

R-06-42

Lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle

En översikt av trettio års arbete

Roland Johansson

Roland Johansson Miljö- och energikonsult AB

Maj 2006

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co
Box 5864

SE-102 40 Stockholm Sweden

Tel 08-459 84 00
+46 8 459 84 00

Fax 08-661 57 19
+46 8 661 57 19



ISSN 1402-3091

SKB Rapport R-06-42

Lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle

En översikt av trettio års arbete

Roland Johansson

Roland Johansson Miljö- och energikonsult AB

Maj 2006

Denna rapport har gjorts på uppdrag av SKB. Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarens egna och behöver nödvändigtvis inte sammanfalla med SKB:s.

En pdf-version av rapporten kan laddas ner från www.skb.se

Förord

År 2002 startade SKB platsundersökningar för slutförvaret för använt kärnbränsle i Forsmark i Östhammars kommun och Laxemar/Simpevarp i Oskarshamns kommun. Därmed var nära trettio års arbete avslutat och ett nytt skede i arbetet med slutförvaret hade inletts.

Vägen fram till platsundersökningarna har inte varit enkel. Den startade i en turbulent tid med aktivt motstånd mot kärnkraften, politiska löften om avveckling, kärnkraftolyckan i Harrisburg följt av folkomröstningen om kärnkraftens framtid. Flera av de första undersökningarna i fält fick avbrytas på grund av motstånd från lokalbefolkningen. Mest känd är aktionen Rädda Kynnefjäll. För SKB hade nog demonstrationerna i Almunge, som ledde till att provborrningarna fick avbrytas innan borren nått tio meter ner i berget, störst betydelse. Tumultet i Almunge bidrog till att SKB tog time-out i sökandet efter en lämplig plats och i stället ägnade sig åt att bland annat inleda undersökningar för berglaboratoriet på Äspö. Efter Almunge utgick lokaliseringsarbetet från förutsättningarna ”säkert berg” och frivillig medverkan.

Under det inledande skedet var huvuduppgiften för SKB att lokalisera och bygga ett centralt lager för använt bränsle och ett slutförvar för driftavfallet. 1977 kom villkorslagen. Sex reaktorer var då under byggnad, varav två skulle bli klara inom ca ett och ett halvt år. Att visa hur och var man kunde slutförvara högaktivt avfall på ett helt säkert sätt fick därmed absolut högsta prioritet för SKB och KBS-projektet. Först när dessa primära mål var uppnådda kunde man mer konkret prioritera och ta itu med lokaliseringen av och teknikutvecklingen för slutförvaret och inkapsling av bränslet. Den kunskap man fram till dess skaffat om den svenska berggrunden var en viktig förutsättning i lokaliseringsarbetet.

Denna sammanfattning av trettio års arbete att finna en plats för slutförvaret baseras i första hand på rapporter från SKB:s Projekt KärnbränsleSäkerhet (KBS) och SKB:s regelbundna redovisning av forskning, utveckling och demonstration (Fud) enligt kraven i kärntekniklagen. För att få med ytterligare detaljer har även underlagsrapporter till dessa använts. Författaren har många gånger haft anledning att skänka en tacksamhetens tanke till alla som så utomordentligt väl har hjälpt SKB att systematiskt och välskrivet redovisa utfört arbete och planerade insatser.

Ekerö i maj 2006

Roland Johansson

Läsanvisning

Det första kapitlet i rapporten ger en fyllig översikt över arbetet från starten i mitten av 70-talet fram till 2002 när platsundersökningarna inleddes. För den allmänt intresserade räcker det att läsa detta kapitel. Kapitel 2 ger en snabb överblick av KBS-rapporterna och SKB:s Fud-redovisningar. I kapitel 3 redovisas mycket kortfattat genomförda inventeringar och undersökningar av den svenska berggrunden. Lokaliseringsarbetet med översiktsstudier och förstudier presenteras i kapitel 4. Kapitel 5 sammanfattar SKB:s platsval och arbetet fram till starten av platsundersökningarna. Kapitel 6 handlar om och ger exempel på erfarenheter från lokaliseringen av Clab, SFR och Äspö-laboratoriet. Viktiga aktörer inom kärnavfallsprogrammet presenteras kort i bilaga 1. I bilaga 2 redovisas en sammanfattning – hämtad från KBS-2 rapporten – av resultaten från KBS-projektets geologiprogram. I bilaga 3 redovisas de lokaliseringsfaktorer och kriterier som SKB från och med 1995 tillämpade i lokaliseringsarbetet för slutförvaret. I bilaga 4 finns en fyllig sammanställning av de krav, önskemål och bedömningar som utgjorde underlag för valet av plats för platsundersökningar. I bilaga 5 finns en översikt över viktiga lagar och de ändringar som skett sedan 1975.

I rapporten används genomgående förkortningen SKB, även för tiden 1972 – 1984 då SKB hette Svensk Kärnbränsleförsörjning AB (SKBF).

I rapporten används genomgående benämningen 'slutförvar', även i citat där det i källan står 'djupförvar'. SKB har tidigare använt ordet 'djupförvar' för att markera att den slutliga förvaringen måste ske djupt ner i berget. Benämningen indikerade vidare att även vid slutförvaring på stort djup är återtag möjligt. Numera använder SKB benämningen 'slutförvar'.

Innehåll

1	Att finna en plats för slutförvaring av använt kärnbränsle	7
1.1	Arbetet har pågått i över 30 år	7
1.2	Inventering och undersökningar av berggrunden startade tidigt	8
1.3	Villkorlagen krävde snabba och fördjupade insatser	9
1.4	Kärntekniklagen ställer krav på allsidigt FoU-program	10
1.5	Typområdesundersökningar på åtta platser	11
1.6	SKB presenterar en översiktlig plan för lokalisering av slutförvaret	13
1.7	Lokaliseringsarbetet startar på allvar	13
1.8	SKB:s plan har regeringens stöd	13
1.9	Förstudier ger viktiga erfarenheter	14
1.10	Ett avgörande skede i lokaliseringsarbetet	16
1.11	Val av platser	17
1.12	Regeringen ger klartecken till platsundersökningar	19
1.13	Forsmark och Simpevarp/Laxemar är av riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall	19
2	Forskning och utveckling	21
2.1	KBS-projektet	21
2.2	Forskningsprogram enligt kärntekniklagen	22
3	Inventering och undersökning av berggrunden	25
3.1	Aka-utredningen initierar de första studierna	25
3.2	KBS-projektet genomför provborrningar	25
3.3	Översiktliga undersökningar av den svenska berggrunden	26
3.4	Typområden	30
4	Lokalisering av slutförvaret	33
4.1	Lokaliseringsaspekter i KBS-3 rapporten	33
4.2	Lokaliseringsaspekter i SKB:s tidiga forskningsprogram	34
4.3	Lokaliseringsarbetet preciseras och fokuseras	37
4.4	Förstudier	45
5	SKB väljer plats	59
5.1	Riktlinjer, underlag och bedömningar	59
5.2	SKB:s val av platser	63
5.3	Remissinstansernas synpunkter på platsvalet	63
5.4	Klartecken för platsundersökningar i Forsmark och Oskarshamn	64
6	Erfarenheter från lokalisering av Clab, SFR och Äspö	65
	Referenser	69
	Bilaga 1 Aktörer inom kärnavfallsprogrammet	75
	Bilaga 2 Sammanfattning av resultaten från KBS-projektets geologiprogram	79
	Bilaga 3 Lokaliseringsfaktorer och kriterier	81

Bilaga 4-1	Krav och önskemål med avseende på bergets sammansättning och struktur	95
Bilaga 4-2	Krav och önskemål med avseende på grundvattnets sammansättning	97
Bilaga 4-3	Krav och önskemål med avseende på fördröjning vid transport av radionuklider genom berggrunden	99
Bilaga 4-4	Krav och önskemål med avseende på undersökningsbarhet	101
Bilaga 4-5	Krav och önskemål med avseende på bergbyggnad och arbetsmiljö	103
Bilaga 4-6	Sammanställning av utmärkande egenskaper och viktiga osäkerheter avseende berggrunden	105
Bilaga 4-7	Krav och önskemål med avseende på industrietableringen	107
Bilaga 4-8	Krav och önskemål med avseende på transporter	109
Bilaga 4-9	Krav och önskemål med avseende på samhällets resurser	111
Bilaga 4-10	Förutsättningar för slutförvaret som industrietablering	113
Bilaga 4-11	Krav och önskemål med avseende på samhällsfrågor	115
Bilaga 5	Lagar av betydelse för arbetet att lokalisera slutförvaret	117

1 Att finna en plats för slutförvaring av använt kärnbränsle

1.1 Arbetet har pågått i över 30 år

Arbetet att ta fram en lämplig metod och finna en plats för slutförvaring av det använda kärnbränslet har pågått i mer än 30 år. Redan under de tio första åren – och med Aka-utredningens förslag som utgångspunkt – utformades grunderna till ett svenskt förvarssystem med:

- ett centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab, som togs i drift 1985),
- ett transportsystem för använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall (m/s Sigyn, som togs i drift 1982),
- ett slutförvar för låg- och medelaktivt avfall (SFR som togs i drift 1988) samt,
- förutsättningar och metoder för slutförvaring av det använda kärnbränslet i det svenska urberget.

Att skaffa sig god kunskap om den svenska berggrunden och vilka egenskaper berget måste ha för att kravet på en säker slutförvaring skulle kunna uppnås var en av huvuduppgifterna i det inledande arbetet. Först när man hade denna kunskap var det möjligt och lämpligt att börja det egentliga lokaliseringsarbetet för slutförvaret¹.

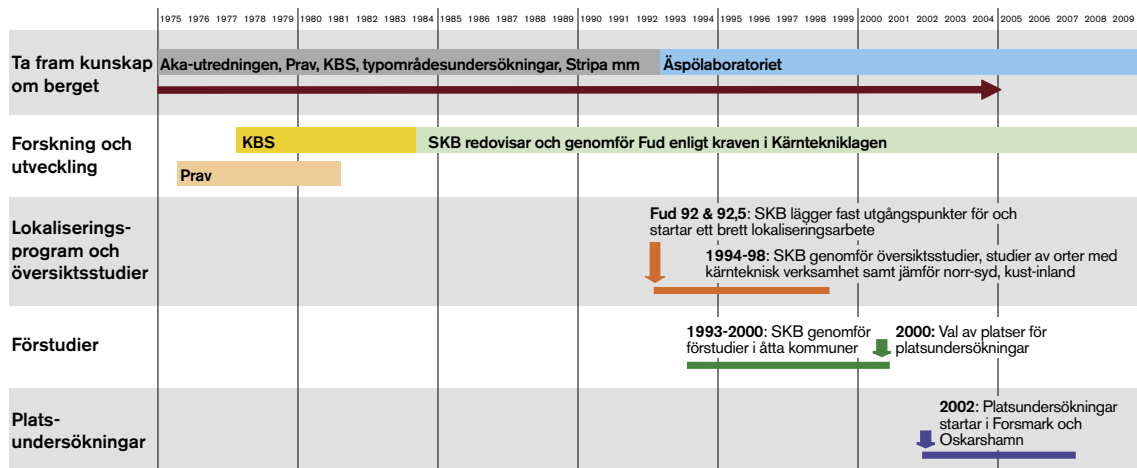
Under perioden 1984–1992 fördjupades och breddades kunskapen kring tänkbara sätt att förvara kärnbränslet i svensk berggrund. Äspölaboratoriet byggdes. Alternativa metoder redovisades och värderades. SKB² drog i Fud-program 92 slutsatsen att tiden var mogen för att påbörja ett konkret arbete med att lokalisera och bygga en inkapslingsanläggning och ett slutförvar. Denna inriktning fick stöd av myndigheterna och regeringen.

Från 1992 till 2000 bedrev SKB ett intensivt och omfattande lokaliseringsarbete med översiktsstudier och förstudier. Arbetet avslutades med en samlad utvärdering av platser som var potentiellt lämpliga för ett slutförvar och förslag till var och hur platsundersökningar skulle utföras. SKB:s förslag fick starkt stöd i två av de valda kommunerna (Oskarshamn och Östhammar) och av myndigheterna och regeringen. Ett nytt skede i arbetet att lokalisera slutförvaret inleddes när SKB 2002 startade platsundersökningar i Forsmark och Oskarshamn.

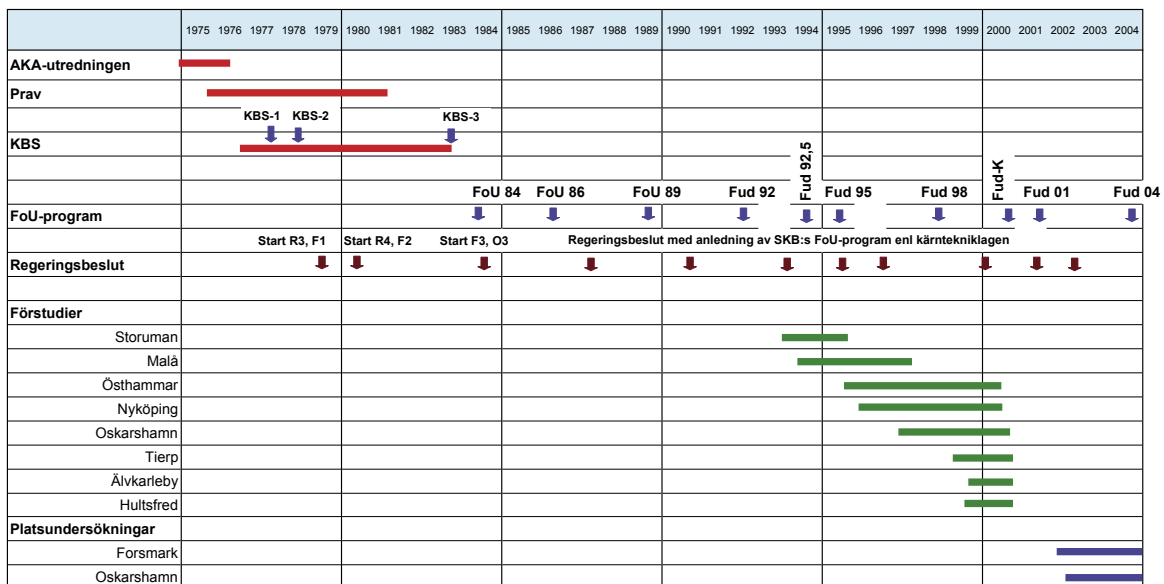
Med start 1986 har SKB vart tredje år redovisat sitt program för forskning och utveckling till myndigheter och regering. Programmen har remissbehandlats och regeringen har därefter godtagit redovisningarna. I vissa fall har regeringen krävt kompletterande redovisning eller klarlagt sin syn på arbetets inriktning /1/.

¹ I rapporten används genomgående benämningen 'slutförvar', även i citat där det i källan står 'djupförvar'. SKB har tidigare använt ordet 'djupförvar' för att markera att den slutliga förvaringen måste ske djupt ner i berget. Benämningen indikerade vidare att även vid slutförvaring på stort djup är återtag möjligt. Numera använder SKB benämningen 'slutförvar'.

² I rapporten används genomgående förkortningen SKB, även för tiden 1972–1984 då SKB hette Svensk Kärnbränsleförsörjning AB (SKBF).



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



Figur 1-2. Från Aka-utredningen till platsundersökningar.

1.2 Inventering och undersökningar av berggrunden startade tidigt

Den första samlade insatsen gjordes av Aka-utredningen (Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall) som regeringen tillsatte 1973 och som redovisade sitt slutbetänkande 1976. Alltsedan dess har ett omfattande arbete genomförts i syfte att bygga upp en allmän kunskap om det svenska urberget och de förhållanden i berget som kan påverka funktionen hos ett slutförvar. Prav (Programrådet för radioaktivt avfall), som regeringen tillsatte i november 1975 på förslag av Aka-utredningen, och KBS-projektet (se nästa avsnitt) fortsatte och utvidgade de geologiska studier som Aka-utredningen påbörjat. Bland annat inleddes en landsomfattande inventering av den svenska berggrunden. Man betonade att avsikten inte var att finna en plats för slutförvaret utan att erhålla data från stort djup i olika områden spridda över hela landet.

Geologiska studier genomfördes över hela landet och i olika geologiska miljöer. Med hjälp av flygbilder och geologiska kartor identifierades ett stort antal möjliga områden. Nästa steg var fältbesök och enkla geologiska karteringar. Därefter följde mer omfattande undersökningar av de områden som bedömdes ha bra förutsättningar att uppfylla kraven på ett långsiktigt säkert slutförvar. Parallellt pågick utvecklingen av bättre och anpassade undersökningsmetoder.

1.3 Villkorlagen krävde snabba och fördjupade insatser

Villkorlagen, som antogs av riksdagen i april 1977, krävde att en reaktorinnehavare redovisade hur och var en helt säker förvaring av det högaktiva avfallet (efter upparbetning) eller det använda kärnbränslet (utan upparbetning) kunde ske för att reaktorinnehavaren skulle få regeringens tillstånd att tillföra kärnbränsle till nya reaktorer /2/. Att visa detta var under ett par år med intensivt arbete en huvuduppgift för Projekt Kärnbränslesäkerhet (KBS-projektet) som startades och leddes av kärnkraftföretagen. KBS-projektet var till en början administrativt knutet till SKB, men hade en egen styrelse (SKB:s VD ingick i styrelsen), egen ledning och egen budget. 1979 omorganiserades projektet och blev en avdelning inom SKB /1/.

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

Både Prav och SKB/KBS bedrev utredningar, forskning och utveckling inom kärnavfallsområdet (båda hade adressen Brahegatan 47). Prav hade i första hand ansvaret för arbetet med slutförvaret för låg- och medelaktivt avfall (SFR), SKB ansvarade för arbetet med Clab, medan KBS-projektet ansvarade för arbetet kring hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle. 1981 upphörde Prav och SKB fick ett samlat ansvar för hela kärnavfallsprogrammet.

KBS-projektet redovisade sitt arbete i tre huvudrapporter:

- KBS-1: Kärnbränslecykelns slutsteg – förglasat avfall från upparbetning (november 1977) /3/,
- KBS-2: Kärnbränslecykelns slutsteg – slutförvaring av använt kärnbränsle (september 1978) /4/,
- KBS-3: Kärnbränslecykelns slutsteg – använt kärnbränsle – KBS-3 (maj 1983) /5/.

KBS-1 rapporten och upparbetningskontrakt med franska COGEMA utgjorde underlag för ansökningar till regeringen att starta reaktorerna Ringhals 3 och Forsmark 1. Efter intensiva diskussioner med många politiska övertoner kom regeringen fram till att vissa kompletterande geologiska undersökningar var nödvändiga för att villkorlagens krav skulle kunna anses helt uppfyllda. Efter de ”politiska borrhålen” på Sternö hösten och vintern 1978–1979 samt debatten om ”7 av 8 geologer underkänner”³ godkände SKI:s styrelse

³ För att granska resultatet av de kompletterande geologiska undersökningarna tillsatte SKI en expertgrupp med åtta geologer. Enligt sju av de åtta geologerna visade de nya borrhålen inte att berget i Sternö dög.

i mars 1979 de kompletterande undersökningarna och menade att KBS-projektet visat att det finns plats vid Sternö – åtminstone för avfallet från de två reaktorer som ansökan gällde. Regeringen biföll de båda ansökningarna i juni 1979 /6a/. KBS-1 rapporten och uppdragskontrakt med franska COGEMA utgjorde underlag även för ansökan om att starta reaktorerna Ringhals 4 och Forsmark 2, vilket regeringen gav tillstånd till 1980 /6b/. Eftersom uppdragskontrakten endast täckte behoven under 1980-talet, och knappt det, var de första drifttillstånden för Barsebäck 2, Forsmark 1 och 2 samt Ringhals 3 och 4 tidsbegränsade fram till och med 1989; för någon av reaktorerna ännu kortare tid. Godkännandet av KBS-3 innebar dock att denna tidsbegränsning kunde tas bort utan större diskussion /61/.

Medan KBS-1 rapporten behandlade slutförvaring av avfall efter uppdragskontrakt redovisade KBS-2 rapporten alternativet icke uppdragskontrakt, det vill säga direktdeponering av använt kärnbränsle.

Arbetet med att vidareutveckla metoderna för direktdeponering fortsatte. När kärnkraftsreaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3 var klara att tas i drift gjorde kraftföretagen en ansökan grundad på ett fördjupat utredningsmaterial och en säkerhetsbedömning för direktdeponering av använt kärnbränsle – KBS-3. Här redovisades inte någon enskild plats som lämplig för ett slutförvar. I stället framfördes ett antal undersökta typområden: Finnsjön, Fjällveden, Gideå och Kamlunga. 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 /6c/.

SKB framhöll i KBS-3 rapporten att avsikten inte var ”att nu föreslå en plats för lokalisering av ett slutförvar. Syftet är enbart att visa, att det i Sverige finns områden, där en säker slutförvaring av använt kärnbränsle kan åstadkommas”. SKB skrev vidare: ”Ett slutförvar kan anläggas endast på en plats, där man påvisat förekomsten av ett tillräckligt stort bergparti som har de geologiska, hydrologiska och geokemiska egenskaper, som krävs för ett säkert slutförvar. Först i andra hand bestäms lokaliseringen av faktorer som kan vara av ekonomisk och social natur. Transportsystemet medger förläggning såväl vid kusten som i inlandet.” /5/.

Förutom att genomföra undersökningar i Sternö, Kråkemåla, Finnsjön med flera områden startade KBS-projektet geovetenskapliga studier vid Stripa gruva.

1.4 Kärntekniklagen ställer krav på allsidigt FoU-program

En viktig milstolpe för arbetet med hantering och slutförvaring av kärnavfallet var den nya kärntekniklag som trädde i kraft 1984 /7/. Enligt den skulle innehavare av kärnkraftsreaktor upprätta ett allsidigt program för den forsknings- och utvecklingsverksamhet som krävs för en säker hantering och slutförvaring av kärnavfall. Med början 1986 skulle programmet vart tredje år insändas till regeringen för granskning och utvärdering. Denna uppgift lade reaktorinnehavarna på SKB.

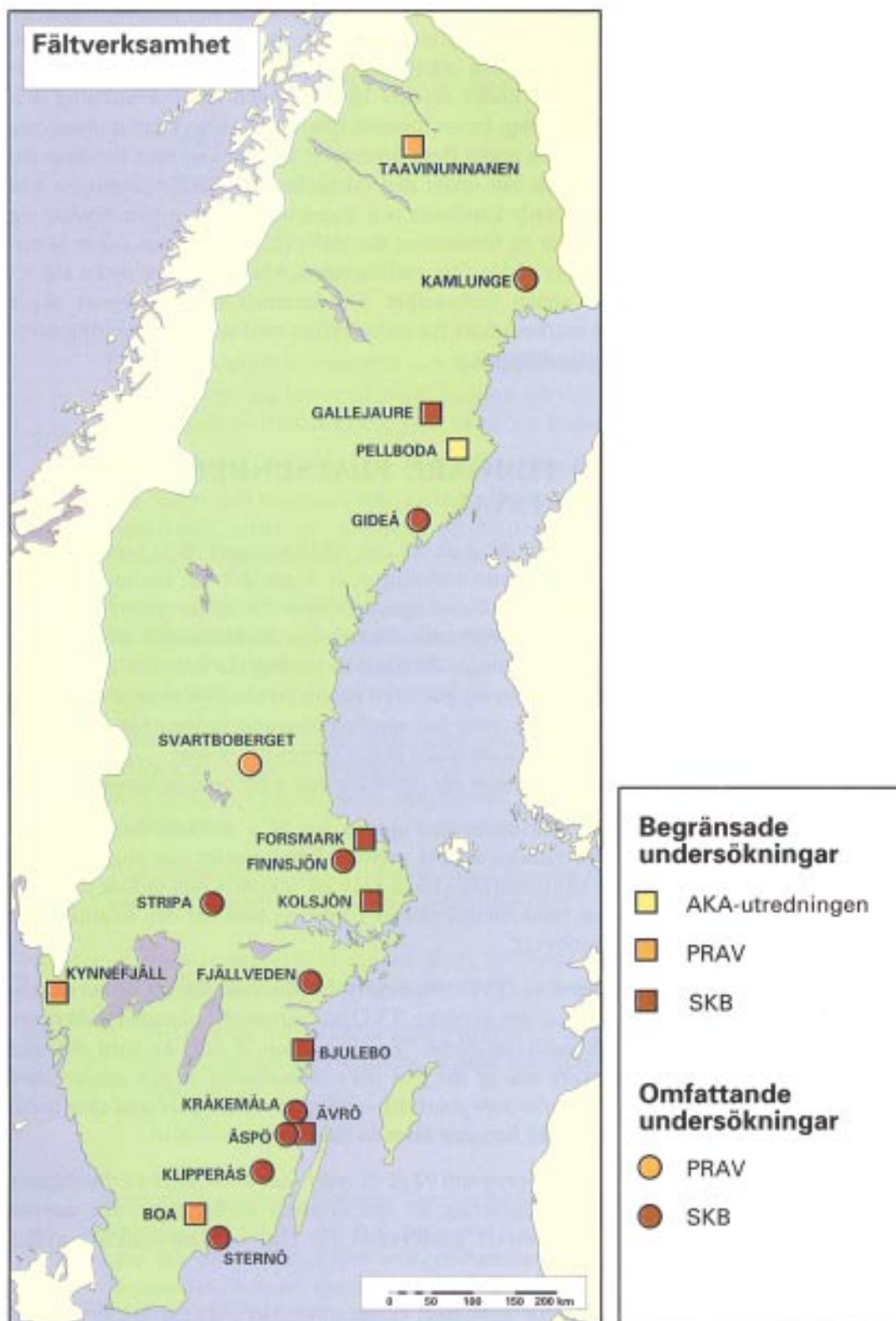
1.5 Typområdesundersökningar på åtta platser

Under åren 1977–1985 genomförde SKB omfattande undersökningar på åtta platser, så kallade typområden. Valet av områden baserades på de omfattande rekognoserings- och översiktliga bedömningar som pågått sedan 1975. Se vidare avsnitt 3.4. I FoU-program 86 /8/, som var det första fullständiga forskningsprogrammet enligt den nya kärntekniklagen, framhöll SKB ”att det geologiska underlaget från typområdesundersökningarna utgör ca hälften av världens platspecifika information om djup kristallin berggrund, lämpad för slutförvaring av radioaktivt avfall”. På basis av typområdesundersökningarna konstaterade SKB ”att det finns möjlighet att hitta många platser i Sverige, där de geologiska förutsättningarna är lämpliga för att anlägga ett slutförvar. Detta innebär att även andra för samhället väsentliga faktorer kan vägas in vid val av lokalisering.” /8/.

På flera håll möttes undersökningarna av protester från ortsbefolkningen och ibland fick de avbrytas. Det mest kända fallet är Kynnefjäll i norra Bohuslän där motståndet var starkt och inga borrhningar kunde påbörjas. I omkring 20 år från 1980 vaktades sedan berget dygnet runt av folk från orten. Även på andra håll, Tölö kronopark vid Kungsbacka, Tränningen vid Borås, Fjällveden i Södermanland och Svartboberget i Hälsingland, var det lokala motståndet starkt. Kolsjön i Almunge, öster om Uppsala, var påtänkt som ett typområde men hösten 1985 stoppades försök till provborrningar där av demonstranter. Stoppet i Almunge bidrog till att SKB gjorde ett uppehåll i arbetet att söka en lämplig plats för slutförvaret. I stället ägnade sig SKB bland annat åt att inleda undersökningar för berglaboratoriet på Äspö /61/.



Figur 1-3. Geologiska undersökningar – omfattande undersökningar från markytan, grön färg och begränsade undersökningar, gul färg – undersökningar från tunnlar och bergrum, violett färg.



Figur 1-4. Platser i landet där SKB med flera utfört undersökningar för att få kunskap om den svenska berggrunden /9/.

1.6 SKB presenterar en översiktlig plan för lokalisering av slutförvaret

I FoU-program 89 /10/ redovisade SKB ett förslag till hur lokaliseringsarbetet borde bedrivas och gav en översikt över de faktorer som måste beaktas vid lokaliseringen av slutförvaret. En översiktlig plan för lokaliseringen av slutförvaret presenterades. Avsikten med planen var, att på ett systematiskt sätt knyta ihop insamlingen av plats-specifika data, erforderliga beslut, informationsinsatser och tillståndsgivning. SKB konstaterade återigen att det finns många platser i Sverige som ur geologisk synpunkt är lämpliga för lokalisering av ett slutförvar. SKB skrev vidare att *”det är tveksamt om man med rimliga insatser kan peka ut den i alla avseenden bästa platsen. Detta är ej heller nödvändigt, det är fullt tillräckligt att finna en plats som har sådana egenskaper hos berget och förhållanden i övrigt att de mycket högt ställda kraven på säkerhet och strålskydd kan tillgodoses.”* /10/.

1.7 Lokaliseringsarbetet startar på allvar

Det egentliga lokaliseringsarbetet för slutförvaret inleddes när SKB hösten 1991 formade ett lokaliseringsprojekt. I Fud 92 /11/ redovisade SKB bakgrunden till och planerna för lokaliseringen av ett slutförvar.

Regeringen ställde i sitt beslut 1993-12-16 /12/ krav på kompletterande redovisning av bland annat de kriterier och metoder som kunde bilda underlag för val av platser lämpliga för ett slutförvar. I augusti 1994 lämnade SKB den begärda kompletteringen och skrev bl a:

”Uppläggningsarbetet 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 slutförvarsetableringen. Denna inriktning stämmer väl överens med de intentioner som ligger bakom gällande lagstiftning i bl a naturresurslagen och kärntekniklagen. Det stämmer även med de rekommendationer som utgivits av de nordiska ländernas strålskydds- och säkerhetsmyndigheter. Det existerande svenska systemet med mellanlagring i Clab gör det också möjligt att utan tidspress pröva möjligheterna att genomföra slutförvaringen i samverkan.”

SKB konstaterade vidare: *”I ett inledande lokaliseringsskede är tillgången på data om berggrunden i områden som bedöms intressanta för lokalisering mycket begränsad. Många faktorer, som är viktiga för att analysera den långsiktiga säkerheten och anläggningstekniska aspekter, kan inte klarläggas förrän efter omfattande undersökningar på plats. Till dess får man lita till generell kunskap då underlag tas fram för val av undersökningsområden. Eftersom kartläggningen av generella mark- och miljöfaktorer samt samhällsaspekter är enklare att genomföra i ett tidigt skede kan dessa lokaliseringsfaktorer redan inledningsvis kartläggas mer fullständigt.”* /13/.

1.8 SKB:s plan har regeringens stöd

I sitt beslut 1995-05-18 /14/ med anledning av SKB:s kompletterande redovisning skrev regeringen att *”de lokaliseringsfaktorer och kriterier som SKB anger bör vara en utgångspunkt för det fortsatta lokaliseringsarbetet”*. Regeringen skrev vidare att

”ansökningarna om tillstånd enligt 4 kap. naturresurslagen och 5 § kärntekniklagen att uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall bör innehålla material

för jämförande bedömningar som visar att platsanknutna förstudier bedrivits på mellan 5–10 platser i landet och att platsundersökningar bedrivits på minst två platser samt skälen för valet av dessa platser.” /14/.

I en kommentar till regeringens beslut konstaterade SKB att

”detta bl a innebär att de kriterier för säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle som SKB angivit kan ligga till grund för fortsatta lokaliseringsstudier och för ytterligare precisering av acceptanskriterier vid platsundersökningar. Regeringens beslut innebär också att SKBs strävan att uppfylla höga miljö- och säkerhetskrav samtidigt som man söker lokal samverkan och förståelse har regeringens stöd.” /15, sid 123/.

1.9 Förstudier ger viktiga erfarenheter

Enligt SKB var kommunens inställning en mycket viktig lokaliseringsfaktor. Man ville därför få kontakt med kommuner som var intresserade av att medverka i arbetet att närmare utreda förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar. Redan i oktober 1992 hade SKB informerat samtliga Sveriges kommuner om det planerade arbetet med att lokalisera ett slutförvar. Informationen ledde till kontakter med ett antal kommuner. Figur 1-5 visar kommuner där SKB har haft kontakter om att genomföra en förstudie.

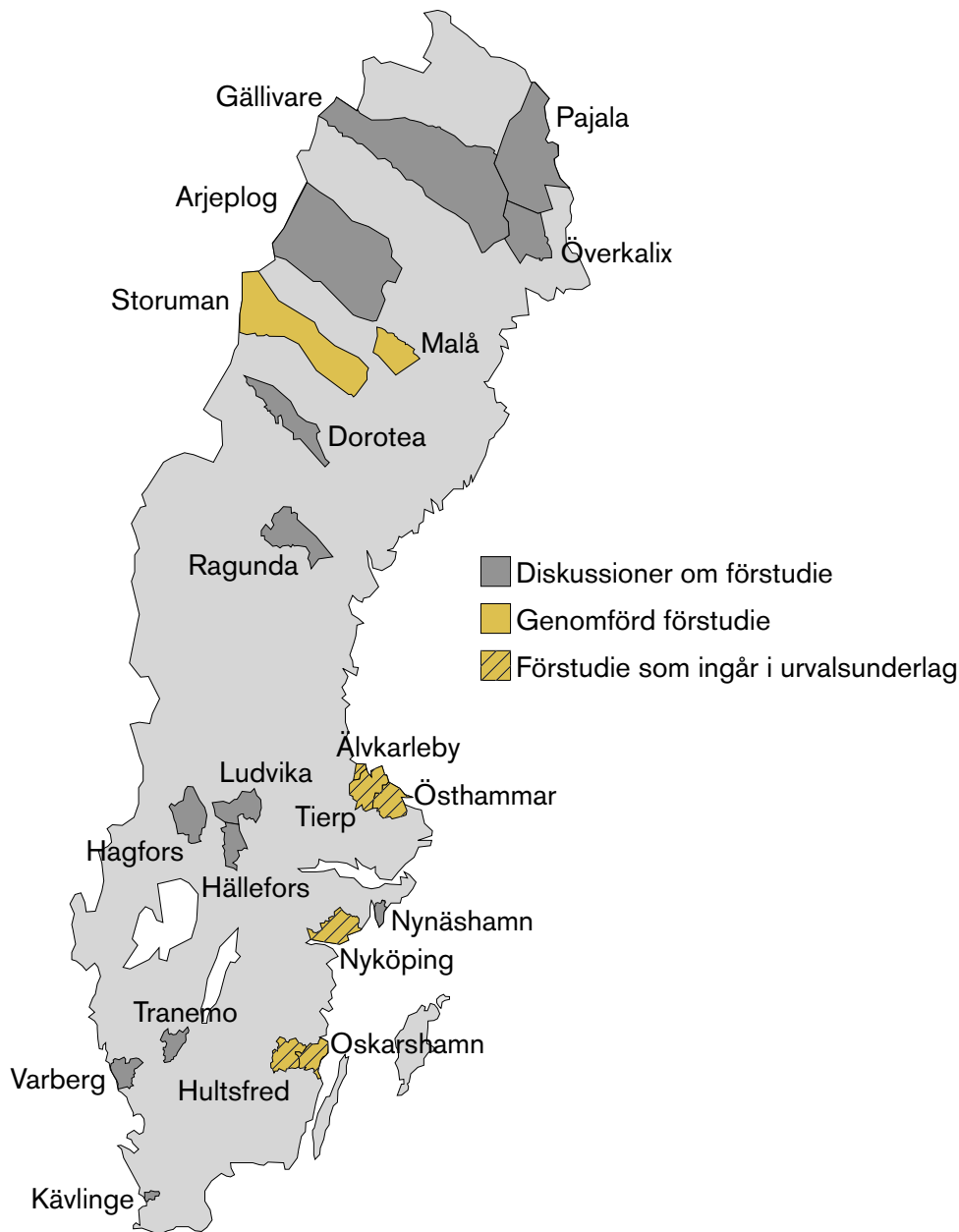
I Fud-program 95 /15/ redovisade SKB förstudierna i Storuman /17/ och Malå /18/, Översiktsstudie 95 /9/ och en studie av förutsättningarna till förstudier av kommuner med kärnteknisk verksamhet /19/.

