

Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2000

Svensk Kärnbränslehantering AB

Box 5864

102 40 Stockholm

Tel 08-459 84 00

Fax 08-661 57 19



Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2000

Förord

Den pågående lokaliseringsprocessen syftar till att finna en plats på vilken det går att bygga ett långsiktigt säkert djupförvar för inkapslat använt kärnbränsle. Den här rapporten sammanfattar SKB:s underlag inför de beslut som behöver fattas för att SKB ska kunna inleda platsundersökningar för ett djupförvar. SKB:s planering är att undersökningarna, som bland annat innebär provborrningar, ska kunna inledas under år 2002.

Rapporten innehåller de kompletterande redovisningar som regeringen begärde i sitt beslut över FUD-program 98 beträffande alternativa metoder, underlag för val av platser samt program för platsundersökningarna.

SKB ser det som angeläget att ansvariga myndigheter och regeringen i samband med granskningen klargör om det underlag vi redovisar kan ligga till grund för att

1. hålla fast vid KBS-3-metoden som det för Sverige lämpligaste alternativet och att den därmed utgör en grundläggande förutsättning för arbetet i platsundersökningsskedet,
2. gå vidare med undersökningar och samråd på de utvalda platserna på det sätt som SKB föreslår.

Efter myndigheternas granskning och regeringens beslut behöver de berörda kommunerna ta ställning till en fortsatt medverkan för att kärnavfallsprogrammet ska kunna komma över i nästa skede. Vi menar att det är viktigt att ta detta steg för att komma vidare med att genomföra en långsiktigt säker förvaring av det använda kärnbränslet.

Stockholm i december 2000

Svensk Kärnbränslehantering AB



Peter Nygårds

VD



Claes Thegerström

vVD, chef Lokalisering

FUD

Forskning,
utveckling och
demonstration

Läsanvisning

Rapporten redovisar SKB:s metod och platsval samt förslag till program inför nästa skede i lokaliseringsprocessen. Underlaget i form av SKB-rapporter och andra referenser är omfattande. Framställningen i denna rapport är därför av sammanfattande karaktär. För tillgång till hela materialet, hänvisas läsaren till rapportens huvudreferenser.

Redovisningen är uppdelad i fyra delar:

Del I – Bakgrund som beskriver behovet av avfallshantering, vad som återstår att genomföra i SKB:s program och vilka lagar och villkor som styr programmet.

Del II – Metod som innehåller en analys av alternativa strategier och system för omhändertagande av använt kärnbränsle. Denna del omfattar även en uppdaterad systemanalys för huvudalternativet KBS-3 samt sammanfattar SR 97, den senaste analysen av djupförvarets långsiktiga säkerhet.

Del III – Plats som sammanfattar och utvärderar ett omfattande lokaliseringsunderlag samt redovisar och motiverar SKB:s val av platser för fortsatta undersökningar.

Del IV – Program som beskriver planerna för SKB:s verksamhet och MKB-förfarandet i platsundersökningsskedet.

En redogörelse av det samråd som SKB har genomfört med berörda kommuner, länsstyrelser och myndigheter ges i bilagan.

Struktur för denna rapport

Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet

Huvudreferenser

Metod

- Jämförande systemanalys
- Nollalternativet
- Internationell översikt
- FUD-program för djupa borrhål
- KBS-3-metoden

Plats

- SR 97
- Förstudierapporter
- Geovetenskapligt bakgrundsmaterial

Program

- Krav och kriterier
- Geovetenskapligt platsundersökningsprogram

Innehåll

| | |
|--|----|
| Sammanfattning | 11 |
| Del I – Bakgrund | |
| 1 Avfallet | 27 |
| 1.1 Var uppstår avfallet? | 27 |
| 1.2 Avfallstyper och volymer | 28 |
| 1.3 Använt kärnbränsle | 29 |
| 1.4 Hur farligt är använt kärnbränsle? | 31 |
| 1.4.1 Farlighet | 31 |
| 1.4.2 Tillgänglighet | 32 |
| 2 Anläggningar och program | 33 |
| 2.1 Befintliga och planerade anläggningar | 33 |
| 2.1.1 Kortlivat låg- och medelaktivt avfall | 34 |
| 2.1.2 Använt kärnbränsle | 34 |
| 2.1.3 Långlivat låg- och medelaktivt avfall | 34 |
| 2.1.4 Transportsystemet | 35 |
| 2.1.5 Lokalisering | 35 |
| 2.2 Program för inkapsling och djupförvaring | 35 |
| 3 Regelverk för kärnbränslehantering | 39 |
| 3.1 Lagar och föreskrifter | 40 |
| 3.1.1 Ansvar | 40 |
| 3.1.2 Finansiering | 40 |
| 3.1.3 Regler för tillståndsprovning | 41 |
| 3.1.4 Föreskrifter om säkerhet och strålskydd | 42 |
| 3.2 Regeringsvillkor och SKB:s redovisningar | 43 |
| Del II – Metod | |
| 4 Strategier | 47 |
| 4.1 Krav på system för omhändertagande av använt kärnbränsle | 48 |
| 4.2 Översikt av tänkbara strategier och system | 49 |
| 4.3 Upparbetning och transmutation | 50 |
| 4.3.1 Upparbetning och återföring av uran och plutonium | 51 |
| 4.3.2 Transmutation som komplement till återföring av uran och plutonium | 52 |
| 4.3.3 Transmutation utan renframställning av plutonium | 53 |
| 4.3.4 Värdering av upparbetning och transmutation | 53 |
| 4.4 Övervakad lagring | 54 |
| 4.4.1 Våt lagring | 54 |
| 4.4.2 Torr lagring | 54 |
| 4.4.3 DRD-konceptet | 55 |
| 4.4.4 Värdering av övervakad lagring | 56 |
| 4.5 Geologisk förvaring | 56 |
| 4.5.1 Värdering av geologisk förvaring | 57 |
| 4.6 Samlad bedömning | 58 |
| 4.7 Nollalternativet | 59 |
| 4.7.1 Förlängd lagring i CLAB | 59 |
| 4.7.2 Övergivet CLAB | 60 |
| 4.7.3 Konsekvenser av nollalternativet | 60 |
| 4.8 Internationell översikt | 61 |
| 4.8.1 Upparbetning | 62 |
| 4.8.2 Transmutation | 62 |
| 4.8.3 Geologisk förvaring | 62 |
| 4.8.5 Ett internationellt förvar? | 65 |

| | | |
|----------|--|----|
| 5 | Metoder för geologisk förvaring | 67 |
| 5.1 | Krav på system för geologisk förvaring | 67 |
| 5.1.1 | Övergripande krav | 68 |
| 5.1.2 | Miljökrav | 68 |
| 5.1.3 | Säkerhetskrav | 68 |
| 5.1.4 | Strålskyddskrav | 68 |
| 5.1.5 | Krav på icke-spridning av kärnämne och kärnavfall | 69 |
| 5.2 | System för geologisk förvaring | 69 |
| 5.2.1 | KBS-3 | 70 |
| 5.2.2 | Mycket långa tunnlar | 71 |
| 5.2.3 | WP-Cave | 72 |
| 5.2.4 | Djupa borrhål | 73 |
| 5.3 | Värdering mot kraven | 74 |
| 5.3.1 | Överensstämmelse med övergripande krav | 74 |
| 5.3.2 | Miljöpåverkan | 74 |
| 5.3.3 | Säkerhet | 75 |
| 5.3.4 | Strålskydd | 76 |
| 5.3.5 | Icke spridning av kärnämne och kärnavfall | 77 |
| 5.3.6 | Kostnader | 77 |
| 5.3.7 | Samlad bedömning | 78 |
| 5.4 | Forsknings- och utvecklingsprogram för djupa borrhål | 79 |
| 5.4.1 | Programmets innehåll | 79 |
| 5.4.2 | Översyn av förutsättningarna | 80 |
| 5.4.3 | Tid och kostnader | 80 |
| 5.4.4 | SKB:s bedömning | 80 |
| 6 | Djupförvarssystem baserat på KBS-3 | 81 |
| 6.1 | Systembeskrivning | 82 |
| 6.1.1 | Mellanlager för använt kärnbränsle | 82 |
| 6.1.2 | Inkapslingsanläggning | 82 |
| 6.1.3 | Kapselabrik | 83 |
| 6.1.4 | Djupförvar | 84 |
| 6.1.5 | Transporter | 85 |
| 6.2 | Miljöpåverkan | 86 |
| 6.3 | Säkerhet och strålskydd | 86 |
| 6.4 | Handlingsfrihet för genomförandet | 88 |
| 6.4.1 | Förvarsutformning | 88 |
| 6.4.2 | Barriärer | 89 |
| 6.4.3 | Lokalisering | 89 |
| 6.5 | Tidsplan | 89 |
| 6.6 | Återtag av deponerade kapslar | 90 |
| 6.7 | Slutsatser | 90 |
| 7 | Långsiktig säkerhet | 91 |
| 7.1 | Förutsättningar för SR 97 | 91 |
| 7.1.1 | Syften och avgränsningar | 91 |
| 7.1.2 | Säkerhetsprinciper | 92 |
| 7.1.3 | Tidsperspektiv | 92 |
| 7.1.4 | Tre platser | 93 |
| 7.1.5 | Metodik | 94 |
| 7.1.6 | Scenarieval | 94 |
| 7.2 | Resultat och slutsatser i SR 97 | 95 |
| 7.2.1 | Basscenario | 95 |
| 7.2.2 | Kapseldefektscenario | 95 |
| 7.2.3 | Klimatscenario | 96 |
| 7.2.4 | Jordskalvsscenario | 97 |
| 7.2.5 | Intrångsscenario | 98 |
| 7.2.6 | KBS-3-metodens säkerhet i svensk berggrund | 98 |
| 7.2.7 | Metodik för säkerhetsanalys | 98 |
| 7.2.8 | SR 97 som underlag för platsundersökningar, systemutformning och forskningsprogram | 99 |
| 7.2.9 | Sammanfattning | 99 |

| | | |
|------------------------|--|-----|
| 7.3 | Internationell expertgranskning | 100 |
| 7.3.1 | Granskningsgruppens slutsatser | 100 |
| 7.4 | Svenska myndigheters granskning | 102 |
| 7.4.1 | Slutsatser av svenska myndigheters granskning | 102 |
| 7.5 | SKB:s kommentarer till granskningsresultatet | 103 |
| | | |
| Del III – Plats | | |
| 8 | Lokaliseringsprocessen | 107 |
| 8.1 | Utvecklingen fram till idag | 107 |
| 8.2 | Förutsättningar för det fortsatta arbetet | 110 |
| 8.2.1 | Ansvarsfördelning och krav på SKB | 110 |
| 8.2.2 | Information, dialog och samråd | 111 |
| 8.2.3 | Kommunerna | 112 |
| 8.2.4 | Länsstyrelserna, regionala samråd | 113 |
| 8.2.5 | Myndigheterna och departementet | 113 |
| 8.3 | Utgångspunkter inför platsundersökningsskedet | 114 |
| 9 | Geovetenskapligt underlag | 119 |
| 9.1 | Kunskapsläge | 119 |
| 9.2 | Forskning i berglaboratorier | 121 |
| 9.3 | Typområden | 122 |
| 9.4 | Oversiktsstudier och förstudier | 123 |
| 9.5 | Säkerhetsanalyser | 126 |
| 9.6 | Finska platsundersökningar och säkerhetsanalyser | 128 |
| 10 | Lokaliseringsfaktorer | 131 |
| 10.1 | Krav och önskemål | 131 |
| 10.2 | Berggrunden | 132 |
| 10.3 | Industrietableringen | 138 |
| 10.4 | Samhällsfrågan | 143 |
| 11 | Lokaliseringsalternativ från förstudier | 147 |
| 11.1 | Förstudier | 147 |
| 11.2 | Tillämpning av lokaliseringfaktorer | 149 |
| 11.3 | Norduppland – Östhammar, Tierp och Älvkarleby | 152 |
| 11.3.1 | Regionens allmänna förutsättningar | 152 |
| 11.3.2 | Regionens geologiska förutsättningar | 154 |
| 11.3.3 | Lokaliseringsalternativ | 155 |
| 11.3.4 | Forsmark | 157 |
| 11.3.5 | Hargshamn | 159 |
| 11.3.6 | Tierp norra/Skutskär | 160 |
| 11.4 | Södermanland – Nyköping | 163 |
| 11.4.1 | Regionens allmänna förutsättningar | 163 |
| 11.4.2 | Regionens geologiska förutsättningar | 164 |
| 11.4.3 | Lokaliseringsalternativ | 166 |
| 11.4.4 | Studsvik/Björksund | 166 |
| 11.4.5 | Skavsta/Fjällveden | 168 |
| 11.5 | Småland – Oskarshamn och Hultsfred | 170 |
| 11.5.1 | Regionens allmänna förutsättningar | 172 |
| 11.5.2 | Regionens geologiska förutsättningar | 172 |
| 11.5.3 | Lokaliseringsalternativ | 173 |
| 11.5.4 | Simpevarp | 175 |
| 11.5.5 | Oskarshamn södra | 177 |
| 11.5.6 | Hultsfred östra | 178 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 12 | Val av lokaliseringsalternativ för platsundersökningar | 181 |
| 12.1 | Urvalsunderlag | 181 |
| 12.2 | Överväganden inför valet av platser | 182 |
| | 12.2.1 Är urvalsunderlaget tillräckligt? | 183 |
| | 12.2.2 På hur många platser bör platsundersökningar göras? | 185 |
| | 12.2.3 Hur ska valet göras? | 186 |
| 12.3 | Värdering | 187 |
| | 12.3.1 Berggrunden | 187 |
| | 12.3.2 Industrietableringen | 191 |
| | 12.3.3 Samhällsfrågan | 196 |
| 12.4 | SKB:s val av platser | 198 |

Del IV – Program

| | | |
|-----------|---|-----|
| 13 | Platsundersökningsskedet | 203 |
| 13.1 | Mål och omfattning | 203 |
| 13.2 | Tillståndsprövning och MKB-arbete | 205 |
| | 13.2.1 Tillståndsprövning | 205 |
| | 13.2.2 Miljökonsekvensbeskrivning och samråd | 206 |
| 13.3 | Geovetenskapliga platsundersökningar | 208 |
| | 13.3.1 Generellt program för undersökning och utvärdering | 208 |
| | 13.3.2 Undersökningarnas miljöpåverkan | 213 |
| 13.4 | Inkapslingsanläggning och kapsselfabrik | 217 |
| 13.5 | Lokaliseringsutredningar | 217 |
| 13.6 | Forskning, utveckling och demonstration | 218 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 14 | Program för Norduppland, Oskarshamn och Nyköping | 219 |
| 14.1 | Programöversikt | 219 |
| 14.2 | Norduppland | 220 |
| | 14.2.1 Ledning och organisation | 220 |
| | 14.2.2 Samråd | 220 |
| | 14.2.3 Lokaliseringsutredningar | 221 |
| | 14.2.4 Undersökningar och utredningar | 221 |
| 14.3 | Oskarshamn | 226 |
| | 14.3.1 Ledning och organisation | 226 |
| | 14.3.2 Samråd | 226 |
| | 14.3.3 Lokaliseringsutredningar | 227 |
| | 14.3.4 Undersökningar och utredningar | 227 |
| 14.4 | Nyköping | 230 |
| | 14.4.1 Samråd | 230 |
| | 14.4.2 Utredningar – etableringsförutsättningar | 230 |
| | 14.4.3 Förnyad säkerhetsanalys | 231 |

| | |
|-------------------|-----|
| Referenser | 233 |
|-------------------|-----|

| | |
|---|-----|
| Bilaga – Redovisning av genomfört samråd | 249 |
|---|-----|

Sammanfattning

För att på ett säkert sätt slutförvara det använda kärnbränslet planerar SKB att lokalisera ett djupförvar och en inkapslingsanläggning med tillhörande kapseltillverkning och transportsystem. Efter en samlad utvärdering av förstudier och övrigt underlag prioriterar SKB att gå vidare med undersökningar av berget och utredningar om att etablera djupförvarssystemet i Oskarshamns kommun eller i Norduppland. I planerna ingår också att ytterligare utreda förutsättningarna för ett djupförvar i Nyköpings kommun.

I Oskarshamns kommun planerar SKB fortsatta studier av en lokalisering av djupförvaret vid Simpevarp. Där vill SKB inleda platsundersökningar med provborrningar. För inkapslingsanläggningen vill SKB fortsätta utreda en förläggning vid CLAB.

I Norduppland planerar SKB att utreda två lokaliseringalternativ för djupförvaret. Det ena är Forsmark i Östhammars kommun, där SKB vill inleda en platsundersökning med provborrningar. Det andra är Tierp norra/Skutschär där SKB har för avsikt att starta provborrningar i ett område norr om Tierp. Först behöver dock ett lämpligt borrområde och möjliga transportlösningar preciseras. Detta alternativ kräver medverkan av både Tierps och Älvkarleby kommuner. En lokalisering av inkapslingsanläggningen till Norduppland kommer också att utredas.

För Nyköpings kommun planerar SKB en förnyad säkerhetsanalys för Fjällvedenområdet baserad på data från tidigare undersökningar samt ytterligare utredningar av hur en djupförvarsetablering skulle kunna ordnas. Därmed kommer SKB att ta fram underlag från ytterligare en geografisk och geologisk region utöver de som prioriteras. Provborrhningar är inte aktuella i Nyköping.

Målet för platsundersökningsskedet är att erhålla alla tillstånd som behövs för att få bygga de planerade anläggningarna. Det beräknas ta 7–8 år att ta fram erforderligt lokaliseringunderlag, genomföra samråd, utarbeta lokaliseringansökningar samt erhålla myndigheternas prövning av dessa.

En analys av tänkbara alternativ för att ta hand om använt kärnbränsle har bekräftat att geologisk förvaring enligt KBS-3-metoden har bäst förutsättningar att uppfylla alla krav. Alternativet att skjuta frågan på framtiden (nollalternativet) framstår inte som hållbart. Analysen av den långsiktiga säkerheten visar att förutsättningarna för att bygga ett säkert djupförvar i den svenska berggrunden är goda. Oberoende svensk och internationell granskning av säkerhetsanalysen bekräftar att underlaget i detta avseende är tillräckligt för att lokaliseringprocessen ska kunna gå vidare till platsundersökningsskedet.

Nedan ges en fylligare sammanfattning av denna rapportens redovisning av metod samt platsval och program för platsundersökningsskedet. Redovisningen har som utgångspunkt myndigheternas granskningssynpunkter och regeringens beslut angående FUD-program 98. Regeringen angav i sitt beslut villkor för SKB:s fortsatta forsknings- och utvecklingsprogram. Analysen av alternativa systemutformningar skulle kompletteras, främst med avseende på nollalternativet och alternativet djupa borrhål. Vidare beslutade regeringen att SKB ska redovisa en samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt underlag för val av platser för platsundersökningar samt redovisa ett tydligt program för platsundersökningar.

CLAB

Centralt mellanlager för använt kärnbränsle

KBS

Kärnbränslesäkerhet

Metoden

KBS-3-metoden för slutförvaring av använt kärnbränsle prövades formellt av myndigheter och regeringen i början av 1980-talet och utgjorde en grund för tillstånden att ta kärnkraftverken 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. Parallellt har SKB följt utvecklingen för andra strategier och metoder och redovisat sin bedömning av dessa. Myndigheter och regeringen har godtagit programmets inriktning mot geologisk slutförvaring enligt KBS-3-metoden med parallell utvärdering av alternativa metoder.

Genomgången i den här rapporten av tänkbara strategier och system syftar till att ge en samlad redovisning av de överväganden som har lett fram till valet av KBS-3-metoden som huvudalternativ. Baserat på SKB:s redovisning och remissgranskningen av denna behöver berörda myndigheter och regeringen ge sin syn på att platsundersökningar påbörjas med sikte på slutförvaring enligt denna metod.

Är förvaring i berggrunden den bästa strategin?

Efter mellanlagringen i CLAB finns det två tänkbara huvudvägar för det använda kärnbränslet, se figur 1. Den ena innebär att man betraktar det som en resurs för återvinning av material till nytt kärnbränsle. För att åstadkomma detta måste det använda kärnbränslet upparbetas.

Den andra vägen är att behandla det använda kärnbränslet som avfall. För detta har flera strategier och system föreslagits. En del av dem strider mot internationella överenskommelser, som deponering i djuphavssediment, eller är orealistiskt kostsamma och inte tillförlitliga nog, som utskjutning i rymden. Internationellt sett är djup geologisk förvaring det helt dominerande alternativet. Finland har valt KBS-3-metoden och utsett en plats för sitt slutförvar. Inget land har dock kommit så långt att det finns något färdigt slutförvar för använt kärnbränsle.

En tredje möjlighet har framförts, nämligen långsiktig övervakad lagring, det vill säga att under hundratals eller tusentals år lagra avfallet under fortsatt mänsklig övervakning.

Upparbetning

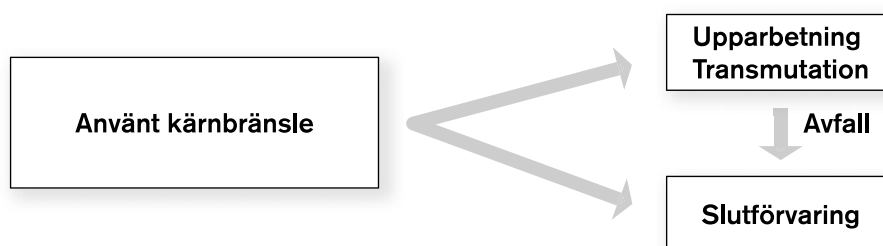
Kemisk process för att ur använt kärnbränsle separera klyvbara och långlivade ämnen

Transmutation

Långlivade radioaktiva ämnen beskjuts med neutroner och omvandlas till kortlivade eller stabila ämnen

Upparbetning och transmutation

Upparbetning sker i dag i några länder för att separera uran och plutonium för återanvändning i nytt kärnbränsle. Plutonium, som ger ett stort bidrag till den långsiktiga farligheten av använt kärnbränsle, omvandlas (transmuteras) därvid till mer kortlivade ämnen. Från upparbetningsprocessen får man ett högaktivt avfall av klyvningsprodukter och övriga långlivade ämnen. Detta avfall kräver liknande slutförvaring som använt kärnbränsle. Av ekonomiska och politiska skäl har upparbetning för återföring av uran och plutonium i nytt kärnbränsle avförts som alternativ för svensk del.



Figur 1. Alternativa vägar för omhändertagande av använt kärnbränsle.

Forskning pågår internationellt om mer avancerade metoder för upparbetning och transmutation, där det använda bränslets innehåll av långlivade ämnen radikalt reduceras. För att förverkliga ett praktiskt fungerande system krävs omfattande forsknings- och utvecklingsarbete och flera tekniskt komplicerade anläggningar som kräver mycket stora investeringar. Till dessa anläggningar hör nya typer av kraftproducerande kärnreaktorer som enligt kärntekniklagen inte får uppföras i Sverige. Det är inte rimligt att Sverige ensamt skulle kunna utveckla och bygga ett sådant system. Även efter avancerad upparbetning och transmutation återstår ett högaktivt avfall som innehåller långlivade ämnen. Under alla omständigheter kommer det därför att behövas någon form av slutlig förvaring av avfall på liknande sätt som för använt kärnbränsle.

Djup geologisk förvaring

Geologisk slutförvaring är en strategi som har förutsättningar att uppfylla alla krav i internationella överenskommelser och i svensk lag. Avfallet kan tas omhand inom landet. Man lägger inte otillbörliga bördor på kommande generationer. Säkerheten vilar på flerdaldiga barriärer. Strålningens påverkan på människor och miljö kan beräknas och visas vara acceptabel både nu och i framtiden.

SKB har funnit att slutförvaring djupt nere i den svenska berggrunden är det enda realistiska alternativet om vår generation ska ta ansvar för avfallet. Lösningen kräver inga åtgärder av framtida generationer, men hindrar dem inte heller att under eget ansvar återta avfallet. Ett återtag efter förslutning av förvaret är dock en omfattande operation av samma storleksordning som deponeringen.

Övervakad lagring

I remissgranskningen av SKB:s forsknings- och utvecklingsprogram har övervakad lagring föreslagits som en strategi att förvara använt kärnbränsle under lång tid, flera tusen år. Erfarenheter av både våt och torr mellanlagring under en begränsad tid, upp till några decennier, finns i många länder, även i Sverige. Miljö-, säkerhets- och strålskydds krav kan uppfyllas så länge mänsklig övervakning och kontroll upprätthålls, men inte annars. SKB bedömer att den föreslagna strategin bryter mot kravet att inte lämna otillbörliga bördor till kommande generationer.

Vad händer om vi inte gör något alls?

Det så kallade nollalternativet innebär att vi skjuter på frågans lösning och fortsätter att lagra det använda kärnbränslet i CLAB. Det är tekniskt möjligt att utsträcka lagringen i CLAB upp till ett par hundra år. Det förutsätter dock att den kontinuerliga övervakningen och skötseln av anläggningen vidmakthålls. Nollalternativet innebär alltså en övervakad lagring i CLAB på obestämd tid, med de etiska och andra problem som anfördes ovan. Ett annat allvarligt problem är risken att förlora den kompetens som byggts upp för att ta hand om använt kärnbränsle på ett långsiktigt säkert sätt.

Bentonit

Mjuk lera som sväller vid upptag av vatten

Är KBS-3 den lämpligaste metoden för geologisk deponering?

I genomgången av olika möjligheter att åstadkomma en djup geologisk förvaring har fyra olika alternativ studerats – KBS-3, mycket långa tunnlar, WP-Cave samt djupa borrhål, se figur 2.

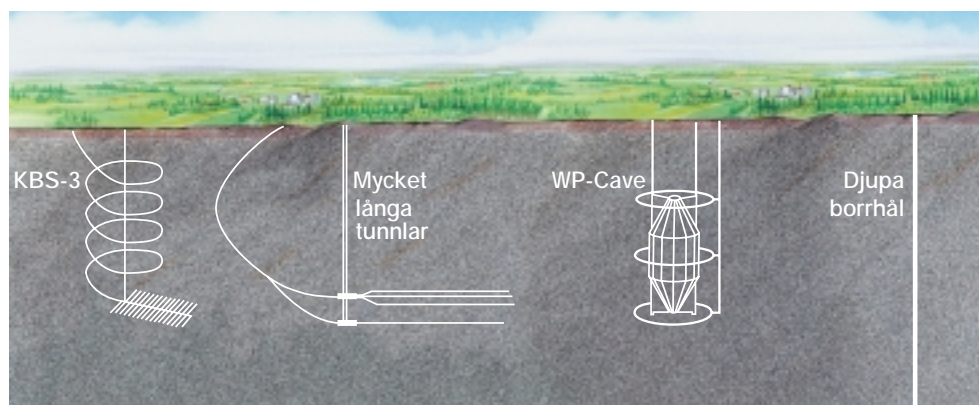
Den primära funktionen hos ett KBS-3-förvar är att **isolera** det använda kärnbränslet. I andra hand, om isoleringen till någon del skulle gå förlorad, ska förvaret **fördröja** utsläppet av radioaktiva ämnen. Bränslet innesluts i korrosionsbeständiga kopparkapslar och deponeras på cirka 500 meters djup där det råder stabila mekaniska och kemiska förhållanden. Kapslarna omges av ett lager av bentonitlera som utgör en buffert vid mindre berggrörelser och hindrar korroderande ämnen att komma in till kapseln. Leran absorberar även effektivt de radioaktiva ämnen som kan frigöras om kapseln skadas.

Ett förvar i mycket långa tunnlar är i de flesta avseenden likvärdigt med KBS-3-metoden, men bedöms ha sämre förutsättningar att uppfylla säkerhetskraven i byggnads- och driftskedena. WP-Cave är bland annat förknippat med svårigheter att visa den långsiktiga säkerheten.

Alternativet djupa borrhål innebär att inkapslat bränsle deponeras i cirka fyra kilometer djupa borrhål. På detta djup är vattenomsättningen mycket låg. 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. I sitt beslut angående FUD-program 98 angav regeringen som ett villkor för SKB:s fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamhet att SKB ska beskriva inriktning och omfattning av det FUD-program som behövs för en jämförelse av alternativet djupa borrhål med KBS-3-metoden baserat på likvärdigt underlag.

Den viktigaste säkerhetsfunktionen i ett förvar baserat på djupa borrhål är den fördröjning som åstadkoms av berget och det stora förvarsdjupet. Höga bergspänningar och höga salthalter i grundvattnet på stort djup innebär att man i en säkerhetsanalys inte med någon större tillförlitlighet kan anta att kapseln och bufferten förblir långsiktigt intakta. Därmed kan man inte tillgodoräkna sig någon långsiktigt beständig inneslutning av avfallet.

Möjliga fördelar med ett förvar baserat på djupa borrhål är att risken för mänskligt intrång och att påverkan av klimatförändringar är mindre på större djup. Till svårigheterna hör att den grundläggande tekniken för att åstadkomma djupa borrhål med de aktuella dimensionerna saknas och att kunskapen om förhållandena på så stora djup är mycket begränsad. Det senare problemet försvårar en utvärdering av systemets säkerhet. SKB bedömer vidare att möjligheterna till kontroll av deponeringsförhållandena och driftsäkerheten är sämre än för KBS-3-metoden.



Figur 2. Alternativa system för geologisk slutförvaring.

SKB har i en nyligen genomförd utredning beräknat att det skulle ta cirka 30 år och kosta fyra miljarder kronor att nå en kunskapsnivå om alternativet djupa borrhål som gör det möjligt att göra en säkerhetsanalys av samma kvalitet som säkerhetsanalysen för KBS-3-metoden. Den jämförande systemanalysen visar att det sammantaget inte finns något som talar för att ett förvar i djupa borrhål, även om det kan visas klara alla krav, skulle öka säkerheten jämfört med ett KBS-3-förvar. Kostnaden beräknas dessutom bli avsevärt högre. SKB planerar därför inte att genomföra FUD-programmet för djupa borrhål utan koncentrerar resurserna på att i en relativt nära framtid bygga ett förvar baserat på KBS-3-metoden.

Är djupförvaret säkert?

För säkerheten under anläggningarnas drift kan vi tillämpa etablerade principer och erfarenheter från befintliga anläggningar i Sverige och utomlands. Stråldoserna till personal och omgivning förväntas bli låga från alla steg i processen.

SKB:s säkerhetsanalys av den långsiktiga säkerheten, SR 97, visar att förutsättningarna för att bygga ett säkert djupförvar för använt kärnbränsle i svensk granitisk berggrund är goda.

SR 97 har under år 2000 utsatts för en granskning av SKI och SSI och en internationell granskning organiserad av OECD/NEA på uppdrag av SKI. En viktig slutsats i SKI:s och SSI:s granskning när det gäller valet av metod är att ”I SR 97 har det inte kommit fram några omständigheter som gör att geologisk slutförvaring enligt SKB:s metod skulle ha avgörande brister i förhållande till de krav på säkerhet och strålskydd som myndigheterna kräver”.

I sin sammanfattning konstaterar SKI och SSI vidare bland annat ”att delar av metodiken i SR 97 behöver utvecklas ytterligare och preciseras inför platsvalsprocessen”. Myndigheterna anser också ”att KBS-3-metoden är en god grund för SKB:s kommande platsundersökningar och den fortsatta utvecklingen av de tekniska barriärerna”.

Den internationella expertgruppen konstaterar bland annat: ”Inga viktiga frågor har identifierats som behöver besvaras innan man går vidare med undersökning av potentiella platser. Många observationer och rekommendationer har gjorts som SKB och säkerhetsmyndigheterna kan vilja beakta i den framtida utvecklingen av Sveriges program för slutförvaring av använt kärnbränsle.”

SKB finner att granskningen av SR 97 ger stöd för våra viktigaste bedömningar; dels att kunskapsbasen och metodiken för säkerhetsanalysen uppfyller de krav som ställs i samband med platsundersökningarna, dels att förutsättningarna att bygga ett säkert KBS-3-förvar i svensk berggrund är goda.

Platser för platsundersökningar

Lokaliseringsprocessen har nu nått fram till avslutningen av förstudieskedet. Nästa skede, platsundersökningsskedet, syftar till att ta fram det underlag som behövs för att lokalisera djupförvaret och inkapslingsanläggningen med tillhörande stödfunktioner. Lokaliseringen av djupförvaret kräver geovetenskapliga undersökningar med provborrningar på utvalda platser och fördjupade lokaliseringsutredningar för etablering av hela djupförvarssystemet. Det finns nu enligt SKB:s mening ett konkret underlag med den bredd och kvalitet som krävs för att inleda platsundersökningar. Vi menar att det också finns det engagemang i kärnavfallsfrågan och stöd för SKB:s program som gör denna fortsättning möjlig och motiverad.

SKI
Statens
kärnkraftinspektion

SSI
Statens
strålskyddsinstitut

OECD
Organisation for
Economic Co-
operation and
Development

NEA
Nuclear Energy
Agency

Djupförvarssystemet

- CLAB
- Inkapslingsanläggning
- Kapselabrik
- Djupförvar
- Transportsystem

Urvalsunderlaget

- 3 geografiska regioner
- 4 geologiska miljöer
- 6 kommuner
- 8 lokaliseringsalternativ

Östhammars, Tierps och Älvkarleby kommuner

- Forsmark
- Hargshamn
- Tierp norra/ Skutskär

Nyköpings kommun

- Studsvik/ Björksund
- Skavsta/ Fjällveden

Oskarshamns och Hultsfreds kommuner

- Simpevarp
- Oskarshamn södra
- Hultsfred östra

Är urvalsunderlaget tillräckligt?

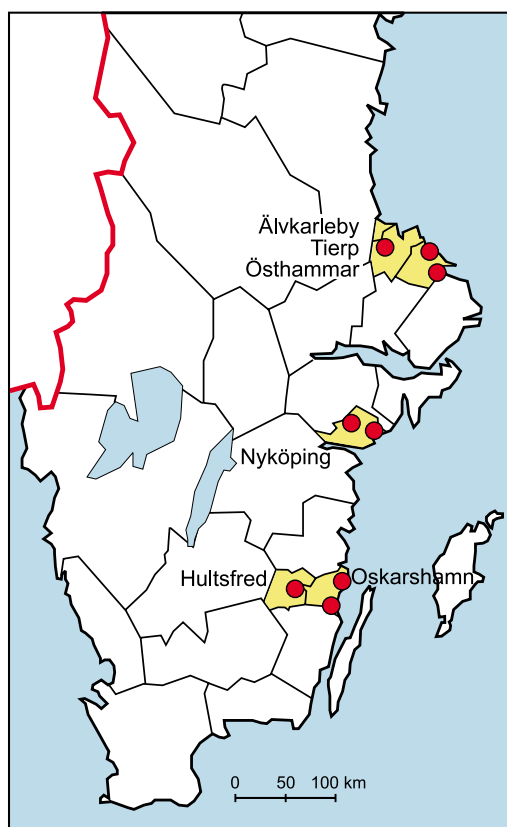
Förstudier har genomförts i åtta kommuner. I två av kommunerna, Storuman och Malå, genomfördes 1995 respektive 1997, efter avslutade förstudier, folkomröstningar om inställningen till ett fortsatt deltagande i lokaliseringsprocessen för djupförvaret. I båda fallen resulterade omröstningarna i att fortsatt medverkan avvisades.

De övriga sex kommunerna, Hultsfred, Oskarshamn, Nyköping, Tierp, Älvkarleby och Östhammar ingår nu i det underlag från vilket SKB ska välja platser för fortsatta undersökningar, se figur 3. I alla utom Älvkarleby har det visat sig finnas områden där berggrunden bedöms som potentiellt lämplig för ett djupförvar. Även när det gäller de tekniska och miljömässiga förutsättningarna har förstudierna visat på goda möjligheter. Urvalsunderlaget omfattar åtta olika lokaliseringsalternativ som representerar tre olika regioner i landet, med fyra skilda geologiska miljöer, och det ingår alternativ med olika förutsättningar för att etablera ett djupförvar. Sammantaget anser därför SKB att detta underlag ger tillräckligt många lovande alternativ för att gå vidare med lokaliseringsarbetet.

På hur många platser bör platsundersökningar genomföras?

SKB:s övergripande mål är att åstadkomma ett djupförvar inom en rimlig tid på en plats där säkerhetskraven kan uppfyllas. Valet av platser för platsundersökningar ska göras bland de åtta lokaliseringsalternativ som tagits fram i förstudierna. För samtliga alternativ kvarstår frågor som måste besvaras innan det går att slutligt fastslå att alla krav på en lokalisering kan uppfyllas, samt att samhällets stöd kan erhållas. Sett ur SKB:s perspektiv innebär detta en risk som måste värderas och hanteras.

Principiellt gäller att ju fler platser som undersöks desto större är möjligheten att åtminstone en av dem till slut uppfyller kraven. Undersökningar av flera platser innebär å andra sidan att platsundersökningsskedet kräver mer resurser och tar längre tid. Det innebär också att det krävs ett engagemang från folkvalda och



Figur 3. Förstudierna har resulterat i åtta lokaliseringsalternativ för djupförvaret. Dessa utgör urvalsunderlaget för valet av platser för platsundersökningar.

allmänhet i fler kommuner under en lång tidsperiod. Detta kan vara svårt att åstadkomma då sannolikheten för en etablering i en enskild kommun minskar ju fler alternativ som undersöks. Eftersom lokaliseringen av djupförvaret dessutom oundvikligen väcker såväl oro som förhoppningar måste också dessa aspekter tas med i bedömningen.

SKB:s strävan är att programmet för platsundersökningskedet ska vara tydligt och robust. Samtidigt bör programmet ha en viss flexibilitet så att förändrade förutsättningar och negativa resultat från provborrningar kan hanteras utan att det övergripande målet äventyras.

Att bestämma antalet platser innebär en riskbedömning av många sinsemellan icke jämförbara faktorer och kan således inte göras strikt vetenskapligt. SKB måste bedöma vad som är rimligt med hänsyn till det övergripande målet och en värdering av de osäkerheter som är förknippade med lokaliseringalternativen.

Hur värderar SKB urvalsunderlaget?

SKB har värderat de åtta alternativen med avseende på krav och önskemål som kan bedömas idag vad gäller berggrunden, industrietableringen och samhällsfrågan. Värderingarna har fokuserats på de egenskaper eller förhållanden som är av betydelse för valet i detta skede.

Berggrunden

- Alla alternativ som ingår i urvalsunderlaget uppfyller de säkerhetskrav som kan kontrolleras nu.
- Alternativen kan inte rangordnas ur säkerhetssynpunkt utifrån vad som är känt om berggrunden idag.
- Provbörningar krävs för att bekräfta om berggrunden uppfyller säkerhetskraven. Det finns en risk för att provborrningar visar på sådana förhållanden att en plats måste överges.

Industrietableringen

- Simpevarp och Forsmark framstår som särskilt lämpliga med avseende på industrietablering
- Det finnas goda etableringsförutsättningar för flera andra lokaliseringalternativ men osäkerheterna är större, bland annat på grund av behovet av landtransporter av använt kärnbränsle och/eller exploatering av nya markområden för industriändamål.

Samhällsfrågan

- Förutsättningarna för att uppnå förtroende och stöd för djupförvarsprojektet är svårbedömbara och kan komma att ändras.
- Förtroende och stöd bör kunna vinnas i samtliga kommuner, men förutsättningarna bedöms som särskilt goda vid en lokalisering till Simpevarp eller Forsmark, förutsatt att berggrunden där uppfyller säkerhetskraven.

Industrietableringen



Samhällsfrågan



Berggrunden

Vilka platser väljer SKB?

SKB konstaterar att Forsmark och Simpevarp har tydliga fördelar ur etablerings- och samhällssynpunkt. Dessa alternativ ger särskilt goda förutsättningar för att etablera och driva djupförvarets anläggningar och transportsystem med små och acceptabla miljökonsekvenser. De bedöms sammantaget ge de bästa möjligheterna att uppfylla miljöbalkens krav på ”minsta möjliga intrång och olägenhet”. De har god prognos även när det gäller berggrunden. Med dessa förutsättningar är det svårt att se några argument för att inte gå vidare med alternativen Forsmark och Simpevarp. SKB:s slutsats är således att de måste finnas med i nästa skede.

För att programmet ska vara robust menar SKB att de fortsatta lokaliseringsstudierna bör inkludera fler alternativ än de båda ovan nämnda. Därför bör nästa skede omfatta studier av alternativ som har goda förutsättningar, men är olika i förhållande till Forsmark och Simpevarp. I första hand bör tillkommande platser representera andra geologiska förhållanden samt ligga i andra kommuner.

Av lokaliseringalternativen är det Tierp norra/Skutskär och Skavsta/Fjällveden som kan bidra till större bredd på det geologiska underlaget. Dessa bör därför enligt SKB:s mening studeras vidare. Tierp norra ger, tillsammans med Skutskär, goda industriella etableringsmöjligheter. SKB bedömer detta alternativ som fullt realistiskt ur alla aspekter. För Skavsta/Fjällveden finns en större grad av osäkerhet vad beträffar genomförbarheten.

Övriga lokaliseringalternativ erbjuder inte några uppenbara fördelar ur aspekten geologisk bredd. Det finns emellertid inga tungt vägande skäl att i detta skede vare sig avskriva eller påbörja platsundersökningar för något ytterligare alternativ. Hargshamn är det främsta alternativet om platsundersökningar i Forsmark inte skulle kunna påbörjas eller om undersökningarna visar att berggrunden inte klarar kraven. På motsvarande sätt utgör Oskarshamn södra och Hultsfred möjliga alternativ till Simpevarp.

SKB:s uppfattning är att ett val av Forsmark, Simpevarp och Tierp norra för provborrningar och fortsatta utredningar, samt ytterligare utredningar om förutsättningarna för alternativet Skavsta/Fjällveden ger en rimlig balans mellan önskemålet om ett robust program och en skälig nivå på erforderliga insatser och engagemang från samhällets sida.

Mot bakgrund av ovan redovisade värderingar och nuvarande kunskapsläge prioriterar SKB därmed platsundersökningar med provborrningar för följande tre lokaliseringalternativ.

- Forsmark i Östhammars kommun. Det prioriterade området är väl definierat och platsundersökningar med provborrningar bör kunna inledas kort efter beslut.
- Simpevarp i Oskarshamns kommun. Stora områden med potentiellt lämplig berggrund finns väster om Simpevarp, men området närmast kärnkraftverket prioriteras. Platsundersökningar med provborrningar bör kunna inledas kort efter beslut.
- Tierp norra/Skutskär. Det prioriterade området norr om Tierp är förhållandevis stort varför insatserna inledningsvis måste inriktas mot att precisera ett prioriterat delområde för fortsatta undersökningar samt utreda lämplig utformning av djupförvarets ovanjordsanläggning och transportsystem. Därefter har SKB för avsikt att inleda provborrningar inom det prioriterade delområdet. Detta alternativ kräver fortsatt medverkan av både Tierps och Älvkarleby kommuner.

För Skavsta/Fjällveden i Nyköpings kommun är de största osäkerheterna knutna till industrietableringen och transporter. SKB planerar därför att i första hand gå vidare med utredningar om dessa frågor för att klarlägga alternativets genom-

förbarhet. När det gäller berggrunden inom det intressanta området finns redan data från förvarsdjup. SKB avser att nyttja dessa data för att genomföra en förnyad säkerhetsanalys med den moderna metodik som användes i säkerhetsanalysen SR 97. Provborrhningar i Nyköping kan bli aktuella först om de tre ovannämnda alternativen inte motsvarar förväntningarna.

I Hultsfred planerar SKB att under det närmaste året, i samverkan med kommunen, utreda konsekvenser och möjligheter för Hultsfreds kommun vid en etablering av en inkapslingsanläggning och ett djupförvar i Oskarshamn. Det är inte aktuellt att genomföra platsundersökningar i Hultsfreds kommun.

Om några ytterligare alternativ skulle bli aktuella kommer en diskussion att tas upp med den berörda kommunen och myndigheterna. Innan några undersökningar inleds på en ny plats krävs ett tydligt beslut av kommunen om stöd för en sådan förändring av programmet.

SKB:s val och planering för platsundersökningsskedet innebär att fortsatta undersökningar eller utredningar för tänkbara djupförvarsplatser görs i de olika geologiska provinser och geografiska regioner som finns med i urvalsunderlaget. Därigenom kommer resultaten från den plats som slutligen väljs att kunna jämföras med andra alternativ i enlighet med miljöbalkens bestämmelser. Det är först om 7-8 år som kommuner, berörd allmänhet, myndigheter, regering och miljödomstol behöver ta ställning till en eventuell lokaliseringsansökan för djupförvaret. Fram till dess ska utredningar och undersökningar om berggrunden, tekniken, miljön och samhällsaspekterna genomföras för att ta fram det underlag som krävs för att slutligt bedöma lokaliseringsförutsättningarna.

En förutsättning för att platsundersökningarna ska inledas är att de berörda kommunerna ställer sig positiva. Baserat på den erfarenhet vi har från förstudierna tror vi att det också på den punkten finns goda förutsättningar. Men detta måste nu kommunerna själva avgöra.

Program för platsundersökningsskedet

Vad ingår i programmet?

SKB:s mål för platsundersökningsskedet är att få de tillstånd som behövs för att lokalisera och bygga djupförvaret och inkapslingsanläggningen. För djupförvaret ska sedan detaljundersökningar kunna inledas på den valda platsen och förvaret byggas för en inledande demonstrationsdeponering av 200–400 kapslar.

Huvuduppgiften för SKB under de kommande åren är att ta fram erforderligt underlag för ansökningarna, genomföra samråd och utarbeta miljökonsekvensbeskrivningar enligt kraven i lagen. Tillstånds- eller tillåtlighetsprövning sker i första hand enligt kärntekniklagen, miljöbalken och plan- och bygglagen.

För djupförvaret krävs undersökningar av berget för att avgöra om det går att bygga förvaret på någon av de aktuella platserna och för att göra en säkerhetsanalys. Det är dessa undersökningar som givit platsundersökningsskedet dess namn, eftersom de dominerar verksamheten under detta skede. Undersökningarna av berget ligger också till grund för utformning av djupförvarets underjordsdelar. En annan viktig del i arbetet är att utreda och ta fram förslag till lokal utformning av anläggningar och transportsystem. Djupförvarets påverkan på miljö och samhälle kommer att utredas. Parallellt kommer samråd att ske med kommun, länsstyrelse, myndigheter och den allmänhet och de organisationer som kan antas bli berörda, i enlighet med miljöbalkens krav och intentioner. När utredningsunderlaget färdigställts kommer SKB att inlämna tillståndsansökningar för inkapslingsanläggningen respektive djupförvaret.

Miljöbalken
SFS 1998:808

Platsundersökningarna delas in i två huvudskeden. **Inledande platsundersökningar** genomförs för att identifiera den plats inom ett angivet område som bedöms vara mest lämpad för ett djupförvar och för att avgöra om förstudiens bedömning av områdets lämplighet kvarstår även med data från djupet. De förväntas pågå under 1,5-2 år. Om bedömningen fortfarande håller vidtar **kompletta platsundersökningar** under 3,5-4 år. Syftet med dessa är att ta fram det detaljerade underlag som krävs för att kunna välja en av platserna som huvudalternativ och för att kunna ansöka om tillstånd för lokalisering av djupförvaret.

Program för arbetet i Norduppland, Oskarshamn och Nyköping under platsundersökningsskedet kommer att tas fram under första halvåret 2001. Programmen utformas med hänsyn till kunskapsläge och specifika frågor för varje plats. De behöver även anpassas så att hänsyn tas till synpunkter från kommunen, markägare och närboende, liksom till naturvården och andra intressen. Programmet för Nyköping omfattar utredningar men inte platsundersökningar med provborrningar.

Parallellt med det platsspecifika arbetet fortsätter programmet för forskning, teknisk utveckling och demonstration. Komplettering av kunskapsunderlag och vidareutveckling av säkerhetsanalysmetodik kommer att ske. Arbetena vid Äspölaboratoriet och Kapsellaboratoriet med utveckling och prov i full skala av deponeringsmetoder och inkapslingsteknik kommer att fortsätta liksom uppföljningen av den internationella utvecklingen av alternativa strategier och system.

Norduppland

Programmet syftar till att ta fram underlag för en lokalisering av djupförvaret till Norduppland. Även möjligheten att förlägga inkapslingsanläggningen och kapsel-fabriken dit kommer att utredas. Platsundersökningar inleds i närheten av Forsmarksverket. Om resultaten här blir positiva avser SKB ta fram ett komplett underlag för en lokalisering av djupförvaret vid Forsmark, se figur 4. Det om-



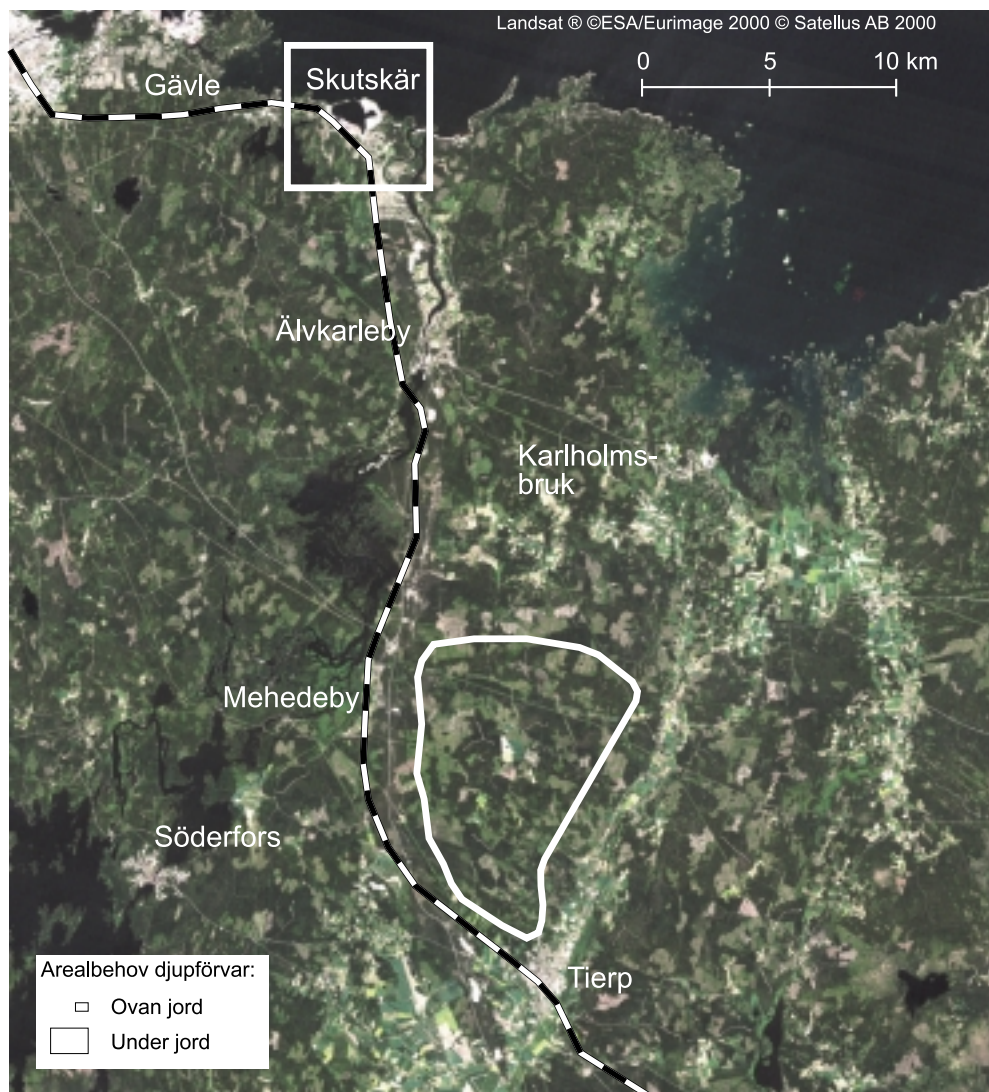
Figur 4. Fotomontage av tänkt placering av djupförvarets ovanjordsdel vid SFR. I bildens bakgrund finns det område som är av intresse för platsundersökningar.

Foto Göran Hansson/N

SFR
Slutförvar för
radioaktivt driftavfall

råde i Forsmark som är aktuellt för platsundersökningar är relativt litet och geologiskt väl avgränsat. Det innebär att undersökningarna startar i ett läge där en plats redan är identifierad. Borrningar bör därför kunna starta relativt snart efter att beslut om platsundersökningar fattats.

Inlandsalternativet i Tierp omfattar ett stort område, cirka 60 kvadratkilometer, varför insatserna inledningsvis inriktas mot att precisera ett mer avgränsat delområde för platsundersökningar samt att utreda lämplig placering av förvarets ovanjordsanläggning och lämpliga transportlösningar. Därefter har SKB för avsikt att inleda provborrningar inom detta delområde. Figur 5 ger en överblick av områdets läge i förhållande till tätorter och infrastruktur.



Figur 5. Satellitbild som visar bland annat hamnen i Skutskär och det område i Tierps kommun som är av intresse för platsundersökningar.



Figur 6. Fotomontage av tänkt placering av djupförvarets ovanjordsdel vid Simpevarp. I bildens bakgrund finns det område som är av intresse för platsundersökningar utöver själva Simpevarpshalvön.

Oskarshamn

Programmet för Oskarshamn syftar till att ta fram underlag för ett komplett djupförvarssystem i kommunen. För djupförvaret är huvudalternativet att anläggningarna ovan jord förläggs till Simpevarpshalvön, med underjordsdelen så nära som möjligt med hänsyn till bergförhållandena. Figur 6 visar Simpevarpshalvön med hamnen, kärnkraftverket, CLAB och var djupförvarets industrianläggning kan placeras.

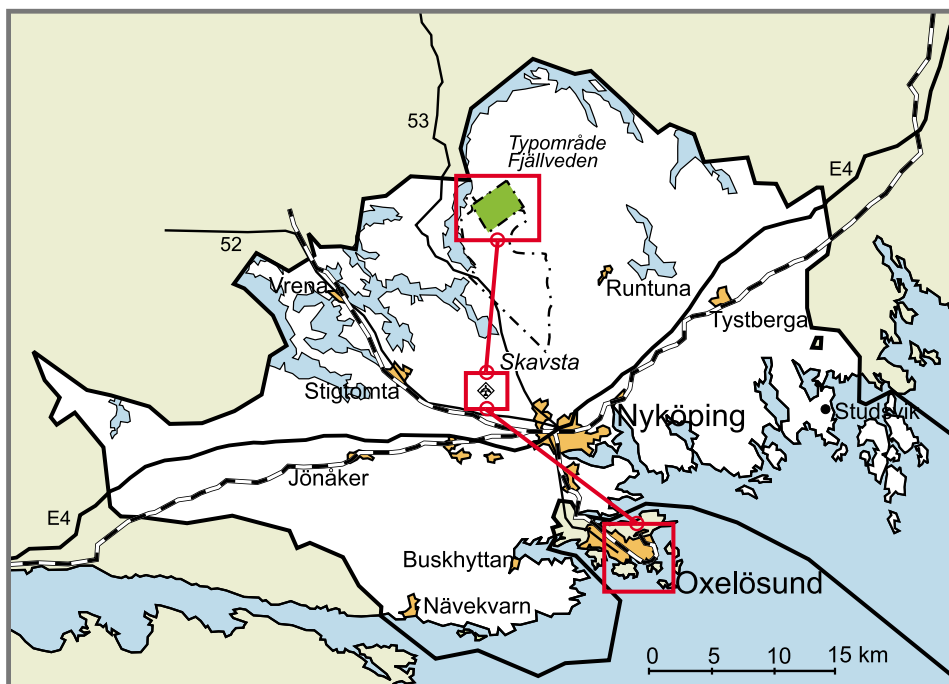
Platsundersökningar inleds i området väster om Simpevarp med syftet att precisera en plats för kompletta platsundersökningar. SKB avser även att undersöka själva Simpevarpshalvön även om den inte prioriterats ur geologisk synpunkt. En förläggning dit skulle innebära många fördelar ur etableringssynpunkt och SKB finner det därför motiverat att även halvöns berggrund undersöks på djupet.

Inkapslingsanläggningen förläggs i huvudalternativet i direkt anslutning till CLAB. Även kapseltillverkning i kommunen eller regionen kommer att utredas.

Nyköping

Programmet i Nyköping syftar i första hand till att utreda osäkerheterna knutna till industrietableringen, transportfrågorna och samhällets stöd för olika alternativa lösningar. Förslaget till en lokalisering av djupförvaret till Skavsta/Fjällveden, se figur 7, kom fram i ett sent skede av förstudien och har inte granskats som andra lokaliseringsalternativ. SKB avser att fortsätta utreda genomförbarheten av detta alternativ och försöka klargöra om samhällets stöd kan erhållas.

Frågeställningar som behöver studeras är hur transporter ska ordnas, de bergtekniska förutsättningarna för att bygga en lång förbindelse-tunnel mellan Skavsta och Fjällveden samt utformningen av det driftsområde som bör etableras inom Fjällvedenområdet. I programmet ingår även att genomföra en säkerhetsanalys med moderna metoder baserade på befintliga data från Fjällveden.



Figur 7. Karta med de orter där nyetablering av anläggningar kan behövas om djupförvaret skulle lokaliseras enligt Skavsta/Fjällvedenalternativet.

Vad händer nu?

Enligt regeringsbeslutet om FUD-program 98 ska kärnkraftinspektionen granska denna kompletterande redovisning på motsvarande sätt som ett ordinarie FUD-program, vilket bland annat innebär en omfattande remissbehandling. Ett viktigt inslag är de offentliga utfrågningar som SKI planerar att genomföra som ett led i sin granskning. SKB kommer att följa remissbehandlingen och dess resultat. Vi kommer också att fortsätta förberedelserna för platsundersökningsskedet.

SKB kommer under inledningen av 2001 att ta upp diskussioner med de berörda kommunerna om det ytterligare underlag de kan behöva för att ta ställning till sin medverkan i det fortsatta programmet. Under förutsättning att myndigheternas och regeringens behandling av det underlag som nu presenteras kan ske enligt den tidsplan som angivits och utfaller positivt är det SKB:s uppfattning att respektive kommun bör kunna ta ställning till programmen mot slutet av 2001.

I samband med övergången till platsundersökningsskedet kommer SKB att göra en formell anmälan enligt miljöbalken till berörda länsstyrelser. Det innebär att ett så kallat utökat samråd med miljökonsekvensbedömning kan inledas efter länsstyrelsens handläggning av ärendet. Det betyder att SKB kommer att samråda med berörda parter om djupförvarets lokalisering, utformning och miljöpåverkan, verksamhetens omfattning samt innehåll och utformning av miljökonsekvensbeskrivningen enligt miljöbalkens bestämmelser.

Del I – Bakgrund

- 1 Avfallet
- 2 Anläggningar och program
- 3 Regelverk för
kärnbränslehantering

1 Avfallet

Driften av kärnkraftverken ger upphov till radioaktivt avfall. Det kan delas in i olika kategorier. Indelningen grundar sig på de radioaktiva ämnen som ingår i avfallet, deras livslängd och aktivitetsnivå.

Med hänsyn till kraven på hantering och slutförvaring grupperas avfallet i Sverige i tre huvudkategorier. Den första utgörs av kortlivat låg- och medelaktivt avfall. Hit hör förbrukade komponenter, filter med mera från drift, underhåll och rivning av kärnkraftverken. Den andra består av högaktivt avfall i form av använt kärnbränsle. Det utgör en mindre del av volymen men innehåller det mesta av både de kort- och långlivade radioaktiva ämnena. Den tredje huvudkategorin, långlivat låg- och medelaktivt avfall, omfattar bland annat förbrukade komponenter från reaktorhärden.

Det använda kärnbränslet är farligt under mycket lång tid och ställer speciella krav på omhändertagandet. Hanteringen har som mål att minimera riskerna genom att göra bränslet otillgängligt för människa och miljö så länge det är farligt.

1.1 Var uppstår avfallet?

Kärnkraftverken i Barsebäck, Forsmark, Oskarshamn och Ringhals, som togs i kommersiell drift under perioden 1972–85, producerar cirka hälften av Sveriges elenergi. Reaktordriften ger upphov till använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall. När verken har tagits ur drift uppstår ytterligare avfall i samband med rivningen.

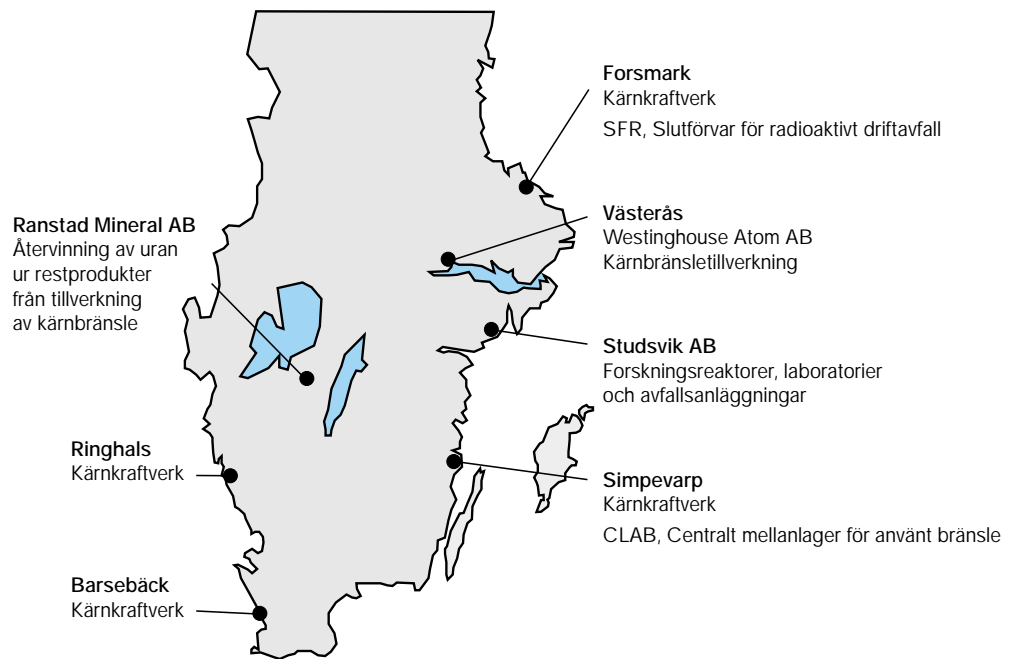
Radioaktivt avfall bildades även under det forsknings- och utvecklingsskede som föregick den kommersiella kärnkraften, främst vid anläggningarna i Studsvik utanför Nyköping. I dag uppkommer fortfarande radioaktivt avfall där, bland annat vid test- och forskningsreaktorn R2. Även tillverkningen av färskt kärnbränsle vid fabriken i Västerås (numera ägd av Westinghouse Atom AB) ger små mängder kärnavfall.

Det radioaktiva avfallet från kärntekniska anläggningar, se figur 1-1, benämns i kärntekniklagen *kärnavfall*. Använt kärnbränsle blir dock, i lagens mening, kärnavfall först sedan det har placerats i ett slutförvar. Dessförinnan klassificeras det som *kärnämne* på grund av sitt innehåll av klyvbara ämnen. Eftersom inriktningen i Sverige sedan länge är att slutförvara det använda kärnbränslet inkluderas dock oftast i vardagligt bruk använt kärnbränsle i begreppet kärnavfall, så även i denna rapport.

Även på andra håll i samhället, inom industri, forskning och sjukvård, används radioaktiva ämnen som ger upphov till radioaktivt avfall. Den helt dominerande delen av allt radioaktivt avfall som uppkommer i Sverige härrör dock från kärnkraftverken.

Kärntekniklagen
Lag om kärnteknisk
verksamhet
SFS 1984:3

Kärnämne
Ämne som kan
användas för
utvinning av
kärnenergi



Figur 1-1. Kärntekniska anläggningar i Sverige.

1.2 Avfallstyper och volymer

Olika typer av kärnavfall kräver olika hantering och förvaring. Det är därför nödvändigt att klassificera avfallet i lämpliga kategorier. Det sker på lite olika sätt i olika länder. I Sverige tillämpar vi ett system som nära ansluter till det som IAEA har tagit fram /1-1/, se tabell 1-1. Baserat på de ingående radioaktiva ämnens halveringstid delas avfallet in i kortlivat och långlivat avfall. Med avseende på radioaktivitetsnivån skiljer man på låg-, medel- och högaktivt avfall. Varje avfallstyp kan beskrivas i dessa termer. Man talar till exempel om långlivat låg- och medelaktivt avfall.

I princip kräver varje avfallskategori sin egen hantering, med olika krav på slutförvaringen. I praktiken kan man dock föra samman avfallskategorierna i huvudgrupper som deponeras i samma slutförvar. I Sverige delas avfallet in i tre sådana huvudgrupper som är lämpliga för var sitt slutförvar, se figur 1-2.

Kortlivat låg- och medelaktivt avfall

Huvuddelen av avfallet från kärnkraftverken, cirka 85 % av volymen, är kortlivat och låg- eller medelaktivt. Det bildas både i driftskedet och när man river kärnkraftverken. Driftavfallet utgörs bland annat av förbrukade filter, utbytta komponenter och använda skyddskläder medan rivningsavfallet består av bland annat metallskrot och byggnadsmaterial.

Tabell 1-1. Klassificering av radioaktivt avfall (förenklat och inte kvantitativt)

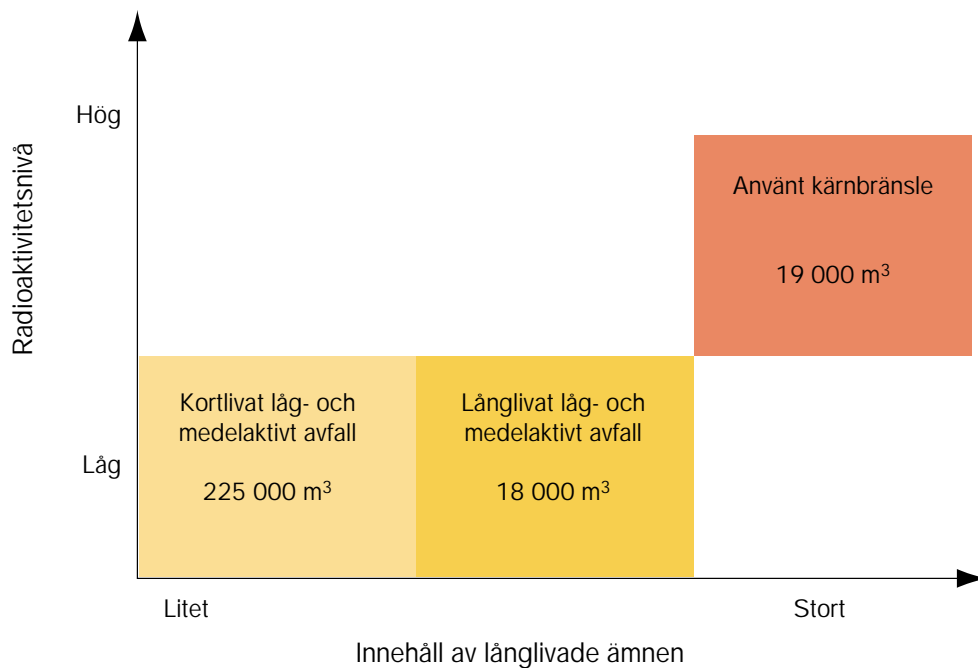
| Halveringstid | | Radioaktivitetsnivå | | |
|---|---|---|--|------------------------------------|
| Kortlivat | Långlivat | Lågaktivt | Medelaktivt | Högaktivt |
| Litet innehåll av radioaktiva ämnen med halveringstid längre än ca 30 år. | Signifikant innehåll av radioaktiva ämnen med halveringstid längre än ca 30 år. | Kräver varken kylning eller strålskärmning. | Kräver strålskärmning, men inte kylning. | Kräver kylning och strålskärmning. |

IAEA

International Atomic Energy Agency, FN:s atomenergiorgan

Radioaktivitetsnivå

Mäts i becquerel (Bq)
1 Bq = 1 sönderfall per sekund



Figur 1-2. Schematisk gruppering av avfallskategorier med hänsyn till krav på slutförvaring. Volymerna avser avfall från 40 års drift av reaktorerna.

Använt kärnbränsle

Använt kärnbränsle utgör en mindre del av den totala avfallsvolymen, men innehåller den helt dominerande mängden av all radioaktivitet, både kort- och långlivad. Detta högaktiva avfall är farligt för människa och miljö under mycket lång tid.

Långlivat låg- och medelaktivt avfall

Förbrukade komponenter från reaktorhärden eller dess omedelbara närhet, är exempel på långlivat låg- och medelaktivt avfall. Det innehåller långlivade ämnen som bildas när stabila ämnen i till exempel stål omvandlas till radioaktiva ämnen genom den starka neutronstrålningen från reaktorhärden. Också detta avfall utgör en potentiell fara i ett långt tidsperspektiv.

1.3 Använt kärnbränsle

Bränslet i de svenska kärnkraftreaktorerna består av urandioxid. Uranet består av olika isotoper. Uran-235, med en koncentration av 3–4 procent, är klyvbar. Vid tillverkningen av kärnbränsle pressas ett pulver av urandioxid till keramiska cylindrar, så kallade kutsar. Kutsarna staplas i cirka fyra meter långa kapslingsrör till bränslestavar, som i sin tur sätts samman till knippen, bränsleelement, se figur 1-3.

Innan bränslet sätts in i reaktorn kan det hanteras utan strålskärning. När det efter 4–5 år tas ut är det oförändrat till formen men kärnklyvningen av uran-235 har nu givit upphov till ett 60-tal klyvningsprodukter, av vilka många är radioaktiva. Av dessa är de flesta kortlivade, men det finns några som är långlivade.

Under reaktordriften har dessutom uran-238-kärnor i bränslet fångat in neutroner och bildat tyngre ämnen, till exempel plutonium och americium. Dessa hör tillsammans med uran till gruppen aktinider, varav flera har lång halveringstid.

Neutronstrålning
Ström av neutroner, elektriskt neutrala kärnpartiklar

Isotoper
Atomer av samma grundämne med olika atomvikt, vissa kan vara radioaktiva

Aktinider
Grupp med 15 tunga grundämnen som enbart har radioaktiva isotoper



Figur 1-3.
*Bränsleelement
i bränslefabriken i
Västerås.*

De radioaktiva ämnenas sönderfall i använt bränsle gör att det avger strålning och alstrar värme, så kallad resteffekt. Efterhand som de kortlivade ämnena sönderfaller kommer radioaktiviteten i det använda bränslet att domineras av de långlivade ämnena, i första hand aktinider.

När det klyvbara uranet i kärnbränslet har förbrukats till en viss nivå kan kärnklyvningen i reaktorn inte längre fortgå. När bränslet tas ur reaktorn innehåller det därför en återstod av cirka 0,6 procent uran-235. Dessutom har det under reaktordriften bildats klyvbart plutonium i bränslet. Innehållet av detta klyvbara material är grunden för alternativet att upparbeta det använda kärnbränslet och därvid separera uran och plutonium för återanvändning i nytt kärnbränsle, se avsnitt 4.3.

De beskrivna egenskaperna hos använt kärnbränsle är viktiga utgångspunkter för omhändertagandet. Det krävs strålskärming vid all hantering, lagring och slutförvaring. Resteffekten kräver kylning för att kärnbränslet inte ska överhettas. Innehållet av långlivade radioaktiva ämnen är avgörande för utformningen av ett slutförvar. Förekomsten av klyvbart material fordrar åtgärder som förhindrar att det kan uppstå kriticitet (se avsnitt 1.4.1) eller att bränslet kan komma i orätta händer.

1.4 Hur farligt är använt kärnbränsle?

Risker med använt kärnbränsle kan beskrivas i termer av farlighet och tillgänglighet. Farligheten beskriver den skada strålningen från de radioaktiva ämnena kan åstadkomma om den träffar människor. Tillgängligheten beskriver i vilken grad människan kan exponeras för strålning i olika situationer, till exempel vid transporter, mellanlagring eller slutförvaring. Hanteringen av använt kärnbränsle har som mål att minimera riskerna genom att göra bränslet otillgängligt för människa och miljö.

1.4.1 Farlighet

Extern- och internstrålning

En del radioaktiva ämnen avger strålning, bland annat gammastrålning, som tränger in i eller igenom materia. Sådana ämnen är därför farliga för människor redan då strålkällan befinner sig utanför kroppen (externstrålning). Använt bränsle avger efter uttag ur reaktorn kraftig strålning. I närheten av bränslet ger den på kort tid dödliga doser om man är oskyddad. Strålningen avtar snabbt men kräver ändå skyddsåtgärder under lång tid.

Andra radioaktiva ämnen sänder ut alfa- eller betastrålning, som har så kort räckvidd att ämnena är farliga först om de kommer in i kroppen, via födan eller genom inandning, och där avger sin strålning (internstrålning). I använt kärnbränsle är radioaktiva isotoper av ämnen som cesium, strontium, americium och plutonium farliga ur denna synpunkt.

Tidsperspektiv

De kortlivade ämnena med hög radioaktivitet sönderfaller inom loppet av några hundra år /1-2/. Sedan de mest kortlivade ämnena avklingat dominerar cesium-137 och strontium-90 farligheten. Efter tusen år domineras farligheten av ett fåtal ämnen, de så kallade aktiniderna och deras sönderfallsprodukter. Efter omkring 100 000 år har det använda bränslets farlighet avtagit till samma nivå som de naturliga uranmineral som det framställts av. Farligheten hos sådana mineral, liksom på sikt hos det använda bränslet, domineras av strålning från uranets sönderfallsprodukter (radium, radon, polonium med flera).

Kriticitet

Kärnbränsle har ytterligare en egenskap som utgör en potentiell fara. Om bränsleelementen placeras tillsammans med lämpliga material och med lämpligt inbördes avstånd kan en självunderhållande kedjereaktion bli följd. Fenomenet kallas kriticitet. Använt kärnbränsle har tagits ur drift just därför att dess förmåga att bidra till kedjereaktioner har nått en låg nivå. På grund av restinnehållet av klyvbara ämnen kan det i extrema situationer ändå tänkas uppstå kriticitet. Oavsett hur det använda bränslet hanteras kan kedjereaktionen dock aldrig bli så häftig att den utvecklas till en kärnexplosion. Faran för kriticitet går att undvika. Det sker genom att transportbehållare och anläggningar ges en utformning och byggs med sådana material att kriticitet inte är möjlig.

Värmeutveckling

Ett ton bränsle utvecklar under drift cirka 30 000 kilowatts värmeeffekt. Efter uttag ur reaktorn måste det kylas. Resteffekten har vid tiden för den planerade djupförvaringen avtagit till ungefär en kilowatt. I djupförvaret har värmeutvecklingen i första hand betydelse för hur tätt kapslarna kan placeras utan att temperaturen lokalt i förvaret blir för hög.

Alfastrålning består av partiklar (atomkärnor av helium) och stoppas snabbt upp när den träffar ett föremål. Ett alfastrålande ämne blir skadligt först när det kommer in i kroppen genom förtäring eller inandning

Betastrålning består av elektroner. Den har längre räckvidd än alfastrålning och kan orsaka skador på oskyddad hud. Den största risken är dock vid förtäring eller inandning

Gammastrålning är elektromagnetisk strålning med kort våglängd. Strålningen har lång räckvidd och tar sig lätt igenom levande vävnad. För att stoppa den behövs strålskärning med bly, betong eller vatten

Kedjereaktion

Neutroner från en kluven atom träffar och klyver en annan atom osv

1.4.2 Tillgänglighet

Ett vanligt sätt att hantera farliga ämnen är att göra dem otillgängliga. Så är till exempel fallet då farliga kemikalier förvaras i särskilda behållare och/eller slutna utrymmen eller då mediciner hålls inlåsta i medicinskåp.

Principen är densamma för hantering av kärnbränsle. Skyddet mot dess farlighet åstadkoms genom att göra bränslet otillgängligt, oftast genom att isolera bränslet med någon form av barriär. Bränslet självt, som är ett keramiskt material, är svårslösligt i vatten, vilket bidrar till att göra de radioaktiva ämnena otillgängliga. Av dessa har de mest långlivade ämnena särskilt låg tillgänglighet i de flesta situationer, bland annat i ett tänkt djupförvar för använt kärnbränsle.

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 kylvärmer bränslet och skärmar av den strålning som bränslet avger.

SKB:s plan är att göra avfallet otillgängligt för människa och miljö genom att slutförvara det på cirka 500 meters djup i urberget.

2 Anläggningar och program

Sedan flera år driver SKB ett slutförvar för kortlivat avfall, ett mellanlager för använt kärnbränsle och ett system för att transportera använt kärnbränsle och övrigt avfall. För att ta hand om och slutförvara allt kärnavfall i Sverige behövs flera nya anläggningar.

Arbetet är nu i första hand inriktat på att lokalisera och bygga en inkapslingsanläggning och ett djupförvar för använt kärnbränsle. Planen är att den första kapseln med använt bränsle ska deponeras omkring år 2015. Beslut om lokalisering, byggnation och drift tas i steg baserat på ett alltmer detaljerat underlag. Ett viktigt mål är att ta fram ansökningar om lokaliseringstillstånd för de båda anläggningarna. Ansökningarna ska bygga på ett grundligt MKB-arbete i samråd med kommuner, myndigheter, närboende och andra som kan antas bli berörda.

2.1 Befintliga och planerade anläggningar

Avfallet från kärnkraftverken tas i dag omhand i SKB:s anläggningar CLAB och SFR. För att kunna slutförvara allt avfall behöver SKB bygga ut dessa anläggningar och komplettera systemet med nya anläggningar. Insatserna är nu fokuserade på att lokalisera och bygga ett system för slutförvaring av använt kärnbränsle. Systemet är baserat på inkapsling av bränslet i kopparkapslar och deponering på cirka 500 meters djup i berggrunden enligt KBS-3-metoden (se kapitel 6).

MKB
Miljökonsekvensbeskrivning

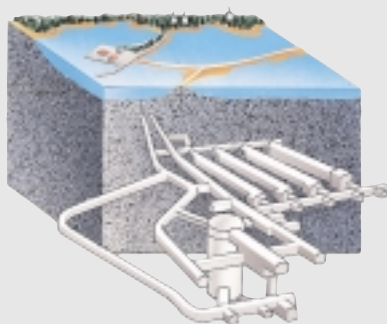
CLAB
Centralt mellanlager för använt kärnbränsle

SFR
Slutförvar för radioaktivt driftavfall

KBS
Kärnbränslesäkerhet

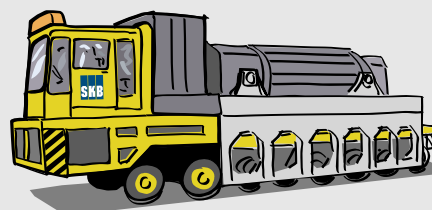
SFR

Byggstart 1983
Driftstart 1988



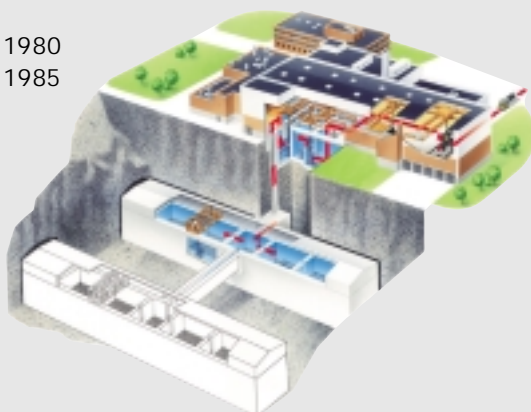
Terminalfordon

Vikt ca 32 ton
Längd ca 12 m
Bredd ca 3 m
Lastförmåga 125 ton



CLAB

Byggstart 1980
Driftstart 1985



M/S Sigyn

Längd 90 m
Bredd 18 m



Anläggningar för mellanlagring och slutförvaring av de tre huvudkategorierna avfall samt planerad lokalisering av återstående slutförvar framgår av tabell 2-1.

Tabell 2-1. Kärntekniska anläggningar för mellanlagring och slutförvaring
Behov av utbyggnader och nya anläggningar i fetstil.

| Avfallstyp | Mellanlagring | Slutförvaring |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Kortlivat låg- och medelaktivt avfall | | |
| Driftavfall | Inget behov | SFR Utbyggnad |
| Rivningsavfall | Inget behov | SFR Utbyggnad |
| Använt kärnbränsle | CLAB | Inkapslingsanläggning Djupförvar |
| Långlivat låg- och medelaktivt avfall | CLAB, Studsvik (eller eventuell ny anläggning) | Slutförvar |

Djupförvar

SKB:s benämning på slutförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden

Härdkomponenter och interna delar har suttit inne i reaktorhärden eller i dess omedelbara närhet

2.1.1 Kortlivat låg- och medelaktivt avfall

Kortlivat driftavfall från de svenska kärnkraftverken transporteras i dag till slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR, vid Forsmarks kärnkraftverk. SFR har varit i drift sedan 1988. En utbyggnad av kapaciteten i SFR för driftavfall planeras för närvarande.

För slutförvaring av kortlivat rivningsavfall från kärntekniska anläggningar är planen att göra ytterligare en utbyggnad av SFR. För detta kommer det att krävas en ny ansökan och ett regeringsbeslut.

2.1.2 Använt kärnbränsle

CLAB vid kärnkraftverket i Oskarshamn togs i drift 1985. I ett bergtrum mellanlagras det använda bränslet under cirka 30 år i vattenbassänger med en total kapacitet av cirka 5 000 ton uran. Totalt fanns i CLAB vid årsskiftet 1999/2000 använt bränsle motsvarande cirka 3 200 ton uran.

Utbyggnad pågår av ett nytt bergtrum, lika stort som det första. Det ska stå klart år 2004, då de nuvarande bassängerna beräknas vara fyllda med bränsle.

För slutförvaringen behövs två kärntekniska anläggningar, en inkapslingsanläggning och ett djupförvar. Därutöver avser SKB att uppföra en fabrik för tillverkning av kopparkapslar. Kapsel fabriken är inte en kärnteknisk anläggning. De nya anläggningarna i systemet beskrivs i kapitel 6.

2.1.3 Långlivat låg- och medelaktivt avfall

Långlivat låg- och medelaktivt avfall bestående av bland annat härdkomponenter och interna delar mellanlagras i dag i bassängerna i CLAB. För att inte uppta kapacitet i CLAB avsedd för bränslelagring övervägs att ordna mellanlagring av sådant avfall på annat sätt. Ett alternativ för ett sådant är en bergsal i SFR. Ett annat alternativ är ett befintligt bergtrum vid Simpevarp.

SKB planerar att bygga ett särskilt slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Lokaliseringen av detta förvar är inte aktuell förrän om cirka 30 år. En möjlig plats är i anslutning till djupförvaret för använt bränsle. Avfallet deponeras då i ett separat deponeringsområde. Förvaret kan utformas som bergsalar av liknande slag som bergsalen för kortlivat medelaktivt avfall i SFR.

Andra möjliga lokaliseringar är vid SFR eller på någon annan plats. En preliminär säkerhetsanalys har genomförts /2-1/.

2.1.4 Transportsystemet

I Sverige sker transporter av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall till sjöss eftersom samtliga kärnkraftverk och avfallsanläggningar ligger längs kusten. Transportsystemet består av fartyget M/S Sigyn, ett antal transportbehållare och specialfordon för lastning och lossning. Systemet har successivt byggts ut och kompletterats sedan driften startade 1982.

2.1.5 Lokalisering

Situationen för lokalisering av de återstående anläggningarna kan sammanfattas så här:

- Arbetet att finna en plats för djupförvaret pågår.
- SKB:s huvudalternativ för inkapslingsanläggningen är vid CLAB. Alternativt kan anläggningen placeras på samma plats som djupförvaret eller möjligen i anslutning till en befintlig kärnteknisk anläggning.
- Den planerade utbyggnaden av SFR för rivningsavfall innebär ingen nylokalisering.
- För ett eventuellt mellanlager för hårdkomponenter kan lokalisering till en bergsal i SFR eller ett befintligt bergrum vid Simpevarp bli aktuellt.
- Det behövs ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall, men först om cirka 30 år aktualiseras frågan om lokalisering och byggnation. När frågan kommer upp förefaller det troligt att alternativ som då kan övervägas är förläggning invid befintligt djupförvar, vid SFR eller på en annan plats.

Sammantaget innebär detta att det i dag är djupförvaret som är den centrala komponenten för lokaliseringsarbetet. De övriga är kopplade till befintliga kärntekniska anläggningar eller till djupförvaret, eller så ligger lokaliseringen långt bort i tiden. Den pågående lokaliseringsprocessen fokuseras därför på en ansökan för ett djupförvar för använt bränsle.

2.2 Program för inkapsling och djupförvaring

SKB genomför sedan några år tillbaka ett målinriktat program med sikte på att bygga en inkapslingsanläggning och ett djupförvar för att praktiskt genomföra djupförvaring av använt kärnbränsle i ett första steg. Det innebär att 5–10 % av det använda bränslet deponeras, vilket motsvarar cirka 200–400 kapslar. Innan beslut fattas om fortsatt deponering ska en utvärdering göras av erfarenheterna från det första steget och nyttillkommen kunskap i övrigt.

Enligt den inriktning som etablerades i samband med FUD-program 92 /2-2/ fattas beslut om lokalisering, bygge och drift successivt och utifrån alltmer detaljerat underlag. Ett delmål är att ta fram det beslutsunderlag som behövs för att ansöka om lokaliseringstillstånd för de båda anläggningarna. Planeringen för de närmaste åren redovisas i beskrivningen av platsundersökningsskedet i kapitel 13.

För att utveckla och prova inkapslings- och djupförvarstekniken har SKB etablerat egna laboratorier, se figur 2-1 och 2-2. Kapsellaboratoriet i Oskarshamn, som togs i drift 1998, utgör centrum för utveckling av inkapslingsteknik och utbildning av personal för inkapslingsanläggningen. Äspölaboratoriet är sedan 1995 SKB:s huvudresurs för att utveckla, prova och demonstrera djupförvarstekniken.

Demonstrationsdeponeringen av 200 till 400 kapslar följs av en utvärdering

Producentansvar innebär att kärnkraftverkens ägare ansvarar för att ta hand om avfallet på ett säkert sätt. De har gemensamt bildat SKB för att genomföra denna uppgift.



Figur 2-1.
Kapsellaboratoriet i Oskarshamn.

Arbetet bedrivs med hög intensitet. Det är viktigt för att ta tillvara den kompetens och de resurser som finns tillgängliga och för att konkret uppfylla det producentansvar som kärnkraftsindustrin har enligt kärntekniklagen. Arbetet ska dock inte påskyndas mer än att tillräcklig tid ges för ett grundligt MKB-arbete och demokratisk förankring i de kommuner som blir berörda.

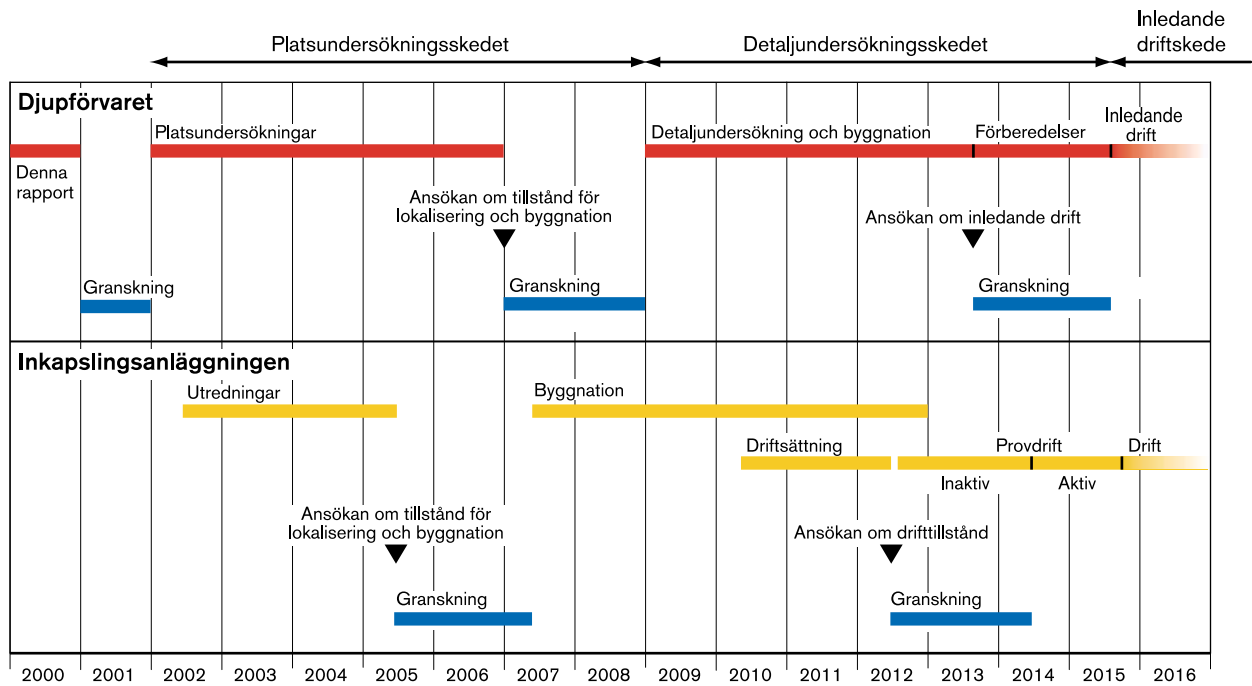
I figur 2-3 ges SKB:s referenstidsplan för inkapslingsanläggningen och djupförvaret. Tiderna är preliminära, bland annat med hänsyn till de osäkerheter som är förknippade med den omfattande beslutsprocessen.

Den inledande driften av inkapsling och deponering innebär ett första steg (demonstration) av djupförvaringen. SKB bedömer att den inledande driften kan påbörjas omkring år 2015. Det innebär en senareläggning med cirka två år jämfört med den plan som redovisades i FUD-program 98 /2-3/.

Innan beslut tas om fortsatt drift kommer den inledande driften att utvärderas. Utvärderingen planeras pågå parallellt med den inledande driften. Om utvärderingen ger stöd för fortsatt reguljär drift så kan denna påbörjas utan längre uppehåll. Anläggnings- och personalresurserna kan därigenom användas på ett rationellt sätt.

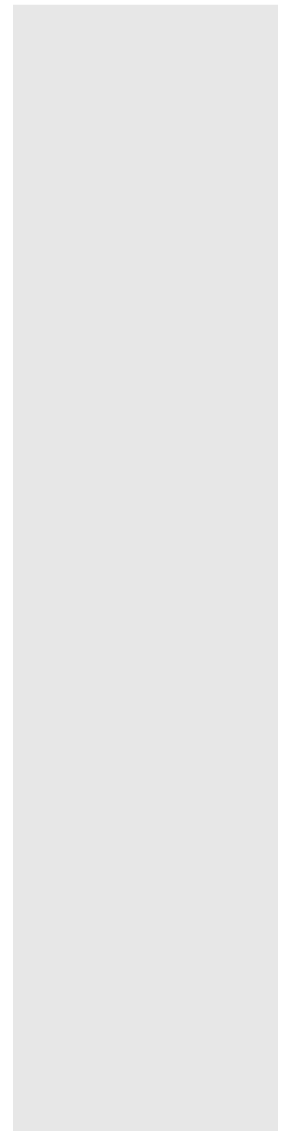


Figur 2-2. *Äspölaboratoriet nära Simpevarpshalvön, norr om Oskarshamn.*



Figur 2-3. Referenstidsplan för djupförvaret och inkapslingsanläggningen.

Driftskedets utsträckning är direkt beroende av kärnkraftverkens drifttid. I SKB:s referensalternativ är den 40 år, med undantag för Barsebäck 1 som ställdes av den sista november 1999. Djupförvarets drift sträcker sig då en bit in på 2050-talet och hela programmet kan vara avslutat omkring år 2060.



3 Regelverk för kärnbränslehantering

Hantering och slutförvaring av kärnavfall är reglerad i svensk lag. Den föreskriver ett tydligt producentansvar och anger hur finansiering och tillståndsprovning av till exempel ett djupförvar ska gå till. Tillsynsmyndigheternas föreskrifter ger detaljerade krav på strålskydd och säkerhet.

Ett av kraven i kärntekniklagen innebär att SKB vart tredje år ska upprätta ett program för sin forsknings- och utvecklingsverksamhet. I samband med granskningen av programmet kan regeringen ställa upp villkor för det fortsatta arbetet och begära kompletterande redovisning.

Efter granskning och utvärdering av FUD-program 98 ställde regeringen upp sådana villkor. SKB har behandlat dessa genom att ta fram en förnyad redovisning av alternativa strategier och system, en utvärdering av underlaget för val av platser för platsundersökningar samt ett program för platsundersökningarna.

Detta kapitel innehåller en översikt av de lagar och föreskrifter som reglerar hanteringen av använt kärnbränsle. De villkor som regeringen ställt i samband med granskningen av SKB:s FUD-program 98 sammanfattas också.

Det svenska regelverket för kärnavfallens hantering skiljer sig i väsentliga delar från såväl övriga svenska bestämmelser om hantering av miljöfarliga ämnen som motsvarande lagstiftning i andra länder. Det kan troligen förklaras av att omhändertagandet av använt kärnbränsle i Sverige förhållandevis tidigt blev en stor samhällsfråga.

Regelverket för kärnavfallshanteringen grundlades i början av 1980-talet. I debatten om den svenska kärnkraften framhölls det använda bränslets risker som ett viktigt problem. Under samma period etablerades den principiella fördelningen av ansvaret för kärnavfallet mellan staten och industrin. Från mitten av 1980-talet har regelverket utvecklats och förfinats. Också under senare tid har flera viktiga förändringar genomförts. I sina huvuddrag har dock modellen bestått. I en särskild rapport /3-1/ beskrivs avfallsprogrammets och regelverkets utveckling sedd i ett samhälls- och energipolitiskt perspektiv.

Lagar och förordningar

| | |
|---------------|---|
| SFS 1984:3 | Lag om kärnteknisk verksamhet |
| SFS 1984:14 | Förordning om kärnteknisk verksamhet |
| SFS 1992:1537 | Lag om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m m |
| SFS 1988:220 | Strålskyddslag |
| SFS 1998:808 | Miljöbalk |
| SFS 1998:899 | Förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd |
| SFS 1998:896 | Förordning om hushållning med mark- och vattenområden m m |
| SFS 1987:10 | Plan- och bygglag |

SKI
Statens kärnkrafts-
inspektion

SSI
Statens strålskydds-
institut

KASAM
Statens råd för
kärnavfallsfrågor

3.1 Lagar och föreskrifter

Bestämmelser som styr hanteringen av kärnavfall återfinns i första hand i kärntekniklagen, förordningen om kärnteknisk verksamhet, miljöbalken, lagen om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle, strålskyddslagen, plan- och bygglagen samt i vissa tillstånd och riktlinjer som regeringen utfärdat.

3.1.1 Ansvar

De företag som har tillstånd att driva kärnkraftverken ska svara för alla åtgärder som behövs för att ta hand om kärnavfallet på ett säkert sätt. Här ingår att riva kärnkraftverken när de tjänat ut, bedriva forskning och utveckling kring slutförvaring. Ett program för forsknings- och utvecklingsverksamheten ska redovisas till myndigheterna vart tredje år. Tillståndsinnehavarna ska stå för samtliga kostnader för avfallshanteringen.

Tillstånd att driva kärnkraftverk har Forsmarks Kraftgrupp AB (Forsmarksverket), OKG Aktiebolag (Oskarshamnsverket), Ringhals AB (Ringhalsverket) och Barsebäck Kraft AB (Barsebäcksverket). Det av kraftbolagen gemensamt ägda Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, har fått uppdraget att svara för kärnavfallshanteringen från det att avfallet lämnar kärnkraftverken.

SKI har ansvar för granskningen av FUD-programmen och yttranden till regeringen. SSI är en viktig remissinstans i denna granskning. KASAM lämnar dessutom ett eget yttrande. SKI och SSI svarar vidare för tillsynen enligt kärntekniklagen och strålskyddslagen av SKB:s verksamhet.

3.1.2 Finansiering

Kostnaderna för kärnavfallsprogrammet ska enligt reglerna i finansieringslagen täckas av kärnkraftföretagen. Medel samlas i en särskild fond, kärnavfallsfonden, hos riksgäldskontoret. SKB gör varje år beräkningar av den totala framtida

Utdrag ur kärntekniklagen

§ 10

Den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet skall svara för att de åtgärder vidtas som behövs för

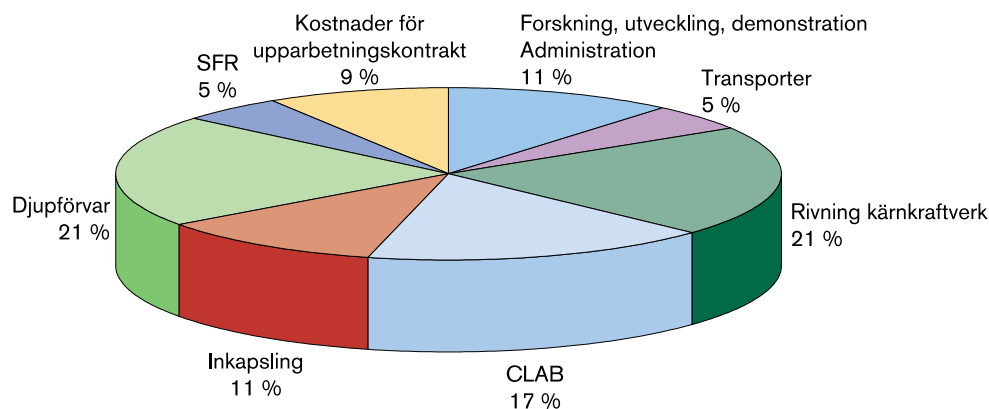
1. att med hänsyn till verksamhetens art och de förhållanden under vilka den bedrivs upprätthålla säkerheten,
2. att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall eller däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt, och
3. att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar i vilka verksamheten inte längre skall bedrivas.

