

**R-01-42**

# **Program för platsundersökning vid Forsmark**

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2001

**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



# **Program för platsundersökning vid Forsmark**

Svensk Kärnbränslehantering AB

December 2001

# Förord

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB har angivit tre lokaliseringalternativ där man efter avslutade förstudier planerar att gå vidare med platsundersökningar som bland annat omfattar provborrningar ner till 1 000 meters djup. De tre alternativen är Forsmark i Östhammars kommun, Tierp norra/Skutskär i Tierps och Älvkarleby kommuner samt Simpevarp i Oskarshamns kommun. Den 1 november 2001 fattade regeringen ett beslut som innebär klartecken för SKB att inleda platsundersökningar på dessa platser och den 4 december fattade kommunfullmäktige i Östhammars kommun beslut om att lämna sitt samtycke till en platsundersökning vid Forsmark.

SKB redovisade hösten 2000 ett generellt program för undersökningar och utvärdering av platser för djupförvaret. I den rapporten beskrivs vilken geovetenskaplig information som man planerar att samla in och hur denna ska användas i utvärderingen av en plats. I början av 2001 kompletterades detta program med ett generellt genomförandeprogram som ger en fördjupad och mer detaljerad beskrivning av hur undersökningarna av berggrunden och de ytnära ekosystemen kan genomföras. I genomförandeprogrammet preciseras vad som ska eller kan mätas, vilka metoder som kan användas och hur platsbeskrivande modeller ska upprättas.

De två ovan nämnda programmen tar inte hänsyn till platsspecifika förhållanden eller till den kunskap som redan finns om ett visst kandidat område eller en plats. Sådan hänsyn tas i stället när det generella programmet anpassas till en aktuell plats. Denna rapport, det platsspecifika programmet för Forsmark, utgör en anpassning av de planerade undersökningarna till de förhållanden som råder där och då främst med fokusering till platsundersökningens inledande skede. Vidare görs en anpassning så att hänsyn tas till boende, fastighetsägare samt natur- och kulturvården så att dessa inte i onödan utsätts för påverkan eller störningar.

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	7
<b>1 Inledning</b>	17
1.1 Avfallssystemet	17
1.2 Lokaliseringsarbetet	21
1.3 Platsundersökningsskedet	24
1.4 Detta program	27
<b>2 Forsmarksområdet</b>	29
2.1 Läge	29
2.2 Natur- och kulturförhållanden	33
2.3 Geologiska förhållanden	34
2.4 Vägar, fastigheter och brunnar	35
2.5 Forsmarksverkets industriområde	39
<b>3 Undersökningar</b>	41
3.1 Generellt program	41
3.2 Platsanpassat program	42
3.3 Inledande platsundersökning	42
3.3.1 Kunskapsläge och viktiga frågor	42
3.3.2 Undersökningsstrategi	43
3.3.3 Tidsplan	46
3.4 Förberedande arbeten	46
3.4.1 Dokumentation av ostörda förhållanden	47
3.4.2 Brunnsinventering	48
3.4.3 Flygfotografering	50
3.4.4 Regional platsbeskrivande modell, version 0	51
3.5 Infrastrukturuppbyggnad	51
3.5.1 Allmänt	51
3.5.2 Ny tillfartsväg till Forsmarksområdet	51
3.5.3 Kontor och förråd	53
3.5.4 Vägar och borrhålsplatser	53
3.5.5 Elförsörjning	53
3.6 Undersökningar för karakterisering av platsen och dess omgivning	54
3.6.1 Kärnbörning och borrhålsmätningar	54
3.6.2 Hammarbörning och borrhålsmätning	55
3.6.3 Helikopterburen geofysik	55
3.6.4 Markgeofysik	57
3.6.5 Maringeologiska undersökningar	59
3.6.6 Berggrundsgeologisk kartläggning	59
3.6.7 Studier av bergets transportegenskaper, mekanisk hållfasthet och termiska egenskaper	59
3.6.8 Kartläggning av jordarter och jordmån samt hydrotester i jordrör	60
3.6.9 Hydrologiska och ekologiska undersökningar	60
3.6.10 Vegetationskartering samt fågel- och däggdjursinventeringar	62



3.7	Övervakning	62
3.7.1	Meteorologiska och hydrologiska förhållanden	63
3.7.2	Naturmiljö	63
3.7.3	Radionuklider och miljögifter	64
3.7.4	Seismisk aktivitet	64
3.7.5	Berggrundens deformation	64
3.8	Analys, platsbeskrivande modeller samt platsbeskrivning	64
3.9	Komplett platsundersökning	67
<b>4</b>	<b>Projektering av djupförvaret</b>	<b>69</b>
4.1	Översikt	69
4.2	Anläggningar	70
4.2.1	Platsens förutsättningar	70
4.2.2	Alternativ för utformning	71
4.2.3	Bygganalys	71
4.2.4	Provisorier	72
4.2.5	Bergmassor	72
4.3	Transporter	72
4.3.1	Sjötransporter och hamn	73
4.3.2	Vägtransporter	74
<b>5</b>	<b>Säkerhetsanalys</b>	<b>75</b>
5.1	Allmänt	75
5.2	Preliminär säkerhetsbedömning efter inledande platsundersökning	77
5.3	Återkoppling med undersökningar och projektering	77
<b>6</b>	<b>Övriga anläggningar i avfallssystemet</b>	<b>79</b>
6.1	Inkapslingsanläggning	79
6.2	Kapseltillverkning	80
6.3	SFR – Utbyggnad	80
6.4	Långlivat låg- och medelaktivt avfall	81
<b>7</b>	<b>Samhällspåverkan</b>	<b>83</b>
7.1	Vilket underlag krävs?	83
7.2	Hur ska underlaget tas fram?	84
<b>8</b>	<b>Samråd och miljökonsekvensbeskrivning</b>	<b>85</b>
8.1	Tillämpliga lagar	85
8.2	Tidigt samråd	85
8.3	Utökat samråd med miljökonsekvensbedömning	86
8.4	Andra samråd	87
<b>9</b>	<b>Organisation</b>	<b>89</b>
9.1	SKB:s övergripande organisation	89
9.2	Avdelning Platsundersökningar	90
	<b>Referenser</b>	<b>91</b>
	<b>Bilaga</b>	<b>95</b>

# Sammanfattning

I rapporten "Samlad redovisning av metod, platsval och program för platsundersökningskedet" (vanligen benämnd FUD-K) värderade SKB åtta olika lokaliseringalternativ för ett djupförvar för använt kärnbränsle, fördelade på sex kommuner. Tre alternativ – Forsmark, Tierp norra/Skutskär och Simpevarp – prioriterades för platsundersökningar. Den 1 november 2001 fattade regeringen ett beslut i ärendet som innebär ett klartecken för SKB att fortsätta arbetet enligt den redovisning som lämnades i FUD-K.

Den 4 december fattade kommunfullmäktige i Östhammars kommun beslut om att lämna sitt samtycke till en platsundersökning vid Forsmark. Denna rapport redovisar SKB:s planering för kommande lokaliseringsarbete i Östhammars kommun vilket i huvudsak omfattar en platsundersökning vid Forsmark. Redovisningen ger en översikt av hela platsundersökningsskedet samt en detaljerad beskrivning av den inledande etappen, det vill säga de första två åren. Resultatet av den inledande platsundersökningen är avgörande för om Forsmark är intressant för komplett platsundersökning. Rapporten redovisar även den påverkan på natur- och kulturvärden som undersökningarna bedöms medföra samt de skyddsåtgärder SKB avser att vidta.

## Allmänt

Målet med platsundersökningsskedet är att få tillstånd att lokalisera djupförvaret för använt kärnbränsle och inkapslingsanläggningen. Vilken ort och plats som slutligen väljs för djupförvaret kommer att styra mycket av hanteringssystemet i övrigt. Det påverkar transportsystemet och eventuellt lokaliseringen av inkapslingsanläggningen och kapsel-fabriken liksom var tyngdpunkten i SKB:s hela verksamhet på sikt kommer att ligga.

SKB:s arbete under platsundersökningsskedet kommer att utgå från en helhetssyn på lokaliseringsfrågorna och systemutformningen. Avgörande aspekter på kommande förslag till lokalisering och systemutformning blir för SKB:s del att:

- Visa att ett djupförvar, på den plats som väljs, uppfyller alla krav på långsiktigt säker förvaring. För detta krävs säkerhetsanalyser, som i sin tur kräver omfattande undersökningar av berggrunden.
- Visa att ett djupförvar på den plats som väljs, liksom systemutformningen i övrigt inklusive lokaliseringen av inkapslingsanläggningen, uppfyller alla tekniska krav samt hälso- och miljöskydds krav.
- Få stöd för en lokalisering av djupförvaret, inkapslingsanläggningen och systemutformning av berörd kommun samt av myndigheter och regering.

Lokaliseringsansökningar för djupförvaret och inkapslingsanläggningen ska åtföljas av miljökonsekvensbeskrivningar. Den dialog och de informella samråd med berörda som har pågått sedan förstudien inleddes utgör en bas för samråd och miljökonsekvensbeskrivning i enlighet med miljöbalkens bestämmelser i platsundersökningsskedet.

I en platsundersökning insamlas och värderas en stor mängd data om berggrunden. Dessa data behövs för att bedöma säkerheten på lång sikt för ett förvar för använt kärnbränsle på den undersökta platsen. Data behövs även för att beskriva hur djupförvarets anläggningar ovan och under jord kan utformas och byggas med hänsyn till berggrund och infrastruktur. Vidare behövs ett underlag för att bedöma vilka konsekvenser ett förvar får för miljön under byggande och drift.

Ett generellt (icke platsspecifikt) geovetenskapligt program för platsundersökningsskedet har tidigare presenterats och granskats av bland annat SKI, SSI och KASAM. I det generella programmet redovisas vilka data som krävs för säkerhetsanalys och projektering, hur undersökningarna kan bedrivas för att erhålla dessa data samt krav och kriterier för vad platsen ska uppfylla samt kriterier som medför att undersökningarna avbryts.

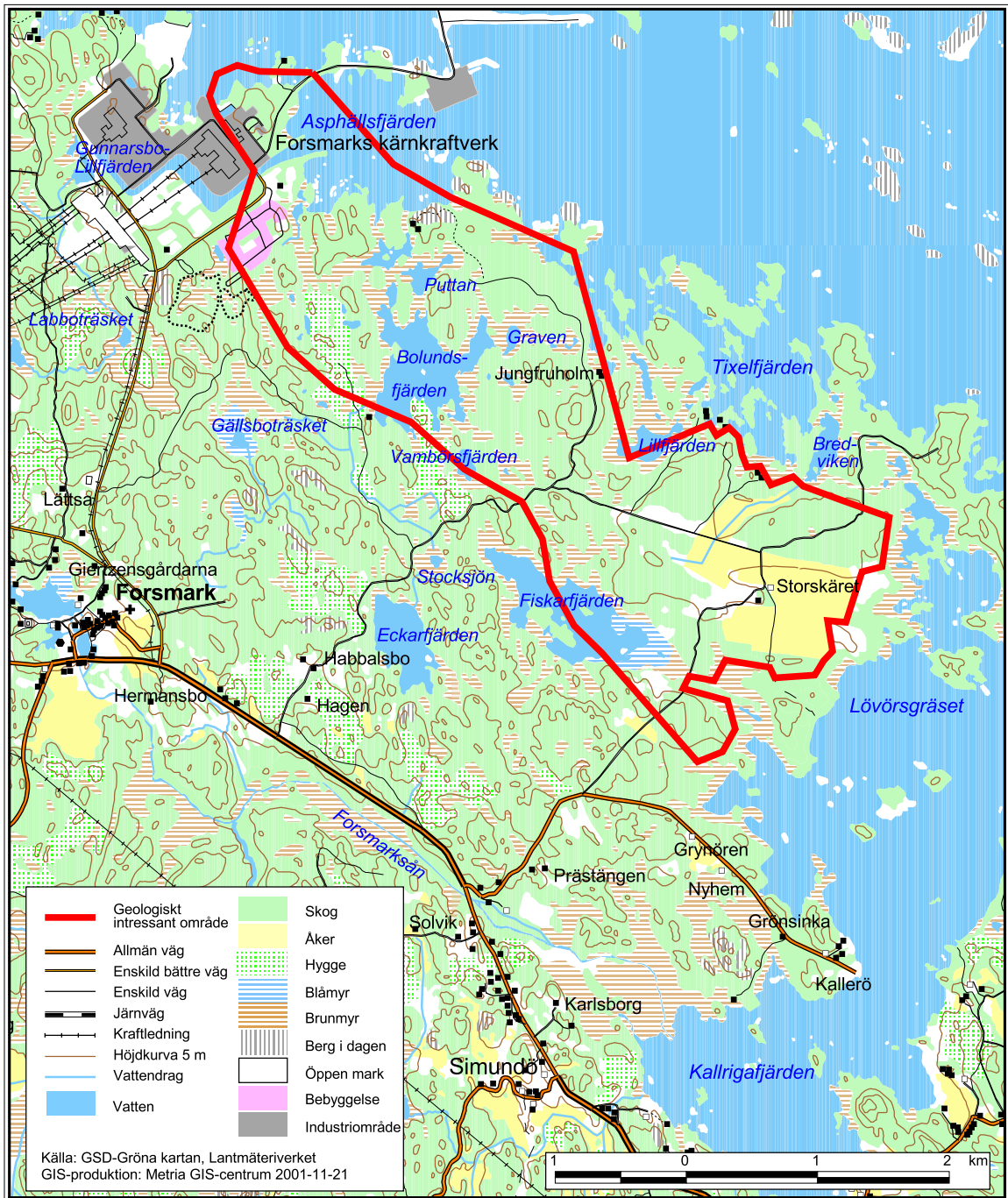
I det generella programmet indelas platsundersökningarna i två huvudetapper – inledande och kompletta platsundersökningar. Den inledande etappen genomförs för att identifiera den plats inom ett angivet område som bedöms vara mest lämpad för ett djupförvar och för att avgöra om förstudiens bedömning av områdets lämplighet kvarstår även med data från djupet. Om bedömningen kvarstår vidtar kompletta platsundersökningar. Syftet med de senare är att ta fram det detaljerade underlag som krävs för att kunna välja ett huvudalternativ och göra en lokaliseringsansökan för djupförvaret för det alternativet.

## **Forsmarksområdet**

### **Allmänna förutsättningar**

Det generella undersökningsprogrammet måste anpassas till förhållandena vid respektive plats. För Forsmark är det viktigt att ta hänsyn till det relativt höga kunskapsläge om berggrunden som finns där. Bland annat finns kunskap från undersökningarna och från byggandet av kärnkraftverket och SFR. Även om det saknas djupa borrhål i det intressanta området, finns sådana i omgivningen. Data från dessa anläggningar och borrhål har givit upphov till specifika frågeställningar som måste utredas. Programmet måste även anpassas så att hänsyn tas till känslig natur och synpunkter från länsstyrelsen, kommunen, markägare och närboende.

Förstudien i Östhammars kommun resulterade i att ett område sydost om Forsmarks kärnkraftverk rekommenderades för en platsundersökning, se figur 1. Det som talar för området är att det där kan finnas lämplig berggrund samtidigt som området ligger inom tunnelavstånd till ett kärntekniskt industriområde med egen hamn. Denna kombination bedömdes kunna ge goda förutsättningar att uppfylla de långsiktiga säkerhetskraven samtidigt som förutsättningarna bedöms vara goda för en bra lokalisering ur industriell och miljömässig synpunkt. Förstudien visade även att vissa delar inom Forsmarksområdet har höga naturvärden. I förstudien gjordes bedömningen att dessa värden borde kunna bevaras om djupförvarets industriella verksamhet ovan jord förläggs till Forsmarks industriområde.



Figur 1. Område i Forsmark som är av intresse för djupförvaret.

## Geovetenskapliga förutsättningar

Berggrunden i Forsmarksområdet består huvudsakligen av homogen gnejsgranit med normala förhållanden vad det gäller sprickfrekvens och lokala sprickzoner. Området uppvisar därmed egenskaper som bedöms som goda ur förvarssynpunkt även om det krävs fördjupade studier innan detta kan slås fast. Viktiga frågor som måste besvaras är:

- Områdets (linsens) tredimensionella form. Denna fråga avgör om det finns en tillräcklig volym med lämpligt berg på förvarsdjup (400–700 meter). Tillgängliga uppgifter tyder på en nära vertikal begränsning av linsens sidor, men detta måste undersökas.
- Eventuell malmpotential mot djupet. Forsmarksområdet ligger i en region där malmer och mineraliseringar, främst associerade till metavulkaniska bergarter, är relativt vanliga. Den yt nära berggrunden domineras av gnejsgranit som saknar malmpotential men berggrundens sammansättning på djupet måste undersökas. Malmpotential gör ett område olämpligt.
- Eventuell förekomst av flacka sprickzoner. Flacka vattengenomsläppliga sprickzoner kan ha stor påverkan på var och hur mycket grundvatten som rör sig genom berget och är därmed viktiga ur både säkerhetssynpunkt och vid tunnelbyggnation. Flacka sprickzoner kan vara både gynnsamma och ogynnsamma för ett djupförvar beroende på var de påträffas.
- Eventuell förekomst av höga bergspänningar. Dessa har betydelse under förvarets driftperiod eftersom de, i kombination med bergets hållfasthet och konstruktionsparametrar, avgör stabilitetsförhållanden och förstärkningsbehov i bergutrymmen. Alltför höga spänningar kan göra platsen olämplig för ett djupförvar.

Förutom dessa platsspecifika frågor finns det andra generella frågor som alltid måste besvaras. Det gäller till exempel förekomst och frekvens av bergartsgångar och sprickzoner, vattengenomsläppligheten i dessa och i omgivande berggrund, flödesvägar för grundvattnet samt vattenkemiska, termiska och bergmekaniska förhållanden. Även långsiktiga förändringar av ytavrinning, grundvattenströmning och grundvattenkemi måste bedömas.

## Förutsättningar rörande natur- och kulturvärden

Terrängen i Forsmarksområdet är flack med skogsbevuxna moränmarker, enstaka hållpartier samt ett flertal fjärdar och små sjöar. Vattenområdena befinner sig i olika stadier av avsnörning från havet till följd av den pågående landhöjningen. Avsnörningarna är intressanta ur ett ekologiskt perspektiv på grund av den snabba successionen av biotoper. Större delen av området utgörs av produktiv skogsmark, dominerad av yngre granskog och slutavverkningsytor. Det finns även kulturmarker med åker och betesmarker, liksom rester av ett intensivt skogsbete. Området är i sin helhet av riksintresse för naturvärden.

Forsmarksområdet låg under havet fram till tidig medeltid då de första öarna tog form. Troligen saknas därför fornlämningar inom området. De kulturvärden från senare tid som finns är främst lämningar av bebyggelse. Sydväst om området finns Forsmarks bruk, som är av riksintresse som en av landets mest värdefulla bruksmiljöer.