Förstudierna i Storuman och Malå, som avslutades 1995 respektive 1997 sedan kommunerna efter lokala folkomröstningar tackat nej till fortsatt medverkan i lokaliseringsprocessen, gav viktiga erfarenheter. Bland annat konstaterade SKB att *”det är svårt att värdera bergrunden på djupet efter en förstudie men att det finns goda möjligheter att värdera förutsättningar för transporter och bygge ovan jord. Det finns också goda möjligheter att värdera områden med hänsyn till mark och miljö.” /15/.* SKB ansåg att det var vanskligt att värdera olika områdets förutsättningar från samhällssynpunkt men betonade att *”en positiv opinion i den aktuella kommunen är en förutsättning för etablering av ett slutförvar.” /15/.*

Förstudierna av inlandskommunerna Storuman och Malå visade att eventuella framtida transporter av använt kärnbränsle på allmän väg eller järnväg oroar människor som bor i närheten av tilltänkta transportleder. *”Även om denna oro inte är sakligt befogad är den reell och kan kräva mer informationsinsatser än vid förläggning till en kustkommun. Andra samhällseliga frågor är påverkan på besöksnäring och fastighetspriser, liksom psykosocial påverkan.” /15/.*

Översiktsstudie 95 var en studie i nationell skala om lokaliseringsförutsättningarna för slutförvaret. Studien byggde i huvudsak på det omfattande bakgrundsmaterial som SKB löpande tagit fram som ett led i det forsknings- och utvecklingsarbete som bedrivits sedan slutet av 1970-talet. SKB konstaterade:

”i nationell skala kan inte vetenskapliga, tekniska, och samhällseliga faktorer redovisas med den detaljering som är nödvändig för slutförvarets lokalisering. Om ett område är lämpligt för ett slutförvar kan därför först bedömas i samband med förstudier, plats- och detaljundersökningar. Översiktsstudien identifierar främst förhållanden i olika landsdelar



Figur 1-5. Kommuner där SKB har haft kontakter om att genomföra en förstudie. /16/.

som kan vara ogynnsamma för ett slutförvar. Av geologiska skäl bedöms det vara olämpligt att lokalisera slutförvaret till fjällkedjan, Skåne, Gotland. Fjällkedjan är dessutom ett riksintresse för naturskydd och friluftsliv. Lokalisering till urberget under Öland bedöms vara tekniskt möjlig, men olämplig med hänsyn till Naturresurslagens hushållningsbestämmelser.” /15/.

Enligt SKB visade resultaten från typområdesundersökningar och andra studier av berggrunden att

”lämpliga respektive mindre lämpliga områden inte kan hänföras till någon speciell landsdel eller någon speciell geologisk miljö. I stället är det de lokala förhållandena i området och i den omgivande regionen som avgör ett områdes lämplighet.” /15/.

SKBs slutsats var att

”det finns en betydande frihet att finna förvarsområden med utmärkta förhållanden för att isolera det radioaktiva materialet. Det är därför rimligt och realistiskt att i första hand vända sig till kommuner som själva önskar medverka eller på annat sätt visar ett intresse och som ligger i de delar av Sverige som kan ha bra förutsättningar för att där närmare utreda förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar.” /15/.

I Fud-program 95 redovisade SKB även en studie av förutsättningarna för att lokalisera ett slutförvar till någon av de kommuner som har kärntekniska anläggningar /19/. Där finns infrastruktur och kompetens som bedömdes vara viktiga faktorer att beakta vid lokalisering av slutförvaret. Studien omfattade fem kommuner: Varberg, Kävlinge, Oskarshamn, Nyköping och Östhammar. För Oskarshamn, Nyköping och Östhammar var det geologiska underlaget omfattande och antydde goda förläggningsmöjligheter. SKB föreslog och genomförde sedan förstudier i dessa kommuner. SKB föreslog en förstudie även i Varberg, men kommunen sa nej. I Kävlinge kommun skulle en lokalisering av slutförvaret vara komplicerad både med hänsyn till geologiska och tekniska förhållanden. Enligt SKB var det därför inte motiverat att genomföra en förstudie i Kävlinge /15/.

1.10 Ett avgörande skede i lokaliseringsarbetet

I Fud 98 /20/ gav SKB en fyllig redovisning av lokaliseringsarbetet med översiktsstudier, förstudier, MKB-dokument och MKB-samråd samt planering av platsundersökningar. Vidare beskrev SKB hur man avsåg att välja områden för platsundersökningar och gav exempel på möjliga värderingsgrunder. SKB utgick från de fyra huvudområden med lokaliseringskriterier – långsiktig säkerhet, teknik och säkerhet i driftskedet, mark och miljö samt samhälle – som användes i förstudierna och kommenterade kort möjligheterna att göra bedömningar och värderingar baserat på det underlag som togs fram i förstudierna.

SKB konstaterade åter igen att *”det är svårt att värdera berggrunden på djupet efter en förstudie men att det finns goda möjligheter att värdera förutsättningar för transporter och bygge ovan jord. Det finns också goda möjligheter att värdera områden med hänsyn till mark och miljö”*. SKB ansåg det vanskligt att värdera olika områdens förutsättningar från samhällssynpunkt men betonade att *”en positiv opinion i den aktuella kommunen är en förutsättning för etablering av ett slutförvar.” /20/.*

SKB framhöll att

”lokaliseringen av slutförvaret är en nyckelfråga i kärnavfallsprogrammet. Utan konkreta undersökningar av kandidatplatser för denna lokalisering kommer programmet inte närmare ett genomförande. Därför har arbetet med att få fram allt underlag som behövs för att välja de platser som ska undersökas högsta prioritet under de kommande åren. Att få till stånd fler förstudier kvarstår som ett viktigt led i det arbetet. Utgångspunkten kommer, mer än tidigare, att vara ett regionalt perspektiv. Om slutförvarsprojektet ska kunna genomföras krävs samhällets stöd och en demokratisk förankring av alla viktiga beslut. SKB kommer därför att fortsätta verka för att få ett brett och aktivt engagemang i samhället kring kärnavfallsfrågan. Det viktigaste målet nu är att kunna börja platsundersökningar för slutförvaret på minst två orter i landet.” /20/.

Under 1998 och 1999 presenterade SKB översiktsstudier för samtliga län (utom Gotland) /21/. Studierna fokuserade främst på den långsiktiga säkerheten och därmed på förhållandena i berggrunden. Förutom de geologiska förhållandena omfattade studierna översiktliga kartläggningar av natur- och kulturskyddade områden, befintlig industri och transportförutsättningar. Huvudslutsatsen var att

”det i samtliga studerade län finns berggrund som är intressant för vidare studier rörande lokaliseringen av slutförvaret. Samtidigt finns det stora områden som troligen är olämpliga.” /24/.

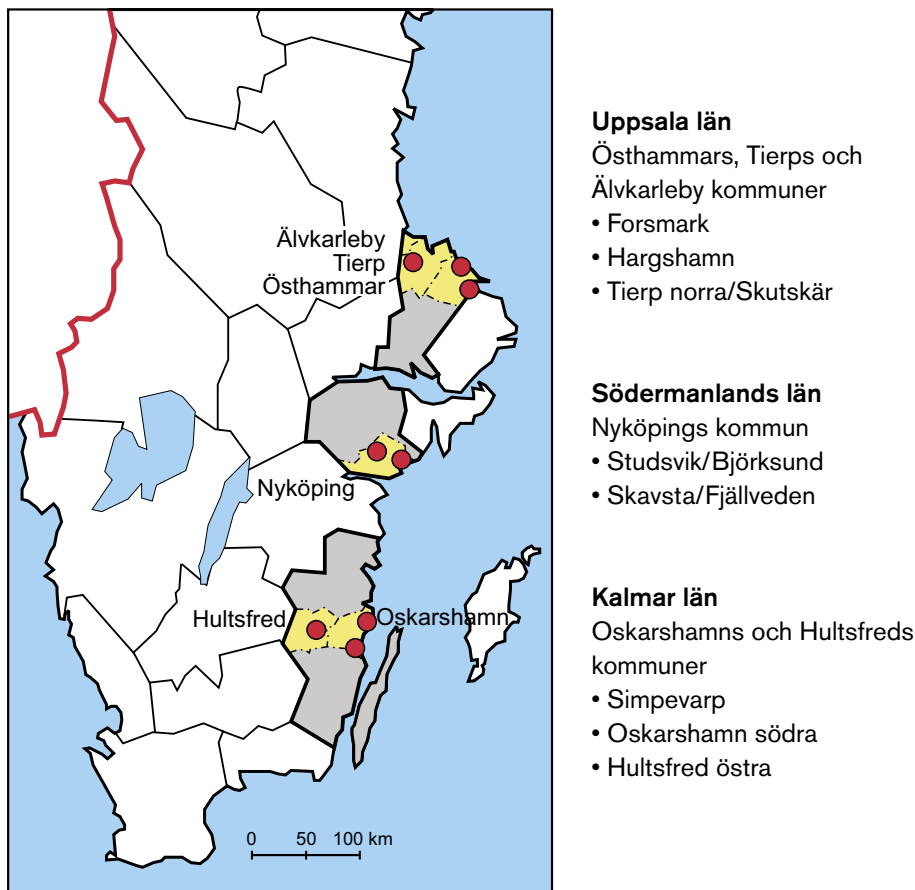
Regeringen påpekade i sitt beslut /22/ över Fud-program 95 behovet av att komplettera Översiktstudie 95 med en särskild studie av för- och nackdelar med att lokalisera slutförvaret till norra respektive södra Sverige, samt förläggning vid kusten respektive i inlandet. I november 1998 presenterade SKB utredningen ”Nord-syd/Kust-inland. Generella skillnader i förutsättningar för lokalisering av slutförvar mellan olika delar av Sverige” /23/. Utredningens huvudslutsatser var:

att det ”utifrån generella jämförelser och överväganden i översiktlig skala, inte går att prioritera varken den norra eller den södra delen av landet med avseende på förutsättningar för en lokalisering. Bedömningar av lämpligheten måste istället grundas på studier av konkreta områden. Samma slutsats gäller för jämförande värderingar av lokaliseringsförutsättningar i kustområdet, respektive i inlandet.” /23/.

1.11 Val av platser

Ett avgörande steg i lokaliseringsarbetet för slutförvaret var SKB:s samlade redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet, Fud-K /24/. Redovisningen, som presenterades i november 2000, innehöll en fyllig sammanfattning och utvärdering av det omfattande lokaliseringsunderlag som SKB tagit fram genom åren. SKB angav följande huvudpunkter för valet av platser:

- Under perioden 1992–2000 förde SKB mer eller mindre långtgående diskussioner om förstudier med ett tjugotal kommuner i olika delar av landet. I åtta fall ledde detta till att en förstudie genomfördes. I övriga fall avslutades diskussionen, antingen därför att SKB fann att en förstudie inte varit motiverad, eller att den aktuella kommunen valde att avstå.
- Villkoren för att inleda en förstudie var att de två kriterierna potentiellt lämplig berggrund och frivillig medverkan var uppfyllda. Det primära syftet med förstudierna var att identifiera områden med berggrund som kan ha potential för ett slutförvar, samt att prioritera mellan dessa med utgångspunkt från en samlad bedömning av lokaliseringsförutsättningarna.
- I Storuman och Malå resulterade lokala folkomröstningar, efter genomförda förstudier, i att fortsatt medverkan avvisades. De övriga sex kommunerna, Hultsfred, Oskarshamn, Nyköping, Tierp, Älvkarleby och Östhammar ingick i det underlag från vilket SKB hade att välja platser för fortsatta undersökningar.
- I alla förstudiekommuner – utom Älvkarleby – fanns det områden där berggrunden bedömdes som potentiellt lämplig för ett slutförvar. Även när det gäller de tekniska och miljömässiga förutsättningarna visade förstudierna på goda möjligheter. Urvalsunderlaget omfattade åtta olika lokaliseringsalternativ i fem kommuner, som representerade tre olika regioner i landet, med fyra skilda geologiska miljöer, och det ingick alternativ med olika förutsättningar för att etablera ett slutförvar, se figur 1-6.



Figur 1-6. SKB:s val av platser för platsundersökningar utgick från åtta möjliga lokaliseringalternativ i fem kommuner, som hade identifierats i förstudierna /24/.

- Underlaget hade den bredd och kvalitet som krävdes för att inleda platsundersökningar och omfattade tillräckligt många lovande alternativ för att gå vidare med lokaliseringsarbetet.
- De åtta alternativen värderades med avseende på krav och önskemål som då var möjliga att bedöma beträffande **berggrunden**, **industriableringen** och **samhällsfrågan**. Värderingarna fokuserades på de egenskaper eller förhållanden som är av betydelse för valet av plats för fortsatta undersökningar.
 - Då det gäller **berggrunden** uppfyllde alla alternativ som ingick i urvalsunderlaget de säkerhetskrav som då kunde kontrolleras. Men alternativen kunde inte rangordnas ur säkerhetssynpunkt utifrån vad som då var känt om berggrunden. Provboringar krävdes för att bekräfta om berggrunden uppfyller säkerhetskraven. SKB framhöll att det fanns en risk för att probborningar skulle visa på sådana förhållanden att en plats måste överges.
 - Med avseende på **industriableringen** framstod Simpevarp och Forsmark, med tanke på kärnkraftverken och den befintliga infrastrukturen, som särskilt lämpliga. Det fanns goda etableringsförutsättningar för flera andra lokaliseringalternativ men osäkerheterna var större, bland annat på grund av behovet av landtransporter av använt kärnbränsle och/eller exploatering av nya markområden för industriändamål.
 - Förutsättningarna för att uppnå **samhällets** förtroende och stöd för slutförvarsprojektet ansågs svårbedömbara och kunde komma att ändras. Förtroende och stöd borde kunna vinnas i samtliga kommuner, men förutsättningarna bedömdes som särskilt goda vid en lokalisering till Simpevarp eller Forsmark, förutsatt att berggrunden där uppfyllde säkerhetskraven.

- Forsmark och Simpevarp bedömdes ha tydliga fördelar ur etablerings- och samhälls-synpunkt. Platserna bedömdes ge särskilt goda förutsättningar för att etablera och driva slutförvarets anläggningar och transportsystem med små och acceptabla miljökonsekvenser. De bedömdes sammantaget ge de bästa möjligheterna att uppfylla miljöbalkens krav på 'minsta möjliga intrång och olägenhet'. De bedömdes ha god prognos även när det gäller berggrunden.

För att få en större bredd på det geologiska underlaget föreslog SKB platsundersökningar även i Tierp norra/Skutskär och ytterligare utvärderingar av alternativet Skavsta/Fjällveden.

1.12 Regeringen ger klartecken till platsundersökningar

Regeringens beslut den 1 november 2001 /25/ innebar klartecken för SKB att fortsätta arbetet enligt den redovisning som lämnades i Fud-K. Regeringen hade inget att invända mot att SKB inledde platsundersökningar inom de tre områdena Simpevarp, Forsmark och Tierp norra. Genom beslut av kommunfullmäktige i Östhammar (4 december 2001) och Oskarshamn (11 mars 2002) kunde SKB fortsätta arbetet enligt redovisningen i Fud-K, med undantag av föreslagna insatser i Tierps och Nyköpings kommuner som båda avböjde medverkan. Under 2002 påbörjade så SKB platsundersökningar i Forsmark och Simpevarp.

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

Med stöd av 3 kap 8 § miljöbalken beslutade SKI i december 2004 /26/ att de områden i Forsmark och Oskarshamn där SKB bedriver platsundersökningar är av riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. SKI anger i sitt beslut att slutförvars-intresset nu har samma status i en tillståndsprövning som andra riksintressen och att beslutet är viktigt för det fortsatta planeringsarbetet med slutförvaret.

2 Forskning och utveckling

Kraven i villkorslagen och KBS-projektet innebar en kraftsamling kring arbetet att ta fram en lämplig metod och finna en plats för slutförvaring av det använda kärnbränslet. Efter KBS-projektet har arbetet till stor del styrts av kraven i kärntekniklagen, som trädde i kraft 1984. Enligt 12 § i kärntekniklagen ska den som har tillstånd att inneha eller driva en kärnkraftsreaktor i samråd med övriga reaktorinnehavare upprätta ett allsidigt program för den forsknings- och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som krävs för en säker hantering och slutförvaring av kärnavfall. Denna uppgift har reaktorinnehavarna lagt på SKB. Programmet ska vart tredje år insändas till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer (SKI) för att granskas och utvärderas. I samband med granskningen och utvärderingen får sådana villkor ställas upp som behövs avseende den fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamheten. Med start 1986 har SKB således vart tredje år redovisat sitt program för forskning och utveckling till myndigheter och regering. Programmen har remissbehandlats och regeringen har därefter godtagit redovisningarna. I vissa fall har regeringen krävt kompletterande redovisning eller klarlagt sin syn på arbetets inriktning. Nedan följer en kort summering av huvudpunkterna i KBS-projektet och de olika forskningsprogrammen /1/.

2.1 KBS-projektet

År 1976 fick Sverige en ny regering och riksdag som stiftade den så kallade villkorslagen /2/. Villkorslagen krävde att innehavaren av en kärnkraftsreaktor – för att denne skulle få regeringens tillstånd att tillföra kärnbränsle till nya reaktorer – skulle uppvisa ett avtal som på ett betryggande sätt tillgodosåg behovet av upparbetning av använt kärnbränsle samt visa hur och var en helt säker förvaring av det högaktiva avfallet kunde ske. Alternativt kunde man visa hur och var en helt säker slutlig förvaring av använt, icke upparbetat kärnbränsle kunde ske. För att uppfylla de villkor och krav som ställdes i villkorslagen bildade de fyra kärnkraftsföretagen Statens Vattenfallsverk, Sydkraft AB, Oskarshamnsverkets Kraftgrupp AB, och Forsmarks Kraftgrupp AB KBS-projektet i slutet av 1976 /1/.

Målet för KBS-projektets arbete var:

- att visa hur en säker hantering och slutlig lagring av högaktivt avfall eller använt kärnbränsle kan utformas med hjälp av teknik som finns idag,
- att visa att det i Sverige finns lämpliga platser för en slutlig lagring av högaktivt avfall eller använt kärnbränsle,
- att redovisa säkerheten hos föreslagna anordningar för hantering och lagring.

KBS-projektet redovisade sitt arbete i tre huvudrapporter:

- KBS-1: Kärnbränslecykelns slutsteg – förglasat avfall från upparbetning (november 1977) /3/,
- KBS-2: Kärnbränslecykelns slutsteg – slutförvaring av använt kärnbränsle (september 1978) /4/,
- KBS-3: Kärnbränslecykelns slutsteg – använt kärnbränsle – KBS-3 (maj 1983) /5/.

Under KBS-projektet genomfördes ett omfattande program för att öka kunskaperna om den svenska berggrunden och finna platser som uppfyllde kraven för slutförvaring av

använt kärnbränsle. Bland annat utfördes detaljerade undersökningar av åtta typområden, se kapitel 3.

KBS-projektet gjorde först en utredning om deponering av förglasat högaktivt avfall från upparbetning, KBS-1 /3/. *KBS-1 rapporten* och upparbetningskontrakt med franska COGEMA utgjorde underlag för ansökningar till regeringen att starta reaktorerna Ringhals 3 och Forsmark 1. De flesta remissinstanserna ställde sig positiva till KBS-förslaget. Men regeringen var splittrad. Efter intensiva diskussioner med många politiska övertoner kom regeringen, vid sitt beslut den 5 oktober 1978, fram till att vissa kompletterande geologiska undersökningar var nödvändiga för att villkorslagens krav skulle kunna anses helt uppfyllda. Efter de 'politiska borrhålen' på Sternö hösten och vintern 1978–1979 samt debatten om '7 av 8 geologer underkänner'⁴ godkände SKI:s styrelse i mars 1979 de kompletterande undersökningarna och menade att KBS-projektet visat att det finns plats vid Sternö – åtminstone för avfallet från de två reaktorer som ansökan gällde. Regeringen biföll de båda ansökningarna i juni 1979 /6a/.

KBS-1 rapporten och upparbetningskontrakt med franska COGEMA utgjorde underlag även för ansökan om att starta reaktorerna Ringhals 4 och Forsmark 2, vilket regeringen gav tillstånd till i april 1980 /6b/. Eftersom upparbetningskontrakten endast täckte behoven under 1980-talet, och knappt det, var de första drifttillstånden för Barsebäck 2, Forsmark 1 och 2 samt Ringhals 3 och 4 tidsbegränsade fram till och med 1989; för någon av reaktorerna ännu kortare tid /61/.

KBS-projektet studerade också alternativet icke upparbetning, det vill säga direktdeponering av använt kärnbränsle. Detta arbete resulterade i den så kallade *KBS-2 rapporten* /4/ som i allmänhet mottogs positivt av både svenska och utländska remissorgan. KBS-2 låg inte till grund för ansökan om att starta någon kärnkraftreaktor.

Arbetet med att vidareutveckla metoderna för direktdeponering fortsatte. När kärnkraftreaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3 var klara att tas i drift gjorde kraftföretagen en ansökan grundad på ett fördjupat utredningsmaterial och en säkerhetsbedömning för direktdeponering av använt kärnbränsle – *KBS-3* /5/. Här redovisades inte någon enskild plats som lämplig för ett slutförvar. I stället framfördes ett antal undersökta typområden: Finnsjön, Fjällveden, Gideå och Kamlunge. I likhet med de föregående KBS-rapporterna blev KBS-3 föremål för en ingående granskning. 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 /6c/. Därmed kunde också tidsbegränsningen av drifttillstånden för Barsebäck 2, Forsmark 1 och 2 samt Ringhals 3 och 4 tas bort utan någon större diskussion.

Förutom att genomföra undersökningar i Sternö, Kråkemåla, Finnsjön med flera områden startade KBS-projektet vetenskapliga studier i Stripa gruva.

2.2 Forskningsprogram enligt kärntekniklagen

FoU-program 84 handlade framförallt om KBS-3-metoden. Programmet bifogades ansökningarna om starttillstånd för reaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3. I programmet framhöll SKB att förvarsutformningen och platsvalet kräver mer forskning och utveckling.

⁴ För att granska resultatet av de kompletterande geologiska undersökningarna tillsatte SKI en expertgrupp med åtta geologer. Enligt sju av de åtta geologerna visade de nya borrhålen inte att berget i Sternö dög.

FoU-program 86 /8/ var det första fullständiga forskningsprogrammet enligt den nya kärntekniklagen. De riktlinjer för forskningsprogrammet som SKB redovisade har sedan dess varit vägledande för arbetet. I enlighet med kraven i kärntekniklagen pekade SKB på vikten av alternativstudier och gjorde en genomgång av alternativ till KBS-3-metoden. SKB presenterade förslag om att bygga ett berglaboratorium (som sedan blev Äspö).

I *FoU-program 89 /10/* redovisar SKB bland annat studier av alternativ till KBS-3-metoden och en översikt över de faktorer som måste beaktas vid lokaliseringen av slutförvaret. Regeringen framhöll i sitt beslut över programmet att alternativen med djupa borrhål och långa deponeringstunnlar under Östersjöns botten tycks vara mindre lämpliga som slutförvar.

I *Fud-program 92 /11/* redovisas bakgrunden till och planerna för lokaliseringen av ett slutförvar. Programmet utgjorde en viktig konkretisering av kärnavfallsprogrammet. SKB angav en plan för hur man avsåg att realisera slutförvaring av inkapslat använt kärnbränsle. SKB föreslog provdeponering av cirka 10 procent av kopparkapslarna. Därefter kunde deponeringen fortsätta, alternativt kunde bränslet återtas. Programmet byggde på säkerhetsanalysen SKB 91 /36/ och den så kallade PASS-rapporten /57/, som jämförde olika inkapslings- och slutförvaringsmetoder. PASS-rapporten förordade att KBS-3-metoden behölls som referenssystem.

Regeringen ställde i sitt beslut /12/ över Fud 92 krav på kompletterande redovisning av bland annat de kriterier och metoder som kunde bilda underlag för val av platser lämpliga för slutförvar. I augusti 1994 lämnade SKB den begärda kompletteringen (ofta benämnd *Fud-program 2,5*) /13/.

Tonvikten i *Fud-program 95 /15/* låg på hur SKB planerade att genomföra de utvecklingsprojekt (inkapsling och slutförevar) som krävs för att inleda deponering av inkapslat bränsle. Programmet omfattade även de forsknings- och utvecklingsinsatser som behövdes för projekten samt uppföljning av och forskning kring alternativa metoder. Viktiga underlag för programmet var bland annat redovisningar från förstudierna i Storuman och Malå, Översiktsstudie 95 samt en mall för säkerhetsrapporter, SR 95.

I *Fud-program 98 /20/* redovisade SKB alternativa lösningar till KBS-3, systemanalys av hela slutförvarssystemet, lokaliseringsunderlag och platsvalskriterier. SKB framhöll att man önskade få klarlagt om slutförvaring enligt KBS-3-metoden även i fortsättningen ska vara den metod som prioriteras. Vidare efterlyste SKB synpunkter och råd angående underlag inför valet av platser för platsundersökningar samt om vad som ska ingå i kommande miljökonsekvensbeskrivningar. I sitt beslut /45/ angående Fud 98 begärde regeringen ett tydligt program för platsundersökningar och en samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt underlag för val av platser för platsundersökningar.

I november 1999 redovisade SKB säkerhetsanalysen *SR 97 /37/*. SKI och SSI konstaterade i sin gemensamma granskning av *SR 97 /58/* att den innehöll de beståndsdelar som krävs för en allsidig belysning av säkerhet och strålskydd. Myndigheterna ansåg vidare att KBS-3-metoden är en god grund för SKB:s kommande platsundersökningar och den fortsatta utvecklingen av de tekniska barriärerna.

I december 2000 lämnade SKB de kompletterande redovisningar som regeringen begärde i sitt beslut över *Fud-program 98* beträffande alternativa metoder, underlag för val av platser och program för platsundersökningarna – ”Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet” /24/. Redovisningen (ofta benämnd *Fud-K*) innehöll en fyllig sammanfattning och utvärdering av det omfattande lokaliseringsunderlag som SKB tagit fram genom åren.

3 Inventering och undersökning av berggrunden

3.1 Aka-utredningen initierar de första studierna

På uppdrag av Aka-utredningen (beställarrollen övertogs senare av Prav) utförde SGU undersökningar vid Pellboda i Robertsfors kommun, Västerbottens län. Undersökningarna syftade främst till att studera om metoder som tagits fram för malmetning även kunde användas för att identifiera vattenförande sprickzoner av betydelse för ett slutförvar. Undersökningarna omfattade markgeofysiska och markgeologiska mätningar, borring av fyra kärnborrhål (längd 100 m, lutning 50°), vatteninjektionstester i kärnborrhålen, kartering av borrhävar samt borrhålsgeofysiska mätningar. Eftersom man konstaterade sprickzoner i samtliga borrhål drog man slutsatsen att befintlig metodik väl kunde tillämpas i platsundersökningar för ett slutförvar av kärnavfall /27/.

Valet av Pellboda baserades på en genomgång av flera hundra olika områden, som studerades med hjälp av befintligt kart- och arkivmaterial. Tjugo områden, spridda över hela landet, utvaldes för närmare undersökning. Efter flygbildstolkning kunde ytterligare några områden sällas bort. Kvarvarande områden undersöktes genom flygbildstolkning i mer detaljerad skala samt fältbesiktning. De sju bästa områdena sprickkarterades med hjälp av flygbilder. Sex av områdena representerade bra och mycket bra berg i bergtekniskt avseende. Två områden var klart bättre än de övriga. Av dessa valdes Pellboda för metodstudien /28/.

3.2 KBS-projektet genomför provborringar

KBS-projektets geologiska och hydrogeologiska studier syftade till ”att klarlägga de berggrunds- och grundvattenförhållanden, som är bestämmande för långtidssäkerheten hos en förvaringsanläggning i svenskt urberg”. För att hinna genomföra erforderliga studier inom KBS-projektets snäva tidsramar fick även andra faktorer än rent geologiska och hydrologiska aspekter styra valet av undersökningsområden. Särskilt gällde detta markägarfrågor, transportfrågor samt fördelen med närheten till befintliga kraftverk /29/. Den inledande delen av KBS-projektets geologiprogram omfattade provborringar på fem platser i tre olika berggrundsområden:

- urgraniter med granodioritisk sammansättning i nordöstra Uppland (Forsmark i Östhammars och Finnsjön i Tierps kommun),
- ung kvartsrik granit i sydöstra Småland (Kråkemåla och Ävrö i Oskarshamns kommun),
- kustgnejsformationen i Blekinge, (Sternö i Karlshamns kommun).

Efter inledande studier valdes Sternö, Kråkemåla och Finnsjön för närmare undersökningar. Programmet omfattade provborringar, markgeofysiska mätningar, håll- och sprickkartering, utvärdering av borrhävar, borrhålsloggning, TV-granskning av borrhål, vattenförlustmätningar- och beräkningar samt vattenprovtagning för kemisk analys och åldersbestämning.

Resultaten från undersökningarna visade ganska tydligt, att de mönster, vilka kunde avläsas i berggrundens yt nära strukturer samt av markytans topografi, kunde följas mot djupet. KBS-projektets sammanfattning av resultaten från dess geologiprogram återfinns i bilaga 2 /4/.

Utöver undersökningar med provborrning etablerade KBS-projektet ett berglaboratorium i ett granitmassiv på 360 m djup i en nedlagd järnmalmgruva i Stripa – Stripaprojektet.

3.3 Översiktliga undersökningar av den svenska berggrunden

Prav uppdrog 1978 åt SGU att utföra en översiktlig undersökning av delar av södra Sveriges berggrund. Syftet var att ge förslag till områden, som var lämpade för mer detaljerade geologiska, geofysiska och hydrogeologiska undersökningar. Målet för undersökningarna var att vidga kunskaperna om berggrunden, sprickzoner och grundvattenförhållanden av betydelse för berggrundens lämplighet för en slutförvaring av kärnkraftens högaktiva avfall, samt att med stegvist fördjupande studier få en tillförlitlig bild av dessa förhållanden till betydande djup /29/.

Avsikten var att i vissa områden komplettera de översiktliga studierna med geologisk kartering och markgeofysiska undersökningar och att sedan genomföra borrningar och borrhålsundersökningar. Förutsatt att de sammantagna resultaten av denna översikt över Sveriges berggrund var gynnsamma såg man framför sig möjligheten att utföra undersökningar genom schakt och tunnlar i enstaka utvalda områden.

De översiktliga undersökningarna av södra Sveriges berggrund omfattade, se figur 3-1:

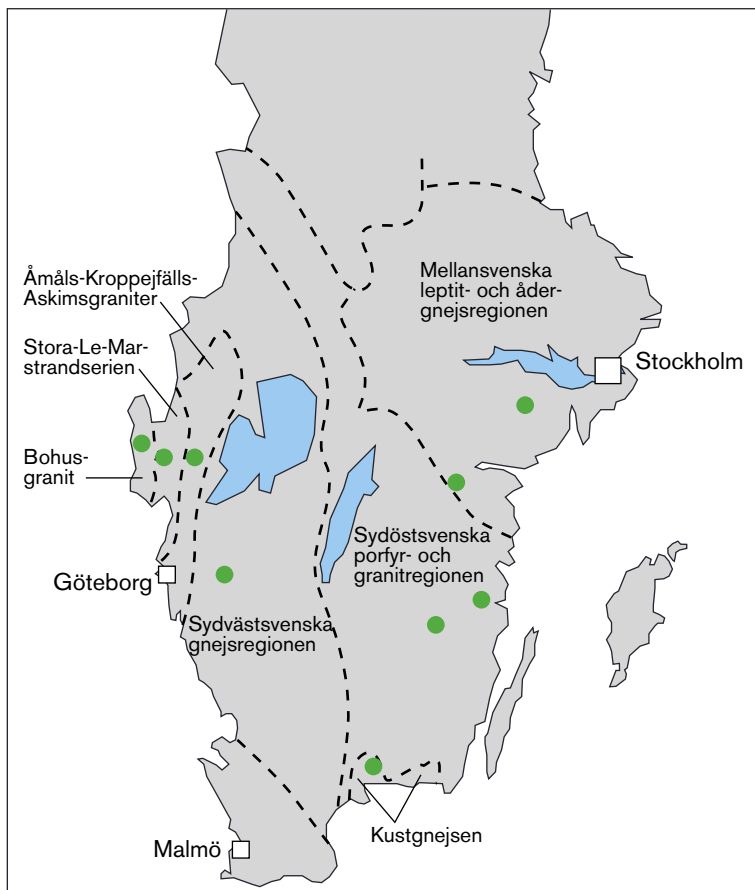
- gnejsområden på västkusten,
- delar av sydöstra Sveriges gnejsområden,
- gnejser i södra Sverige,
- granitområden i sydöstra och västra Sverige.

