

**R-06-09**

# **Prioritering av utformningsalternativ för eventuellt slutförvar i Forsmark**

Svensk Kärnbränslehantering AB

September 2006

**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Swedish Nuclear Fuel  
and Waste Management Co  
Box 5864

SE-102 40 Stockholm Sweden

Tel 08-459 84 00

+46 8 459 84 00

Fax 08-661 57 19

+46 8 661 57 19



ISSN 1402-3091

SKB Rapport R-06-09

# **Prioritering av utformningsalternativ för eventuellt slutförvar i Forsmark**

Svensk Kärnbränslehantering AB

September 2006

*Nyckelord:* Slutförvar, Forsmark, Projektering, Driftområde.

En pdf-version av rapporten kan laddas ner från [www.skb.se](http://www.skb.se)

# Förord

Baserat på resultaten från platsundersökningen i Forsmark utarbetas en platsanpassad utformning av ett eventuellt slutförvar för använt kärnbränsle. Arbetet har hittills omfattat två alternativa förslag på systemutformning, dvs lägen för slutförvarets markförlagda anläggningar och lösningar för kommunikationen mellan dessa anläggningar och själva förvaret.

Inför fortsättningen har SKB prioriterat ett av dessa alternativ. Denna rapport redovisar och motiverar den prioritering som gjorts. Som bakgrund rekapituleras även de tidigare steg i arbetet som lett fram till de två alternativ som hittills bearbetats parallellt. För informationens skull ges också en översiktlig beskrivning av den preliminära layout för förvarets berganläggningar som tagits fram på basis av resultaten från den inledande delen av platsundersökningen.

Svensk Kärnbränslehantering AB

Olle Olsson

Chef Platsundersökningar

# Sammanfattning

Parallellt med platsundersökningen för ett eventuellt slutförvar i Forsmark sker ett projekteringsarbete för att ta fram en platsanpassad utformning av förvaret. Projekteringen är uppdelad i två huvudskeden, benämnda D1 respektive D2. Arbetet i skede D1 bygger på data från den inledande delen av platsundersökningen och ska resultera i preliminära utformningsförslag för förvaret. Skede D2 genomförs i platsundersökningens slutfas och ska bland annat producera en utformning som kan utgöra underlag för en eventuell ansökan för ett slutförvar i Forsmark.

Skede D1 är nu slutfört, med följande huvudresultat:

- En preliminär utformning av ett förvar på 400 meters djup i den nordvästra delen av det område som platsundersökningen inledningsvis omfattade.
- Två alternativa förslag på systemutformning, dvs lägen för slutförvarets markförlagda anläggningar inom industriområdet, och lösningar för kommunikationen mellan dessa och förvaret.

De alternativa förslagen för systemutformning benämns ”Infarten” respektive ”SFR”. Viktiga egenskaper som särskiljer alternativen sammanfattas i tabellen nedan.

Efter en jämförande värdering av förslagen har SKB valt att prioritera Infarten som huvudalternativ för den fortsatta planeringen av slutförvaret.

Det avgörande skälet för denna prioritering är principlösningen för tillträdesvägar till förvaret, som i fallet Infarten innefattar både ramp och skipschakt. SFR-alternativet medger inget skipschakt. Under driftskedet ger tillgången till ett skipschakt för transporter av utsprängt berg och återfyllnadsmaterial högre driftsäkerhet och effektivitet, jämfört med om dessa transporter måste ske via rampen. Under byggskedet ger schaktet fördelar i form av kortare byggtid och därmed kostnadsbesparingar.

Dessa fördelar är generella och inte en konsekvens av förhållandena specifikt i Forsmark. Det finns emellertid även plats specifika faktorer som talar för Infarten. En är att utrymme för hantering och temporär lagring av bergmassor kan ordnas i direkt anslutning till driftområdet. En annan att all verksamhet kan samlas till ett driftområde.

Alternativ	Driftområden ovan mark	Tillträdesvägar till förvaret
”Infarten”	Verksamheten samlad till ett driftområde förlagt vid det nuvarande barackområdet, öster om infartsvägen till Forsmark.	Ramp med nedfart på driftområdet. Schakt för upptransport av bergmassor (skipschakt) till driftområdet. Hissförsatt schakt för persontransporter mellan driftområdet och förvaret. Ett antal schakt för ventilation av förvaret.
”SFR”	Verksamheten fördelad på två driftområden, ett större intill den befintliga SFR-anläggningen och ett mindre vid barackområdet.	Ramp med nedfart från driftområdet vid SFR. Hissförsatt schakt för persontransporter mellan driftområdet vid barackområdet och förvaret. Ett antal schakt för ventilation av förvaret.



SKB:s prioritering av utformningsalternativ för ett slutförvar i Forsmark grundar sig alltså i första hand på faktorer kopplade till effektivitet och rationalitet i genomförandet av slutförvarsprojektet. Miljöfaktorer spelar en jämförelsevis underordnad roll i värderingen, beroende på att skillnaderna i miljöpåverkan mellan alternativen är begränsade och huvudsakligen berör den lokala omgivningen inom industriområdet. Förvarets långsiktiga säkerhet bedöms inte vara en alternativskiljande faktor. Skälen är att förvarslayouten är densamma för båda alternativen, samt att skillnaderna i tillträdesvägarnas antal och konfiguration inte bedöms påverka möjligheterna att uppfylla säkerhetskraven.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	9
<b>2</b>	<b>Resultat från förstudien</b>	11
<b>3</b>	<b>Resultat från inledande platsundersökning och projektering skede D1</b>	17
3.1	Översikt	17
3.2	Berganläggningar	20
3.2.1	Förläggningsdjup	20
3.2.2	Tillgänglig area för förvaret	21
3.2.3	Kapacitet och utrymmesbehov	22
3.2.4	Centralområde	23
3.2.5	Deponeringstunnlar	23
3.3	Drifanläggningar och tillträdesvägar	23
3.3.1	Alternativ Infarten	23
3.3.2	Alternativ SFR	26
3.3.3	Upplag för bergmassor	31
<b>4</b>	<b>Jämförande värdering av alternativen</b>	33
4.1	Översikt	33
4.2	Långsiktig säkerhet	33
4.2.1	Förvar	33
4.2.2	Tillträdesvägar	34
4.2.3	Slutsatser	34
4.3	Effektivitet i bygge och drift	34
4.3.1	Bygge	34
4.3.2	Drift	35
4.3.3	Slutsatser	37
4.4	Påverkan på miljön	37
4.4.1	Markbehov	38
4.4.2	Naturvärden	38
4.4.3	Kulturvärden	38
4.4.4	Buller	38
4.4.5	Utsläpp till luft	39
4.4.6	Grundvatten	39
4.4.7	Slutsatser	40
<b>5</b>	<b>Prioritering</b>	41
<b>6</b>	<b>Referenser</b>	43

# 1 Inledning

Den inledande delen av platsundersökningen i Forsmark avslutades hösten 2004. Med de då tillgängliga resultaten som grund gjordes en avstämning mot tidigare redovisade, grundläggande krav som måste kunna visas vara uppfyllda för att en plats ska vara av intresse för slutförvaret för använt kärnbränsle. Slutsatsen blev att platsen, såvitt kunde bedömas, uppfyllde kraven och att fortsatta undersökningar därmed var motiverade. Avstämningen gav också underlag för den strategi och det program för fortsättningen som togs fram /SKB 2004/. Programmet har sedan dess reviderats med avseende på tidpunkter för resultatavstämningar, placering av borrhål m m, men målen och strategin ligger fast.

Parallellt med de fortsatta undersökningarna på plats har arbetet med att utvärdera resultaten och projektera ett slutförvar för lokaliseringsalternativet Forsmark drivits vidare. Centrala delresultat från detta arbete är:

- En preliminär men heltäckande beskrivning av platsen, ”Preliminary site description. Forsmark area – version 1.2” /SKB 2005a/.
- Preliminär layout och konstruktion av förvarets berganläggningar, ”Underground design Forsmark, layout D1” /Brantberger et al. 2006/.
- En samlad beskrivning av förvarets anläggningar ovan och under mark, ”Preliminär anläggningsbeskrivning layout D” /SKB 2006/.
- En preliminär utvärdering av den långsiktiga säkerheten för ett slutförvar i Forsmark, ”Preliminary safety evaluation for the Forsmark area” /SKB 2005b/.

I takt med att underlag blivit tillgängligt har också utredningar av omgivningspåverkan av ett slutförvar initierats. Frågor som utretts inkluderar påverkan på naturmiljö /Ignell et al. 2006/, kulturmiljö och landskap /Lundqvist 2005/ samt buller från bygge, drift och transporter /Zetterling 2006/.

Det projekteringsarbete som utförts hittills (skede D1 enligt SKB:s nomenklatur) har i korthet resulterat i:

- En preliminär utformning av ett förvar på 400 meters djup i den nordvästra delen av det område som platsundersökningen inledningsvis omfattade.
- Två alternativa förslag på systemutformning, dvs lösningar för slutförvarets markförlagda anläggningar och kommunikationen mellan dessa och förvaret. Alternativen benämns fortsättningsvis ”Infarten” respektive ”SFR”.

Kommande skede i projekteringsarbetet (benämnt skede D2) ska bland annat producera en utformning av slutförvaret som kan utgöra underlag för en eventuell ansökan. Inför detta skede har SKB valt att prioritera ett av de två alternativ som hittills utretts parallellt.

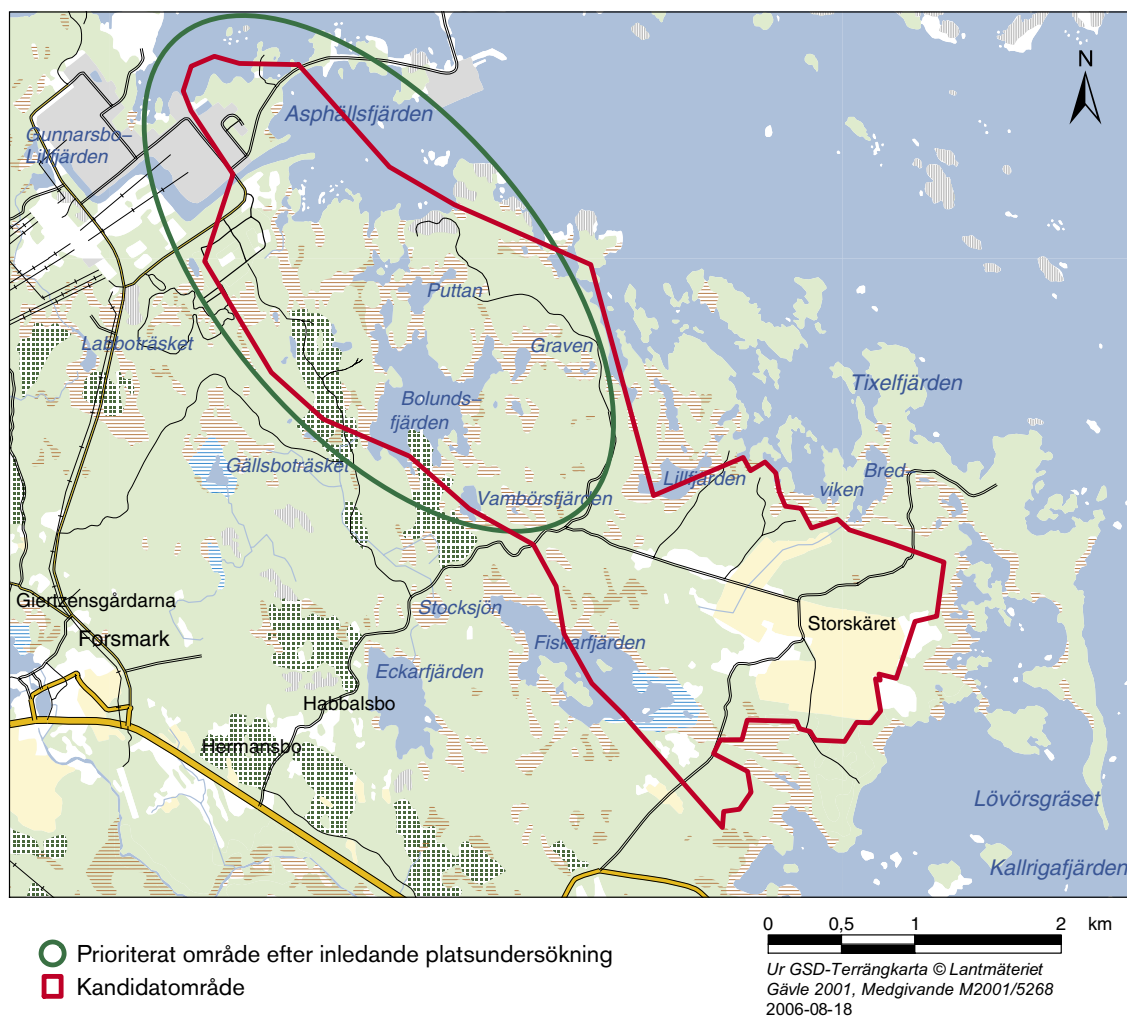
Syftet med denna rapport är att redovisa och motivera den prioritering som gjorts. I kapitel 2 rekapituleras som bakgrund de tidiga stegen i planeringen för ett eventuellt slutförvar i Forsmark, fram till starten av den ännu pågående platsundersökningen. Kapitel 3 sammanfattar resultaten från den projektering som gjorts i skede D1. Kapitel 4 redovisar en jämförande värdering av utformningsalternativen ”Infarten” och ”SFR”, som grund för den prioritering som presenteras i kapitel 5.