Generellt är det viktigt att borrhål, vägar och andra ingrepp i Forsmarksområdet placeras och genomförs på ett sådant sätt att de vetenskapliga målen nås samtidigt som påverkan på natur- och kulturmiljön blir liten. Om möjligt bör borrhål och vägar inte placeras i områden med höga naturvärden. En fördel ur denna aspekt är att vägnätet inom området

är väl utbyggt varför större delen av området bör kunna undersökas med vertikala eller lutande borrhål från befintliga vägar eller korta stickvägar från dessa. Undantagsvis kan en ny väg eller borrhålsplats behöva anläggas i ett känsligt område. Skulle detta inträffa krävs förmodligen särskilt tillstånd av länsstyrelsen som då troligen kommer att föreskriva villkor för hur vägen eller borrhålsplatsen ska utformas och hur marken ska återställas.

## Undersökningar

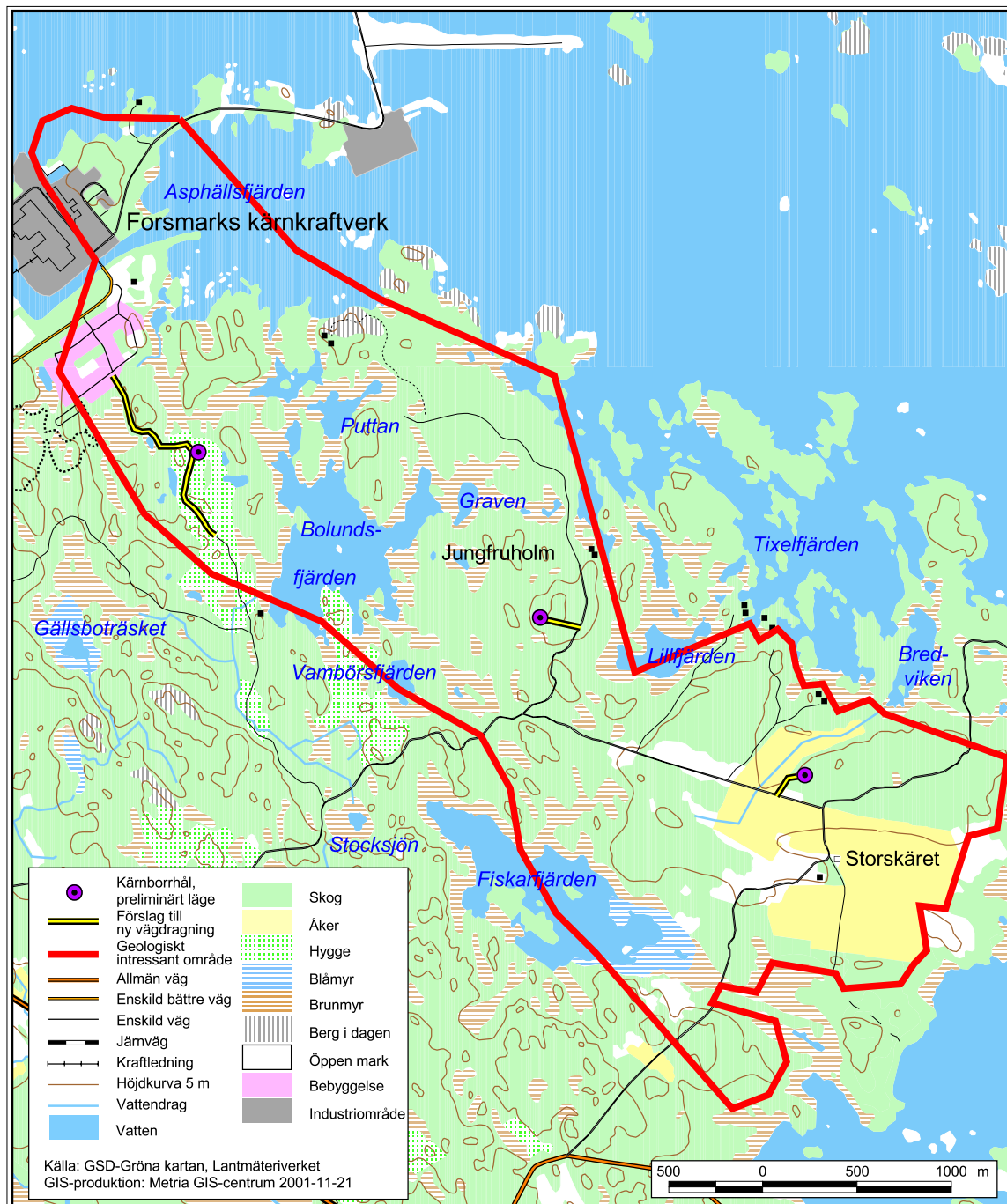
Forsmarksområdet är relativt litet, men ändå med god marginal tillräckligt stort för ett djupförvar. Den begränsade ytan medför att första deletappen i det generella genomförandeprogrammet, val av prioriterad plats, inte är aktuell. Områdets storlek motsvarar vad som är rimligt för en prioriterad plats och undersökningarna kan därför inriktas på denna plats och dess omgivning.

Merparten av undersökningarna kommer att koncentreras till Forsmarksområdet och dess närområde men även ett större regionalt område kommer att studeras. Det sistnämnda området är valt så att det inkluderar troliga in- och utströmningsområden för ett djupförvar inom Forsmarksområdet. Flygmätningar, geologisk kartläggning och maringeologiska undersökningar kommer att genomföras inom det regionala området. Borrhål placeras huvudsakligen i Forsmarksområdet och de omgivande större sprickzonerna, men under eventuella kompletta undersökningar kan även något eller några borrhål placeras i Forsmarksområdets omgivning för att ge data av betydelse för den regionala grundvattenströmningen.

De viktiga frågor som nämndes tidigare och som i första hand behöver redas ut kan inte besvaras med hjälp av ytundersökningar utan förutsätter kärnborrhål med tillhörande mätningar och provtagningar. Resultat från undersökningarna i borrhålen kommer sedan att samtolkas med resultat från detaljerade kartläggningar från markytan av bergarter, sprickzoner och andra strukturer. Bedömningen av huruvida området är lämpligt för en komplett platsundersökning kommer att baseras på en sammanvägning av all tillgänglig information.

Den inledande platsundersökningen omfattar följande huvudmoment:

- En ny skogsbilväg byggs från Forsmarksverket till Forsmarksområdet.
- Berggrundens egenskaper undersöks med tre djupa kärnborrhål som borrar i en profil längs områdets centrala del, se figur 2.
- Sprickzoner i området och dess omgivning undersöks med helikoptermätningar, markgeofysiska mätningar, geologiska kartläggningar och begränsad hammarborrning.
- Områdets randzoner i nordost och sydväst undersöks med två djupa kärnborrhål (hålens lägen kan bestämmas först när undersökningar enligt föregående punkt genomförts).
- En samlad utvärdering görs av alla undersökningar som underlag för beslut om en eventuell komplett platsundersökning.



© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

*Figur 2. Preliminära lägen för de tre första kärnborrhålen. Ytterligare två kärnborrhål kommer därefter att borraras för att undersöka linsens begränsningar mot nordost och sydväst. Även den föreslagna sträckningen av den nya anslutningsvägen, liksom stickvägarna till de centrala och södra borrhålen är markerade på kartan.*

## Projektering

SKB har sammanställt en heltäckande generell anläggningsbeskrivning som utgör SKB:s referensutformning av djupförvaret. Där redovisas anläggningens planerade funktion, storlek och omfattning för olika principlösningar vad gäller utformningen. Anläggningsbeskrivningen utgör, tillsammans med underlaget från förstudien, startpunkten för projekteringen under platsundersökningsskedet. Då ska utformning och konstruktion liksom planer för byggande och drift anpassas till förhållandena i Forsmark.

Utgångsförutsättningen är att djupförvarets industriella verksamhet ovan jord förläggs till Forsmarksverkets industriområde medan förvaret förläggs till det geologiskt intressanta området sydost om kärnkraftverket. Inom det geologiskt intressanta området, på platsen ovanför förvaret, kommer troligen schakt för ventilation och utrymning att utnyttas.

Baserat på en preliminär platsmodell upprättas en första platsanpassad anläggningsbeskrivning. Under den kompletta platsundersökningen detaljeras utformning och konstruktion. Anläggningsbeskrivningen blir ett viktigt underlag för säkerhetsanalys och miljökonsekvensbeskrivning. Inom ramen för projekteringsarbetet görs utredningar för att belysa konsekvenser och genomförbarhet av olika alternativ. Dessa utredningar ligger till grund för samråd om och analys av föreslagna utformningar.

Följande riktlinjer gäller för utformningen av ett djupförvar i Forsmark:

- Anläggningarna under jord förläggs inom det cirka tio kvadratkilometer stora område som är av intresse för förvaret, se figur 1. Vilka lägen inom detta område som kan bli aktuella styrs huvudsakligen av berggrundens egenskaper och måste avgöras utifrån de successiva resultaten från platsundersökningen.
- Anläggningarna ovan jord förläggs om möjligt inom industriområdet vid kärnkraftverket. Därmed reduceras miljöeffekterna och konfliktriskerna med traktens speciella naturskyddsintressen. Huvudalternativet är en förläggning intill SFR.
- Inseglingssäkerheten till Forsmarks hamn har begränsat djup. Transporterna av använt kärnbränsle till djupförvaret kan gå sjövägen dit. För transporter av bentonitlera till djupförvaret och eventuella transporter därifrån av bergmassor finns förutom Forsmarks hamn alternativet in- och utskeppning via Hargshamn.
- Samordning med annan kärnteknisk industri i Forsmark eftersträvas, dock med beaktande av gällande planbestämmelser.
- Forsmark har utpekats som riksintressant för energiproduktion. Vid projekteringen ska hänsyn tas till eventuella framtida anläggningar för energiproduktion.

Vidare måste behovet av bergupplag inom rimliga transportavstånd från tunnelmynningar samt utformning och anpassning i landskapsbilden av de byggnader och övriga anläggningar som krävs i markplanet beaktas vid projekteringen.

Möjligheten att andra kärntekniska anläggningar förläggs till Forsmark måste också beaktas. SFR är planerat att byggas ut med bergrum för driftavfall och rivningsavfall. Möjligen kan även mellanlagring av hårdkomponenter tillkomma. Det finns inga direkta kopplingar mellan de undersökningar som nu ska göras för djupförvaret och utbyggnaden av SFR. Däremot finns det kopplingar med avseende på bygge och drift och därmed också till projekteringen av djupförvaret. Det gäller bland annat produktionen av bergmassor (totalt sett) och hanteringen av dessa, resursplanering och organisatoriska frågor. Dessa frågor kommer att beaktas i projekteringsarbetet.



Andra anläggningar som möjligen kan tillkomma vid Forsmark är inkapslingsanläggningen och ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. För inkapslingsanläggningen är huvudalternativet en förläggning vid CLAB, men alternativet med förläggning vid djupförvaret ska också utredas. Lokaliseringen av slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall blir aktuell om cirka 35 år och är därför inte en del av platsundersökningen. De lokaliseringalternativ som kan komma ifråga är samlokalisering med antingen SFR eller djupförvaret, eller en helt fristående anläggning. Platsundersökningen och projekteringen i Forsmark kommer att beakta dessa möjligheter. Bland annat är det viktigt att djupförvaret utformas så att en eventuell tillbyggnad med slutförvaret för låg- och medelaktivt avfall inte möter några säkerhetsmässiga eller tekniska hinder om det blir aktuellt i ett senare skede.

## Samhällspåverkan

Under platsundersökningsskedet behöver en fördjupad utredning genomföras för att bedöma påverkan på samhället av djupförvarsetableringen och de åtgärder som kan behöva vidtas för att etableringen ska fungera väl både för SKB och det lokala samhället. När ett beslut ska fattas om var djupförvaret ska lokaliseras är det viktigt att ha en klar bild av:

- Den lokala tillgången till kompetens och arbetskraft för SKB:s behov, på kort och lång sikt.
- Tillgången till bostäder, barnomsorg, skolor och annan offentlig service.
- Det lokala näringslivets möjligheter att leverera varor och tjänster för SKB:s behov.

SKB menar att motsvarande frågor är av intresse även för kommunen och andra intressenter. För kommunens del kan det behövas ett detaljerat underlag om planerna för utbyggnad och drift av djupförvaret, SFR och eventuella andra anläggningar som aktualiseras så att bedömningar kan göras av behovet vad gäller kommunal service, utbildning med mera. Kommunen kan även vilja utreda potentiella negativa effekter av en etablering på andra näringar eller för kommuninvånarens hälsa. Detta för att vid ett eventuellt beslut om en lokalisering i Forsmark kunna begära att SKB vidtar åtgärder för att begränsa sådana effekter. SKB ska också, enligt kraven i miljöbalken, i miljökonsekvensbeskrivningen för djupförvaret redovisa konsekvenserna för människors hälsa av en etablering.

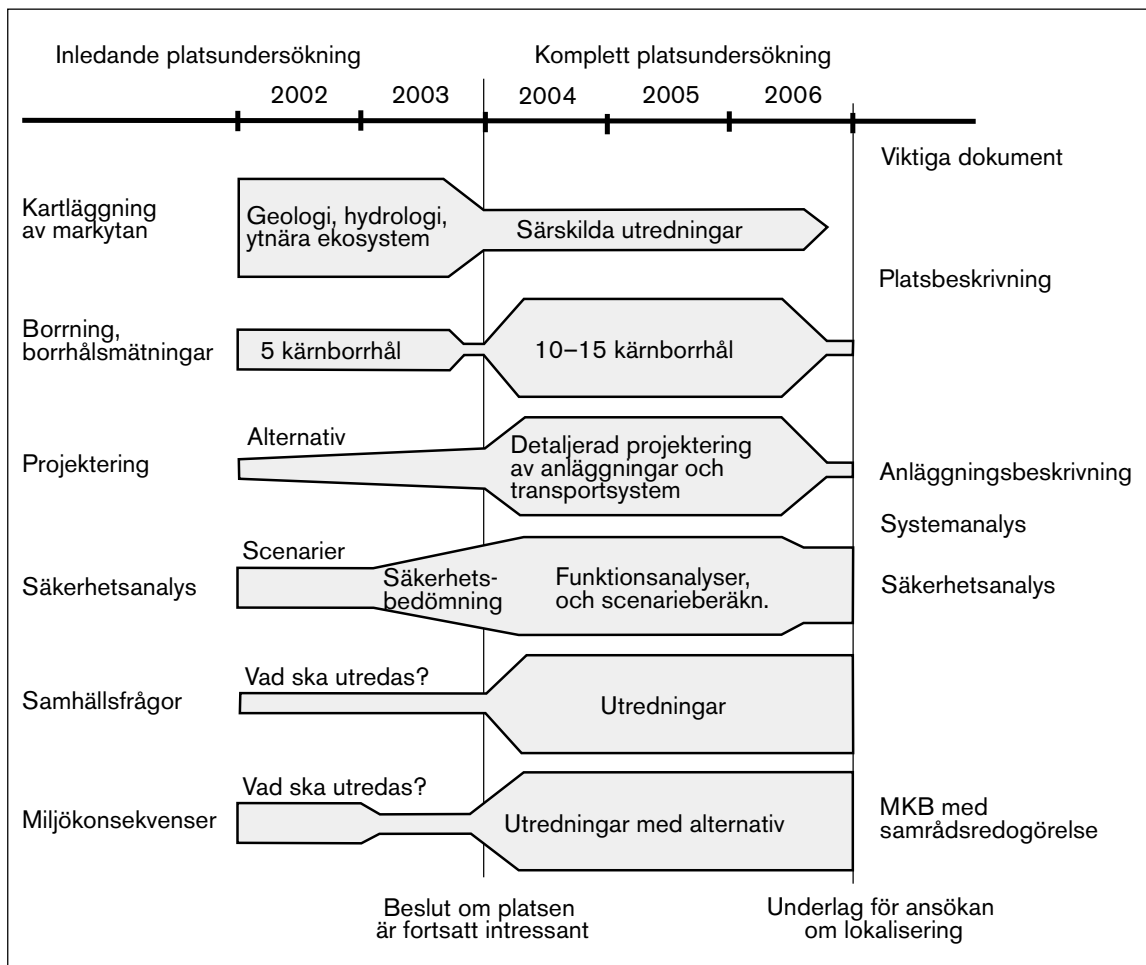
Hur underlaget tas fram behöver diskuteras grundligt i samråd mellan i första hand SKB, kommunen och de lokalt direkt berörda. Eftersom platsundersökningen kommer pågå i 5–6 år finns det goda möjligheter att ta fram det underlag som behövs för SKB, kommunen och andra parter.

## Säkerhetsbedömning och miljökonsekvensbeskrivning

Den inledande platsundersökningen avslutas med en preliminär säkerhetsbedömning. Om denna visar att platsen fortfarande är intressant görs en komplett platsundersökning. De undersökningar som då blir aktuella kommer till stor del att omfatta vad som tidigare har presenterats i det generella programmet.

SKB kommer att anmäla djupförvarsärendet till länsstyrelsen för tidigt samråd i enlighet med miljöbalken. Detta kommer att övergå till utökad samråd med miljökonsekvensbedömning. Under den första tiden inventeras frågor som bör tas med i en miljökonsekvensbeskrivning. Utredningsarbetet rörande platsspecifika frågor kan starta på allvar när data från berggrunden och alternativ från projekteringen finns framme.

Figur 3 visar en schematisk bild av hur intensiteten i olika huvudaktiviteter kan variera över tiden.



