

Kostnadsberäkning av djupförvaring av det använda kärnbränslet

Kai Palmqvist
Thomas Wallroth
Lennart Green
Lars Jönsson

Oktober 1999

Kostnadsberäkning av djupförvaring av det använda kärnbränslet

Kai Palmqvist¹
Thomas Wallroth¹
Lennart Green²
Lars Jönsson²

¹ BERGAB - Berggeologiska Undersökningar AB, Stampgatan 15,
416 64 Göteborg

² Peab Berg AB, 401 80 Göteborg

Oktober 1999

Förord

Enligt finansieringslagen skall kärnkraftföretagen, i praktiken Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), årligen till Statens kärnkraftinspektion (SKI) lämna en beräkning över kostnaderna för att omhänderta det använda kärnbränslet och för avvecklingen och rivningen av kärnkraftverken. Efter att SKI granskat och värderat kostnadsberäkningarna lämnar SKI ett förslag till regeringen på avgiften som skall tas ut av kärnkraftföretagen per producerad kWh elenergi. Förutom avgiften skall SKI också lämna förslag på säkerhetsbelopp som skall omfatta kostnader som inte täcks av redan inbetalda avgifter. Reaktorägarna måste enligt finansieringslagen ställa säkerheter för det fall det visar sig att fonderade avgiftsmedel skulle vara otillräckliga orsakad av en förtida avställning av reaktorer eller att framtida kostnader för att omhänderta det använda kärnbränslet samt att avveckla och riva reaktorerna visar sig vara underskattade.

De framtida totala kostnaderna som följer av finansieringslagen är beräknade att uppgå till omkring 48 miljarder kronor i prisläge januari 1998. Därav beräknas kostnaderna för djupförvaring av det använda kärnbränslet i SKB:s program uppgå till omkring 12 miljarder kronor. SKB:s beräkningar omfattar kostnaderna för lokalisering, uppförande och drift av en djupförvarsanläggning för det använda bränslet som följer av KBS 3-konceptet och en bergrumsanläggning för annat långlivat avfall som planeras i anslutning till förvaret för det använda kärnbränslet. I kostnadsberäkningarna ingår också rivning och förslutning av anläggningen sedan allt bränsle och det långlivade avfallet är deponerat i djupförvaret. Beräkningarna grundas på allt det bränsle som uppkommer vid drift av de svenska 12 reaktorerna under 25 års tid och för varje driftår därutöver.

SKI uppdrog i början av 1998 åt BERGAB - Berggeologiska Undersökningar AB i Göteborg - att genomföra en granskning av kostnaderna för djupförvaring av det använda kärnbränslet. Uppdraget delades in i två etapper, nämligen en förstudie som lämnades i juni 1998 och omfattade tekniska genomförbarheten av ett djupförvar. Den därpå efterföljande huvudstudien omfattades av kostnadsberäkningar utifrån vad som framkommit av förstudien. I genomförandet av studien har BERGAB anlitat PEAB Berg AB som underkonsult i kostnads-kalkylerna. En viktig del i studien var att närmare undersöka kostnaderna för variationer i djupförvarskonceptet som beror på annan förvarslayout, deponeringsmetod, plats för lokalisering, tidplan m.m.

Föreliggande rapport utgör en sammanfattning av både förstudien och huvudstudien i BERGAB/PEABs granskning av SKB:s kostnadsberäkningar.

Utgående från SKB:s referensscenario i SKB PLAN 98 och den kalkyl som följer av denna, har BERGAB/PEAB kommit fram till att det är möjligt lokalisera, uppföra och driva ett djupförvar för det använda kärnbränslet inom ramen för den totala kostnad som SKB beräknat. Resultatet av BERGAB/PEABs granskning visar att deras beräkningar är ca 4% eller 500 miljoner kronor lägre än SKB:s uppskattningar. Vid granskning av de enskilda underliggande kalkylobjekten uppvisar dock SKB:s och BERGAB/PEABs beräkningar avsevärda skillnader som bör kunna förklaras och närmare redovisas av SKB.

I det följande skall några sammanfattade kommenterar lämnas till vad som framkommit av BERGAB/PEABs studie.

*

Beskrivningar och underlagsmaterial om vad de olika enskilda kalkylobjekten innehåller visade sig vara mycket svåra att tränga in i bl a beroende på oklarheter om vilka kostnader som SKB hänfört till de olika delobjekten. En förutsättning som bör vara uppfylld för att SKI skall kunna skapa sig en uppfattning om SKB kalkylens riktighet (SKB:s årliga planrapporter) är att beräkningarna kan presenteras på ett förståeligt och tillgängligt sätt för SKI.

*

BERGAB/PEAB har i sitt referensfall kommit fram till att det fordras ett utökat platsundersökningsområde jämfört med vad som förutsatts av SKB. BERGAB/PEABs antaganden bygger på de rapporter som SKB själva hänvisar till i sina underlagsrapporter för platsundersökningar. Likaså är både transporttunnlar och deponeringstunnlar förlängda i BERGAB/PEABs referensfall.

*

Det finns också stor risk att området inom vilket detaljundersökningar utförs måste utökas väsentligt för att säkerställa erforderligt deponeringsutrymme. Kostnader för en sådan utökning både vad gäller undersökningskostnader och rena byggkostnader kan uppgå till åtskilliga hundratals miljoner kronor.

*

En variation som undersökts är bl a tunneldrivning med TBM-teknik vilket med dagens teknik skulle betyda en ökad kostnad med ca 900 MSEK. Anledningen till att SKI valt att studera denna teknik är att tunneldrivning med TBM-teknik är mer skonsam mot det omgivande berget i jämförelse med konventionell sprängteknik.

*

En annan slutsats som kan dras av variationerna är att totalkostnaden är känslig för ändringar i kapselavstånd. Under förutsättning av att antalet kapslar som deponeras är oförändrat innebär en ökning av kapselavståndet med 1 meter till 7 meter att ca 3000 meter extra deponeringstunnel krävs, vilket ger kostnadsökningar och får effekter på både tidplan och driftsorganisation.

Beställare och projektansvarig har varit Mårten Eriksson. En referensgrupp bestående av Sören Norrby, Öivind Toverud och Björn Dverstorp, samtliga SKI, har biträtt projektansvarig med utvärderingar under projektets gång.

Sammanhållande i uppdraget från BERGABs sida har varit Kai Palmqvist och Thomas Wallroth. Från PEABs sida har Lennart Green och Lars Jönsson arbetat med uppdraget.

Preface

According to the Act on the Financing of Future Expenses for Spent Nuclear Fuel etc. (Financing Act), the Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. (SKB) must submit, every year, to the Swedish Nuclear Power Inspectorate (SKI), a cost estimate for the management of spent nuclear fuel and for the decommissioning and dismantling of the nuclear power plants. After SKI has examined and evaluated the cost estimates, SKI must submit a proposal to the Government concerning the fee which should be paid by the nuclear power companies per kWh of generated electricity. In addition to the fee, SKI must also submit a proposal concerning guarantees that are to be provided for not covered by the fees already paid. According to the Financing Act, the reactor owners must pledge collateral in the event that the accumulated fees should be found to be insufficient as a result of an early closure of reactors or as a result of underestimating the future expenses of managing the spent nuclear fuel and of decommissioning and dismantling the reactors.

The future total expenses resulting from the Financing Act are estimated at about SEK 48 billion at the January 1998 price level. Of this amount, the cost of the final disposal of spent nuclear fuel in SKB's programme is expected to amount to about SEK 12 billion. SKB's estimate comprises the cost of siting, construction and operation of a deep repository for spent nuclear fuel, based on the KBS-3 concept, and a rock cavern for other long-lived waste which SKB plans to locate next to the spent fuel repository. The cost estimate also includes the dismantling and closure of the facility once all of the fuel and the long-lived waste are deposited. The calculations are based on all of the fuel, which will be generated through the operation of the 12 Swedish reactors during a period of 25 years and for every additional year of operation.

At the beginning of 1998, SKI commissioned BERGAB – Berggeologiska Undersökningar AB in Gothenburg - to evaluate the cost estimate for the deep disposal of the spent nuclear fuel. The task was divided into two stages, namely a study which was submitted in June 1998 concerning the technical feasibility of a deep repository. The subsequent main study comprised a cost estimate based on the findings of the feasibility study. In conducting the study, BERGAB hired PEAB Berg AB as a sub-contractor to perform the calculations. An important part of the study was to more closely study the cost of variations in the deep repository concept relating to an alternative repository layout, disposal method, site, time-schedule etc.

This report is a summary of the feasibility study and the main study which confirmed BERGAB/PEAB's evaluation of SKB's cost estimate.

On the basis of SKB's reference scenario in SKB PLAN 98 and the calculation based on this scenario, BERGAB/PEAB has reached the conclusion that it is possible to site, construct and operate a deep repository for the spent nuclear fuel within the framework of the total cost that SKB has estimated. The results of BERGAB/PEAB's evaluation shows that their estimate is about 4 % or SEK 500 million lower than SKB's estimate. However, the evaluation of the individual underlying items in the estimate shows considerable differences in SKB's and BERGAB/PEAB's calculations which should be explained and investigated in detail by SKB.

Some of the findings of BERGAB/PEAB's study are summarized below:

*

descriptions and background data concerning the content of the different items in the cost estimate were found to be very difficult to penetrate due to the lack of clarity concerning the costs which SKB assigned to the different items. One condition which should be fulfilled in order for SKI to form an opinion of the accuracy of the cost estimate submitted by SKB every year is that the calculations can be presented to SKI in a comprehensible and accessible manner.

*

in its reference case, BERGAB/PEAB concludes that a larger site investigation area is required, compared with that postulated by SKB. BERGAB/PEAB's assumptions are based on the reports that SKB itself refers to in its background reports for site investigations. Similarly, both the transport tunnels and deposition tunnels are extended in BERGAB/PEAB's reference case.

*

there is also a considerable risk that the detailed characterizations will have to cover a considerably larger area in order to secure the area required for fuel deposition. The investigation and the construction costs alone of increasing the area involved could amount to several hundred million kronor.

*

one variation which has been investigated is tunnel excavation using a tunnel boring machine (TBM) which, with today's technology could mean an increased cost of about SEK 900 million. The reason that SKI has opted to investigate this technique is that tunnel excavation using the TBM is less damaging to the surrounding rock in comparison with conventional excavation methods.

*

another conclusion which can be drawn from the variations is that the total cost is sensitive to changes in the canister distance. On condition that the number of canisters which are deposited remains unchanged, an increase in the canister distance by 1 to 7 meters means that about 3,000 meters of extra deposition tunnel will be required. This will result in a cost increase and will have an effect on both the time-schedule and the operating organization.

The work was commissioned by Mårten Eriksson, who was also the project manager. A reference group comprising Sören Norrby, Öivind Toverud and Björn Dverstorp, all from SKI, assisted the project manager with evaluations during the course of the project.

At BERGAB, the project was co-ordinated by Kai Palmqvist and Thomas Wallroth. Lennart Green and Lars Jönsson worked on the project at PEAB.

SKI, October 1999

INNEHÅLL

1	INLEDNING.....	1
2	GENOMFÖRANDE.....	3
3	DJUPFÖRVARING AV DET ANVÄNDA KÄRNBRÄNSLET	4
3.1	Allmänt	4
3.2	Översiktlig etappindelning.....	5
3.3	Anläggningsutförning.....	6
3.4	Myndighetsbehandling	8
4	PLAN 98.....	10
4.1	Förutsättningar	10
4.1.1	Allmänt.....	10
4.1.2	Referenskalkylen	11
4.2	Variationer i PLAN 98	11
5	BERGAB/PEABs REFERENSFALL.....	14
5.1	Inledning och förutsättningar.....	14
5.2	Beskrivning av kalkylobjekten	15
5.2.1	Kalkylobjekt 17, Djupförvar yttre anläggningar - investering.....	15
5.2.2	Kalkylobjekt 18, Djupförvar yttre anläggningar - drift och reinvestering.....	16
5.2.3	Kalkylobjekt 19, Djupförvar industriområde - lokalisering.....	16
5.2.4	Kalkylobjekt 20, Djupförvar industriområde- investering.	17
5.2.5	Kalkylobjekt 21, Djupförvar industriområde - drift, reinvestering.	17
5.2.6	Kalkylobjekt 22, Djupförvar industriområde - rivning	18
5.2.7	Kalkylobjekt 23 Djupförvar bränsle - investering tillfart, bergrum inkl detaljundersökningar	18
5.2.8	Kalkylobjekt 24 Djupförvar bränsle - försegling tillfart, bergrum	19
5.2.9	Kalkylobjekt 25 Djupförvar bränsle - rivning tillfart, bergrum	19
5.2.10	Kalkylobjekt 26 Djupförvar bränsle - investering deponeringstunnlar	20
5.2.11	Kalkylobjekt 27 Djupförvar bränsle - deponering, reinvestering tillfart, bergrum	20
5.2.12	Kalkylobjekt 28 Djupförvar bränsle - försegling, rivning deponeringstunnlar.....	20
5.2.13	Kalkylobjekt 29 Djupförvar annat avfall- investering.....	21
5.2.14	Kalkylobjekt 30 Djupförvar annat avfall - drift, reinvestering.....	21
5.2.15	Kalkylobjekt 31 Djupförvar annat avfall - försegling, rivning	21
5.3	Tidsplan för referenskalkyl	22
6	VARIATIONER INOM RAMEN FÖR STUDIEN	23
6.1	Ett urval av SKBs variationer.....	23
6.2	Tillkommande variationer.....	24
6.2.1	Olika utföranden av tunneldrivning.....	24
6.2.2	Avbruten process i olika skeden.....	24
6.2.3	Förvarslayout med två plan.....	24
6.2.4	Olika deponeringstakt.....	24
6.2.5	Avstånd mellan deponeringstunnlar	25
6.2.6	Kapselavstånd	25
7	RESULTAT AV KOSTNADSBERÄKNINGAR.....	26
7.1	Resultat av referenskalkyl.....	26
7.2	Variationer inom PLAN 98	27
7.3	Övriga variationer	27
7.3.1	Olika utföranden av tunneldrivning.....	27
7.3.2	Avbruten process i olika skeden.....	28
7.3.3	Förvarslayout med två plan.....	28
7.3.4	Olika deponeringstakt.....	29

7.3.5	Avstånd mellan deponeringstunnlar	29
7.3.6	Kapselavstånd	29
8	DISKUSSION	31
8.1	Jämförelser med PLAN 98	31
8.2	Kommentarer till undersökta variationer	32
8.3	Kommentarer till layout, genomförande etc.	33
9	SLUTSATSER	35
10	REFERENSER OCH ÖVRIG LITTERATUR	36
BILAGA A	Geovetenskapliga plats- och detaljundersökningar	
BILAGA B	Organisationsplan, djupförvarsprojektet	
BILAGA C	Tidsplan, djupförvarsprojektet	
BILAGA D	Kostnadsredovisning	

1 INLEDNING

I början av 1998 gav Statens kärnkraftinspektion (SKI) i uppdrag åt BERGAB – Berggeologiska Undersökningar AB i Göteborg, att genomföra en granskning av kostnaderna för djupförvaring av det använda kärnbränslet. Uppdraget följer av att SKI på årsbasis till regeringen skall föreslå storleken på de avgifter och säkerhetsbelopp som skall tas ut av reaktorinnehavarna i enlighet med den s k Finansieringslagen. Enligt Finansieringslagen skall reaktorinnehavarna gemensamt, i praktiken Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), varje år senast den 1 juli till SKI överlämna beräkningar över kostnaderna för att omhänderta det använda kärnbränslet och riva kärnkraftsverken. SKIs uppgift är att årligen granska och värdera de framlagda kostnadsberäkningarna som grund för att kunna beräkna och föreslå regeringen avgifter m m som följer av lagen.

År 1996 genomfördes en reformering av finansieringssystemet som innebär att beräkning av avgiften skall genomföras utgående från ett troligt scenario för omhändertagandet av det använda bränslet och för rivningen av kärnkraftsverken, ett s k basscenario. Vidare skall beräkningar göras för tillkommande åtgärder - andra scenarier - som beror på oplanerade händelser. För dessa fall skall ett tilläggsbelopp tas fram som får utgöra underlag för de säkerheter som kraftföretagen skall ställa om det i framtiden visar sig att fonderade avgiftsmedel är otillräckliga.

I det reformerade finansieringssystemet har SKB sorterat bort vissa kostnadsosäkerheter och påslag i beräkningarna i sitt referensscenario, som därmed fått utgöra det s k basscenarioet som framlagts för SKI. Eventuella merkostnader som kan uppkomma längre fram i SKBs program för ett djupförvar har istället inräknats i tillkommande åtgärder, dvs andra tänkbara dock mindre troliga scenarier och inräknas i beräkningen av tilläggsbeloppet.

Föreliggande rapport redovisar resultatet av en studie benämnd ”Kostnadsberäkning av djupförvaring av det använda kärnbränslet”. Studien innebär en granskning och värdering av SKBs senaste kostnadsberäkningar som redovisas i SKB PLAN 98, Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter (SKB 1998), samt underlagsrapporten till denna SKB UTVECKLING Arbetsrapport U-98-05 (Ageskog m fl 1998). Uppdraget gällde ursprungligen granskning av den plan som förelåg i SKB PLAN 97, men under studiens genomförande har uppdraget ändrats så att SKBs senaste planrapport, SKB PLAN 98 med bilagor, fått utgöra underlag. Anledningen till att uppdatera studien mot PLAN 98 var att den senare planen svarade mot en mer realistisk tidsplan. Samma tidsplan är också framlagd i SKBs forskningsprogram FUD-program 98 som presenterades i september 1998.

SKBs beräkningar grundar sig på djupförvaringsmetoden KBS-3, vilket innebär att det använda bränslet efter ca 30 års mellanlagring skall inkapslas i koppar för en slutförvaring i berggrunden på ca 500 meters djup där kapslarna skall omges med bentonitlera. Djupförvaret skall sedan återfyllas med en blandning av bentonit och bergkross och förslutas, och samtliga servicebyggnader för djupförvaret skall rivas.

Föreliggande studie omfattar djupförvaringskostnaderna i KBS-3. Detta innebär att kostnaderna för lokalisering och val av plats för djupförvarsanläggningen ingår i beräkningarna. Vidare ingår eventuella investeringar i hamnanläggning och trans-

portsystem till djupförvarsanläggningen liksom övriga investeringar både ovan och under jord vid platsen för djupförvaret. Driften av djupförvarsanläggningen som innebär deponering av det använda bränslet som uppkommer vid 25 års drift av reaktorerna ingår liksom slutlig rivning och förslutning av djupförvarsanläggningen. I beräknad kostnad ingår även deponeringen av rivningsavfallet från CLAB och inkapslingsanläggningen.