## 2 Resultat från förstudien

Forsmark som möjligt lokaliseringsalternativ för slutförvaret bygger på tillgången till:

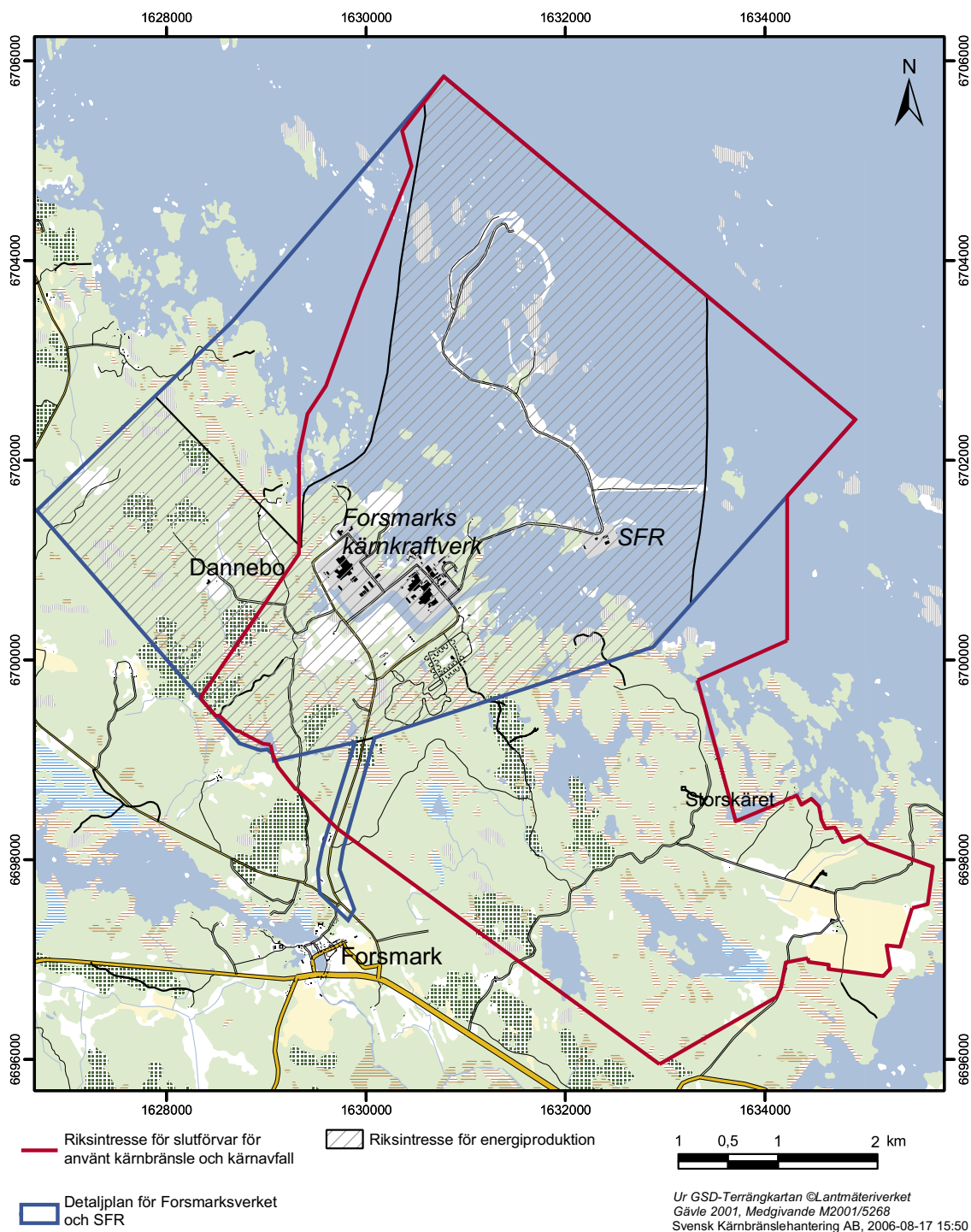
- ett område med berggrund som bedöms lämplig för själva förvaret,
- hamnen vid SFR,
- kärnteknisk industri i form av kärnkraftverket och SFR,
- industrimark för de markförlagda anläggningar som krävs.

Den berggrund som är intressant finns inom en linsformad volym som sträcker mot sydost från kärnkraftverket, under Bolundsfjärden och ner mot Storskäret. Som ett resultat av förstudien av Östhammars kommun prioriterades ett ca 10 kvadratkilometer stort område – det så kallade kandidatområdet – som primärt intressant för fortsatta undersökningar /SKB 2000a/, se figur 2-1. Bakgrund och motiv för denna prioritering har redovisats i många sammanhang, däribland i beslutsunderlaget för valet av platser för platsundersökningar /SKB 2000b/.

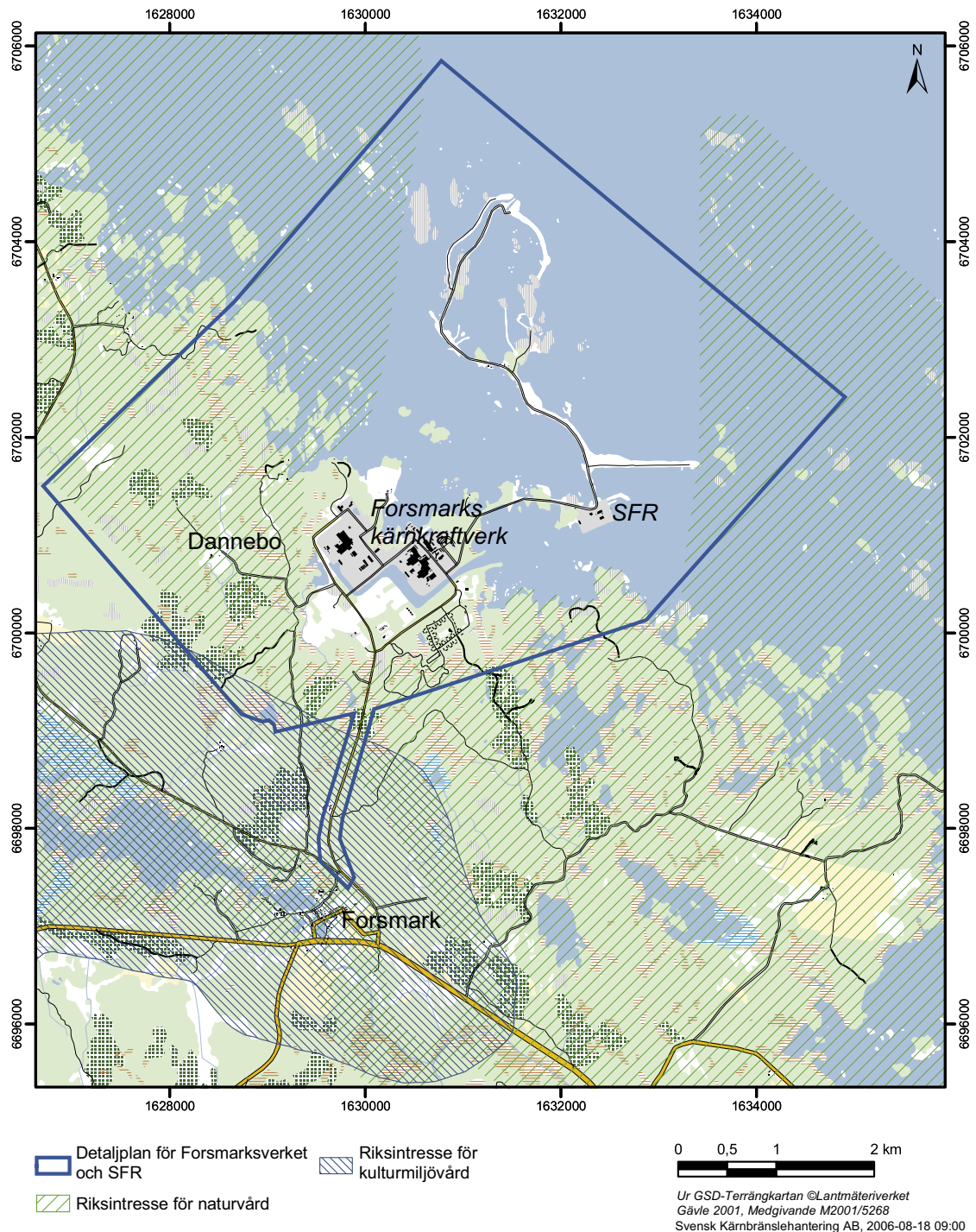


**Figur 2-1.** Kandidatområdet och det mindre område som prioriterades efter den inledande platsundersökningen.

Den nära tillgången till berggrund av intresse för förvaret öppnar för en utformning där anläggningar och verksamhet ovan mark kan inrymmas på det befintliga industriområdet. En sådan lösning ger viktiga fördelar ur miljösynpunkt och möjliggör samordning med kärnkraftverket och SFR. Kartorna i figur 2-2 och 2-3 visar industriområdets och omgivningens förutsättningar vad gäller planförhållanden och särskilda skyddsintressen. Landdelen av det detaljplanlagda området omfattar ca 1 200 hektar. Betydande delar är obebyggd mark, särskilt mot väster och längs den södra gränsen. Delar av industriområdet har status av riksintresse för naturvård. Med undantag för den västra delen omfattas industriområdet av riksintresse för slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall, enligt beslut av SKI i december 2004.



Figur 2-2. Detaljplan och riksintressen i Forsmark.



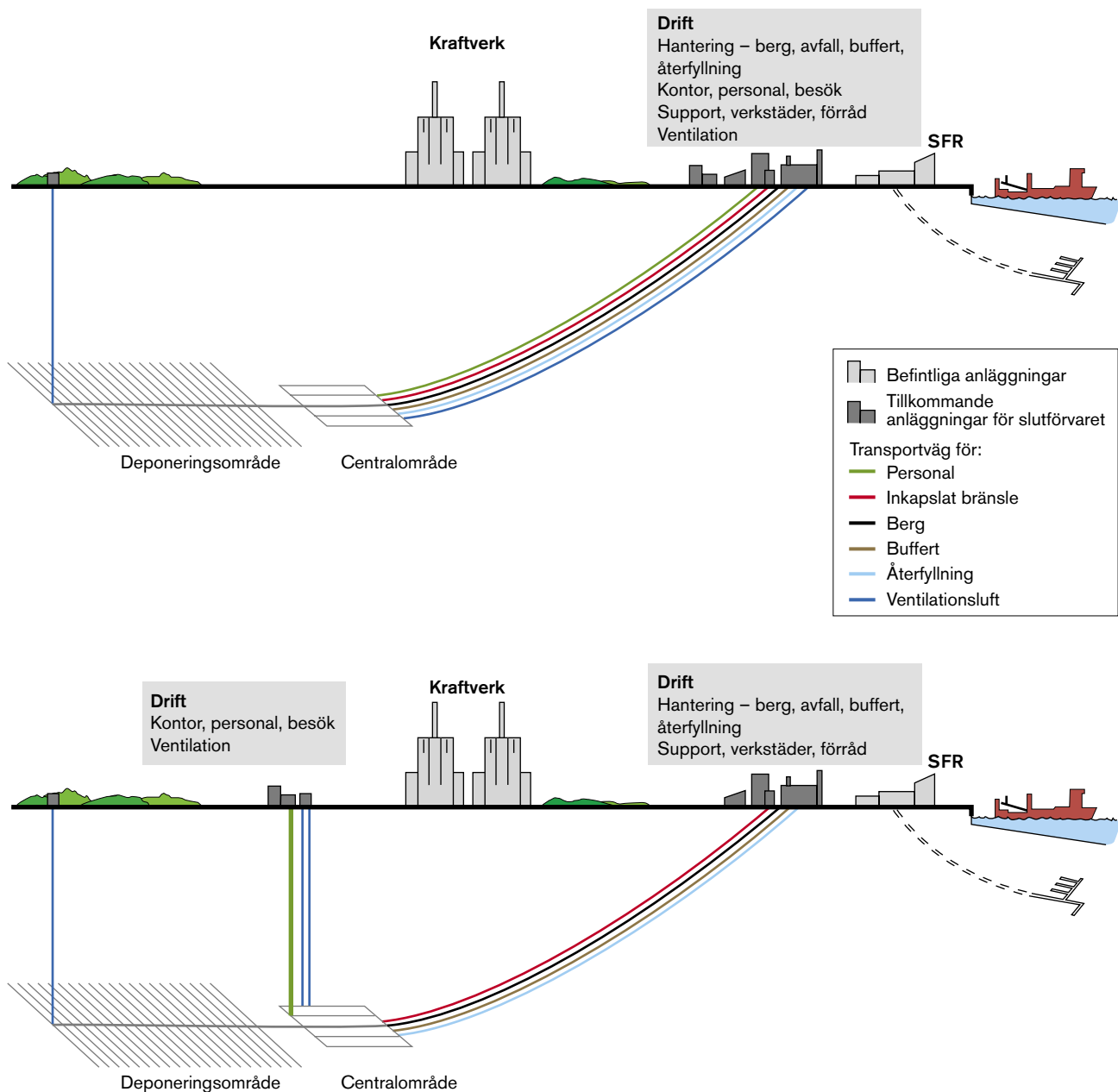
**Figur 2-3.** Detaljplan och riksintressen i Forsmark.

Utifrån dessa förutsättningar har olika utformningar och anläggningslägen för ett slutförvar skisserats. De första förslagen utarbetades under förstudien, och byggde på de systemutformningar som illustreras schematiskt i figur 2-4. Enligt den variant som visas överst i figuren etableras ett driftområde för slutförvaret i direkt anslutning till det befintliga vid SFR-anläggningen. Därifrån leder en tunnelförbindelse (ramp) ner till förvaret. Funktionsmässigt innebär denna utformning att:

- All verksamhet ovan mark samlas till det nya driftområdet vid SFR.
- Alla transporter mellan detta driftområde och förvaret (personal, besökare, inkapslat bränsle, material för buffert och återfyllning, bergmassor) sker via ramp.