**Figur 3.** Intensitet av aktiviteter under platsundersökningen i Forsmark 2002 till 2006.

# 1 Inledning

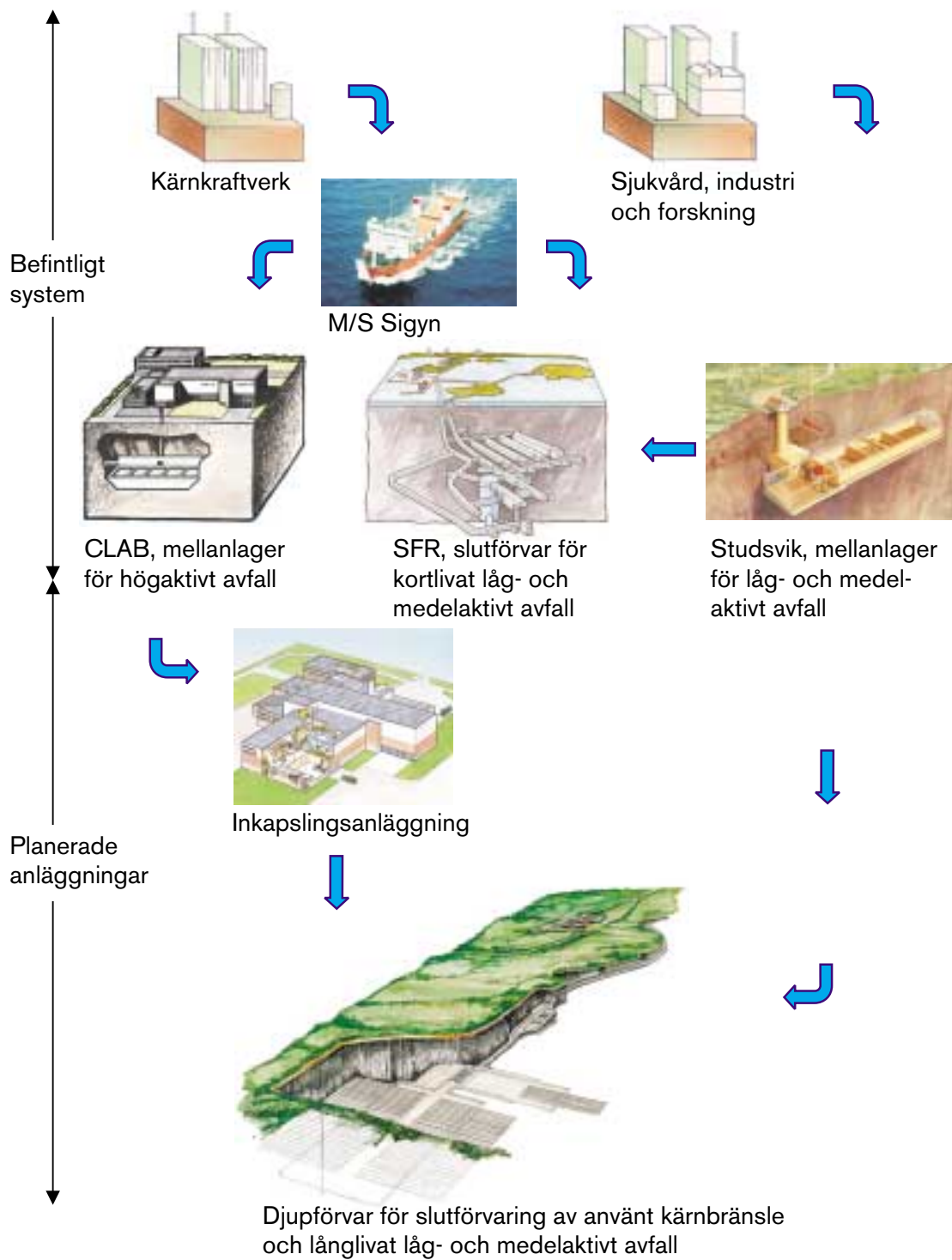
I hanteringskedjan för omhändertagande av använt kärnbränsle återstår att etablera två kärntekniska anläggningar – ett djupförvar och en inkapslingsanläggning. SKB har i sin samlade redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet (den så kallade FUD-K) som presenterades i december 2000 prioriterat fortsatta studier inklusive platsundersökningar för följande tre alternativ: Forsmark, Simpevarp och Tierp norra/Skutskär. Syftet med platsundersökningsskedet är att ta fram allt underlag som behövs för att bedöma om respektive plats är lämplig för ett djupförvar och om så är fallet lämna in en lokaliseringsansökan för en av dessa platser. Målet är också att få tillstånd att lokalisera och bygga inkapslingsanläggningen. SKB presenterar i detta program sin planering för platsundersökningen i Forsmark. Programmet omfattar huvudsakligen den inledande platsundersökningen, men i generella termer beskrivs även planeringen för den kompletta platsundersökningen, om en sådan blir aktuell.

## 1.1 Avfallssystemet

Det använda kärnbränsle som driften av landets kärnkraftsreaktorer ger upphov till transporteras sedan drygt 15 år till CLAB (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle), beläget på Simpevarpshalvön utanför Oskarshamn. Där förvaras det i bergförlagda vattenbassänger i cirka 30 år. Hanteringskedjan för det permanenta omhändertagandet av bränslet, efter mellanlagringen i CLAB, återstår att etablera. SKB:s huvudinriktning är att det ska kapslas in och sedan slutdeponeras i ett djupförvar på cirka 500 meters djup, enligt den så kallade KBS-3-metoden. För det krävs att det nuvarande hanteringssystemet utökas med två kärntekniska anläggningar – ett djupförvar och en inkapslingsanläggning. Det krävs också en anläggning för tillverkning av kapslar samt kompletteringar av transportsystemet. Planeringen för närvarande är att dessa återstående systemdelar ska finnas etablerade och kunna tas i drift omkring år 2015. Det tekniska utvecklingsarbetet pågår sedan lång tid tillbaka och redovisas vart tredje år i SKB:s program för forskning, utveckling och demonstration (FUD-program).

Djupförvaret blir alltså den sista länken i en hanteringskedja som börjar med att använt kärnbränsle tas ut ur kärnreaktorerna. På motsvarande sätt krävs hanteringskedjor för andra typer av radioaktivt avfall från kärnkraftverken. Mindre mängder radioaktivt material tillkommer även från annan industri, forskning och sjukvård. Alla dessa avfallskategorier ska tas om hand i befintliga eller tillkommande delar av SKB:s hanteringssystem för radioaktivt avfall. Figur 1-1 visar huvuddragen i detta system. Tabell 1-1 ger en översikt över ursprung och beräknad mängd avfall till de olika förvarerna.

Vilka mängder som behöver tas om hand och hur behoven fördelar sig över tiden är bland annat beroende av den framtida avvecklingstakten för kärnkraftverken. Mängderna som anges i tabell 1-1 svarar mot referensscenariot för SKB:s planering, vilket innebär att samtliga reaktorer drivs i 40 år (utom Barsebäck 1 som togs ur drift 1999). Med detta scenario kommer de elva återstående reaktorerna, som togs i drift 1972–1985, att tas ur drift under perioden 2012–2025.



**Figur 1-1.** Anläggningar i det svenska avfallsbanteringssystemet.

**Tabell 1-1. Olika typer av slutförvar för radioaktivt avfall. Mängderna baseras på antagandet att de kärnreaktorer som nu är i drift stängs efter 40 års drift. Källa: /1-1/.**

Förvar	Produkt	Huvudsakligt ursprung	Enhet i slutlager	Antal	Volym (m <sup>3</sup> )
Slutförvar för långlivat högaktivt avfall (djupförvaret)	Använt kärnbränsle	Kärnkraftverk	Kapslar	4 500	18 000
Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall	Alfakontaminerat avfall	Sjukhus, forskning, industri	Fat och kokiller	4 500	1 800
	Härdkomponenter	Reaktordelar	Kokiller	1 400	9 700
	Rivningsavfall*	CLAB och inkapslingsanläggningen	Containrar	630	8 700
Slutförvar för kortlivat lågaktivt avfall (SFR)	Driftavfall	Kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	Fat och kokiller	34 800	54 600
	Rivningsavfall	Kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	Främst containrar	11 400	170 000
Totalt				34 800	263 000

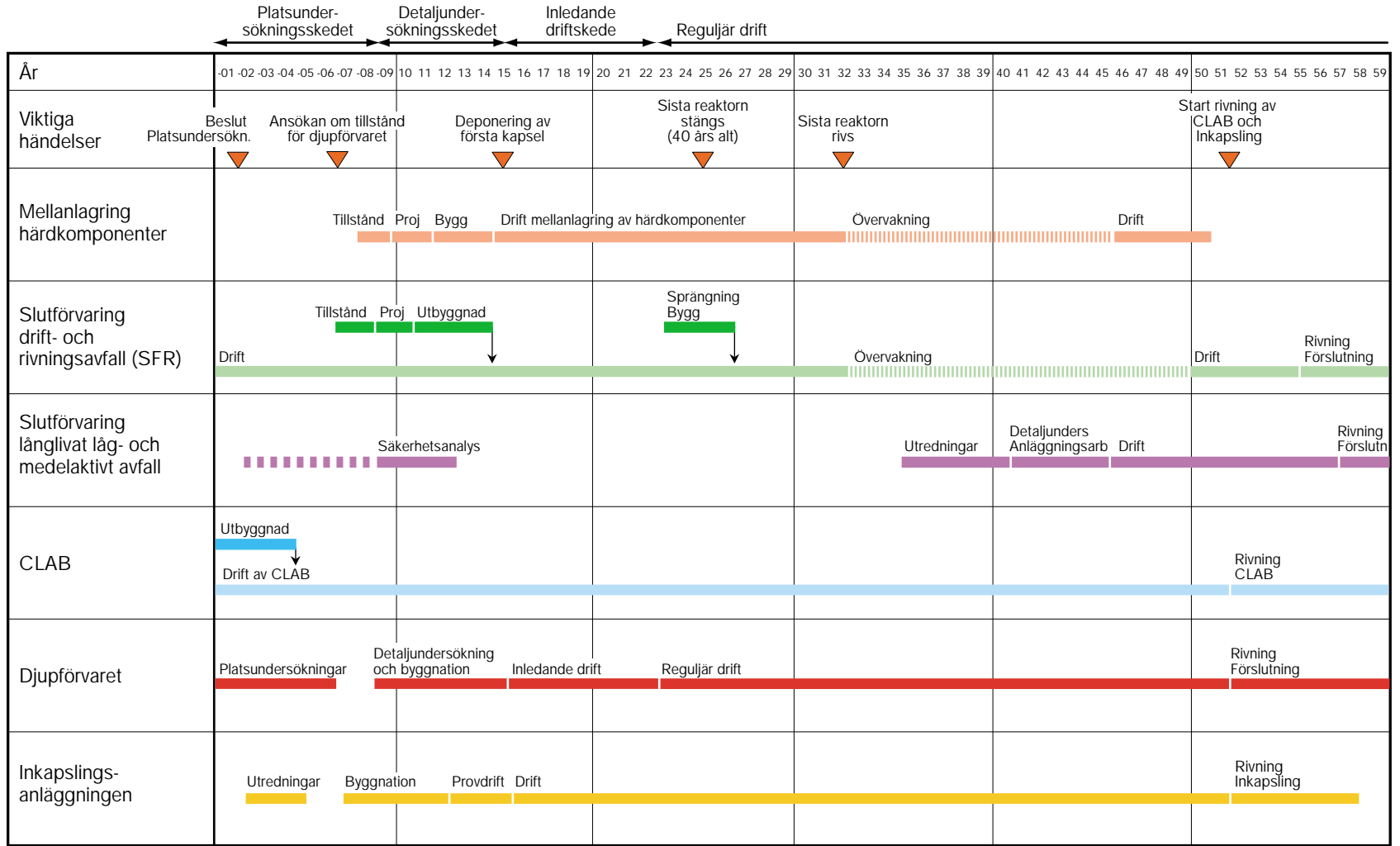
\* Kortlivat lågaktivt avfall som uppkommer efter förslutning av SFR och som därför deponeras i slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

För kortlivat, låg- och medelaktivt driftavfall finns i dag en komplett hanteringskedja. Deponeringen sker i bergrum i SFR (Slutförvar för radioaktivt driftavfall) vid Forsmark. I ett senare skede planeras en utbyggnad av SFR för kortlivat avfall från den framtida rivningen av kärnkraftverken.

Ett särskilt förvar planeras för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Eftersom denna typ av avfall främst uppkommer när kärnkraftverken rivs aktualiseras frågan om var detta slutförvar ska lokaliseras först om uppskattningsvis 35 år. Huvudalternativen är vid djupförvaret eller vid SFR. En tredje möjlighet är en fristående anläggning. Mellanlagring kommer eventuellt att ordnas för vissa typer av långlivat avfall, i första hand vid CLAB eller SFR.

I figur 1-2 sammanfattas planeringen för hela avfallssystemet i form av en översiktlig tidsplan för de delar som återstår.

Figur 1-2. Översiktlig tidsplan för hela avfallssystemet.



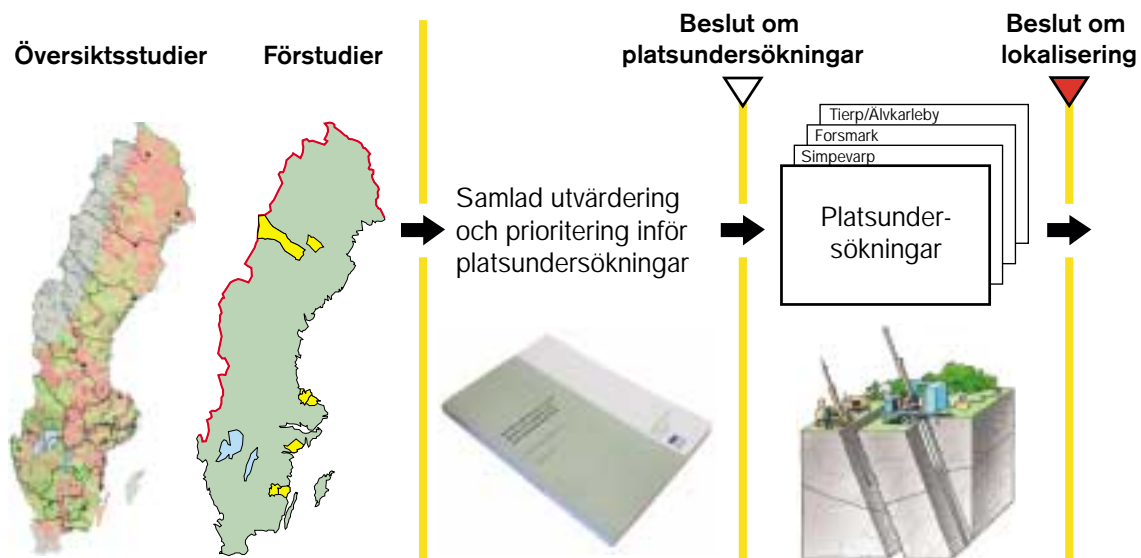
## 1.2 Lokaliseringsarbetet

Den lokaliseringsprocess som pågår omfattar inkapslingsanläggningen och djupförvaret för det använda kärnbränslet. Målet är att det inom en tioårsperiod ska finnas beslut om var dessa anläggningar ska vara förlagda. Huvudfrågan är var djupförvaret förläggs, eftersom det kommer att styra mycket av hanteringssystemet i övrigt, se figur 1-3. Det påverkar givetvis transportsystemet, men har även betydelse för var inkapslingsanläggningen och kapseltillverkningen kan lokaliseras. På sikt styr lokaliseringen av djupförvaret var tyngdpunkten i SKB:s hela verksamhet kommer att ligga. För inkapslingen är huvudalternativet att bygga en anläggning i anslutning till CLAB, men möjligheten att förlägga även denna verksamhet vid djupförvaret kommer att utredas.

För djupförvaret pågår ett stegvis upplagt lokaliseringsarbete, se figur 1-4. **Översiktsstudier** har gjorts för att klarlägga de generella lokaliseringsförutsättningarna med avseende på viktiga faktorer i olika delar av landet. **Förstudier** har gjorts för att i vid mening utvärdera förutsättningarna i totalt åtta kommuner, se figur 1-5. Gemensamt för dessa kommuner är dels att de på förhand bedömdes kunna ha goda säkerhetsmässiga och andra förutsättningar för ett djupförvar, dels att de ställde sig positiva till att medverka i förstudier.



**Figur 1-3.** Djupförvaret och andra verksamheter som påverkas av var djupförvaret lokaliseras.



**Figur 1-4.** Lokaliseringsarbetet under förstudie- och platsundersökningskedena.

Under år 2000 gjorde SKB en samlad utvärdering av de lokaliseringalternativ som hade framkommit i förstudierna. Syftet var att prioritera några områden för provborrningar och andra mer omfattande undersökningar – så kallade **platsundersökningar**. Denna utvärdering (fortsättningsvis benämnd FUD-K), liksom bakomliggande värderingsgrunder och argument, presenterades i december 2000 /1-2/. Den plan för det fortsatta arbetet som då redovisades innebär i huvudsak att platsundersökningar föreslås för följande tre lokaliseringalternativ (se figur 1-5):

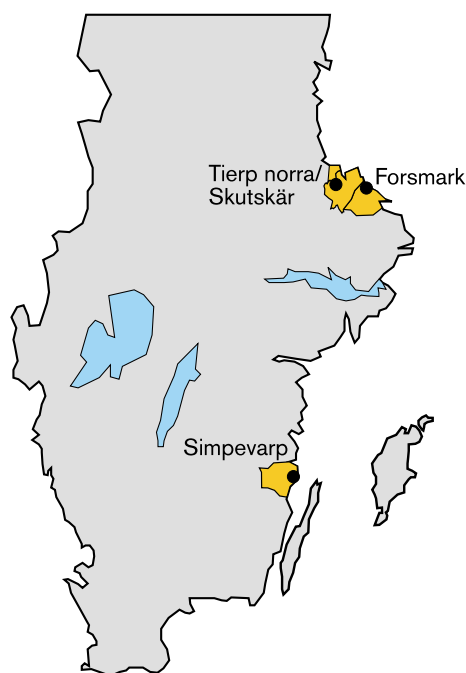
- Forsmark i Östhammars kommun. Alternativet innebär att djupförvaret förläggs i anslutning till den befintliga kärntekniska verksamheten i Forsmark (SFR och kärnkraftverket).
- Simpevarp i Oskarshamns kommun. Alternativet innebär att djupförvaret förläggs i anslutning till den befintliga kärntekniska verksamheten vid Simpevarp (CLAB och kärnkraftverket).
- Ett område i norra delen av Tierps kommun. Alternativet innebär att djupförvaret etableras som en fristående kärnteknisk verksamhet. Hamnen i Skutskär i Älvkarleby kommun skulle beröras av transporter till djupförvaret.

Vidare föreslogs utredningar för att klargöra förutsättningarna för en lokalisering av djupförvaret till Fjällveden i Nyköpings kommun. Nyköpings kommun har emellertid avböjt vidare medverkan i lokaliseringsarbetet, se sidan 23.

### **Beslutsläget i dag**

I enlighet med den rollfördelning som gäller för kärnavfallsprogrammet överlämnade SKB sin samlade redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningskedet (FUD-K) /1-2/ till SKI i december 2000. SKI, som har ansvarat för granskning och remisshantering, lämnade sitt yttrande i juni 2001 /1-3/, samtidigt som ärendet överlämnades till miljödepartementet för beslut av regeringen. I yttrandet tillstyrker SKI att platsundersökningar inleds enligt SKB:s förslag. Även KASAM (Statens råd för kärnavfallsfrågor) har i ett yttrande /1-4/ till miljödepartementet tillstyrkt det förslag som SKB redovisade i FUD-K. Därutöver har KASAM föreslagit att SKB ska överväga att





**Figur 1-5.** SKB:s prioriterade lokaliseringalternativ.

tillföra ytterligare ett område med en liknande geologisk miljö som Fjällveden men i en annan kommun (KASAM yttrade sig efter det att Nyköpings kommun avböjt vidare medverkan i lokaliseringsprogrammet, se nedan).

Den 1 november 2001 fattade regeringen ett beslut i ärendet som innebär ett klartecken för SKB att fortsätta arbetet enligt den redovisning som lämnades i FUD-K. Den 4 december samma år fattade kommunfullmäktige i Östhammars kommun beslut om att lämna sitt samtycke till en platsundersökning vid Forsmark. Det finns inga lagstadgade eller andra formella krav på kommunala beslut inför en platsundersökning, men såväl SKB som de direkt berörda kommunerna har klart uttalat att ett kommunalt ställningstagande ändå krävs.