I juni 1998 presenterade BERGAB en förstudie som utgör grunden för den nu genomförda huvudstudien. I genomförandet av huvudstudien har BERGAB som underkonsult anlitat PEAB Berg AB i Göteborg som svarat för merparten av kostnads-kalkylerna.

Syftet med studien är att SKI dels skall kunna värdera SKBs framlagda kostnadsberäkningar i ett basscenario för att användas i framtagning av årliga avgifter och dels kunna bedöma kostnaderna för tillkommande åtgärder som har sin orsak i andra tänkbara scenarier för vilka säkerheter skall ställas.

2 GENOMFÖRANDE

Föreliggande studie innebär en granskning och värdering av SKBs kostnadsberäkningar som redovisas i PLAN 98 (SKB 1998; Ageskog m fl 1998). Inom en förstudie som genomfördes under våren 1998 granskades djupförvarets tekniska genomförbarhet i ett perspektiv givet av de krav som SKB ställt på djupförvaret samt SKIs rekommendationer.

Rapporter från SKB, vilka bildat underlag för studien, finns redovisade i referenslistan till föreliggande rapport. Förutom SKBs rapporter har SKIs granskningsrapporter för tidigare FUD-program studerats liksom rapporter tillhörande SKIs SITE-94 projekt.

Under genomförandet av studien har ett antal avstämningsmöten hållits med SKI, vid vilka projektets successiva framåtskridande har redovisats och diskuterats. Vidare har möten avhållits med SKB och SKBs konsulter vid några tillfällen. I samband med dessa möten har kompletterande muntlig och skriftlig information erhållits.

Kapitel 3 av föreliggande rapport innehåller en översiktlig beskrivning av djupförvaret enligt KBS-3 konceptet. I kapitel 4 beskrivs därefter upplägget av SKB PLAN 98. Kapitel 5 redovisar förutsättningarna för kostnadskalkylen i form av en beskrivning av BERGAB/PEABs referensfall för djupförvarsprojektet. Enligt givna förutsättningar för uppdraget skall detta i princip svara mot SKBs referensfall, men några modifieringar har gjorts för att referensfallet skall motsvara ett sannolikt genomförande enligt BERGABs och PEABs bedömning. I kapitel 6 beskrivs de variationer till referensfallet som valts ut för kostnadsberäkningar inom ramen för studien. Resultaten av kalkylarbetet redovisas i kapitel 7 och jämförelser med SKBs kalkyl görs i kapitel 8 i form av en diskussion. Rapporten avslutas med ett antal slutsatser i kapitel 9.

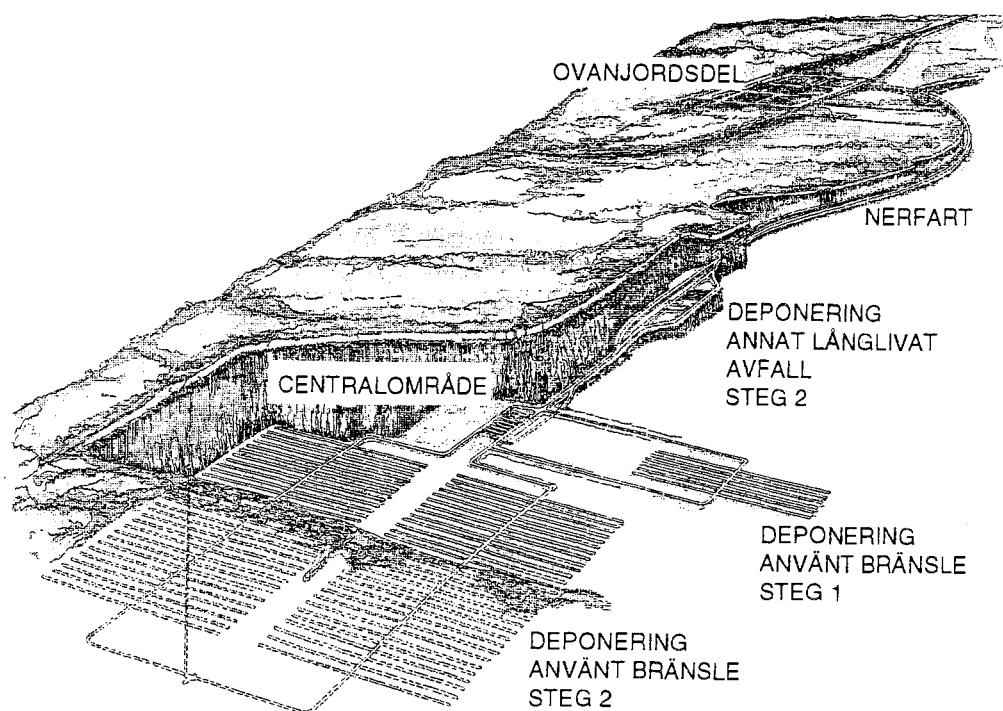
Rapporten innehåller även i form av bilagor en beskrivning av genomförandet av geovetenskapliga plats- och detaljundersökningar, personalplan för driftorganisation, tidsplan tillhörande BERGAB/PEABs referensfall samt en redovisning av delkostnader inom olika kalkylobjekt.

Inom kostnadskalkylem har BERGAB svarat för beräkningar gällande lokalisering, plats- och detaljundersökningar, medan PEAB svarat för övriga kalkyler för referensfallet inklusive tids- och organisationsplaner för arbetena. Kostnadsvariationerna har studerats gemensamt av BERGAB och PEAB.

3 DJUPFÖRVARING AV DET ANVÄNDA KÄRNBRÄNSLET

3.1 Allmänt

Förutsättningen för kostnadsstudien är att förvarskonceptet KBS-3 skall tillämpas (SKB 1998). Konceptet bygger på att förvaret förläggs i berggrunden på ca 400-700 m djup. Från tunnlar på detta djup borrar deponeringshål i vilka kapslar med använt kärnbränsle placeras och omges av bentonitlera (se figur 3-1). Kapslarna utformas och tillverkas så att de förblir täta under mycket lång tid i den miljö som råder i djupförvaret. För att klara både mekaniska och kemiska påfrestningar planeras kapseln att utföras med en kärna av stål och en yttre del av koppar. Kapseln storlek kommer att bestämmas dels med hänsyn till hanterings-, transport- och deponeringssystemets begränsningar och dels med hänsyn till krav på maximal temperatur på kapselytan. Den kapsel som ingår i referensfallet har en diameter av ca 1 m och en längd av knappt 5 m. Vikten uppgår till ca 25 ton. För närvarande lagras allt använt kärnbränsle i CLAB (Centralt Lager för Använt Bränsle) utanför Oskarshamn.



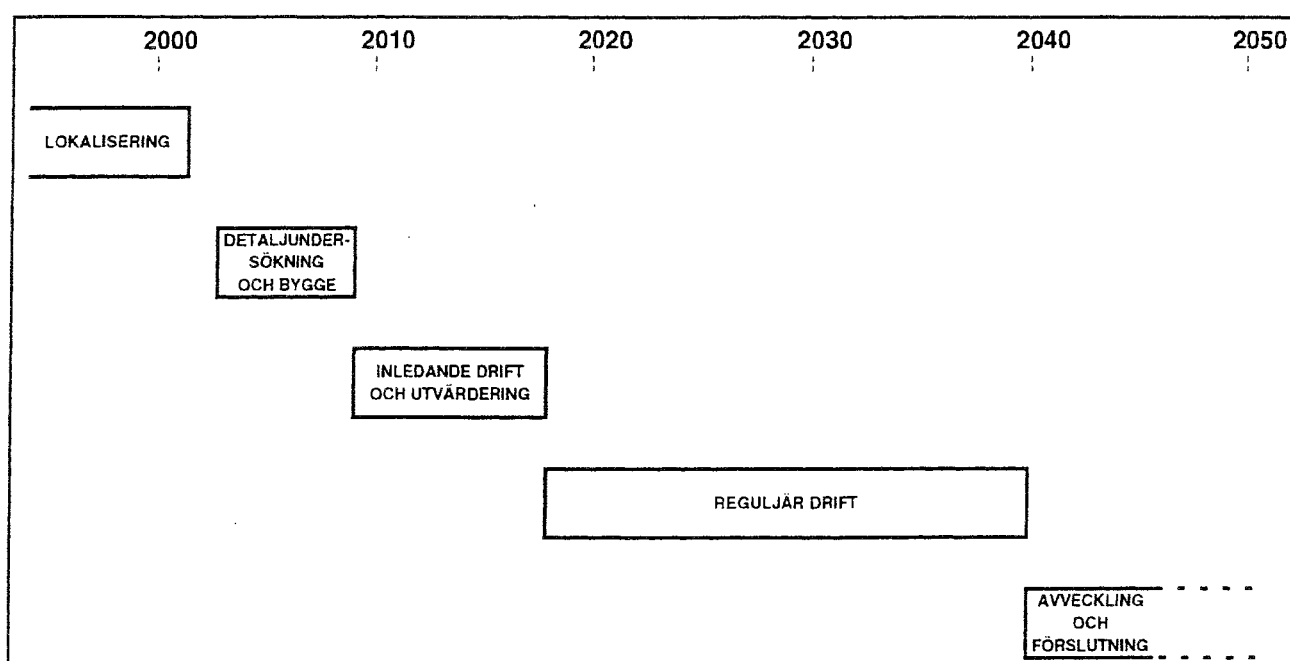
Figur 3-1. Djupförvaret av använt bränsle - översikt (SKB 1995a).

Säkerhetstänkandet för djupförvaret bygger på flerbarriärprincipen, dvs att säkerheten för förvaret inte enbart är beroende av att en enskild barriär fungerar som avsett. Förvarplatsen skall väljas så att den erbjuder gynnsamma mekaniska, hydrogeologiska och kemiska egenskaper för att hindra och fördröja frigörelse av radionuklider till biosfären. Tunnlar och deponeringshål skall förläggas på ett sådant sätt att bergpartier som är ogynnsamma för byggande och långsiktig säkerhet undviks. Förvarets geometriska layout väljs med hänsyn till bl a bergspänningssituation, temperaturbegränsningar och vattenströmningsvägar.

Återfyllning av tunnlar och bergutrymmen utförs för att återge berget ett visst mekaniskt stöd samt dessutom för att i deponeringstunnlar i tillräcklig omfattning begränsa volymökningen hos svällande bentonit i kapselhålen. Pluggning av tunnlar och schakt görs för att begränsa transportmöjligheterna för grundvatten längs de vägar som öppnas upp då anläggningen byggs. En förslutning av anläggningen görs slutligen för att förhindra tillträde.

3.2 Översiktlig etappindelning

En översiktlig tidsplan för hela djupförvarsprojektet visas i figur 3-2.



Figur 3-2. Översiktlig tidsplan för huvudblocken inom djupförvarsprojektet (SKB 1995a).

Etapp 1, Lokalisering, innebär framtagning av det underlag som krävs för att man skall kunna välja plats för djupförvaret. Detta underlag utgörs av översiktsstudier över hela landet, förstudier i 5-10 kommuner samt platsundersökningar i minst två kommuner. Parallellt med detta arbete genomförs anläggningsutformning och projektering, miljökonsekvensbeskrivning och MKB-samråd samt funktions- och säkerhetsanalyser.

Etapp 2, Detaljundersökningar och bygge, innebär projektering och byggande av ovan- och underjordsanläggningar samt geovetenskapliga undersökningar av samtliga förvarsdelar.

Ettapp 3, Inledande drift och utvärdering, innebär att ca 400 kapslar med använt kärnbränsle deponeras varefter utvärdering sker under flera år.

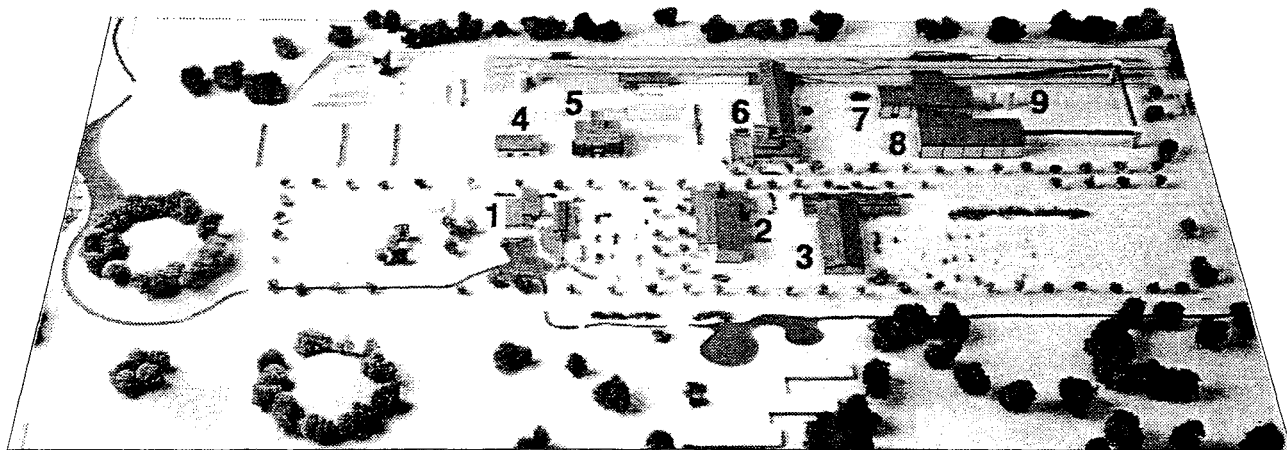
Ettapp 4, Reguljär drift, innebär att resterande mängd använt kärnbränsle deponeras. Deponeringstakten har i referensfallet satts till 200 kapslar per år. Under ettappen deponeras även annat långlivat avfall i en separat del av djupförvaret.

Ettapp 5, Avveckling och förslutning, innebär att ovanjordsanläggningarna rivs och underjordsanläggningarna återfylls och pluggas igen.

3.3 Anläggningsutformning

Djupförvaret, så som det definieras i PLAN 98, utgörs av *Yttre anläggningar* (hamn, järnväg mm), *Industriområde* på förvarsplatsen samt själva djupförvaret vilket i sin tur delas in i *Djupförvar - bränsle* och *Djupförvar - annat avfall*. Det senare samlokaliseras med förvaret för utbränt bränsle och skall innehålla driftavfall (SFL 3), lågaktivt rivningsavfall (SFL 4) och hårdkomponenter (SFL 5).

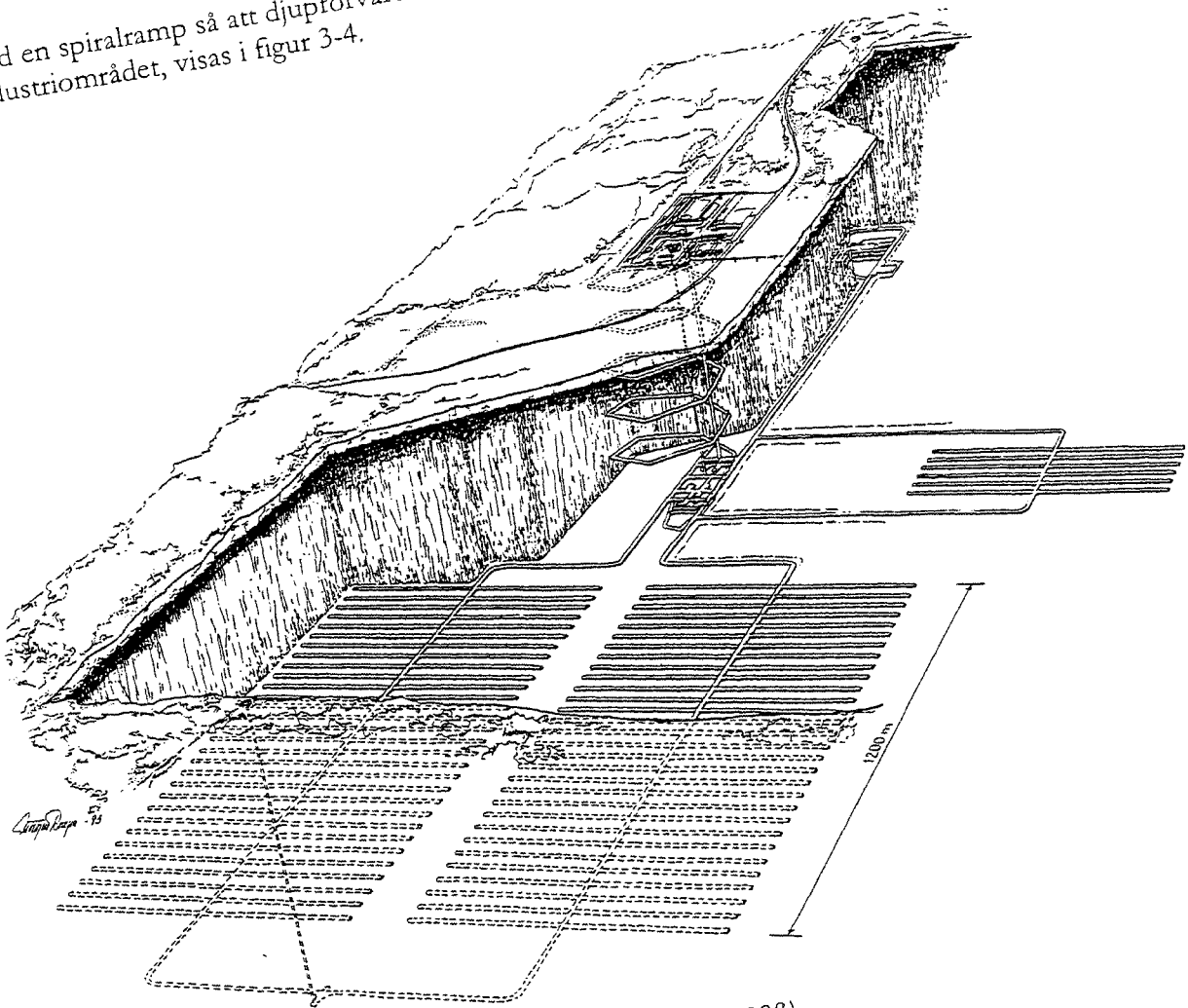
En principiell bild av hur ovanjordsanläggningen kan utformas visas i figur 3-3.