Efter att först ha studerat vilka egenskaper hos berget som ur vattenförings- och bergmekanisk synvinkel bedömdes vara mindre lämpliga redovisade SGU följande förutsättningar för val av referensområden:

- flack berggrundstopografi,
- låg sprickfrekvens i anstående hälltytor,
- glest mellan större sprickzoner,
- enhetlig sammansättning och struktur på bergmassan,
- områden med låg seismisk aktivitet,
- dokumenterad låg vattenföring i bergmassan.

Valet av områden gjordes genom litteraturstudier och kontakter med personer med erfarenhet från anläggningsarbeten och vattenföring i södra Sveriges berggrund. Vattenföringen i berggrunden bedömdes utifrån en sammanställning av vattenkapaciteten av bergbore brunnar i södra och mellersta Sverige. Områdena undersöktes översiktligt med hjälp av flygbilder. Därefter utfördes kontroller i fält med tonvikten på de egenskaper hos berget, vilka har betydelse för dess tekniska och i viss mån dess hydrologiska uppträdande. Med hjälp av topografiska och geologiska kartor upprättades lineamentkartor som återspeglade det dominerande sprickmönstret inom respektive område.

Enligt SGU visade arbetet med den översiktliga undersökningen preliminärt att omvandlade sedimentbergarter (Blekinge kustgnejs) samt ådergnejsomvandlade bergarter i allmänhet, hade bäst förutsättningar att tillgodose kraven på ett referensområde. För att ge undersökningen så bred referensram som möjligt studerade SGU även områden med andra bergartstyper, se figur 3-1.



Figur 3-1. Schematisk indelning av södra och mellersta Sveriges berggrund med områden där SGU på uppdrag av Prav utförde översiktliga undersökningar under 1978 och 1979. /29/.

Ådergnejsen i Stora Le-Marsstrandsserien samt kustgnejsen i Blekinge utvaldes för mer detaljerade undersökningar. SGU bedömde att sörmlandsgnejsen i Sörmland och Östergötland också var av intresse för vidare studium när mer grunddata hade insamlats (med start 1981 genomfördes omfattande undersökningar i Fjällveden, ett område med sörmlandsgnejs; se avsnitt 3.4 Typområden). Övriga områden var enligt SGU ”i detta skede ej aktuella för vidare studier” /29/.

Efter fortsatt rekognosering rekommenderades två områden, Boaområdet i Blekinge och Kynnefjäll i Bohuslän. Boaområdet visade sig emellertid ägas av ett stort antal privata markägare. Efter sonderingar med några av dessa, som gav negativt resultat, avfördes Boaområdet som undersökningsområde. Undersökningstillstånd erhöles dock för Kynnefjäll och geologisk och geofysisk kartering genomfördes under 1979 /30/.

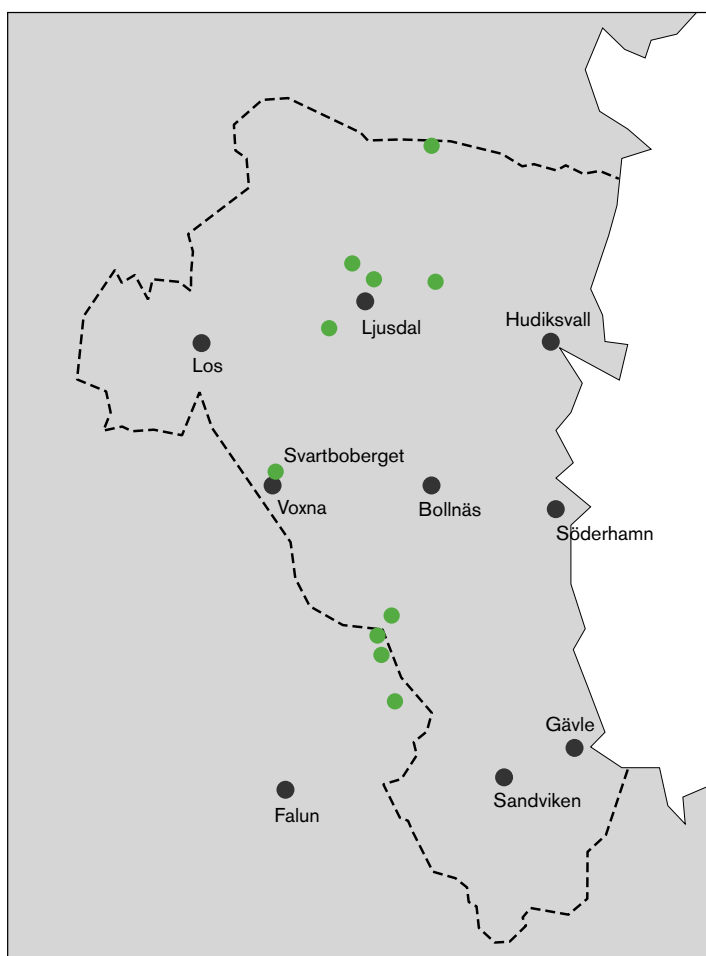
Kynnefjällområdet valdes främst av följande skäl:

- Kynnefjäll ligger inom utbredningsområdet för Stora Le-Marstrandsserien sedimentådergnejs – en bergart som visat sig ge låga kapacitetsvärden vid brunnborrning,
- erfarenheten från berggrum och tunnelbyggnation i denna bergart har varit goda med ringa vatteninläckage och relativt små stabilitetsproblem,
- eftersom Kynnefjäll var det första i en serie referensområden bedömdes den mycket goda blottningsgraden göra det möjligt att prova olika geologiska och geofysiska metoders förmåga att detektera sprickzoner och bergartsvariationer. De erfarenheter som kunde fås från Kynnefjäll bedömdes vara till god nytta vid val av undersökningsmetodik i andra, oftast moräntäckta, områden.

När Prav den 21 april 1980, det vill säga ganska snart efter folkomröstningen om kärnkraft den 23 mars 1980, skulle starta provborrningar vid Kynnefjäll blev de stoppade av Aktionsgruppen Rädda Kynnefjäll, som sedan kom att vakta Kynnefjäll dag och natt från den 21 april 1980 till den 7 februari 2000!

Under hösten 1979 och våren 1980 utförde SGU på uppdrag av Prav översiktliga studier av berggrunden inom Gävleborgs och Kopparbergs län. Fältrekognoserade områden visas i figur 3-2. Arbetena var en utvidgning av ovan nämnda arbeten i södra och mellersta Sverige och hade samma syfte som dessa: att öka kunskapen om valda delar av landets berggrund beträffande dess sammansättning och dess sprick- och krosszoner med avseende på berggrundens grundvattenföring ner till stort djup. En viss utveckling av mätmetoder för insamling av geologiska basdata ingick i uppdraget. De översiktliga studierna var en första etapp i ett större ramprogram och syftade till att ge förslag till områden lämpade för mer detaljerade geologiska och hydrologiska studier.

Rekognoseringsarbetena resulterade i att man valde Svartboberget i Hälsingland för detaljerade undersökningar. Till skillnad från tidigare rekognoseringar baserades detta val till stor del på resultat av tolkning av flyggeofysiska kartor. Detta gjorde att man lade mindre vikt vid flera av de ovan nämnda lokaliseringsfaktorerna. De geologiska krav som ställdes på platsen var att berggrunden skulle bestå av migmatiserade gnejser, att det skulle vara glest mellan större sprickzoner samt att det tilltänkta området skulle ha en yta av minst 4 km² /31/. Se vidare avsnitt 3.4 Typområden.



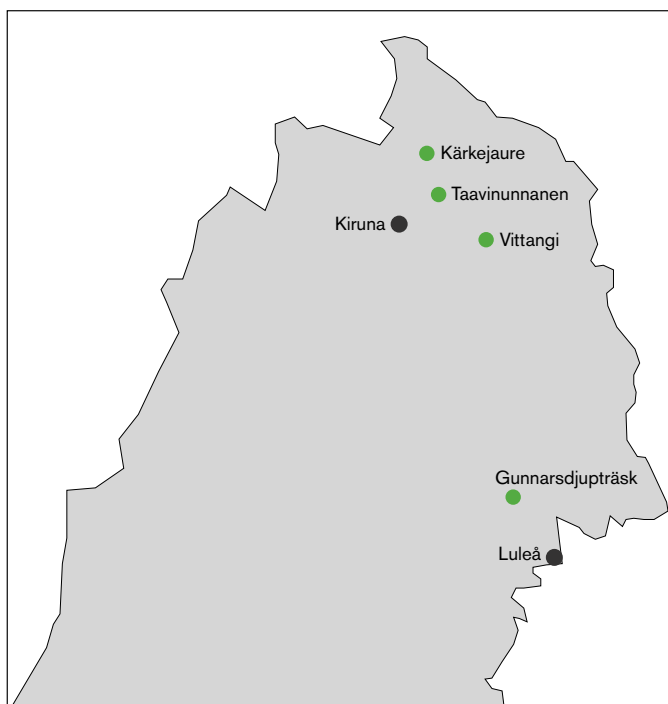
Figur 3-2. Områden i Gävleborgs och Kopparbergs län där SGU på uppdrag av Prav utförde fältrekognosering och översiktliga undersökningar av berggrunden under 1979 och 1980 /31/.

Under 1980 och 1981 utförde SGU på uppdrag av Prav⁵ rekognoserande studier, dels av migmatitområden⁶ i Västernorrlands län, dels av större gabbromassiv i Norrbottens län. Avsikten var att studierna skulle leda fram till val av typområden i gabbro och migmatit där mer omfattande geologiska och hydrologiska studier, inklusive borrhning till stort djup, skulle utföras /31, 32/.

Rekognoseringsarbetet efter migmatitområden i Västernorrlands län resulterade i valet av typområdet Gideå i Örnsköldsviks kommun. Se vidare avsnitt 3.4 Typområden.

I Norrbottens län identifierades 37 gabbromassiv, av vilka fyra utvaldes för rekognosering i fält, se figur 3-3. Resultaten från fältrekognoseringen ledde fram till att Taavinunnanen valdes för vidare studier. Under sommaren 1981 borrades ett 700 m djupt, vertikalt kärnborrhål i Taavinunnanengabbbron. Några ytterligare undersökningar har sedan dess inte utförts av Taavinunnanen, eftersom gabbbron visade sig vara genomsatt av brantstående och vattengenomsläppliga granitgångar som starkt begränsade tillgängliga volymer bra berg.

Ett annat gabbromassiv, Kolsjön i Almunge, öster om Uppsala, var påtänkt som ett typområde men hösten 1985 stoppades SKB:s provborrningar av demonstranter. De planerade och påbörjade borrhningarna med tillhörande undersökningar hade föregåtts av omfattande rekognoseringar efter alla basiska bergformationer i hela landet. Fältkontroll hade utförts på de områden som bedömdes vara särskilt intressanta /33/.



Figur 3-3. Under 1980 och 1981 utförd SGU på uppdrag av Prav rekognoserande studier av migmatitområden i Västernorrlands län och större gabbromassiv i Norrbottens län. Kartan visar läget av de fyra gabbromassiv i Norrbottens län som valdes för rekognosering i fält /32/.

⁵ Den 1 juli 1981 övertog SKB och KBS-projektet ansvaret för de geologiska fältundersökningar som Prav initierat.

⁶ Migmatit: metamorf bergart som består av en granitisk komponent (granit, aplit eller pegmatit) och en metamorf, i intim blandning med varandra i en tillräckligt grov skala för att karaktären av blandbergart ska vara tydlig. Migmatit uppkommer i de flesta fall genom partiell uppsmältning av bergarter. Exempel på migmatit är ådergnejs.

3.4 Typområden

De rekognoseringar för val av typområden som gjordes under åren 1976–1983 omfattade översiktliga bedömningar av närmare 1 000 platser spridda över hela landet. På basis av främst geologiska och men även icke-geologiska (bland annat markägarförhållanden) lokaliseringsfaktorer valdes ett tiotal platser som lämpliga för vidare undersökningar. Fullständiga undersökningar genomfördes på åtta områden. Avsikten var inte att finna en plats för ett slutförvar utan att erhålla data från stort djup i olika områden spridda över hela landet. Dessa data ansågs nödvändiga för att få en bild över hur väsentliga egenskaper och förhållanden, som exempelvis hydraulisk konduktivitet och grundvattnets redoxförhållanden varierar. I /5, del II Geologi/ från 1983 redovisas programmet för de geologiska och hydrologiska undersökningar som genomfördes inom typområdena. I rapporten finns också en översiktlig beskrivning av använda undersökningsmetoder och hur de tillämpades.

Nämnda i kronologisk ordning undersöktes följande typområden. Det geografiska läget framgår av figur 1-4.

Område	Rekognosering	Undersökningar
Sternö	1976	1977–79
Kråkemåla	1976	1977–78
Finnsjön	1977	1977–80; 1985–89
Svartboberget	1979–80	1980–82
Kamlunge	1980–81	1981–83
Gideå	1980–81	1981–83
Fjällveden	1980–81	1981–83
Klipperås	1982–83	1983–85

Sternö

Undersökningsområdet Sternö är beläget vid Blekingekusten omedelbart sydväst om tätorten Karlshamn. Området var ett av de första som SKB undersökte. Undersökningarna utgjorde en del i arbetet att uppfylla kraven i villkorlagen. Under perioden 1977–1979 utfördes kart- och flygbildstudier, ytgeologisk berggrundskartering, samt fem kärnbrorhåll. I kärnbrorhållen har kärnkartering, borrhålsgeofysisk loggning, vatteninjektionstester samt grundvattenkemisk provtagning utförts. På en del av borrkärnorna togs prover för petrofysikalisk analys. Inläckagedata från berggrum i Karlshamnstrakten sammanställdes. Under 1983 utfördes en markgeofysisk och en flyggeofysisk profilmätning för att bestämma stupningen på den diabasgång som genomkorsar Sternö i nordost-sydvästlig riktning. Huvudbergart inom området är blekinge kustgnejs. Den är fattig på sprickor och har låg grundvattenföring. I KBS-2-rapporten skriver SKB att det kan betraktas som säkerställt att ett djupt liggande bergförvar skulle kunna anläggas på platsen /4, 21, 34/.

Kråkemåla

Kråkemåla ligger ca 26 km nordost om Oskarshamns tätort och ca sju km norr om Oskarshamnsverket. Under perioden 1976–1978 utfördes ytgeologisk berggrundskartering, markgeofysiska mätningar, tre kärnbrorhåll, kärnkartering, borrhålsgeofysisk loggning, TV-loggning, vatteninjektionstester samt grundvattenkemisk provtagning. Området utgörs av en mycket enhetlig, odeformerad granit med ett glest men regelbundet nät av rätvinkligt liggande, raka långa sprickor. Bergmassan mellan sprickzonerna har låg vattengenomsläpplighet. Bergrunden har förhöjd radioaktivitet. I KBS-2-rapporten bedömde SKB att Kråkemålaområdet var mindre lämpligt för att bergförvar än Finnsjöområdet /4, 21/.

Finnsjön

Finnsjön ligger ca 15 km sydväst om Forsmarks kärnkraftverk. Finnsjöområdet är det typområde som studerats under längst tid – från 1977 och med kortare eller längre avbrott fram till dags dato – och där de geovetenskapliga undersökningarna varit mest omfattande. Totalt har elva kärnborrhål och 20 hammarborrhål borrats inom området förutom ett stort antal grunda jordborrhål.

Data från Finnsjön har använts i säkerhetsanalyserna SKB 91 och SR 97⁷. Båda visade att man där skulle kunna anlägga ett säkert slutförvar /21, 35, 36, 37/.

Svartboberget

Svartboberget ligger fem km nordost om tätorten Voxna. Under perioden 1979–1982 utfördes berggrundsgeologisk kartering, markgeofysiska mätningar, lineamentstolkning från topografiska kartor och flygbilder, sammanställning av hydrometeorologiska data, sju kärnborrhål, 17 hammarborrhål samt kärnkartering, geofysiska borrhålsundersökningar samt hydrauliska tester.

Området utgörs av en höjdrygg, som når upp till 80 m över omgivande dalgångar. Huvudbergart är en starkt omvandlad gnejs, migmatit. Området genomkorsas av ett flertal lokala sprickzoner. Bergmassan mellan sprickzonerna har låg vattengenomsläpplighet. Data från Svartboberget användes i den säkerhetsbedömning som redovisades i KBS-3-rapporten. Slutsatsen var att området var mindre lämplig för ett förvar. Huvudsakligen beroende på förekomsten av lutande sprickzoner som starkt begränsade tillgängliga volymer bra berg. Dessutom innehöll berget så pass stora mängder grafitförande gnejs att framtida brytning kunde bli intressant /5, del IV, 21, 38/.

Kamlunge

Kamlunge ligger ca 25 km nordväst om centralorten Kalix. Under perioden 1981–1983 utfördes berggrundsgeologisk kartering, markgeofysiska mätningar, lineamentstolkning från topografiska kartor och flygbilder, sammanställning av hydrometeorologiska data, 16 kärnborrhål, 22 hammarborrhål samt kärnkartering, geofysiska borrhålsundersökningar samt hydrauliska tester. Området ligger inom en stor höjdplåtå med lokala höjdskillnader på upp till 30 m. Lokala sprickzoner är smala och ligger på stort avstånd från varandra. Berggrunden, som domineras av gnejser och röd granit har låg vattengenomsläpplighet. Data från Kamlunge användes i den säkerhetsbedömning som redovisades i KBS-3-rapporten. Slutsatsen var att förutsättningarna för ett slutförvar var goda /5, del IV, 21, 39/.

Gideå

Typområde Gideå ligger ca 5 km öster om tätorten Gideå. Under perioden 1981–1983 utfördes berggrundsgeologisk kartering, markgeofysiska mätningar, lineamentstolkning från topografiska kartor och flygbilder, sammanställning av hydrometeorologiska data, 13 kärnborrhål, 24 hammarborrhål samt kärnkartering, geofysiska borrhålsundersökningar samt hydrauliska tester. Huvudbergarten inom området är ådergnejs. Partier med gnejsgranit förekommer. Området karakteriseras av flack topografi, lokala sprickzoner samt låg vattengenomsläpplighet i bergmassan. Data från Gideå användes i den säkerhetsbedömning

⁷ I SR-97 användes platsdata från Äspö, Finnsjön och Gideå. Äspö benämndes Aberg, Finnsjön Beberg och Gideå Ceberg.

som redovisades i KBS-3-rapporten. Slutsatsen var att de geologiska och hydrologiska förutsättningarna för ett slutförvar var goda och att den tillgängliga volymen är mycket stor. Resultat från undersökningar i typområde Gideå har också använts i säkerhetsanalysen SR-97 (där Gideå benämns Ceberg) /5, del IV, 21, 37, 40/.

Fjällveden

Fjällveden ligger ca 20 km nord-nordväst om Nyköping. Under perioden 1981–1983 utfördes geovetenskapliga undersökningar inom området. Bland annat 15 kärnborrhål och 49 hammarborrhål. Berggrunden utgörs av sedimentådergnejs och gnejsgranit. Området karakteriseras av flack topografi, låg sprickfrekvens, lokala smala sprickzoner samt låg vattengenomsläpplighet i bergmassan. Data från Fjällveden användes i den säkerhetsbedömning som redovisades i KBS-3-rapporten. Slutsatsen var att området sannolikt var lämpligt för ett slutförvar men att vissa kompletterande undersökningar krävdes för att bekräfta detta. I Fud-K föreslog SKB en förnyad säkerhetsanalys för Fjällveden med den metodik som användes i SR-97 /5, del IV, 21, 24, 41/.

Klipperås

Det sista typområdet som undersöktes av SKB var Klipperås. Området ligger ca fyra km sydväst om Orrefors tätort. Under perioden 1983–1985 utfördes kart- och flygbildstudier, ytgeologisk berggrundskartering, markgeofysiska undersökningar samt 14 kärnborrhål och 14 hammarborrhål. I kärnborrhålen har kärnkartering, borrhålsgeofysisk loggning, borrhålsradarmätning, vatteninjektionstester samt grundvattenkemisk provtagning utförts. I hammarborrhålen utfördes geofysikloggning och hydraultester /21, 42, 43/.

Området, som består av Smålandsgranit, ligger i en utpräglad flack region som ansågs tyda på låga grundvattenflöden på förvarsdjup. Den flacka topografin med ett jämntjockt moränlager innebar nackdelar ur undersökningssynpunkt. Bland annat kunde nästan inga observationer göras direkt av blottat berg, och endast några få lineament urskiljas som kunde kopplas till underliggande strukturer i berggrunden. Även om dessa nackdelar delvis kompenseras av ett utökat markgeofysik- och borrhålsprogram finns det fortfarande osäkerheter beträffande den geologiska och hydrogeologiska modellen över Klipperås som, om området skulle bli intressant i framtiden, måste kompenseras genom ytterligare undersökningar.

4 Lokalisering av slutförvaret

4.1 Lokaliseringsaspekter i KBS-3 rapporten

I KBS-3 rapporten /5/ framhålls: ”Avsikten är inte att nu föreslå en plats för lokalisering av ett slutförvar. Denna redovisning syftar enbart till att visa, att det i Sverige finns områden, där en säker slutförvaring av använt kärnbränsle kan åstadkommas. De data och erfarenheter som redovisas kommer givetvis att utnyttjas även i det mera långsiktiga arbete, som har som mål att ett slutförvar skall vara färdigställt för att kunna ta emot använt kärnbränsle år 2020.”

I KBS-3 rapporten, del IV Säkerhet, skrev SKB: ”Platsundersökningarna⁸ och säkerhetsanalysen har visat att det finns flera platser i Sverige där berggrunden är sådan att den väl lämpar sig för anläggning av ett säkert slutförvar. De nu undersökta områdena vid Gideå och Kamlungekölen och sannolikt också Fjällveden samt det tidigare undersökta området vid Sternö, är exempel på sådana områden. Analyserna har visat att även områden liknande Finnsjön, med relativt sett högre grundvattenflöden än de nämnda, torde kunna accepteras ur säkerhetssynpunkt. Innan slutförvarets lokalisering fastställs någon gång mot slutet av 1990-talet avses ytterligare områden bli undersökta, så att tillräckligt underlag skall finnas för ett optimalt platsval.”⁹ /5, del IV/.

I KBS-3 rapporten konstaterar man vidare: ”Ett slutförvar kan anläggas endast på en plats, där man påvisat förekomsten av ett tillräckligt stort bergparti som har de geologiska, hydrologiska och geokemiska egenskaper, som krävs för ett säkert slutförvar. Först i andra hand bestäms lokaliseringen av faktorer som kan vara av ekonomisk och social natur. Transportsystemet medger förläggning såväl vid kusten som i inlandet”.

KBS-3 rapporten behandlar även frågan om förläggningsdjup för ett slutförvar. Man framhåller att ett flertal faktorer måste beaktas vid val av förläggningsdjup och att många faktorer är beroende av platsspecifika förhållanden. I ett senare skede, då det blir aktuellt att detaljutforma ett slutförvar på en viss plats, kommer särskilda studier att göras av lämpligt förvaringsdjup med hänsyn till de platsspecifika förhållandena samtidigt som en optimering av det totala barriärsystemet kommer att eftersträvas.

1. I första hand måste förvaret förläggas tillräckligt djupt för att inte långsiktig erosion, glaciationer och händelser på markytan som explosioner, underjordsbyggande och brunnsborrning ska äventyra förvarets funktion. Vidare måste bergets hydrauliska konduktivitet vara tillräckligt låg samt förhållandena vara reducerande (det vill säga syrefria förhållanden = inget löst syre i grundvattnet).
2. Förläggningsdjupet får dock inte väljas så stort att höga bergspänningar äventyrar bergummens stabilitet under utbyggnad och drift. Den naturliga temperaturen får inte heller vara så hög att arbetsmiljöfrågorna inte kan bemästras på ett tillfredsställande sätt eller att uppställt krav på maximitemperaturen under förvaringsskedet inte kan uppfyllas. Det måste också vara möjligt att utföra undersökningar från markytan.

⁸ Det vill säga de undersökningar som SKB utfört av typområdena.

⁹ Här, liksom i SKB:s första /60/ och andra FoU-program /8/ enligt kärntekniklagen, framgår det att SKB under en period tänkte sig att det är bland de redan undersökta typområdena, plus ytterligare några områden som man avser att undersöka, som man så småningom ska välja plats för slutförvaret. På andra ställen skriver SKB att avsikten med typområdesundersökningarna inte var att finna en plats för ett slutförvar utan att erhålla data från stort djup i olika områden spridda över hela landet.

KBS-3 rapporten konstaterade att resultaten av typområdesundersökningarna (se avsnitt 3.4) tillsammans med allmänna geologiska kunskaper visar att kraven enligt punkt 1 uppfylls om förvaret förläggs på ett djup av 400 ~ 500 m. Kraven enligt punkt 2 torde inte innebära någon begränsning så länge man håller sig högre upp än 1 000 m nivån.

4.2 Lokaliseringsaspekter i SKB:s tidiga forskningsprogram

Några egentliga lokaliseringsstudier, där även icke geologiska faktorer beaktas, föreslogs varken i FoU-program 84 eller 86 /5, 8/. När man i programmen redovisade platsspecifika faktorer handlade det i allt väsentligt om geologi, geohydrologi och kemi. Under rubriken socio-ekonomiska faktorer tog man i FoU-program 86 upp vikten av befolkningens tilltro till säkerhetsbedömningarna för ett slutförvar. Därefter räknade man upp ett antal faktorer som man ansåg måste tillskrivas stor betydelse: samhällsekonomiska och företagsekonomiska faktorer, resursförbrukning, effekter på arbetsmarknad, behov av service, behovet av transporter, transportavstånd, kraftförsörjning, teknisk service, bostäder, skolor etc.

I FoU-program 86 framhöll SKB att det geologiska underlaget från ett 10-tal typområdesundersökningar utgör ca hälften av världens platsspecifika information om djup kristallin berggrund, lämpad för slutförvaring av radioaktivt avfall. På basis av typområdesundersökningarna konstaterade SKB att det finns möjlighet att hitta många platser i Sverige, där de geologiska förutsättningarna är lämpliga för att anlägga ett slutförvar. Detta innebar enligt SKB, att även andra för samhället väsentliga faktorer kan vägas in vid val av lokalisering.

När SKB i FoU-program 86 diskuterade valet av plats för slutförvaret fokuserade man helt på vad som krävs för att uppnå de högt ställda säkerhetskraven. Övriga lokaliseringskriterier ägnades bara begränsad uppmärksamhet. Några citat ur FoU-program 86 (kapitel 4) illustrerar detta:

- *Ett slutförvar djupt i kristallin berggrund bedöms som det enda realistiska alternativet för ett slutförvar i Sverige. Förvaret måste utformas så att de säkerhetsbefrämjande barriärerna är anpassade till de förhållanden som berggrunden erbjuder.*
- *Då de platsanknutna förutsättningarna för ett slutförvar till stor del är givna genom den svenska berggrundens egenskaper, måste den successiva fokuseringen börja med att ett fåtal potentiella förlägningsplatser i början av 1990-talet väljs ut för detaljerade studier.*
- *De analyser som genomförts under senare tid visar att det i Sverige finns platser som väl uppfyller de krav som kan ställas på en god förlägningsplats. Detta innebär att även andra för samhället väsentliga faktorer kan vägas in vid val av lokalisering.*
- *För att en plats ska vara lämplig för lokalisering av ett slutförvar för långlivat radioaktivt avfall måste den uppvisa ett antal egenskaper som är gynnsamma för de två säkerhetsfunktionerna¹⁰. Vid utvärderingen av en sådan plats är följande faktorer av intresse:*
 - *Geologisk stabilitet är ett grundläggande krav för att tillåta prognoser av vattenflöden och vattenkemi i den tidsskala som säkerhetsfunktionerna har betydelse (det vill säga i hundratusentals år).*

¹⁰ 1. Fördröjning av tidpunkten då avfallsämnen kan börja läcka ut från förvaret och 2. Begränsning av den takt med vilken långlivade nuklider löses ut från förvaret eller når biosfären.

- *Låg och långsam vattenomsättning ökar livslängden på sådana kapselmaterial, vars nedbrytning styrs av upplösning eller tillförda korrodanter och minskar takten i upplösningen av bränslematris och eventuella fällningar.*
 - *Vattenkemin påverkar kapsellivslängd och löslighet genom effekterna på närområdeskemin. I fjärrområdet styr den specieringen av de upplösta ämnena.*
 - *Bergets och sprickornas mineralsammansättning påverkar sorptionen av radionuklider och buffrar grundvattnets kemi.*
 - *Bergartens och sprickfyllnadens porositet och diffusionsegenskaper påverkar graden av indiffusion i berget och bergets buffrande egenskaper.*
 - *Bergmassans sprickighet och andel av sprickorna som är vattenförande påverkar storleken av den bergyta som är tillgänglig för sorption av radionuklider.*
 - *Sprickzonernas utsträckning och geometri påverkar flödessituationen och transportvägarna för grundvatten och radionuklider och avgör dessutom hur stort förvar som ett givet område kan härbärgera.*
 - *Biosfärens grundvattenrecipient har en stor inverkan på de maximala individdoser som kan uppstå i förvarets närhet.*
- *Analysen av lämpligheten av ett förvarsläge måste väga in samtliga dessa faktorer, dels med hänsyn till deras inbördes betydelse, dels med hänsyn till de tekniska barriärer som kan komma att behövas. Inom vissa gränser kan materialval och dimensionering/utformning av de tekniska barriärerna anpassas till rådande platsspecifika förhållanden. Vissa barriärutformningar kan dock ställa krav på förlägningsplatsens egenskaper. I praktiken innebär detta att platsutvärderingen måste genomföras med hänsyn till möjliga tekniska barriärer. Analysen får då karaktären av en säkerhetsanalys, om än något förenklad.*
 - *Platser med goda naturliga spridningsbarriärer torde i allmänhet komma att kräva mindre påkostade system av tekniska barriärer för att uppnå samhällets acceptans än platser med ogynnsamma naturliga förhållanden. En optimering av plats och system möjliggörs härvid genom att platsanknutna, sociala och ekonomiska faktorer kan vägas mot kostnaden av erforderliga tekniska barriärer.*

Statens kärnbränslenämnd (SKN) redovisade i sitt yttrande över FoU-program 86 ett konkret förslag till hur lokaliseringsfrågan borde behandlas (Platsvalsrapporten /44/). Efter att noga ha övervägt SKN:s förslag redovisade SKB ett eget förslag till hur lokaliseringsarbetet borde bedrivas.

I FoU-program 89 /10/ konstaterade SKB först att det omfattande underlaget från geologiska fältundersökningar visar att det finns många platser i Sverige som ur geologisk synpunkt är lämpliga för lokalisering av ett slutförvar. SKB skrev vidare att ”*det är tveksamt om man med rimliga insatser kan peka ut den i alla avseenden bästa platsen. Detta är ej heller nödvändigt, det är fullt tillräckligt att finna en plats som har sådana egenskaper hos berget och förhållanden i övrigt att de mycket högt ställda kraven på säkerhet och strålskydd kan tillgodoses.*”

I FoU-program 89 redovisade SKB en översikt över de faktorer som måste beaktas vid lokaliseringen av slutförvaret.

Faktorer av betydelse för förvarets långsiktiga säkerhet

- Geologi
- Topografi
- Geohydrologi
- Geokemi
- Biosfär
- Recipienter

Faktorer av betydelse ur byggnads- och driftteknisk synpunkt och därmed samhörande säkerhetsaspekter samt ur ekonomisk och social synpunkt

- Transporter
- Infrastruktur
- Markvärde
- Bebyggelse
- Befolkningstäthet
- Jordbruk
- Fiske
- Militära intressen
- Kulturhistoriska intressen
- Arkeologi
- Kulturgeografiska intressen
- Naturskydd
- Flora
- Fauna
- Friluftsliv

Faktorer som har social och politisk betydelse

- Markägare
- Opinion

Vid lokaliseringen gällde det enligt SKB att i första hand se till att de grundläggande kraven enligt den första gruppen lokaliseringsfaktorer var tillgodosedda. Därefter får man söka en optimal lösning av förhållandena enligt den andra och tredje gruppen.

SKB redovisade därefter en översiktlig plan för lokaliseringen av slutförvaret. Avsikten med planen var, att på ett systematiskt sätt knyta ihop insamlingen av plats-specifika data, erforderliga beslut, informationsinsatser och tillståndsgivning.

Huvudaktiviteter i SKB:s översiktliga plan för lokalisering av slutförvaret

- Geologiska översiktsstudier på basis av det omfattande material som SKB tagit fram sedan början av 1980-talet.
- Ny säkerhetsanalys (var klar 1991 – SKB 91).
- Utarbeta program för förundersökningar (nu benämnda platsundersökningar).

- Val av tre platser som SKB anser vara lämpliga kandidater för lokalisering av slutförvaret. Platserna väljs med hänsyn till de ovan nämnda lokaliseringsfaktorerna. (valet skedde först inför Fud-K – alltså åtta år senare än vad SKB såg framför sig när man tog fram FoU-program 89).
- Genomförande av förundersökning (det vill säga platsundersökning) på de tre platserna.
- Detaljundersökning av två platser (detaljundersökning föreslås numera ske integrerat med bygge och drift av slutförvaret och bara på en plats).
- Ansökan inlämnas 2003 (nuvarande planer säger 2009).
- Projektering av slutförvaret.

I FoU-program 89 återkom SKB (efter viss kritik i några yttranden över FoU-program 86) till frågan om att lokalisera slutförvaret till bergarten gabbro i stället för gnejs eller granit. Sedan man låtit SGU utföra kompletterande inventeringar /33/ konstaterar SKB återigen att *”gjorda undersökningar och allmänna erfarenheter av gabbro visar att det torde vara förhållandevis svårt att finna tillräckligt stora homogena formationer bland de i jämförelse med gnejs och granit sparsamt förekommande gabbromassiven. SKB:s slutsats är att det bedöms rationellt att koncentrera de fortsatta geologiska studierna på gnejs och granit. Dessa bergarter är tillräckligt bra och ur allmän synpunkt de mest sannolika för lokalisering av ett slutförvar”*.

4.3 Lokaliseringsarbetet preciseras och fokuseras

Det egentliga lokaliseringsarbetet för slutförvaret inleddes när SKB hösten 1991 formerade ett lokaliseringsprojekt. I *Fud-program 92 /11/* redovisas bakgrunden till och planerna för lokaliseringen av ett slutförvar.