Det är enligt SKB:s mening viktigt att kommunerna och andra lokala intressenter aktivt följer och påverkar genomförandet så att platsundersökningarna leder fram till ett för alla parter bra och allsidigt beslutsunderlag. De kommuner som direkt skulle beröras av de planerade platsundersökningarna är Östhammar (Forsmarksalternativet), Tierp och Älvkarleby (Tierp norra/Skutskär) samt Oskarshamn (Simpevarp). När detta skrivs (december 2001) återstår för Tierps, Älvkarleby och Oskarshamns kommuner att hantera frågan om eventuella platsundersökningar i dessa kommuner. Kommunerna har klargjort att de avser att fatta beslut i fullmäktige om ett fortsatt deltagande i lokaliseringsprocessen och därmed i platsundersökningarna.

I Nyköpings kommun togs frågan om fortsatt medverkan i lokaliseringsstudier upp till diskussion under våren 2001. Detta ledde till beslut i kommunstyrelsen och senare även i kommunfullmäktige, som innebar att kommunen avböjde fortsatt medverkan. I motiveringarna angavs bland annat att man inte bedömde Fjällveden som ett genomförbart alternativ, samt den långa period av planeringsmässig osäkerhet som fortsatta utredningar skulle innebära för kommunen och dess invånare. SKB:s planer på ytterligare studier av Fjällvedenalternativet är därmed inte längre aktuella. SKB har överlämnat ett yttrande till regeringen med anledning av SKI:s och KASAM:s yttranden över FUD-K. Av detta framgår bland annat att SKB inte avser att genomföra ytterligare förstudier.

## 1.3 Platsundersökningsskedet

### *Mål och omfattning*

Målet med platsundersökningsskedet är:

- Att få tillstånd att lokalisera djupförvaret för använt kärnbränsle.
- Att få tillstånd att lokalisera inkapslingsanläggningen.
- Att klargöra hur kapseltillverkning och transporter ska ordnas.

Lokaliseringen av ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall är inte aktuell förrän om cirka 35 år och kommer då att hanteras i en separat beslutsprocess. Utredningar om den anläggningen ingår därför inte som en del av de nu planerade platsundersökningarna.

För de lokaliseringalternativ som studeras vidare under platsundersökningsskedet är målet att för varje alternativ klargöra om det finns gynnsamma förhållanden för en etablering av djupförvaret och hur det bäst anpassas till lokala förhållanden. **Berggrundens** egenskaper avgör förutsättningarna för långsiktig säkerhet och de tekniska förutsättningarna för att bygga och driva djupförvarets underjordsdelar. Djupförvaret som **industrietablering** ställer krav på att bygge och drift ska kunna fungera väl rent tekniskt, att resurser finns tillgängliga och att alla krav på skydd och varsamhet mot människa och miljö kan uppfyllas. Etableringen av ett djupförvar är en viktig **samhällsfråga** och för att den ska bli genomförd krävs ett politiskt och opinionsmässigt stöd.

Som grund för de fortsatta utredningarna finns det material som bland annat togs fram i förstudierna. Huvuduppgiften vid platsundersökningarna är att på de tre aktuella platserna undersöka den lokala berggrunden och miljön. De stora mängder data som tas fram ska bilda underlag för att bedöma säkerheten för ett djupförvar på respektive plats, utforma anläggningarna, samt planera bygge och drift och utvärdera miljökonsekvenserna. För djupförvaret som samhällsföreteelse kommer utredningar att krävas som klarlägger vilken påverkan djupförvaret har på det omgivande samhället men också det beroende som en långsiktig industrietablering har av samhället på den ort och i den region där det etableras. Efterhand som platsundersökningsskedet fortskrider uppnås nya resultat som analyseras och som i sin tur kan föranleda ytterligare utredningar. Innan skedet är avslutat ska utredningarna ha lett fram till en kunskap och ett beslutsunderlag som gör det möjligt att välja en plats för djupförvaret och upprätta ansökningshandlingar för ett djupförvar på denna plats. Om platsundersökningarna leder till att inget av de tre föreslagna lokaliseringalternativen uppfyller säkerhetskraven eller andra krav som ställs för djupförvaret avser SKB att ta upp en diskussion om att inleda platsundersökningar på andra platser. I första hand aktualiseras då de övriga lokaliseringalternativ som framkommit i förstudierna /1-2/.

För inkapslingsanläggningen finns redan ett relativt detaljerat tekniskt underlag som beskriver både själva inkapslingsprocessen och anläggningen. Det finns också ett huvudalternativ, som innebär en lokalisering vid CLAB. Underlaget för detta alternativ kommer att fördjupas under platsundersökningsskedet. Även alternativet att förlägga inkapslingen vid djupförvaret kommer att belysas.

Förutom att det underlag som krävs för lokaliseringen av djupförvaret och inkapslingsanläggningen tas fram ska det under platsundersökningsskedet klargöras hur kringverksamheter ska ordnas och hur etableringen av systemet som helhet ska genomföras med hänsyn till säkerhets-, miljö- och samhällseffekter.

Det är SKB:s ansvar att göra de utredningar som krävs för ett komplett underlag för en tillståndsansökan. Det är också enligt bestämmelserna i miljöbalken verksamhetsutövaren,

det vill säga SKB, som ansvarar för genomförandet av det samråd som ska föregå en tillståndsansökan och som ansvarar för den miljökonsekvensbeskrivning som ingår i ansökan. Miljöbalken föreskriver att lokaliseringsansökningarna för djupförvaret och inkapslingsanläggningen ska åtföljas av en heltäckande miljökonsekvensbeskrivning (MKB) för respektive anläggning. Myndigheter och kommuner följer successivt upp SKB:s arbete med frågor och synpunkter, både inom ramen för det formella samrådet och som viktiga diskussionsparter för SKB. Lokaliseringsansökningarna kommer att prövas enligt både kärntekniklagen och miljöbalken. Tillåtligheten av verksamheterna enligt miljöbalken ska prövas av regeringen efter beredning av miljödomstol. Regeringen gör också tillståndsprövningar enligt kärntekniklagen efter det att ärendena beretts av SKI. Delar av transportsystemet kan också kräva tillstånd. Det kan exempelvis gälla eventuella utbyggnader av järnvägar eller hamnar. Allmänheten och organisationer har en viktig roll i de samråd som föregår ansökningarna. De kan där lämna synpunkter på det pågående arbetet och ställa frågor om den planerade verksamheten. Alla de synpunkter som framkommer hanteras av SKB, vilket kommer att framgå i de redogörelser från samråden som bifogas ansökningarna.

SKB kommer att genomföra platsundersökningarna öppet och i dialog med allmänhet, myndigheter och kommuner. Dessa är viktiga parter för att bistå med uppgifter och hitta konstruktiva lösningar. SKB har som målsättning att utföra platsundersökningarna med stor lyhördhet för olika synpunkter och önskemål. Det ligger emellertid också inom ramen för SKB:s ansvar att driva arbetet framåt och att därmed fatta delbeslut som gör att processen går framåt, även när det finns svårigheter.

SKB kommer att ta fram en plan för de samråd som ska hållas i dialog och med myndigheter, kommun och allmänhet. För samverkan med myndigheter och kommuner finns sedan förstudierna en regional samrådsverksamhet som kommer att ligga till grund för det fortsatta arbetet. Med SKI kommer SKB att fortlöpande hålla möten som dels tar upp övergripande frågor kring djupförvarlokaliseringen och dels fokuserar kring specifika tekniska frågor av vikt för säkerheten på lång eller kort sikt.

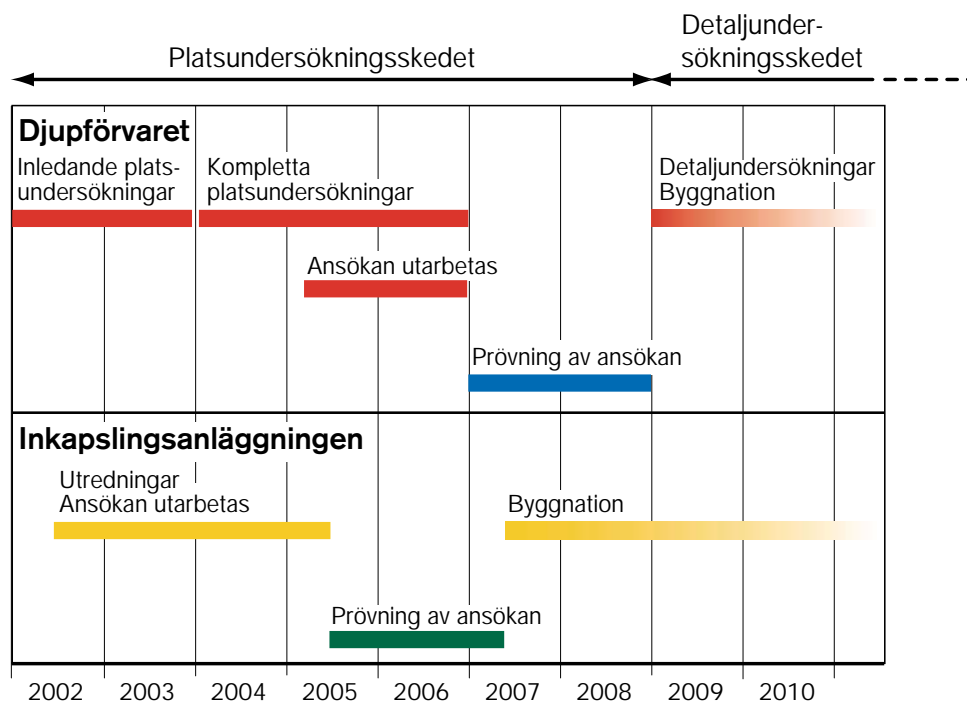
### ***Tidsplan och etappindelning***

Figur 1-6 visar en översiktlig tidsplan för platsundersökningsskedet. Att ta fram underlaget och sammanställa ansökningarna beräknas för SKB:s del ta 5–6 år i anspråk. Den efterföljande tillståndsprövningen hos myndigheter och regering beräknas ta ytterligare cirka två år. Med en planerad start av platsundersökningarna under 2002 innebär det att lokaliseringen kan vara slutförd 7–8 år senare.

Platsundersökningarnas omfattning och varaktighet motiverar en etappvis uppläggning, med avstämningpunkter som ger möjligheter till utvärdering och omprövning, där resultaten kan återkopplas på ett systematiskt sätt. Genomförandet är därför uppdelat i två huvudetapper – inledande platsundersökningar respektive kompletta platsundersökningar.

Under de inledande platsundersökningarna undersöks varje kandidat område för att:

- Ge ett första underlag för förståelse av berget och de ytnära ekosystemen i regional skala.
- Identifiera och välja den plats inom ett angivet kandidat område som bedöms vara mest lämpad för djupförvaret och därmed också den del av området dit de fortsatta undersökningarna ska koncentreras.
- Med begränsade insatser avgöra om förstudiens bedömning om platsens lämplighet kvarstår även med data från ett antal djupa kärnborrhål.



**Figur 1-6.** Översiktlig tidsplan för platsundersökningsskedet med de viktigaste aktiviteterna angivna.

Dessutom ska ostörda förhållanden bestämmas för sådana parametrar som kan förändras av kommande undersökningar eller etablering av ett djupförvar och långtidsövervakning inledas för parametrar som kräver långa tidsserier. Parallellt inleds projekteringsarbetet för att utforma anläggningarna på platsen, liksom samråd och övrigt arbete för miljökonsekvensbeskrivningen.

Utgångsläget för den inledande etappen skiljer sig avsevärt mellan de tre valda platserna. Undersökningarnas omfattning måste därför anpassas till detta. Bedömningen av om platsen preliminärt har förutsättningar för ett djupförvar, kräver underlag i form av en preliminär platsbeskrivning, som i sin tur är underlag för en preliminär anläggningsbeskrivning och en preliminär säkerhetsbedömning.

Den andra huvudetappen, den kompletta platsundersökningen, handlar till stor del om att förtäta informationen om framför allt berggrunden och att successivt minska osäkerheter i underlaget. Underlaget används för analys av den långsiktiga säkerheten, detaljprojektering av anläggningar, trafikanslutningar med mera samt för att beskriva vilka konsekvenser för miljö och hälsa som kan uppstå under bygge och drift av anläggningarna.

Platsundersökningarna i sig är inte någon tillståndspliktig verksamhet och väntas inte leda till några påtagliga störningar av skyddsvärda intressen och miljön i övrigt. Verksamheten ska emellertid anmälas till berörda länsstyrelser. Anmälan ska åtföljas av en beskrivning av de verksamheter som ingår i platsundersökningen och den påverkan på natur- och kulturvärden som dessa kan medföra. Innan platsundersökningen inleds kommer ett miljökontrollprogram att upprättas och redovisas för länsstyrelsen.

## 1.4 Detta program

I detta program redovisas SKB:s planering för lokaliseringsarbetet i Östhammars kommun och de undersökningar och den övriga utredningsverksamhet som behövs för att utreda lokaliseringsalternativet Forsmark. Programmet bygger på två grundelement. Det ena är den generella planering för platsundersökningsskedet som SKB utarbetat tidigare /1-2/. Där ingår underlagsrapporter som beskriver vilka parametrar som ska bestämmas i en platsundersökning /1-5/, hur undersökningens resultaten ska nyttjas för att i olika skeden bedöma om platsen uppfyller kraven för ett djupförvar /1-6/, hur en platsundersökning ska läggas upp /1-7/, och som presenterar undersökningsmetoder och ett generellt genomförandeprogram /1-8/. Det andra grundelementet är all den information som i dag finns tillgänglig om Forsmark som ett lokaliseringsalternativ för djupförvaret. Här utgör sammanställningar som gjorts i förstudien den huvudsakliga informationskällan /1-9/.

Programarbetet som redovisas i de kapitel som följer har i grunden bestått i att anpassa de generella planerna för platsundersökningarna till de specifika förutsättningar som Forsmarksalternativet erbjuder. Detta har inneburit anpassningar till geologiska och anläggningstekniska förutsättningar, men även till de särskilda förutsättningar som finns vad beträffar naturvärden i Forsmarksområdet. Programmet beskriver huvudsakligen den inledande etappen av platsundersökningen, det vill säga de första två åren, medan den eventuella kompletta platsundersökning som sedan tar vid beskrivs i mera generella termer. Detta följer av att det är den inledande etappen som kan överblickas i dag och som kräver en någorlunda detaljerad planering. Vidare är det i inledningsskedet som plats-specifika frågor och förutsättningar har störst inverkan på undersökningar och projekteringsarbete. Det mera detaljinriktade arbetet mot slutet av en platsundersökning kommer i högre grad att kunna följa tidigare redovisade generella planer.

Det här redovisade programmet för platsundersökningen i Forsmarksområdet har en bred målgrupp. För säkerhetsmyndigheterna SKI och SSI redovisas vilken anpassning i förhållande till det tidigare granskade generella programmet som görs för att besvara plats-specifika frågor. Syftet är att visa att anpassningarna inte försämrar förutsättningarna att genomföra en fullständig säkerhetsanalys. För kommunen, länsstyrelsen, intresseorganisationer och enskilda är programmet i första hand tänkt som ett underlag för synpunkter om hur platsundersökningen kan genomföras så att störningar begränsas, inte minst för de närboende till undersökningsområdet. Synpunkter är välkomna under hela platsundersökningsskedet. Programmet ska därför inte ses som slutgiltigt, utan är ett förslag öppet för förändringar och kompletteringar bland annat med hänsyn till synpunkter från ovannämnda aktörer. Programmet ger också underlag för den miljöeffektbeskrivning av undersökningarna som det enligt miljöbalken åligger SKB att lämna till länsstyrelsen innan verksamheten inleds. I en bilaga till rapporten redovisas den miljöpåverkan som aktiviteter under hela platsundersökningsskedet kan medföra. I tabeller sist i bilagan sammanfattas platsundersökningens aktiviteter. I den ena tabellen redovisas mera preciserat i tid och plats de aktiviteter som det finns underlag för i dagsläget och vars påverkan på natur- och kulturvärden måste bedömas från fall till fall. Efterhand som de fortsatta undersökningarna ger underlag för ytterligare preciseringar kommer denna tabell att uppdateras och presenteras för länsstyrelsen som underlag för deras bedömning av de fortsatta aktiviteternas miljöpåverkan.

## 2 Forsmarksområdet

Förstudien i Östhammars kommun resulterade i att ett område sydost om Forsmarksverket rekommenderades för en platsundersökning. Det som talar för området är att berggrunden kan vara lämplig samtidigt som det ligger inom tunnelavstånd till ett kärntekniskt industriområde med egen hamn. Denna kombination bedömdes kunna ge goda förutsättningar att uppfylla de långsiktiga säkerhetskraven på djupförvaret och för en bra lokalisering ur industriell och miljömässig synpunkt. Förstudien visade även att delar av Forsmarksområdet har höga naturvärden. I förstudien gjordes bedömningen att dessa värden borde kunna bevaras om djupförvarets industriella verksamhet förläggs inom Forsmarks industriområde.

Detta kapitel ger en kortfattad introduktion till Forsmarksområdet. Mer detaljerade beskrivningar finns i andra kapitel i denna rapport och/eller i de rapporter som har tagits fram under förstudien. För referenser hänvisas i huvudsak till förstudiens slutrapport samt dess underlagsrapporter.

### 2.1 Läge

Forsmarksområdet är det område som utpekats som intressant för djupförvarets underjordsdelar. Det ligger mellan Forsmarks kärnkraftverk och Kallrigafjärden och är cirka tio kvadratkilometer stort, se figur 2-1. Berggrunden i området är en del av ett större bergblock (så kallad tektonisk lins) som sträcker sig från Forsmarksverket till Öregrund och vidare mot sydost. Mot nordost och sydväst begränsas området av berggrund med hög deformationsgrad, och i sydost av ett naturreservat – Kallrigareservatet. Mot nordväst smalnar det aktuella bergblocket av och upphör troligen strax norr om kärnkraftverket.

Figur 2-2 visar det större regionala undersökningsområde som kommer att studeras under platsundersökningen för att öka den geologiska kunskapen kring den eventuella förvarsplatsen och för att få data till en säkerhetsanalys. Avgränsningarna av det prioriterade Forsmarksområdet, respektive det regionala undersökningsområdet, har gjorts med utgångspunkt från dagens kunskap. De kan därför modifieras under platsundersökningens gång. Det regionala området är cirka 110 kvadratkilometer stort och täcker även in troliga framtida utströmningsområden som i dag ligger under havet.