Figur 3-3. Principiell utformning av djupförvarets ovanjordsdel. 1. Information och restaurang; 2. Kontor och verkstad; 3. Personalutrymmen och förråd; 4. Försörjningsbyggnad (vatten/värme); 5. Ventilationsbyggnad; 6. Driftbyggnad (mottagning/kontroll av behållare); 7. Produktionsbyggnad (för bentonitblock mm); 8. Sandförråd; 9. Bentonitförråd. (SKB 1995a).

Anläggningsbeskrivningar för tre principiellt olika nedfartssystem, rak ramp, schakt och spiralramp, har presenterats av SKB (1993a,b,c). Tekniska faktorer och lokala förutsättningar på de valda förvarsplatsen kommer att styra vilket av dessa nedfartssystem som kommer att väljas. En principfigur, där djupförvaret utformats

med en spiralramp så att djupförvarets centralområde är lokaliserat direkt under industriområdet, visas i figur 3-4.

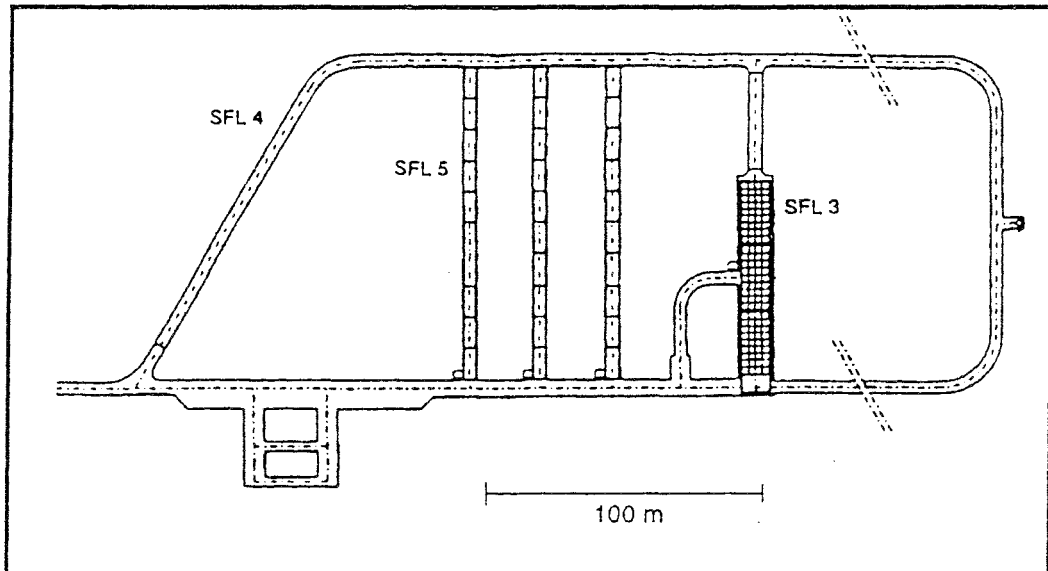


Figur 3-4. Principiell utformning av djupförvaret (SKB 1998).

En principiell översikt av SFL 3-5 visas i figur 3-5. Detta förvar skall rymma :

- driftavfall från CLAB och inkapslingsanläggningen samt långlivat låg- och medelaktivt avfall från Studsvik
- rivningsavfall från CLAB och inkapslingsanläggningen
- hårdkomponenter och interna reaktordelar

Totalt beräknas mängden av denna typ av avfall uppgå till ca 25 000 m³. En layout-beskrivning av SFL 3-5 har redovisats av Forsgren m fl (1996).



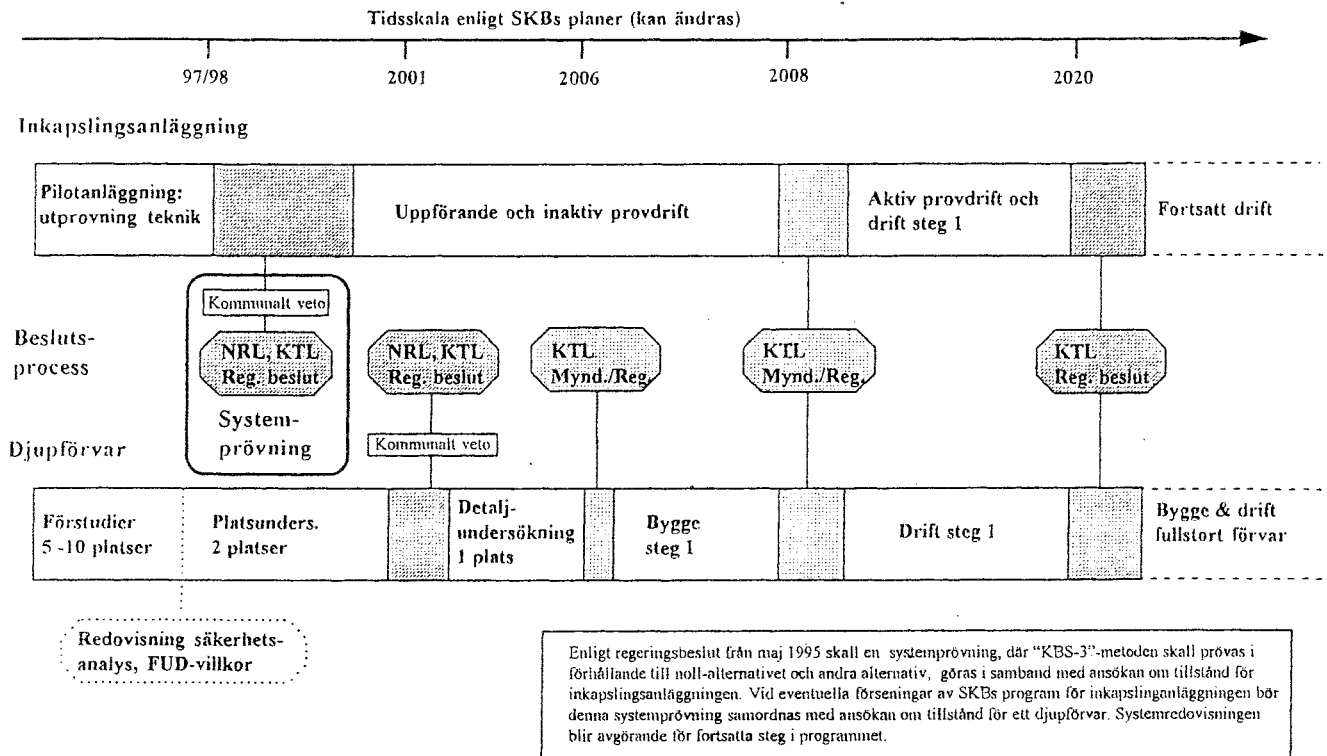
Figur 3-5. Översikt av förvarsdelarna SFL 3-5 (SKB 1995a).

3.4 Myndighetsbehandling

För att lokalisera och bygga djupförvaret krävs tillstånd från regeringen enligt bl a kärntekniklagen (KTL). Enligt regeringens beslut i maj 1995 skall detaljundersökningar ses som ett led i uppförandet av en kärnteknisk anläggning. I dagsläget har inget definitivt prövningsförfarande fastställts. Dessutom har en ny miljöbalk tillkommit från årskiftet 1998/99, som förväntas komma att påverka processen. SKB har beskrivit prövningsprocessen i FUD-program 95 (SKB 1995a) och SKI har i sin granskning av detta program (SKI 1996a) givit kompletterande förslag på den stegvisa beslutsprocessen (se figur 3-6).

Ansökan om lokalisering av djupförvaret skall göras efter det att ytbaserade undersökningar genomförts på de två kandidatplatserna. SKI (1996a) föreslog att prövning enligt dåvarande NRL och KTL för lokaliseringen skall omfatta hela förvarssystemet (fullstort förvar). SKI ansåg vidare att en första ansökan endast skall omfatta tillstånd att genomföra detaljundersökningar. Tillstånd enligt kärntekniklagen skulle då omfatta byggande av de schakt och undersökningstunnlar som krävs för detaljundersökningen (SKI 1996a). Det kommunala vetot bör enligt SKI gälla oinskränkt vid denna prövning.

SKI (1996a) föreslog vidare att ny prövning enligt KTL bör ske efter utförda detaljundersökningar inför utbyggnad av förvarsdelarna för steg 1. Enligt SKIs förslag skall sedan ytterligare en prövning enligt KTL ske inför driften av steg 1-förvaret. En förnyad regeringsprövning enligt KTL bör ske efter att utvärdering gjorts av driften under steg 1 för att tillstånd skall ges för utbyggnad och drift av det fullstora förvaret (SKI 1996a). Regeringen bör sedan i ett senare skede pröva frågan om förslutningen av förvaret.



Figur 3-6. Schematisk illustration av beslutsprocessen vid prövning av djupförvar (SKI 1996a).

4 PLAN 98

4.1 Förutsättningar

4.1.1 Allmänt

Det avfallshanteringssystem som ligger till grund för beräkningen av beloppet för avgiftsunderlag benämns basscenario. I basscenariot tas hänsyn till sådana osäkerheter, variationer och störningar som man normalt har i ett projekt. SKB har i PLAN 98-arbetet gjort en uppdelning av kostnaderna för djupförvaret i kalkylobjekt enligt tabell 4-1. För varje kalkylobjekt beräknas genom traditionell kalkylering en s k referenskostnad, så att man härigenom erhåller ett referensfall som skall ingå i basscenariot. Som grund för dessa beräkningar ligger funktionsbeskrivningar, layoutritningar, utrustningslistor och organisationsplaner.

Tabell 4-1 Uppdelning i kalkylobjekt i PLAN 98 (baserat på Ageskog m fl 1998).

	Kalkylobjekt	Nr	Omfattning
Djupförvar yttre anläggningar	Investering	17	Alla anläggningar utanför industriområdet för djupförvaret. Hamn, inseglingränna, hamnplan samt förrådsbyggnad för bentonit, järn- och landsväg.
	Drift, reinvestering	18	Underhåll, huvudsakligen förbrukning av reservdelar. Reinvesteringar. Inga rivningskostnader för yttre anläggningar.
Djupförvar industriområde	Lokalisering	19	Kostnader för förstudier, platsundersökningar, säkerhetsanalyser och myndighetshandlingar.
	Investering	20	Byggnader och servicefunktioner
	Drift, reinvestering	21	Drift under samma period som deponering av avfall. Personalbehov enligt organisationsplan.
	Rivning	22	Rivningskostnader, främst löner
Djupförvar bränsle I= allmänna utrymmen, II=deponeringstunnlar, deponering (drift)	I-investering	23	Detaljundersökningar, ramp, schakt, servicetunnlar, centralområde, övriga utrymmen
	II-investering	26	Två separata förvar - ett för vardera driftskede. .
	II-drift + I-reinvestering	27	Deponering och reinvesteringar
	I-försegling	24	Förseglingmaterial är bentonit/bergkrossblandning.
	I-rivning	25	Alla beläggningar, installationer, byggnader m m rivs.
	II-försegling, rivning	28	Återfyllnad i takt med deponeringen.
Djupförvar annat avfall	I-investering	29	SFL 3=Förvaret för driftfall, SFL 5=Förvar för hårdkomponenter, SFL 4=Förvar för lågaktivt rivningsavfall (tunnlarna).
	Drift, reinvestering	30	Deponering
	Försegling, rivning	31	Försegling med bentonit/bergkrossblandning Plugg av kompakterad bentonit, packad morän och överst betong.

4.1.2 Referenskalkylen

Djupförvaret antas i referensfallet vara placerat i norra Sveriges inland. Transporten av avfall från inkapslingsanläggningen skall ske med fartyg till en befintlig men utbyggd hamn, och därefter med järnväg till platsen för djupförvaret. Definitionsmässigt ingår i kostnaderna för Djupförvaret enbart transporter från hamnen och vidare mot förvarsplatsen.

Program och planer för insatser gällande kapsel, inkapslingsanläggning samt djupförvar har presenterats av SKB i FUD-program 95 (SKB 1995a). Till grund för kostnadsberäkningarna har översiktliga tidsplaner upprättats. Dessa tidsplaner anger att inkapslingsanläggning och djupförvar skall byggas så att deponeringen av inkapslat bränsle kan börja tidigast år 2010. Den verkliga starttidpunkten är beroende av hur lång tid arbetet med lokaliseringen av djupförvaret kommer att ta. I SKBs referensfall startar deponeringen av kapslar i provförvaret år 2015. Deponering av kapslar, steg 2, förutsätts börja år 2027. Lokaliseringstillstånd förutsätts erhållas 2008-07-01, då detaljundersökningarna kan påbörjas.

Det valda beräkningsfallet avser 25 års drift av alla reaktorer, vilket innebär avfall motsvarande 3054 kapslar i referensfallet. Verkligt antal kapslar beror på framtida utbränningsgrad av bränslet och tillåten temperatur på kapselytan. Deponeringstakten under Steg 2 är 200 kapslar per år.

Yttre anläggningar skall var fullt utbyggda och funktionsdugliga vid start av driftskede 1. Detta innefattar således hamnanläggning, järn- och landsväg, samt vägar och planer på industritomten inklusive samtliga byggnader. Även berggrummens servicefunktioner skall vara färdigställda.

Kalkylen avser kostnader för djupförvaret fr o m 1999 och framåt.

4.2 **Variationer i PLAN 98**

SKB har i PLAN 98 tillämpat en metod som benämns successiv kalkylering för att ta hänsyn till de stora osäkerheter som finns i såväl kalkylen i sig som i olika slags händelser som kan komma att påverka de grundläggande förutsättningarna för kalkylen. Metoden bygger på att man utöver att beräkna referenskostnaderna även inkluderar ett antal variationer, d v s osäkerheter, i kalkylen. Dessa variationer kan antingen vara av det slaget att de endast påverkar enskilda kalkylobjekt, s k *objektspecifika variationer* (se tabell 4-2), eller av mer övergripande art så att flera objekt påverkas, s k *yttre variationer*. Flera av de variationer som tas med har även en tidsplanepåverkan. Variationerna kan vara av teknisk, ekonomisk eller administrativ karaktär och kvantifieras med ett lägsta respektive högsta utfall relaterade till en viss sannolikhet för att de skall innehållas.

Vissa variationer kan sägas vara normala i byggnads- och anläggningsverksamhet och har ingen övergripande påverkan på koncept och tidsplanestrategier. SKB har valt att inkludera denna kategori av variationer i sitt basscenario. Den andra kategorin av variationer inkluderar sådana som ligger utanför valt basscenario.

Tabell 4-2 Objektspecifika variationer (baserat på Ageskog m fl 1998).

<u>Objekt</u>	<u>Låg, Hög (enl. SKB)</u>	<u>Specifikation – Låg</u>	<u>Specifikation - Hög</u>
17	-30%, +50%	Minskade kostnader för hamn samt enklare väg – järnväg	Dubblade hamnkostnader samt mer komplicerad väg – järnväg
18	-20%, +30%	Ospecificerat	Ospecificerat
19	-20%, +30%	Förenklad lokaliseringsprocess pga gynnsamma lokala förhållanden och politik	Komplikationer i lokaliseringsprocessen
20	-20%, +30%	Komprimerat industriområde, färre byggnader	Svårare terräng, ytterligare byggnader, högre standard
21	-20%, +30%	Överskattat personalbehov	Underskattat personalbehov
22	-20%, +50%	Ospecificerat	Ospecificerat
23	-30%, +30%	Minskat förstärkningsbehov, mindre centralområde, enklare standard, ingen allmän beläggning	Ökat förstärkningsbehov, större centralområde, högre standard, dyrare ramp
26	-30%, +30%	Snabbare framdrift, lägre utförandekrav, mindre tunneltvärsnitt	Högre krav, större tvärsnitt
27	-20%, +20%	Förenklat deponeringsförfarande, billigare kompakterad bentonit	Mer komplicerat deponeringsförfarande, ökade maskininvesteringar, dyrare bentonit
24	-20%, +20%	Minskade volymer mm	Ökade volymer mm
25	-20%, +50%	Ospecificerat	Ospecificerat
28	-20%, +20%	Volymminskning	Volymökning
29	-30%, +50%	Förenklad layout, minskade mängder	Högre krav, ökade mängder
30	-30%, +30%	Ospecificerat	Ospecificerat
31	-30%, +50%	Ospecificerat	Ospecificerat

Övriga variationer har sorterats under sex huvudrubriker enligt följande:

- Grupp 1 Driftförhållanden för kärnkraftverken
- Grupp 2 Hanterings- och förvarskoncept
- Grupp 3 Teknik
- Grupp 4 Lokalisering
- Grupp 5 Tidsplaneberoenden
- Grupp 6 Kalkylförutsättningar övrigt

Tabell 4-3 redovisar de av SKB definierade variationerna och vilka av kalkylobjekten i tabell 4-1 som de påverkar.

Tabell 4-3. Variationer som använts av SKB i PLAN 98 och som påverkar kalkylobjekten tillhörande djupförvaret (baserat på Ageskog m fl 1998)

Variation	Omfattning	Påverkar kalkylobjekt
1.1	Utbränningsgrad	18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28
1.2	Bränsleskada	18, 21, 23, 24, 27
2.1	Slutförvarskoncept utbränt bränsle	18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
2.2	Slutförvarskoncept annat avfall	29, 30, 31
3.1	Kapseltyp och huvudmått	18, 21, 23, 24, 26, 27, 28
3.2	Max temp på kapselytan	23, 24, 25, 26, 28
3.3	Avvikelse från nom resteffekt kapsel	23, 24, 26, 28
3.4	Termiska parametrar	23, 24, 26, 28
3.5	Kapacitet inkapsling	18, 21, 23, 24, 26, 27, 28
3.6	Förvarslayout	23, 24, 26, 28
3.7	Deponeringsmetod	23, 26, 27, 28
3.8	Material och metod för förslutning	21, 23, 24, 26, 28, 31
4.1	Lokalisering inkapslingsanläggning	20
4.2	Lokalisering djupförvaret	17, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 28
4.3	Lokalisering förvaret för annat avfall	29, 30, 31
5.1	Överordnad tidsplanestrategi	18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28
5.2	Förskjutning uppstart	18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31
5.3	Längre driftstörning	18, 21, 27
5.4	Återtagande efter Steg 1	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29
5.5	Övervakning efter deponering	21, 27
6.1	Teknologisk utveckling	17, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
6.2	Valutakurser	24, 27, 28, 31
6.3	Konjunktur	17, 20, 23, 26, 29
6.4	Sabotage o dyl	17, 20, 21, 27, 30
6.5	Myndighetskrav kärnteknisk verksamhet	19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
6.6	Myndighetskrav övrigt	17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
6.7	Realism kostnader allmänt	19, 20, 21, 27, 30
6.8	Realism kostnader utrustn/drift	17, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 29, 30
6.9	Realism kostnader bygg	17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31

5 BERGAB/PEABs REFERENSFALL

5.1 Inledning och förutsättningar

BERGAB/PEAB har på uppdrag av SKI definierat ett eget referensfall avseende genomförandet av djupförvarsprojektet. I första hand har dock det underlag som beskrivits av SKB i PLAN 97/98-rapporterna tillämpats. Egna förutsättningar har definierats för sådana kalkylposter / anläggningsdelar där SKB ej beskrivit sina förutsättningar eller där förutsättningar har ändrats i linje med BERGAB/PEABs uppfattning.