Schakt används enligt detta förslag endast för ventilation (frånluft) av anläggningen. För att komma ifrån begränsningen med tillträde till förvaret enbart via ramp utarbetades ett alternativ med två driftområden enligt den nedre delen i figur 2-4. Även i detta fall etableras ett driftområde med rampnedfart vid SFR, där den ”tunga” verksamheten samlas. Ett andra, mindre driftområde förläggs ovanför förvaret. Där placeras kontor, personalutrymmen och vissa servicefunktioner. Från det mindre driftområdet leder schakt för persontransporter, ventilation och annan teknisk försörjning, ner till förvaret. Denna utformning innebär att:

- Alla transporter av inkapslat bränsle, material för buffert och återfyllning, bergmassor och annat tungt gods sker via ramp.
- Persontransporter sker huvudsakligen via hissförsett schakt.



Figur 2-4. Systemutformningar som skisserades under förstudien /SKB 2000a/.

De uppenbara fördelarna med att förlägga slutförvarets driftområde och tunnelnedfart i anslutning till SFR var samordningsmöjligheterna mellan anläggningarna och att behovet av landtransporter av inkapslat bränsle, efter lossning i SFR:s hamn, bortföll. Till nackdelarna hörde det begränsade utrymmet. Utfyllnader av vattenområden skulle krävas för att tillskapa erforderlig yta för driftområdet och inget utrymme finns för att lägga upp några större mängder uppfraktade sprängmassor.

Som ett andrahandsalternativ studerades en utformning som byggde på samma principlösningar, men med driftområdet istället placerat väster om kärnkraftverket. Området benämns Dannebo, se figur 2-2, och ligger i anslutning till strömriktarstationen för Fennoskankabeln. Här finns tillräckligt med obebyggd industrimark för både slutförvarets driftområde och erforderliga bergupplag. I korthet saknade detta alternativ en del av SFR-lägets nackdelar i form av begränsade ytor m m, men även dess fördelar i form av närhet till hamn och samordningsmöjligheter. Ett särskilt frågetecken gällde tillgången till marken, eftersom det skisserade läget för driftområde och bergupplag vid Dannebo inkräktar på ett större område som enligt gällande detaljplan är avsett för framtida energiproduktion och energiteknisk verksamhet. Med hänvisning till att ett slutförvar kunde begränsa möjligheterna att nyttja området för dessa ändamål uttryckte Östhammars kommun tveksamhet till förslaget.



## 3 Resultat från inledande platsundersökning och projektering skede D1

### 3.1 Översikt

Inför platsundersökningen i Forsmark redovisade SKB en utformning enligt SFR-alternativet, se figur 2-4, som en startpunkt för fortsatt projektering /SKB 2000b/. Samtidigt som undersökningarna inleddes gjordes en förnyad genomgång av möjliga lägen för anläggningar inom industriområdet. Ett resultat blev att ytterligare ett möjligt läge för ett driftområde för slutförvaret identifierades som intressant för vidare studier. Det utpekade läget var ett område på industriområdets södra del, öster om infartsvägen till Forsmark. Delar upptas idag av baracker för tillfälligt boende (barackbyn).

Det som starkt talade för ett driftområde i detta läge var en kombination av utvecklingsarbete avseende förvarets systemutformning och tidiga resultat från platsundersökningen. Jämförande analyser på generisk grund av olika funktionslösningar för tillträdesvägar till förvaret (olika kombinationer av schakt och ramp) /SKB 2003/ pekade på klara fördelar för en utformning med:

- Ett schakt för uppföring av bergmassor (skipschakt) och nedtransport av återfyllningsmaterial.
- Ett separat, hissförsett schakt för persontransporter.
- Ramp för nedtransport av inkapslat bränsle och övriga tunga transporter.

Denna funktionslösning prioriterades som generell referensutformning, dock med tillägget att platsspecifika faktorer kan föranleda andra varianter.

Referensutformningen förutsätter att anläggningar ovan mark kan placeras rakt ovanför förvarets centralområde, eftersom vertikala schakt svarar för huvuddelen av kommunikationen mellan anläggningarna. Ett lämpligt läge för ett driftområde måste alltså finnas som i vertikalled sammanfaller med lämpliga bergförhållanden på förvarsnivå. I Forsmark sträcker sig det område där berggrunden inför platsundersökningen bedömdes som lämplig från sydost in under delar av industriområdet. Resultaten från de första borrhningarna och andra tidiga data från platsundersökningen styrkte denna bedömning.

Detta öppnade för en lösning enligt den eftersträvade referensutformningen, under förutsättning att driftområdet kunde placeras på lämplig del av industriområdet. Barackområdet öster om infartsvägen ligger ”rätt” i förhållande till vad som var känt om berggrunden och ger goda förutsättningar med avseende på infrastruktur och kommunikationer. Marken är delvis outnyttjad, dock utgör den befintliga barackbyn en komplikation. En förutsättning för att området ska kunna tas i anspråk för slutförvaret är att barackerna kan avvecklas och ersättas med nya anläggningar på annan plats. I samråd med Forsmarks Kraftgrupp AB, som äger marken och alla befintliga anläggningar, bedömdes detta vara fullt genomförbart. För närvarande pågår en förstudie för att ta fram förslag på en ny förläggning.

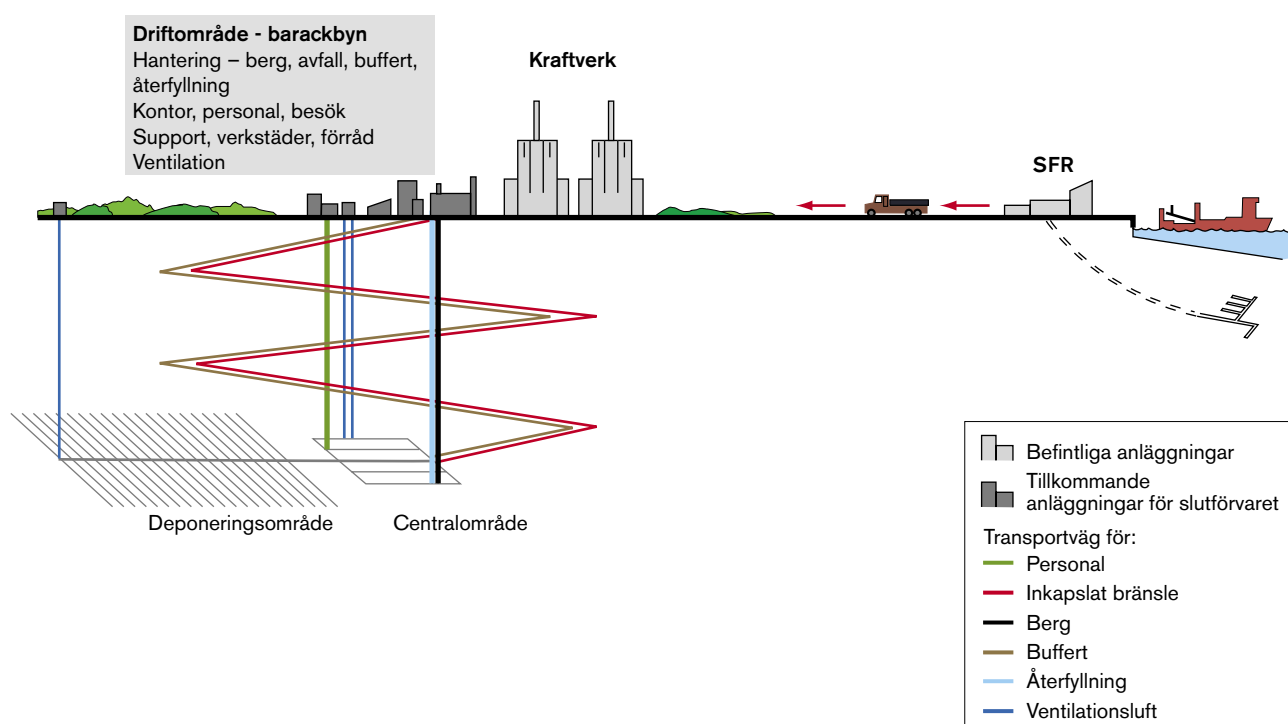
Mot denna bakgrund har projekteringen under skede D1 koncentrerats på:

- Alternativ Infarten: Enligt den generella referensutformningen och med de markförlagda anläggningar som krävs för driften av slutförvaret samlade till ett driftområde vid den nuvarande barackbyn.
- En vidareutveckling av SFR-alternativet: Verksamheten fördelad på två driftområden, ett större i anslutning till SFR och ett mindre vid barackbyn.

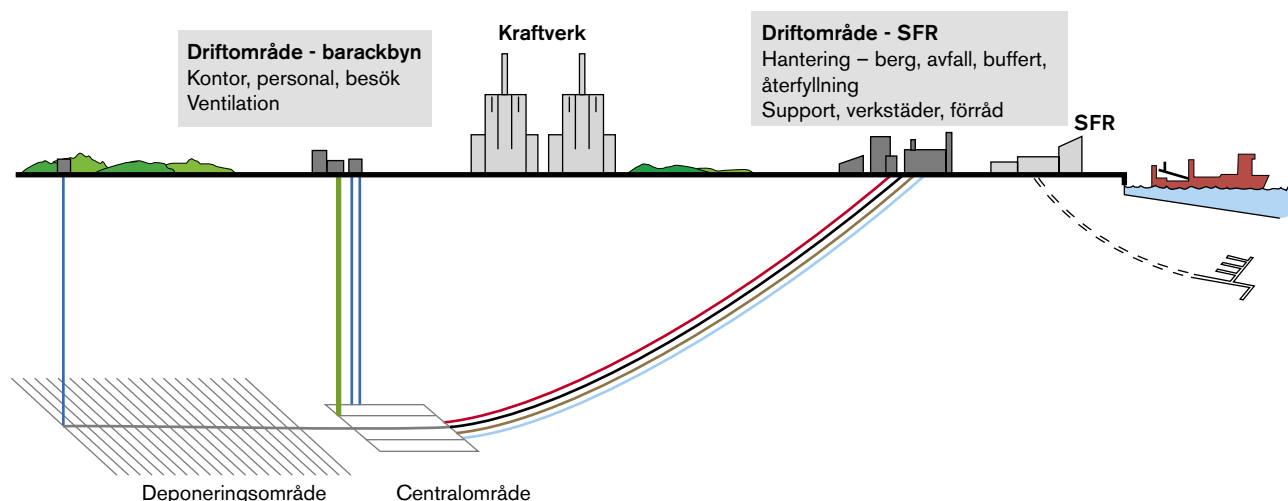
Figur 3-1 illustrerar alternativen schematiskt och figur 3-2 visar lägen för driftområden och bergupplag. Förslagen har under skede D1 bearbetats parallellt. Beskrivningar och jämförelser redovisas i avsnitt 3.3 respektive kapitel 4.

Förslaget med ett driftområde vid Dannebo har lagts åt sidan. Den fördel i form av utrymme som platsen möjligen kunde erbjuda fanns att tillgå även öster om infarten, som dessutom uppvisade klara fördelar i andra avseenden. Därmed var det svårt att se några sakskalet för att driva Dannebo-alternativet vidare. Ytterligare tveksamhet tillkom när SKI genom beslut i december 2004 definierade det område i Forsmark som omfattas av riksintresse för slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall (figur 2-3). Det aktuella området vid Dannebo ligger utanför riksintresset. Det är därmed enligt SKB:s uppfattning tveksamt om en placering av anläggningar tillhörande slutförvaret vid Dannebo skulle kunna motiveras, i synnerhet som området omfattas av andra riksintressen.

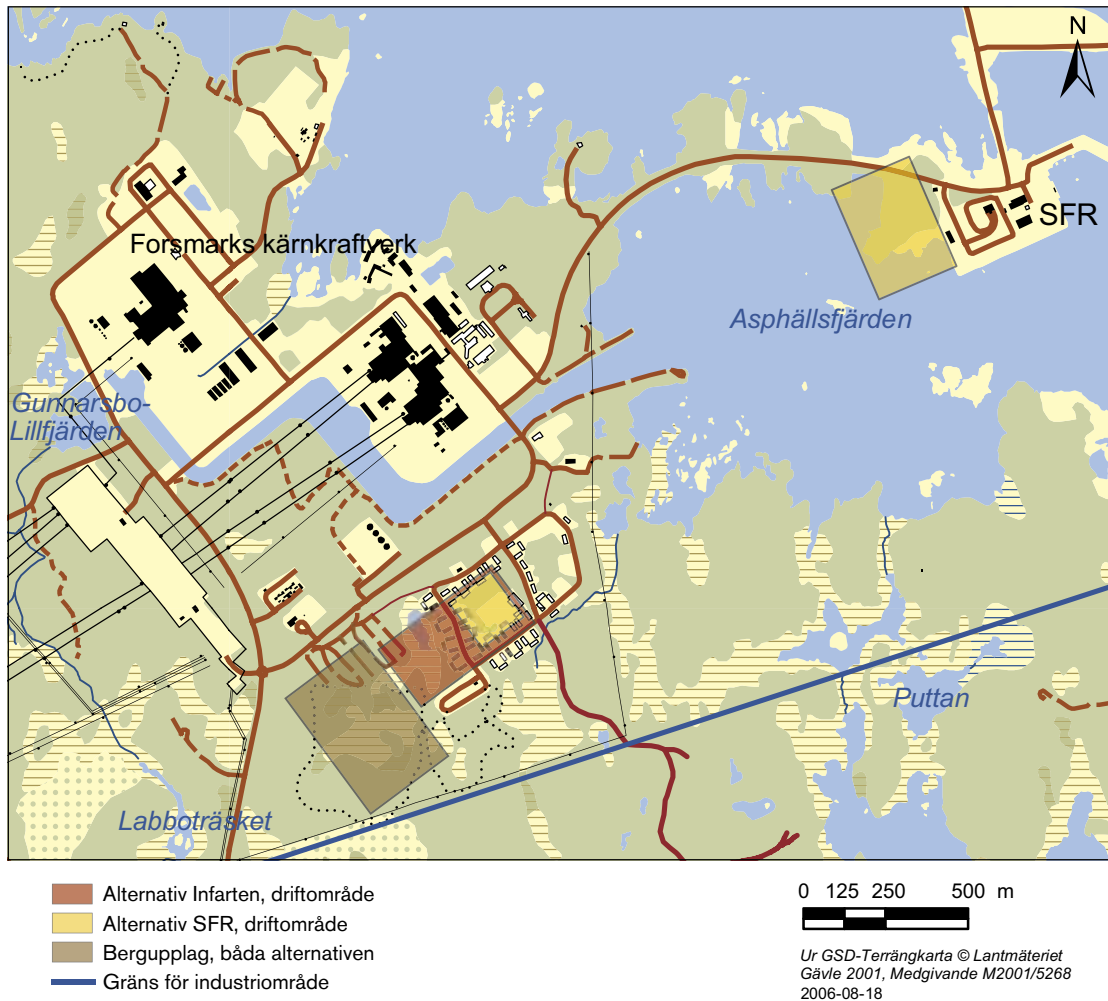
### Alternativ Infarten



### Alternativ SFR



Figur 3-1. Alternativ för utformning av slutförvaret som utretts under skede D1.