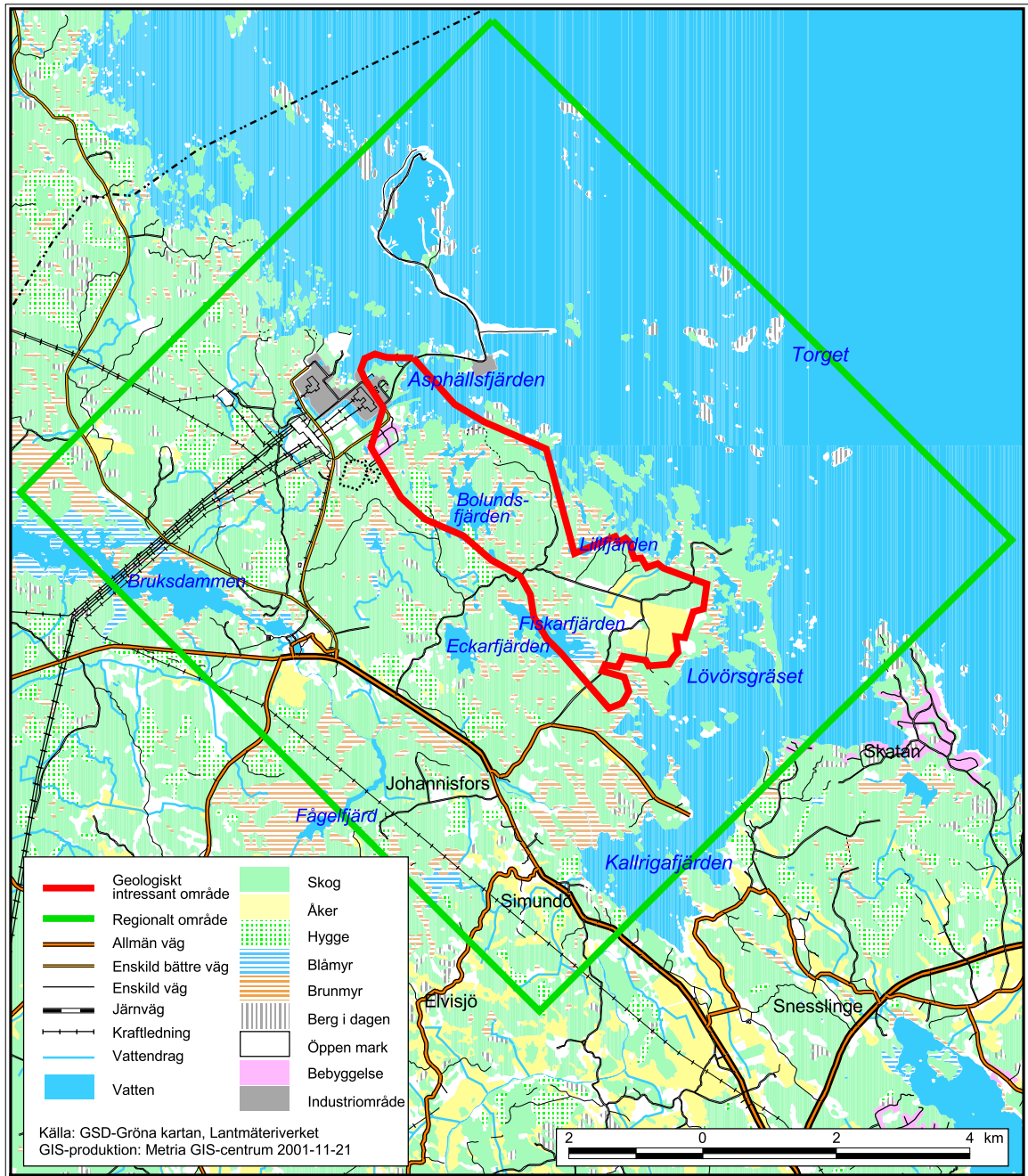
Forsmarksområdets nordvästliga del ligger inom det befintliga industriområdet, med kärnkraftverket och SFR, se figur 2-2 och 2-3. Om djupförvaret förläggs sydost om Forsmark kan industrianläggningar och mottagningshamn förläggas till Forsmarks industriområde. En möjlig utformning som skisserades i förstudien är att hamnen används för mottagning av avfall till såväl SFR som det tänkta djupförvaret. Djupförvarets industrianläggning ovan jord kan då förläggas i anslutning till SFR eller på annan plats inom Forsmarks industriområde. Med en cirka 4–6 kilometer lång lutande tunnel nås sedan djupförvaret i det geologiskt intressanta området. Figur 2-4 visar ett fotomontage som ger en uppfattning om läge och hur terrängen ser ut. Där framgår också den placering av djupförvarets ovanjordsdel i anslutning till SFR:s anläggningar som presenterades i förstudien.



© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

**Figur 2-1.** Område i Forsmark som är av intresse för djupförvaret.





© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

**Figur 2-2.** Forsmarksområdet samt det regionala område som kommer att studeras vid platsundersökningen.





**Figur 2-3.** Fotografi över Forsmarksverket med de tre reaktorerna samt ovanjordsanläggningen och nedfarten till Slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR, syns i förgrunden.  
Foto Göran Hansson/N



**Figur 2-4.** Fotomontage av placering av djupförvarets ovanjordsdel vid SFR. I bildens bakgrund finns det område som är av intresse för en platsundersökning.  
Foto Göran Hansson/N

## 2.2 Natur- och kulturförhållanden

Terrängen i Forsmarksområdet är flack med skogsbevuxna moränmarker, enstaka hållpartier samt ett flertal fjärdar och små sjöar. Vattenområdena befinner sig i olika stadier av avsnörning från havet till följd av den pågående landhöjningen. Avsnörningarna är intressanta ur ett ekologiskt perspektiv på grund av den snabba successionen av biotoper. Dessutom bidrar den kalkrika moränen till en artrik flora och förekomst av kalkpräglade sjöar och kärr.

Större delen av området är produktiv skogsmark, dominerad av yngre granskog och slutavverkningsytor. Det finns även kulturmarker med åker och betesmarker, liksom rester av ett intensivt skogsbete. Området är i sin helhet av riksintresse för naturvården. Det hyser vissa ornitologiska värden och är utpekad som värdefullt i flera naturvårdsplaner samt i natur- och fågelinventeringar. Kallrigareservatet, sydost om Forsmarksområdet, är avsatt för att bevara några av dessa värden.

Sveaskog AB är den dominerande markägaren och brukaren av skogen. En skogsbruksplan finns som skiftesvis beskriver trädslag, ålder, planerade åtgärder med mera. I planen anges även områden som ska skötas med särskild naturhänsyn. Dessa områden kännetecknas av värdefull fauna och flora, har hög andel lövinslag, död ved och lämpliga boträd, eller har lång trädkontinuitet.

Längs Upplandskusten bedrivs ett flitigt sportfiske. Det finns goda förutsättningar för fiske av abborre, havsöring och gädda. I kustområdet finns lekbottnar för vissa fiskarter. Vattenfall är jakträttsinnehavare inom större delen av Forsmarksområdet, utom i den sydöstra delen, öster och väster om gården Storskäret. Kuststräckan söder om det detaljplanerade området vid Forsmarksverket är strandskyddad. Skyddet sträcker sig vanligen 100 meter inåt landet men kan ibland vara något större beroende på en äldre gränsdragning som gjordes innan det generella strandskyddet fastlades. Motsvarande skydd finns kring sjöar och fjärdar. Inom strandskyddade områden får inga byggnationer göras eller andra åtgärder vidtas som hindrar allmänheten att röra sig fritt.

Forsmarksområdet låg under havet fram till tidig medeltid då de första öarna tog form. Troligen saknas därför fornlämningar inom området. De kulturvärden från senare tid som finns är främst lämningar av bebyggelse. Sydväst om området finns Forsmarks bruk, som är av riksintresse som en av landets mest värdefulla bruksmiljöer, se figur 2-5.

I den sydöstra delen av Forsmarksområdet finns gården Storskäret som förr var en av utgårdarna till Forsmarks bruk. Vid Storskäret bedrivs jordbruk och det finns naturbetesmarker sydväst om gården som hävdas. Ängs- och hagmarkerna vid Storskäret har höga natur- och kulturmiljövärden.



**Figur 2-5.** *Fotografi av Forsmarks herrgård.*

## 2.3 Geologiska förhållanden

Jordtäcket i Forsmarksområdet är relativt tunt (vanligen någon eller några meter). Hällar finns utspridda över hela området. Jordarten är i huvudsak sandig morän men det förekommer även lerig, moig morän (vid Storskäret). Moränen är rik på block av ordovicisk kalksten.

Berggrunden består huvudsakligen av röd gnejsgranit (metagranit) med relativt låg deformationsgrad. Området tolkas geologiskt som en del av en större, långsmal tektonisk lins med nordvästlig utsträckning. Linsen omges av heterogen och bitvis starkt deformerad berggrund, med både regionala plastiska skjuvzoner och regionala sprickzoner. Utanför Forsmarksområdet, mot såväl nordost som sydväst, förekommer många olika bergarter. Vanligast är djupbergarter, främst gnejsgraniter (metagraniter), granit och pegmatit, men det finns även metagabbro samt ytbergarter som metavulkaniter och metasedimentära bergarter. Prefixet "meta" anger att bergarten genomgått omvandling (metamorfose), vilket vanligen ger upphov till förskifring och förgnejsning. I de metavulkaniska bergarterna sydväst om Forsmarksområdet finns ibland ansamlingar av malmer och mineraliseringar, främst järnmineralet magnetit.

En storskalig cirka 30 kilometer bred plastisk skjuvzon, Singöskjuvzonen, följer Upplandskusten (mellan kusten och Gimo ungefär). Inom denna stora skjuvzon förekommer stråk av starkt deformerad och heterogen berggrund som omger relativt opåverkade tektoniska linser. Forsmarksområdet tolkas som en sådan lins. Plastiska skjuvzoner i olika skalor utbildades sannolikt för cirka 1 850–1 750 miljoner år sedan, under en period av bergskedjebildning som brukar benämnas den svekokarelska orogenesisen.

Under senare skeden, troligen för cirka 1 590–1 450 och 1 250–1 100 miljoner år sedan och senare än för cirka 570 miljoner år sedan, deformerades berggrunden under spröda (svalare) förhållanden och då bildades sprickzoner och förkastningar. Dessa är betydligt smalare och mer distinkt avgränsade än de plastiska skjuvzonerna, men är av mer direkt betydelse för ett djupförvar eftersom de ofta är vattenförande, leromvandlade och har hög sprickfrekvens.

En cirka 200 meter bred regional förkastning som benämns Singöförkastningen följer kusten utanför Forsmark. Data om dess egenskaper och förhållanden finns från två kylvattentunnlar från kärnkraftverket och från två tillfartstunnlar till SFR. Även väster om Forsmarksområdet finns bland annat topografiska indikationer på en motsvarande sprickzon (Forsmark-Granfjärdenzonen), liksom indikationer på andra uthålliga sprickzoner i nordvästlig till nordnordvästlig riktning. Även inom Forsmarksområdet finns indikationer på sprickzoner. De flesta tolkas ha en mera lokal utsträckning (2–4 kilometer), men undantag finns. Avstånden mellan de tolkade lokala sprickzonerna tyder på att dessa förekommer i en för svensk berggrund normal omfattning.

Ett 500 meter djupt borrhål vid Forsmarksverket visar genomgående på låg sprickfrekvens (1–3 sprickor per meter), bortsett från ett parti vid cirka 320 meters djup. Det sistnämnda partiet har tolkats som en flackt liggande sprickzon. Eftersom en sådan zon även har påträffats vid SFR, liksom vid Finnsjöområdet, finns det skäl att anta att flacka sprickzoner även finns i Forsmarksområdet. Bergspänningsmätningar visar på höga spänningar under den ovannämnda zonen, i övrigt har normala spänningsförhållanden noterats vid undersökningar inför byggandet av SFR och kärnkraftverket.

I figur 2-6 presenteras en geologisk karta över området. I figur 2-7 visas två profiler, en som går vinkelrät mot området och en som går parallellt med områdets längdaxel.

## 2.4 Vägar, fastigheter och brunnar

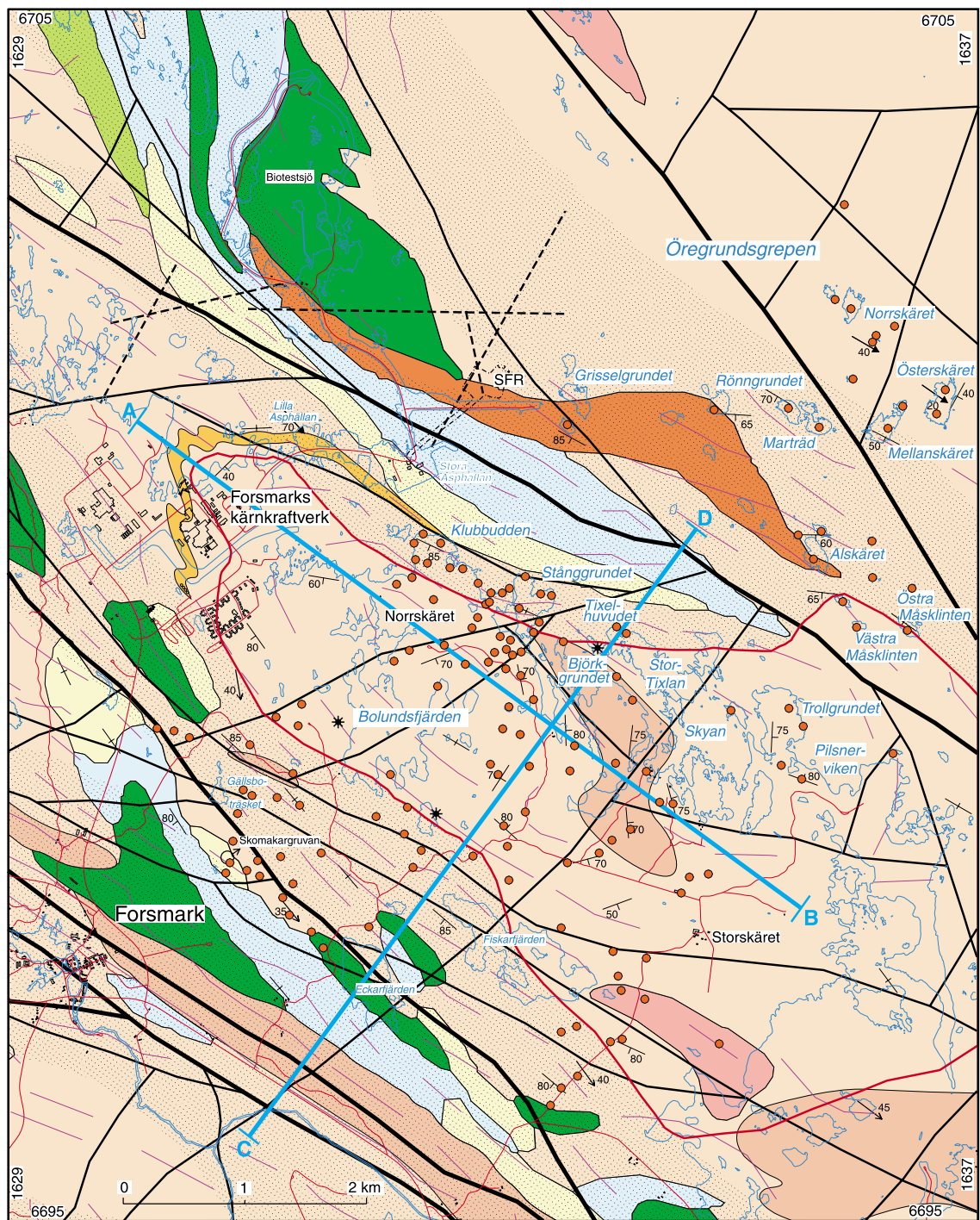
Till Forsmarksområdet leder tre skogsbilvägar. Den norra går från den stora infartsvägen till Forsmarksverket. De två övriga går från väg 76 och passerar båda privata fastigheter, se figur 2-8. Vägnätet är förhållandevis tätt och farbar väg finns inom 500 meter från större delen av området.

Luftledningar för el finns vid Storskäret i sydost och nära gränsen till kärnkraftverket i nordväst se figur 2-8. Det längsta avståndet inom Forsmarksområdet från befintlig luftledning är knappt två kilometer.

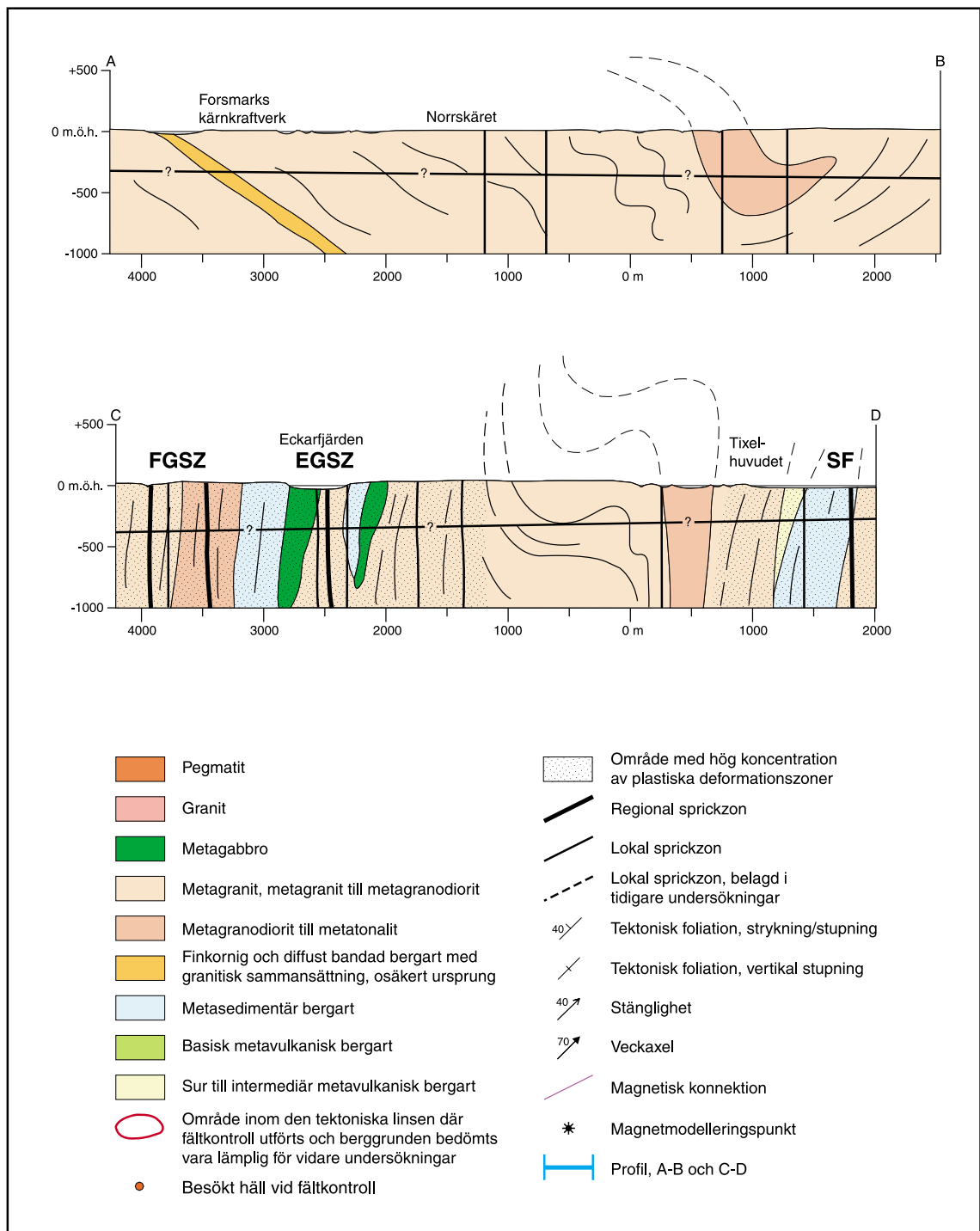
Marken i Forsmarksområdet ägs huvudsakligen av Sveaskog AB, se figur 2-8. Andra större markägare är en privat ägare till området kring Storskäret och Vattenfall Fastigheter AB som äger mark sydost om bostadsområdet i Forsmark. Inom Forsmarksområdet finns det åtta fritidsfastigheter, varav fem ligger mot gränsen till Kallriga naturreservat. Utanför området, men i dess närhet, finns ytterligare tre fritidsfastigheter (två i reservatet och en vid Bolundsfjärden). Inom hela det större område där brunnsinventering gjorts, mellan infartsvägen till Forsmarksverket, Forsmarksån och havet, finns det 32 fastigheter. Av dem är 28 fritidsfastigheter och fyra fastigheter med året-runtboende. De sistnämnda finns vid Johannisfors-Kallerö.