SKB:s förslag kan sammanfattas i följande punkter:

- Grunden för lokaliseringsarbetet är kärntekniklagens krav ”att på ett säkert sätt hantera och slutförvara kärnavfall”. Kunskapen finns idag för att åstadkomma en sådan förvaring och utvärdera den långsiktiga säkerheten.
- De studier och undersökningar som gjorts av bergrunden under den senaste 15-årsperioden visar att det finns många platser med geologiska och tekniska förutsättningar för att anlägga ett säkert slutförvar.
- SKB föreslår att arbetet med lokalisering och uppförande av slutförvaret sker i fyra etapper:

Etapp 1 Översiktsstudier. Analys av lokaliseringsfaktorer. Eventuella förstudier av presumtiva kandidatorter. Val av kandidatorter. Förundersökningar (det vill säga platsundersökningar) på ett par platser, inklusive projektering. Tekniska och socioekonomiska utredningar. Utvärdering av resultaten. Ansökan enligt NRL – med preliminär MKB och en första säkerhetsanalys – för detaljundersökning.

Etapp 2 Detaljundersökning inklusive anläggning av nödvändiga schakt och tunnlar till planerat förvarsdjup. Utvärdering av resultaten. Säkerhetsrapport. MKB. Detaljprojektering. Ansökan om tillstånd enligt NRL och KTL.

Etapp 3 Bygge och installation av utrustning för hantering/deponering. Slutlig säkerhetsrapport. Ansökan om drifttillstånd.

Etapp 4 Driftsättning. Demonstrationsdeponering.

SKB framhöll att ”valet av kandidatort kommer ske i enlighet med de grundläggande krav som måste ställas på platsen för slutförvaret. För den valda platsen och det valda förvarssystemet ska man med hjälp av en säkerhetsanalys kunna visa att de av myndigheterna uppställda säkerhetskraven uppfylls. Man ska kunna bygga förvaret och tekniskt genomföra deponeringen på avsett sätt. Man skall genomföra lokaliseringen, undersökningarna och utbyggnaden så att alla relevanta, legala och planmässiga krav uppfylls. **Sist, men inte minst skall man kunna genomföra projektet i samverkan med kommunen och den berörda lokalbefolkningen**”.

I programmet redovisade SKB vad dessa ”relevanta, legala och planmässiga krav” omfattar och sammanfattade några viktiga lokaliseringsfaktorer i följande tabell:

Tabell 4-1. Sammanfattning av några viktiga lokaliseringsfaktorer /11/.

Lokaliseringsfaktor	Kommentar
Tekniska/geovetenskapliga	
Långsiktig stabil miljö	Förvaret bör förläggas i delar av berget som inte utgörs av svaghetszoner av uppsprucket berg i vilka framtida förkastningsrörelser av betydelse skulle kunna utlösas. De bergspartier som utnyttjas för förvaret bör ej innehålla brytvärda mineral eller liknande vilka skulle kunna leda till framtida intrång som kan störa säkerhetsbarriärerna. Det valda området/djupet skall ha långtidsstabila kemiskt reducerande förhållanden hos grundvattnet.
Säkerhet	Berget skall utgöra en extra säkerhetsbarriär genom dess förmåga att ta upp och kvarhålla ev. frigjorda ämnen. Denna förmåga beror på grundvattenförhållanden (flöden, flödesvägar), grundvattenkemi samt fördröjningsmekanismer längs flödesvägarna. Hänsyn till dessa förhållanden tas i lokaliseringsskedet genom att beakta faktorer som hydraulisk gradient, avstånd mellan tänkt förvarsplats och utströmningsområde, förekomst av vattenförande sprickzoner och gångbergarter samt förekomst av salt grundvatten.
Byggbarhet	Ett områdes byggbarhet bestäms av lägen och karaktärer på sprickzoner, inslag av bergarter med benägenhet för ras eller vattenföring, storlek och orientering på bergspänningar och mekaniska egenskaper hos berggrunden.
Prognostiserbarhet	Det är en fördel om ett område är lätt att tolka, det vill säga medger en hög säkerhet vid förutsägelser av berggrundsförhållanden mellan undersökta delar av ett område. Prognostiserbarheten är beroende på blottningsgrad och berggrundsförhållanden.
Samhälleliga	
Markanvändning	Hänsyn tas till områden av riksintresse för naturvården, militära skyddsområden, kulturskyddade eller arkeologiskt intressanta områden, etc. Länens naturvårdsplaner och kommunernas översiktsplaner beaktas noga. Inverkan av befolkningstäthet, areella näringar m m studeras. Områden med planerad industrimark kan vara speciellt intressanta.
Transporter	Tekniskt är det möjligt att på ett säkert sätt transportera avfallet till alla platser i Sverige som kan bli aktuella. Säkerhet, logistik, behov av nyinvesteringar, opinion och kostnader kommer att utredas för aktuella platser.
Infrastruktur	Behovet av och inverkan på existerande infrastruktur och lokalt näringsliv kommer att klarläggas för aktuella platser.
Opinion	Ett gott samarbete med berörda intressenter är viktigt. Kommun och lokalbefolkning kommer att få information och ges möjlighet att följa och ge synpunkter på arbetet.

Regeringen ställde i sitt beslut 1993-12-16 /12/ krav på kompletterande redovisning av bland annat de kriterier och metoder som kunde bilda underlag för val av platser lämpliga för ett slutförvar. I augusti 1994 lämnade SKB den begärda kompletteringen, Fud-program 92 – kompletterande redovisning /13/. Där skrev SKB bland annat:

”Uppläggningsarbetet 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 slutförvarsetableringen. Denna inriktning stämmer väl överens med de intentioner som ligger bakom gällande lagstiftning i bland annat naturresurslagen och kärntekniklagen. Det stämmer även väl med de rekommendationer som utgivits av de nordiska ländernas strålskydds- och säkerhetsmyndigheter. Det existerande svenska systemet med mellanlagring i Clab gör det också möjligt att utan tidspress grundligt pröva möjligheterna att genomföra slutförvaringen i samverkan.”

Vidare redovisade SKB följande utgångspunkter för lokaliseringsarbetet:

”Viktigast för lokaliseringen av slutförvaret är att välja en plats där de säkerhetsmässiga förutsättningarna är mycket goda. Sedan mitten av 1970-talet har SKB genomfört omfattande typområdesundersökningar och andra studier av geologiska förhållanden på djupet i svensk berggrund. Vidare har SKB och andra organisationer gjort ett antal ingående säkerhetsanalyser för slutförvar i den miljö som återfinns i svensk berggrund. Man kan också notera att det finns en betydande kunskap från lokalisering och byggande av berganläggningar för gruvverksamhet, kraftverk, oljelager och försvaret i de flesta delarna av landet. Mot denna bakgrund bedöms många kommuner kunna ha platser med mycket goda förutsättningar ur säkerhetssynpunkt. Det är därför rimligt och realistiskt att i första hand vända sig till kommuner som själva önskar medverka eller på annat sätt visar ett intresse och där utreda förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar. Möjligheterna i kommuner som redan har kärnteknisk verksamhet bör också belysas. Bland kommuner med bra förutsättningar med avseende på säkerhet och med ett eget intresse för ett slutförvar kommer lokaliseringen att ske med hänsyn till resultaten av en närmare analys av säkerhet och miljöpåverkan, transportförutsättningar, erfarenhet av industriverksamhet samt existerande infrastruktur i övrigt.”

SKB konstaterade vidare: ”I ett inledande lokaliseringsskede är tillgången på data om berggrunden i områden som bedöms intressanta för lokalisering mycket begränsad. Många faktorer, som är viktiga för att analysera den långsiktiga säkerheten och anläggnings-tekniska aspekter, kan inte klarläggas förrän efter omfattande undersökningar på plats. Till dess får man lita till generell kunskap då underlag tas fram för val av undersökningsområden. Eftersom kartläggningen av generella mark- och miljöfaktorer samt samhällsaspekter är enklare att genomföra i ett tidigt skede kan dessa lokaliseringsfaktorer redan inledningsvis kartläggas mer fullständigt.” /13/.

Programmet innehöll en fyllig redovisning och beskrivning av lokaliseringsfaktorer och kriterier för arbetet att identifiera och värdera potentiellt lämpliga områden för slutförvaret. Redovisningen återges i sin helhet i bilaga 3. Dessa lokaliseringsfaktorer och kriterier kom sedan att tillämpas för både de översiktsstudier och de förstudier som SKB föreslog i programmet och sedan genomförde.

SKB delade in lokaliseringsfaktorerna i fyra grupper:

Säkerhet	Lokaliseringsfaktorer av betydelse för slutförvarets långsiktiga säkerhet.
Teknik	Lokaliseringsfaktorer av betydelse för byggnation, funktion och säker drift av slutförvaret.
Mark- och miljö	Lokaliseringsfaktorer av betydelse för markutnyttjande och generell miljöpåverkan.
Samhällsaspekter	Lokaliseringsfaktorer kopplade till samhällsförutsättningar och samhällspåverkan.

I sitt beslut 1995-05-18 /14/ med anledning av Fud-program 92 – kompletterande redovisning skrev regeringen:

- *de lokaliseringsfaktorer och kriterier som SKB anger bör enligt regeringens uppfattning vara en utgångspunkt för det fortsatta lokaliseringsarbetet¹¹.*
- *ansökningarna om tillstånd enligt 4 kap. naturresurslagen och 5 § kärntekniklagen att uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall 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.*
- *SKB bör presentera sina översiktsstudier och platsanknutna förstudier samlad i syfte att ge bakgrund och förutsättningar i lokaliseringsarbetet; sådana samlade redovisningar bör presenteras i kommande forsknings- och utvecklingsprogram enligt 12 § kärntekniklagen.*

I Fud-program 95 /15/ redovisades förstudierna i Storuman och Malå, Översiktsstudie 95 och en studie av förutsättningarna för förstudier av kommuner med kärnteknisk verksamhet.

SKB framhöll att ett omfattande arbete har genomförts, ända sedan Aka-utredningen 1975, i syfte att bygga upp en omfattande allmän kunskap om det svenska urberget och de förhållanden i berget som kan påverka funktionen hos ett slutförvar.

”En stor del av den kunskap vi idag har om förhållandena på 500 m djup i berggrunden kommer från de så kallade typområdesundersökningarna som bedrevs under åren 1977–1985. Under denna period borrades 85 kärnborrhål med en sammanlagd längd av mer än 45 km. Borrhålen kartlades med hjälp av olika typer av mätmetoder. Särskild omsorg lades på att bestämma bergets vattengenomsläpplighet och den kemiska sammanställningen på djupa grundvatten.”

”Förutom typområdena har större forskningsinsatser genomförts i Stripa och i Äspö. Totalt har berggrundsförhållanden i djupa borrhål studerats på 12 platser spridda över landet. En viktig observation är att lämpliga respektive mindre lämpliga områden inte kan hänföras till någon speciell landsdel eller någon speciell geologisk miljö. I stället är det de lokala förhållandena i området och i den omgivande regionen som avgör ett områdes lämplighet.”

SKB:s slutsats var att *”det finns en betydande frihet att finna förvarsområden med utmärkta förhållanden för att isolera det radioaktiva materialet. Det är därför rimligt och realistiskt att i första hand vända sig till kommuner som själva önskar medverka eller på annat sätt visar ett intresse och som ligger i de delar av Sverige som kan ha bra förutsättningar för att där närmare utreda förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar”.*

SKB konstaterade att *”förstudierna har lett till omfattande diskussioner framförallt i de kommuner som berörts men även regionalt och på det nationella planet. SKB såväl som övriga berörda (myndigheter, politiker, allmänhet) har fått viktiga och värdefulla erfarenheter för det fortsatta arbetet. Svårigheter och möjligheter i lokaliseringsarbetet har tydliggjorts. Arbetet med förstudier har visat sig ta längre tid än vad SKB planerade i Fud-program 92, bland annat därför att frågan redan i detta tidiga skede väcker mycket*

¹¹ I en kommentar till regeringens beslut konstaterade SKB att detta bland annat innebär att de kriterier för säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle som SKB angivit kan ligga till grund för fortsatta lokaliseringsstudier och för ytterligare precisering av acceptanskriterier vid platsundersökningar. Regeringens beslut innebar också att SKB:s strävan att uppfylla höga miljö- och säkerhetskrav samtidigt som man söker lokal samverkan och förståelse hade regeringens stöd.

diskussion. Lokaliseringen av slutförvaret är en nyckelfråga i kärnavfallsprogrammet. Förstudierna innebär att det konkreta lokaliseringsarbetet har kommit i gång på olika håll i landet. Ett fortsatt uthålligt och öppet lokaliseringsarbete krävs för att komma fram till en bra lösning som uppfyller kraven såväl när det gäller miljö och säkerhet som i fråga om lokal samverkan och förståelse.”

Översiktsstudie 95

SKB genomförde 1995 en översiktsstudie i nationell skala om lokaliseringsförutsättningarna för slutförvaret /9/. Studien byggde i huvudsak på det omfattande bakgrundsmaterial som SKB löpande tog fram som ett led i det forsknings- och utvecklingsarbete som hade bedrivits sedan slutet av 1970-talet. I översiktsstudien konstaterade SKB att ”i nationell skala kan inte vetenskapliga, tekniska, och samhällsliga faktorer redovisas med den detaljering som är nödvändig för slutförvarets lokalisering. Informationen som redovisas omfattar i allmänhet också förhållanden på markytan och inte på de djup som är aktuella för slutförvaret, 400–700 m under markytan. Lämpligheten av ett område kan därför först bedömas i samband med förstudier, plats- och detaljundersökningar. Översiktsstudien kan främst identifiera förhållanden i olika landsdelar som kan vara ogynnsamma för ett slutförvar.

Av geologiska skäl bedöms det vara olämpligt att lokalisera slutförvaret till Fjällkedjan, Skåne, Gotland. Fjällkedjan är dessutom ett riksintresse för naturskydd och friluftsliv. Lokalisering till urberget under Öland bedöms vara tekniskt möjlig, men olämplig med hänsyn till Naturresurslagens hushållningsbestämmelser”.

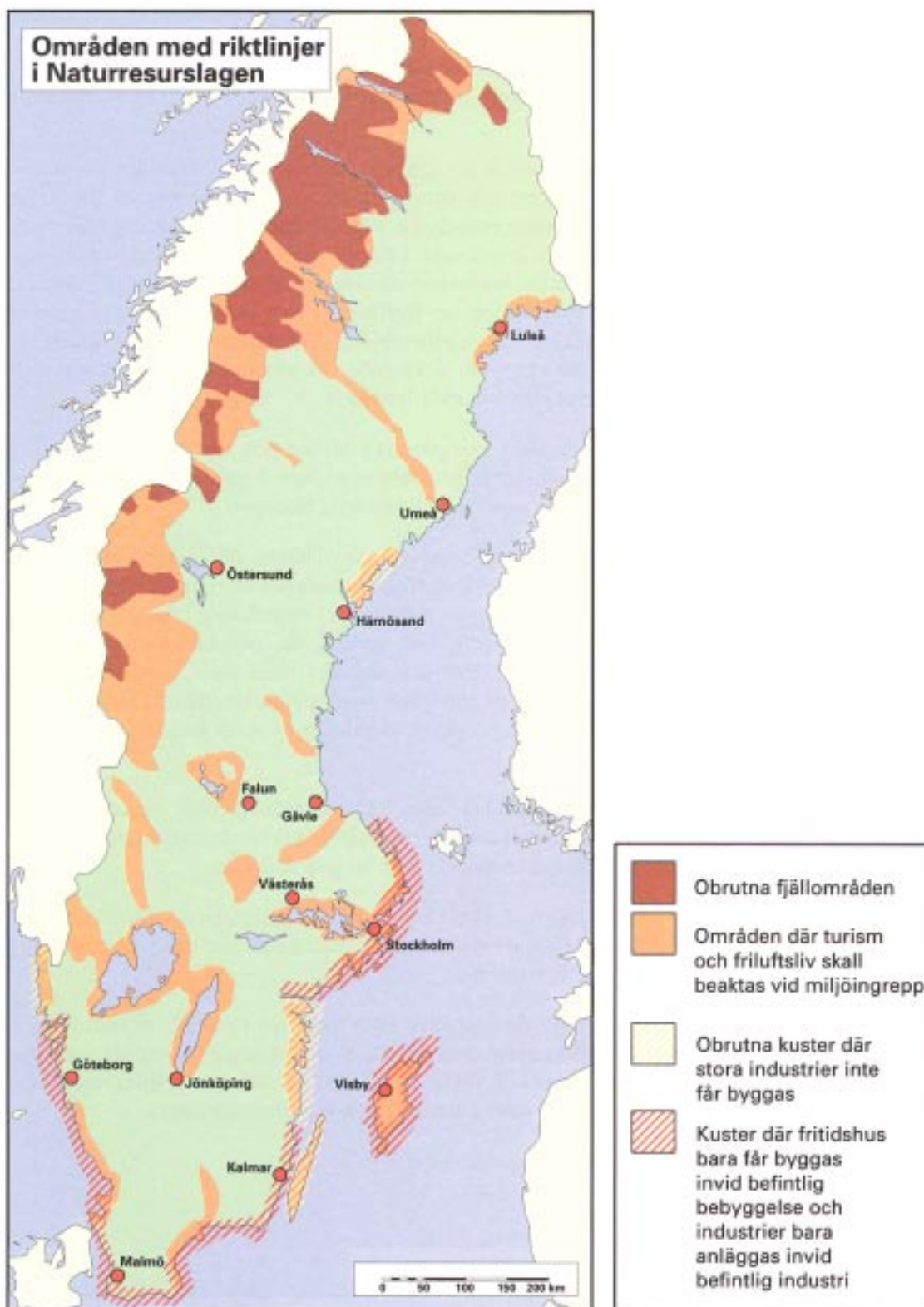
SKB framhöll vidare att det bör vara en fördel i det fortsatta arbetet och vid diskussioner med olika kommuner att det nu finns denna samlade redovisning av översiktsstudierna. Den bör ge en bättre möjlighet än tidigare för alla berörda att sätta sig in i bakgrund och allmänna förutsättningar på olika håll i landet för lokaliseringsarbetet.

Med hjälp av uppgifter i ett antal nationella databaser redovisades och värderades ett stort antal faktorer som på ett eller annat sätt har, eller kan ha betydelse för slutförvarets lokalisering.

Teman i Översiktsstudie 95 /9/

- Lämplig berggrund
- Utbredning av gabbro
- Olämplig berggrund
- Högsta kustlinjen
- Topografi, max lutning
- Kapacitet i brunnar
- Större deformationszoner
- Större lineament
- Lineamenttäthet
- Jordskalv
- Postglaciala förkastningar
- Gruv- och mineralrätter
- Industriella mineral och bergarter
- Kalt berg eller tunt jordtäckte
- Jorddjup större än 20 m
- Bergartskontakter (ett mått på hur många bergarter som finns inom ett område)
- Berggrundens magnetiska egenskaper
- Byggbarhet i befintliga gruvor och tunnlar
- Radon i berggrunden
- Järnvägar
- Hamnar
- Nationalparker, naturreservat och naturvårdsområden
- Hushållningsbestämmelser enligt NRL (motsvarande bestämmelser finns nu i miljöbalken).
- Riksintressen för naturvård och friluftsliv

Faktorena redovisades i text och på kartor, se exempel i figur 4-1.



Figur 4-1. Exempel på redovisning i Översiktsstudie 95 (områden med riktlinjer enligt dåvarande naturresurslagen återfinns nu i miljöbalken, 4 kap.) /9/.

Kommuner med kärnteknisk verksamhet

I en särskild översiktsstudie ”Kommuner med kärnteknisk verksamhet” /19/ belystes förutsättningarna för att lokalisera ett slutförvar till någon av de kommuner som har kärntekniska anläggningar. Vid dessa anläggningar finns infrastruktur och kompetens som bedömdes vara viktiga faktorer att beakta vid lokalisering av slutförvaret. Studien omfattade fem kommuner: Varberg, Kävlinge, Oskarshamn, Nyköping och Östhammar. För Oskarshamn, Nyköping och Östhammar var det geologiska underlaget omfattande och antydde goda förläggningsmöjligheter. Materialet var också väl lämpat för att i en förstudie ge en närmare bedömning av respektive kommuns geologiska förutsättningar för anläggning av ett slutförvar. För dessa kommuner ansåg SKB att det var av primärt intresse att genomföra förstudier så att underlaget för lokalisering av ett slutförvar fick den bredd och den komplettering som krävdes.

För Varbergs kommun rådde en viss osäkerhet om berggrundens lämplighet. Bland annat saknades modernt geologiskt kartmaterial för delar av kommunen. För att få ett likvärdigt underlag med övriga kärntekniska kommuner krävdes därför i ett tidigt skede kompletterande geologisk kartläggning. SKB ansåg det dock önskvärt att även Varberg ingick i underlaget och att man genom en förstudie bättre belyste förhållandena. Kommunen beslutade emellertid att inte gå vidare med frågan. För Kävlinge kommun konstaterade studien att såväl geologiska som tekniska förhållanden visar att en lokalisering av slutförvaret till kommunen skulle vara komplicerad. SKB ansåg därför att det inte var av intresse att genomföra en förstudie i Kävlinge kommun /19/.

I *Fud-program 98* /20/ redovisade SKB lokaliseringsunderlag och platsvalskriterier. SKB framhöll att man önskade synpunkter och råd angående underlag inför valet av platser för platsundersökningar samt om vad som ska ingå i kommande miljökonsekvensbeskrivningar.

SKB framhöll vidare:

- *”Lokaliseringen av slutförvaret är en nyckelfråga i kärnavfallsprogrammet. Utan konkreta undersökningar av kandidatplatser för denna lokalisering kommer programmet inte närmare ett genomförande. Därför har arbetet med att få fram allt underlag som behövs för att välja de platser som ska undersökas högsta prioritet under de kommande åren. Att få till stånd fler förstudier kvarstår som ett viktigt led i det arbetet. Utgångspunkten kommer, mer än tidigare, att vara ett regionalt perspektiv.”*
- *”Om slutförvarsprojektet ska kunna genomföras krävs samhällets stöd och en demokratisk förankring av alla viktiga beslut. Programmet, inklusive behovet av kommuners medverkan i lokaliseringsarbetet för slutförvaret, behöver få ett tydligt stöd bland annat av statsmakterna. SKB kommer därför att fortsätta verka för att få ett brett och aktivt engagemang i samhället kring kärnavfallsfrågan.”*
- *”Det viktigaste målet nu är att kunna börja platsundersökningar för slutförvaret på minst två orter i landet. För att uppnå detta planerar SKB att, fram till år 2001, genomföra följande:*
 - *Redovisa regionala översiktsstudier för Sveriges samtliga län utom Gotland.*
 - *Redovisa förstudierna i Nyköping, Östhammar, Oskarshamn och Tierp.*
 - *Genomföra och redovisa ytterligare minst en förstudie (det blev ytterligare två förstudier, en i Hulthsfred och en i Älvkarleby).*
 - *Göra en samlad redovisning av allt underlag (översiktsstudier, förstudier, jämförelsematerial, urvalsunderlag, etc) med SKB:s val av platser för platsundersökningar (redovisades i Fud-K).*

- Redovisa program för geovetenskapliga platsundersökningar och platsutvärdering med kriterier (redovisades i Fud-K med flera rapporter).
- Välja minst två platser för geovetenskapliga platsundersökningar och redovisa platsanpassade undersökningsprogram (redovisades i Fud-K med flera rapporter).
- Redovisa en ny heltäckande analys av den långsiktiga säkerheten och få den granskad av internationella experter (SR-97).
- Fortsätta arbetet med stödjande forskning om huvudmetoden och alternativa metoder för att ta hand om och förvara använt kärnbränsle.
- Fortsätta arbetet med teknikutveckling och projektering för inkapsling och slutförvaring.
- Ta fram underlag för ansökan om tillstånd att bygga en inkapslingsanläggning.”

I Fud 98 gav SKB en fyllig redovisning av utfört och pågående lokaliseringsarbete med översiktsstudier, förstudier, MKB-dokument och MKB-samråd samt planering av platsundersökningar. I en bilaga till Fud 98 presenterar SKB ett första förslag till innehåll i MKB:n för slutförvaret och efterlyste en bred diskussion om det kommande MKB-dokumentet. Vidare beskrev SKB hur man avsåg att välja områden för platsundersökningar och gav exempel på möjliga värderingsgrunder.

SKB utgick från de fyra huvudområden med lokaliseringskriterier (långsiktig säkerhet, teknik och säkerhet i driftskedet, mark och miljö samt samhälle) som användes i förstudierna och kommenterade kort möjligheterna att göra bedömningar och värderingar baserat på det underlag som togs fram i förstudierna

SKB konstaterade att det var svårt att värdera berggrunden på djupet efter en förstudie men att det fanns goda möjligheter att värdera förutsättningar för transporter och bygge ovan jord. Det fanns också goda möjligheter att värdera områden med hänsyn till mark och miljö. SKB ansåg det vanskligt att värdera olika områdens förutsättningar från samhällsynpunkt men betonade att en positiv opinion i den aktuella kommunen var en förutsättning för etablering av ett slutförvar. SKB konstaterade att förstudierna av inlandskommunerna Storuman och Malå visat att eventuella framtida transporter av använt kärnbränsle på allmän väg eller järnväg oroar människor som bor i närheten av tilltänkta transportleder. ”Även om denna oro inte är sakligt befogad är den reell och kan kräva mer informationsinsatser än vid förläggning till en kustkommun. Andra samhällsliga frågor är påverkan på besöksnäring och fastighetspriser, liksom psykosocial påverkan.”

I beslutet angående Fud 98 /45/ pekade regeringen på att ett slutligt godkännande av metoden för slutförvaring inte kan göras förrän i samband med ansökningar om tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen men att någon form av slutförvaring i berggrunden framstår som den mest ändamålsenliga. Regeringen begärde ett tydligt program för platsundersökningar och en samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt underlag för val av platser för platsundersökningar.

Länsvisa översiktsstudier

För att i förhållande till Översiktsstudie 95 ytterligare detaljera de översiktliga förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar i olika delar av landet presenterade SKB under 1998–1999 länsvisa översiktsstudier för samtliga län (utom Gotland) /21/.

De länsvisa översiktsstudierna fokuserade främst på den långsiktiga säkerheten och därmed på förhållandena i berggrunden. Förutom de geologiska förhållandena omfattade studierna översiktliga kartläggningar av natur- och kulturskyddade områden, befintlig industri och

transportförutsättningar. Vid den samlade geologiska bedömningen av vilka områden som var 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 var ojämn.

”Huvudslutsatsen är att det i samtliga studerade län finns berggrund som är intressant för vidare studier rörande lokaliseringen av slutförvaret. Samtidigt finns det stora områden som troligen är olämpliga.” /24/.

Nord-syd/kust-inland

Med anledning av påpekanden i regeringens beslut om Fud 95 och synpunkter från remissinstanser på Översiktsstudie 95 utredde SKB särskilt för- och nackdelar med att lokalisera slutförvaret till norra respektive södra Sverige, samt aspekter på en förläggning vid kusten respektive i inlandet /23/.

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 var att klimatskillnaden mellan norr och söder kan påverka förhållandena även på förvarsdjup, särskilt under kommande nedisningar. Jämförelser mellan förhållandena vid kusten och i inlandet visade 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 lokaliseringsförutsättningar i kustområdet, respektive i inlandet.” /23/.

4.4 Förstudier

Under perioden 1993–2000 genomförde SKB förstudier i åtta kommuner: Storuman, Malå, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred. Ytterligare ett tiotal kommuner har i olika skeden övervägt förstudier men avstått.

Syftet med förstudierna var, att på basis av i huvudsak befintligt material, bedöma om det finns förutsättningar för vidare lokaliseringsstudier för ett slutförvar i den aktuella kommunen. För att bedöma lokaliseringsförutsättningarna för slutförvaret omfattade förstudierna brett upplagda sammanställningar och analyser av befintlig geovetenskaplig information, liksom tillgängliga data om infrastruktur, markanvändning samt miljö- och samhällsförhållanden.

En huvuduppgift var att identifiera områden med berggrund som kunde ha potential för ett slutförvar, samt att prioritera mellan dessa områden med utgångspunkt från en samlad bedömning av lokaliseringsförutsättningarna. Områden inom respektive kommun som bedömdes vara särskilt intressanta vid en eventuell fortsättning pekades ut i förstudiernas slutrapporter. Inom ramen för förstudierna hade SKB en omfattande information till och dialog med såväl allmänhet som kommun och länsstyrelse.

Förstudierna genomfördes enligt det program och med de lokaliseringsfaktorer (se bilaga 3) som lades fast i och med det regeringsbeslut som följde på SKB:s komplettering till Fud-program 92, vilket innebar att framförallt följande frågor behandlades:

- Vilka är de allmänna förutsättningarna för lokalisering av ett slutförvar till kommunen?
- Var kan det finnas lämpliga platser för ett slutförvar med hänsyn till geovetenskapliga och samhällsliga förhållanden?
- Hur kan transporter ordnas?
- Vilka är de viktiga miljö- och säkerhetsfrågorna?
- Vilka kan konsekvenserna bli, positiva och negativa, för miljö, ekonomi, turism och annat näringsliv inom kommunen och regionen?

Arbetsgången var i huvudsak följande:

- Områden som inte hade tillräckligt goda möjligheter att uppfylla kraven på berggrunden uteslöts.
- En preliminär prioritering gjordes mellan de områden som kvarstod, utifrån en samlad bedömning där också tekniska och miljömässiga lokaliseringsförutsättningar vägdes in. Områden valdes för geologiska fältkontroller.
- Resultaten redovisades i en preliminär slutrapport, som tillsammans med övrigt utredningsmaterial remissbehandlades av kommunen.
- Geologiska fältkontroller och andra kompletteringar utfördes.
- Alla resultat sammanställdes, varvid synpunkter från remisshanteringen beaktades. Lokaliseringalternativ värderades och prioriterades. Hela förstudien redovisades i en slutrapport.

Nedan redovisas för varje förstudie – utom de i Storuman och Malå där fortsatta studier inte var aktuella – SKB:s samlade bedömning av möjligheterna att lokalisera slutförvaret till kommunen. Dessutom redovisas geologiskt intressanta områden samt, som ett exempel på redovisningen i förstudierapporterna, skyddad natur och områden av riksintresse för naturvården i kommunen.

Storuman

Den första förstudien genomfördes i Storuman. Förstudien inleddes 1993 och avslutades med slutrapport 1995 /17/. Därefter genomfördes en lokal folkomröstning. Av dem som deltog i folkomröstningen svarade 70 procent nej på frågan: ”Skall SKB få fortsätta att söka slutförvaringsplats i Storumans kommun?”. Resultatet innebar att kommunen tackade nej till fortsatt medverkan i lokaliseringsprocessen och att SKB avslutade sitt arbete i kommunen.

Malå

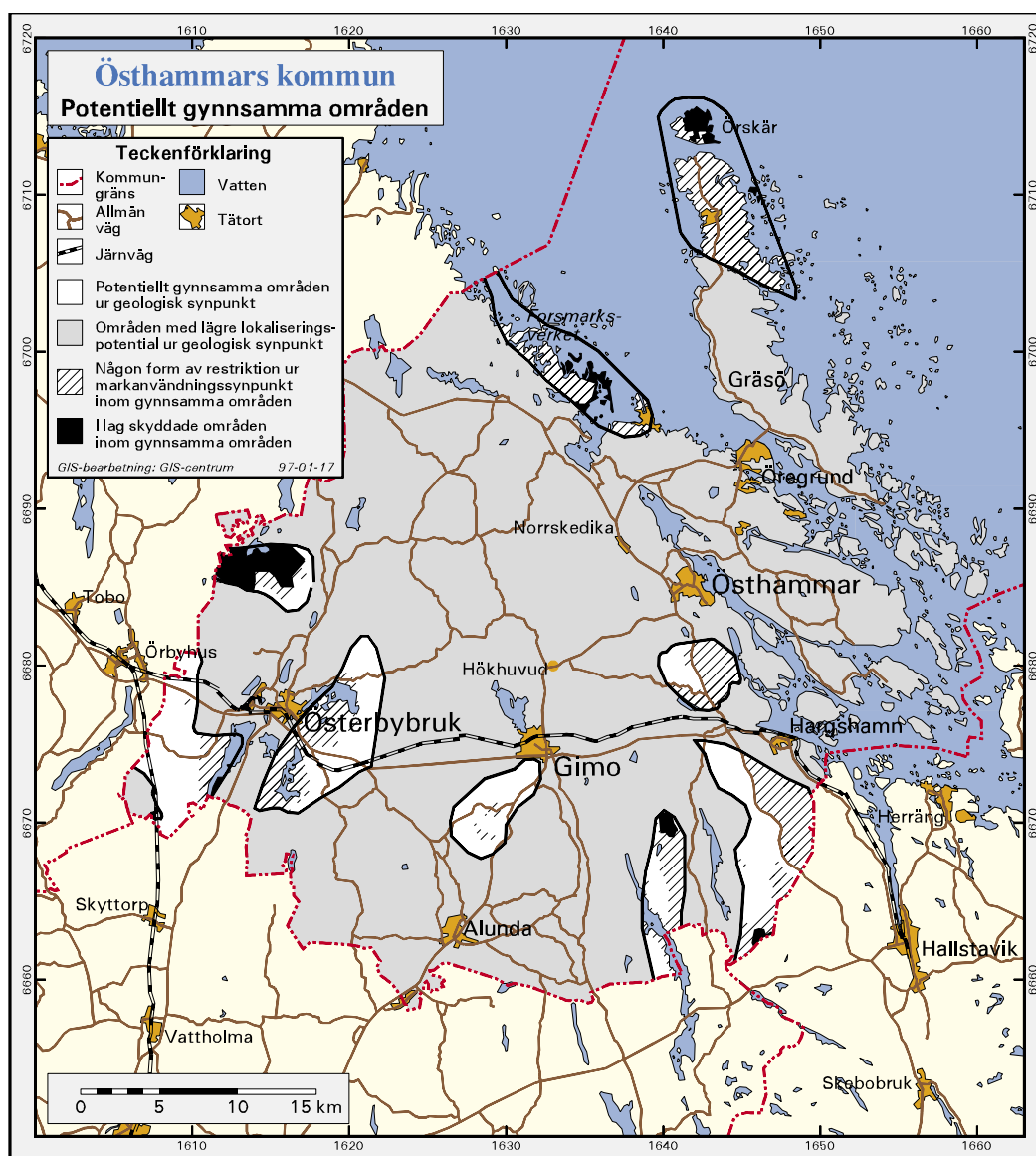
Förstudien inleddes 1993 och avslutades med slutrapport 1997 /18/. Även i Malå genomfördes en lokal folkomröstning som resulterade i att tackade kommunen nej till fortsatt medverkan i lokaliseringsprocessen och att SKB avslutade sitt arbete i kommunen.