§ 11

Den som har tillstånd att inneha eller driva en kärnkraftsreaktor skall, utöver vad som sägs i 10 §, svara för att den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet bedrivs som behövs för att vad som föreskrivs i 10 § 2 och 3 skall kunna fullgöras.

§ 12

Den som har tillstånd att inneha eller driva en kärnkraftsreaktor skall i samråd med övriga reaktorinnehavare upprätta eller låta upprätta ett program för den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som anges i 10 § 2 och 3 och 11 §. Programmet skall dels innehålla en översikt över samtliga åtgärder som kan bli behövliga, dels närmare ange de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidsrymd om minst sex år. Programmet skall vart tredje år insändas till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer för att granskas och utvärderas. I samband med granskningen och utvärderingen får sådana villkor ställas upp som behövs avseende den fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamheten. Lag (1992:1536).



Figur 3-1. *Fördelning av kostnaderna i SKB:s program för att ta hand om Sveriges radioaktiva avfall.*

kostnaden. SKI granskar beräkningarna och regeringen fattar sedan beslut om de avgifter som kärnkraftföretagen ska betala för det kommande året. Under år 2000 är avgiften till kärnavfallsfonden cirka ett öre per kilowattimme kärnkraftel.

För SKB:s arbete hittills med byggande och drift av anläggningar och för forsknings- och utvecklingsarbete har till och med år 1999 cirka 13 miljarder kronor använts. Vid årsskiftet 1999/2000 innehöll kärnavfallsfonden cirka 23 miljarder kronor. Med förräntning under kommande år täcker detta cirka 90 % av de beräknade framtida kostnaderna, omkring 47 miljarder kronor i dagens penningvärde. Fördelningen av de totala kostnaderna ges i figur 3-1.

Finansieringslagen innehåller även krav på att kraftföretagen ställer säkerheter. Avsikten med dessa är att garantera att medel tillskjuts i erforderlig omfattning även om kärnkraftverken avvecklas innan fonden är fullt uppbyggd eller om kostnader tillkommer i framtiden på grund av oplanerade händelser /3-2/.

3.1.3 Regler för tillståndsprövning

Viktiga bestämmelser för tillståndsprövning av anläggningar för hantering och deponering av kärnkraftsavfall återfinns i kärntekniklagen och miljöbalken.

Regeringens tillstånd enligt kärntekniklagen krävs för att uppföra, inneha och driva en kärnteknisk anläggning (till exempel ett djupförvar). Tillstånd för att hantera och transportera kärnämnen eller kärnavfall ges av SKI eller SSI. Kärntekniklagen ställer höga krav på säkerhet vilket är en viktig utgångspunkt för kärnavfallsprogrammet.

En prövning enligt miljöbalken gäller övergripande frågor som anläggningens lokalisering, art och storlek samt frågor om markanvändning, miljö och transporter. Att anläggningar för slutförvaring av använt kärnbränsle, kärnavfall eller annat radioaktivt avfall är tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet enligt miljöbalken, framgår av förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899). Vid prövningen enligt miljöbalken tas hänsyn till olika markanvändningsintressen för att så långt som möjligt undvika en konflikt mellan olika intressen. Enligt förordning om hushållning med mark- och vattenområden (SFS 1998:896) ska SKI, i samråd med Boverket och andra berörda centrala förvaltningsmyndigheter samt berörda länsstyrelser, lämna uppgifter om de områden som bedöms vara av riksintresse för slutlig förvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall.

Regeringen beslutar om tillstånd enligt kärntekniklagen medan miljödomstolen prövar tillståndsansökan enligt miljöbalken. Innan miljödomstolen meddelar dom ska regeringen pröva tillåtligheten av anläggningen enligt miljöbalkens 17:e kapitel.

MKB

Miljökonsekvensbeskrivning

Både kärntekniklagen och miljöbalken föreskriver att den sökande ska utarbeta en miljökonsekvensbeskrivning som ska utgöra underlag för tillståndsprövningen enligt de båda lagarna. I samband med framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningen är det den sökandes skyldighet att samråda med myndigheter, kommuner, den allmänhet och de organisationer som kan antas bli särskilt berörda. Samrådet ska omfatta den planerade verksamhetens lokalisering, omfattning, utformning, och miljöpåverkan samt innehåll och utformning av miljökonsekvensbeskrivningen.

För att bland annat transportera, förvara och inneha ett radioaktivt ämne krävs tillstånd enligt strålskyddslagen. Tillstånd enligt denna lag krävs dock ej för verksamheter som har tillstånd enligt kärntekniklagen, eftersom strålskyddsfrågor beaktas i samband med prövningen enligt kärntekniklagen.

I plan- och bygglagen stadgas bygglovsplikt för bland annat anordnande av upplag eller materialgårdar samt anordnande av tunnlar eller bergrum. I en detaljplan får kommunen besluta om att bygglov inte krävs för vissa åtgärder, exempelvis anläggandet av tunnlar och bergrum.

Tillkomsten av ett djupförvar för använt kärnbränsle måste, sammanfattningsvis, föregås av tillståndsprövning enligt kärntekniklagen, miljöbalken samt plan- och bygglagen.

Regeringens beslut om en lokalisering av en verksamhet till en viss kommun förutsätter normalt att berörd kommun har tillstyrkt lokaliseringen. Kommunen har alltså vetorätt. För vissa typer av anläggningar, till exempel djupförvar av använt kärnbränsle, kan dock regeringen med stöd av miljöbalken lämna tillstånd trots att kommunfullmäktige inte har tillstyrkt föreslagen lokalisering. Detta förutsätter dock att "det från nationell synpunkt är synnerligen angeläget att verksamheten kommer till stånd" och att inte "en annan plats bedöms vara lämpligare för verksamheten" samt att inte "en lämplig plats har anvisats för verksamheten inom en annan kommun som kan antas godta en placering där." En lokalisering som inte har stöd hos kommunfullmäktige i berörd kommun strider mot SKB:s uttryckliga uppfattning att ett djupförvar bara ska förläggas där säkerhetskraven är uppfyllda och där kommunen är positiv till lokaliseringen.

SKB menar att lokaliseringen av ett djupförvar måste få den berörda kommunens stöd för att den ska bli av

3.1.4 Föreskrifter om säkerhet och strålskydd

Kraven på säkerhet och strålskydd för avfallsanläggningar konkretiseras i föreskrifter från SKI och SSI. Dessa grundar sig till stor del på internationellt etablerade principer för hur säkerhet och strålskydd ska utformas.

Ett viktigt dokument som behandlar hantering av radioaktivt avfall är IAEA:s avfallskonvention /3-3/. I denna internationella överenskommelse, som Sverige förbundit sig att följa, anges vilka frågor som ska övervägas för att uppnå en säker hantering. Förutom säkerhet och strålskydd behandlas ansvarsfrågor och frågor av etisk karaktär. Exempel på detta är att avfallet ska tas om hand inom landet om det kan ske på ett säkert sätt, att allmänheten ska hållas informerad samt att otillbörliga bördor inte ska läggas på kommande generationer. Andra internationella överenskommelser med bäring på avfallshantering framtagna i IAEA:s regi behandlar bland annat transporter och icke spridning av kärnämne /3-4, 3-5/. I Londonkonventionen och tillägg till denna förbjuds dumpning av radioaktivt avfall i havet, samt deponering i havssediment. Säker hantering av radioaktivt avfall behandlas också i Agenda 21 och inom EU i "Fördraget om upprättandet av Europeiska atomenergigemenskapen". Den svenska lagstiftningen beaktar de internationella överenskommelserna och SKI:s föreskrifter konkretiserar lagarnas krav.

SSI:s föreskrifter grundar sig på internationellt etablerade principer för hur strålskydd ska utformas. Strålskyddet ska vara så starkt som är ekonomiskt och tekniskt rimligt. Individer ska vara garanterade ett skydd genom att gränsvärden

för doser används. Inte bara människan utan också flora och fauna ska skyddas. Skyddet ska vara likvärdigt för dagens och kommande generationer och för individer inom och utom nationsgränsen. Strålskyddet i hantering och långsiktig förvaring ska vara likvärdigt med det som gäller inom annan radiologisk verksamhet, till exempel reaktordrift eller radiologiskt arbete på sjukhus.

Det långsiktiga strålskyddet och säkerheten efter förslutning av ett djupförvar ställer nya krav på lagstiftningen bland annat på grund av de långa tidsperspektiven. SSI har tagit fram specifika föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1). Föreskrifterna anger bland annat att ett slutförvar för använt kärnbränsle ska utformas så att den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst en på miljonen för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken.

SKI har i juli 2000 distribuerat ett förslag till föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnavfall. De föreslagna föreskrifterna /3-6/ som nu remissbehandlas gäller för ett slutförvar i berg och omfattar grundläggande säkerhetsbestämmelser, krav på konstruktion och utförande samt anvisningar för säkerhetsanalysen och säkerhetsredovisningen. Ett av de grundläggande kraven är att säkerheten efter förslutning ska upprätthållas genom ett passivt barriärsystem.

3.2 Regeringsvillkor och SKB:s redovisningar

SKB ska enligt kraven i kärntekniklagen upprätta ett program för den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet som behövs för hantering och slutförvaring av avfall från kärntekniska anläggningar, samt för avveckling och rivning av dessa och omhändertagande av det avfall som då uppkommer. Programmet ska vart tredje år lämnas in för granskning och utvärdering till regeringen eller till den myndighet som regeringen bestämmer. I samband därmed får regeringen ställa upp villkor för den fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamheten.

År 1986 lämnade SKB in det första fullständiga forskningsprogrammet, FoU-program 86. Programmets inriktning har därefter successivt formats baserat på resultaten av SKB:s utredningar, säkerhetsanalyser och FoU- och FUD-program, remissgranskningar, myndigheternas ställningstaganden och de villkor för programmets inriktning som regeringen på detta underlag successivt har beslutat om. En översikt av kärnavfallsprogrammets utveckling under cirka 25 år redovisades i FUD-program 98 /3-7/.

I januari 2000 fattade regeringen, baserat på myndigheternas granskning och en bred remiss, beslut angående SKB:s FUD-program 98 och ställde upp följande villkor för den fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamheten. SKB ska:

”Komplettera analysen av alternativa systemutformningar. I första hand skall belysas innebörden av *nollalternativet* (en beskrivning av att den planerade åtgärden inte kommer till stånd). Vidare skall alternativet *djupa borrhål* (slutförvaring i borrhål på flera kilometers djup) belysas med inriktning på omfattning och innehåll i det forsknings- och utvecklingsprogram som behövs för att denna metod skall kunna jämföras med den s. k. KBS-3-metoden på likvärdiga grunder.

Redovisa en samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt underlag för val av platser för platsundersökningar.

Redovisa ett tydligt program för platsundersökningar.”

FoU
Forskning
och utveckling

FUD
Forskning,
utveckling och
demonstration

Regeringen beslutade vidare bland annat att SKB ska samråda med berörda kommuner, länsstyrelser och myndigheter vid framtagandet av de begärda redovisningarna samt redovisa dessa samråd.

I februari 2000 beskrev SKB i brev till SKI sin plan för att ta fram den av regeringen begärda redovisningen och underlag som efterfrågats av bland annat berörda myndigheter och kommuner inför kommande ställningstaganden till platsundersökningar. Målet sattes att i december 2000 kunna lämna en samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet (denna rapport).

Enligt regeringsbeslutet ska SKI granska SKB:s redovisning på motsvarande sätt som ett ordinarie FUD-program, vilket bland annat innebär en omfattande remissbehandling. SKI angav i februari 2000 i brev till SKB huvuddragen i sin granskning. Den planeras omfatta remiss till samma instanser som för FUD-program 98 samt nytillkomna förstudiekommuner, utfrågningar tillsammans med SSI i kommuner som SKB föreslår för platsundersökningar, egen granskning samt yttrande till regeringen. SKI bedömde att ett yttrande därefter skulle kunna lämnas till regeringen i juni 2001.

Villkoren i regeringens beslut har SKB behandlat genom att:

- I del II av denna rapport sammanfatta en förnyad genomgång av alternativa strategier och system för hantering av använt kärnbränsle. Där finns även en uppdaterad sammanfattning av systemanalysen för KBS-3 /3-8/ liksom av säkerhetsanalysen SR 97 /3-9/.
- I en rapport systematiskt och i detalj beskriva och värdera alternativa strategier och systemlösningar mot gällande krav i svensk lag och internationella konventioner /3-10/.
- I en rapport belysa innebörden av nollalternativet och dess konsekvenser /3-11/.
- I en rapport beskriva det FoU-program som skulle behöva genomföras för att kunna jämföra alternativet djupa borrhål med KBS-3-metoden på likvärdiga grunder /3-12/.
- I del III av denna rapport redovisa en samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt underlag för val av platser för platsundersökningar.
- I del IV av denna rapport redogöra för SKB:s förslag till program för platsundersökningsskedet.
- I bilagan till denna rapport redovisa det samråd som har genomförts vid framtagningen av de begärda redovisningarna.

Del II – Metod

- 4 Strategier
- 5 Metoder för geologisk förvaring
- 6 Djupförvarssystem baserat på KBS-3
- 7 Långsiktig säkerhet

4 Strategier

I detta och de följande två kapitlen behandlas frågan hur det använda kärnbränslet ska tas om hand. Vilka är kraven? Vilka alternativ finns det? Vad blir konsekvenserna? Vad händer om vi inte gör något alls?

I Sverige finns det en väl förankrad huvudlinje – deponering i den svenska berggrunden baserad på KBS-3-metoden. Återkommande redovisning och granskning av FUD-programmen och flera regeringsbeslut har bekräftat den valda inriktningen. Genomgången av tänkbara strategier syftar därför i första hand till att redovisa de överväganden som lett fram till denna huvudlinje.

I det så kallade nollalternativet fortsätter lagringen i CLAB på obestämd tid. Konsekvenserna kan redan på kort sikt bli besvärande om kompetensen på kärnavfallsområdet tunnas ut. Långsiktigt klarar man inte säkerheten. Kapitlet avslutas med en översikt av kärnbränslehanteringen i andra länder.

I samband med FUD-program 98 redovisade SKB en genomgång av alternativen för att ta hand om använt kärnbränsle /4-1/ och en systemredovisning av huvudalternativet geologisk förvaring enligt KBS-3-metoden /4-2/. SKI och SSI har efter granskning och remissbehandling av FUD-program 98 lämnat synpunkter /4-3/ på dessa rapporter, samt på innehåll och struktur i en systemanalys. Regeringen ställde i sitt beslut om FUD-program 98 bland annat villkor om vissa kompletteringar i analysen av alternativa systemutformningar (se avsnitt 3.2). Synpunkterna och villkoren har ingått i förutsättningarna för den nu föreliggande systemanalysen /4-4/.

I en systemanalys går man igenom olika alternativ för att lösa ett problem och jämför dem mot definierade krav. Syftet är att finna den bästa lösningen på problemet. Följande begrepp används i systemanalysen:

| | |
|----------------------|--|
| Strategi | Ett allmänt tekniskt tillvägagångssätt att lösa det aktuella problemet (till exempel geologisk förvaring). |
| System | En uppsättning samverkande anläggningar med mera som krävs för att praktiskt tillämpa en strategi (till exempel mellanlager, transportfordon, hamn, kapselabrik, inkapslingsanläggning, djupförvar). |
| Systemvariant | Alternativa utformningar av de anläggningar med mera som tillhör ett system. |

Systemanalysen har genomförts i steg. Med utgångspunkt från en sammanställning av alla gällande krav på hanteringen av använt kärnbränsle beskrivs och jämförs först tänkbara strategier (detta kapitel). För den valda strategin utreds därpå vilket system som bäst uppfyller kraven (kapitel 5). Slutligen görs en analys av det valda systemet med dess olika systemvarianter (kapitel 6). Ordet metod används i betydelsen förfaringssätt. KBS-3 är till exempel en metod att bygga ett djupförvar, djupa borrhål är en annan metod. Metoden ligger till grund för systemutformningen.

4.1 Krav på system för omhändertagande av använt kärnbränsle

Som utgångspunkt för systemanalysen sammanfattas först kraven i svensk lag och i de internationella överenskommelser som Sverige har förbundit sig att följa. De viktigaste överenskommelserna i detta sammanhang är IAEA:s avfallskonvention /4-5/ och Londonkonventionen om förhindrande av havsföroreningar till följd av dumpning av avfall och annat material /4-6/.

Grundläggande krav

Radioaktivt avfall ska, om det kan ske på ett säkert sätt, omhändertas inom det land där avfallet alstrats. (IAEA:s avfallskonvention /4-5/).

Vid omhändertagande av radioaktivt avfall ska man sträva efter att inte lägga otillbörliga bördor på kommande generationer (IAEA:s avfallskonvention).

Deponering av använt kärnbränsle får ej ske i havet eller på havsbotten utanför landets inre vatten (Londonkonventionen med tillägg /4-6, 4-7/).

Ägarna till kärnkraftverken är ansvariga för att kärnavfall, eller kärnämne som inte används på nytt, hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt (Lag om kärnteknisk verksamhet, SFS 1984:3).

Ingen får vidta förberedande åtgärder i syfte att inom landet uppföra en kärnkraftsreaktor (Lag om kärnteknisk verksamhet, SFS 1984:3).

Miljö (Miljöbalken, SFS 1998:808)

En hållbar utveckling skall främjas som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö.

Mark, vatten och fysisk miljö ska i övrigt användas så att en från ekologisk, social, kulturell och samhällsekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas.

Återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material ska eftersträvas så att ett kretslopp uppnås.

Säkerhet (Lag om kärnteknisk verksamhet SFS 1984:3, SKI:s föreskrifter /4-8/)

Säkerheten skall vila på flerfaldiga barriärer.

Händelser som kan påverka systemets barriärer skall identifieras.

Systemet ska ha acceptabel tålighet mot brister i barriärerna och händelser som kan påverka dem.

I slutförvar för använt kärnbränsle skall barriärerna efter förslutning av förvaret ge den säkerhet som erfordras utan övervakning och underhåll.

System för omhändertagande av använt kärnbränsle skall vara tåligt mot fel-funktioner hos ingående delar och ha hög tillförlitlighet.

I första hand skall beprövade konstruktionsprinciper och konstruktionslösningar användas.

Strålskydd (Strålskyddslag SFS 1988:220, SSI:s föreskrifter /4-9/)

Den joniserande strålningens påverkan på människor och miljön skall beräknas och visa sig vara acceptabel både nu och i framtiden.

Optimering ska ske och hänsyn ska tas till bästa möjliga teknik. Optimering avser begränsning av stråldoser så långt detta rimligen kan åstadkommas. Bästa möjliga teknik är den effektivaste åtgärden för att begränsa utsläpp och skadliga effekter av radioaktiva ämnen som inte medför orimliga kostnader.

Slutförvar för använt kärnbränsle skall utformas så att den årliga risken för en representativ individ som utsätts för den största risken blir högst en på miljonen.

Icke-spridning av kärnämne och kärnavfall - safeguards

Olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall ska förhindras (IAEA /4-10/).

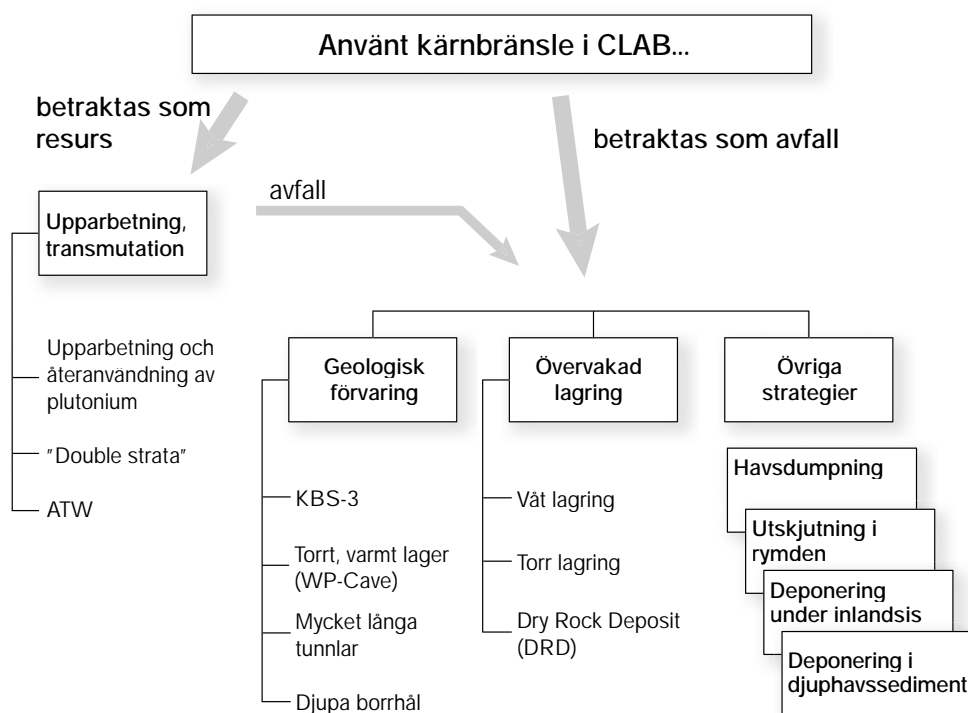
4.2 Översikt av tänkbara strategier och system

Utgångspunkten för analysen är att det använda kärnbränslet finns i CLAB (se avsnitt 2.1). Om man bortser från SKB:s framtida planer, vilka alternativ finns det då för den fortsatta hanteringen? Vad blir konsekvenserna och hur klarar de olika alternativen kraven i lagar och internationella överenskommelser?

Det finns två tänkbara huvudvägar för det använda kärnbränslet, se figur 4-1. Den ena vägen innebär att man betraktar kärnbränslet som en resurs, den andra att man väljer att se det som ett avfall. För att göra vägvalet behöver man gå igenom och värdera flera tänkbara strategier. En systematisk utvärdering av strategierna mot de ställda kraven kräver i sin tur översiktliga beskrivningar av de system som behövs för att praktiskt genomföra dem. För några av strategierna, upparbetning och transmutation, övervakad lagring och geologisk förvaring, finns det flera alternativa system.

Om man väljer att se använt kärnbränsle som en resurs måste det upparbetas. Syftet är att utvinna mer energi ur det använda bränslet och samtidigt omvandla (transmutera) långlivade ämnen till stabila eller mindre långlivade ämnen. Denna strategi kallar vi nedan för ”upparbetning och transmutation”. Även efter genomförande av denna strategi kommer det att finnas radioaktivt avfall som måste tas omhand på liknade sätt som använt kärnbränsle. Upparbetning och transmutation innebär således att även någon av avfallsstrategierna i figur 4-1 måste väljas i ett senare skede.

Upparbetning och transmutation av det använda kärnbränslet är ett led inte bara i avfallshanteringen utan även i kärnbränsleförsörjningen. De mer avancerade koncepten för upparbetning och transmutation innebär dessutom att nya typer av reaktorer behöver utvecklas. Både dagens teknik för upparbetning och transmutation och de nya koncepten har därför kopplingar till framtidens energisystem. Här begränsar vi oss till att analysera konsekvenserna för avfallshanteringen.



Figur 4-1. De studerade strategierna och alternativa system. Efter upparbetning och transmutation återstår högaktivt avfall som måste hanteras.

Om man betraktar det använda kärnbränslet som avfall finns det flera tänkbara strategier. Av dessa är havsdumpning, deponering i djuphavssediment och deponering under inlandsisar inte möjliga alternativ för svensk del eftersom de strider mot internationella överenskommelser som Sverige förbundit sig att följa. Inget av alternativen är i linje med ambitionerna i IAEA:s avfallskonvention som bland annat säger att avfallet ska tas omhand inom det land där det producerats. Havsdumpning och deponering i djuphavssediment strider vidare mot Londonkonventionen /4-6/ respektive tillägg till denna /4-7/.

Att skjuta ut det använda bränslet i rymden skulle kräva enorma mängder raketbränsle och bli mycket kostsamt. I praktiken krävs uppärbetning för att få ned avfallsvolymer. Amerikanska studier, som avser uppärbetningsavfall, visar att ett säkert system kan konstrueras baserat på befintlig rymdteknologi /4-11/. Inte ens vid allvarliga olyckor, som till exempel att rymdfarkosten skulle explodera, förväntas enligt studierna någon spridning av radioaktiva ämnen till atmosfären. Behållare med radioaktivt avfall kan dock efter en olycka hamna var som helst, och bör återtas. Behovet av uppärbetning och de stora resurser som behövs för utskjutning i rymden gör att strategin inte bedöms vara den effektivaste åtgärden för att begränsa utsläpp och skadliga effekter av de radioaktiva ämnena (strålskydds krav i avsnitt 4.1).

Havsdumpning, deponering i djuphavssediment, deponering under inlandsisar och utskjutning i rymden kan uteslutas och behandlas inte vidare i denna rapport. För systembeskrivningar och mer utförlig utvärdering hänvisas till underlagsrapporten /4-4/.

Övervakad lagring av använt kärnbränsle ingår som ett led i de flesta strategier, och erfarenheter finns från samtliga länder som har kärnkraft. Det handlar då om mellanlagring under en begränsad tid, upp till några decennier, i avvaktan på vidare hantering. I remissgranskningen /4-12/ av SKB:s forsknings- och utvecklingsprogram har övervakad lagring föreslagits som en strategi att förvara använt kärnbränsle under en mycket längre tid, flera tusen år.

Geologisk förvaring är internationellt den förhärskande strategin för slutförvaring av använt kärnbränsle eller långlivat, högaktivt avfall från uppärbetning. Alla större forsknings- och utvecklingsprogram inom området handlar om att ta fram teknik för geologisk förvaring.

Mot denna bakgrund fokuserar beskrivningen nedan på alternativen uppärbetning och transmutation, övervakad lagring och geologisk förvaring.

4.3 Uppärbetning och transmutation

I använt kärnbränsle finns klyvbara ämnen, främst plutonium, som kan användas som råvara för tillverkning av nytt kärnbränsle. Uppärbetning är en avancerad kärnteknisk process för att ur använt kärnbränsle återvinna dessa ämnen. Processen innebär att kärnbränslet löses upp i syra varpå ämnena kan separeras ur lösningen. Återstoden består bland annat av klyvningsprodukter och aktiveringsprodukter och utgör ett högaktivt, långlivat avfall.

Transmutation av ett grundämne innebär att det genom en kärnreaktion – till exempel kärnklyvning eller radioaktivt sönderfall – övergår till ett annat grundämne. Kärnklyvning i dagens lättvattenreaktorer är en form av transmutation. I allmänhet avses dock med transmutation omvandling av långlivade ämnen, andra än uran och plutonium, till stabila eller mindre långlivade ämnen. Aktinider transmuteras genom kärnklyvning med neutroner. De stora mängder energi som då frigörs kan nyttjas för elproduktion.

Klyvningsprodukter

Ämnen, ofta radioaktiva, som bildas när atomer klyvs

Aktiveringsprodukter

Radioaktiva ämnen som bildas när grundämnena fångar in neutroner

Lättvattenreaktor

I de svenska reaktorerna används vanligt vatten

Aktinider

Grupp med 15 st tunga grundämnena som enbart har radioaktiva isotoper

Syftet med upparbetning och transmutation är att utnyttja uranråvaran effektivt och att omvandla långlivade radioaktiva ämnen i använt kärnbränsle till kortlivade eller stabila ämnen. Det finns flera tänkbara system för upparbetning och transmutation, med olika inbördes tonvikt på dessa syften. Vi beskriver här tre alternativ:

- Upparbetning och återföring av uran och plutonium.
- Transmutation som komplement till återföring av uran och plutonium.
- Transmutation utan renframställning av plutonium.

Det första alternativet tillämpas redan i dag. De andra två systemen är föremål för forskning.

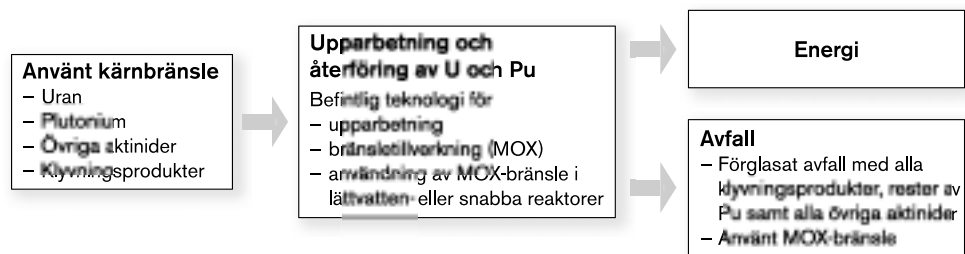
4.3.1 Upparbetning och återföring av uran och plutonium

Processen visas översiktligt i figur 4-2. Det huvudsakliga syftet är att utnyttja uranråvaran effektivt. Vid upparbetningen separeras uran och plutonium från övriga aktinider och från klyvningsprodukterna i det använda bränslet. Av utvunnet uran och plutonium tillverkas MOX-bränsle som kan användas i lättvattenreaktorer, till exempel av de typer som finns i Sverige idag, eller i snabba reaktorer. Återstoden bestående av övriga aktinider, klyvningsprodukter och vissa aktiveringsprodukter bildar ett vätskeformigt, högaktivt och långlivat avfall som förglasas för att få det i en lätthanterlig och stabil form.

Genom att upparbeta och återvinna uran och plutonium kan behovet av natururan från gruvor minskas väsentligt, speciellt om man har tillgång till snabba reaktorer. Efter ett litet antal återcyklningar i lättvattenreaktorer får dock det använda MOX-bränslet ett plutoniuminnehåll som inte lämpar sig för tillverkning av nytt bränsle. Det blir då radioaktivt avfall. Resultatet är att det ursprungliga använda kärnbränslet har omvandlats till högaktivt förglasat avfall, använt MOX-bränsle och en del annat radioaktivt avfall från upparbetningen och bränsletillverkningen.

Sett per den energi som producerats innebär återvinning av uran och plutonium att den totala mängd aktinider som ska slutförvaras minskar, liksom den totala mängd plutonium som ska tas omhand som avfall. I princip krävs dock samma system för att ta hand om det använda MOX-bränslet och det högaktiva förglasade avfallet som vid direkt avfallsbehandling av använt kärnbränsle.

Anläggningar för upparbetning och återvinning av uran och plutonium finns i bland annat Frankrike och Storbritannien. I dessa upparbetas även använt kärnbränsle från några länder som saknar egna anläggningar. I figur 4-3 visas den franska upparbetningsanläggningen i la Hague.



Figur 4-2. Upparbetning och återföring av uran och plutonium.

MOX-bränsle

Mixed oxide fuel
Kärnbränsle som är tillverkat av en blandning av uran- och plutoniumoxid

Lättvattenreaktor

Vanligt vatten används som kylmedel och för att ge neutronerna lämplig hastighet för kärnklyvningen. Endast uran-235, plutonium-239 och plutonium-241 kan klyvas

Snabb reaktor

Neutronerna har hög hastighet. I princip kan samtliga aktinider klyvas



Figur 4-3. Upparbetningsanläggningen i la Hague i Frankrike.

4.3.2 Transmutation som komplement till återföring av uran och plutonium

För att uppnå en effektiv transmutation av merparten av de långlivade ämnena i använt kärnbränsle (uran- eller MOX-bränsle) behöver man först kunna separera dessa ur det använda kärnbränslet, därpå tillverka nytt bränsle (transmutationsbränsle) och sedan driva en reaktor med detta bränsle för att genomföra transmutationen.

Det finns flera tekniska problem som måste lösas. Ett problem är att kunna separera alla de långlivade ämnen som man vill transmutera. För att lösa det behöver man utveckla ny upparbetningsteknik.

Ett annat problem är att det i bränsle som innehåller uran, till exempel MOX-bränsle, under driften bildas nytt plutonium och andra långlivade aktinider. Om man vill transmutera aktiniderna utan att det samtidigt bildas nya måste man således vid transmutationen använda bränsle som inte innehåller uran. Ny reaktorteknik baserat på snabba reaktorer och/eller acceleratordrivna reaktorer behöver därför utvecklas. För fullständig transmutation fordras upprepade cykler av upparbetning, bränsletillverkning och reaktorbestralning. Processen sammanfattas i figur 4-4.

Till de anläggningar som finns i dag för återföring av uran och plutonium som MOX-bränsle, läggs således anläggningar för ytterligare en bränslecykel med andra upparbetningsprocesser och reaktorer. Systemet benämns därför "double strata". Anläggningar för den andra cykeln finns idag endast på forskningsstadiet eller på ritbordet. Omfattande forskning och utveckling behövs för att konstruera ett system som kan nyttjas i industriell skala. Systemet studeras främst i Frankrike och Japan.

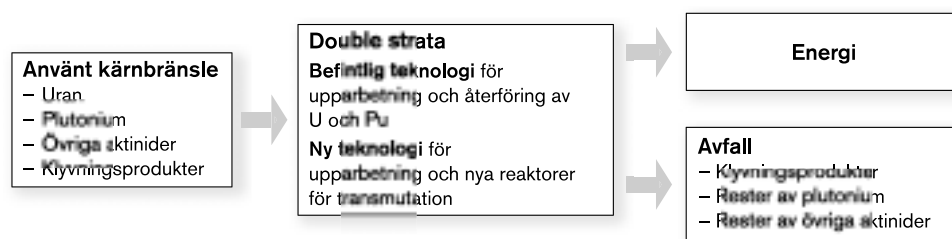
Vid transmuteringen klyvs de långlivade transuranerna och bildar klyvningsprodukter. Förenklat kan man säga att den långlivade farlighet som aktiniderna representerar i det använda kärnbränslet byts mot en större men mer kortlivad farlighet. Avfallsvolymer liksom innehållet av radioaktiva ämnen bestäms av separationsprocesserna, transmuteringen och antalet återcyklningar. Mängden långlivade ämnen i avfallet blir mindre men det kommer alltid att kvarstå en viss mängd högaktivt, långlivat avfall som ställer likartade krav på omhändertagande som använt kärnbränsle.

Acceleratordriven reaktor

En reaktor som behöver tillföras neutroner från en yttre neutronkälla. Neutronkällan utgörs av en accelerator som skjuter protoner mot ett mål av till exempel bly varvid ett stort antal neutroner frigörs för varje proton som träffar målet

Accelerator

Anläggning där elektriskt laddade partiklar ges hög hastighet



Figur 4-4. Transmutation som komplement till återföring av uran och plutonium – double strata.

4.3.3 Transmutation utan renframställning av plutonium

Möjligheterna att direkt separera samtliga transuraner och vissa andra långlivade isotoper i använt kärnbränsle från uran och transmuttera dem har nyligen undersökts i USA /4-13/. Tanken är att använda acceleratordriven transmutation, ATW. Syftet är att reducera mängden långlivade ämnen som ska slutförvaras, reducera den långlivade farligheten och samtidigt nyttiggöra kvarvarande energi i det använda bränslet. Ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete krävs för att systemet ska bli verklighet.

I princip får man samma avfallstyper som i alternativet ”transmutation som komplement till återföring av uran och plutonium”. Eftersom separationsprocesser, transmuttering och antalet återcyklningar inte är lika skiljer sig dock avfallsvolymer och innehållet av radioaktiva ämnen. Innehållet av långlivade radioaktiva ämnen minskar radikalt, men en del av avfallet måste hanteras på liknande sätt som använt kärnbränsle.

4.3.4 Värdering av upparbetning och transmutation

Upparbetning för återföring av uran och plutonium har i Sverige avförts som en möjlighet av ekonomiska och politiska skäl /4-14/. Mer avancerad upparbetning och transmutation, där det använda bränslets innehåll av långlivade ämnen reduceras radikalt, kräver omfattande forsknings- och utvecklingsarbete och flera tekniskt komplicerade anläggningar. Till dessa hör kraftproducerande kärnreaktorer som enligt kärntekniklagen inte får uppföras i Sverige.

Hur effektiv transmutationen kan bli och hur många cykler materialet bör genomlöpa är ännu osäkert. Att utreda detta ingår i det forskningsprogram som måste genomföras för att upparbetning och transmutation ska bli en realiserbar strategi. Utvecklingen av ett fungerande system förväntas bli kostsam och ta lång tid. En bedömning baserad på den amerikanska studien är att det kommer att ta cirka 100 år att utveckla systemet och transmuttera bränslet. Det är inte rimligt att Sverige ensamt skulle kunna utveckla och bygga ett sådant system. Under alla omständigheter kommer man att få en viss mängd högaktivt, långlivat avfall som måste tas omhand på liknande sätt som använt kärnbränsle.

Eftersom upparbetning, bränsletillverkning och transmutation innebär en omfattande hantering av högaktiva ämnen kan man förvänta sig att drift och underhåll av anläggningarna ger högre stråldoser till personalen än i de övriga beskrivna strategierna.

Resultatet av transmutteringen blir att aktinidernas relativt sett ringa långsiktiga farlighet byts mot en relativt sett större farlighet i ett kortare perspektiv. Ser man enbart till avfallshandlingen är det tveksamt om detta är i linje med lagens krav på optimering och utnyttjande av bästa möjliga teknik för att minimera stråldoserna. I en fullständig utvärdering bör även nyttan av den producerade energin vägas in.

Plutonium kan användas för vapenproduktion. Upparbetning som innebär att man renframställer plutonium ställer därför särskilt höga krav på safeguards.

ATW

Accelerator
Transmutation
of Waste.

Transmutation i
acceleratordriven
reaktor

Även efter
upparbetning/
transmutation
blir det kvar
en viss mängd
avfall

Safeguards

Ett internationellt
kontrollsystem för
att förhindra
spridning av
kärnämne

4.4 Övervakad lagring

Övervakad lagring under lång tid, flera tusen år, har i remissgranskningen av SKB:s forsknings- och utvecklingsprogram föreslagits som en strategi att hantera det använda kärnbränslet.

I dag saknas det erfarenheter av och forskning om övervakad lagring under så lång tid som tusentals år. Däremot finns det praktiska erfarenheter i flera länder av övervakad lagring under en mer begränsad period, eftersom mellanlagring alltid ingår som ett led i hanteringen av använt kärnbränsle. Det finns system i drift för våt lagring och för torr lagring.

4.4.1 Våt lagring

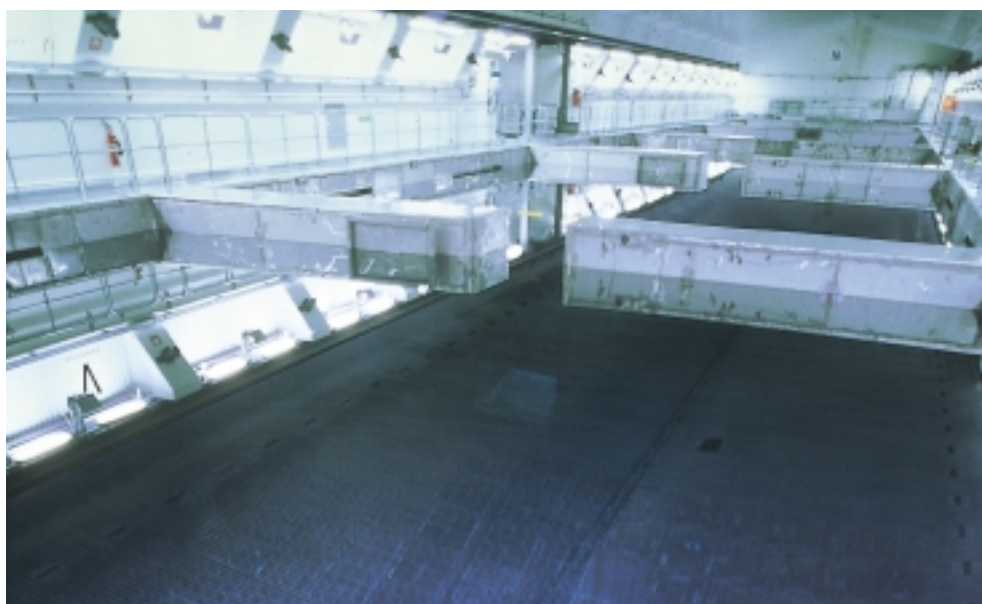
Vid våt lagring förvaras det använda bränslet i vattenfyllda bassänger. Vattnet kyler och strålskärmar bränslet. För att förhindra korrosion av bränsleelementen är kraven på vattenkvalitet höga. Bassängvattnet cirkuleras i ett slutet system med värmeväxlare och reningsfilter. En del av vattnet avdunstar på grund av värmen från bränslet, och måste ersättas med nytt. För fullgod säkerhet krävs kontinuerlig tillsyn av värmeväxling, rening och vattenförsörjning och att anläggningen underhålls och övervakas.

Erfarenhet från våt lagring finns i flera länder, bland annat från CLAB i Sverige, se figur 4-5. Så länge drift och underhåll sköts väl bedöms ett vått lager kunna drivas i minst hundra år, sannolikt längre, med lika god säkerhet som i dag.

4.4.2 Torr lagring

För torr lagring finns det två varianter, som båda används på flera håll i världen, se figur 4-6. I den ena placeras det använda bränslet i speciellt utformade cylindriska, tjockväggiga behållare av metall eller betong, som lagras utomhus eller i speciella lagerbyggnader. Behållare av metall kan även användas som transportbehållare. Värmen leds bort genom själva behållaren till den omgivande luften. Behållarna utgör strålskärm och förhindrar spridning av radioaktiva ämnen.

I den andra varianten av torr lagring placerar man det använda bränslet i tunnväggiga men gastäta metallbehållare. Dessa placeras sedan i en byggnad med fasta ventilerade lagringspositioner av betong som medger att värmen förs bort. Den tunna metallbehållaren fungerar som barriär mot spridning av radioaktiva



Figur 4-5. Våt lagring i CLAB.



Figur 4-6. Torr mellanlagring av använt kärnbränsle i Gorleben, Tyskland.

ämnen. Strålskärmning och skydd mot yttre påverkan ges av den omgivande betongkonstruktionen och byggnaden.

Luftens låga värmeledningsförmåga gör att bränslets temperatur är betydligt högre vid torr lagring än vid våt. För att undvika korrosion ersätts ofta luften i behållarna med lämplig gas. Den kontinuerliga driften omfattar endast ventilation och är enklare än vid våt lagring. Liksom vid våt lagring måste anläggningen övervakas och behållarna med jämna mellanrum kontrolleras.

Säkerhetsanalyser, bland annat från Tyskland /4-15/ visar att torr lagring kan ske på ett säkert sätt. Den kan troligen pågå i några hundra år utan att säkerheten äventyras. I längre tidsperspektiv än så blir osäkerheterna, liksom vid våt lagring, större. Ett problem vid torr lagring är de höga temperaturerna och de kemiska och mekaniska nedbrytningsprocesser som de kan leda till.

4.4.3 DRD-konceptet

En föreslagen variant av torr lagring, DRD, är avsedd för lagring under mycket lång tid, flera tusen år. Den huvudsakliga skillnaden mellan DRD och i dag byggda system för torr lagring är det utrymme som omger lagringsbehållarna. I DRD-konceptet placeras behållare med bränsle i ett självdränerande bergtrum som byggs i en bergformation som skjuter upp över en omgivande dalsänka /4-16, 17, 18/. Efter deponering stängs bergtrummet. Inga insatser krävs för länsugning eller kylning. Tanken är att minimera behovet av underhåll och övervakning så att lagringen kan ske under lång tid.

Osäkerheterna som är förknippade med de system för torr lagring som finns i drift, gäller även för DRD. Höga temperaturer och närvaro av syre gör att det kan bli svårt att visa att behållarna förblir täta under tusentals år.

DRD
Dry Rock Deposit

Övervakad lagring lämnar bördor till kommande generationer och ger för dåligt skydd om övervakningen skulle upphöra

En passiv barriär kräver inget underhåll

Kristallina bergarter som granit och gnejs, bildar huvuddelen av Sveriges berggrund

4.4.4 Värdering av övervakad lagring

Långvarig våt och torr lagring kräver någon form av löpande kontroll och underhåll. Studier av CLAB visar att i ett tidsperspektiv av flera hundra år behöver bergförstärkningar och betongkonstruktioner ses över och repareras /4-19/. Troligen behöver även behållare för torr lagring bytas ut eller renoveras.

Miljö-, säkerhets- och strålskydds krav kan uppfyllas så länge mänsklig övervakning och kontroll upprätthålls. Om den av någon anledning upphör är de fysiska barriärerna inte tillräckliga för att klara kraven. Övervakad lagring kräver just övervakning. Kravet att inte lämna otillbörliga bördor till kommande generationer uppfylls därmed inte.

Vid de anläggningar för övervakad lagring som är i drift idag finns system för safeguards som består av en kombination av tillträdes hinder, redovisningssystem, övervakning, och oanmälda kontroller. Vid eventuellt bortfall av redovisningssystem och/eller övervakning är skyddet av lagrade kärnämnen svagt.

4.5 Geologisk förvaring

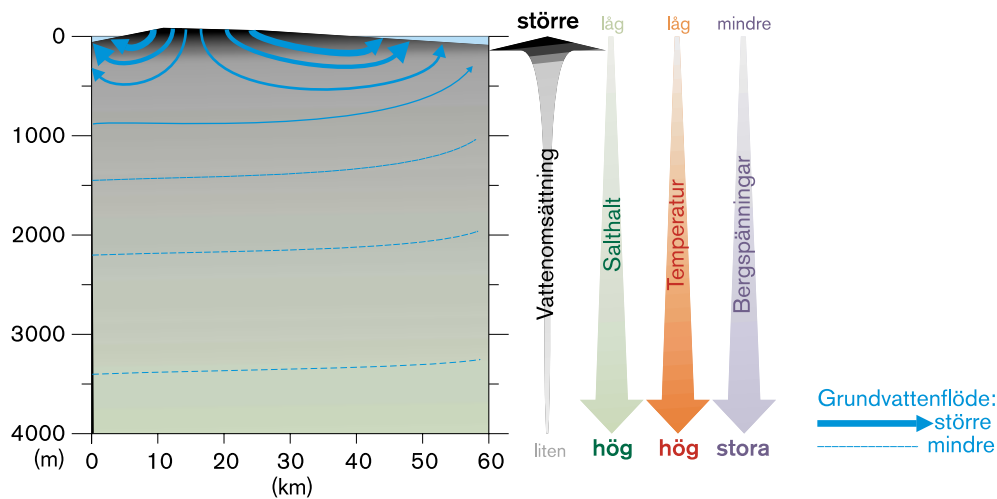
Geologisk förvaring bygger på utnyttjandet av en geologisk miljö som är stabil under mycket lång tid. Grundprincipen för geologisk förvaring är att avfallet ska omges av flera passiva barriärer som stöder och kompletterar varandra. Säkerheten hos förvaret ska vara tillräcklig även om någon barriär skulle vara defekt eller inte fungera som avsett.

Säkerheten bygger på en kombination av den naturliga barriär som berget, det stora djupet och miljön på förvaringsdjup utgör samt tillverkade tekniska barriärer. De tekniska barriärerna anpassas till förhållandena på förvaringsdjupet och utformas så att de i denna miljö isolerar det använda bränslet och förhindrar spridning av radioaktiva ämnen under långa tidsperioder. Det använda bränslet självt har extremt låg löslighet i vatten, och de flesta radioaktiva ämnen som är farliga på lång sikt har begränsad rörlighet i geologiska miljöer. De tekniska barriärerna utformas så att de inte kräver något underhåll sedan deponeringen avslutats och förvaret stängts.

Internationellt är geologisk förvaring den förhärskande strategin för slutförvaring av använt kärnbränsle eller långlivat, högaktivt avfall från upparbetning, se avsnitt 4.8. Olika geologiska miljöer har studerats alltefter de förutsättningar som finns i de olika länderna. Den berggrund som är aktuell i Sverige är kristallint berg som är mellan en och två miljarder år gammalt. I andra länder undersöks bland annat ler- och saltformationer.

Om man bortser från mänskligt intrång, kan människa och miljö utsättas för radioaktiviteten från djupförvaret endast om radioaktiva ämnen frigörs därifrån och transporteras upp till ytan med grundvattnet. Man söker därför en miljö i berget där de tekniska barriärerna kan förväntas bli beständiga i ett långt tidsperspektiv och där vattenutbytet med ytan är litet. En generell slutsats från undersökningar i djupa borrhål i Sverige och utomlands är att vattenutbytet med markytan avtar med djupet medan salthalten, temperaturen och bergspänningarna ökar, se figur 4-7. Dessa förhållanden påverkar konstruktionen av ett förvar, utformningen av de tekniska barriärerna och den långsiktiga säkerheten.

En annan viktig faktor är förekomsten av löst syre i grundvattnet, eftersom syre påverkar korrosionen av kapseln och förvarets förmåga att fördröja transport av radioaktiva ämnen. Provtagning av grundvatten i borrhål visar att grundvatten på större djup är fritt från löst syre och att det syre som finns löst i nederbörds-vatten konsumeras nära markytan.



Figur 4-7. Några förhållanden hos berggrunden som påverkar förutsättningarna för att bygga ett djupförvar.

Ett slutförvar för använt bränsle i svenskt urberg kan utformas på flera sätt (se kapitel 5). För jämförelsen med andra strategier använder vi oss här av huvudalternativet, ett förvar baserat på KBS-3-metoden.

I ett förvar enligt KBS-3 innesluts bränslet i täta kapslar av korrosionsbeständig koppars med en tryckbärande insats av gjutjärn. Kapslarna deponeras på cirka 500 meters djup i vertikala hål som borrar från tunnarna. Kapslarna omges av en buffert av bentonitlera som skyddar dem mot mindre berg rörelser och förhindrar eller fördröjer transporten av radioaktiva ämnen till berget om det skulle finnas otäta kapslar. Förvarsdjupet cirka 500 meter bedöms vara tillräckligt för att erbjuda en miljö där de tekniska barriärerna kan behålla sin funktion även vid omfattande förändringar på markytan. På detta djup finns också erfarenheter från byggande av tunnlar och berggrum.

Säkerheten vid drift av ett djupförvar enligt KBS-3 har redovisats i /4-20/. Den långsiktiga säkerheten efter förslutning av ett KBS-3 förvar har utretts av SKB i flera säkerhetsrapporter /4-21, 22, 23/. Även Finland planerar ett djupförvar baserat på KBS-3, och har vid flera tillfällen utrett säkerheten efter förslutning /4-24, 25/. Säkerhetsanalyserna visar att säkerhetsriskerna vid geologisk förvaring enligt KBS-3-metoden är mycket små, både nu och mycket långt in i framtiden.

4.5.1 Värdering av geologisk förvaring

Geologisk förvaring uppfyller de övergripande kraven. Ett djupförvar kan byggas i Sverige. Avfallet kan tas om hand utan att bördor läggs på kommande generationer.

Kravet på flerfaldiga barriärer kan uppfyllas. Då allt bränsle deponerats och förvaret förslutits är den långsiktiga säkerheten inte beroende av tillsyn eller underhåll. I Sverige, och i andra länder, finns mångåriga erfarenheter från byggande i berg, framför allt från gruvindustrin. Materialval i de tekniska barriärerna är gjort med tanke på att deras beständighet och funktion i den geologiska miljön ska gå att visa över mycket långa tider.

Analyser av system baserade på KBS-3-metoden visar att ett geologiskt förvar kan utformas så att de beräknade stråldoserna blir klart lägre än de som myndigheterna anger som acceptabla både under byggande och drift, samt långsiktigt

Geologisk förvaring kan uppfylla de övergripande kraven

Återtag är möjligt
men det krävs
betydande resurser

efter förslutning. Kostnaderna för att utveckla teknik samt att genomföra deponeringen går att beräkna och täcks av medel som avsatts i en särskild fond, kärnavfallsfonden. Det är således en strategi som uppfyller kravet på gott strålskydd till rimliga kostnader.

Geologisk förvaring ger goda förutsättningar att förhindra att obehöriga får tillgång till det använda bränslet. Under driftskedet kommer det använda kärnbränslet att övervakas. Även efter förslutning kommer troligen någon form av safeguards att inrättas. Att återta det använda kärnbränslet från ett förslutet geologiskt förvar kommer inte att vara omöjligt men det kommer att innebära en ansträngning jämförbar med ett stort industri- eller byggprojekt. Med tillräckliga resurser kan framtida generationer, om man så önskar, komma åt det använda kärnbränslet, se även avsnitt 6.6.

4.6 Samlad bedömning

I systemanalysen /4-4/ har en systematisk genomgång av alternativen gjorts mot kraven i avsnitt 4.1. I tabell 4-1 sammanfattas bedömningarna av de olika strategierna. SKB anser att geologisk förvaring är den strategi som bäst uppfyller de ställda kraven.

Tabell 4-1. SKB:s bedömningar av de studerade strategierna

| Strategi | SKB:s bedömning |
|---|--|
| Havsdumpning, deponering i djuphavssediment, deponering under inlandsis | Strider mot internationella överenskommelser. |
| Övervakad lagring | Ansvar överläts på kommande generationer. Uppfyller inte säkerhets- och strålskyddskraven på lång sikt. |
| Utskjutning i rymden | Resurskrävande, kostsamt. Förutsätter troligen upparbetning. |
| Upparbetning och transmutation | Kräver ett komplicerat kärntekniskt system inklusive nya reaktorer. Omfattande forskning behövs. Avfall måste tas om hand på liknande sätt som använt kärnbränsle. Har kopplingar till framtidens energisystem. Ekonomiskt och politiskt inte aktuellt i Sverige. |
| Geologisk förvaring | Kan uppfylla alla krav. Kan genomföras i dag. Framtida generationer har möjlighet att återta avfallet. |

4.7 Nollalternativet

Begreppet nollalternativ används i samband med miljökonsekvensbeskrivningar. I miljöbalken (SFS 1998:808) definieras det som: ”en beskrivning av konsekvenserna av att verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd”. Enligt Boverket /4-26/ är nollalternativet ”en referensram att ställa projektförslaget mot, genom att förutsäga den framtida utvecklingen om projektet inte skulle genomföras”.

För omhändertagandet av använt kärnbränsle innebär nollalternativet att den nuvarande lagringen av bränslet i CLAB fortsätter under en obestämd framtid, se figur 4-8. Konsekvenserna har belysts i en separat rapport /4-27/. Ibland likställs nollalternativet med alternativet övervakad lagring. Det finns dock en principiell skillnad. Övervakad lagring är en föreslagen lösning på avfallsfrågan, med flera tänkbara tekniska lösningar, se avsnitt 4.4, medan nollalternativet innebär att inget ytterligare görs jämfört med dagens situation, utöver fortsatt drift och underhåll av CLAB.

CLAB består av en mottagningsdel i marknivå och en lagringsdel som ligger i ett bergtrum med taket 25–30 meter under markytan. All hantering och lagring av bränsle sker i vattenbassänger. Vattnet, som både kyler bränslet och skärmar av strålningen, cirkuleras i ett slutet system genom värmeväxlare och reningsfilter.

Anläggningen som togs i drift 1985 är byggd för att drivas i cirka 60 år. För att upprätthålla säkerheten måste personal hela tiden finnas på plats för att övervaka och underhålla systemen. Cirka 100 personer behövs för att driva CLAB.

4.7.1 Förlängd lagring i CLAB

För att belysa konsekvenserna av nollalternativet har möjligheterna att lagra bränslet i CLAB under 100–200 år undersökts /4-27/. En grundläggande förutsättning i studien är att driften och underhållet av anläggningen håller samma kvalitet som i dag. En annan förutsättning är att infrastrukturen runt CLAB, det vill säga el- och vattenförsörjning, avfallshantering etc finns tillgänglig.

Byggnadskonstruktionerna inom lagringsdelen beräknas ha en livslängd på cirka 200 år. Ett uppföljningsprogram som kan visa behov av reparation och förnyelse



Figur 4-8. Nollalternativet innebär att bränslet lagras i CLAB (ovanjordsdelen i förgrunden) vid Oskarshamns kärnkraftverk under en obestämd framtid.

Stråldos anges i millisievert (mSv). Naturlig bakgrund i Sverige är cirka 1 mSv/år

Kontaminering
Radioaktiv
nedsmutsning

av vissa delar skulle dock krävas. Bergförstärkningar kan inte med dagens kunskap förutsägas ha en livslängd på 200 år. Detsamma gäller infästningsbultar för innertak och installationer. Här kommer att behövas ett uppföljningsprogram och utbyte av vissa delar. Installationer och hanteringsutrustning har i regel begränsad livslängd, men kan bytas ut och moderniseras. Detsamma gäller el- och kontrollutrustning. Modernisering och byte av komponenter görs kontinuerligt i CLAB redan i dag.

Under förutsättning att kvaliteten på vattnet uppfyller gällande specifikationer bedöms bränslet kunna lagras i vatten under lång tid utan att ta skada. Erfarenheter och forskning saknas dock för att bedöma konsekvenserna av en lagring bortom 100–200 år.

I studien finns även en analys av tänkbara missöden vid förlängd lagringstid i CLAB. Analysen visar att konsekvenserna för omgivningen av missöden under en förlängd lagringstid minskar med tiden. Samtidigt ökar tidsmarginalerna för att åtgärda inträffade driftstörningar. Orsaken till detta är att bränslets aktivitet avklingar med tiden, och att värmeavgivningen därmed avtar. Även svårare missöden, som kunde bli en konsekvens av åldring, får därigenom begränsade omgivningskonsekvenser.

Sammantaget kan vi förutsätta att CLAB med vissa renoverings- och moderniseringsinsatser, och så länge vi har det samhälle som vi har i dag, kan drivas vidare på ett säkert sätt i 100 år eller mer.

4.7.2 Övergivet CLAB

Vad händer om anläggningen måste överges i samband med till exempel krig eller miljökatastrofer? Även om till exempel viktiga pumpar skulle stanna dröjer det cirka en månad innan vattnet i bassängerna har avdunstat så mycket att bränslet friläggs. Men har man till dess inte fyllt på mer vatten så kan temperaturen bli så hög att bränslet skadas. Stråldoserna kan då i värsta fall bli förhållandevis höga (storleksordningen 10–100 mSv/år /4-28/).

CLAB kan bara torrläggas om mer vatten avdunstar på grund av uppvärmningen från bränslet än vad som strömmar in i anläggningen från det omgivande berget. Efter cirka 250 års lagring har bränslets resteffekt minskat så mycket att vattnet inte avdunstar så att bränslet friläggs. Tidpunkten när CLAB överges är alltså avgörande för vilka konsekvenserna blir. Det har också betydelse om anläggningen måste överges omedelbart eller om man får en viss förvarning och därigenom kan vidta åtgärder för att lindra konsekvenserna för omgivningen.

En allvarlig konsekvens av ett övergivet CLAB är att anläggningen skulle komma att kontamineras i sådan utsträckning att ett återtagande av kontrollen och ett omhändertagande av bränslet vid en senare tidpunkt skulle bli svårt. Att återta bränslet från ett övergivet CLAB skulle med andra ord bli en besvärlig och riskfylld uppgift.

4.7.3 Konsekvenser av nollalternativet

Nollalternativet innebär på kort sikt att CLAB drivs vidare på samma sätt som i dag och att åldrande anläggningsdelar byts ut vid behov. Miljö-, säkerhets- och strålskydds krav uppfylls så länge övervakning och kontroll upprätthålls. Vi kan dock varken förvänta oss eller begära att kommande generationer ska avsätta resurser för övervakning och underhåll långt in i framtiden. Om övervakningen och kontrollen av någon anledning upphör kan konsekvenserna bli allvarliga.

En risk om mellanlagringen i CLAB förlängs och inga ytterligare åtgärder vidtas för att ta hand om det använda bränslet, är att vi förlorar den kompetens som byggts upp för att ta hand om använt kärnbränsle på ett långsiktigt säkert sätt. Det gäller både teknisk-vetenskaplig expertis hos myndigheter och SKB, och

allmän kunskap hos beslutsfattare i regering och kommuner och bland allmänheten. KASAM anser i sitt yttrande över SKB:s FUD-program 98 /4-29/:

”Redan en förlängd mellanlagring i avvaktan på att nya kunskaper och ny teknologi skall leda till bättre metoder kan få en allvarlig konsekvens. Utvecklingen av en fruktbar idé till en mogen, utprovad teknik tar decennier, när tekniken skall fylla de anspråk som ställs på hantering och slutförvaring av högaktivt avfall. Under tiden hinner den kompetens inom kärnavfallsområdet som nu finns hos myndigheter, kärnkraftföretag, SKB, universitet och konsulter att skingras. Om dessutom kärnkraften avvecklats under tiden och avfallsarbetet satts på sparlåga blir arbetsområdet ointressant och får ingen nyrekrytering. Engagemang, överblick och detaljkunskaper finns nu. Att riskera att avveckla denna resurs är ett dåligt alternativ.”

4.8 Internationell översikt

SKI anger i sin rapport /4-30/ att SKB bör ta fram en internationell översikt av omhändertagande av använt kärnbränsle och högaktivt avfall från upparbetning: ”En fördjupad och breddad historik över metodvalet och granskningen av detta bör publiceras i en separat rapport som förklarar skeendet på ett pedagogiskt sätt för breda kretsar i samhället. Även den internationella utvecklingen bör presenteras på liknande sätt i en separat rapport.” Den senare av dessa finns i /4-31/, vars innehåll sammanfattas i detta avsnitt. Den fördjupade och breddade historiken ges i /4-14/.

De länder som ingår i översikten är USA, Japan, Ryssland, Kanada, Frankrike, Finland, Schweiz, Spanien, Storbritannien och Tyskland, se tabell 4-2.

Alla de nämnda länderna planerar för geologisk förvaring av använt kärnbränsle eller högaktivt avfall från upparbetning. Valet av metod och geologiska formationer skiljer sig dock. Underjordiska forskningslaboratorier har anlagts på en rad platser i olika berggrund. Det finns några platser som pekats ut som kandidater för geologiska förvar: Olkiluoto i Finland, Yucca Mountain i USA och Gorleben i Tyskland. Det sistnämnda är numera politiskt ifrågasatt.

I Frankrike, Storbritannien och Ryssland finns upparbetningsanläggningar, och Japan planerar att starta en sådan år 2005. Kraftföretag i Japan, Schweiz, Belgien, Nederländerna och Tyskland låter upparbeta en del av sitt bränsle i Frankrike eller Storbritannien. USA, Kanada, Finland och Spanien planerar för direkt deponering av det använda kärnbränslet.

Ansvarsfördelningen mellan aktörerna i avfallsfrågan skiljer sig åt. I en del länder, till exempel USA och Tyskland, har statliga organ i uppgift att ta hand om det använda kärnbränslet. I andra har kärnkraftproducenterna ansvaret, direkt eller via samägda bolag som i Sverige och Finland.

Tabell 4-2. Kärnkraftreaktorer och installerad elektrisk effekt (oktober, 2000)

| | Antal reaktorer | Installerad effekt (tusen megawatt) |
|----------------|-----------------|--|
| USA | 103 | 96 |
| Frankrike | 59 | 63 |
| Japan | 52 | 43 |
| Tyskland | 19 | 21 |
| Ryssland | 29 | 20 |
| Storbritannien | 35 | 13 |
| Kanada | 14 | 10 |
| Sverige | 11 | 9,4 |
| Spanien | 9 | 7,7 |
| Schweiz | 5 | 3,2 |
| Finland | 4 | 2,6 |

Finland är det land som har kommit längst i lokaliseringen av ett geologiskt förvar. Tekniken är baserad på den svenska KBS-3-metoden. Den finska regeringen förväntas under våren 2001 fatta ett principbeslut huruvida Olkiluoto (se avsnitt 9.6) är en lämplig plats för djupförvaret. Andra länder där lokaliseringsprocessen pågår är USA, Frankrike och Sverige.

4.8.1 Upparbetning

Upparbetning i industriell skala sker idag främst vid anläggningarna i La Hague i Frankrike, Sellafield i Storbritannien och Majak i Ryssland. I La Hague behandlas utländskt bränsle från Belgien, Nederländerna, Schweiz, Tyskland och Japan. De två senare utnyttjar även Sellafield. Japan har en demonstrationsanläggning i Tokai. Den stängdes 1997 efter en olycka, men sommaren 2000 återupptogs driften på prov. En anläggning i full skala håller på att byggas och beräknas kunna tas i drift år 2005.

Tendensen i Europa är att man överger upparbetning till förmån för direktdeponering av använt kärnbränsle i geologiska formationer. Sjunkande världsmarknadspriser på uran har gjort upparbetning olönsam. Det är i dag inte heller lönsamt att använda MOX-bränsle.

Utvecklingen innebär sammantaget att den relativa andelen av det använda bränsle som upparbetas kommer att sjunka. De länder som håller fast vid upparbetning gör det för att få större flexibilitet i kärnbränsleförsörjningen. Ambitionen är att i framtiden kunna utnyttja energiråvaran i nya avancerade reaktorsystem.

4.8.2 Transmutation

För att transmutation ska kunna tillämpas i industriell skala krävs att ny upparbetnings- och reaktorteknik utvecklas vilket kräver stora insatser av både tid och pengar. Det är något som bara stora länder eller EU kan klara av. För närvarande finns det nationella forskningsprogram om transmutation i Frankrike och Japan. EU:s program är begränsat till viss orienterande forskning och utveckling. På senare år har dock insatserna när det gäller acceleratordrivna system ökat.

I USA utvecklas en accelerator med hög effekt som kommer att kunna användas för transmutation av långlivat avfall. Mindre forskningsprogram pågår i det europeiska forskningscentrumet CERN samt i Nederländerna, Sverige, Tyskland, Spanien, Kina och Indien. Spanien har dock i sin senaste forskningsplan aviserat en ökad satsning på tekniken.

4.8.3 Geologisk förvaring

En allmän tendens är att forskningen om geologisk förvaring i de olika länderna lämnat stadiet av allmän kunskapsuppbyggnad och metodutveckling, och gått in i en fas med mer tillämpad forskning och utveckling.

Typ av berggrund

Det går att bygga säkra förvar i en rad olika geologiska formationer, till exempel lera, salt, granit eller vulkaniska bergarter. Underjordiska laboratorier har byggts i alla dessa typer av formationer. Valet av berggrund styrs av tillgången i respektive land.

Länder som Frankrike, Spanien och Schweiz undersöker möjligheten att bygga djupförvar i olika typer av lerformationer. Främst är det lerans förmåga att hålla kvar radioaktiva ämnen och hindra vatten från att tränga in som gör att den är lämplig för att förvara använt kärnbränsle eller annat högaktivt avfall. En annan lämplig egenskap är att leran är plastisk, vilket gör att den kan ta upp krafter från omgivningen.



Figur 4-9. Yucca Mountain i Nevadaöknen planeras bli platsen för slutförvaring av USA:s använda kärnbränsle.

Även salt är ett plastiskt material. Bristen på grundvatten och sprickor i saltformationer gör att transport av radioaktiva ämnen går mycket långsamt. Världens första slutförvar för långlivat avfall är byggt i en saltformation. Det är den så kallade WIPP-anläggningen i USA, där avfall från kärnvapenprogrammet slutförvaras. I Tyskland är en saltdom i Gorleben utpekad som en tänkbar slutförvaringsplats för använt kärnbränsle och högaktiva rester från upparbetning. Även Spanien har undersökt saltformationer.

Länder som Sverige, Kanada och Finland planerar att bygga sina slutförvar i granit. Sverige, Kanada och Schweiz har byggt underjordiska laboratorier. I Frankrike pågår sökandet efter en lämplig granitformation för att bygga ett sådant. Den största skillnaden jämfört med de förvar som byggs i lera eller salt är att här behövs en buffert av lera som kan ta upp små rörelser i berget och förhindra vattenströmning runt kapslarna.

USA planerar att bygga sitt slutförvar i en formation av tuff, se figur 4-9. Förvaret ligger ovanför grundvattennivån. Om platsen kan visas lämplig kommer USDOE år 2001 att rekommendera att ett slutförvar byggs där. En tillståndsansökan kommer att lämnas in till NRC påföljande år. Enligt nuvarande planer skulle förvaret kunna tas i drift tidigast år 2010.

Val av plats

I Ryssland pågår ett program med en översiktsstudie för att finna passande områden för geologiska förvar. Undersökningar genomförs på de platser där stora mängder radioaktivt avfall finns lagrade. Både förglasat och flytande avfall ska deponeras på fyra kilometers djup. Ryssland har sedan 1972 injekterat bland annat högaktivt flytande avfall i berg på 450 meters djup. Metoden innebär att avfallet pumpas ner under tryck direkt ut i genomsläppliga lager av sandsten, som är isolerade från omgivningen av tjocka lerlager.

I Kanada planerar man deponering av använt kärnbränsle i granit med en metod som är mycket lik den svenska. 1989 tillsatte den kanadensiska regeringen en oberoende panel med uppgift att granska förvarskonceptet och platsvalet. Panelen konstaterade att konceptet håller rent tekniskt, men att det inte finns något

WIPP
Waste Isolation
Pilot Plant

Tuff
Bergart bestående
av packade
vulkaniska sediment

USDOE
U.S. Department
of Energy

NRC
Nuclear Regulatory
Commission

Ryssland

Kanada

folkligt stöd för att genomföra projektet. Panelen rekommenderade regeringen att inrätta en ny oberoende myndighet och att förändra lokaliseringsprocessen så att den tar mer hänsyn till den allmänna opinionen. Regeringen beslöt att ansvaret för slutförvaringen av det använda kärnbränslet är producenternas och att kraftbolagen bör bilda ett separat bolag som ska ha hand om alla aspekter som rör slutförvaring av radioaktivt avfall.

Frankrike

I Frankrike började ANDRA, det statliga företaget som har till uppgift att slutförvara de högaktiva resterna från upparbetningen, redan på 1980-talet med geologiska översiktsstudier. År 1983 pekades 30 möjliga områden i olika geologiska formationer ut. Fyra platser valdes och undersökningar påbörjades. Allmänhetens protester blev emellertid så starka att verksamheten avbröts och lagen ändrades.

En ny lag, som trädde i kraft 1991, poängterade att fortsatta insatser skulle baseras på frivillighet. Preliminära undersökningar har nu gjorts i tre områden: med lersten, lera och granit täckt av sediment. I juni 1999 fick ANDRA tillstånd av regeringen att etablera ett berglaboratorium i lersten. Det görs också försök att finna en ny plats i granit. Samtidigt pågår forskning om mellanlagring under mycket lång tid nära marknivån (övervakad lagring) och om transmutation. Senast år 2006 ska det finnas tillräckligt underlag, för alla dessa tre alternativ, för regeringens och parlamentets beslut om hur det högaktiva avfallet ska tas om hand.

Finland

I Finland inledde 1980 det finska kraftbolaget TVO, som äger kärnkraftverket i Olkiluoto, geologiska översiktsstudier. Under 1993 kom platsundersökningar igång i tre kommuner (Euraåminne där Olkiluoto ligger, Romuvaara och Kivetty). Senare kom även Lovisa kommun in i bilden. Alla platserna ligger i granitformationer. Förvaringen baseras på KBS-3-metoden.

Posiva Finlands motsvarighet till SKB

De geologiska undersökningarna kompletterades med ett program för miljökonsekvensbeskrivningar och en säkerhetsanalys. Dessa lämnades in till regeringen 1998. Säkerhetsanalysen visade att alla de fyra platserna klarade säkerhetskraven. I maj 1999 tecknade Posiva kontrakt med Euraåminne kommun i vilket man förband sig att bygga ett förvar i anslutning till kärnkraftverket i Olkiluoto, under förutsättning att regeringen och myndigheterna gav sitt tillstånd. Därefter lämnade Posiva in en ansökan med en miljökonsekvensbeskrivning för var och en av de fyra platserna, men pekade ut Olkiluoto som förstahandskandidat.

För att slutförvaret ska kunna börja byggas krävs ett principbeslut av den finska regeringen. Förutsättningen för att ett sådant ska bli positivt är att både strålsäkerhetscentralen STUK och den aktuella kommunen tillstyrker. Riksdagen ska sedan godkänna regeringens beslut. Kommunfullmäktige i Euraåminne har sagt ja till slutförvaret. Samtidigt konstaterade STUK att det inte finns några säkerhetsmässiga hinder för regeringen att fatta principbeslutet. Beslutet skulle enligt planerna fattas någon gång under år 2000, men har blivit fördröjt eftersom en person i Euraåminne kommun har överklagat det kommunala beslutet. Högsta förvaltningsdomstolen konstaterade i november 2000 att det inte finns någon juridisk grund för överklagandet. Regeringens principbeslut väntas i december 2000 och riksdagens beslut under våren 2001. Om det blir positivt, ska i första skedet ett schakt byggas ner till cirka 500 meters djup. Syftet är att ytterligare bekräfta de uppgifter som kommit fram vid platsundersökningarna. Arbetena tar mellan tre och fyra år i anspråk och kommer enligt planerna att inledas år 2003. Själva deponeringen kan påbörjas år 2020.

Spanien

Spanien avser deponera sitt använda kärnbränsle och de högaktiva resterna från upparbetningen i någon geologisk formation; granit, lera eller salt. Ett program för att finna en lämplig plats startade 1986 med sikte på att ta ett förvar i drift runt 2025. Lokaliseringsprogrammet bestod av översiktsstudier och förstudier, från vilka 30 platser valdes ut.

År 1996 meddelade den spanska genomförarorganisationen Enresa att tidpunkten när förvaret ska tas i drift har skjutits upp på obestämd tid. Enresas senaste allmänna plan skjuter upp allt lokaliseringsarbete till efter 2010. Speciella satsningar ska göras på såväl upparbetning och transmutation som direktdeponering. Ett geologiskt förvar kan tas i drift tidigast någon gång mellan 2035 och 2040.

I Storbritannien har platsvalsprocessen avstannat. I mars 1999 presenterade en kommitté från överhuset en utredning. Där konstaterades att den politik som hittills har förts är för splittrad, och att en ny organisation med uppgift att finna en brett accepterad lösning bör inrättas.

I Tyskland har policyn sedan tidigt 1960-tal varit att alla typer av radioaktivt avfall ska slutförvaras djupt under markytan. Samtidigt påbörjades översiktsstudier för att hitta lämpliga geologiska formationer. Intresset inriktades tidigt mot salt. 1977 utsåg delstatsregeringen i Niedersachsen saltdomen i Gorleben till plats för ett slutförvar.

Den geologiska undersökningen av saltdomen i Gorleben skulle vara klar år 2003. Denna skulle sedan följas av ett uttalande om saltdomen var en lämplig plats för ett förvar och av en säkerhetsanalys. En överenskommelse mellan fyra av kraftbolagen och regeringen innebär dock att programmet försenas. Undersökningarna i Gorleben avbryts och skjuts upp i mellan tre och tio år. Vissa obesvarade frågor när det gäller framtida planering och långsiktig säkerhet måste enligt överenskommelsen först klarläggas.

4.8.5 Ett internationellt förvar?

Några små länder, som Litauen, Belgien och Schweiz, tar ibland upp frågan om att anlägga internationella förvar. Det finns även företag som tagit initiativ till ett sådant samarbete. En viktig grundförutsättning är frivillighet, det vill säga att det inte kan bli tal om något tvång att ta emot andra länders avfall.

De länder som stödjer tanken om ett internationellt förvar har i regel själva små avfallsmängder. Genom att slå ihop både kunskapsresurser och ekonomiska resurser med någon eller några likasinnade nationer menar man att de gemensamma resurserna skulle kunna utnyttjas bättre. Ett internationellt förvar ses också som en möjlighet för ett land som saknar egna lämpliga geologiska formationer att lösa sitt avfallsproblem på ett säkert sätt.

Idéerna om internationella förvar har fått svagt gensvar i de flesta länder. I Sverige finns inget intresse för en sådan lösning.

Storbritannien

Tyskland

5 Metoder för geologisk förvaring

Ett djupförvar enligt KBS-3-metoden har varit huvudalternativet för SKB:s forsknings- och utvecklingsarbete under tjugo år och utgör därför en naturlig referens vid en jämförelse med andra föreslagna metoder för geologisk förvaring.

En värdering av alternativa metoder för geologisk förvaring mot krav i lagar och förordningar visar visserligen att alternativen till KBS-3 kan ha fördelar i vissa avseenden, men vid en samlad bedömning framstår dock KBS-3 som den bästa metoden.

För alternativet djupa borrhål har SKB, i enlighet med regeringens beslut om FUD-program 98, beskrivit inriktning och omfattning av det forsknings- och utvecklingsprogram som skulle krävas för en jämförelse med KBS-3 baserat på ett likvärdigt kunskapsunderlag. SKB anser att det är oklart om detta alternativ kan genomföras i praktiken så att säkerhetskraven kan uppfyllas. Även om detta skulle visa sig möjligt ger alternativet djupa borrhål totalt sett inte säkerhetsfördelar framför KBS-3 som kan motivera tiden och kostnaderna för att genomföra forsknings- och utvecklingsprogrammet.

I första steget av systemanalysen utvärderades olika strategier för att hantera använt kärnbränsle. Genomgången visade att geologisk förvaring är det alternativ som bäst svarar mot ställda krav. I detta andra steg jämförs alternativa system för geologisk förvaring.

För att underlätta en jämförelse har en mer detaljerad kravspecifikation formulerats. Efter en kort beskrivning av varje system utvärderas möjligheterna att finna en lämplig plats, att bygga och driva anläggningen, samt uppnå en god långsiktig säkerhet efter förslutning. I analysen ingår även en bedömning av tid och kostnader för att utveckla och genomföra alternativen, samt möjligheterna att återta det använda kärnbränslet.

5.1 Krav på system för geologisk förvaring

Kravspecifikationen nedan är en tolkning av vad kraven i lagar och föreskrifter samt internationella överenskommelser kan innebära för geologisk förvaring. Resultat från studier inom OECD/NEA /5-1/ har beaktats. Vidare har synpunkter som kommit fram under granskningen av FUD-programmen samt utlåtanden från myndigheter och regering utgjort underlag för specifikationen.

SKI:s förslag till föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnavfall som innehåller specifika krav för slutförvar i berg har beaktats vid formuleringen av säkerhetskrav för geologisk förvaring.

OECD
Organisation for
Economic
Cooperation and
Development

NEA
Nuclear Energy
Agency

5.1.1 Övergripande krav

Av de övergripande kraven är det endast kravet att inte lägga bördor på kommande generationer som kan ge mer precisa jämförelsegrunder för system för geologisk förvaring. En tolkning av kravet är att tiden som det tar att utveckla och genomföra deponeringsmetoden inte bör vara alltför lång.

De etiska aspekterna på när och hur avfallet bör tas om hand har bland annat diskuterats inom OECD/NEA /5-1/ av KASAM /5-2/ och inom ett nationellt MKB-forum på kärnavfallsområdet /5-3, 4/. Man menar å ena sidan att dagens generation inte ska lägga bördor på kommande generationer. Å andra sidan ska nuvarande generation inte begränsa handlingsfriheten för kommande generationer. För system för geologisk förvaring av använt kärnbränsle innebär det att ett förslutet djupförvar inte ska kräva aktivt underhåll eller kontroll. Om kommande generationer så önskar ska det vara möjligt att återta det deponerade bränslet.

5.1.2 Miljökrav

Miljöbalken ställer krav på god hushållning med såväl material och energi som med mark- och vattenområden. Framtida generationer ska i princip kunna utnyttja platsen där förvaret finns till vad som helst. Berggrunden ska vara fri från vad som idag betraktas som naturresurser och förvarsdjupet ska vara tillräckligt för att undvika påverkan av mänskliga aktiviteter på och nära ytan. Vidare bör förvaret utformas så att materialåtgång, energiförbrukning och ingreppen i miljön blir så små som möjligt.

5.1.3 Säkerhetskrav

Ett system för geologisk förvaring ska vara säkert under byggande, drift och efter förslutning. Säkerheten efter förslutning ska upprätthållas av ett passivt barriär-system. Barriärerna kan ha flera funktioner som medverkar till att förhindra och fördröja spridning av radioaktiva ämnen.

För ett förvar djupt nere i berget innebär det att berggrunden bör vara lätt att karakterisera vad gäller egenskaper som är väsentliga för byggbarhet, driftsäkerhet och säkerheten efter förslutning. Vid utformning, byggande och drift ska beprövade material och konstruktionsprinciper användas så långt möjligt. Vidare måste hänsyn tas till det använda bränslets egenskaper så att inte kriticitet uppstår och så att inte värme och strålning från bränslet allvarligt försämrar barriärfunktionerna.

Brister i barriärfunktionerna får inte påtagligt försämma slutförvarets säkerhet. Det betyder att förhållanden, händelser och processer som kan påverka barriärernas funktioner måste identifieras och deras betydelse för den långsiktiga säkerheten utvärderas. Det gäller både påverkan som kan uppstå under byggande och drift, och påverkan som kan inträffa sedan förvaret förslutits och långt in i framtiden.

5.1.4 Strålskyddskrav

Stråldoser ska så långt möjligt begränsas med avseende på teknik, ekonomi och samhälle. Hela hanteringskedjan och doser som kan uppkomma i framtiden ska beaktas och vägas samman.

Under byggande och drift ska systemet genom olika tekniska och administrativa åtgärder utformas med hänsyn till strålskyddskraven.

För att kunna beräkna eller gränssätta framtida stråldoser från ett förslutet förvar krävs att framtida förändringar av barriärerna och deras betydelse för eventuella utsläpp av radioaktiva ämnen ska gå att uppskatta.

5.1.5 Krav på icke-spridning av kärnämne och kärnavfall

Frågor i anslutning till safeguards för slutförvar för radioaktivt avfall och använt bränsle har diskuterats inom IAEA /5-5/. Möjligheterna att på ett säkert sätt övervaka att klyvbart material inte kommer på avvägar ska övervägas vid förvars-utformning, lokalisering och drift. IAEA anser att även ett förslutet förvar behöver safeguards.

Den minsta enhet som kan kontrolleras förändras successivt under hanteringen. Fram till dess att det använda bränslet kapslats in är det möjligt att kontrollera enskilda bränsleelement och enskilda bränslestavar. Därefter är kapseln minsta kontrollerbara enhet. När ett deponeringsområde förslutits försvinner även möjligheten att kontrollera enskilda kapslar. Man får då inrikta kontrollen på att kapslar inte förs ut ur slutförvaret. När förvaret förslutits ska kontrollen säkerställa att det inte öppnas igen, eller att det nås via närliggande berganläggningar.

5.2 System för geologisk förvaring

Den anläggning som framför allt styr utformningen av anläggningarna i ett system för geologisk förvaring är själva förvaret. Jämförelsen av system för geologisk förvaring fokuseras därför på alternativa metoder att utforma ett förvar. De tekniska lösningar för ett förvar i kristallint berg som studerats i Sverige är KBS-3, mycket långa tunnlar, WP-Cave och djupa borrhål.

Ett geologiskt förvar har två säkerhetsfunktioner. Den första är att isolera det använda kärnbränslet. Den andra är att fördröja utsläppet av radioaktiva ämnen om isoleringen till någon del skulle gå förlorad. Isoleringen åstadkoms genom att det använda bränslet placeras i täta kapslar. Med fördröjning menas att tiden som det tar för radioaktiva ämnen att transporteras från förvaret till markytan görs så lång att radioaktiviteten hinner avklinga helt eller till låga nivåer innan de når människan eller hennes omgivning.

Berget ska ge en naturlig barriär som skyddar de tekniska barriärerna samtidigt som den fördröjer transporten av eventuellt utläckta radioaktiva ämnen till biosfären. En väl vald plats i det svenska urberget förväntas ha låg vattengenomsläpplighet och generellt sett låg vattenomsättning. De kemiska förhållandena på förvarsdjup förväntas vara stabila, med grundvatten som är fritt från syre. Det går att finna kapselmateriell, till exempel koppar, som är långsiktigt korrosionsbeständiga i denna miljö. Berget erbjuder också en mekaniskt stabil omgivning. De geologiska förhållandena ger förutsättningarna för utformningen av berganläggningar och de tekniska barriärerna.

Temperaturen är en viktig faktor vid utformningen av ett förvar. De tekniska barriärernas funktion över tiden blir lättare att visa om de högsta temperaturerna i förvaret (nära kapselytan) ligger under kokpunkten. Temperatur i och runt en kapsel beror på dess innehåll av radioaktiva ämnen, kapselns storlek samt hur de övriga tekniska barriärerna utformats. Det omgivande bergets temperatur och värmeledningsförmåga och hur tätt kapslarna deponeras i bergvolymen påverkar också temperaturen i förvaret.

Förvarsdjupet ska vara så stort att de förändringar, både naturliga och mänskligt orsakade, vi kan förvänta oss på ytan inte påverkar förvaret. Temperatur och bergspänningar ökar med djupet och grundvattensammansättningen förändras, vilket påverkar förutsättningarna för att bygga förvaret.

Förvarsdjupet i KBS-3, mycket långa tunnlar och WP-Cave är maximalt cirka 700 meter. Dessa förvar byggs i tunnelsystem från vilket det finns omfattande erfarenheter i Sverige. I det fjärde alternativet – djupa borrhål – är förvarsdjupet betydligt större, flera tusen meter.

IAEA

International Atomic Energy Agency
FN:s atomenergiorgan, svarar bl a för internationell övervakning av klyvbart material

KBS-3

Avfallet deponeras i ett system av kortare tunnlar på cirka 500 meters djup

Mycket långa tunnlar

Avfallet deponeras i ett fåtal parallella flera kilometer långa tunnlar

WP-Cave

Avfallet placeras tätt i en begränsad bergvolym omgiven av en tjock buffert. Vattenomsättningen minskas genom tekniska åtgärder

Djupa borrhål

Avfallet deponeras i flera tusen meter djupa borrhål

Bentonitlera

Mjuk lera som sväller vid upptag av vatten

5.2.1 KBS-3

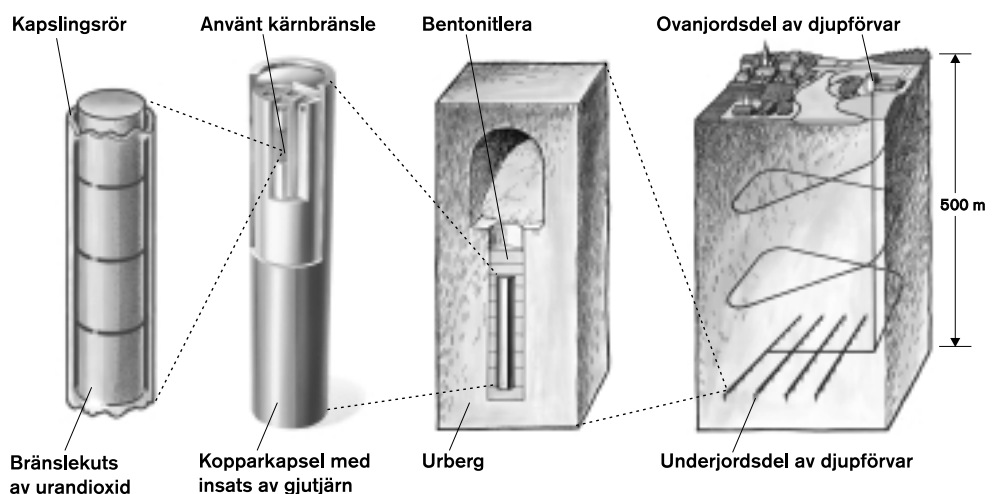
KBS-3 är SKB:s huvudalternativ för omhändertagande av använt kärnbränsle. För detta alternativ finns det ett omfattande underlag. KBS-3 används därför här som referens vid jämförelsen av alternativen. Förkortningen KBS står för kärnbränslesäkerhet. Det var namnet på det projekt som hade till uppgift att visa att det använda bränslet kunde tas omhand på ett säkert sätt inför drifttagningen av de svenska kärnkraftverken. Projektet tog fram tre huvudrapporter. Den tredje av dessa, KBS-3, ingick i tillståndsansökan inför laddningen av reaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3. KBS-3 gav därigenom namnet på den metod för deponering av använt kärnbränsle som då föreslogs.

I referensutformningen består förvaret av ett system av tunnlar på cirka 500 meters djup. Från ytan leder en ramp och/eller ett schakt ned till ett förvarsområde med transport- och deponeringstunnlar. Kapslar med använt kärnbränsle placeras i vertikala hål i botten av deponeringstunnlarna och omges av en buffert av bentonitlera. Placeringen av deponeringstunnlarna, liksom det inbördes avståndet mellan deponeringshål, bestäms med hänsyn till kravet att temperaturen på kapselytan inte får vara högre än 100 °C. Isoleringen och fördröjningen i ett KBS-3-förvar åstadkoms med ett system av barriärer, se figur 5-1.

Isoleringen åstadkoms direkt av kopparkapseln. Bufferten bidrar indirekt till isoleringen genom att den håller kapseln på plats och hindrar korroderande ämnen att komma in till kapseln. Även berget bidrar till isoleringen genom att det erbjuder en stabil kemisk och mekanisk miljö för kapslarna och bufferten.

Samtliga barriärer bidrar till förvarets fördröjande funktion. Även en delvis skadad kopparkapsel kan effektivt bidra till fördröjningen genom att försvåra in- och utflöde av vatten. Lerbufferten har en förmåga att hålla kvar många av de långsiktigt farligaste radionukliderna genom att dessa fastnar på lerpartiklarnas ytor. Berget bidrar genom låg vattenomsättning. Dessutom fastnar radionuklider på sprickytor och/eller tränger in i mikrosprickor med stillastående vatten. Även bränslet självt ger ett viktigt bidrag till fördröjningen. Det består av ett svårslösligt keramiskt material. Många av de långlivade nukliderna är dessutom svårslösliga i vatten.

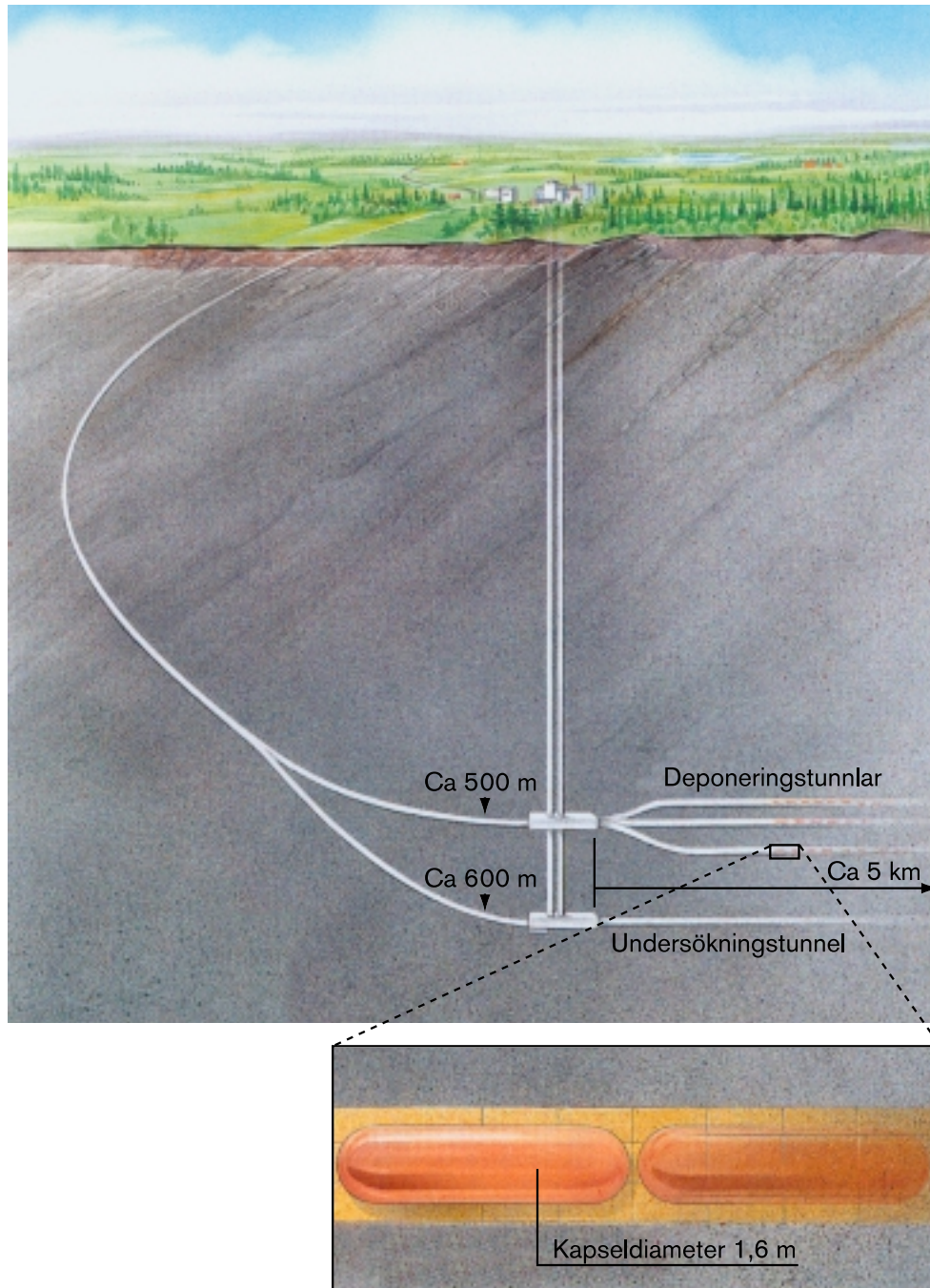
Flera systemvarianter är tänkbara både vad gäller detaljerad utformning av kapsel, återfyllnadsmaterial och förvar. Den handlingsfrihet som ännu finns i dessa avseenden redovisas i avsnitt 6.4.



Figur 5-1. Geologisk förvaring enligt KBS-3-metoden.

5.2.2 Mycket långa tunnlar

Mycket långa tunnlar är en metod som är utformad med tanke på en lokalisering av förvaret i berggrunden under havsytan /5-6/. Säkerhetsprinciper, barriärer och material är samma som i KBS-3, men den tekniska utformningen är annorlunda. Förvaret består av tre parallella cirka fem kilometer långa tunnlar på cirka 400–700 meters djup. Kapslar med använt kärnbränsle placeras horisontellt direkt i deponeringstunnlarna och omges av en buffert av bentonitlera, se figur 5-2. Det som framförallt skiljer metoden från KBS-3 är den horisontella deponeringen och att kapseln är större.

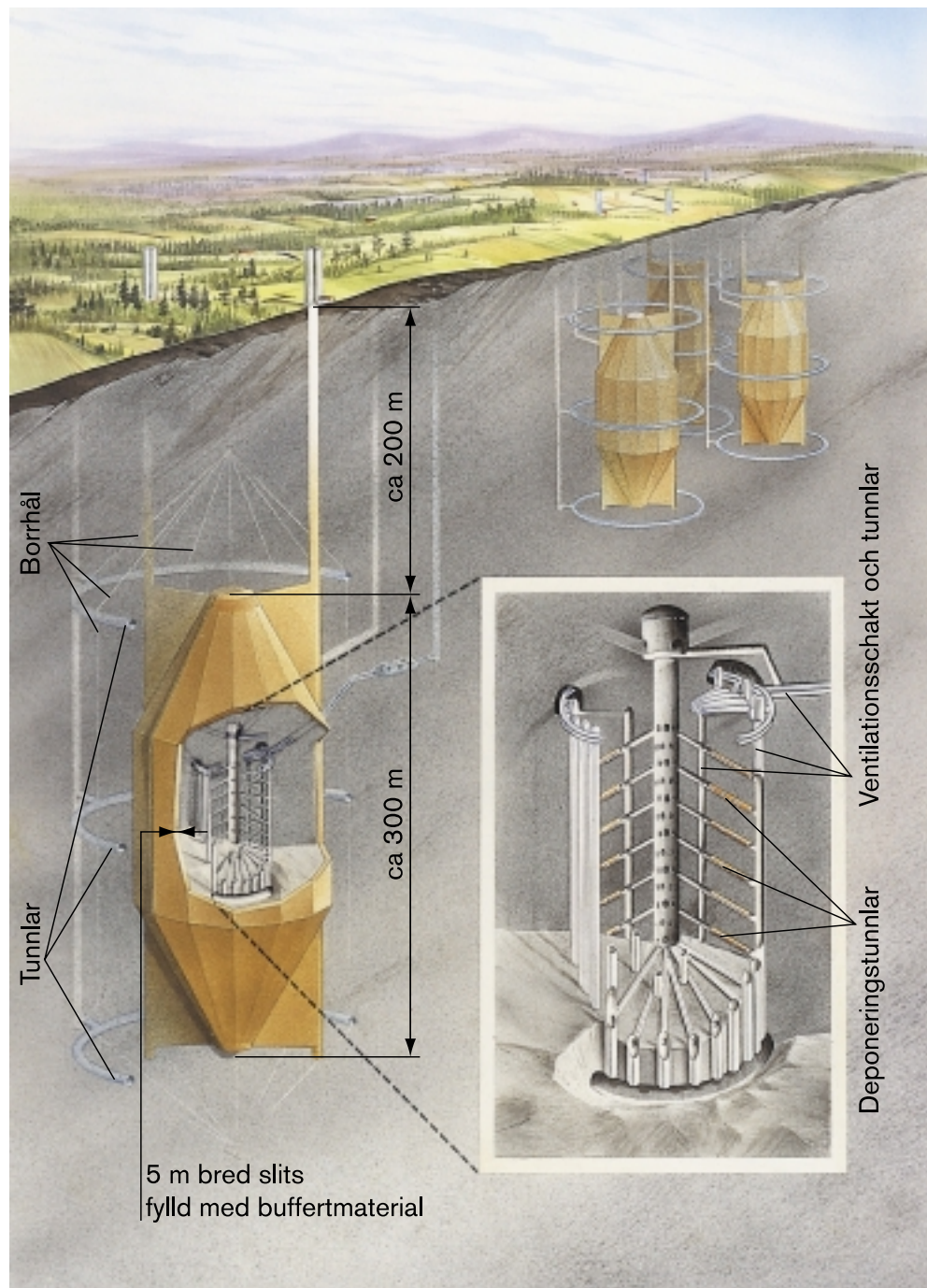


Figur 5-2. Geologisk förvaring i mycket långa tunnlar.