**Figur 3-2.** Lägen för driftområden och bergupplag för de två utformningsalternativ som utretts under skede D1.

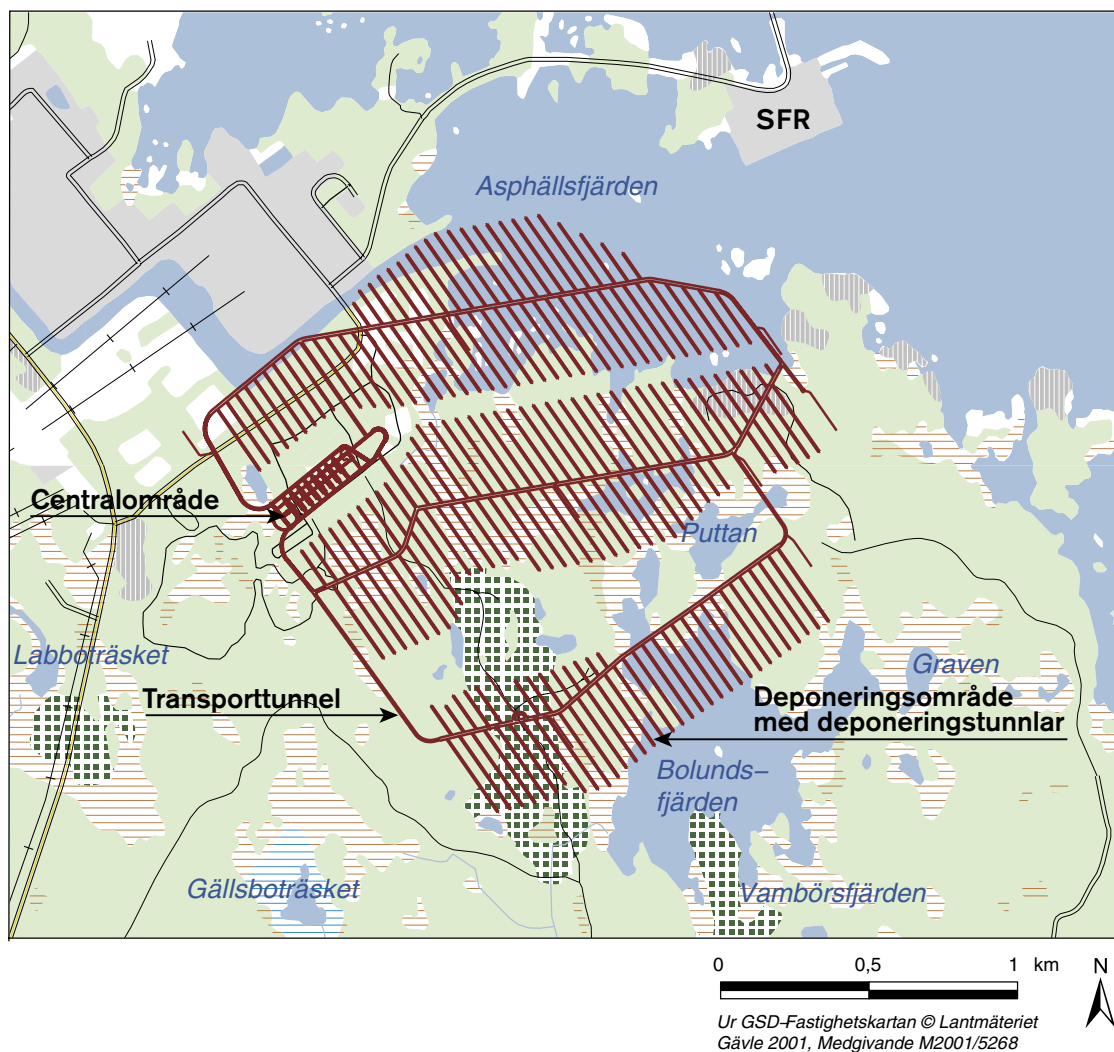
Efter den inledande delen av platsundersökningen valde SKB att koncentrera de fortsatta undersökningarna till den nordvästra delen kandidatområdet, se figur 2-1.

Undersökningarna indikerade redan i ett tidigt skede att såväl den nordvästra som den sydöstra delen hade berggrund som motiverade fortsatta undersökningar. Den skillnad som ändå noterades var en högre frekvens av flacka, vattengenomsläppliga sprickzoner i den sydöstra delen. Huvudmotiven för att då prioritera den nordvästra delen var att:

- Preliminära studier av utrymmesbehov och möjliga lägen visade att ett förvar med stor sannolikhet kunde inrymmas inom den nordvästra delen.
- Ett läge mot nordväst möjliggör en systemutformning enligt något av de alternativ som redovisats ovan.

Huvudresultatet av den projektering av själva förvaret som gjorts på basis av den inledande platsundersökningen och motsvarande platsbeskrivning (version 1.2 /SKB 2005a) är en preliminär disposition (layout) av ett förvar förlagt på 400 meters djup inom den nordvästra delen av det ursprungliga undersökningsområdet, se figur 3-3. Därtill har preliminär utformning och konstruktion tagits fram för förvarets beståndsdelar, dvs tunnlar och andra bergutrymmen.

Sammanfattningsvis har alltså projekteringen under skede D1 producerat en lösning för själva förvaret, men två alternativa lösningar för de markförlagda anläggningarna och tillträdesvägarna till förvaret.



**Figur 3-3.** Preliminär layout för ett slutförvar på 400 meters djup i Forsmark. Layouten är oberoende av alternativ för markförlagda anläggningar och tillträdesvägar enligt figur 3-1 och 3-2.

## 3.2 Berganläggningar

Den förvarslayout som tagits fram har beskrivits och motiverats i detalj i redovisningen av utförd bergprojektering /Brantberger et al. 2006/ och mera översiktligt i den samlade anläggningsbeskrivningen /SKB 2006/. I det följande sammanfattas och motiveras några faktorer som har stor betydelse för slutresultatet.

### 3.2.1 Förläggningsdjup

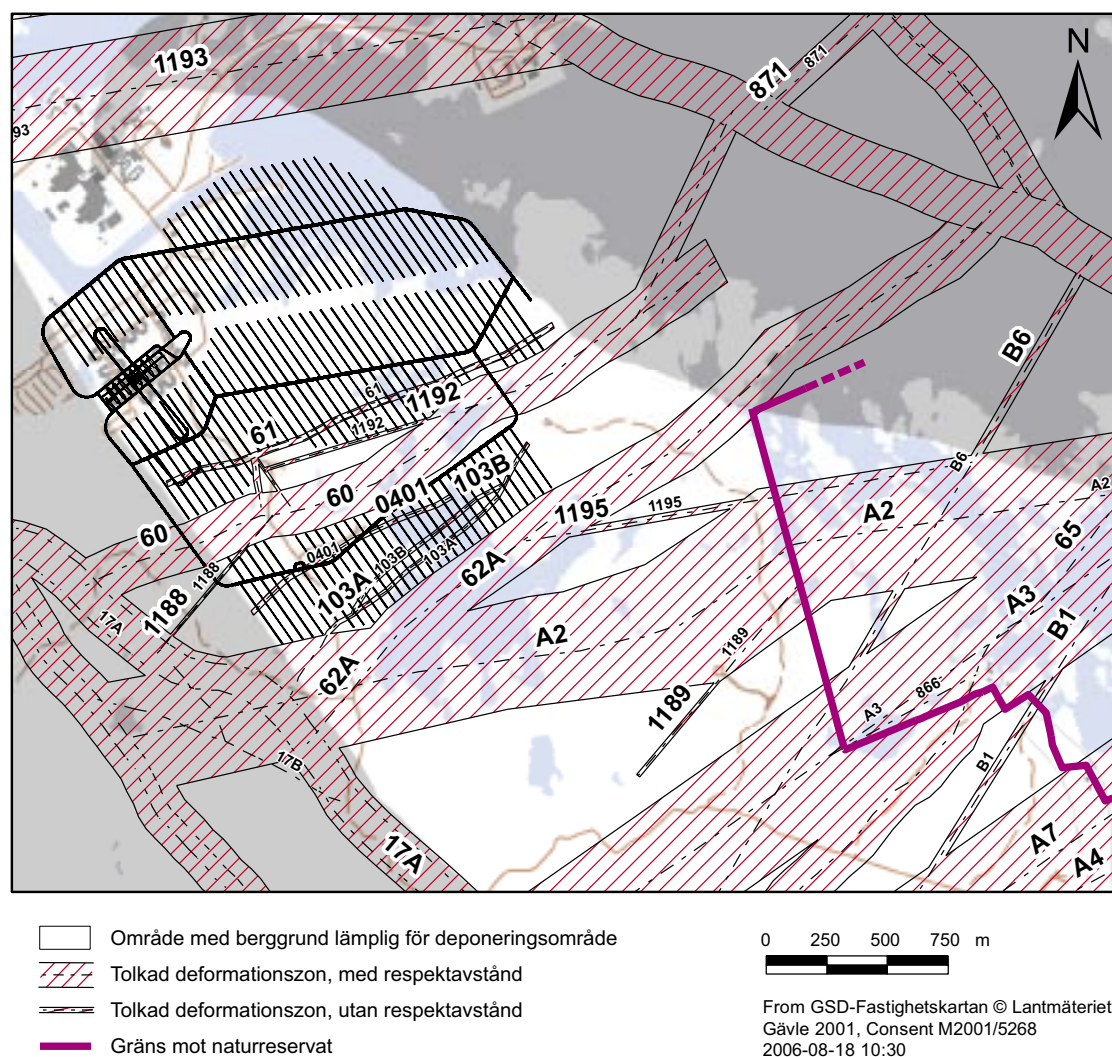
KBS-3 metoden bygger på ett förvar på ett djup inom intervallet 400–700 m, beroende på lokala bergförhållanden. Den generiska referensutförning som är startpunkten för platsanpassningen förutsätter 500 meter. För Forsmarks del har förvarsdjupet preliminärt satts till 400 meter. Huvudskälet är de jämförelsevis höga bergspänningar som konstaterats. I den mån bergspänningarna är tillräckligt höga för att påverka stabiliteten i tunnlar och andra bergutrymmen negativt kan denna påverkan förväntas öka med djupet. Andra argument för att välja 400 meter är rena effektivitetsvinster för bygge och drift, jämfört med större djup.

Under projekteringsarbetet har även alternativet 500 meters förläggningsdjup studerats som jämförelse. Inget har framkommit som skulle hindra en förläggning på 500 m, men heller inga fördelar relativt huvudalternativet 400 m. Med dagens kunskap finns det därmed ingen anledning att välja ett större djup än 400 m. Denna prioritering gäller med den viktiga reservationen att kommande säkerhetsanalyser kan tänkas motivera större djup.

### 3.2.2 Tillgänglig area för förvaret

Figur 3-4 visar den area som med hänsyn till det geologiska underlaget angavs som disponibel för förvarets deponeringsområden, samt styrande deformationszoner. Som framgår av figuren behövde inte hela denna area nyttjas för den preliminära layouten.

Inom det med vitt markerade området identifierades bergförhållandena preliminärt som lämpliga för förvaring och därmed tillgängliga för deponeringsområden. Motiven för detta redovisas i /Brantberger et al. 2006/. Avgränsningen mot sydväst har stor betydelse för hur anläggningen kan placeras. I viss mån gäller samma sak mot nordost, men här rådde större osäkerhet om den geologiska situationen och den avgränsning som ansattes hade inte lika stor betydelse för förvarslayouten. Mot nordväst gav en tolkad deformationszon en naturlig avgränsning. Gränsen för förvaret drogs dock längre mot sydost, i höjd med intagskanalen för kylvatten till kärnkraftverken.



Figur 3-4. Förvarslayout samt styrande förutsättningar för layoutarbetet.

Dessa avgränsningar är preliminära och kommer att justeras i takt med att den geologiska platsbeskrivningen revideras. Det gäller däremot inte avgränsningen mot öster, som inte är geologiskt betingad utan utgörs av gränsen mot Kallriga naturreservat (projicerad ner till förvarsdjupet 400 m). Även om berganläggningar på stort djup inte skulle påverka de värden som naturreservatet avser att skydda betraktar SKB denna gräns som en given begränsning för förvarets utbredning. Det kan också noteras att det av SKI beslutade riksintresset för slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall avgränsats på samma sätt, se figur 2-3.

Den på detta sätt definierade, tillgängliga förvarsarean korsas av ett antal deformationszoner. Beroende på dignitet (med avseende på möjlig påverkan på förvarets integritet på lång sikt) beaktas deformationszonerna på olika sätt. För zoner av större dignitet bestäms ett respektavstånd som anger ett avstånd från zonen inom vilket kapslar inte får placeras. Storleken på respektavståndet kan uppgå till 200 meter mätt vinkelrätt från zonens utbredningsplan. Transporttunnlar får passera genom sådana zoner, däremot inte deponeringstunnlar. Som framgår av figur 3-4 finns tre sådana zoner som har direkt påverkan på förvarslayouten:

- Zon A2, som bildar ett brett ”hinder” mot sydost. Den tillgängliga förvarsarea som finns sydost om A2 betraktas som reservutrymme. A2 stupar flackt mot sydost och har stor betydelse även för de geologiska och hydrogeologiska förhållandena i den bergvolym som överlagrar förvaret.
- Zon 62A, som är brantstående och som, tillsammans med A2 bildar den sydöstra avgränsningen för förvarslayouten.
- Zon 60, som är brantstående och skär genom förvarslayouten.