Brunnsinventering i det större område som nämns ovan visar att det finns 25 privata brunnar, varav 13 är borrhållade och övriga grävda. Två av de borrhållade brunnarna finns inom själva Forsmarksområdet.

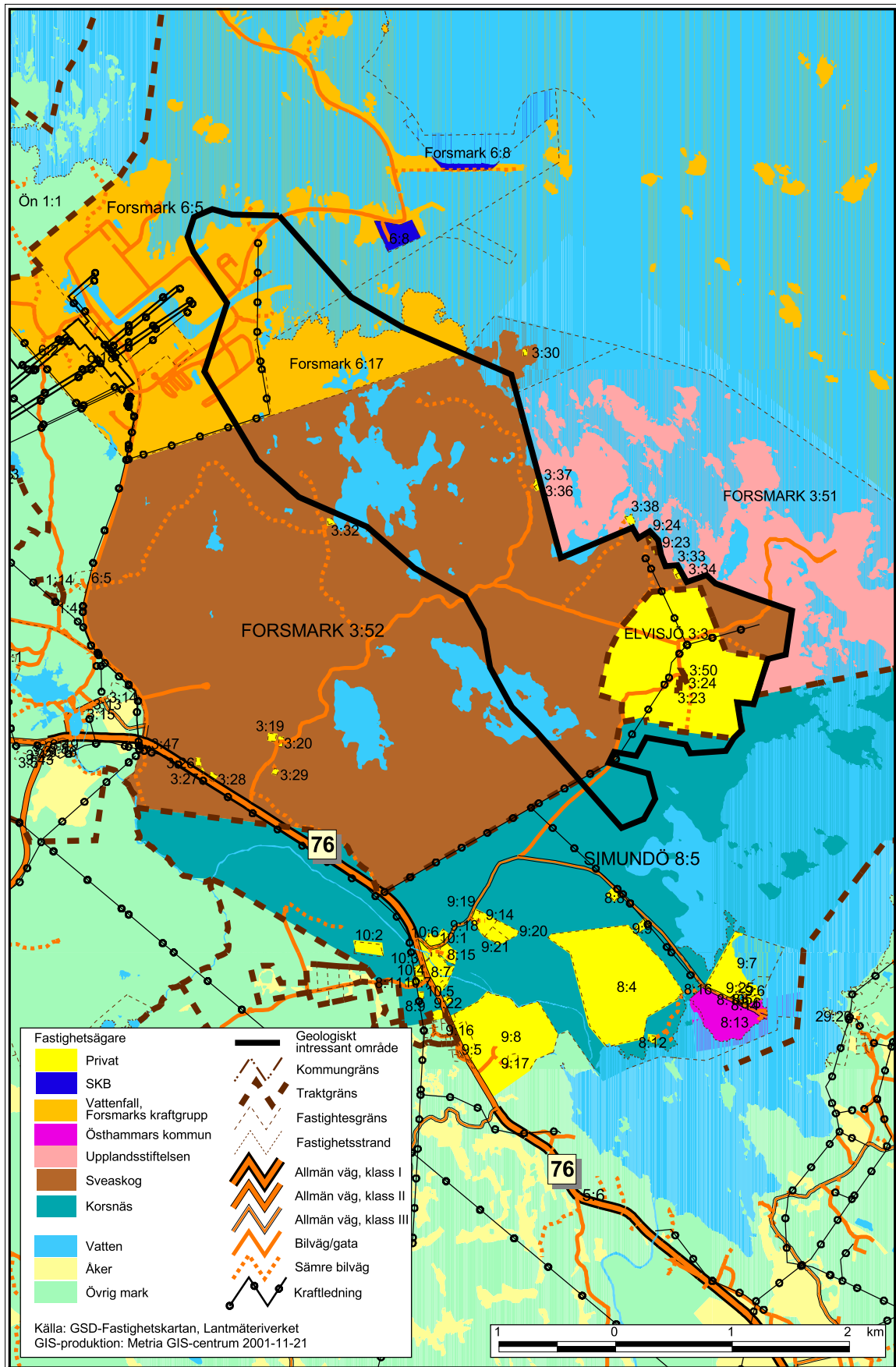




**Figur 2-6.** Berggrundskarta över Forsmarksområdet (för teckenförklaring se figur 2-7).



**Figur 2-7.** Vertikala geologiska profiler genom Forsmarksområdet. Profilernas läge framgår av figur 2-6. De skär varandra i punkten 0 m på respektive profil. Observera att den markerade flacka sprickzonen (linje med frågetecken) är helt hypotetisk.



Figur 2-8. Vägar, elledningar och fastigheter i Forsmarksområdet och dess närbet.

## 2.5 Forsmarksverkets industriområde

Forsmarks industriområde är cirka 1,5 kvadratkilometer stort. Verksamheten inom industriområdet omfattar drift och underhåll av de tre kärnkraftsreaktorerna och SFR, samt de många kringverksamheter som följer av detta. Cirka 850 personer har sina arbetsplatser inom industriområdet.

En infartsväg med hög bärighet förbinder industriområdet med väg 76 och ett antal försörjningsvägar finns inom industriområdet. Den interna hamnen, belägen i anslutning till SFR, används främst för inskeppning av låg- och medelaktivt avfall till SFR och utskeppning av använt kärnbränsle från Forsmarksverket till CLAB.

Forsmarksverkets industriområde är av riksintresse för energiproduktion. Mot nordväst från industriområdet finns ett ungefär lika stort markområde som i kommunens översiktsplan är reserverat för framtida energiproduktion. Som en följd av intentionerna att avveckla kärnkraften har möjligheterna att etablera kol- eller naturgasbaserad kraftproduktion i Forsmark utretts i flera omgångar.



## 3 Undersökningar

SKB redovisade i början av 2001 ett generellt genomförandeprogram för platsundersökningar /3-1/. Programmet anger hur en platsundersökning ska genomföras med avseende på undersökningsstrategi och metodik. SKB presenterar här ett undersökningsprogram som baseras på det generella programmet men anpassats till förhållandena i Forsmarksområdet.

Undersökningsprogrammet omfattar i första hand de inledande, i dag överblickbara insatserna, medan senare undersökningar beskrivs i mer allmänna termer. Parallellt med detta program arbetar SKB fram ingående teknisk dokumentation av den platsspecifika undersökningsmetodikerna i form av aktivitetsplaner, metodbeskrivningar, instruktioner och kontrollprogram.

### 3.1 Generellt program

Det generella genomförandeprogrammet omfattar två etapper, inledande platsundersökningar och kompletta platsundersökningar. Den inledande etappen indelas i sin tur i två delstapper, undersökningar inför val av prioriterad plats och inledande undersökningar av prioriterad plats. Med plats avses här ett 5–10 kvadratkilometer stort område, dit djupförvaret kan komma att lokaliseras.

Målen med undersökningarna under den inledande etappen är att:

- Ge ett första underlag för förståelse av berget och de ytnära ekosystemen i regional skala.
- Ge underlag för att välja prioriterad plats för fortsatta undersökningar.
- Med hjälp av djupundersökningar i ett begränsat antal borrhål på prioriterad plats ta fram information som gör det möjligt att bedöma om den prioriterade platsen är lämplig för en komplett platsundersökning.

I det inledande undersökningsskedet ska dessutom mätprogram initieras för parametrar som kräver ostörda förhållanden och/eller långa tidsserier. Exempel på ämnesområden där sådana parametrar förekommer är hydrogeologi och ytnära ekosystem.

Resultaten från den inledande platsundersökningen ger underlag för en preliminär platsbeskrivning som i sin tur används för en preliminär anläggningsbeskrivning och en preliminär säkerhetsbedömning. Om den prioriterade platsen bedöms vara lämplig kan beslut tas om att genomföra en komplett platsundersökning.

Målen med den kompletta platsundersökningen är att:

- Fullborda karakteriseringen av den prioriterade platsen och dess omgivning så att allt underlag som behövs för en eventuell lokaliseringsansökan kan tas fram.
- Sammanställa och presentera all information om platsen i databaser och modeller som beskriver geofärs- och biosfärsförhållandena.

Det generella genomförandeprogrammet förutsätter att de ovan nämnda huvudetapperna bryts ned i mindre steg där varje steg resulterar i uppdaterade platsbeskrivande modeller, i lokal och regional skala. Målet för varje steg är att förbättra modellerna och tydliggöra frågor som kan behöva besvaras i senare steg. Därav följer också att omfattningen av varje steg och vilka metoder som bör tillämpas inte kan bestämmas en gång för alla utan beror av tidigare erhållna resultat.

Undersökningarnas huvudprodukt är en beskrivning av platsen och dess regionala omgivning med avseende på nuvarande tillstånd och pågående processer. I beskrivningen redovisas alla insamlade data och tolkade parametrar som är av betydelse dels för den samlade vetenskapliga förståelsen av platsen, dels för de analyser och bedömningar som görs vid projektering och säkerhetsanalys. De platsbeskrivande modellerna utgör tillsammans med databaserna stommen i platsbeskrivningen.

## 3.2 Platsanpassat program

Det generella genomförandeprogrammet behöver anpassas till de förhållanden som råder inom området som ska undersökas. Detta innebär att metoderna och aktiviteterna i det generella genomförandeprogrammet anpassas och tillämpas i den omfattning som krävs för att målen för först de inledande och sedan de kompletta platsundersökningarna ska kunna uppnås.

Anpassningen utgår från den information som har sammanställts och tolkats under förstudien och eventuell ytterligare information som finns tillgänglig. Inför undersökningarna upprättas en första platsbeskrivande modell (version 0) som beskriver kunskapsläget, huvudsakligen i regional skala, och därmed också behovet av ytterligare information.

Anpassningen görs också utifrån områdets förutsättningar med avseende på boende, markägare, natur- och kulturvärden. När det gäller aktiviteter som kan orsaka störningar, exempelvis borrning och grävning, undviks känsliga områden så långt som möjligt. Om graden av påverkan eller störning varierar med årstiden anpassas undersökningarna så långt som möjligt till detta.

## 3.3 Inledande platsundersökning

### 3.3.1 Kunskapsläge och viktiga frågor

Den tillgängliga geovetenskapliga informationen om Forsmarksområdet härrör främst från en relativt detaljerad geologisk kartläggning och från flygburna geofysiska mätningar. Därutöver har erfarenheter, inklusive information om förhållanden mot djupet i berggrunden, från utbyggnaden av Forsmarksverket och SFR samt från typområdet Finnsjön (15 kilometer sydväst om Forsmark) bidragit till att området bedömts vara potentiellt lämpligt för ett djupförvar. Någon djupinformation från själva Forsmarksområdet finns inte i dagsläget. Närmaste djupa kärnborrhål finns vid Forsmarksverkets reaktor 3.

Forsmarksområdet är relativt litet, som kandidat område betraktat, men det är ändå med god marginal tillräckligt stort för ett djupförvar även om resultat från undersökningarna skulle leda till att delar av området måste avfärdas som olämpliga. Den begränsade ytan medför emellertid att första deletappen i det generella genomförandeprogrammet, val av prioriterad plats, inte är aktuell. Områdets storlek motsvarar vad som är rimligt för en prioriterad plats och undersökningarna kan därför redan från början inriktas på denna plats och dess omgivning.

Undersökningarna planeras med hänsyn till de frågor som i första hand behöver utredas. Här avses inte bara de platsspecifika frågor som definierats i förstudien utan också frågor av mer generell, platsoberoende karaktär /3-1/. Eftersom djupinformation saknas är ett av de centrala målen att undersöka den tektoniska linsens utsträckning mot djupet (inom Forsmarksområdet). Avgränsningen i ytan är tämligen väldefinierad redan i förstudien men måste bekräftas.

Berggrunden i Forsmarksområdet består huvudsakligen av homogen gnejsgranit (metagranit) med normala förhållanden vad det gäller sprickfrekvens och lokala sprickzoner. Området uppvisar därmed egenskaper som bedöms som goda ur förvarssynpunkt även om det finns indikationer som kräver fördjupade studier innan detta kan slås fast. Det är till exempel troligt att en eller flera flacka sprickzoner förekommer inom den översta kilometern. Viktiga platsspecifika frågor som måste besvaras är:

- Den tektoniska linsens tredimensionella form inom Forsmarksområdet. Frågan har stor betydelse för om det finns en tillräcklig volym med lämpligt berg inom området. Tillgängliga uppgifter tyder på att linsen avgränsas av nära vertikala zoner, men detta måste undersökas.
- Eventuell malmpotential mot djupet. Forsmarksområdet ligger i en region där malmer och mineraliseringar, främst associerade till metavulkaniska bergarter, är relativt vanliga. Den yt nära berggrunden domineras av gnejsgranit som saknar malmpotential men berggrundens sammansättning på djupet måste undersökas. Malmpotential gör ett område olämpligt för ett djupförvar.
- Eventuell förekomst av flacka sprickzoner. Flacka vattengenomsläppliga sprickzoner kan ha stor påverkan på var och hur mycket grundvatten som rör sig genom berget och är därmed viktiga ur både säkerhetssynpunkt och vid tunnelbyggnation. Flacka sprickzoner kan vara både gynnsamma och ogynnsamma för ett djupförvar beroende på egenskaper, läge och utbredning.
- Eventuell förekomst av höga bergsspänningar. Dessa har betydelse under förvarets driftperiod eftersom de, i kombination med bergets hållfasthet och konstruktionsparametrar, avgör stabilitetsförhållanden och förstärkningsbehov i anlagda bergutrymmen. Alltför höga spänningar kan göra platsen olämplig för ett djupförvar.

Förutom dessa platsspecifika frågor finns det andra, generella frågor som alltid måste besvaras. Det gäller till exempel förekomst och frekvens av bergartsgångar och sprickzoner, vattengenomsläppligheten i dessa och i mellanliggande berggrund samt vattenkemiska, termiska och bergmekaniska förhållanden. Långsiktiga förändringar av ytavrinning, grundvattenströmning och grundvattenkemi måste också bedömas.

### 3.3.2 Undersökningsstrategi

Utgångspunkten för hur man kommer att bedriva fältundersökningarna beskrivs och motiveras i det generella genomförandeprogrammet /3-1/. Merparten av undersökningarna kommer att koncentreras till Forsmarksområdet och dess närområde, men även ett betydligt större regionalt område kommer att studeras (se figur 2-2). Det sistnämnda området är valt så att det inkluderar troliga framtida in- och utströmningsområden för ett djupförvar inom Forsmarksområdet. I det regionala området kommer främst flygmätningar, geologisk kartläggning och maringeologiska undersökningar att genomföras men även något eller några borrhål kan placeras här under den kompletta platsundersökningen för att ge data av betydelse för förståelsen av grundvattenströmningen i regional skala.

De viktiga frågor som nämndes i föregående avsnitt kan inte besvaras enbart med hjälp av undersökningar från markytan utan förutsätter kärnborrning med tillhörande borrhålsmätningar och provtagningar. Resultaten från undersökningar i kärnborrhålen kommer sedan att samtolkas med resultaten från ytundersökningarna, bland annat detaljerad kartläggning från markytan av bergarter, sprickzoner och andra strukturer. När bedömningen görs om den prioriterade platsen är lämplig för en komplett platsundersökning kommer resultaten av borrningar och mätningar i borrhålen att få stor betydelse. Det är därför viktigt att borrprogrammet optimeras, både med avseende på val av borrhålsplatser och ett resursanpassat genomförande.

Den inledande platsundersökningen omfattar följande huvudmoment:

- En tillfartsväg byggs från Forsmarksverket till Forsmarksområdet.
- Berggrundens egenskaper undersöks med tre djupa kärnborrhål som borrar i en profil längs områdets centrala del (deras preliminära lägen kan bestämmas nu).
- Sprickzoner i Forsmarksområdet och dess omgivning undersöks med helikoptermätningar, markgeofysiska mätningar, geologiska kartläggningar och begränsad hammarborrning.
- Områdets randzoner i nordost och sydväst undersöks med två djupa kärnborrhål (hålens lägen kan bestämmas först när undersökningarna enligt föregående punkt genomförts).
- En samlad utvärdering görs av alla undersökningar som underlag för beslut om en eventuell komplett platsundersökning.

Parallellt med ovannämnda undersökningar utförs även undersökningar i syfte att öka kunskapen om Forsmarksområdets regionala omgivning. Studier görs också för att klarlägga om det förekommit sentida (postglaciala) berggrörelser. Samtidigt görs betydande insatser för att beskriva de ytnära ekosystemen, både regionalt och inom Forsmarksområdet. Ekosystemen studeras för att ta fram den kunskap som krävs, dels som underlag till säkerhetsanalysen, dels för att genomföra undersökningarna med hänsyn till naturmiljön samt övervaka eventuell påverkan av platsundersökningen (se bilagan).