Östhammar

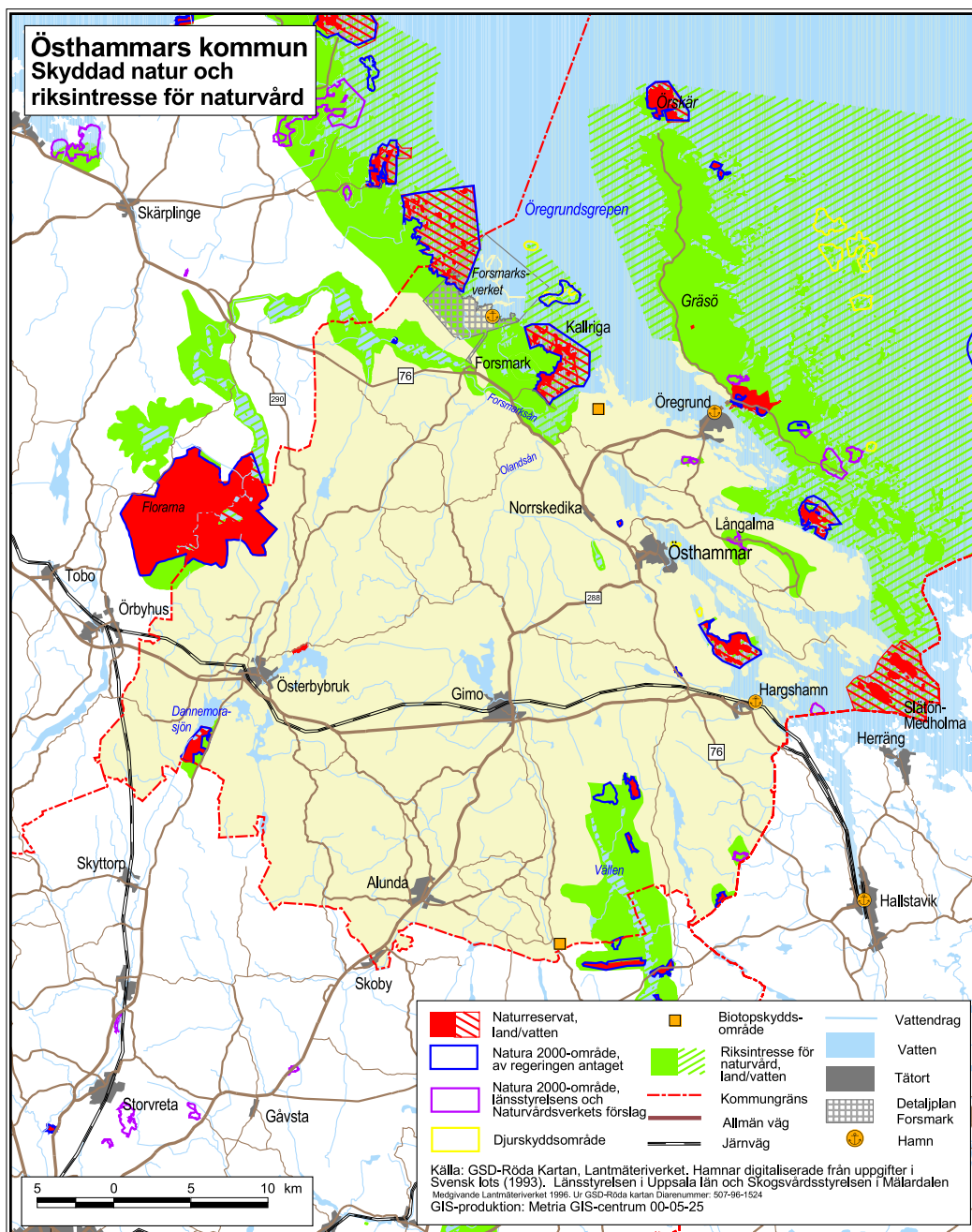
Förstudien inleddes 1996 och avslutades med slutrapport 2000 /46/.

SKB:s bedömning från förstudien:

”Forsmarks- och Hargshamnsområdena är troligen lämpliga alternativ för en slutförvarsetablering. Det finns bra tekniska förutsättningar att bygga och driva verksamheten vid ett slutförvar i dessa områden. Samtidigt kan påverkan på miljön begränsas genom att industriområdena utnyttjas för ovanjordsanläggningen och genom att landtransporter på allmänna kommunikationsleder undviks. För Hargshamnsområdet måste dock en utredning göras om en sådan etablering är förenlig med miljöbalkens bestämmelser om skydd för vissa kust- och skärgårdsområden. Båda alternativen bedöms ge goda förutsättningar för en långsiktigt säker förvaring av kärnavfallet i berggrunden. Innan detta kan fastställas krävs ett omfattande undersökningsprogram, inklusive provborrningar. De fördelar som en samlokalisering med SFR och Forsmarksverket ger, gör att SKB i första hand anser att sådana undersökningar bör göras vid Forsmark.”



Figur 4-2. Ur geologisk synvinkel potentiellt gynnsamma områden i Östhammars kommun /46, figur 5-19/.



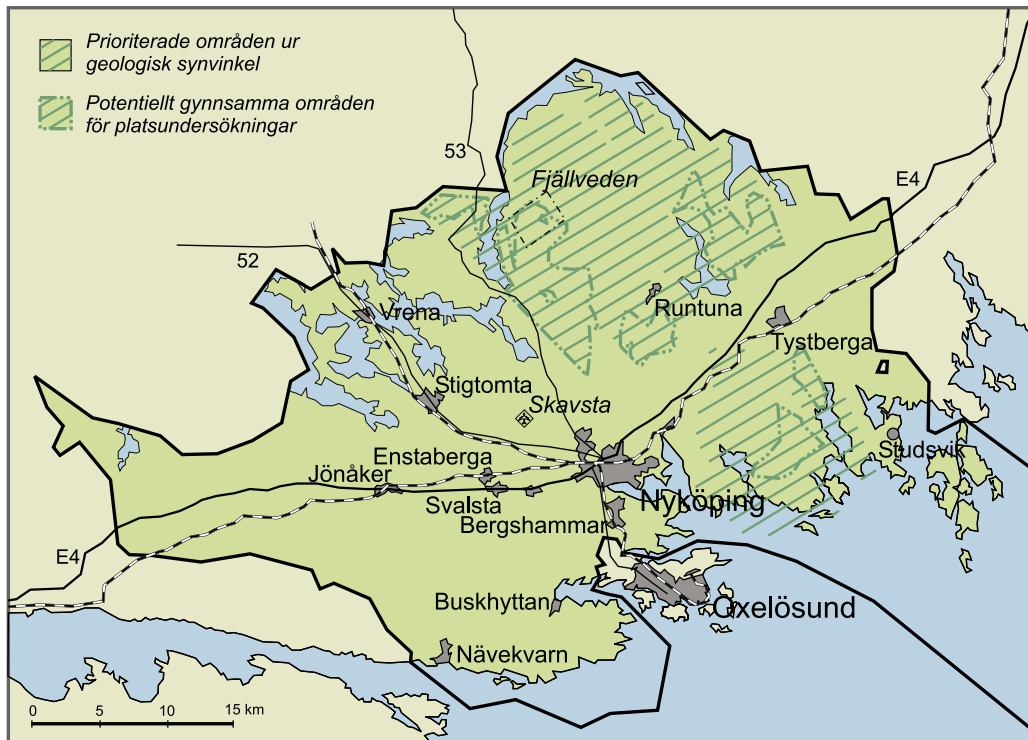
Figur 4-3. Skyddad natur och områden av riksintresse för naturvården /46, figur 7-2/.

Nyköping

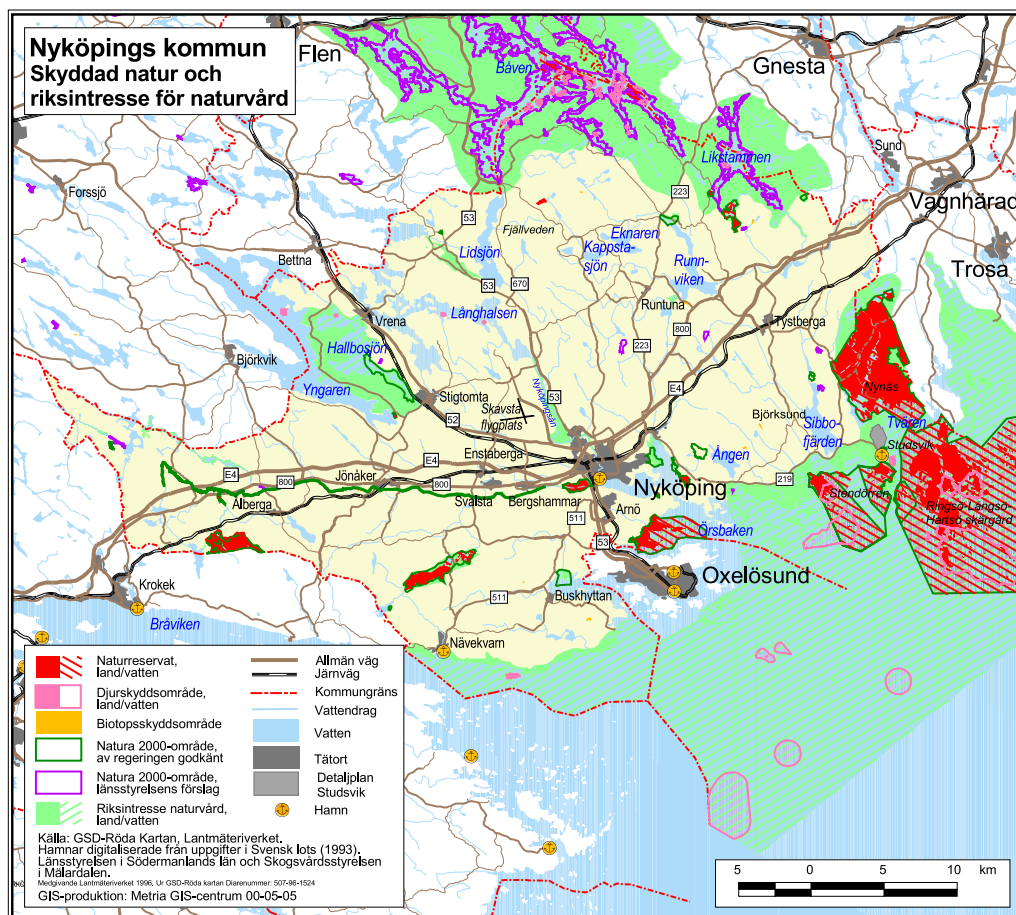
Förstudien inleddes 1995 och avslutades med slutrapport 2000 /47/.

SKB:s bedömning från förstudien:

”de geologiska förutsättningarna för ett förvar finns sannolikt i Fjällveden och troligen även i Björksund. Vidare finns de tekniska förutsättningarna för industrietablering och transporter i Studsvik/Björksund och preliminärt även för Skavsta/Fjällveden. Vid eventuellt fortsatta studier i Nyköpings kommun bör i första hand de data som finns från tidigare geologiska undersökningar i Fjällvedenområdet analyseras vidare. Vidare bör en fördjupad analys av de tekniska och transportmässiga förutsättningarna för Skavsta/Fjällvedenalternativet göras under ett eventuellt platsundersökningsskede.”



Figur 4-4. Geologiskt intressanta områden för vidare undersökningar i Nyköpings kommun och de sex delområden som ses som fortsatt intressanta efter fältkontroll /47, figur 1/.



Figur 4-5. Skyddad natur och områden av riksintresse för naturvården /47, figur 7-2/.

Oskarshamn

Förstudien inleddes 1996 och avslutades med slutrapport 2000 /48/.

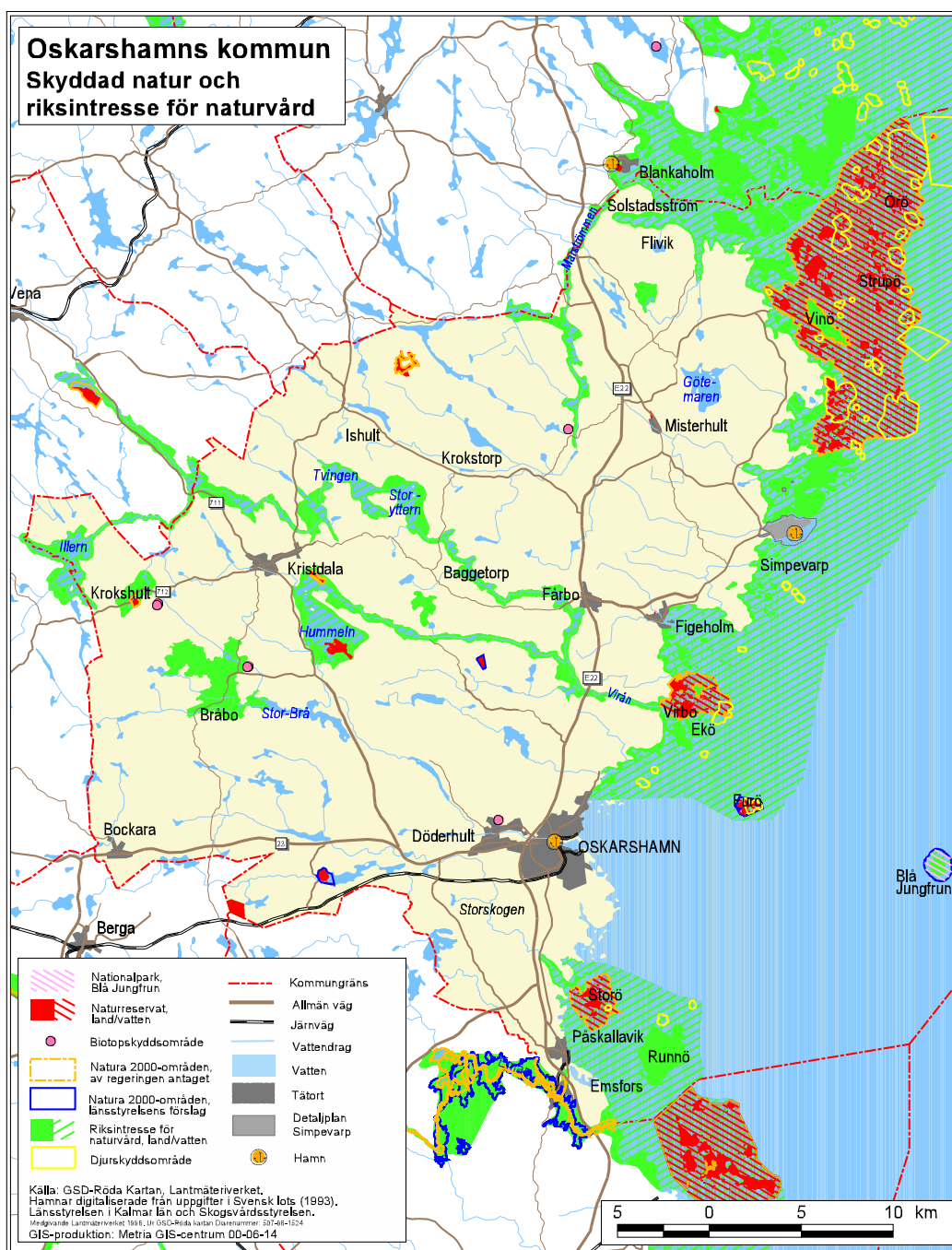
SKB:s bedömning från förstudien:

”Det finns goda allmänna förutsättningar för vidare studier av lokaliseringen av ett slutförvar till Oskarshamns kommun. Den viktigaste förutsättningen är tillgången till stora områden med potentiellt gynnsam berggrund. Detta ger bra möjligheter att finna en plats som både uppfyller säkerhetskraven och som kan tillgodose andra intressen. Kommunens infrastruktur, kärntekniska erfarenhet och kunskapsnivå utgör också positiva faktorer vid en etablering. Det är emellertid först efter det att en eventuell platsundersökning och säkerhetsanalys genomförts som det går att tillräckligt väl klargöra säkerheten för ett slutförvar och vilken betydelse olika faktorer har i detta sammanhang.



Figur 4-6. Potentiellt lämpliga områden för ett slutförvar i Oskarshamns kommun. Fältkontroller har genomförts på Simpevarpshalvön och väster därom samt i ett område i kommunens södra del /48, figur 1/.

Vid en eventuell platsundersökning med provborrningar i kommunen är det Simpevarpshalvön och området närmast väster därom som prioriteras. Inriktningen i ett första skede blir dels att undersöka berggrunden på Simpevarpshalvön mot djupet, dels att längre västerut göra de undersökningar från ytan som krävs för att precisera en eller flera platser för borrning. Viktiga faktorer att beakta är bland annat lägen och egenskaper hos sprickzoner och granitgångar, eftersom dessa heterogeniteter kan ha betydelse för möjligheterna att inplacera och utforma slutförvaret. Vid behov kan undersökningarna utvidgas till att omfatta områden på längre avstånd från Simpevarp. Undersökningsprogrammet, inklusive placering av borrhål, kommer att utformas så att miljöstörningar och intrång begränsas. Vidare måste kommunen ställa sig positiv till att undersökningar görs på platsen. En positiv inställning hos berörda markägare är också väsentlig.”



Figur 4-7. Skyddad natur och områden av riksintresse för naturvården /48, figur 7-3/.

Hultsfred

Förstudien inleddes 1999 och avslutades med slutrapport 2000 /49/.

SKB:s bedömning från förstudien:

”Det finns bra förutsättningar för vidare studier av lokaliseringen av slutförvaret till Hultsfreds kommun. Två lokaliseringsalternativ har särskilt belysts i förstudien: öster om Målilla och väster om Hultsfred. Båda bygger på att det finns stora områden där berggrunden bedöms vara potentiellt lämplig för ett slutförvar, samt att de tekniska och miljömässiga förutsättningarna för att etablera och driva slutförvaret bedöms vara goda.

Förstudien ger inte underlag för att rangordna de båda alternativen ur geologisk synpunkt. Vid en samlad bedömning prioriterar SKB det östra alternativet för eventuella platsundersökningar. Ett skäl är den flexibilitet som detta alternativ ger vad gäller placering och utformning av slutförvarets anläggningar. Vidare är osäkerheterna beträffande etableringsmöjligheterna enligt SKB:s uppfattning mindre för det östra alternativet än för det västra. Det gäller särskilt förutsättningarna att undvika konflikter med skyddsvärda områden för miljön och friluftslivet. De synpunkter som framkommit under kommunens remisshantering av den preliminära slutrapporten har sammantaget styrkt denna uppfattning, även om det också framkommit andra åsikter.



Figur 4-8. Potentiellt lämpliga områden för ett slutförvar i Hultsfreds kommun. Fältkontroller har genomförts i två områden: öster om Målilla och väster om Hultsfred /49, figur 1/.

En eventuell platsundersökning bör i inledningsskedet inriktas mot att precisera en plats för provborrningar, inom det aktuella området öster om Målilla. För detta krävs relativt omfattande geovetenskapliga studier från ytan. Den plats som prioriteras ska ha god prognos vad gäller berggrunden, samt ge goda tekniska och miljömässiga förutsättningar att etablera och driva slutförvaret.

Transportfrågan behöver studeras särskilt. Trots inlandsläget finns det goda tekniska förutsättningar att ordna transporterna av kärnavfall och annat gods. Behovet av landtransporter innebär dock nackdelar i form av osäkerheter om bland annat inställningen hos närboende och andra berörda och miljöpåverkan. Dessa frågor bör belysas för olika alternativ vad avser transportsätt och transportleder.”



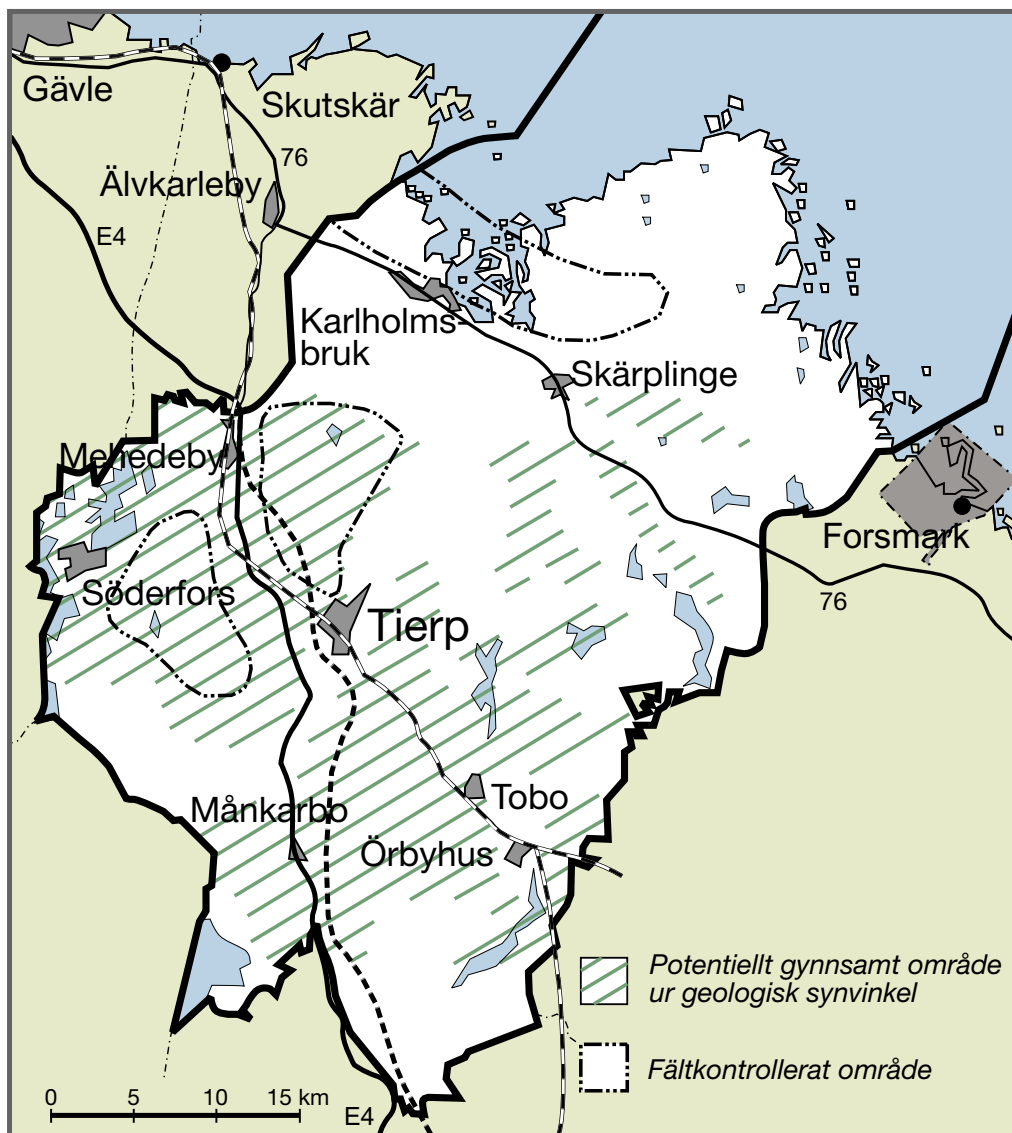
Figur 4-9. Skyddad natur, områden av riksintresse för naturvården, så kallade kommunala reservat och områden som omfattas av arrendeavtal /49, figur 7-1/.

Tierp

Förstudien inleddes 1999 och avslutades med slutrapport 2000 /50/.

SKB:s bedömning från förstudien:

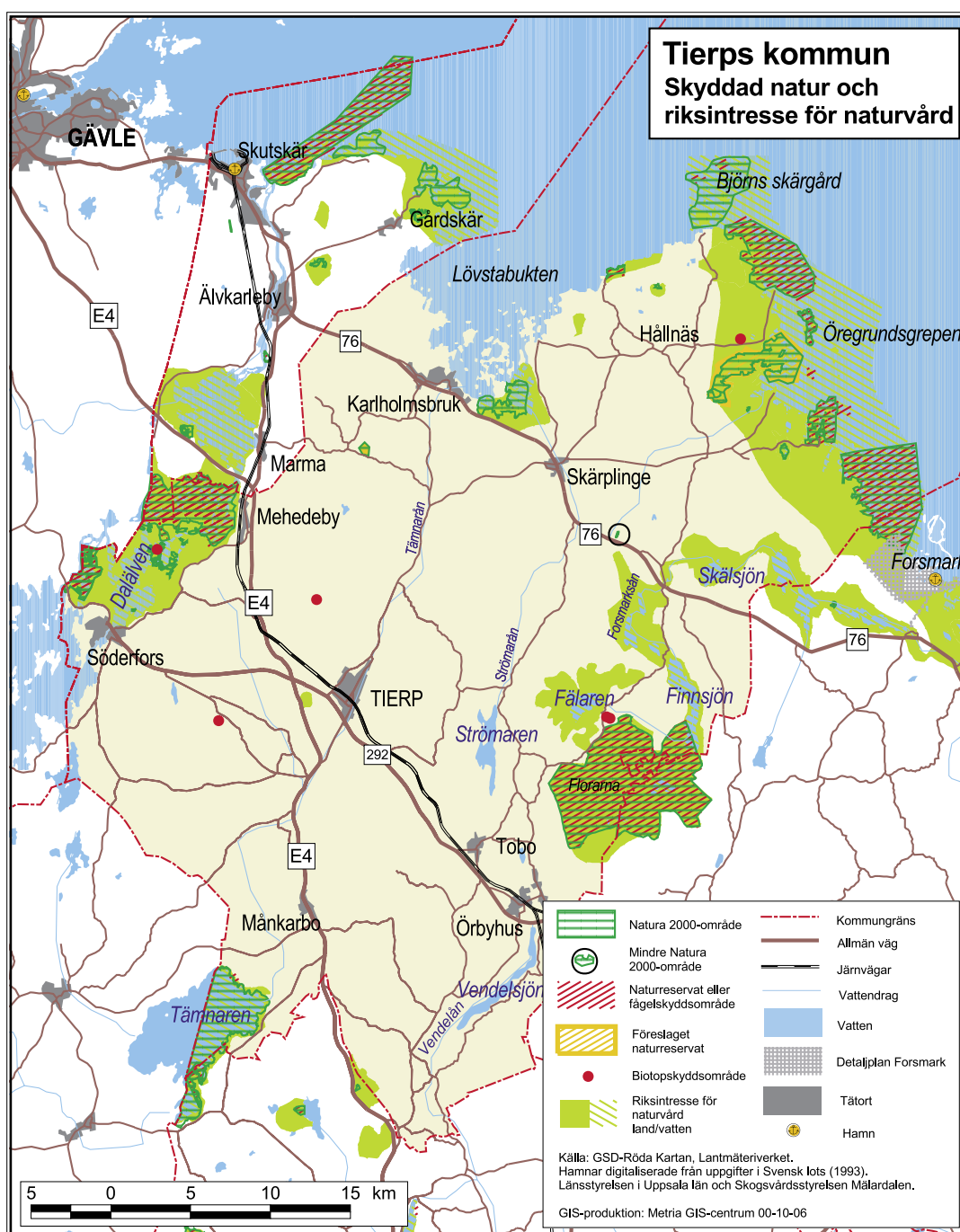
”det finns goda förutsättningar för vidare lokaliseringsstudier av slutförvaret till kommunen. Detta beror främst på att det inom kommunen finns relativt stora arealer där berggrunden är potentiellt gynnsam för slutförvaret. Särskilt intressant är den del av Hedesundamassivet som ligger öster om Uppsalaåsen och norr om Tierps tätort. SKB bedömer att det finns goda möjligheter att inom detta område finna en plats som både uppfyller säkerhetskraven och som kan tillgodose andra intressen. De större sprickzoner som framträder i förstudiens undersökningsskala inom det intressanta området begränsar berggrundsblock som är betydligt större än slutförvarets yta. Detta ger goda möjligheter att förlägga underjordsdelen så att dessa större zoner undviks. En nackdel är att området



Figur 4-10. Geologiskt potentiellt lämpliga områden för ett slutförvar i Tierps kommun. Fältkontroller har genomförts i ett område vid Lövestabukten samt i två delområden inom Hedesundamassivet som är beläget väster och norr om Tierps tätort /50, figur 1/.

har få hållar och att det enbart är beskrivet i gamla geologiska kartor. Eftersom berggrunden bedöms vara homogen och förhållandena i övrigt är gynnsamma kan troligen geofysiska mätningar, från markytan och/eller från flygplan, kompensera det databortfall som den låga andelen berg i dagen medför. Om fortsatta arbeten skulle aktualiseras, bör bland annat förekomsten av finkorniga granitgångar, vilka kan ha hög sprickfrekvens och därmed eventuellt förhöjd vattengenomsläpplighet, undersökas. Det är först när data från en eventuell platsundersökning finns tillgängliga som det går att avgöra om berggrunden på en specifik plats uppfyller kraven på långsiktig säkerhet för slutförvaret.

Ett preliminärt förslag till lokalisering av slutförvarets ovanjordsanläggning inom eller i anslutning till det geologiskt intressanta området har tagits fram inom förstudien.



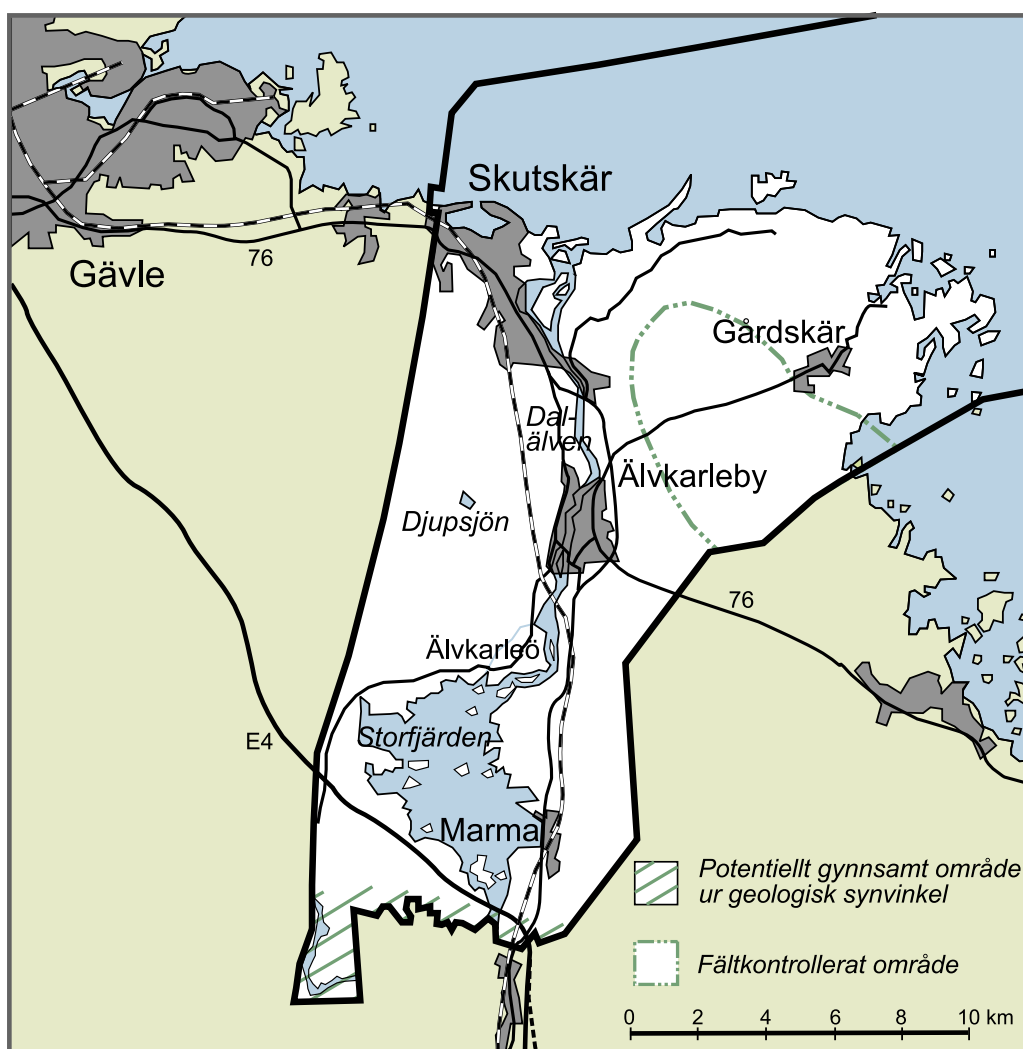
Figur 4-11. Skyddad natur och riksintresse för naturvården /50, figur 7-2/.

Förslaget visar att det finns goda möjligheter att finna bra lösningar för ett slutförvar i kommunen. Exempelvis finns det goda förutsättningar att förlägga ovanjordsanläggningen så att konflikter med skyddade och värdefulla områden undviks, samtidigt som de tekniska behoven tillgodoses. Det aktuella området är stort varför flera lokaliseringalternativ är tänkbara. Transportförutsättningarna är goda, eftersom större vägar och järnväg passerar genom eller nära området. Det finns också goda förbindelser med närliggande hamnar, särskilt Stora Ensos hamn i Skutskär. Dessutom ligger flera tätorter nära området.

Om det blir aktuellt att genomföra platsundersökningar inom Hedesundamassivet öster om Uppsalaåsen, kommer möjliga lokaliseringalternativ för slutförvarets anläggningar, olika transportlösningar, utbyggnad av teknisk försörjning, näringslivsfrågor, psykosociala aspekter med mera att undersökas och utredas i samverkan med kommunen, berörda markägare, grannkommuner, myndigheter med flera.”