I detta kapitel anges för varje kalkylobjekt, definierade enligt tabell 4-1, vilka förutsättningar som antagits för kalkylen och specifikt där BERGAB/PEABs förutsättningar avviker från SKBs.

Kostnadskalkylen är uppbyggd på följande sätt:

1. Mängdkostnader i enlighet med angivna underlag och beskrivningar. Där så inte varit möjligt har erfarenhetsvärden från jämförbara anläggningar använts.
2. Tillägg till mängdkostnaderna har gjorts som ett procentuellt påslag på grund av bristande detaljering i ritnings- och beskrivningsunderlaget.
3. På summan av 1 och 2 har lagts ett entreprenörarvode av c:a 12%.
4. Kostnader för Arkitekter, Byggkonstruktörer, VVS, El, Tele etc har lagts som ett procentuellt påslag av ca 10% av summan av 1 och 2. Bedömningen av detta påslag baserar sig på erfarenhetsvärden från andra jämförbara projekt.
5. Byggherrekostnader för projektledning, byggledning och byggkontroll har lagts som ett procentuellt påslag av c:a 10% av posterna 1-4. Bedömningen av detta påslag baserar sig på erfarenhetsvärden från jämförbara projekt.

Beräkningarna är i enlighet med PLAN 98 baserade på prisnivå januari 1998.

Följande serviceanläggningar förutsätts finnas i närliggande områden. Kostnader för uppförande har därför ej inkluderats i beräkningarna.

- Motell/hotell,
- Bostäder,
- Husvagnsuppställning,
- Köpcentra,
- Drivmedelsförsäljning,
- Restauranger, samt
- Kommunalt transportnät och flygplats inom rimligt avstånd.

5.2 **Beskrivning av kalkylobjekten**

5.2.1 Kalkylobjekt 17, Djupförvar yttre anläggningar - investering

Hamnanläggning

Hamn för mottagning av fartyg med avfall till djupförvaret förutsätts finnas. Viss komplettering av befintlig inseglingsrännan bedöms nödvändig att utföra liksom uppförande av ny kajkonstruktion.

Följande tillkommande arbeten har bedömts nödvändiga att utföra för att tillfredsställa ställda krav.

- Inseglingsrännan breddas med c:a 30 m på en längd av c:a 200 m, samt fördjupas ned till -6 m
- Muddring av hamnbassängen med en radie av 90 m
- Utförande av kajkonstruktion med Ro/Ro ramp, bredd 18 m, inkl. fendorar och förtöjningsanordningar samt två dykdalber
- Iordningställande av 14 000 m² hamnplan
- Två silor för mellanlagring av bentonit
- Järnvägsspår för rangering av vagnar
- Terminalbyggnad
- Bockkran

Järnväg

I referensfallet har antagits en nybyggnad av 20 km enkelspårig järnväg för diesellok. Byggandet består av mark- och grundläggningsarbeten, spårläggning, signalanläggning, utförande av erforderliga korsningar med vattendrag och vägar samt viltstängsel.

Landsväg

I referensfallet har antagits en nybyggnad av 20 km asfalterad landsväg för tung trafik med körbredd av 7,0 m, inklusive kostnader för vägportar, korsningar med vattendrag samt anslutningar till befintliga vägar.

Kraftförsörjning

I referensfallet har kostnaden för framdragning av 10 km 130 kV ledning medtagits.

5.2.2 Kalkylobjekt 18, Djupförvar yttre anläggningar - drift och reinvestering

Drift och reinvesteringskostnaderna för huvuddelen av anläggningar och byggnader sätts till c:a 15% av investeringskostnaden.

5.2.3 Kalkylobjekt 19, Djupförvar industriområde - lokalisering

Detta kalkylobjekt omfattar kostnader för förstudier och platsundersökningar liksom säkerhetsanalyser och ansökningar till myndigheter.

Arbetet med lokaliseringen av djupförvaret förutsätts genomföras stegvis i enlighet med vad som beskrivs i SKB FUD 95 (SKB 1995a).

Förstudier

I förstudien utreds möjligheterna att placera djupförvaret inom en kommun. I huvudsak baseras studien på befintligt material. Utredningar och faktasammansättningar görs inom följande områden:

- berggrund
- mark och miljö
- transporter
- samhällsinverkan

SKBs lokaliseringsprogram bygger på att man genomför mellan 5 och 10 förstudier. Ett antal förstudier har idag avslutats eller pågår. Inom förstudien identifieras prioriterade områden för vidare undersökningar.

Kostnadsbedömningen grundar sig på erfarenheter från genomförda och pågående förstudier.

Platsundersökningar

SKB avser att genomföra platsundersökningar inom två av de kommuner där förstudier genomförts. Dessa båda platsundersökningar avses bedrivas parallellt med ett halvårs förskjutning. SKB håller på att ta fram ett program för hur de geovetenskapliga platsundersökningarna skall genomföras.

Prövningen av SKBs förslag till plats och utformning av djupförvaret görs när SKB ansöker om att få genomföra detaljundersökningar. Det beslutsunderlag som tas fram för respektive plats baseras på följande aktiviteter:

- Geovetenskapliga undersökningar
- Teknik- och utformningsstudier
- Funktions- och säkerhetsanalyser
- Utredningar av samhällsfrågor samt mark- och miljöfrågor
- Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) och MKB-samråd

SKB har i underlagsrapporterna till PLAN 98 ej presenterat några detaljerade förutsättningar för kostnadsberäkningar gällande platsundersökningar. Ett program för geovetenskapliga platsundersökningar har därför utarbetats av BERGAB inom ramen för studien. Detta program bygger på den stegvisa process som beskrivs i SKB FUD 95, där man successivt arbetar sig ner i skala från resultatet av förstudien. I bilaga A beskrivs förutsättningarna för BERGAB/PEABs kalkyl.

BERGAB/PEAB anser att en större bergvolym än den av SKB redovisade kan komma att behövas för att rymma hela förvaret, då enligt SKB hänsyn skall tas till respektavstånd för olika klasser av diskontinuiteter. Som en följd av detta förutsätts i BERGAB/PEABs referenskalkyl komplett platsundersökning genomföras inom ett 15 km² stort område. Detta är den area som bedöms krävas för att säkerställa en tillräcklig deponeringsvolym med hänsyn till de respektavstånd som diskuteras av Munier m fl (1997). Se vidare diskussion i avsnitt 8.3.

5.2.4 Kalkylobjekt 20, Djupförvar industriområde- investering.

Kalkylobjektet omfattar samtliga anläggningsdelar ovan jord i direkt anslutning till djupförvaret. Byggnader är utförda i enlighet med ritningar och beskrivningar i SKB (1993b) med hänsyn till av SKB senare aviserade förändringar och i enlighet med svenska lagar och föreskrifter.

I kostnadskalkylen ingår följande:

- Asfalterade vägar och planer för tung trafik
- Grusade vägar och planer för lättare trafik
- Yttre ledningsnät för VA, el, tele, fjärrvärme
- Planteringsytor i anslutning till byggnader, vägar och planer
- Följande byggnader:
 - Restaurang och informationsbyggnad
 - Ventilationsbyggnad 1 (tilluft till förvarsutrymmen)
 - Driftbyggnad med hiss till förvarsnivån
 - Försörjningsbyggnad
 - Kontors- och verkstadsbyggnad samt brandstation
 - Produktionsbyggnad inklusive bentonitförråd
 - Anläggning för berguppfordran och krossning av berg
 - Avisningsbyggnad med spolplats
 - Bergomlastning ovan jord
 - Ventilationsbyggnader (frånluft från förvarsutrymmen)
 - Mottagningsstation för 130 kV kraftledning

5.2.5 Kalkylobjekt 21, Djupförvar industriområde - drift, reinvestering.

Med reinvestering avses endast åtgärder för att hålla anläggningarna i ursprungligt skick och ej förbättringar för att uppfylla nya ställda krav.

Driftkostnaderna är bedömda för ett normalt underhåll av maskiner och byggnader, samt kostnader för uppvärmning av byggnader, belysning samt VVS.

Personalkostnader för industriområdet har bedömts utgående från en organisationsplan (bilaga B) och inkluderar Administrativ personal och Servicepersonal (reception, städning, verkstäder, vakt, räddningstjänst samt transport).

5.2.6 Kalkylobjekt 22, Djupförvar industriområde - rivning

Efter avslutad deponering rivs samtliga konstruktioner och industriområdet återställs. Material som inte kan återanvändas eller nyttjas som fyllnadsmaterial borttransporteras för deponering på normal byggtipp.

5.2.7 Kalkylobjekt 23 Djupförvar bränsle - investering tillfart, bergum inkl detaljundersökningar

I kalkylobjektet ingår de geovetenskapliga detaljundersökningarna samt byggandet av s k allmänna utrymmen.

Arbetet med detaljundersökningarna innebär att man bygger tunnel /schakt ner till den planerade anläggningens huvudnivå, ca 500 m under markytan. På denna nivå byggs undersökningstunnlar fram till den bortre delen av respektive förvarsdela. Från undersökningstunnel kärnböras horisontellt framförallt i lägen för planerade deponeringstunnlar.

Parallellt med sprängningen av tunnlar utförs erforderliga bergtekniska och geovetenskapliga undersökningar för respektive förvarsdela. SKB har ännu ej presenterat ett program för hur detaljundersökningarna avses genomföras. Enligt SKB (1995) skall detaljundersökningarna omfatta undersökningstunnlar, borrhål från tunnlar samt mätningar i borrhål och tunnlar. Karaktären på verksamheten kommer sannolikt att överensstämma i stort med de arbeten som utförts i Äspölaboratoriet. En beskrivning av vilka bergtekniska och geovetenskapliga undersökningar som ligger till grund för BERGAB /PEABs referensfall redovisas i Bilaga A.

Följande förutsättningar har antagits för berganläggningen:

- Före utsprängning av samtliga tunnlar och schakt utförs en förinjektering var 3:dje salva. Borrning = 4 salvlängder.
- Sprängning utförs som skonsam sprängning och med konventionella metoder.
- Bultförstärkning har bedömts ske med 1 bult per 4 m² takyta samt 1 bult per 10m² väggyta.

- Sprutbetong:
Ramp: 50 mm oarmerad sprutbetong i tak och väggar
Övriga tunnlar: 50 mm oarmerad sprutbetong i tak samt 1,0 m ned på vägg.

- Samtliga körytor har beläggning för tung trafik

Den layout som redovisas i SKB (1993a) har använts som utgångspunkt för kalkylen. Följande ändringar har dock gjorts:

- Undersökningstunnlarnas längd har utökats så att man skall kunna utföra undersökningsborrhål med rimlig längd inom deponeringsdelen, steg 1, samt inom det område där man planerar att förlägga Förvaret för annat avfall.
- I PLAN 98 har ett tillägg till deponeringstunnlarnas teoretiska längd gjorts med 10% med hänsyn till bortfall av kapselpositioner på grund av oacceptabelt berg. BERGAB/PEAB väljer i referensfallet att utöka detta till 20% med hänsyn till resultaten av SKBs undersökningar vid Äspö och allmänna erfarenheter av undermarksarbeten i svenskt urberg.
- 1000 m transporttunnel (och därmed undersökningstunnel) har lagts till för att svara mot ett förvar med större areell utbredning. Skälet är att BERGAB/PEAB anser att deponeringen med hänsyn till sprickzoner med tillhörande respektavstånd sannolikt behöver delas upp på flera deponeringsblock än vad layouten i SKB (1993a) förutsätter.

5.2.8 Kalkylobjekt 24 Djupförvar bränsle - försegling tillfart, bergtrum

I förseglingskostnaderna ingår montering och demontering av skärmvägg med overheadport samt räls för deponeringsmaskin.

Återfyllning av centralområdet utförs med bergkross 0 - 100 mm . Transporttunnlar samt schakt och ramp upp till 100 m under marknivå igenfylls med en blandning bestående av 15% bentonit och 85% bergkross 0-8 mm. På nivån -100 utförs en plugg av kompakterad bentonit. Ovan pluggen fylls schakt och ramp med morän. Tunnel- och schaktmynningar igengjuts med betong.

5.2.9 Kalkylobjekt 25 Djupförvar bränsle - rivning tillfart, bergtrum

Demontering av installerad utrustning samt rivning av samtliga byggnadskonstruktioner så att ett ”rent” bergtrum återstår. Demontering och rivning har bedömts kosta 10% av investeringskostnaden.

5.2.10 Kalkylobjekt 26 Djupförvar bränsle - investering deponeringstunnlar

I kalkylobjektet ingår byggandet av samtliga deponeringstunnlar och borrhningen av deponeringshål.

Följande har antagits:

- Före utsprängning av samtliga tunnlar utförs en förinjektering var 3:dje salva. Borrhning = 4 salvlängder.
- Sprängning utförs som skonsam sprängning och med konventionella metoder
- Bultförstärkning har bedömts ske med 1 bult per 4 m² takyta samt 1 bult per 10 m² väggyta.
- Sprutbetong:
Deponeringstunnlar: 1/3 del av tunnlar med 50 mm stålfiberarmerad + 20 mm oarmerad sprutbetong

5.2.11 Kalkylobjekt 27 Djupförvar bränsle - deponering, reinvestering tillfart, berg- rum

Deponering utförs i borrhade hål i deponeringstunnel. För referensfallet i PLAN 98 gäller att centrumavståndet mellan deponeringstunnlar är 40 m och avståndet mellan deponeringshål 6 m. Innan deponeringshål borrh undersöks bergkvaliteten med kärnborrhning. Deponeringshålen klädes med ringar av kompakterad bentonit innan kapseln placeras i hålet med hjälp av speciell deponeringsmaskin. Direkt efter deponeringen fylls hålet med kompakterad bentonit.

För att klara deponering av en kapsel per arbetsdag krävs att man växelvis kan deponera i två närliggande tunnlar. Medan deponering pågår i den ena tunneln utförs försegling med bentonit/bergkross-blandning i den andra tunneln.

Reinvestering räknas endast på investerad utrustning och ej på bergarbeten.

5.2.12 Kalkylobjekt 28 Djupförvar bränsle - försegling, rivning deponeringstunnlar

Försegling av deponeringstunnlar och transporttunnlar utförs med en blandning bestående av 15% bentonit och 85% bergkross 0-8 mm. Förseglingen sker i takt med deponeringen. Temporära plåtväggar samt räls återanvänds och flyttas till nästkommande tunneldel. Alla temporära betongkonstruktioner rivs och borttransporteras. Fyllnadsvolymen är antagen till 10% större än den teoretiska bergvolymen.

5.2.13 Kalkylobjekt 29 Djupförvar annat avfall- investering

Kostnaderna för utsprängning av undersökningstunnlar inom denna del av djupförvaret ingår i 5.2.8 Kalkylobjekt 23 Djupförvar bränsle- investering. En översiktlig layout över dessa anläggningsdelar visas i figur 3-5.

- Före utsprängning av samtliga tunnlar och bergrum utförs en förinjektering var 3:dje salva. Borrning = 4 salvlängder.
- Sprängning utförs som skonsam sprängning och med konventionella metoder.
- Bultförstärkning har bedömts ske med 1 bult per 4 m² takyta samt 1 bult per 10 m² väggyta.
- Förstärkning av tunneltak samt frånluftsschakt utförs med 50 mm stål-fiberarmerad sprutbetong + 20 mm oarmerad sprutbetong.
- Samtliga körytor har beläggning för tung trafik.

Bygg- och installationsarbeten:

Elbyggnad 2, brandavskiljning i tunnlar och betongtråg i SFL 3 och SFL 5.

5.2.14 Kalkylobjekt 30 Djupförvar annat avfall - drift, reinvestering

Reinvestering räknas endast på investerad utrustning och ej på bergarbeten. Till driftkostnaderna har förutom underhåll även medräknats kostnaden för skyddsgjutning med porös betong.

5.2.15 Kalkylobjekt 31 Djupförvar annat avfall - försegling, rivning

Demontering av installerad utrustning samt rivning av samtliga byggnads-konstruktioner så att ett ”rent” bergrum återstår. Demontering och rivning har bedömts kosta 10% av investeringskostnaden.

Slutlig återfyllning i samtliga tunnlar utförs med bergkross 0-100 mm. Frånluftschaktet fylls upp till 100 m under marknivån med en blandning av 15% bentonit och 85% bergkross 0-8 mm. Fyllningen förseglas med en propp av komprimerad bentonit. Resterande del av schaktet upp till marknivån fylls med morän och avslutas med en pågjutning av betong.

5.3 **Tidsplan för referenskalkyl**

Tidsplanen tillhörande BERGAB/PEABs referenskalkyl redovisas i Bilaga C. Tidsplanen har byggts upp efter de förutsättningar som angivits i tidigare avsnitt samt PEABs erfarenheter av undermarksbyggande. Följande förutsättningar har dessutom antagits:

- Lokaliseringsstillstånd erhålls 2008-07-01 i enlighet med förutsättningar för PLAN 98.
- Sprängningsarbetena inom etappen Detaljundersökningar utförs i tvåskift med ett arbetslag per skift. Arbetet sker med enkelfront ned till centralområdet där tunnlarna delar sig. Detta tar ca 4 år. Därefter sker arbetena med pendeldrift tills möjligheter ges för ytterligare ett arbetslag. Service- och ventilationsschakt drivs parallellt med rampen. Då undersökningstunnel har sprängts färdigt startar kärnbörning med ett första borrhgregat. När plats ges ökas kapaciteten successivt. Totalt tar byggandet av centralområde och undersökningstunnlar 7,5 år. Efter det att de sista undersökningstunnlarna drivits utförs geovetenskapliga undersökningar som kräver ostörda förhållanden (ej byggaktiviteter). Utvärdering görs och provning enligt Kärntekniklagen sker.
- Byggandet av Yttre anläggningar och Industriområde genomförs så att dessa är färdigställda till start av inledande drift. Detta innebär att investeringar sker innan detaljundersökningarna slutförts och provning enligt Kärntekniklagen gjorts för den inledande driften.
- Byggskede 1 startas med drift av transporttunnel till deponeringstunnlarna samtidigt som utsprängning av centraltunnlar sker. Arbetena ovan mark startas samtidigt med dessa undermarksarbeten.
- Bergarbetena inom byggskede 2 startas med upprymning av tidigare utförda undersökningstunnlar samt en förlängning av dessa fram till läge för frånluftsschakten. Skipschakt och frånluftsschakt prioriteras i utförandet. Drivning av deponeringstunnlar sker med tvåskift och pendeldrift. Dessa arbeten utförs parallellt med deponering av bränsle.