5.2.3 WP-Cave

WP-Cave är ett förslag på förvarsutformning, framtaget av företaget WP-system, som lämnades till SKB under 80-talet. Syftet med WP-Cave är att genom tekniska åtgärder bli mindre beroende av bergets egenskaper, och därmed underlätta en lokalisering.

Konceptet innebär att inkapslat använt bränsle deponeras tätt i en begränsad bergvolym som i sin helhet omges av en 5 meter tjock buffert. Förvarsområdet utgörs av flera våningar av tunnlar som utgår från ett centralt schakt, ungefär som ekrarna i ett hjul. Utanför bufferten arrangeras en så kallad hydraulisk bur, ett system av tunnlar och borrhål som leder grundvattnet runt förvarsområdet. För att rymma bränslet efter 40 års drift av kärnkraftverken /5-7/ krävs 9-10 förvarsenheter av den typ som visas i figur 5-3.



Figur 5-3. Geologisk förvaring enligt WP-Cave-metoden.

Koncentrationen av bränslet till en mindre bergvolym medför höga temperaturer. För att temperaturen inte ska bli för hög krävs att förvaret hålls öppet för luftkylning under en inledande period av cirka 100 år. Förvaret och dess kylning medger att även nyligen uttaget bränsle kan placeras i förvaret. Därmed behövs inget mellanlager.

Säkerheten bygger främst på de tekniska barriärerna. I den föreslagna utformningen är kapslarna gjorda av stål. Om isoleringen bryts utgör återfyllnads-materialiet i deponeringstunnlarna och berget som omger kapslarna en första barriär mot radionuklidtransport. Bufferten hindrar transport av radionuklider ut från deponeringsvolymen, och den hydrauliska burens minskar vattenomsättningen i förvaret.

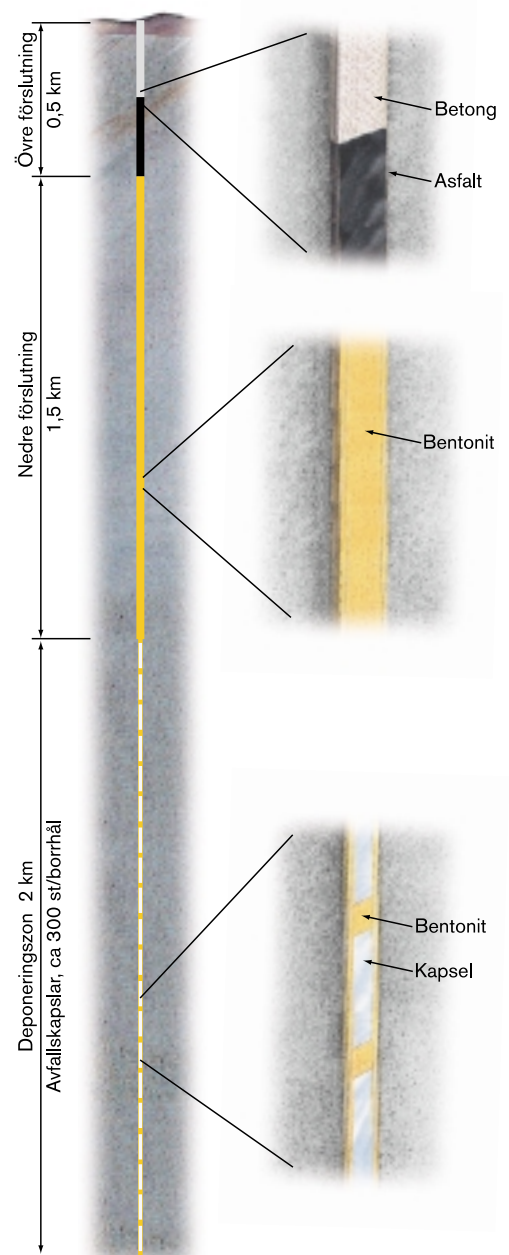
5.2.4 Djupa borrhål

Djupa borrhål är det alternativ som skiljer sig mest från KBS-3. På stort djup, flera tusen meter, är vattnet mycket salt och bergets vattengenomsläpplighet bedöms vara liten. Det salta grundvattnet antas vara i princip stillastående under mycket långa tider, upp till miljontals år. Den låga vattengenomsläppligheten och den höga salthalten bidrar till att vattenutbytet med vattenytan är mycket litet. För ett förvar på stort djup är detta en potentiell fördel gentemot förvar på mindre djup. Ett stort förvarsdjup försvårar också mänskligt intrång.

På stort djup är dock bergspänningar och temperatur höga. Dessa egenskaper och den höga salthalten gör att en placering av ett förvar för använt kärnbränsle på stort djup är förknippad med svårigheter. För att komma ned till flera tusen meters djup är byggande av tunnlar inte realistiskt. En förvarsutformning med djupa borrhål framstår som det enda tänkbara alternativet. Detta alternativ har utretts av SKB i flera studier sedan slutet av 80-talet /5-8, 9/.

I referensutformningen består förvaret av cirka 40 borrhål som är cirka 4 000 meter djupa. Avståndet mellan borrhålen är cirka 500 meter. Avståndet bestäms av bränslets värmeutveckling och av att borrhålen tillåts avvika någon eller några grader från vertikalriktningen. Borrhålsdiametern är 1,4 meter ned till cirka 2 000 meters djup och därefter 0,8 meter /5-10/. Kapseln är i referensutförandet tillverkad av titan med betongfyllning, men även andra alternativ är möjliga. Kapslarna deponeras ovanpå varandra i borrhålet på ett djup mellan 2 000 och 4 000 meter, och omges av en buffert vars primära syfte är att fixera kapseln i förhållande till det omgivande berget. Det föreslagna utförandet visas i figur 5-4.

Liksom övriga koncept har metoden två säkerhetsfunktioner, isolering och fördröjning. Isoleringen åstadkoms genom en tät kapsel som är dimensionerad att förbli intakt i minst 1 000 år. Höga bergspänningar och salthalter innebär att man inte kan anta att kapseln och bufferten förblir intakta under längre tid. Den viktigaste säkerhetsfunktionen är därför att fördröja transporten av radioaktiva ämnen till markytan. Fördröjningen åstadkoms framförallt av berget och det stora förvarsdjupet. Berget utgör därmed den huvudsakliga barriären.



Figur 5-4. Geologisk förvaring i djupa borrhål.

5.3 Värdering mot kraven

Alternativen för geologisk förvaring har jämförts med utgångspunkt från de krav som formulerades i avsnitt 5.1.

5.3.1 Överensstämmelse med övergripande krav

Kravet att inte lägga bördor på kommande generationer tolkades i avsnitt 5.1 som att tiden som det tar att utveckla och genomföra deponeringsmetoden inte bör vara alltför lång. En vidare uttolkning av detta krav är att kommande generationer, om de så önskar, ska kunna återta det deponerade bränslet.

Tid för utveckling

KBS-3 är väl utvecklat och moget att gå över i en genomförandefas. Mycket långa tunnlar har så stora likheter med KBS-3 att även ett sådant förvar bedöms kunna realiseras på relativt kort sikt. WP-Cave kräver kunskapsuppbyggnad för att visa om den långsiktiga säkerheten kan klaras. Djupa borrhål kräver teknikutveckling för platsundersökning och genomförande, se avsnitt 5.4. Vidare krävs kunskapsuppbyggnad för att kunna analysera den långsiktiga säkerheten och att identifiera faktorer med betydelse för säkerheten som måste klarläggas vid platsundersökningen. Man kan inte ta för givet att den nedlagda tiden för kunskapsuppbyggnad och teknikutveckling leder fram till säkra och genomförbara system.

Återtag

Så länge förvaret är öppet är återtag av enstaka kapslar enklare för KBS-3 och WP-Cave än i de andra två alternativen, eftersom kapslarna här deponerats en och en respektive två och två. I båda alternativen kan i stor utsträckning samma utrustning som användes vid deponeringen utnyttjas.

I mycket långa tunnlar och djupa borrhål måste man lyfta ut samtliga kapslar som har deponerats efter den kapsel som man önskar återta. Särskild utrustning för återtag måste tas fram.

Efter förslutning bedöms tunnelalternativen (KBS-3, mycket långa tunnlar och WP-Cave) vara i stort sett likvärdiga med avseende på möjligheterna till återtag. Ett återtag ur djupa borrhål är tekniskt och strålskyddsmässigt svårare att genomföra.

5.3.2 Miljöpåverkan

Alternativen för geologisk förvaring har jämförts vad gäller restriktioner för den framtida användningen av förvarsplatsen och vad gäller miljöpåverkan i bygg- och driftskedet.

Restriktioner för framtida användning

När förvar baserade på KBS-3, mycket långa tunnlar eller WP-Cave har förslutits är djupborrning och byggande av stora berganläggningar till stort djup inte lämpligt. Sådana aktiviteter är troligen inte heller lämpliga i närheten av ett förvar i djupa borrhål eftersom de kan skada pluggningen av borrhålen. Sannolikheten att oavsiktligt borra igenom en kapsel och exponeras för bränslet är, baserat på dagens erfarenheter, större för tunnelalternativen än för djupa borrhål. Det beror på att det idag är mycket sällsynt med borrhål till stort djup. Sammantaget kan djupa borrhål, tack vare det stora förvarsdjupet, ha fördelar vad gäller framtida restriktioner för den framtida användningen av platsen.

Mark och grundvatten

Markbehovet för djupförvarets ovanjordsdel är minst för ett förvar i mycket långa tunnlar (cirka 0,2 km²) och något större för KBS-3 (cirka 0,3 km²). WP-Cave kräver ett större markområde. Ett förvar i djupa borrhål tar mest mark i anspråk då varje borrhål kräver sin arbetsyta och borrhålen måste spridas utöver en relativt stor yta.

Avsänkningen av grundvattenytan blir störst för WP-Cave till följd av den större utbredningen av förvarets underjordsdel och det längre öppethållandet. Djupa borrhål medför ingen sänkning av grundvattenytan.

Förbrukning av naturresurser

WP-Cave kräver mycket större uttag av berg och mycket större bentonitvolymmer än övriga metoder. Den uttagna bergvolymen är minst i djupa borrhål. Förbrukningen av koppar är av ungefär samma storleksordning för KBS-3, mycket långa tunnlar och djupa borrhål, 35 000–45 000 ton. För WP-Cave saknas vissa data. I samtliga förvar i tunnelsystem används dessutom stora volymer betong, sand med mera.

5.3.3 Säkerhet

Kraven innebär att säkerheten ska vara hög både under byggande, drift och efter förslutning av förvaret. Alternativen har jämförts vad gäller möjligheterna att karaktärisera berggrunden och dess egenskaper med betydelse för säkerheten, samt möjligheterna att använda beprövade material och konstruktionsprinciper. Vidare har barriärernas funktion och möjligheterna att utvärdera dem både nu och i framtiden satts upp som en jämförelsegrund.

Karakterisering av berggrunden

Möjligheterna att vid platsundersökningar karaktärisera berggrunden och de egenskaper som är väsentliga för byggbarhet, driftsäkerhet och långsiktig säkerhet är goda för tunnelalternativen. För djupa borrhål krävs undersökningar ned till cirka 5 000 meters djup. Undersökningsmetoder finns inte tillgängliga och måste därför utvecklas. Ett program för att fastställa vilka egenskaper som ska registreras och för att definiera diskvalificerande faktorer måste tas fram. Jämfört med de andra metoderna måste ett betydligt större område undersökas till ett betydligt större djup. Underjordsdelen i ett förvar baserat på djupa borrhål upptar en yta av cirka 7–10 kvadratkilometer och ett djup av cirka 4 000 meter, mot 1–3 kvadratkilometer respektive 400–700 meter för tunnelalternativen.

Konstruktion och byggande

Förvaren i tunnelsystem kan utnyttja beprövade konstruktionsprinciper vid byggande av berganläggning och tekniska barriärer. Djupa borrhål kräver utveckling av ny teknik för byggande och för deponering av kapslar. KBS-3 och mycket långa tunnlar har en flexibel layout som successivt kan anpassas till information som tillkommer under byggandet. För WP-Cave och djupa borrhål bedöms det inte möjligt att anpassa layouten till information som tillkommer då byggandet påbörjats. I värsta fall får deponeringsområdet/borrhålet överges.

Driftsäkerhet

Störningar och missöden kan inträffa i samband med att kapslar flyttas, lyfts och hanteras på olika sätt. Om missöden eller störningar skulle inträffa kan det vara svårare att arrangera ett gott strålskydd i mycket långa tunnlar och WP-Cave på grund av utrymmesbrist i deponeringstunnlarna. I djupa borrhål är det svårt att inspektera konsekvenserna av ett missöde, till exempel om kapseln gått sönder eller ej. Det kan innebära att det blir svårare att identifiera och vidta lämpliga åtgärder.

I djupa borrhål är visuell besiktning av deponeringen inte möjlig. Hanteringen sker minst två kilometer under markytan i en trycksatt deponeringsvätska. Det kan även bli svårt att konstruera utrustning som medger kontroll att deponeringen har gått rätt till.

Vid en brand eller olycka i mycket långa tunnlar är utrymning svårare än i ett KBS-3-förvar. Driften av ett KBS-3-förvar är enklare och säkrare än för mycket långa tunnlar.

Långsiktig säkerhet

Oavsett utformningen av ett slutförvar är varje bedömning av långtidsfunktionen förknippad med osäkerheter. Dessa måste kunna värderas och kunna visas vara sådana att de inte påverkar en slutsats att förvaret uppfyller säkerhetskraven. Detta är ett grundläggande krav för att få tillstånd att bygga ett slutförvar.

För KBS-3 har påverkan på tekniska barriärer vid realistiska geologiska förändringar analyserats i flera säkerhetsanalyser /5-11, 12, 13/. Analyserna visar att de tekniska barriärerna tillsammans med berget ger tillräcklig säkerhet både nu och långt in i framtiden. Det gäller även vid brister i någon av barriärerna. De osäkerheter som är förknippade med var och en av barriärernas långsiktiga integritet och funktion kompenseras av att barriärerna kompletterar varandra så att helhetsfunktionen kan visas vara tillräcklig.

Ett förvar med mycket långa tunnlar bedöms som likvärdigt med ett förvar baserat på KBS-3 vad gäller säkerhetsfunktioner och barriärer.

I WP-Cave arrangeras genom den hydrauliska buren och bufferten ett bergområde med lämplig miljö att deponera det använda bränslet. Den långsiktiga funktionen av konstruktionerna i WP-Cave bedöms vara svår att visa /5-14/. De höga temperaturerna i WP-Cave innebär också ökade osäkerheter runt flera processer med betydelse för säkerheten.

För djupa borrhål bedöms det inte möjligt att konstruera en buffert och kapsel vars funktion består under lång tid. De påfrestningar som kapseln utsätts för under deponeringen, då den trycks genom en deponeringsvätska ner i det 4 000 meter djupa borrhålet, innebär att man i en säkerhetsanalys måste anta att ett betydande antal kapslar har initiala skador. För de inledande 1 000 åren måste man visa att den förhöjda temperaturen på djupet inte orsakar ett oacceptabelt flöde av radionuklider upp längs borrhålet. I det längre tidsperspektivet måste berget och det stora djupet ensamt visas vara en tillräcklig barriär för att upprätthålla säkerheten. Det är inte möjligt baserat på dagens kunskap, och kan bli svårt även efter genomförande av ett större forskningsprogram.

5.3.4 Strålskydd

Stråldoserna ska hållas så låga som möjligt under hela hanteringskedjan och efter förslutning. För att kunna beräkna framtida doser från ett förslutet djupförvar måste förändringar i berget och de tekniska barriärerna i ett långt tidsperspektiv kunna beskrivas.

Byggande och drift

Vid byggande och drift av tunnelalternativen utsätts byggpersonalen för radon från berggrunden. Det sker inte vid djupa borrhål.

Vid normal drift ger inget av alternativen upphov till någon spridning av aktivitet från avfallet, och dosen till personalen bedöms bli låg. Inte ens vid allvarliga missöden förväntas tunnelalternativen ge upphov till spridning av radioaktivitet. Det kan dock tänkas förekomma vid djupa borrhål.

Vid störningar i själva hanteringen vid deponering kan det vara svårare att arrangera strålskydd för mycket långa tunnlar och WP-Cave än för KBS-3. För djupa borrhål borde det inte vara något problem att arrangera strålskydd vid störningar förutsatt att kapseln inte har gått sönder.

Framtida dosbelastning

Framtida stråldoser från ett KBS-3-förvar har beräknats för olika scenarier, senast i säkerhetsanalysen SR 97, se kapitel 7. De beräknade doserna klarar med god marginal strålskyddskraven.

Ett förvar i mycket långa tunnlar har många likheter med KBS-3. Även om någon säkerhetsanalys inte genomförts kan man förvänta sig att även denna metod uppfyller strålskyddskraven.

För WP-Cave kan det bli svårt att uppfylla strålskyddskraven /5-14/. De höga temperaturerna innebär svårigheter att bedöma konsekvenserna av vissa processer med betydelse för säkerheten. Det kan bli svårt att visa den hydrauliska burens och buffertens funktion i ett långt tidsperspektiv och vid istider. Den stora mängden bränsle som innesluts av en och samma buffert innebär en risk om buffertens funktion skulle vara nedsatt och flera kapslar skulle vara otäta.

För djupa borrhål har ingen säkerhetsanalys genomförts. Kunskapen om bergets egenskaper på stort djup och de tekniska barriärernas utveckling under lång tid är inte tillräcklig. De höga temperaturerna och den höga salthalten innebär osäkerheter vad gäller bränsleupplösning och de radioaktiva ämnenas egenskaper.

5.3.5 Icke spridning av kärnämne och kärnavfall

Möjligheterna att arrangera safeguards bedöms vara goda för alla metoderna. För djupa borrhål kan möjligen den mera omfattande hanteringen ovan jord och den lättare kapseln vara en nackdel i driftskedet. Efter förslutning kan safeguards arrangeras på likartat sätt för samtliga metoder.

Ingen av metoderna förhindrar att det går att komma åt bränslet, men det krävs stora insatser. I tunnelalternativen måste tunnlar eller schakt drivas ned i förvaret, i djupa borrhål måste pluggen borras bort och kapslarna lyftas upp. Det senare bedöms vara svårare och mer riskfyllt än det förra.

5.3.6 Kostnader

Genomgången av olika alternativ är inte fullständig utan en jämförelse av kostnaderna för att genomföra dem. I PASS-studien från 1992 /5-9/, jämfördes kostnaderna för inkapsling och slutförvaring för bland annat KBS-3, mycket långa tunnlar och djupa borrhål. Jämförelsen gjordes efter de principer som används vid de årliga beräkningar av kostnaderna för kärnkraftens avfallshantering som ligger till grund för regeringens beslut om avgifter till kärnavfallsfonden. Beräkningarna visade att de totala kostnaderna för inkapsling och deponering för KBS-3 och mycket långa hål var ungefär lika medan kostnaden för djupa borrhål var avsevärt högre än för KBS-3 (cirka 50–150 procent högre beroende på teknikval).

En annan studie från 1989 /5-14/, kom fram till att de totala kostnaderna för inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle baserat på WP-Cave-konceptet skulle bli mer än 50 procent högre än för motsvarande hantering baserad på KBS-3-metoden.

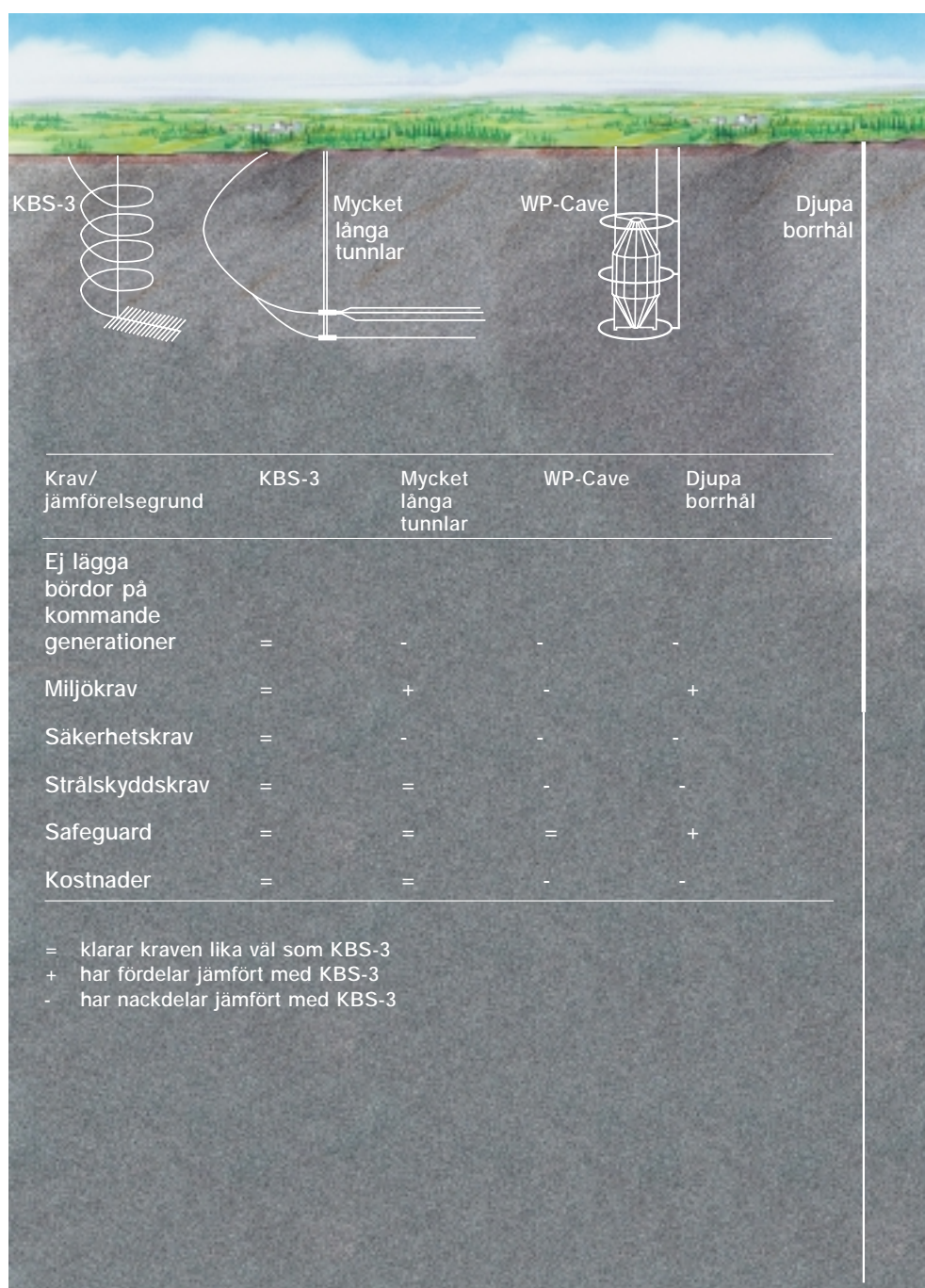
Jämförelserna visar, även om man beaktar de osäkerheter som finns i beräkningarna, att alternativen till ett slutförvar baserat på KBS-3-metoden inte har några kostnads fördelar jämfört med KBS-3-förvaret.

PASS
Projekt
AlternativStudier
för slutförvar

5.3.7 Samlad bedömning

KBS-3-metoden är väl utvecklad och mogen att gå över i en genomförandefas. Jämförelsen med övriga alternativ sammanfattas i figur 5-5. Det är framför allt strålskydd och säkerhet, såväl långsiktigt som under drift, som ger KBS-3 ett försteg framför de andra alternativen.

Mycket långa tunnlar är till stora delar likvärdig med KBS-3 och har en del miljömässiga fördelar. KBS-3 bedöms dock erbjuda bättre säkerhet under drift. Alternativet WP-Cave har tydliga nackdelar jämfört med KBS-3.



Figur 5-5. SKB:s bedömning av olika metoder för geologisk förvaring.

För att kunna klarlägga teknik och utformning och analysera säkerheten för alternativen WP-Cave och djupa borrhål krävs det omfattande kunskapsuppbyggnad och teknikutveckling. Även om ett sådant arbete skulle vara framgångsrikt framstår dessa alternativ inte, vid en samlad bedömning, som mer intressanta. Båda alternativen är förknippade med betydande osäkerhet om och när förvar skulle kunna byggas. Risken finns därmed att omhändertagandet av det använda kärnbränslet blir en fråga för kommande generationer.

5.4 Forsknings- och utvecklingsprogram för djupa borrhål

I sitt beslut angående FUD-program 98 skriver regeringen bland annat:

”Vidare ska alternativet djupa borrhål (slutförvaring i borrhål på flera kilometers djup) belysas med inriktning på omfattning och innehåll i det forsknings- och utvecklingsprogram som behövs för att denna metod ska kunna jämföras med den så kallade KBS-3-metoden på likvärdiga grunder.”

Alternativet djupa borrhål utreddes i PASS-projektet /5-9/. I studien framkom att kunskapen om förvarssystemet djupa borrhål var mindre än för något av de övriga systemen som då jämfördes (WP-Cave ingick inte i studien). Resultaten från PASS-projektet och en senare sammanställning av geologiska förhållanden på stort djup /5-15/ har legat till grund för den nu genomförda utredningen om ett forsknings- och utvecklingsprogram för förvarskonceptet djupa borrhål /5-16/.

5.4.1 Programmets innehåll

Utredningen behandlar kunskapsläget och behovet av forskning och utveckling inom:

- geovetenskap,
- borrhålls- och deponeringsteknik,
- tekniska barriärer och säkerhetsanalys.

Dessutom redovisar utredningen tidsplaner och kostnader.

För att få svar på de geovetenskapliga frågeställningarna behöver man borra pilothål till åtminstone fyra kilometers djup på tre utvalda platser. På dessa platser utvecklas utrustning och metoder för mätning och undersökning. Ett aktivt deltagande i internationella djupborrningsprojekt är nödvändigt.

På en av platserna går man vidare med att utveckla och demonstrera teknik för borrhålls, deponering och återtag. För detta ändamål behöver man borra minst två djupa hål med full deponeringsdiameter (0,8 meter).

De tekniska barriärerna och deras funktion är nära kopplad till analysen av den långsiktiga säkerheten. Höga grundvattentryck, mekaniska laster, temperaturer och salthalter ställer andra krav på de tekniska barriärerna än de som gäller för ett KBS-3-förvar. Forsknings- och utvecklingsinsatser krävs för att utforma kapsel och välja material för bufferten kring kapseln. Bränsleupplösning vid hög temperatur och salthalt kräver utveckling av förbättrad analysteknik och kunskap för hur radionuklider förekommer i sådan miljö.

Den långsiktiga säkerheten för deponering i djupa borrhål bör kunna analyseras med i stort sett samma metodik som för ett KBS-3-förvar. En viktig skillnad i förutsättningarna är att i djupa borrhål kan man inte tillskriva kapsel och buffert någon långsiktig isolerande funktion. SKB:s bedömning är att analysen måste utgå ifrån att kapslar skadas och läcker initialt, samt att samtliga kapslar har gått sönder efter storleksordningen ett tusen år.

Utredningen innehåller en systematisk jämförelse av kunskaps- och teknikläget för djupa hål och KBS-3. Som väntat visar den att det för KBS-3 i de flesta avseenden finns känd och beprövad teknik medan det för alternativet djupa borrhål i de flesta avseenden saknas kunskap eller teknik. Jämförelsen har använts för att identifiera insatsbehovet för att lyfta kunskapsläget för djupa borrhål till samma nivå som för KBS-3.

5.4.2 Översyn av förutsättningarna

Vid ett genomförande av programmet skulle även förutsättningarna i PASS-rapporten behöva granskas. En tänkbar variant av konceptet är att ändra hålets djup. Detta kräver bättre kunskap om hur egenskaperna hos bergmassan ändras med djupet. Då kan det bli möjligt att motivera minskat djup till exempelvis 2,5 kilometer med 1,25 kilometers pluggzon och 1,25 kilometers deponeringszon. Deponeringshålets diameter skulle då också granskas.

Om det blir svårt att nå tillräcklig förståelse för bergets funktion är det tänkbart att man skulle kunna kompensera ofullständig kunskap om berget med ökat djup, till exempel till cirka sex kilometer. Att öka djupet skulle emellertid öka de tekniska svårigheterna, till exempel när det gäller borrhålsstabilitet.

En annan förutsättning som kan behöva granskas är valet av buffertmaterial. Eftersom buffertens huvudsakliga uppgift är att hålla kapslarna på plats är det inte självklart att bentonit är det bästa valet, speciellt inte om det skulle visa sig att salthalterna i grundvattnet överstiger 10 procent.

5.4.3 Tid och kostnader

Utredningen visar att det skulle ta cirka 30 år att genomföra programmet. De geovetenskapliga forskningsinsatserna är tidsstyrande för programmet.

Kostnaden har beräknats till cirka fyra miljarder kronor. De största posterna är geovetenskaplig forskning och utveckling (cirka 0,5 miljarder), undersökningarna i ett berglaboratorium med två fullstora 4 000 meter djupa borrhål (cirka 1,4 miljarder) samt forskning och utveckling av tekniska barriärer (cirka 0,5 miljarder).

Utveckling av borrhåls teknik (kostnadsberäknad till 130 miljoner kronor) innehåller stora osäkerheter och skulle kunna förlänga totaltiden och öka kostnaden ytterligare.

5.4.4 SKB:s bedömning

Väsentliga osäkerheter måste klarläggas för att en deponering i djupa borrhål skulle kunna jämföras med KBS-3 på likvärdig grund. Osäkerheterna gäller främst berg- och grundvattenförhållandena i den djupa berggrunden och tekniken för deponering och återfyllning av hålen.

Den jämförande analysen (se avsnitt 5.1–5.3) visar i det sammantaget inte finns något som talar för att ett förvar i djupa borrhål, om det kan visas leva upp till alla krav, skulle öka säkerheten eller minska kostnaden för att slutförvara det använda kärnbränslet. SKB planerar därför inte att genomföra FUD-programmet för djupa borrhål utan koncentrera resurserna på att i en relativt nära framtid realisera ett förvar baserat på KBS-3-metoden. SKB kommer även i fortsättningen att följa den internationella utvecklingen på området.

SKB planerar fortsatt uppföljning av internationell utveckling på djupa borrhål

6 Djupförvarssystem baserat på KBS-3

För att omsätta KBS-3-metoden i praktiken behöver två kärntekniska anläggningar byggas, en inkapslingsanläggning och ett djupförvar. Det behövs dessutom en fabrik för tillverkning av kapslar och kompletteringar av transportsystemet.

Djupförvaret består av ett system av flera barriärer som bygger på naturliga, stabila material. Det ger god långsiktig säkerhet samtidigt som möjligheterna bibehålls för framtida generationer att, om man så önskar, återta avfallet eller förändra förvarsförhållandena.

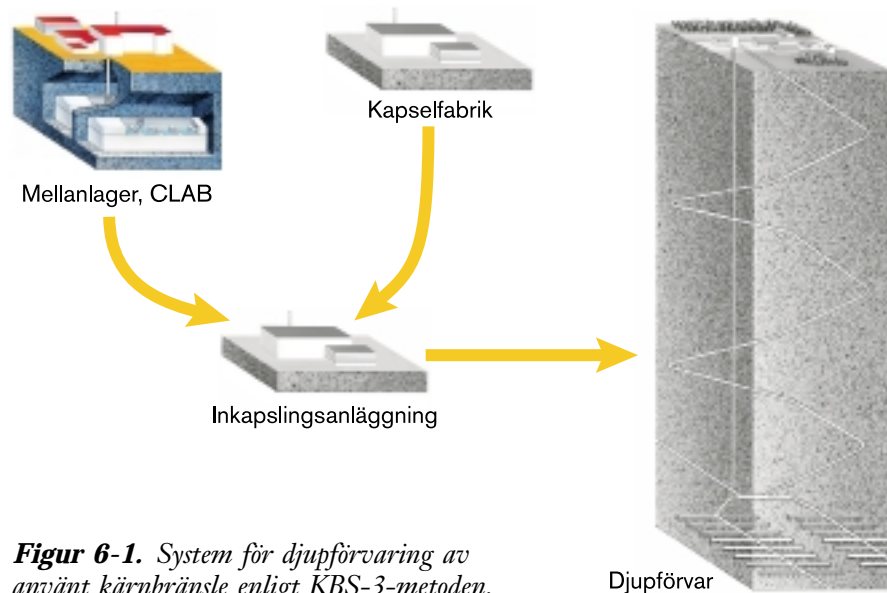
För säkerheten under anläggningarnas drift kan etablerade principer och erfarenheter från befintliga anläggningar i Sverige och utomlands tillämpas. Stråldoserna till personal och omgivning förväntas bli låga från alla steg i processen.

Det finns ännu handlingsfrihet innan den slutliga utformningen av systemet behöver läggas fast. Beslut kan fattas successivt baserat på kunskaper som kommer fram i SKB:s arbete och från motsvarande arbeten i andra länder.

Huvudalternativet för omhändertagande av använt kärnbränsle från svenska kärnkraftverk är sedan början av 1980-talet slutförvaring på cirka 500 meters djup i berggrunden enligt KBS-3-metoden, se figur 6-1. Bakgrund och motiv till valet av denna inriktning gavs i kapitel 4 och 5.

I detta kapitel sammanfattas systemanalysen av huvudalternativet /6-1/. Jämfört med motsvarande analys /6-2/ i FUD-program 98 har en tydligare avgränsning gjorts till de anläggningar som behövs för omhändertagande av använt kärnbränsle.

Syftet med systemanalysen av huvudalternativet är att visa hur systemet kan utformas för att uppfylla säkerhets-, strålskydds- och miljökraven. Systemanalysen är en pågående aktivitet som kommer att leda fram till en redovisning i samband med inlämnandet av en lokaliseringsansökan. Beskrivningen här kan därför ses som en lägesredovisning av hur långt SKB har kommit och vad som ännu återstår när det gäller att utforma systemet.



Figur 6-1. System för djupförvaring av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden.

Djupförvarssystemet

- CLAB
- Inkapslingsanläggning
- Kapsel-fabrik
- Djupförvar
- Transportsystem

BWR

Boiling water reactor
Kokvattenreaktor

PWR

Pressurized water
reactor
Tryckvattenreaktor

Radioaktiviteten
sjunker med cirka
90 % när bränslet
mellanlagras 30 år
i CLAB

6.1 Systembeskrivning

Principer för utformning av ett förvar enligt KBS-3-metoden beskrivs i avsnitt 5.2. För att kapsla in och deponera det använda bränslet enligt KBS-3-metoden behövs ett system av samverkande anläggningar. Systemet omfattar det befintliga mellanlagret CLAB, en inkapslingsanläggning, ett djupförvar, en kapselabrik och ett transportsystem. Anläggningarna dimensioneras för att kapsla in och deponera cirka 200 kapslar per år.

Efter mellanlagring i CLAB överförs de använda kärnbränsleelementen successivt till inkapslingsanläggningen. Där placeras de i kopparkapslar som levererats från kapselabriken. Efter påsvetsning av ett lock av koppar och kvalitetskontroll transporteras den färdiga kapseln med använt bränsle till djupförvaret för deponering. När allt bränsle har tagits omhand kan djupförvaret förslutas.

Den kvantitet använt kärnbränsle som ska förvaras beror på drifttiden för de svenska kärnkraftverken. Vid 40 års drifttid används cirka 40 000 BWR-element och cirka 5 000 PWR-element, med en sammanlagd uranvikt om cirka 9 300 ton. För att slutförvara detta bränsle behövs cirka 4 500 kapslar.

Kraven i lagar och internationella överenskommelser (kapitel 4 och 5) har legat till grund för att utforma funktionskrav för systemet. Det är i första hand kraven på djupförvarets långsiktiga säkerhet som är styrande för utformningen av systemet som helhet.

För inkapslingsanläggningen är de övergripande kraven att på ett säkert sätt kunna ta emot använt bränsle från CLAB och kapsla in det enligt de specifikationer som har formulerats med hänsyn till kraven i djupförvaret. Kravet på kapselabriken är att den ska kunna tillverka kapslar enligt de uppställda specifikationerna.

Samfunktionen mellan anläggningarna i systemet är därmed specificerad på övergripande nivå. På mer detaljerad nivå krävs många avvägningar (optimering) för att uppnå en god och säker funktion för hela systemet. För att kunna detaljprojektera anläggningarna behövs dessutom platsspecifika data.

6.1.1 Mellanlager för använt kärnbränsle

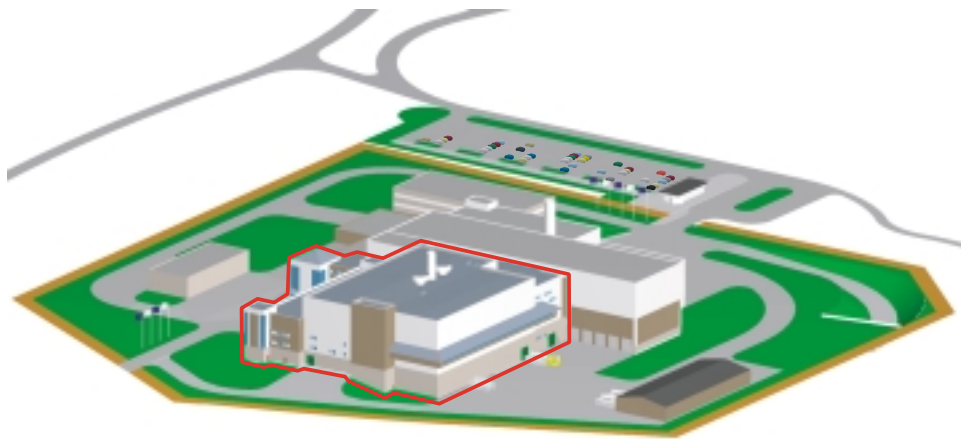
Mellanlagret för använt kärnbränsle består av en mottagningsdel ovan jord, ett bergrum med förvaringsbassänger och en bränslehiss mellan dessa. All hantering och lagring i CLAB sker under vatten, som ger effektiv strålskärning och kylning av bränslet. Under cirka 30 års mellanlagring minskar bränslets radioaktivitet och värmeavgivning med cirka 90 procent, vilket förenklar den efterföljande hanteringen.

En utbyggnad pågår med ytterligare ett bergrum som planeras stå färdigt år 2004. Lagringskapaciteten ökas därigenom från 5 000 till 8 000 ton uran.

6.1.2 Inkapslingsanläggning

I inkapslingsanläggningen, figur 6-2, placeras det använda kärnbränslet i kapslar med sådana egenskaper att bränslet i djupförvaret isoleras från omgivningen och spridning av radioaktiva ämnen förhindras under lång tid.

Inkapslingsprocessen inleds med att bränslet förs från inkapslingsanläggningens bassänger via en transportramp till en strålskärmd hanteringscell för torkning och placering i kapslar. Sedan kapseln fyllts med bränsle svetsas ett lock av koppar på kapseln. Efter kontroll av kapseln, bland annat med avseende på locksvetsens kvalitet, placeras den i en transportbehållare som körs till djupförvaret eller till ett förråd för fyllda transportbehållare.



Figur 6-2. Planerad utformning av inkapslingsanläggningen (inramad med rött) för alternativet lokalisering vid CLAB.

I SKB:s kapsellaboratorium i Oskarshamn utvecklas och provas tekniken för hantering av bränsleelement och kapslar, svetsning av kapsellock och oförstörande provning av locksvetsen med bland annat röntgen och ultraljud. Utvecklingsinsatserna kommer att pågå i ytterligare tre till fyra år. Under senare delen av denna period planeras en uppdatering av allt processunderlag.

I referensutformningen består kopparkapseln av en gjutjärnsinsats med stållock som omges av ett 50 mm tjockt kopparhölje, se figur 6-3. Med bränsle väger en komplett kapsel cirka 25 ton. Konstruktionsförutsättningar för kopparkapseln framgår av /6-3/.

Parallellt med kapsel- och processutvecklingen pågår projektering av anläggningen. Den omfattar en inkapslingsbyggnad och förråd för fyllda transportbehållare.

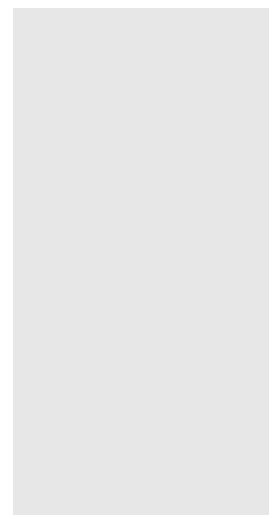
Investeringen i inkapslingsanläggningen beräknas till cirka två miljarder kronor. Driftkostnaderna, inklusive kostnaden för kapslar, beräknas uppgå till cirka fem miljarder kronor. Cirka 40 personer kommer att sysselsättas i driftskedet.

6.1.3 Kapselabrik

Det pågår ett omfattande arbete för att ta fram krav och förutsättningar för tillverkningen av kopparkapslar och gjutjärnsinsatser /6-4/. Tre olika metoder för att tillverka kopparkapseln provas – svetsning av valsade och rullformade rörhalvor, extrudering och dornpressning. Lock och bottnar i koppar maskinbearbetas från smidda ämnen. Serietillverkningen i kapselabriken planeras ske som slutbearbetning av i förväg gjutna, smidda eller valsade ämnen.

Metoderna att tillverka kopparkapslar och insatser utvecklas i samband med tillverkning av provkapslar för utvecklingsarbetet i SKB:s kapsellaboratorium och för de fullskaliga deponeringsproven i Äspölaboratoriet. SKB har fram till december 2000 tillverkat ett tiotal kapslar.

För kapselabriken har investeringskostnaden beräknats till cirka 300 miljoner kronor /6-4/. Den slutliga utformningen och kostnaden är beroende av tillgängliga resurser på förläggningsplatsen. För att driva anläggningen behövs en personalstyrka om cirka 30 personer.



Figur 6-3. Kapsel för använt kärnbränsle.

Rullformning

Formning av plåt till rörhalvor

Extrudering

Pressning till helt rör genom ett munstycke

Dornpressning

Formning till helt rör genom dragning över dorn

6.1.4 Djupförvar

Djupförvarsanläggningen består av en underjordsdel, cirka 500 meter under marknivån, och en ovanjordsdel, som är förbundna med varandra med ramp eller schakt, se figur 6-4. Underjordsdelen består av ett centralområde, ett område för deponering av bränsle under en inledande period (demonstrationsdeponering) och ett deponeringsområde för reguljär drift. SKB:s referensutformning innebär att:

- Tunnelarna sprängs ut med konventionell sprängteknik.
- Kapslarna deponeras en och en i hål borrade i botten av deponeringstunnelarna.
- Bufferten består av ren bentonit.
- Återfyllningen efter avslutad deponering i en tunnel sker med en blandning av bentonit och bergkross.

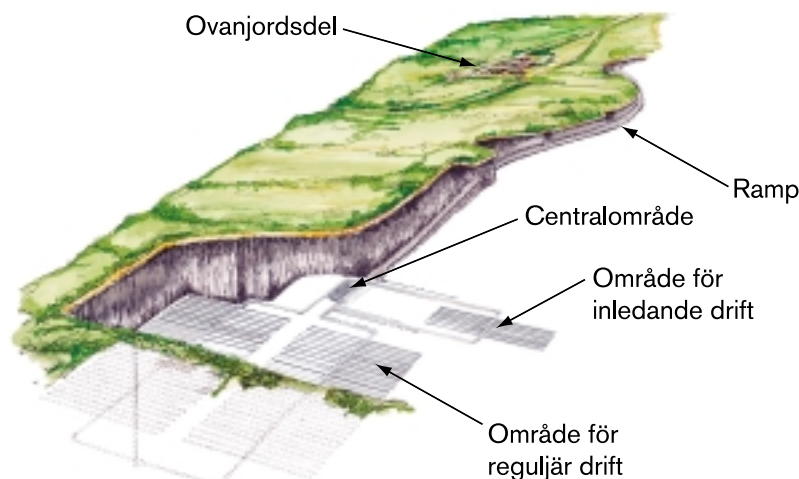
Deponeringstunnelarna binds samman av tunnlar för transport, kommunikation, ventilation och ledningsdragning. Deponeringshålen är cirka åtta meter djupa och har en diameter på 1,75 meter. Kapslarna omges av en buffert av högkompakterad bentonit.

Avståndet mellan deponeringstunnelarna liksom det inbördes avståndet mellan deponeringshålen bestäms med hänsyn till kravet på begränsning av temperaturen på kapselns yta. I huvudalternativet har avståndet mellan tunnelarna valts till 40 meter och mellan deponeringshålens mittpunkter till sex meter.

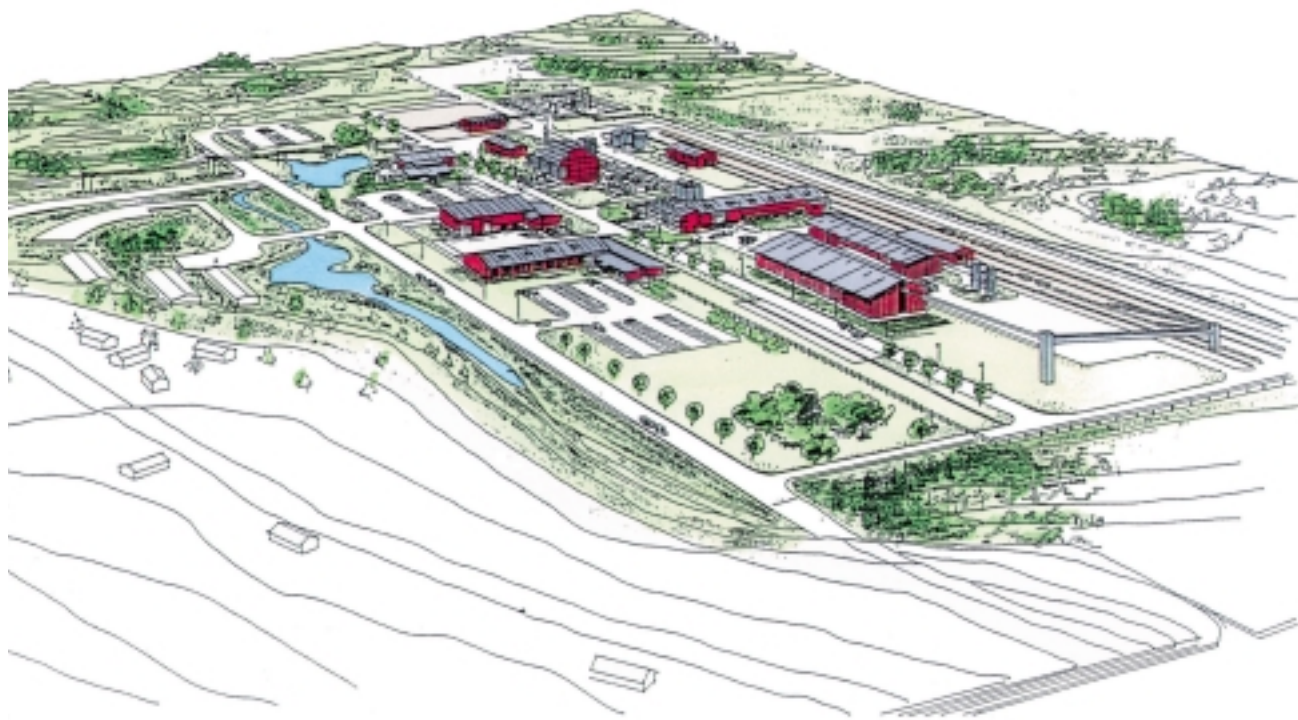
Djupförvarets ovanjordsdel, se figur 6-5, omfattar en terminalbyggnad för mottagning av transportbehållare med inkapslat bränsle, en produktionsbyggnad för tillredning av buffert och återfyllnadsmaterial samt försörjningsbyggnader för ventilation och elkraft, personal-, garage-, kontors-, verkstads- och informationsbyggnader. Vid förläggning i inlandet kommer kapslarna med använt kärnbränsle på väg eller järnväg till djupförvaret och förs ner till deponeringsområdet via en ramp.

Byggnaderna kan förläggas i ett eller två områden beroende på de lokala förhållandena vid den valda platsen. I utförandet med ett område behövs en yta om cirka 0,3 kvadratkilometer. En stor del av denna yta upptas av en bangård och av områden för upplag av bergmassor. Utrymmesbehovet blir mindre om järnväg inte behövs och/eller om upplagen för bergmassor delvis kan utformas på annat sätt.

Kostnaderna för att bygga och driva djupförvaret uppgår totalt till cirka 13 miljarder kronor. Anläggningen kommer att sysselsätta cirka 200 personer. Hela driftskedet beräknas pågå från omkring år 2015 till år 2050.



Figur 6-4. Utformning av djupförvaret med en rak ramp från ovanjordsdelen till underjordsdelen.

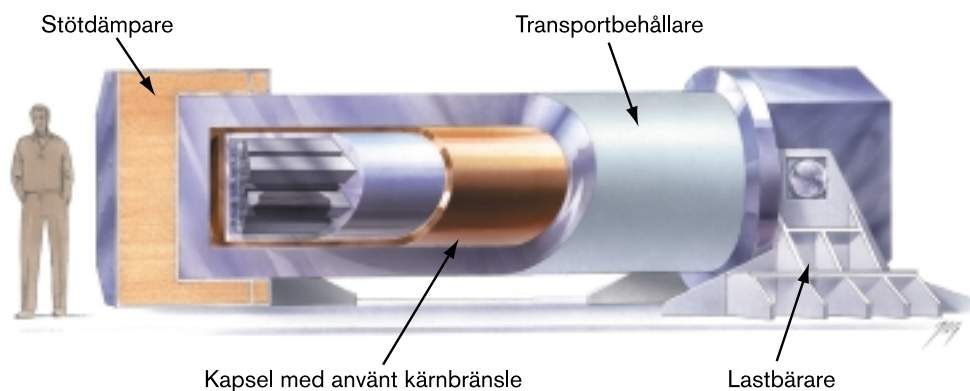


Figur 6-5. Preliminär utformning av djupförvarets anläggningsdelar ovan jord vid inlandsläge och med järnvägstransporter.

6.1.5 Transporter

Transportsystemet kommer att baseras på de goda erfarenheterna från mer än 15 års drift av dagens transportsystem, som omfattar fartyget *M/S Sigyn*, transportbehållare och terminalfordon. Systemet kommer att behöva kompletteras med transportbehållare för kapslar, se figur 6-6, liknande de som i dag används för bränsletransporterna till CLAB. Transportbehållaren utgör strålskydd, skyddar kapseln mot hanteringsskador och förhindrar att radioaktivitet kan spridas vid tänkbara missöden.

Transporterna kan ske till sjöss, på järnväg eller landsväg, eller genom en kombination av dessa, beroende på djupförvarets lokalisering. Den slutliga utformningen av transportsystemet för framtida transportbehov av inkapslat bränsle kan bestämmas först när lokaliseringen av inkapslingsanläggningen och djupförvaret är beslutad.



Figur 6-6. Transportbehållare för kapslar.

6.2 Miljöpåverkan

Uppförandet av de industrianläggningar som ingår i systemet kommer att medföra miljöpåverkan. Om inkapslingsanläggningen och kapsel fabriken förläggs till befintliga industriområden blir påverkan liten på landskapsbild och markanvändning. Vid lokalisering till annan plats kan miljöpåverkan i dessa avseenden bli påtaglig.

Markbehovet för djupförvarets ovanjordsanläggning är som mest cirka 0,3 kvadratkilometer. Totalt beräknas 1–1,5 miljoner kubikmeter berg sprängas ut under byggnads- och driftskedena. Som jämförelse kan nämnas att nästan 0,5 miljoner kubikmeter berg sprängts ut för SFR och cirka 200 000 kubikmeter för CLAB (inklusive den nyligen avslutade utsprängningen av CLAB etapp 2). Det ger upphov till en lokal avsänkning av grundvattennivån som kan påverka vattentillgången i brunnar och vatteninnehållet i närliggande jordar. Grundvattennivån beräknas bli återställd inom några tiotal år efter förslutning av förvaret. Buller kommer att uppstå vid sprängning och krossning av bergmassor, i samband med tunga transporter och från djupförvarets ventilationssystem innan det försluts. Uppfordrat vatten under byggnation och drift kan medföra reningskrav vid utsläpp till känsliga vattendrag.

Brytning och förädling av koppar för framställning av kopparkapslar är den största källan till miljöpåverkan. Totalt beräknas cirka 35 000 ton koppar förbrukas till de cirka 4 500 kapslarna. Den årliga förbrukningen motsvarar cirka 1,5 procent av Sveriges och cirka 0,01 procent av världens årliga förbrukning. Cirka 15 000 ton bentonitlera per år kommer att förbrukas i driftskedet. Bentoniten kan importeras från till exempel Medelhavsområdet eller USA.

Transportsystemet kan ge miljöpåverkan vid anläggning av hamn, vägar eller järnväg och utsläpp vid driften av systemet. Detta är en faktor som beaktas vid lokaliseringen av anläggningarna i systemet.

6.3 Säkerhet och strålskydd

Säkerhet för personal och allmänhet uppnås genom att systemet utformas med hänsyn till kraven på kärnsäkerhet, strålskydd, safeguards och fysiskt skydd samt de krav som gäller för konventionella industri- och berganläggningar.

För kärnsäkerheten och strålskyddet under anläggningarnas drift kan man tillämpa etablerade principer och erfarenheter från befintliga anläggningar i Sverige och utomlands, både från normal drift och från störningar och missöden. Drifterfarenheterna från CLAB sedan 1985 är goda och visar att en hög säkerhetsnivå kan upprätthållas.

Hanteringen i inkapslingsanläggningen och djupförvaret har flera likheter med den i CLAB. Stråldoserna till personalen i CLAB har i genomsnitt uppgått till mindre än en tredjedel av de doser som beräknades vid projekteringen.

I inkapslingsanläggningen och djupförvaret hanteras bränsle med mindre innehåll av radioaktivitet, och därmed lägre resteffekt, än i CLAB. Varken störningar, som komponent- och operatörsfel, tänkbara missöden, som brand, hantering av använt bränsle och kapslar eller yttre påverkan (jordbävning) leder till skador på bränslet som har konsekvenser för omgivningen. Utsläppen av radioaktiva ämnen från inkapslingsanläggningen beräknas bli små, i samma nivå som för CLAB. Låg- och medelaktivt avfall uppstår vid driften på liknande sätt som i CLAB.

I djupförvaret hanteras det inkapslade använda bränslet i strålskärmade transportbehållare. All hantering av dessa sker fjärrstyrt eller bakom särskilda strålskärmar, se figur 6-7. Den strålskärmade hanteringen innebär att förhöjningen av stråldoser till personalen blir liten även vid missöden. Någon radioaktivitet kan inte frigöras vid de tänkbara missöden som har analyserats. Radon från



Figur 6-7. Deponeringsmaskinen i nuvarande utformning i demonstrationsanläggningen i Äspölaboratoriet. I mitten ses strålskyddstuben i vilken kapseln transporteras fram till deponeringshålet.

berget beaktas på samma sätt som vid gruvverksamhet. Det ställer särskilda krav på ventilationen. Djupförvarsanläggningarna ger i övrigt inte upphov till radioaktiva utsläpp till luft eller vatten.

Även säkerheten vid transport av inkapslat bränsle har studerats. Kapseln transporteras i robusta behållare som även vid omild behandling skyddar innehållet. Även vid allvarliga olyckor, till exempel fartygskollision kombinerad med brand, erhålls individdoser som ligger långt under skadliga nivåer.

Sammantaget är systemet för hantering och deponering av använt kärnbränsle dimensionerat för de stora mängder radioaktivitet som finns i bränslet och den strålning som avges. Doser till personal kommer att ligga väl under de dimensionerande och gränssättande nivåerna. Det gäller även utsläppen till omgivningen från inkapslingsanläggningen.

Den långsiktiga säkerheten efter förslutning av djupförvaret har varit föremål för ett omfattande forskningsarbete. Säkerhetsanalysen SR 97 och granskningen av denna av en internationell expertgrupp och av SKI sammanfattas i kapitel 7.

För kontrollen av kärnämne (safeguards) finns det väl etablerade rutiner vid kärnkraftverken och CLAB. Systemet omfattar dokumentation av alla åtgärder som genomförs och frekventa och ibland oanmälda kontroller av Euratom och IAEA. För inkapslingsanläggningen bedöms i huvudsak liknande rutiner som vid CLAB kunna användas. Efter inkapsling är verifiering och mätning av enskilda bränsleelement inte längre möjlig. Det ställer nya krav på kontrollfunktionerna.

Det fysiska skyddet omfattar den bevakning och de tekniska och administrativa åtgärder, som dels skyddar bränslet från stöld eller överkan, dels möjliggör snabb upptäckt och larm om något onormalt inträffar. Det system för övervakning och kommunikation som tillämpas vid dagens transporter och lagring av använt bränsle och radioaktivt avfall förutses kunna tjäna som mall för de nya anläggningarna.

Euratom
European Atomic
Energy Community

IAEA
International Atomic
Energy Agency
FN:s kärnenergiorgan

6.4 Handlingsfrihet för genomförandet

I det stegvisa arbetet med att utforma djupförvaret eftersträvar SKB att bibehålla handlingsfrihet tills ett beslutsunderlag byggts upp som medger ett väl grundat val mellan alternativa tillvägagångssätt. Det ger möjlighet att utnyttja teknikutveckling och nya bygg- och tillverkningsmetoder, samt att inom givna ramar för säkerhet och strålskydd bygga robusta och effektiva säkerhetssystem.

Ett första steg mot att närmare precisera systemet tas genom det pågående arbetet att definiera djupförvarets konstruktionsförutsättningar, där tillåtna intervall för olika parametrar ska anges. Platsundersökningarna är ett annat viktigt steg, som leder till noggrannare kunskap om bergets egenskaper. Denna kunskap kan användas i successivt förbättrade säkerhetsanalyser och för snävare val av parametrar i systemet.

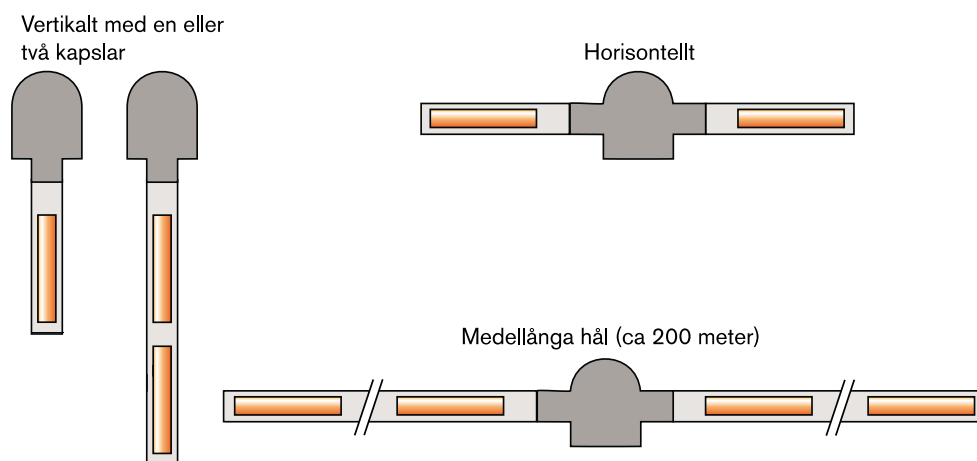
6.4.1 Förvarsutformning

Förvarets djup väljs med hänsyn till berggrundens egenskaper på platsen. Drivning av tunnlar och borrhning av deponeringshål kan ske med olika tekniker. I huvudalternativet är tunnlar och ramp utförda med konventionell teknik, borrhning och sprängning. Ett alternativ, i första hand för deponeringstunnlarna, är att använda en tunnelborrningsmaskin som ger tunnlar med cirkulärt tvärsnitt. Slutligt val sker i ett senare skede beroende på platsspecifika förhållanden.

Deponeringshålen är i huvudalternativet borrhade vertikalt i deponeringstunnelns golv. Figur 6-8 visar huvudalternativet och några andra studerade varianter att utforma deponeringshål. Endast medellånga hål har bedömts vara ett säkerhetsmässigt och ekonomiskt intressant alternativ som kan komma att studeras ytterligare.

Återfyllnadsmaterial i deponeringstunnlar och övriga tunnlar kan bestå av enbart bergkross eller kvartssand, eller av en blandning av endera av dessa med bentonitlera. Enbart naturliga material med hög bentonithalt kan också komma att användas.

Valet av tekniska lösningar är i många fall beroende på lokala förhållanden på platsen för djupförvaret och på berggrundens egenskaper. Nedfarten till djupförvarets underjordsanläggning kan till exempel utformas som en spiralramp, en rak ramp eller schakt. En spiralramp som nerfart till underjordsanläggningen är lämpligast om ovanjordsanläggningen är placerad rakt över underjordsanläggningen. I huvudalternativet sker alla tunga transporter i en ramp.



Figur 6-8. Varianter på förvaring enligt KBS-3-metoden.

6.4.2 Barriärer

En viktig del i det fortsatta utvecklingsarbetet är att granska kraven på barriärerna och att utarbeta detaljerade specifikationer. Härvid beaktas även ekonomiska aspekter.

En viktig parameter som kan varieras är kopparkapselns vägg tjocklek. Den väljs i första hand med hänsyn till kravet på kapselns beständighet mot korrosion under lång tid. I referensalternativet är vägg tjockleken 50 millimeter /6-3/. Den bedöms kunna minskas med bibehållen säkerhet. En tunnare kopparvägg underlättar påsvetsning av locket och kontrollen av svetsen. Tjockleken måste dock vara tillräcklig för att ge hållfasthet vid tillverkning och hantering. För närvarande studeras ett alternativ med vägg tjockleken 30 millimeter.

Buffertens tjocklek och kvalitet är andra parametrar som behöver bestämmas med hänsyn till flera faktorer. Å ena sidan ska bufferten vara tillräckligt tjock för att skydda kapseln vid rörelser i berget, stabilisera kapseln och åstadkomma en fördröjning av radionuklidernas transporthastighet. Å andra sidan leder en tjockare buffert till högre temperatur på kapseln, vilket kan motverkas på olika sätt. Buffertens kvalitet kan ändras så att den får större ledningsförmåga. Alternativt får man öka avståndet mellan deponeringspositionerna så att värme-påverkan från närliggande kapslar minskar. Tjockare buffert och glesare positioner kräver större utrymme och ger högre kostnader.

Egenskaperna hos de konstruerade komponenterna i systemet – kapsel, buffert, återfyllning och förslutning – kan påverkas genom materialval, konstruktion och tillverkningsprocesser. Så är inte fallet med berggrunden. Av det skälet blir tillvägagångssättet för att möta kraven på berggrunden annorlunda än för övriga komponenter. Principen är att, med hjälp av successivt allt mer detaljerade undersökningar, välja en plats där berggrunden uppfyller grundläggande krav och ger gynnsamma förutsättningar i övrigt, samt att anpassa förvarets utformning till förhållandena på platsen.

6.4.3 Lokalisering

Lokaliseringen av djupförvaret behandlas i del III och IV i denna rapport.

Inkapslingsanläggningen ska enligt huvudalternativet lokaliseras vid CLAB. Även en förläggning till samma plats som djupförvaret är möjlig /6-4/. Lokalisering till platsen för någon annan befintlig kärnteknisk anläggning eller på en helt annan plats har inte utretts. En jämförande analys avseende bland annat säkerhet, teknik, transporter och kostnader kommer att göras innan beslut fattas om lokaliseringen i samband med ansökan om tillstånd att uppföra anläggningen.

Kapsel fabriken bör lokaliseras till en plats med lämplig infrastruktur och goda förutsättningar för transporter.

6.5 Tidsplan

Tidsplanen för att bygga inkapslingsanläggningen och djupförvaret (se kapitel 2, figur 2-3) styrs av den tid det tar att genomföra platsundersökningarna, tillståndsprövningen och den samhällskommunikation som krävs under lokaliseringsprocessens gång. Nu gällande planering för djupförvaret innebär att den inledande driften av djupförvaret påbörjas omkring år 2015 med deponering av 200 till 400 kapslar motsvarande 5–10 procent av den totala mängden använt kärnbränsle. Inkapslingsanläggningen planeras vara klar något år tidigare.

Innan tillstånd ges för reguljär drift ska erfarenheterna från den inledande driften utvärderas och redovisas. Utvärderingen inför den reguljära driften bör starta så tidigt som möjligt och pågå parallellt med den inledande driften. Därigenom kan anläggningarna användas och personalen engageras på ett rationellt sätt. Under den reguljära driften i cirka 30 år produceras och deponeras resterande cirka 4 000 kapslar.

Förvaret anpassas till berggrunden på den valda platsen

Inledande drift av djupförvaret kan påbörjas omkring år 2015

Den inledande driften utvärderas innan reguljär drift påbörjas

Efter förslutning ska förvaret vara säkert utan att kräva tillsyn eller underhåll

6.6 Återtag av deponerade kapslar

Det långa tidsperspektivet för djupförvarets funktion har aktualiserat särskilda etiska krav. Ett krav är att hanteringen av avfallet från dagens energiproduktion inte på ett otillbörligt sätt ska belasta framtida generationer /6-5/. För djupförvaret innebär det att det bör byggas utan onödig fördröjning, och att förvarets säkerhet efter förslutning inte ska kräva återkommande tillsyn och underhåll.

Ett annat krav är att framtida generationer ska ha rätten att under eget ansvar fatta beslut om åtgärder som kan påverka förvaret, till exempel att återta avfallet för att utnyttja resurser som då bedöms som värdefulla, eller att förändra hur avfallet ska förvaras.

Förvaret, med långsiktigt stabila barriärer, är i första hand utformat för att ge långsiktig säkerhet. Utformningen ger samtidigt goda möjligheter till återtag under driftskedet. Bergets stabilitet och den långlivade kapseln ger även en långsiktig möjlighet till återtag efter förslutning. Ett återtag efter förslutning är dock inte enkelt att göra. Det är en operation med en omfattning i tid och pengar av nästan samma storleksordning som deponeringen. I KBS-3-systemet vidtas dock inga åtgärder i hanteringen av bränslet, och inga arrangemang byggs in i förvaret, som onödigtvis försvårar ett återtag. Inte heller har möjligheterna till återtag utökats på bekostnad av kraven på säkerhet och strålskydd för ett slutförvar. Om ett återtag skulle genomföras kräver den som annan kärnteknisk verksamhet en säkerhetsgranskning och tillstånd.

6.7 Slutsatser

Analysen av systemet för djupförvaring enligt KBS-3-metoden visar att det finns goda förutsättningar att uppfylla alla uppställda krav på systemet. Stråldoserna till personal och omgivning förväntas bli låga vid normal drift, störningar och eventuella missöden.

Det finns ännu betydande frihetsgrader innan den slutliga utformningen av systemet behöver fastställas. Det gäller även lokaliseringen av anläggningarna och tidsplanen för att genomföra arbetet. Med det stegvisa genomförande som SKB planerar för kan successiva och relativt sena beslut fattas baserat på de nya kunskaper som kommer fram i SKB:s FUD-program och från motsvarande arbeten i andra länder.

7 Långsiktig säkerhet

Det kommande steget i lokaliseringen av ett djupförvar innebär att berggrunden vid ett antal kandidatplatser ska undersökas. Inför detta steg har SKB genomfört en förnyad analys av förvarets långsiktiga säkerhet.

Analysen bekräftar den tidigare bilden att ett KBS-3-förvar i berg som inte väsentligt skiljer sig från normalt svenskt urberg har goda förutsättningar att med marginal klara kraven på långsiktig säkerhet.

Vi bedömer att förvarsutformningen har nått en tillräcklig mognad och att förståelsen för förvarets långsiktiga funktion är tillräckligt god för att genomföra platsundersökningar. De svenska myndigheterna och en internationell expertgrupp stöder denna bedömning.

En analys av den långsiktiga säkerheten för ett djupförvar för använt kärnbränsle utgör en hörnsten i det samlade underlag som redovisas inför valet av platser för platsundersökningar. Detta har också uttryckligen begärts av regeringen /7-1/.

Regering och myndigheter säger också att analysen bör granskas både av internationella experter och av svenska myndigheter och att även granskningsresultatet ska vara tillgängligt inför platsvalet. Också SKB ser detta som viktigt eftersom många av de tekniska analyserna och expertbedömningarna i en säkerhetsrapport är svår genomträngliga för flera aktörer i en platsvalsprocess, medan resultatet av oberoende granskningar av SKB:s arbete bör kunna vara en mer användbar grund för beslut.

SKB rapporterade i december 1999 den säkerhetsanalys /7-2/ som regeringen begärt. Analysen benämns SR 97 och rapporten har under år 2000 granskats internationellt och av svenska myndigheter. I detta kapitel sammanfattas innehållet i SR 97 i avsnitten 7.1 och 7.2. Därefter beskrivs först den internationella och sedan den svenska granskningen av rapporten. SKB:s kommentarer till och slutsatser kring granskningsresultatet avslutar kapitlet.

7.1 Förutsättningar för SR 97

7.1.1 Syften och avgränsningar

Säkerhetsanalysen SR 97 har fyra konkreta syften, baserade på vad som begärts av SKI /7-3, 4/:

1. SR 97 ska ge underlag för att påvisa möjligheten att finna en plats i svensk berggrund där KBS-3-metoden för djupförvaring av använt kärnbränsle uppfyller de krav på långsiktig säkerhet och strålskydd som anges i SSI:s och SKI:s föreskrifter.
2. SR 97 ska demonstrera metodik för säkerhetsanalys.
3. SR 97 ska ge underlag för att precisera de faktorer som ligger till grund för val av områden för platsundersökningar och för att härleda vilka parametrar som behöver bestämmas och vilka övriga krav som bör ställas på en platsundersökning.
4. SR 97 ska ge underlag för att härleda preliminära funktionskrav på kapseln och de övriga barriärerna.

SR 97

Säkerhetsrapport 97,
SKB:s senaste
säkerhetsanalys

Dessutom gäller ett antal grundläggande förutsättningar och avgränsningar:

- SR 97 behandlar ett förvar av KBS-3-typ för använt kärnbränsle. En preliminär anläggningsutformning och säkerhetsanalys för ett förvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall har utarbetats parallellt med SR 97 och presenteras i en separat rapport /7-5/. Det förvaret kan samlokaliseras med förvaret för använt kärnbränsle eller med det slutförvar för radioaktivt driftavfall, SFR, som idag finns i drift. Förvaret kan också ges en egen lokalisering.
- I SR 97 antogs att omkring 8000 ton använt kärnbränsle deponeras i förvaret efter 30 till 40 års mellanlagring. 8000 ton svarar mot mellan 25 och 40 års drifttid för samtliga svenska kärnreaktorer. (SKB:s senaste långtidsplan utgår från att 9 300 ton ska lagras baserat på 40 års reaktordrift, se avsnitt 6.1. Skillnaden påverkar inte analys och slutsatser i SR 97).
- För att belysa varierande förhållanden i svensk berggrund tas data från tre olika platser i Sverige.
- SR 97 handlar om förvarets långsiktiga säkerhet efter förslutning. Förvarets byggnations- och driftfaser behandlas inte. Säkerheten under dessa faser, liksom andra aspekter som rör hela systemet för omhändertagande (inkapsling, transporter och djupförvaring) sammanfattas i kapitel 6 ovan. Inte heller säkerheten vid ett förlängt öppethållande eller ett delvis förslutet förvar utreds i SR 97.
- I föreskrifter från SSI anges att människor i förvarets närhet inte får utsättas för risker större än en på miljonen varje år att skadas av eventuella utsläpp. Detta är ett viktigt kriterium som används i SR 97 för att bedöma förvarets säkerhet. I kommande föreskrifter från SKI förväntas krav på att säkerheten ska redovisas för en tidsrymd av en miljon år framåt i tiden. Även detta tillämpas i SR 97.

7.1.2 Säkerhetsprinciper

KBS-3-förvaret för använt kärnbränsle är utformat för att i första hand isolera avfallet. I andra hand, om isoleringen av någon anledning till någon del skulle gå förlorad, ska förvaret fördröja utsläppet av radionuklider. Säkerheten åstadkoms med ett system av barriärer som stöder och kompletterar varandra. Säkerheten hos förvaret ska vara tillräcklig även om någon barriär skulle vara defekt eller inte fungera som avsett. Detta är innebörden i flerbarriärprincipen.

En annan princip är att göra förvaret ”naturnära”, det vill säga att använda naturliga material till de tillverkade barriärerna. På så sätt blir det möjligt att bedöma och utvärdera materialens långsiktiga stabilitet och uppförande i ett djupförvar med hjälp av kunskaper om naturliga förekomster. Av samma skäl strävar man efter att bygga ett förvar som förändrar de naturliga förhållandena i berget så lite som möjligt. Framför allt försöker man begränsa den kemiska påverkan förvaret ger i berget.

7.1.3 Tidsperspektiv

Förvaret ska fungera så länge avfallet är farligt (se avsnitt 1.4). Efter cirka 100 000 år ligger farligheten hos ett ton använt bränsle i nivå med farligheten för de åtta ton naturligt uran som användes för bränsleframställningen.

Tiden 100 000 år kan därför användas som en riktlinje för hur länge förvaret ska ”fungera”. Denna tid utgör dock inte någon absolut tidsgräns i utvärderingen av förvarets säkerhet:

- Å ena sidan avtar farligheten ständigt och har till exempel efter tusen år sjunkit till ungefär en tiondel av nivån vid deponeringen. Detta är viktigt i värderingen av förvarets säkerhet. Med tiden tilltar ovissheten om förhållandena i och omkring förvaret, men samtidigt minskar farligheten hos bränslet.

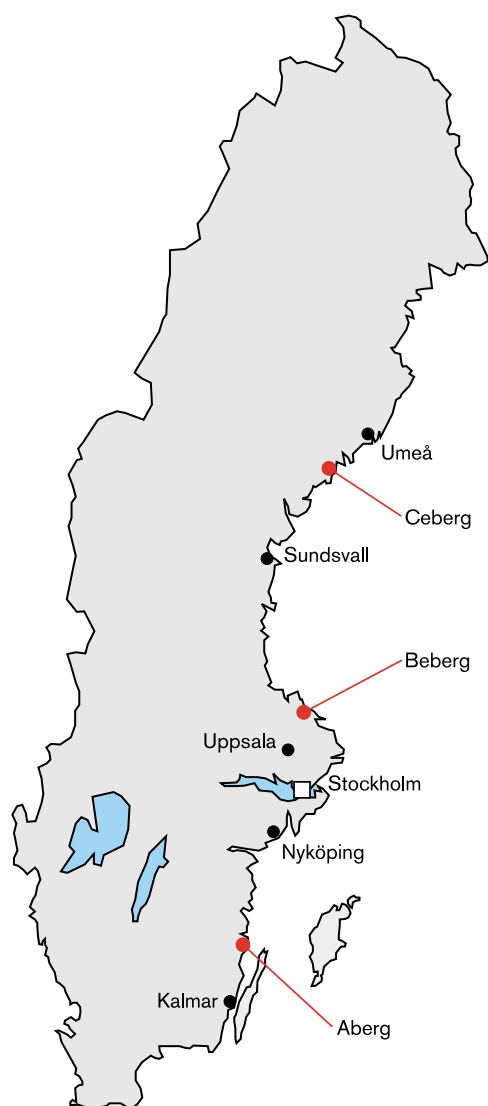
- Å andra sidan finns även efter 100 000 år både små mängder radionuklider som relativt lätt kan röra sig genom förvarets barriärer om kopparkapseln skulle skadas, och större mängder svårörliga nuklider.

Förvarets säkerhet behöver således utvärderas långt in i framtiden och ständigt i ljuset av hur farligheten avtar med tiden. I SR 97 diskuteras säkerheten en miljon år framåt i tiden i enlighet med förväntade föreskrifter från SKI, se ovan.

7.1.4 Tre platser

Djupförvaret ska förläggas i kristallint berg med granitisk sammansättning. Tre hypotetiska förvarsplatser analyseras i SR 97 för att illustrera verkliga förhållanden i svensk berggrund. Data hämtades från Äspö i Småland, Finnsjön i Uppland respektive Gideå i Ångermanland, se figur 7-1. Platserna representerar tre områden i stabil geologisk miljö. Samtliga platser är relativt kustnära och Äspö ligger i skärgårdsmiljö.

De tre platserna har undersökts vid olika tillfällen under en tjugofemårsperiod, med delvis olika syften och omfattning på undersökningarna. Undersökningsmaterialet är störst för Äspö och minst för Gideå. De förvar som analyseras vid de tre platserna är hypotetiska. För att understryka detta används i fortsättningen namnen Aberg, Beberg och Ceberg för platserna med data från Äspö, Finnsjön respektive Gideå.



Figur 7-1. Data för de hypotetiska förvarsplatserna Aberg, Beberg och Ceberg är hämtade från Äspö, Finnsjön respektive Gideå.

Analysen omfattar en miljon år

Biosfär

Del av jorden som innehåller liv

7.1.5 Metodik

Säkerhetsanalys är den metod som används för att på ett systematiskt sätt analysera och bedöma funktionen och säkerheten hos ett djupförvar. En säkerhetsanalys av ett djupförvar kan enkelt sägas bestå av att:

- noga beskriva förvarssystemets utseende eller tillstånd vid någon starttidpunkt, till exempel då det just förslutits,
- kartlägga vilka förändringar förvaret kan tänkas genomgå med tiden till följd av dels inre processer inom förvaret, dels yttre påverkan,
- utvärdera förändringarnas konsekvenser för säkerheten.

Ett av de grundläggande inslagen i metodiken är att dela upp analysen i ett antal scenarier. I tur och ordning studeras förvarssystemets utveckling vid till exempel klimatförändringar, jordskalv eller för fallet där kapslar antas vara skadade redan vid deponeringen. En stor del av analyserna inom olika scenarier består av mer eller mindre komplexa modellberäkningar. Det gäller framför allt analyser av grundvattenrörelser i berget och av radionuklidspridning i förvarets olika delar och i biosfären. Konsekvenser av enskilda och kombinerade scenarier vägs samman i den slutliga bedömningen av förvarets säkerhet.

Lika viktigt som bedömningen av förvarets skyddsförmåga är frågan om vilken tilltro man kan sätta till resultatet. Underlaget till en säkerhetsanalys är alltid behäftat med osäkerheter eller brister av olika slag. Det blir till exempel aldrig möjligt att i detalj känna till sprickstrukturen i förvarsberget eller att nå vissnet om det framtida klimatet. Säkerheten måste utvärderas i ljuset av sådana brister. Enkelt uttryckt står man inför uppgiften att visa huruvida förvaret utformats med tillräckliga marginaler för att vara säkert trots den bristande kunskapen. Tilltron till resultatet beror bland annat av hur metodiskt denna hantering av osäkerheter och brister genomförs.

7.1.6 Scenarieval

I SR 97 analyseras fem scenarier. Valet är SKB:s bedömning av vilka förhållanden initialt och i omgivningen som är viktiga att belysa i en säkerhetsanalys. Urvalet är bland annat baserat på erfarenheter från tidigare arbete och på information i databaser över faktorer och förhållanden som är relevanta för säkerheten. Dessutom har erfarenheter från tidigare säkerhetsanalyser utförda av SKB och andra organisationer utnyttjats.

Scenarierna i SR 97 är:

- Ett basscenario där förvaret tänks vara byggt enligt specifikationer, där inga kapslar har initiala fel och där dagens förhållanden i omgivningen tänks bestå.
- Ett kapseldefektscenario som skiljer sig från basscenarioet genom att ett fåtal kapslar tänks vara behäftade med initiala fel.
- Ett klimatscenario som behandlar framtida klimatförändringar.
- Ett jordskalvsscenario.
- Ett scenario som behandlar framtida mänskliga handlingar som kan tänkas påverka djupförvaret.

Basscenarioet utgör en jämförelsegrund för övriga scenarier.

7.2 Resultat och slutsatser i SR 97

I detta avsnitt redovisas först kort resultaten av analyserna av de fem scenarierna. Därefter diskuteras vad resultaten säger om huvudsyftena med SR 97 nämligen att a) utreda möjligheterna att bygga ett säkert djupförvar av KBS-3-typ i svenskt berggrund samt b) att demonstrera metodik för säkerhetsanalys. Dessutom visas hur analysresultatet utgör ett underlag för att bestämma viktiga faktorer i platsvalet, för att formulera ett platsundersökningsprogram samt för att formulera krav på kapseln och övriga barriärer.

7.2.1 Basscenario

I basscenariot tänks förvaret byggt helt enligt specifikationer och dagens förhållanden i omgivningen, bland annat klimatet, tänks bestå. Med dessa förutsättningar förväntas kopparkapslarna behålla sin isolerande funktion i miljontals år vid samtliga analyserade platser och inga utsläpp förekommer därför från förvaret.

De mekaniska påfrestningarna på kapseln från grundvattentryck, trycket från den svällande bufferten och från berg rörelser kring deponeringshålen är alla långt mindre än vad som krävs för att äventyra isoleringen. Inte heller de kemiska påfrestningarna på kapseln i form av korrosion ger ens i ett miljonårsperspektiv skador på kopparhöljet som äventyrar isoleringen.

Bedömningen grundar sig bland annat på att kapselns ytemperatur ligger under 100 °C och att vattnet på förvarsdjup är syrefritt. Det förra kan alltid uppnås med en lämplig utplacering av deponeringshålen eller genom anpassning av bränsleinhållet i kapslarna. I djupa svenska grundvatten har löst syre aldrig observerats. Syre i regnvatten förbrukas i regel effektivt redan i markskiktet. Dessutom finns mikrober i berget och mineral i både berg och buffert med stor potential till syreförbrukning. I basscenariot har inga långsiktiga förändringar eller processer identifierats som motsäger slutsatsen att grundvattnet på förvarsdjup kommer att förbli syrefritt i ett miljonårsperspektiv.

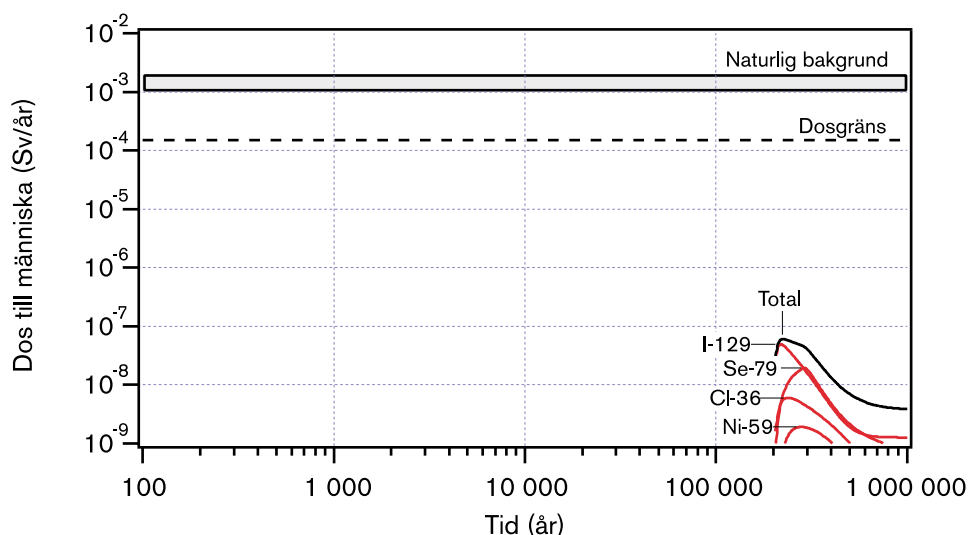
Bedömningen av kapselns integritet grundar sig också på att bufferten fungerar som avsett, vilket bland annat betyder att bufferten bör ha en tillräckligt låg vattenledningsförmåga, en tillräckligt hög densitet och ett tillräckligt svälltryck. Processer som till exempel jonbyte, mineralomvandlingar eller erosion ger i basscenariot inga förändringar av buffertens egenskaper som skulle kunna äventyra funktionen ens i ett miljonårsperspektiv. Resultatet är förväntat i så motto att buffertmaterialet är taget från en naturlig miljö där förhållandena i årmiljoner liknat dem på förvarsdjup i svensk berggrund.

7.2.2 Kapseldefektscenario

I kapseldefektscenario är förutsättningarna desamma som i basscenariot förutom att ett fåtal kapslar tänks ha små initiala skador så att isoleringen redan vid deponeringen är ofullständig. Inte heller i detta scenario förväntas några utsläpp ur kapseln förrän tiotusentals eller hundratusentals år efter deponeringen.

Konsekvenserna har beräknats fram till en miljon år efter förslutning och alla platser klarar SSI:s acceptanskriterium för ett djupförvar. Marginalen är störst vid Ceberg och minst vid Aberg. Skillnaderna kan till en del härledas till olikheter i berggrundens vattengenomsläpplighet vid de tre platserna.

Figur 7-2 visar ett beräkningsresultat för Aberg. Figuren visar dos till människor i förvarets närhet som funktion av tid. Utsläppet börjar först 200 000 år efter förslutning eftersom detta bedöms vara ett rimligt värde på den tid det tar för vatten att tränga ända in till bränslet i en skadad kapsel. Bedömningen baseras på analyser och beräkningar av händelseförloppen inuti en initialt skadad kapsel.



Figur 7-2. Ett exempel på resultat från beräkning av dos till människa vid Aberg.

Utsläppet till biosfären antas ske till en torvmosse som nyttjas till jordbruk. Detta är det fall som ger de högsta konsekvenserna i modellstudierna. Även om de flesta utsläpp vid Aberg idag beräknas ske till Östersjön medför den pågående landhöjningen att utsläpp till en torvmosse inte är osannolikt i framtiden. I figuren visas också dosen från naturlig bakgrundsstrålning i Sverige (cirka 1 millisievert per år) och den dosgräns som kan härledas ur SSI:s acceptanskriterium för ett djupförvar (0,15 millisievert per år i detta fall). Det maximala utsläppet vid Aberg beräknas orsaka knappt 0,0001 millisievert per år och inträffar drygt 200 000 år efter förslutning.

I scenariot utreds också om en vattenfylld kapsel under några förhållanden skulle kunna nå kriticitet, det vill säga om en självunderhållande kedja av kärnreaktioner kan starta. Analyserna visar, liksom många tidigare liknande beräkningar, att så inte är fallet.

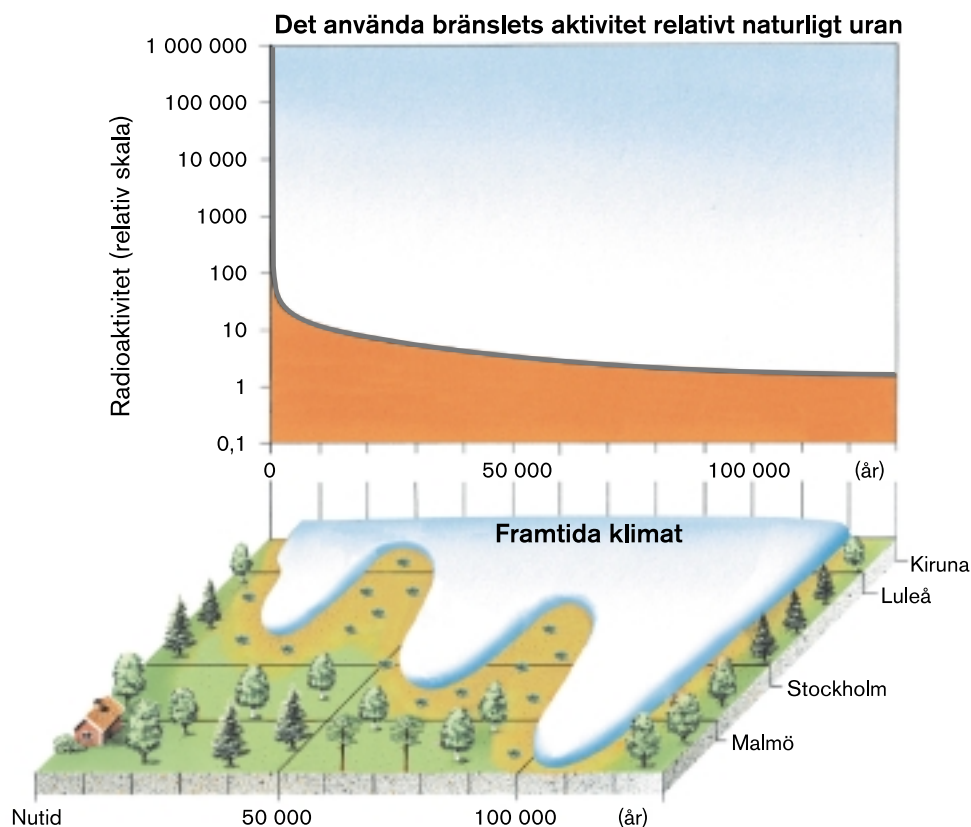
7.2.3 Klimatscenario

I klimatscenario tas också hänsyn till förväntade långsiktiga klimatförändringar, se figur 7-3. I relation till basscenariot medför en övergång till ett kallare klimat med permafrost och istillväxt att:

- förhållandena i biosfären ändras radikalt,
- temperaturen i berget påverkas,
- förutsättningarna för grundvattenflöde förändras – under olika perioder kan grundvattenflödet både minska och öka,
- det mekaniska trycket i berget förändras vid en nedisning,
- grundvattensammansättningen förändras – framför allt kommer vattnets salthalt att variera.

De mest påtagliga förändringarna sker i biosfären till exempel då land omvandlas till havsbotten och vice versa, eller då en inlandsis täcker ett område. Återverkningarna på förvaret förväntas inte leda till kapselskador, ens vid de mest extrema nedisningar som kan förutses.

Initialt skadade kapslar ger i detta scenario i allmänhet mindre konsekvenser i form av dos till människa än i kapseldefektscenariot. Detta beror framför allt på att biosfären förändras kraftigt med klimatet. Under långa perioder förväntas platserna vara täckta av inlandsis eller havsvatten och alltså vara obebodda.



Figur 7-3. Övre delen: Det använda bränslets radioaktivitet som funktion av tid. Värdet 1 är radioaktiviteten i den mängd uran som behövs för att framställa bränslet. Undre delen: Schematisk illustration av isutbredning och vegetation fram till och med nästa isfria period.

7.2.4 Jordskalvsscenario

I jordskalvsscenario utreds hur jordskalv kan påverka förvarets säkerhet. I centrum för analysen står frågan om isoleringen kan brytas hos någon eller några kapslar.

Den svenska berggrunden är av gammalt ursprung och har en låg seismisk aktivitet i förhållande till många områden i världen. I Sverige förekommer skalv främst i sydväst i Vänerområdet samt längs Norrlandskusten. Skalvens magnitud har bara vid enstaka tillfällen varit större än 4. Skalv som uppträder i anslutning till något av jordens mer aktiva områden, till exempel Japan, Kaukasus eller Kalifornien kan vara av magnitud cirka 8, vilket innebär att nästan en miljon gånger mer energi frigörs än vid ett skalv av magnitud 4.

Under den senaste istidens avsmältning förekom jordskalv med betydligt större magnituder än vad vi känner till från historisk tid. Jordskalv med en magnitud av cirka 8 förekom då i norra Sverige. Möjligen förekom liknande skalv även i andra delar av Sverige under denna tid. Orsaken till dessa skalv är inte fastställd, men eftersom de förekom under en begränsad tidsperiod vid inlandsisens avsmältning bedöms de på ett eller annat sätt ha att göra med de snabba belastningsförändringar som förekom vid issmältningen.

För att bedöma effekterna av jordskalv har modellsimuleringar gjorts med data hämtade från de tre platserna. Metoden är resultatet av ett första steg i utvecklingen av ett tillvägagångssätt för kvantitativ analys av jordskalv.

Redan dagens simuleringar, som innehåller flera pessimistiska inslag, visar att sannolikheten för kapselskador under en period av 100 000 år är av samma storleksordning som den som antagits för initiala kapselskador, det vill säga bråkdelar av en procent.

Magnitud

Mått på jordbävningsstyrka (Richterskalan)

De pessimistiska antaganden som görs i riskanalysen bedöms med god marginal kunna kompensera för andra osäkerheter, bland annat de som har att göra med förutsägelseerna av framtida jordskalv. Redan genom att göra mer realistiska antaganden om sprickornas mekaniska egenskaper får man till exempel en så kraftig minskning av berggrörelserna att inga kapselskador förväntas, förutsatt att förvaret läggs på större avstånd än 100 meter från sprickzoner med utsträckning av mer än 100 kilometer. Sådana zoner kan med stor säkerhet undvikas vid inplaceringen av ett framtida förvar vilket gör att risken för kapselskador orsakade av jordskalv bedöms som försumbar.

Mot denna bakgrund förväntas jordskalv inte leda till kapselskador. Därför görs inga beräkningar av radionuklidtransport i jordskalvsscenarioet i SR 97. Metodiken för jordskalvsanalyser vidareutvecklas för kommande säkerhetsanalyser.

7.2.5 Intrångsscenario

Möjligheterna att beräkna riskerna för att människor i framtiden påverkar förvaret är starkt begränsade. Det är inte heller klarlagt på vilket sätt hänsyn till sådana risker ska tas i den totala bedömningen av acceptansen för ett djupförvar. I SR 97 diskuteras hur tänkbara samhällsutvecklingar och framtida mänskliga handlingar som rör förvaret i någon mån kan kategoriseras och uttryckas som olika scenarier.

I ett illustrerande exempel analyseras en situation där en kapsel i förvaret oavsiktligt genomborras. Dos och risk beräknas för borrhpersonal och för en familj som bosätter sig på platsen i ett senare skede. Genomförs borrhningen inom cirka 300 år efter att förvaret förslutits kan dosen till borrhpersonalen överskrida bakgrundsstrålningen och nå de nivåer som i dag tillåts för personer i radiologiskt arbete. Sannolikheten att borra igenom en kapsel är dock mycket låg även om förvaret skulle falla i glömska. Dosen till familjen blir lägre än till borrhpersonalen och överskrider aldrig den naturliga bakgrundsstrålningen.

7.2.6 KBS-3-metodens säkerhet i svensk berggrund

Resultatet av analyserna i SR 97 visar att möjligheterna att bygga ett säkert djupförvar av KBS-3-typ för använt kärnbränsle i svensk berggrund är goda. Fiktiva förvar med verkliga berggrundsdata från tre olika platser har analyserats för att belysa variationer i förhållandena i svensk kristallin berggrund.

Resultatet av SR 97 bekräftar därmed den tidigare bilden att ett väl utformat KBS-3-förvar för använt kärnbränsle placerat i berg med egenskaper som inte väsentligen skiljer sig från svenskt normalberg har goda förutsättningar att med marginal klara myndigheternas säkerhetskrav.

KBS-3-systemet har en flexibilitet vad gäller förläggningsdjup och utformning som tillåter anpassning till plats-specifika förhållanden, och till den information om bergförhållanden som fortlöpande insamlas under platsundersökningar och utbyggnad.

SKB bedömer att förvarsutformningen som analyseras i SR 97 nått en tillräcklig mognad, att den generella förståelsen av förvarets långsiktiga funktion är tillräckligt god, och att potentialen till hög säkerhet har tillräckliga marginaler för att utgöra en tillfredsställande grund för att genomföra platsundersökningar.

7.2.7 Metodik för säkerhetsanalys

En säkerhetsanalys är både omfattande och komplex och kräver ett metodiskt angreppssätt för att ge ett tillförlitligt resultat. Inte minst gäller detta hanteringen av de olika typer av kvalitativa och kvantitativa brister som alltid kommer att omgärda underlaget till en säkerhetsanalys. Detta är en följd av att analysen

rör förhållanden i en heterogen berggrund som bara i mycket begränsad utsträckning kan observeras direkt och att analysen griper över tidsperioder som omöjligt kan studeras i laboratorieexperiment. Många skeenden måste därför beskrivas med förenklade och pessimistiska antaganden.

I SR 97 har flera nya metoder provats, bland annat för en systematisk redovisning av kunskapen om olika processer och för hanteringen av osäkerheter. Metodiken har visat sig fungera väl och bedöms utgöra en god grund för vidareutveckling inför kommande analyser.

7.2.8 SR 97 som underlag för platsundersökningar, systemutformning och forskningsprogram

SR 97 har utgjort ett viktigt underlag för att formulera och kvantifiera krav och önskemål som djupförvaret ställer på berget utifrån bland annat perspektivet långsiktig säkerhet. Erfarenheter från SR 97 har också använts i arbetet med att formulera ett samlat program för undersökning och utvärdering av platser, se vidare kapitel 13 och 14. Slutligen har resultat från SR 97 använts för att se över utformningen av förvarets barriärer.

Erfarenheterna från SR 97 utgör en grund för prioriteringar i programmen för stödjande forskning, utveckling och teknikdemonstration. Resultaten visar på flera områden som kan behöva prioriteras, bland annat:

- Biosfärsmodellering.
- Jordskalvsmodellering.
- Återfyllningens funktion.
- Modeller för hydrologi och radionuklidtransport i detaljskala kring deponeringshål för att möjliggöra optimala val av deponeringshål.
- Bränsleupplösning.

Ofta skulle nya rön kunna leda till att mindre pessimistiska förutsättningar kan användas i säkerhetsanalysen.

7.2.9 Sammanfattning

Det kommande steget i lokaliseringen av ett djupförvar innebär att berggrunden vid ett antal kandidatplatser för ett förvar ska undersökas. Huvudsyftet med SR 97 är att inför det steget ”göra troligt att KBS-3-metoden har goda förutsättningar att uppfylla de säkerhets- och strålskydds krav som SKI och SSI preciserat de senaste åren” /7-3, 4/.

De strålnivåer som svenska myndigheter accepterar för individer i närheten av ett djupförvar ligger kring en procent av den naturliga bakgrundsstrålningen. Resultaten av analyserna i SR 97 visar maximala nivåer som är mindre än en tiondel av myndighetskraven. De maximala nivåerna uppkommer tiotusentals år in i framtiden och under de förhållandevis korta tidsintervall då tänkbara förvarsplatser i Sverige inte förväntas vara täckta av inlandsis eller hav.