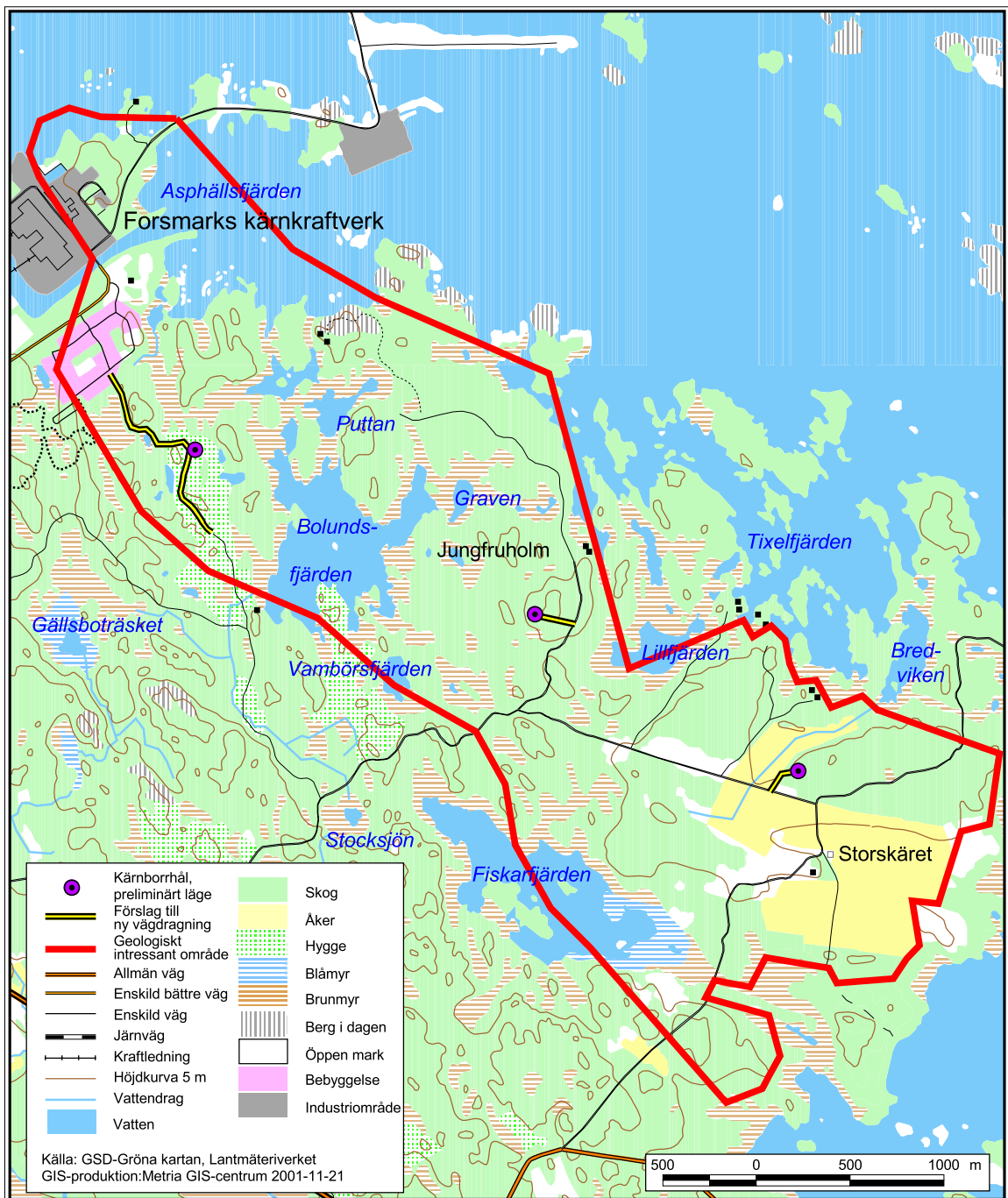
Byggandet av den nya tillfartsvägen blir den första konkreta verksamheten. Vägen behövs för att undvika störningar för boende utefter befintliga infartsvägar och ger dessutom en kortare resväg mellan Forsmarksområdet och Forsmarks industriområde med ett platskontor och andra faciliteter. Eftersom inledande undersökningar för att välja en prioriterad plats inte är aktuella, kan borrningen av ett första kärnborrhål starta när tillfartsvägen är klar. De tre första borrhålen kommer att borrar ned till cirka 1 000 meters djup. Borrhålens preliminära lägen har markerats i figur 3-1.

Befintliga geologiska och geofysiska kartor har använts som underlag vid bestämning av borrhålens lägen i vad som tolkats vara större bergblock. Det primära syftet med borrhålen är att besvara ovannämnda frågor (se avsnitt 3.3.1) samt att erhålla data om berggrunden mellan sprickzonerna, det vill säga den del av berggrunden som är intressant ur förvarssynpunkt. Som framgår av figur 3-1 är de inbördes avstånden mellan de tre borrhålen större än det planerade borrhålsdjupet. Detta minskar risken för inbördes påverkan mellan de olika borrhålen, vilket är betydelsefullt för bland annat den första kemiska karaktäriseringen av grundvattnet.

Från de tre kärnborrhålen erhålles djupdata utefter hela den centrala delen av Forsmarksområdet, vilket underlättar bedömningen av var fortsatta insatser ska koncentreras om det blir aktuellt med kompletta platsundersökningar. Ytterligare två kärnborrhål kommer att

borras för att studera linsens, och därmed Forsmarksområdets, randzoner i nordost och sydväst. Var dessa två borrhål ska placeras och hur de riktas avgörs av resultat från framför allt flyg- och markmätningar.

När de fem kärnborrhålen borrats görs en samlad utvärdering av all information, det vill säga inte bara information från kärnborrhålen utan även från hammarborrhål och övriga undersökningar.



© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

**Figur 3-1.** Preliminära lägen för de tre första kärnborrhålen. Ytterligare två kärnborrhål kommer därefter att borras för att undersöka linsens begränsningar mot nordost och sydväst.

Generellt är det viktigt att alla borrhål placeras på ett sådant sätt att de vetenskapliga målen nås, samtidigt som påverkan på natur- och kulturmiljön blir liten. Om möjligt bör borrhål inte placeras i områden med höga naturvärden. I Forsmarksområdet är vägnätet väl utbyggt varför större delen av området bör kunna undersökas med vertikala eller lutande borrhål från befintliga vägar eller korta stickvägar från befintlig väg. Undantagsvis kan en ny stickväg behöva dras till en borrplats i eller i närheten av ett område med höga naturvärden. Skulle detta inträffa krävs förmodligen särskilt tillstånd av länsstyrelsen som då kan föreskriva villkor för hur stickvägen och borrplatsen ska utformas samt hur marken ska återställas.

Den inledande platsundersökningen kan indelas i ett antal huvudaktiviteter:

- Förberedande arbeten.
- Infrastrukturuppbyggnad.
- Undersökningar.
- Övervakning.
- Analys, modellering samt platsbeskrivning.

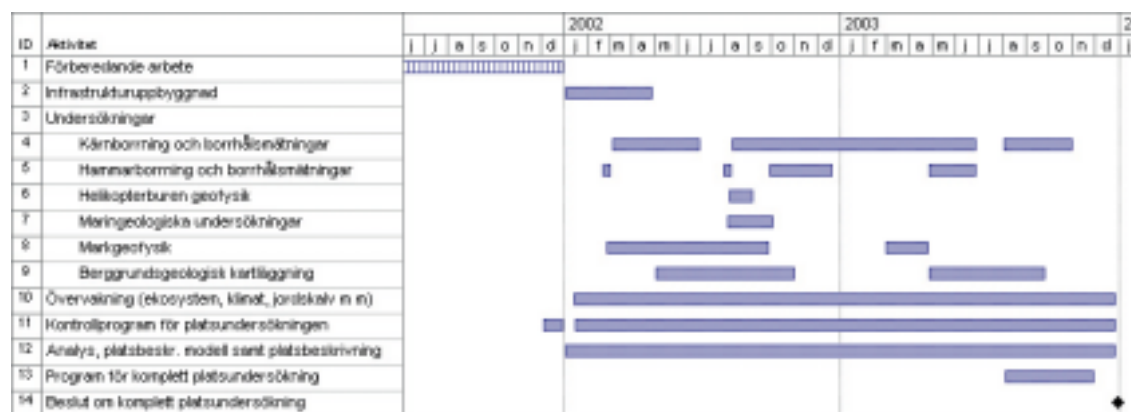
Dessa huvudaktiviteter beskrivs i kommande avsnitt.

### 3.3.3 Tidsplan

I figur 3-2 anges en preliminär tidsplan för de aktiviteter som planeras till det inledande platsundersökningsskedet i Forsmark.

## 3.4 Förberedande arbeten

Förberedande arbeten syftar till att klarlägga de miljömässiga, geovetenskapliga och undersökningstekniska förhållandena samt att initiera löpande övervakningsprogram för att kunna analysera olika typer av förändringar i Forsmarksområdet och dess omgivning. Hit räknas bland annat upprättandet av en första regional platsbeskrivande modell (version 0) som definierar de vetenskapliga förutsättningarna samt upprättandet av en tillgänglighetskarta.



**Figur 3-2.** Tidsplan för det inledande platsundersökningsskedet i Forsmark. Planen förutsätter att länsstyrelsen inte har något att invända och att marktillträde erhållits.

### **3.4.1 Dokumentation av ostörda förhållanden**

#### ***Naturmiljö***

Som förberedande arbete har det under 2001 gjorts en sammanställning av befintlig information om ytnära ekosystem /3-2, 3-3/. För Forsmarksområdet har en preliminär sammanställning tidigare presenterats under förstudien /3-4/. Även kända kulturhistoriska värden i Forsmarksområdet har sammanställts. Med utgångspunkt från biotop- och vegetationskartor har inventeringar gjorts av biologiskt värdefulla naturtyper i skogsmark (nyckelbiotoper). Hela området har även kartlagts med avseende på vegetation och markanvändning med hjälp av fjärrbildstolkning och fältkontroller /3-5/.

Den samlade informationen har använts för att upprätta en preliminär tillgänglighetskarta. Kartan ska ge vägledning om hur undersökningarna kan anpassas till lokala förhållanden och var det kan finnas störningskänsliga områden eller objekt som måste beaktas. Den har använts för att bestämma lägen för de tre första kärnborrhålen och den nya tillfartsvägen till området. Tillgänglighetskartan kommer successivt att uppdateras allt eftersom nya data om naturförhållanden tas fram och användas under hela platsundersökningen. Kartan blir ett viktigt verktyg för att borring, anläggning av vägar och andra insatser i fält kan göras med minsta möjliga påverkan på natur- och kulturvärden.

Sammanställningen av befintlig information i kombination med fältkontroller och inventeringar utgör också underlag för planeringen av studier av vattenkemi och av fauna och flora i olika biotoper. Dessa studier kommer att påbörjas vid starten av platsundersökningen för att dokumentera ostörda förhållanden och för att erhålla så långa tidsserier som möjligt.

Förutom allmänna överväganden baserade på tillgänglighetskartan av var borrhål och vägar lämpligen bör placeras har en dokumentation gjorts av naturvärden på de tre borrhållplatserna, den nya tillfartsvägen och stickvägarna till borrhålen. Dokumentationen inför och under platsundersökningen inkluderar detaljerade vegetationskartor och mängduppskattningar av växter och fåglar. Därmed kan eventuella förändringar noteras. Vegetationsinventeringen omfattar ett område med cirka 500 meters radie från var och en av borrhållplatserna och med 20 meters bredd längs vägsträckningar.

#### ***Meteorologiska och hydrologiska förhållanden***

Meteorologiska och hydrologiska uppgifter utgör referens- och/eller indata till ämnesområdena ytnära ekosystem, hydrogeokemi och hydrogeologi. Med hydrologiska uppgifter avses exempelvis data om ytavrinning (flöden), havsvattenstånd, sjövattnstånd, men även data om olika mänskliga aktiviteter som påverkar de hydrologiska förhållandena. Som exempel på sådana aktiviteter kan nämnas muddring, dränering, dikning, dämning, avverkning, grundvattenuttag i brunnar för bevattning och vattenförsörjning.

Informationen enligt ovan är väsentlig för bland annat analys av miljöpåverkan, beräkning av områdets vattenbalans, samt grundvatten- och biosfärsmodellering. Meteorologiska och hydrologiska studier kommer därför att påbörjas redan vid början av platsundersökningen för att dokumentera rådande (ostörda) förhållanden och för att erhålla så långa tidsserier som möjligt.

Det finns ett antal väderstationer i regionen som drivs av SMHI, SKB och/eller Forsmarks Kraftgrupp AB. Som en första insats görs en utredning av SKB:s behov av platspecifika klimatdata. Syftet är att avgöra om mätprogrammen i väderstationerna

behöver kompletteras eller om en ny station behöver anläggas för insamling av klimatdata i Forsmarksområdet. Sådana kompletteringar ska i så fall göras så tidigt som möjligt under 2002. Dessutom kommer en sammanställning av befintlig information om områdets ytvattendelare och avrinningsområden också att utföras i ett tidigt skede för att:

- Bedöma behovet av eventuella ytterligare hydrologiska (och ekologiska) mätstationer och provtagningslokaler.
- Beräkna områdets vattenbalans.
- Bedöma storleken på det regionala område som krävs för modellering av grundvattenflödet i och utanför Forsmarksområdet.
- Välja ut representativa avrinningsområden för övervakningen av hydrologiska och ekologiska parametrar.

### 3.4.2 Brunnsinventering

Uppgifter om grundvattenförhållandena i jordlager och berggrund utgör viktiga indata till framför allt ämnesområdet hydrogeologi. Som exempel kan nämnas grundvattennivåer, vattenkvalitet, samt förekomst av brunnar. Informationen är i likhet med meteorologiska och hydrologiska data väsentlig för bland annat analys av miljöpåverkan, beräkning av områdets vattenbalans samt grundvatten- och biosfärmodellering.

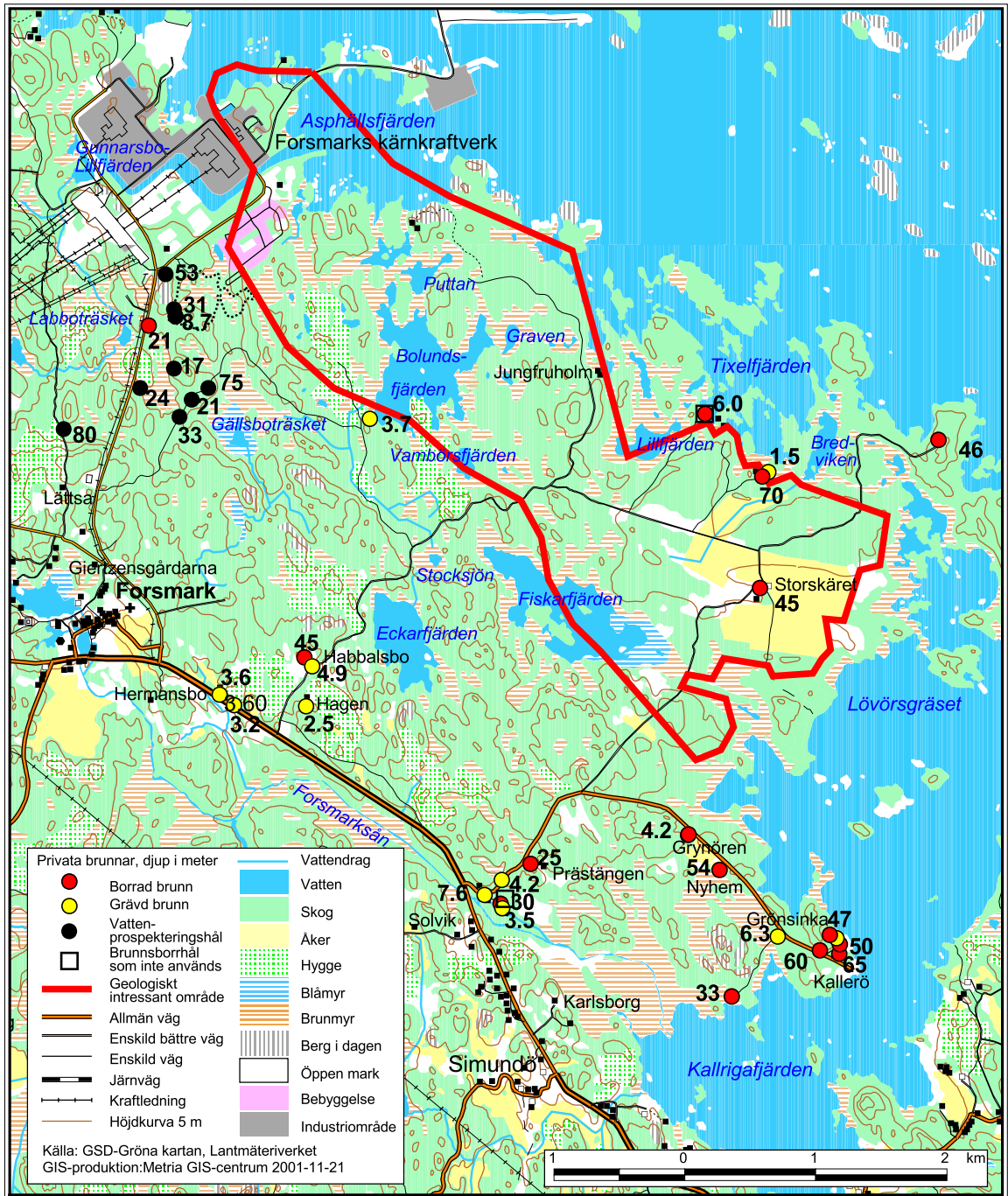
Som ett förberedande hydrogeologiskt arbete har en inventering av brunnar och vattenprospekteringshål i jordlager och berggrund genomförts under sommaren 2001. Inventeringen täcker hela området mellan Forsmarksån och havet, se figur 3-3. Sammanlagt har 27 privata brunnar inventerats varav två är övergivna/nedlagda. Vidare har 13 icke-privata borrhål för vattenprospektering inventerats.

13 av de 25 privata brunnarna är borrhål, övriga är grävda. Inom själva Forsmarksområdet finns tre av de privata brunnarna, varav två är borrhål. Alla övriga privata brunnar, borrhål som grävda, ligger utanför Forsmarksområdet. Strax utanför området i nordväst har Forsmarksverket tidigare (1977) låtit borra åtta prospekteringshål för grundvatten och nyligen (2000) ytterligare fyra hål med samma syfte (ett hål avslutades på ringa djup). Det återstående av de 13 icke-privata hålen är beläget längst ut på Norra Kasudden öster om området.

Provtagning för analys av vattenkvaliteten har gjorts i de 25 fungerande privata brunnarna. De bergborrade brunnarna uppvisar i samtliga fall en vattenkvalitet som ur kemisk synvinkel kan betecknas som tjänlig med anmärkning. Några bergborrade brunnar uppvisar exempelvis salthalter över smakgränsen och de flesta uppvisar relativt höga kalcium- (hög hårdhet) och järnhalter. Ett annat vanligt problem är påverkan av ytvatten som ger humussmak på vattnet. Ur mikrobiologisk synvinkel bedöms vattnet i tre av brunnarna som otjänligt och i en brunn som tjänligt med anmärkning.

Grävda brunnar finns i anslutning till de flesta fritidsfastigheterna. Merparten av brunnarna uppvisar en vattenkvalitet som kan betecknas som otjänlig eller tjänlig med anmärkning. Ett vanligt problem är höga bakteriehalter. Fastighetsägare som endast har grävda brunnar uppger i många fall att de tar sitt dricksvatten från annan ort.