6 VARIATIONER INOM RAMEN FÖR STUDIEN

Inom föreliggande studie har valts att undersöka kostnadernas känslighet för ett urval av SKBs variationer samt dessutom några ytterligare variationer som bedömts som väsentliga. Inga objektspecifika variationer har studerats.

6.1 Ett urval av SKBs variationer

Tabell 6-1. Valda variationer. Numrering och beskrivning enligt Ageskog m fl (1998)

Variation:		Låg:	Hög:	Påverkar kalkylobjekt:
3.6	Förvarslayout	Minimerad layout, djup 400 m	Större bruttoarea, längre deponerings-tunnlar, djup 700 m	23, 24, 26, 28
3.7	Deponeringsmetod	-	Deponering av helt paket	23, 26, 28
3.8	Material och metod för förslutning	Förslutning med enbart krossmaterial	Förslutning med blandning av kvartssand och bentonit	21, 24, 28, 31
4.2/1	Lokalisering av djupförvaret	-	Lokalisering i Norrlands inland, tillägg 50 km järn- och landsväg	17
4.2/2	Lokalisering av djupförvaret	Lokalisering i anslutning till in-kapslingsstationen	-	17, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 28
4.3	Lokalisering av förvaret för annat långlivat avfall	-	Förvaret lokaliseras skilt från övriga anläggningar, kust-läge	29, 30, 31
5.1	Överordnad tids-planestrategi	Deponering i ett steg så att förslutning är avslutad 2050	Steg 2 följer direkt efter Steg 1	18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28
5.2	Förskjutningar i uppstart	Allmän försening 10 år	-	18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31
5.4	Återtagande av kapslar efter Steg 1	-	Steg 1 upprepas för ny lokalisering, senareläggning 25 år	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29

Det skall noteras att en del av ovanstående variationer i PLAN 98 även påverkar kalkylobjekt som ligger utanför BERGABs uppdrag, exv Transporter, CLAB och Inkapsling.

6.2 Tillkommande variationer

6.2.1 Olika utföranden av tunneldrivning

Som variationer undersöks kostnadernas känslighet för ett fall där deponerings-tunnelarna utförs med fullortsborrning och ett fall där ett strängare skadezonskrav sätts.

Påverkan sker på kalkylobjekt 23, 26 och 29.

6.2.2 Avbruten process i olika skeden

(a) Under lokaliseringen- gå tillbaka ett eller flera steg,

Delar av platsundersökningarna får göras om. Tidsplanen förskjuts. Påverkan gäller i första hand kalkylobjekt 19, men även övriga objekt som innehåller kostnader för driftorganisationen.

(b) Efter detaljundersökningar- inget tillstånd för deponering.

Flera möjligheter finns, alltifrån att platsen utökas något eller ny plats väljs till att hela förvarskonceptet ändras.

6.2.3 Förvarslayout med två plan

Detta är ett fall som är tänkbart om det finns begränsningar i areell utbredning av förvaret, t ex på grund av närvaron av brantstående diskontinuiteter av klassen D1 som kräver stora respektavstånd (se bilaga A).

Som variation har undersökts hur kostnaderna förändras för en layout med deponering i två plan på djupen 400 m och 500 m.

Påverkan sker på kalkylobjekt 23-28.

6.2.4 Olika deponeringstakt

I referensfallet är deponeringstakten 200 kapslar per år. Intervallet 150-400 kapslar per år har studerats. Detta leder till att tidsplaner, tunnelavstånd och kapselavstånd förändras. För deponeringstakten 150-250 / år förutsätts driftorganisationen bli oförändrad. För högre deponeringstakt erfordras en dubblering av sprängningskapaciteten samt av deponerings- och förseglingspersonalen.

Påverkan sker på kalkylobjekt 18, 21, 23, 24, 26, 27, 28.

6.2.5 Avstånd mellan deponeringstunnlar

I referensfallet är avståndet satt till 40 m. Ett antal av SKBs variationer ger upphov till förändrade avstånd på grund av olika kapseffekter (se tabell 6-4):

Tabell 6-4. Olika variationers påverkan på avståndet mellan deponeringstunnlar (sammanställning av uppgifter från Ageskog m fl 1998)

Variation i PLAN 98	Alternativ	Avstånd mellan deponeringstunnlar
1.1 Utbränningsgrad	Hög	38 m
1.2 Bränsleskada	Hög	38 m
3.2 Max temperatur på kapselytan	Låg	35 m
3.4 Termiska parametrar	Låg	30 m
3.5/1 Kapacitet i inkapslingsstation	Låg	50 m
3.5/1 Kapacitet i inkapslingsstation	Hög	30 m
5.1 Överordnad tidsplanestrategi	Låg	25 m
5.2 Förskjutningar i uppstartningen	Låg	25 m
5.4 Återtagande av kapslar efter steg 1	Hög	25 m

Baserat på SKBs beräkningar väljs avståndsintervallet till 25-50 m.

Påverkan sker på kalkylobjekt 23 och 24.

6.2.6 Kapselavstånd

I referensfallet är kapselavståndet 6 m. Ett antal av SKBs variationer ger upphov till förändrade avstånd på grund av ökad eller minskad kapseffekt (se tabell 6-5):

Tabell 6-5. Olika variationers påverkan på avståndet mellan kapselpositioner (sammanställning av uppgifter från Ageskog m fl 1998)

Variation i PLAN 98	Alternativ	Kapselavstånd
1.1 Utbränningsgrad	Låg	7,5 m
3.1 Kapseltyp och huvudmått	Låg	10 m
3.2 Max temperatur på kapselytan	Hög	8 m
3.3 Avvikelse från nominell resteffekt	Hög	7,5 m
3.4 Termiska parametrar	Hög	7,5 m
3.5/2 Kapacitet i inkapslingsstation	Låg	7 m
3.6 Förvarslayout	Hög	6,3 m
4.2/2 Lokalisering av djupförvaret	Låg	6,5 m
5.1 Överordnad tidsplanestrategi	Hög	8 m
5.2 Förskjutningar i uppstartningen	Hög	7,5 m

Baserat på SKBs beräkningar väljs avståndsintervallet 6-10 m.

Påverkan sker på kalkylobjekt 23, 24, 25, 26 och 28.

7 RESULTAT AV KOSTNADSBERÄKNINGAR

7.1 Resultat av referenskalkyl

En sammanställning av resultaten av BERGAB/PEABs referenskalkyl redovisas i tabell 7-1.

Tabell 7-1. Sammanställning av beräknade kostnader

	Kalkylobjekt	Nr	Kostnader (kSEK)
Djupförvar yttre anläggningar	Investering	17	691 000
	Drift, reinvestering	18	57 000
Djupförvar industriområde	Lokalisering	19	1 348 000
	Investering	20	951 000
	Drift, reinvestering	21	1 667 000
Djupförvar bränsle I= allmänna utrymmen, II=deponeringstunnlar, deponering (drift)	Rivning	22	92 000
	I-investering (inkl detaljundersökningar)	23	1 884 000
	II-investering	26	916 000
	II-drift + I-reinvestering	27	1 701 000
	I-försegling	24	614 000
	I-rivning	25	31 000
	II-försegling, rivning	28	883 000
Djupförvar annat avfall	I-investering	29	219 000
	Drift, reinvestering	30	184 000
	Försegling, rivning	31	62 000
	Summa:		11 300 000

7.2 Variationer inom PLAN 98

Påverkan av undersökta variationer på totalkostnaderna redovisas i tabell 7-2.

Tabell 7-2. Beräknad påverkan på kostnaderna m h t olika variationer. Numrering i enlighet med Ageskog m fl (1998).

Variation:	Avser:	Kostnadspåverkan:
3.6 låg	Förvarslayout	- 334 000 kSEK
3.6 hög	Förvarslayout	+ 760 000 kSEK
3.7 hög	Deponeringsmetod	+ 740 000 kSEK
3.8 låg	Material och metod för förslutning	- 1 080 000 kSEK
3.8 hög	Material och metod för förslutning	+ 820 000 kSEK
4.2/1 hög	Lokalisering av djupförvaret	+ 1 400 000 kSEK
4.2/2 låg	Lokalisering av djupförvaret	- 919 000 kSEK
4.3 hög	Lokalisering av förvaret för annat långlivat avfall	+ 947 000 kSEK
5.1 låg	Överordnad tidsplanestrategi	Ca ± 0
5.1 hög	Överordnad tidsplanestrategi	+ 580 000 kSEK
5.2 låg	Förskjutningar i uppstart	+ 90 000 kSEK
5.4 hög	Återtagande av kapslar efter Steg 1	+ 6 300 000 kSEK

Som beskrivits i avsnitt 6.1, påverkar en del av variationerna i tabell 7.2 i SKBs PLAN 98-rapporter även kalkylobjekt som ligger utanför ramen för BERGABS uppdrag. Endast variationerna 3.6, 3.8 låg, 4.2/1 och 4.3 är därmed direkt jämförbara.

7.3 Övriga variationer

7.3.1 Olika utföranden av tunneldrivning

Referensfallet har kostnadsberäknats på grundval av konventionell sprängning, där skonsamhetskraven har satts till 30 cm för bedömd skadezon i tak och väggar samt 110 cm i bottnar. I deponeringstunnlarna har dock tillåten skadezon för bottarna sänkts till 50 cm och i lägen för skyddsbarriärer har värdet för tillåten skadezon satts till 10 cm i hela konturen. Dessa skonsamhetskrav bör rimligtvis vara tillfredsställande för det tänkta djupförvaret och är rimliga och kostnadseffektiva i förhållande till dagens kända teknik.

Ett alternativ till konventionell sprängning är drivning med TBM (Tunnelbörningsmaskin) om ovanstående krav på skonsamhet ej anses tillfyllest eller att framtida miljökrav, utsläppskrav eller arbetsmiljöskäl, gör konventionell sprängning omöjlig. Skonsamheten mot kvarstående berg är mycket hög vilket bl a, av SKB vid Äspö HRL, utförda tester har visat.

TBM-tekniken är sedan många år väletablerad i områden med mjuka bergarter där man t o m fräser ut icke cirkulära profiler med hjälp av flera roterande skärhuvuden. I hårda bergarter begränsas dock, med dagens teknik, möjlig profil till cirkulär. Detta

medför att en viss "övervolym" måste tas ut för att nödvändiga minimimått skall erhållas (en deponeringstunnels area ökar från ca 18 till 32 m²). Även maskinens längd, och tröghet vad gäller "kurvtagningsförmågan", gör att designen på förvarsområdet, och dess förvarstunnlar, måste förändras. Detta gäller givetvis också nedfartsramper m m, om man väljer TBM-teknik för hela djupförvarets berguttag. Sammantaget, inklusive behovet av montagehallar etc, ger detta ett betydande "överuttag" av bergmassor med åtföljande ökade mängder av återfyllnadsmassor. Då förvarstunnlarna är relativt korta, blir antalet uppställningar och ometableringar stort. Flexibiliteten, jämfört med ett konventionellt borrhaggat, är klart sämre och medför ökad risk för produktionsstörningar vid oförutsedda bergförhållanden eller haverier.

TBM-tekniken, med för dagen känd teknik, medför alltså både ökade kostnader och ökad tid för utförandet, men är givetvis ett genomförbart alternativ om omständigheterna så kräver.

En kalkyl har gjorts för ett fall där deponeringstunnlarna drivs med TBM. Totalkostnaden blir då ca 900 MSEK högre än för referensfallet.

Ett mellanting mellan konventionell drift, med ovan angivna skadezoner i deponeringstunnlarna, och fullortsborrning, vore att sätta skadezonskravet till 10 cm i hela konturen. Totalkostnaden skulle då bli ca 170 MSEK högre än för referensfallet.

7.3.2 Avbruten process i olika skeden

(a) En avbruten process i olika skeden av lokaliseringen inom en av platsundersökningarna kan innebära att man backar ett eller flera steg och upprepar genomförda undersökningar på en ny plats. Förutsatt att man inte byter kommun innebär detta en kostnadsökning i storleksordningen 80 - 300 MSEK.

(b) En avbruten process efter genomförda detaljundersökningar p g a att man ej erhåller tillstånd för inledande drift kan innebära högst varierande kostnadsökningar beroende på skälet till avslagen tillståndsansökan. Ytterligheten skulle vara ett krav på ett väsentligen ändrat förvarskoncept.

Ett mer sannolikt scenario skulle dock vara ett krav på att det undersökta området behöver utökas för att säkra en tillräckligt stor förvarsvolym med acceptabla egenskaper. Detta innebär då mera undersökningstunnlar och geovetenskapliga undersökningar samt en förskjutning av tidsplanen. Kostnadsökningen kan ligga i storleksordningen 100 – 300 MSEK.

7.3.3 Förvarslayout med två plan

Ett delat förvar i två plan kan bli följden av att man har svårt att hitta en tillräckligt stor sammanlagd deponeringsarea i ett plan. Genomförd kalkyl förutsätter att djupet 500 m bibehålls för den lägre nivån och att den övre deponeringen genomförs 100 m ovanför.

Denna förvarslayout bedöms kunna genomföras utan väsentliga tidsplaneändringar och leder till en kostnadsökning av 140 MSEK.

7.3.4 Olika deponeringstakt

En snabbare deponeringstakt innebär en avkortning av tidsplanen. Den högre kapsleffekten innebär att tunnel- och/eller kapselavstånd måste ökas. Effekterna av minskade personalkostnader överväger dock och sammantaget blir resultatet en viss kostnadsreduktion. För högre deponeringstakt än 250 kapslar per år krävs en fördubbling av sprängningskapacitet samt av deponerings- och förseglingspersonalen. Deponeringen sker växelvis i fyra tunnlar.

En fördubbling av deponeringstakten till 400 kapslar/år medför en förkortad drifttid med 50%. Samtidigt ökar dock kostnaderna för personal under den erforderliga tiden. Sammanlagt innebär detta att vid den högsta deponeringstakten erhålls en reduktion av totalkostnaden med 35 MSEK.

För en lägre deponeringstakt än referensfallets 200 kapslar per år medför den förlängda tidsplanen en kostnadsökning för djupförvaret.

7.3.5 Avstånd mellan deponeringstunnlar

Med ändrade avstånd mellan deponeringstunnlar erhålls påverkan på transporttunnlarnas längd. I kalkylen har förutsatts att även undersökningstunnlarnas längd ändras i motsvarande omfattning. Med ett sådant förenklat antagande blir påverkan på kostnaderna i stort sett linjär. I ett förvar där deponeringen har delats upp i ett antal block med hänsyn till diskontinuiteter av klass D2 och tillhörande respektavstånd, uppstår emellertid kostnadssprång när behov av extra deponeringsblock uppkommer. Eftersom layouten i stort sannolikt ändras med hänsyn till ändrade avstånd mellan deponeringstunnlar, är det svårt att kvantifiera sådana språng. Nedanstående kalkyl bygger förenklat på att man kan anta ett linjärt samband mellan kostnader och avstånd.

Variationen innebär att kostnaden för byggande och förslutning förändras med ca 4,8 MSEK per meter ändring i avstånd. Dessutom tillkommer kostnader för driftorganisationen p g a den förskjutna tidsplanen.

Ytterligheterna 25 m och 50 m leder till en reduktion av referenskalkylens kostnad med 114 MSEK respektive en ökning med 76 MSEK.

7.3.6 Kapselavstånd

Då avståndet mellan kapslar ändras, påverkas också den erforderliga längden deponeringstunnel förutsatt att det totala antalet kapslar är oförändrat. Med varje

meter förändring av kapselavståndet ändras den totala längden deponeringstunnel med ca 3000 m. Med förenklade antaganden om att förvarets storlek kan öka utan hänsyn till diskontinuiteter och respektavstånd erhålls ett linjärt samband mellan kostnader och kapselavstånd. Detta inkluderar även en tidsplaneförskjutning på ca två år för varje meter ändring i kapselavstånd.

Resultatet blir att kostnaderna ökar med ca 325 MSEK per meter ökning av kapselavstånd. Ytterligheten 10 m innebär att kostnaden för djupförvaret ökar med ca 1 300 MSEK i förhållande till referensfallet.

Ett mer realistiskt betraktelsesätt innebär att hänsyn även tas till att förvaret måste spridas till flera ”deponeringsblock” m h t förekomsten av diskontinuiteter. En ökning till 10 m mellan kapslarna betyder, under förutsättning att SKBs layout kan förlängas, att ca 1000 m transporttunnel tillkommer.

Med hänsyn till detta skulle kostnaden vid 10 m avstånd öka med ytterligare 180 MSEK.

8 DISKUSSION

8.1 Jämförelser med PLAN 98

Beräknade kostnader för referenskalkylens olika kalkylobjekt redovisas i tabell 8-1 tillsammans med de kostnader som redovisats av Ageskog m fl (1998).

Tabell 8-1. Jämförelser med kostnader i SKB PLAN 98.

	Kalkylobjekt	Nr	Kostnader (kSEK)	SKBs kostnader (kSEK)
Djupförvar yttre anläggningar	Investering	17	691 000	726 000
	Drift, reinvestering	18	57 000	51 000
Djupförvar industriområde	Lokalisering	19	1 348 000	1 440 000
	Investering	20	951 000	1 710 000
	Drift, reinvestering	21	1 667 000	1 800 000
	Rivning	22	92 000	130 000
Djupförvar bränsle I= allmänna utrymmen, II=deponeringstunnlar, deponering (drift)	I-investering ,inklusive detaljunders.	23	1 884 000	2 043 000
	II-investering	26	916 000	1 062 000
	II-drift + I-reinvestering	27	1 701 000	888 000
	I-försegling	24	614 000	803 000
	I-rivning	25	31 000	42 000
	II-försegling, rivning	28	883 000	630 000
Djupförvar annat avfall	I-investering	29	219 000	364 000
	Drift, reinvestering	30	184 000	48 000
	Försegling, rivning	31	62 000	91 000
	Totalsumma:		11 300 000	11 828 000

Den beräknade totalsumman för djupförvaret är drygt 500 MSEK lägre än den summa som rapporterats av Ageskog m fl (1998) i PLAN 98. Procentuellt sett är dock differensen mindre än 5%, vilket måste betraktas som anmärkningsvärt lite i detta sammanhang.