Resultaten ska också ses i ljuset av det försiktiga förhållningssätt som genomsyrar utförandet av säkerhetsanalysen. Om kunskapen inom något område inte är fullständig antas pessimistiskt ett sämre utfall än vad som är rimligt att förvänta.

SR 97 visar att förutsättningarna för att bygga ett säkert djupförvar för använt kärnbränsle i svensk kristallin berggrund är goda. Analysen är i ett internationellt perspektiv omfattande och detaljerad mot bakgrund av det steg SKB står inför.

Det är SKB:s bedömning att säkerhetsanalysens omfattning och tilltron till dess resultat väl uppfyller de krav som bör ställas inför platsundersökningsskedet.

7.3 Internationell expertgranskning

För att få en bred internationell genomlysning av SR 97 gav SKI ett granskningsuppdrag åt OECD:s atomenergiorgan NEA. NEA:s sekretariat har mångårig erfarenhet av sådana uppdrag och samlar för varje granskning en grupp experter från hela världen. Gruppens medlemmar utses med hänsyn till innehållet i säkerhetsanalysen och granskningens syfte. Inför NEA:s val av experter krävde SKI att ingen som utfört uppdrag åt SKB de senaste sex åren fick användas i granskningen.

Gruppens uppgift fastställdes av SKI och en huvuduppgift var att bedöma metodiken i SR 97. Resultatet av granskningen utgör ett underlag för de svenska myndigheternas egen granskning.

Gruppen samlades en första gång i Stockholm i december 1999 då SKB presenterade SR 97 som just färdigställd. Granskarna studerade under ett par månader materialet och ställde en rad frågor till SKB. Frågorna besvarades skriftligt och i mars 2000 samlades gruppen åter i Stockholm för att i fyra dagar fråga ut SKB:s experter. Efter ytterligare granskning sammanställdes en granskningsrapport /7-6/ som offentliggjordes i Stockholm i maj 2000.

7.3.1 Granskningsgruppens slutsatser

Granskningsgruppen uttryckte stor respekt för den öppenhet med vilken den svenska processen med att utveckla och lokalisera ett djupförvar bedrivs. I ett internationellt perspektiv såg man en stor villighet till konstruktiva och öppna diskussioner hos såväl regering, myndigheter, berörda kommuner som industri.

SKI har låtit översätta granskningsgruppens rapport /7-7/ och även granskat översättningen. Det följande är en fullständig återgivning av den översatta rapportens slutsatskapitel.

”Slutförvarsmetoden KBS-3 har de grundläggande elementen i en sund princip för deponering av använt kärnbränsle i ett geologiskt slutförvar. Metoden erbjuder djupförvar i form av en uppsättning passiva barriärer med multipla säkerhetsfunktioner. Metoden bygger på väletablerad vetenskap och har en god teknisk grund. Metoden är väldefinierad och förefaller genomförbar.

SR 97 ger en utmärkt illustration av KBS-3-metodens potentiella säkerhet och tar hänsyn till förhållandena i svensk berggrund, utgående från data från tre platser. Dokumentationen är generellt sett välskriven och argumenten är väl presenterade, men det finns utrymme för förbättringar sett till fullständigheten i motiveringarna, spårbarheten och transparensen.

Med tanke på de framsteg som SKB gjort inom geovetenskapen, SKB:s tekniska program och de positiva indikationerna från SR 97 är SKB:s önskemål att övergå till platsundersökningsfasen välgrundat. Detta understryks av konstaterandet att geosfärens barriärfunktion är platspecifik. Det behövs data från potentiella slutförvarplatser för att bättre utveckla, fokusera och pröva analysmetodiken.

Inga viktiga frågor har identifierats som behöver besvaras innan man går vidare med undersökning av potentiella platser. Många observationer och rekommendationer har gjorts som SKB och säkerhetsmyndigheterna kan vilja beakta i den framtida utvecklingen av Sveriges program för slutförvaring av använt kärnbränsle.

- Ett periodiskt uppdaterat högnivådokument som beskriver SKB:s säkerhetsstrategi bör tas fram. Detta skulle visa utvecklingen av KBS-3-metoden och visa hur olika tekniska studier har bidragit till dess utveckling och till förståelsen för säkerhetskraven.

- Mera frekventa iterativa säkerhetsanalyser skulle i god tid underlätta utvärdering av betydelsen hos ny vetenskaplig och teknisk kunskap och stärka säkerhetsanalysens roll som verktyg för att integrera slutförvarsprogrammet. Mer frekventa analyser skulle även utveckla och stärka kontinuiteten hos personalens erfarenhet och förmåga, vilket är avgörande för att genomföra analyserna.
- Ett antal tekniska frågor har identifierats, vilka bör lösas för att förbättra robustheten och transparensen av beskrivningarna och argumenten som ger stöd åt säkerhetsredovisningen. Bland de viktigare exemplen kan nämnas:
 - Dokumentation av bevis och argument som leder till förtroende för upprätthållande av reducerande grundvattenförhållanden på förvaringsdjup.
 - Förbättrad förståelse av ursprung och utveckling av lösta ämnen i grundvattnet.
 - Tolkning av parametern 'flödesvätt yta', inklusive metoder som ger nödvändiga fältdata för att stödja dess användning.
 - Definition av förväntningar och krav på biosfärmodellering som är i enlighet med de svenska myndigheternas föreskrifter och de vetenskapliga begränsningarna.
- En bättre definition av SKB:s strategi för scenarioval skulle klargöra i vilken mån de olika scenarierna är representativa och ändamålsenliga, och hur de byggs ut till en integrerad säkerhetsbedömning. I framtida analyser skulle mer formell scenarioutveckling eller urvalsteknik vara att föredra.
- Det skulle vara fördelaktigt att utveckla en integrerad och mer omfattande syn på osäkerhets- och känslighetsanalys, som täcker ett bredare område av parametrar och modellmässiga osäkerhetsfaktorer, och som utvärderar multiparameterbaserade känsligheter. Ökad transparens är nödvändig vid valet av parametervärden vilka definieras som 'realistiska' eller 'pessimistiska' i SKB:s aktuella metod. Metoder som tillåter framtagning av sannolikhetsfördelningar utgående från begränsande datamängder bör tas upp till ny bedömning.
- En diskussion är nödvändig mellan SKB, SKI och SSI om tolkningen av svenska myndighetskrav avseende risker och sannolikheter, samt myndigheternas förväntningar och praktiska metoder som kan tillämpas för att beräkna konsekvenser, utan att kompromissa med den statistiska trovärdigheten. Vidare krävs en diskussion med SSI om deras förväntningar för att bedöma inverkan på miljön och hur dessa krav ska kunna uppfyllas.
- I kommande säkerhetsanalyser bör beaktas möjligheten att infoga mer realistiska, i motsats till konservativa, beskrivningar av anläggningens systemfunktion. Anpassning och fullständighet avseende aktuella scenarier till förhållandena på specifika platser bör också beaktas.

Infogande av mer omfattande känslighets- och osäkerhetsanalyser i analysmetodiken skulle bidra till att styra platsundersökningarna och specifikt identifiera vilka platsspecifika data som är viktigast för säkerheten och som potentiellt kan erhållas i samband med platsundersökningar.”

7.4 Svenska myndigheters granskning

SKI och SSI genomförde under år 2000 en omfattande granskning av SR 97, på ett liknande sätt som man vart tredje år granskar SKB:s forskningsprogram. Granskningsmyndigheterna gav ett stort antal universitetsinstitutioner, organisationer och förstudiekommuner liksom statens råd för kärnavfallsfrågor, KASAM, tillfälle att yttra sig över innehållet i SR 97. Resultatet av den internationella granskningen utgjorde ett annat viktigt underlag för de svenska myndigheternas arbete.

7.4.1 Slutsatser av svenska myndigheters granskning

SKI och SSI presenterade i mitten av november sin granskning av SR 97 i en huvudrapport /7-8/ och en sammanfattningsrapport /7-9/. Det följande är en kopia av slutsatserna i sammanfattningen.

”Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI) har granskat SR 97 med avseende på dess syften som är att demonstrera en metodik för säkerhetsanalys, påvisa att svensk berggrund kan ge ett säkert slutförvar med SKB:s metod, ge underlag för att precisera vilka faktorer som har betydelse i valet av plats samt härleda preliminära krav på de tekniska barriärernas funktion. Myndigheterna har därvid kommit fram till följande slutsatser:

- I SR 97 har det inte kommit fram några omständigheter som gör att geologisk förvaring enligt SKB:s metod skulle ha avgörande brister i förhållande till de krav på säkerhet och strålskydd som myndigheterna kräver.
- SR 97 innehåller de beståndsdelar som krävs för en allsidig belysning av säkerhet och strålskydd.
- SKB:s metodik för säkerhetsanalys har förbättrats inom flera viktiga områden, till exempel vad gäller dokumentation av processer och egenskaper som kan påverka slutförvarets funktion, och utveckling av modeller för säkerhetsanalysens beräkningar.
- Metodiken i SR 97 har en del brister, t.ex. när det gäller att ange vilka framtida händelser som säkerhetsanalysen ska beskriva. SR 97 har alltför lite behandlat ogynnsamma förhållanden som kan påverka ett slutförvars framtida säkerhet.
- SKB säger att resultaten av SR 97 använts i arbetet med att formulera krav och önskemål på berget vid ett slutförvar. Myndigheterna menar att det inte framgår av SR 97 hur detta har gjorts. Kopplingen mellan säkerhetsanalys och platsundersökningar bör förbättras.
- En säkerhetsanalys av ett slutförvar för använt kärnbränsle kommer alltid att vara behäftad med osäkerheter och brister i kunskapsunderlaget. Man blir då beroende av tillgång till experter som kan göra bästa möjliga bedömningar. SKB bör ta fram bättre procedurer för expertbedömningar.

Sammanfattningsvis konstaterar myndigheterna att delar av metodiken i SR 97 behöver utvecklas ytterligare och preciseras inför kommande steg i platsvalsprocessen. SKB:s utveckling av metoder för säkerhetsanalys är ett kontinuerligt arbete som bör fortgå under alla steg av utbyggnaden av ett slutförvar.

Efter granskningen av SR 97 och tidigare granskning av SKB:s FUD-program Forskning-Utveckling-Demonstration, anser myndigheterna att KBS-3-metoden är en god grund för SKB:s kommande platsundersökningar och den fortsatta utvecklingen av de tekniska barriärerna.

Myndigheterna avser att återkomma med ytterligare synpunkter på vilken redovisning som behövs inför de olika stegen av SKB:s slutförvarsprogram i samband med kommande granskningar av SKB:s FUD-program.”

I sammanfattningsrapporten konstateras också: ”Men det krävs ett detaljerat dataunderlag från platsundersökningar och mer omfattande praktiska erfarenheter från tillverkning och provning av de tekniska barriärerna innan en mer utförlig bedömning av KBS-3-metoden kan ske. Det är dessutom nödvändigt att SKB kompletterar och vidareutvecklar sina metoder för säkerhetsanalys och då tar hänsyn till myndigheternas granskning av SR 97.”

7.5 SKB:s kommentarer till granskningsresultatet

Det är angeläget för SKB att säkerhetsanalysen utsätts för både nationella och internationella granskningar. En säkerhetsanalys av samma omfattning som SR 97 har inte gjorts sedan KBS-3-rapporten presenterades 1984. Sedan dess har både metodik och vetenskapligt underlag utvecklats betydligt och det är viktigt att SKB:s analys granskas i ljuset av vad som i dag är bästa kompetens i världen inom dessa områden.

Den internationella expertgruppen drar den viktiga slutsatsen att SKB har välgrundade skäl att gå vidare till platsundersökningsskedet. Detta är ju även SKB:s bedömning i SR 97-rapportens slutord och det är värdefullt att bedömningen stöds av den internationella granskningsgruppen.

I övrigt är gruppens slutsatser och rekommendationer värdefulla för att förbättra utformningen av kommande analyser, som ett underlag för kommande prioriteringar i forskningsprogram etc. Utvecklingsarbetet kommer att beskrivas i SKB:s program för forskning, utveckling och demonstration.

De svenska myndigheterna drar efter granskningen slutsatserna att KBS-3-metoden är en god grund för SKB:s kommande platsundersökningar och att det i SR 97 inte kommit fram något som gör att metoden skulle ha brister i förhållande till de krav som myndigheterna ställer. Detta är viktiga slutsatser inför SKB:s önskan att gå vidare till platsundersökningar.

Även de svenska myndigheterna gör rader av påpekanden och ger många förslag till fortsatt utveckling, som kommer att utgöra underlag för SKB:s kommande forskningsprogram. Myndigheterna avvaktar dock med formella krav på SKB i dessa frågor tills man granskat allt material inför platsvalet.

I en av de citerade punkterna ovan konstaterar myndigheterna helt korrekt att SR 97 inte visar hur resultatet av analysen används för att formulera krav och önskemål på berget vid ett slutförvar. Redovisningen gjordes i särskilda rapporter under våren 2000 /7-10, 11/ se även avsnitt 10.1 och 13.3. Dessa granskas nu av myndigheterna tillsammans med all annan redovisning SKB lämnar inför platsundersökningsskedet. Granskningsresultatet kommer att utgöra ett av underlagen till SKB:s nästa forskningsprogram, FUD-program 2001.

Sammanfattningsvis konstaterar SKB att det i granskningarna av SR 97 inte framkommit några hinder för att gå vidare till platsundersökningar. Tvärtom ser både den internationella granskningsgruppen och de svenska myndigheterna det som angeläget med data från platsundersökningar för att man mer i detalj ska kunna utvärdera KBS-3-metoden.

Del III – Plats

- 8 Lokaliseringsprocessen
- 9 Geovetenskapligt underlag
- 10 Lokaliseringsfaktorer
- 11 Lokaliseringsalternativ från förstudier
- 12 Val av lokaliseringsalternativ för platsundersökningar

8 Lokaliseringsprocessen

Inom en tioårsperiod planerar SKB att slutföra lokaliseringen av inkapslingsanläggningen och djupförvaret. Huvudfrågan är var djupförvaret ska förläggas. För inkapslingsanläggningen är lokalisering vid CLAB huvudalternativet men anläggningen kan komma att lokaliseras vid djupförvaret eller eventuellt i anslutning till en befintlig kärnteknisk anläggning.

Lokaliseringsarbetet för djupförvaret har nu pågått i närmare tio år, med översiktsstudier av hela landet och förstudier av totalt åtta kommuner.

Resultatet är ett antal lokaliseringalternativ för vilka SKB bedömer förutsättningarna vara goda att dels uppfylla kraven på säkerhet och miljöskydd, dels kunna genomföra djupförvarsprojektet i praktiken. Därmed anser SKB att underlaget finns för att gå vidare till nästa skede i processen – platsundersökningsskedet – där studierna koncentreras på de mest lovande lokaliseringalternativen och borrhningar görs för att undersöka berget på utvalda platser.

8.1 Utvecklingen fram till idag

SKB:s lokaliseringsarbete omfattar två kärntekniska anläggningar – en inkapslingsanläggning och ett djupförvar. I en senare fas av kärnavfallsprogrammet tillkommer ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall (se kapitel 2).

För djupförvaret pågår sedan 1992 ett stegvis upplagt lokaliseringsarbete. Målet är att lokaliseringen ska vara genomförd inom en tioårsperiod. Vilken ort och plats som slutligen väljs för djupförvaret kommer att styra mycket av hanteringssystemet i övrigt, se figur 8-1. Det påverkar transportsystemet, lokaliseringen av inkapslingsanläggningen och kapseltillverkningen, och på sikt var tyngdpunkten i SKB:s hela verksamhet kommer att ligga. För inkapslingen är huvudalternativet att bygga en anläggning i anslutning till CLAB, men möjligheten att förlägga även denna verksamhet till en anläggning vid djupförvaret kommer att utredas.

Planerna för inkapsling och djupförvaring av använt bränsle presenterades av SKB i FUD-program 92 /8-1/. Därmed inleddes också lokaliseringsarbetet. I augusti 1994 presenterade SKB på regeringens begäran en rapport med kompletterande redovisningar till FUD-program 92 /8-2/. I den rapporten (ofta benämnd FUD 92,5) redovisade SKB utgångspunkter för lokaliseringsarbetet samt planerad omfattning och metodik för genomförandet. Med stöd av egna geovetenskapliga undersökningar (typområdesprogrammet mm), generell kunskap om förhållandena i svenskt urberg och resultat från olika säkerhetsanalyser drog SKB följande, grundläggande slutsatser:

- Det finns goda möjligheter att finna platser i svenskt urberg med förhållanden som är lämpliga för ett djupförvar.
- Berggrundens lämplighet är inte knuten till någon speciell landsdel eller geologisk provins inom urbergsområdet. Det viktigaste är istället lokala förhållanden.

Lokaliseringsprocessen





Figur 8-1. *Djupförvaret, och andra verksamheter som påverkas av var djupförvaret lokaliseras.*

Detta, menade SKB, gav möjlighet att i första hand vända sig till kommuner som önskade medverka i lokaliseringsprocessen, något som sågs som en förutsättning för att lokaliseringsprocessen skulle kunna genomföras. Dessa slutsatser formulerades som följer i kompletteringsrapportens sammanfattning:

”---uppläggningsen av lokaliseringsarbetet bygger på en övertygelse 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 djupförvarsetableringen. Denna inriktning stämmer väl överens med de intentioner som ligger bakom gällande lagstiftning---”

Denna grundläggande ståndpunkt har fungerat som ledstjärna i lokaliseringsarbetet, och är för SKB:s del lika aktuell idag som när kompletteringsrapporten presenterades.

I samma rapport redovisade SKB även, tydligare än tidigare, de tekniska och andra krav som bör ligga till grund för lokaliseringen, samt de faktorer som måste beaktas under arbetets gång. Begreppen översiktsstudier, förstudier och platsundersökningar gavs tydliga definitioner.

Idag finns en definierad process för lokaliseringen av djupförvaret. Den är resultatet av de lokaliseringsstudier som SKB initierat och bedrivit, i kombination med det sedan 1986 etablerade förfarandet med regelbundna redovisningar från SKB (FUD-programmen), följda av myndighetsgranskning och vägledande

regeringsbeslut. Processen växte i huvudsak fram under åren 1992 till 1995, och innebär att arbetet med att ta fram beslutsunderlag för lokaliseringen är uppdelat i två huvudskeden – förstudieskedet respektive platsundersökningsskedet – se figur 8-2.

Genomförandet har nu nått fram till avslutningen av förstudieskedet, som för SKB:s del har inneburit att:

- etablera själva processen,
- genomföra översiktliga lokaliseringsstudier (översiktsstudier och förstudier),
- vinna det stöd och förtroende för kärnavfallsprogrammet, nationellt och lokalt, som är en förutsättning för att djupförvarsprojektet ska bli genomfört.

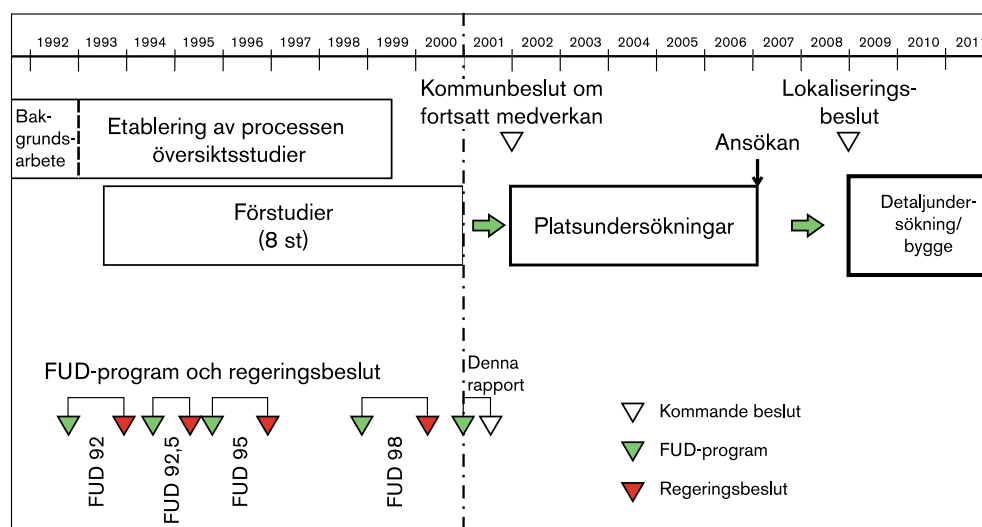
Översiktstudierna har behandlat de generella lokaliseringsförutsättningarna med avseende på viktiga faktorer och olika delar av landet. Förstudierna, totalt åtta stycken, har gjorts för att för att utvärdera lokaliseringsförutsättningarna i:

- två kommuner i norra Sverige, Storuman och Malå, under perioden 1993–1997. Lokala folkomröstningar i dessa kommuner ledde till att de inte är aktuella för fortsatta studier,
- sex kommuner, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred, under perioden 1995–2001.

Redan innan lokaliseringsarbetet för djupförvaret inleddes 1992 hade ett omfattande program med bland annat borrhningar på ett tiotal platser genomförts för att bygga upp nödvändig kunskap om den tilltänkta miljön för djupförvaret, det vill säga det svenska urberget. Dessutom hade anläggningarna CLAB, SFR och Äspölaboratoriet lokaliserats.

Den samlade erfarenhet SKB har i dag vad gäller undersökningar och lokalisering av anläggningar omfattar därmed:

- Borrhningar och andra undersökningar av berggrunden på ett tiotal platser i landet (det så kallade typområdesprogrammet), 1977–85.
- Lokalisering av CLAB till Simpevarpshalvön, 1976–79.
- Lokalisering av SFR till Forsmark, 1980–83.
- Lokalisering av Äspölaboratoriet, 1986–90.
- Översiktsstudier och förstudier för djupförvaret.



Figur 8-2. Lokaliseringsprocessen i huvuddrag.

Erfarenheterna innefattar såväl framgångar som misslyckanden. Lokaliseringarna av CLAB och SFR för tjugotalet år sedan var relativt enkla att genomföra. Processerna tog några år i anspråk och engagerade i första hand SKB, säkerhetsmyndigheterna och de berörda kommunerna. Lokaliseringsarbetet för djupförvaret har hittills åtföljts av ett både bredare och mera djupgående engagemang i samhället. Till en del kan denna skillnad bero på att djupförvarsprojektet innefattar unika aspekter, men den speglar också en trend i samhället som innebär att lokaliseringar blivit betydligt mer komplexa, tidsödande och resurskrävande att genomföra.

SKB:s uppfattning är att det omfattande forsknings-, utvecklings- och lokaliseringensarbete som gjorts ger det underlag som krävs för att övergå till nästa skede i processen - platsundersökningsskedet. Vi menar också att det finns det engagemang i kärnavfallsfrågan och stöd för SKB:s program som gör denna fortsättning möjlig och motiverad.

Platsundersökningsskedet syftar till att slutföra lokaliseringen av både djupförvaret och inkapslingsanläggningen. Nyckelfrågan är lokaliseringen av djupförvaret, och avgörande för SKB:s del blir att:

Långsiktig säkerhet

- Visa att ett djupförvar, på den plats som väljs, uppfyller alla krav på långsiktigt säker förvaring. För detta krävs säkerhetsanalyser, som i sin tur kräver omfattande undersökningar av berggrunden.

Teknik, hälsa, miljö

- Visa att ett djupförvar på den plats som väljs uppfyller alla tekniska krav liksom hälso- och miljöskydds krav. För detta krävs en mängd utredningar om bland annat transportförutsättningar, markfrågor och miljöpåverkan.

Samhällets stöd

- Få stöd för en lokalisering av djupförvaret av den aktuella kommunen samt av myndigheter och regering.

8.2 Förutsättningar för det fortsatta arbetet

8.2.1 Ansvarsfördelning och krav på SKB

Tillämpningen av producentansvar (se kapitel 3) innebär i praktiken att det är SKB som ansvarar för att ta fram underlag och ansökan för lokaliseringen av djupförvaret och inkapslingsanläggningen. Det är myndigheter, berörda kommuner och regeringen som avgör om ansökan ska godkännas eller inte. Myndigheternas ansvar som granskare, liksom regeringens ansvar för övergripande styrning och kommunernas mandat är klart uttalade i lagstiftningen. Det finns alltså en fastlagd ansvarsfördelning, vilket är en grundförutsättning för ett framgångsrikt lokaliseringsarbete.

Prövningen av lokaliseringsansökan kommer att ske enligt miljöbalken och kärntekniklagen (se kapitlen 3 och 13). Dessa lagar med tillhörande föreskrifter anger de grundläggande krav som ställs vid lokalisering och uppförande av kärntekniska anläggningar. Därutöver har regeringen i sina beslut över SKB:s FUD-program ställt villkor och gett anvisningar som varit vägledande för lokaliseringsarbetet. En viktig milstolpe är enligt SKB:s uppfattning det beslut som följde på kompletteringen till FUD-program 92 /8-3/, och som bland annat anger att:

Regeringsbeslut

- 5- 10 förstudier
- minst två platsundersökningar
- samlad redovisning av underlag
- program för platsundersökningar

- De faktorer och kriterier som SKB (i den nämnda kompletteringen) angivit som vägledande för lokaliseringen ”- - - bör enligt regeringens uppfattning vara en utgångspunkt för det fortsatta lokaliseringsarbetet”.
- Ansökan om tillstånd att uppföra ett djupförvar ”- - - bör innehålla material för jämförande bedömningar som visar att platsanknutna förstudier i enlighet med SKB:s redovisning bedrivits på mellan 5–10 platser i landet och att platsundersökningar bedrivits på minst två platser samt skälen för valet av dessa platser”.

I samma regeringsbeslut gavs riktlinjer för tillståndsprövningen, betydelsen av samråd kring miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) underströks, länsstyrelsernas samordnade ansvar för kontakterna mellan SKB, myndigheter och kommuner klargjordes, och de deltagande kommunernas position stärktes.

I senare beslut, föranledda av FUD-program 95 /8-4, 5/ och FUD-program 98 /8-6, 7/, anger regeringen bland annat att:

- Innan platsvalsprocessen kan övergå i platsundersökningar bör berörda kommuner ha tillgång till SKB:s samlade redovisning av översiktsstudier, förstudier och annat bakgrunds- och jämförelsematerial som SKB kan vilja redovisa.
- Inför valet av platser för platsundersökningar ska SKB lämna en ”samlad redovisning av slutförda förstudier m.m. och ett tydligt program för platsundersökningar - - ” för att klarlägga om SKB:s val grundas på ett bra underlag.

Lagarna och regeringsbesluten ger sammantaget tydliga krav på det lokaliseringsunderlag som det åligger SKB att ta fram. När det gäller tidsaspekten menar SKB att Miljömålskommittens arbete med översyn av delmål för att inom en generation uppnå de nationella miljö kvalitetsmålen bör beaktas /8-8/. Kommittén konstaterar vid preciseringen av det av Riksdagen beslutade miljömålet om säker strålmiljö att ett slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle utgör ett av de viktigaste inslagen i miljöarbetet, samt att arbetet med slutförvar av använt kärnbränsle måste fortsätta. Man preciserar inget särskilt mål för hantering av använt kärnbränsle utan hänvisar till att detta omfattas av generella mål avseende säker strålmiljö, samt de bestämmelser som finns i kärntekniklagen.

8.2.2 Information, dialog och samråd

Parallellt med översikts- och förstudierna har SKB ökat insatserna för information, dialog och samråd om lokaliseringsarbetet. Det gäller såväl på nationell nivå som lokalt.

På de orter där förstudier genomförs finns lokala informationskontor dit den som vill kan vända sig med frågor och synpunkter. SKB har också kontaktat organisationer, företag med flera samt ordnat seminarier och utställningar för att informera om sin verksamhet och ge möjligheter till direkt dialog. Enligt SKB:s uppfattning har detta, tillsammans med insatser från andra aktörer – kommuner, myndigheter, media, intressegrupper och enskilda – skapat bra förutsättningar och former för framtida samråd.

Intresset från media för kärnavfallsfrågan, i synnerhet lokaliseringsprocessen, har ökat under senare år. Generellt kan en trend iaktas från en tidigare ofta fragmentarisk rapportering knuten till enskilda händelser, mot en mera heltäckande bevakning med stora inslag av debatt kring grundläggande frågor. SKB tolkar detta som att debatten kring kärnavfallsfrågan mognat i samhället, utan att spännvidden i de åsikter som framförs för den skull har minskat. Det som starkast bidragit till denna utveckling är att lokaliseringsarbetet, genom förstudierna, har övergått från planering till konkret verksamhet på flera håll i landet.

I samband med att platsundersökningarna inleds kommer SKB att anmäla ärendet om lokalisering till berörda länsstyrelser. Därmed faller samrådet under miljöbalkens bestämmelser. SKB:s syn på kommande samråd beskrivs i kapitel 13.

Nationella miljö kvalitetsmål

I april 1999 antog riksdagen 15 nationella miljö kvalitetsmål. De beskriver egenskaper som natur- och kulturmiljön måste ha för att samhällsutvecklingen ska vara ekologiskt hållbar. Miljö kvalitetsmålen preciseras och förklaras med delmål. Miljömålskommittén lämnade i juni 2000 förslag till delmål och åtgärder för att nå dessa till regeringen

8.2.3 Kommunerna

Det krävs inga formella tillstånd för att SKB ska få genomföra en förstudie i en kommun. Mot bakgrund av intentionen att genomföra en öppen lokaliseringsprocess på frivillig grund har SKB ändå valt att på ett tidigt stadium ta upp diskussioner med kommunerna. Grundkraven för att en förstudie ska vara av intresse från SKB:s sida har varit att kommunen preliminärt bedömts ha goda tekniska förutsättningar för en lokalisering, samt att kommunen inte motsatt sig medverkan i lokaliseringsarbetet. De diskussioner och den beslutsgång som sedan, i totalt åtta fall, lett fram till förstudier har varierat från fall till fall. Tabell 8-1 summerar de avgörande kommunala besluten, och mera detaljerad information finns i förstudiernas slutrapporter /8-9 till 8-16/. En heltäckande redovisning av de olika kommunernas verksamhet har också redovisats av Regeringens särskilde rådgivare inom kärnavfallsområdet /8-17/.

Kommunerna har engagerat sig aktivt under genomförandefasen av förstudierna. Egna organisationer har etablerats, med huvuduppgifter att sköta kontakterna med SKB, myndigheterna och andra parter, samt att från kommunens utgångspunkt svara för information och dialog med invånarna. Detta arbete har involverat kommunernas politiska organ, tjänstemän och i varierande grad andra lokala intressenter och allmänheten. Delvis olika lösningar har valts när det gäller arbetsformer och organisation. Detta kan spegla skillnader i politiska förhållanden, tidigare erfarenhet av kärnteknisk verksamhet, praxis vad beträffar arbetsfördelningen mellan politiker och tjänstemän, samt inte minst tidpunkt och tidplan för de olika förstudierna. Sedan 1995 har kommunerna möjlighet att via SKI få ekonomiskt stöd från Kärnavfallsfonden för sin verksamhet i samband med förstudierna.

SKB har överlämnat slutrapporter från förstudierna i preliminär form till kommunerna, för att därmed ge alla intresserade en möjlighet att diskutera innehållet och framföra synpunkter. SKB har beaktat synpunkter från kommunen och andra i de slutliga redovisningarna. Kommunerna har remitterat de preliminära slutrapporterna och bakomliggande utredningsmaterial till lokala intressenter och i vissa fall även till särskilt anlita expertis. Med stöd av detta har synpunkter framförts i olika former till SKB, som beaktar de framförda synpunkterna vid utformningen av förstudiens slutrapport och/eller i det fortsatta arbetet.

Kommunerna är remissinstanser för FUD-programmen, och kommer därmed att ges tillfälle att granska denna redovisning och lämna synpunkter till SKI. De kommuner där SKB föreslår platsundersökningar förväntas efter regeringens beslut om denna redovisning ange om SKB ska få gå vidare i lokaliseringsarbetet och genomföra platsundersökningar. I och med att platsundersökningsskedet inleds påbörjas också samråd i enlighet med miljöbalken, där kommunerna har en viktig roll.

Tabell 8-1. Kommunernas beslut om förstudier

| Kommun | Beslut |
|------------|--|
| Storuman | Juni 1993, kommunfullmäktige (24 ja, 12 nej) |
| Malå | November 1993, kommunfullmäktige (14 ja, 14 nej) |
| Östhammar | Juni 1995, kommunfullmäktige (36 ja, 12 nej) |
| Tierp | Juni 1998, kommunfullmäktige (enhälligt) |
| Älvkarleby | Juni 1999, kommunfullmäktige (30 ja, 1 nej) |
| Nyköping | Kommunfullmäktigebeslut har ej tagits |
| Oskarshamn | Oktober 1996, kommunfullmäktige (38 ja, 5 nej) |
| Hultsfred | Maj 1999, kommunfullmäktige (enhälligt) |

8.2.4 Länsstyrelserna, regionala samråd

I sitt beslut över FUD-program 95 /8-5/ angav regeringen att länsstyrelserna i de län som berörs av lokaliseringsstudierna ska ta ett samordnande ansvar för de kontakter med kommuner och statliga myndigheter som behövs för att SKB ska kunna ta fram underlag till en miljökonsekvensbeskrivning.

I de län där SKB har bedrivit förstudier (Uppsala, Södermanlands och Kalmar län) arbetar länsstyrelserna för en samordning av de aktiviteter som ingår i platsvalsprocessen. Det sker bland annat genom att anordna möten på regional nivå. Formerna för dessa möten liksom vilka parter som deltar varierar, se bilagan. Gemensamt för alla är dock att de berörda kommunerna, SKI, SSI, Regeringens särskilde rådgivare och SKB finns representerade.

8.2.5 Myndigheterna och departementet

SKI och SSI

SKI:s och SSI:s roller som tillsynsmyndigheter inom kärnavfallsområdet framgår av kapitel 3. En av SKI:s uppgifter är att ansvara för granskningen av SKB:s FUD-program och bereda dessa ärenden för regeringens beslut. I sitt yttrande till regeringen över FUD-program 98 /8-18/ fann myndigheten att programmet uppfyllde de krav som ställs i kärntekniklagen. Vidare specificerade SKI punkter där regeringen föreslogs ålägga SKB att redovisa ytterligare underlag innan platsundersökningar inleds. Förslagen bekräftades genom de krav som regeringen senare angav i sitt beslut, se kapitel 3.

Förutom handläggningen av FUD-programmen innefattar lokaliseringsprocessen inga aktiviteter som i formell mening kräver tillstånd eller granskning av tillsynsmyndigheterna, förrän i det skede när lokaliseringsansökningar aktualiseras. SKI och SSI berörs ändå på flera sätt av det arbete som pågår. Det gäller särskilt i samband med förstudierna, där dessa myndigheter har en viktig roll i att tillhandahålla information och expertkunskap till kommunerna och allmänheten. Myndigheterna deltar också aktivt i de regionala samråd som sker i länsstyrelsernas regi, liksom i många andra sammanhang där olika aspekter av lokaliseringsfrågan tas upp till diskussion.

Föreskrifter som nyligen utfärdats av myndigheterna, eller som föreligger som förslag, har betydelse för SKB:s lokaliseringsarbete. I SSI:s föreskrifter om slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle /8-19/ anges att ett slutförvar för använt kärnbränsle eller kärnavfall skall utformas så att den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst en på miljonen, för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken. Det strålskyddskrav som djupförvaret ska uppfylla är därmed kvantifierat. Vidare anges att det slutliga omhändertagandet ska genomföras så att biologisk mångfald bevaras och ett hållbart utnyttjande av biologiska resurser skyddas mot skadlig inverkan av strålning.

SKI har nyligen lämnat förslag till föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnavfall. Där framhålls att säkerheten ska baseras på ett system av passiva barriärer, på ett sådant sätt att en brist i någon av barriärerna inte påtagligt får försämra förvarets säkerhet. Vidare sägs att förhållanden, händelser och processer som har betydelse för säkerheten för ett slutförvar efter förslutning skall analyseras innan slutförvaret uppförs, innan det tas i drift och innan det försluts.

Regeringens särskilde rådgivare

I maj 1995 utsåg regeringen en Nationell samordnare inom kärnavfallsområdet, med uppgift att bland annat samordna utrednings- och informationsinsatser som de av lokaliseringsarbetet berörda kommunerna fann nödvändiga. Funktionen har sedan maj 1999 benämningen Särskild rådgivare inom kärnavfallsområdet och har därmed knutits närmare till regeringskansliet. Den särskilde rådgivaren ska främja samordningen av utbildnings- och informationsinsatser mellan berörda parter, samt hålla nära kontakt med de organisationer som vill delta i lokaliseringsprocessen. I uppgifterna ingår även att medverka till att föra fram regeringens syn på frågor kring hantering och förvaring av använt kärnbränsle till de som berörs av lokaliseringsprocessen. Utrednings- och dokumentationsarbete ingår också i uppgifterna /8-17/.

KASAM

KASAM – Statens råd för kärnavfallsfrågor – inrättades 1985 som en fristående expertkommitté och rådgivande organ till regeringen och myndigheterna i kärnavfallsfrågor. KASAM:s ledamöter representerar sakkunskap inom en rad områden av betydelse för slutförvaringen av radioaktivt avfall. En av kommitténs uppgifter är att vart tredje år ge sin bedömning av kunskapsläget inom kärnavfallsområdet /8-20/. Vidare avger KASAM egna yttranden till regeringen om SKB:s FUD-program. I sitt yttrande över FUD-program 98 /8-21/ fann KASAM att programmet uppfyllde kärntekniklagens krav, och gav i övrigt en rad synpunkter på metod- och platsvalsfrågor.

8.3 Utgångspunkter inför platsundersökningsskedet

SKB har nu genomfört förstudier i totalt åtta kommuner. Det har visat sig finnas ett flertal områden där berggrunden bedöms vara potentiellt lämplig för ett djupförvar. Även när det gäller de tekniska, miljömässiga och samhällsliga förutsättningarna för att etablera och driva djupförvaret har förstudierna visat på ett antal lovande lokaliseringalternativ.

I två av kommunerna, Storuman och Malå, har folkomröstningar genomförts för att pröva inställningen till ett eventuellt fortsatt deltagande i lokaliseringsprocessen för djupförvaret. I båda fallen resulterade omröstningarna i att fortsatt medverkan avvisades. SKB:s slutsats av detta är att det lokala stöd som är en förutsättning för att genomföra en lokalisering, visat sig vara otillräckligt i dessa kommuner.

Till förfogande som urvalsunderlag inför platsundersökningsskedet står därmed enligt SKB:s bedömning sex kommuner: Älvkarleby, Tierp, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn och Hultsfred. De fördelar sig på tre regioner: Norduppland, Södermanland och Småland. Geologiskt dominerar dessa regioner helt av urberg, men de representerar olika varianter av urberget och därmed en variation i geologiska förhållanden. Även när det gäller miljö- och samhällsrelaterade lokaliseringsfaktorer ger underlaget prov på varierande förutsättningar.

I FUD-program 98 /8-6/ gavs en översikt över det omfattande lokaliseringsunderlag som då fanns tillgängligt. Ett sätt att beskriva vad som tillkommit därefter och summera nuläget är att jämföra arbetsplanen för perioden fram till år 2001, enligt FUD-program 98, med det verkliga utfallet. I tabell 8-2 citeras sålunda de åtgärds punkter som angavs i FUD-program 98, tillsammans med kommentarer om dagsläget. En mera fullständig översikt över det geovetenskapliga lokaliseringsunderlaget ges i kapitel 9.

Tabell 8-2. Underlag inför platsundersökningsskedet – dagsläget jämfört med arbetsplan enligt FUD-program 98

| Plan enl FUD-program 98 (<i>citat, sid 65</i>) | Nuläge |
|--|--|
| <p><i>"Ett viktigt mål för de närmaste åren är att kunna påbörja platsundersökningar på ett par platser i landet. För att uppnå detta planerar vi att under perioden fram till år 2001 genomföra följande:</i></p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Redovisa regionala översiktsstudier för Sveriges samtliga län utom Gotland</i> | <p>Slutfört /8-22/</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Redovisa förstudierna i Nyköping, Östhammar, Oskarshamn och Tierp</i> | <p>Förstudierna i Östhammar, Nyköping och Oskarshamn slutredovisade /8-11, 12, 13/ Förstudien i Tierp redovisad i preliminär slutrapport /8-14/.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Genomföra och redovisa ytterligare minst en förstudie</i> | <p>Två ytterligare förstudier, Älvkarleby och Hultsfred har genomförts Båda har redovisats i preliminära slutrapporter /8-15, 16/.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Göra en samlad redovisning av allt lokaliseringsunderlag för djupförvaret</i> | <p>Redovisas i denna rapport, del III.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Redovisa program för geovetenskapliga platsundersökningar och platsutvärdering med kriterier</i> | <p>Slutfört, se /8-23, 24/ och kapitel 13</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Välja minst två platser för platsundersökningar och redovisa platsanpassade undersökningsprogram</i> | <p>SKB:s val av platser redovisas i denna rapport, kapitel 12. Platsanpassade undersökningsprogram utarbetas under 2001, i samråd med berörda kommuner, se kapitel 14.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Redovisa en ny heltäckande analys av den långsiktiga säkerheten och få den granskad av internationella experter</i> | <p>SR 97 redovisad se /8-25 / och kapitel 7.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Fortsätta arbetet med stödjande forskning och utveckling om huvudmetoden och alternativa metoder för att ta hand om och förvara använt kärnbränsle</i> | <p>SKB:s ställningstaganden vad gäller metod redovisas i Del II av denna rapport. Forskning och utveckling pågår enligt plan, och kommer att lägesredovisas i nästa ordinarie FUD-program.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Fortsätta arbetet med teknikutveckling och projektering för inkapsling och djupförvaring</i> | <p>Pågår enligt plan, lägesredovisning i nästa ordinarie FUD-program.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <i>• Ta fram underlag för ansökan om tillstånd att bygga en inkapslingsanläggning"</i> | <p>Pågår enligt plan, lägesredovisning i nästa ordinarie FUD-program.</p> |

SKB värderar lokaliseringsförutsättningarna med avseende på

- Berggrunden
- Industrierableringen
- Samhällsfrågan

I förstudierna har underlag genomgående sammanställts och analyserats med utgångspunkt från lokaliseringsfaktorer grupperade under rubrikerna säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle. Denna indelning i ämnesområden har passerat ändamålet för förstudierna. Inför den samlade värderingen av urvalsunderlaget har SKB emellertid omarbetat materialet till en struktur som bättre motsvarar de olika krav och förutsättningar i övrigt som är styrande för både SKB:s egna värderingar av underlaget, och för andra parter granskning därav. De krav som djupförvaret ska uppfylla kan beskrivas enligt följande:

• **Berggrunden**

Berggrundens egenskaper avgör förutsättningarna för långsiktig säkerhet och de tekniska förutsättningarna för att bygga och driva djupförvarets underjordsdelar. Säkerhetskraven och de krav dessa i sin tur ger på berget skiljer djupförvaret från andra berganläggningar. SKB har tagit fram och redovisat krav på berget, vilka förhållanden som är fördelaktiga (önskemål) samt metodik och kriterier för att bedöma om dessa krav och önskemål är uppfyllda /8-23/. Vi anser att detta underlag ska användas i det fortsatta arbetet med att välja platser för platsundersökningar, samt för att utvärdera platser under platsundersökningsskedet.

• **Industrierableringen**

Djupförvarsprojektet måste kunna genomföras som industriprojekt betraktat. Det ställer krav på att bygge och drift ska kunna fungera väl rent tekniskt, att resurser finns tillgängliga och att alla krav på skydd och varsamhet mot mänskliga och miljö kan uppfyllas. I dessa avseenden skiljer sig inte djupförvaret på något väsentligt sätt från annan industriverksamhet. Värderingsgrunder och erfarenheter kan därför till stor del hämtas från andra lokaliseringar.

• **Samhällsfrågan**

För att djupförvarsprojektet ska bli genomfört krävs ett politiskt och opinionsmässigt stöd för detta. Den berörda kommunen, miljödomstolen och regeringen måste acceptera lokaliseringen. I praktiken innebär det att det krävs ett förtroende för SKB och kärnavfallsprogrammet hos de folkvalda, lokalt och nationellt, samt hos allmänheten, i synnerhet bland närboende.

I de kapitel som följer har lokaliseringsfaktorer och urvalsunderlag konsekvent strukturerats och värderats med utgångspunkt från de ovannämnda tre kategorierna av värderingsgrunder. Hur de lokaliseringsfaktorer som tillämpats i förstudierna kopplar till dessa framgår av figur 8-3.

| Förstudier | Denna rapport | | |
|----------------|---|--|-------------------------|
| | Berggrunden | Industrierableringen | Samhällsfrågan |
| Säkerhet | Långsiktig säkerhet | | |
| Teknik | Berganläggningar - bygge, drift, arbetsmiljö | Anläggningar ovan jord, transporter och infrastruktur, arbetsmiljö | |
| Mark och Miljö | Markanvändning, skyddsintressen miljöpåverkan | | |
| Samhälle | Resurser - arbetskraft, leverantörer, service | | Beslutsprocess, opinion |

Figur 8-3. Struktur för lokaliseringsfaktorer i förstudier och i denna rapport.

Den bedömning som SKB gör av urvalsunderlaget inför valet av platser för undersökningar, med avseende på berggrunden, industrietableringen och samhällsfrågor, sammanfattas i tabell 8-3. Som framgått tidigare är det SKB:s mening att urvalsunderlaget, till omfattning och kvalitet, håller måttet för att nu gå vidare till platsundersökningsskedet. SKB ser vidare en fortsatt öppen lokaliseringsprocess byggd på frivillig medverkan av kommuner och en aktiv dialog mellan SKB och alla inblandade parter som grunden för att slutföra lokaliseringen av djupförvaret.

Tabell 8-3. Utgångsläge inför platsundersökningsskedet

| | |
|-----------------------------|--|
| Berggrunden | I fem av de sex kommuner som ingår i urvalsunderlaget har förstudierna identifierat områden där berggrunden ger "god prognos" för att säkerhetskraven ska kunna uppfyllas. Såväl SKB som myndigheterna har konstaterat att förstudierna inte ger underlag för att rangordna områdena med avseende på berggrunden. Prognoser med olika grad av tillförlitlighet kan emellertid göras, och fungera som instrument i värderingsarbetet. Det är då viktigt att identifiera och värdera även de kvarvarande osäkerheterna, samt vilka insatser i form av borrning eller andra undersökningar som krävs för att eliminera dessa. |
| Industrietableringen | Ett antal möjliga lokaliseringsalternativ har identifierats i förstudierna. Kunskapen om de tekniska och miljömässiga förutsättningarna för att etablera djupförvaret som industriverksamhet är i detta skede bättre än kunskapen om berggrunden. I vissa avseenden kan lokaliseringsalternativen rangordnas. Det gäller exempelvis transportmöjligheterna. I andra avseenden återstår även här osäkerheter. Fortsatt utrednings- och planeringsarbete kan i stor utsträckning reducera osäkerheterna. |
| Samhällsfrågan | SKB:s bedömning i dagsläget är att samtliga aktuella regioner och kommuner kan ge möjligheter att uppfylla kraven på stöd från samhället. Samhällsförutsättningarna är av en annan och mera komplex karaktär än övriga lokaliseringsfaktorer. De kan förändras över tiden, vilket bidrar till att osäkerheterna är svårbedömda. |

9 Geovetenskapligt underlag

SKB har sedan mitten av 1970-talet gjort undersökningar av den svenska berggrunden. Syftet har varit att bygga upp en allmän kunskapsbas särskilt de förhållanden i berggrunden som är av betydelse för säkerheten hos ett djupförvar. Kunskapsunderlaget omfattar även erfarenheter från andra länder; däribland Finland där platsundersökningar gjorts i berggrund som liknar den i Sverige. SKB och andra organisationer har också genomfört säkerhetsanalyser vid flera tillfällen. Dessa har visat att långsiktig säkerhet kan uppnås för ett djupförvar i svenskt urberg.

9.1 Kunskapsläge

Kunskapsbasen om berggrunden och dess betydelse för den långsiktiga säkerheten vilar dels på generell geovetenskaplig bakgrundskunskap, dels på resultaten från ett systematiskt utvecklingsarbete inom kärnavfallsprogrammet. Utvecklingsarbetet har pågått kontinuerligt sedan mitten av 1970-talet. Beståndsdelarna har i huvudsak varit följande:

- Grundläggande naturvetenskaplig/teknisk forskning, som gett de fundamentala kunskaperna om hur olika parametrar och processer påverkar djupförvarets säkerhetsfunktioner.
- Geovetenskapliga undersökningar, som gett kunskaperna om de förhållanden som råder på aktuella djup i svenskt urberg.
- Säkerhetsanalyser, som gett förståelsen för hela systemets säkerhetsmässiga funktion och identifierat viktiga parametrar.

I kunskapsunderlaget ingår också resultat från den likartade verksamhet som bedrivits i andra länder som har en geologisk miljö som liknar den svenska, främst Finland och Kanada men till viss del även Frankrike, Japan och Schweiz.

Arbetet har fortlöpande redovisats i FUD-programmen. En sammanställning av det geovetenskapliga underlaget fram till i dag redovisas i en separat rapport /9-1/. Den nämner mer än 700 referenser, vilket ger en bild av omfattningen på den forskning som har genomförts under de senaste 25 åren.

I tabell 9-1 ges en översikt av utredningar och större projekt som ingår i den kunskapsbas som byggts upp inför valet av platser för platsundersökningar. I översikten ingår studier av berggrunden i olika skalor och säkerhetsanalyser för utvärdering av den långsiktiga säkerheten för ett djupförvar. Underlaget har använts för att ta fram krav och önskemål på berget (beskrivs i kapitel 10) och för jämförelser mellan områden samt för slutsatser om förutsättningar för ett förvar i olika geologiska miljöer (kapitel 11 och 12). Det har även utgjort grunden för att utarbeta ett program för platsundersökningar (kapitel 13).

I det följande ges exempel på större forskningsprojekt, berggrundsundersökningar, översiktsstudier, förstudier och säkerhetsanalyser som sammantaget har gett den kunskapsbas som nu gör det möjligt att ta steget över i platsundersökningar på några utvalda platser.

Forskning, bergundersökningar och säkerhetsanalyser

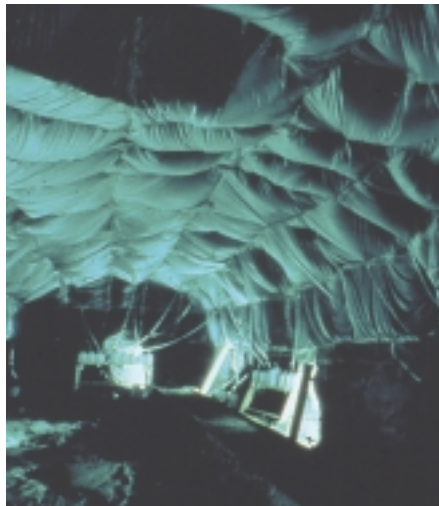
Tabell 9-1. Översikt av geovetenskapligt kunskapsunderlag

| Underlag | Kommentar |
|--|--|
| Geovetenskapligt bakgrundsmaterial (1977-) | Utredningar om väsentliga geovetenskapliga frågor rörande till exempel tektonik, strukturgeologi, jordskalv, hydrokemi, istider och bergspänningar. |
| Stripaprojektet (1977-1992) | Det första stora internationella forskningsprojektet inom kärnavfallsområdet. Projektet provade hur kapslar och återfyllnadsmaterial fungerar i en realistisk miljö på försvarsdjup samt utvecklade metoder för att undersöka och modellera sprickzoner och grundvattenflöde. |
| Äspölaboratoriet (1986-) | SKB:s berglaboratorium. Viktiga uppgifter är geovetenskaplig forskning, utprovning av metoder för platsundersökningar, teknik-utveckling för djupförvaret, informationsverksamhet och utbildning av personal. |
| Undersökningar av typområden (1977-1985) | Mer eller mindre omfattande undersökningar med djupborring och mätning av bergets egenskaper på ett tiotal olika platser i Sverige. Visar bland annat att platser med goda geologiska förutsättningar kan finnas på olika håll i landet. |
| Översiktsstudie 95 | Redovisar lokaliseringsförutsättningar i nationell skala. Avskriver fjällkedjan, delar av Skåne och Gotland. |
| Länsvisa översikter | Utvärderar lokaliseringsförutsättningar i samtliga län med undantag för Gotland. Fokus på geovetenskapliga förhållanden. Visar på områden med potentiellt lämpliga respektive olämpliga förhållanden för vidare studier. |
| Nord-syd/Kust-inland | Beskriver skillnader av generell natur mellan en lokalisering i norra respektive södra Sverige samt motsvarande för kust respektive inland. Visar att dessa skillnader inte är avgörande för lokaliseringsförutsättningarna. |
| Översiktsstudie av kommuner med kärnteknisk verksamhet | Belyser lokaliseringsförutsättningarna i kommuner som redan har kärnteknisk verksamhet. Anger motiven för SKB:s vilja att göra förstudier i Oskarshamn, Nyköping, Östhammar och Varberg. Avskriver Kävlinge kommun. |
| Förstudier | Kartlägger förutsättningarna i åtta kommuner. Anger områden av intresse för platsundersökningar i respektive kommun. Belyser möjliga konsekvenser av en djupförvarslokalisering ur regional och lokal synvinkel. Beskriver möjlig inverkan på miljön. Sex av kommunerna kvarstår som urvalsunderlag för fortsatta studier. |
| Säkerhetsanalyser | Analys av den långsiktiga säkerheten för ett djupförvar enligt KBS-3-metoden. Flera säkerhetsanalyser, som genom åren utvecklats och förfinats, har genomförts av SKB, SKI och i Finland. I flera fall har beräkningar gjorts med data som hämtats från verkliga platser, till exempel från typområdesprogrammet. |

9.2 Forskning i berglaboratorier

Stripaprojektet

När järnmalmsbrytningen upphörde i Stripa gruva i Bergslagen startade i stället under 1977 ett omfattande forsknings- och utvecklingsprogram avseende deponering av högaktivt kärnavfall. Från start och fram till 1980 var det ett gemensamt projekt under ledning av SKB och US DOE (Energidepartementet i USA) /9-2/. Det omfattade studier av påverkan på berget av den värme som högaktivt avfall avger samt utveckling av teknik för bestämning av bergets mekaniska och geohydrologiska egenskaper. Försöken gjordes på cirka 350 meters djup i en granit belägen norr om järnmalmen i Stripa gruva.



Försökstunnel i Stripa gruva med utrustning för att mäta grundvattenflöde och nuklidtransport

Därefter följde det internationella Stripaprojektet som drevs som ett självständigt OECD/NEA projekt under SKB:s ledning från 1980 till och med 1992. Projektet omfattade i huvudsak tre områden; undersökning av berget från borrhål med hydrogeologiska och geofysiska metoder, studier av radionuklidtransport med grundvattnet genom sprickigt berg, samt studier av lerbuffertens funktion och metodik för tätning av tunnlar, schakt och borrhål /9-3/. Exempel på instrument och metoder som utvecklades i projektet är borrhålsradar, seismiska och hydrauliska metoder för att undersöka berggrunden mellan borrhål samt beräkningsmetoder för att beskriva grundvattenströmning och nuklidtransport i sprickigt berg. I det så kallade Buffer Mass Test genomfördes den första simuleringen av ett KBS-3-förvar i halvskala vilket gav värdefull kunskap om samverkan mellan kapsel, buffert och berg.

En viktig fördel med Stripa gruva som försöksstation var att en lämplig miljö för försöken (granit på ca 350 meters djup) fanns att tillgå nära gruvans befintliga tunnelsystem. En nackdel var att grundvattenförhållandena var störda av den långvariga gruvdriften.

Äspölaboratoriet

SKB beslutade 1986 att bygga ett nytt forskningslaboratorium, Äspölaboratoriet, i en realistisk och ostörd bergmiljö ned till det djup som planeras för det framtida djupförvaret. Äspö ligger vid Simpevarp i Oskarshamns kommun. Forskningen sker i tunnlar ner till cirka 450 meters djup.

Äspölaboratoriet är i dag SKB:s centrala resurs för forskning, utveckling och demonstration. Forskningen sker till stor del i internationellt samarbete. I dag deltar organisationer från nio länder i olika projekt. Några av projekten är delfinansierade av EU.

Forskningen vid Äspö är inriktad på att öka den vetenskapliga förståelsen av djupförvarets säkerhetsmarginaler och ge dataunderlag till säkerhetsanalysen. Vid Äspö utvecklas, provas, utvärderas och demonstreras metoder för platsundersökning, detaljundersökning, förvarskonstruktion samt teknik för att spränga/borra tunnlar och kapselhål. Därmed fungerar Äspö också som en generalrepetition inför platsundersökningar och byggande av djupförvaret.



Återfyllning av tunnel i Äspölaboratoriet med en blandning av bentonit och krossat berg

Tekniken för deponering och återtag av kapslar ska provas vid Äspö-laboratoriet

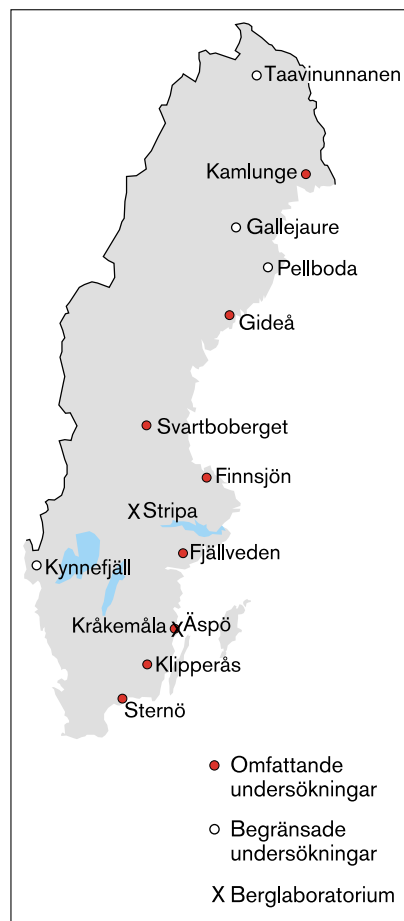
Undersökningar av typområden och vid berg-laboratorier har gett kunskap om urbergets egenskaper

Under de första tio åren skedde omfattande utveckling och prov av olika undersökningsmetoder och modeller för beskrivning av bergets funktion i djupförvarssystemet. Slutsatsen från detta arbete är att metoder finns för insamling av data från markytan och i borrhål samt för utvärdering av en plats så att dess lämplighet för lokalisering av ett djupförvar kan bedömas /9-4/. Arbetet har fortsatt med studier av radionuklidtransport i bergets spricksystem och grundvattnets kemiska sammansättning i ett längre tidsperspektiv.

Ett prototypförvar är under uppbyggnad, där alla komponenter i djupförvaret ska provas i full skala i tunnlar på förvarsdjup under tiotal år. Avsikten är att studera samverkan mellan kapsel, buffert, berg och tunnelåterfyllning under realistiska förhållanden. Genom att jämföra utvecklingen i prototypförvaret med teoretiska prognoser kan sedan olika modellers tillförlitlighet bedömas. I ett annat projekt provas olika återfyllnadsmaterial. Parallellt med prov av barriärernas funktion utvecklas teknik för deponering av kapslar och bentonit, återfyllning av tunnlar samt återtag av deponerade kapslar.

Andra viktiga uppgifter för Äspölaboratoriet är utbildning av personal samt information till allmänheten och beslutsfattare om teknik och metoder som utvecklas för djupförvaret. En sammanställning av forsknings- och utvecklingsarbetet finns i FUD-program 98 /9-4/ samt i Äspölaboratoriets årsrapport /9-5/.

9.3 Typområden



En stor del av den kunskap vi i dag har om förhållandena på planerat förvarsdjup i berggrunden kommer från de så kallade typområdena. Undersökningar av dessa områden bedrevs under åren 1977-1985. Under denna period borrades 85 kärnborrhål med en sammanlagd längd av 45 kilometer, samt flera hundra hammarborrhål. Borrhålen kartlades med hjälp av olika typer av mätmetoder. Särskild vikt lades vid att bestämma bergets vattengenomsläpplighet och den kemiska sammansättningen hos djupt grundvatten.

Typområdena har gett ett brett geovetenskapligt underlag från ett tiotal områden varav åtta har undersökts med ett flertal djupa borrhål /9-6 till 9-11/. Typområdena representerar berggrund med olika bergarter och åldrar och grad av deformation. De är belägna både över och under högsta kustlinjen. Geografiskt är de spridda från Blekinge till Norrbotten. Sammantaget kan typområdena sägas utgöra representativa stickprov på huvuddelen av de geologiska miljöerna i det svenska urberget som kan vara av intresse för lokalisering av ett djupförvar.

Resultat från typområdena har använts i många forskningsprojekt och i flera säkerhetsanalyser. De har även utgjort underlag för

bedömningar av hur förhållanden och egenskaper i berggrunden varierar mellan olika geologiska miljöer och delar av landet.

Den övergripande slutsatsen från typområdena är att det inte går att hänföra lämpliga, respektive mindre lämpliga, områden till någon landsdel eller geologisk miljö. I stället är det lokala förhållanden i området och i den omgivande regionen som avgör ett områdes lämplighet.

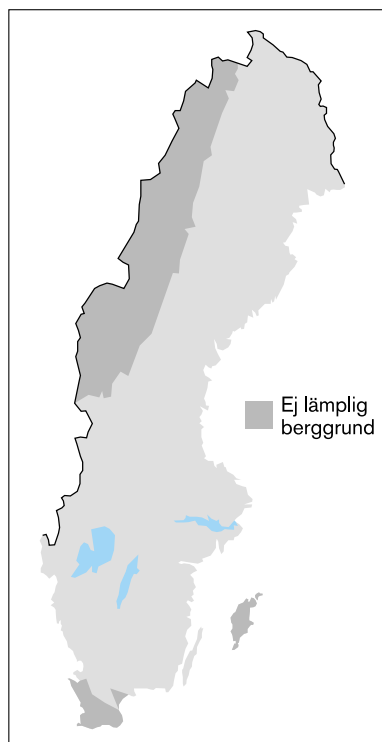
9.4 Översiktsstudier och förstudier

Översiktsstudie 95

SKB genomförde 1995 en översiktsstudie i nationell skala om lokaliseringsförutsättningarna för djupförvaret /9-12/.

I studien diskuteras vilka möjligheter och begränsningar som finns när det gäller att bedöma lokaliseringsförutsättningar med utgångspunkt från underlag i olika skalor.

Värderingar i nationell skala presenteras för faktorer av betydelse för såväl säkerhet och teknik som för miljö- och samhällsanknutna frågor. Studien styrker att det finns goda förutsättningar att hitta lämpliga platser för ett djupförvar på många håll i svenskt urberg. Främst med hänvisning till geologiska förhållanden görs bedömningen att fjällkedjan, delar av Skåne och Gotland är olämpliga områden för en lokalisering.



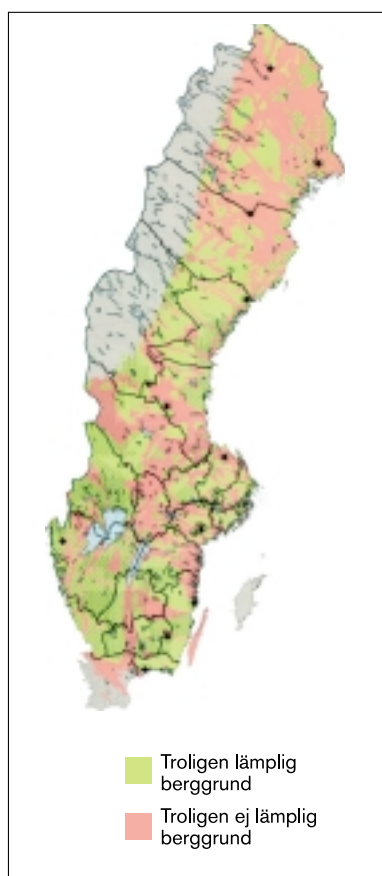
Översiktsstudie 95 visade att fjällkedjan, Gotland och delar av Skåne har olämplig berggrund för ett djupförvar

Länsvisa översiktsstudier

För att ytterligare detaljera de översiktliga förutsättningarna för lokalisering av ett djupförvar i olika delar av landet presenterade SKB under 1998–1999 länsvisa översiktsstudier för samtliga län (utom Gotland) /9-13/.

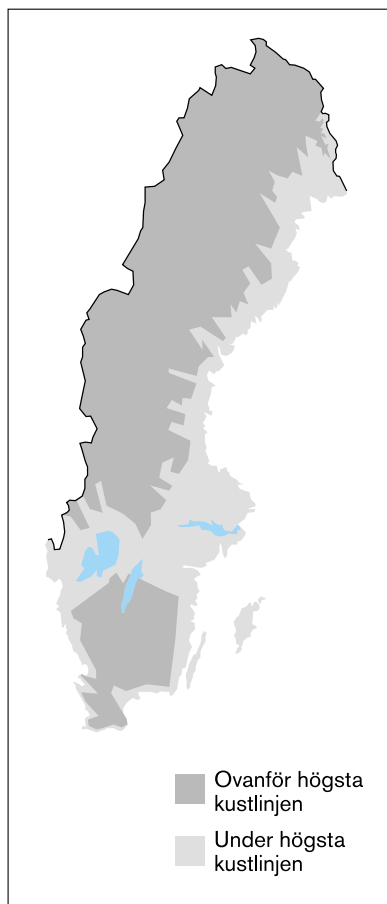
De länsvisa översiktsstudierna fokuserar främst på den långsiktiga säkerheten och därmed på förhållandena i berggrunden. Förutom de geologiska förhållandena omfattar studierna översiktliga kartläggningar av natur- och kulturskyddade områden, befintlig industri och transportförutsättningar. Vid den samlade geologiska bedömningen av vilka områden som är lämpliga, respektive olämpliga, för vidare studier var berggrundens sammansättning, malmpotential och förekomst av deformationszoner de viktigaste faktorerna. Bedömningarna varierar i tillförlitlighet, eftersom kvalitén på den tillgängliga geologiska informationen är ojämn.

Huvudslutsatsen är att det i samtliga studerade län finns berggrund som är intressant för vidare studier rörande lokaliseringen av djupförvaret. Samtidigt finns det stora områden som troligen är olämpliga.



Länsvisa översiktsstudier (alla län utom Gotland) gav en översiktlig bild av var det kan finnas berggrund som är lämplig för ett djupförvar

Salt grundvatten är vanligt i områden under högsta kustlinjen. SKB:s studier har visat att de variationer i grundvattnets salthalt som förekommer inte har någon avgörande inverkan för lokaliseringförutsättningarna för ett djupförvar.



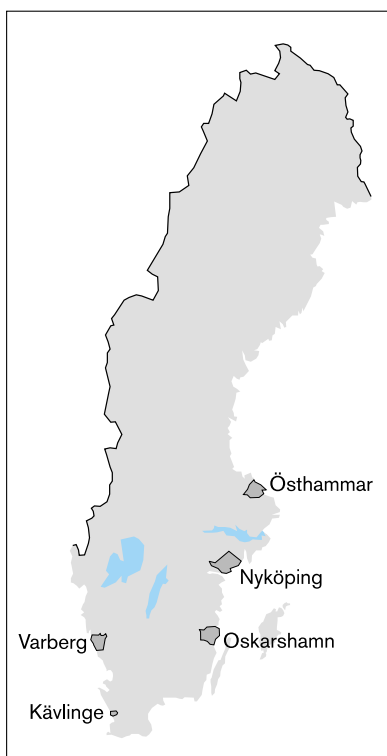
Nord-syd/Kust-inland

SKB har också särskilt utrett för- och nackdelar med att lokalisera djupförvaret till norra respektive södra Sverige, samt aspekter på en förläggning vid kusten respektive i inlandet /9-14/.

En viktig fråga i utredningsarbetet var att bedöma om de generella trender som finns i perspektiven kust-inland respektive nord-syd är av betydelse i förhållande till de lokala variationer som man vet förekommer. Utredningen pekar på vissa generella skillnader. Ett exempel är att klimatskillnaden mellan norr och söder kan påverka förhållandena även på förvarsdjup, särskilt under kommande nedisningar. Jämförelser mellan förhållandena vid kusten och i inlandet visar främst på skillnader i grundvattenförhållanden. Till exempel är förekomst av salt grundvatten vanligt i kustområdena medan områden över högsta kustlinjen kan förväntas ha sött grundvatten till större djup.

En slutsats från studien är att det, utifrån de generella jämförelser och överväganden som gjorts i studien, inte går att förorda varken de norra eller de södra delarna av landet med avseende på förutsättningar för en lokalisering. Bedömningar av lämpligheten måste istället grundas på studier av konkreta områden. Samma slutsats gällde för de jämförande värderingarna av lokaliseringförutsättningar i kustområdet, respektive i inlandet.

Av fem kommuner med kärnteknisk verksamhet har förstudier gjorts i tre: Östhammar, Nyköping och Oskarshamn.



Översiktsstudie för kärntekniska kommuner

En översiktsstudie gjordes 1995 för att utreda förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar till någon av de kommuner som hyser kärntekniska anläggningar /9-15/. Vid dessa anläggningar finns infrastruktur och kunnande som bedömdes vara viktiga faktorer att beakta vid lokaliseringen av djupförvaret. Översiktsstudien inkluderade fem kommuner med kärnteknisk verksamhet: Varberg, Kävlinge, Oskarshamn, Nyköping och Östhammar.

Syftet med studien var dels att översiktligt utvärdera förutsättningarna för en djupförvarslokalisering till respektive kommun, dels att undersöka om det befintliga geologiska underlagsmaterialet bedömdes vara tillräckligt för att på basis av detta göra en förstudie i kommunen.

Slutsatserna från de översiktliga studierna i de fem kommunerna var att det befintliga geologiska underlaget för Oskarshamn, Nyköping och Östhammar är omfattande och antyder goda lokaliseringsförutsättningar. Materialet bedömdes också vara väl lämpat att ligga till grund för förstudier i dessa kommuner. För Varbergs kommun konstaterade översiktsstudien att det råder en allmän osäkerhet om berggrundens lämplighet för ett djupförvar, bland annat därför att moderna geologiska och geofysiska kartor saknas för stora delar av kommunen. SKB ansåg det dock önskvärt att även Varberg skulle ingå i underlaget så att man i en förstudie kunde belysa förutsättningarna. Kommunen beslutade emellertid att inte gå vidare med frågan. För Kävlinge kommun konstaterade studien att de geologiska och tekniska förhållandena inte lämpar sig för ett djupförvar.

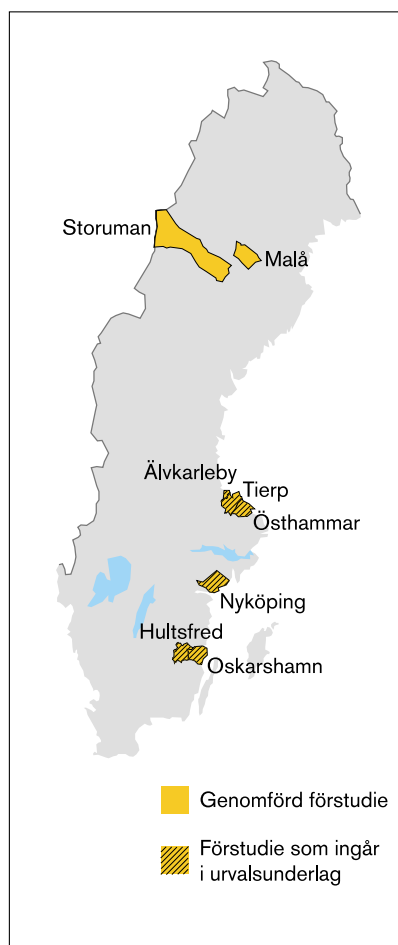
Förstudier

SKB har sedan 1993 genomfört förstudier i åtta kommuner: Storuman, Malå, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred /9-16 till 9-23/. De överväganden och händelseförlopp som resulterade i förstudier i dessa kommuner redovisas i kapitel 11.

Storuman och Malå har efter kommunala folkomröstningar sagt nej till fortsatta undersökningar, vilket för SKB:s del innebär att de kommunerna inte längre deltar i lokaliseringsprocessen. De övriga sex kommunerna kvarstår som urvalsunderlag för platsundersökningar. Ytterligare ett tiotal kommuner har i olika skeden övervägt förstudier men avstått.

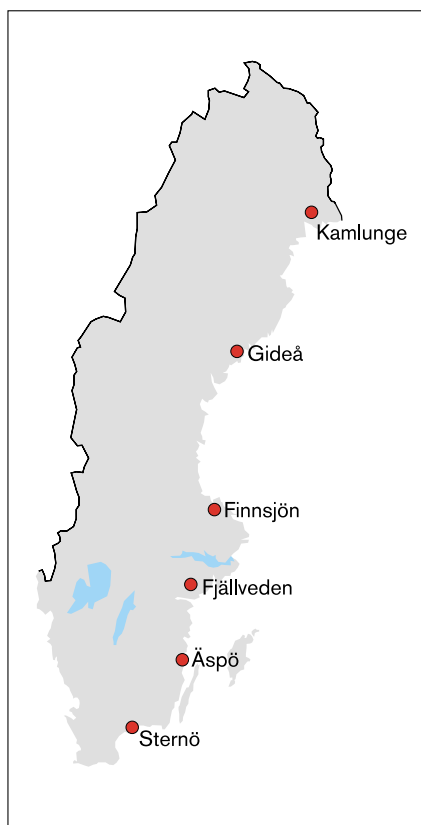
Syftet med studierna har varit, att på basis av i huvudsak befintligt material, bedöma om det finns förutsättningar för vidare lokaliseringsstudier för ett djupförvar i den aktuella kommunen. Områden inom respektive kommun som bedömts vara särskilt intressanta vid en eventuell fortsättning har pekats ut i förstudiernas slutrapporter. Inom ramen för studierna har en dialog förts med såväl allmänhet som kommun och länsstyrelse.

Slutsatsen från studierna är att det i fem av de sex kommuner som ingår i urvalsmaterialet finns områden som ur geologisk synpunkt är lämpliga för vidare studier. Också ur teknisk och miljömässig synpunkt finns det bra möjligheter att förlägga ett djupförvar till de geologiskt intressanta platserna inom de studerade kommunerna. Resultat från studierna finns i kapitel 11.



Förstudier har gjorts i åtta kommuner. Sex av dessa ingår i urvalsunderlaget för val av platser för platsundersökningar.

Data för säkerhetsanalyser har hämtats från Äspölaboratoriet och typområden.



9.5 Säkerhetsanalyser

Säkerheten för ett djupförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden analyserades första gången i KBS-3-studien som presenterades 1983 /9-24/. Sedan dess har ytterligare säkerhetsanalyser genomförts, både av SKB och av andra organisationer. Med tiden har kunskapen om förvarets långsiktiga funktion vuxit. Utformningen av förvaret har modifierats, analysmetoderna har utvecklats, inte minst vad gäller datormodeller och beräkningskapaciteten hos datorerna. Internationella jämförelser och granskningar har påverkat synen på hur säkerhetsanalyser ska genomföras och redovisas. Myndigheternas krav på säkerhetsredovisningen har blivit mer precisa.

Denna utveckling fortsätter och innebär att en säkerhetsanalys i dag genomförs och presenteras på ett ibland annorlunda och mer detaljerat sätt än som var fallet för säkerhetsanalysen KBS-3. Däremot står sig många av slutsatserna från KBS-3-rapporten till stora delar än i dag.

Nedan ges en kort redovisning av de flesta större säkerhetsanalyser som genomförts av SKB och SKI.

KBS-3-utredningen

Resultatet av KBS-3-utredningen utgjorde en grund för ansökan om att ta kärnkraftreaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3 i drift. Förvaret antogs vara utformat enligt dagens planer för djupförvaret. En skillnad var dock att kapselns inre i den utredningen antogs vara fylld med flytande bly istället för att, som planeras idag, förses med en insats av gjutjärn. Berggrundsdata från typområdena Fjällveden, Gideå och Kamlunga användes.

Utgående från ett troligt händelseförlopp analyserades följderna av bland annat initiala kapselskador, transport av radionuklider med kolloider, konsekvenserna av jordskalv och mänskliga intrång. Konsekvensen av utsläpp till bland annat brunn, insjö och torvmosse analyserades.

Slutsatserna av säkerhetsanalysen var i korthet att:

- Kopparkapseln bedömdes förbli tät och buffertfunktionen intakt i åtminstone en miljon år.
- Om kapslar skulle skadas eller redan initialt ha skador blir konsekvenserna för människor i förvarets närhet betydligt lägre än de gränsvärden (liknande dagens) som angavs av strålskydds- och säkerhetsmyndigheter.

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

Säkerhetsanalyserna SKB 91, SR 95 och SR 97

I säkerhetsanalysen SKB 91 /9-25/ studerades framför allt berggrundens betydelse för säkerheten. Platsspecifika data hämtades från typområdesundersökningen i Finnsjön. Förvarsutformningen var densamma som beskrevs i KBS-3-rapporten. 1996 publicerade SKB rapporten SR 95 /9-26/, som utgör början till en mall för kommande säkerhetsanalyser.

Säkerhetsanalysen SR 97, som sammanfattas i kapitel 7, är den senaste i raden av analyser av ett djupförvar enligt KBS-3-metoden. Berggrundsdata hämtades från typområdesundersökningarna i Gideå och Finnsjön samt från Äspölaboratoriet. En skillnad jämfört med tidigare säkerhetsanalyser är att kapseln för bränslet här antas ha en insats av gjutjärn. Även om SR 97 i omfattning och detaljeringsgrad ofta går betydligt längre än tidigare säkerhetsanalyser är de viktigaste slutsatserna desamma; initialt intakta kapslar förväntas förbli intakta under mer än en miljon år medan konsekvenserna av utsläpp från till exempel initialt skadade kapslar förväntas bli mycket små, se vidare kapitel 7.

En rad analyser av säkerheten hos olika specifika delsystem och deras funktion på lång sikt har också genomförts under årens lopp. Skälen har varit att utreda detaljer i förvarets funktion eller att ge underlag för jämförelser med andra förvarsmetoder.

SKI:s säkerhetsanalyser

SKI har genomfört två säkerhetsanalyser med det huvudsakliga syftet att bygga upp den egna kompetensen för att granska SKB:s säkerhetsanalyser.

1991 publicerade SKI säkerhetsanalysen Project-90 /9-27/ och 1997 presenterades resultaten av den mer omfattande SITE-94 /9-28/. Den sistnämnda använde berggrundsdata från ytbaserade undersökningar inför byggandet av Äspölaboratoriet. Utsläpp från endast en kopparkapsel med en stålinsats analyserades. Man studerade en rad olika förhållanden i förvaret och omgivande berg givet dagens klimat och utvärderade också konsekvenserna av förväntade framtida istider.

Resultaten av utsläppsberäkningarna i SITE-94 är jämförbara med motsvarande beräkningar i SKB:s säkerhetsanalyser. Rapporten drar dock inga slutsatser om säkerheten för ett djupförvar enligt KBS-3-metoden, dels på grund av att analysen inte var fullständig, dels därför att syftet inte var att nå en slutsats om säkerheten.

Slutsatser och framåtblick

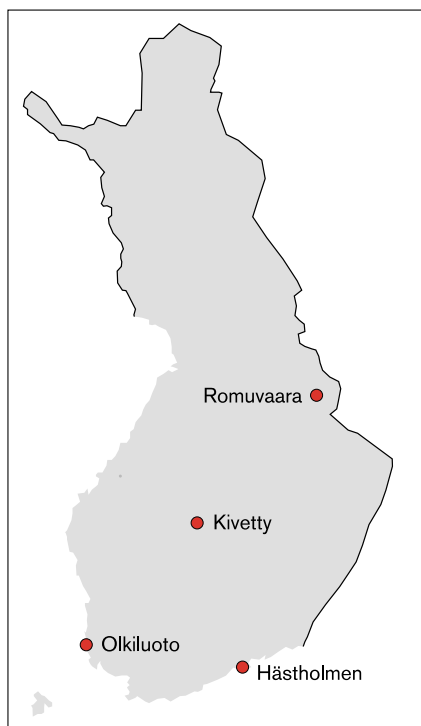
Under en period av nästan 20 år har alltså säkerheten för ett djupförvar enligt KBS-3-metoden analyserats av SKB och andra organisationer, vid flera tillfällen och på basis av data från olika platser. I dessa arbeten har genom åren olika frågeställningar identifierats för fortsatt utveckling av metodiken och dataunderlaget för säkerhetsanalysen. Där kunskapen inte varit fullständig har man i säkerhetsanalyserna gjort pessimistiska antaganden om djupförvarets funktion. I takt med att kunskapsunderlaget vuxit har allt fler luckor fyllts med information medan andra tydligare identifierats och avgränsats.

Trots att säkerhetsanalyserna innehåller flera pessimistiska antaganden är en genomgående slutsats att säkerheten med god marginal uppfylls.

I kommande säkerhetsanalyser baserade på data från platsundersökningarna kan man förvänta sig ett underlag om berggrunden av ungefär samma omfattning som i SR 97. Däremot bör kvaliteten i data vara bättre eftersom erfarenheterna

av de hittills gjorda säkerhetsanalyserna gett kunskap om vad som är viktigt att fokusera på i en platsundersökning. Under kommande år kan man också förvänta ett bättre underlag för att bedöma till exempel förekomsten av initiala kapsel-skador, bland annat baserat på det arbete som bedrivs i Kapsellaboratoriet i Oskarshamn.

9.6 Finska platsundersökningar och säkerhetsanalyser



Resultat från finska platsundersökningar och säkerhetsanalyser är av särskilt intresse för det svenska programmet eftersom den finska berggrunden har stora likheter med vår. Fyra platser har använts i en nyligen presenterad säkerhetsanalys (TILA-99 /9-29/. De representerar olika geologiska miljöer, alltifrån mycket gamla (arkeiska) gnejser i östra Finland till relativt ung (drygt 1 600 miljoner år) rapakivgranit i södra Finland. Platserna ligger både över och under högsta kustlinjen /9-30 till 9-33/.

Platserna har undersökts med ett stort antal djupa kärnborrhål. Det finns 10–12 djupa borrhål på varje plats och totalt har mer än 30 kilometer kärnbörning utförts. I borrhålen har Posiva (den finska motsvarigheten till SKB) utfört omfattande mätningar och vattenprovtagningar. Resultatet har använts för säkerhetsanalys och anläggningsutformning.

Också i Finland planerar man att använda KBS-3-metoden som huvudalternativ för slutförvaring av använt kärnbränsle. Ett antal säkerhetsanalyser har därför genomförts för ett slutförvar enligt KBS-3-metoden av Posiva. I TILA-99 antogs kapseln liksom i SR 97, vara av koppar med en insats av gjutjärn. I TILA-99 studeras också konsekvenserna av flera, mer eller mindre sannolika, förhållanden i kapsel, bentonit, berg och biosfär liksom inverkan av klimatförändringar.

I TILA-99 dras slutsatsen att alla fyra kandidatplatser med marginal uppfyller Statsrådets (regeringens) kriterier för säker slutförvaring av använt kärnbränsle. Trots skillnaderna i geologisk miljö uppvisar säkerhetsanalysen stora likheter för de fyra platserna. En annan slutsats har därför varit att det inte går att rangordna platserna ur aspekten långsiktig säkerhet. STUK har förutom sin egen granskning också låtit genomföra en internationell granskning av säkerhetsanalysen och dess vetenskapliga och tekniska bakgrundsmaterial. Den internationella granskningen presenterades under hösten 1999 /9-34/. Slutsatsen var att säkerhetsanalysen i sina huvuddrag kan betraktas som korrekt.

Posiva har föreslagit en av de fyra studerade platserna, Olkiluoto, som den plats där slutförvaret ska anläggas (se avsnitt 4.8.3). Olkiluoto är en halvö belägen i Euraåminne kommun vid Bottenhavet. På halvön finns ett kärnkraftverk och ett bergförlagt slutförvar för låg- och medelaktivt avfall.

Berggrunden i Olkiluoto består av starkt omvandlade ådergnejser av sedimentärt ursprung samt gnejsgraniter. Åldern är 1 900–1 800 miljoner år. Gångar av granit och pegmatit är vanliga. Grundvattnet på större djup har en betydligt högre salthalt än havet runt ön.

Finland har genomfört ett lokaliseringsprogram för sitt djupförvar

Säkerhetsanalyser av fyra utvalda platser visade att alla uppfyllde kraven

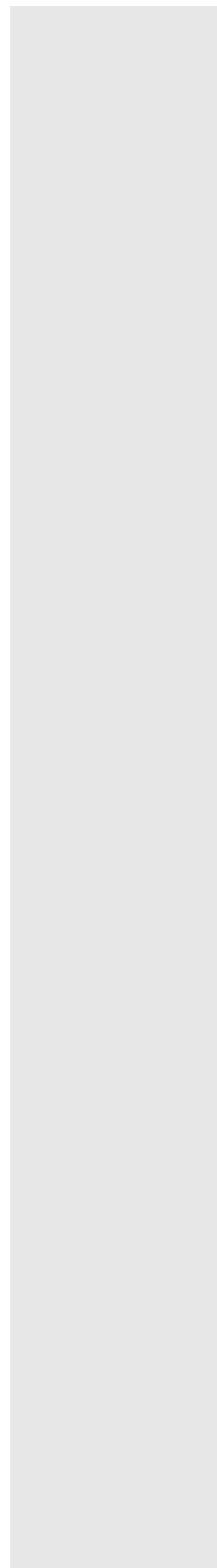
På den finska regeringens bord ligger nu en ansökan om att lokalisera djupförvaret till Olkiluoto

STUK

Finsk motsvarighet till SKI och SSI

Kommunen har i sitt utlåtande i januari 2000 till regeringen godkänt lokaliseringsen. Regeringens beslut väntas komma under år 2001. Beslutet ska sedan ratificeras av riksdagen.

Posiva planerar att i Olkiluoto anlägga ett KBS-3-förvar med utrymme för 1 800 kapslar med använt kärnbränsle. Detta motsvarar 40 års drift av de nuvarande fyra finska reaktorerna. Posiva har i sin ansökan angivit att även kapslar från en eventuellt förlängd drift, liksom från eventuella nya reaktorer i Finland, kommer att slutförvaras i Olkiluoto.



10 Lokaliseringsfaktorer

Lokaliseringen av djupförvaret är en stegvis process med förstudier och platsundersökningar. I varje skede görs bedömningar av om den studerade platsen uppfyller, eller har potential att uppfylla, de krav och önskemål som ställs på berget med hänsyn till långsiktig säkerhet och byggbarhet. För att lokaliseringen ska vara möjlig behöver platsen även uppfylla krav och önskemål med avseende på etableringsmöjligheter och samhälle. Detta kapitel redovisar vilka krav och önskemål som SKB formulerat ur dessa olika aspekter.

10.1 Krav och önskemål

I kompletteringen till FUD-program 92 /10-1/ presenterades de utgångspunkter och faktorer som SKB ansåg skulle vara styrande vid platsvalet för djupförvaret. Dessa accepterades av myndigheterna och regeringen (se kapitel 8) och har sedan dess varit vägledande för lokaliseringsarbetet. Parallellt med förstudierna har SKB arbetat vidare med att utveckla metodiken för att värdera det lokaliseringsunderlag som tas fram. En milstolpe när det gäller värderingen av berget är rapporten ”Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering” /10-2/. Där redovisas bland annat:

- De krav och önskemål som ställs på berget på platsen för djupförvaret.
- Hur dessa kan omsättas till mätbara parametrar och kriterier som ger vägledning framför allt under platsundersökningsskedet.

I detta kapitel ges först en kortfattad sammanställning av de krav och önskemål på berget som mera utförligt presenteras i /10-2/. Därefter följer en diskussion om vilka krav och önskemål som ställs på djupförvaret, betraktat som industrietablering och som samhällsföreteelse.

Begreppen krav respektive önskemål definieras här enligt följande:

- Krav är absoluta villkor som måste uppfyllas. De avser verkliga förhållanden och förblir desamma under hela lokaliseringsprocessen. Om det i något skede visar sig att ett krav inte kan uppfyllas på en plats, så innebär det också att platsen bedöms som olämplig.
- Önskemål avser förhållanden som bör, men inte måste, vara uppfyllda. Många önskemål kan formuleras och att uppfylla alla är inte realistiskt. Ett uppfyllt önskemål kan ge fördelar i form av exempelvis större säkerhetsmarginaler, förenklad förvarskonstruktion, mindre miljöpåverkan eller lägre kostnader.

Det är viktigt att särskilja begreppen ovan, i synnerhet när det gäller berget och förutsättningarna för långsiktigt säker förvaring. Kraven på berget har karaktären av definitiva ”stoppklossar”; om de inte uppfylls på en plats så är platsen inte heller aktuell för djupförvaret. Många av de faktorer som måste beaktas när det gäller berget är emellertid av karaktären ”fördelar – nackdelar”, vilket kan över sättas till önskemål av olika tyngd.

För djupförvaret som industri finns grundkrav som utgår från de lagar som styr industrietableringar. Exempelvis är det inte möjligt att förlägga djupförvarets industriverksamhet till vissa kuststräckor som är skyddade i lag. Eftersom det i rent teknisk mening bedöms möjligt att anlägga ett djupförvar på många platser i landet, är lokaliseringsfaktorerna i övrigt huvudsakligen av karaktären önskemål.

För djupförvaret som samhällsföreteelse finns kravet att den berörda kommunen ger sitt tillstånd till etableringen. Det måste även finnas ett nationellt och vetenskapligt stöd för lokaliseringen.

Krav måste uppfyllas. Uppfyllda önskemål ger fördelar

Kriterier

Kännetecknande värden som kan användas för att bedöma om en plats uppfyller ställda krav och önskemål

10.2 Berggrunden

Djupförvarets centrala funktion är att förvara det använda kärnbränslet så att det aldrig utgör någon risk för människa eller miljö. Vilka krav och önskemål som finns för berggrunden beskrivs nedan. Förstudierna ger begränsade möjligheter att kontrollera om dessa krav och önskemål är uppfyllda. Det är först när provborrningarna under platsundersökningsskedet levererar data från förvarsdjup som de flesta kraven och önskemålen kan kopplas till handfasta kriterier. Den slutliga värderingen av säkerheten görs med säkerhetsanalysen. De redovisade kraven och önskemålen ersätter på intet sätt den samlade säkerhetsanalysen. De ger emellertid god vägledning om en plats lämplighet fram till dess att data som möjliggör en säkerhetsanalys finns tillgängliga. Vissa krav kan kontrolleras först i samband med detaljundersökningar i utbyggnadsskedet. Det gäller sådana som berör förhållandena kring enskilda deponeringshål och som kan hanteras genom detaljanpassning av förvarets utformning.

Långsiktig säkerhet

Krav och önskemål på ett djupförvar med avseende på långsiktig säkerhet har sin grund i kärntekniklagen och strålskyddslagen samt i de föreskrifter som säkerhetsmyndigheterna har utfärdat.

Kärntekniklagen stadgar allmänt att kärnteknisk verksamhet ska bedrivas på ett säkert sätt. Strålskyddslagen anger att den som bedriver verksamhet med strålning ska, med hänsyn till verksamhetens art och de förhållanden under vilka den bedrivs, vidta erforderliga åtgärder och försiktighetsmått för att hindra eller motverka skada på människor, djur och miljö. Lagarna anger ramarna, men ger inga direkta anvisningar om enskilda krav på barriärer i ett djupförvar.

SSI har utfärdat föreskrifter om slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle /10-3/. Där anges att ett slutförvar för använt kärnbränsle eller kärnavfall skall utformas så att den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst en på miljonen för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken. Strålskyddskravet är därmed kvantifierat. Dessutom anges att det slutliga omhändertagandet ska genomföras så att biologisk mångfald bevaras och ett hållbart utnyttjande av biologiska resurser skyddas mot skadlig inverkan av strålning.

SKI har utarbetat föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnavfall. De remissbehandlas för närvarande. Där framhålls att säkerheten ska baseras på ett system av passiva barriärer, konstruerade på ett sådant sätt att en brist i någon av barriärerna inte påtagligt får försämra förvarets säkerhet. Vidare sägs att förhållanden, händelser och processer som har betydelse för säkerheten för ett slutförvar efter förslutning skall analyseras innan slutförvaret uppförs, innan det tas i drift och innan det förslutits. I förslag till allmänna råd föreslår SKI även att "Platsen för ett slutförvar i berg och förvarsdjupet bör väljas så att berget ger tillräckligt stabila och gynnsamma förhållanden för att slutförvarets barriärer ska fungera som avsett under tillräckligt lång tid. De förhållanden som avses rör primärt temperatur, vattenföring, bergmekanik och geokemi".

Från de övergripande säkerhetskraven och förvarets generella uppbyggnad kan funktionskrav på förvaret och dess komponenter (skyddsbarriärerna) härledas. Dessa funktionskrav kan i sin tur omsättas till krav och önskemål på berget, med hjälp av kunskaper om hur olika förhållanden och processer i berget påverkar egenskaper och funktion hos förvaret. De krav och önskemål som på så sätt kan formuleras för berget kan i vissa fall brytas ner till värden på enskilda, fysikaliska eller kemiska parametrar. Tabell 10-1 illustrerar med två enkla exempel hur explicita krav på miljön i den berggrund där förvaret förläggts har kunnat härledas ur övergripande funktionskrav på bentonitbarriärens respektive kapselns funktion för djupförvaret.

I /10-2/ går SKB systematiskt igenom ett stort antal olika egenskaper relaterade till bergets geologi, mekaniska tillstånd, temperaturfördelning, grundvattenströmning, grundvattenkemi och transportegenskaper. Utifrån funktionskrav på barriärerna formuleras sedan krav eller önskemål på de egenskaper som påverkar funktionen. Dessa finns redovisade nedan som tabeller med krav och önskemål på bergets sammansättning och struktur (tabell 10-2), grundvattnets sammansättning (tabell 10-3) och fördröjning vid transport av radionuklider (tabell 10-4). Tabell 10-5 redovisar geologiska faktorer kopplade till platsens "undersökningsbarhet" det vill säga möjligheten att på basis av data från markytan eller i borrhål bedöma berggrunden på större djup eller mellan borrhål. Dessa faktorer är indirekt betydelsefulla, eftersom de påverkar tillförlitligheten i de bedömningar och analyser av den långsiktiga säkerheten som kan göras.

Bergbyggnad och drift

Krav och önskemål på berget vid bygge och drift av djupförvarets berganläggningar utgår dels från personsäkerhet och arbetsmiljö, dels från att anläggningarna ska kunna byggas och drivas rationellt, med känd teknik och utan att påverkan på miljön blir oacceptabel. Till det kommer funktionskrav som har karaktären av tekniska specifikationer på de anläggningar och konstruktioner som ska byggas.

Tabell 10-6 ger en sammanfattning av viktiga krav och önskemål med avseende på bergbyggnad och arbetsmiljö. Kraven är desamma som för andra berganläggningar. Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter anger specifika krav på utförandet av bland annat bergarbeten och sprängarbeten. Strålskyddskraven för driften utgår från strålskyddslagen, och skiljer sig inte från de som gäller för andra kärntekniska anläggningar. Det finns önskemål om att berggrunden och grundvattnet inte ska ha en sammansättning som kan ge höga radonhalter i djupförvarets berganläggningar, eftersom det annars kan krävas extra ventilation eller andra särskilda åtgärder för att nedbringa halterna till vad som är acceptabelt ur arbetsmiljösynpunkt.