Älvkarleby

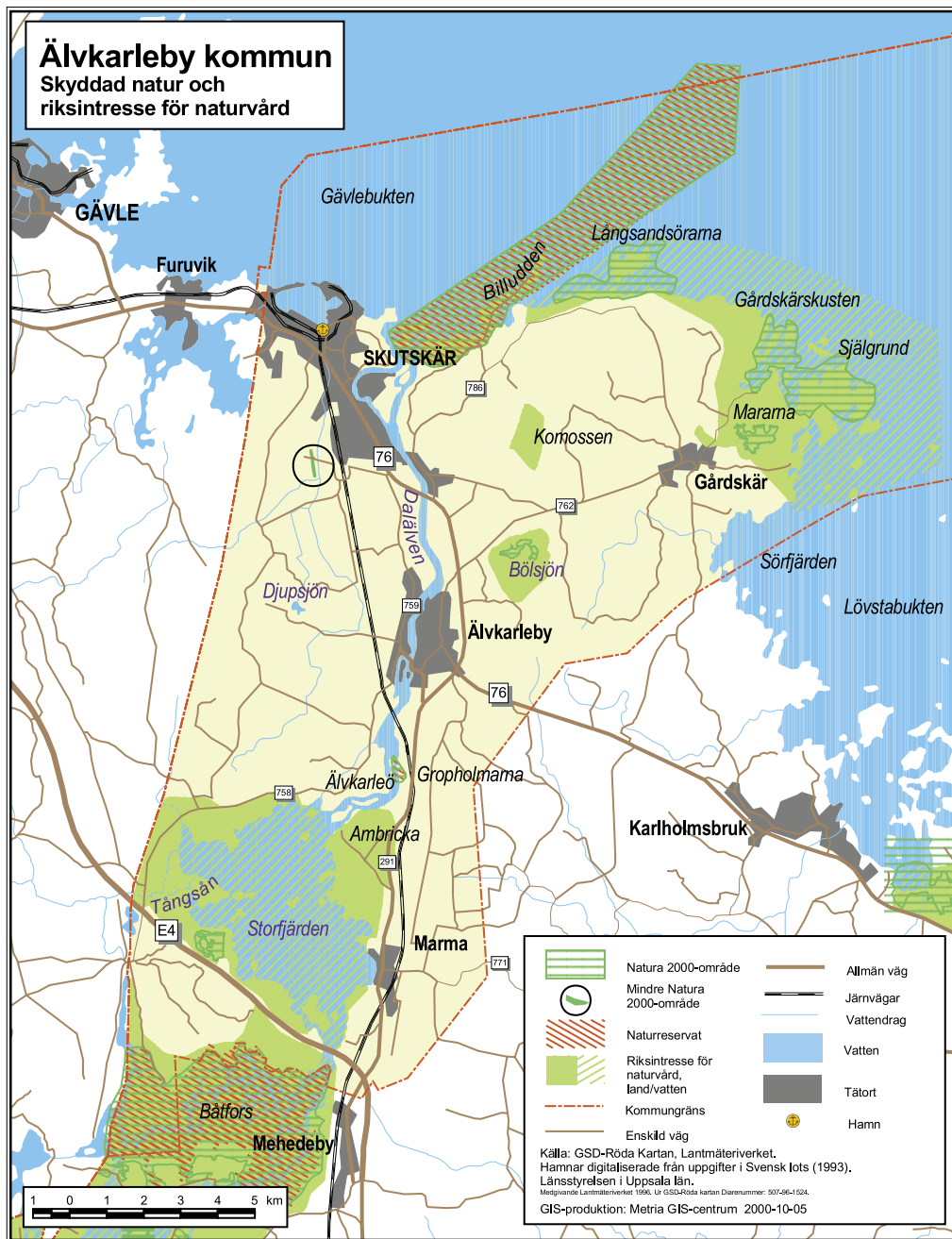
Förstudien inleddes 1999 och avslutades med slutrapport 2000 /51/.



Figur 4-12. Kartan visar området mellan Älvkarleby tätort och kusten som efter geologisk fältkontroll har visat på olämpliga förhållanden för vidare lokaliseringstudier samt längst i söder ytterdelen av en större granitkropp, Hedesundamassivet, med potentiellt acceptabel berggrund. Om platsundersökningar skulle bli aktuella i Hedesundamassivet, rekommenderas att dessa förläggs till massivets mer centrala delar, det vill säga till Tierps kommun /51, figur 1/.

SKB:s bedömning från förstudien:

”det saknas geologiska förutsättningar för vidare studier rörande lokalisering av slutförvaret till Älvkarleby kommun. I den preliminära slutrapporten gjorde SKB bedömningen att området mellan Älvkarleby tätort och kusten skulle kunna vara av intresse för slutförvaret. Därefter har berggrunden inom detta område kontrollerats i fält. Fältkontrollen visade att berggrunden är komplex, inhomogen och förhållandevis rik på sprickor. Det skulle krävas omfattande borrhningar och undersökningar för att med tillräcklig säkerhet kunna bedöma om någon del av kommunens berggrund trots allt är lämplig för en slutförvarsetablering. SKB:s slutsats är att de geologiska förhållandena är alltför svårbedömda och att sannolikheten att hitta tillräckliga volymer med lämpligt berg är alltför små för att sådana undersökningar ska kunna rekommenderas.



Figur 4-13. Skyddad natur och riksintresse för naturvården /51, figur 7-2/.

Då det gäller övriga tekniska förhållanden – främst hamn och transportleder – är SKB:s slutsats att Älvkarleby kommun erbjuder goda förutsättningar för en slutförvarsetablering. Väg- och järnvägsförbindelserna är väl utbyggda. Den befintliga hamnen i Skutskär skulle vara lämplig som mottagningshamn för godstransporterna till slutförvaret. Alternativa möjligheter är att bygga en ny hamnterminal i anslutning till den befintliga i Skutskär eller att nyttja någon av de hamnar som finns i grannkommunen Gävle.”

5 SKB väljer plats

I december 2000 lämnade SKB de kompletterande redovisningar som regeringen begärde i sitt beslut över Fud-program 98 beträffande alternativa metoder, underlag för val av platser och program för platsundersökningarna – ”Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet” /24/.

5.1 Riktlinjer, underlag och bedömningar

Fud-K innehåller en fyllig sammanfattning och utvärdering av det omfattande lokaliseringsunderlag som SKB tagit fram genom åren. Nedan följer en kort sammanfattning av SKB:s redovisning, bedömningar samt val av platser för platsundersökningar enligt Fud-K, avsnitt 8-12.

Riktlinjer

Platsvalet baserades på följande riktlinjer:

- 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.

Underlag

SKB konstaterade att lokaliseringsarbetet hade pågått sedan början av 1990-talet. Arbetet hade grundats på bland annat kunskaperna från de typområdesstudier, översiktsstudier samt säkerhetsanalyser som SKB bedrivit sedan slutet av 1970-talet. En huvudslutsats från dessa studier var att det kan finnas platser i många av Sveriges kommuner som uppfyller kraven för ett slutförvar.

SKB redovisade en plan för lokaliseringen av slutförvaret i den komplettering till Fud-program 92 /13/ som lämnades till myndigheterna i augusti 1994. Med det regeringsbeslut /14/ som följde lades huvuddragen i processen fast. Samtidigt angav regeringen att underlaget för en lokaliseringsansökan bör bygga på förstudier i 5–10 kommuner och minst två platsundersökningar.

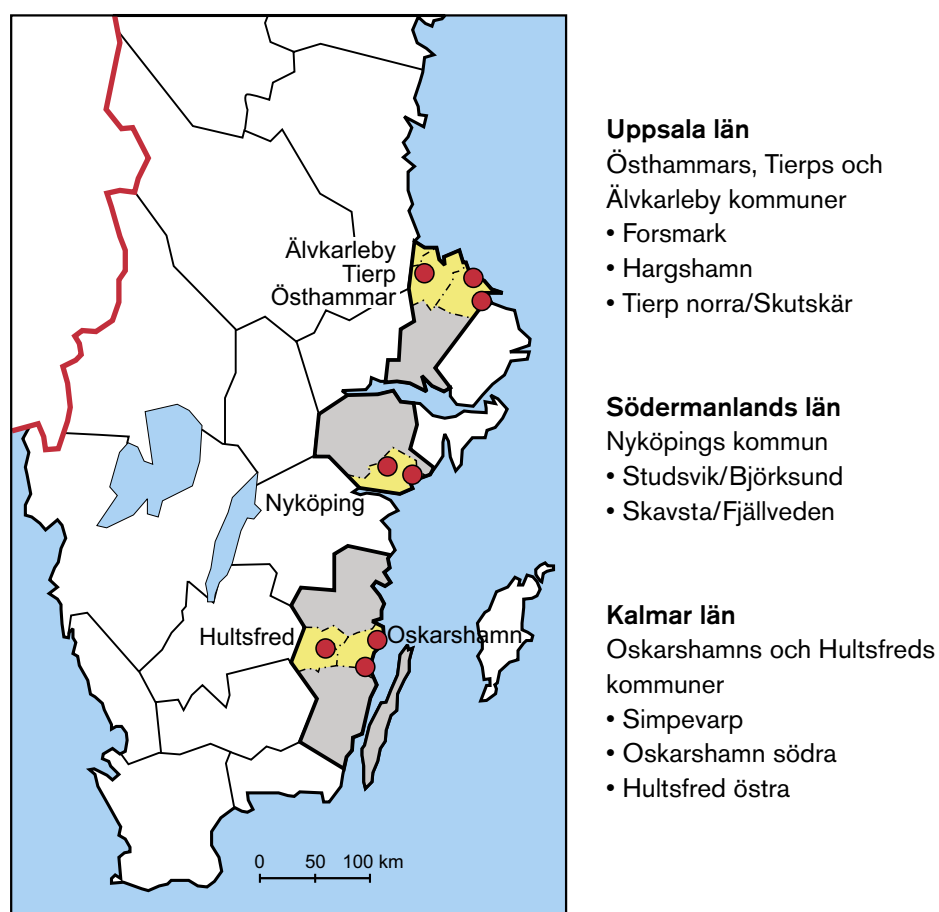
Under perioden 1992–2000 förde SKB mer eller mindre långtgående diskussioner om förstudier med ett tjugotal kommuner i olika delar av landet, se karta i figur 1-4. I åtta fall ledde detta till att en förstudie genomfördes. I övriga fall avfördes diskussionen, antingen därför att SKB fann att en förstudie inte varit motiverad, eller att den aktuella kommunen valde att avstå.

Villkoren för att inleda en förstudie var att de två kriterierna potentiellt lämplig berggrund och frivillig medverkan skulle vara uppfyllda. Det innebar att SKB, om det fanns ett intresse från en kommun, först gjorde en genomgång av befintligt geovetenskapligt underlag, samt

en bedömning av om kommunens berggrund motiverade en förstudie. En övergripande bedömning gjordes också av övriga lokaliseringsfaktorer. Den kartläggning och sammanställning av förutsättningar, skyddade och värdefulla områden samt andra viktiga lokaliseringsfaktorer som SKB sedan genomförde under förstudierna var både omfattande och relativt detaljerad.

I Storuman och Malå resulterade lokala folkomröstningar i att fortsatt medverkan avvisades. I det underlag från vilket SKB valde platser för fortsatta undersökningar ingick de övriga sex kommunerna, Hultsfred, Oskarshamn, Nyköping, Tierp, Älvkarleby och Östhammar. Se vidare avsnitt 4.4, Förstudier.

Förstudierna visade att det i alla kommuner utom Älvkarleby fanns områden där berggrunden bedömdes som potentiellt lämplig för ett slutförvar. Även när det gäller de tekniska och miljömässiga förutsättningarna visade förstudierna på goda möjligheter. Urvalsunderlaget för val av platser för platsundersökningar omfattade åtta olika lokaliseringsalternativ som representerade tre olika regioner i landet, med fyra skilda geologiska miljöer, och det ingick alternativ med olika förutsättningar för att etablera ett slutförvar, se figur 5-1.



Figur 5-1. I förstudierna identifierades åtta lokaliseringsalternativ för slutförvaret. Dessa utgjorde urvalsunderlaget inför valet av platser för platsundersökningar /24, sid 148/.

Bedömningar

SKB framhöll att underlaget hade den bredd och kvalitet som krävs för att inleda platsundersökningar. SKB ansåg att underlaget omfattade tillräckligt många lovande alternativ för att gå vidare med lokaliseringsarbetet. SKB redovisade och motiverade sitt val av platser för fortsatta undersökningar.

Vidare ansåg SKB att det fanns det engagemang i kärnavfallsfrågan och stöd för SKB:s program som gjorde en fortsättning möjlig och motiverad.

SKB värderade de åtta alternativen med avseende på krav och önskemål som då kunde bedömas vad gäller **berggrunden, industrietableringen och samhällsfrågan**. Värderingarna fokuserades på de egenskaper eller förhållanden som var av betydelse för valet av plats för fortsatta undersökningar. SKB redovisade sin värdering av de åtta områdena på följande sätt:

Berggrunden

SKB:s värdering av berggrunden utgick från de krav och önskemål som redovisas i bilagorna 4-1 till 4-5. Bilaga 4-6 visar en sammanställning av utmärkande egenskaper och viktiga osäkerheter avseende berggrunden.

SKB:s bedömning var att samtliga områden hade god potential för att fylla kraven men att det fanns frågor och osäkerheter för samtliga områden. Det var enligt SKB ”*inte möjligt att i detta skede utesluta något av områdena på geologiska grunder. Områdena representerar olika geologiska miljöer. Följande översiktliga indelning kan göras:*

- *Gnejsgranit/tekonisk 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 tekonisk 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.” /24, avsnitt 12.3.1/.

Industrietableringen

SKB:s värdering av möjligheterna att genomföra slutförvaret som industrietablering utgick från de krav och önskemål som redovisas i bilagorna 4-7 till 4-9. Bilaga 4-10 visar en sammanställning av förutsättningarna för slutförvaret som industrietablering.

SKB:s bedömning:

”Vad gäller miljöpåverkan bedömer SKB att slutförvarets 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 slutförvarets 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”....”En etablering vid Simpevarp ger den kortaste och enklaste hanteringskedjan eftersom det inkapslade bränslet kan köras direkt från inkapslingsanläggningen till slutförvaret 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 slutförvarets 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 slutförvaret 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.” /24, avsnitt 12.3.2/.

Samhällsfrågan

SKB:s värdering av möjligheterna att genomföra slutförvaret som samhällsföreteelse utgick från de krav och önskemål som redovisas i bilaga 4-11.

SKB:s bedömning:

”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 slutförvarsprojektet både på kort och lång sikt.

Vidare konstaterar SKB att en förläggning av slutförvaret 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.” /24, avsnitt 12.3.3/.

5.2 SKB:s val av platser

SKB konstaterade således att Forsmark och Simpevarp har tydliga fördelar ur etablerings- och samhällssynpunkt. Platserna ger särskilt goda förutsättningar för att etablera och driva slutförvarets anläggningar och transportsystem med små och acceptabla miljökonsekvenser. De bedömdes 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 fann SKB det svårt att se några argument för att inte gå vidare med alternativen Forsmark och Simpevarp. SKB:s slutsats var således att de måste finnas med i nästa skede.

För att programmet ska vara robust menade SKB att de fortsatta lokaliseringsstudierna borde inkludera fler alternativ än de båda ovan nämnda. Av lokaliseringalternativen bedömde SKB att Tierp norra/Skutskär och Skavsta/Fjällveden kunde bidra till större bredd på det geologiska underlaget. Dessa borde därför enligt SKB:s mening studeras vidare /24, avsnitt 12.4/.

5.3 Remissinstansernas synpunkter på platsvalet

SKI sammanfattade i sitt yttrande till regeringen, dels vad remissinstanserna anfört och dels sin egen bedömning av SKB:s val av områden för platsundersökningar. I sammanfattning anförde i SKI följande synpunkter och förslag i sitt yttrande /52/:

- SKB har presenterat ett tillräckligt urvalsunderlag för val av platser för lokalisering av ett slutförvar och för inledande av platsundersökningar.
- SKB har visat, så långt det är möjligt utifrån förstudierna, att lokaliseringalternativen Simpevarp i Oskarshamns kommun, Forsmark i Östhammars kommun och Tierp norra i Tierps kommun har förutsättningar att uppfylla myndigheternas säkerhets- och strålskydds krav.
- Det är rimligt att ta hänsyn till de fördelar som Simpevarp och Forsmark erbjuder vad gäller industrietablering och samhällsfrågor på det sätt som SKB gjort i sitt val.
- SKI stödjer därför SKB:s önskan att påbörja platsundersökningar i dessa två områden.
- SKI har inga invändningar mot att platsundersökningar genomförs också i Tierp. Men det finns svagheter i SKB:s motiveringar vad gäller valet av Tierp norra, utan direkt anknytning till en kärnteknisk anläggning. SKB anger som huvudskäl för valet av Tierp norra att detta alternativ tillför en större geologisk bredd på underlaget. SKI anser att SKB bättre bör motivera på vilket sätt Tierp skiljer sig från övriga alternativ i detta avseende.

- Det finns andra faktorer än berggrundsgeologi som kan tillföra en geovetenskaplig bredd. T ex visar erfarenheterna från säkerhetsanalyser att de hydrogeologiska och geokemiska förhållandena är av stor betydelse för den långsiktiga säkerheten. SKI rekommenderar därför SKB att Hultsfred inte avförs från programmet förrän frågor rörande inströmning/utströmning och salthalter m m utretts vidare¹².
- Hultsfred östra har klara fördelar framför Tierp norra som lokaliseringalternativ för platsundersökningar med hänsyn till att Hultsfred östra ligger ovanför högsta kustlinjen och har en väl exponerad och homogen berggrund. Hultsfred östra bör därför beaktas i den fortsatta lokaliseringsprocessen eller ersätta Tierp norra.
- SKI har svårt att förstå vilka fördelar en förnyad säkerhetsanalys av gamla data skulle innebära för Fjällvedenområdet eftersom SKB:s egna slutsatser är att det behövs omfattande kompletterande omtolkningar och fältinsatser inklusive nya borrhål för att erhålla en mer tillförlitlig/förbättrad modell.

5.4 Klartecken för platsundersökningar i Forsmark och Oskarshamn

Den 1 november 2001 fattade regeringen beslut /25/ i ärendet som innebar klartecken för SKB att fortsätta arbetet enligt den redovisning som lämnades i Fud-K. Regeringen hade inget att invända mot att SKB inledde platsundersökningar inom de tre områdena Simpevarp, Forsmark och Tierp norra. Samtidigt framhåller regeringen att man utgår från att SKB överväger de synpunkter som framkommit under granskningen av SKB:s underlag för val av platser för platsundersökningar. Enligt beslutet bedömer regeringen att KBS-3-metoden bör användas som planeringsförutsättning för platsundersökningarna. Regeringen understryker dock att ett slutligt godkännande av viss metod för slutförvaring inte kan göras förrän i samband med ett framtida ställningstagande till ansökningar om tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen att uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle.

I december 2001 samtyckte kommunfullmäktige i Östhammar till en platsundersökning vid Forsmark. Motsvarande beslut angående platsundersökning vid Simpevarp fattades av kommunfullmäktige i Oskarshamn i mars 2002. Tierps kommun avböjde fortsatt medverkan i lokaliseringsprocessen för slutförvaret i april 2002. Grannkommunen Älvkarleby, som hade berörts av transporter till ett slutförvar i Tierp, röstade för att SKB skulle genomföra platsundersökningen i Tierp – Älvkarleby. I maj 2001 beslutade kommunfullmäktige i Nyköping att inte låta SKB fortsätta med undersökningar i kommunen. Skälet till beslutet var det vänteläge och den oklara roll som skulle råda för Nyköpings fall under den tid som SKB utförde platsundersökningar i Tierp, Östhammar och Oskarshamn eftersom det var först efter genomförandet av dessa platsundersökningar som kommunen kunde få besked om SKB fortfarande var intresserade av att slutförvara kärnavfall i kommunen /16/.

¹² Bland annat som en följd av remissinstansernas synpunkter har SKB tillsammans med Hultsfreds kommun kommit överens om att genomföra ett så kallat kontaktprogram. Programmet startade 2003 och löper enligt nuvarande överenskommelse till och med 2008. Syftet med programmet är att behålla lokal kompetens i avfallsfrågan och att ge kommunen möjlighet att följa platsundersökningarna i Oskarshamn och Östhammar. I kontaktprogrammet ingår bland annat utställningsverksamhet, anläggningsbesök och information till lokala politiker och allmänheten.

6 Erfarenheter från lokalisering av Clab, SFR och Äspö

Något egentligt lokaliseringsarbete av projektkaraktär för slutförvaret utfördes inte före starten av det lokaliseringsprojekt som SKB satte upp hösten 1991. Däremot har ett omfattande underlag, särskilt i fråga om de geovetenskapliga frågorna med direkt relevans för ett framtida platsval tagits fram. Lokalisering och utbyggnad av Clab, SFR och Äspölaboratoriet har gett värdefulla erfarenheter av att lokalisera anläggningar för kärnavfall eller med anknytning till kärnavfall. Både SFR och Clab är kärntekniska anläggningar som lokaliserats och uppförts i enlighet med vid respektive tillfälle aktuell lagstiftning, i första hand atomenergilagen, miljöskyddslagen och byggnadslagen. Lokalisering och uppförande av Äspölaboratoriet prövades enligt naturresurslagen (NRL) /53, kap 9/.

Lokalisering av Clab

Behovet av ett svenskt centralt mellanlager för använt kärnbränsle identifierades redan av Aka-utredningen, som rekommenderade att möjligheterna till lokalisering i närheten av ett kärnkraftverk, i första hand Forsmark eller Oskarshamn, skulle undersökas.

Förstudier genomfördes av lokalisering till områden vid Forsmarksverket, Oskarshamnsverket och Studsviks kärnforskningsstation. Man ansåg den redan etablerade kärntekniska verksamheten som en avgörande tillgång, varför man redan i utgångsläget valde dessa tre platser. Övriga kärnkraftlägen (Ringhals, Barsebäck) ansågs mindre intressanta ur plansynpunkt eller bergteknisk synpunkt.

Förstudier visade att berggrundsförhållandena på samtliga tre områden var tillräckligt goda, även om Studsviksläget förmodligen skulle kräva mer omfattande förstärkningsarbeten. Även vad beträffar icke-geologiska faktorer var det små skillnader. För Simpevarp diskuterades två alternativ, Ävrö och en plats väster om kärnkraftverket. På basis av förstudierna lämnade SKB i november 1977 in en ansökan enligt dåvarande byggnadslagen för lokalisering till någon av de ovannämnda platserna. De tre berörda kommunerna och flertalet övriga remissinstanser tillstyrkte ansökan. Flera remissinstanser påtalade dock nackdelar med Studsviksläget, bl a med anledning av avsaknad av erforderlig hamn, större mängd transporterat avfall jämfört med andra alternativ samt närhet till ett primärt rekreationsområde och till områden av riksintresse för naturvård och friluftsliv. Sveriges geotekniska institut bedömde att alla tre platserna hade tillräckligt bra berggrundsförhållanden, att Simpevarp och Forsmark var bättre än Studsvik och att Simpevarp föreföll vara det bergtekniskt mest lämpliga området. Regeringen anslöt sig till denna bedömning. Mot bakgrund av SKI:s och SSI:s yttranden såg regeringen inga avgörande skillnader mellan de tre platserna med hänsyn till säkerhet och strålskydd. Enligt Sjöfartsverket hade Simpevarp fördelar med hänsyn till att läget innebar kortast transportvägar och gynnsammare förutsättningar för vintersjöfart. Lokalisering till Simpevarp och Forsmark skulle ske i anslutning till befintliga kärnkraftverk och inte medföra att något nytt kustområde behövde tas i anspråk för industriverksamhet. Efter en samlad bedömning fann regeringen i december 1978 att *”i första hand läget väster om kärnkraftverket i Simpevarp bör komma i fråga som lokaliseringsplats för det ansökta lagret för använt kärnbränsle”*.

Lokalisering av SFR

Tanken på ett centralt slutförvar för låg- och medelaktivt avfall framfördes redan i Aka-utredningen och förstudier för en sådan anläggning inleddes av Prav. Arbetet övertogs av SKB 1980. Liksom i fallet med Clab, studerades kärnkraftlägena och då i första hand Forsmark, Simpevarp och Studsvik. Både Forsmark och Simpevarp bedömdes som möjliga lägen. Bl a arbetsmarknadsskäl gjorde att SKB valde Forsmark även om t ex transportarbetet skulle blivit något mindre vid förläggning till Simpevarp.

SKB genomförde de undersökningar och utredningar som behövdes så att man i mars 1982 kunde lämna in ansökan om tillstånd enligt 136a§ byggnadslagen, atomenergilagen och miljöskyddslagen. Sedan kommunens tillstyrkt ansökan fattade regeringen i juni 1983 beslut om tillstånd enligt 136a§ byggnadslagen och atomenergilagen. I december samma år kom koncessionsnämndens tillstånd enligt miljöskyddslagen.

Lokalisering av Äspölaboratoriet

Redan i FoU-program 86 konstaterades att ett nytt berglaboratorium i första hand borde lokaliseras till en ort där man har befintlig service och annan för arbetet nödvändig infrastruktur. I första hand borde något av kärnkraftslägena, lämpligen Simpevarp i Oskarshamns kommun, undersökas. Undersökningar i Simpevarpsområdet inleddes under hösten 1986. På grundval av erhållna resultat fattade SKB ett principbeslut om lokalisering av laboratoriet till södra Äspö. Motiven för valet av denna plats angavs i FoU-program 89 till:

- Kravet på ostörda förhållanden i berggrunden och grundvattnet kan tillgodoses. Genom placeringen av ett berglaboratorium på Äspö torde man också kunna påräkna att annan verksamhet inte stör forskningen under den tid som krävs för långtidsförsök.
- Äspö har inom ett geografiskt begränsat område tillgång till de olika geologiska och hydrologiska förhållanden som krävs för planerade försök och för deras utvärdering. Genomförda undersökningar av berggrunden på Äspö visar en lämplig variation mellan partier med bra berg och sprickzoner av olika karaktär. Grundvattnets sammansättning är representativ för svenskt berg vid kusten och ger möjligheter till studier av rådande förhållanden och förändringar av dessa till följd av bygget.
- Närheten till Oskarshamnsverkets anläggningar på Simpevarpshalvön gör att behovet av byggnader i marknivå minimeras. Inom nära avstånd finns tillgång till serviceanläggningar och personal som kan utnyttjas för verksamheten. Oskarshamnsverkets olika anläggningar är också lämpliga för t ex stationering av forskare, möten m m. Att OKG äger det aktuella markområdet underlättar upplåtelsen av erforderlig mark.

I FoU-program 89 klargjordes också att själva platsen för laboratoriet, Äspö, kommer inte att bli aktuell för lokalisering av slutförvaret. Men om man skulle finna lämpliga geologiska förhållanden i närheten så kan detta bli en av de kandidatplatser som detaljundersöks inför den slutliga lokaliseringen av ett slutförvar.

Eftersom laboratoriet lokaliserades till ett område som enligt naturresurslagen (NRL) åtnjuter särskilt skydd mot exploateringsföretag som påtagligt kan skada områdets natur- och kulturvärden ansåg regeringen att Äspölaboratoriet var en anläggning, som skulle prövas enligt NRL.

I beslutet från regeringen angavs bl a följande villkor:

- SKB skall i samråd med länsstyrelsen och kommunen upprätta en plan för ändamålsenlig användning av uppkomna sprängmassor.
- Utfyllnader och schaktningar skall efterbehandlas i samråd med länsstyrelsen. Sådana ingrepp som inte varaktigt behövs för verksamheten skall återställas.
- Utformningen av anläggningen regleras vidare av miljöskyddslagen, vattenlagen, byggnadslagen och naturvårdslagen.

Värt att nämna i sammanhanget är de diskussioner som föregick beslutet att placera tunnelpåslaget vid Simpevarp. I de första planerna var påslaget för Äspö-tunneln placerad på Äspö. Denna placering skulle kräva en vägbank över till Ävrö och breddning av vägen därifrån för att frakta bort sprängsten m m. Både närboende, kommunens representanter och länsstyrelsen motsatte sig förslaget, som de menade skulle innebära betydande ingrepp i den känsliga miljön. SKB tog då fram ett nytt förslag med påslag och tunnel från industriområdet på Simpevarp. Detta tyckte man mycket bättre om. Vägen ut till Äspö kunde därigenom byggas betydligt smalare och mer anpassad till skärgårdsnaturen. Dessa frågor klarades av på planeringsstadiet innan ansökan om tillstånd enligt naturresurslagen lämnades in.

Myndigheternas synpunkter och förberedelser

Frågorna kring lokaliseringen av slutförvaret och särskilt beslutsgången diskuterades i samband med remissgranskningen av såväl FoU-program 86 som FoU-program 89. Statens kärnbränslenämnd (SKN) utarbetade 1987 på regeringens uppdrag den s k platsvalsrapporten /44/.

I samband med att SKB 1991 etablerade det s k lokaliseringsprojektet hölls möten med SKN, SKI och SSI för att informera dem om den allmänna uppläggningsplaneringen av de inledande arbetena. Myndigheterna genomförde egen kunskapsuppbyggnad och egna analyser av viktiga, främst geovetenskapliga, tekniska och säkerhetsmässiga frågor. Exempelvis publicerade SKN 1992 två rapporter /54/ inom ett projekt benämnt ”Utredning om underlag för lokalisering av ett slutförvar för använt bränsle”. SKI genomförde omfattande säkerhetsanalysprojekt, som ett led i förberedelserna för en säkerhetsgranskning /55/. Inom det s k Dialog-projektet /56/ genomförde man bl a ett spel med en fingerad ansökan om uppförande av ett slutförvar för att identifiera och diskutera frågeställningar som kan anses viktiga att behandla i samband med kommande granskningar av SKB:s ansökan. Förutom myndigheter deltog också några kommunpolitiker och representanter för miljöorganisationer i Dialog-projektet. Många av de förslag till förändringar och förbättringar av tillståndsprocessen som kom fram i Dialogprojektet har genom miljöbalken blivit verklighet. Exempelvis det breda och öppna samrådsförfarandet, tydligare tillståndsprövning i och med att regeringens tillåtlighetsprövning ingår i miljöbalken samt att även radioaktiv strålning ingår i prövningen enligt miljöbalken.

Referenser

- /1/ **Sten Kjellman, 2000.** Det svenska kärnavfallsprogrammet. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /2/ **SFS 1977:140.** Villkorslagen.
- /3/ **SKBF/KBS, 1977.** Kärnbränslecykelns slutsteg. Förglasat avfall från upparbetning – KBS-1. Del I–V. Svensk Kärnbränsleförsörjning AB.
- /4/ **SKBF/KBS, 1978.** Kärnbränslecykelns slutsteg. Slutförvaring av använt kärnbränsle – KBS-2. Del I–II. Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, 1978.
- /5/ **SKBF/KBS, 1983.** Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle – KBS-3. Del I–IV. Svensk Kärnbränsleförsörjning AB.
- /6a/ **Regeringsbeslut 1979-06-21** angående särskilt tillstånd att tillföra kärnbränsle till Ringhals 3 respektive Forsmark 1 (två skilda beslut).
- /6b/ **Regeringsbeslut 1980-04-10** angående särskilt tillstånd att tillföra kärnbränsle till Ringhals 4 respektive Forsmark 2 (två skilda beslut).
- /6c/ **Regeringsbeslut 1984-06-28** angående tillstånd att tillföra kärnämne till Oskarshamn 3 respektive Forsmark 3 (två skilda beslut).
- /7/ **SFS 1984:3.** Kärntekniklagen
- /8/ **FoU-Program 86, 1986.** Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för forskning, utveckling och övriga åtgärder. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /9/ **Översiktsstudie 95, 1995.** Lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /10/ **FoU-Program 89, 1989.** Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för forskning, utveckling och övriga åtgärder. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /11/ **FUD-Program 92, 1992.** Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för forskning, utveckling, demonstration och övriga åtgärder. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /12/ **Regeringsbeslut 40, 1993-12-16.** Angående Fud-program 92.
- /13/ **FUD-Program 92 – Kompletterande redovisning, 1994.** Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Komplettering till 1992 års program sammanställd med anledning av regeringsbeslut 1993-12-16. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /14/ **Regeringsbeslut 11, 1995-05-18.** Angående Fud-program 92, kompletterande redovisning.
- /15/ **FUD-Program 95, 1995.** Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för inkapsling, geologisk djupförvaring samt forskning, utveckling och demonstration. Svensk Kärnbränslehantering AB.

- /16/ **SOU 2002:46, 2002.** Plats för slutförvaring av kärnavfall? – Förstudier i åtta kommuner. Rapport från Särskilde rådgivaren inom kärnfallsområdet. Regeringskansliet.
- /17/ **Förstudie Storuman, 1995.** Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /18/ **Förstudie Malå, 1996.** Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /19/ **Eng T, 1995.** Översiktsstudie av kommuner med kärnteknisk verksamhet. PR D-95-002, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /20/ **FUD-Program 98, 1998.** Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring. Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /21/ **Rapporter från länsvisa översiktsstudier.** Se förteckning sist i referenslistan.
- /22/ **Regeringsbeslut 25, 1996-12-19.** Angående Fud-program 95.
- /23/ **Leijon B, 1998.** Nord-syd/Kust-inland. Generella skillnader i förutsättningar för lokalisering av djupförvar mellan olika delar av Sverige. SKB R-98-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /24/ **Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet, 2000.** Fud-K. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /25/ **Regeringsbeslut 22, 2001-11-01.** Angående Fud-K.
- /26/ **SKI beslut 2004-12-02.** Områden av riksintresse för slutförvaring av använt kärnbränsle och annat kärnavfall.
- /27/ **Gentschein et al. 1981.** Undersökningar av fyra borrhål i Aka-område 2 (Pellbodberget), Västerbottens län. Programrådet för radioaktivt avfall. Prav 4.24.
- /28/ **SOU 1976:30, 1976:31, 1976:41, 1976.** Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Aka-utredningen.
- /29/ **Ahlbom et al. 1979.** Val av platser för fortsatta undersökningar av bergformationer i södra Sverige. Programrådet för radioaktivt avfall. Prav 4.11.
- /30/ **Ahlbom et al. 1980.** Berggrundsgeologiska, tektoniska och geofysiska studier på Kynnefjäll. Programrådet för radioaktivt avfall. Prav 4.16.
- /31/ **Ahlbom et al. 1980.** Rekognoscerande studier för typområden i mellersta och norra Norrland under 1979–1980. Programrådet för radioaktivt avfall. Prav 4.22.
- /32/ **Ahlbom et al. 1981.** Rekognoscerande studier för typområden i Västernorrlands och Norrbottens län under 1980–1981. Programrådet för radioaktivt avfall. Prav 4.31.
- /33/ **Ahlbom K, Leijon B, Liedholm M, Smellie J A T, 1992.** Gabbro as a host rock for a nuclear waste repository. SKB TR 92-25. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /34/ **Ahlbom K, Andersson J-E, Nordqvist R, Ljunggren C, Tirén S A, Voss C, 1992.** Sternö study site. Scope of activities and main results. SKB TR 92-02. Svensk Kärnbränslehantering AB.