Om man jämför enskilda kalkylobjekt finner man framförallt stora skillnader när det gäller investeringen för Industriområdet (objekt 20) samt driften för Djupförvar bränsle (objekt 27). Eftersom beskrivningen av Industriområdet är relativt detaljerad och det rör sig om konventionell byggnadsverksamhet, ligger skillnaden sannolikt

inte i mängderna. PEAB har gjort en produktionskalkyl baserad på å-priser från jämförbara byggprojekt. Eventuellt har SKB i sin kalkyl byggt på andra förutsättningar, såsom annan form av upphandling än ett normalt anbudsförfarande eller särskilt påslag med hänsyn till att det rör sig om en anläggning där kärnavfall hanteras.

För kalkylobjekt 27 har PEAB erhållit en avsevärd högre summa än SKB. Detta kan bero på att BERGAB/PEABs tidsplan är längre, vilket för med sig stora kostnader för driftorganisationen. Orsaken kan även ligga i den oklara fördelningen av personalkostnader mellan olika objekt i PLAN 98. Den övergripande organisationsplan som ställts upp (Bilaga B) motsvarar i stora drag den som presenterats av SKB (1993a).

För kalkylobjekten 19 och 23 visar de båda kalkylerna snarlika siffror. Det skall dock noteras att BERGAB/PEAB har förutsatt att komplett platsundersökning utförs inom ett större område än SKB har utgått från och att BERGAB/PEAB även har utökat undermarksanläggningens utbredning. När det gäller geovetenskapliga plats- och detaljundersökningar har SKB ännu ej presenterat något program för hur och i vilken omfattning dessa skall utföras. Det är därför inte klart om BERGAB/PEABs program överensstämmer med de förutsättningar som SKB utgått från i sin kalkyl.

BERGAB/PEABs beräknade kostnader för objekt 19 (Lokalisering) är baserade på ett inom ramen för denna studie framtaget undersökningsprogram. För detta objekt har SKB redovisat en nedbruten kalkyl vilket har möjliggjort en identifiering av vad som skiljer de båda kalkylerna. Det visar sig att av SKB beräknad kostnad för de geovetenskapliga platsundersökningarna är ca 100 MSEK högre för motsvarande storlek på plats, vilket kan grunda sig på att SKB planerar att genomföra andra typer av undersökningar från markytan än de som antagits i BERGAB/PEABs program. I och med att BERGAB ökat storleken på området inom vilket komplett platsundersökning förutsätts utföras, blir istället den av BERGAB beräknade kostnaden ca 120 MSEK högre än SKBs. En ännu större skillnad (ca 200 MSEK) ligger emellertid i kontot "Projektgemensamt" som av SKB har uppgetts innehålla bl a projektgemensamma personalkostnader samt kostnader för att underhålla och förvara teknisk fältutrustning. Detta är kostnader som generellt är svårbedömda för BERGAB/PEAB. Se i övrigt kostnadsfördelningen i Bilaga D.

SKB:s publicerade rapportering av PLAN 98-arbetet redovisar ej i övrigt delkostnader med större detaljeringsgrad än vad som framgår av tabell 8-1 och det är därför svårt att göra säkra bedömningar av i vad skillnaderna ligger.

8.2 ***Kommentarer till undersökta variationer***

Ett antal olika variationers påverkan på totalkostnaden har undersökts inom ramen för uppdraget. Härvid har endast påverkan på kostnaderna för det som definieras som Djupförvaret beaktats. Det skall noteras att flera av de variationer som definierats av SKB i PLAN 98 har stor påverkan på kostnader som ligger utanför Djupförvaret.

Beräknad kostnadspåverkan för undersökta variationer ingående i PLAN 98 ligger i intervallet -1 400 MSEK till +6 900 MSEK. Störst effekt får som väntat ett återtag av kapslar efter Steg 1.

Direkta jämförelser med SKBs PLAN 98 (Ageskog m fl 1998) kan göras för variationerna 3.6 låg och hög, 3.8 låg, 4.2/1 hög och 4.3 hög (se tabell 6-1). För övriga variationer kan jämförelser göras med delsummer redovisade av Ageskog m fl (1998) för enskilda kalkylobjekt.

Beräknad kostnadspåverkan är för flertalet variationer av ungefär samma storlek i de båda kalkylerna. För några av variationerna (3.6, 3.7, 3.8 och 5.1) erhålls dock betydande skillnader. En del av dessa skillnader kan sannolikt härledas till olika antaganden i förutsättningarna. BERGAB/PEAB har i stor utsträckning gjort separata kalkyler baserade på mängder medan SKB gjort procentuella, schablonmässiga avdrag/påslag. Variation 5.1 hög (steg 2 omedelbart efter steg 1) innebär en ökning i kapselavstånd som i BERGAB/PEABs kalkyl medför en avsevärd kostnadsökning (se avsnitt 7.3.6). SKB har räknat med en betydligt lägre kostnad för detta.

En separat variation som undersökts är tunneldrivning med TBM-teknik, vilket med dagens teknik enligt kalkylen skulle betyda en ökad kostnad med 900 MSEK. Förväntad teknikutveckling och en bättre anpassad layout kan emellertid innebära att detta blir ett konkurrenskraftigt och intressant alternativ om höga krav på skonsamhet ställs.

En slutsats som kan dras från variationsstudierna är att totalkostnaden är känslig för ändringar i kapselavstånd. Under förutsättning att det totala antalet kapslar är oförändrat innebär en ökning av kapselavståndet med 1 m att ca 3000 m extra deponeringstunnel krävs, vilket innebär en kostnadsökning i storleksordningen 325 MSEK. Denna effekt slår exempelvis ut effekter av tidsplaneförkortningar vilka i sig innebär minskade kostnader för driftorganisationen.

8.3 Kommentarer till layout, genomförande etc.

Nedan kommenteras i punktform några olika saker som rör djupförvarsprojektets layout och genomförande.

- Placering av reservutgången vid SFL 3 – SFL 5 bör undvikas med hänsyn till att tunnlar fram till schaktet är avsedda som lagringsutrymmen (SFL 4). Detta medför i sin tur en begränsning i framkomligheten till schaktet. I slutfasen kommer passage till schaktet att helt förhindras. Vidare innebär placeringen att personaltransport kommer att ske tillsammans med frånluften, vilken i samband med en olycka kan vara kraftigt förorenad.

En alternativ lösning skulle kunna vara att luftströmmen vänds så att den friska luften blåses ned i schaktet. Detta alternativ förutsätter dock att luftströmmen kan bibehållas nere i tunnlar- luften måste ha fri passage till något av de andra schakten.

Ett annat och säkrare sätt vore att separera schakten genom delning med en betongvägg alternativt utföra två separata schakt.

Samma problematik gäller för reservutgång/frånluftschakt vid SFL 2.

- Ventilationsanläggningen för bergrumsanläggningen förefaller underdimensionerad. Angivna luftflöden är $95 \text{ m}^3/\text{s} = 342\,000 \text{ m}^3/\text{h}$. Denna luftmängd skall räcka för att omsätta luften nere i bergrum, tunnlar och schakt motsvarande en volym av $700\,000 \text{ m}^3$ (total volym $1\,100\,000 \text{ m}^3$ minus förseglad volym i provförvaret samt utsprängd volym för huvudförvaret). Antalet luftomsättningar blir enligt ovan $0,5 \text{ ggr/h}$, vilket skall jämföras med byggnaderna ovan mark som är dimensionerade för en luftomsättning av 3 ggr/h .

Nere i bergrummen kommer under driftperioden att utföras sprängning samt transport av bergmassor, betong, förbrukningsmaterial och återfyllnadsmassor. För borttransport av spräng- och bilavgaser krävs god ventilation.

- Utförda undersökningar på Äspö och därpå grundade modeller för möjlig deponering har visat att även om enbart geometriska respektavstånd till identifierade diskontinuiteter beaktas, är det tillgängliga utrymmet otillräckligt för ett fullstort förvar (Munier m fl 1997). Det bör i detta sammanhang även noteras att de mest intensivt undersökta delarna av Äspö uppvisar det största bortfallet av utrymme för möjlig deponering. Se även sida 5 i Bilaga A.

Om de principer för respektavstånd som diskuteras av Munier m fl (1997) tillämpas fullt ut, behövs sannolikt ett större förvarsområde än vad som antagits i PLAN 98. Likaså behövs av samma anledning detaljerad geovetenskaplig information om en större bergvolym än vad som redovisas i SKB FUD 95. BERGAB/PEABs referensfall grundar sig på dessa slutsatser.

Det skall i detta sammanhang betonas att SKB ännu ej presenterat hur funktionsklassificeringen av diskontinuiteter skall genomföras eller specificerat vilka respektavstånd som skall gälla för djupförvarets olika delar. BERGAB/PEABs bedömningar baserar sig enligt SKBs anvisningar på den information som finns tillgänglig i Almén m fl (1996) och Munier m fl (1997).

- Den tidsplan som BERGAB/PEABs kalkyl bygger på (se bilaga C) visar att deponering steg 1 påbörjas betydligt senare än vad som förutsätts i PLAN 98. Anledningen är att byggandet av rampen och centralområdets bergutrymmen tillsammans med genomförandet av detaljundersökningarna tar längre tid än vad som redovisas i PLAN 98. Genomförandet kan enligt BERGAB/PEABs uppfattning med nuvarande layout inte påskyndas mer än marginellt.

9 SLUTSATSER

BERGAB/PEABs slutsats av genomförd studie är att kostnadsuppskattningen för referensfallet överensstämmer relativt väl med den kostnad som redovisas av SKB i PLAN 98. Enligt BERGAB/PEABs bedömning skulle det vara möjligt att lokalisera, uppföra och driva ett djupförvar för använt kärnbränsle inom ramen för den totalkostnad som SKB presenterat.

Det skall dock noteras att BERGAB/PEABs referensfall innebär ett utökat platsundersökningsområde jämfört med det som förutsatts av SKB. Likaså är både transporttunnlar och deponeringstunnlar förlängda i BERGAB/PEABs referensfall. BERGAB/PEABs ansats baserar sig delvis på de erfarenheter som redovisats av Munier m fl (1997) gällande utförda layoutstudier för Aberg (Äspö), Beberg (Finnsjön) och Ceberg (Gideå). I synnerhet erfarenheterna från Äspö efter utförda ”detaljundersökningar” visar att tillgängligt utrymme för deponering är otillräckligt, även med hänsyn tagen enbart till geometriska respektavstånd. Enligt SKBs planer skall dessutom t ex hydrauliska och seismiska respektavstånd beaktas.

Vid samma mängder och samma tidsplaner som använts av SKB skulle av BERGAB/PEAB beräknad totalkostnad varit lägre än SKBs.

Genomförd granskning av PLAN 98 och dess underlagsrapporter har visat att det i flera fall är mycket svårt att av redovisade beskrivningar utläsa vad som ingår i enskilda kalkylobjekt. Brister i beskrivningarna innebär i vissa fall att det är oklart om BERGAB/PEABs kalkyl och SKBs kalkyl är utförda med samma förutsättningar vad gäller t ex prissättning av definierade mängder. Detta måste beaktas vid värderingen av erhållna skillnader mellan enskilda kalkylobjekt.

Det finns enligt BERGAB /PEABs uppfattning en stor risk att området inom vilket detaljundersökningar utförs måste utökas väsentligt för att säkerställa erforderligt deponeringsutrymme. Kostnader för en sådan utökning både vad gäller undersökningskostnader och rena byggkostnader kan uppgå till åtskilliga hundra miljoner.

Enligt BERGAB/PEABs tidsplan påbörjas deponering steg 1 betydligt senare än vad som antagits i PLAN 98. Båda dessa tidsplaner utgår från att lokaliseringstillstånd erhålls 2008-07-01. Enligt BERGAB/PEABs uppfattning är det mycket svårt att med nuvarande principiella layout för djupförvaret hinna med att bygga alla nödvändiga undermarksdelar och genomföra erforderliga detaljundersökningar till det år (2015) som förutsatts i referensfallet i PLAN 98.

10 REFERENSER OCH ÖVRIG LITTERATUR

Ageskog, L, Holmberg, P-A, Westman, M & Wikström, M, 1998. Redovisning av kostnadsberäkningarna för PLAN 98. SKB Utveckling U-98-05.

Almén, K-E, Stanfors, R & Svemar, C, 1996. Nomenklatur och klassificering av geologiska strukturer vid platsundersökningar för SKBs djupförvar. SKB Djupförvar Projekt rapport PR D-96-029.

Andersson, J, Almén, K-E, Ericsson, L O, Fredriksson, A, Karlsson, F, Stanfors, R & Ström, A, 1996. Parametrar av betydelse att bestämma vid geovetenskaplig platsundersökning. SKB rapport R-97-03.

Forsgren, E, Lange, F & Larsson, H, 1996. SFL 3-5. Layoutstudie. SKB Djupförvar Arbetsrapport AR D-96-016.

Jansson, L, Nicklasson, A, Jendenius, H, Idoff, M, Lindblom, K, Bjerke, E & Jansson, P, 1997. Projekt JADE. Metod- & Maskinbeskrivning av utrustning för deponering av kapsel i vertikalt deponeringshål. SKB Djupförvar Arbetsrapport AR D-97-29.

Munier, R, Sandstedt, H & Niland, L, 1997. Förslag till principiella utformningar av förvar enligt KBS-3 för Aberg, Beberg och Ceberg. SKB rapport R-97-09.

SKB, 1992a. FUD-program 92. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring.

SKB, 1992b. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Lokalisering av ett djupförvar. Underlagsrapport till FUD-program 92.

SKB, 1993a. Anläggningsbeskrivning. Nedfart endast via schakt. SKB Djupförvar Arbetsrapport AR 44-93-003.

SKB, 1993b. Anläggningsbeskrivning. Nedfart via spiralramp. SKB Djupförvar Arbetsrapport AR 44-93-004.

SKB, 1993c. Anläggningsbeskrivning. Nedfart via rak ramp. SKB Djupförvar Arbetsrapport AR 44-93-005.

SKB, 1994. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Komplettering till 1992 års program sammanställd med anledning av regeringsbeslut 1993-12-16.

SKB, 1995a. FUD-program 95. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring.

SKB, 1995b. Översiktsstudie 95. Lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle.

SKB, 1997. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. PLAN 97.

SKI, 1993. SKIs utvärdering av SKBs FUD-program 92. Sammanfattning och slutsatser. SKI Teknisk Rapport 93:13.

SKI, 1996a. SKIs utvärdering av SKBs FUD-program 95. Sammanfattning och slutsatser. SKI Rapport 96:49.

SKI, 1996b. SKI SITE-94. Deep Repository Performance Assessment Project. SKI Report 96:36, Volumes I-II.

Westman, M, 1998. Sammanställning av PLAN 97 - Förutsättningar och resultat. PM Anläggning 98/03, SKB

BILAGA A

Geovetenskapliga plats- och detaljundersökningar

Geovetenskapliga plats- och detaljundersökningar

A1 Platsundersökningar - allmänt

SKB avser att genomföra platsundersökningar inom två av de kommuner där förstudier genomförts. Dessa båda platsundersökningar avses bedrivas parallellt med ett halvårs förskjutning. Kostnaderna för platsundersökningarna ingår i kalkylobjekt 19 (se tabell 4-1).

Prövningen av SKBs förslag till plats och utformning av djupförvaret görs när SKB ansöker om att få genomföra detaljundersökningar. Det beslutsunderlag som tas fram för respektive plats baseras på följande aktiviteter:

- Geovetenskapliga undersökningar
- Projektering av djupförvaret
- Funktions- och säkerhetsanalyser
- Utredningar av samhällsfrågor samt mark- och miljöfrågor
- Miljökonsekvensbeskrivning (MKB)

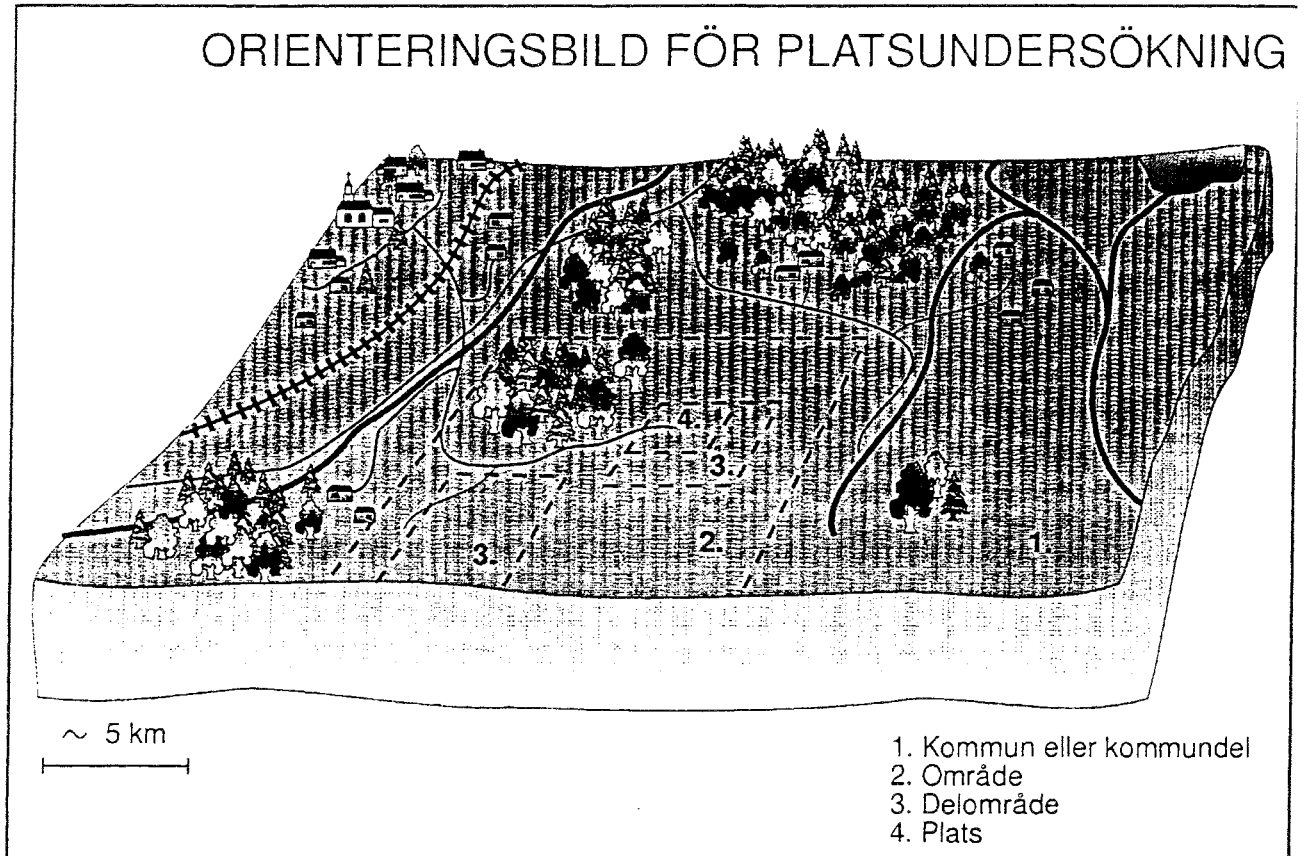
Arbetet med lokaliseringen av djupförvaret förutsätts genomföras stegvis i enlighet med vad som beskrivs i SKB FUD 95 (SKB 1995a).