Tabell 10-1. Två exempel på hur krav och önskemål på berget kan härledas ur grundläggande funktionskrav på förvarets barriärer

| Grundläggande funktionskrav på systemdel | |
|--|--|
| Exempel 1: Bentonitbufferten ska långsiktigt bidra till isolering och fördröjning | Exempel 2: Kapseln ska långsiktigt bibehålla sin isolerande förmåga |
| ..som bland annat leder till | |
| Krav att bufferten utvecklar och bevarar visst svälltryck. | Krav att deponeringshålen inte deformeras så att kapseln skadas. |
| ..vilket bland annat påverkas av | |
| Det omgivande grundvattnets kemiska sammansättning, däribland salthalt. | Förekomst av stora (långa) sprickzoner där större berg rörelser kan ske. |
| ..som ger följande krav/önskemål på berget | |
| Grundvattnets totala salthalt får ej överstiga 100 g/l. Vidare ska halten av $[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$ vara större än 4 mg/l eftersom det då är enkelt att visa att lergelen inte eroderas och bildar kolloider. | Deponeringstunnlar och deponeringshål får inte passera eller vara i närheten av regionala och lokala större sprickzoner. Önskemål om få lokala mindre sprickzoner eftersom dessa begränsar antalet möjliga kapselpositioner på en given yta. Om önskemålet ej uppfylls leder detta till att en större bergvolym behöver tas i anspråk. |

Svälltryck

Bentonitbufferten sväller när den tar upp vatten, vilket ger upphov till tryck på kapsel och berg

Kolloid

Partiklar som är så små att de inte sjunker till botten i t ex vatten

Tabell 10-2. Krav och önskemål med avseende på bergets sammansättning och struktur

| Faktor | Krav | Önskemål | Kommentar |
|----------------------------|---|---|---|
| Bergart | Bergarterna inom förvarets deponeringsområde får inte ha malmpotential, dvs utgöras av så värdefulla mineral att det skulle kunna motivera brytning på hundratals meters djup. | Vanligt förekommande bergarter. | Malmförekomst utgör en risk för framtida intrång in förvaret. En vanlig bergart minskar risken att platsens berggrund i framtiden kan bli eftertraktad. |
| Strukturer | Regionala plastiska skjuvzoner ska undvikas om det inte kan visas att zonen egenskaper inte avviker från berget i övrigt. Det måste vara möjligt att placera förvaret med hänsyn till sprickzonerna på platsen. Det innebär bl a att: - deponeringstunnlar och deponeringshål för kapslar ska kunna placeras så att de inte skärs av, eller ligger för nära, regionala och lokala större sprickzoner. - deponeringshål ska kunna placeras så att de inte skärs av identifierade lokala mindre sprickzoner. | Låg frekvens av lokala mindre sprickzoner och sprickor. | Stråk inom zonen kan ha utbildats till vattenförande sprickzoner som kan vara förknippade med nedsatt mekanisk hållfasthet. Sprickzoner har i regel högre vattengenomsläpplighet och lägre hållfasthet än det övriga berget. Ur mekanisk synpunkt kan man generellt förvänta sig större framtida deformationer i stora (långa) sprickzoner än i små (korta). Sprickor har högre vattengenomsläpplighet och lägre hållfasthet än intakt berg. Förekomst av stora områden av god bergkvalitet och med låg vattengenomsläpplighet underlättar utformningen av förvaret. |
| Termiska egenskaper | | Berget bör ha högre värmeledningsförmåga än 2,5 W/(m,K) och den ostörda temperaturen på förvarsdjup bör understiga 25 °C. Temperaturutvidgningskoefficienten bör ha normala värden för svensk berggrund (dvs inom intervallet 10 ⁻⁶ till 10 ⁻⁵ K ⁻¹) och inte skilja sig markant mellan de bergarter som finns i förvarsområdet. | Parametrarna påverkar hur förvaret ska utformas för att begränsa maxtemperaturen på kapselytan. Uppfylls önskemålet förenklas förvarsutformningen. Vid normala värden finns det god förståelse av hur värmen från de deponerade kapslarna påverkar berget. |

Plastisk skjuvzon

Deformationszon bildad till följd av plastisk deformation, dvs under högt tryck och hög temperatur på stort djup

Längd på sprickzoner

Regionala, mer än 10 km

Lokala större, 1-10 km

Lokala mindre, 10 m-1km

Värmeledningsförmåga

Bergets förmåga att leda bort värme från de deponerade kapslarna

Temperaturutvidgningskoefficient

Ett mått på hur berggrunden utvidgas när temperaturen stiger

Tabell 10-3. Krav och önskemål med avseende på grundvattnets sammansättning

| Faktor | Krav | Önskemål | Kommentar |
|---------------------------|--|--|--|
| Syrehalt | Grundvattnet på försvarsnivå får inte innehålla löst syre. | | Löst syre i grundvattnet innebär att kopparkapseln korroderar. Frånvaro av löst syre indikeras av negativa Eh, förekomst av Fe(II), eller förekomst av sulfid. |
| Salthalt | Den totala salthalten (TDS) i grundvattnet måste understiga 100 g/l på försvarsnivå. | | Mycket höga salthalter kan skada långsiktig funktion hos buffert (svällförmågan). Som jämförelse kan nämnas att oceanvatten har en salthalt på 35 g/l (TDS). |
| Övriga kemiska egenskaper | | Ostört grundvatten på försvarsnivå bör ha ett pH i intervallet 6-10, ha en låg halt av organiska ämnen ([DOC] lägre än 20 mg/l), låg kolloidhalt (lägre än 0,5mg/l), låga ammoniumhalter, visst innehåll av kalcium och magnesium ([Ca ²⁺]+[Mg ²⁺] större än 4mg/l). | De angivna intervallen innebär förhållanden där det finns god förståelse för hur grundvattnet påverkar förvarets olika barriärer. |

Eh

Redoxkapacitet, dvs kapaciteten att förbruka ett oxiderande ämne t ex syre

TDS

Total Dissolved Solids
Total salthalt

pH

Mått på surhetsgrad. Ju lägre pH desto surare vatten. pH=7 är neutralt, t ex dricksvatten

DOC

Dissolved Organic Carbon. Organiska ämnen upplösta i vatten

De grundläggande kraven på säker arbetsmiljö och teknisk genomförbarhet innebär att stabila tunnlar och schakt ska kunna konstrueras och att bergdriften ska kunna ske med full kontroll på stabilitet och vatteninläckning. Egenskaperna hos berget, som byggmiljö betraktad, avgör förutsättningarna. Viktiga egenskaper är bergets hållfasthet, belastningar (bergspänningar) samt bergets vattengenomsläpplighet. I kombination med till exempel förvarets djup och tunneldimensioner styr dessa egenskaper vilka byggmetoder som kan användas, liksom behoven av stabilisering och tätning av de bergutrymmen som skapas. Ett krav är att bergets hållfasthet, sprickgeometri och initiala bergspänningar inte får vara sådana att det uppstår omfattande stabilitetsproblem kring tunnlar eller deponeringshål inom deponeringsområdet. Det är dock svårt att från detta krav extrahera krav på enskilda egenskaper (till exempel bergspänningar). I övrigt finns de bara ett fåtal önskemål ur aspekten bergbyggnad eftersom anpassningsbarheten till olika bergförhållanden är betydande. Generellt gäller att förhållanden som är lämpliga ur säkerhetssynpunkt i regel också ger goda förutsättningar för bygge och drift.

Bygganalyser för djupförvaret kräver, på samma sätt som säkerhetsanalyser, plats-specifik geologisk information och data från borrhålsundersökningar. I tidiga skeden finns därmed också samma behov av preliminära bedömningar baserade på generell kunskap och data från ytan. Skillnaden, gentemot säkerhetsanalysen, är att bedömningarna ofta kan stödjas på verkliga erfarenheter från existerande berganläggningar.

Tabell 10-4. Krav och önskemål med avseende på fördröjning vid transport av radionuklider genom berggrunden

| Faktor | Krav | Önskemål | Kommentar |
|---|---|---|---|
| Transportmotstånd Ett mått på möjligheten för radionuklider att förflytta sig i berget, som beror på darcy-hastighet, flödesfördelning och dens k våta ytan | Fördröjningen i berget tillsammans med andra barriärer ska leda till att SSI:s föreskrifter uppfylls. | Transportmotståndet bör vara större än 10^4 år/m. | Det är ett önskemål att det sker en väsentlig fördröjning av viktiga radionuklider i berget. |
| | Vattengenomsläpplighet | Det är en fördel om en stor del av bergmassan i deponeringsområdet har en vattengenomsläpplighet (K) som är mindre än 10^{-8} m/s. | Låg vattengenomsläpplighet bidrar till fördröjningen av radionuklider i berget. |
| Darcy-hastighet Ett mått på grundvattenflöde | Flödes-hastighet | Att det i en stor del av berget går att finna kapselpositioner som i kapselhålsskala har lägre darcy-hastighet än 0,01 m/år. | Lägre flöden innebär att fördröjningen av viktiga radionuklider ökar. |
| Bergmatris Den del av bergmassan som ligger mellan sprickor | Bergmatrisens egenskaper | Matrisdiffusivitet och matrisporositet bör inte vara mycket lägre än de värdeområden som använts för säkerhetsanalysen SR 97 (en faktor 100 eller mer). Det maximalt tillgängliga diffusionsdjupet bör åtminstone överstiga någon centimeter. | Inom angivna värdeområden finns potential för att radionuklider diffunderar in i det orörliga vattnet i bergets mikroporer och mikrosprickor. Detta fördröjer eller förhindrar vidare transport av dessa radionuklider. |
| Matrisdiffusivitet Bergmatrisens förmåga att undandra radionuklider från transport med det flödande grundvattnet | Hydraulisk gradient | Det är en fördel om den lokala hydrauliska gradienten är lägre än 1 % på förvarsnivå, (men det är ingen ytterligare fördel med ännu lägre värden). | Den hydrauliska gradienten driver grundvattenflödet. |
| Matrisporositet Andel hålrum i bergmatrisen | | | |
| Hydraulisk gradient Skillnaden i grundvattenytans nivå per längdenhet, dvs grundvattenytans lutning | | | |

Tabell 10-5. Krav och önskemål med avseende på undersökningsbarhet

| Faktor | Krav | Önskemål | Kommentar |
|--------------------|------|---|---|
| Jordtäck | | Hög andel berg i dagen och i övrigt ringa jorddjup. | Inte ett önskemål som ställs ur säkerhetssynpunkt, men betydelsefullt eftersom det underlättar möjligheten att från markytan bedöma berggrunden på förvarsdjup. |
| Homogenitet | | Homogen berggrund. | Homogen berggrund underlättar vid karakteriseringen av berget och vid beräkningar av förvarets funktion och påverkan, både utbredningen i rummet och med tiden. |

Tabell 10-6. Krav och önskemål med avseende på bergbyggnad och arbetsmiljö

| Faktor | Krav | Önskemål | Kommentar |
|----------------------------|--|--|--|
| Stabilitet i berg-utrymmen | Bergets hållfasthet, sprickgeometri och initiala bergspänningar får inte vara sådana att det uppstår omfattande stabilitetsproblem kring tunnlar eller deponeringshål inom deponeringsområdet. | Normala hållfasthets- och deformations-egenskaper ger fördelar | Deponeringshål och tunnlar måste kunna utföras enligt teknisk specifikation och vara beständiga. Krav på arbetarskydd måste kunna tillgodoses. |
| Vattenförande zoner | | Sprickzoner som behöver passeras under bygge bör ha låg vattengenomsläpplighet (en transmissivitet (T) som är lägre än 10^{-5} m ² /s). | Passage av zoner bör kunna ske utan onormala byggtekniska problem. |
| Radon | | Låga halter av radon och radium i grundvatten och låga halter av uranhaltiga mineral i berget. | Det finns begränsningar för vilka radonhalter som ur arbetsmiljösynpunkt kan accepteras i berganläggningar. |

Vad kan göra att undersökningar på en plats avbryts?

Vid den sammanvägda bedömningen av om en plats är lämplig utgör en samlad säkerhetsanalys och en samlad byggnadsanalys väsentliga underlag. Platsen accepteras bara om det i säkerhetsanalysen går att visa att djupförvaret kan uppfylla myndigheternas säkerhetskrav. Under en platsundersökning, då mätvärden erhållits från förvarsdjup, men innan den samlade analysen har genomförts, används kriterier för att kontrollera om ovanstående krav och önskemål kan vara uppfyllda.

Följande kriterier är så skarpa att platsundersökningen bör avbrytas och annan plats väljas om de inte kan tillgodoses:

- Om malmmineral eller värdefulla industrimineral påträffas i stor omfattning inom förvarsområdet bör platsen överges.
- Om förvaret inte kan inplaceras på ett rimligt sätt (om det skulle behöva delas upp i ett mycket stort antal delar) i förhållande till regionala plastiska skjuvzoner, regionala sprickzoner eller lokala större sprickzoner bör platsen överges. Under platsundersökningen anpassas förvaret mer noggrant till de då identifierade sprickzonerna. Lämpliga respektavstånd till identifierade regionala och lokala större sprickzoner kan bara bestämmas plats specifikt men antas utgöra åtminstone flera tiotals meter till lokala större zoner och minst 100 meter till regionala zoner.
- Om en samlad bergmekanisk analys visar att förvaret inte rimligen kan utformas på ett sådant sätt att omfattande och allmänna stabilitetsproblem i bergutrymmen kan undvikas bör platsen överges. Omfattande problem med uppsprickning av borrhärdar vid borrhning (så kallad core discing) ger anledning att misstänka sådana problem.
- Om syrefria förhållanden inte kan påvisas bör platsen överges. Grundvattnet på förvarsdjup ska vara fritt från löst syre. Att detta krav är uppfyllt ska indikeras av minst någon av indikatorerna: negativa Eh-värden, förekomst av järn (Fe²⁺) eller förekomst av sulfid. Om ingen av indikatorerna tydligt kan påvisa frånvaro av löst syre krävs en fördjupad kemisk bedömning.

Transmissivitet

Ett mått på vattengenomsläpplighet, som företrädesvis används för att beskriva sprickzoners förmåga att släppa genom grundvatten

Radon

En färg- och luktlös radioaktiv ädelgas som bildas genom sönderfall av radium

Malm

En mineralkoncentration som är ekonomiskt brytvärd

Industrimineral

Icke-metalliska mineral som används för industriella ändamål, t ex tillverknings av porslän och glas

- Om uppmätta totala salthalter (TDS) på förvarsnivå är högre än 100 g/l bör platsen överges. Enstaka höga värden kan accepteras om det kan visas att vattnet ligger i områden som kan undvikas och att vattnet inte kommer att kunna strömma till förvarsområdet.

Förutom dessa diskvalificerande kriterier kan platsens lämplighet ifrågasättas om en stor del av bergmassan mellan sprickzoner har en vattengenomsläpplighet som är större än 10^{-8} m/s.

10.3 Industrietableringen

I det följande redovisas SKB:s syn på en rad lokaliseringsfaktorer kopplade till djupförvaret som industriprojekt. Grundläggande är att den plats som väljs ska ge goda förutsättningar för att genomföra djupförvarsprojektet i praktiken.

I förstudierna har markanvändnings- och miljöintressen beaktats. Samtliga lokaliseringsalternativ som förs fram bedöms därför som möjliga ur denna aspekt. Det finns emellertid skillnader som bland annat innebär att olika grad av hänsyn måste tas vid platsundersökningar. Förstudierna har också beskrivit de tekniska möjligheterna att etablera djupförvarets anläggningar och driftverksamhet ovan jord, liksom transportsystemet. Här återstår det dock mycket utredningsarbete och samråd innan det finns genomarbetade planer för respektive lokaliseringsalternativ. Det gäller särskilt inlandslägen, där också möjligheterna för landtransporter av djupförvarets gods måste klarläggas i detalj inför en eventuell lokaliseringsansökan.

Anläggningar och verksamhet ovan jord

Djupförvarets anläggningar och verksamhet ovan jord innebär att mark behöver tas i anspråk för driftområden, upplag för bergmassor, trafikanslutningar med mera. Anläggningarna ska lokaliseras till mark som är lämplig för ändamålet och lokaliseringen ska inte hämma en långsiktigt god hushållning med mark och vatten. SKB:s utgångspunkter för industrietableringen är följande:

- Den plats som väljs ska ge goda tekniska förutsättningar för att genomföra bygge och drift.
- Krav och intentioner i Miljöbalken och Plan- och bygglagen ska uppfyllas. Därutöver ska hänsyn tas till lokala förutsättningar och intressen genom anpassning av undersökningar och förvarsutformning.
- Frivilliga markupplåtelse eftersträvas.

Tabell 10-7 ger en sammanfattning av de viktigaste kraven och önskemålen med avseende på anspråkstagande av markområden, hänsyn till konkurrerande markanvändningsintressen, miljöpåverkan och tekniska faktorer kopplade till industrietableringen.

Allmänt är det ett önskemål att anläggningarna ovan jord kan förläggas inom eller nära befintliga industriområden, där såväl transportleder (anslutningsvägar, järnväg, eventuellt hamn) som tekniska försörjningssystem (el, tele, vatten, avlopp) redan finns etablerade. En annan och väsentlig fördel med industrimark är att man då undviker intrång i oexploaterade områden och även konflikter med annan markanvändning. Förutom industrimark kan även skogsmark vara lämplig, eftersom det ofta, men inte alltid, finns få konkurrerande markanvändningsintressen.

Önskemål på markens bärighet för grundläggning är de gängse för industri-anläggningar. Tunt jordtäckte och bäriga jordarter som morän ger tekniska fördelar. Mäktiga jordlager liksom myr- och våtmarker ger nackdelar och kan möjligen innebära olämpliga förhållanden. Detta är emellertid lokala faktorer som tydliggörs först i platsundersökningsskedet. I nuvarande skede är de värderingar som kan göras av de tekniska förutsättningarna därför mera knutna till tillgänglighet ur transportsynpunkt än till byggförhållandena på plats.

Morän

Jordart bestående av bergmaterial som plockats upp, transporterats, bearbetats och avlagrats av inlandsisen. Storleken på materialet varierar från stora stenblock till partiklar på några tusendels millimeter

Tabell 10-7. Krav och önskemål med avseende på industrietableringen

| Faktor | Krav | Önskemål | Kommentar |
|---|---|---|---|
| Befintlig industrimark | | Lokaliseringen av djupförvarets anläggningar ovan jord förenklas om de förläggs till befintlig industrimark. | En etablering av djupförvarets verksamhet ovan jord till ett industriområde innebär att försörjningssystem (el, vatten- och avlopp) och övrig infrastruktur (vägar/järnväg/hamn) redan finns etablerade. |
| Markens tekniska förutsättningar | | Bäriga jordarter ger fördelar, mäktiga jordlager, myr- och våtmarker ger nackdelar. | Främst lokala faktorer, som utvärderas under platsundersökningen. |
| Skyddad mark och konkurrerande intressen | Lokaliseringen måste vara tillåtlig enligt Miljöbalken. | Fördelaktigt med få konkurrerande intressen. | Lagens krav följs. Konkurrerande intressen värderas ur ett helhetsperspektiv. |
| Hushållning av mark och resurser | | Ur hushållningsaspekten är det fördelaktigt med en lokalisering till i första hand industrimark eller i andra hand skogsmark. | Industrimark innebär att oexploaterade områden inte behöver tas i anspråk. Skogsmark innebär ofta, men inte alltid, att det finns få konkurrerande intressen. |
| Miljöpåverkan under platsundersökningar, byggande och drift | Krav ställs i lagar, villkor för verksamheten kommer att finnas i tillståndsbeslut. | Det är fördelaktigt om miljöpåverkan blir så liten som möjligt. De önskemål som främst kan särskilja olika lokaliseringalternativ är: - att i anspråktagande av mark inte leder till blockering av naturresurser eller andra negativa konsekvenser för nuvarande markanvändning. - att utsläpp av avgaser begränsas. - att landskapsbilden inte påverkas negativt. - att konsekvenserna av grundvattnets avsänkning blir liten på brunnar, flora och fauna. - att det finns tillgång till en stor, relativt okänslig recipient för länsvattnet från djupförvaret. - att tillräckligt stor yta finns för tillfälligt upplag av bergmassor. | Platsundersökningarna ska genomföras så att påverkan på miljön av borrhningar och andra undersökningar blir små och acceptabla. Vilka konsekvenser det blir på miljö och hälsa under och efter djupförvarets byggande och drift, beskrivs i en miljökonsekvensbeskrivning. Denna kräver data från platsundersökningar. Det är först när sådan beskrivning gjorts som en helhetsbedömning av miljöpåverkan för olika lokaliseringalternativ kan göras. I en helhetsbedömning ingår även konsekvenser för andra näringar, exempelvis besöksnäring, fiske och jordbruk, konsekvenser på fastighetspriser, samhällseliga konsekvenser av ökad sysselsättning och psykosociala konsekvenser av oro eller välbefinnande. |
| Markägande | | Få markägare är en fördel. | Tillträde till marken erfordras redan för platsundersökning. Marken för ovanjordsanläggningen måste förvärfvas. Frivilliga markupplåtelse eftersträvas. |

Riksintresse

Företeelse som har intresse för hela riket och som regleras med stöd av miljöbalken

Miljöbalken och Plan- och bygglagen innehåller en rad bestämmelser som måste följas vid etablering av industrianläggningar. Vissa har karaktären av allmänna intentioner som ska beaktas, medan andra innebär konkreta restriktioner för lokaliseringmöjligheterna. Dessa bestämmelser har ofta karaktären av krav för vilka markområden som kan bli aktuella för djupförvarets anläggningar ovan jord, hur dessa ska värderas ur intrångssynpunkt och för de anpassningar av anläggningarna till olika skyddsintressen som kan behövas.

Till dessa definitiva restriktioner kommer begränsningarna i lokaliseringmöjligheter på grund av skyddsintressen av olika art och omfattning. Det gäller allt från naturområden och kulturobjekt med status av riksintresse, till lokala bevarandebalken och konkurrerande markanvändning i mera allmän mening. SKB:s inriktning är att undvika att förlägga och utforma djupförvarets anläggningar på ett sätt som innebär konflikt med skydds- eller bevarandebalken, eller konkurrerande markanvändningsintressen. Det innebär inte att lokaliseringar som ger konflikter är uteslutna eftersom det, vid en övergripande värdering, kan finnas fördelar ur andra aspekter som uppväger nackdelarna.

Generellt kan djupförvaret placeras och utformas så att det ger en liten miljöpåverkan, jämfört med vad som vanligtvis är fallet för en industrianläggning av motsvarande storlek. En generell och översiktlig beskrivning av dess miljöpåverkan finns i slutrapporterna från förstudierna. En platsundersökning ger det underlag som behövs för att göra en helhetsbedömning av vilka miljökonsekvenser ett djupförvar får på en specifik plats. Särskild tonvikt bör då läggas på att beskriva konsekvenserna av transporter, av hur bergmassorna hanteras och av den grundvattensänkning som uppstår kring förvaret. Underlaget och helhetsbedömningen kommer att presenteras i en miljökonsekvensbeskrivning som är ett viktigt underlag vid ansökan om att lokalisera djupförvaret till en specifik plats.

Värderingar av önskemål måste göras ur ett helhetsperspektiv, där även nyttan av att förlägga anläggningarna till den aktuella platsen vägs in. Detta synsätt står i överensstämmelse med miljöbalkens intentioner. Det är inte möjligt för SKB att mera precist ange hur konflikter med skyddsintressen av olika slag generellt ska värderas. Förutsättningarna – vilken typ av skyddade och värdefulla områden som berörs, huruvida en etablering påverkar dessa negativt och i vilken omfattning, vad som kan göras för att reducera eller eliminera påverkan etc – skiljer sig alltför mycket från fall till fall. Den slutliga värderingen görs vid tillståndsprövningen, alltså ytterst vid regeringens och miljödomstolens prövning enligt kärntekniklagen och miljöbalken, av ansökan om att få uppföra ett djupförvar.

SKB avser att i ett senare skede förvärva de markområden som behövs för anläggningarna i markplanet och för trafikanslutningar till allmänna kommunikationsleder. SKB behöver även tillträde till marken i de områden där platsundersökningarna görs, samt överenskommelser med de som äger marken ovanför de planerade berganläggningarna.

Det centrala i värderingen av markägarfrågan som lokaliseringsfaktor är att all markupplåtelse för SKB:s behov kan ske i samförstånd med de som äger marken och andra berörda. Tvångsförvärv av mark med stöd av expropriationslagen anser SKB vara ett olämpligt förfarande. Det finns flera bevekelsegrunder för detta ställningstagande, det centrala för SKB är att en positiv inställning från berörda markägare bidrar till djupförvarsprojektets genomförbarhet. Konsekvensen är att SKB betraktar en okomplicerad markägarbild med bedömt goda möjligheter att komma överens som en fördel i den samlade värderingen av lokaliseringsförutsättningar.

Transporter

Det är självfallet ett krav att transporterna till och från djupförvaret kan ordnas så att alla lagar och myndighetskrav efterlevs. För transporter av radioaktivt material finns ett omfattande regelverk som måste följas. I övrigt skiljer sig inte transporterna till djupförvaret från annan transportverksamhet i samhället och omfattas därmed också av samma regelverk. Utöver kraven i form av lagar och föreskrifter ska alla transporter kunna genomföras med hög säkerhet, tekniskt rationellt och på ett för miljön skonsamt sätt.

Tabell 10-8 ger en sammanfattning av de viktigaste lokaliseringsfaktorerna med avseende på transporter. Det är ett önskemål att djupförvaret kan lokaliseras så att behovet av utbyggnad av transportleder och annan infrastruktur blir litet. Det finns framför allt två orsaker till detta; ju mer infrastruktur som behöver byggas ut, desto större blir ingreppen i oexploaterade områden och desto högre blir kostnaden för projektet. Andra intressenter kan dock göra andra bedömningar, eftersom utbyggnad av infrastruktur också kan ge fördelar för samhället.

Fartyg, vägfordon och dieseldrivna lok kommer att ge upphov till luftföroreningar. Dessa är inte större än att de skillnader i transportarbete och därmed miljöbelastning som olika lokaliseringar ger upphov till, inte ses som någon väsentlig lokaliseringsfaktor. Generellt är det dock ett önskemål med ett så litet transportarbete som möjligt.

Platsens tillgänglighet – det vill säga hur snabbt och smidigt anläggningen kan nå – påverkar driftförutsättningarna ur såväl säkerhets- som rationalitets- och miljösynpunkt och är därför en viktig värderingsfaktor. Generellt beror tillgängligheten på en kombination av platsens geografiska läge och infrastruktur. När

Tabell 10-8. Krav och önskemål med avseende på transporter

| Faktor | Krav | Önskemål | Kommentar |
|---------------------------|----------------------------|--|---|
| Befintliga transportleder | | Önskemål om att djupförvarets transporter kan utnyttja befintliga hamnar/vägar/järnvägar. | En omfattande nyanläggning av hamn/väg/järnväg medför ingrepp i oexploaterade områden och är kostsamt. |
| Trafikanslutningar | Krav på tillstånd. | Önskemål om korta och okomplicerade anslutningsvägar och/eller järnväg. | Se ovan. |
| Säkerhet och olyckor | Krav ställs i olika lagar. | Långa godstransporter bör undvikas. Sjötransport är bättre än järnvägstransport som i sin tur är bättre än landsvägstransport. | Lagkrav måste uppfyllas oavsett lokalisering. Transportsystem för kärnavfall utformas efter rigorösa säkerhetsbestämmelser. Risk för konventionella olyckor bedöms i en samlad värdering av olika transportalternativ. |
| Miljöpåverkan | Krav ställs i olika lagar. | Liten miljöpåverkan är önskvärt. | Det totala transportarbetet av djupförvarets gods och personal bör vara så litet som möjligt. |
| Tillgänglighet | | Korta transporter och få omlastningar för kärnavfall, bentonit och bergmassor. Snabba och effektiva resor för personalen är ett önskemål. | Närhet till tätort ger fördelar. |

det gäller transporter av använt kärnbränsle och bentonitlera till djupförvaret innebär önskemålet om hög tillgänglighet att korta transportavstånd och få omlastningar ger fördelar. Samma sak gäller för eventuella transporter av bergmassor från djupförvaret.

Bedömningar av tillgänglighet i den lokala skalan görs huvudsakligen under platsundersökningsskedet, i takt med att underlag tas fram. Personalens dagliga arbetsresor under driftskedet svarar för en stor andel av persontransporterna totalt sett. En lokalisering nära tätorter och som medger snabba och smidiga arbetsresor för personalen ger fördelar. Eftersom personalstyrkan är relativt stor och driftskedet sträcker sig över en lång tidsperiod får detta totalt sett stor betydelse för många människor. Begränsade behov av arbetsresor för driftspersonalen är alltså ett önskemål. Transporterna som samhällsfråga och ur opinionssynpunkt behandlas i avsnitt 10.4.

Arbetskraft, näringsliv och service

Djupförvaret är en stor och långsiktig industrietablering som på många sätt är beroende av samhället på den ort och i den region där verksamheten etableras. Vad som är gynnsamma förutsättningar för en etablering kan ses på olika sätt, beroende på ur vems perspektiv frågan betraktas. Ur ett regionalpolitiskt perspektiv kan man exempelvis med rätta hävda att djupförvaret i teknisk mening kan etableras nära nog var som helst i landet, om än med skillnader i erforderliga insatser, och att det därmed finns möjligheter att tillgodose just regionalpolitiska mål.

SKB:s roll är emellertid att i första hand ansvara för att djupförvarsprojektet blir genomfört, inte att beakta regionalpolitiska aspekter. Med genomförbarheten som utgångspunkt handlar värderingen för SKB:s del om vilka resurser samhället kan tillföra projektet i form av arbetskraft, offentlig och enskild service med mera, samt huruvida dessa resurser uppfyller kraven för att projektet ska kunna fullföljas med hög kvalitet. När det gäller den andra sidan av det ömsesidiga beroendet, det vill säga vad projektet kan tillföra samhället, är SKB:s roll att redovisa fakta, men överlåta värderingarna till andra aktörer.

Tabell 10-9 ger en sammanfattning av de viktigaste lokaliseringsfaktorerna med avseende på påverkan av samhällets resurser.

Tabell 10-9. Krav och önskemål med avseende på samhällets resurser

| Faktor | Krav | Önskemål | Kommentar |
|---|------|---|---|
| Tillgång på arbetskraft på orten eller i regionen | | God tillgång på arbetskraft i regionen är fördelaktigt. | Stabil och kompetent personalstyrka främjas av om personalen bor i eller vill flytta till regionen. |
| Näringsliv, industri, leverantörer | | Stor näringsbredd och stor industri-sektor ger fördelar. | Möjliggör en stor andel lokal upphandling och ger närhet till leverantörer, vilket ger effektivitetsfördelar i alla skeden. |
| | | Erfarenhet av kärn- och/eller bergteknisk verksamhet är fördelaktigt. | Ger större förutsättningar att rekrytera personal lokalt. |
| Offentlig service, utbildning | | God tillgång till offentlig service och utbildning är fördelaktigt. | Ger större förutsättningar att rekrytera personal lokalt och att få personal att flytta till regionen. |

Näringsbredd

Antal näringsgrenar som finns representerade i regionen

10.4 Samhällsfrågan

För djupförvaret som samhällsföreteelse är det vanskligt att ange krav och önskemål, eller ens lokaliseringsfaktorer. Detta eftersom samhällets normer och synsätt är under ständig förändring. Ett grundläggande krav är att lokaliseringen ska ske på demokratisk grund och att det finns förtroende för anläggningen i kommunen.

En kontroversiell etablering

Kärnavfallshanteringen i allmänhet och lokalisering av ett djupförvar i synnerhet är en fråga som har, och har haft, ett betydande genomslag i samhällsdebatten. Diskussionen spänner över ett brett fält. Alltifrån kärnavfallet i ett energi- och miljöpolitiskt sammanhang till mycket lokala frågor om vad ett djupförvar kan innebära för en specifik ort eller för enskilda närboende och markägare.

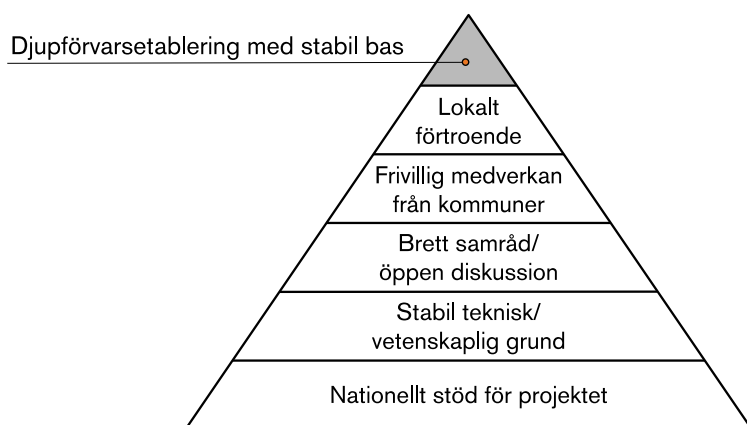
De faktorer som är viktiga för att uppnå det samhälleliga och vetenskapliga stöd som krävs för att djupförvarsprojektet ska kunna genomföras med gott resultat illustreras i figur 10-1 och diskuteras nedan. Tabell 10-10 sammanfattar diskussionen.

Nationellt stöd

De krav som måste uppfyllas för att SKB ska kunna driva arbetet vidare är att den ansvarsfördelning som hittills gällt ligger fast och att regeringen godtar inriktningen av det program som SKB löpande redovisar enligt kravet i kärntekniklagen.

Dessa krav är enligt SKB:s bedömning uppfyllda så här långt och det finns en bred politisk majoritet för fortsatt stöd för den lagstiftade ansvarsfördelning som gäller på kärnavfallsområdet. Det finns visserligen åsikter om att en annan ordning borde gälla och att det är fel att ge kärnkraftindustrins organ ett så stort ansvar och därmed inflytande över kärnavfallsfrågan, men dessa åsikter har inte fått något brett genomslag.

Det önskemål som kan ställas när det gäller faktorn nationellt stöd är att stödet tydligt och klart uttalas på nationell politisk nivå, framför allt från riksdag och regering. På den punkten har det tidigare sviktat enligt SKB:s mening. När förstudiearbetet började i Storuman och Malå hamnade i praktiken ett alltför stort politiskt ansvar på lokal nivå. På denna punkt har det skett en förbättring de senaste åren. Nu finns dels ett regelverk för lokaliseringsprogrammet, dels uttalanden från ansvariga politiska ledare om stöd för kärnavfallsprogrammets syfte och uppläggning. Sammantaget bedömer SKB att det i dag finns det nationella stöd som behövs för att gå vidare i lokaliseringsarbetet på det sätt som planeras.



Figur 10-1. En framgångsrik etablering av djupförvaret behöver vila på en stabil vetenskaplig och samhällelig grund.

Tabell 10-10. Krav och önskemål med avseende på samhällsfrågor

| Faktor | Krav | Önskemål | Kommentar |
|---|--|---|---|
| Nationellt stöd | Regeringen godtar SKB:s program. | Tydliga uttalanden från ledande politisk nivå. | Kraven uppfyllda så här långt. Det uttalade nationella stödet har förstärkts de senaste åren men kan förbättras ytterligare. |
| Stabil teknisk och vetenskaplig grund | Säkerhetsmyndigheterna har inga avgörande invändningar mot inriktningen på SKB:s program. | Uttalat brett vetenskapligt stöd för programmet. | Kravet uppfyllt så här långt. Det finns ett brett vetenskapligt stöd för programmet. Detta framgår av remiss- hanteringen av FUD-programmen samt av forskarsamhällets reaktioner på SKB:s fort- löpande redovisningar i vetenskapliga fora. |
| Brett samråd och öppen diskussion | Formella krav ställs i miljöbalken m m. | Bred medverkan från alla parter i samråds- förfarandet. Öppna och konstruktiva diskussioner med alla berörda. | En god grund har lagts under förstudieskedet. Kommunerna och länsstyrelserna har byggt upp kompetens och engage- mang. |
| Frivillig medverkan från berörda kommuner | Kommunfullmäktige säger ja till en lokalise- ringsansökan. Kommunerna motsätter sig inte medverkan i lokaliseringsarbetet. | Brett uttalat stöd i kommunfullmäktige och bland kommun- innevånare för med- verkan i lokaliserings- processen. | Kraven uppfyllda i samtliga sex förstudiekommuner så här långt. Goda utsikter att få beslut om fortsatt medverkan. |
| Lokalt förtroende | Projektet måste vara opinionsmässigt genomförbart, vilket kräver ett brett förtroende för verk- samheten på de orter som berörs. | Möjlighet till bred och konstruktiv diskussion. Lokalt förtroende för SKB och kärnavfalls- programmet redan från början. Alternativ som inte kräver landtransporter ger fördelar. | Det lokala diskussionsklimat som etableras i ett tidigt skede har erfarenhetsmässigt stor betydelse även senare. Det lokala förtroendet kan variera mellan de platser som är aktuella. Allmänhetens inställning till landtransporter är en betydelsefull och bestående osäkerhetsfaktor. |

En stabil teknisk/vetenskaplig grund

En stabil teknisk/vetenskaplig grund utgör hela basen för ett trovärdigt och genomförbart projekt. Här måste det handla om vetenskapliga och tekniska bedömningar tillämpade genom oberoende kritisk granskning av det underlag som SKB successivt tar fram. Sakbedömningen ligger alltså på det vetenskapliga planet – ”man kan inte rösta om tekniken och säkerheten” – men en intressant fråga ur samhällssynpunkt är om beslutsfattare, berörda och allmänheten får en rättvisande och begriplig bild av det vetenskapliga underlaget och bedömningarna av detta. Det är ju en förutsättning för att samhället ska kunna fatta välgrundade beslut. SKB menar att det finns goda förutsättningar för att så ska bli fallet.

Få frågor i samhället kommer att utsättas för en sådan grundlig genomlysning och granskning som lokaliseringen av djupförvaret. Det finns naturligtvis också risker för medveten eller omedveten snedvridning av informationen till rena skönmålningar eller skräckpropaganda. I det sammanhanget vilar det ett ansvar på strålskydds-, säkerhets- och miljömyndigheterna att på ett tydligt sätt förklara sina bedömningar av vilka risker som finns och vilken säkerhet det går att uppnå. Det är dessa instanser som å samhällets vägnar måste göra de slutliga helhetsbedömningarna i miljö- och säkerhetsfrågorna.

Ett krav som måste uppfyllas för att driva arbetet vidare är att myndigheterna, främst kärnkraftsinspektionen, inte har några avgörande invändningar mot uppläggningsplanen av arbetet. Så länge arbetet med att ta fram beslutsunderlag pågår räcker det med att myndigheterna uttalar att inriktningen och kvalitetsnivån på arbetet är tillfyllest. Myndigheterna ska sedan stå fria att bedöma det färdiga beslutsunderlaget. Den granskning som gjordes av SKB:s senaste forskningsprogram visar att det finns ett stöd hos myndigheterna och vetenskapvärlden för den tekniskt/vetenskapliga inriktningen av programmet.

För det slutliga valet av plats spelar teknisk-vetenskapliga faktorer en avgörande roll. De kunskaper som finns efter ett antal förstudier är emellertid inte tillräckliga för att entydigt avgöra om de platser som väljs för platsundersökningar kommer att uppfylla kraven. Detta kan göras först när den detaljerade kunskap som fås vid dessa undersökningar kunnat utvärderas. SKB vill i detta sammanhang betona att lokaliseringen även behöver baseras på andra bedömningar.

Brett samråd och öppen diskussion

En viktig aspekt för att uppnå stöd och förtroende för ett projekt som djupförvaret är trovärdigheten i själva arbets sättet. Sker arbetet på ett öppet och ärligt sätt? Rapporteras resultaten så att alla kan ta del av dem? Granskas de av oberoende instanser? Tas kritik och invändningar på allvar? Besvaras allmänhetens frågor? Visas verksamheten upp?

Under förstudieskedet har goda förutsättningar byggts upp för insyn och för att arbets sättet ska uppfattas som trovärdigt. En viktig del i detta har varit att de kommuner som deltagit i förstudieskedet har kunnat skapa ett engagemang och byggt upp den lokala kompetensen. Det är särskilt uppmuntrande, enligt SKB:s mening, att man oftast lyckats få aktiv medverkan från i stort sett alla politiska partier och vitt skilda intressegrupper. Om man också i fortsättningen kan utveckla formerna för och bredden i samrådsförfarandet så kommer det att på ett väsentligt sätt bidra till kvaliteten och relevansen i det beslutsunderlag som SKB ska ta fram. Vi ser det lokala och kommunala arbetet i det avseendet som en tillgång i hela processen.

Frivillig medverkan från berörda kommuner

En grundläggande utgångspunkt för SKB:s lokaliseringsarbete ända sedan det inleddes i början av 1990-talet har varit principen att enbart arbeta i kommuner som inte motsätter sig en medverkan i lokaliseringsarbetet. Denna princip har följande grund:

- Miljöbalkens huvudregel är att berörd kommun vid en ansökan har vetorätt. I fråga om lokalisering av kärntekniska anläggningar har regeringen emellertid möjlighet att ge tillstånd trots att kommunfullmäktige sagt nej, den så kallade "vetoventilen". SKB:s uppfattning är att ett djupförvar bara kan förläggas där både säkerhetskraven är uppfyllda och där kommunen är positiv till lokaliseringen.
- Internationella erfarenheter visar att lyckade lokaliseringar av kontroversiella verksamheter nästan undantagslöst byggt på frivillighetens grund.
- SKB tror att en så långsiktig verksamhet och etablering som djupförvarsprojektet inte kan ske på ett bra sätt mot en kommuns vilja.

Ett krav för att SKB ska gå vidare i en kommun är därför att kommunen inte motsätter sig detta. Senast vid en ansökan måste berörd kommun tydligt ge sitt stöd och det är ett önskemål att detta sker för varje nytt steg i processen, till exempel inför starten av platsundersökningar.

En investering av den omfattning som djupförvaret innebär påverkar inte bara den direkt berörda kommunen utan även regionen. Ett stöd från grannkommuner och länsstyrelser är en positiv faktor för de kommuner som ska fatta beslut.

Lokalt förtroende

Frivillighet från kommunernas sida kommer i formell bemärkelse till uttryck i inställningen hos fullmäktiges ledamöter, som ju väljs av medborgarna i kommunen och därmed representerar dessa enligt den demokratiska ordning som vi har i Sverige. Till grund för ett ställningstagande i kommunfullmäktige kommer att ligga en mångfacetterad verklighet av fakta, värderingar och olika opinionsströmningar i kommunen.

För SKB:s del är det särskilt angeläget med ett bra förtroende för djupförvaret bland direkt berörda, framför allt närboende och markägare. Hur dessa grupper uppfattar verksamheten kan variera mycket såväl i tiden som beroende på hur olika individer berörs eller driver opinion. En av de avgörande faktorerna är hur SKB uppträder och hur projektet konkret påverkar närmiljön på olika sätt. Det är en fördel och underlättar väsentligt om det redan under förstudieskedet finns tecken på att det går att föra en bra diskussion lokalt vid de områden som är av potentiellt intresse.

Genom transporterna kan etableringen av djupförvaret beröra andra kommuner och orter än där anläggningarna förläggs. Erfarenheter från såväl Sverige som andra länder visar att transporter av radioaktivt material kan vara kontroversiella. I Sverige är sjötransporter av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall sedan länge en accepterad realitet. Landtransporter på allmänna kommunikationsleder förekommer inte och därmed är det också svårt att bedöma hur de skulle uppfattas av allmänhet och närboende. Det är först när frågan blir konkret på en ort som inställningen lokalt bland allmänhet och närboende till fullo klarläggs. SKB:s bedömning är att det finns betydande osäkerheter om huruvida transporter av använt kärnbränsle på allmänna kommunikationsleder är opinionsmässigt acceptabelt. Det gäller framför allt vid transporter genom tätorter och sannolikt vägtransporter i högre grad än järnvägstransporter.

Det finns inga patentröslösningar för hur man bäst förfar i lägen då det finns lokalt förankrat motstånd mot en etablering, samtidigt som den generella inställningen i en kommun är övervägande positiv. Detta är ett demokratiskt dilemma som måste hanteras på politisk nivå. SKB:s grundinställning är att lokal opinion i praktiken har stor betydelse men att det måste ges tid för ingående diskussioner och möjligheter för anpassning av projektets utformning med hänsyn till berättigade lokala intressen innan lokala opinioner eventuellt ges ett avgörande inflytande på om undersökningar och etablering ska ske i ett område.

11 Lokaliseringsalternativ från förstudier

Detta kapitel redovisar de preliminära lokaliseringsalternativ för djupförvaret som framkommit vid förstudierna av de sex kommuner som ingår i urvalsunderlaget, det vill säga Älvkarleby, Tierp, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn och Hultsfred. De beskrivningar och värderingar som presenteras är översiktliga, och tar avstamp från de resultat och slutsatser som redovisats i respektive förstudie. För referenser och mer detaljerade redogörelser för de olika alternativen, liksom hur dessa har identifierats, hänvisas till förstudiernas utredningar och slutrapporter.

11.1 Förstudier

Slutsatsen av de undersökningar av typområden (se kapitel 9) som SKB genomförde under 1980-talet, kombinerat med allmän geologisk kunskap, var att goda geologiska förutsättningar för ett djupförvar troligen finns på många platser i landet. Denna slutsats har senare fått stöd i de länsvisa geologiska översiktstudier som SGU har genomfört. En annan lärdom från typområdesundersökningarna var att ett lokalt förtroende för verksamheten är nödvändigt för att kunna genomföra de undersökningar som behövs för att veta om en plats är lämplig eller ej.

När lokaliseringsarbetet startade i början av 1990-talet inriktades arbetet därför på att mera detaljerat bedöma förutsättningarna för en djupförvarsetablering i kommuner som översiktligt bedömdes ha goda geologiska förutsättningar och som inte motsatte sig sådana studier. Anledningen till att kommuner valdes som en lämplig utgångspunkt var att de utgör den formella administrativa enhet som företräder lokalbefolkningen. Samtidigt är de i regel tillräckligt stora (storleksordningen 1 000 kvadratkilometer) för att det i en lokaliseringsprocess ska finnas goda möjligheter att komma fram till ett område på cirka två kvadratkilometer med lämplig berggrund för djupförvaret.

SKB har genomfört förstudier av åtta kommuner (se kapitel 8 och 9) /11-1 till 11-8/. Det har funnits andra kommuner som har varit intresserade men där SKB på geologiska grunder har avrått från vidare studier, liksom kommuner som övervägt frågan men beslutat avstå från medverkan i lokaliseringsarbetet. De åtta studerade kommunerna bedömdes inledningsvis ha geologiska, industriella och samhällsliga förutsättningar som motiverade en förstudie. Samtliga har även uppfyllt kravet att de inte motsatt sig en förstudie.

De två första förstudierna gjordes i Storumans och Malå kommuner i Västerbottens län. Storumans kommun inbjöd i slutet av 1992 SKB att informera om förutsättningarna för en förstudie i kommunen. SKB gjorde då en intern bedömning som visade att det översiktligt sett fanns goda geologiska, tekniska och miljömässiga förutsättningar för en förstudie. Våren 1993 fick Malå kommun på liknande sätt information från SKB. SKB gjorde därefter en intern bedömning av Malå kommuns förutsättningar, på samma sätt och med samma resultat som i fallet Storumans. Detta, och fortsatta kontakter mellan SKB och de båda kommunerna ledde till att förstudier genomfördes, och avslutades med slutrapporter under 1995 respektive 1996. Både Storumans och Malå kommuner har därefter som en följd av resultat i lokala folkomröstningar tackat nej till fortsatt medverkan i lokaliseringsprocessen. Även om förstudierna visade på goda förutsättningar ingår därför inte några lokaliseringsalternativ från dessa kommuner i urvalsunderlaget.

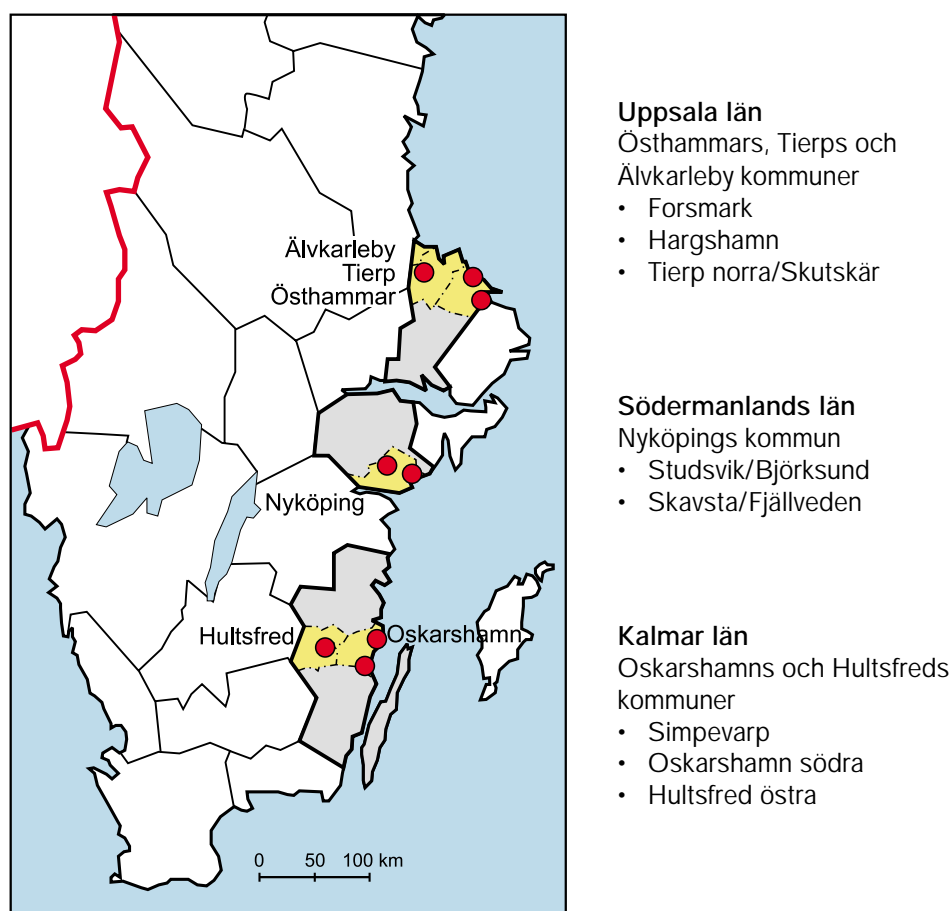
Förstudier har genomförts i åtta kommuner. Ytterligare ett tiotal kommuner har varit intresserade men beslutat avstå.

I södra Sverige gjordes en översiktsstudie av fem kommuner med kärnteknisk verksamhet (se kapitel 9). Anledningen var att det där finns tillgång till kärnteknisk kompetens och lämplig infrastruktur vilket i sin tur motiverade en översiktsstudie om dessa kommuners geologiska förutsättningar. Resultatet blev att fyra av de fem kommunerna bedömdes ha lämplig berggrund. Efter förfrågan accepterade tre kommuner – Östhammar (1995), Nyköping (1995) och Oskarshamn (1996) – att förstudier genomfördes.

Förstudien av Östhammar ledde till att även grannkommunen Tierp kontaktades av SKB. Anledningen var dels att SKB ville utreda förutsättningarna kring Forsmark och då även inkludera berggrunden i Tierps kommun, dels att översiktsstudien av Uppsala län indikerade lämpliga förhållanden på flera ställen i Tierps kommun. Beslut att delta i en förstudie togs av Tierps kommun 1998. Förstudierna i Norduppland kompletterades slutligen 1999 med Älvkarleby kommun. Skälen var att översiktsstudien indikerade lämpliga förhållanden i kommunen, samt att Älvkarleby kommun förmodligen skulle beröras av transporter till ett eventuellt djupförvar i Tierps kommun, genom hamnen i Skutskär och järnvägen genom kommunen.

Förstudierna i Norduppland har tillsammans resulterat i följande tre lokaliseringsalternativ, se figur 11-1.

- Forsmark, Östhammars kommun,
- Hargshamn, Östhammars kommun,
- Tierp norra/Skutskär, Tierps och Älvkarleby kommuner.



Figur 11-1. Förstudierna har identifierat åtta lokaliseringsalternativ för djupförvaret. Dessa utgör urvalsunderlaget inför valet av platser för platsundersökningar.

Förstudien i Nyköpings kommun ledde till att en lokalisering till Studsvik/Björksund redovisades som ett alternativ i den preliminära slutrapporten från förstudien. Synpunkter i samband med kommunens remisshantering av den preliminära slutrapporten har gjort att även ett inlandsalternativ, Skavsta/Fjällveden, har identifierats. Det senare alternativet är dock inte diskuterat inom kommunen på samma sätt som Studviksalternativet. I dag finns följande lokaliseringalternativ:

- Studsvik/Björksund, Nyköpings kommun
- Skavsta/Fjällveden, Nyköpings kommun

I Oskarshamns kommun finns stora områden med sinsemellan likartad och potentiellt gynnsam berggrund. Någon rangordning av dessa områden med avseende på berggrunden har inte varit möjlig att göra utifrån befintliga data. Lokaliseringalternativen har i stället fokuserats på områden som är gynnsamma ur främst infrastrukturell synpunkt.

Översiktsstudien av Kalmar län visade potentiellt gynnsamma förutsättningar väster och söder om Oskarshamns kommun. Detta redovisades på ett möte med samtliga grannkommuner till Oskarshamn på länsstyrelsen i Kalmar, varvid SKB inbjöd de kommuner som bedömdes ha lämplig berggrund att delta i en förstudie. Av de tillfrågade kommunerna var det Hultsfred som visade ett intresse. Detta ledde till att en förstudie genomfördes i kommunen, med resultat att ett lokaliseringalternativ identifierades.

Förstudierna av Oskarshamn och Hultsfred har därmed resulterat i följande lokaliseringalternativ:

- Simpevarp, Oskarshamns kommun
- Oskarshamn södra, Oskarshamns kommun
- Hultsfred östra, Hultsfreds kommun

Sammantaget har alltså de förstudier som genomförts resulterat i åtta lokaliseringalternativ som nu ingår i urvalsunderlaget inför platsundersökningsskedet.

Omfattningen av respektive förstudie beskrivs i slutrapporter eller preliminära slutrapporter. Generellt har utredningsarbetet delats in i ämnesområdena långsiktig säkerhet, teknik, mark och miljö, och samhälle. En förutsättning har varit att studierna i huvudsak ska sammanställa och analysera befintligt material. Därutöver har översiktliga geologiska fältkontroller utförts av intressanta områden. Provbörningar har däremot inte ingått.

11.2 Tillämpning av lokaliseringsfaktorer

Förstudierna har planerats och genomförts med ledning av de utgångspunkter och lokaliseringsfaktorer som lades fast i och med det regeringsbeslut som följde på SKB:s komplettering till FUD-program 92, se kapitel 8. För att få underlag för att bedöma lokaliseringsförutsättningarna i olika avseenden har brett uppbyggda sammanställningar och analyser gjorts av befintlig geovetenskaplig information, liksom tillgängliga data om infrastruktur, markanvändning, miljö- och samhällsförhållanden.

De geovetenskapliga utredningarna har i samtliga förstudier resulterat i att delar av kommunen kunnat avföras från vidare studier, men också att områden som bedömts intressanta kunnat identifieras. Med stöd av detta och med underlag om tekniska och miljömässiga etableringsförutsättningar, transportmöjligheter med mera har samlade värderingar gjorts. Nästa steg har varit att göra geologiska fältkontroller och i vissa fall andra kompletterande studier av områden och alternativ som vid den samlade värderingen framstått som särskilt intressanta.

Fältkontrollerna har i många fall, men inte alltid, styrkt den tidigare positiva bedömningen.

Den ovan beskrivna metoden innebär att förstudierna, något förenklat, innefattar följande tre steg:

1. Områden som uppvisar potentiellt negativa geologiska förhållanden utesluts.
2. Speciellt intressanta områden väljs för fältkontroll och kompletterande studier.
3. Värdering av lokaliseringalternativ.

Steg 1 - uteslutning av områden med potentiellt negativa geologiska förhållanden

Följande faktorer har beaktats:

- Bergarter som är intressanta för mineralutvinning eller annat nyttjande.
- Starkt heterogen eller svårtolkad berggrund.
- Kända deformationszoner eller neotektoniska (geologiskt sett sentida) förkastningar.
- Utpräglade utströmningsområden för grundvatten.
- Indikationer på för svensk berggrund onormal grundvattenkemi.

Områden som uppvisar sådana förhållanden har undvikits.

Steg 2 - Val av områden för fältkontroll

Efter att de områden som uppvisar potentiellt olämpliga geologiska förhållanden har avförts från vidare studier kvarstår oftast flera områden. Ett eller flera områden som med avseende på tekniska och miljömässiga förutsättningar bedömts vara intressanta lokaliseringalternativ har valats ut för fältkontroller och andra kompletterande studier.

Steg 3 - Värdering av lokaliseringalternativ

Efter fältkontroller och övrigt utredningsarbete har en samlad värdering gjorts av vilka alternativ som har särskilt goda förutsättningar att uppfylla krav och önskemål, såväl ur aspekten långsiktig säkerhet som avseende teknik, mark och miljö samt samhällsaspekter. I värderingen ligger även en bedömning av möjligheterna att genom vidare undersökningar avgöra om så är fallet.

Vid värderingen har följande förhållanden bedömts som önskvärda:

- En vanlig bergart utan intresse för annat nyttjande av naturresurser. Detta minskar risken att området blir aktuellt för annan användning i framtiden.
- Ett stort område med få större sprickzoner. Detta ger extra flexibilitet vid kommande undersökningar och ökar möjligheterna att med stor säkerhet kunna anlägga ett tillräckligt stort förvar i bra berg.
- Hög andel berg i dagen och/eller ringa jorddjup, enkla och homogena berggrundsförhållanden samt regelbundet system av sprickor/sprickzoner. Detta ger bra möjligheter att tidigt få en god förståelse av berggrundsförhållanden av betydelse för förutsättningarna för säkerhet och bergbyggnad.
- Tillgång till erforderlig infrastruktur och goda transportmöjligheter i form av hamn, järnväg eller väg. Begränsade behov av att ta mark i anspråk för nya vägar eller järnvägar.
- Få konkurrerande markanvändnings- och miljöintressen. Detta ger goda möjligheter att anpassa anläggningarna så att miljökraven uppfylls.
- Lokalt positivt intresse.

Tabell 11-1 sammanfattar faktorer som har beaktats i förstudierna och som rör förhållanden av betydelse för den långsiktiga säkerheten samt bygge och drift av djupförvarets berganläggningar. Tabellen beskriver också hur dessa ansluter till de krav och önskemål på berget som redovisas i kapitel 10.

Tabell 11-1. Geovetenskapliga faktorer som studeras vid förstudier, utifrån ställda krav och önskemål på berget (se kapitel 10)

| Faktor | Berörda krav eller önskemål | Hur krav och önskemål beaktats i förstudier |
|--|--|---|
| Bergarter, exploateringsintressen och berggrundens homogenitet | Berget får inte ha malm-potential. | Fortsatta studier och undersökningar enbart av områden som inte bedömts ha potential för förekomst av malm eller värdefulla industri-mineral. |
| | Det är en fördel om det är en vanlig och homogen bergart. | Områden med starkt heterogen eller svårtolkad berggrund undviks. Områden som bedöms vara homogena och bestå av vanlig bergart är fördelaktiga. |
| | Lämpliga termiska egenskaper. | En vanlig bergart uppfyller önskemålet om lämpliga termiska egenskaper. |
| | Låg radonpotential. | Områden med hög radonpotential undviks. |
| Deformationszoner och stabilitet | Regionala plastiska skjuvzoner och stora sprickzoner får inte finnas inom deponeringsområdet. | Områden som väljs för vidare studier ska vara sådana att förvaret med marginal kan förväntas rymmas mellan kända plastiska skjuvzoner och stora sprickzoner. Detta innebär att ett stort område med få större sprickzoner är fördelaktigt. Kända neotektoniska förkastningar undviks. |
| | Det är bra om frekvensen av sprickor och lokala mindre sprickzoner är låg. | Områden där sprickfrekvensen är låg i håll bedöms som fördelaktiga. |
| Jordtäck | Det är önskvärt med hög andel berg i dagen och i övrigt ringa jorddjup. | Områden med hög andel berg i dagen och/eller ringa jorddjup är gynnsamma. Även områden med låg andel berg i dagen beaktas om geologiska och geofysiska förhållanden är sådana att tolkningsbarheten är stor. |
| Grundvattenströmning | Hydrauliska gradienten på förvarnsnivå bör vara lägre än 1 %. | Områden med hög topografisk gradient (1%) i regional skala undviks. Utpräglade utströmningsområden undviks. |
| Grundvattenkemi | Grundvatten på förvarnsnivå måste ha en salthalt TDS < 100 g/l och vara fritt från löst syre. Det är önskvärt med en normal grundvattenkemi. | Områden med indikationer på för svensk berggrund onormal grundvattenkemi undviks. |

Malmpotentiell berggrund

Berggrund med sådana geologiska förutsättningar att den kan bli aktuell för malmletning

Termiska egenskaper

Egenskaper som bestämmer hur värme leds bort från förvaret och hur berget utvidgar sig när det blir varmare

Plastisk skjuvzon

Deformationszon bildad till följd av plastisk deformation dvs under högt tryck och hög temperatur på stort djup

Neotektoniska förkastningar

Förskjutningar mellan två bergblock som skett i samband med eller efter den senaste istiden

Hydraulisk gradient

Tryckskillnader som driver grundvattnets rörelser

TDS

Total Dissolved Solids
Total salthalt

11.3 Norduppland – Östhammar, Tierp och Älvkarleby

Figur 11-2 visar en översiktskarta över Norduppland, med de tre kommuner där förstudier gjorts – Östhammar, Tierp och Älvkarleby. Allmän information om dessa kommuner sammanfattas på nästa sida.

11.3.1 Regionens allmänna förutsättningar

I Norduppland finns goda förutsättningar att etablera och driva ett djupförvar och övriga anläggningar i hanteringssystemet på ett sätt som uppfyller alla krav på miljöhänsyn och teknisk funktion. Regionen har väl utbyggd infrastruktur och goda samhällsliga resurser. Huvuddelen av den kompetens som djupförvarsprojektet kräver finns tillgänglig. Det finns exempelvis kunskaper inom tung verkstadsindustri, transportsektorn, byggsektorn och kärnteknisk verksamhet. Närheten till universitet och högskolor i regionen bidrar också till en bra bas för rekrytering och kompetensförsörjning.

Kommunikationsmässigt finns Ostkustbanan och E4 som ger möjligheter att nå Uppsala, Arlanda och Stockholm inom någon timme. Det finns flera hamnar som kan användas för djupförvarets transporter. Sammantaget bedömer SKB regionens allmänna förutsättningar för en djupförvarsetablering som mycket goda.



Figur 11-2. Östhammars, Tierps, och Älvkarleby kommuner.



Östhammars kommun

Historiskt har Östhammars kommun haft tre hörnpelare - fisket och sjöfarten, järnhanteringen och jordbruket. I dag dominerar två företag, Sandvik Coromant AB med cirka 1 500 anställda och Forsmarks kraftgrupp AB med cirka 800 anställda. Ungefär 1 500 personer arbetar inom jordbruks-sektorn.

I kommunen finns flera historiskt intressanta vallonbruk. Tillsammans med kärnkraftverket och SFR i Forsmark är bruken de mest välbesökta utflyktsmålen. Kust- och skärgårdsområdena är också viktiga turistmål.

Läge

Kustkommun i Uppsala län. Gränsar i väster mot Tierp, i sydost mot Norrtälje och i söder mot Uppsala.

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Landareal | Invånare |
| 2 790 km ² | cirka 21 600 |

Tätorter

Östhammar 4 700 personer, Gimo 2 700, Alunda 2 300, Österbybruk 2 200, Öregrund 1 600

Kommunikationer

Järnväg för godstrafik går genom kommunens södra del. Riksväg 76 går genom den norra delen av kommunen och länsväg 292 genom den södra. Hamn för tung godstrafik finns i Hargshamn. Arlanda flygplats ligger cirka 1,5 timmes resväg från Östhammar.

Mark

Cirka 71 % skogsmark, 14 % åker- och betesmarker, 15 % bebyggelse och övrig mark.

Politisk ledning

Mandatfördelningen i fullmäktige är socialdemokraterna 22, vänsterpartiet 4, moderaterna 9, kristdemokraterna 2, centerpartiet 8, folkpartiet 2, miljöpartiet 2.

Förstudiebeslut

Juni 1995 - 36 ja, 12 nej

Kärnkraftsanknuten verksamhet

- Forsmarksverket med tre kärnkraftsreaktorer, den äldsta i drift sedan 1980.
- SFR (Slutförvar för radioaktivt driftavfall) i drift sedan 1988.



Tierps kommun

Tierp är beläget i gammal kulturbygd. I dag domineras det privata näringslivet av tillverkningsindustri. Även byggindustri samt jord- och skogsbruk är viktiga näringar. De största privata arbetsgivarna är Atlas Copco Tools AB med cirka 370 anställda, EraSteel Kloster AB med cirka 250 anställda och Karlit AB med cirka 185 anställda.

Kommunen präglas av Dalälven och närheten till havet. Här finns mellan-sveriges största våt- och myrmarksområde, Florarna. I kommunen finns också Örbyhus Slott och välbevarade bruksmiljöer.

Läge

Kustkommun i Uppsala län. Gränsar mot Älvkarleby och Gävle i nordväst, Heby i sydväst, Uppsala i söder och Östhammar i öster.

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Landareal | Invånare |
| 1 543 km ² | cirka 19 900 |

Tätorter

Tierp 5 200 personer, Örbyhus 1 800, Söderfors 1 700, Karlholmsbruk 1 300

Kommunikationer

Ostkustbanan (Uppsala-Gävle) passerar genom kommunen. Med Upptåget kommer man från Tierp till Uppsala på knappt 40 minuter. Den västra delen av kommunen genomkorsas av E4:an. Efter många års diskussioner har en ombyggnad av E4, med sträckning närmare Tierps tätort nyligen beslutats. Hamnar för tung godstrafik saknas, men längre upp längs kusten finns hamnarna i Skutskär och Gävle, i öster Hargshamn. Arlanda flygplats ligger cirka en timmes resväg från Tierp.

Mark

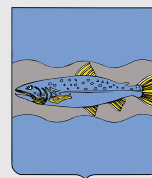
Cirka 70 % skogsmark, 15 % åker- och betesmarker, 15 % bebyggelse och övrig mark.

Politisk ledning

Mandatfördelningen i fullmäktige är socialdemokraterna 24, vänsterpartiet 4, moderaterna 6, kristdemokraterna 3, centerpartiet 7, folkpartiet 2, miljöpartiet 2, Stoppa E4 Väst Kulturpartiet 1.

Förstudiebeslut

Juni 1998 - enhälligt.



Älvkarleby kommun

Älvkarleby kommun har en industri-tradition som går tillbaka till 1600-talet då två järnbruk anlades. Industri-prägeln är fortfarande tydlig. Tillverkningsindustrin svarar för nästan en tredjedel av arbetstillfällena. Skogen och vattenkraften är basråvarorna, och de största privata arbetsgivarna är Stora Enso AB med cirka 500 anställda och Vattenfall Utveckling AB med cirka 135 anställda.

Dalälven flyter genom hela kommunen från söder till norr och mynnar i Bottenhavet. Här finns naturliga förutsättningar för ett aktivt kultur- och friluftsliv. Den främsta attraktionen för såväl kommuninvånare som turister är fisket.

Läge

Kustkommun längst norrut i Uppsala län. Gränsar i söder och öster mot Tierp och i väster mot Gävle kommun.

| | |
|---------------------|-----------------|
| Landareal | Invånare |
| 208 km ² | cirka 8 990 |

Tätorter

Skutskär 5 700 personer, Älvkarleby 1 500, Gårdskär 400, Marma 300.

Kommunikationer

Både Ostkustbanan (Uppsala-Gävle) och E4 passerar genom kommunen i nord-sydlig riktning. Riksväg 76 går genom kommunens centrala och norra delar medan länsväg 291 ansluter till E4. I kommunen finns hamn för tung godstrafik vid Skutskärsverket. Flygplats med reguljär trafik finns i Gävle/Sandviken. Arlanda flygplats ligger cirka två timmars resväg från Skutskär.

Mark

Cirka 70 % skogsmark, 3 % åker- och betesmarker, 27 % bebyggelse och övrig mark.

Politisk ledning

Mandatfördelningen i fullmäktige är socialdemokraterna 15, vänsterpartiet 3, moderaterna 3, kristdemokraterna 1, centerpartiet 1, folkpartiet 2, miljöpartiet 1, demokratiska särlistan 5.

Förstudiebeslut

Juni 1999 - 30 ja, 1 nej.

Forsmarksverket i Östhammars kommun har bidragit till att det finns förtroende för kärnteknisk verksamhet i regionen. Vid Forsmark ligger Slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR) som nu har varit i drift under mer än tio år. I över femton år har transporter av använt kärnbränsle och annat kärnavfall bedrivits med M/S Sigyn och fungerat väl.

11.3.2 Regionens geologiska förutsättningar

Norduppland uppvisar en stor variation i berggrundsförhållanden. Vanligast är djupbergarter, främst gnejsgraniter (metagraniter) och massiv av så kallad yngre granit, men även grönstenar och ytbergarter som vulkaniter och sedimentgnejsjer förekommer. Alla bergarter som är cirka 1 850 miljoner år eller äldre har mer eller mindre påverkats av den period av bergskedjebildning som brukar benämnas den svekokareliska orogenesisen. Då utsattes berggrunden för deformation och omvandling i varierande grad, ibland så kraftig att det ledde till uppsmältning, ibland med relativt liten påverkan som resultat. När denna deformationsfas hade kulminerat trängde bergartsmältor in i berggrunden och bildade yngre graniter, i vissa fall i form av stora homogena massiv. Slutligen har gångbergarter, som diabas och aplit, trängts in i sprickor eller på annat sätt genomsett berggrunden.

Under den senare delen av ovannämnda deformationsfas, sannolikt för cirka 1 850–1 750 miljoner år sedan, bildades storskaliga plastiska skjuvzoner. Ett exempel är Singöskjuzonen längs Upplandskusten. Inom denna zon finns breda stråk där berggrunden är förskiffrad och heterogen. Mellan stråken förekommer relativt opåverkade partier, så kallade tektoniska linser. I ett senare skede har berggrunden påverkats av spröd deformation, varvid flera äldre plastiska skjuvzoner reaktiverats och nya sprickor, sprickzoner och förkastningar bildats.

Denna geologiska utvecklingshistoria innebär att Nordupplands berggrund karaktäriseras av:

- Dominans av gnejsgraniter i hela regionen.
- Massiv av yngre granit, särskilt i den västra delen.
- Mindre områden med ytbergarter, främst i den östra delen.
- Malmpotential, främst kopplad till vulkaniska ytbergarter.
- Hög omvandlingsgrad och heterogenitet, särskilt i den norra delen.
- Regionala plastiska skjuvzoner, särskilt i den östra delen.
- Sprickzoner i normal omfattning i hela regionen.

Andelen berg i dagen varierar, från relativt hög i kustområdet till låg i regionens norra och västra delar. Inom de sistnämnda delarna saknas till stor del moderna geologiska kartor.

Sammantaget innebär de geologiska förhållandena att stora delar av regionen har bedömts som ointressanta. I Östhammars och Tierps kommuner finns emellertid också flera områden som kvarstår sedan områden med olämpliga förhållanden har uteslutits, se figur 11-3. Gemensamt för dessa områden är att de består av äldre eller yngre granitiska massiv med få indikationer på sprickzoner, att de inte berörs av regionala plastiska skjuvzoner eller berggrund med malmpotential och att den geologiska miljön är sådan att tillförlitligheten i bedömningen bedöms som god.

Djupbergart

Bergart som bildats på större djup i jordskorpan genom att en bergartsmälta (magma) trängts upp och stelnat

Ytbergart

Bergart som bildats nära jordytan genom sedimentära eller vulkaniska processer

Vulkanit

Bergart bildad genom vulkaniska processer som utströmning vid jordytan av lava, fragment, aska, gaser etc

Orogenes

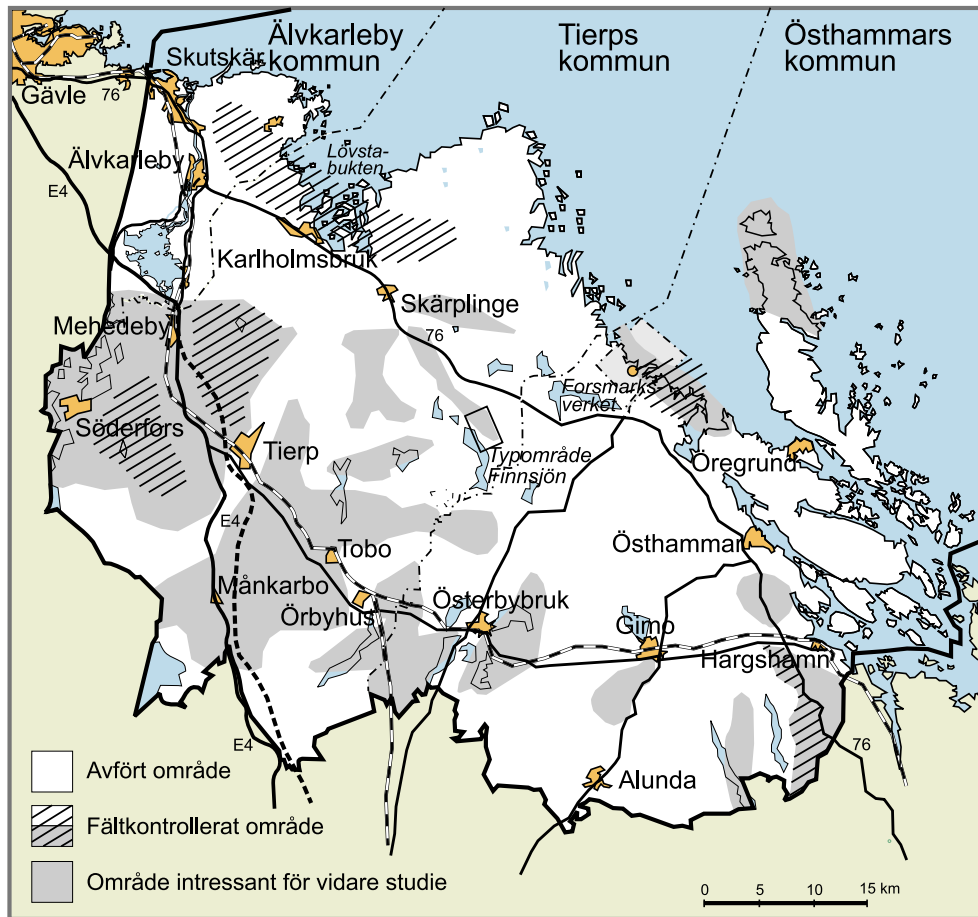
Bergskedjebildande process

Plastisk deformation

Deformation under högt tryck och temperatur vid vilken berggrunden betar sig som en trögflytande massa

Förskiffring

Parallellorientering av mineralkorn



Figur 11-3. Förstudiernas bedömning av berggrunden i Östhammars, Tierps och Älvkarleby kommuner.

11.3.3 Lokaliseringsalternativ

I enlighet med den redovisade metodiken för förstudierna valdes intressanta områden i de tre kommunerna i Norduppland ut för geologiska fältkontroller. Valen grundades på geologiska bedömningar, med resultat enligt figur 11-3, samt utredningar av tekniska, miljömässiga och samhälleliga förutsättningar.

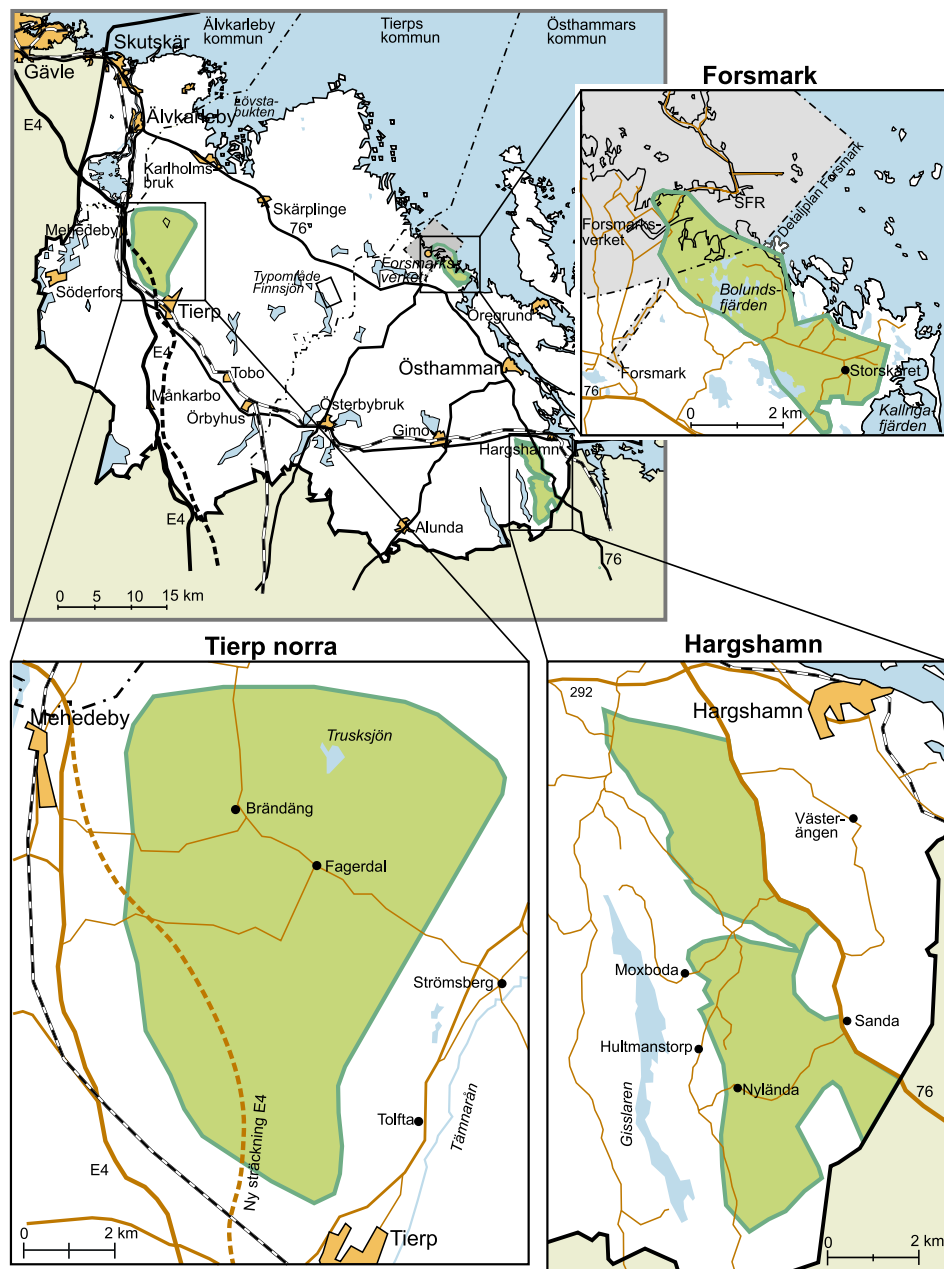
Östhammars kommun

I Östhammars kommun valdes två områden för fältkontroller, det ena i anslutning till Forsmark och det andra väster om Hargshamn. Dessa områden bedömdes preliminärt intressanta för vidare studier ur geologisk synpunkt. Dessutom ligger de nära Forsmarks respektive Hargshamns hamn, båda med kapacitet för M/S Sigyn och hennes efterföljare. I fallet Forsmark tillmättes även närheten till kärnkraftverket och SFR stor betydelse. Detta med tanke på de fördelar en samlokalisering skulle ge i form av tillgång till befintlig industrimark och infrastruktur, samt driftsmässiga samordningsmöjligheter. Även Hargshamn bedömdes ha goda infrastrukturella förutsättningar.

Fältkontrollerna bekräftade den tidigare bedömningen av de båda områdena, som potentiellt lämpliga för ett djupförvar. Därmed kvarstod Forsmark och Hargshamn som intressanta alternativ för platsundersökningar, se figur 11-4. Förstudien prioriterade Forsmarksalternativet, främst av samordningsskäl.

Lokaliseringsalternativ i Norduppland

- Forsmark
- Hargshamn
- Tierp norra/Skutschär



Figur 11-4. De tre områden i Norduppland som i förstudierna bedömts vara lämpliga för platsundersökningar.

Tierps kommun

Förstudien i Tierps kommun ledde till att två stora granitområden bedömdes vara intressanta för vidare studier, dock med reservationer för bristfälligt geologiskt kartunderlag och en låg andel berg i dagen. Båda områdena ligger inom granitmassiv som är yngre än regionens dominerande gnejsgraniter. De representerar en annan geologisk miljö än alternativen i Östhammars kommun.

Det ena området ligger i den sydvästra delen av Tierps kommun och utgör en del av ett stort granitmassiv som brukar benämnas Hedesundagraniten (orten Hedesunda ligger någon mil längre västerut, i Sandvikens kommun). Området bedömdes som ett intressant lokaliseringsalternativ bland annat därför att det genomkorsas av Ostkustbanan. Detta skulle möjliggöra transporter från en lämplig hamn, i första hand Skutschär i Älvkarleby kommun, utan omfattande utbyggnader av transportleder. Efter geologiska fältkontroller /11-9/ och andra överväganden kvarstod delar av området som intressant för en platsundersökning, se figur 11-4.

Det andra området som valdes för fältkontroller var ett granitmassiv vid Lövsta-bukten i kommunens kustregion. Här visade emellertid fältkontrollerna på betydande tveksamheter vad gäller lämpligheten för vidare studier. Området är därför inte en kandidat för platsundersökningar.

Sammantaget finns i Tierps kommun ett lokaliseringsalternativ av intresse för vidare studier, se figur 11-4.

Älvkarleby kommun

SKB:s slutsats är att det inte finns något område i Älvkarleby kommun som ur geologisk synpunkt kan rekommenderas för platsundersökningar. De fältkontroller som gjordes inom ett område som preliminärt bedömts som intressant /11-9/ visade att berggrunden är mer heterogen än vad som tidigare var känt. Detta, tillsammans med att det finns få hållar och i övrigt dåliga förutsättningar för kartläggning av berggrunden, försvårar allmänt geologiska bedömningar, i synnerhet av förhållanden på större djup. Borrningar kan i viss mån kompensera dessa nackdelar, men den geologiska miljön är så pass heterogen att det sannolikt ändå kommer att kvarstå stora osäkerheter om berggrunden mellan borrhålen. Slutsatsen är att det förmodligen skulle krävas ett orimligt antal borrhål innan hela den bergvolym som berörs av ett djupförvar kan anses vara så väl undersökt att en tillförlitlig bedömning av den långsiktiga säkerheten kan göras.

Eventuella platsundersökningar i det ovan nämnda området i Tierps kommun förutsätter medverkan även av Älvkarleby kommun. Skälet är att Skutskärs industrihamn då är förstahandsalternativ som hamn för djupförvarets transporter.

11.3.4 Forsmark

Mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden finns ett cirka 10 kvadratkilometer stort område som bedöms som potentiellt gynnsamt för ett djupförvar, se figur 11-4. Vid en lokalisering av förvaret inom detta område kan mottagningshamn och industrianläggningar förläggas till det befintliga industriområdet i Forsmark.

Figur 11-5 visar en schematisk systemutformning för detta lokaliseringsalternativ. Den befintliga hamnen används för mottagning av avfall till såväl SFR som det tänkta djupförvaret. Eftersom hamnens kapacitet endast tillåter kusttonnage kan återfyllnadsmaterialet (bentonit) fraktas med större fartyg till Hargshamn och där lastas om, antingen för vidare sjötransport till Forsmark eller till lastbil för vägtransport direkt från Hargshamn. En annan möjlighet är att anpassa hamnen och farleden i Forsmark till större fartyg. Djupförvarets industrianläggning ovan jord förläggs i anslutning till SFR. Med en cirka 4–6 kilometer lång lutande tunnel nås sedan förvaret i det geologiskt intressanta området.

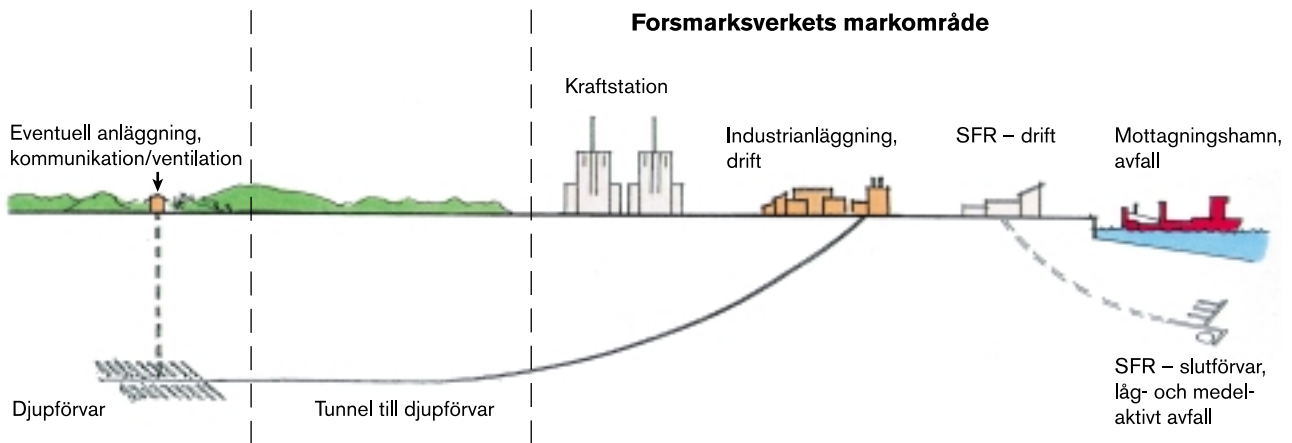
Berggrunden

Det aktuella området mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden består av en röd metagranit, populärt kallad gnejsgranit. Gnejsgraniten är belägen i en tektonisk lins omgiven av regionala sprickzoner och plastiska skjuvzoner. Sprickzonen öster om området benämns Singöförkastningen. Fyra tunnlar skär denna sprickzon, två är kylvattentunnlar från kärnkraftverket och två är tunnlar till SFR.

Även väster om det intressanta området finns topografiska och andra indikationer på en motsvarande sprickzon. Avståndet mellan dessa båda regionala zoner är cirka två kilometer. I den tektoniska linsen mellan zonerna är berggrunden relativt opåverkad av plastisk deformation. Jordtäcket bedöms som relativt tunnt (vanligen någon eller några meter) och hållar finns utspridda över hela området. De indikationer som finns på lokala sprickzoner antyder att dessa förekommer i normal omfattning. Ett djupt borrhål vid Forsmarksverket visar på genomgående låg sprickfrekvens (1–3 sprickor per meter) bortsett från ett parti vid 320 meter

Tektonisk lins

Område, inneslutet i en plastisk deformationszon, som är opåverkat eller betydligt mindre påverkat av plastisk deformation än deformationszonen som helhet



Figur 11-5. Systemutformning vid en lokalisering till Forsmark.

Bergspänningar

Naturliga belastningar från bergets egenvikt och geologiska processer

djup. Det sistnämnda partiet tolkas vara en flackt liggande sprickzon. Eftersom en sådan zon även har påträffats vid SFR finns det skäl att anta att flacka sprickzoner även finns i det utpekade området. Bergspänningsmätningar i Forsmark visar på höga spänningar under den ovannämnda zonen, i övrigt noteras normala förhållanden.

Den bild som framtonar är en berggrund med homogen gnejsgranit samt normala förhållanden vad det gäller sprickfrekvens och lokala sprickzoner. Det är troligt att en eller flera flacka sprickzoner förekommer i den översta kilometern. Bergspänningar främst i anslutning till de flacka zonerna kan vara förhöjda. Grundvattnet på förvarsdjup är troligen salthaltigt. Sammantaget innebär detta egenskaper som bedöms som goda ur förvarssynpunkt, även om vissa frågor som bergspänningar, förekomst av flacka sprickzoner och vattengenomsläppligheter behövs redas ut, se kapitel 14. Forsmarksområdet är relativt litet sett som utgångsyta vid en platsundersökning. Utrymmet är dock med god marginal tillräckligt för ett djupförvar, även om en platsundersökning skulle leda till att delar av området måste avfärdas som olämpliga.

Vad beträffar lokalisering av ett djupförvar till en tektonisk lins skriver Uppsala Universitet, som granskat förstudien av Östhammars kommun: "Linserna bedöms som mycket intressanta då de eventuellt kan utgöra en typ av 'bergartsplintar' lämpliga för djupförvar. Det krävs omfattande fältstudier och geofysiska tolkningar, borrhningar etc för att undersöka om så är fallet, vilket innebär att detta i huvudsak faller under en eventuell platsundersökning."

Cirka 15 kilometer väster om Forsmark finns typområdet Finnsjön där SKB tidigare har gjort djupundersökningar /11-10, 11/. Det finns geologiska likheter mellan Finnsjöområdet och Forsmarksområdet, bland annat ligger båda i tektoniska linser och båda har samma huvudbergart. Den positiva bedömning som gjordes av Finnsjöområdet i säkerhetsanalyserna SKB-91 och SR 97 kan därför vara ett argument även för Forsmarksområdet.

Miljön för bergbyggnad i Forsmarksområdet bedöms likna den som vid SFR, dock skulle ett djupförvar innebära bergbyggnad på större djup och beröra större bergvolym. Erfarenheterna från utbyggnaden av SFR är mycket goda. Med undantag för Dannemora gruva finns inga berganläggningar på förvarsdjup i regionen. Från Dannemora är erfarenheterna goda, men de geologiska förhållandena där är knappast jämförbara med Forsmarksområdet. Sammantaget finns det inga skäl att tro att förutsättningarna för att bygga och driva ett förvar i det aktuella området vid Forsmark skulle vara väsentligt sämre än vad som är normalt för svensk berggrund.

Industrietableringen

Med en systemutformning enligt figur 11-5 undviks landtransporter av kärnavfall på allmänna vägar och järnväg, vilket SKB betraktar som en betydelsefull fördel. Andra fördelar är att miljöpåverkan reduceras till ett minimum genom att befintlig industrimark och infrastruktur nyttjas och att samordningsvinster fås vid driften av de båda förvaren. Bergmassor från bygget av djupförvaret kan på samma sätt som när SFR byggdes ut läggas i vattenområdet nära hamnen. Ungefär hälften av massorna bedöms behövas vid återfyllningen av djupförvaret. Resterande mängd kan avyttras, varvid utskeppning direkt från hamnen är en möjlighet.

Generellt ger alltså Forsmarksalternativet goda möjligheter att begränsa miljöpåverkan från verksamheten vid djupförvaret. Det geologiskt intressanta området har emellertid höga naturvärden. Ett förvar på 500 meters djup bedöms inte störa dessa naturvärden, men frågan måste givetvis utredas och redovisas i en miljökonsekvensbeskrivning. Vad som kan påverka miljön, och då särskilt den känsliga fågelfaunan, är aktiviteterna under platsundersökningen. Eventuella platsundersökningar måste därför planeras så att naturvärdena beaktas. Detta kan till exempel innebära att borrningsarbeten nära känsliga områden undviks under vissa tider på året. Skulle platsundersökningarna leda till att ett djupförvar etableras inom området kommer troligen schakt rakt över förvaret att behövas för ventilation och utrymning av djupförvaret. Det finns stor frihet att placera dessa schakt så att känsliga naturmiljöer undviks. Det är få markägare som direkt berörs vid en etablering vid Forsmark.

Samhällsfrågan

SKB ser generellt goda möjligheter att få erforderligt stöd från folkvalda, närboende och allmänhet för en djupförvarsetablering i Forsmark. Den omfattande kärntekniska verksamheten gör att platsen uppfattas som ett naturligt val. Att en lokalisering dit även medför att landtransporter av kärnavfall undviks på allmänna vägar och järnväg uppfattas av många som ett starkt skäl för en lokalisering till Forsmark. Andra lokaliseringalternativ i regionen kan troligen accepteras, men först när det är uppenbart att berggrunden i Forsmark inte duger eller att området inte kan accepteras av andra skäl.

11.3.5 Hargshamn

Hargshamn erbjuder liknande förutsättningar för en lokalisering som Forsmark. Det område som bedöms som potentiellt lämpligt för ett djupförvar ligger väster om väg 76, se figur 11-4, även i detta fall i en tektonisk lins. Huvudbergarten gnejsgranit (metagranit) är densamma som i Forsmarksalternativet. Denna bergart täcker en yta av storleksordningen 20 kvadratkilometer, om endast berggrunden väster om väg 76 antas vara tillgänglig.

Hamnen i Hargshamn lämpar sig väl för djupförvarets samtliga transporter. Vilken systemutformning som blir lämpligast beror på var driftverksamheten ovan jord kan förläggas. Figur 11-6 visar ett alternativ, där anläggningarna ovan jord förläggs till den industrimark som kommunen håller på att bereda vid hamnen. Därifrån kan en tunnel förbinda industrianläggningen med ett förvar, väster om väg 76. Det kan emellertid av miljöjuridiska skäl vara nödvändigt att i stället förlägga anläggningarna ovan jord till ett driftområde väster om väg 76. I så fall krävs en kort transport från hamnen till denna anläggning.

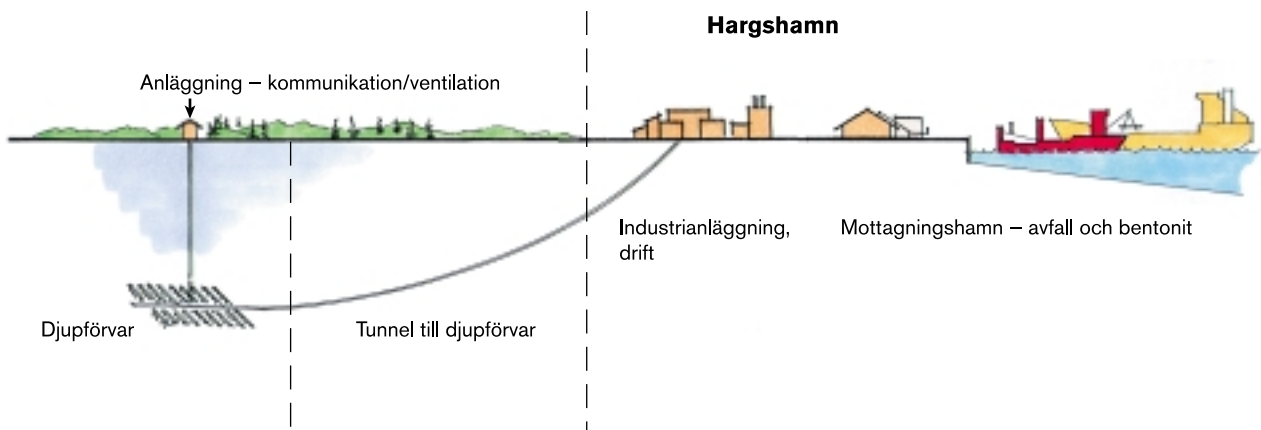
Berget och förvaret

Berggrunden i det aktuella området vid Hargshamn bedöms som homogen, med få indikerade sprickzoner och med låg sprickfrekvens. Andelen berg i dagen är relativt hög, vilket underlättar geologisk kartering och bedömning av förhållanden mot djupet. SKB:s bedömning är att berggrunden översiktligt kan ha lämp-

SFR

Slutförvar för radioaktivt driftavfall belägen under havet utanför Forsmark. Totalt har cirka 0,5 miljoner kubikmeter berg schaktats ut från detta förvar. Lika mycket bergmassor har schaktats bort vid anläggningen av Forsmarksverket. Som jämförelse kan nämnas att djupförvarets totala tunnelvolym beräknas till 1-1,5 miljoner kubikmeter

Platsundersökningarna kan temporärt störa fågellivet. De ska därför planeras så att störningarna begränsas. Ett djupförvars påverkan på naturvärden ska beskrivas i en miljökonsekvensbeskrivning



Figur 11-6. Systemutformning vid en lokalisering till Hargshamn.

liga förhållanden för ett djupförvar. Områdets storlek medför att det finns goda möjligheter att hantera överraskningar vid provborrningar. Eftersom underlag i form av djupa borrhål och undermarksanläggningar saknas i dess närhet kan inga platsspecifika frågor identifieras. Möjligen kan den geologiska likheten med Forsmarks- och Finnsjöområdet användas som argument för att samma platsspecifika frågor även kan förväntas för detta område.

Industrietableringen

Hargshamn ger allmänt goda tekniska etableringsförutsättningar. Den systemlösning som visas schematiskt i figur 11-6 bedöms vara den mest lämpliga, såväl systemtekniskt som miljömässigt. Eftersom ett befintligt industriområde vid hamnen nyttjas kan förmodligen djupförvarets anläggningar och verksamhet utformas så att miljöpåverkan begränsas och blir acceptabel i förhållande till hamnens övriga verksamhet. Osäkerheten huruvida denna lösning är möjlig att genomföra i praktiken beror på att hamnen och området öster om väg 76 ligger i vad kommunens översiktsplan anger som ett kust- och skärgårdsområde, där enligt miljöbalken vissa typer av industrier, bland annat kärnteknisk verksamhet, inte får etableras. Alternativet med en förläggning av anläggningarna väster om väg 76 är förmodligen möjligt med hänsyn till miljöbalkens bestämmelser. Detta innebär dock dels nyetablering av ett industriområde, dels ett visst tillskott av transporter, och ses därför som en sämre lösning. Skulle Hargshamn bli aktuellt för en platsundersökning måste därför möjligheten att förlägga dess industri- anläggning ovan jord till hamnen nogta prövas. Det är få markägare som direkt berörs vid en etablering i Hargshamn.

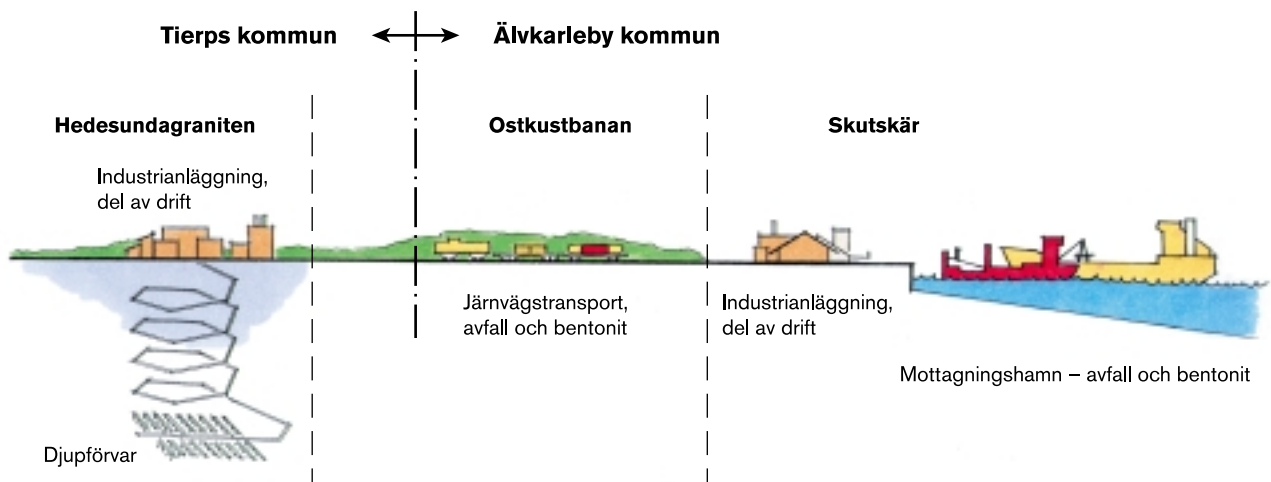
Samhällsfrågan

Liksom för Forsmark ser SKB generellt goda möjligheter att få erforderligt stöd från folkvalda, närboende och allmänhet för en djupförvarsetablering i Hargshamn. Samtidigt görs bedömningen att ett förvar i Hargshamn inte har diskuterats på allvar eftersom samtliga ovannämnda parter ser Forsmark som ett naturligt förstahandsval. Eftersom det finns ett starkt allmänt stöd för ett förvar i kommunen och då Hargshamn förmodligen är ett tekniskt och miljömässigt bra alternativ går det troligen att få acceptans för en platsundersökning där. En förutsättning är att platsundersökningar i Forsmark har visat att den platsen är olämplig av skäl som inte är tillämpliga för Hargshamn, eller för att platsundersökningar inte har kunnat inledas i Forsmark av andra skäl.