De tolkade, mindre zoner som också redovisas i figur 3-4 (exempelvis 61, 1192 och 103) har mindre betydelse ur layoutsynpunkt. Deponeringstunnlar tillåts passera genom sådana zoner. Däremot placeras inga deponeringshål i zonerna, eller inom avstånd som bedöms olämpliga utifrån säkerhets- eller konstruktionsaspekter. Effekten blir att tunnelsektioner i anslutning till zonerna inte utnyttjas, samt i några fall att kvarstående områden mellan zoner blir för små för att kunna nyttjas. Ett exempel på det senare är det smala ”överblivna” området mellan zonerna 1192 och 60.

### 3.2.3 Kapacitet och utrymmesbehov

Hur tätt kapslar kan deponeras inom deponeringsområdena styrs av kriterier för maximal temperatur efter deponering. Temperaturfördelningen påverkas, förutom av den geometriska fördelningen av kapslarna, av den värmeeffekt som kapslarna avger och bergets värmeledningsförmåga. Med ledning av dessa faktorer och praktiska aspekter har deponeringsområdena preliminärt utformats med deponeringstunnlar på 40 meters inbördes avstånd och kapselpositioner på 6 meters avstånd i varje tunnel.

Under slutförvarets driftskede kommer deponeringsområdena att byggas ut successivt, i takt med behovet och intill dess att allt bränsle från det svenska kärnkraftsprogrammet deponerats. Dagens planeringsförutsättningar för kärnbränsleprogrammet innebär att totalt 4 500 kapslar ska deponeras. Den sammanlagda ytan av alla deponeringsområden enligt layouten i figur 3-4 motsvarar en kapacitet som överskrider referensvärdet 4 500 kapslar med totalt ca 45 procent. Det finns två motiv för denna överkapacitet. Det ena är den osäkerhet i det slutliga kapacitetsbehovet (totala antalet kapslar) som följer av osäkerheten i avvecklingstakten för de återstående kärnkraftverken i landet. Så länge denna osäkerhet består finns det anledning att i rimlig mån försäkra sig om extra utrymme. Det andra skälet är att man måste räkna med att en del av de teoretiskt tillgängliga kapselpositionerna bortfaller på grund av lokalt olämpliga bergförhållanden. Detta bortfall av deponeringspositioner har preliminärt skattats till ca 9 procent /Brantberger et al. 2006/. Den redovisade layouten omfattar, exklusive detta bortfall, ca 6 000 kapselpositioner.



### 3.2.4 Centralområde

Som nämnts måste centralområdet på grund av den geometriska kopplingen via schakten placeras på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till både drifanläggningarna på ytan och berganläggningarna. De senare innebär krav på godtagbara bergförhållanden med avseende på säkerhet och funktion under bygge och drift. Läget måste också ge rimlig närhet till planerade deponeringsområden, samtidigt som avstånden måste vara tillräckliga för att undvika störningar mellan anläggningsdelarna. Det utformningsförslag som redovisats har beaktat alla dessa krav.

### 3.2.5 Deponeringstunnlar

Det finns krav och önskemål vad avser deponeringstunnlarnas längder och orienteringar som har betydelse för hur deponeringsområden kan arrangeras i relation till de geologiska begränsningarna. Den maximala längden på deponeringstunnlarna har av driftstekniska skäl preliminärt satts till 300 m. Den minsta längden är ca 100 m. Deponeringstunnlarna har genomgående orienterats i nordväst-sydostlig riktning. Till skillnad från begränsningarna i längd är detta val en anpassning till platsförhållanden. Den valda orienteringen sammanfaller med riktningen på den största bergspänningen, enligt de mätningar som finns att tillgå. I en miljö med förhållandevis höga och klart anisotropa bergspänningar ger denna orientering väsentliga fördelar med avseende på förväntade stabilitetsförhållanden i tunnarna. Skillnaderna jämfört med exempelvis en tunnelriktning vinkelrätt mot största bergspänningen kan vara avgörande för förhållandena under bygge och drift.

## 3.3 Drifanläggningar och tillträdesvägar

### 3.3.1 Alternativ Infarten

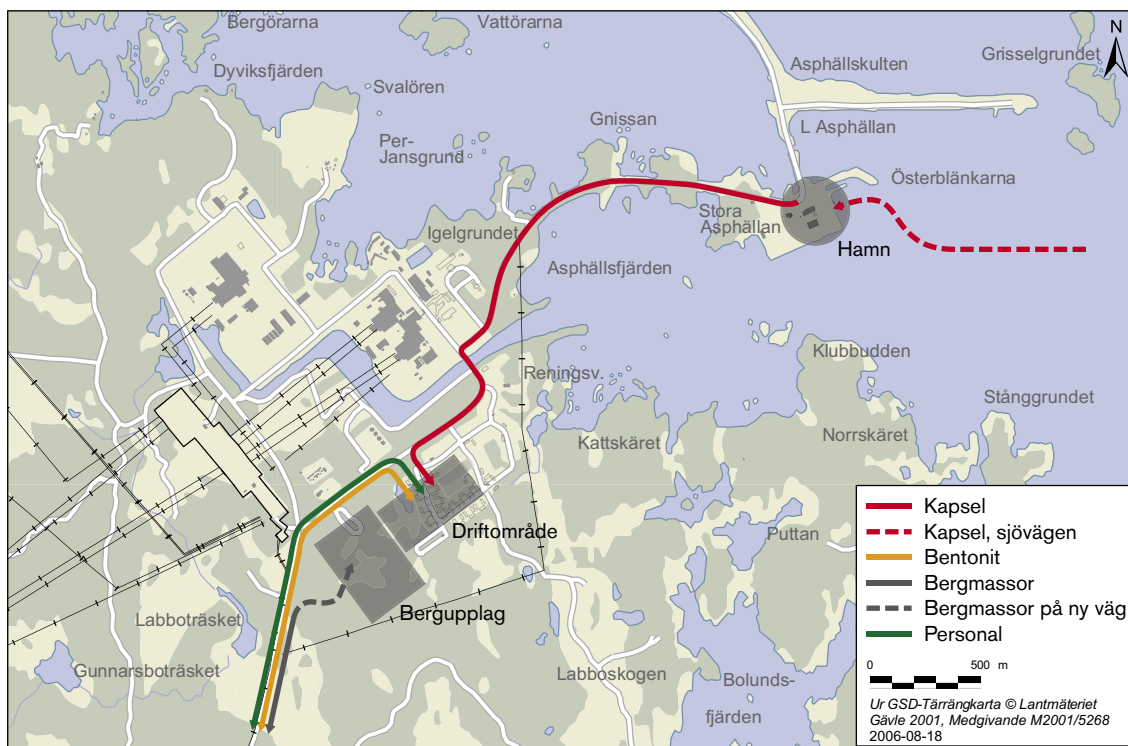
Alternativ Infarten redovisas till sina huvuddrag i avsnitt 3.1, se figur 3-1. Figur 3-5 visar lägen för driftområde och bergupplag, samt huvudsakliga transportvägar för personal och dominerande godsslag. Transportbehållare med kapslar för deponering förs in via SFR:s hamn, där även plats för tillfällig uppställning av behållarna ordnas. Den vidare transporten till driftområdet sker på befintlig väg, och nedtransporten till förvaret via rampen.

Bentonit för tillverkning av buffert och återfyllningsmaterial importeras via Hargshamn, och transporteras därifrån med lastbil på befintliga vägar till Forsmark och slutförvaret. Från bergupplaget byggs en ny väganlutning ut till infartsvägen. Därmed kan uttransporten av överskottsberg och andra tunga transporter pågå utan att störa övrig verksamhet på industriområdet.

Figur 3-6 visar byggnader m m inom driftområdet i form av ett fotomontage och situationsplanen i figur 3-7 indikerar de olika delarnas funktioner.

Figur 3-8 visar tillträdesvägarna till förvaret, totalt fyra schakt och den hårnålsformade rampen, som alla ansluter till centralområdet. Skipschaktet används under driftskedet för upptransport av utsprängt berg och nedtransport av återfyllningsmaterial. Bergmaterialet primärkrossas innan uppfordringen. Under byggskedet har schaktet tillfälligt även andra funktioner, eftersom det är den första tillträdesväg som byggs. Det hiss försedda schaktet används för persontransporter och lättare gods. Två schakt anläggs för ventilation – ett för tilluft och ett för frånluft.

Rampen används för att transportera ner kapslar (i transportbehållare) för deponering, bentonitblock för buffert samt övriga fordonsbundna transporter. Den utförs som en lutande, 5,5 meter bred tunnel med särskilda mötesplatser. Lutningen är ca 1:10, vilket ger en längd på ca 4 km. Sträckningen kan i betydande grad anpassas till lokala bergförhållanden. Preliminärt löper rampen, från tunnelmynningen på driftområdet, först i en längre slinga mot sydost, därefter i regelbundna hårnålsformade slingor ner till centralområdet. På några nivåer finns anslutningar till ventilationsschakten.



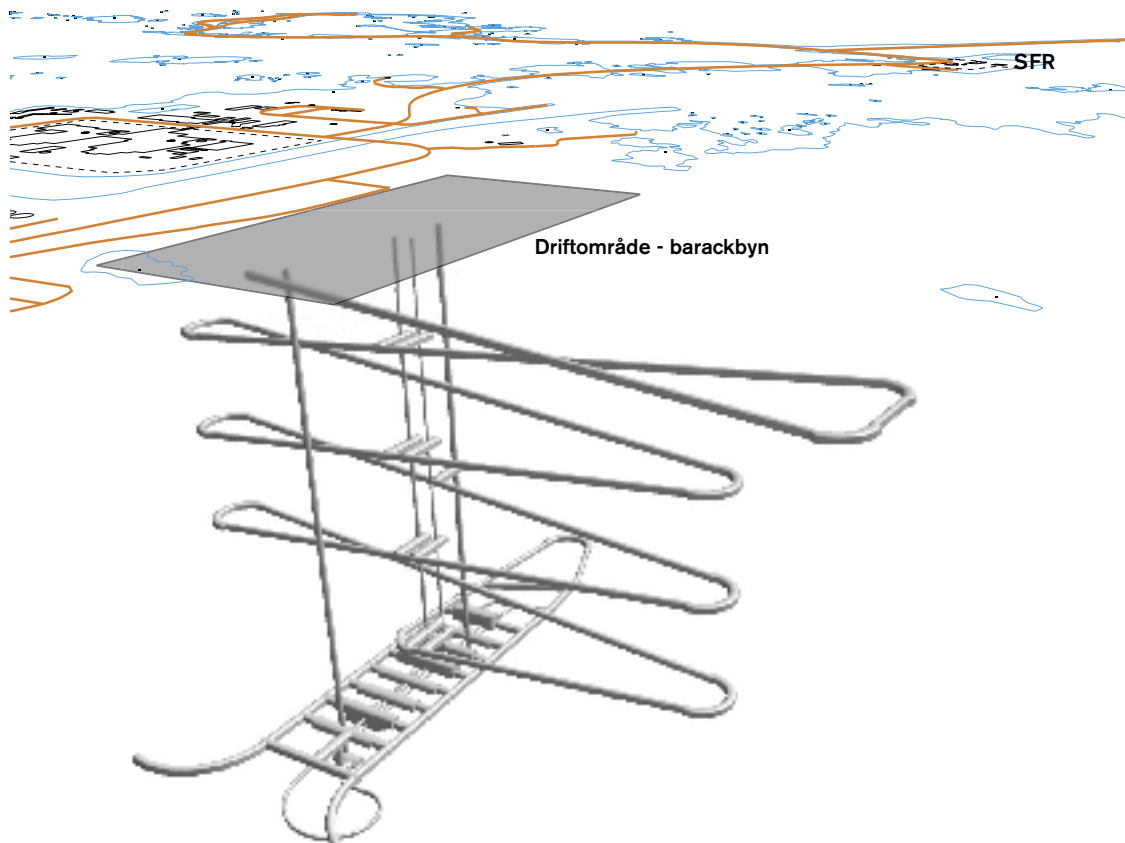
**Figur 3-5.** Alternativ Infarten, lägen för driftområde och bergupplag samt huvudsakliga transportvägar.