- /35/ **Ahlbom K, Andersson J-E, Andersson P, Ittner T, Ljunggren C, Tirén S A, 1992.** Finnsjön study site. Scope of activities and main results. SKB TR 92-33. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /36/ **Final disposal of spent nuclear fuel, 1992.** Importance of the bedrock for safety. SKB TR-92-20. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /37/ **Djupförvar för använt kärnbränsle, 1999.** SR 97 – Säkerheten efter förslutning. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /38/ **Ahlbom K, Carlsson L, Gentschein B, Jämtlid A, Olsson O, Tirén S A, 1983.** Evaluation of the geological, geophysical and hydrogeological conditions at Svartboberget. TR 83-55. Svensk Kärnbränsleförsörjning AB.
- /39/ **Ahlbom K, Andersson J-E, Andersson P, Ittner T, Ljunggren C, Tirén S A, 1992.** Kamlunge study site – Scope of activities and main results. SKB TR 92-15. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /40/ **Ahlbom K, Andersson J-E, Nordqvist R, Ljunggren C, Tirén S A, Voss C, 1991.** Gideå study site. Scope of activities and main results. SKB TR 91-51. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /41/ **Ahlbom K, Andersson J-E, Nordqvist R, Ljunggren C, Tirén S A, Voss C, 1991.** Fjällveden study site. Scope of activities and main results. SKB TR 91-52. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /42/ **Ahlbom K, Andersson J-E, Andersson P, Ittner T, Ljunggren C, Tirén S A, 1992.** Klipperås study site. Scope of activities and main results. SKB TR 92-22. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /43/ **Nilsson G, Gentschein B, Sehlstedt S, 1987.** Sammanfattning av resultat från undersökningar utförda på typområde Klipperås. Sammanfattningsrapport, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /44/ **Granskning av FoU-program 86, 1987.** Bilaga 3, Platsvalsgruppens rapport. Statens kärnbränslenämnd.
- /45/ **Regeringsbeslut 1, 2000-01-24.** Angående Fud-program 98.
- /46/ **Förstudie Östhammar, 2000.** Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /47/ **Förstudie Nyköping, 2000.** Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /48/ **Förstudie Oskarshamn, 2000.** Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /49/ **Förstudie Hultsfred, 2000.** Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /50/ **Förstudie Tierp, 2000.** Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /51/ **Förstudie Älvkarleby, 2000.** Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /52/ **SKI:s yttrande över SKB:s kompletterande redovisning till FUD-program 98.** SKI Rapport 01:20. Statens kärnkraftinspektion, 2001.
- /53/ **Underlagsrapport till Fud-program 92, 1992.** Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Lokalisering av ett djupförvar. Svensk Kärnbränslehantering AB.

- /54/ **Utredning om underlag för lokalisering av ett slutförvar för använt kärnbränsle, 1992.** Del I, Geologiskt underlag i översiktsskala. SKN Rapport 58. Del 2, Geologiskt underlag i lokal skala. SKN Rapport 64. Statens kärnbränslenämnd.
- /55/ **SKI SITE 94, 1997.** Säkerhetsanalysprojekt för djupförvar i kristallint berg. SKI Rapport 97:6. Statens kärnkraftinspektion.
- /56/ **Dialogprojektet, 1993.** SKI TR 93:34; SKI TR 93:35; SKI TR 93:36. Statens kärnkraftinspektion.
- /57/ **Projekt Alternativstudier för Slutförvar (PASS), 1992.** Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- /58/ **SKI Rapport 00:39/SSI-rapport 2000:17, 2000.** SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97. Granskningsrapport. Statens kärnkraftinspektion/Statens strålskyddsinstitut.
- /59/ **SOU 1984:76.** Samordnad kärnavfallshantering.
- /60/ **SKBF/KBS, 1984.** Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle – KBS-3. Program för forskning och utveckling. Svensk Kärnbränsleförsörjning AB.
- /61/ **Per-Eric Ahlström.** Personlig kommunikation.

Rapporter från länsvisa översiktsstudier (referens 21)

SGU, 1998. Översiktsstudie av Blekinge län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-22, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, 1998. Översiktsstudie av Blekinge län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SGU, 1998. Översiktsstudie av Kalmar län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-24, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, 1998. Översiktsstudie av Kalmar län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-25, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SGU, 1998. Översiktsstudie av Östergötlands län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-26, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, 1998. Översiktsstudie av Östergötlands län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-27, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SGU, 1998. Översiktsstudie av Södermanlands län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-28, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, 1998. Översiktsstudie av Södermanlands län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-29, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SGU, 1998. Översiktsstudie av Stockholms län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-30, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, 1998. Översiktsstudie av Stockholms län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-31, Svensk Kärnbränslehantering AB.

- SGU, 1998.** Översiktsstudie av Uppsala län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-32, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Birgersson L, 1998.** Översiktsstudie av Uppsala län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-33, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SGU, 1998.** Översiktsstudie av Gävleborgs län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-34, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Birgersson L, 1998.** Översiktsstudie av Gävleborgs län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-35, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SGU, 1998.** Översiktsstudie av Västernorrlands län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-36, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Birgersson L, 1998.** Översiktsstudie av Västernorrlands län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-37, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SGU, 1998.** Översiktsstudie av Västerbottens län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-38, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Birgersson L, 1998.** Översiktsstudie av Västerbottens län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-39, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SGU, 1998.** Översiktsstudie av Norrbottens län: geologiska förutsättningar. SKB R-98-40, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Birgersson L, 1998.** Översiktsstudie av Norrbottens län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-98-41, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SGU, 1999.** Översiktsstudie av Hallands län: geologiska förutsättningar. SKB R-99-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Birgersson L, Södergren S, 1999.** Översiktsstudie av Hallands län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-18, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SGU, 1999.** Översiktsstudie av Kronobergs län: geologiska förutsättningar. SKB R-99-19, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Birgersson L, Södergren S, 1999.** Översiktsstudie av Kronobergs län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-20, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SGU, 1999.** Översiktsstudie av Värmlands län: geologiska förutsättningar. SKB R-99-21, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Birgersson L, Södergren S, 1999.** Översiktsstudie av Värmlands län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-22, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SGU, 1999.** Översiktsstudie av Örebro län: geologiska förutsättningar. SKB R-99-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Birgersson L, Södergren S, 1999.** Översiktsstudie av Örebro län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-24, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SGU, 1999.** Översiktsstudie av Jämtlands län (urbergsdelen): geologiska förutsättningar. SKB R-99-25, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, Södergren S, 1999. Översiktsstudie av Jämtlands län (urbergsdelen): markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-26, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SGU, 1999. Översiktsstudie av Skåne län (urbergsdelen): geologiska förutsättningar. SKB R-99-27, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, Södergren S, 1999. Översiktsstudie av Skåne län (urbergsdelen): markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-28, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SGU, 1999. Översiktsstudie av Dalarnas län (urbergsdelen): geologiska förutsättningar. SKB R-99-29, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, Södergren S, 1999. Översiktsstudie av Dalarnas län (urbergsdelen): markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-30, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SGU, 1999. Översiktsstudie av Västmanlands län: geologiska förutsättningar. SKB R-99-31, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, Södergren S, 1999. Översiktsstudie av Västmanlands län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-32, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SGU, 1999. Översiktsstudie av Västra Götalands län: geologiska förutsättningar. SKB R-99-33, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, Södergren S, 1999. Översiktsstudie av Västra Götalands län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-34, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SGU, 1999. Översiktsstudie av Jönköpings län: geologiska förutsättningar. SKB R-99-35, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Birgersson L, Södergren S, 1999. Översiktsstudie av Jönköpings län: markanvändning och transportförutsättningar. SKB R-99-36, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Aktörer inom kärnavfallsprogrammet

Många statliga och privata aktörer har varit engagerade i arbetet med slutförvaret och att granska SKB:s program och slutsatser. En sammanställning av de mest framträdande finns i denna bilaga. Sammanställningen ger inte anspråk på att vara komplett. Förutom de som nämns har exempelvis miljöorganisationer, regeringen, länsstyrelser, kommuner och andra myndigheter av och till varit engagerade i lokaliseringsprocessen.

Aka-utredningen

I början av 1970-talet började kärnkraftverksamheten få en sådan omfattning att regeringen ville ha en samlad syn på frågor kring hanteringen av radioaktivt avfall. Regeringen tillsatte därför 1973 en parlamentarisk utredning. Utredningen som gick under namnet Aka-utredningen (Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall) studerade behandling (inkl upparbetning), transport och förvaring av radioaktivt avfall. I maj 1976 avlämnade utredningen sin slutrapport /28/.

Utredningens viktigaste förslag var att man skulle bygga dels ett mellanlager för använt kärnbränsle och dels ett slutförvar i berg för låg- och medelaktivt avfall. Anläggningarna borde enligt Aka-utredningen lokaliseras till något av kärnkraftverken eller Studsvik och transporterna borde ske till sjöss. Förslagen ledde till utbyggnad av Clab (i drift 1985) och SFR (i drift 1988) samt SKB:s sjötransportsystem med m/s Sigyn (i drift 1982).

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

Aka-utredningen behandlade i första hand slutförvaring av högaktivt avfall efter upparbetning. Man föreslog dock studier för att närmare klarlägga förutsättningarna för icke-upparbetning. Utredningen bedömde att en teknik där det använda bränslet slutförvaras direkt kunde utvecklas.

Utredningen föreslog förprojektering av en svensk upparbetningsanläggning. Den redovisade lokaliseringskriterier, inklusive hushållningsbestämmelser för mark och vatten, för val av plats för en svensk upparbetningsanläggning. Detaljerade studier av var en upparbetningsanläggning skulle kunna lokaliseras genomfördes. I första hand förordade utredningen en studie av att förlägga anläggningen invid kärnkraftverken i Forsmark eller Simpevarp.

Aka-utredningen föreslog en särskild statlig organisation för all långsiktig hantering av radioaktivt avfall och därmed sammanhängande uppgifter, främst ledning av FoU-arbeten på avfallsområdet. Utredningen föreslog vidare att ett omorganiserat Svensk Kärnbränsleförsörjning AB skulle få ansvar för fortsatta förstudier och förprojektering av en svensk upparbetningsanläggning, centrallager och transportsystem för använt kärnbränsle. (Anm. Aka-utredningens organisationsförslag genomfördes inte. Istället tillsattes en särskild organisationsutredning hösten 1978, som redovisades i april 1980 – SOU 1980:14. Förslagen från denna ledde sedan till finansieringslagen, att Pravs uppgifter överfördes på SKB och att Nämnden för hantering av använt kärnbränsle, NAK, inrättades med myndighetsuppgifter enligt finansieringslagen samt viss kompletterande FoU).

Utredningen föreslog att kraftproducenterna skulle bära samtliga kostnader som var förknippade med hantering och förvaring av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Man förordade att belopp som motsvarade dessa utgifter avsattes varje år i en fond. Man bedömde att en avgift på högst 0,5 öre per kWh¹³ från kärnkraft skulle vara tillräckligt för att täcka kärnkraftens restkostnader. Vidare bedömde man anläggningskostnaderna för slutlig förvaring av använt kärnbränsle utan uppärbetning till ungefär hälften av anläggningskostnaderna för uppärbetning och förvaring. (Förslaget genomfördes först 1981 när finansieringslagen trädde i kraft).

Aka-utredningen granskades av myndigheter, institutioner, organisationer med flera. I huvudsak var remissinstanserna positiva till utredningens förslag. Planerna på en svensk uppärbetningsanläggning övergavs dock ganska snart efter Aka-utredningen.

Prav

Det arbete om den svenska bergrunden, som Aka-utredningen inledde, fortsatte under ledning av det statliga programrådet för radioaktivt avfall – Prav – som regeringen tillsatte i november 1975 på rekommendation av Aka-utredningen. Prav, som var en projektorganisation och inte någon myndighet, var tänkt som en temporär organisation i avvaktan på en mer permanent lösning av huvudmannskapet för avfallsfrågorna. Prav:s arbete bekostades av kraftindustrin. Prav:s ambition var att under en tioårsperiod studera ett stort antal referensområden över hela Sverige. När KBS-projektet startade i slutet av 1976 som en följd av villkorlagen kom såväl Prav som SKB och KBS (alla med adress Brahegatan 47) att under några år bedriva utredningar, forskning och utveckling inom kärnavfallsområdet. Prav hade i första hand ansvaret för arbetet med slutförvaret för låg- och medelaktivt avfall (SFR), SKB ansvarade för arbetet med Clab, medan KBS ansvarade för arbetet kring hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle. 1981 upphörde Prav, och SKB fick ett samlat ansvar för hela kärnavfallsprogrammet.

Kärnkraftföretagen

I slutet av 1970-talet ägdes de fyra svenska kärnkraftanläggningarna av: Statens Vattenfallsverk (Ringhals och störste delägare i Forsmark), Sydkraft AB (Barsebäck och störste delägare i Oskarshamn), Oskarshamnsverkets kraftgrupp AB samt Forsmarks kraftgrupp AB.

SKB

SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) är kärnkraftföretagens gemensamt ägda företag med huvuduppgift att ta hand om det radioaktiva avfallet från de svenska kärnkraftverken. Eftersom Vattenfall är majoritetsägare ingår SKB i Vattenfallskoncernen. 1972 bildades SKBF (Svensk Kärnbränsleförsörjning AB) på initiativ av regeringen och med kärnkraftföretagen som delägare. Ordförande i styrelsen var statssekreteraren i industridepartementet. SKBF:s huvuduppgift var att inköpa uran och anrikningstjänster på den internationella marknaden. SKBF hade också andra för ägarna gemensamma uppgifter. 1976 lämnade staten SKBF och ordförandeposten övertogs av Jonas Norrby, chef för Vattenfall (som var den störste delägaren). 1984 omorganiserades SKBF och bytte namn till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB. Det var dock samma bolag med samma uppgifter som tidigare. Även uppgifter inom kärnbränsleförsörjningen fanns kvar i många år efter namnbytet.

¹³ 0,5 öre/kWh i 1976 års prisnivå motsvarar cirka 2,0 öre/kWh i 2005 års prisnivå.

KBS

Kärnkraftföretagen startade i december 1976 tillsammans projekt Kärnbränslesäkerhet, KBS, med målet att ge konkreta svar på de villkor och krav som ställdes i villkorlagen. KBS-projektet var till en början administrativt knutet till SKB, men hade en egen styrelse (SKB:s VD ingick i styrelsen), egen ledning och egen budget. 1979 omorganiserades projektet och blev en avdelning inom SKB. KBS redovisade sitt arbete i tre huvudrapporter, KBS-1, KBS-2 och KBS-3 och ett stort antal underlagsrapporter.

NAK/SKN

NAK, Nämnden för hantering av använt kärnbränsle, ibland kallad "kärnbränslenämnden", inrättades den 1 juli 1981 i samband med tillkomsten av finansieringslagen. Samtidigt avvecklades Prav, vars uppgifter togs över av SKB. Kärnbränslenämnden var en statlig myndighet med uppgift att hantera de avgifter för hantering av kärnavfallet som kärnkraftföretagen från och med nu var skyldiga att betala in till staten. Tidigare hade kärnkraftföretagen själva reserverat erforderliga medel. Kärnbränslenämnden hade också till uppgift att granska kärnkraftföretagens forsknings- och utvecklingsarbete (vilket kärnkraftföretagen uppdragit åt SKB att genomföra). Som en följd av organisationsutredningen "Samordnad kärnavfallshantering" /59/ får NAK nytt namn 1984, Statens kärnbränslenämnd, SKN. SKN upphörde 1992 och uppgifterna övertogs av SKI.

SKI

Statens kärnkraftinspektion, SKI, är den myndighet som kontrollerar att de som har tillstånd att bedriva kärnteknisk verksamhet uppfyller de krav som ställs: på säkerhet vid drift av anläggningarna, på kontrollen av kärnämnen samt på hantering och slutförvaring av kärnkraftens avfall. SKI ska också verka för att säkerhetsarbetet utvecklas. SKI har funnits sedan 1974 och har i dag cirka 120 anställda. 1992 tog SKI över SKN:s (Statens kärnbränslenämnds) uppgifter. SKI fick ansvar för granskning och tillsyn av reaktorägarnas forskningsprogram för slutförvaring av använt kärnbränsle. SKI fick dessutom ansvar för det fondsystem som ska täcka kostnader för omhändertagande av använt kärnbränsle m m.

SSI

Statens strålskyddsinstitut, SSI, är den myndighet som ansvarar för att de skadliga effekterna av strålning på människor och miljö i Sverige ska vara så små som möjligt. SSI:s verksamhet regleras av strålskyddslagen och sedan 1999 även av miljöbalken. Strålskyddsinstitutet bildades redan 1965. Tidigare låg ansvaret för strålskyddsfrågor på Medicinalstyrelsens strålskyddsnämnd.

KASAM

KASAM, Statens råd för kärnavfallsfrågor, är en fristående vetenskaplig kommitté inom Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet. Dess uppgift är att utreda frågor om kärnavfall och om avställning av kärntekniska anläggningar och att lämna regeringen och vissa myndigheter råd i dessa frågor. Ledamöterna representerar oberoende sakkunskap inom olika områden av betydelse för slutförvaringen av radioaktivt avfall, såväl inom teknik och naturvetenskap som etik, psykologi, juridik och samhällsvetenskap. KASAM inrättades 1992 ur sin föregångare, Samrådsnämnden för kärnavfallsfrågor, som inrättades 1985. KASAM ska bl a vart tredje år redovisa sin självständiga bedömning av kunskapsläget på kärnavfallsområdet. KASAM är också en viktig remissinstans vid granskningen av SKB:s Fud-program.

Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet

Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet utsågs av regeringen i maj 1996. Verksamheten påbörjades den 1 juni 1996 och pågick till den 30 juni 1999 under benämningen ”Nationell samordnare på kärnavfallsområdet”. Den 1 juli 1999 ändrades benämningen till ”Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet” och funktionen fick en närmare knytning till regeringskansliet än tidigare. I uppgiften ingick att främja samordning av de informations- och utredningsinsatser som SKB:s förstudiekommuner fann nödvändiga. I november 1997 initierade samordnaren att ett nationellt MKB-forum på kärnavfallsområdet bildades. Syftet var främst att skapa samförstånd om vilka frågor som borde belysas i MKB-arbetet och att ge möjlighet att behandla frågor av allmän betydelse för innehållet i en MKB. I uppdraget ingick vidare att nära följa arbetet att finna en plats för slutförvaret, att bistå regeringskansliet med råd vid handläggning av ärenden som berör kärnavfallsområdet, att främja samordningen av utbildnings- och informationsinsatser mellan berörda myndigheter, länsstyrelser och kommuner samt att hålla nära kontakt med de organisationer som deltog i lokaliseringsprocessen. Rådgivaren medverkade i de samråd som ägde rum på regional nivå i berörda län och deltog i den seminarieverksamhet som genomfördes i några av förstudiekommunerna. Rådgivaren redovisade sitt arbete i årliga redogörelser till regeringen. Uppgiften som avslutades den 30 juni 2002, utfördes av Olof Söderberg, tidigare chef för Statens Kärnbränslenämnd.

SGU

Sveriges geologiska undersökning, SGU, undersöker, dokumenterar och informerar om berggrund, jordarter och grundvatten i Sverige. SGU är central myndighet för geologi och mineralfrågor i Sverige. En av SGUs viktigaste uppgifter är att möta efterfrågan på geologisk information från samhället. SGU har enda sedan starten haft en viktig roll i arbetet att kartlägga och undersöka förutsättningarna att lokalisera slutförvaret i den svenska berggrunden.

Sammanfattning av resultaten från KBS-projektets geologiprogram¹⁴

- En översikt över berggrundens utveckling i Sverige visar, att urberget i den Baltiska skölden utgjort en utpräglad stabil enhet i Europas geologi under mer än 600 miljoner år. Under de senaste 25 miljoner åren befinner sig Europa norr om Alperna, samt angränsande delar av Nordatlanten, i en utveckling mot ökande stabilitet. Det kan därför betraktas som uteslutet att sådana allmänna bergrörelser skulle kunna inträffa, att djupgående vittring eller erosion av betydelse för säkerheten hos ett bergförvar på några hundra meters djup skulle bli en följd därav.
- Lokala sprickrörelser i berget kan inte uteslutas, men en närmare analys visar, att de icke kommer att medföra märkbara ändringar i berggrundens vattengenomsläpplighet eller skador på avfallskapslingen när kapslarna placerats i bra berg.
- Under de senaste två miljoner åren har Sverige utsatts för mellan tio och tjugo skilda nedisningar. Dessa, och motsvarande avsmältningsskedens nivåförändringar, har sammanlagt icke medfört någon hydrauliskt sammanhängande uppsprickning av berggrunden på större djup. En kommande istid kan härvidlag inte skilja sig radikalt från de föregående. Den kan följaktligen inte påverka säkerheten hos ett djupt liggande bergförvar.
- Även tidigare nivåförändringar, med åtföljande djupgående grundvattencirkulation och starkt klimatbetingad vittring, har endast helt lokalt påverkat berggrunden. Härigenom bekräftas, att inte ens extrema nivå- och klimatändringar på avgörande sätt kan påverka ett lämpligt placerat bergförvar i urberget.
- Utländska erfarenheter har visat att starka jordbävningar har mycket begränsade verkningar på tunnlar och bergrum. I Sverige förekommer endast svaga jordskalv. Deras effekt på ett djupt liggande bergförvar är helt försumbar. Sydöstra Sverige utgör dessutom ett område med ovanligt låg jordskalvsfrekvens.
- Av KBS undersökningsområden uppbyggs det vid Karlshamn av en gnejs, som regionalt kännetecknas av svag uppsprickning och låg grundvattenföring. I området och dess omedelbara närhet finns bergrum på tillsammans mer än en miljon m³, vilket kan jämföras med volymen hos ett slutförvar, som beräknats till en miljon m³. Data finns för sammanlagt 700 000 m³ av dessa bergrum, som visar anmärkningsvärt låg vatteninläckning och god bergsstabilitet. Flera av bergrummen är, utan menliga effekter, uppvärmda till temperaturer, som motsvarar dem som beräknats för ett slutförvar för högaktivt avfall. Ett borrhål i området visar oförändrat goda berggrundsförhållanden till 500 m djup och extremt låg vattengenomsläpplighet har uppmätts för hela borrhålet mellan 23 och 500 m djup. Inga vattenförande sprickzoner har påträffats i borrhålet. Man kan här räkna med att berggrunden helt övervägande består av berg med extremt låg vattengenomsläpplighet, vilket säkerställer att varje avfallskapsel kan placeras så att den omges av stora volymer bra berg.
- Också undersökningsområdena vid Finnsjön, väster om Forsmark, och Kråkemåla, norr om Oskarshamn, uppvisar stora volymer av bra berg. Detta säkerställer att varje avfallskapsel där kan placeras så att den omges av flera meter berg med låg vattengenomsläpplighet. I båda områden finns dock vattenförande sprickzoner, vilka noggrant måste beaktas vid utformningen av ett bergförvar.

¹⁴ Källa: /4, Allmän del, sid 55–58/.

- Resultaten av de fortsatta arbetena har bekräftat den prioritering som gavs i föregående rapport, nämligen Karlshamn, Finnsjön och Kråkemåla, i nu nämnd ordning.
- Vattengenomsläppligheten i bra berg har bestämts till lika med eller mindre än $5 \cdot 10^{-11}$ m/s i Stripa och $2 \cdot 10^{-12}$ m/s i Karlshamn. Motsvarande värden föreligger sannolikt även i övriga undersökningsområden, fastän mättekniska skäl inte medgivit bestämningar av värden under $4 \cdot 10^{-10}$ m/s.
- Vattenförande sprickzoner inom undersökningsområdena har allmänt vattengenomsläppligheter kring 10^{-7} m/s. Högre värden förekom dock, och i enstaka zoner vid Kråkemåla har värden upp till 10^{-3} m/s uppmätts.
- Grundvattenflödena i partierna med bra berg i undersökningsområdena har beräknats till 0.2 l/m^2 och år, grundat på permeabilitetsvärdet $K = 10^{-9}$ m/s. Tillämpas permeabilitetsvärdena för bra berg i Stripa och Karlshamn erhålles tio till hundra gånger lägre vattenflöden i de täta bergpartierna kring avfallskapslarna.
- Grundvattnets strömningsmönster kännetecknas av lokala strömningsceller, med nedströmning vid grundvattendelare och uppströmning under mer markerade dalstråk. Däremellan går grundvattenströmningen övervägande i horisontell riktning. Eftersom både landskapsformer och berggrundens vattengenomsläpplighet i huvudsak styrs av den befintliga berggrundsstrukturen kommer grundvattnets strömningsmönster i undersökningsområdena att bestå under mycket lång tid.
- Grundvattnets strömningstid har beräknats i en tredimensionell modell över 30 kvadratkilometer omkring undersökningsområdet vid Finnsjön. Därvid räknas med en vattengenomsläpplighet som minskar från 10^{-6} m/s vid ytan till $10^{-7.5}$ m/s vid 500 m djup. Porositeten ansätts till 0.001. Ett antal femtio meter breda krosszoner med hundra gånger högre vattengenomsläpplighet är inlagda i modellen. Beräkningarna visar att ett bergförvar på 500 m djup och med en yta av en kvadratkilometer här kan placeras så, att grundvattnets strömningstid från förvarets perifera delar till ytan överstiger 3 000 år. Dessa beräkningar avser i första hand det vatten, som rör sig i bergets sprickzoner. Kompletterande beräkningar visar, att ett fåtal meter av bra berg kring varje avfallskapsel ökar strömningstiden med några tusen år. För undersökningsområdet vid Karlshamn uppgår strömningstiden för grundvattnet från 500 m djup till ytan sannolikt till hundratals år.
- På grundval av elva åldersbestämningar av grundvattnet med kol-14-metoden har grundvattnets strömningstid från ett förvar på 500 m djup bedömts vara omkring 3 000 år eller mer.
- Undersökningar av uranmalmer och laboratorieförsök visar, att spridning av uran och andra aktinider med grundvattnet förhindras av de reducerande förhållanden, som råder på aktuella djup.
- Mätningar av redoxpotential och syrehalt, i svenska grundvatten från större djup, liksom mineralogiska och mineralkemiska observationer, visar att reducerande förhållanden är allmänt förhärskande i svensk berggrund. Grundvattnet på större djup saknar därför förmåga att lösa upp och väsentligt sprida uran, även om vattnet skulle komma i direkt kontakt med utbränt bränsle i ett bergförvar.
- Extrema klimatförändringar ger endast lokala ändringar i grundvattnets redoxpotential i kristallint berg, och kan härigenom icke väsentligt påverka säkerheten i ett lämpligt placerat bergförvar.
- Anläggning och länshållning av ett bergförvar ger endast lokala störningar av redoxförhållandena i bergrummens omedelbara närhet. Strax utanför det utsatta området återställs de naturliga jämvikterna. Grundvattnet kan därför endast medföra en lokalt mycket begränsad spridning av uran och andra aktinider. När ett bergförvar har återfyllts upphör så småningom de lokala störningarna.

Lokaliseringsfaktorer och kriterier¹⁵

4.2 LOKALISERINGSFAKTORER OCH KRITERIER

De nordiska strålskydds- och kärnsäkerhetsmyndigheterna publicerade 1993 rapporten "Disposal of High Level Radioactive Waste, Consideration of some Basic Criteria" /2-1/, den så kallade "flaggboken". Dokumentet beskriver de fundamentala kraven för förvaring av högaktivt avfall, med tonvikt på de långsiktiga säkerhetsaspekterna i ett geologiskt djupförvar. Därvid har man beaktat rekommendationer och överväganden publicerade av International Commission on Radiological Protection (ICRP), Nuclear Energy Agency i OECD (NEA) och International Atomic Energy Agency (IAEA) (referenser i /4-1/).

Lokaliseringsfaktorer (= data, egenskaper, förhållanden) kan enligt "flaggboken" indelas i tre huvudgrupper: Det geologiska mediet, miljöfaktorer och samhällsfaktorer. SKB tillämpar en indelning som täcker de tre huvudgrupperna i strålskydds- och säkerhetsmyndigheternas indelning men som också starkare anknyter till de funktionella kraven på djupförvaret:

Säkerhet	Lokaliseringsfaktorer av betydelse för djupförvarets långsiktiga säkerhet.
Teknik	Lokaliseringsfaktorer av betydelse för byggnation, funktion och säker drift av djupförvaret.
Mark- och miljö	Lokaliseringsfaktorer av betydelse för markutnyttjande och generell miljöpåverkan.
Samhällsaspekter	Lokaliseringsfaktorer kopplade till samhällsförutsättningar och samhällspåverkan.

4.2.1 Allmänna aspekter

Det finns grundläggande krav som måste uppfyllas av ett djupförvar. Det gäller i första hand den långsiktiga säkerheten och eventuell miljöpåverkan i övrigt. Dessa krav definieras av lagar och föreskrifter från myndigheterna. Huruvida kraven uppfylls för ett djupförvar på en specifik plats prövas i samband med att myndigheterna granskar de säkerhetsanalyser och miljökonsekvensbeskrivningar som SKB kommer att redovisa. Oberoende av hur valet av plats har gått till så är det resultaten av sådana breda och ingående analyser av säkerhet och miljöpåverkan som slutligen avgör om djupförvaret kan få uppföras på den aktuella platsen.

En helhetsbedömning av framför allt den långsiktiga säkerheten kräver tillgång till platsspecifika data om berggrundsförhållanden. Sådana data kan bara erhållas genom att omfattande undersökningar genomförs på platser som måste väljas på delvis ofullständigt underlag. Detta förhållande särskiljer lokalisering av undermarksanläggningar i allmänhet och ett djupförvar i synnerhet från andra industri-lokaliseringar (ovanjordsanläggningar) där kunskap om alla viktiga faktorer är förhållandevis lättillgänglig. Detta påverkar i sin tur uppläggningsarbetet och sättet att arbeta med lokaliseringskriterier. Statens kärnkraftinspektion, SKI, har i sitt remissyttrande /4-2/ över FUD-program 92 gjort följande kommentar i detta sammanhang.

"SKI vill å andra sidan framhålla att det inte är meningsfullt att rangordna platser med syftet att hitta den bästa platsen. Flera viktiga egenskaper, främst avseende den lokala grundvattenomsättningen och bergets retardationsförmåga kan förmodligen

¹⁵ Källa: /13, avsnitt 4.2/.

inte bestämmas utan omfattande undersökningar. SKI inser därför att SKB måste grunda sin lokalisering på ett delvis ofullständigt beslutsunderlag. Detta innebär att SKB måste ha flexibilitet i utvärderingen av olika platser. Kommande platsundersökningar och detaljundersökningar av en viss plats kan resultera i att platsen måste överges. Ju längre SKB har undersökt en plats desto större blir bindningen till den. Det är därför viktigt att SKB så tidigt som möjligt undviker platser med dålig prognos att ge säker slutförvaring.”

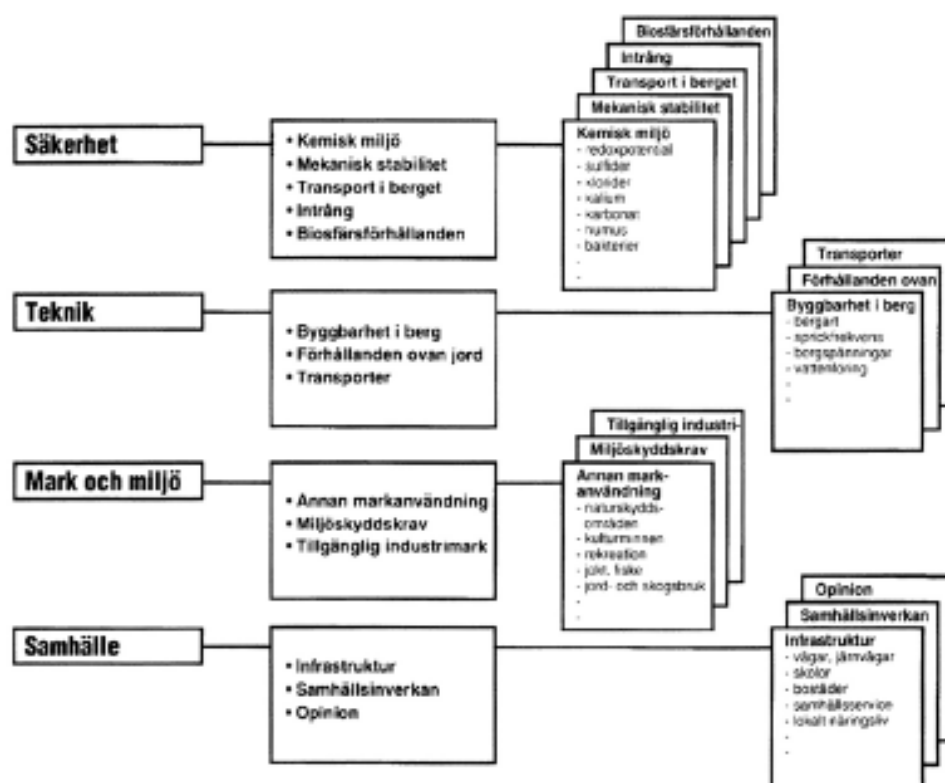
SKB delar SKIs uppfattning och mot bakgrund av ovanstående resonemang har SKB valt att arbeta med lokaliseringsfaktorer och kriterier på följande sätt:

- Identifiering av grundläggande säkerhetskrav på ett djupförvar.
- Identifiering av allmänt gynnsamma förhållanden för möjligheten att lokalisera och uppföra ett säkert djupförvar.
- Identifiering av diskvalificerande faktorer för möjligheten att lokalisera och uppföra ett säkert djupförvar.

Utifrån de grundläggande säkerhetskraven och gynnsamma resp ogynnsamma förhållanden har i sin tur lokaliseringsfaktorer identifierats. I varje led av lokaliseringsstudierna kartläggs kunskapen om lokaliseringsfaktorerna. Resultaten används som vägledning för det fortsatta arbetet. Områden som bedöms inte kunna uppfylla kraven ("dålig prognos") utesluts från fortsatta studier. För områden med gynnsamma förhållanden i något viktigt avseende görs mer detaljerade lokaliseringsstudier.