11.3.6 Tierp norra/Skutsjär

Det prioriterade området i Tierps kommun är den östra delen av det granitmassiv som benämns Hedesundgraniten. Området är cirka 60 kvadratkilometer

Miljöbalken anger att vissa industrier, ex vis kärntekniska anläggningar, inte får lokaliseras i södra Sveriges kustområde utom där sådana eller andra tyngre industrier redan finns



Figur 11-7. Systemutformning vid en lokalisering till Tierp norra/Skutskär.

stort, och gränisar i väster till Uppsalaåsen, når i söder nästan ner till Tierps tätort och sträcker sig norrut upp mot vägen mellan Västland och Marma, se figur 11-4. Figur 11-7 visar en möjlig systemutformning för detta alternativ. Skutskär bedöms vara lämplig som mottagningshamn för avfall och återfyllnads-material, liksom för utsklippning av bergmassor från förvaret. Ett andrahands-alternativ är Harghamn som också har tillräcklig kapacitet, men skulle innebära längre transporter.

Transporterna sker på järnväg. Skutskär har anslutning till Ostkustbanan, som passerar genom det aktuella området i Tierps kommun. Ett anslutningsspår anläggs från befintlig järnväg till platsen för djupförvarets industrianläggning. Ytterligare undersökningar krävs innan en plats kan preciseras.

Berggrunden

Förstudiens fältkontroller /11-9/ och andra data pekar på flera faktorer som gör att granitområdet norr om Tierp bedöms som potentiellt lämpligt för ett djupförvar. Områdets storlek bör ge stor frihet att vid en platsundersökning söka sig fram till en plats som är lämplig ur geologisk synvinkel, samtidigt som tekniska och miljömässiga etableringskrav kan tillgodoses. Vidare är berggrunden såvitt kan bedömas homogen vilket ger goda möjligheter till översiktliga prognoser av förhållanden på förvarsdjup och mellan borrhål. Granitmassivet är troligen tillräckligt djupgående (mer än 1 km baserat på modellering av tyngdkraftfältet), men detta måste kontrolleras med djupborrning. En nackdel är att området har få hållar och att det enbart är beskrivet i gamla geologiska kartor. Denna brist bedöms dock kunna kompenseras genom att undersökningarna sker i ett och samma homogena granitmassiv, samt att geofysiska metoder i denna typ av berggrund bör kunna användas för att kartlägga berggrundsförhållandena.

Förutom att granitmassivets djupgående kan vara otillräckligt är det främst hög vattengenomsläpplighet som bedöms kunna göra platsen olämplig. Förstudien har även pekat på förekomsten av gångar av finkornig granit. Dessa kan uppvisa förhöjd vattengenomsläpplighet och förekomma i en sådan omfattning att de påverkar lokaliseringsförutsättningarna. Det krävs borrhål för att få klarhet i dessa frågor.

Bergarten och de homogena geologiska förhållandena talar för en gynnsam miljö ur bergbyggnadssynpunkt. Erfarenheterna från bergbyggande på större djup i denna miljö är dock generellt sett begränsade, varför bedömningar är svåra att göra. Ett möjligt problem är höga bergspänningar, något som särskilt måste studeras vid en platsundersökning.

Graniter kan vara både lättare och tyngre än omgivande berggrund. Detta påverkar tyngdkraften. Påverkan kan mätas och storleken på den lättare eller tyngre kroppen kan beräknas

Industrietableringen

Alternativet innebär att industrianläggningar nyetableras inom det aktuella området, vid eller nära den plats som väljs för själva förvaret. Generellt bedöms förutsättningarna att finna en lämplig plats för anläggningarna ovan jord, med anslutningsmöjligheter till Ostkustbanan och E4, som goda. Markägarsituationen är inte till fullo klarlagd men bedöms preliminärt som gynnsam (få markägare). Särskilda natur- eller kulturvärden redovisade i allmänna planer saknas nästan helt. Det bör betonas att detta är en översiktlig bedömning, särskilda natur- eller kulturvärden kan identifieras när konkreta alternativ finns. Samtidigt är djupförvarets verksamhet sådan att det bör finnas goda möjligheter att undvika eller begränsa störningar.

Möjligheten att förlägga delar av driftverksamheten i anslutning till hamnen i Skutskär, istället för till Tierpsområdet, bör övervägas. Fördelarna med ett befintligt industriområde (Skutskär) kan då tas tillvara, samtidigt som miljöpåverkan kan reduceras i det område där nya anläggningar måste etableras (Tierpsområdet). Det krävs dock mer detaljerade utredningar av systemutformningen för att avgöra vilken lösning som är mest lämplig.

Hamnen i Skutskär har allmänt goda tekniska förutsättningar, men det återstår att utforma en plan för hur de olika verksamheterna kan förläggas och utformas i detalj. Detta är ett arbete som måste göras i samarbete med ägaren till hamnen (Stora Enso), kommunen och andra berörda. Genom sin industristruktur kan Skutskär även vara en tänkbar lokalisering för annan verksamhet kopplad till djupförvarsprojektet. Det kan exempelvis gälla tillverkningen av kopparkapslar eller komponenter till dessa.

Samhällsfrågan

Fullmäktige var enigt i sitt beslut att tillåta en förstudie. I ett yttrande över den preliminära slutrapporten har kommunen begärt modifieringar och kompletteringar av förstudien. SKB arbetar nu med detta.

De opinionsundersökningar som SKB genomfört i kommunen visar på ett stöd för att gå vidare med platsundersökningar. Samtidigt finns det ett aktivt motstånd mot en platsundersökning som främst drivs av en oppositionsgrupp och av boende i bland annat Mehedeby. Dessa personer känner oro och tar avstånd från tanken på ett djupförvar i kommunen. Vanliga argument som framförs från motståndare till en djupförvarsetablering är att metoden inte är godkänd, att processen att välja områden är felaktig och att kommunen får en negativ stämpel.

Till skillnad från alternativen Forsmark och Hargshamn skulle en lokalisering av djupförvaret till Tierp innebära landtransporter av kärnavfall på allmänna kommunikationsleder. Med den befintliga järnvägen är de tekniska förutsättningarna för detta goda. Erfarenheter från andra förstudier, främst Storuman och Malå, visar dock att landtransporter av kärnavfall väcker en oro som måste tas på allvar. Särskilda insatser måste därför genomföras och frågan diskuteras grundligt med närboende till järnvägen och andra berörda. Vid fortsatta studier behöver därför mer detaljerat och tydligt material tas fram som belyser transporter och deras konsekvenser.

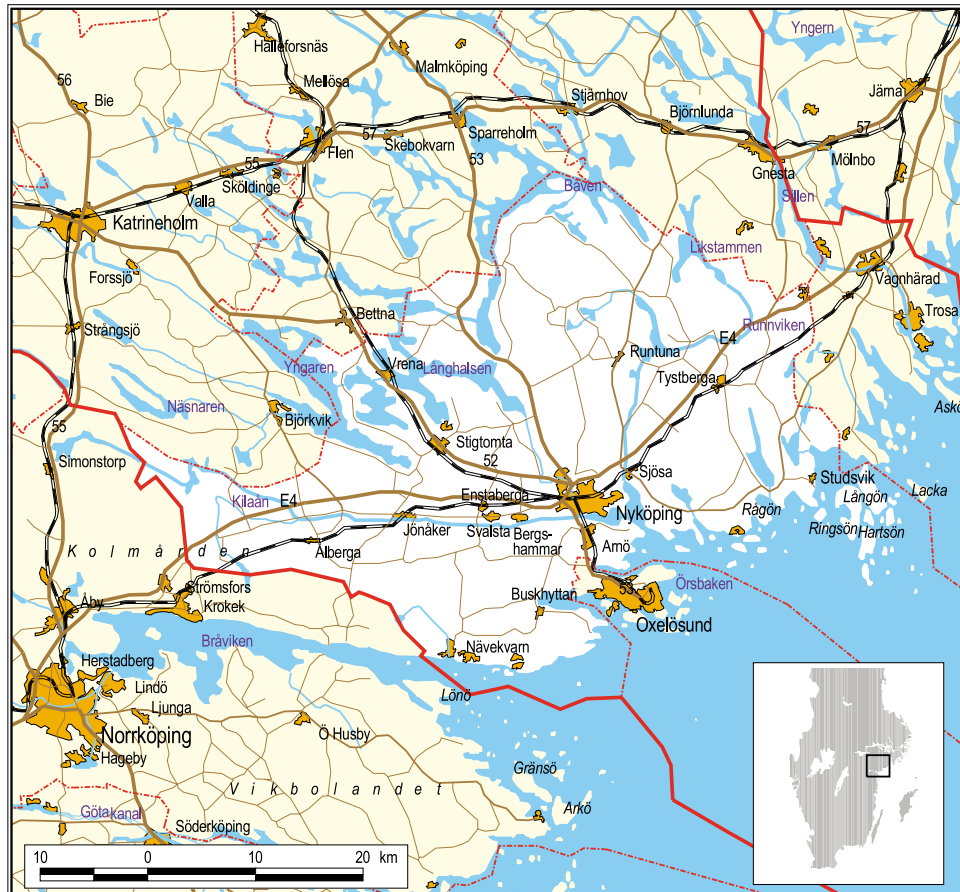
11.4 Södermanland – Nyköping

Figur 11-8 visar en översiktskarta över delar av Södermanland, med Nyköpings kommun. Allmän information om Nyköpings kommun sammanfattas på nästa sida.

11.4.1 Regionens allmänna förutsättningar

Allmänt bedöms Nyköpingsregionen kunna ge förutsättningar för att etablera och driva en djupförvarsanläggning som uppfyller kraven på miljöhänsyn och teknisk funktion. Jämfört med Norduppland och Småland har Södermanland fler skyddsvärda områden som ger restriktioner ur lokaliseringssynpunkt. Möjligheten till en lokalisering vid kusten är begränsad. I Nyköpings kommun är det bara vid Studsviksanläggningen som en etablering kan övervägas. Längs hela Sörmlandskusten finns endast ett ytterligare läge där nyetablering av kärnteknisk verksamhet skulle kunna vara möjlig, nämligen vid stålverket i Oxelösund. Oxelösunds kommun ingår dock inte i urvalsunderlaget för lokaliseringen av djupförvaret. En etablering i inlandet öppnar för fler möjligheter att finna lämplig mark för anläggningarna. Kraven att anläggningar och transportsystem ska kunna drivas med god teknisk funktion samtidigt som miljöpåverkan hålls på en låg nivå begränsar ändå valmöjligheterna betydligt.

Ur ett regionalt perspektiv har Södermanland goda resurser i form av industriell kapacitet, privat och offentlig service samt tillgång till arbetskraft. I Nyköpings kommun finns kunnande från metallbearbetning, byggande, konstruktion och kärnteknisk verksamhet. Kommunens läge mellan Stockholm och regionen Norrköping/Linköping ger goda förutsättningar för pendlingsutbyte med dessa orter och till rekrytering av arbetskraft. Det breddar också leverantörsbasen för djupförvaret.



Figur 11-8. Nyköpings kommun.



Nyköpings kommun

Näringslivet i Nyköpings kommuns kommun har förändrats väsentligt under 1900-talet. Industri har ersatts av tjänster och service. Idag har kommunen ett brett näringsliv som kännetecknas av stor offentlig sektor, stor andel privat service- och tjänstesektor och en liten andel tillverkande industri. En stor arbetsplats är Studsvik med dess företag inom främst kärnteknisk verksamhet, totalt 350 anställda. Andra stora privata arbetsgivare är SAAB Automobile AB med cirka 375 anställda och Thorsman & Co AB med cirka 225 anställda.

Kommunen är rik på kulturmiljöer och minnesmärken. Nyköping är en av landets äldsta städer och slottet Nyköpingshus har haft en central roll i landets historia. I de inre delarna av kommunen finns många sjöar, bl a Båven. Kust- och skärgårdsområdena är viktiga ur kultur- och miljösynpunkt. Nyköpingsån som mynnar i Östersjön via Stadsfjärden i Nyköping är uppskattad av fritidsfiskare och kanotister.

Landareal
1 420 km²

Invånare
cirka 49 000

Läge

Kustkommun i Södermanlands län. Kommunens norra delar gränsar mot Trosa, Södertälje och Gnesta kommuner, de västra delarna mot Flen och Katrineholms kommuner, och de södra mot Norrköpings kommun. Mot öster finns Oxelösunds kommun och Östersjön.

Tätorter

Nyköping 30 000 personer, Stigtomta 2 000, Svalsta 1 000, Nävekvärd 900, Tystberga 900

Kommunikationer

Stockholm-Skavsta flygplats med både frakt- och passagerarflyg. E4:an passerar genom kommunen. Järnvägsförbindelse med Stockholm och Norrköping/Linköping. Arbetspendlingen till Stockholm är betydande. Hamn för tung godstrafik finns vid Oxelösund.

Mark

Cirka 52 % skogsmark, 26 % åker- och betesmarker, 22 % bebyggelse och övrig mark.

Politisk ledning

Mandatfördelning i fullmäktige är socialdemokraterna 25, vänsterpartiet 6, moderaterna 13, kristdemokraterna 6, centerpartiet 5, folkpartiet 3, miljöpartiet 3.

Förstudiebeslut

Inget beslut i fullmäktige.

Kärnkraftsanknuten verksamhet

Forskningsanläggningen vid Studsvik, i drift sedan 1959.

11.4.2 Regionens geologiska förutsättningar

Sedimentådergnejs

Denna bergart har ursprungligen bestått av lager av främst lera och sand. Genom olika processer har dessa lager hamnat på stort djup i berggrunden och där omvandlats till en gnejs

Magmatisk

Bergart bildad när smält eller delvis smält berggrund (magma) stelnat i jordens inre

Meta = omvandlad

Regionen präglas av så kallade Sörmlandsgnejsar. Till denna berggrund hör olika typer av omvandlade och förgnejsade bergarter av främst sedimentärt men även magmatiskt ursprung. Ådror och större partier av uppsmält material ligger ofta inbäddade i delar som är äldre. Bergarten benämns vanligen sedimentådergnejs (metasediment) eller bara ådergnejs. I regionen finns även stora områden med mera välbevarade massiv av gnejsgranit (metagranit) där omvandlingen inte har varit lika omfattande.

Båda ovannämnda huvudbergarter bildades för cirka 1 900–1 870 miljoner år sedan och omvandlingen skedde under den svekokareliska bergkedjebildningen för cirka 1 850–1 800 miljoner år sedan. Graden av omvandling varierar mellan olika delar av regionen.

Den praktiska skillnaden vid bergbyggnad mellan ådergnejs och gnejsgranit är förmodligen obetydlig. Båda bergarterna anses generellt vara gynnsamma ur bergteknisk synpunkt och även med avseende på ett djupförvars långsiktiga säkerhet.

Andra bergarter som finns i regionen bedöms vara av mindre intresse eller olämpliga för ett djupförvar. Dit hör vulkaniska ytbergarter som ofta innehåller malmmineral. I Nyköpings kommun finns tre malmfält, Tunabergs-, Mariebergs- och Förolafälten. I övriga delar av kommunen finns såvitt känt ingen malm-potential som innebär inskränkningar i lokaliseringsmöjligheterna.

Den plastiska deformationen under den svekokareliska bergkedjebildningen gav upphov till gnejsighet, veckning, plastiska skjuvzoner och förskiffring i berggrunden. Senare spröd deformation, genom reaktivering av de plastiska skjuvzonerna eller genom bildande av nya sprickor, har gett upphov till regionala sprickzoner med i huvudsak nordvästlig riktning.

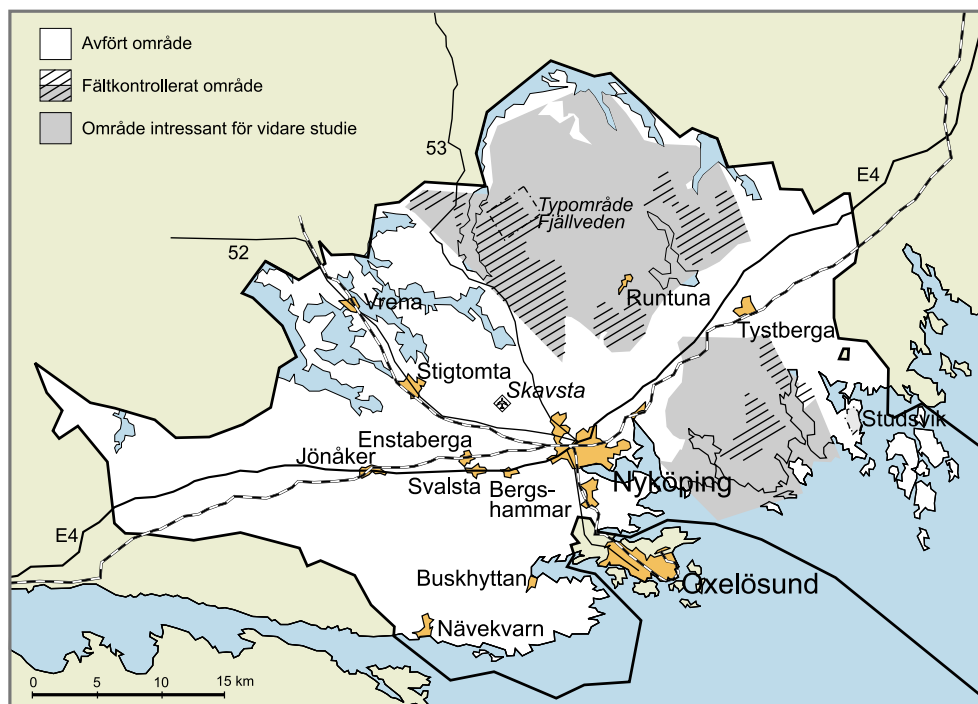
I sydvästra delen av Nyköpings kommun finns ett komplicerat mönster av storskaliga plastiska skjuvzoner och ett stort antal sprickzoner och förkastningar. Också i kommunens östra del (vid gränsen mot Trosa kommun) finns regionala förkastningar. Den centrala och norra delen av kommunen saknar i stort plastiska skjuvzoner. Regionala sprickzoner förekommer här i ett regelbundet mönster med relativt stora bergblock däremellan.

Denna geologiska utvecklingshistoria innebär att Södermanland/Nyköpings kommun geologiskt karaktäriseras av:

- Två huvudbergarter – sedimentådergnejs och gnejsgranit.
- Alla bergarter som är äldre än cirka 1 800 miljoner år är förgnejsade men omvandlingsgraden varierar mellan olika delar av kommunen.
- Massiven av bergarter yngre än 1 800 miljoner är små och/eller heterogena.
- Malmpotential, kopplad till stråk av vulkaniska ytbergarter, finns i den centrala och södra delen av kommunen
- Regionala plastiska skjuvzoner finns främst i den södra delen. Få sådana zoner i övriga kommunen.
- Regionala större förkastningszoner finns företrädesvis i den södra och östra delen av kommunen.
- Regionala sprickzoner, företrädesvis med nordvästlig orientering, förekommer i hela regionen.

Andelen berg i dagen är hög i kustområdet men även i övriga delar av regionen finns stora områden med hög andel berg i dagen. Moderna geologiska kartor täcker stora delar av kommunen.

Sammantaget innebär de geologiska förhållandena att cirka en tredjedel av Nyköpings kommun i förstudien bedömdes som intressant för vidare studier. Denna yta fördelar sig på två stora områden, se figur 11-9.



Figur 11-9. Förstudiens bedömning av berggrunden i Nyköpings kommun.

Reaktivering

Förskjutningar mellan bergblock i en redan tidigare bildad deformationszon

Meteoritnedslaget som bildade den runda havsviken Tvären skedde för 460 miljoner år sedan. Meteoritens diameter var troligen cirka 100 meter

I Nyköpings kommun finns ett typområde, Fjällveden, där SKB tidigare gjort djupundersökningar /11-12/. Bland annat borrades ett stort antal hål ner till 700 meters djup. Data från undersökningarna utvärderades i säkerhetsanalysen KBS-3. Slutsatsen var att det finns goda geologiska och hydrologiska förutsättningar för ett förvar i området men att det krävs kompletterande undersökningar innan detta kan fastställas. En liknande geologisk miljö finns i ett annat typområde, Gideå nära Örnköldsvik /11-13/. Detta område har utvärderats i säkerhetsanalysen SR 97 (se kapitel 7). Analysen visade att ett förvar där skulle uppfylla säkerhetskraven med god marginal.

11.4.3 Lokaliseringsalternativ

SKB har i förstudien av Nyköpings kommun studerat två lokaliseringsalternativ: ett med ovanjordsanläggningen vid Studsvik med förvaret i Björksundsområdet, och ett med ovanjordsanläggningen vid Skavsta med förvaret i Fjällveden-Tunsätterområdet, se figur 11-10. Utredning av en lokalisering till Studsvik ingick i den ursprungliga arbetsplanen för förstudien. Inför förstudiens kompletteringsskede ansåg både SKB och kommunen att förstudien borde kompletteras med en utredning av förutsättningarna för en lokalisering till kommunens inland. Efter publiceringen av den preliminära slutrapporten har SKB därför dels gjort fältkontroller av intressanta områden, dels sammanställt kompletterande studier avseende förutsättningarna för att lokalisera djupförvarets ovanjordsanläggning till Skavsta.

11.4.4 Studsvik/Björksund

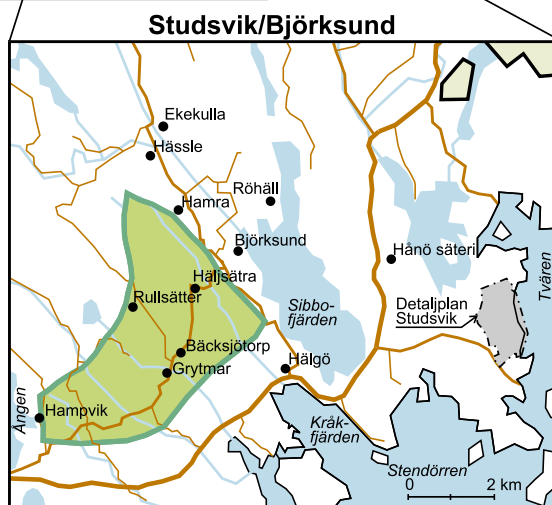
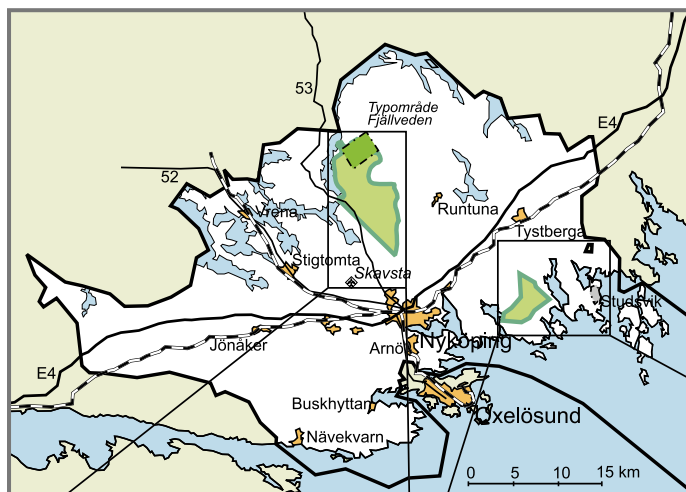
I kommunens kustområde är lokaliseringsmöjligheterna för djupförvarets industriverksamhet begränsade till en förläggning i anslutning till Studsviksanläggningen. Studsvik är emellertid beläget i ett geologiskt komplicerat område mellan två regionala, nordväst-sydostliga förkastningar. Det är också osäkert vilken påverkan på berggrunden som meteoritnedslaget i Tvären har haft. Möjligheterna att inom Studsvikshalvön finna tillräckligt stora bergvolymmer med erforderlig bergkvalitet för ett djupförvar kan därför vara begränsade. En negativ faktor är också förekomsten av en grafit- och sulfidförande bergart i den norra delen av området.

De geologiska förutsättningarna bedöms vara väsentligt bättre väster och nordväst om Studsvik. Här har, efter genomförda fältkontroller, det område som återges i figur 11-10 prioriterats för eventuella platsundersökningar. Figur 11-11 visar den systemutformning som då skulle bli aktuell. Hamnen i Studsvik används för avfallstransporterna. Återfyllnadsmaterial (bentonitlera) kan importeras till exempelvis Oxelösunds hamn, för att där lastas om till mindre fartyg som kan tas emot vid Studsvik. Djupförvarets industrianläggning förläggs i anslutning till Studsviksanläggningen. Förvaret, med tänkt läge inom Björksundsområdet, nås sedan med en tunnel. På platsen ovanför förvaret kan det vara lämpligt att etablera en mindre anläggning för kommunikation och ventilation. Vidare krävs förmodligen någon eller några ventilationsbyggnader längs tunnelsträckningen.

Berggrunden

Björksundsområdet domineras av sprickfattig och homogen gnejsgranit. Ett cirka 15 kvadratkilometer stort område har bedömts som särskilt sprickfattig och homogen. Berggrunden är välblottad. Området genomskärs av nordvästliga sprickzoner av olika längd. Avstånden mellan större sprickzoner bedöms vara tillräckligt stora för att ett förvar ska kunna förläggas i ett bergparti mellan två sådana zoner.

Björksundsområdet bedöms ge goda förutsättningar för att bygga och driva djupförvarets anläggningar. En förbindelse-tunnel från Studsvik skulle passera några av de nämnda större sprickzoner som finns i området. Detta bedöms inte



Lokalisering-alternativ i Nyköping

- Studsvik/Björksund
- Skavsta/Fjällveden

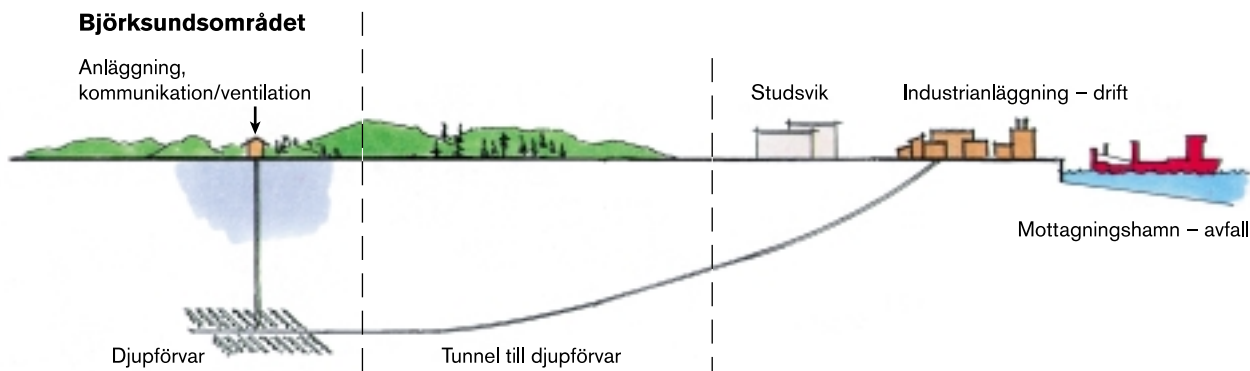
Figur 11-10. De två områden i Nyköpings kommun som i förstudien bedömts lämpliga för eventuella platsundersökningar.

som något betydande tekniskt hinder, men det kan krävas särskilda insatser för att säkra tunneln mot stabilitetsproblem och oönskad grundvattenpåverkan.

Som ett möjligt alternativ till Björksund finns Ekekullaområdet, beläget nordväst om Studsvik, (ej markerat i figur 11-10) med såvitt kan bedömas likvärdiga geologiska förhållanden. Ekekullaområdet är emellertid mindre till ytan, och det finns därför risk för att området måste överges om delar av det visar sig vara olämpliga vid mer detaljerade studier.

Industrietableringen

Med den befintliga hamnen och den kärntekniska verksamheten som grund ger Studsvik goda etableringsförutsättningar ur teknisk synvinkel. Vägarna kan behöva rustas upp för den ökade trafik som ett djupförvar skulle innebära. I övrigt finns erforderlig infrastruktur i huvudsak redan etablerad.



Figur 11-11. Systemutformning vid en lokalisering till Studsvik/Björksund.

I förstudien identifierades två möjliga platser för driftverksamheten, båda inom Studsviks inhägnade kärntekniska område. Vid den ena ryms ett driftområde stort nog för hela verksamheten med alla dess funktioner. Den andra platsen rymmer bara delar av verksamheten. Genom att förlägga vissa funktioner i bergtrum som byggs i anslutning till det befintliga bergtrummet för avfallsförvaring kan ändå en bra helhetslösning åstadkommas.

Samhällsfrågan

Till skillnad från övriga förstudiekommuner har fullmäktige i Nyköping inte fattat något beslut om förstudien. Den följande bedömningen grundar sig huvudsakligen på diskussioner i de arbetsgrupper som har följt och granskat förstudien, samt kontakter med intressegrupper och allmänhet under förstudiens gång.

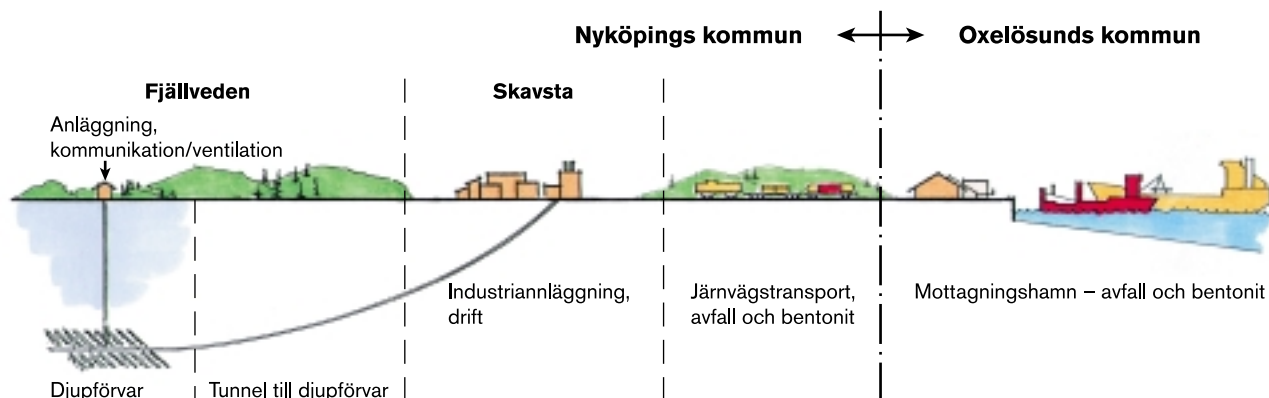
Opinionsmätningar pekar på ett starkt stöd bland allmänheten för tanken att gå vidare med en platsundersökning i kommunen. Under förstudien har det å andra sidan framkommit tydligt uttalad kritik mot lokaliseringalternativet Studsvik. Flera remissinstanser som länsstyrelsen, naturskyddsföreningen och flera föreningar i trakten av Tystberga har fört fram kritiska synpunkter på en sådan lokalisering. Skäl som har framförts är förutom generell kritik mot förvarsmetoden och lokaliseringsprocessen, att kustområdet som helhet är alltför känsligt med höga natur-, kultur- och rekreationsvärden för att tillåta en sådan industriell verksamhet som ett djupförvar skulle medföra.

Sammantaget gör SKB bedömningen att det finns allmänt sett goda förutsättningar att behålla och förstärka det stöd och förtroende som finns för en lokalisering till kommunen. Detta gäller såväl hos den allmänna opinionen som bland de folkvalda. Osäkerheten är större när det gäller inställningen till det konkreta lokaliseringalternativet vid Studsvik.

11.4.5 Skavsta/Fjällveden

Skavsta flygplats ligger cirka sex kilometer nordväst om Nyköpings tätort. Nära flygplatsen finns ett område med skogsmark som kan vara ett alternativ för djupförvarets industrianläggning. Norr om Skavsta finns goda möjligheter att förlägga djupförvarets underjordsanläggning till i första hand Fjällvedenområdet, se figur 11-10. I Fjällveden gjorde SKB på 1980-talet omfattande undersökningar med bland annat borrhningar till planerat förvarsdjup.

Figur 11-12 visar schematiskt en preliminär systemutformning för alternativet Skavsta/Fjällveden. En förutsättning är att Oxelösund kan nyttjas som mottagningshamn för gods till djupförvaret. Den vidare transporten till en anläggning vid Skavsta kan ske på järnväg eller möjligen landsväg. En cirka 15 kilometer lång tunnel från Skavsta är huvudalternativet för den vidare transporten till



Figur 11-12. Systemutformning vid en lokalisering till Skavsta/Fjällveden.

Fjällveden Det kan även finnas andra systemlösningar, exempelvis landsvägs-transporter hela vägen från Oxelösund till Fjällveden.

Med tanke på det långa avståndet mellan Skavsta och Fjällveden krävs det av driftstekniska skäl ett antal byggnader samt schakt för ventilation och kommunikation på platsen ovanför förvaret. Vidare tillkommer någon eller några ventilationsbyggnader längs en eventuell förbindelsetunnel samt i förvarets ytterområden.

Berggrunden

De omfattande undersökningar som tidigare gjorts i Fjällveden gav goda kunskaper om områdets berggrunds- och grundvattenförhållanden, även på förvarsdjup. Bedömningen är att området ger goda förutsättningar för såväl den långsiktiga säkerheten som byggande och drift av ett djupförvar. Faktorer som bidrar till denna bedömning är bland annat låg vattengenomsläpplighet. Det finns också goda möjligheter att ytterligare undersöka och analysera det underlag som togs fram vid de tidigare studierna.

En fråga som måste utredas närmare om alternativet studeras vidare är hur transportererna från Skavsta till ett förvar i Fjällvedenområdet kan lösas. Avståndet är cirka 15 kilometer. Skulle det visa sig att detta avstånd ger stora nackdelar är ett andrahandsalternativ att utreda de geologiska förutsättningarna i området Fjällveden–Tunsätters södra del, se figur 11-10. Detta område ligger närmare Skavsta, och det finns inget som tyder på att förhållandena i det området väsentligt skiljer sig från dem i Fjällveden. Det krävs dock mer omfattande undersökningar än i Fjällvedenområdet för att verifiera detta.

Industrietableringen

Skavsta/Fjällveden bedöms preliminärt som ett genomförbart alternativ ur etableringssynpunkt. Det återstår dock att klargöra förutsättningarna mer i detalj, särskilt vad avser transportererna.

Det utpekade området vid Skavsta är avsett för industriverksamhet. Det finns bra kommunikationer som sannolikt kommer att byggas ut ytterligare i framtiden.

Om transportererna från hamnen i Oxelösund till en industrianläggning vid Skavsta sker på järnväg kan den före detta TGOJ-banan användas. En 4–5 kilometer lång järnvägsanslutning behöver då byggas från den befintliga järnvägen till anläggningen. Större delen av den sträckan kan komma att byggas för flygplatsens behov av spårbunden anslutningstrafik. Landsvägstransport kan vara ett alternativ, men då krävs förmodligen omfattande upprustning/nybyggnation av vägnätet.

Även för den vidare transporten från Skavsta till Fjällveden kan landsväg eller järnväg vara tänkbara alternativ till en tunnel. Då krävs emellertid nyanläggning av transportleder.

Samhällsfrågan

Alternativet med en lokalisering vid Skavsta/Fjällveden har tillkommit efter remissbehandlingen av den preliminära slutrapporten. Det är därför svårt att få en klar bild av inställningen till detta alternativ. De preliminära utredningar som hittills gjorts visar att en lokalisering till Skavsta/Fjällveden skulle kunna fungera väl, tekniskt och miljömässigt. Det återstår dock många frågor att klarlägga innan alternativet kan bedömas med tillräcklig tillförlitlighet. Osäkerheterna är främst kopplade till det relativt omfattande behovet av nya transportleder och anläggningar.

11.5 Småland – Oskarshamn och Hultsfred

Figur 11-13 visar en översiktskarta över delar av Småland, med de två kommuner där förstudier gjorts – Oskarshamn och Hultsfred. Allmän information om dessa kommuner sammanfattas på nästa sida.



Figur 11-13. Oskarshamns och Hultsfreds kommuner.



Oskarshamns kommun

Oskarshamn är en skogs- och industrikommun vid Smålandskusten. Kommunen dominerades tidigare av varvsindustri, jord- och skogsbruk. I dag är verkstads- och energirelaterad industri de dominerande. Största privata arbetsgivare är Scania med 1 600 anställda samt OKG med 1 000 anställda vid Oskarshamns kärnkraftverk. SKB:s anläggningar CLAB, Äspölaboratoriet och Kapsellaboratoriet sysselsätter cirka 170 personer.

Kända turistmål är Döderhultarmuséet, Simpevarpshalvön med kärnkraftverken, CLAB och Äspölaboratoriet samt Misterhults skärgård i norra delen av kommunen. Ön Blå Jungfrun är en nationalpark i Kalmarsund.

Läge

Kustkommun i Kalmar län. Gränsar i norr mot Västerviks kommun, i söder mot Mönsterås kommun och inåt landet mot Vimmerby, Hultsfreds och Högsby kommuner.

Landareal
1 047 km²

Invånare
cirka 26 500

Tätorter

Oskarshamn 18 000 personer, Figeholm 1 000, Kristdala 1 000, Påskallavik 1 000

Kommunikationer

Flygplats med dagliga förbindelser till Stockholm/Arlanda. Järnvägsförbindelse (persontrafik) med Linköping och Kalmar. E22 går genom kommunen i nord-sydlig riktning. Riksväg 23 leder västerut mot Växjö. I Oskarshamn finns en av Sveriges större industrihamnar med bl a betydande export av trävaror. Färjetrafik till Gotland.

Mark

Cirka 75 % skogsmark, 7 % åker- och betesmarker, 18 % bebyggelse och övrig mark.

Politisk ledning

Mandatfördelning i fullmäktige är socialdemokraterna 22, vänsterpartiet 10, moderaterna 9, kristdemokraterna 6, centerpartiet 2, folkpartiet 1, miljöpartiet 1.

Förstudiebeslut

Oktober 1996 - 38 ja, 5 nej.

Kärnkraftsanknuten verksamhet

- Oskarshamnsverket med tre kärnkraftsreaktorer, den äldsta i drift sedan 1974.
- CLAB (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle) i drift sedan 1985.
- Äspölaboratoriet (forskning och metodutveckling för djupförvaret) färdigställt 1995.
- Kapsellaboratoriet (utveckling av inkapslingsteknik för djupförvaret) i drift sedan 1998.



Hultsfreds kommun

Hultsfred är en utpräglad industri- och jordbrukskommun. Drygt en tredjedel av arbetstillfällena finns inom tillverkningsindustrin, där verkstadsindustri och trävarutillverkning är dominerande. Största privata arbetsgivare är MoDo Paper AB med cirka 200 anställda, Swedspan AB med cirka 150 anställda och Bergs Sägverk med cirka 140 anställda.

De allra flesta förknippar Hultsfred med den årliga Hultsfredsfestivalen. I övrigt ger kommunens många sjöar och vattendrag, bl a Emån, goda möjligheter till ett rikt friluftsliv.

Läge

Inlandskommun i Kalmar län. Gränsar i norr mot Vimmerby, i öster mot Oskarshamn, i söder mot Högsby och Uppvidinge och i väster mot Vetlanda och Eksjö.

Landareal
1 125 km²

Invånare
cirka 15 300

Tätorter

Hultsfred 5 500 personer, Virserum 2 100, Målilla 1 700, Mörlunda 1 100

Kommunikationer

Flygplats med reguljär trafik till Stockholm/Arlanda. Järnvägsförbindelse med Stockholm, Nässjö, Oskarshamn, Linköping och Kalmar. Riksväg 34 går genom kommunen i nord-sydlig riktning. Dackeleden, ett alternativ till E4:an mellan Linköping och Malmö, går genom kommunen. Närmaste större hamn finns i Oskarshamn (cirka 6 mil).

Mark

Cirka 65 % skogsmark, 30 % åker- och betesmarker, 5 % bebyggelse och övrig mark.

Politisk ledning

Mandatfördelning i fullmäktige är socialdemokraterna 19, vänsterpartiet 7, moderaterna 5, kristdemokraterna 7, centerpartiet 8, folkpartiet 1.

Förstudiebeslut

Maj 1999 - enhälligt.

Gångbergart

En magmatisk bergart i form av en skiva som bildats genom att magma (bergsmälta) trängt in i en spricka, eller på annat sätt genomsatt berggrunden och där stelnat

11.5.1 Regionens allmänna förutsättningar

Oskarshamns och Hultsfreds kommuner bedöms båda ge goda förutsättningar för att etablera och driva en djupförvarsanläggning på ett sätt som uppfyller alla krav på miljöhänsyn och teknisk funktion. Regionen har med god marginal de resurser som behövs för såväl djupförvaret som systemets övriga anläggningar och verksamheter. Oskarshamn är den resursmässigt starkare av de två kommunerna, genom högre befolkningstal och större näringsbredd. Skillnaden bedöms inte ha någon avgörande betydelse. Vidare är avståndet mellan orterna tillräckligt litet för daglig arbetspendling, vilket tenderar att utjämna lokala variationer i tillgången på arbetskraft.

Utöver de generellt goda samhällsförutsättningarna ger OKG:s och SKB:s befintliga och planerade verksamheter fördelar som i vissa avseenden är unika för landet. Tillsammans med verksamheten vid CLAB ger OKG:s närvaro en utmärkt bas för rekrytering av kärnteknisk kompetens vid en eventuell djupförvars-etablering i regionen. Vidare finns SKB:s verksamhet vid Äspö- och Kapsel-laboratorierna som kunskapsbaser som väsentligt kan underlätta en etablering, särskilt i startfasen.

Möjligheterna till en lokalisering vid kusten är begränsad som en följd av de restriktioner som ges av miljöbalken. Möjliga kustlägen ur denna aspekt är emellertid Simpevarp, med befintlig kärnteknisk verksamhet, samt industriområdet i Oskarshamns hamn. I inlandet är begränsningarna färre, men inlandslägen kan å andra sidan ge nackdelar ur bland annat transportsynpunkt.

11.5.2 Regionens geologiska förutsättningar

De bergarter som dominerar Oskarshamns och Hultsfreds kommuner kan inrymmas under begreppet Smålandsgranit. Detta är ett samlingsnamn för de relativt välbevarande graniter som har stor utbredning i regionen. Smålandsgraniterna bildades för cirka 1 900–1 650 miljoner år sedan, efter eller i slutfasen av den Svekokarelska bergkedjebildningen som påverkade stora delar av östra Sverige i övrigt. De är därför relativt lite påverkade av den plastiska deformation och omvandling som annars är vanlig i vårt urberg.

Sammantaget karaktäriseras berggrunden i regionen av:

- Dominans av Smålandsgranit.
- Ofta god homogenitet över stora ytor.
- Ett varierande inslag av gångbergarter och andra heterogeniteter.
- Nästan total avsaknad av malmpotential.
- Ringa grad av omvandling och plastiskt deformation.
- Få större plastiska skjuvzoner.
- Sprickzoner i alla skalor, i en omfattning som är normal för svenskt urberg.

En relativt hög andel berg i dagen och allmänt enhetliga berggrundsförhållanden bidrar till att underlag och prognoser från förstudieskedet är förhållandevis tillförlitliga. Detta trots att tillgången till moderna geologiska kartor är begränsad i delar av regionen.

I jämförelse med de prognoser som kan göras av berggrunden är motsvarande prognoser för grundvattenförhållandena på djupet är mera osäkra. Dels i den meningen att grundvattenförhållandena i sig är långt svårare att bedöma utifrån information från ytan. Dels också i den meningen att de djupa borrhålsdata som ändå finns från regionen indikerar vattengenomsläppligheter som i genomsnitt är relativt höga, i förhållande till vad som uppmätts på många andra platser. Det

senare är en potentiellt negativ faktor, i första hand därför att det kan krympa säkerhetsmarginalerna samt leda till särskilda krav på anpassning av förvaret, exempelvis genom att lokala partier med hög vattenföring undviks.

De geologiskt intressanta områdena fördelar sig mellan vad som i grundvattenhänseende är kustnära lägen (nästan hela Oskarshamns kommun och mindre delar av Hultsfreds kommun) och inlandslägen (större delen av Hultsfreds kommun). Salt grundvatten på förvaringsdjup kan förväntas i kustnära områden medan sött vatten kan förväntas i inlandslägen.

Sammantaget finns det därmed en rad berggrundsrelaterade faktorer som talar för en lokalisering till regionen. Det gäller framförallt de dominerande Smålandsgraniterna. Samtidigt finns det här, liksom i andra regioner, kvarvarande frågor som endast kan besvaras med provborrningar. Exempel är förekomst och frekvens av gångar och sprickzoner, vattengenomsläppligheten i dessa och i den övriga bergmassan, grundvattnets flödesvägar samt kemiska och bergmekaniska förhållanden.

Bergmekaniska förhållanden

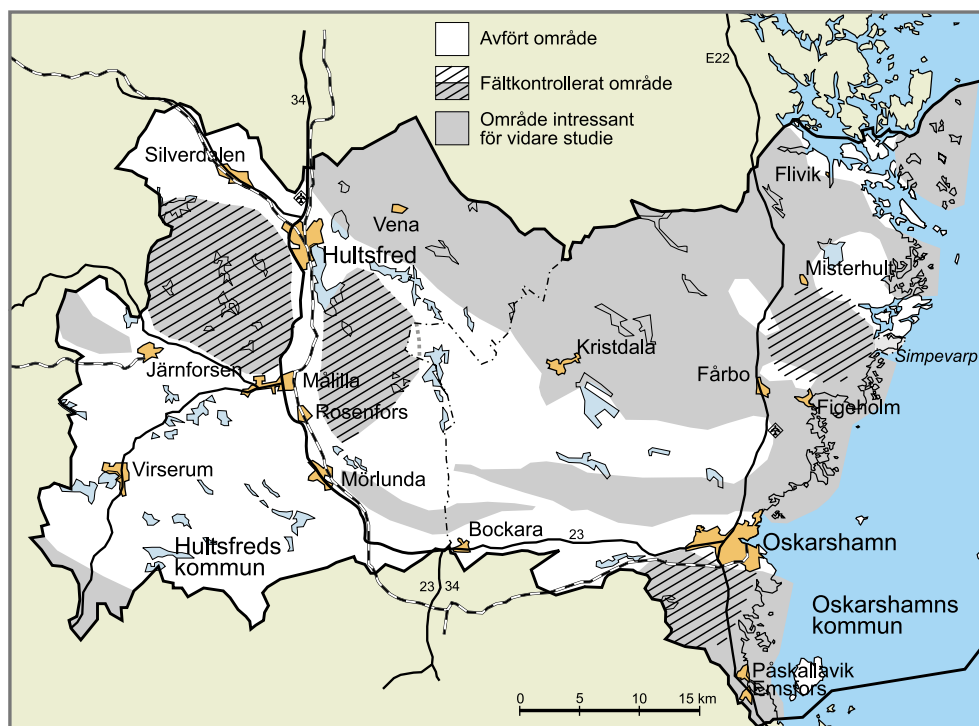
Bergspänningar, bergets hållfasthets- och deformations-egenskaper

11.5.3 Lokaliseringsalternativ

Oskarshamns kommun

Förstudien visade att huvuddelen av kommunens norra del, och betydande områden i dess södra, har berggrund som ur geologisk synvinkel bedöms vara intressant för vidare studier, se figur 11-14. Några prioriteringar på geologiska grunder inom eller mellan dessa områden bedömdes inte vara möjliga på basis av underlaget från förstudien. Utgångspunkten för att välja vissa områden för fältkontroller var därför (förutom kravet på potentiellt lämplig berggrund) de tekniska och miljömässiga etableringsförutsättningarna.

På dessa grunder valdes två områden för fältkontroller, här benämnda Simpevarpsområdet respektive Oskarshamn södra, se figur 11-15. Simpevarpsområdet betecknar här Simpevarpshalvön och stora områden väster därom. Valet av Simpevarpsområdet bygger på att djupförvarets industriverksamhet kan sam-



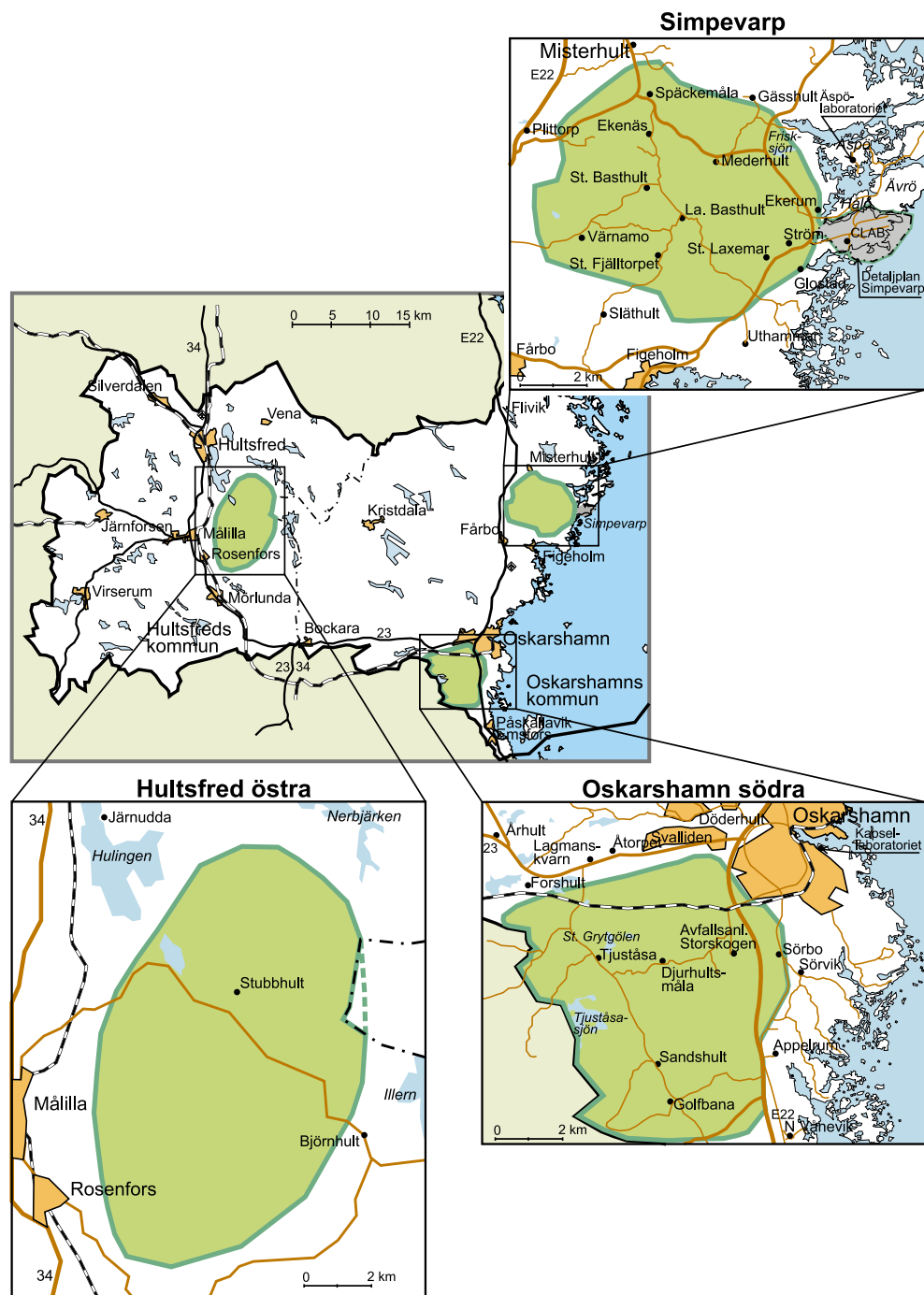
Figur 11-14. Förstudiernas bedömning av berggrunden i Oskarshamns och Hultsfreds kommuner.

lokaliseras med de befintliga anläggningarna på Simpevarpshalvön och att förvaret kan förläggas till lämplig berggrund på så nära avstånd som möjligt. Området i den södra kommundelen (Oskarshamn södra) valdes därför att det öppnar för ett lokaliseringalternativ med förvaret inom det aktuella området, sjötransporter till Oskarshamns hamn, och driftverksamheten ovan jord antingen i anslutning till hamnen eller vid djupförvaret.

Resultaten från fältkontrollerna och andra kompletterande utredningar ändrade inte på den tidigare bedömningen av de båda områdena som intressanta för vidare studier. Av de två alternativen prioriterades Simpevarp på grund av fördelarna med befintlig infrastruktur och samordningsmöjligheter.

Lokaliseringalternativ i Oskarshamn och Hultsfred

- Simpevarp
- Oskarshamn södra
- Hultsfred östra



Figur 11-15. De tre områden i Oskarshamns och Hultsfreds kommuner som i förstudierna bedömts vara lämpliga för platsundersökningar.

Hultsfreds kommun

Förstudien i Hultsfred visade på ett antal områden där berggrunden bedömdes som potentiellt lämplig för ett djupförvar, se figur 11-14. Underlaget från förstudien medgav ingen inbördes prioritering av områdena på geologiska grunder. Några sågs dock som mindre intressanta på grund av att de är jämförelsevis små. På basis av utredningar om infrastrukturella och miljömässiga lokaliseringsförutsättningar valdes två stora områden för fältkontroller, det ena väster om Hultsfred och det andra öster om Målilla.

Fältkontrollerna verifierade bedömningen av områdena som intressanta ur geologisk synpunkt /11-14/. Med stöd av detta och underlag om tekniska och miljömässiga förutsättningar har det område som visas i figur 11-15, här benämnt Hultsfred östra, prioriterats för eventuella platsundersökningar. En lokalisering av djupförvaret till detta område skulle innebära transporter, i första hand på järnväg, från en lämplig hamn vid kusten, samt nyetablering av industri- anläggningar för djupförvarets behov, inom det angivna området.

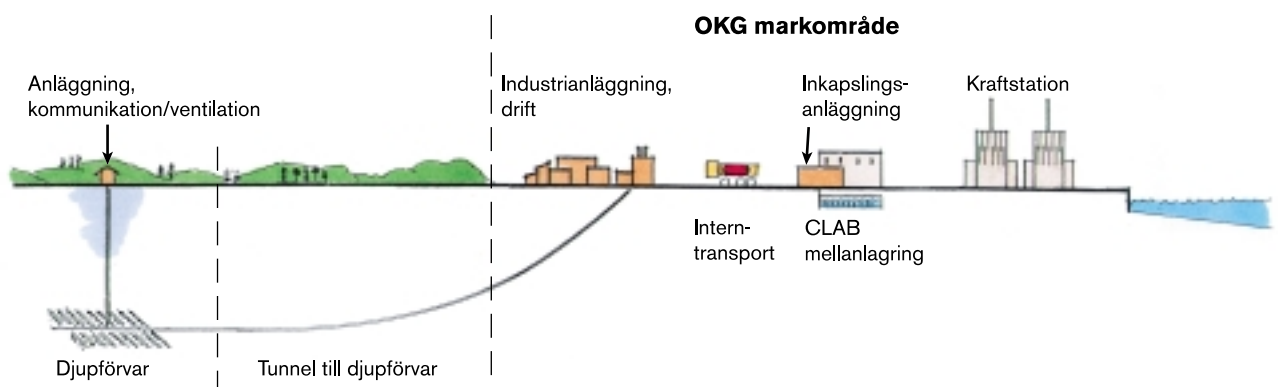
11.5.4 Simpevarp

Mot väster från Simpevarpshalvön finns berggrund som bedöms potentiellt lämplig för ett djupförvar. Det område som bedöms vara intressant har ingen geologiskt betingad begränsning västerut. Avgränsningen i figur 11-15 är preliminär och baserad på önskemålet om en ur systemteknisk synpunkt rimlig närhet till Simpevarp.

Vilken systemutformning som är mest lämplig beror på var i området förvaret kan förläggas. Figur 11-16 visar huvudalternativet som innebär att anläggningarna ovan jord förläggs inom det befintliga industriområdet på Simpevarpshalvön och förvaret längre västerut, inom ett avstånd som gör en förbindelse via tunnel möjlig. Ovanför förvaret behövs troligen en mindre anläggning för kommunikation, ventilation med mera. För detta alternativ bortfaller helt behovet av att transportera kapslar med avfall på allmänna kommunikationsleder. Återfyllnadsmaterial kan lämpligen transporteras med större fartyg till Oskarshamn, eftersom Simpevarps hamn har begränsad kapacitet. Transporter från Oskarshamn kan ske antingen på väg, eller med kusttonnage som kan angöra Simpevarp. Liknande transportalternativ finns för avyttring av bergmassor.

Berggrunden

Förhållandena väster om Simpevarpshalvön är i huvudsak typiska för områden i regionen som domineras av Smålandsgraniter, möjligen med undantag av att inslagen av andra bergarter är större. Sprickzoner av olika storlekar finns i normal omfattning. De sprickzoner som kunnat tolkas i förstudiens undersökningsskala avgränsar i många fall bergblock som är tillräckligt stora för att



Figur 11-16. Systemutformning vid en lokalisering till Simpevarpsområdet.

inrymma ett djupförvar. Tillgången till stora arealer med potentiellt lämplig berggrund bedöms ge goda möjligheter att i den inledande fasen av en platsundersökning identifiera en plats som geologiskt sett är lämplig för att inleda borrhningar, samtidigt som den ger goda lokaliseringsförutsättningar ur andra aspekter. Området utmärks av en relativt riklig förekomst av granitiska gångar. I likhet med sprickzoner bör dessa heterogeniteter särskilt uppmärksammas vid eventuella vidare studier, bland annat därför att de erfarenhetsmässigt kan ha betydelse för bergets vattengenomsläpplighet.

I Laxemarområdet, cirka tre kilometer nordväst om Simpevarpshalvön finns två djupa borrhål. Dessa bekräftar i stort den bild av områdets berggrund som fås från undersökningar på ytan. Data från borrhålen kan jämföras med vad som uppmätts i borrhål vid Äspölaboratoriet, dock är variationerna vad gäller förekommande bergarter mindre. Grundvattnet är salthaltigt, men halterna är låga ner till cirka 1 000 meters djup. Vattengenomsläppligheten är mestadels låg i bergpartier mellan sprickzoner, men ofta hög i de sprickzoner som borrhålen genomkorsar.

Berggrunden på själva Simpevarpshalvön genomkorsas av ett antal sprickzoner och är generellt mera heterogen än längre västerut. Det är därför tveksamt om det finns tillräckligt stora bergvolymerna som ur säkerhetssynpunkt är lämpliga för djupförvarets deponeringsområden. Möjligheten bör dock inte uteslutas. Beroende på vilken systemutformning som väljs kan halvöns berggrund dessutom vara av intresse för andra delar av en djupförvarsanläggning. En eventuell platsundersökning bör därför inriktas på att kartlägga förhållandena på djupet både på Simpevarpshalvön och väster därom.

Förutsättningarna för att bygga och driva djupförvarets berganläggningar bedöms som gynnsamma. Det gäller såväl Simpevarpshalvön som området väster därom, och grundar sig på de goda erfarenheterna från Äspölaboratoriet och CLAB. Det innebär goda förhållanden, anpassningsbehov till i första hand sprickzoner av olika storlek, samt sannolikt en driftsmiljö med salthaltigt grundvatten.

Industrietableringen

På Simpevarpshalvön finns mellanlagret CLAB och SKB utreder förutsättningarna för att även förlägga inkapslingsanläggningen dit. En förläggning av även djupförvaret till Simpevarp skulle innebära att hela hanteringssystemet för använt kärnbränsle, med mellanlagring, inkapsling, nertransport till djupförvaret och deponering, sker på en och samma plats. En sådan samlokalisering ger många fördelar. Den viktigaste är att behovet av långväga transporter av använt bränsle, efter intransporten till CLAB, elimineras. Vidare finns driftsmässiga fördelar med en kort hanteringskedja och genom att funktioner för exempelvis radiologisk kontroll, underhåll och service kan samutnyttjas.

Förstudien har visat att ett lämpligt markområde för djupförvarets ovanjordsanläggning finns inom det befintliga industriområdet, några hundra meter från CLAB och läget för den planerade inkapslingsanläggningen. En sådan lösning reducerar markbehovet utanför industriområdet till vad som behövs för de mindre anläggningar som kan behövas ovanför förvaret. Därmed reduceras också miljöpåverkan.

Med undantag för kustområdet, som berörs av miljöbalkens skydd av vissa kust- och skärgårdsområden, saknar området väster om Simpevarp skyddsvärden med status av riksintresse. Skogsbruk bedrivs inom hela området. Även jordbruksmark finns, men omfattningen är begränsad.

Området är uppsplittrat på ett flertal privatägda fastigheter varav många är relativt små. En sådan markägarsituation är ur SKB:s synvinkel i sig en potentiell nackdel. Inställningen till en eventuell djupförvarsetablering hos de markägare som skulle beröras är i dagsläget inte till fullo klarlagd.

Om både inkapslingsanläggningen och djupförvaret lokaliseras till Simpevarp blir det inga transporter av inkapslat använt kärnbränsle, varken till sjöss eller på land. Transporter av återfyllnadsmaterial krävs dock

Samhällsfrågan

SKB ser goda möjligheter att få erforderligt stöd från folkvalda, närboende och allmänhet för en djupförvarsetablering i regionen och i Oskarshamns kommun. Av tänkbara lokaliseringalternativ inom kommunen och regionen intar Simpevarp ur denna aspekt en särställning. Genom kärnkraftverket och CLAB är kärnteknisk verksamhet starkt associerad med Simpevarp, varför denna plats av många ses som det naturliga valet även för ett eventuellt djupförvar.

11.5.5 Oskarshamn södra

Det i figur 11-15 markerade området i södra delen av kommunen, här benämnt "Oskarshamn södra" domineras helt av Smålandsgranit. Det avgränsas mot norr av ett öst-västligt system av zoner med deformerad berggrund och mot sydväst av kommungränsen. Vidare bör kuststräckan söder om Oskarshamn undvikas med hänsyn till restriktionerna för kustlokaliseringar.

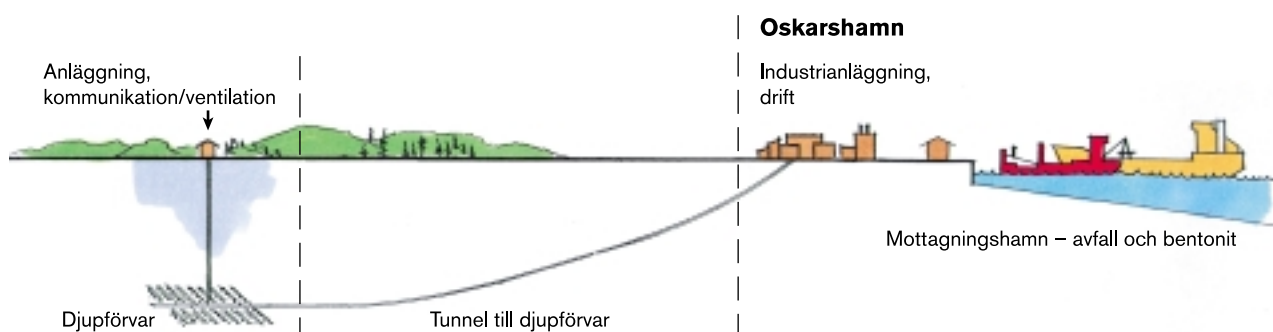
Figur 11-17 visar en av flera möjliga systemlösningar för alternativet Oskarshamn södra. Hamnen i Oskarshamn används för mottagning av kärnavfall och återfyllnadsmaterial. Djupförvarets industrianläggning ovan jord förläggs i detta alternativ till hamnområdet, varifrån en tunnel leder ner till förvaret. En mindre anläggning för kommunikation och ventilation behövs då ovanför förvaret, liksom ventilationsanläggningar längs tunnelsträckningen.

En alternativ utformning är att förlägga industrianläggningen i anslutning till kommunens avfallsanläggning (Storskogen), strax sydväst om tätorten och väster om E22. Transporterna från hamnen till anläggningen kan då ske på järnväg.

Berggrunden

Den tidigare redovisade allmänna bedömningen av områden i regionen som domineras av Smålandsgranit gäller i alla avseenden för området Oskarshamn södra. Geologiskt är likheterna med Simpevarpsområdet stora. De skillnader som kan noteras är att det södra området bedöms vara bergartsmässigt något mera homogent, och nästan helt sakna inslag av gångbergarter. Kunskapen om bergförhållandena är sämre än för Simpevarpsområdet, bland annat finns inga borrhål förutom brunnar för vattenförsörjning.

Miljön för bergbyggnad och drift av berganläggningarna bedöms som likvärdig med Simpevarpsområdets. Eftersom underlag i form av djupa borrhål och undermarksanläggningar saknas i områdes närhet kan inga platsspecifika frågor identifieras. Möjligen kan den geologiska likheten med Simpevarpsområdet användas som argument för att samma platsspecifika frågor även kan förväntas för detta område.



Figur 11-17. Systemutformning vid en lokalisering till södra delen av Oskarshamns kommun.

Industrietableringen

Hamnen i Oskarshamn har hög kapacitet och ger goda tekniska förutsättningar för alla sjötransporter som behövs till och från ett djupförvar. En systemutformning enligt figur 11-17 förutsätter att även djupförvarets industrianläggning förläggs till hamnområdet. Förstudien visar på goda tekniska förutsättningar för detta. Däremot är det oklart hur stora markområden som kan bli tillgängliga för en etablering med hänsyn tagen till annan industriverksamhet inom hamnområdet. Detta bör klargöras vid eventuella vidare studier av detta alternativ. Detsamma gäller huruvida de föroreningar (bland annat koppar) från tidigare industriverksamhet som finns i hamnens mark och sediment kan inverka på möjligheterna att etablera nya anläggningar.

Ett alternativ till utformningen enligt figur 11-17 är att förlägga industrianläggningen i anslutning till kommunens avfallsanläggning (Storskogen), strax söder om tätorten och väster om E22, eller möjligen till platsen ovanför förvaret. Transporterna från hamnen kan då ske på järnväg. Utrymmesbehovet i hamnen begränsas för detta alternativ till en terminal för omlastning.

Genom nyttjandet av hamnen och de vidare transporterna därifrån (i tunnel eller på järnväg) kommer anläggningar och verksamhet delvis att beröra tätorten. Det område som är intressant för förvaret domineras helt av skogsmark. Möjligheterna att där etablera erforderliga anläggningar bedöms som goda vad gäller tillgång på lämplig mark och möjligheterna att undvika konflikter med andra markanvändningsintressen. Området är fördelat på både stora och små fastigheter.

Samhällsfrågan

SKB ser generellt goda möjligheter att få erforderligt stöd från folkvalda, närboende och allmänhet för en djupförvarsetablering söder om Oskarshamn. Samtidigt har ett förvar i området inte diskuterats i tillräcklig utsträckning eftersom samtliga ovannämnda parter ser Simpevarp som ett naturligt förstahandsval. Eftersom det finns ett starkt allmänt stöd för ett förvar i kommunen samt att Oskarshamn södra förmodligen är ett tekniskt och miljömässigt bra alternativ går det troligen bra att få acceptans för en platsundersökning där. Men då under förutsättning att platsundersökningar i Simpevarp har visat att den platsen är olämplig av skäl som inte är tillämpliga för den södra kommundelen, eller att platsundersökningar inte har kunnat inledas i Simpevarp av andra anledningar.

11.5.6 Hultsfred östra

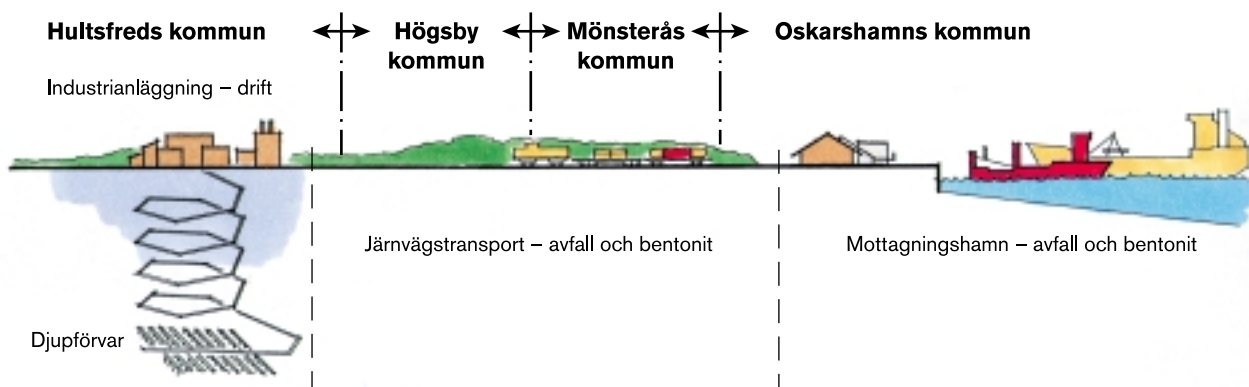
Det område i Hultsfreds kommun som prioriteras för vidare studier framgår av figur 11-15. Området är cirka 75 kvadratkilometer stort, med en berggrund som nästan uteslutande utgörs av olika typer av Smålandsgranit.

Figur 11-18 visar en möjlig systemutformning för alternativet Hultsfred östra. Huvudalternativet för transporterna av inkapslat avfall från Simpevarp är sjötransport till Oskarshamns hamn, därefter befintlig järnväg via Berga, Mörlunda och eventuellt Målilla, samt slutligen ett anslutningsspår (nyanläggs) till platsen för djupförvaret. Transportkedjan skulle för detta alternativ beröra fyra kommuner – Oskarshamn, Mönsterås (marginellt), Högsby och Hultsfred.

Djupförvarets industrianläggning etableras som förstahandsalternativ ovanför förvaret, men även andra lösningar är möjliga. Förstudien ger inte underlag för att precisera någon plats för anläggningarna inom det intressanta området.

Berggrunden

Vad gäller berggrundens uppbyggnad är det svårt att peka på några betydelsefulla skillnader mellan det prioriterade området i Hultsfreds kommun och andra liknande i regionen, exempelvis det ovan beskrivna området söder om Oskars-



Figur 11-18. Systemutformning vid en lokalisering till det prioriterade området i Hultsfreds kommun.

hamn. Den positiva bedömning som generellt görs av denna geologiska miljö ur förvarssynpunkt gäller därmed även i fallet Hultsfred östra.

Eftersom det inte finns några borrhål till större djup i området (eller i kommunen) saknas information om grundvattenförhållanden på djupet. När det gäller bergets vattengenomsläpplighet finns inga skäl att anta att förhållandena generellt skiljer sig från vad som uppmätts i djupa borrhål i jämförbar geologisk miljö, det vill säga i första hand typområdet Klipperås, borrhålen i Laxemarområdet samt delvis Äspölaboratoriet.

Med hänsyn till inlandsläget och att området nästan helt ligger ovanför högsta kustlinjen kan man på goda grunder förvänta sig sött grundvatten även på förvarsdjup. I jämförelse med förhållanden med salt grundvatten kan detta ge tekniska och kostnadsmissiga fördelar i form av minskat underhållsbehov under bygg- och driftskedena. Lägre kostnader är i sig ett plus, men en viktigare aspekt kan vara att den planeringsmässiga osäkerheten reduceras. Om det kan visas att området kommer att förbli ovanför havsnivån även under kommande istider finns ytterligare tekniska/ekonomiska fördelar relaterade till materialval för återfyllnad. Huruvida det är möjligt att tillgodoräkna sig dessa fördelar är emellertid oklart, och bör studeras särskilt vid en platsundersökning.

Eftersom detta område saknar djupa borrhål och undermarksanläggningar kan inga plats-specifika frågor identifieras. Även här kan likheten med Simpevarpsområdets berggrund möjligen användas som argument för att förvänta sig samma plats-specifika frågor

Industrietableringen

Lokaliseringalternativet Hultsfred östra skulle innebära att anläggningar och trafikanslutningar nyetableras i en miljö helt dominerad av skogsmark. Jämfört med en etablering där befintlig industrimark och/eller infrastruktur finns tillgänglig ger detta nackdelar. Området bedöms dock ge stora möjligheter att välja både plats och utformning så att såväl de tekniska kraven som kraven på miljöhänsyn och anpassning till andra intressen tillgodoses. Markägarförhållandena i området är inte till fullo klarlagda. Närmare värderingar ur etableringssynpunkt är i detta skede svåra att göra eftersom det inte finns geologiskt underlag för att precisera någon prioriterad plats inom området.

En lokalisering till Hultsfred kräver jämförelsevis långa landtransporter av avfall och återfyllnadsmaterial. Tillgång till lämpliga hamnar i regionen och järnväg ger goda tekniska förutsättningar för detta. Nackdelar är osäkerheten om allmänhetens inställning till transporter, risker för trafikolyckor, miljöpåverkan och kostnader. Om lokaliseringalternativet studeras vidare i platsundersöknings-skedet är det viktigt att transportfrågan utreds med en bredare ansats och mer detaljerat än vad som gjorts i förstudien.

Sött grundvatten ger minskade kostnader för underhåll. Ur säkerhetssynpunkt är det tveksamt om det går att utforma förvaret utifrån antagandet om sött grundvatten även efter nästa istid

Samhällsfrågan

Den allmänt positiva värdering som SKB gör av regionen vad gäller möjligheterna att få samhällets acceptans och stöd för djupförvarsprojektet gäller även Hultsfred. Osäkerheterna bedöms i första hand röra transportfrågan samt de invändningar som kan finnas mot alla alternativ som innebär att avfallshanteringen sker på någon annan plats i regionen än den nuvarande, dvs Simpevarp.

12 Val av lokaliseringsalternativ för platsundersökningar

För att komma vidare i lokaliseringsarbetet är det nu SKB:s uppgift att välja minst två platser för platsundersökningar. Lokaliseringsalternativen från förstudierna ger enligt SKB:s uppfattning ett tillräckligt brett underlag för detta val. Efter en samlad utvärdering av lokaliseringsalternativen har tre valts ut för provborrningar – Simpevarp i Oskarshamns kommun, Forsmark i Östhammars kommun samt ett område norr om Tierp i Tierps kommun. I planerna ingår också fortsatta utredningar av förutsättningarna för en lokalisering till Nyköping, men provborrningar är för närvarande inte aktuella där.

Valet innebär att de platser som undersöks representerar olika geologiska förhållanden, och är belägna i olika regioner och kommuner. Detta ger goda möjligheter att minst en plats till slut klarar alla krav. Valet innebär också att förutsättningarna att förlägga förvaret i direkt anslutning till två platser med befintlig kärnteknisk verksamhet undersöks. Om berggrunden på någon av dessa platser visar sig uppfylla kraven kan de tekniska och miljömässiga fördelar som en förläggning vid befintlig kärnteknisk industri ger tas tillvara.

12.1 Urvalsunderlag

I kapitel 8 beskrivs det lokaliseringsarbete som pågått i snart tio år och förutsättningarna för det fortsatta arbetet. Den process som lett till urvalet av förstudie-kommuner och principerna för prioritering av områden inom respektive kommun beskrivs i kapitel 11. En sammanfattning ges i faktarutan på nästa sida.

De förstudier som genomförts i totalt åtta kommuner har resulterat i följande åtta lokaliseringsalternativ:

Förstudie Östhammar

Forsmark och Hargshamn, Forsmark är prioriterat.

Förstudie Tierp

Tierp norra/Skutskär.

Förstudie Nyköping

Skavsta/Fjällveden och Studsvik/Björksund. Skavsta/Fjällveden är prioriterat.

Förstudie Oskarshamn

Simpevarp och Oskarshamn södra. Simpevarp är prioriterat.

Förstudie Hultsfred

Hultsfred östra.

SKB:s uppgift är att i enlighet med regeringens utlåtande i beslutet om SKB:s kompletterande redovisning till FUD-program 92 välja ”minst två platser” för platsundersökningar samt ange ”skälen för valet av dessa platser”.

12.2 Överväganden inför valet av platser

Den grundläggande utgångspunkten för det fortsatta arbetet är kärntekniklagens krav på reaktorägarna och därmed på SKB ”att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall”. Detta krav innebär att det åligger SKB att ta fram en lösning som är både säker och genomförbar inom en rimlig tidsrymd. Den av SKB förordade lösningen är **ett** djupförvar enligt KBS-3-metoden på **en** plats i det svenska urberget. Den plats som till slut väljs måste ha sådana egenskaper att myndigheternas säkerhetskrav uppfylls. Etableringen måste också i övrigt uppfylla de krav som samhället ställer och vara genomförbar.

Tre grundläggande frågor inför platsvalet är:

- Är urvalsunderlaget tillräckligt?
- På hur många platser bör platsundersökningar göras?
- Hur ska valet av platser göras?

Lokaliseringsarbetet för djupförvaret

Riktlinjerna för lokaliseringen av djupförvaret är att:

- förvaret ska förläggas i urberg, inom Sveriges gränser,
- miljö-, säkerhets- och strålskyddskraven måste kunna uppfyllas,
- förstudier och platsundersökningar genomförs endast i kommuner som kan ha goda geologiska och tekniska förutsättningar och som vill medverka i lokaliseringsarbetet.

Arbetet har pågått sedan början av 1990-talet. Det har grundats på bland annat kunskaperna från typområdesstudier, översiktsstudier samt säkerhetsanalyser som SKB bedrivit sedan slutet av 1970-talet. En huvudsats från dessa studier är att det kan finns platser i många av Sveriges kommuner som uppfyller kraven för ett djupförvar.

SKB redovisade en plan för lokaliseringen av djupförvaret i den komplettering till FUD-program 92 som lämnades till myndigheterna i augusti 1994. Med det regeringsbeslut som följde lades huvudragen i processen fast. Samtidigt angav regeringen att underlaget för en lokaliseringsansökan bör bygga på förstudier i 5-10 kommuner och minst två platsundersökningar.

Förstudierna

Under perioden 1992-2000 har SKB fört mer eller mindre långtgående diskussioner om förstudier med ett tjugotal kommuner i olika delar av landet. I åtta fall har detta lett till att en förstudie genomförts. I övriga fall har diskussionen avförts, antingen därför att SKB funnit att en förstudie inte varit motiverad, eller att den aktuella kommunen valt att avstå.

Villkoren för att inleda en förstudie har varit att de två kriterierna potentiellt lämplig berggrund och frivillig medverkan ska vara uppfyllda. Det har inneburit att SKB, om det funnits ett intresse från en kommun, först gjort en genomgång av befintligt geovetenskapligt underlag, samt en bedömning av om kommunens berggrund motiverat en förstudie. En övergripande bedömning har också gjorts av övriga lokaliseringsfaktorer.

Lokaliseringsalternativen

Det primära syftet med förstudierna har varit att identifiera områden med berggrund som kan ha potential för ett djupförvar, samt att prioritera mellan dessa med utgångspunkt från en samlad bedömning av lokaliseringsförutsättningarna. Förfarandet har i huvudsak varit följande:

- Områden som inte har tillräckligt goda möjligheter att uppfylla kraven på berggrunden utesluts.
- En preliminär prioritering görs mellan de områden som kvarstår, utifrån en samlad bedömning där också tekniska och miljömässiga lokaliseringsförutsättningar vägs in. Områden väljs för geologiska fältkontroller.
- Resultaten redovisas i en preliminär slutrapport, som tillsammans med övrigt utredningsmaterial remissbehandlas av kommunen.
- Geologiska fältkontroller och andra kompletteringar görs.
- Alla resultat sammanställs, med beaktande av synpunkter från remisshanteringen. Lokaliseringsalternativ värderas och prioriteras. Hela förstudien redovisas i en slutrapport.

12.2.1 Är urvalsunderlaget tillräckligt?

Regeringen har i sitt beslut om kompletteringen till FUD-program 92 angivit att en ansökan om uppförande av ett slutförvar ”bör innehålla material för jämförande bedömningar som visar att platsanknutna förstudier i enlighet med SKB:s redovisning bedrivits på mellan 5–10 platser i landet”. SKB har nu genomfört förstudier i åtta kommuner varav sex ingår i urvalsunderlaget. Sett ur denna aspekt är således underlaget tillräckligt.

En annan fråga är om det vid sidan av det angivna urvalsunderlaget finns andra lokaliseringmöjligheter som skulle kunna ge så avgörande fördelar att de oundgängligen borde ingå i urvalsunderlaget.

Tillräcklighet med avseende på berggrunden

SKB har genom typområdesundersökningar, översiktsstudier, forskning i berg-laboratorier och säkerhetsanalyser byggt upp en omfattande kunskap om de geologiska förutsättningar som är av betydelse för att slutförvara använt kärnbränsle i ett djupförvar. Figur 12-1 visar förstudiekommunernas läge på berggrundskartan över Sverige. I Norduppland dominerar gnejsgraniter (brun färg på kartan) och isolerade massiv av yngre granit (röd färg). I Nyköping finns främst gnejsgraniter (brun färg) och ådergnejsjer av sedimentärt ursprung (ljusblå färg). I östra Småland finns stora sammanhängande massiv av yngre granit (röd färg). Sedimentådergnejs, gnejsgranit och yngre granit representerar olika typer av urberg med skillnader i bland annat plastisk och spröd deformation.

De säkerhetsanalyser som genomförts i Sverige och Finland visar att säkerhetskraven uppfylls med god marginal för de platser som analyserats (se avsnitt 9.5). En grundläggande slutsats från säkerhetsanalyserna och det geologiska kunskapsunderlaget är att säkerhetskraven kan uppfyllas för olika geologiska förhållanden och på många platser. SKB gör bedömningen att de åtta lokaliseringalternativ som nu finns har goda möjligheter att uppfylla kraven på berggrunden. Denna bedömning baseras på underlaget från förstudierna och på resultaten från genomförda säkerhetsanalyser. Vissa av lokaliseringalternativen kan jämföras med de platser som analyserats i SR 97. Sälunda kan i fråga om geologisk miljö jämförelser göras mellan Simpevarp och Äspö (Aberg i SR 97), Forsmark och Finnsjön (Beberg) samt Fjällveden och Gideå (Ceberg). Även övriga lokaliseringalternativ uppvisar likheter som gör att de översiktligt kan jämföras med någon av de säkerhetsanalyserade platserna. Samtidigt är det viktigt att påpeka att säkerheten bestäms av lokala förhållanden där kunskap erhålls först vid provborrningar. Jämförelser utan denna kunskap kan styrka en prognos men kan inte vara ett argument för att en plats verkligen har de förhållanden som krävs för ett djupförvar.

SKB:s slutsats är att urvalsunderlaget representerar en tillräcklig geologisk bredd som grund för fortsatt urval av platser för djupförvaret. Det finns därmed goda möjligheter att kraven på berggrunden uppfylls på åtminstone en plats. Om fortsatta undersökningar på utvalda platser visar att säkerhetskraven kan uppfyllas på en eller flera platser så är det inte motiverat att söka efter platser på annat håll i landet.

Tillräcklighet med avseende på industriableringen

Förslag till hur djupförvaret skulle kunna utformas för de olika lokaliseringalternativen har tagits fram i förstudierna. Minsta intrång och påverkan på miljön erhålls om befintlig industrimark kan nyttjas och om landtransporter kan undvikas. En förläggning till platser med befintlig kärnteknisk verksamhet ger ytterligare fördelar i och med att dessa har infrastruktur som passar djupförvarets behov.

Urvalsunderlaget innehåller

- sedimentådergnejs
- gnejsgranit
- yngre granit

Jämförelser med säkerhetsanalyserade platser antyder god prognos för samtliga lokaliseringalternativ

Urvalsunderlaget innehåller både kustlägen som innebär enbart sjötransport och inlandslägen för vilka landtransport tillkommer. Det finns ett antal andra kustförlagda industrilägen som också skulle kunna vara särskilt intressanta ur etablerings- och transportsynpunkt. Ett exempel är vid oljeraffineriet i Nynäshamn, med direkt tillgång till potentiellt lämpligt berg vid befintlig djuphamn. I Nynäshamn resulterade emellertid diskussionerna med kommunen i ett nej till en förstudie på grund av den opinion som bildades när diskussionen togs upp.

Ljusblå färg

Ytbergarter, främst sandiga och leriga sediment som har omvandlats till gnejs vid en bergskedjebildning under relativt högt tryck och hög temperatur.

Omvandlingen har ibland gett upphov till ädror med olika mineralsammansättning. Bergarten benämns då sedimentådergnejs

Bruna färger

Äldre graniter och associerade bergarter. De har också påverkats av relativt högt tryck och hög temperatur vid en bergskedjebildning. Påverkan har gett upphov till mineralorientering i graniten som därför benämns gnejsgranit

Röda färger

Olika slags graniter och associerade bergarter som bildats mot slutet av eller efter en bergskedjebildning. De är ofta homogena och har ingen eller svag mineralorientering. De benämns ibland yngre graniter

Sveriges berggrund

Fossilförande berggrund utanför kaledoniderna

Sandsten, skiffer och kalksten bildade för 545–55 miljoner år sedan

Kaledoniderna

Bergarter bildade för 700–430 miljoner år sedan

- Granit och gabbro
- Sandsten, skiffer, kalksten och vulkaniska bergarter, huvudsakligen omvandlade
- Glimmerskiffer, glimmergnejs och amfibolit
- Sandsten och diabasgångar
- Sandsten och fossilförande skiffer och kalksten

Bergarter äldre än 1500 miljoner år

- Granit, syenit, gabbro, vulkaniska bergarter och glimmergnejs

Urberget

Bergarter bildade för 1570–700 miljoner år sedan

- Granit och pegmatit
- Sandsten, skiffer och basiska vulkaniska bergarter, delvis omvandlade
- Granit, monzonit, syenit, gabbro och diabas, delvis gnejsomvandlade

Bergarter bildade för 1850–1590 miljoner år sedan

- Glimmergnejs och amfibolit
- Sura vulkaniska bergarter, gnejsomvandlade
- Vulkaniska bergarter, delvis omvandlade
- Gnejs, huvudsakligen av granitiskt, granodioritiskt eller tonalittiskt ursprung
- Granit, pegmatit, monzonit, syenit och gabbro, delvis gnejsomvandlade

Bergarter bildade för 1960–1850 miljoner år sedan

- Granit, monzonit, syenit och gabbro, delvis omvandlade
- Granit, granodiorit, tonalitt och gabbro, delvis gnejsomvandlade
- Sandsten och skiffer, delvis gnejsomvandlade
- Vulkaniska bergarter, omvandlade

Bergarter bildade för 2500–1960 miljoner år sedan

- Basiska vulkaniska bergarter, sandsten, skiffer och kalksten, omvandlade

Bergarter äldre än 2500 miljoner år

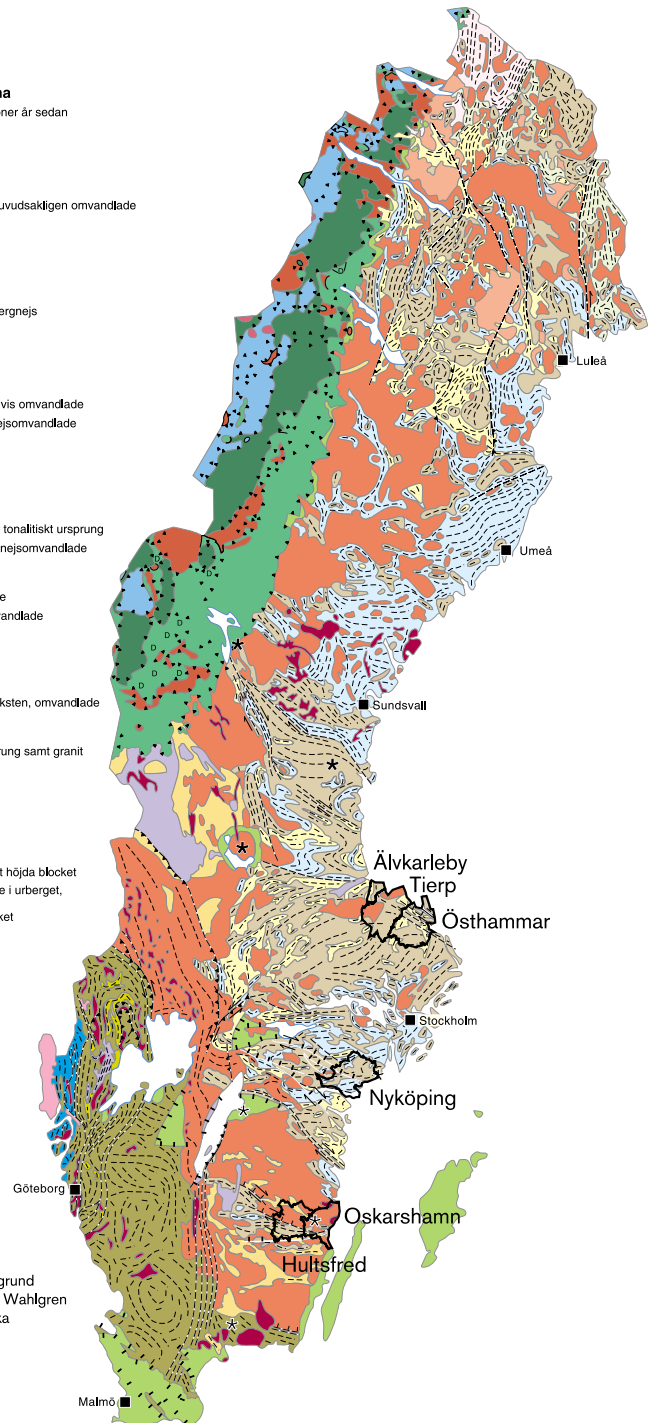
- Gnejs av granitiskt, granodioritiskt eller tonalittiskt ursprung samt granit

Strukturer

- Meteoritnedslag
- Formlinje
- Förkastning, symboler pekar mot det sänkta blocket
- Överskjutning i Kaledoniderna, symboler pekar mot det höjda blocket
- Överskjutning eller deformationszon med revers rörelse i urberget, symboler pekar mot det höjda blocket
- Deformationszon, symboler pekar mot det sänkta blocket
- Deformationszon med horisontell rörelse
- Deformationszon, ospecificerad

0 50 100 150 200 250 km

Källa: Kartan baseras på Karta över Sveriges berggrund sammanställd av Michael B Stephens, Carl-Henric Wahlgren och Pär Weihed, publicerad av Sveriges geologiska undersökning 1994 (SGU Serie Ba Nr 51).



Figur 12-1. Berggrundskarta över Sverige med förstudiekommunerna markerade.

Tillräcklighet med avseende på samhällsfrågan

De sex kommuner som ingår i urvalsunderlaget har valt att aktivt och engagerat delta i förstudiearbetet. SKB bedömer, bland annat baserat på opinionsundersökningar, att det finns goda förutsättningar för fortsatt medverkan från dessa kommuner. Det finns fortfarande andra kommuner i landet som tagit upp eller åter vill ta upp en diskussion med SKB om en medverkan i lokaliseringsarbetet för djupförvaret. Det finns emellertid inget som tyder på att förutsättningarna ur samhällssynpunkt skulle vara bättre i andra kommuner än i de som nu ingår i urvalsunderlaget.

SKB:s slutsats

SKB anser att lokaliseringsarbetet ska gå vidare med platsundersökningar då urvalsunderlaget innehåller tillräckligt många alternativ för vilka förutsättningarna är goda att uppfylla säkerhetskraven och genomföra djupförvarsprojektet med samhällets stöd.

12.2.2 På hur många platser bör platsundersökningar göras?

Den grundläggande utgångspunkten inför valet av platser för platsundersökningar är SKB:s uppgift att åstadkomma ett djupförvar inom en rimlig tid på en plats som uppfyller säkerhetskraven. Valet ska göras bland de åtta lokaliseringalternativ som tagits fram i förstudierna. Samtidigt som förutsättningarna bedöms vara goda för samtliga lokaliseringalternativ kvarstår frågor som måste besvaras innan det går att fastslå att kraven kan uppfyllas. Sett ur SKB:s synpunkt innebär detta en risk som måste värderas och hanteras.

Vid en förutsättningslös betraktelse skulle en möjlig strategi vara att välja endast en plats för platsundersökningar. Detta skulle vara det mest effektiva med hänsyn till resurs- och tidsåtgång om platsen till slut visar sig uppfylla kraven. Om kraven däremot inte skulle uppfyllas skulle undersökningar behöva påbörjas på en ny plats. Om detta upptäcks i ett sent skede skulle tidsutsträckningen av platsundersökningsskedet kunna mer än fördubblas. Det finns också en risk att lokaliseringsprogrammet skulle komma att ifrågasättas vilket kan leda till att det skulle bli omöjligt att påbörja undersökningar på en ny plats.

Ett sätt att minska riskerna för ett misslyckande är att undersöka fler platser än en. Principiellt gäller att ju fler platser som undersöks desto större är möjligheten att åtminstone en av dem till slut uppfyller kraven. Undersökningar av flera platser innebär å andra sidan att platsundersökningsskedet kräver mer resurser och tar längre tid. Det innebär också att det krävs ett engagemang från folkvalda och allmänhet i fler kommuner under en lång tidsperiod vilket kan vara svårt att motivera genom att sannolikheten för en etablering i en enskild kommun minskar ju fler alternativ som undersöks. Eftersom lokaliseringen av djupförvaret dessutom oundvikligen väcker såväl oro som förhoppningar så måste också dessa aspekter tas med i bedömningen.

SKB:s slutsats är att mer än en plats bör undersökas med hänsyn till de risker för lokaliseringsprogrammets genomförande som är förknippade med undersökning av enbart en plats. Detta är också förenligt med regeringens uttalande om att undersökningar ska ha skett på minst två platser innan tillståndsansökan lämnas in.

Att bestämma antalet platser inbegriper en riskbedömning av många sinsemellan icke jämförbara faktorer och kan således inte göras strikt vetenskapligt. Här måste SKB göra en bedömning av vad som är rimligt med hänsyn till det övergripande målet och de osäkerheter som är förknippade med lokaliseringalternativen. Detta redovisas i avsnitt 12.4.

Åtta lokaliseringalternativ att välja mellan

Ej möjligt att rangordna med avseende på berggrunden

Möjligt att rangordna med avseende på industri-etableringen

12.2.3 Hur ska valet göras?

I kapitel 10 konstaterades att om djupförvaret ska komma till stånd så måste kraven på berggrunden och industrietableringen uppfyllas, och stödet från samhället finnas. Nedan diskuteras förutsättningarna för rangordning och val mellan lokaliseringalternativen utifrån de tre bedömningsgrunderna.

Berggrunden

De säkerhetsanalyser som genomförts i Sverige och Finland har visat att säkerhetskraven kan uppfyllas med god marginal för de platser som analyserats. SKB:s bedömning är att berggrunden på samtliga platser som ingår i urvalsunderlaget har en god prognos för att uppfylla kraven på långsiktig säkerhet.

Ett möjligt förfarande vid valet skulle vara att försöka rangordna platserna med utgångspunkt från vad som är känt idag, till exempel genom att strikt formulera geologiska faktorer för samtliga områden och vikta dessa med hänsyn till deras betydelse i en säkerhetsanalys. Exempel på faktorer som skulle kunna användas i detta skede är jordtäckning, berggrundens homogenitet och sprickfrekvens på hållar. Risken är dock stor att detta skulle leda till oklara eller missvisande resultat eftersom samtliga geologiskt intressanta områden uppfyller alla krav och de flesta önskemål som kan kontrolleras nu och de faktorer som särskiljer områdena alla har liten direkt betydelse för säkerheten. Dessutom är den tillgängliga informationen starkt styrd av jordtäckets tjocklek och andelen berg i dagen varför jämförelser mellan områden kan vara missvisande. Exempelvis kan underlaget från förstudierna indikera fler sprickzoner i ett område med stor andel berg i dagen jämfört med ett jordtäckt område. Det är även svårt att se hur viktningen av faktorerna med hänsyn till deras betydelse i en säkerhetsanalys skulle motiveras.

Med tanke på det begränsade dataunderlag om berggrunden som finns idag anser SKB att det inte är motiverat att rangordna platserna ur säkerhetssynpunkt. Frågan om rangordning utifrån säkerhetsaspekter har också tagits upp av strålskyddsinstitutet i ett brev till regeringen (dnr 6240/2494/97) där SSI säger följande:

”För SSI är det emellertid helt avgörande, vid bedömningen av ett geologiskt slutförvar, om institutets föreskrifter om ambitioner för skydd av miljö och hälsa i samband med avfallsförvaring kommer att vara uppfyllda. Föreskrifterna kommer inte att tillåta att en ur strålskyddssynpunkt dålig lösning väljs i någon kommun. De kommer att ange en hög skyddsnivå, och om föreskrifternas krav uppfylls på ett flertal platser, finns det ur strålskyddssynpunkt ingen anledning att rangordna dessa.”

Industrietableringen

När det gäller industrietableringen skiljer sig inte djupförvaret på något väsentligt sätt från annan industriverksamhet. Förutsättningarna för etablering av djupförvaret skiljer sig mellan de olika lokaliseringalternativen. Dessa skillnader kan värderas i förhållande till de krav och önskemål som redovisats i avsnitt 10.3. Under förutsättning att berggrunden uppfyller kraven kan värderingen av krav och önskemål för industrietableringen användas för att prioritera mellan lokaliseringalternativen.

