 6-1. Tidsperspektiv för olika alternativ för att omhänderta det använda kärnbränslet.

Om vi skjuter på ställningstagandet i frågan om det slutliga omhändertagandet är det tekniskt möjligt att utsträcka lagringen i Clab upp till 100–200 år. Det förutsätter dock att den kontinuerliga övervakningen och underhållet av anläggningen vidmakthålls. Alternativet till en fortsatt lagring i Clab skulle i detta fall kunna vara att anlägga ett mellanlager för övervakad torr lagring.

Vilka samhällseliga förändringar, som kan påverka Sveriges förmåga att långsiktigt säkert omhänderta det använda kärnbränslet, kan ske under tiden det tar att utveckla en annan metod? En utredning om detta har gjorts, se kapitel 5. Där framgår bland annat, att väldigt mycket i vårt samhälle kan förändras bara i perspektivet 75–100 år framåt i tiden.

Samrådsunderlaget är huvudsakligen baserat på följande rapporter, som beräknas bli tillgängliga under september 2006.

Titel	Författare
R-06-58 Djupa borrhål – Status och analys av konsekvenserna vid användning i Sverige	Bertil Grundfelt och Marie Wiborgh Kemakta Konsult AB
R-06-59 Modelling of thermal effects on groundwater flow for the VDH concept	N Marsic och B Grundfelt Kemakta Konsult AB samt P Jackson Serco Assurance
R-06-60 Separation och transmutation – Status och analys av konsekvenser vid användning i Sverige	Bertil Grundfelt och Maria Lindgren Kemakta Konsult AB
R-06-61 Transmutation Scenarios – Status and Assessment Report	J Dufek, V Arzhanov, W Gudowski, Department of Nuclear and Reactor Physics, KTH
R-06-62 Förlängd lagring i Clab –Beskrivning och uppdatering av kunskapsläget	Michael Pettersson och Bertil Grundfelt Kemakta Konsult AB
P-06-94 Övervakad torr lagring – Beskrivning av metoder och användning i andra länder samt bedömning av förutsättningarna i Sverige	Celia Jones och Marie Wiborgh Kemakta Konsult AB
R-06-63 Annan fara! En studie av samhällets framtida kapacitet för omhändertagande av använt kärnbränsle	Göran Hallin och Stig Björne EuroFutures AB
R-06-64 Storregional grundvattenmodellering – fördjupad analys av flödesområdes i östra Småland Jämförelse av olika konceptuella beskrivningar	Lars O Ericsson, Consulting AB Johan Holmén, Golder Associates Ingvar Rhén och Niklas Blomquist SWECO VIAK
R-06-42 Lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle Från Aka-utredningen till Fud-K	Roland Johansson Roland Johansson Energi- och miljökonsult