**Figur 3-6.** Alternativ Infarten, fotomontage med planerade anläggningar vid det nuvarande barackområdet.





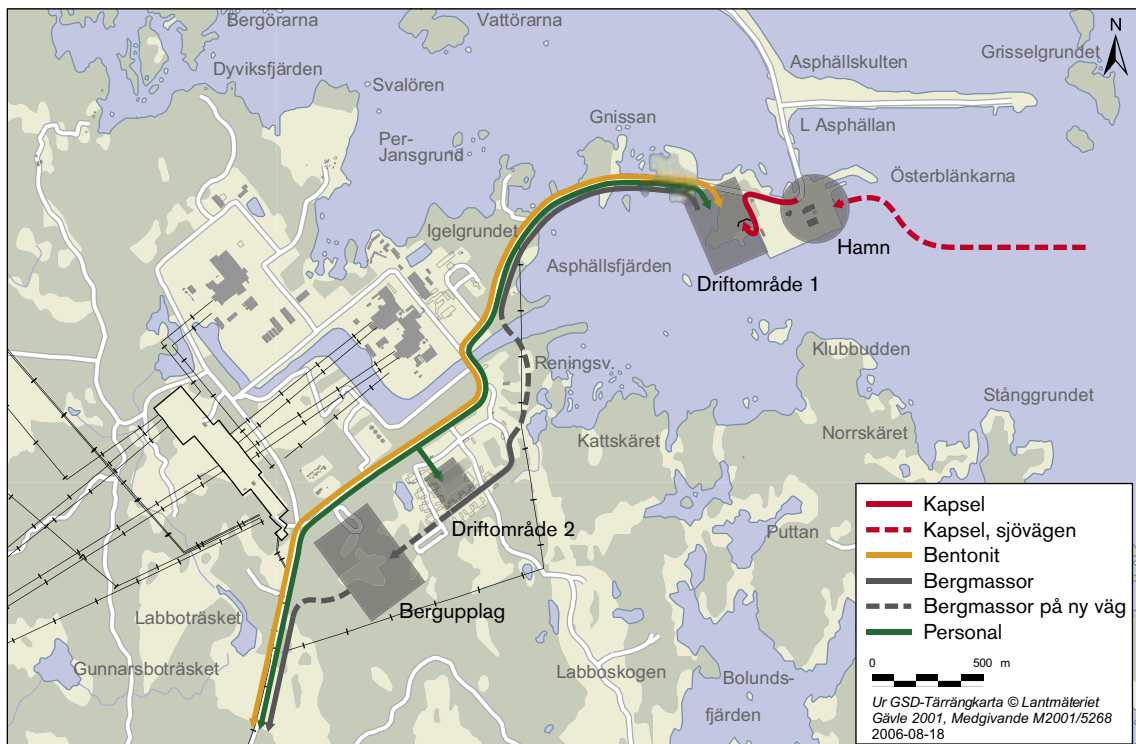


*Figur 3-8. Alternativ Infarten, tillträdesvägar och centralområde. Skipschaktet närmast i bild. Schakten längre bort används för persontransporter (till höger) respektive ventilation (de två tillvänster).*

### 3.3.2 Alternativ SFR

Lägen för de två driftområdena och bergupplag samt transportvägar för alternativet SFR framgår av figur 3-9. Transportbehållare med kapslar för deponering körs ner till centralområdet direkt via rampen som mynnar på driftområdet vid SFR. Bentonit för buffert och återfyllning anländer via den befintliga vägen ut till samma driftområde.

All uppfodring av bergmassor under både bygge och drift sker via rampen. Ytor som medger hantering och lagring av bergmassor i den omfattning som behövs finns emellertid inte vid SFR. Att tillskapa sådana ytor skulle kräva omfattande utfyllnader av vattenområden. Den lösning som föreslås är att hantering och uppläggning i stället sker på samma plats som för alternativ Infarten, dvs strax sydväst om barackområdet. Det är tveksamt om den befintliga vägsträckningen över intagskanalen och förbi kärnkraftverket klarar de omfattande bergtransporter som då skulle behövas, utan att störningarna för annan verksamhet blir oacceptabla. Preliminärt byggs därför en ny vägförbindelse inklusive en ny bro över intagskanalen, via det mindre driftområdet och till bergupplaget, se figur 3-9. På samma sätt som för Infarten byggs också en anslutning från bergupplaget ut till infartsvägen. Denna förbindelse är i första hand avsedd för bergtransporter, men kan eventuellt nyttas även för andra tunga transporter till och från SFR-området.



**Figur 3-9.** Alternativ SFR, lägen för driftområden och bergupplag samt huvudsakliga transportvägar.

Figurerna 3-10 och 3-11 visar byggnader och funktioner på de två driftområdena. På det större driftområdet vid SFR (driftområde 1) inryms den ”tunga” verksamheten, dvs hantering av transportbehållare med bränsle, beredning av buffert och återfyll m m. På det mindre området finns huvudsakligen kontor och de funktioner som är knutna till schakten för persontransporter och ventilation.

Figur 3-12 visar tillträdesvägar och centralområde för alternativet SFR. De tre schakten, ett för persontransporter och två för ventilation, används på samma sätt som för alternativ Infarten. Skillnaden ligger i rampen, som i detta fall används för alla tunga transporter under bygg- och driftskedena. Det innefattar uppfordring av bergmassor, nedtransport av behållare med kapslar, buffert och återfyllningsmaterial samt alla övriga fordonsbundna transporter. Hur rampen skulle utformas för att klara dessa transportbehov har inte utretts i detalj. Klart är att det skulle krävas en utformning som ger högre kapacitet än i fallet Infarten. Det kan innebära större tvärsnittsarea i kombination med särskilda arrangemang för brandskydd och utrymning, eller – om godsflödena måste separeras – två parallella ramper. Den preliminära sträckningen går mer eller mindre rakt från SFR till ett läge ca 180 meter under det mindre driftområdet där schakten finns, och vidare i slingor neråt till centralområdet.





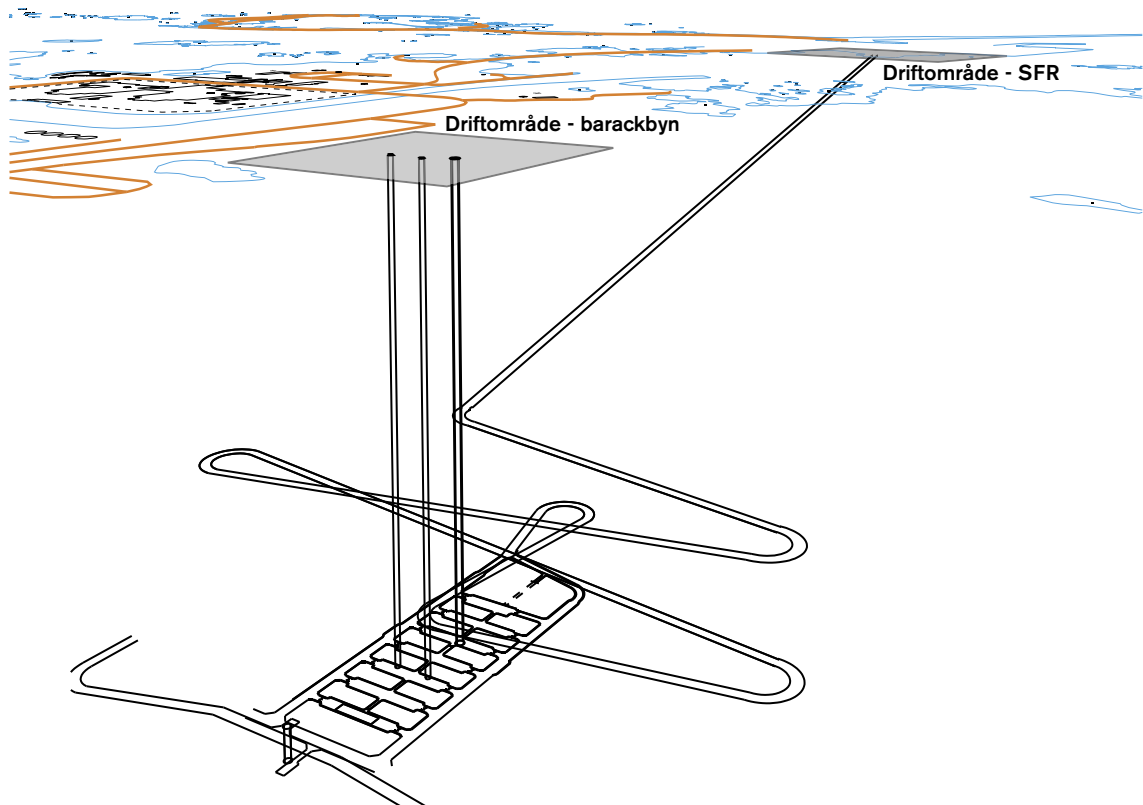
*Figur 3-10. Alternativ SFR, fotomontage med planerade anläggningar på driftområden vid SFR (övre) respektive vid nuvarande barackområdet (nedre).*







**Figur 3-11b.** Alternativ SFR, situationsplan för driftområde vid barackområdet.



**Figur 3-12.** Alternativ SFR, tillträdesvägar och centralområde. Rampnedfarten finns vid SFR. Av de tre schakten används ett för persontransporter och två för ventilation.

### 3.3.3 Upplag för bergmassor

Under det 7–8 år långa byggskedet kommer totalt närmare 1 000 000 kubikmeter berg (löst mått) att sprängas ut. Av detta behöver SKB bara en liten del för egna byggbehov. Återstoden står till förfogande för andra ändamål. SKB:s uppfattning är att överskottsberget ska ses som en naturresurs som bör tas tillvara. Att nyttja de bergmassor som blir över för andra ändamål i samhället är ett bättre alternativ än att lägga upp permanenta deponier. Ju närmare Forsmark man kan hitta avsättning, desto bättre med tanke på de transporter som blir nödvändiga.

En viktig fråga är hur överskottsberg ska transporteras bort från Forsmark. Vägtransporter är ett huvudalternativ, bland annat därför att både mängder och destinationer då lätt kan anpassas över tid. Nackdelar kan finnas i form av tillkommande belastning av tung trafik på det lokala vägnätet. En förutsättning för vägtransporter är också att det finns avsättningsmöjligheter inom rimliga avstånd. En annan möjlighet som inte ska uteslutas är att transportera berg sjövägen från Forsmarks hamn. Det finns dock viktiga frågetecken som det återstår för SKB att utreda när det gäller detta alternativ. Hamnens kapacitet är på många sätt begränsad (hanteringsytor, kajer, djupgående) och en rad miljöaspekter behöver belysas.

Under driftskedet byggs förvaret ut successivt. Totalt ger detta upphov till ca 2 000 000 kubikmeter utsprängt berg (löst mått), men eftersom tidsperioden är lång (minst 30 år) blir produktionstakten betydligt blygsammare än under byggskedet. Vilka volymer som blir över under driftskedet beror på i vilken utsträckning bergkross nyttjas som ingrediens i det material slutförvarets tunnelsystem återfylls med. Ett återfyllningsmaterial sammansatt av ca 70 % bergkross och 30 % bentonit innebär att allt berg från driftskedet återanvänds. Då krävs utrymme för temporär lagring på plats av som mest halva mängden, dvs ca 1 000 000 kubikmeter, eftersom återfyllningen till stor del görs efter avslutad deponering.

Det ca 0,1 kvadratkilometer stora område som preliminärt avsatts för upplägning och hantering av bergmassor har beaktat detta behov av temporär lagring. Plats och utförande är oberoende av vilket utformningsalternativ som väljs för slutförvaret. Det som skiljer är var och hur bergmassorna tas upp till ytan och transporteras till upplagsplatsen.



## 4 Jämförande värdering av alternativen

### 4.1 Översikt

Den preliminära layout som redovisats för ett förvar inom den nordvästra delen av undersökningsområdet i Forsmark är startpunkten för den fortsatta, platsanknutna projekteringen i skede D2. Uppgiften när det gäller själva förvaret är då att revidera och detaljera denna layout med hänsyn till uppdaterade, generella och platsspecifika förutsättningar. Det behöver inte innebära att förändringarna blir enbart marginella. De revideringar av platsens geologiska förutsättningar som undersökningsresultaten föranleder kan få avsevärda konsekvenser för förvarets utformning. Detsamma gäller mera generellt resultaten från löpande utvecklings- och konstruktionsarbete för slutförvarets delsystem och komponenter. Inför skede D2 kommer SKB att ta fram och redovisa detaljerade förutsättningar för projekteringen av alla anläggningar under mark.

För de markförlagda anläggningarna och kommunikationsvägarna ner till förvaret har skede D1 som beskrivits resulterat i två alternativa systemlösningar: Infarten respektive SFR. Avsikten är att inför skede D2 prioritera ett av dessa. I de avsnitt som följer redovisas en jämförande värdering av alternativen, till grund för den prioritering som sedan redovisas i kapitel 5.

Inget har framkommit som tyder på annat än att båda alternativen representerar utformningar som är lämpliga i sig. Med det menas att de skulle resultera i förvar som uppfyller säkerhetskraven, ger acceptabel miljöpåverkan, och som kan byggas och drivas med god funktion och till rimliga insatser. Värderingen kan därmed göras i relativa termer för att avgöra vilket alternativ som totalt sett ter sig mest gynnsamt att driva vidare.

Värderingen begränsas till faktorer för vilka skillnaderna mellan alternativen kan ha betydelse med avseende på:

- Förvarets långsiktiga säkerhet.
- Effektiviteten i genomförandet av slutförvarsprojektet.
- Miljöpåverkan.

Det två sistnämnda punkterna avser projektets bygg- och driftskeden. Avvecklingen av verksamheten behandlas inte, eftersom den inte är planerad i sådan detalj att en jämförande värdering är meningsfull. Det kan också noteras att de förslag som redovisats från skede D1 /SKB 2006/ inte har beaktat de senaste kraven på fysiskt skydd enligt SKIFS 2005:1. Någon strikt jämförelse av alternativen kan därmed inte göras i detta avseende, men bedömningen är att eventuella skillnader inte kan ändra resultatet av den jämförande värderingen, totalt sett.

### 4.2 Långsiktig säkerhet

#### 4.2.1 Förvar

Den preliminära säkerhetsbedömning som gjorts visar att alla krav och önskemål som går att kontrollera i detta skede är uppfyllda /SKB 2005b/. Det gäller oberoende av utformningsalternativ, eftersom layout och andra egenskaper för själva förvaret som påverkar säkerhetsbedömningen inte är alternativberoende.