Samhällsfrågan

Samhällsfrågan handlar om att få stöd för lokaliseringen av djupförvaret både lokalt och nationellt. Formellt behöver detta stöd bekräftas genom för SKB positiva beslut av berörda kommunalfullmäktige, myndigheter, regeringen och miljödomstolen. Det är fråga om många beslut som ska fattas under en lång tidsrymd. Mot bakgrund av den ständiga förändringen av samhället är det svårt att tillämpa de faktorer som redovisas i avsnitt 10.4 vid valet av platser för platsundersökningar. Inför detta val har SKB gjort bedömningen att det långsiktiga lokala stödet för en etablering är väsentligt. Med tanke på möjliga förändringar i lokal opinion ökar utsikterna för stöd genom hela processen på åtminstone en plats om de valda platserna ligger i olika kommuner. SKB vill inte heller ta risken att genomföra platsundersökningar på områden där det i en framtid kan bli omöjligt att etablera kärntekniska anläggningar av legala skäl.

12.3 Värdering

I de följande avsnitten görs en värdering av de åtta lokaliseringalternativen med avseende på de krav och önskemål som kan bedömas idag vad gäller berggrunden, industrietableringen och samhällsfrågan. Beskrivningen av respektive alternativ är fokuserad på egenskaper och förhållanden som är av betydelse för valet i detta skede samt på olikheter mellan platserna. Den mer utförliga presentationen av områdena som ges i kapitel 11 upprepas inte här.

12.3.1 Berggrunden

Till varje lokaliseringalternativ hör ett område som prioriterats för platsundersökningar i respektive förstudie. Den bedömning som gjordes i förstudierna är sammanfattningsvis att samtliga områden uppfyller de krav på berget som kan kontrolleras i detta skede då väsentligen endast ytdata finns att tillgå.

Tabell 12-1 sammanfattar utmärkande egenskaper och viktiga frågor och osäkerheter för de olika områdena.

Forsmark

Det prioriterade området mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden är en del av en tektonisk lins bestående av gnejsgranit. Området är ungefär 10 kvadratkilometer stort vilket med god marginal är tillräckligt för ett djupförvar. Området har en relativt hög andel berg i dagen. Information från flygburna geofysiska mätningar och relativt detaljerad geologisk kartläggning, tillsammans med erfarenheter från utbyggnad av Forsmarksverket och SFR, gör att kunskapen om berggrunden bedöms som relativt god. Detta har medfört att platsspecifika frågor har identifierats.

Läget i en tektonisk lins bedöms vara fördelaktigt ur hydrogeologisk och mekanisk synpunkt men detta är något som inte kan avgöras förrän det finns data från borrhål. Området uppvisar likheter med de geologiska förhållandena i Finnsjöområdet. Den positiva bedömning som gjordes av Finnsjöområdet i säkerhetsanalyserna SKB-91 och SR 97 (benämndes där Beberg) kan därför tjäna som ett argument för vidare studier av Forsmarksområdet. Platsspecifika frågor är linsens utsträckning mot djupet samt förekomsten av höga bergspänningar, flacka sprickzoner och berggrund med malmpotential mot djupet. Dessa frågor kan endast besvaras med borrhning.

Slutsats: Forsmarksområdet bedöms ur geologisk synpunkt som intressant för platsundersökningar. De främsta skälen för denna bedömning är tillgången till en tektonisk lins som kan vara fördelaktig ur säkerhetssynpunkt samt positiva erfarenheter från bergarbeten i närområdet.

Tabell 12-1. Sammanställning av utmärkande egenskaper och viktiga osäkerheter avseende berggrunden

| Område | Utmärkande egenskaper | Dataunderlag | Viktiga frågor och osäkerheter |
|-----------------------------|--|--|--|
| Forsmark | Gnejsgranit Tektonisk lins med homogen, sprickfattig berggrund Litet område | Data från närliggande berganläggningar och borrhål Relativt hög andel håll | Omgivande skjuvzoners betydelse Linsens utsträckning mot djupet och storlek av gynnsamt område på försvarsdjup. Förekomst av flacka sprickzoner. Höga bergspänningar. Berggrund med malmpotential mot djupet |
| Hargshamn | Gnejsgranit Tektonisk lins med homogen, sprickfattig berggrund Relativt stort område | Enbart ytdata Relativt hög andel håll | Läget i en tektonisk lins medför samma frågor som i Forsmark Inga ytterligare platsspecifika frågor kan identifieras då underlaget är begränsat till ytdata |
| Tierp | Isolerat massiv av yngre granit Homogen berggrund med granitgångar Flackt jordtäckt område Få tolkade sprickzoner Stort område | Enbart ytdata Få hållar | Frekvens och vattengenomsläpplighet hos granitgångar. Granitens djupgående Inga ytterligare platsspecifika frågor kan identifieras på grund av begränsade ytdata |
| Björksund | Gnejsgranit Homogen berggrund med låg sprickfrekvens Området har relativt många sprickzoner. De har en dominerande riktning vilket ger bergblocken en långsmal form Relativt stort område | Enbart ytdata Hög andel håll | Storlek på gynnsamt område på försvarsdjup och djupförvarets anpassning till sprickzoner. Tillfartstunnel till djupförvaret måste passera flera regionala sprickzoner, kan ge byggtekniska problem Inga ytterligare platsspecifika frågor kan identifieras då underlaget är begränsat till ytdata |
| Fjällveden-Tunsätter | Sedimentådergnejs Homogen berggrund med inslag av gnejsgranit Stort område | Omfattande databas från typområde Säkerhetsanalys KBS-3 (god prognos) Relativt hög andel håll | Förekomst, storlek och läge av lämpliga berggrundsblock utanför typområdet Tillfartstunnel till djupförvaret måste passera flera regionala sprickzoner, kan ge byggtekniska problem |
| Simpevarp | Stora sammanhängande massiv av yngre granit Homogen berggrund med inslag av andra bergarter och gångar Sprickzoner uppdelar berggrunden i tydliga bergblock Stort område | Omfattande data finns från Äspö och Laxemar Relativt hög andel håll | Storlek och läge av berggrundsblock med gynnsamma egenskaper på försvarsdjup Förekomst och betydelse av granitiska gångar och sprickzoner, särskilt med avseende på vattengenomsläpplighet |
| Oskarshamn södra | Stora sammanhängande massiv av yngre granit Homogen berggrund med få granitiska gångar Stort område | Enbart ytdata Relativt hög andel håll | Storlek och läge av berggrundsblock med gynnsamma egenskaper på försvarsdjup Inga ytterligare platsspecifika frågor kan identifieras då underlaget är begränsat till ytdata. |
| Hultsfred | Stora sammanhängande massiv av yngre granit Homogen berggrund med få granitiska gångar Stort område | Enbart ytdata Relativt hög andel håll | Storlek och läge av berggrundsblock med gynnsamma egenskaper på försvarsdjup Inga ytterligare platsspecifika frågor kan identifieras då underlaget är begränsat till ytdata |

Hargshamn

Området ligger i en tektonisk lins och uppvisar geologiska likheter med Forsmark och Finnsjön. Även för detta område är erfarenheterna från säkerhetsanalyserna i Finnsjöområdet ett argument för vidare studier. Området är något större än Forsmark, ungefär 20 kvadratkilometer. Till skillnad från Forsmark finns det i Hargshamn inga berganläggningar i närområdet. Några platsspecifika frågor har därför inte identifierats.

Slutsats: Hargshamn bedöms ur geologisk synpunkt som intressant för platsundersökningar. De främsta skälen är ett relativt stort område med potentiellt lämplig berggrund och att en tektonisk lins kan ge fördelar ur säkerhetssynpunkt.

Tierp norra

Hedesundagraniten är ett stort granitmassiv som är yngre än omgivande berggrund. Det har inte påverkats av plastisk deformation i samma omfattning som exempelvis Forsmark och Hargshamn. Ett prioriterat område (cirka 60 kvadratkilometer) finns för vidare studier. Inom detta område bedöms graniten som homogen, men gångar av finkornig granit förekommer.

De fördelar som kan identifieras är främst berggrundens homogenitet, storlek, få tolkade sprickzoner och låg sprickfrekvens i de hållar som kontrollerats i fält. Storleken ger flexibilitet att byta borrområde om förhållanden påträffas som bedöms ogynnsamma men lokala. De nackdelar som kan identifieras är främst dålig kunskap om berggrundens struktur och begränsade möjligheter till detaljstudier av berggrundsytan på grund av få hållar. Även gångarna av finkornig granit kan vara en nackdel om de förekommer frekvent och är vattengenomsläppliga. Områdets geologiska och geofysiska karaktär är sådan att mark- och flyggeofysiska mätningar, tillsammans med det faktum att graniten förmodligen är homogen över stora områden, till stor del kan kompensera det databortfall som beror på få hållar. Tillförlitligheten i den geofysiska kartläggningen behöver dock verifieras med borrhål och grävda profiler. Erfarenheter saknas från djupa borrhål och berganläggningar i närområdet. Några platsspecifika frågor förutom de som nämnts ovan har därför inte identifierats.

Slutsats: Tierpsområdet bedöms ur geologisk synpunkt som intressant för platsundersökningar. De främsta skälen är granitens homogenitet, områdets storlek, få tolkade sprickzoner och låg sprickfrekvens.

Björksund

Området är cirka 15 kvadratkilometer stort och består av berggrundsblock av homogen gnejsgranit med låg sprickfrekvens omgivna av nordvästligt orienterade regionala sprickzoner. Även inom området är de lokala sprickzonerna i huvudsak nordvästligt orienterade. Området har en mycket hög andel berg i dagen. Avståndet mellan sprickzonerna bedöms som tillräckligt för att ett förvar skulle kunna förläggas mellan dessa zoner. Några platsspecifika frågor har inte identifierats.

Slutsats: Björksund bedöms som intressant ur geologisk synpunkt för platsundersökningar. De främsta skälen är gnejsgranitens homogenitet och låga sprickfrekvens.

Fjällveden

Fjällveden-Tunsätterområdet består av sedimentådergnejs och gnejsgranit. Fjällveden har tidigare undersökts av SKB och data om förhållanden på förvarsdjup är tillgängliga. Berggrunden har låg vattengenomsläpplighet och låg sprickfrekvens.

Data från Fjällveden användes i den säkerhetsanalys som utfördes inom ramen för KBS-3-utredningen. Slutsatsen var att området sannolikt är lämpligt för ett djupförvar. Slutsatsen är troligen tillämplig på fler platser inom området Fjällveden-Tunsätter. Områdets storlek ger en flexibilitet när det gäller placering av ett djupförvar.

Slutsats: Fjällveden-Tunsätterområdet bedöms ur geologisk synpunkt som intressant för platsundersökningar. De främsta skälen är områdets storlek och de goda erfarenheterna från Fjällveden.

Simpevarp

Området där förstudien har identifierat potentiellt gynnsam berggrund sträcker sig västerut från Simpevarpshalvön. Det finns ingen geologiskt betingad begränsning mot väster. Området består av Smålandsgranit med inslag av gångar av finkornig granit och andra bergarter. Områdets storlek medför flexibilitet i placering och utformning av djupförvaret. Inom området finns sprickzoner som avgränsar berggrundsblock. Jordtäcket är tunt och andelen berg i dagen är relativt hög. Kunskap om Smålandsgranitens egenskaper i området finns från Äspölaboratoriet samt borrhål på Laxemar väster om Simpevarp. De plats-specifika frågor som särskilt bör studeras är tillgång till tillräckligt stora och lämpliga berggrundsblock, förekomst och betydelse av gångar, särskilt finkorniga graniter samt vattengenomsläpplighet i olika bergarter och i sprickzoner.

Data från Äspölaboratoriet har legat till grund för exemplet Aberg som analyserades i SR 97. Ur säkerhetsmässig synvinkel visar SR 97 att det går att utforma ett djupförvar på Äspö så att säkerhetskraven uppfylls, men till priset av en uppsplittrad förvarsutformning till följd av en hög koncentration av sprickzoner.

Slutsats: Simpevarpsområdet bedöms ur geologisk synpunkt som intressant för platsundersökningar. De främsta skälen är stor utbredning av potentiellt lämplig berggrund samt goda erfarenheter från berganläggningar i närområdet.

Oskarshamn södra

Den geologiska miljön uppvisar likheter med Simpevarpsområdet, med skillnaden att området nästan helt saknar inslag av granitgångar. Andelen berg i dagen är relativt stort. Även i detta område är huvudfrågan att identifiera lämpliga berggrundsblock mellan sprickzoner. Till skillnad från Simpevarp saknas erfarenheter från berganläggningar i närområdet. Några plats-specifika frågor har därför inte identifierats.

Slutsats: Oskarshamn södra bedöms ur geologisk synpunkt som intressant för platsundersökningar. De främsta skälen är Smålandsgranitens homogenitet, förväntat goda egenskaper och områdets storlek.

Hultsfred östra

Området är cirka 75 kvadratkilometer stort och domineras helt av Smålandsgranit. Den geologiska miljön uppvisar stora likheter med Oskarshamn södra. En skillnad är dock att grundvattnet sannolikt är sött på förvarsdjup i Hultsfred. Detta påverkar driftförutsättningarna för djupförvaret, men har troligen ingen betydelse för den långsiktiga säkerheten.

Slutsats: Hultsfredsområdet bedöms ur geologisk synpunkt som intressant för platsundersökningar. Erfarenheter saknas från berganläggningar i dess närområde. Några plats-specifika frågor har därför inte identifierats.

SKB:s slutsats

Bedömningen att samtliga områden har god potential för att fylla kraven kvarstår. Som framgår av tabell 12-1 finns frågor och osäkerheter för samtliga områden. Det är således inte möjligt att i detta skede utesluta något av områdena på geologiska grunder. Områdena representerar olika geologiska miljöer. Följande översiktliga indelning kan göras:

- Gnejsgranit/tektonisk lins (Forsmark, Hargshamn och Björksund)
- Sedimentådergnejs (Fjällveden)
- Isolerat massiv av yngre granit (Tierp norra)
- Stora sammanhängande massiv av yngre granit (Simpevarp, Oskarshamn södra och Hultsfred östra)

Björksund ligger inte i en tektonisk lins men bergarten är densamma som i Forsmark och Hargshamn. Vad beträffar spröd deformation, exempelvis orientering på regionala sprickzoner, finns likheter med Fjällveden.

De två förstnämnda miljöerna representerar berggrund som har påverkats av plastisk deformation i olika grader och som har tagit sig olika uttryck. De två sistnämnda har relativt lite eller inte alls påverkats av plastisk deformation. Spröd deformation (sprickbildning) har påverkat samtliga miljöer.

12.3.2 Industrietableringen

De krav och önskemål som ställs på djupförvaret som en industrietablering redovisas i avsnitt 10.3. Förstudierna visar att det preliminärt finns goda förutsättningar att uppfylla dessa krav och önskemål i samtliga prioriterade områden, men det krävs kompletterande studier för att fastställa detta.

I detta avsnitt värderas främst förutsättningarna för att etablera och driva djupförvarets anläggningar och transportsystemet. Generellt värderas alternativ där befintlig industrimark kan nyttjas högre än sådana där nya markområden behöver tas i anspråk. Lokalisering i anslutning till befintlig kärnteknisk verksamhet bedöms som fördelaktigt. Transporter bör kunna ordnas på ett enkelt sätt. Det är ur denna aspekt fördelaktigt om befintliga transportsystem kan användas och om få omlastningar krävs. Kan landtransporter av använt kärnbränsle undvikas är detta en fördel. Det är gynnsamt om det finns få konkurrerande markanvändningsintressen och få markägare. Önskemålen om tillgång till lokala resurser för genomförandet av djupförvarsprojektet (arbetskraft, service etc) bedöms vara väl uppfyllda för samtliga alternativ, och beaktas därför inte i värderingen. I den samlade bedömningen beaktas även osäkerheterna avseende förutsättningarna för en etablering av djupförvaret.

Tabell 12-2 sammanfattar etableringsförutsättningar samt särskilda för- och nackdelar, för de olika lokaliseringalternativen. De transportbehov som anges i tabellen avser inkapslat använt kärnbränsle. Transporter av återfyllnadsmaterial, bergmassor mm tillkommer, se kapitel 11.

SKB gör följande värdering av etableringsförutsättningarna för de olika lokaliseringalternativen.

Fyra geologiska miljöer finns i urvalsunderlaget

Fördelar med avseende på industrietableringen

- industrimark, extra fördelaktigt med befintlig kärnteknisk verksamhet
- enkla transporter, extra fördelaktigt om landtransporter undviks
- få markägare

Tabell 12-2. Förutsättningar för djupförvaret som industrietablering

| Alternativ | Förutsättningar för etablering | Särskilda fördelar (+) och nackdelar (-) |
|--------------------------|--|--|
| Forsmark | Befintligt industriområde Hamn finns Inga landtransporter utanför industriområde Få markägare Höga naturskyddsvärden | + Industriområde med kärnteknisk verksamhet + Ringa miljöpåverkan - Platsundersökningar i område med höga naturvärden |
| Hargshamn | Befintligt industriområde, eller nyetablering Hamn finns Inga, eller korta, landtransporter utanför industriområde Få markägare | + Bra hamn - Osäkerhet om etableringsmöjlighet inom befintligt industriområde |
| Tierp norra/ Skutskär | Nyetablering av industriområde Tierp (skogsmark) Plats ej preciserad Hamn och ev anläggningsdelar i Skutskär Landtransporter, befintlig järnväg och nyanlagd anslutning Preliminärt få markägare | + Stort område - flexibilitet + Hamn och industriområde i Skutskär - Landtransporter - Nyetablering av industriområde |
| Studsvik Björksund | Befintligt industriområde Hamn finns Inga landtransporter utanför industriområde Få markägare | + Industriområde med kärnteknisk verksamhet + Liten miljöpåverkan - Osäkerhet om natur- och kulturskyddsintressen - Osäkerhet om marktillgång |
| Skavsta/ Fjällveden | Nyetablering av industriområde Skavsta (mark avsedd för industri), samt mindre driftområde (Fjällveden, plats ej preciserad) Hamn i Oxelösund Landtransporter - befintlig järnväg och nyanlagd anslutning första-handsalternativ till Oxelösund-Skavsta, tunnel Skavsta-Fjällveden Få markägare inom Fjällvedenområdet | + Bra hamn - Nyetablering av industriområde och transportleder - Betydande miljöingrepp - Långt avstånd mellan anläggningsdelar |
| Simpevarp | Befintligt industriområde första-handsalternativ Inga transporter utanför industriområde Många markägare | + Industriområde med kärnteknisk verksamhet + Inga transporter av inkapslat använt bränsle + Ringa miljöpåverkan - Många markägare kan beröras av platsundersökningar |
| Oskarshamn södra | Befintligt industriområde eller nyetablering Hamn finns Inga, eller begränsade landtransporter utanför industriområde Relativt få markägare | + Bra hamn - Osäkerhet om tillgång till befintligt industriområde |
| Hultsfred östra | Nyetablering av industriområde (skogsmark) Plats ej preciserad Hamn finns i Oskarshamn Landtransporter, befintlig järnväg och nyanlagd anslutning Relativt få markägare | + Stort område - flexibilitet - Landtransporter - Nyetablering av industriområde |

Forsmark

En etablering till Forsmark innebär att djupförvarets ovanjordsanläggning förläggs till ett industriområde med kärnteknisk verksamhet. Anslutningen till djupförvarets underjordsdelar kan göras med en tunnel. Befintlig hamn kan användas och inga landtransporter behöver ske utanför industriområdet.

Slutsats: Förutsättningarna för att etablera djupförvaret i Forsmark bedöms som mycket goda. De osäkerheter som finns gäller främst områdets naturskyddsvärden.

Hargshamn

Vid en etablering till Hargshamn kan djupförvarets ovanjordsanläggning förläggas antingen till hamnen eller inom ett område väster om väg 76. I anslutning till hamnen finns lämplig industrimark. Anläggningarna ovan och under jord kan då förbindas med en tunnel. Vid en förläggning väster om vägen krävs ett nytt industriområde samt en kort marktransport från hamnen till ovanjordsanläggningen.

Slutsats: Förutsättningarna för att etablera djupförvaret i Hargshamn bedöms som goda. En förläggning av ovanjordsdelen till hamnen är att föredra då det ger minsta intrång. En sådan utformning kan eventuellt förhindras av miljöjuridiska skäl och måste noga prövas innan en platsundersökning kan bli aktuell.

Tierp norra/Skutskär

Det geologiskt intressanta området är stort varför det finns flexibilitet i förläggning och utformning av djupförvarets ovanjordsanläggning. Närheten till Ostkustbanan och E4 ger goda anslutningsmöjligheter för väg och järnväg. Markområden, i första hand skogsmark, behöver tas i anspråk för nyetablering av anläggningar och troligen järnvägsanslutning. Järnvägstransport av inkapslat bränsle krävs från någon hamn, i första hand Skutskär. En etablering kräver medverkan av både Tierp och Älvkarleby kommuner.

Slutsats: Förutsättningarna för att etablera djupförvarets anläggningar i området Tierp norra, kompletterat med anläggningar i anslutning till hamnen i Skutskär, bedöms som goda, men förknippade med osäkerheter.

Studsvik/Björksund

Förvarets ovanjordsanläggning skulle i detta fall förläggas till Studsvik. Befintlig hamn kan användas och inga landtransporter behövs utanför industriområdet. Anläggningarna ovan och under jord kan förbindas med en tunnel, som då måste passera några regionala sprickzoner. Inom Björksundsområdet kan det vara lämpligt att etablera ett mindre driftområde ovanför djupförvarets underjordsdel.

Slutsats: De tekniska förutsättningarna för en etablering i Studsvik/Björksund bedöms som goda. Beträffande marktillgång finns betydande osäkerheter. Om kommunens förslag till ny översiktsplan antas så är en stor del av Björksundsområdet inte längre aktuellt.

Skavsta/Fjällveden

Ett område vid Skavsta avsett för industriverksamhet har bedömts vara en lämplig plats för djupförvarets ovanjordsanläggning. Transporterna skulle i så fall ske på järnväg, eller möjligen landsväg, från hamnen i Oxelösund. Nyanläggning av transportleder krävs, för järnvägsalternativet troligen en 4–5 km lång anslutning till befintlig järnväg. Anläggningarna ovan och under jord kan förbindas med en tunnel, som måste passera några regionala sprickzoner och som blir cirka 15 kilometer lång om förvaret förläggs till Fjällveden. Ett så långt avstånd mellan förvarets ovan- och underjordsdelar kan medföra svårigheter att organisera

driften av djupförvaret på ett rationellt sätt. Det kan därför vara lämpligt att förlägga delar av verksamheten ovan jord till ett driftområde som etableras ovanför underjordsanläggningen.

Slutsats: Det finns tekniska förutsättningar för en etablering i Skavsta/Fjällveden men genomförbarheten är förknippad med avsevärda osäkerheter. Det gäller främst möjligheterna att nyanlägga transportleder (väg/järnväg/tunnel) och anläggningar, med den miljöåverkan detta kan ge.

Simpevarp

En etablering vid Simpevarp ger stor flexibilitet vad gäller systemutformning. Som förstahandsalternativ förläggs djupförvarets ovanjordsanläggning inom industriområdet för kärnteknisk verksamhet på Simpevarpshalvön. Förbindelsen till djupförvarets underjordsdel kan ske med en tunnel. Befintlig hamn kan användas och inga landtransporter behövs utanför befintligt industriområde. Skulle djupförvarets underjordsdel förläggas på större avstånd från kärnkraftverkets industriområde är det lämpligt att etablera ett driftområde ovanför underjordsanläggningens centralområde.

Slutsats: Förutsättningarna för att etablera djupförvaret i Simpevarp bedöms som mycket goda och osäkerheterna som små. Transportmässigt ger alternativet unika fördelar.

Oskarshamn södra

Detta lokaliseringsalternativ bygger på att nyttja Oskarshamns hamn. En möjlighet är att förlägga även djupförvarets ovanjordsdel till hamnens industriområde, varifrån en tunnel byggs för förbindelse med förvaret. Tillgången till mark inom hamnområdet är emellertid osäker. En annan möjlighet är att förlägga anläggningen till ett industriområde som nyetableras vid Storskogen, eller ovanför djupförvarets ovanjordsdel. Transporterna från hamnen kan då ske på järnväg.

Slutsats: Förutsättningarna för en etablering i den södra delen av Oskarshamns kommun bedöms som goda, men det finns osäkerheter främst avseende tillgänglighet till mark i hamnområdet och lämplig systemutformning.

Hultsfred östra

Vid en etablering i Hultsfred förläggs djupförvarets ovanjordsanläggning till ett industriområde som nyetableras inom det geologiskt intressanta området. Ingen plats kan preciseras. Området är stort och betydande flexibilitet finns. Transporterna går som huvudalternativ sjövägen till Oskarshamn, och vidare på befintlig järnväg varifrån en anslutning nyanläggs till platsen för djupförvaret.

Slutsats: Förutsättningarna för en etablering i Hultsfred bedöms som goda men osäkerheter finns främst avseende transportfrågan och placeringen av ovanjordsanläggningen.

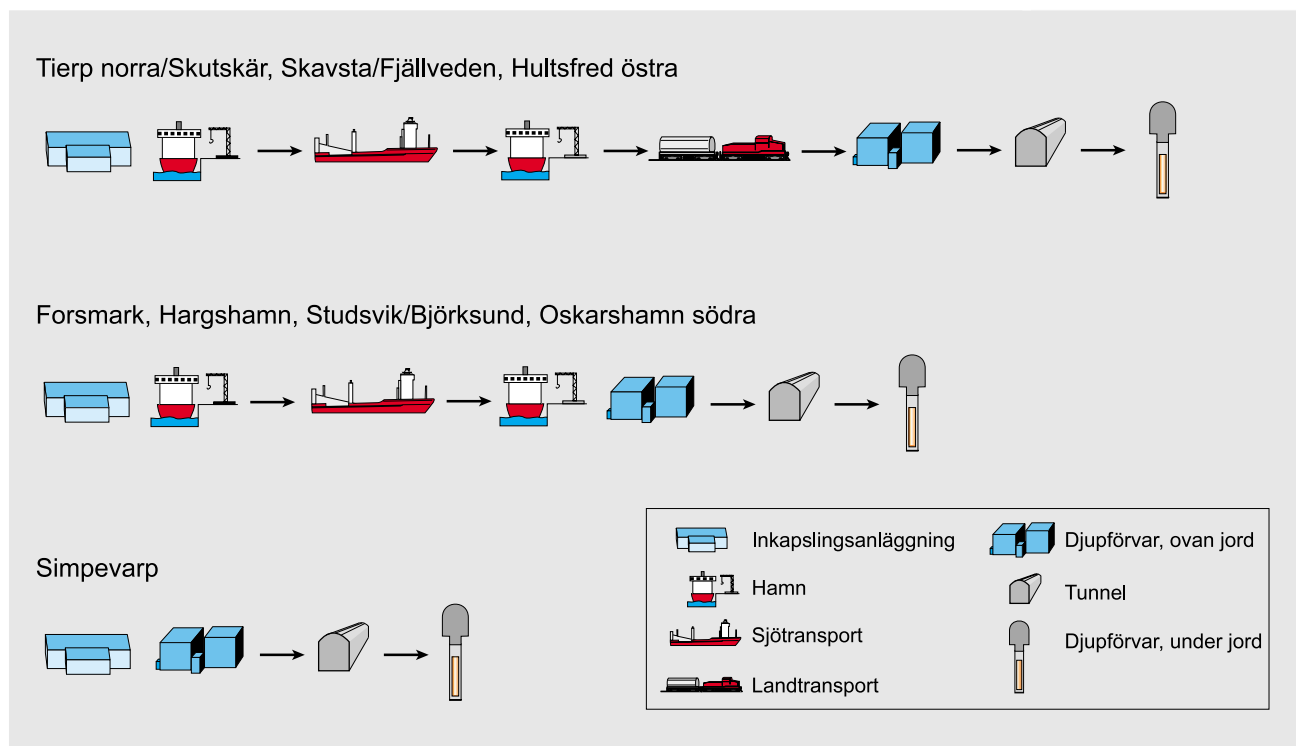
SKB:s slutsats

Vad gäller miljöpåverkan bedömer SKB att djupförvarets etablering och drift kan utformas och bedrivas på ett miljömässigt godtagbart sätt för samtliga alternativ. Denna bedömning baseras på att verksamheten generellt ger liten miljöpåverkan jämfört med annan industri av motsvarande storlek, samt att djupförvarets anläggningar ovan jord kan placeras på relativt stort avstånd (flera kilometer) från anläggningarna under jord. Det sistnämnda förhållandet medger att förvarets placering kan styras av berggrundens egenskaper medan placeringen av anläggningarna ovan jord kan styras av kraven på minsta olägenhet och intrång.

Figur 12-2 visar de delar som ingår i hanteringskedjan från inkapslingsanläggningen till djupförvaret för de olika lokaliseringalternativen. En etablering vid Simpevarp ger den kortaste och enklaste hanteringskedjan eftersom det inkapslade bränslet kan köras direkt från inkapslingsanläggningen till djupförvaret utan omlastning. För de andra alternativen fordras omlastning och sjötransport samt i tre fall även landtransport. De lokaliseringalternativ som innefattar landtransport innebär nyanläggning av järnväg och att ny mark tas i anspråk för industriändamål.

SKB bedömer att en förläggning till områden där det redan finns kärnteknisk verksamhet är fördelaktig eftersom där finns infrastruktur som passar djupförvarets behov. Enligt SKB:s bedömning finns det två alternativ som ger uppenbara fördelar. Dessa är Forsmark och Simpevarp som båda har hamn, tillgång till industrimark och kärnteknisk verksamhet. Detta bedömer SKB ger särskilt goda förutsättningar att uppfylla miljöbalkens krav om att industrilokaliseringar ska ske så att ändamålet uppnås med minsta möjliga olägenhet och intrång. Landtransporter av använt kärnbränsle på allmänna vägar/järnvägar undviks med dessa alternativ.

För de övriga alternativen bedöms förutsättningarna för etablering av djupförvaret som jämförbara förutom för Fjällveden och Björksund där osäkerheterna bedöms som större än för de andra alternativen. Det intrång som en nyanläggning av infrastruktur skulle innebära minskar förutsättningarna för att genomföra en etablering i Fjällveden. När det gäller Björksund så finns osäkerheter om marken kommer att vara tillgänglig.



Figur 12-2. Delar i systemet för hantering av det inkapslade bränslet från inkapslingsanläggningen till djupförvaret för de olika lokaliseringalternativen. Inkapslingsanläggningen skulle också kunna förläggas till djupförvaret. Hanteringskedjan börjar i så fall vid CLAB.

12.3.3 Samhällsfrågan

De samhällsförutsättningar som ska vara uppfyllda för att en etablering av djupförvaret ska vara möjlig redovisas i avsnitt 10.4. Av de faktorer som beskrivs är det enligt SKB:s uppfattning förtroendet på lokal nivå som måste väga tyngst vid valet av plats. Medverkan från berörda kommuner i lokaliseringsprocessen ska baseras på frivillighet.

En viktig faktor är inställningen hos de som berörs av etableringen och driften av djupförvarets anläggningar och transportsystem. När det gäller transporter ses varken sjö- eller landtransporter av radioaktivt material som någon betydande riskfaktor ur säkerhetsmässig eller teknisk synpunkt. Landtransporter av använt kärnbränsle på allmänna kommunikationsleder förekommer emellertid inte i Sverige, varför det är svårt att bedöma genomförbarheten ur opinionssynpunkt. SKB bedömer att det finns en bestående osäkerhet på denna punkt, och ser därför behov av landtransporter som en nackdel.

Med dessa allmänna bedömningar som utgångspunkt görs följande värderingar av de olika lokaliseringalternativen:

Forsmark

Genom att befintlig industrimark kan användas är det ett fåtal som kommer att bli direkt berörda. Närboende vid Forsmark har informerats om att området eventuellt kan bli föremål för provborrningar. SKB har upplevt ett stöd från huvuddelen av de närboende för dessa planer. Det finns en oppositionsgrupp i kommunen.

Hargshamn

Liksom för Forsmark ser SKB generellt goda möjligheter att få erforderligt stöd från folkvalda, närboende och allmänhet för en djupförvarsetablering i Hargshamn. Samtidigt gör SKB bedömningen att ett förvar i Hargshamn inte har diskuterats på allvar eftersom Forsmark lokalt uppfattas som det naturliga förstahandsalternativet.

Tierp norra/Skutskär

En etablering i Tierp innebär transporter av använt kärnbränsle på järnväg, som huvudalternativ från hamnen i Skutskär. Andra transportalternativ innebär längre transportväg. Förstudien har skapat ett stort engagemang bland de folkvalda och allmänheten i kommunerna. Det finns en aktiv oppositionsgrupp.

SKB bedömer att det finns goda förutsättningar att få det stöd som krävs för en etablering. Eftersom varken platsen för djupförvaret eller transportlösningen är preciserad finns dock kvarvarande osäkerheter som är svåra att bedöma.

Studsvik/Björksund

Till skillnad från övriga förstudiekommuner har fullmäktige i Nyköpings kommun inte tagit något beslut om förstudien. Opinionsmätningar pekar på ett stöd bland allmänheten för att gå vidare med platsundersökningar. Det finns oppositionsgrupper som driver opinion mot fortsatta lokaliseringsstudier och en eventuell etablering.

Under förstudien har tydlig kritik uttalats mot alternativet Studsvik/Björksund. En organiserad motståndsgrupp finns i Tystberga. Kritiska synpunkter har bland annat framförts av länsstyrelsen och Naturskyddsföreningen. Med hänvisning till bland annat starka naturskyddsintressen i Studsviks närhet har dessa instanser ansett att kustområdet är för känsligt för att tillåta en sådan industriell verksamhet som ett djupförvar.

Om kommunens förslag till ny översiktsplan antas skulle det innebära restriktioner för vissa typer av anläggningar, bland annat kärnteknisk verksamhet, inom en stor del av Björksundsområdet. Mot denna bakgrund finner SKB det inte motiverat att driva studierna av alternativet Studsvik/Björksund vidare.

Skavsta/Fjällveden

Alternativet Skavsta/Fjällveden har tillkommit efter remissbehandlingen av den preliminära slutrapporten från förstudien. Det är därför svårt att få en klar bild av hur inställningen till detta alternativ är. En etablering skulle innebära nyanläggning av transportleder och anläggningar, och i driftskedet transporter av använt kärnbränsle genom bland annat två städer. Mot denna bakgrund gör SKB bedömningen att det finns betydande osäkerheter om det går att uppnå erforderligt stöd för lokalisering till Skavsta/Fjällveden.

Simpevarp

En etablering vid Simpevarp innebär sannolikt att djupförvarets ovanjordsanläggning förläggs till befintligt industriområde. En förläggning av djupförvarets underjordsdel väster om Simpevarpshalvön innebär att relativt många markägare berörs. I övrigt skulle ett fåtal beröras av en etablering.

SKB anser att det finns goda möjligheter att få erforderligt stöd från folkvalda, närboende och allmänhet för en djupförvarsetablering vid Simpevarp. Genom kärnkraftverket och CLAB är kärnteknisk verksamhet på orten av tradition starkt associerad med Simpevarp, varför denna plats av många ses som ett naturligt förstahandsval även för ett eventuellt djupförvar.

Oskarshamn södra

SKB bedömer att det generellt finns goda möjligheter att få erforderligt stöd från folkvalda, närboende och allmänhet för en djupförvarsetablering söder om Oskarshamn. Samtidigt gör vi bedömningen att ett förvar i området inte har diskuterats på allvar eftersom de flesta ser Simpevarp som ett naturligt förstahandsval.

Hultsfred östra

En etablering i Hultsfred innebär transporter av använt kärnbränsle, sannolikt från hamnen i Oskarshamn och skulle då beröra fyra kommuner – Oskarshamn, Mönsterås (marginellt), Högsby och Hultsfred.

SKB bedömer att det finns goda möjligheter att få stöd för en djupförvarsetablering. Osäkerheterna bedöms i första hand röra transportfrågan samt de invändningar som lokalt kan finnas mot alla alternativ som innebär att avfallshanteringen sker på någon annan plats än den nuvarande, det vill säga Simpevarp.

SKB:s slutsats

SKB bedömer att det i samtliga förstudiekommuner som ingår i urvalsunderlaget finns ett stöd bland folkvalda och allmänhet som ger goda förutsättningar för att gå vidare med platsundersökningar. Denna bedömning grundar sig bland annat på de opinionsundersökningar som gjorts för SKB:s räkning.

SKB anser att lokaliseringalternativen med avseende på samhällsförutsättningar kan rangordnas, såtillvida att Simpevarp och Forsmark ger bättre förutsättningar än övriga. Ett skäl för detta är att förtroendet för SKB:s verksamhet bedöms vara mest stabilt på de orter där det sedan länge finns kärnteknisk verksamhet. Ett stabilt lokalt förtroende, vunnet genom praktisk handling, ses som en positiv

faktor som kan stärka möjligheterna att genomföra djupförvarsprojektet både på kort och lång sikt.

Vidare konstaterar SKB att en förläggning av djupförvaret till Forsmark eller Simpevarp av många betraktas som naturliga val. Ett vanligt argument för detta är att under förutsättning att säkerhetskraven kan uppfyllas, och att man kan lita på de instanser som har att bedöma detta, så är det svårt att se några rationella argument för andra val än de platser där det redan finns kärntekniska anläggningar. Ett undantag är Studsvik/Björksund där flera remissinstanser fört fram kritiska synpunkter.

Övriga lokaliseringalternativ innebär etablering till orter som inte har kärnteknisk verksamhet. SKB:s uppfattning är att detta kräver en längre diskussion i den aktuella kommunen och bland närboende för att avgöra inställningen till en sådan verksamhet. Mot bakgrund av resultat från opinionsundersökningar och det intresse som folkvalda och allmänhet visat under förstudierna menar SKB att stödet är tillräckligt för att gå vidare med platsundersökningar. Det är först om cirka åtta år som kommunen och berörda behöver ta ställning till en eventuell etablering. Det finns därför god tid till att sätta sig in i frågan.

12.4 SKB:s val av platser

I de föregående avsnitten har SKB redovisat sin värdering av förutsättningarna för att genomföra en etablering av djupförvaret för de lokaliseringalternativ som tagits fram i förstudierna. Separata värderingar har gjorts av förutsättningar och osäkerheter avseende berggrunden, industrietableringen och stöd från samhället. De slutsatser som SKB har dragit från värderingen är följande:

- För alla lokaliseringalternativ finns berggrund med goda förutsättningar att klara säkerhetskraven. I de flesta fall saknas dock kunskap om förhållandena på förvarsdjup, vilket innebär att det i dagsläget inte finns underlag för att rangordna alternativen. Bristen på data från förvarsdjup innebär att det finns risk för att provborrningar visar på sådana förhållanden att en plats måste överges.
- Möjligheten att etablera djupförvarets industriverksamhet och transporter är viktig, men underordnad betydelsen av berggrundens egenskaper. En lokalisering till Simpevarp eller Forsmark bedöms ge särskilt goda förutsättningar att uppfylla kravet på minsta intrång och olägenhet. Där finns även infrastruktur som är anpassad till djupförvarets behov. Även lokaliseringalternativen Hargshamn, Tierp norra, Oskarshamn södra och Hultsfred östra bedöms ha goda förutsättningar.
- Förutsättningarna för att uppnå det förtroende och stöd i samhället som krävs för att djupförvarsprojektet ska kunna genomföras är svårbedömda och kan komma att ändras. Opinionsundersökningar visar att det finns ett gott stöd för platsundersökningar i samtliga förstudiekommuner. Stödet bedöms vara mest stabilt i fallen Forsmark och Simpevarp.

SKB:s mål är att efter platsundersökningarna kunna visa på en plats som uppfyller samtliga krav på en djupförvarsetablering. Valet av platser för platsundersökningar måste göras med utgångspunkt från detta övergripande mål. Det innebär att programmet ska vara så robust att negativa resultat från provborrningar eller förändrade förutsättningar för lokaliseringsprogrammet kan hanteras utan att det övergripande målet äventyras.

SKB konstaterar att Forsmark och Simpevarp har tydliga fördelar ur etablerings- och samhällssynpunkt. De har även god prognos när det gäller berggrunden. Med dessa förutsättningar är det svårt att se några argument för att inte gå vidare med dessa alternativ. SKB:s slutsats är således att dessa två alternativ måste finnas med i nästa skede.

För att programmet ska vara robust menar SKB att de fortsatta lokaliseringsstudierna bör inkludera fler alternativ än dessa två. Därför bör nästa skede omfatta studier av alternativ som har goda förutsättningar, men är olika i förhållande till Forsmark och Simpevarp. I första hand bör tillkommande platser representera andra geologiska förhållanden samt ligga i andra kommuner.

Av lokaliseringsalternativen är det Tierp norra och Fjällveden som kan bidra till större bredd på det geologiska underlaget. Dessa bör därför enligt SKB:s mening ingå bland de alternativ som studeras vidare. Tierp norra ger, tillsammans med Skutskär, goda industriella etableringsmöjligheter. SKB bedömer detta alternativ som fullt realistiskt ur alla aspekter. För Fjällveden finns en större grad av osäkerhet vad beträffar genomförbarheten.

Övriga lokaliseringsalternativ erbjuder inte några uppenbara fördelar ur aspekten geologisk bredd. Det finns emellertid inga vägande skäl att i detta skede vare sig avskryta eller påbörja platsundersökningar för något av dessa alternativ. Hargshamn är det främsta alternativet om platsundersökningar i Forsmark inte skulle kunna påbörjas eller om undersökningarna visar att berggrunden inte klarar kraven. På motsvarande sätt utgör Oskarshamn södra och Hultsfred möjliga alternativ till Simpevarp.

SKB:s uppfattning är att ett val av Forsmark, Simpevarp och Tierp norra för provborringar och fortsatta utredningar, samt ytterligare utredningar om förutsättningarna för alternativet Skavsta/Fjällveden (se figur 12-3) ger en rimlig balans mellan önskemålet om ett fokuserat men robust program och skälig nivå på erforderliga insatser och engagemang från samhällets sida.

Mot bakgrund av ovan redovisade värderingar och nuvarande kunskapsläge prioriterar SKB platsundersökningar med provborring för följande tre lokaliseringsalternativ:

- **Forsmark i Östhammars kommun**

Det prioriterade området är väl definierat och platsundersökningar med provborringar bör kunna inledas kort efter beslut.

- **Simpevarp i Oskarshamns kommun**

Stora områden med potentiellt lämplig berggrund finns väster om Simpevarp, och området närmast kärnkraftverket prioriteras. Här avser SKB även att undersöka förutsättningarna för en förläggning av djupförvarets underjordsdel till Simpevarpshalvön trots att området inte prioriterats ur geologisk synpunkt. SKB anser det motiverat att undersöka om berggrunden fyller kraven mot bakgrund av att en etablering av hela anläggningen inom befintligt industriområde ger minst störning. Platsundersökningar med provborringar bör kunna inledas kort efter beslut.

- **Tierp norra/Skutskär**

Det prioriterade området norr om Tierp är förhållandevis stort varför insatserna inledningsvis måste inriktas mot att precisera ett prioriterat delområde för fortsatta undersökningar samt utreda lämplig utformning av djupförvarets ovanjordsanläggning och transportsystem. Därefter har SKB för avsikt att inleda provborringar inom det prioriterade delområdet. En etablering kräver medverkan av både Tierps och Älvkarleby kommuner.

För Skavsta/Fjällveden i Nyköpings kommun är de största osäkerheterna knutna till industrietableringen och transporterna. SKB planerar därför att i första hand gå vidare med utredningar om dessa frågor för att klarlägga alternativets genomförbarhet. När det gäller berggrunden inom det intressanta området finns redan data från förvarsdjup. SKB avser att nyttja dessa data för en förnyad säkerhetsanalys med den moderna metodik som användes i säkerhetsanalysen SR 97. Provboringar kan bli aktuella först om de tre alternativen ovan inte motsvarar förväntningarna.

Preliminära program för de lokaliseringalternativ som studeras vidare redovisas i kapitel 14.

Om några ytterligare alternativ skulle bli aktuella kommer en diskussion att tas upp med den berörda kommunen och myndigheterna. Innan några undersökningar inleds på en ny plats krävs ett tydligt beslut av kommunen om stöd för en sådan förändring av programmet.

Det är först om cirka åtta år som kommuner och berörda behöver ta ställning till en eventuell lokaliseringsansökan för djupförvaret. Fram till dess ska utredningar och undersökningar om berggrunden, tekniken, miljön och samhälls- aspekterna genomföras för att ta fram det underlag som krävs för att slutligt bedöma lokaliseringsförutsättningarna.

Forsmark

Platsundersökning med provborrningar

Utforma anläggningar

Simpevarp

Platsundersökning med provborrningar

Utforma anläggningar

Tierp norra/ Skutskär

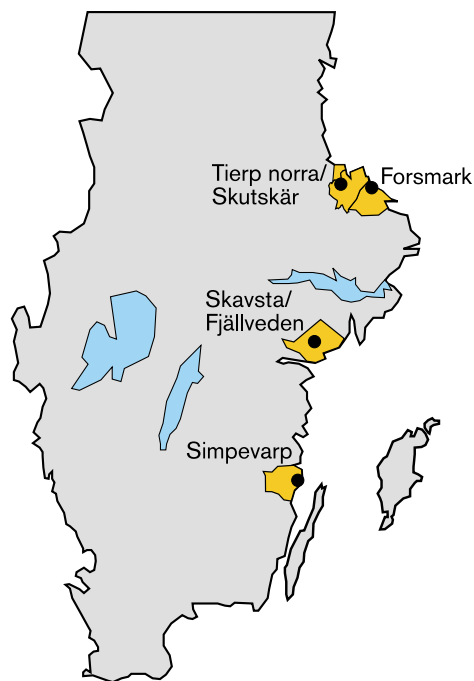
Platsundersökning med provborrningar, men först välja borrområde

Utforma anläggningar och transportlösningar

Skavsta/Fjällveden

Utreda etableringsförutsättningar och transportmöjligheter

Göra säkerhetsanalys



Figur 12-3. Lokaliseringsalternativ som SKB prioriterar för vidare studier.

Del IV– Program

- 13 Platsundersökningsskedet
- 14 Program för Norduppland,
Oskarshamn och Nyköping

13 Platsundersökningsskedet

Målet för platsundersökningsskedet är att få tillstånd att lokalisera och bygga djupförvaret och inkapslingsanläggningen. Lokaliseringsansökningar för dessa anläggningar ska åtföljas av miljökonsekvensbeskrivningar. Dialog och samråd med berörda har från starten ingått som en viktig del i lokaliseringsarbetet. När arbetet övergår i platsundersökningar kan samråd i enlighet med miljöbalkens bestämmelser inledas.

I en platsundersökning insamlas och värderas en stor mängd data om berggrunden. Dessa data behövs för att bedöma säkerheten på lång sikt för ett förvar för använt kärnbränsle på den undersökta platsen. Data behövs även för att beskriva hur djupförvarets anläggningar ovan och under jord kan utformas och byggas med hänsyn till berggrund och infrastruktur. Programmet ger vidare det underlag som behövs för att bedöma vilka konsekvenser ett förvar får för miljön under byggande och drift.

I detta kapitel ges en allmän beskrivning av programmet för platsundersökningsskedet. Tillämpningen av programmet i respektive region presenteras i kapitel 14.

13.1 Mål och omfattning

Målet med platsundersökningsskedet är:

- Att få tillstånd att lokalisera och bygga djupförvaret för använt kärnbränsle.
- Att få tillstånd att lokalisera och bygga inkapslingsanläggningen.
- Att klargöra hur kapseltillverkning och transporter ska ordnas.

Tillståndsansökningarna baseras på ett brett utredningsunderlag. För djupförvaret krävs undersökningar av berget för att avgöra om det går att bygga förvaret på någon av de aktuella platserna och för att göra en säkerhetsanalys. Det är dessa undersökningar som givit platsundersökningsskedet dess namn, eftersom de dominerar verksamheten under detta skede. Undersökningarna av berget ligger till grund för utformning av djupförvarets underjordsdelar men kommer även att påverka placering och utformning av förvarets ovanjordsdelar.

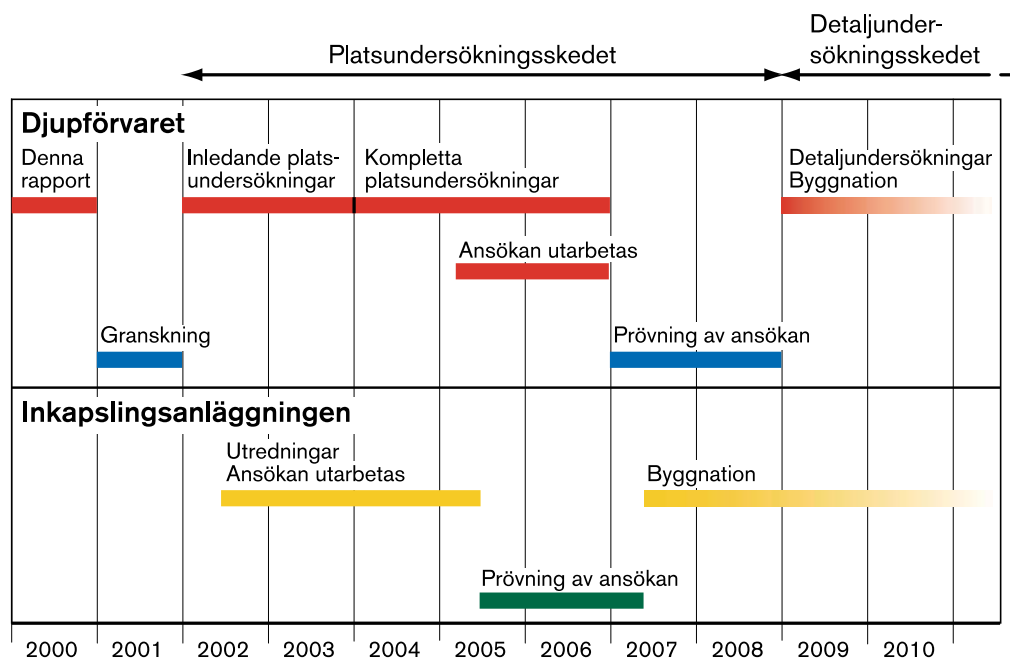
En annan viktig del i arbetet är att utreda och ta fram förslag till lokal utformning och placering av samtliga byggnader och funktioner, och därtill hörande transportsystem och annan infrastruktur. Som en del i detta arbete kommer berörda markområden att undersökas och anläggningarnas påverkan på miljö och samhälle att utredas. Parallellt med utredningsarbetet kommer samråd att ske med länsstyrelse, myndigheter, kommun och med den allmänhet och de organisationer som kan antas bli berörda, i enlighet med miljöbalkens krav och intentioner. När utredningsunderlaget färdigställts kommer SKB att inlämna tillståndsansökningar för inkapslingsanläggningen respektive djupförvaret. Figur 13-1 visar schematiskt de olika verksamheter som ingår i platsundersökningsskedet för djupförvaret respektive inkapslingsanläggningen.

Platsundersökningsskedet omfattar bl a

- provborrning
- säkerhetsanalys
- anläggningsprojektering
- transportutredningar
- miljökonsekvensbeskrivning
- samråd



Figur 13-1. Huvudkomponenterna i lokaliseringsarbetet för djupförvaret och inkapslingsanläggningen under platsundersökningskedet.



Figur 13-2. Översiktlig tidsplan för platsundersökningsskedet med de viktigaste milstolparna angivna.

Tidsplan för platsundersökningsskedet

Figur 13-2 visar en översiktlig tidsplan för platsundersökningsskedet. SKB planerar för att inleda platsundersökningarna för djupförvaret under 2002, och räknar med att ha underlag och ansökningar för djupförvaret framme 5–6 år senare.

För inkapslingsanläggningen finns redan ett omfattande underlag. Ansökan för inkapslingsanläggningen bedöms kunna bli färdig och tillståndsprövningen inledas något år innan motsvarande ansökan för djupförvaret.

Ansökningarna kommer främst att prövas enligt kärntekniklagen, miljöbalken samt plan- och bygglagen. Av central betydelse är den beredning av ärendena som görs av SKI enligt kärntekniklagen. Tillstånds- respektive tillåtighetsprövning kommer att ske hos regeringen, miljödomstolen och kommunen. Tidsåtgången för beredning och prövning av respektive ansökan bedöms till omkring två år.

Det är också lämpligt att söka erforderliga tillstånd för viktiga delar i transportsystemet såsom utbyggnad av eventuella järnvägar och hamnar.

Den tid som behövs för att erhålla tillstånd och bygga en kapselabrik bedöms vara väsentligt kortare än för djupförvaret och inkapslingsanläggningen, varför ansökan för denna anläggning kan lämnas in senare.

13.2 Tillståndsprövning och MKB-arbete

13.2.1 Tillståndsprövning

Tillstånd enligt kärntekniklagen prövas av regeringen efter det att ärendet beretts av SKI. Regeringen ska även pröva tillåtligheten av kärnteknisk verksamhet i enlighet med miljöbalkens kapitel 17 efter beredning av miljödomstolen. Om regeringen förklarar byggandet av anläggningen (inkapslingsanläggningen eller djupförvaret) tillåtligt enligt miljöbalken samt lämnar tillstånd enligt kärntekniklagen, återstår för miljödomstolen att lämna tillstånd och ange villkor enligt miljöbalken.

SKB vill påbörja platsundersökningar 2002

SKI:s och SSI:s skrivelse om MKB i slutförvarsfrågan /13-1/, uttalanden i förarbetena till miljöbalken och följdlagstiftningspropositionen (1977/98:90) ger god vägledning beträffande tågordningen för tillståndsprövning av ett slutförvar för använt kärnbränsle. I och med att samma ärende ska prövas av flera instanser är det lämpligt att en samordning sker. Eftersom miljödomstolen vid prövning enligt miljöbalken inte får ge tillstånd förrän regeringen förklarar verksamheten tillåtlig, bör handläggningen hos SKI och miljödomstolen drivas så att regeringen kan fatta beslut enligt båda lagarna vid ett och samma tillfälle. Detta förutsätter att SKI och miljödomstolen samordnar handläggningen av tillåtlighetsfrågorna så att båda kan lämna sina utlåtanden till regeringen någorlunda samtidigt. I förarbetena till miljöbalken framhålls att såväl miljödomstolen som den berörda kommunen bör ha tillgång till SKI:s och SSI:s bedömningar och granskningar avseende prövningen enligt kärntekniklagen vid sin behandling av tillåtlighetsprövningen enligt miljöbalken.

Kommunens planering och prövning enligt plan- och bygglagen bör kunna ske parallellt med myndighetsprövningen. Här vore det önskvärt att kommunen genom översiktsplanering kompletterad med detaljplan eller områdesbestämmer berett vägen för bygglovsprövningen.

När SKB erhållit erforderliga tillstånd kan bygget av inkapslingsanläggningen respektive detaljundersökningen av djupförvarsplatsen, i praktiken därmed också bygget av djupförvaret, påbörjas.

Kapsel fabriken är en konventionell industrianläggning som inte innehåller någon kärnteknisk verksamhet. Tillståndsprövningen blir därmed väsentligt enklare, dels genom att ingen prövning sker enligt kärntekniklagen, dels för att det inte behövs någon tillåtlighetsprövning av regeringen enligt miljöbalkens 17:e kapitel. Kvar blir då prövning hos miljödomstol och kommun enligt miljöbalken samt plan- och bygglagen.

13.2.2 Miljökonsekvensbeskrivning och samråd

SKB har alltsedan lokaliseringsarbetet inleddes 1992 i olika former samrått med bland annat myndigheter och berörda kommuner. Särskilda insatser har gjorts för att i enlighet med regeringens beslut över FUD-program 98 "...samråda med berörda kommuner, länsstyrelser och myndigheter". I samband med att platsundersökningar med bland annat djupborrning inleds, avser SKB att formellt anmäla djupförvarsärendet till länsstyrelsen för samråd enligt miljöbalkens bestämmelser. Tidigt samråd ska hållas med länsstyrelsen och med enskilda som särskilt berörs av den planerade verksamheten. För en kärnteknisk anläggning följs det tidiga samrådet av ett utökat samråd som inkluderar berörda myndigheter, kommun, allmänhet och organisationer. Detta utökade samråd ska avse verksamhetens eller åtgärdens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt innehåll och utformning av miljökonsekvensbeskrivningen. Samrådet kommer att fortgå under hela platsundersökningsskedet. SKB:s mål är att det ska resultera i en genomarbetad och väl förankrad miljökonsekvensbeskrivning som underlag för beslut i inkapslings- respektive djupförvarsärendet. Nedan följer en mer detaljerad redovisning av den planerade utformningen av samrådet. Tidigare genomfört samråd med fokus på det samråd som SKB haft under framtagningen av föreliggande rapport beskrivs i bilagan.

Samråd inför start av platsundersökningar

Denna rapport kommer att granskas av SKI och remissbehandlas. I samband därmed planerar SKI offentlig utfrågning i de kommuner som föreslås för platsundersökning. När SKI remissbehandlat och granskat SKB:s samlade redovisning och "inspektionen anser att redovisningarna är fullständiga skall inspektionen överlämna dem till regeringen så att nödvändiga beslut fattas". Vid ett för SKB positivt regeringsbeslut kan därefter de kommuner som är aktuella för platsundersökningar ta ställning till om man vill fortsätta att delta i lokaliseringsprocessen. Kommunernas beslut förväntas komma under slutet av år 2001.

Tidigt samråd

Genomförs för att SKB ska få synpunkter från länsstyrelsen och enskilda som kan bli särskilt berörda

Utökat samråd

Innefattar även övriga statliga myndigheter, de kommuner, den allmänhet och de organisationer som kan antas bli berörda

Platsundersökningar är inte tillståndspliktiga enligt miljöbalken

Platsundersökningar är i sig inte någon tillståndspliktig verksamhet och väntas inte leda till några påtagliga störningar av skyddsvärda intressen. Verksamheten ska dock anmälas till berörda länsstyrelser enligt kapitel 12 i miljöbalken för ej tillståndspliktig verksamhet och till kommunen. Anmälan till både kommunen och länsstyrelsen kommer att åtföljas av en beskrivning av den verksamhet platsundersökningen innebär, dess utformning och omfattning, eventuella intrång på den omgivande miljön samt de skyddsåtgärder SKB planerar att genomföra. Ett kvalitets- och kontrollprogram kommer att finnas för att följa upp företagets åtaganden. SKB avser att träffa överenskommelser med markägarna angående undersökningsverksamheten.

SKB kommer att utarbeta lokalt anpassade program för platsundersökningsskedet och i samråd med kommuner, myndigheter och andra berörda utforma programmet så att störningar begränsas (se kapitel 14).

Samråd inför ansökan om lokalisering av djupförvaret

I samband med att platsundersökningarna påbörjas anmäls ärendet om etablering av djupförvaret för använt kärnbränsle till berörda länsstyrelser enligt bestämmelserna i miljöbalken. SKB inleder därmed ett tidigt samråd enligt kapitel 6 i miljöbalken, med länsstyrelsen och den allmänhet som antas kan bli särskilt berörd av ett framtida djupförvar i någon av de aktuella kommunerna. Det samrådsarbete som redan nu pågår övergår då till lagstadgade samrådsförfaranden i miljöbalkens mening. För inkapslingsanläggningen görs på samma sätt en anmälan till länsstyrelsen i Kalmar län, eftersom huvudalternativet är en lokalisering vid CLAB. På de övriga platser där samråd kommer att ske om ett eventuellt djupförvar, tas även alternativet med en lokalisering av inkapslingsanläggningen intill djupförvaret upp som en del av dessa samråd. Den syn länsstyrelserna i de aktuella länen har på samrådsfrågorna framgår av en nyligen utgiven promemoria /13-2/. MKB-forum i Kalmar län har utarbetat en rapport om avgränsningar av frågeställningar inför platsundersökningsskedet som ett underlag för diskussion med närboende, allmänhet och grannkommuner /13-3/.

När länsstyrelserna har fattat sina beslut om utökad samråd, kommer SKB även att samråda med de centrala myndigheterna om vilka krav de ställer på en miljökonsekvensbeskrivning. Då startar också ett utökad samråd med länsstyrelsen, "särskilt berörda" (markägare, närboende och andra som direkt kan påverkas eller antas kunna bli berörda av en etablering i sin närhet), berörda kommuner, myndigheter, miljö- och naturvårdsorganisationer, allt i enlighet med vad som framgår av författningskommentaren till 5 § 6:e kapitlet miljöbalken /13-4/. SKB kommer även att beakta Naturvårdsverkets allmänna råd om miljökonsekvensbeskrivningar enligt miljöbalken /13-5/, vilka ger god vägledning om hur olika moment i det kommande MKB-arbetet kan bedrivas. Dessa råd är för närvarande under remissbehandling.

Utökade samråd väntas pågå fram till dess platsundersökningarna är avslutade och resultaten utvärderade. Arbetet ska mynna ut i en miljökonsekvensbeskrivning som ligger till grund för tillståndsansökan.

I FUD-program 98 presenterade SKB ett förslag till innehåll i en miljökonsekvensbeskrivning. Den ska identifiera och beskriva direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten vid djupförvaret kan ha på människor och miljö samt på hushållningen med naturresurser. Inom ramen för de lagstadgade samråden med berörd allmänhet, kommunen och myndigheter kommer en närmare beskrivning av innehållet att växa fram genom den diskussion som SKB har med olika samrådsparter. Genom dessa samråd kan olika intressenter påverka utformningen av den planerade verksamheten, exempelvis hur bergmassor ska hanteras eller hur vägar dras. Bedömningar som rör innehåll och omfattning av en miljökonsekvensbeskrivning, kommer att vara centrala frågor att diskutera under dessa samråd. SKB kommer även att inom ramen för samråden regelbundet redovisa hur arbetet fortskrider med undersökningar, utvärderingar, säkerhetsanalys och anläggningsprojektering.

SKB anmäler till länsstyrelsen

Länsstyrelsen beslutar om utökad samråd

- Generellt program
- Ämnesspecifika program
- Platsspecifika program

För inkapslingsanläggningen kommer en miljökonsekvensbeskrivning att tas fram på motsvarande sätt som underlag för en tillståndsansökan för att lokalisera och uppföra denna anläggning.

13.3 Geovetenskapliga platsundersökningar

Regeringen har i sitt beslut över FUD-program 98 /13-6/ krävt att SKB innan platsundersökningar påbörjas redovisar ett tydligt program för platsundersökningar. Ett sådant program har tagits fram /13-7/ baserat på SKB:s erfarenhet av bergundersökningar vilka redovisas i kapitel 9.

I programmet redovisas omfattningen av den geovetenskapliga information som SKB avser att samla in på en plats och hur informationen ska användas vid utvärdering av platsens lämplighet för ett djupförvar. Programmet är generellt och utgår från förutsättningen att djupförvaret ska anläggas på den undersökta platsen. Det generella programmet kommer i början av 2001 att kompletteras med mer detaljerade beskrivningar, så kallade ämnesspecifika undersökningsprogram, som redogör för vilka undersökningsmetoder och vilka mätutrustningar som kommer att användas i olika skeden av platsundersökningarna.

Undersökningarna omfattar även inventering och övervakning av platsens natur- och kulturvärden. Inventeringen görs i ett tidigt skede för att de platsspecifika programmen ska kunna planeras så att undersökningarnas påverkan på känsliga natur- och kulturvärden ska bli så liten som möjligt. Detta följs sedan upp vid genomförandet av undersökningarna.

Platsspecifika program kommer att tas fram under 2001 för de områden som föreslagits för platsundersökningar. Dessa program utgår från det generella programmet och anpassar detta till de specifika förhållanden som råder på den aktuella platsen (se kapitel 14). Exempel på vad som styr utformningen av dessa program är storleken på intressant område, till vilken detaljeringsgrad och tillförlitlighet de geovetenskapliga förhållandena är kända, vilka markförhållanden som råder, vilka specifika geologiska frågetecken som finns, tillgänglig infrastruktur och kultur- och naturvårdsintressen. Vid utformning av programmen kommer samråd att ske med markägare, närboende, kommun, länsstyrelse och andra berörda intressenter i syfte att begränsa störningar på mark och miljö från undersökningsverksamheten.

13.3.1 Generellt program för undersökning och utvärdering

De geovetenskapligt inriktade insatserna ska ge det breda kunskapsunderlag som erfordras för att nå de övergripande målen med platsundersökningsskedet som redovisats i avsnitt 13.1. Underlaget ska nyttjas för att utvärdera undersökta platser lämplighet för djupförvaret och ska vara tillräckligt omfattande för att:

- Visa hur den valda platsen uppfyller krav på säkerhet och tekniska förutsättningar.
- Kunna ligga till grund för anpassning av djupförvaret till platsens förutsättningar med acceptabel inverkan på miljö och samhälle.
- Möjliggöra jämförelser med andra platser som undersökts.

Aktiviteter och huvudrapporter

Under en platsundersökning genomförs ett stort antal aktiviteter med olika syften. De aktiviteter som syftar till att kartlägga platsens tekniska och säkerhetsmässiga förutsättningar för djupförvaret kan delas in i undersökningar, projektering och säkerhetsanalys. Dessa aktiviteter resulterar i var sin huvudrapport:

- Platsbeskrivning
- Anläggningsbeskrivning
- Säkerhetsrapport

Förutom framtagning av dessa rapporter sker en kontinuerlig överföring av data från undersökningar och projektering till arbetet med miljökonsekvensbeskrivningen.

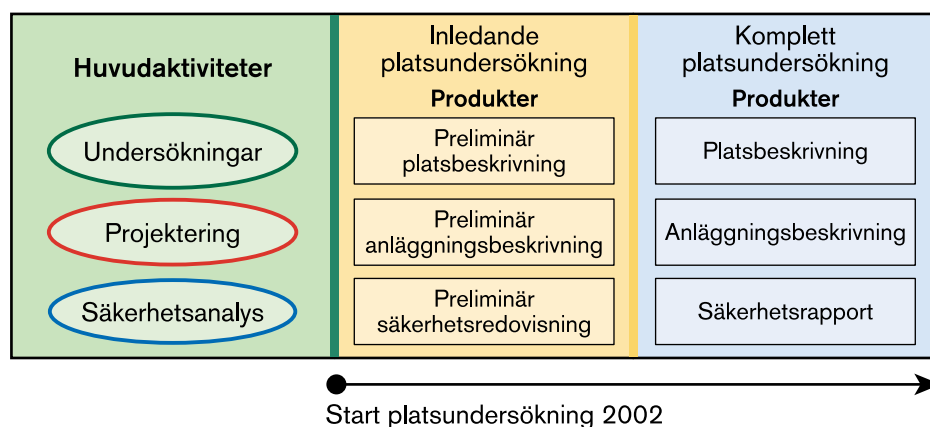
Platsbeskrivningen redovisar alla insamlade data och modellresultat som är av betydelse för den samlade vetenskapliga förståelsen av platsen, projekteringen och säkerhetsanalysen. Platsbeskrivningen ska dessutom beskriva nuvarande tillstånd och naturligt pågående processer på platsen och i omgivningen. För detta ändamål upprättas geovetenskapliga modeller samt modeller av ekosystemet.

Anläggningsbeskrivningen redovisar förvarets utformning och möjliga layoutalternativ baserade på data från undersökningarna. Även placeringen av anläggningsdelar ovan jord liksom platsspecifika förutsättningar för de olika bergarbeten som ska utföras, som krav på bergförstärkning, täthetskrav eller val av material för återfyllnad redovisas. En teknisk riskvärdering genomförs, med bland annat en beskrivning av osäkerheter i gjorda kalkyler och miljöpåverkan av anläggningsarbeten. I anläggningsbeskrivningen redovisas val av teknik, förvarslayout under jord och placering av anläggningsdelar ovan jord, liksom hur bergmassor ska hanteras.

Säkerhetsrapporten visar hur den långsiktiga säkerheten är uppfylld för det planerade djupförvaret baserat på undersökningsresultat och förvarslayout. Säkerhetsanalysen får data från de andra huvudaktiviteterna och genomför sedan delanalyser av termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska förlopp kring djupförvaret liksom beräkningar av radionuklidtransport. Resultaten av olika delanalyser kan till exempel användas som underlag för val mellan alternativa förvarsutformningar eller för val av återfyllningsmaterial. Data ska ge underlag för en analys av minst samma omfattning som säkerhetsanalysen SR 97.

Som framgår av figur 13-3 tas det tidigt fram preliminära versioner av ovan nämnda huvudrapporter som uppdateras, utökas och modifieras fram till slutdokumenten.

Undersökningarna ska ge data om biosfär och geosfär på platsen som underlag för att platsanpassa djupförvaret och analysera dess långsiktiga funktion och radiologiska säkerhet. Undersökningarna omfattar följande arbetsmoment: inventering, planering, fältarbete, tolkning, dokumentation och arkivering. Valet av parametrar som behöver bestämmas baseras på SKB:s erfarenhet av undersökningar av berg, inklusive Äspölaboratoriet, och från olika funktions- och säkerhetsanalyser som har genomförts. Databehovet har stämts av mot erfarenheter och slutsatser från SKB:s senaste säkerhetsanalys SR 97 /13-8/. I det geovetenskapliga platsundersökningsprogrammet /13-7/ redovisas undersökningsmetoderna och de parametrar som kan bestämmas.



Figur 13-3. Aktiviteter och huvudrapporter under platsundersökningarna. Rapporterna är en del av underlaget inför ansökan om lokaliseringstillstånd för djupförvaret.

Geovetenskaplig modell

Beskrivning av bergets och grundvattnets egenskaper

Förvarslayout

Placering av förvarets underjordsdelar såsom deponeringsområden, centralområde och tillfartstunnlar, se kapitel 6

Termiska förlopp

Hur värme sprider sig

Hydrauliska förlopp

Hur grundvattnet rör sig

Projekteringen ska anpassa utformningen av anläggningarna ovan och under jord, transportlösningarna, tekniska försörjningssystem med mera till lokala förhållanden. Utgångspunkten är den referensutformning av systemet som redovisats i systemanalysen /13-9/. Arbetet innefattar såväl utformningen av anläggningar och system som planeringen av verksamheterna under bygg- och driftskedena. En frihet finns i fördelningen av funktioner mellan anläggningsdelar och placeringen av dessa delar i förhållande till varandra. Frånsett beroendet av de data om berget som platsundersökningarna ska ge skiljer sig inte projekteringen av djupförvaret väsentligt från motsvarande tekniska planering för andra industrietableringar.

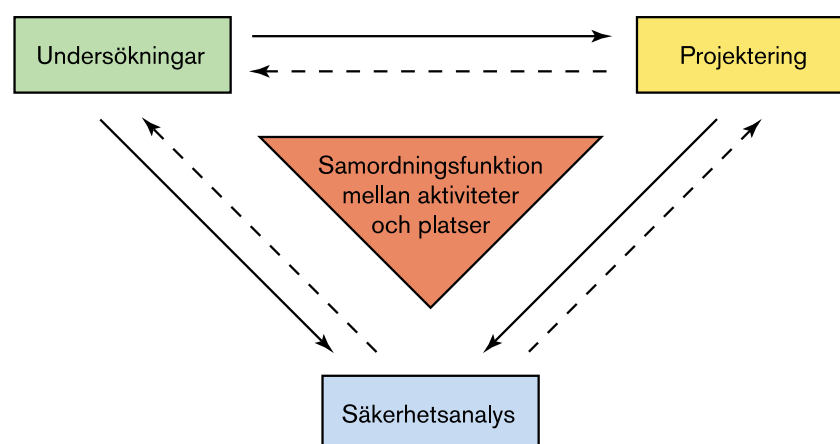
Mellan undersökningar, projektering och säkerhetsanalys sker ett kontinuerligt och omfattande informationsutbyte. I figur 13-4 symboliserar de heldragna pilarna vägar för informationsutbyte, där resultaten från undersökningar och projektering ligger till grund för säkerhetsanalysen. De streckade pilarna i figuren symboliserar behovet av återkoppling från projektering och säkerhetsanalys till undersökningar. Mitt i figuren finns den viktiga samordningsfunktionen som dels svarar för att en samlad utvärdering görs av platsens förutsättningar, dels för att det finns en samordning mellan olika huvudaktiviteter och olika platser. Den sistnämnda punkten är viktig med tanke på fördelning av undersökningsresurser men framför allt för att platserna efter avslutade undersökningar ska kunna jämföras i en ansökan om lokalisering av djupförvaret till en av de undersökta platserna.

Inledande platsundersökningar

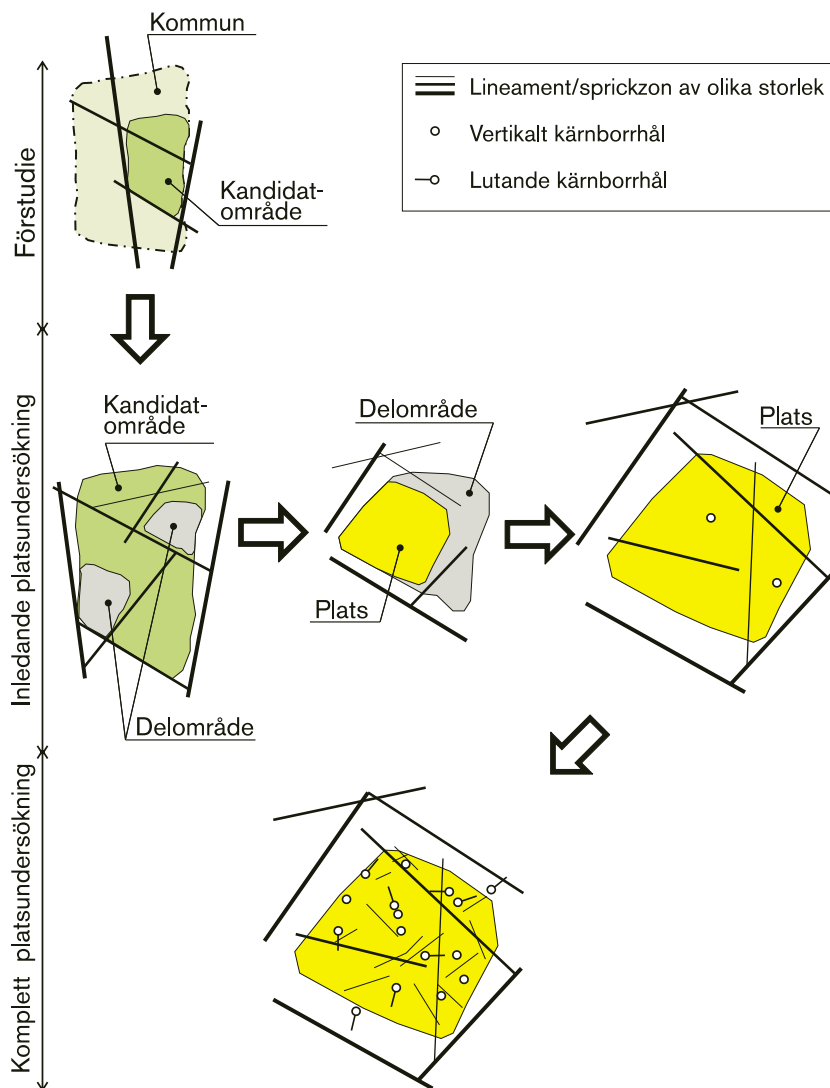
Platsundersökningsskedet är så omfattande i tid, rum och innehåll att en indelning i två etapper är nödvändig för ett rationellt genomförande av alla undersökningar och analyser, se figur 13-5. En etappindelning ger också bättre möjligheter att platsanpassa undersökningsmetodikerna och att återkoppla till platsutvärderingen.

Platsundersökningarnas första etapp benämns inledande platsundersökning. Huvudmålen för denna etapp är:

- Att identifiera och välja den plats inom ett angivet kandidat område som bedöms vara mest lämpad för djupförvaret och därmed också den del av området där de fortsatta undersökningarna ska koncentreras.
- Att med begränsade insatser avgöra om förstudiens bedömning om platsens lämplighet kvarstår även med data från djupet.



Figur 13-4. Illustration av informationsutbytet mellan huvudaktiviteterna undersökningar, projektering och säkerhetsanalys. I figurens mitt finns en samordningsfunktion som svarar för den samlade utvärderingen av platsen och samordning mellan olika huvudaktiviteter och olika platser.



Figur 13-5. Under den inledande platsundersökningen identifieras en plats där komplett platsundersökning sedan genomförs. Platsen ska med bred marginal rymma ett djupförvar och dess närmaste omgivning.

Med plats menas här en prioriterad del av ett kandidat-område. Platsen ska med bred marginal ha den storlek som krävs för att rymma djupförvaret och dess närmaste omgivning, uppskattningsvis cirka 5–10 kvadratkilometer.

Utgångsläget för platsundersökningar är olika för de olika lokalisering-alternativen. De områden som identifierats är olika stora, det finns skillnader i det geovetenskapliga kunskapsunderlaget och platsspecifika frågor har stor betydelse för lämpligheten. De inledande undersökningarna kommer att anpassas till dessa platsspecifika förutsättningar. Platsspecifika program kommer att tas fram, se kapitel 14, och följande presentation ska därför ses som ett möjligt genomförande av en inledande platsundersökning.

Undersökningarna utgår från förstudiernas redovisning om respektive kandidat-områdes berggrund och biosfär som baserades på befintlig information och kompletterades med begränsade fältstudier. För att kunna identifiera och välja lämplig plats inom området inleds undersökningarna med översiktlig geologisk kartläggning och geofysiska mätningar. De geofysiska mätningarna görs från helikopter för att erhålla detaljerad information om bergets elektriska och magnetiska egenskaper. Om andelen berg i dagen är begränsad kan markradar och seismik användas för att bestämma jordlager och bergytans läge. Det kan då också bli aktuellt att borra eller gräva ner till bergytan för att kunna ta berg-prover.

Geologisk kartläggning

Kartering av bergarter och sprickor

Markradar

Används för kartläggning av jordlager, grundvattenyta och bergyta

Geofysiska mätningar

Mätning med instrument av bergets fysikaliska egenskaper

Seismiskt observationsnät

System för att mäta jordskalv

Reflektionsseismik

Metod för att undersöka berget med ljudvågor, liknande ekolod

Yt- och grundvattenförhållanden studeras främst genom hydrologisk kartläggning, inventering och provtagning av vattendrag, källor och brunnar. I början av undersökningarna upprättas ett mätprogram för alla hydrologiska och meteorologiska parametrar som ska mätas under lång tid.

Under det inledande skedet etableras ett seismiskt observationsnät för att om möjligt få ett underlag för bedömning av framtida seismiska risker.

Resultaten, främst från helikoptermätningarna och den geologiska karteringen, används för att bestämma läget på platsen inom kandidatområdet och placering av de första borrhålen för att undersöka bergets egenskaper på djupet. Ett borrhåll- och undersökningsprogram med 2–3 djupa kärnborrhål görs för att i första hand kunna avgöra om den prioriterade platsen inte kan accepteras eller att den är klart olämplig för djupförvaret. I anslutning till borrhållningarna görs reflektionsseismiska mätningar omfattande kilometerlånga, korsande profiler. Metoden ger möjlighet att indikera förekomst av större flackt liggande deformationszoner vilka kan begränsa utnyttjandet av berget om de finns på ogynnsamt djup. Resultatet av de reflektionsseismiska mätningarna används också för att detaljplanera det fortsatta borrhåll- och undersökningsprogrammet.

I borrhålen undersöks bergartsfördelning, förekomst av större och mindre sprickzoner, grundvattnets kemiska sammansättning, bergets och sprickzonernas vattengenomsläpplighet samt bergspänningar och bergets hållfasthet. Därefter installeras mätutrustning i hålen för att studera förändringar i grundvattentryck och grundvattnets kemiska sammansättning.

Erhållna data samlas efter kvalitetskontroll i en platsspecifik databas. En samlad utvärdering görs av erhållna data, modeller över bergförhållanden och ekosystem upprättas och preliminära förvarslayouter tas fram. Resultaten från de inledande platsundersökningarna redovisas i preliminära rapporter med motsvarande uppläggning som för slutrapporterna, men på basis av det begränsade underlag som tas fram i detta skede.

Den preliminära platsbeskrivningen innehåller en sammanställning av de översiktliga fältstudier som utförts inom kandidatområdet. Sammanställningen beskriver även de regionala förhållandena och redovisar insamlade data och tolkade parametrar för de djupundersökningar som utförts på den prioriterade platsen.

Den preliminära anläggningsbeskrivningen som utarbetas med den preliminära platsbeskrivningen som underlag, redovisar alternativa förslag till situationsplan och layout för djupförvaret. I detta skede finns dock begränsade möjligheter att anpassa anläggningen till bergets faktiska förhållanden och egenskaper.

Vad gäller den långsiktiga säkerheten förväntas underlaget efter den inledande platsundersökningen inte vara tillräckligt för att genomföra en omfattande säkerhetsanalys. Den preliminära säkerhetsredovisningen kommer därför i första hand att innehålla:

- Avstämning mot de krav och kriterier som formulerats i /13-10/.
- Jämförelser med förhållandena vid de tre platser som analyserades i SR 97 /13-8/ och vad som därigenom kan sägas om förväntat utfall av en säkerhetsanalys baserad på data från en komplett platsundersökning.
- Enkla analytiska nuklidtransportberäkningar av det slag som genomfördes i SR 97, med de nya platsspecifika data som kan finnas tillgängliga.
- Redovisning av databehov i nästa etapp av platsundersökningarna baserat på resultat från ovannämnda jämförelser och beräkningar.

Undersökningarna på platsen avbryts om de krav på berget som redovisats i kapitel 10 /13-10/ inte kan uppfyllas, till exempel om det på förvarsdjup finns löst syre, för hög salthalt i grundvattnet, olämpliga bergmekaniska förhållanden eller omfattande förekomst av brytvärda mineraler. Förekomst av större sprickzoner är av stor betydelse för hur den undersökta bergvolymen kan utnyttjas för förvaret.

Tidsåtgången för den inledande platsundersökningen uppskattas till 1,5–2 år.

Komplett platsundersökning

Om bedömningen visar att det fortfarande finns goda förutsättningar för att lokalisera djupförvaret till de undersökta platserna följer kompletta platsundersökningar, se figur 13-5. Syftet med dessa är att ta fram all den kunskap om berget och dess egenskaper som behövs för en platsbeskrivning, en förvarslayout och en säkerhetsanalys.

Undersökningarna under det kompletta platsundersökningsskedet domineras av borring och borrhålsundersökningar av olika slag. Fortsatt kartläggning och mätningar på markytan förekommer även under detta skede, främst för att detaljera den geologiska kartläggningen och att genomföra detaljerade geofysiska mätningar. Även i det omkringliggande området görs det kompletterande undersökningar i detta skede.

Hammarborrhål utförs vanligtvis ner till maximalt 200 meter och kärnborrhål oftast till djup mellan 500 och 1 000 meter. Borrhålen riktas vanligen inom intervallet från vertikalt (90°) till cirka 50° från horisontalplanet. Det kan även bli aktuellt att borra korta kärnborrhål eller hål djupare än 1 000 meter på den prioriterade platsen eller i dess omgivningar.

Antalet borrhål i borrprogrammen och mätningarnas omfattning kan inte specificeras i förväg, eftersom de beror på förhållandena på platsen. En rimlig uppskattning är att det kan krävas 10–20 kärnborrhål och ungefär lika många hammarborrhål.

Borringarna genomförs i deletapper, där 3–4 hål borrar samtidigt. Därefter följer mätningar och utvärdering av resultaten. Borringen av ett djupt hål tar några månader och därefter följer mätningar i borrhålet under cirka ett halvår. Preliminärt räknar vi med att det behövs tre borretapper för att få en god beskrivning av en plats.

Efter varje deletapp uppdateras bergmodeller, layout och utvärderingen av den långsiktiga säkerheten. Analysen av osäkerheterna i modellbeskrivningarna används för att styra nästa borretapp. Borrhålen placeras och riktas för att till exempel bekräfta förekomst, läge, orientering och egenskaper hos deformationszoner och bergartsgränser. Ett antal hål borrar för att få data från potentiellt lämpliga förvarsvolymer mellan deformationszonerna. Det är egenskaper och förhållanden i denna berggrund som är mest väsentlig för säkerhetsanalysen. Resultaten värderas relativt de krav och kriterier som redovisats i kapitel 10 och med avseende på kvarvarande osäkerheter i beskrivningen av platsen. Denna värdering ligger till grund för beslut om undersökningarna ska fortsätta med ytterligare en borretapp eller ej. Undersökningarna avbryts när tillförlitligheten i platsbeskrivningen har nått en sådan nivå att underlaget för säkerhetsanalys och projektering är tillfredsställande eller att underlaget visar att berget inte fyller kraven.

Tidsåtgången för de kompletta platsundersökningarna uppskattas till 3,5–4 år.

13.3.2 Undersökningarnas miljöpåverkan

I det generella programmet /13-7/ beskrivs översiktligt den miljöpåverkan som platsundersökningarna kan ge upphov till. De platsspecifika programmen som tas fram under år 2001 kommer att innehålla mer detaljerad information.

Mätningar från helikopter

Under de inledande platsundersökningarna kan helikopterburna geofysiska mätningar komma att genomföras, se figur 13-6. Mätningarna kommer sannolikt att täcka ett område på 100–300 kvadratkilometer. Flygningar genomförs på 30–60 meters höjd längs linjer med 50–100 meters mellanrum. Detta kommer att ge bullerstörningar under några veckor.

Hammarborrhål

Vanliga brunnborrhål i berg, oftast 115 mm i diameter

Kärnborrhål

Görs för att erhålla ett kontinuerligt prov av berget i form av borkärnor. Borrhålet är oftast 76 mm i diameter



Figur 13-6. Geofysiska mätningar från helikopter. Instrument som registrerar bland annat berggrundens magnetiska och elektriska egenskaper placeras i mätsonder under helikoptern. (Bild från mätningar i Finland, fotomontage.)

Mätningar från mark

De nuvarande förhållandena inom områdets ekosystem, liksom uppföljning av hur de påverkas av platsundersökningarna kommer att dokumenteras. Med denna kunskap blir det också möjligt att anpassa undersökningsverksamheten så att bland annat värdefulla natur- och kulturvärden kan skyddas och vårdas och så att den biologiska mångfalden bevaras. För den plats där djupförvaret byggs utgör dokumentationen utgångsläget för den fortsatta uppföljningen av utvecklingen, i enlighet med det kontrollprogram som kommer att upprättas i samband med en lokaliseringsansökan. Som en del av kontrollprogrammet kan det bli aktuellt att göra mätningar i ett referensområde för att få data på naturliga förändringar i en miljö som inte påverkas av undersökningarna.

Mätningar på markytan handlar framför allt om geologisk kartering och markgeofysiska mätningar, men också i mindre omfattning om hydrologisk och vattenkemisk verksamhet samt studier av mark- och miljöförhållanden.

Geologisk kartläggning innebär systematiska iakttagelser och enkel provtagning av berg och jord för att upprätta geologiska kartor. Normala arbetsverktyg är hammare och spade. För den berggrundsgeologiska karteringen krävs ibland att bergytan tillfälligt friläggs längs profiler, ofta med hjälp av grävmaskin. Ingrepets omfattning blir beroende av jordtäckets tjocklek. Jordtäckets återställs efter karteringen.

Vid geofysiska undersökningar används olika mätinstrument. Vissa är handburna, medan andra kräver mer omfattande hantering. För några metoder läggs kablar tillfälligt (under några veckor) ut längs linjer eller i slingor. De förorsakar ingen skada på marken eller annan omgivningspåverkan. I vissa fall sätts stakkäppar ut för att markera mätpunkter eller mätprofiler. Vid seismiska mätningar används sprängskott som medför visst buller och kan ge upphov till mindre gropar eller upphöjningar.

Sammantaget kan det sägas att de geofysiska mätningarna och geodetiska inmätningarna sällan åstadkommer varaktiga sår i naturen. Tät undervegetation måste ibland röjas för sikt och framkomlighet längs mätlinjer. Beroende på markens

beskaffenhet får man ibland viss spårbildning, men i jämförelse med vanligt skogsarbete (avverkning, timmerkörning, markberedning och plantering) är denna påverkan liten.

Till hydrologisk och grundvattenkemisk verksamhet hör att kartlägga vattendrag och att ta vattenprover. Vid kartläggning av avrinningsområden och mätning av vattenflöde kan det vara lämpligt att anlägga mätstationer i åar och bäckar. En mindre mätvall eller annan anordning byggs då för att samla ihop vattenflödet till en mätbar ström. Mättrör kan komma att placeras ut på lämpliga ställen för mätning av grundvattennivån. Likaså kan ett litet antal meteorologiska mätstationer komma att utplaceras. Inget av detta kan rimligen uppfattas som störande.

Borrverksamhet

Borrning är den tyngsta verksamheten som bedrivs under platsundersökningarna. Den medför också störst omgivningspåverkan. Två huvudtyper av borrhål görs, kärnborrhål och hammarborrhål. De medför olika slags ingrepp på platsen. De 10–20 djupare kärnborrhålen borraras med större maskiner, se figur 13-7. Efter ett omfattande och långvarigt mätprogram ska genomföras i dessa hål behövs vägar fram till borrhålets plats.

Ett arbetslag på en borrhålsplats för kärnborrning består vanligen av 3–4 personer inklusive platsgeolog. I anslutning till bormaskinen placeras containrar och bodar, som används som förråd, verkstad, laboratorium, arbetsplats för platsgeologen och som personalutrymmen.

Att borra ett 1 000 meter djupt kärnborrhål tar några månader och därefter följer mätningar i borrhålet. Under borrhållningen används vatten för kylning av borkronan. Vattnet hämtas i tank eller pumpas från en brunn i närheten. Merparten av spolvattnet återcirkuleras, det vill säga pumpas upp igen ur borrhålet, varefter det leds bort för rening i sedimentationsbassänger, och utsläpp i lämpligt vattendrag. Om salthalten i spolvattnet är för hög, kommer åtgärder att vidtas, för att undvika skador på omgivande djur- och växtliv. Åtgärder kan vara utspädning, bortledning till större vattendrag, eller borttransport i vattentankar.

Pumpningen ur borrhålet utförs med hjälp av tryckluft. Så länge pumpningen pågår kommer vattennivån i borrhålet att vara avsänkt cirka 40–60 meter under



Figur 13-7. Exempel på arbetsplats för kärnborrning.

Spolvatten används för att kyla borkronan och föra bort nedmalt berg från hålet

Vatteninjektionstest och pumptest

Metoder för mätning av bergets vatten-genomsläpplighet

normal grundvattennivå i berggrunden. Grundvattenavsänkningens storlek avtar med avståndet från borrhålet. På ett avstånd av 200–400 meter märks ingen avsänkning. Grundvattennivån i det överliggande jordlagret beror främst på jordlagrets sammansättning och kontaktytan med berget. Om jordlagret är tätt blir avsänkning i jorden liten. När pumpningen upphör återhämtar sig grundvattennivån i berggrunden och jordlagret inom några dagar till ursprunglig nivå.

Hammarborrning utförs med vanliga brunnsborrningsmaskiner som kan tas ut till borrhålets plats på larvband. Även under hammarborrning, som tar några dagar, är grundvattennivån avsänkt i anslutning till borrhålet. Avsänkningens storlek liksom tiden för återhämtning är ungefär samma som för kärnborrning.

Borrhålen kommer att fördelas över hela undersökningsområdet. Placeringen av varje enskilt borrhål styrs av vetenskapliga mål, men hänsyn kommer att tas till ordinarie markanvändning och platsens natur- och kulturvärden. Bullret från en bormaskin är i nivå med bullret från en skogsavverkningsmaskin. Den senare förflyttar sig dock över större ytor än hammarbormaskinerna som är stationära under merparten av arbetet.

Mätningar i borrhål

Efter borringarna utnyttjas borrhålen för mätningar av olika slag, vanligen under cirka ett halvår. Efter mätningarna installeras ofta fast borrhålsutrustning för långtidsregistrering av bland annat grundvattennivåer. I några hål kan det bli aktuellt att genomföra mätningar under längre tid.

Vid hydrauliska tester och vattenprovtagning krävs lyft- och mätutrustningar. Dessa är ofta monterade i containrar eller mätvagnar som placeras rakt över borrhålet. Vid vatteninjektionstester och pumptester hanteras vatten på ett liknande sätt som vid spol- och returvattenhanteringen vid borring. Dock är vattenmängderna avsevärt mindre med undantag för långtidspumptester. Om vattnet har hög salthalt måste det omhändertas på liknande sätt som vid borring.

Bygge av skogsbilvägar

Personal och utrustning för borring och mätning kan transporteras på vägar med en standard som vanliga skogsbilvägar. Utan vägar måste personal och utrustning transporteras ute i terrängen, vilket ger upphov till spårskador som kan bli omfattande och mer miljöstörande än vägar. I största möjliga utsträckning utnyttjas befintligt vägnät inom undersökningsområdet, men nyanläggning av skogsbilvägar kan erfordras och anpassningar kommer då att göras så att miljöstöringarna blir godtagbara. För varje borrhål krävs i princip en anslutningsväg till befintligt vägnät och en vändplats vid borrhålet. De nyanlagda skogsbilvägarna kan även bli till nytta för såväl markägaren som för det rörliga friluftslivet, särskilt efter genomförd platsundersökning.

Transporter

På vägarna kommer både material- och personaltransporter att ske under hela platsundersökningskedet. Den övervägande delen kommer att utgöras av personals personbilstransporter. Tyngre transporter sker främst vid borring och under den första mätperioden.

13.4 Inkapslingsanläggning och kapselabrik

I platsundersökningsskedet ingår även arbete med att ta fram underlag för lokalisering av inkapslingsanläggning och kapselabrik. Beträffande lokaliseringen av inkapslingsanläggningen är SKB:s huvudalternativ en förläggning vid CLAB. En lokalisering vid djupförvaret studeras som ett möjligt alternativ. Båda alternativen finns utredda sedan tidigare /13-11, 12/ och en jämförande utredning pågår för närvarande.

Arbetet fram till att ansökan om att etablera inkapslingsanläggningen på specifik plats lämnas in, består till största delen av att utföra kompletterande utredningar. Vidare uppdateras underlaget till tillståndsansökan, det vill säga preliminär säkerhetsrapport och miljökonsekvensbeskrivning. De erfarenheter som ges från kapsellaboratoriet utgör ett viktigt underlag för arbetet /13-13/.

Uppförande av anläggningen kan påbörjas så snart tillstånd erhållits och byggtiden beräknas till cirka sex år.

Tillverkning av kapslar, det vill säga bearbetning av insatser och kopparhölje samt montage, planeras att utföras i en kapselabrik. Den behöver, enligt SKB:s bedömning, vara i drift något år innan inkapslingsanläggningen tas i drift. Kapselabriken är en konventionell fabriksanläggning. Frågor som måste beaktas vid lokaliseringen rör bland annat transporter till och från fabriken samt samhälls- aspekter, som tillgång till arbetskraft och industrimiljö. Alternativ som kommer att studeras är en lokalisering i samma region som inkapslingsanläggningen eller djupförvaret, men även helt andra alternativ kan bli aktuella.

13.5 Lokaliseringsutredningar

Slutförvaring av använt kärnbränsle kräver ett system av anläggningar vilket redovisats i kapitel 6. Utredningar av hela systemet och sambanden mellan olika anläggningar behövs för varje lokaliseringalternativ. Inte minst behöver detaljerade planer tas fram för hur hantering av material och transporter till djupförvaret ska utformas. Geografiskt sett kan dessa utredningar komma att beröra flera delar av en kommun eller en region. Exempel på frågor som måste klargöras är:

- Vilka hamnar som ska utnyttjas för olika typer av gods.
- Vilka väg- och/eller järnvägssträckningar som kan användas eller behöva byggas ut.
- Var och hur kapseltillverkning, beredning av bentonit med mera kan ordnas.

Förutom tekniska och ekonomiska frågor kommer utredningarna att ingående behandla miljökonsekvenser och samhällseffekter. Även utredningar om kompetens- och resursförsörjning liksom lokala och regionala utvecklingsmöjligheter är nödvändiga. Här måste aktuella kommuner och regioner själva spela en stor roll när det gäller idéer och initiativ.

Inkapslings-
anläggningen
tar sex år att
bygga

13.6 Forskning, utveckling och demonstration

Parallellt med det platsspecifika arbetet med undersökningar, projektering, säkerhetsanalyser och lokaliseringsutredningar fortsätter programmet för forskning, teknisk utveckling och demonstration. Den nu pågående verksamheten redovisas utförligt i FUD-program 98 och en uppdaterad redovisning av kunskapsläge och planer kommer i FUD-program 2001 som inlämnas till regeringen i september 2001. Komplettering av kunskapsunderlag och vidareutveckling av säkerhetsanalysmetodik kommer att ske, bland annat med utgångspunkt från den granskning som gjorts av SR 97 (se kapitel 7). Arbetena vid Aspölaboratoriet och Kapsellaboratoriet med utveckling och prov i full skala av deponeringsmetoder och inkapslingsteknik kommer att fortsätta. Under de kommande åren studeras varianter på KBS-3-metoden, som till exempel deponering i medellånga hål och förändrad koppertjocklek på kapseln (se avsnitt 6.4).

Till en lokaliseringsansökan för djupförvaret behövs, förutom det platsspecifika underlaget, ett underlag för att beskriva djupförvarssystemet som helhet och det fortsatta arbetet på den valda platsen. Detta underlag är planerat att omfatta följande rapporter:

- En uppdaterad systemanalys med en beskrivning av hela systemet för slutförvaring av det använda kärnbränslet samt en jämförelse av de varianter i KBS-3-systemets utformning som fortfarande är intressanta att driva vidare. I den rapporten redovisas resultatet av den teknikutveckling som skett under platsundersökningsskedet, de teknikval som gjorts motiveras och en jämförelse görs av hur olika val påverkar säkerheten på lång och kort sikt samt hur olika delar av systemet påverkar varandra. Systemanalysen ska också visa att säkerheten kan uppfyllas i alla steg och delar av systemet.
- En plan för detaljundersökningsskedet med en beskrivning av hur bygget av tunnel och/eller schakt ner till förvarsdjup kommer att gå till och hur berget kommer att undersökas mer detaljerat från tunnlar på förvarsdjup. Anläggning av byggnader, vägar och eventuellt järnvägar ovan jord ska också beskrivas. Miljöpåverkan av byggverksamheten och de åtgärder som kommer att vidtas för att begränsa påverkan kommer att redovisas tillsammans med ett kontrollprogram. En plan ska även presenteras för hur samråd med berörda kommuner går till under detaljundersökningsskedet.
- En redovisning av nollalternativet, det vill säga att övervakad lagring av det använda bränslet i CLAB fortsätter under obestämd tid (eventuellt flera hundra år). En sådan redovisning finns i kapitel 4 i denna rapport och kommer även att ingå i kommande miljökonsekvensbeskrivningar.