Platsundersökningarna skall ge en bred geovetenskaplig förståelse av platsen och dess regionala omgivning. De syftar också till att ta fram geovetenskapliga data för en platsanpassad utformning av djupförvaret och en analys av djupförvarets långsiktiga säkerhet. Anläggningsprojektering och säkerhetsanalyser genomförs parallellt med undersökningarna. Förutsatt att undersökningarna i varje steg visar på lämpliga förhållanden fullföljs programmet fram till komplett underlag för en tillståndsansökan.

Platsundersökningarna förutsätts genomföras i två huvudsteg; inledande och komplett platsundersökning. I det inledande steget är syftet att verifiera förstudiens bedömning av ett områdes förutsättningar och att närmare identifiera till vilken del av området som undersökningarna skall koncentreras.

Följande geografiska begrepp används i SKB (1995a) (se figur A-1):

- 1) Kommun eller kommundel- väljs ut baserat på genomförda förstudier
- 2) Område – del av 1) av storleksordningen 100 km²
- 3) Delområde – del av 2) av storleksordningen 25 km²
- 4) Plats – del av 3) av storleksordningen 5 km²



Figur A-1. Principiell redovisning av använda geografiska begrepp i genomförandet av platsundersökningar (SKB 1995a).

SKB håller på att ta fram slutliga planer för hur plats- och detaljundersökningar skall genomföras. Som ett led i detta arbete har Almén m fl (1996) presenterat riktlinjer för nomenklatur och klassificering av geologiska strukturer.

I rapportens inledning anges att sprickor och sprickansamlingar i form av sprickzoner, mineralogiskt omvandlade zoner, bergartsgångar och gränser/kontakter mellan bergarter med olika egenskaper måste beaktas särskilt vid lokalisering och utformning av ett djupförvar. De utgör potentiella instabilitetsplan, grundvattenledare och/eller transportvägar för nuklider, och påverkar därför såväl lokalisering, layout och byggande som djupförvarets långsiktiga funktion och radiologiska säkerhet.

Mot bakgrund av hur SKB avser genomföra platsundersökningar med geovetenskaplig karakterisering och platsutvärdering föreslås i Almén m fl (1996) följande nomenklaturregler vid arbete för SKB:s djupförvar:

- Begreppet "diskontinuitet" används som en gemensam benämning för geologiska strukturer med mekanisk hållfasthetsnedsättning, dvs sprickor, sprickansamlingar och övriga svaghetszoner.

- Vid den geovetenskapliga karakteriseringen används geovetenskaplig nomenklatur, dvs diskontinuiteter betecknas som regionala eller lokala diskontinuiteter, sprickor eller andra diskontinuitetselement, baserat främst på geometriska grunder. Diskontinuiteternas egenskaper beskrivs med hjälp av geovetenskapliga parametrar.

- Vid platsutvärderingen, dvs vid inplacering och analys av djupförvarets funktion på den undersökta platsen, klassas diskontinuiteterna liksom andra i detta sammanhang relevanta strukturer efter deras samlade betydelse för djupförvarets funktion "(Funktion inbegriper således i detta sammanhang såväl layoutrelaterade aspekter som långsiktig radiologisk säkerhet)".

Vid den geovetenskapliga karakteriseringen av potentiella platser för SKB:s djupförvar görs enligt rapporten omfattande undersökningar av berggrunden för att bestämma de egenskaper som är relevanta för ett djupförvar. Berggrundens diskontinuiteter lokaliseras (identifieras) främst med hjälp av geologiska och geofysiska metoder och dess egenskaper beskrivs med hjälp av ett antal uppmätta eller på annat sätt bestämda parametrar, såsom bl a:

- geometriska parametrar (längd, vidd/bredd, orientering m m)
- geologiska parametrar (bergart, mineral, m m)
- hydrologiska parametrar (hydrauliska data, m m)
- hydrokemiska parametrar (kemidata, sprickmineral m m)
- bergmekaniska parametrar (bergspänningar, hållfasthet, m m)

En förteckning över samtliga geovetenskapliga parametrar som ska beskrivas redovisas i Andersson m fl (1996).

I Almén m fl (1996) beskrivs funktionsklassificering av diskontinuiteter:

"Baserat på den geovetenskapliga karakteriseringen analyseras och utvärderas platsens lämplighet för ett djupförvar. Alternativa layouter för djupförvaret analyseras med avseende på byggaspekter och användning under drift, men framförallt med avseende på långsiktig funktion och radiologisk säkerhet. En funktionsbeskrivning (modell) av berget med inlagt djupförvar upprättas varvid bergets olika delar, inte minst diskontinuiteterna, och i förekommande fall andra geologiska strukturer, klassas (benämns) och beskrivs med avseende på deras funktion för djupförvaret. Denna platsutvärdering är en process som delvis görs parallellt med och i interaktion med pågående platsundersökningar...

...Funktionsklassningen av diskontinuiteter och övriga geologiska strukturer kommer inte att göras strikt ingenjörsmässigt utan genom en

samlad utvärdering och bedömning av diskontinuiteternas egenskaper (nu gällande och i framtiden möjliga). Metodiken och de huvudsakliga bedömningsgrunderna för klassificeringen bör dock fastläggas, ett arbete som kvarstår att göra."

Ett förslag har tagits fram till klassificering av diskontinuiteter i fyra klasser, baserade på diskontinuiteternas funktion för ett djupförvar för använt bränsle. Under pågående platsundersökning kan klassningen av en diskontinuitet revideras i takt med att den geovetenskapliga informationen om densamma ökar.

Diskontinuitet av funktionsklass D1 (*diskontinuitet som påverkar förvarets läge*)

Tillåts ej förekomma inom förvarsvolymen. Framträder ofta som lineament med mils utbredning. Respektavstånd krävs mellan förvaret och diskontinuiteter av funktionsklass D1. Passage med tunnel kan oftast ej ske utan insats av speciella byggnadstekniska åtgärder.

Diskontinuitet av funktionsklass D2 (*diskontinuitet som påverkar förvarets huvudlayout*)

Tillåts ej passeras av deponeringsutrymmen. Tillåts dock vara avgränsande mellan förvarets olika huvuddelar eller deponeringsområden. Passage med tunnel kan ibland kräva speciella byggnadstekniska åtgärder.

Diskontinuitet av funktionsklass D3 (*diskontinuitet som påverkar layout av deponeringstunnlar och deponeringspositioner*)

Tillåts förekomma inom förvarsdelar och passeras av såväl tunnlar som deponeringsutrymmen. Respektavstånd krävs till deponeringsposition. Utgörs oftast av mindre diskontinuiteter, men även enstaka sprickor (t ex kraftigt vattenledande med stor utbredning) kan uppvisa egenskaper som motiverar tillhörighet till denna klass. Passage kräver vanligen endast extra byggnadstekniska åtgärder i form av injektering och ytförstärkning.

Diskontinuitet av funktionsklass D4 (*diskontinuitet som ej påverkar layouten*)

Tillåts korsa deponeringsposition och påverkar inte förvarets utnyttjandegrad. - Består vanligen av enskilda sprickor eller förskiffringsplan vars huvudorienteringar dock kan påverka t ex val av förvarets tunnelriktningar. Endast i undantagsfall krävs extra byggnadstekniska åtgärder.

Av ovanstående framgår att till grund för layout läggs i första hand diskontinuiteter av klass D1 och D2 med tillhörande respektavstånd men även diskontinuiteter av klass D3. Vilka respektavstånd som skall tillämpas har ännu ej specificerats av SKB.

Munier m fl (1997) har i en studie inom ramen för SR97 tillämpat respektavstånd och klassificerat diskontinuiteter i enlighet med de förslag som presenterats av Almén m fl (1996). Begreppet respektavstånd definieras här som ”det avstånd ifrån en geologisk struktur där deponering av kapslar bedöms kunna ske med hänsyn tagen till en viss ännu icke definierad risk. Respektavståndet är bl a en funktion av strukturens, eller den omgivande bergmassans, kemiska, hydrauliska, geometriska och tektoniska egenskaper.”

I den av Munier m fl genomförda studien har begreppet respektavstånd klassificerats i olika typer; bl a geometriskt, hydrauliskt, kinematiskt respektive seismiskt respektavstånd. Det dimensionerande respektavståndet föreslås sedan väljas baserat på en sammanvägning av de olika respektavstånden. Den tillämpning av metoden som Munier m fl gör för Aberg, Beberg och Ceberg innehåller dock enbart *geometriska respektavstånd*, vilka valts till 0 m för D3, 50 m för D2 och 100 m för D1. Ett geometriskt respektavstånd tar hänsyn till att en sprickzon undulerar i tre dimensioner. Detta avstånd är därmed det minsta avstånd från en tolkad diskontinuitet där deponering bedöms kunna ske utan att kapseln riskerar att hamna *inom* zonen. Emellertid skriver Munier m fl att ett *seismiskt respektavstånd* för en diskontinuitet av klass D1 skulle kunna vara av storleksordningen hundratals meter upp till någon kilometer. För ett verkligt fall skulle det *dimensionerande respektavståndet* för D2 och D3 kunna vara 100 m respektive 50 m.

Den slutsats som främst kan dras från ovanstående layoutstudie är att de aktuella undersökningsområdenas storlek är otillräckliga med hänsyn till de krav som ställs. Diskontinuiteter av klass D1 har tillåtits inom förvarsvolymerna trots att dessa definitionsmässigt ej får förekomma. Tillämpning av funktionsklassificeringen på det sätt som SKB föreslagit skulle innebära att den tillgängliga bergvolymen i Aberg är otillräcklig för att rymma ett fullstort förvar och att förvaren skulle behöva delas på två plan i Beberg och Ceberg. Det skall i detta sammanhang vidare noteras att Munier m fl (1997) visar att de mest intensivt undersökta delarna av undersökningsområdena uppvisar det största bortfallet av utrymme för möjlig deponering. En betydligt mindre undersökningsinsats har utförts i Beberg och Ceberg, varför det finns skäl att tro att man ytterligare skulle reducera möjligheterna att rymma ett förvar om de geovetenskapliga undersökningarna utökas till den omfattning som gäller för Aberg.

A.2 BERGABs program för platsundersökningar

För att kunna göra en kostnadsberäkning för platsundersökningar har BERGAB inom ramen för uppdraget lagt upp ett översiktligt program för geovetenskapliga platsundersökningar i enlighet med de principer som redovisas av SKB (1995a).

I tabell A-1 till A-3 redovisas vilken typ av undersökningar som har förutsatts utföras inom de olika undersökningsskalorna enligt figur A-1.

Tabell A-1. Geovetenskapliga undersökningar / instrumentering inom "Område".

Undersökning
Reflektionsseismik
Halvregional resistivitet
Gravimetri
Seismiskt nät
Geologisk kartering
Hydrogeologi och hydrogeokemi
Analys, jord, berg, vatten

Tabell A-2. Geovetenskapliga undersökningar / instrumentering inom "Delområde".

Undersökning
VLF
Slingram
Magnetometri
Refraktionsseismik
Resistivitet
Geologisk kartering
Hammarborrning, 600 m djupa hål
- Manschettering (multipacker, mätsystem)
Hammarborrning, 200 m djupa hål
- Manschettering (enkelpacker, mätsystem)
Hydraulisk karakterisering (enhålstester, loggning, spinner)
Provtagning och analyser, vattenkemi o geokemi
Piezometermätningar
Borrhålsloggning
- Standard (densitet, susceptibilitet, naturlig gamma, resistivitet, caliper)
- BIPS
- Radar, riktad antenn
- VSP

Tabell A-3. Geovetenskapliga undersökningar / instrumentering inom "Plats".

Undersökning
Refraktonsseismik
Resistivitet
Geologisk kartering
Hammarborrning, 200 m djupa hål inkl geokemi
- Manschettering (enkelpacker, mätsystem)
- Hydraulisk karakterisering (enhålstester, loggning, spinner, vattenprover)
Kärnborrning (teleskop), 1000 m, 600 m, 300 m, 200 m, olika antal
- Manschettering
- Hydraulisk karakterisering (manschetttester, pumptester, loggning, spinner, vattenprover)
Hydrauliska interferenstester, vattenprover
Spårämnesförsök, LPT
Utspädningssond
Hydraulisk karakterisering av jordlager (sonderingar, filterbrunnar, tester)
Ytavrinning, klimat, nederbörd, ytvattendrag
Kompletterande hammarborrning utanför plats, 500 m resp. 200 m djup
- Hydraulisk karakterisering HBH
Borrhålsloggning
- Standard (densitet, susceptibilitet, naturlig gamma, resistivitet, caliper)
- BIPS
- Radar, riktad antenn
- VSP
Bergspänningsmätningar, hydraulisk uppspräckning till 1000 m
, överborrning
Labtester, kärna
- bergmekanik (enaxiellt, triaxiellt, Brasilien, dynamiska param, skjuvegenskaper sprickor)
- termiska parametrar
- retentionsegenskaper

En bedömning av erforderligt antal tester av olika slag i olika skalor har gjorts baserat på de krav som ställs i den successiva beslutsprocessen. Detta har gjorts med utgångspunkt från geovetenskapliga parameterbeskrivningar (Andersson m fl 1996), SKBs FUD-program (SKB 1995a), SKBs Äspö-rapporter (exv Rhén m fl 1997) samt SKIs rekommendationer. Utgångspunkten för att ta fram programmet har dock framförallt varit att erhålla ett tillräckligt underlag för en kostnadsbedömning. Ytterligare eller alternativa undersökningsmetoder än de som listas i tabellerna ovan kan komma att krävas vid kommande platsundersökningar. För att täcka in kostnader för dessa har ett tillägg för ospecificerade undersökningar gjorts i kostnadskalkylen.

A.3 Detaljundersökningar

A.3.1 Allmänt

Enligt SKB (1993b) startar detaljundersökningen när en plats valts, myndighetsgranskning genomförts och nödvändiga tillstånd erhållits. Arbetet

innebär att man tar sig ned till anläggningens huvudnivå, cirka 500 m under markytan. På denna nivå genomförs erforderliga bergtekniska och geovetenskapliga undersökningar för respektive förvarsområde.

Detaljundersökningarna innebär enligt Kap. 9.3.2 i FUD-Program 92 (SKB, 1992a) att man bygger tunnel och/eller schakt ner till den del av berget där man tänker bygga djupförvaret. Under tunnel/schakt-bygget och nere på förvarsdjupet detaljkaraktiseras berget enligt metoder och program som utvecklas och provas i Äspölaboratoriet. Målet för detaljundersökningen är att

- slutligt bekräfta platsens lämplighet för ett djupförvar
- ge underlag för en detaljerad layout
- ge underlag för ansökan om att få bygga ett djupförvar för demonstrationsdeponering

A.3.2 Detaljundersökningsmetodik

Enligt SKB (1992a) Kap. 12.7.3 "Fastställande av detaljundersökningsmetodik", syftar detaljundersökningar för ett djupförvar av använt kärnbränsle till att

- bekräfta att en lämplig förvarsvolym finns tillgänglig
- ge tillräckligt underlag för den säkerhetsanalys som behövs för att erhålla tillstånd för utbyggnad av ett slutförvar
- ge underlag för platsanpassning av tillfart till förvaret
- ge preliminärt underlag för hur utbyggnad av förvaret skall ske
- ge data så att förvaringssystemet kan optimeras med hänsyn till tekniska barriärer och geometrisk utformning
- karakterisera området mellan förvar och utströmningsområde i erforderlig omfattning så att ett mycket gott underlag kan presenteras till lokaliseringsansökan.

Vidare anges att den geometriska utformningen av djupförvaret kommer att påverka förvarets utbyggnad och säkerhet. Filosofin för förvarsutbyggnad är att successivt anpassa förvarets geometriska utformning, så att bergets dåliga partier undviks. Vad som avses är en metodik för successiv karakterisering och successiv utformning ("design as you go").

BERGABs bedömning är att det är svårt att tillämpa beskrivet arbetssätt med tanke på att detaljundersökningarna enligt ovan skall ligga till grund för säkerhetsanalys, tillstånd och bekräftelse på att det finns en förvarsvolym tillgänglig. Det räcker dessutom inte att enbart undvika "bergets dåliga partier". Vad som måste undvikas bestäms också av respektavstånd. Den enda acceptabla

och rimliga "design as you go" som kan tillämpas torde vara att olämpliga kapselpositioner successivt förkastas. Förvarslayouten i stort kan rimligen inte utformas med metodiken "design as you go". Detta borde även gälla deponeringstunnlar inom olika delar av förvaret.

I SKIs utvärdering av SKB FUD-Program 92 (SKI, 1993) framhåller SKI att påbörjade detaljundersökningar innebär en stor låsning till platsen. Eftersom detaljundersökningarna bl a ska bekräfta att det finns en lämplig förvarsvolym tillgänglig innebär detta att undersökningarna måste vara så omfattande (även till utsträckning) och så inriktade på de av bergets egenskapsparametrar som ligger till grund för säkerhetsanalysen att resultaten kan ligga till grund för en ansökan om att få bygga ett djupförvar för demonstrationsdeponering.

En viktig fråga i sammanhanget är vilka krav på prognossäkerhet som skall ställas.