## 4.2.2 Tillträdesvägar

Den fråga som då möjligen återstår är om olikheterna i tillträdesvägarnas antal och konfiguration kan ha någon signifikant påverkan på säkerheten. Tillträdesvägarnas betydelse för säkerheten har inte analyserats platsspecifikt för Forsmark, men har studerats generiskt. /SKB 2003/ har redovisat beräkningar och jämförande bedömningar för utformningar med tillträde via schakt respektive ramp, samt betydelsen av tillträdesvägarnas lägen i förhållande till förvaret och eventuell, dominerande riktning på grundvattenströmningen i området. Möjliga effekter av dessa parametrar studerades för en rad faktorer relaterade till förvarets säkerhet, däribland den kemiska miljön, förutsättningarna för nuklidtransport och klimatrelaterade förändringar. Huvudslutsatsen var att inget av de studerade utformningsalternativen kunde anses avgjort bättre eller sämre med avseende på förvarets säkerhet efter förslutning. För scenarier där såväl de tekniska barriärerna (kapsel och buffert) som återfyllningen har nedsatt funktion och en dominerande riktning på grundvattenströmningen kan definieras kan det finnas fördelar med att förlägga tillträdesvägarna ”uppströms” förvaret istället för ”nedströms”. För att närmare kunna analysera detta krävs bland annat att återfyllningens sammansättning och funktion över tid är väl specificerad.

Som framgår av figur 3-1 består skillnaderna i fallet Forsmark i:

- Antalet schakt: Fyra för Infarten och tre för SFR.
- Sträckningen på rampens övre del.

Vad gäller antalet schakt är det svårt att föreställa sig att skillnaden mellan tre eller fyra vertikala schakt ner till centralområdet, belägna på mindre än 150 meters inbördes avstånd, skulle kunna ha någon signifikant effekt på parametrar eller processer av betydelse för den långsiktiga säkerheten. Vad gäller rampens geometri är det på liknande sätt svårt att se att olika sträckning i dess övre delar, alltså på betydande vertikalt avstånd från förvaret, skulle kunna ha någon signifikant effekt.

## 4.2.3 Slutsatser

De två alternativen kan inte rangordnas med avseende på förvarets säkerhet efter förslutning. Prioriteringen kan därmed göras på andra grunder.

## 4.3 Effektivitet i bygge och drift

### 4.3.1 Bygge

#### *Driftanläggningar ovan mark*

Uppdelningen på två driftområden ger generellt en något mera omfattande, och mindre rationell, byggprocess i jämförelse med fallet där allt samlas inom ett och samma driftområde. Det har viss effekt på kostnaderna men knappast några väsentliga implikationer i övrigt. Att SFR-alternativet kräver utfyllnader av vattenområden för driftområdet och troligen en ny bro över intagskanalen bidrar också till högre byggkostnader.

En annan faktor som påverkar kostnaderna avsevärt är att barackerna vid infarten måste avvecklas och på något sätt ersättas med nya anläggningar för tillfälligt boende. Detta gäller dock för båda alternativen, möjligen kan delar av barackområdet sparas om SFR-lösningen väljs, eftersom markbehovet vid barackområdet då blir mindre.

Sammantaget ger SFR-alternativet sannolikt högre kostnader för bygget av anläggningar och infrastruktur. Skillnaden kan dock inte kvantifieras i detta skede.

### **Tillträdesvägar**

Alternativ Infarten innebär totalt sett en tillträdesväg mer att bygga än alternativ SFR, nämligen skipschaktet för berguppfordring. Trots detta ger Infarten betydligt kortare byggtid och lägre byggkostnad /SKB 2003/. Det beror på att ett schakt ner till förvarnsnivån kan byggas och tas i bruk på betydligt kortare tid än en ramp. Tillredningen av bergutrymmen och berguppfordringen från förvarnsnivån kan då starta tidigare i det fall ett skipschakt byggs. Det innebär i sin tur att hela byggskedet förkortas eftersom bergarbetena, från byggstart till driftklar anläggning, är tidskritiska för hela projektet. Skillnaden i byggtid med- respektive utan skipschakt har skattats till 1–2 år /SKB 2003/, vilket svarar mot stora skillnader i kostnader.

Bedömningarna av tids- och kostnadsaspekterna ovan är generella och beaktar inte plats specifika faktorer. Det finns emellertid inget som talar för att de bergförhållanden eller förutsättningar i övrigt som Forsmark erbjuder skulle ge ett annat utfall. Slutsatsen blir därmed att med avseende på effektivitet i byggskedet ger Infarten betydande fördelar jämfört med SFR.

När det gäller personsäkerhet och arbetsmiljö under tillredningen av tillträdesvägarna ger alternativet delvis olika förutsättningar, men det är svårt att värdera vad dessa betyder totalt sett. Den mest uppenbara skillnaden är att tillredningen av skipschaktet i fallet Infarten i sig måste medföra ett tillskott av olycksrisk. Å andra sidan kräver SFR-alternativet större ramp, alternativt dubbla ramper, med det tekniska och arbetsmiljömässiga komplikationer det kan innebära. Andra skillnader gäller möjligheterna att ombesörja utrymningsvägar och brandskydd. Att på en översiktlig nivå värdera och summera dessa (och andra) faktorer på något sätt som medger en rangordning med avseende på personsäkerhet och arbetsmiljö bedöms inte vara möjligt. Vad som däremot kan sägas är att faktorer som bergförhållanden, arbetsmiljökrav, organisation och tillämpade säkerhetsrutiner har långt större betydelse för säkerhet och arbetsmiljö än skillnaderna i utformning mellan förvarnsalternativen.

### **Transporter**

Transportbehoven utanför industriområdet under byggskedet skiljer sig inte (eller endast försumbart) mellan utformningsalternativen. Inom industriområdet svarar masstransporter, särskilt av utsprängt berg, för den största delen av transportarbetet. SFR-alternativet ger något större bergvolym än Infarten, trots att det senare kräver en tillträdesväg mer (skipschaktet). Det beror på att rampen behöver göras större (alternativt dubbleras) för SFR-alternativet. Skillnaden är dock bara några få procent och bedöms sakna betydelse.

Skillnaden i transportväg och transportsätt från uppforderingspunkt till bergupplag är av större betydelse. På denna punkt har SFR-alternativet en nackdel, eftersom allt berg måste transporteras på fordon från rampmyningen vid SFR till bergupplaget. Som nämnts kräver detta sannolikt en vägförbindelse med en ny bro över intagskanalen för att undvika att de tunga transporterna till och från slutförvaret ska behöva passera kärnkraftverket, med de olycks- och störningsrisker det skulle innebära.

## **4.3.2 Drift**

### **Anläggningar**

Ur allmän rationalitetssynpunkt finns det uppenbara fördelar med att ha alla driftfunktioner ovan mark samlade till ett driftområde, jämfört med en uppdelning på två driftområden åtskilda av ca 1,5 kilometers resväg. Vad detta kan betyda uttryckt i driftstermer, kostnader och arbetsmiljö har inte utvärderats. Summerade över en mångårig driftperiod är det möjligt att skillnaderna blir betydande.

Läget i förhållande till andra verksamheter på industriområdet är också av betydelse. Det är en fördel om befintlig infrastruktur och service kan nyttjas, vilket i stor utsträckning är fallet för båda alternativen. Samtidigt är det viktigt att undvika lösningar där olika verksamheter på något sätt kan störa eller bli beroende av varandra. I fallet Forsmark är det exempelvis svårt att

veta hur energiproduktionen kommer att förändras under slutförvarets operativa skede, liksom hur länge ett eventuellt slutförvar kommer att vara i drift. Ömsesidiga beroenden bör därför undvikas, vilket har beaktats när förslagen för slutförvaret tagits fram.

En speciell fråga för SKB är samordningsmöjligheterna mellan SFR-anläggningen och slutförvaret. Ur allmän driftssynpunkt är det möjligt att den närhet mellan verksamheterna som SFR-alternativet ger skulle förenkla samordningen. Å andra sidan kan det finnas störningsrisker. Enligt gällande planer kommer SFR att byggas ut (för rivningsavfall m m) i etapper, den första under perioden 2015–2020. Planerna för slutförvaret under samma period är att anläggningen då färdigställs och driftsättningen inleds. Vid en utförning av slutförvaret enligt alternativ SFR innebär det att byggarbetena för SFR (i huvudsak bergarbeten) ska samsas med färdigställandet av driftanläggningarna för slutförvaret, på en tämligen begränsad yta. Detta kan innebära en del komplikationer. Väljs Infarten genomförs ungefär samma arbeten i tiden, men på olika platser. Planeringsunderlaget för de båda byggprojekten är emellertid i detta skede inte tillräckligt detaljerat för att avgöra om detta är att se som någon väsentlig, alternativskiljande faktor.

### Transporter

SFR-alternativet ger allmänt ett något större transportbehov, lokalt mellan driftområdena. Liksom under byggskedet måste bergmassor transporteras från SFR till bergupplaget, om än i väsentligt mindre omfattning eftersom produktionen blir lägre.

Viktigare som alternativskiljande faktor under driften är de tunga transportererna mellan markytan och förvaret. Det gäller transportbehållare med kapslar, återfyllningsmaterial och bentonitblock till buffert som ska ner till förvaret, samt utsprängda bergmassor som ska transporteras i motsatt riktning. Tabell 4-1 sammanfattar godsslag och transportvägar för de två alternativen, se även figur 3-1.

För nedtransporten av kapslar är skillnaden att behovet av transport på väg till infarten bortfaller för SFR-alternativet. Med hänvisning till erfarenheterna från de mångåriga bränsletransporterna på nästan samma vägsträcka från kraftverket till SFR:s hamn kan detta inte ses som någon betydelsefull faktor i jämförelsen av alternativen. Möjligen kan den påverka var terminalbyggnaden för tillfällig förvaring av transportbehållare placeras (vid hamnen eller vid infarten) samt vilka åtgärder som krävs för fysiskt skydd.

**Tabell 4-1. Tung transport under driftskedet.**

Godsslag	Mängd, transportfrekvens	Alternativ Infarten	Alternativ SFR
Transportbehållare med kapsel	1 transport/dag	Vägtransport på specialfordon från hamn till rampnedfart vid infarten. Vidare i ramp till centralområde för omlastning.	Nedtransport på specialfordon i ramp, från hamn till centralområde för omlastning.
Utsprängt berg (bulk)	Ca 450 ton/dag, motsv. 18 fordon/dag, alt 30 bergskip/dag	Dumper från drivningsfront till primärkross vid centralområde. Uppfordring med berghiss (skip) i schakt. Vidare på transportband till krossplats och upplag.	Dumper från drivningsfront till primärkross och tillfällig lagring på förvaringsnivån. Uppttransport med dumper via ramp till SFR och vidare till upplag vid infarten.
Återfyllning (container)	Ca 350 ton/dag motsv. Ca 35 fordon/dag Ca 35 hisstrsp/dag	Fordon från produktionsbyggnad till schakt. Nedtransport med hiss i skipschakt. Vidare med fordon till deponeringsområde.	Fordon från produktionsbyggnad, ner via ramp och till deponeringsområde.
Buffert (bentonitblock i behållare)	Ca 23 ton/dag, motsv 2 fordon/dag	Fordon från produktionsbyggnad, ner via ramp och till deponeringsområde.	Fordon från produktionsbyggnad, ner via ramp och till deponeringsområde.

För bergmassorna ligger den väsentliga skillnaden i hur uppfordringen sker – via rampen eller via skipschaktet. Det påverkar i sin tur andra steg i hanteringskedjan. Motsvarande gäller för nedtransporten av återfyllningsmaterial. Transporterna av bentonitblock till buffert sker på samma sätt i båda fallen.

Med hänvisning till den jämförelse av olika lösningar för tillträdesvägar som redovisats tidigare /SKB 2003/ görs bedömningen att Infarten ger väsentliga fördelar, vad avser transporterna under driftskedet. Viktiga bidragande orsaker är:

- Större flexibilitet och högre driftsäkerhet.
- Bättre arbetsmiljö.

Bergmassor och återfyllningsmaterial dominerar de tunga transporterna, räknat i antal fordon. Utan tillgång till skipschakt är dessa transporter hänvisade till rampen där de ska samsas med varandra, med transporterna av kapslar och bentonitblock, liksom med allehanda transporter för daglig drift och service. Med så omfattande och skiftande fordonstransporter längs en och samma transportväg följer störningskänslighet. Störningar i rampen kan få betydande konsekvenser för hela driften eftersom alla tunga transporter går samma väg.

Med tillgång till ett skipschakt reduceras belastningen på rampen dramatiskt. Därmed minskar också störningsriskerna relaterade till fordonstransporter. Skipschakt har erfarenhetsmässigt hög driftsäkerhet. En nackdel är att om störningar (exempelvis bergutfall) trots allt inträffar i ett schakt så kan de vara besvärliga att åtgärda. En annan aspekt är att tillgången till två transportvägar (ramp+schakt) i sig innebär att en tillfällig störning i någon av dessa får mindre konsekvenser för driften än fallet med endast en transportväg (ramp).

Fordonstransporter medför oundvikligen olyckrisker, särskilt under de speciella förhållanden som råder i en ramp. Mycket kan göras för att reducera dessa risker, men det är ändå alltid till fördel för arbetsmiljön om mängden fordonbundna transporter kan minskas. Transporter i skipschakt är inte befriade från olycksrisker, men de kan nedbringas till klart lägre nivåer än vad som är möjligt om motsvarande godsmängder transporters på fordon i en ramp.

### **4.3.3 Slutsatser**

En utformning enligt alternativ Infarten ger väsentliga effektivitetsfördelar i genomförandet av slutförvarsprojektet. Det gäller både bygge och drift av förvaret. De viktigaste bidragande orsakerna är:

- Högre flexibilitet och driftsäkerhet i transportflödena mellan marknivån och förvaret under driftskedet.
- Allmänt rationellare bygge och drift med verksamheten samlad till ett driftområde i stället för uppdelad på två.
- Väsentligt kortare byggtid och därmed lägre kostnader.

Till fördelarna kan av allt att döma också läggas bättre personsäkerhet och arbetsmiljö i berganläggningarna, men skillnaderna i det avseendet kan inte preciseras.

## **4.4 Påverkan på miljön**

Baserat på projekteringen i skede D1 har utredningar och bedömningar redovisats av olika former av miljöpåverkan av slutförvaret. Det gäller naturmiljö /Ignell et al. 2006/, kulturmiljö och landskapsbild /Lundqvist 2005, Bondesson 2005, Nyström 2005/ samt buller /Zetterling 2006/. För andra faktorer pågår utredningsarbete, däribland påverkan på grundvattennivåer av bygge och drift. Dessa arbeten ger underlag för en jämförelse av alternativen med avseende på miljöpåverkan.