14 Program för Norduppland, Oskarshamn och Nyköping

Program för platsundersökningar vid Forsmark och Tierp norra i Norduppland samt vid Simpevarp i Oskarshamn kommer att tas fram under första halvåret 2001. För Nyköping ingår inte provborrningar men väl andra utredningar. De platsspecifika programmen baseras på det generella programmet som beskrevs i föregående kapitel och anpassas till kunskapsläge och specifika frågor som har identifierats för varje plats. De behöver även anpassas så att hänsyn tas till synpunkter från kommunen, markägare och närboende, liksom till naturvärden och andra intressen. I detta kapitel skisseras omfattningen av programmets inledande fas, inklusive övriga utredningar som behöver göras för lokaliseringalternativen. Programmen är preliminära och avsikten är att de ska utformas mer i detalj under 2001 efter diskussioner med berörda kommuner, myndigheter, markägare, närboende och andra särskilt berörda.

14.1 Programöversikt

I det följande presenteras preliminära program för verksamheterna i Norduppland, Oskarshamn och Nyköping, under platsundersökningsskedets inledande fas. Huvuddragen i verksamheten under platsundersökningsskedet framgår av föregående kapitel och beskrivningen här inriktas mot det som är specifikt för respektive lokaliseringalternativ.

SKB planerar att i början av 2001 skicka en förfrågan om fortsatt medverkan till de kommuner som ingår i det föreslagna programmet, det vill säga Tierp/Älvkarleby och Östhammar i Norduppland, Oskarshamn samt Nyköping. Under förutsättning att myndigheternas och regeringens behandling av det underlag som nu presenteras utfaller positivt är det SKB:s bedömning att respektive kommun bör kunna fatta beslut om platsundersökningar mot slutet av 2001.

De här presenterade platsspecifika programmen är preliminära och kommer att detaljeras under första halvåret 2001. De kommer att färdigställas i god tid för att kunna ligga till underlag för kommunernas beslut om platsundersökningar. SKB avser att inleda diskussioner med berörda kommuner, markägare, närboende samt andra särskilt berörda om programmen i början av 2001.

Programmen fokuserar på platsundersökningsskedets inledande år eftersom undersökningsresultat, platsutvärderingar och andra utredningar som tas fram under denna period behöver beaktas då återstoden av platsundersökningarna planeras i detalj. Programmet för senare delen av platsundersökningsskedet kan för närvarande inte preciseras mer än vad som gjorts i kapitel 13.

När platsundersökningarna inleds startar också konkret planering av den miljökonsekvensbeskrivning och den säkerhetsanalys som ska utgöra centrala underlag för en eventuell lokaliseringsansökan. I det inledande skedet handlar det framför allt om att så tidigt som möjligt identifiera och avgränsa de frågor som behöver behandlas för den aktuella platsen. Detta kan påverka vilka undersökningar som ska göras och vilket underlag i övrigt som måste tas fram.

14.2 Norduppland

Programmet för Norduppland syftar till att ta fram underlag för en helhetslösning för ett komplett djupförvarssystem i regionen. Två lokaliseringalternativ för djupförvaret studeras vidare – Forsmark samt Tierp norra/Skutskär. Dessutom studeras förutsättningarna att lokalisera övriga anläggningar i djupförvarssystemet till regionen.

De kommuner som direkt berörs av provborrningar är Östhammar och Tierp. Även Älvkarleby kommun berörs, eftersom en lösning med djupförvaret i Tierp innebär att transporter som huvudalternativ går via hamnen i Skutskär. SKB ser därför en medverkan av både Tierp och Älvkarleby kommuner som en förutsättning för att detta alternativ ska studeras vidare.

Under år 2001 kommer SKB att diskutera med alla de tre berörda kommunerna i Norduppland om uppläggnings- och eventuellt fortsättning av lokaliseringsarbetet i regionen och i de olika kommunerna. Kommunernas och remissinstansernas yttranden över förstudien utgör ett viktigt underlag för dessa diskussioner och ska beaktas i det fortsatta arbetet. Ett annat underlag för de fortsatta diskussionerna är det program som skisseras nedan.

14.2.1 Ledning och organisation

De planerade platsundersökningarna och övriga aktiviteter i Norduppland innebär för SKB:s del en mera omfattande och långsiktig etablering i regionen än vad som hittills varit fallet. Arbetet kommer att bedrivas i projektform, med organisationen för genomförandet stationerad i regionen. En organisation kommer förmodligen att svara för båda platsundersökningarna. De lokala informationskontor som vid förstudierna etablerats i Östhammar, Tierp och Älvkarleby kommer att finnas kvar tills vidare.

Fullt etablerat beräknas projektet sysselsätta cirka 40 personer. Förutom anställda för projektledning, samråd, information med mera inbegriper dessa konsult- och entreprenadarbeten för exempelvis vägarbeten, snöröjning, undersökningsborrning, geologiska mätningar, utredningsarbete och allmän service.

14.2.2 Samråd

Platsundersökningarna är inte tillståndspliktig verksamhet, men kommer att anmälas till länsstyrelsen och kommunerna, i enlighet med kapitel 12 i miljöbalken. SKB kommer att föra diskussioner med länsstyrelsen, kommunen, markägare, närboende och andra särskilt berörda för att begränsa störningarna av undersökningsverksamheten.

Planeringen för samråd enligt miljöbalken redovisas i kapitel 13. Samrådet bör bland annat bygga vidare på de former som etablerats med möten under ordförandeskap av länsstyrelsen i Uppsala län. Innan SKB gör en anmälan om tidigt samråd enligt kapitel 6 i miljöbalken bör de enskilda som kan antas bli särskilt berörda vara identifierade. I och med att samrådet inleds kommer SKB att informera och kalla enskilda berörda och myndigheter till samrådsmöten.

Genom att Miljöbalken kräver att samrådet är knutet till en specifik plats blir det fråga om två anmälningar och två separata samråd, ett för lokalisering i Östhammar och ett för Tierp. Med tanke på djupförvarsetableringens betydelse för regionen som helhet vore en samordning mellan de båda samrådsförfarandena önskvärd. SKB avser att diskutera hur en sådan samordning bäst kan ske med länsstyrelsen och de berörda kommunerna.

Möjligheten att inkapslingsanläggningen lokaliseras till Norduppland tas också upp inom ramen för dessa samråd.

Platsundersökningarna är inte tillståndspliktiga. SKB anmäler till länsstyrelse och kommun enligt kap 12, miljöbalken

Djupförvaret är tillståndspliktigt. SKB anmäler till länsstyrelsen enligt kap 6, miljöbalken. Detta leder till utökad samråd

14.2.3 Lokaliseringsutredningar

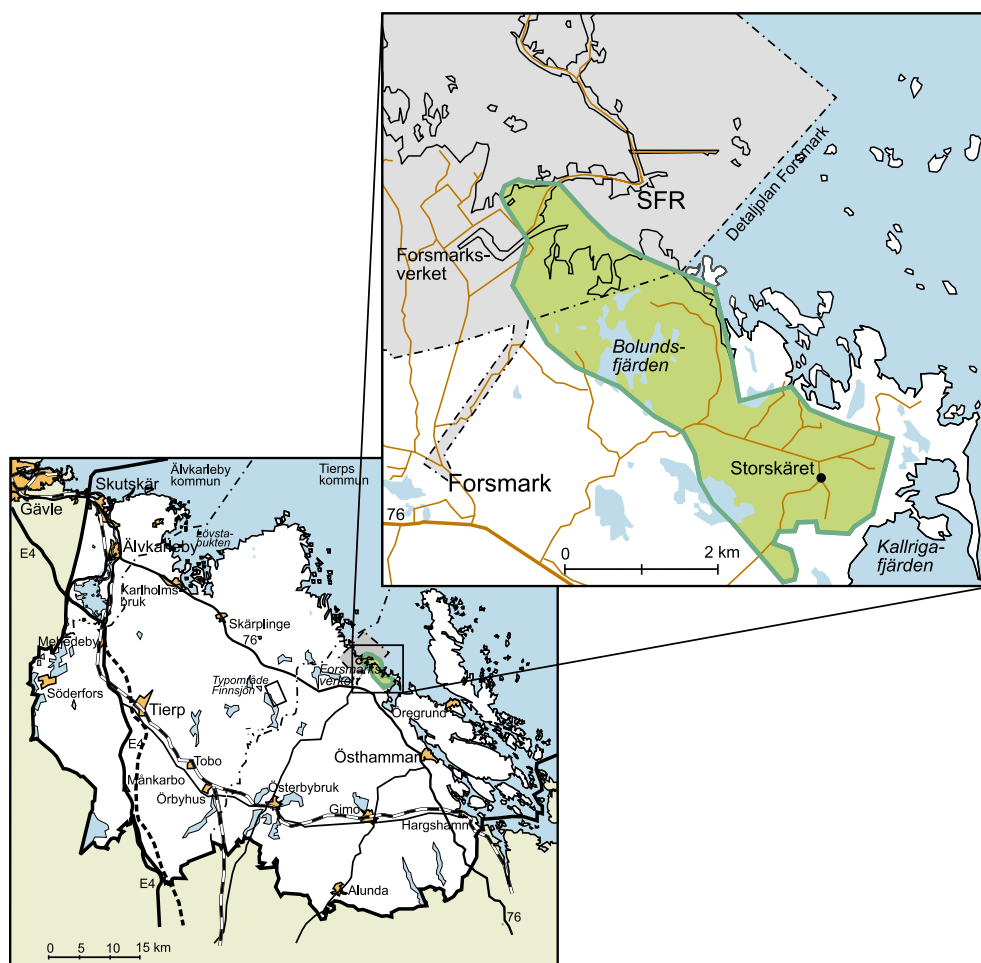
Kopplat till de båda lokaliseringalternativen för djupförvaret avser SKB att utreda en etablering av inkapslingsanläggningen i Norduppland. Kapsel fabriken är inte kopplad till de kärntekniska anläggningarna, men det kan finnas fördelar med att lokalisera även kapseltillverkningen till regionen.

Djupförvaret, eventuellt med tillskott av ovannämnda anläggningar är en stor och långsiktig industrietablering som för SKB:s del aktualiserar en rad andra frågor om regionen som bas för verksamheten. Det gäller infrastruktur och kommunikationer, leverantörer, kompetensförsörjning med mera. Dessa frågor ska ses mot bakgrund av att SKB:s hela verksamhet, inklusive centrala lednings- och stabsfunktioner, på sikt kommer att få sin tyngdpunkt i den region där djupförvaret finns.

14.2.4 Undersökningar och utredningar

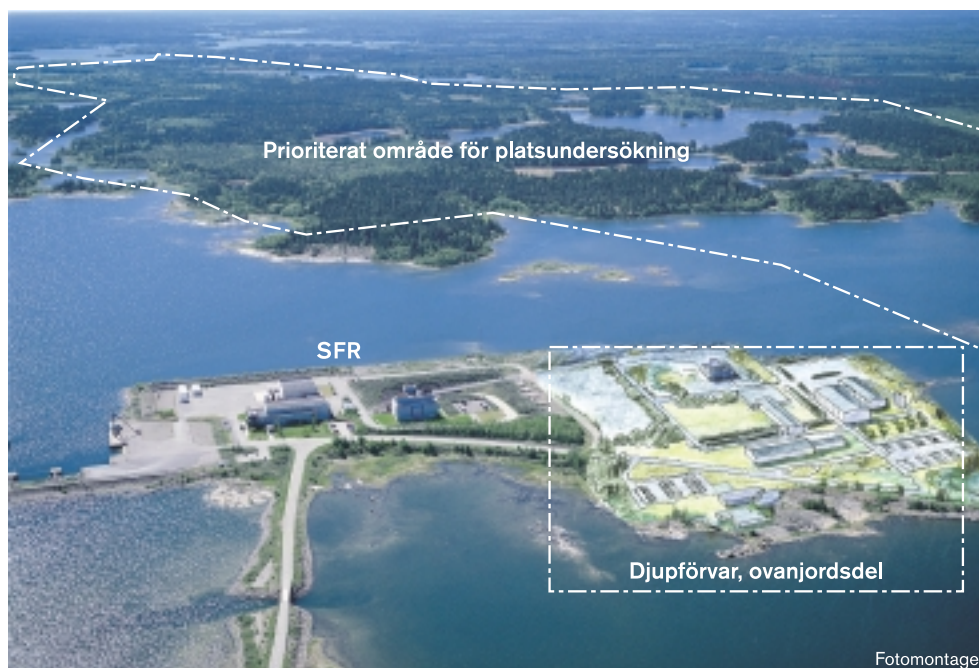
Forsmark

Det område i Forsmark som är aktuellt för platsundersökningar är cirka 10 kvadratkilometer stort och sträcker sig från Forsmarks industriområde mot sydost till Kallrigafjärden, se figur 14-1. Figur 14-2 visar ett fotomontage som ger en uppfattning om terrängtyp och läge. Där framgår också den tänkta placeringen av djupförvarets ovanjordsdel i anslutning till SFR:s befintliga anläggningar. Från ovanjordsdelen kan en transporttunnel byggas till ett förvar någonstans inom det prioriterade området. Den tänkta systemutformningen beskrivs i kapitel 11, figur 11-5.



Figur 14-1. Område i Forsmark som är av intresse för platsundersökningar.





Figur 14-2. Fotomontage av tänkt placering av djupförvarets ovanjordsdel vid SFR. I bildens bakgrund finns det område som är av intresse för platsundersökningar.

Foto Göran Hansson/N

Undersökning av berggrunden

Den inledande delen av en platsundersökning i Forsmark läggs upp med ledning av de generella mål som beskrivs i kapitel 13, men anpassad till lokala förhållanden. Det prioriterade området är relativt litet och geologiskt väl avgränsat till en så kallad tektonisk lins, omgiven av betydande deformationszoner. Med den systematik som illustreras i figur 13-5 kan man säga att man här startar i ett läge där en plats egentligen redan är identifierad. Borrningar bör därför kunna starta relativt snart efter att beslut om platsundersökningar fattats.

Från förstudien finns relativt detaljerade geologiska kartor och annat geovetenskapligt underlag om området. Från tidigare undersökningar vid Forsmark och från utbyggnaden av SFR finns omfattande data om berggrundsförhållandena. Sammantaget ger detta en god uppfattning om hur undersökningarna i inledningsskedet bör läggas upp för att få svar på de geovetenskapliga frågor som är specifika för Forsmark. Förutom de plats specifika frågor som identifierats i avsnitt 12.3 finns det andra, generella frågor, som alltid måste besvaras. Det gäller till exempel förekomst och frekvens av gångar och sprickzoner, vattengenomsläppligheten i sprickzonerna och omgivande berggrund, flödesvägar för grundvattnet, vattenkemiska och bergmekaniska förhållanden.

Områdets läge i en begränsad tektonisk lins omgiven av stora sprickzoner medför att linsens tredimensionella form måste utredas för att svara på frågan om förvaret får plats och hur förvaret i så fall bör utformas.

I ett tidigt skede genomförs geofysiska mätningar från helikopter som tillsammans med detaljerad geologisk kartläggning och geofysiska mätningar från ytan ger information om linsens struktur samt var brantstående sprickzoner kan finnas. Reflektionsseismiska mätningar görs för att kartlägga eventuella flackt liggande deformationszoner. Hammarborrhål (ner till cirka 200 meter) borraras för att komplettera ytdata och verifiera tolkningar av bland annat sprickzoner. Data från flygburna geofysiska mätningar och översiktlig kartläggning av berggrunden används för sätta in den tektoniska linsen i sitt regionala sammanhang.

En första omgång djupa kärnborrhål, preliminärt 3–5 stycken, sätts i ett mönster så att de i kombination med ytundersökningarna ger kunskap om linsens tre-

dimensionella form och inre struktur. Borrningarna kan ske parallellt med övriga studier. Övriga frågor bör kunna besvaras med hjälp av de mätningar som görs i borrhålen (se kapitel 13).

En viktig del i programmet är att långtidsregistrera biologiska, hydrologiska och kemiska förhållanden för att kunna följa naturliga variationer och bedöma ett eventuellt djupförvars påverkan på dessa.

Den strukturgeologiska bild som fås med dessa undersökningar bör kunna klargöra om det finns goda förutsättningar för ett förvar inom området. Kontinuerligt görs avstämningar med säkerhetsanalysens behov av data och i slutet av de inledande undersökningarna görs en preliminär säkerhetsbedömning, se kapitel 13. Utfaller denna positivt fortsätter undersökningarna med en komplett platsundersökning. Syftet blir då att få de data om mindre sprickzoner och andra faktorer som behövs för detaljerad förvarslayout och för en säkerhetsanalys.

Om den inledande platsundersökningen i Forsmark inte ger förväntat resultat kan det bli aktuellt att ta upp en diskussion om eventuella provborrningar av andra lokaliseringalternativ. I första hand är det Hargshamn som då kan komma ifråga.

Innan några borrningar startar kommer den inventering av fauna och flora som redan är genomförd att detaljeras ytterligare med särskild inriktning på förhållanden vid tänkbara borrhållplatser. Utvärderingar görs också av platsundersökningarnas miljöpåverkan. Markägaren till större delen av området, Sveaskog, måste ge sitt tillstånd till undersökningarna.

Projektering, mark- och miljöfrågor

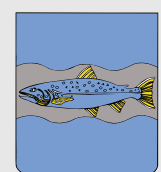
Parallellt med undersökningarna av berggrunden påbörjas övriga studier i det generella platsundersökningsprogrammet. Det innebär bland annat projektering för att ta fram en platsanpassad utformning av anläggningar och tekniska försörjningssystem ovan och under jord, samt planer för bygg- och driftskedena. Exempel på viktiga uppgifter för projekteringsverksamheten under den inledande platsundersökningen är att utreda de bergbyggnadstekniska förutsättningarna främst på basis av erhållna borrhållsdata, samt att utvärdera alternativ för transport och hantering av bergmassor och återfyllnadsmaterial. Miljökonsekvensbeskrivningen kommer att använda data från undersökningarna och från projekteringen. Alternativa lösningar kommer att utvärderas och bedömas utifrån deras påverkan på miljön.

Tierp/Skutskär

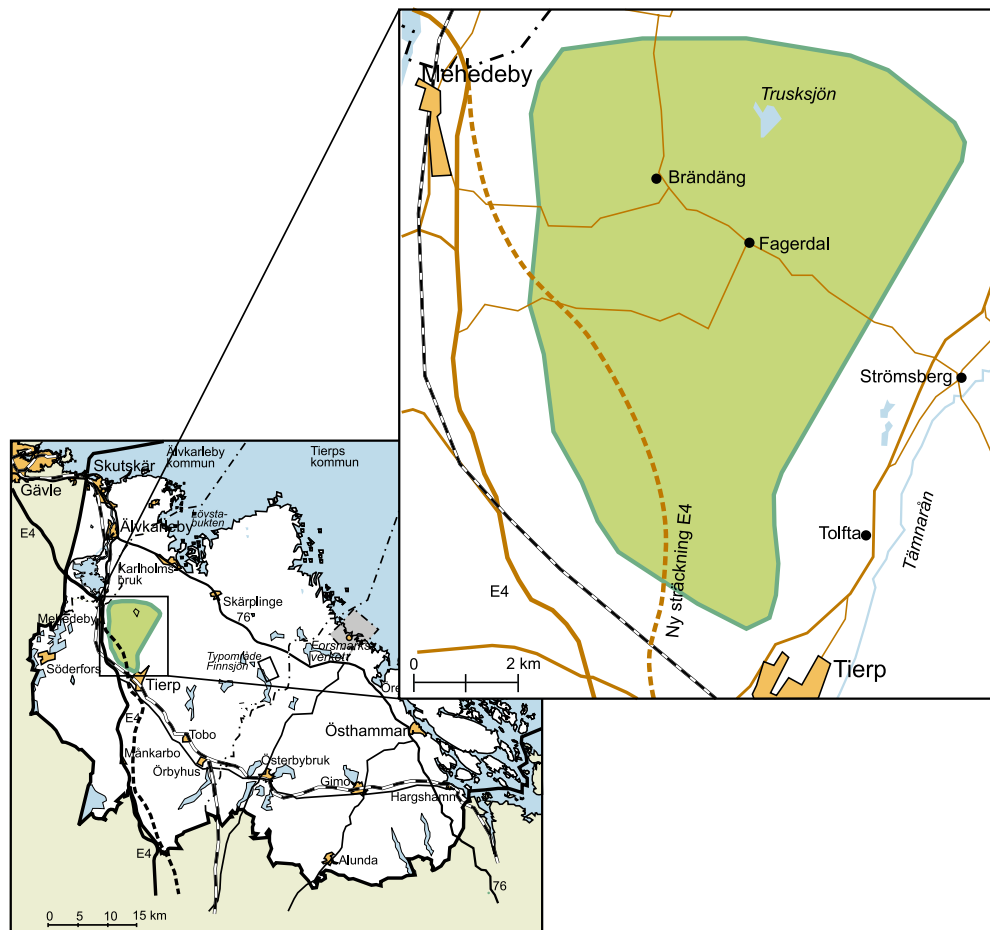
Det aktuella områdets storlek gör att platsundersökningarna först får inriktas på att med hjälp av ytundersökningar identifiera en plats som geovetenskapligt kan prioriteras för borrningar, och som samtidigt är lämpligt belägen med avseende på infrastruktur och miljöfaktorer. När platsen är bestämd är nästa steg att med hjälp av en första omgång provborrningar klarlägga granitens egenskaper i för djupförvaret viktiga avseenden.

Det aktuella området i Tierps kommun, se figur 14-3, ger andra förutsättningar för att starta en platsundersökning än Forsmark. Området i Tierp är stort, cirka 60 kvadratkilometer och täcker en del av ett ännu större granitmassiv (Hedesundagraniten). Andelen berg i dagen är låg och kunskapsunderlaget om områdets berggrund begränsad. Figur 14-4 är baserad på en satellitbild och ger en överblick av områdets läge i förhållande till tätorter och infrastruktur. Bland annat framgår hamnen i Skutskär och Ostkustbanans sträckning. Den tänkta systemutformningen för detta alternativ redovisas i kapitel 11, figur 11-7.

Tillgång till ett stort område med såvitt kan bedömas lämplig berggrund ger flexibilitet och ökar därmed förutsättningarna för att finna en lämplig bergvolym.



En plats för borringar måste först preciseras inom det utpekade området



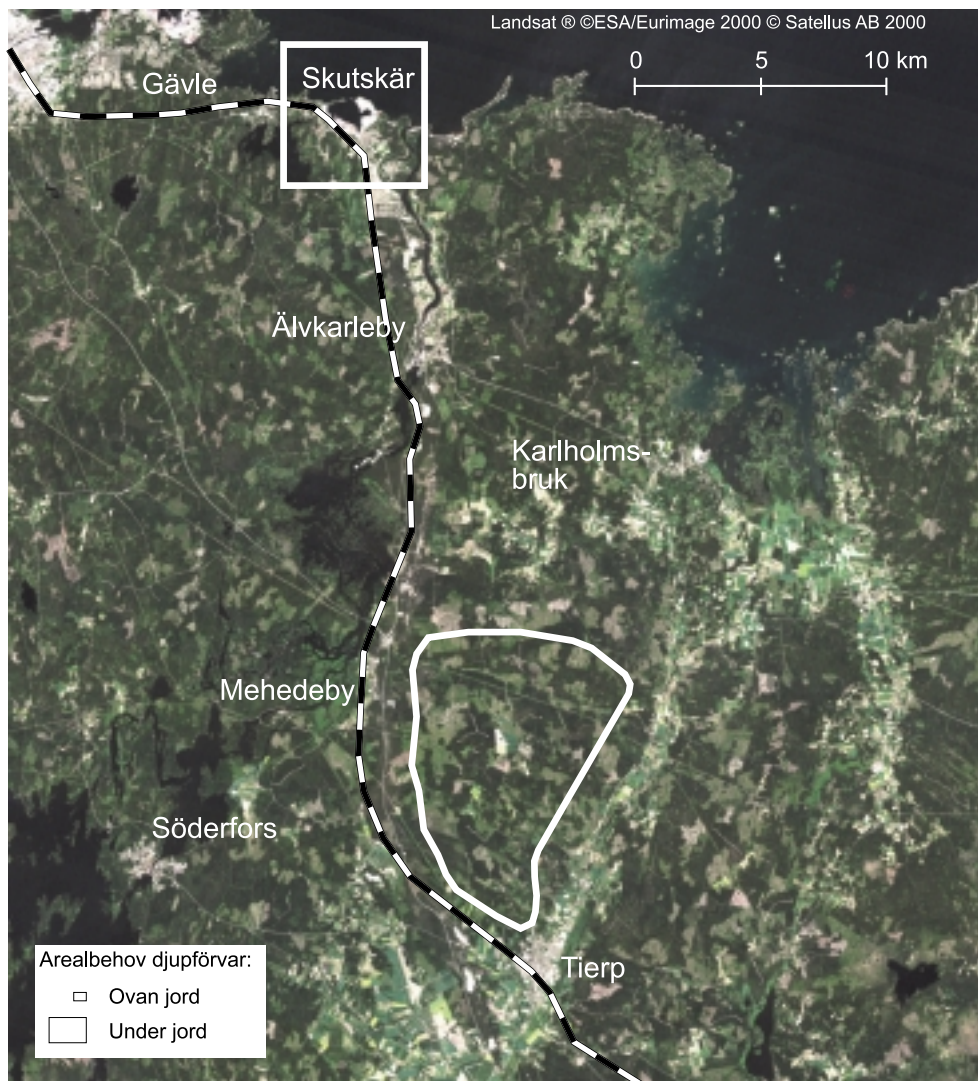
Figur 14-3. Område i Tierp som är av intresse för platsundersökningar.

Undersökningar av berggrunden

Med förutsättningar enligt ovan måste platsundersökningen starta ”från grunden”, med ett skede av förberedande studier – geovetenskapliga och andra – som syftar till att kartlägga berggrunden och precisera en plats där borringar kan inledas, jämför figur 13-5. När platsen är bestämd är nästa steg att med hjälp av en första omgång provborringar kontrollera att kartläggningen är korrekt och klarlägga Hedesundagranitens egenskaper i för djupförvaret viktiga avseenden.

Huvuduppgiften i inledningsskedet är att kartlägga bergarter och sprickzoner och därefter identifiera en plats för de djupa kärnborrhålen. Eftersom kartläggningen kommer att kräva tolkningar av olika typer av geofysiska mätningar behöver dessa tolkningar verifieras för att tillförlitligheten i kartläggningen ska kunna bedömas. Verifieringen kan göras genom att frilägga berggrunden med hjälp av grävda profiler eller med korta borrhål. När det gäller granitmassivets egenskaper är kunskapsnivån för begränsad för att kunna ange platsspecifika frågor. På allmän geologisk grund och från erfarenheter från undersökningar i andra stora granitmassiv finns följande frågor som särskilt bör besvaras:

- Granitkroppens djupgående (bör vara minst 1 kilometer) och homogenitet.
- Förekomst av finkorniga granitgångar och deras vattenförande egenskaper.
- Avstånd mellan branta och flacka sprickzoner.
- Berggrundens vattengenomsläpplighet (i bergmassa och sprickzoner).
- Förekomst och betydelse av höga bergsspänningar.
- Potential för radonförekomst.



Figur 14-4. Satellitbild över det intressanta området för platsundersökningar och hamnen i Skutskär.

Kartläggningen bör ge information om hur granitens sammansättning varierar och dess inre struktur. Viktigt blir att identifiera brantstående och möjligen även flacka sprickzoner. Mätningar görs från helikopter och på marken, och omfattar både området och dess omgivning. Ett fåtal djupa kärnborrhål bör ge svar på ovan nämnda frågor och ge underlag för en preliminär säkerhetsbedömning. Om den preliminära säkerhetsbedömningen efter den inledande platsundersökningen visar att Hedesundagraniten har gynnsamma egenskaper bör det finnas förutsättningar att gå vidare till en komplett platsundersökning på den valda platsen. Om platsen är olämplig på grund av något lokalt förhållande på förvarsdjup, medan berggrundens egenskaper i övrigt är gynnsamma, kan en möjlighet vara att ta upp undersökningar på en annan plats i området.

De undersökningar av mark- och miljöfaktorer som enligt kapitel 13 ingår i en inledande platsundersökning är genomgående tillämpliga för det prioriterade området i Tierp. Relativt omfattande inventeringar av flora och fauna, skyddsintressen med mera behövs som underlag för att precisera en plats inom området och utvärdera miljöpåverkan av en platsundersökning. En viktig punkt är också att klargöra hur olika markägare ställer sig till provborringar och en eventuell etablering.

Projektering, mark- och miljöfrågor

Projekteringsarbetet berör inledningsvis i första hand anläggningar och infrastruktur vid platsen för djupförvarets anläggningar ovan jord. Dessa kan ligga vid platsen eller inom lämpligt tunnelavstånd därifrån. Det finns stor flexibilitet att anpassa placering och utformning av anläggningar, trafikanslutningar med mera till lokala förhållanden. Vidare behöver anläggningar i hamnen i Skutskär projekteras och transportmöjligheterna mellan hamn och djupförvar utredas. Eftersom varken platsen eller systemutformningen är given blir arbetet till en början brett upplagt, varvid olika alternativ skisseras och värderas. Transportlösningar kommer utarbetas i ett tidigt skede så att dessa kan redovisas och diskuteras med berörda. Detsamma gäller förutsättningarna att förlägga delar av verksamheten till Skutskär. Påverkan på miljön utreds och utvärderas för de olika alternativen som underlag för miljökonsekvensbeskrivningen.

14.3 Oskarshamn



Programmet för Oskarshamn syftar till att ta fram underlag för en helhetslösning för ett komplett djupförvarssystem i kommunen. Det innebär att inkapslingsanläggningen som huvudalternativ förläggs till Simpevarpshalvön, i direkt anslutning till CLAB. För djupförvaret är huvudalternativet att anläggningarna ovan jord förläggs till Simpevarpshalvön, och förvaret i så nära anslutning som möjligt med hänsyn till bergförhållandena. Inledande platsundersökningar görs i Simpevarpsområdet med syfte att precisera en sådan plats. På denna plats görs sedan kompletta platsundersökningar. Andra alternativ för djupförvaret kan aktualiseras, om resultaten från undersökningarna i Simpevarpsområdet inte ger förväntat resultat.

Under år 2001 kommer SKB att ta upp en diskussion med Oskarshamns kommun om uppläggningsen av en eventuell fortsättning av lokaliseringsarbetet i kommunen. Oskarshamns kommun har redovisat en preliminär planering för beredningen av ett beslut om platsundersökning.

14.3.1 Ledning och organisation

Platsundersökningsverksamheten i Oskarshamn kommer att genomföras i form av ett fristående projekt med lokalt stationerad organisation. SKB har redan en omfattande verksamhet i Oskarshamn och hur platsundersökningarna ska samordnas med befintlig verksamhet kommer att utredas. Resurserna för platsundersökningarna kommer att vara nära knutna till Äspölaboratoriet.

Fullt etablerat beräknas projektet sysselsätta cirka 30 personer. Förutom anställda för projektledning, samråd, information med mera, inbegriper dessa konsult- och entreprenadarbeten för exempelvis vägdragnings-, snöröjnings-, undersökningsborrning, geologiska mätningar och utredningsarbete.

14.3.2 Samråd

Platsundersökningarna i Simpevarpsområdet kommer att anmälas till länsstyrelsen och kommunen, i enlighet med kapitel 12 i miljöbalken. SKB kommer att föra en diskussion med länsstyrelsen, kommunen, markägare, närboende och andra särskilt berörda för att begränsa störningarna av undersökningsverksamheten.

Planeringen för samråd redovisas i kapitel 13. Ett forum för MKB-samråd kring kärnavfallsfrågor (MKB-forum i Kalmar län) finns sedan länge etablerat under länsstyrelsens ordförandeskap. Verksamheten startade i samband med att en etablering av inkapslingsanläggningen vid CLAB aktualiserades, och har sedan bland annat fungerat som ett organ för kompetensuppbyggnad och diskussion under förstudien i Oskarshamn. SKB föreslår att samrådsförandet i Kalmar län

bygger vidare på den grund som lagts. När erforderligt underlag tagits fram avser SKB att göra en anmälan om tidigt samråd till länsstyrelsen, i enlighet med kapitel 6 i miljöbalken. De enskilda som kan antas vara särskilt berörda bör vara identifierade i samband med att anmälan lämnas in. Då samråd enligt miljöbalkens kapitel 6 inleds kommer SKB att informera och kalla enskilda berörda och myndigheter till samrådsmöten. SKB vill tidigt diskutera formerna för samrådet med alla inblandade för att tillse att de blir ändamålsenliga för de berörda och att de uppfyller miljöbalkens krav.

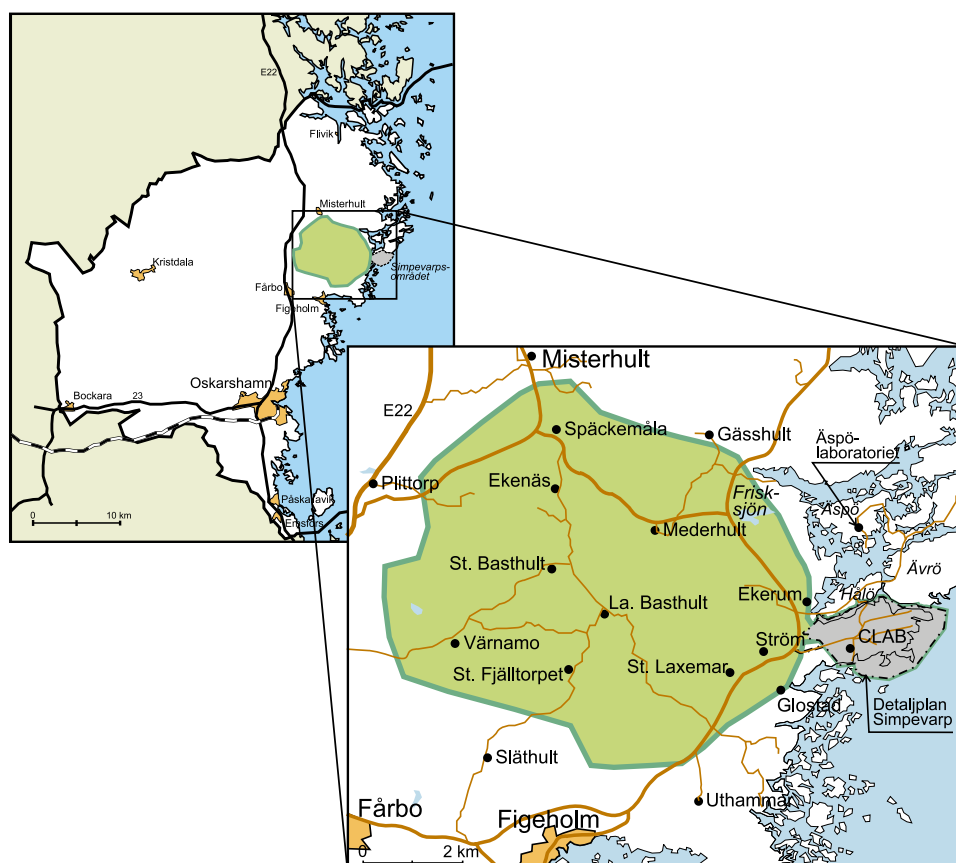
14.3.3 Lokaliseringsutredningar

Med inkapslingsanläggningen förlagd till Simpevarp kan det finnas fördelar att ha även tillverkningen av kapslar i kommunen eller regionen. Förutsättningarna för detta kommer att utredas. De tillämpade delarna av SKB:s utvecklingsverksamhet finns idag vid Äspö- och Kapsellaboratorierna, båda i Oskarshamns kommun. En etablering av djupförvaret och eventuellt kapseltillverkningen skulle innebära att nästan hela den operativa verksamheten samlades i kommunen. Det är då naturligt att även företagets övriga forskning och utveckling samt ledning och centrala stabsfunktioner placeras där. Dessa frågor kommer att utredas närmare, som en del av verksamheten under platsundersökningsskedet.

14.3.4 Undersökningar och utredningar

Simpevarp

En platsundersökning vid Simpevarp bör i inledningsskedet omfatta själva Simpevarpshalvön och betydande områden väster därom. Området är tämligen flackt och berggrunden har en relativt hög andel hällar. De granitområden mot väster som är av intresse kan inte avgränsas på geologiska grunder. Figur 14-5 visar en preliminär avgränsning baserad på utsträckningen av det område som



Figur 14-5. Område i Simpevarp som är av intresse för platsundersökningar.

täcks av förstudiens fältkontroller. Tillgången till stora områden med goda geologiska förutsättningar innebär också goda möjligheter att en platsundersökning leder till önskat resultat. Preliminärt prioriteras den del av området som ligger närmast Simpevarpshalvön, eftersom närheten till en ovanjordsanläggning på halvön skulle ge systemtekniska och miljömässiga fördelar. I inledningsskedet görs emellertid även undersökningar över ett väsentligt större område inom den intressanta graniterrängen.

SKB avser även att undersöka själva Simpevarpshalvön även om den inte prioriterats ur geologisk synpunkt. En förläggning till Simpevarpshalvön skulle innebära många fördelar ur etableringssynpunkt och SKB finner det därför motiverat att även halvöns berggrund undersöks på djupet. En undersökning av halvön motiveras även av att tillfartstunneln till ett djupförvar väster om Simpevarp troligen startar på halvön.

Figur 14-6 är ett fotomontage som visar Simpevarpshalvön med kärkraftverken, CLAB och var djupförvarets industrianläggning kan placeras. Från anläggningen byggs som förstahandsalternativ en transporttunnel till förvaret, med tänkt läge inom det område mot väster som syns i bakgrunden eller möjligen under Simpevarpshalvön. Möjliga alternativ för systemutformningen redovisas i kapitel 11, figur 11-16.

Undersökningar av berggrunden

I det inledande skedet inriktas platsundersökningen mot att dels undersöka förhållandena på djupet på Simpevarpshalvön, dels identifiera en plats längre västerut som är lämpliga för provborrningar. På Simpevarpshalvön bör borrningar kunna inledas kort efter beslut om platsundersökning. Förhållandena väster om halvön är relativt väl kända och de platsspecifika frågorna redovisas i avsnitt 12.3. På grund av områdets storlek krävs omfattande undersökningar från ytan innan det finns underlag för att identifiera delområden (se figur 13-5) för borrningar.

För Simpevarpshalvön är huvudfrågan om utrymmet är tillräckligt stort för ett djupförvar med hänsyn till de sprickzoner som finns. Vidare saknas information om berggrundens egenskaper på djupet inom halvön, vad gäller de egenskaper



Figur 14-6. Fotomontage av tänkt placering av djupförvarets ovanjordsdel vid Simpevarp. I bildens bakgrund finns det område som är av intresse för platsundersökningar utöver själva Simpevarpshalvön.

som generellt har stor betydelse för långsiktig säkerhet och byggbarhet. Ett fåtal djupa borrhål, tillsammans med data från ytundersökningar och befintliga berg-rum och tunnlar, borde räcka för att avgöra om det är motiverat att gå vidare med kompletta platsundersökningar på halvön. De befintliga anläggningarna begränsar förutsättningarna för att genomföra en del av de geofysiska mark- och flygmätningar som ingår i det generella programmet, främst med elektriska metoder.

För området väster om Simpevarpshalvön är huvudfrågan för undersökningarna att ta reda på läge och egenskaper hos sprickzoner och därmed var det finns berggrundsblock inom vilka ett djupförvar kan förläggas. När det gäller berggrundens egenskaper ger data från Äspölaboratoriet och borrhålen vid Laxemar vägledning om vilka förhållanden som kan förväntas mot djupet.

Undersökningsprogrammet för området väster om Simpevarp kommer i huvudsak att följa det program som redovisats i avsnitt 13.3. Geofysiska mätningar från helikopter görs över ett stort område. Utsträckningen (större än i figur 14-6) grundas i huvudsak på behovet av att inkludera naturliga hydrogeologiska gränser inom området. Kompletterande geologisk kartläggning och geofysiska undersökningar görs på marken. Bland annat studeras förekomsten av gångar av finkornig granit. Grävningar och korta hammarborrhål görs för att komplettera ytdata och verifiera tolkningar.

På grundval av dessa undersökningar och andra faktorer avgränsas ett eller ett par mindre områden där reflektionsseismiska mätningar görs. Provborrhningar inleds när prioriterad plats valts. Långtidsregistrering av biologiska, hydrologiska och kemiska parametrar inleds. Hur undersökningarna läggs upp beror mycket på lokala förhållanden, särskilt förekomsten av sprickzoner. Ett fåtal djupa borrhål bör emellertid kunna ge underlag till en preliminär säkerhetsbedömning. Om denna utfaller positivt fortsätter arbetet med en komplett platsundersökning, såvida inte undersökningarna på halvön motiverar en fortsättning där. Vid ett negativt utfall kan det bli aktuellt att ta upp en diskussion om undersökningar på annan plats inom området eller i kommunen i övrigt.

Parallellt med de geovetenskapliga undersökningarna väster om Simpevarp görs inventeringar av flora, fauna och särskilda skyddsintressen med mera i samma område. En viktig punkt innan undersökningarna påbörjas är också att klargöra hur olika markägare ställer sig till provborrhningar och en eventuell etablering.

Projektering, mark- och miljöfrågor

Projekteringsarbetet kommer till en början att koncentreras på utformningen av djupförvarets anläggningar och verksamhet ovan jord. För detta finns ett väl preciserat underlag i form av några alternativa förläggingsplatser på Simpevarpshalvön, samt ett givet läge för inkapslingsanläggningen. Preliminära förslag till layout av förvarets underjordsdelar tas också fram i ett tidigt skede, för de båda möjliga förläggningarna, dels till Simpevarpshalvön och dels till ett område väster därom. Detta görs för att få en preliminär uppfattning om förvaret kan rymmas inom identifierade bergblock och hur tillfartstunnlar bör förläggas för de olika alternativen.

Transporter av återfyllningsmaterial och bergmassor är frågor som också bör utredas på ett tidigt stadium.

Tillsammans med resultaten från de geovetenskapliga undersökningarna och systemtekniska utredningar bildar studierna underlaget för att välja en plats för förvaret. När detta gjorts kan projekteringen övergå till att ta fram detaljerade anläggningsbeskrivningar som innefattar alla delar i djupförvarssystemet. Vid framtagning av miljökonsekvensbeskrivningen kommer data från undersökningarna och från projekteringen att användas. Alternativa lösningar kommer att utvärderas och bedömas utifrån deras påverkan på miljön.



14.4 Nyköping

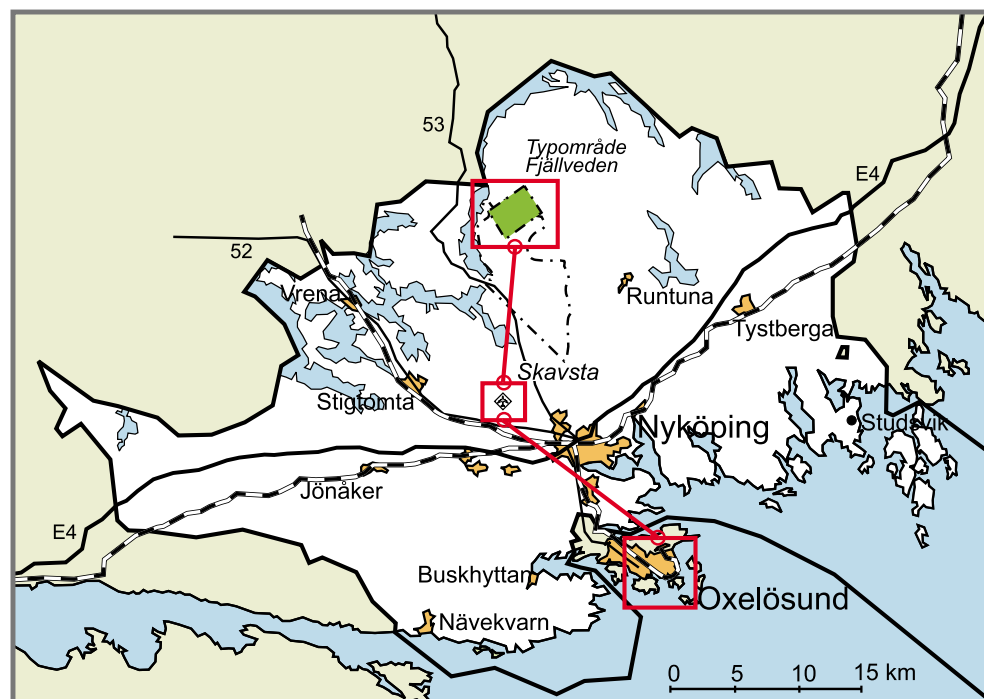
Nyköping finns med i platsundersökningsskedet som ett jämförelsematerial, eftersom Fjällvedens geologiska miljö skiljer sig från den i övriga lokaliseringsalternativ och dessutom som ett alternativ om andra lokaliseringar inte kan förverkligas. Förslaget till en lokalisering av djupförvaret till Skavsta/Fjällveden togs fram efter remissbehandlingen av den preliminära förstudierapporten och har således inte granskats som andra lokaliseringsalternativ. SKB avser att fortsätta utreda genomförbarheten av den föreslagna lokaliseringen och försöka klargöra om samhällets stöd kan erhållas. I programmet ingår också att genomföra en säkerhetsanalys med moderna metoder baserade på data från tidigare undersökningar, i Fjällveden. Det är inte aktuellt med nya provborrningar.

14.4.1 Samråd

SKB planerar att fortsätta samråd med kommunen och länsstyrelsen i de former som finns etablerade.

14.4.2 Utredningar – etableringsförutsättningar

De tekniska förutsättningarna för en etablering i Skavsta/Fjällveden har presenterats i avsnitt 11.4.5 och 12.4. Viktiga frågeställningar som måste utredas närmare är hur transporterna från Oxelösunds hamn till Skavsta ska ordnas och vilka förutsättningarna är för att till exempel nyanlägga väg eller järnväg. Andra viktiga frågor är de bergtekniska förutsättningarna för att bygga en lång förbindelsetunnel mellan Skavsta och Fjällveden samt utformningen av det driftsområde som bör etableras inom eller söder om Fjällvedenområdet. Miljökonsekvenser och markanvändningsaspekter på alternativa systemlösningar belyses översiktligt. I figur 14-7 finns en karta med de orter där nyetablering av anläggningar skulle bli aktuella om djupförvaret skulle lokaliseras enligt Skavsta/Fjällvedenalternativet.



Figur 14-7. Karta med de orter där nyetablering av anläggningar kan bli aktuella om djupförvaret skulle lokaliseras enligt Skavsta/Fjällvedenalternativet.

14.4.3 Förnyad säkerhetsanalys

SKB ser det som angeläget att även den geologiska miljö som Fjällveden representerar finns med i nästa skede. Något aktuellt behov att genomföra provborrningar finns inte då data från förvarsdjup finns tillgängliga från de typområdesundersökningar som gjordes i början av 80-talet. För att få en bättre bedömning av de geologiska förutsättningarna för ett förvar i Fjällveden kommer SKB att genomföra en säkerhetsanalys med den moderna metodik som användes i SR 97.

Referenser

Kapitel 1

1-1 IAEA

Classification of radioactive waste. A safety guide. Safety Series No. 111-G-International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 1994

1-2 SKB

Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999

Kapitel 2

2-1 SKB

Djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Preliminär säkerhetsanalys SKB R-99-59, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999

2-2 SKB

FUD-Program 92 – Kompletterande redovisning. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Komplettering till 1992 års program sammanställd med anledning av regeringsbeslut 1993-12-16 Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994

2-3 SKB

FUD-Program 98, Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998

Kapitel 3

3-1 SKB

Det svenska kärnavfallsprogrammet Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

3-2 SKB

Plan 2000. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

3-3 IAEA

Measures to Strengthen International Co-operation in Nuclear, Radiation and Waste Safety (a) Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management GOV/INF/821-GC(41)/INF/12, 1997

3-4 IAEA

Regulations for the safe transport of radioactive material IAEA Safety Standards Series No. ST-1 International Atomic Energy Agency, 1996

3-5 IAEA

Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons International Atomic Energy Agency Information Circular INFCIRK/140, 24 december 1997

3-6 SKI

Preliminär version för remiss Statens kärnkraftinspektions författningssamling Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnavfall 2000-07-20

- 3-7 SKB**
FUD-Program 98, Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring
Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling
och geologisk djupförvaring
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 3-8 SKB**
Systemanalys – Omhändertagande av använt kärnbränsle enligt
KBS-3-metoden
SKB R-00-29, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 3-9 SKB**
Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999
- 3-10 SKB**
Jämförande systemanalys – Val av strategi och system för
omhändertagande av använt kärnbränsle
SKB R-00-32, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 3-11 SKB**
Vad händer om det inte byggs något djupförvar?
Nollalternativet – Förlängd mellanlagring i CLAB
SKB R-00-31, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 3-12 SKB**
Förvarialternativet djupa borrhål. Innehåll och omfattning av
FUD-program som krävs för jämförelse med KBS-3-metoden
SKB R-00-28, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

Kapitel 4

- 4-1 SKB**
FUD-Program 98, Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring
Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling
och geologisk djupförvaring
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 4-2 SKB**
Systemredovisning av djupförvaring enligt KBS-3-metoden
SKB R-98-10, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 4-3 SKI**
SKIs och SSIs granskning av SKBs systemredovisning i FUD-program 98
SKI Rapport 99:18. Statens kärnkraftinspektion, 1999
- 4-4 SKB**
Jämförande systemanalys – Val av strategi och system för
omhändertagande av använt kärnbränsle
SKB R-00-32, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 4-5 IAEA**
Measures to Strengthen International Co-operation in Nuclear, Radiation
and Waste Safety (a) Joint Convention on the Safety of Spent Fuel
Management and on the Safety of Radioactive Waste Management
GOV/INF/821-GC(41)/INF/12, 1997
- 4-6 IMO**
The convention on the prevention of marine pollution by dumping of
wastes and other matter
IMO (International Maritime Organization), LC 72, 1972
- 4-7 IMO**
Protocol to the convention on the prevention of marine pollution by
dumping of wastes and other matter 1972
IMO, Resolution LDC.43 (13), 1996

- 4-8 SKI FS 1998:1**
Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om säkerhet i vissa kärntekniska anläggningar
- 4-9 SSI FS 1998:1**
Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall
- 4-10 IAEA**
Advisory group meeting on safeguards for final disposal of nuclear material in waste and spent fuel (AGM-660). STR-243 (Revised) IAEA, Vienna, December 1988
- 4-11 Rice E E, Miller N E, Yates K R, Martin W E Friedlander A L**
Analysis of nuclear waste disposal in space – Phase III Battelle Columbus Laboratories, Columbus, Ohio
NASA CR 161418, 1980
- 4-12 Andersson, Kjell**
SKIs utvärdering av SKBs FUD-program 98
Sammanställning av remissvar
SKI Rapport 99:17, Statens kärnkraftinspektion 1999
- 4-13 DOE**
A roadmap for developing accelerator transmutation (ATW) technology
A report to Congress. DOE/RW-0519, 1999
- 4-14 SKB**
Det svenska kärnavfallsprogrammet
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 4-15 GNS**
Safety analysis report for the transport cask storage facility Ahaus, Germany (“Sicherheitsbericht Transportbehälterlager Ahaus”)
Report no. GNS B 98/95 Rev. 1, January 1996
- 4-16 Eggert U, Johansson A, Kvamsdal O**
The DRD method. (Broschyr)
- 4-17 Mörner N-A**
Remissutlåtande över SKB FUD-Program 95 med Appendix 1-8
Stockholms Universitet Doss 50, Dnr 1688/95, Doknr 004, 1995
- 4-18 Rustan A**
Kärnbränsleavfallsfrågan. Nödvändiga strategi- och metodförändringar
Elbranschen 1/2000, 2000
- 4-19 Söderman E**
Kontrollerad långtidslagring i CLAB
SKB R-98-17, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1997
- 4-20 Lönnerberg B, Pettersson S**
Säkerhet vid drift av djupförvaret
SKB R-89-13, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 4-21 SKBF/KBS**
Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle – KBS-3. Del I–IV
Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, 1983
- 4-22 SKB**
Slutlig förvaring av använt kärnbränsle
SKB 91 – Berggrundens betydelse för säkerheten
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992
- 4-23 SKB**
Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999

- 4-24 Vieno T, Nordman H**
Interim report on safety assessment of spent fuel disposal TILA-96
POSIVA-96-17, Posiva Oy, Helsinki, Finland, 1996
- 4-25 Vieno T, Nordman H**
Safety assessment of spent fuel disposal in Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto
and Romuvaara – TILA-99
POSIVA 99-07, Posiva Oy, Helsinki, Finland, 1999
- 4-26 Lerman P** (red)
Boken om MKB. Del I: Att arbeta med MKB för projekt
Del 2: Regler och förarbeten
Boverket, 1997
- 4-27 SKB**
Vad händer om det inte byggs något djupförvar?
Nollalternativet – Förlängd mellanlagring i CLAB
SKB R-00-31, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 4-28 Birgersson L, Grundfelt B, Pers K**
Konsekvenser av ett övergivet CLAB
SKB R-98-18, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 4-29 SOU 1999:67**
Kärnavfall – metod – plats – miljökonsekvens. KASAMs yttrande över
SKBs FUD-program 98. KASAM – Statens råd för kärnavfallsfrågor
Miljödepartementet, 1999
- 4-30 SKI**
SKIs och SSIs granskning av SKBs systemredovisning i FUD-program 98
SKI Rapport 99:18, Statens kärnkraftinspektion, 1999
- 4-31 SKB**
Vad gör andra länder med sitt använda kärnbränsle
SKB R-00-36, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

Kapitel 5

- 5-1 OECD/NEA**
The environmental and ethical basis of geological disposal of long-lived
radioactive wastes. A collective opinion of the Radioactive Waste
Management Committee of the OECD Nuclear Energy Agency, 1995
- 5-2 KASAM**
Etik och kärnavfall
SKN Rapport 28, Statens Kärnbränslenämnd, 1998
- 5-3 Miljödepartementet**
Alternativ i kärnavfallsfrågan – ett etiskt perspektiv
Regeringskansliet – Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet
Rapport från Alternativgruppen Miljödepartementet, 1998
- 5-4 Miljödepartementet**
Ansvar, rättvisa och trovärdighet – etiska dilemman kring kärnavfall
Nationelle samordnaren på kärnavfallsområdet.
Kommentus förlag, Miljödepartementet, 1999
- 5-5 IAEA**
Advisory Group meeting on Safeguards for Final disposal of Nuclear
Material in Waste and Spent Fuel (AGM-660). STR-243 (Revised)
IAEA, Vienna, December 1988
- 5-6 Sandstedt H, Wickmann C, Pusch R, Birgersson L, Lönnerberg B**
Storage of nuclear waste in long bore holes
SKB TR 91-35, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1991

- 5-7 SKB**
Plan 2000. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 5-8 Juhlin C, Sandstedt H**
Storage of nuclear waste in very deep bore holes: Feasibility study and assessment of economic potential. Part 1: Geological considerations.
Part II: Overall facility plan and cost analysis
SKB TR 89-39, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1989
- 5-9 SKB**
AlternativStudier för Slutförvar (PASS)
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992
- 5-10 Olsson L, Sandstedt H**
Project on Alternative Systems Study – PASS. Comparison of technology of KBS-3, MLH, VLH and VDH concepts by using an expert group
SKB TR 92-42, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992
- 5-11 SKBF/KBS**
Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle – KBS-3. Del I-IV
Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, 1983
- 5-12 SKB**
Slutlig förvaring av använt kärnbränsle.
SKB 91 – Berggrundens betydelse för säkerheten
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992
- 5-13 SKB**
Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning
Svensk Kärnbränslehantering, 1999
- 5-14 SKB**
WP-Cave – assessment of feasibility, safety and development Potential
SKB TR 89-20, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1989
- 5-15 Juhlin C, Wallroth T, Smellie J, Eliasson T, Ljunggren C, Leijon B, Beswick J**
The Very Deep Hole Concept – Geoscientific appraisal of conditions at great depth
SKB TR 98-05, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 5-16 SKB**
Förvarialternativet djupa borrhål. Innehåll och omfattning av FUD-program som krävs för jämförelse med KBS-3-metoden
SKB R-00-28, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

Kapitel 6

- 6-1 SKB**
Systemanalys – Omhändertagande av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden
SKB R-00-29, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 6-2 SKB**
Systemredovisning av djupförvaring enligt KBS-3-metoden
SKB R-98-10, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 6-3 Werme L**
Konstruktionsförutsättningar för kapsel för använt kärnbränsle
SKB R-98-08, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 6-4 SKB**
FUD-Program 98, Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring
Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998

6-5 IAEA

Measures to Strengthen International Co-operation in Nuclear, Radiation and Waste Safety (a) Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management GOV/INF/821-GC(41)/INF/12, 1997

Kapitel 7

7-1 Regeringsbeslut

Angående FUD-program 92, kompletterande redovisning.
Regeringsbeslut 11, 1995-05-08

7-2 SKB

Djupförvar för använt kärnbränsle
SR 97 – Säkerheten efter förslutning
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999

7-3 SKI

SKIs utvärdering av SKBs FUD-program 98
Sammanfattning och slutsatser
SKI Rapport 99:15, Statens kärnkraftinspektion, 1999

7-4 SKI

SKIs utvärdering av SKBs FUD-program 98. Gransknings-PM
SKI Rapport 99:16, Statens kärnkraftinspektion, 1999

7-5 SKB

Djupförvar av långlivat låg- och medelaktivt avfall
Preliminär säkerhetsanalys
SKB R-99-59, Svensk Kärnbränslehantering, 1999

7-6 OECD/NEA

SR 97: Post-closure safety of a deep repository for spent nuclear fuel in Sweden. An international peer review
Nuclear Energy Agency. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2000

7-7 SKI

Internationell fristående expertgranskning av Säkerhetsrapport 97:
Säkerhet efter förslutning av ett djupförvar för använt kärnbränsle i Sverige
SKI Rapport 00:45, Statens kärnkraftinspektion

7-8 SKI, SSI

SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97,
Granskningsrapport
SKI Rapport 00:39, SSI-rapport 2000:17

7-9 SKI, SSI

SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97,
Sammanfattning
SKI Rapport 00:38, SSI-rapport 2000:16

7-10 Andersson J, Ström A, Svemar C, Almén K-E, Ericsson L O

Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga
lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering
SKB R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

7-11 SKB

Geovetenskapligt inriktat program för undersökning och utvärdering av
platser för djupförvaret
SKB R-00-30, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

Kapitel 8

8-1 SKB

FUD-Program 92, Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring.
Program för forskning, utveckling, demonstration och övriga åtgärder
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992

8-2 SKB

FUD-program 92 – Kompletterande redovisning. Kärnkraftavfallets
behandling och slutförvaring. Komplettering till 1992 års program
sammanställd med anledning av regeringsbeslut 1993-12-16
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994

8-3 Regeringsbeslut

Angående FUD-program 92, kompletterande redovisning.
Regeringsbeslut 11, 1995-05-18

8-4 SKB

FUD-Program 95. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring
Program för inkapsling, geologisk djupförvaring samt forskning, utveckling
och demonstration
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995

8-5 Regeringsbeslut

Angående FUD-program 95
Regeringsbeslut 25, 1996-12-19

8-6 SKB

FUD-Program 98, Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring.
Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling
och geologisk djupförvaring
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998

8-7 Regeringsbeslut

Angående FUD-program 98
Regeringsbeslut 1, 2000-01-24

8-8 SOU 2000:52

Framtidens miljö – allas vårt ansvar. Del 1 och 2. Slutbetänkande från
Miljömålskommittén
Miljödepartementet, 2000

8-9 SKB

Förstudie Storuman. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995

8-10 SKB

Förstudie Malå. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996

8-11 SKB

Förstudie Östhammar. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

8-12 SKB

Förstudie Nyköping. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

8-13 SKB

Förstudie Oskarshamn. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

8-14 SKB

Förstudie Tierp. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

8-15 SKB

Förstudie Älvkarleby. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

- 8-16 SKB**
Förstudie Hultsfred. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 8-17 SOU 1999:45**
Slutförvaring av kärnavfall – Kommunerna och platsvalsprocessen
Rapport från Nationelle samordnaren på kärnfallsområdet
Miljödepartementet, 1999
- 8-18 SKI**
SKI:s utvärdering av SKBs FUD-program 98
Sammanfattning och slutsatser
SKI Rapport 99:15, Statens kärnkraftinspektion, 1999
- 8-19 SSI FS 1998:1**
Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall
- 8-20 SOU 1998:68**
Kunskapsläget på kärnavfallsområdet
Miljödepartementet, 1998
- 8-21 SOU 1999:67**
Kärnavfall – metod – plats – miljökonsekvens. KASAM:s yttrande över SKB:s FUD-program 98. KASAM - Statens råd för kärnavfallsfrågor
Miljödepartementet, 1999
- 8-22** En förteckning över rapporter från länsvisa översiktsstudier ges sist i denna referenslista
- 8-23 Andersson J, Ström A, Svemar C, Almén K-E, Ericsson L O**
Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering
SKB R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 8-24 SKB**
Geovetenskapligt inriktat program för undersökning och utvärdering av platser för djupförvaret
SKB R-00-30, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 8-25 SKB**
Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999

Kapitel 9

- 9-1 SKB**
Dokumentation av geovetenskapligt bakgrundsmaterial
SKB R-01-01 Svensk Kärnbränslehantering AB, 2001
- 9-2 Robinson R A**
Summary of results and conclusions from the cooperative project at Stripa between Sweden and the United States during 1977–1980, in Proc, on the 2nd, NEA/Stripa Project Symposium, OECD
- 9-3 Fairhurst C, Gera F, Gnirk P, Gray M, Stillborg B**
OECD/NEA International Stripa Project 1980-1992.
Overview-volume 1–3.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1993
- 9-4 SKB**
FUD-Program 98, Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring
Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

- 9-5 SKB**
Äspö hard rock laboratory. Annual Report 1999
SKB TR-00-10, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 9-6 Ahlbom K, Andersson J-E, Nordqvist R, Ljunggren C, Tiren S, Voss C**
Gideå study site. Scope of activities and main results
SKB TR 91-51, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1991
- 9-7 Ahlbom K, Andersson J-E, Nordqvist R, Ljunggren C, Tiren S, Voss C**
Fjällveden study site. Scope of activities and main results
SKB TR 91-52, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1991
- 9-8 Ahlbom K, Andersson J-E, Nordqvist R, Ljunggren C, Tiren S, Voss C**
Stemö study site. Scope of activities and main results
SKB TR 92-02, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992
- 9-9 Ahlbom K, Andersson J-E, Andersson P, Ittner T, Ljunggren C, Tiren S**
Kamlunge study site. Scope of activities and main results
SKB TR 92-15, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992
- 9-10 Ahlbom K, Andersson J-E, Andersson P, Ittner T, Ljunggren C, Tiren S**
Klipperås study site. Scope of activities and main results
SKB TR 92-22, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992
- 9-11 Ahlbom K, Andersson J-E, Andersson P, Ittner T, Ljunggren C, Tiren S**
Finnsjön study site. Scope of activities and main results
SKB TR 92-33, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992
- 9-12 SKB**
Översiktsstudie 95 – Lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995
- 9-13** En förteckning över rapporter från länsvisa översiktsstudier ges sist i denna referenslista
- 9-14 Leijon B**
Nord-syd/Kust-inland. Generella skillnader i förutsättningar för lokalisering av djupförvar mellan olika delar av Sverige
SKB R-98-16, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 9-15 Eng T**
Översiktsstudie av kommuner med kärnteknisk verksamhet
PR D-95-002, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995
- 9-16 SKB**
Förstudie Storuman. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995
- 9-17 SKB**
Förstudie Malå. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996
- 9-18 SKB**
Förstudie i Östhammar. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 9-19 SKB**
Förstudie i Nyköping. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 9-20 SKB**
Förstudie i Oskarshamn. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

- 9-21 SKB**
Förstudie i Tierp. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 9-22 SKB**
Förstudie i Älvkarleby. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 9-23 SKB**
Förstudie i Hultsfred. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 9-24 SKBF/KBS**
Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle – KBS-3. Del I–IV
Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, 1983
- 9-25 SKB**
Slutlig förvaring av använt kärnbränsle. SKB 91 – Berggrundens betydelse för säkerheten
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992
- 9-26 SKB**
SR 95 – Mall för säkerhetsrapporter med beskrivande exempel
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995
- 9-27 SKI**
Project-90. Volume I, Volume II, Summary
SKI TR 91:23, Statens kärnkraftsinspektion, 1991
- 9-28 SKI**
SITE-94. Deep repository performance assessment project. Vol. I and II
SKI Report 96:36, Statens kärnkraftsinspektion, 1996
- 9-29 Vieno T, Nordman H**
Safety assessment of spent fuel disposal in Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara – TILA-99
POSIVA 99-07, Posiva Oy, Helsinki, Finland, 1999
- 9-30 Anttila P, Ahokas H, Front K, Hinkkanen H, Johansson E, Paulamäki S, Riekkola R, Saari J, Saksa P, Snellman M, Wikström L, Öhberg A**
Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock – Hästholmen site report
POSIVA 99-08, Posiva Oy, Helsinki, Finland, 1999
- 9-31 Anttila P, Ahokas H, Front K, Heikkinen E, Hinkkanen H, Johansson E, Paulamäki S, Riekkola R, Saari J, Saksa P, Snellman M, Wikström L, Öhberg A**
Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock – Kivetty site report POSIVA 99-09, Posiva Oy, Helsinki, Finland, 1999
- 9-32 Anttila P, Ahokas H, Front K, Hinkkanen H, Johansson E, Paulamäki S, Riekkola R, Saari J, Saksa P, Snellman M, Wikström L, Öhberg A**
Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock – Olkiluoto site report
POSIVA 99-10, Posiva Oy, Helsinki, Finland, 1999
- 9-33 Anttila P, Ahokas H, Front K, Hinkkanen H, Johansson E, Paulamäki S, Riekkola R, Saari J, Saksa P, Snellman M, Wikström L, Öhberg A**
Final disposal of spent nuclear fuel in Finnish bedrock – Romuvaara site report
POSIVA 99-11, Posiva Oy, Helsinki, Finland, 1999
- 9-34 STUK**
Posiva's application for a decision in principle concerning a disposal facility for spent nuclear fuel – STUK's statement and preliminary safety appraisal – B – YTO 198, Strålsäkerhetscentralen, mars 2000

Kapitel 10

10-1 SKB

FUD-Program 92 – Kompletterande redovisning. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Komplettering till 1992 års program sammanställd med anledning av regeringsbeslut 1993-12-16
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994

10-2 Andersson J, Ström A, Svemar C, Almén K-E, Ericsson L O

Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering
SKB R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

10-3 SSI FS 1998:1

Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall

Kapitel 11

11-1 SKB

Förstudie Storuman. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995

11-2 SKB

Förstudie Malå. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996

11-3 SKB

Förstudie i Östhammar. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

11-4 SKB

Förstudie i Nyköping. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

11-5 SKB

Förstudie i Oskarshamn. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

11-6 SKB

Förstudie i Tierp. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

11-7 SKB

Förstudie i Älvkarleby. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

11-8 SKB

Förstudie i Hultsfred. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

11-9 Bergman T, Johansson R, Stephens M, Wahlroos J-E, Isaksson H

Förstudie Tierp och Älvkarleby. Fältkontroll av berggrunden inom potentiellt gynnsamma områden samt tyngdkraftsmodellering
SKB R-00-47, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

11-10 Ahlbom K, Andersson J-E, Andersson, P, Ittner T, Ljunggren C, Tirén S

Finnsjön study site. Scope of activities and main results
SKB TR 92-33, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992

11-11 Ahlbom K, Smellie J A T (eds)

Underground nuclear repository investigations at Finnsjön, Sweden
Journal of Hydrology, Special issue, Vol 126, No 1-2, 1991

- 11-12 Ahlbom K, Andersson J-E, Nordqvist R, Ljunggren C, Tiren S, Voss C**
Fjällveden study site. Scope of activities and main results
SKB TR 91-52, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1991
- 11-13 Ahlbom K, Andersson J-E, Nordqvist R, Ljunggren C, Tiren S, Voss C**
Gideå study site. Scope of activities and main results
SKB TR 91-51, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1991
- 11-14 Wahlgren C-H, Kornfält K-A, Johansson R, Isaksson H**
Förstudie Hultsfred. Fältkontroll av berggrunden inom potentiellt gynnsamma områden
SKB R-00-44, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

Kapitel 12

- 12-1 SOU 2000:52**
Framtidens miljö – allas vårt ansvar. Del 1 och 2
Slutbetänkande från Miljömålskommitten
Miljödepartementet, 2000

Kapitel 13

- 13-1 SKI, SSI**
SKI dnr 15.2-991427, SSI dnr 6240/3626/99
- 13-2** Frågor om samråd inför tillståndsprövning av slutförvar för använt kärnbränsle m m. Promemoria utarbetad i samverkan mellan länsstyrelserna i Uppsala, Södermanlands och Kalmar län samt regeringens särskilde rådgivare inom avfallsområdet (M 1999:A)
Miljödepartementet, 2000-11-07
- 13-3 MKB-Forum**
Slutförvarssystem i Oskarshamns kommun. Avgränsningar av frågeställningar inför platsundersökningsskedet
MKB-Forum i Kalmar län, 2000
- 13-4 Miljödepartementet**
Regeringens proposition 1997/98:45. Miljöbalk (del 2, s 59–60)
- 13-5 Naturvårdsverket**
Naturvårdsverkets allmänna råd om miljökonsekvensbeskrivningar enligt miljöbalken, Dnr 104-5275-98RK
- 13-6 Regeringsbeslut**
Angående FUD-program 98
Regeringsbeslut 1 2000-01-24, M1999/2152/Mk, M1999/3040/Mk
- 13-7 SKB**
Geovetenskapligt inriktat program för undersökning och utvärdering av platser för djupförvaret
SKB R-00-30, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 13-8 SKB**
Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999
- 13-9 SKB**
Systemanalys – Omhändertagande av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden
SKB R-00-29, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000

- 13-10 Andersson J, Ström A, Svemar C, Almén K-E, Ericsson L O**
Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering
SKB R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 13-11 Gillin K**
Säkerheten vid drift av inkapslingsanläggningen
SKB R-98-12, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 13-12 Havel R**
Inkapslingsanläggning placerad vid djupförvaret. FRINK projektrapport
SKB R-00-16, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- 13-13 SKB**
FUD-Program 98, Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring.
Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998

Rapporter från länsvisa översiktsstudier

SGU

Översiktsstudie av Blekinge län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-22, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Blekinge län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-23, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Kalmar län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-24, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Kalmar län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-25, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Östergötlands län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-26, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Östergötlands län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-27, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Södermanlands län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-28, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Södermanlands län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-29, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Stockholms län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-30, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Stockholms län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-31, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Uppsala län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-32, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Uppsala län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-33, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Gävleborgs län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-34, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Gävleborgs län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-35, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Västernorrlands län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-36, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Västernorrlands län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-37, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Västerbottens län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-38, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Västerbottens län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-39, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Norrbottens län: geologiska förutsättningar.
SKB R-98-40, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

Birgersson L

Översiktsstudie av Norrbottens län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-98-41, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SGU

Översiktsstudie av Hallands län: geologiska förutsättningar.
SKB R-99-17, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Hallands län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-18, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

SGU

Översiktsstudie av Kronobergs län: geologiska förutsättningar.
SKB R-99-19, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Kronobergs län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-20, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

SGU

Översiktsstudie av Värmlands län: geologiska förutsättningar.
SKB R-99-21, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Värmlands län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-22, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

SGU

Översiktsstudie av Örebro län: geologiska förutsättningar.
SKB R-99-23, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Örebro län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-24, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

SGU

Översiktsstudie av Jämtlands län (urbergsdelen): geologiska förutsättningar.
SKB R-99-25, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Jämtlands län (urbergsdelen): markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-26, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

SGU

Översiktsstudie av Skåne län (urbergsdelen): geologiska förutsättningar.
SKB R-99-27, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Skåne län (urbergsdelen): markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-28, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

SGU

Översiktsstudie av Dalarnas län (urbergsdelen): geologiska förutsättningar.
SKB R-99-29, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Dalarnas län (urbergsdelen): markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-30, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

SGU

Översiktsstudie av Västmanlands län: geologiska förutsättningar.
SKB R-99-31, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Västmanlands län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-32, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

SGU

Översiktsstudie av Västra Götalands län: geologiska förutsättningar.
SKB R-99-33, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Västra Götalands län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-34, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

SGU

Översiktsstudie av Jönköpings län: geologiska förutsättningar.
SKB R-99-35, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Birgersson L, Södergren S

Översiktsstudie av Jönköpings län: markanvändning och transportförutsättningar.
SKB R-99-36, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Redovisning av genomfört samråd

I beslutet 2000-01-24 om SKB:s FUD-program 98 anger regeringen att SKB ska samråda med "berörda kommuner, länsstyrelser och myndigheter" vid framtagandet av de redovisningar som regeringen ställt upp som villkor för den fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamheten.

Här redovisas hur samråd genomförts under arbetet med den samlade redovisningen. Samrådet sätts först in i ett större sammanhang, dels den regelbundna offentliga granskning och remissbehandling av SKB:s program som genomförts av varje redovisning sedan 1986, dels den dialog och samverkan med kommuner, länsstyrelser, myndigheter och många andra berörda som löpande genomförts som en del av SKB:s lokaliseringsstudier, i synnerhet i samband med förstudier.

SKB menar att den genomförda remissbehandlingen, granskningen, samrådet och informationen ger en bra utgångspunkt för det samrådsförfarande enligt miljöbalkens bestämmelser som SKB planerar att inleda i samband med övergången till platsundersökningsskedet.

1. Bakgrund

Historik - det svenska kärnkraftprogrammet och hanteringen av kärnavfall

En redogörelse för de politiska beslut som tagits om inriktningen av det svenska kärnkraftsprogrammet och om kärnavfallet har lämnats i en särskild rapport /1/. Viktiga vägval redovisas, såsom typ och antal reaktorer, upparbetning eller direktförvaring av använt kärnbränsle, kärnkraftverkens drifttid etc. Vidare redogörs för besluten kring det som successivt växt fram som SKB:s huvudalternativ, KBS-3-metoden.

Remisshantering och granskning i samband med FUD-programmen

SKB har vart tredje år sedan 1986 lämnat in FoU- och FUD-program till SKI i enlighet med kraven i kärntekniklagen. Programmen skickas på remiss till myndigheter, såsom länsstyrelser, Naturvårdsverket, Boverket och SSI, liksom förstudiekommuner, lokala säkerhetsnämnder samt universitet och högskolor. Även miljöorganisationer liksom centrala och lokala opinionsgrupper ges möjlighet att yttra sig. Som exempel kan nämnas att FUD-program 98 skickades till sextiotre remissinstanser för synpunkter. Fyrtiofem svar lämnades.

Utifrån remissvaren och sin egen granskning har SKI sammanställt underlag för regeringens beslut. Dessa har successivt styrt inriktningen av SKB:s arbete. En sammanfattande historik över de viktigaste aspekterna och synpunkterna gavs i FUD-program 98.

Diskussion och samråd om metodval och teknik

Två gånger per år har SKB under senare år anordnat protokollförda möten med SKI och SSI om metodval och teknik. Vidare ingår metod- och teknikval vid den årliga temadag om SKB:s hela verksamhet i vilken SKI, SSI, KASAM och Miljödepartementet deltar.

Information och samråd under lokaliseringsarbetet

I samband med de pågående förstudierna bedrivs ett arbete med information och samråd. Arbetet sker framför allt lokalt och regionalt. Ett inslag i samrådet har varit den breda remissbehandlingen av de preliminära slutrapporterna. Redogörelser för information och samråd ges i förstudiernas slutrapporter, liksom för hur synpunkter från remissbehandlingen beaktats.

SKB:s informationsverksamhet för allmänheten har informationskontoren i varje förstudiekommun som nav. Där har allmänheten möjlighet att ställa frågor, erhålla material och ge synpunkter. SKB genomför även uppsökande verksamhet till bland annat föreningar och skolor liksom kommunernas tätorter med bilburna utställningar. Deltagande i lokala mässor och liknande arrangemang sker regelbundet. M/S Sigyn besöker bland annat förstudiekommunerna med utställningar under sommaren. En viktig del av verksamheten är också studieresor till SKB:s anläggningar.

Förstudiekommunerna har genom regeringsbeslut haft möjlighet att disponera upp till två miljoner kronor per år ur kärnavfallsfonden för den lokala kompetensuppbyggnaden och informationsarbetet. Kommunerna har använt dessa medel på olika sätt. Gemensamt är att referensgrupper bildats, där samtliga partier i fullmäktige erbjudits att delta. Satsningar på kompetensutveckling för dessa grupper har skett. Offentliga seminarier, debatter och möten har hållits.

I maj 1996 utsågs en "Nationell samordnare inom kärnavfallsområdet" av regeringen. Syftet var att främja samordning av de informations- och utredningsinsatser som berörda kommuner fann nödvändiga. Ett mötesforum bildades i november 1997 – Nationellt MKB-forum på kärnavfallsområdet. Syftet var främst att skapa samförstånd om vilka frågor som bör belysas i MKB-arbetet och att ge möjlighet att behandla frågor av allmän betydelse för innehållet i en miljökonsekvensbeskrivning. Möten anordnades 2–3 gånger per år. Arbetet har redovisats i årliga redogörelser för den nationelle samordnarens verksamhet som lämnats till regeringen.

Efter juni 1999 ändrades benämningen "Nationell samordnare inom kärnavfallsområdet" till "Särskild rådgivare inom kärnavfallsområdet" och fick en närmare knytning till regeringskansliet än tidigare. I uppdraget ingår att nära följa det pågående arbetet med att finna en plats för djupförvaret och att bistå regeringskansliet med råd vid handläggning av ärenden som berör kärnavfallsområdet. Den särskilde rådgivaren ska främja samordningen av utbildnings- och informationsinsatser mellan berörda myndigheter, länsstyrelser och kommuner samt hålla nära kontakt med de organisationer som vill delta i lokaliseringsprocessen. Detta sker bland annat genom medverkan i de samråd som sker på regional nivå i berörda län och genom deltagande i den seminarieverksamhet som har bedrivits i några av förstudiekommunerna.

Regionalt har länsstyrelserna i Kalmar, Södermanlands och Uppsala län enligt regeringens beslut (1995-05-18) varit samordnande för kontakter mellan SKB, kommuner och myndigheter. Detta har skett genom regelbundna informations- och samrådsmöten med deltagande av bland andra SKB, SKI, SSI, nationelle samordnaren/särskilde rådgivaren samt berörda kommuner och länsstyrelser. Några möten per år har hållits i respektive region.

2. Samråd i samband med den samlade redovisningen

SKB inledde arbetet med den samlade redovisningen hösten 1999 när alla remissyttranden angående FUD-program 98 inkommit, och i väntan på beslut från regeringen. Efter regeringsbeslutet 2000-01-24 redovisade SKB i brev (2000-03-16) till myndigheter, länsstyrelser och kommuner planerna för redovisningen och för samrådet. I brevet beskrevs bland annat planerat innehåll och underlag för den samlade redovisningen samt tidsplanen.

Vid samrådsförfarandet har SKB i första hand utnyttjat de former för information, samråd och diskussion som utvecklats under förstudiearbetet.

Protokollförda möten har regelbundet hållits med SKI och SSI, samt med KASAM. Syftet har varit att gå igenom myndighetsyttrandena och klargöra innebörden i dem, samt att redovisa och få synpunkter på SKB:s planering och pågående utredningsarbete. Rapporteringens innehåll, samt uppläggningsplaneringen av den förbättrade systemanalysen har varit viktiga diskussionspunkter.

SKB har också sedan tidigt hösten 1999 fortlöpande informerat berörda länsstyrelser och kommuner om planerna för den samlade redovisningen, bland annat vid MKB-möten i länsstyrelsernas regi, och vid ett MKB-seminarium 8–9 september 1999.

På möten i länsstyrelsernas regi har SKB regelmässigt på dagordningen tagit upp en punkt om SKB:s planerade samlade redovisning. Vid dessa tillfällen har arbetsläget beskrivits och synpunkter och förslag från diskussionen inhämtats och dokumenterats. Framförda synpunkter har besvarats antingen direkt vid mötet eller vid nästkommande möte.

SKB har stått till förfogande för ytterligare presentationer och diskussioner på önskemål från någon samrådspart. Detta har bland annat inneburit att arbetet med den samlade redovisningen också beskrivits vid offentliga informationsmöten och möten med kommunala referensgrupper samt i vissa fall också vid informationstillfällen för kommunfullmäktige.

I de följande avsnitten redovisas översiktligt de viktigaste frågorna och synpunkterna som tagits upp under samrådet, med en redogörelse för hur dessa beaktats.

3. Redovisning av metodval

Uppläggningsplaneringen av SKB:s redovisning av metodvalet, med tillhörande underlagsrapporter, har diskuterats med framför allt SKI och SSI. Syftet har varit att gå igenom de synpunkter dessa myndigheter framförde i sina yttranden över FUD-program 98. Här har ingått även frågor om terminologin och lämplig struktur på redovisningen.

Den mest framträdande synpunkten från kommunalt håll på metodvalsfrågan har varit att understryka behovet av en tydlig redovisning från SKB:s sida hur olika alternativa metoder värderats samt ett klart ställningstagande till redovisningen från myndigheternas sida.

Samrådet enligt ovan har bland annat lett till att SKB lagt stor vikt vid pedagogik och klarhet i metodvalsredovisningen. Kommunernas önskan att inför sina beslut om deltagande i en platsundersökning erhålla myndigheternas bedömningar av metoden och dess säkerhet kommer att kunna uppfyllas genom att SKB:s redovisning nu granskas av myndigheterna. SKI har redan sammanställt sin egen och andras granskning av SR 97, se kapitel 7. SKI kommer att granska redovisningen av metoden som ges i underlagsrapporterna till denna rapport. Resultatet av denna granskning beräknas föreligga i juni 2001.

4. Platsval

I samrådet rörande platsvalsredovisningen har SKI och SSI poängterat vikten av att tydligt redovisa resonemang och argumentering för urvalet av platser. En fråga som tagits upp av såväl myndigheter som kommuner och länsstyrelser har varit hur olika aspekter på platsvalet vägs samman vid urvalet. SKB har beaktat dessa synpunkter vid utformningen av kapitlen 10, 11 och 12 i denna rapport.

Oskarshamns kommun har understrukt vikten av att SKB så tydligt som möjligt specificerar var inom angivet prioriterat område i Oskarshamn SKB vill inleda platsundersökningar om Oskarshamn/Simpevarp väljs ut för platsundersökningar. SKB redovisar detta i förstudiens slutrapport och i kapitel 14 i denna rapport.

Flera kommuner har framfört synpunkten att provborrningar bör göras på fler än två platser och i något fall har man menat att inledande provborrningar borde göras i samtliga intressanta områden från förstudierna. SKB har vägt in behovet av tillräcklig bredd på det urval som nu görs av undersökningsplatser men anser det inte motiverat att inleda undersökningar på fler platser än vad som föreslås i denna rapport. Valet av antalet platser är en avvägning mellan behovet av fortsatt bredd i programmet och nödvändig fokusering med tanke på resurser, tillgänglig kompetens och det lokala engagemang och den potentiella störning som varje undersökning innebär. Vidare menar SKB att även om ett antal inledande borrhål på en plats ökar kunskapen väsentligt om förhållandena på djupet så kommer det inte att vara möjligt att efteråt rangordna platserna så länge utvärderingskraven uppfylls.

Tierps och Hultsfreds kommun har framfört synpunkten att SKB:s val av platser sker för tidigt i förhållande till kommunernas egen behandling av den preliminära slutrapporten från respektive förstudie. Det underlag som behövs för att göra den samlade utvärderingen och valet av undersökningsplatser har enligt SKB varit tillfyllest för att SKB ska kunna ta ställning till vilka platser som bör undersökas. Däremot finns mycket riktigt i kommunernas remissyttranden flera synpunkter och frågor som kräver sitt svar innan kommunerna för sin del kan ta ställning hösten 2001. SKB avser att under 2001 tillsammans med varje berörd kommun gå igenom och ta fram det underlag utöver denna rapport som de kan behöva för att ta ställning till en platsundersökning. Därigenom vill vi se till att alla synpunkter från en kommun finns besvarade och har beaktats av SKB innan det blir dags för kommunen att ta ställning till en fortsättning.

Vid ett möte i MKB-Dacke 2000-03-31 framfördes en fråga om ett deltagande i en platsundersökning medför en skyldighet att gå vidare till detaljundersökning. SKB svarade att det inte är så. Lokaliseringsprövningen sker inför detaljundersökning och bygge, och kommunen måste då tillstyrka. SKB bygger hela processen på frivillighet.

Såväl myndigheter som kommuner har efterfrågat SKB:s planer för slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall, och dess koppling till djupförvaret. Detta beskrivs i kapitel 2 och där framgår bland annat att frågan om lokaliseringen av det förvaret inte blir aktuell förrän om cirka 30 år. Det innebär att den lokaliseringsprocess som kommunerna nu deltar i inte syftar till beslut om lokaliseringen av slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Östhammars kommun har vid möte i referensgruppen 2000-03-13 frågat hur platsvalsprocessen ska bedrivas, det vill säga vilka åtgärder som avses vidtas och vilken tidsplanen är fram till beslut om platser för platsundersökningar. SKB svarade vid mötet och en redogörelse av hela lokaliseringsprocessen finns i del III och IV av denna rapport.

5. Platsundersökningar

Flera kommuner har efterfrågat tydliga platsutvärderingskriterier med i förväg angivna krav som måste uppfyllas och förhållanden som innebär att en plats måste överges. SKB har därefter i enlighet med FUD-program 98 i detalj redovisat de krav djupförvaret ställer på berget och därmed också de förhållanden som kan föranleda att undersökningarna på en plats avbryts, se kapitel 13.

Kommunerna i Norduppland har framhållit att man ser frågan om ett djupförvarssystem som något som har betydelse för hela regionen oavsett var de olika anläggningarna skulle hamna. De har därför framfört krav på ett regionalt uppbyggt och sammanhållet program för platsundersökningsskedet i Norduppland. SKB presenterar detta i kapitel 14 i denna rapport.

Kommunerna har bett att få klarlagt när samrådsförfarandet enligt bestämmelserna i miljöbalken om miljökonsekvensbeskrivningen ska starta. SKB har svarat att avsikten är att dels bygga vidare på de samrådsformer som etablerats under förstudierna, dels så snart som det är lämpligt i samband med övergången till platsundersökningsskedet anmäla ärendet för tidigt samråd enligt miljöbalkens bestämmelser. En sådan anmälan kommer att leda till att berörd länsstyrelse beslutar om utökat samråd enligt miljöbalken. SKB har för avsikt att i början av år 2001 ta upp frågan om tidpunkt och former för en anmälan med länsstyrelsen i Kalmar län och Oskarshamns kommun liksom med länsstyrelsen i Uppsala län och de berörda kommunerna i Norduppland. Se vidare kapitel 13 och 14.

SKI har i sin rapport nummer 99-15 angett att:

”Enligt 6 kap 4–5 §§ miljöbalken och MKB-förordningen (SFS 1998:905) skall ett formellt förfarande med utökat samråd med miljökonsekvensbedömning inledas genom beslut av berörd länsstyrelse när SKB anmäler sin avsikt att förbereda en ansökan om lokalisering av en anläggning för hantering eller förvaring av använt kärnbränsle i kommun inom länet. Enligt SKIs mening bör detta tolkas så att detta utökade samråd bör inledas i samband med att SKB påbörjar platsundersökningar, eftersom syftet med dessa är att förbereda en lokaliseringsansökan för en av kommunerna.”

SKB finner att detta ligger i linje med den beskrivna planeringen från SKB:s sida.

Flera kommuner har också frågat om det behövs en MKB för platsundersökningarna. SKB har besvarat frågan i samband med mötena och en redovisning finns nu i kapitel 13. En anmälan kommer att göras av SKB till berörda länsstyrelser enligt kapitel 12 i miljöbalken för ej tillståndspliktig verksamhet och till kommunen och dess miljökontor.

Frågan om grundvattenavsänkning på grund av undersökningar eller djupförvarbyggnation har också tagits upp lokalt, inte minst i Nyköping. Som en följd av detta har SKB gjort en särskild rapport om grundvattenrörelser och grundvattenavsänkning vid byggnation och drift av ett djupförvar /4/.

En annan fråga som ofta väckts på det lokala planet inför platsundersökningsskedet gäller hur markägare och närboende berörs av den planerade verksamheten. Detta har föranlett SKB att dels anordna särskilda informationsmöten för närboende i aktuella områden, dels ta fram ett dokument om grundläggande policy i dessa frågor. Detta policydokument antogs av SKB:s styrelse den 22 november 2000 och kommer att ligga till grund för fortsatt information och samråd med berörda markägare och närboende.

6. Möten

I nedanstående tabeller förtecknas sammanträden på nationell nivå, med myndigheter och KASAM, och på regional nivå. Protokoll eller anteckningar från mötena finns tillgängliga hos SKB, myndigheterna eller, för de regionala mötena, hos respektive länsstyrelse.

Tabell 1. Möten på nationell nivå hösten 1999 och år 2000

| Datum | Ämnen | Deltagare, förutom SKB |
|---------------------------|--|--|
| 1999-09-08- 1999-09-09 | MKB-seminarium arrangerat av SKB | Finska handels- och industriministeriet, Posiva Oy, SKI, SSI, KASAM, särskilde rådgivaren, KTH, Inst för miljörett, Alrutz Advokatbyrå, Länsstyrelsen i Kalmar län, Länsstyrelsen i Uppsala län, Älvkarleby kommun, Östhammars kommun, Tierps kommun, Nyköpings kommun, Oskarshamns kommun, Hultsfreds kommun |
| 1999-10-08 | FUD 98-kompletteringen, granskningen av SR 97, slutförvaret för låg- och medel- aktivt avfall | SKI |
| 1999-10-25 | Granskning av SR 97, förstudier | SKI |
| 1999-10-29 | Jämförande systemanalys, system- analys av KBS-3-metoden, nollalternativet | SKI, SSI |
| 1999-11-03 | Platsundersökningar - lokaliseringsfaktorer, krav och kriterier (protokoll upprättades inte) | KASAM |
| 1999-11-23 | Lokalisering av djupförvaret, MKB, slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall | SKI |
| 1999-11-26 | Lokalisering av djupförvaret, MKB | SKI |
| 1999-12-14 | FUD 98-kompletteringen, granskningen av SR 97, slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall | |
| 1999-12-17 | Jämförande systemanalys, system- analys av KBS-3-metoden, noll- alternativet | SKI, SSI |
| 1999-12-20 | FUD 98-kompletteringen, granskningen av SR 97 | SKI, SSI |
| 2000-01-27 | Jämförande systemanalys, system- analys av KBS-3-metoden | SKI, SSI |
| 2000-01-28 | Planering för slutförvaret för lång- livat låg- och medelaktivt avfall | SKI, SSI |
| 2000-02-03 | Jämförande systemanalys, system- analys av KBS-3-metoden | SKI, SSI |
| 2000-03-30 | Lokalisering av djupförvaret | SKI |
| 2000-04-07 | FUD 98-kompletteringen, långtidsplanen | SKI, SSI |
| 2000-09-14 | Metodval, KBS-3, Teknikutveckling | SKI, SSI, KASAM, särskilde rådgivaren |
| 2000-10-10 | Utbyte av information | Särskilde rådgivaren, Miljödepartementet, Boverket, Naturvårdsverket, SKI, SSI, KASAM, Älvkarleby kommun, Östhammars kommun, Tierps kommun, Nyköpings kommun, Oskarshamns kommun, Hultsfreds kommun, SKB (del av mötet) |
| 2000-10-20 | Granskning av SR 97, FUD 98-kompletteringen | SKI |

Tabell 2. Regionala samrådsmöten hösten 1999 och år 2000

| Datum | Möte |
|------------|-------------------------------------|
| 1999-08-25 | Regionalt samråd, Södermanlands län |
| 1999-09-03 | MKB-Forum, Kalmar län |
| 1999-10-29 | MKB-Forum, Kalmar län |
| 1999-12-03 | Regionalt samråd, Uppsala län |
| 1999-12-16 | MKB-Dacke, Kalmar län |
| 1999-12-17 | MKB-Forum, Kalmar län |
| 2000-02-10 | Regionalt samråd, Uppsala län |
| 2000-02-18 | MKB-Dacke, Kalmar län |
| 2000-03-10 | MKB-Forum, Kalmar län |
| 2000-03-31 | MKB-Dacke, Kalmar län |
| 2000-05-19 | Regionalt samråd, Uppsala län |
| 2000-05-24 | Regionalt samråd, Södermanlands län |
| 2000-06-14 | MKB-Dacke och MKB-Forum, Kalmar län |
| 2000-09-08 | MKB-Dacke, Kalmar län |
| 2000-09-22 | MKB-Forum, Kalmar län |
| 2000-10-13 | Regionalt samråd, Uppsala län |
| 2000-11-13 | Regionalt samråd, Södermanlands län |

Tabell 3. Ytterligare möten på regional nivå hösten 1999 och år 2000

| Datum | Möte | Deltagare |
|------------|---|---|
| 1999-12-10 | Möte med anledning av förstudierna i Oskarshamns och Hultsfreds kommuner | SKI, SSI, särskilde rådgivaren, Vägverket, Länsstyrelsen i Kalmar län, Högskolan i Kalmar, Metria Hultsfred, Kommuner: Emmaboda, Hultsfred, Mönsterås, Nybro, Oskarshamn, Vimmerby, Västervik |
| 2000-09-21 | Referensgruppen för utfrågningar i anslutning till granskningen av SKB:s kompletterande redovisning av FUD-program 98 | SKI, SSI, Östhammars kommun, Tierps kommun, Älvkarleby kommun, Nyköpings kommun, Oskarshamns kommun, Hultsfreds kommun, Karinta-konsult |

Tabell 4. Deltagare i Regionalt samråd – Uppsala län**Deltagare**

Länsstyrelsen i Uppsala län*
Nationelle samordnaren/särskilde rådgivaren*
SKI*
SSI*
KASAM
NUTEK
Sjöfartsverket
Statens energimyndighet
S1/Fo 47
Östhammars kommun*
Länsstyrelsen i Stockholms län
Länsstyrelsen i Gävleborgs län
Länsstyrelsen i Västmanlands län
Länsstyrelsen i landskapet Åland
Ålands landskapsstyrelse
Tierps kommun*
Älvkarleby kommun*
Heby kommun
Håbo kommun
Uppsala kommun
Gävle kommun
Norrtälje kommun
SKB*

* Deltar regelbundet.

Tabell 5. Deltagare i Regionalt samråd – Södermanlands län**Deltagare**

Länsstyrelsen i Södermanlands län
Nationelle samordnaren/särskilde rådgivaren
SKI
SSI
KASAM
Länsstyrelsen i Stockholms län
Länsstyrelsen i Östergötlands län
Sjöfartsverket
Nyköpings kommun
Oxelösunds kommun
Trosa kommun
Gnesta kommun
Flens kommun
Katrineholms kommun
Naturskyddsföreningen i Södermanlands län
Naturskyddsföreningen i Södra Sörmland
SKB

Tabell 6. MKB-Forum – Kalmar län

| Permanenta deltagare | Tillfälliga deltagare |
|---|-------------------------------------|
| Länsstyrelsen i Kalmar län | KASAM |
| Nationelle samordnaren/särskilde rådgivaren (adjungerad) | OKG Aktiebolag Hultsfreds kommun |
| SKI | |
| SSI | |
| Oskarshamns kommun | |
| SKB | |

Tabell 7. MKB-Dacke – Kalmar län

| Permanenta deltagare | Tillfälliga deltagare |
|---|-----------------------|
| Länsstyrelsen i Kalmar län | Oskarshamns kommun |
| Nationelle samordnaren/särskilde rådgivaren | Hultsfreds kommun |
| SKI | |
| SSI | |
| Hultsfreds kommun | |
| SKB | |

Möten på lokal nivå

En förteckning över möten på lokal nivå finns i slutrapporterna för respektive förstudie /5 till 10/.

Referenser

- /1/ **SKB**
Det svenska kärnavfallsprogrammet
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- /2/ **SKB**
Angående SKB:s plan för kompletterande redovisningar enligt villkoren i regeringens beslut om FUD-program 98. Brev från SKB 2000-02-03 (L-10620) till Statens kärnkraftinspektion.
- /3/ **SKB**
MKB-seminarium, 8–9 september 1999. SKB:s mötesanteckningar 1999-09-14, I. Aggeryd.
- /4/ **Axelsson C-L, Follin S, Koyi S**
Grundvattenavsänkning och dess effekter vid byggnation och drift av ett djupförvar.
R-00-21, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- /5/ **SKB**
Förstudie Östhammar. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- /6/ **SKB**
Förstudie Nyköping. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- /7/ **SKB**
Förstudie Oskarshamn. Slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- /8/ **SKB**
Förstudie Tierp. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- /9/ **SKB**
Förstudie Älvkarleby. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000
- /10/ **SKB**
Förstudie Hultsfred. Preliminär slutrapport
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000