A.3.3 Genomförande av detaljundersökning

I SKB FUD-Program 92, Kompletterande redovisning, (SKB, 1994) diskuteras etappen detaljundersökning i ett antal punkter av vilka ett urval anges nedan:

- Dessa arbeten syftar till att undersöka berget på en plats i detalj genom tunneldrivning och eller schaktsänkning och därigenom slutligt fastställa om platsen är lämplig eller ej.
- Samtidigt genomförs fortsatt projektering av djupförvaret och av erforderlig utrustning för detta.
- Detaljundersökningen ger underlag för att sammanställa en detaljerad platsspecifik säkerhetsanalys. Denna omfattar i första hand förvarets långsiktiga säkerhet men även en preliminär redovisning av den operativa säkerheten. Den ger underlag för en ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen (KTL) att bygga första steget av ett djupförvar.
- Arbetet innebär om man är framgångsrik att platsen för djupförvaret bestäms. Arbetena innebär också viss bindning till utförande av ett framtida djupförvar speciellt vad gäller förläggningsdjup - man torde i varje fall inte välja ett väsentligt mindre djup för förvaret på den valda platsen än för den anläggning som etableras under detaljundersökningen.
- Utförandet av detaljundersökningen är också till viss del beroende av djupförvaret man har i åtanke. Målet för utformning är dock att anpassa djupförvaret allteftersom mer data kommer fram så att man når ett optimalt utnyttjande av det valda berget.
- Arbetenas omfattning beror på förhållandena på den specifika platsen. Karaktären på verksamheten överensstämmer i stort med de arbeten som utförts vid Äspölaboratoriet åren 1990 - 1994.

I SKB (1994) anges i Kap. 5.2.2 "Utbyggnadsetapper" att detaljundersökningen omfattar följande utbyggnadsaktiviteter vad avser detaljundersökning under jord:

- Bygge (tillredning) av ramp samt transport- och undersökningstunnlar på förvarsnivå
- Bygge av eventuellt någon tunnel i varje planerat deponeringsområde
- Installation av servicesystem (ventilation, el, dränage, tele, belysning etc) samt byggnation av erforderliga utrymmen för dessa system

Vidare anges att under etappen genomförs (förutom de nämnda byggnadsaktiviteterna) omfattande undersökningar av berggrunden i det tilltänkta förvarsområdet. Dessa undersökningar ger underlag för detaljerade analyser av förvarets säkerhet och funktion och för fortsatt detaljplanering av utbyggnaden.

A.3.4 Omfattning av detaljundersökning

SKB har ännu ej presenterat något program för hur detaljundersökningarna skall bedrivas med hänsyn till resultaten från platsundersökningarna eller redovisat vilka undersökningar som avses utföras och i vilken omfattning detta skall ske. Enligt uppgift från SKI är ett platsundersökningsprogram under utarbetande på SKB.

I en underlagsrapport till PLAN 97 (Westman 1998) har SKB presenterat en tänkt detaljundersökningsinsats i form av undersökningstunnlar. I syfte att illustrera en sektionering av förvaret med hänsyn till diskontinuiteter har fiktiva sprickzoner lagts in med ett avstånd av 700 m. Av de lämnade uppgifterna och visade respektavstånd kan sprickzonerna tolkas som diskontinuiteter av funktionsklass D2.

Det valda sprickzonsmönstret och det stora avståndet mellan sprickzonerna gör det lätt att upprätta en layout över förvaret. BERGAB anser emellertid att med ett mer normalt sprickzonsmönster och mindre sprickzonsavstånd krävs en betydligt större förvarsvolym samtidigt som det torde vara betydligt svårare att upprätta en funktionell layout. Vidare framgår att planerad undersökningstunnel till provförvaret knappt når fram till planerat förvar. Det torde därför vara mycket svårt att med hjälp av denna tunnel och borrhål med rimlig längd bekräfta att tillräcklig volym med erforderliga bergegenskaper för ett provförvar föreligger.

På samma sätt är undersökningsinsatsen för huvudförvaret för använt bränsle liksom för förvaret för övrigt långlivat avfall så begränsad i förhållande till planerad deponeringslayout att en tillräckligt stor bergvolym ej säkerställs.

De diskontinuiteter som omger och begränsar förvarets olika delar avses ej, enligt den av SKB redovisade layouten, undersökas med hjälp av tunnlar. Som förklaring till layouten för detaljundersökningsskedet har angetts (Ageskog, pers. meddelande) att undersökningstunnlar drivs i sådan omfattning att hela

förvarsområdet med god marginal kan nås med borrhål ej överstigande 500 m i längd. Någon metodik för validering av prognoser baserade på långa borrhål på anläggningsnivå har emellertid ännu ej redovisats av SKB.

BERGABs bedömning är att redovisad metodik och omfattning av detaljundersökningar ej räcker för att bekräfta att lämplig förvarsvolym finns tillgänglig. Rimligen måste höga krav på validering av prediktioner av sprickzoner såväl utanför det egentliga förvarsområdet som inom detsamma ställas. Detta kan ej åstadkommas med redovisade lägen för undersökningstunnlar. Med hänsyn till att ett större förvarsutrymme än vad som redovisas i den ”ideala” layouten sannolikt kommer att krävas, behöver undersökningstunnlar utföras i större omfattning än vad som här redovisats.

A.4 BERGABs program för detaljundersökningar

För att kunna göra en kostnadsbedömning har BERGAB inom ramen för uppdraget lagt upp ett översiktligt program för geovetenskapliga och bergtekniska detaljundersökningar. I tabell A-4 redovisas vilken typ av undersökningar som förutsätts komma att utföras. En bedömning av erforderligt antal tester och undersökningar av olika slag har gjorts baserat på de krav på information som ställs i enlighet med avsnitt A.3.1 och A.3.2 och de slutsatser som presenteras i SKBs Äspö-rapporter.

Syftet har enbart varit att ta fram ett underlag för kostnadsbedömning, vilket innebär att andra undersökningar än de som prissatts kan komma att bli aktuella i samband med att SKB tar fram sitt program för detaljundersökningar. För att täcka in kostnader för sådana undersökningar har ett tillägg för ospecificerade undersökningar gjorts i kostnadskalkylen.

Tabell A-4. Geovetenskapliga / bergtekniska detaljundersökningar.

Undersökning
Undersökningstunnlar
Styrd kärnborrning inkl mätning
Borrhålsradar
BIPS
Hydraulisk karakterisering , kärnborrhål
Manschettering, 5 manschetter per hål
Interferenstester
Spårämnesförsök
Utspädningssond
Vattenprovtagning och analyser
Geokemi / petrofysik / retentionsegenskaper
Mikrobiologi
Bergspänningsmätningar, överborrning
Bergmekaniska labtester
Bergmekaniska deformationsmätningar
Akustisk emission / inducerad seismicitet
Seismisk tomografi
Observationer från ytan under detaljundersökningsskedet
Instrumentering av undermarksdelar

BILAGA B

Organisationsplan, djupförvarsprojektet

SKI ORGANISATION BEMANNING-DJUPFÖRVAR

Funktion	Verksamhet	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5
ADMINISTRATION						
Chef	Ledning, Samordning, Planering, Utveckling, Kompetens, Ekonomi		2	1	1	2
Personal	Rekrytering, Utbildning, Personalvård, Hälsovård		5			5
Ekonomi	Budget, Redovisning, Fakturabehandling, Projektekonomi		5	2	2	5
Inköp	Anbudsförfrågningar, Leveranskontrakt, Köpe avtal		2		1	2
Kontorsservice	Televäxel, ADB-service, Repro, Arkiv, Bibliotek, Kontorsmaterial		10	1	1	10
Bevakning	Områdesskydd, Räddningstjänst, Behörighetstillstånd		25	5	5	25
Fastighetservice	Servicetransporter, Fastighetsunderhåll, Vägunderhåll, Städning		8	1	1	12
Restauration	För egen personal, entreprenörer, besökare		5		5	5
	SUMMA PERSONER	0	62	10	16	66
DRIFT						
Chef	Ledning, Samordning, Planering, Ekonomi, Utveckling, Resurs		2			2
Driftledning	Ledning, Samordning, Planering, Avfallsdokumentation, Strålskydd		4	1	1	5
	Kontrollrumsfunktion, Arbetstillstånd, Dosimetri					
Deponering	Förberedelsearbeten, Kontroller, Deponeringsarbeten, Återfyllnad		15			15
Transporter	Hamn: Drift och förvaltning, lossning/lastning/underhåll		10			14
	Järnväg: Trafik					
	Djupförvar: Lossning och mellanlagring av avfall, bentonit och sand					
	Transporter av: Avfallskapslar och övrigt avfall från mellanlager till deponeringstunnlar					
	Bentonitblock, Bentonitblandning för försegling					
	Byggnadsmaterial, maskindelar, förbrukningsmaterial osv					
Beredning	Tillverkning av bentonitblock, Blandning av bentonit/bergkross, Förrådshållning		10			10
Service under jord	Förebyggande underhåll, Reparationer på fasta installationer och maskiner		4			8
	SUMMA PERSONER	0	45	1	1	54

SKI ORGANISATION BEMANNING-DJUPFÖRVAR

Funktion	Verksamhet	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5
TEKNIK/UNDERHÅLL						
Chef	Ledning, Samordning verkstad, Planering, Utveckling, Kompetens, Resurs		2	1	1	2
	Om- och tillbyggnader					
Anl.dokumentation	Byggnader, System, Maskiner, Komponenter		3		3	3
Systemtekniker	Konstruktion av Mek, El, Hydraulik, Pneumatik, Elektronik		6		4	8
Verkstäder	Mekarbeten för grövre stålkonstruktioner, Svets och smide, El och Elektronik		6	1	4	8
Förråd	Spedition, Mottagningskontroll, Intern distribution, Förrådshållning		2	1	2	2
Montage	Montage i egen regi, Montagekontroll, Provdrift av entreprenörsarbete		2		2	4
Underhåll	Hissar och traverser		2	1	2	4
	SUMMA PERSONER	0	23	4	18	31
GEOVETENSKAP						
Chef	Ledning, Samordning, Planering, Utveckling, Ekonomi, Resurs, Kompetens	2	2		2	2
Bergdokumentation	Geotekniska data, CAD-dokumentation	4	4		4	4
Geologi	Kartering, Utvärdering, Bedömning	2	2		2	2
Bergmekanik	Sprickmätning, Hållfasthetsmätningar, Utvärdering, Bedömning	2	2		2	2
Hydrologi	Mätningar flöden, Kemisk sammansättning, Provtagning	2	2		2	2
Kemi	Provtagning, Kemiska analyser, Utvärdering, Bedömning	1	1		1	1
Geofysik	Mätning, Utvärdering, Bedömning	2	2		2	2
Gruvmätning	Mätningar, Kartritning, Inmätningar	2	2		2	2
Borrkärnehantering	Borrkärneförvaring, Provberedning	2	2		2	2
Geoinstrument	Instrumentservice, instrumentförvaring	2	2		2	2
	SUMMA PERSONER	21	21	0	21	21

SKI ORGANISATION BEMANNING-DJUPFÖRVAR

Funktion	Verksamhet	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5
KVALITET						
QA	Försäkringar	1	1		1	1
QC	Kvalitetskontroll	1	1		1	1
Arbetarskydd	Ansvarar för arbetarskyddet	1	1		1	1
Miljö	Ansvarar för miljön	1	1		1	1
	SUMMA PERSONER	4	4	0	4	4
INFORMATION						
Utställning	Visning av informationsmaterial		1		1	1
Besöksplanering	Inbokningar av besökande		1		1	1
Guidning	Visning av anläggningen		1		1	1
Kontakter	Information till myndigheter och media		1		1	1
	SUMMA PERSONER	0	4	0	4	4
Period 1	Utförande av nedfartsramp samt undersökningstunnlar. Personalkostnad ingår i respektive å-priser.					
Period 2	Slutförande av undersökningar. Personalanskaffning för provdeponering. Provdeponering					
Period 3	Deponeringstid för utvärdering av lagringsmetod					
Period 4	Utbyggnad för slutligt förvar av utbränt kärnbränsle och annat avfall					
Period 5	Fortsatt utbyggnad av deponeringsutrymmen. Slutlig förvaring, försegling. Avveckling					

BILAGA C

**Tidsplan, djupförvarsprojektet
(BERGAB / PEABs referensfall)**

BILAGA D

Kostnadsredovisning

SKI
SAMMANSTÄLLNING KOSTNADER

	Kkr
YTTRE ANLÄGGNINGAR	
17 INVESTERINGAR	
Hamnanläggning	119 800
Järnväg	200 000
Landsväg	120 000
130 KV ledning	8 000
Ospecificerat	67 170
Entreprenörarvode	61 796
Konsulttjänster	51 497
Byggledning o kontroll	62 826
Summa	691 090
18 DRIFT OCH REINVESTERING	
Underhåll	10 000
Reservdelar	5 000
Energi	2 000
Driftpersonal	40 000
Summa	57 000
INDUSTRIOMRÅDE	
19 LOKALISERING	
Projektgemensamt	212 000
Förstudier	36 000
Teknikstudier och utformning	124 000
Platsundersökningar	877 000
Säkerhetsanalyser	71 000
Myndighetshandlingar	28 000
Summa	1 348 000
20 INVESTERING	
<u>Lokalisering etapp 2</u>	
Markarbeten	56 450
Provisoriska byggnader	3 950
<u>Byggskede 1</u>	
Markarbeten	63 325
Byggnader	198 965
El o Tele i mark	9 000
Traverser	6 300
Fläktar	3 200
Hissar och skippar	61 000
Utrustning för järnvägstrafik	95 500
Fordon	14 790
Specialfordon	96 000
<u>Byggskede 2</u>	
Markarbeten	7 500
Ospecificerat	92 397
Entreprenörarvode	85 005
Konsulttjänster	70 838
Byggledning o kontroll	86 422
Summa	950 642

SKI
SAMMANSTÄLLNING KOSTNADER

		Kkr

SKI
SAMMANSTÄLLNING KOSTNADER

	Kkr
21 DRIFT OCH REINVESTERING	
Underhåll fastigheter	240 000
Underhåll yttre områden	80 000
Renhållning	40 000
Energiförbrukning	100 000
Förbrukningsmaterial	160 000
Drivmedel	50 000
Reservdelar	80 000
Reinvestering maskiner	100 000
Reinvestering fordon	400 000
Driftpersonal	169 000
Driftpersonal förlängd tidplan	31 000
Ospecificerat	217 500
Summa	1 667 500
22 RIVNING	
10% av invest.kostn byggnader mm	60 000
Ospecificerat	9 000
Entreprenörarvode	8 280
Konsulttjänster	6 900
Byggledning o kontroll	8 418
Summa	92 598
DJUPFÖRVAR BRÄNSLE	
23 INVESTERING 1	
<u>Lokalisering etapp 2</u>	
Ramp	163 637
Central område	22 605
Ventilationsschakt	16 871
Serviceschakt	21 762
Bränsleförvar	42 840
<u>Byggskede 1</u>	
Ramp	4 278
Skipschakt	33 930
Bergficka	4 900
Centralområde	27 965
Förvaring bränsle	98 536
<u>Inbyggnader</u>	
Personalhall	690
Verkstadshall	808
Förråd	810
Ventilationsbyggnad	3 763
Eibyggnad 1	4 293
Dräneringshall	9 326
Omlastning	4 008
Utlastning	495
Sektionsväggar	1 656
Deponeringsmaskin	45 000
Elinstallationer	30 000
Fläktar	15 000
Detaljundersökningar inkl tunnlar	622 000
Längre transporttunnlar	45 300
Ospecificerat	183 071
Entreprenörarvode	168 425
Konsulttjänster	140 354

SKI
SAMMANSTÄLLNING KOSTNADER

	Kkr
Byggledning o kontroll	171 232
Summa	1 883 556
24 FÖRSEGLING 1	
Tunnlar	116 411
Centralområde	209 988
Längre transporttunnlar	71 631
Ospecificerat	59 705
Entreprenörarvode	54 928
Konsulttjänster	45 773
Byggledning o kontroll	55 844
Summa	614 280
25 RIVNING 1	
15% av invest.kostn.	20 200
Ospecificerat	3 030
Entreprenörarvode	2 788
Konsulttjänster	2 323
Byggledning o kontroll	2 834
Summa	31 175
26 INVESTERING 2	
Förvar bränsle	556 632
Frånluftschakt	9 316
Längre deponeringstunnlar	27 480
Ospecificerat	89 014
Entreprenörarvode	81 893
Konsulttjänster	68 244
Byggledning o kontroll	83 258
Summa	915 837
27 DRIFT OCH REINVESTERING	
Underhåll	20 000
Energiförbrukning	175 000
Kompakterad bentonit	150 000
Driftpersonal	805 000
Driftpersonal, förlängd tidplan	329 000
Ospecificerat	221 850
Summa	1 700 850

SKI
SAMMANSTÄLLNING KOSTNADER

	Kkr
28 FÖRSEGLING OCH RIVNING	
Tunnlar	529 230
Schakt	2 240
Längre deponeringstunnlar	34 800
Rivning byggkonstruktioner	6 000
Ospecificerat	85 841
Entreprenörarvode	78 973
Konsulttjänster	65 811
Byggledning o kontroll	80 289
Summa	883 184
DJUPFÖRVAR ANNAT AVFALL	
29 INVESTERING	
Gemensamtunnel+SFL 4	46 193
SFL 3	35 961
SFL 5	35 961
Frånluftschakt	8 668
Elbyggnad 2	2 840
Undersökningstunnlar	12 240
Ospecificerat	21 279
Entreprenörarvode	19 577
Konsulttjänster	16 314
Byggledning o kontroll	19 903
Summa	218 937
30 DRIFT OCH REINVESTERING	
Betongfyllning	10 000
Underhåll	5 000
Driftpersonal	108 300
Driftpersonal, förlängd tidplan	36 500
Ospecificerat	23 970
Summa	183 770
31 FÖRSEGLING OCH RIVNING	
Gemensam tunnel+SFL 4	10 456
SFL 3+SFL5	22 294
Frånluftschakt	2 240
Rivning byggkonstruktioner	5 000
Ospecificerat	5 999
Entreprenörarvode	5 519
Konsulttjänster	4 599

SKI
SAMMANSTÄLLNING KOSTNADER

	Kkr
Byggledning o kontroll	5 611
Summa	61 717
Totalsumma	11 300 135

www.ski.se

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION
Swedish Nuclear Power Inspectorate

POST/POSTAL ADDRESS SE-106 58 Stockholm

BESÖK/OFFICE Klarabergsviadukten 90

TELEFON/TELEPHONE +46 (0)8 698 84 00

TELEFAX +46 (0)8 661 90 86

E-POST/E-MAIL ski@ski.se

WEBBPLATS/WEB SITE www.ski.se