#### **4.4.1 Markbehov**

För båda alternativen gäller att de markområden som tas i anspråk för anläggningar och bergupplag ligger inom detaljplanerat industriområde (enda undantagen är byggnader ovanför frånluftsschakt från förvaret). Anläggningarna ligger också inom riksintresse för energiproduktion samt för slutlig förvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. Det driftområde som skisserats för alternativ Infarten ligger delvis inom riksintresse för naturvärden. Detsamma gäller området för upplag av bergmassor, som är gemensamt för båda alternativen. De begränsade skillnaderna mellan alternativen vad gäller lägen i förhållande riksintressen bedöms inte vara någon avgörande faktor ur prioriteringssynpunkt.

De utfyllnader av vattenområden som i fallet SFR skulle krävas för att rymma slutförvarets anläggningar kan ses som ett betydande miljöingrepp. Å andra sidan måste detta värderas mot bakgrund att omfattande utfyllnader gjorts i samma område samband med att SFR-anläggningen byggdes.

#### **4.4.2 Naturvärden**

Naturvärden inom de områden som skulle beröras av anläggningar, bergupplag och vägar har inventerats och klassats med avseende på bevarandevärde /Ignell et al. 2006/. För alternativ Infarten skulle inanspråktagandet av marken vid barackområdet påverka områden och objekt med förhöjda naturvärden. Det gäller bland annat vissa rödlistade arter och ett område med kalkrik barrskog. Påverkan kan minskas med kompensatoriska åtgärder.

För alternativ SFR blir påverkan vid barackbyn mindre eftersom den yta som behöver tas i anspråk är mindre. Å andra sidan tillkommer ett driftområde på delvis utfylld mark vid SFR och sannolikt en vägförbindelse med en ny bro över intagskanalen. Detta kan påverka vissa naturvärden på land, men framförallt vattenmiljön. Konsekvenserna för vattenmiljön är dock svårare att bedöma. Den samlade bedömningen enligt /Ignell et al. 2006/ är att alternativ SFR skulle innebära större negativ påverkan på naturvärden än Infarten.

#### **4.4.3 Kulturvärden**

Oavsett utformningsalternativ ligger driftområden och anläggningar inom ett industriområde präglad av storskalig kärnteknisk verksamhet. Slutförvaret skulle påverka och förstärka denna industriprägel. Konsekvenserna för Forsmarksområdets kulturvärden i övrigt bedöms bli obefintliga eller ringa /Lundqvist 2005/.

Den skillnad som kan ses mellan alternativen rör påverkan på landskapsbilden. För ett driftområde och intilliggande bergupplag vid infarten skulle påverkan väsentligen inskränkas till den närmaste omgivningen, dvs infartsvägen och delar av industriområdet. Ett driftområde vid SFR skulle bli betydligt mera exponerat, särskilt från sjösidan. Befintliga anläggningar och utfyllnader vid SFR skulle dämpa effekten av de tillkommande, men man kan ändå tala om en förändrad landskapsbild. Hur denna förändring skulle upplevas avgörs till stor del av hur driftområde och enskilda byggnader utformas.

#### **4.4.4 Buller**

Bullerkällor och bullerutbredning under bygge och drift av ett slutför i Forsmark har utretts /Zetterling 2006/. Bullerkällor som beaktats inkluderar berguppfordring (bergskip) och krossning, lokala transporter med arbetsfordon samt trafiken på tillfartsvägarna. De skillnader mellan utformningsalternativen som framkommer avser främst på vilken plats buller alstras (var verksamheten ifråga sker) samt vissa olikheter i bullerkällor. Exempelvis ger bergskipen ett bidrag för fallet Infarten, men inte för fallet SFR. I inget av fallen ger dock verksamheten på plats upphov till buller som bedöms kunna nå närboende i någon störande omfattning. Inte

heller faunan bedöms påverkas negativt. Bidragande orsaker är att det buller som genereras är måttligt, att bullret från fasta källor kan dämpas (exempelvis genom att bygga in eller avskärma en bergkross) samt att avstånden till närboende är långa. Transporterna på allmänna vägar utanför industriområdet ger upphov till buller som når boende längs vägarna, men dessa effekter är oberoende av utformningsalternativ.

Sammanfattningsvis är alltså buller inte en alternativskiljande faktor med avseende på omgivningspåverkan, men kan ha betydelse för arbetsmiljön på industriområdet.

#### 4.4.5 Utsläpp till luft

Den enda källa till luftföroreningar där man kan tänka sig någon skillnad är de lokala transporterna inom industriområdet, dels på ytan och dels i rampen respektive skipschaktet. De lägre behoven av fordonstransporter för Infarten innebär också lägre belastning i form av utsläpp. Inga försök har gjorts att kvantifiera denna skillnad, men den kan knappast ses som någon avgörande faktor, allra minst betraktad i relation till det totala transportarbete som slutförvaret kräver.

#### 4.4.6 Grundvatten

##### ***Avsänkning***

Inläckage av grundvatten till tillträdesvägarna och förvaret förväntas orsaka en lokal avsänkning av grundvattennivån ovanför anläggningarna. En sänkning av grundvattennivån kan i sin tur påverka närbelägna brunnar och i vissa fall flora och fauna. Hur omfattande avsänkningen blir till djup och utbredning beror på de vattenförande egenskaperna hos jordlager och berg, anläggningarnas geometri och i vilken utsträckning dessa tätas för att förhindra eller reducera inläckage.

Beräkningar av inläckage till slutförvarets berganläggningar, tätningsbehov m m har utförts som en del av projekteringen i skede D1 /Brantberger et al. 2006/. Kompletterande beräkningar som inkluderar prognoser för grundvattenavsänkning under bygge och drift pågår, men är ännu inte fullständigt utvärderade och redovisade. Allmänna slutsatser som kan dras av det underlag som finns tillgängligt är att inläckaget totalt sett förväntas bli mycket begränsat, samt att det är inläckage till de övre delarna av schakten och rampen som i första hand kan ge en lokal påverkan av grundvattenytan.

Det som skiljer utformningsalternativen åt och som kan tänkas ha implikationer på grundvattenavsänkning är – återigen – tillträdesvägarna, dvs:

- Antalet schakt: Fyra för Infarten och tre för SFR.
- Sträckningen på rampens övre del.

Erfarenhetsmässigt, och utan tillgång till jämförande beräkningar, kan följande resonemang föras om möjliga konsekvenser av dessa skillnader:

**Skipschakt:** Även utan skipschakt kommer bergvolymen ovanför centralområdet att genom sättas av tre schakt och en mer eller mindre spiralformad ramp. Det är då svårt att se hur ett tillkommande schakt i samma bergvolym skulle förändra grundvattenavsänkningen i någon större omfattning. Möjligen kan man tänka sig en marginellt större utbredning på det område som berörs, eftersom skipschaktet ligger ca 150 meter sidoförskjutet relativt övriga schakt. En invändning mot detta kan vara att skipschaktet är den av tillträdesvägarna som drivs först, med den osäkerhet beträffande bland annat inläckning det kan innebära, samt att tätningsarbeten vid schaktsänkning är jämförelsevis komplicerat. De täthetskrav som ställs på skipschaktet måste dock vara jämförbara med kraven på övriga schakt.

**Rampens sträckning:** Man kan på goda grunder anta att det avsnitt av rampen som ligger närmast ytan har störst inverkan på grundvattenavsänkningen. Den area som påverkas av grundvattensänkning kan då bli större för en ramp enligt alt SFR (rak sträckning från SFR mot schakten) än en ramp enligt alt Infarten (sträckning i hårnålsform mot sydost). Å andra sidan skulle en ramp från SFR till stora delar gå under vattenområden, där grundvattensänkning av uppenbara skäl inte är möjlig. Inläckage till tunneln är en annan sida av saken. För jämförbara förutsättningar vad gäller bergets vattengenomsläpplighet kan detta vara ett större bekymmer för en tunnel under vatten än under land.

En rimlig slutsats är att de rent geometriska skillnaderna mellan utformningsalternativen i någon mån kan påverka inläckage och eventuell grundvattensänkning. All erfarenhet talar emellertid för att andra faktorer har större betydelse. En avgörande faktor är utan tvekan vilka täthetskrav som ställs på schakt och ramp och hur dessa krav uppfylls.

### ***Rening och utsläpp***

Utformningsalternativen bedöms inte ge några skillnader när det gäller uppfordring, rening och utsläpp av dränage- och processvatten från tunnarna eller lakvatten från bergupplaget.

### **4.4.7 Slutsatser**

Skillnaderna i anläggningslägen och lokala transportbehov mellan alternativen innebär också vissa skillnader i miljöpåverkan inom industriområdet. Det gäller ianspråktagandet av mark- och vattenområden, påverkan på naturmiljö och grundvatten, samt i viss mån även utsläpp till luft. Sammantaget talar dessa miljöfaktorer till Infartens fördel, men skillnaderna är begränsade och berör förhållanden inom ett område avsett för industriverksamhet.

En annan fråga är hur miljön för de som har sina arbeten på industriområdet (vid slutförvaret eller hos dess grannar) skulle påverkas och upplevas. Konkret bedömningsunderlag saknas, men en rimlig slutsats är att Infartens fördelar i form av samlad verksamhet och mindre behov av lokala transporter bidrar positivt även till arbetsmiljön.

Valet av alternativ saknar nästan helt implikationer för omgivningspåverkan utanför industriområdet. Ett undantag är dock landskapsbilden. En etablering vid SFR skulle innebära att slutförvarets anläggningar exponeras mot havet, på samma sätt som den befintliga SFR-anläggningen. För det jämförelsevis undanskymda läget vid infarten blir påverkan på landskapsbilden mycket lokal. Hur denna skillnad ska värderas är en fråga om synsätt. Enligt SKB:s uppfattning ger Infarten fördelar med avseende på landskapsbild.



## 5 Prioritering

Av de två utförningsalternativ som utretts prioriterar SKB det som benämns Infarten för fortsatt projektering av ett slutförvar i Forsmark. Huvudmotivet är att Infarten ger klara fördelar framför SFR-alternativet vad avser effektivitet och rationalitet i genomförandet av slutförvarsprojektet. Med bättre effektivitet följer i viss mån även fördelar i form av lägre miljöbelastning. I övrigt spelar miljöfaktorer en underordnad roll i jämförelsen, eftersom skillnaderna mellan alternativen är begränsade och nästan enbart berör den lokala omgivningen inom industriområdet. Förvarets långsiktiga säkerhet är såvitt kan bedömas oberoende av vilket alternativ som väljs.

Infartens avgörande fördelar har sin grund i principlösningen för tillträdesvägar till förvaret, som förutom ramp och hisschakt innefattar ett skipschakt. SFR-alternativet medger inget sådant schakt. Under driftskedet ger tillgången till ett skipschakt för transporter av utsprängt berg och återfyllnadsmaterial högre driftsäkerhet och effektivitet, jämfört med om dessa transporter måste ske via rampen. Under byggskedet ger schaktet fördelar i form av kortare byggtid och därmed kostnadsbesparingar.

De ovan angivna argumenten för att prioritera Infarten grundar sig inte specifikt på förhållandena i Forsmark, utan är hämtade från generella analyser av olika lösningar för slutförvarets tillträdesvägar /SKB 2003/. Men det finns även platsspecifika faktorer som talar för Infarten. En är att utrymme för hantering och temporär lagring av bergmassor kan ordnas i direkt anslutning till driftområdet. En annan att all verksamhet kan samlas till ett driftområde.

Faktorer som angetts som fördelar för SFR-alternativet är att behovet av transporter av kapslar med använt kärnbränsle på väg bortfaller, samt att samordningen mellan slutförvaret och den befintliga SFR-anläggningen underlättas av att verksamheterna finns intill varandra. Den förstnämnda faktorn är emellertid av marginell betydelse. Den sistnämnda är tveksam eftersom närheten också kan innebära störningsmoment i samband med planerade utbyggnader.

## 6 Referenser

**Bondesson W, 2005.** Arkeologisk utredning (etapp 1). Slutförvar Forsmark. SKB P-05-256. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Brantberger M, Zetterqvist A, Arnberg-Nielsen T, Olsson T, Outters N, Syrijänen P, 2006.** Final Repository for Spent Nuclear Fuel. Underground design Forsmark, layout D1. SKB R-06-34, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Ignell H, Karlsson J, Lundkvist E, Ramstedt H, Wahlman H, 2006.** Naturmiljöanalys och preliminär miljökonsekvensbedömning avseende naturmiljö. Slutförvar för använt kärnbränsle vid Forsmark. SKB P-06-101. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Lundqvist L, 2005.** Kulturmiljöanalys Forsmark. SKB P-05-254. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Lundqvist L (red), 2005.** Slutförvar för använt kärnbränsle – Preliminär bedömning av konsekvenser för kulturmiljön i Forsmark. SKB P-05-255. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Nyström K, 2005.** Landskapsbildanalys Forsmark. SKB P-05-257. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2000a.** Förstudie Östhammar, slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2000b.** Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningskedet. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2003.** Utredning rörande tillträdesvägar till djupförvarets deponeringsområden, schakt eller ramp? SKB R-03-11, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2004.** Platsundersökning Forsmark. Program för fortsatta undersökningar av geosfär och biosfär. SKB R-04-75. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2005a.** Preliminary site description. Forsmark area – version 1.2. SKB R-05-18, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2005b.** Preliminary safety evaluation for the Forsmark area. SKB TR-05-16. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**SKB, 2006.** Slutförvar för använt kärnbränsle. Preliminär anläggningsbeskrivning – layout D, Forsmark. SKB R-06-33. Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Zetterling, 2006.** Buller under bygg- och driftskedet, slutförvar Forsmark. SKB P-06-110. Svensk Kärnbränslehantering AB.