Precisionen i kartläggningen av lokaliseringsfaktorer varierar kraftigt beroende på i vilken skala studierna görs. Ett djupförvar kommer att uppta en yta på storleksordningen 1 km². Möjligheten att i olika skalor kartlägga lokaliseringsfaktorer måste ses med detta som bakgrund. Ett begränsat antal faktorer kan illustreras i Sverigeskala (översiktsstudier) för att utesluta vissa områden. I regel är det dock först vid studier i en skala motsvarande ett studieområde på 100 x 100 km² eller mindre (förstudier) som den geografiska variationen för olika lokaliseringsfaktorer kan kartläggas med en sådan upplösning att det ger vägledning för platsvalet. Många av de egenskaper hos berggrunden som är väsentliga för ett djupförvars säkerhet kan dessutom variera med flera storleksordningar även över korta avstånd. Generaliseringar i översiktliga skalor måste därför göras med stor försiktighet eller undvikas. Slutligen är det viktigt att notera att detaljerade kriterier för t ex berggrundens egenskaper på en plats inte kan behandlas isolerat från hur djupförvarsanläggningen utformas på platsen. En viktig princip är att på bästa sätt anpassa anläggningens utformning, såväl över som under jord, till de förhållanden som råder på en plats. Kraven på miljöskydd och säkerhet kommer att styra hur anläggningen anpassas till platsens egenskaper. Det kan exempelvis gälla ovanjordsdelens och underjordsdelens inbördes läge, sträckning av schakt och tillfartstunnlar, förvarets geometri och djup samt deponeringspositionernas lägen.

De grundläggande kraven på en djupförvarsplats, för ett förvar av KBS-3-typ, anges i de följande avsnitten. Lokaliseringsfaktorer och kriterier diskuteras. En översiktlig struktur för lokaliseringsfaktorerna visas i Figur 4-1. Huvudvikten läggs vid krav som hör samman med den långsiktiga säkerheten eftersom dessa krav är de viktigaste. Krav som rör teknik respektive mark och miljö tas också upp. Även om dessa naturligtvis också är viktiga och måste uppfyllas så är de inte speciella för ett djupförvar utan av samma typ som för de flesta större industrilokaliseringar. Slutligen diskuteras de krav som kan ställas på djupförvarslokaliseringen ur samhälls synpunkt. Dessa är i praktiken viktiga bl a eftersom djupförvaret blir en unik



Figur 4-1. Struktur för diskussion av lokaliseringsfaktorer och kriterier.

anläggning och dess lokalisering väcker mycket diskussion. Genomgången av lokaliseringsfaktorer och kriterier avslutas med en diskussion av den praktiska tillämpningen i olika led av lokaliseringsprocessen (avsnitt 4.2.6).

4.2.2 Säkerhet

Den grundläggande säkerhetsprincipen för det djupförvarssystem som SKB planerar är att fullständigt innesluta och isolera det använda kärnbränslet i täta kapslar som deponeras på cirka 500 meters djup på den valda förvarsplatsen. Denna isolering skall åstadkommas och bestå över mycket långa tider så att de radioaktiva ämnena klingar av inuti kapseln och inte kan frigöras. Detta betyder att bergets viktigaste säkerhetsmässiga funktion är att säkra långsiktigt stabila kemiska och mekaniska förhållanden för de tekniska barriärerna.

Säkerhetstänkandet för ett djupförvar bygger på den s k flerbarriärprincipen. Det innebär bl a att säkerheten inte enbart får vara beroende av att de tekniska barriärerna fungerar som planerat. Detta betyder att ytterligare en viktig säkerhetsmässig funktion hos berggrunden vid en djupförvarsplats är att kvarhålla radionukliderna eller fördröja transport av dem om de tekniska barriärerna skadats.

Slutligen är det i princip gynnsamt med biosfärförhållanden som säkerställer att endast mycket små mängder radioaktiva ämnen som eventuellt frigjorts kan nå människan.

Tabell 4-1 sammanfattar säkerhetsfunktionerna och de lokaliseringsfaktorer som är kopplade till dem.

Tabell 4-1. Säkerhetsfunktioner relaterade till platsegenskaperna vid ett djupförvar. Nivå 1 ger fullständig isolering av avfallet. Nivå 2 motverkar frigörelse och transport av radionuklider om det finns eller uppstår skadade kapslar. Nivå 3 bidrar till låga individdoser om säkerhetsfunktionerna på nivå 1 och 2 inte verkat i full utsträckning.

	Säkerhetsfunktion	Relaterade platsfaktorer
<i>Krav:</i>		
Nivå 1	Tillgodose långsiktigt stabila förhållanden för kapsel och bentonitlera så att avfallet isoleras	<ul style="list-style-type: none"> – kemisk miljö för bentonit och kapsel, – mekanisk stabilitet hos berget, – transport i berget av korrodanter, – risk för framtida intrång.
Nivå 2	Tillgodose låg upplösning av exponerat bränsle och långsam transport av ev frigjorda radionuklider genom berget	<ul style="list-style-type: none"> – kemisk miljö för bränsle, – transport i berget av radionuklider.
<i>Önskvärt:</i>		
Nivå 3	Tillgodose gynnsamma recipientförhållanden	<ul style="list-style-type: none"> – biosfärsförhållanden.

Tabell 4-1 visar att med hänsyn till den långsiktiga säkerheten måste följande faktorer beaktas vid valet av plats

- kemisk miljö i berget för kapsel, bentonit och bränsle,
- mekanisk stabilitet hos berget,
- förutsättningar för transport av korrodanter och radionuklider i berget,
- risken för framtida intrång, dvs i första hand tänkbart utnyttjande av naturresurser i berggrunden,
- grundvattenrecipienter och biosfärsförhållanden.

I det följande redovisas och diskuteras kriterier för var och en av de ovan nämnda faktorerna. Därvid görs också en strukturering i underliggande faktorer och förhållanden. Nedanstående kriterier för lokaliseringsfaktorerna anges huvudsakligen i kvalitativa termer och i relation till vad som kan anses vara normalt för svenskt urberg. Inför platsundersökningarna kommer SKB att där så behövs tydliggöra lämpliga parameterintervall och kopplingar mellan olika faktorer.

Kemisk miljö

I grundvattnet i det valda bergpartiet skall råda långtidsstabil kemiskt reducerande förhållanden. Grundvattnet måste ha egenskaper som bidrar till

- bevarande av bentonitens egenskaper,
- låg korrosionshastighet för kapselmaterialet,
- låg upplösningshastighet av bränslet (urandioxiden),
- låg rörlighet och goda sorptionsegenskaper för radionukliderna.

Mätningar av grundvattnets sammansättning på olika djup skall göras i platsundersökningarna. Beräkningar av kapselkorrosion och bentonitpåverkan samt möjlighet till bränsleupplösning skall ingå i säkerhetsanalysen.

En schematisk indelning av kemirelaterade lokaliseringsfaktorer återfinns i Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Lokaliseringsfaktorer: kemisk miljö.

Grundvattnets inverkan på			Transportberäkning
Kapsel	Bentonit	Bränsle	Sorption av radionuklider
- redoxbuffring	- kalcium	- redoxpot.	- humus
- sulfider	- kalium	- pH	- bakterier
- klorider	- klorider	- karbonat	- kolloider
- bakterier	- sulfater		- mineralogi
			- geogas

En detaljerad genomgång av dessa faktorer görs i de funktions- och säkerhetsanalyser som genomförs under lokaliseringsarbetet gång. I allmänna termer kan dock följande värdering göras.

Gynnsamma faktorer är "normala" förhållanden i djupa grundvatten, dvs

- pH 6-9,
- reducerande förhållanden,
- rimliga salthalter,
- rimliga halter av humus- och fulvosyror.

Ogynnsamma faktorer är

- närvaro av syre,
- extrema pH,
- extremt låga eller höga salthalter,
- höga halter av humus- och fulvosyror,
- höga halter av sulfatreducerande bakterier,
- hög halt organiskt material totalt (TOC),
- höga halter av kväveföreningar.

I huvudsak förväntas de grundvattenkemiska förhållandena vara gynnsamma på de flesta platser. På ett djup av 100-1000 m med reducerande förhållanden i berg med

granitisk sammansättning/mineralogi kommer situationen knappast att avvika mer från plats till plats än vad den varierar inom en och samma plats.

Mekanisk stabilitet

Förvaret skall förläggas i delar av berget som inte utgörs av zoner av uppsprucket berg i vilka framtida förkastningsrörelser av betydelse skulle kunna utlösas.

Platsspecifika analyser av möjligheten till och effekten av, framtida berg rörelser skall ingå i säkerhetsanalysen.

Tabell 4-3 visar en nedbrytning i underliggande faktorer och förhållanden som kan ha betydelse för den mekaniska stabiliteten.

Tabell 4-3. Lokaliseringsfaktorer: mekanisk stabilitet.

Geologi, strukturer	Mekaniska parametrar	Processer
– bergartsfördelning	– bergspänningar	– plattetektonik
– sprickgeometri	– intakta bergets egenskaper	– glaciation, deglaciation
– zoner, lineament	– sprickors och zoners egenskaper	– aseismisk påverkan
		– seismicitet
		– inducerade störningar

Utifrån SKBs tidigare typområdesundersökningar och separata studier av basiska bergarter kan man ej tala om några uppenbara sammanvägda fördelar för någon speciell urbergstyp. Starkt heterogena områden bör kritiskt granskas i mer detaljerade kartskalor.

Uthålliga lineament bör undvikas. Detta gäller även områden i anslutning till stora deformationszoner och postglaciala förkastningar.

De förskjutningar som under geologiska tidsrymder kan ske i olika typer av strukturer (sprickor, sprickzoner) är relaterade till strukturernas utbredning ("storlek"). Studier av dessa relationer ger väsentlig kunskap om vilka storlekar och egenskaper hos strukturer som bör undvikas vid placering och utformning av förvaret.

Bedömningar om framtida glaciationer/deglaciationer ger beräkningsunderlag om framtida lastsituationer vid ett förvar.

Betydelsen av jordskalv vid de magnituder och djup som förekommer i Sverige i dag är generellt sett försumbar. Ökad frekvens av ytnära skalv inom ett specifikt område bör dock föranleda fördjupade studier i mer detaljerade skalor.

Sammanfattningsvis kan följande värderingar göras:

Gynnsamma förhållanden är

- för svensk berggrund normala bergspänningar och värmeledningsegenskaper,
- homogen och lättolkad berggrund,
- tillgång till bergblock med få sprickzoner och låg spricktäthet omgivna av tydliga svaghetszoner.

Ogynnsamma förhållanden är

- anomala bergspänningsförhållanden eller hållfasthetsegenskaper,
- starkt heterogen och svårtolkad berggrund,
- närhet till kända deformationszoner och postglaciala förkastningar.

Bergets förmåga att begränsa transport

Berget skall utgöra en säkerhetsbarriär genom att ta upp och kvarhålla eventuella frigjorda radioaktiva ämnen så att transporten av dessa blir långsam.

En analys av radionuklidtransport från förvaret till biosfären, baserad på platspecifika data, skall ingå i säkerhetsanalysen.

Faktorer som har att göra med lösta ämnens transport med grundvattnet sammanfattas i Tabell 4-4.

Eftersom grundvattnet i praktiken utgör den enda spridningsvägen för radioaktiva ämnen från förvaret är alla förhållanden som har att göra med lösta ämnens transport med grundvattnet av potentiell betydelse.

Tabell 4-4. Lokaliseringsfaktorer: Bergets förmåga att begränsa transport.

Grundvattenflöde, advektion	Diffusion	Sorption
<ul style="list-style-type: none">- hydraulisk kondukt.- hydraulisk gradient- magasinskoefficient- flödesporositet- sprickmönster	<ul style="list-style-type: none">- sprickmönster- mikroporositet	<ul style="list-style-type: none">- mineralogi- grundvattenkemi

De övergripande säkerhetsmässiga faktorerna är:

- Grundvattenflödet på förvarsnivå (av betydelse för kapselns livslängd, uttransporttakten för de radioaktiva ämnena och eventuellt för upplösningen av bränslet).
- Transporttiden för lösta ämnen från förvaret till biosfären.

Transporttiden påverkas av följande faktorer:

- Grundvattenflödets storlek och fördelning, som i sin tur beror av bergets transmissivitet (genomsläpplighet), flödesporositet och sprickmönster samt gradienten (den drivande kraften).
- Transportavståndet (flödesvägen) från avfall till biosfär.
- Diffusion till områden med stagnant vatten och till mikroporer i berget.
- Kemiska reaktioner, sorption – jonbyte, ytkomplexering, utfällning, filtrering, organiska komplex, kolloider.

Bergets sprickstruktur är också en viktig faktor för fördröjningen av transporten. Stort yt/volymförhållande i sprickorna är gynnsamt, speciellt tillsammans med stark kemisk sorptionsförmåga hos bergarten.

En platsspecifik värdering av bergets förmåga att begränsa transport kan göras först när en platsundersökning genomförs.

Sammanfattningsvis kan dock följande allmänna värdering göras:

Gynnsamma förhållanden är

- låg grundvattenföring och långa flödesvägar till biosfären,
- stort yt/volymförhållande i vattenförande sprickor,
- stark kemisk sorptionsförmåga längs grundvattnets transportvägar i berget.

Ogynnsamma förhållanden är

- starkt heterogen och svårtolkad berggrund,
- flera tätt liggande vattenförande sprickzoner med snabba transportvägar upp mot ytan.

Intrång

Ett förvar bör ej placeras så nära värdefulla eller potentiellt värdefulla naturresurser att en eventuellt framtida exploatering av dessa skulle medföra att förvarets barriärsystem skadas.

Riskerna för framtida intrång i eller vid förvaret och konsekvenserna för förvarets barriärsystem skall belysas i säkerhetsanalysen.

Framtida generationer skall kunna exploatera naturresurser utan särskilda risker på grund av närhet till förvaret, oavsett om förvarets existens då är känd eller inte. Förutom direkt borrhning i förvarsområdet kan stora grundvattenavsänkningar vid framtida gruvdrift i närliggande områden behöva beaktas. Mot denna bakgrund bör bl a mineralförekomster (metaller och industrimineral) undvikas.

Intrångsrisken kan värderas genom en inventering av malm- och mineralförande bergarter av exploateringsintresse. Inventeringen kan göras med kartor som visar malmförekomster, aktiva gruv- och mineralrätter samt prospekteringsintressanta bergarter.

Regioner som i Sverigeskala uppvisar potentiella naturresurser i berggrunden behöver ej uteslutas i sin helhet för en lokalisering. Förhållandena måste däremot kartläggas och noggrant utredas i mer detaljerad skala.

Recipientförhållanden

Förhållandena (utspädning, salt-/sötvatten, ackumulering, anrikning...) i möjliga utströmningsområden av djupt grundvatten i biosfären bör beaktas vid en helhetsbedömning och avvägning mellan olika platser.

Dosberäkning till kritisk grupp för de första 10 000 åren för olika biosfärs scenarier skall ingå i säkerhetsanalysen.

Utströmning av grundvatten från ett förvar kan ske till:

- källor,
- sjöar och vattendrag,
- våtmarker,
- brackvatten,
- havsvatten.

Dessutom kan grundvatten tillföras "biosfären" via brunnar i jord eller berg.

Generellt sett är det önskvärt att utspädningen är så stor som möjligt. Störst utspädning nås i regel genom en förläggning vid kusten eller under havet. Eftersom principen för djupförvaret bygger på total inneslutning av de radioaktiva ämnena så har dock faktorer som bidrar till detta större vikt än de som gynnar utspädning.

4.2.3 Teknik

Lokaliseringen av djupförvaret måste beakta de tekniska lösningar som står till buds för transporter och utformning av anläggningarna. Såväl bygge som drift av djupförvaret kan i stort sett ske med känd teknik. För speciella behov, t ex inplacering av kapsel i deponeringshål, utvecklas särskilda metoder och utrustningar.

De tekniska lösningarna är som regel flexibla och kan anpassas efter varierande platsförhållanden och berggrundsegenskaper. Detta betyder att värderingar av olika tekniska faktorer för alternativa platsval skulle kunna göras i ekonomiska termer. Så kommer också att ske i ett skede när det finns specifikt underlag för olika möjliga alternativ. I denna redovisning diskuteras tekniska faktorer enbart utifrån kvalitativa, allmänna aspekter.

De grundläggande kraven kan formuleras på följande sätt.

Platsen för djupförvaret skall tillgodose:

- *Berggrundsförhållanden som tillåter konstruktion av stabila schakt, tunnlar och bergrum så att säkerhetskraven under byggande och drift uppfylles.*
- *Goda möjligheter att på ett säkert sätt utföra alla transporter till platsen och all verksamhet i djupförvarsanläggningen.*

En underindelning kan göras i följande faktorer

- transporter,
- förhållanden ovan jord,
- byggbarhet i berg.

Transporter

Alla transporter till platsen skall kunna ske så att aktuella regler och föreskrifter uppfylles.

En analys av säkerhet, miljö- och strålskydd vid transportererna skall ingå i miljökonsekvensbeskrivningen. Om nyanläggning av väg eller järnväg krävs skall en analys av effekterna på miljön ingå i miljökonsekvensbeskrivningen (MKB).

Det finns tre principiellt olika alternativ för djupförvarets läge ur transportsynpunkt:

- Djupförvaret ligger mycket nära inkapslingsstationen vid CLAB och kan nås via enskild väg.
- Djupförvaret ligger kustnära i anslutning till befintlig hamn.
- Djupförvaret ligger i inlandet vilket nödvändiggör landtransport.

Beroende på läget för platsen för djupförvaret kan det också bli aktuellt med att anlägga ny väg eller järnväg längs någon del av sträckningen. Kostnaderna för transporter av avfallet kommer att bli beroende av var djupförvaret lokaliseras.

De olika aspekterna på transporter måste vägas in vid beslut om lokaliseringen av djupförvaret. Kravet på att transporter ska ske säkert kan i regel alltid uppfyllas, med hjälp av anpassad teknik och nödvändiga investeringar. Kostnaderna kan dock variera starkt från plats till plats.

Följande allmänna värdering kan göras:

Det är gynnsamt om

- huvudsakligen befintlig infrastruktur för transporter till havs och på land kan utnyttjas.

Det är ogynnsamt om

- omfattande nyinvesteringar krävs och om nya hamnar, vägar eller järnvägar kommer i konflikt med andra viktiga markanvändningsintressen (miljö-/naturvård etc.).

Förhållanden ovan jord

Ovanjordsanläggningarna skall utformas och utrustas så att kraven på säkerhet, arbetarskydd, strålskydd och miljöskydd uppfylls.

En analys av ovanjordsanläggningens säkerhet och miljö skall ingå i miljökonsekvensbeskrivningen (MKB).

Anläggningarna ovan jord svarar för mottagning av allt gods samt mellanlagring och omlastning innan materialet transporteras ner under jord. Industriområdet omfattar fullt utbyggt en area på cirka 300 x 600 m² vartill eventuellt kommer deponeringsområde för bergmassor på cirka 300 x 400 m².

Marken på platsen för ovanjordsanläggningarna måste ha tillräcklig bärighet. Avståndet till försvarsområdena under jord skall vara rimligt.

Det är fördelaktigt om ett befintligt industriområde kan utnyttjas. Detsamma gäller närhet till lämplig infrastruktur såsom allmänna kommunikationer, järnväg, samhällsservice etc.

Byggbarhet i berg

De delar av berggrunden där schakt, tillfartstunnlar, transporttunnlar, deponeringstunnlar m m planeras skall ha sådana egenskaper att arbetena kan utföras på ett säkert sätt med känd teknik.

En analys av byggbarheten skall genomföras i varje fas av lokaliseringsarbetet. Projektering/bygga av anläggningen, undersökningar och säkerhetsanalyser skall ske i nära samordning och iterativt från det att platsundersökningarna påbörjas och fram till driftklar anläggning.

Faktorer som bestämmer ett områdes byggbarhet är bergart, sprickfrekvens, lägen och karaktärer på sprickzoner, vattenföring, storlekar och orienteringar på bergspänningar och mekaniska egenskaper hos förvarsberggrunden. Dessa faktorer kan variera avsevärt i berget som konstruktionsmaterial. Hög blottningsgrad (många berghällar), enkla och homogena berggrundsförhållanden samt regelbundet system av sprickor/sprickzoner ger ökad säkerhet i prognoser för byggbarhet.

I internationell jämförelse uppvisar Sverige goda geologiska förhållanden för bergbyggnad. Det finns en betydande och väl etablerad erfarenhet från lokalisering och byggande av olika typer av berganläggningar. Hundratals anläggningar för gruvverksamhet, kraft, oljelager och försvar ger en god bild av möjligheter och variation från byggande i olika delar av den svenska berggrunden. Erfarenheter visar att det inte finns något som tyder på att ett speciellt område i regional skala är särskilt olämpligt. Lämpligheten är mera knuten till lokala förhållanden. Att de tekniska möjligheterna är stora för olika geologiska förhållanden visas också av att djupförvar planeras och utvärderas för så olika formationer som lera, salt, tuff, skiffer och graniter runtom i världen.

En grundförutsättning är bergarter med hög hållfasthet, som tillåter konstruktion av stabila bergrum. Det kristallina urberg som omfattar merparten av landet uppfyller väl denna förutsättning. Fjällkedjans bergarter och de sedimentära formationer som återfinns i Skåne, Öland och Gotland har däremot generellt sämre och mer varierande byggnadstekniska egenskaper.

4.2.4 Mark och miljö

Platsval och utformning av anläggningarna skall göras så att konflikter med motstående intressen minimeras. Hänsyn skall därvid tas till natur, miljö, kulturminnen, rekreation, jakt, fiske, övrigt friluftsliv, viktiga naturtillgångar, jord- och skogsbruk, befintlig och planerad markanvändning. Anläggningsdelar och kommunikationsleder inpassas i terrängen på ett skonsamt sätt.

Miljölagstiftningens krav på en heltäckande miljökonsekvensbeskrivning av anläggningsprojekt medför också att anläggningens miljöpåverkan redan i lokaliseringsarbetet måste vägas mot de specifika miljöförutsättningarna i området.

Kortfattat kan kraven formuleras på följande sätt

Platsen för djupförvaret skall ha

- få motstående intressen för markanvändning,*
- goda möjligheter att uppföra och driva anläggningarna med uppfyllande av alla miljöskydds krav.*

I Sverige är cirka 6 % av all mark avsatt som naturskyddade områden. Inom dessa områden får ingen exploatering ske. Om begreppet utvidgas till att omfatta alla områden som i dag anses som riksintressanta för naturvården består Sverige till nästan 22 % av sådana områden. Även om det går att erhålla exploateringstillstånd i flera av de sistnämnda områdena så måste det finnas särskilda skäl om man skall lokalisera djupförvaret dit. Detta gäller även för utpräglade jordbruksområden.

Vid studier i mer lokal skala kommer länens naturvårdsplaner och kommunernas översiktsplaner att vara viktiga. De sistnämnda redovisar planer för mark- och vattenanvändning, bebyggelseutveckling samt var riksintressanta områden är belägna inom kommunens gränser.

Områden med planerad industrimark kan vara särskilt intressanta.

4.2.5 Samhällsaspekter

Samhällsförutsättningarna är viktiga för såväl platsvalet som utformningen av anläggningarna på vald plats. Etablering och drift av ett djupförvar kommer att på olika sätt påverka orten och regionen. Det gäller t ex inverkan på sysselsättning, näringsliv och lokal service. Politiskt och opinionsmässigt är lokaliseringen en känslig fråga. Erfarenheter både i Sverige och i andra länder visar att starka känslor och opinioner kan aktiveras. Motstånd mot industrilokaliseringar över huvud taget är för övrigt inte ovanliga i det moderna samhället.

Lokaliseringen av ett djupförvar skall genomföras så att

- *Undersökningsverksamhet i olika etapper, bygge och idrifttagande och drift sker med förankring i en demokratisk beslutsprocess.*
- *Sociala och samhällsekonomiska konsekvenser beaktas.*

Utredningar om samhällsekonomi, näringsliv- och arbetsmarknadsfrågor genomförs i förstudierna av olika kommuner och fördjupas och uppdateras under lokaliseringsarbetets gång på aktuella orter. Åtgärder som kan förstärka positiva effekter och förebygga negativa effekter av en djupförvarslokalisering identifieras och analyseras.

4.2.6 Tillämpning av faktorer och kriterier i lokaliseringsstudierna

De faktorer och kriterier som diskuterats i föregående avsnitt måste beaktas vid en helhetsbedömning av en vald plats. Det framgår att många faktorer, som är viktiga för att ingående kunna analysera den långsiktiga säkerheten och anläggningstekniska aspekter, inte kan klarläggas förrän efter omfattande undersökningar på plats. Tills dess får man lita till generell kunskap då underlag tas fram för val av undersökningsområden. Eftersom kartläggningen av generella mark- och miljöfaktorer samt samhällsaspekter är enklare att genomföra i ett tidigt skede kan dessa lokaliseringsfaktorer redan inledningsvis klarläggas mer fullständigt.

Nyckelfrågor i det inledande lokaliseringsskedet är:

- Vilka områden har särskilt goda möjligheter att uppfylla kraven med avseende på säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhällsaspekter?
- Vilka av dessa ger bra möjligheter att senare utföra en tillförlitlig karakterisering av framförallt de viktiga miljö- och säkerhetsfaktorerna?
- Hur identifierar man dessa områden med hjälp av befintligt material?

Följande förhållanden är därvid i första hand gynnsamma (ger "god prognos") för urval av undersökningsområden:

- En vanlig bergart utan intresse för annat utnyttjande av naturresurser. Detta ger bra förutsättningar för att få en god förståelse av berggrundsförhållandena med en hög säkerhet och det minskar risken för att området blir aktuellt för annan användning i framtiden.
- Stort område med få större sprickzoner. Detta ger extra flexibilitet vid kommande undersökningar och underlättar möjligheterna att med stor säkerhet kunna anlägga ett förvar med utrymme för erforderligt antal kapselpositioner i bra berg.
- Få motstående markanvändar- och miljöintressen. Goda möjligheter att anpassa anläggningarna så att miljökraven uppfylls på ett bra sätt.

I andra hand är även följande förhållanden gynnsamma:

- Lokalt positivt intresse.
- Tillgång till erforderlig infrastruktur och goda transportmöjligheter med hjälp av befintliga hamnar, järnvägar eller vägar. Begränsade behov av nyinvesteringar i väg eller järnväg.

I det inledande lokaliseringsskedet (översiktsstudier, förstudier), dvs utan data från fältundersökningar, fokuseras utvärderingen av det geovetenskapliga materialet mot att identifiera olämpliga eller ogynnsamma förhållanden utifrån allmänt tillgänglig information. Förhållanden som bör undvikas är i första hand:

- kännedom om för svensk berggrund onormal grundvattenkemi,
- starkt heterogen och svårtolkad berggrund,
- kända deformationszoner och postglaciala förkastningar,
- utpräglade utströmningsområden för grundvatten,
- bergarter som kan tänkas intressanta för prospektering.

I därefter följande skeden (vid genomförande av platsundersökningar och småningom även detaljundersökningar – se nedan) styrs insatserna successivt mot att klarlägga de förhållanden som kommer att råda för förvaret som helhet, för de olika förvarsdelarna och slutligen för de enskilda kapselpositionerna. I första hand är följande förhållanden gynnsamma:

- reducerande grundvattenkemi,
- för svensk berggrund normal grundvattenkemi i övrigt,
- homogen och lättolkad berggrund,
- få sprickzoner och låg till måttlig spricktäthet,
- låg grundvattenförlust,
- för svensk berggrund normala bergspänningar, hållfasthetsegenskaper och värmeledningsegenskaper.

Förhållanden som i ett plats- och/eller detaljundersökningsskede kan medföra att en plats överges kan i första hand vara:

- extrem grundvattenkemi exempelvis oxiderande grundvatten,
- brytvärda malmer eller mineral i förvarsområdet,
- flera tätt liggande vattenförande sprickzoner,
- extrema bergmekaniska egenskaper.

Krav och önskemål med avseende på bergets sammansättning och struktur¹⁶

Faktor	Krav	Önskemål	Kommentar
Bergart	Bergarterna inom 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 zonens egenskaper inte avviker från berget i övrigt. Det måste vara möjligt att inplacera 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 försvarsdjup 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 försvarsområdet.	Parametrarna påverkar hur förvaret ska utformas för att begränsa maxtemperaturen på kapselytan. Uppfylls önskemålet förenklas försvarsutformningen. Vid normala värden finns det god förståelse av hur värmen från de deponerade kapslarna påverkar berget.

¹⁶ Källa: /24, tabell 10-2/.

Krav och önskemål med avseende på grundvattnets sammansättning¹⁷

Faktor	Krav	Önskemål	Kommentar
Syrehalt	Grundvattnet på förvarsnivå 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 förvarsnivå.		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 förvarsnivå 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 0,5 mg/l), låga ammoniumhalter, visst innehåll av kalcium och magnesium ($[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$ större än 4 mg/l).	De angivna intervallen innebär förhållanden där det finns god förståelse för hur grundvattnet påverkar förvarets olika barriärer.

¹⁷ Källa: /24, tabell 10-3/.

Krav och önskemål med avseende på fördröjning vid transport av radionuklider genom berggrunden¹⁸

Faktor	Krav	Önskemål	Kommentar
Fördröjning av radionuklidens transport genom berget	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.
Flödeshastighet		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.
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.
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.

¹⁸ Källa: /24, tabell 10-4/.

Krav och önskemål med avseende på undersökningsbarhet¹⁹

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 karaktäriseringen av berget och vid beräkningar av förvarets funktion och påverkan, både utbredningen i rummet och med tiden.

¹⁹ Källa: /24, tabell 10-5/.

Krav och önskemål med avseende på bergbyggnad och arbetsmiljö²⁰

Faktor	Krav	Önskemål	Kommentar
Stabilitet i bergutrymmen	Bergets hållfasthet, sprickgeometri och initiala bergspänningar får inte vara sådana att det uppstår omfattande stabilitetsproblem kring tunnlar eller deponeringshål inom deponeringsområdet.	Normala hållfasthets- och deformationsegenskaper 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.	

²⁰ Källa: /24, tabell 10-6/.

Sammanställning av utmärkande egenskaper och viktiga osäkerheter avseende berggrunden²¹

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 förvarsdjup. 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 förvarsdjup 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 Åspö och Laxemar. Relativt hög andel håll.	Storlek och läge av berggrundsblock med gynnsamma egenskaper på förvarsdjup. Förekomst och betydelse av granitiska gångar och sprickzoner, särskilt med avseende på vattengenomsläpplighet.

²¹ Källa: /24, tabell 12-1/.

Område	Utmärkande egenskaper	Dataunderlag	Viktiga frågor och osäkerheter
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 förvarsdjup. 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 förvarsdjup. Inga ytterligare platsspecifika frågor kan identifieras då underlaget är begränsat till ytdata.

Krav och önskemål med avseende på industrietableringen²²

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: <ul style="list-style-type: none"> – 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 borrhinar 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. <p>I en helhetsbedömning ingår även konsekvenser för andra näringar, exempelvis besöksnäring, fiske och jordbruk, konsekvenser på fastighetspriser, samhällsliga konsekvenser av ökad sysselsättning och psykosociala konsekvenser av oro eller välbefinnande.</p>
Markägande		Få markägare är en fördel.	Tillträde till marken erfordras redan för platsundersökning. Marken för ovanjordsanläggningen måste förvärfvas. Frivilliga markupplåtelse eftersträvas.

²² Källa: /24, tabell 10-7/.

Krav och önskemål med avseende på transporter²³

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.

²³ Källa: /24, tabell 10-8/.

Krav och önskemål med avseende på samhällets resurser²⁴

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 industrisektor ger fördelar. Erfarenhet av kärn- och/eller bergteknisk verksamhet är fördelaktigt.	Möjliggör en stor andel lokal upphandling och ger närhet till leverantörer, vilket ger effektivitetsfördelar i alla skeden. 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.

²⁴ Källa: /24, tabell 10-9/.

Förutsättningar för slutförvaret som industrietablering²⁵

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 förstahandsalternativ till Oxelösund- Skavsta, tunnel Skavsta-Fjällveden. Få markägare inom Fjällvedenområdet.	+ Bra hamn. – Nyetablering av industriområde och transportleder. – Betydande miljöingrepp. – Långt avstånd mellan anläggningsdelar.

²⁵ Källa: /24, tabell 12-2/.

Alternativ	Förutsättningar för etablering	Särskilda fördelar (+) och nackdelar (-)
Simpevarp	<p>Befintligt industriområde förstahandsalternativ.</p> <p>Inga transporter utanför industriområde.</p> <p>Många markägare.</p>	<p>+ Industriområde med kärnteknisk verksamhet.</p> <p>+ Inga transporter av inkapslat använt bränsle.</p> <p>+ Ringa miljöpåverkan.</p> <p>– Många markägare kan beröras av platsundersökningar.</p>
Oskarshamn södra	<p>Befintligt industriområde eller nyetablering.</p> <p>Hamn finns.</p> <p>Inga, eller begränsade landtransporter utanför industriområde.</p> <p>Relativt få markägare.</p>	<p>+ Bra hamn.</p> <p>– Osäkerhet om tillgång till befintligt industriområde.</p>
Hultsfred östra	<p>Nyetablering av industriområde (skogsmark).</p> <p>Plats ej preciserad.</p> <p>Hamn finns i Oskarshamn.</p> <p>Landtransporter, befintlig järnväg och nyanlagd anslutning.</p> <p>Relativt få markägare.</p>	<p>+ Stort område – flexibilitet.</p> <p>– Landtransporter.</p> <p>– Nyetablering av industriområde.</p>

Krav och önskemål med avseende på samhällsfrågor²⁶

Faktor	Krav	Önskemål	Kommentar
Nationellt stöd	Regeringen godtar SKB:s program.	Tydliga uttalanden från ledande politisk nivå.	Kraven uppfylla 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 remisshanteringen av FUD-programmen samt av forskarsamhällets reaktioner på SKB:s fortlöpande redovisningar i vetenskapliga fora.
Brett samråd och öppen diskussion	Formella krav ställs i miljöbalken m m.	Bred medverkan från alla parter i samrådsförfarandet. Öppna och konstruktiva diskussioner med alla berörda.	En god grund har lagts under förstudieskedet. Kommunerna och länsstyrelserna har byggt upp kompetens och engagemang.
Frivillig medverkan från berörda kommuner	Kommunfullmäktige säger ja till en lokaliseringssökan. Kommunerna motsätter sig inte medverkan i lokaliseringsarbetet.	Brett uttalat stöd i kommunfullmäktige och bland kommuninvånare för medverkan i lokaliseringsprocessen.	Kraven uppfylla 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 verksamheten på de orter som berörs.	Möjlighet till bred och konstruktiv diskussion. Lokalt förtroende för SKB och kärnavfallsprogrammet 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.

²⁶ Källa: /24, tabell 10-10/.

Lagar av betydelse för arbetet att lokalisera slutförvaret

Schemat nedan illustrerar viktiga lagar som reglerar/har reglerat eller påverkat arbetet att lokalisera slutförvaret för använt kärnbränsle.