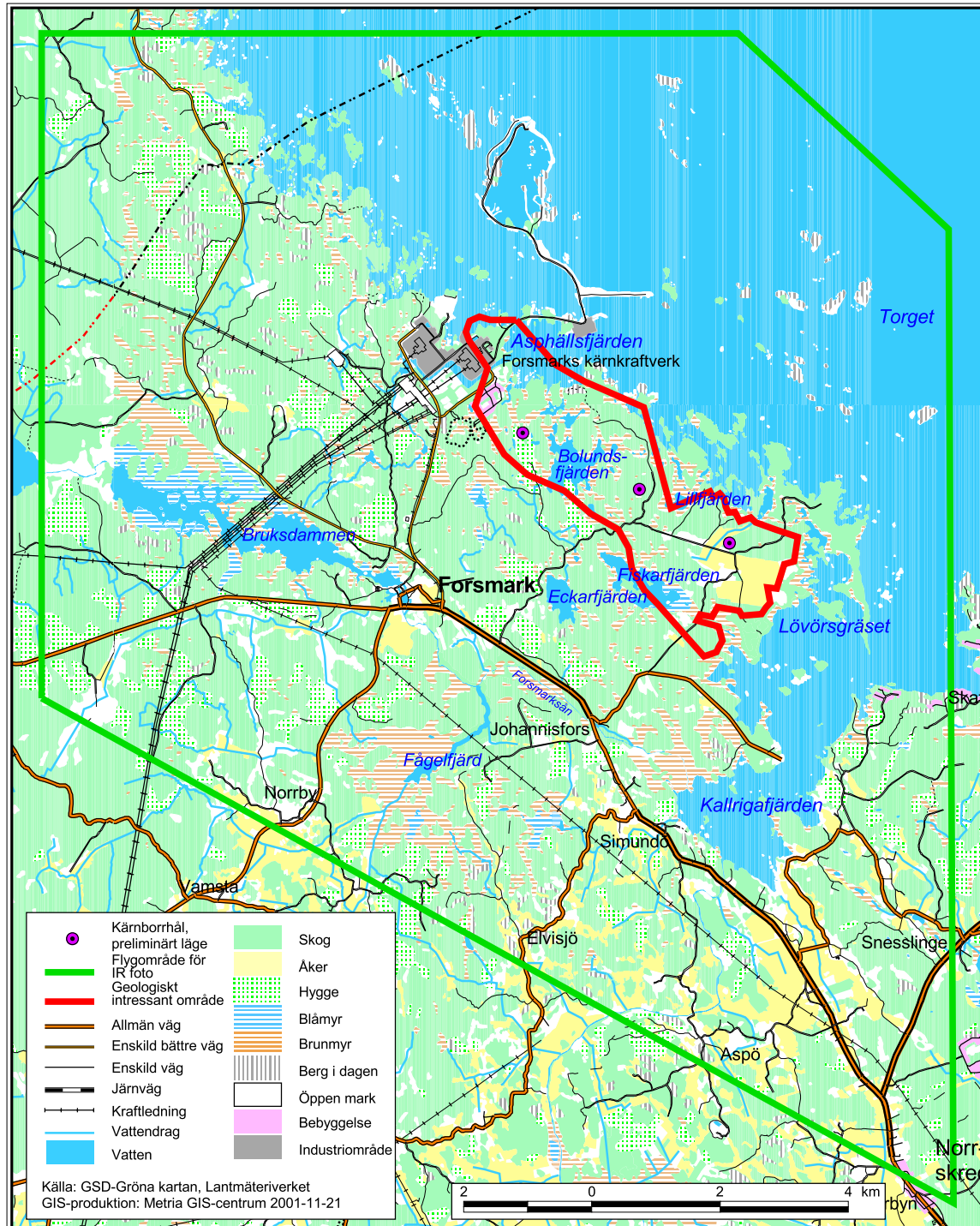


© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

**Figur 3-3.** Inventerade brunnar och vattenprospekteringshål mellan Forsmarksån och havet. Inventeringen är utförd under sommaren 2001. Brunnsdjupet är angivet bredvid respektive markering.

### 3.4.3 Flygfotografering

En flygfotografering över Forsmarksområdet med omgivning har utförts under 2001 från 2 300 meters höjd, se figur 3-4. Flygfotograferingen är en del av förberedelsearbetet med att ta fram aktuell information om terrängförhållanden, markanvändning och infrastruktur. Fotograferingen har gett högupplösta IR-färgbilder som kommer att användas som kontaktkopior för planering av undersökningsinsatser, en ny förbättrad höjdmodell och för studier av deformationszoner, vegetation, jordartsgeologi och hydrologi.



© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

**Figur 3-4.** Område där flygfotografering av Forsmarksområdet med omgivning har genomförts under 2001.

### 3.4.4 Regional platsbeskrivande modell, version 0

Inför undersökningarna kommer en regional platsbeskrivande modell att upprättas. Eftersom den baseras på tillgänglig, i vissa fall begränsad, information är den behäftad med olika stora osäkerheter beroende på ämnesområde. Exempelvis är osäkerheten stor i beskrivningen av berggrundsförhållanden mot djupet. Modellen beskriver i sin första version (version 0) utgångsläget inför platsundersökningen och åskådliggör behovet av ytterligare information. Den kommer att uppdateras i takt med att undersökningarna ger nya data. Arbetet med den platsbeskrivande modellen redovisas närmare i avsnitt 3.8 och i det generella genomförandeprogrammet /3-1/.

## 3.5 Infrastrukturuppbyggnad

För att genomföra undersökningarna krävs en viss komplettering av infrastrukturen, exempelvis vägförbättringar, samt upprättande av platskontor, olika typer av förråd med mera. Utbyggnaden av infrastruktur kan i viss utsträckning göras som en del av de förberedande arbetena, men huvudsakligen görs den som ett tidigt inslag i platsundersökningen.

### 3.5.1 Allmänt

Under 2001 har en inventering gjorts av infrastrukturen i Forsmarksområdet. Den visar att möjligheterna är goda att utnyttja byggnader och lokaler i Forsmark/SFR, åtminstone inledningsvis. Provisorier behövs därför endast till förråd för borrhävar och utrustning samt till en uppvärmd lokal för kärnkartering. Det bedöms möjligt att till stor del använda Forsmarksverkets personal och entreprenörer för att bygga och underhålla vägar, borrhävar, el- och signalnät, liksom för bevakning.

För de konsulter och entreprenörer som behöver bostäder finns bostadsbarackerna i Forsmark, utom under tider då det görs revisionsarbeten på kärnkraftverket. Alternativt finns flera hotell, värdshus, pensionat och stugor i Östhammars- och Öregrundsregionen. Tillgången till bäddar är därför god sett över året.

Det är viktigt inför och under undersökningarna att etablera god kontakt med företag i Östhammars kommun. I första hand gäller detta Forsmarks kärnkraftverk men även leverantörer av service på datorer, verkstadsföretag, hotell, restauranger och transportföretag.

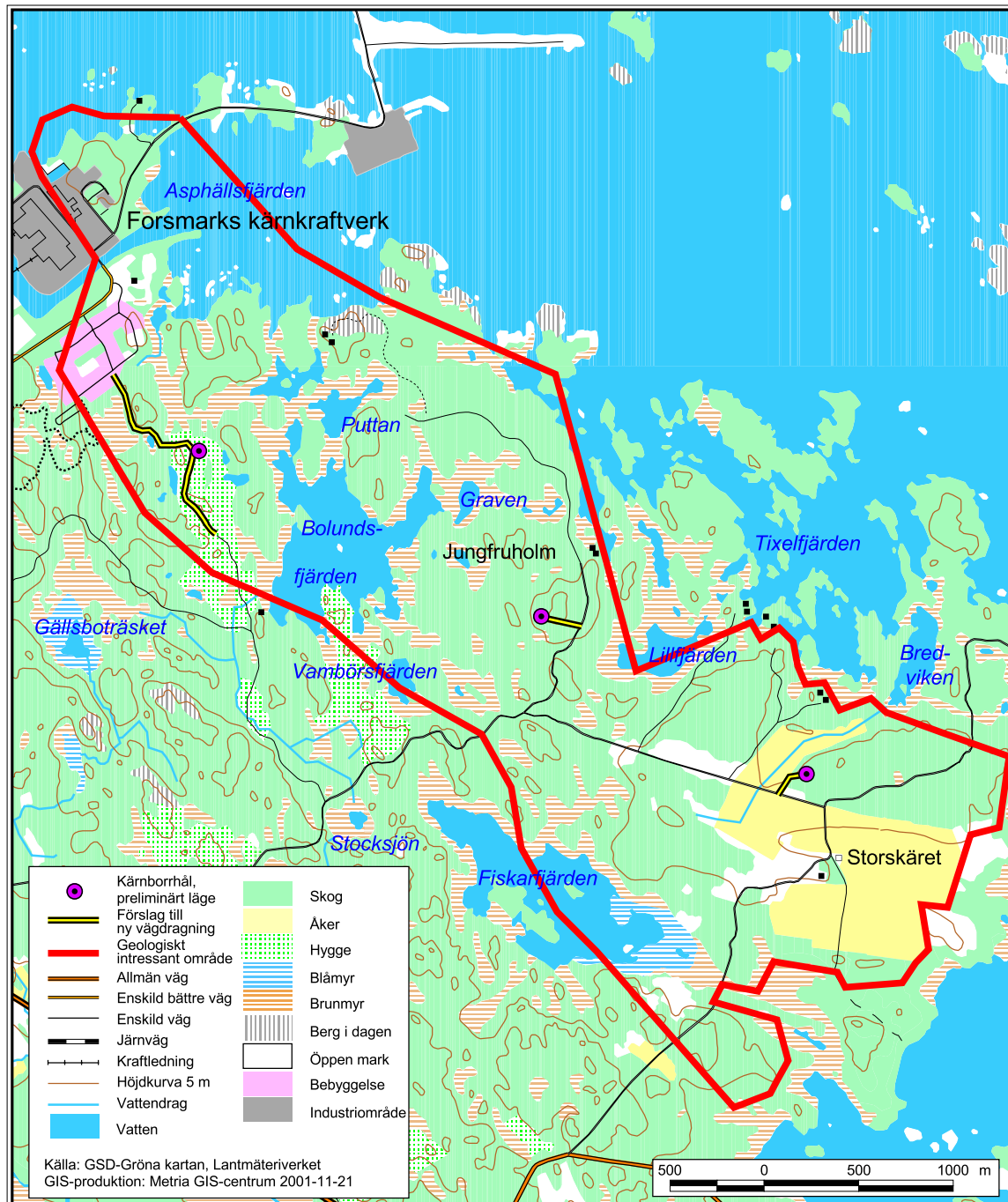
### 3.5.2 Ny tillfartsväg till Forsmarksområdet

Vid de informella samråd som har hållits med de närboende har det framkommit starka önskemål om att begränsa trafiken från väg 76 och in till området. Detta, tillsammans med oro för buller i samband med borrhävar, har varit de främsta invändningarna som de närboende har framfört rörande platsundersökningen. Genom att anlägga en ny tillfartsväg kan vägnätet i Forsmarksområdet förbindas med Forsmarks industriområde.

Den nya vägen minskar därmed behovet av att vid undersökningarna trafikera de vägar som används av närboende. Därutöver ger den, genom att erbjuda en väsentlig kortare resväg mellan borrhävar och platskontor samt övriga faciliteter i Forsmarks industriområde, en totalt sett mindre belastning på miljön (utsläpp, buller med mera). Vägen

underlättar även möjligheterna att styra och begränsa besöken i området, vilket är önskvärt ur naturskyddssynpunkt. Slutligen begränsas utfart och trafik på väg 76 vilket bör minska risken för trafikolyckor.

Den nya vägens sträckning visas i figur 3-5. Vägen, som är cirka 1 200 meter lång och passerar det norra borrhålsläget, kommer att hålla samma standard som övriga skogsbilvägar i området.



© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

**Figur 3-5.** Ny tillfartsväg till Forsmarksområdet. Även föreslagna stickvägar till de centrala och södra borrhålen är markerade på kartan.

### 3.5.3 Kontor och förråd

SKB:s lokaler vid SFR kommer att utnyttjas som platskontor vid platsundersökningen. Informationsverksamheten samordnas med Forsmarksverkets och kan då nyttja den personal och de lokaler som finns där. Information till vissa grupper kommer dock att handhas av platskontoret. Detta gäller inte minst information till närboende och andra där det är viktigt att kontinuerligt informera om vad som händer och få synpunkter på hur verksamheten kan förbättras ur störningssynpunkt.

I anslutning till platskontoret iordningställs ett varmbonat kärnkarteringsutrymme med tillhörande kärnförråd. Skulle det behövas ytterligare lokaler kan det ordnas genom att tillfälliga baracker ställs upp i anslutning till befintliga byggnader.

På lämplig plats inom Forsmarksområdet upprättas ett mindre fältkontor, bestående av ett par mobila manskapsvagnar eller arbetsbodas för platsgeologen och annan fältpersonal, som kommer att vistas en stor del av sin arbetstid ute i området och där ansvara för datainsamling kring borrningar samt i övrigt stödja borrningarna. De datorer som finns i manskapsvagnen ska vara anslutna till projektets datanät.

Inne på industriområdet till Forsmarks kärnkraftverk ordnas förrådsutrymmen för tung utrustning liksom uppställningsplatser för exempelvis mobila manskapsvagnar som tidvis används i fält.

### 3.5.4 Vägar och borrhåll

Kärnborrhållena anläggs där så är möjligt nära befintliga vägar, men det krävs ändå en kort stickväg in till borrhållena för att avskilja borrhållena från trafiken på skogsbilvägen. Borrhållena inhägnas. I de fall borrhållena ligger nära en skogsbilväg breddas om möjligt vägen med 3–4 meter längs en sträcka av cirka 80–100 meter. Breddningen ska fungera som avlastningsplats för tung last och som parkeringsficka.

Endast i några fall behöver väg byggas till hammarborrhål. För att underlätta transporter av mätutrustning bör det dock finnas stigar som kan användas av terränggående fordon. Vägar som nyanläggs ska anpassas så att de ger minimal miljöpåverkan. De ska tåla tung last men behöver inte vara breda. Efter avslutade undersökningar och långtidsövervakning kan vägarna, om markägaren så önskar, lämnas kvar för exempelvis framtida skogs transporter och friluftsliv. I annat fall återställs marken och plantering görs på den tidigare vägsträckan.

I anslutning till borrhållena för samtliga kärnborrhål behövs en grusad plan om cirka 20 gånger 30 meter (600 kvadratmeter). Planen används för uppställning av borrhållutrustning med tillbehör under borrhållsfasen och senare för uppställning av mätutrustning. Det ska också finnas plats för de manskapsvagnar och arbetsbodas som i övrigt behövs för verksamheten. En röjd stig i linje med borrhållens riktning underlättar monteringen av utrustningen i borrhållena.

### 3.5.5 Elförsörjning

Kärnborrhållsmaskinen är en stor förbrukare av elektricitet (400 V/250 A) och kräver i de flesta fall försörjning från ett mobilt dieselverk. Beträffande elektricitet för mätutrustningar, belysning och uppvärmning (400 V/63 A) kommer troligen luftledning/markkabel att dras från befintligt nät till samtliga kärnborrhåll och några hammarborrhåll.



## 3.6 Undersökningar för karakterisering av platsen och dess omgivning

De undersökningar som görs för att karakterisera den prioriterade platsen och dess omgivning utgör själva kärnan i platsundersökningen. Hit hör ett stort antal aktiviteter i form av ekologiska studier, geologisk kartläggning, geofysiska mätningar, studier av hydrologiska förhållanden med mera. Den dominerande insatsen är dock de borrhningar och borrhålmätningar som görs för att studera förhållanden i berggrunden.

### 3.6.1 Kärnborrning och borrhålmätningar

I Forsmarksområdet borras inledningsvis tre kärnborrhål på olika platser i områdets centrala delar. Preliminära lägen för dessa tre kärnborrhål, baserade på underlaget från förstudien samt på den preliminära tillgänglighetskartan, framgår av figur 3-1. Det första kärnborrhålet är preliminärt det nordligaste av de tre. Huvudsyftet med de tre borrhålen är att ge en första uppfattning av förhållandena i berggrunden ned till cirka 1 000 meters djup. Som tidigare nämnts planeras ytterligare två kärnborrhål för att undersöka områdets randzoner.

Kärnborrhålen kommer att lutas något från lodlinjen. Innan borrhningarna inleds kontrolleras borrhålen med enkel markgeofysik och studier av närliggande hållar för att undvika att borrhålen ansätts i sprickzoner. Vidare inventeras naturmiljön runt den föreslagna borrhållplatsen. Utöver vegetationskartering görs en beskrivning av ythydrologin och, om möjligt, grundvattenytans läge. Kärnborrning kräver spolvatten för kylning och uppföring av borrhåll och därför borras ett eller ett par hammarborrhål för spolvattenförsörjning. Dessa kan eventuellt nyttjas som spolvattenbrunnar även vid borrhning av ytterligare kärnborrhål i senare skeden av platsundersökningen. Hammarborrhålen riktas om möjligt mot förmodade sprickzoner.

I enlighet med det generella genomförandeprogrammet registreras vissa parametrar redan under kärnborrning. Efter avslutad borrhning genomförs ett basprogram för undersökningar i kärnborrhål. Basprogrammet syftar till att ge en grundläggande karakterisering av berget baserat på en enhetlig metodik. De viktigaste metoderna är BIPS- och borrhållradarmätning, geofysisk loggning, hydrokemisk loggning, flödesloggning och pump-tester, Boremap-kartering, samt analyser av borrhållprover och borrhållkax.

Efter basprogrammet genomförs kompletterande undersökningar i kärnborrhålen i den omfattning som motiveras av de aktuella frågeställningarna. Som exempel på kompletterande undersökningar kan nämnas fullständig hydrokemisk karakterisering i kemiprioriterade kärnborrhål, differensflödesloggning och hydrauliska injektionstester, hydraulisk spräckning, samt VSP (Vertical Seismic Profiling).

Det första kärnborrhålet i Forsmarksområdet blir ett så kallat kemiprioriterat hål. Syftet med ett sådant hål är att säkerställa att ostörda grundvattenkemiska data erhålls. Grundvattenkemisk provtagning kommer att ske under flera månader efter det att borrhningen är avslutad. Valet av provtagningssektioner för den fullständiga kemikarakteriseringen sker på grundval av resultaten från basprogrammet och tar 3–4 veckor per sektion att genomföra.

I det andra kärnborrhålet planeras bergspänningsmätning med den så kallade överborrningsmetoden, vilket får till följd att borrhntiden blir längre än normalt. Den totala borrhntiden för ett 1 000 meter långt borrhål med överborrningsmätningar är 3–6 månader, en vanlig borrhntid för ett 1 000 meters hål är annars 2–3 månader.

Efter slutförda borrhålsundersökningar kommer ett manschettsystem och mätutrustningar för övervakning av grundvattentryck, -flöde och -kemi att installeras i kärnborrhålen, och övervakning att inledas, se avsnitt 3.7.

### 3.6.2 Hammarborrning och borrhålsmätning

Under det inledande platsundersökningsskedet i Forsmarksområdet kommer hammarborrhål att borraras för tre syften; för att få spolvatten till kärnborrhålen, för att bekräfta och karaktärisera brantstående sprickzoner samt för att studera berggrundens vattengenomsläpplighet ned till cirka 150 meters djup. Vid dessa borringar erhålls också information om bergarter och jorddjup, samt grundvattennivåer.

Hammarborrhål för spolvatten sätts, som tidigare nämnts, ut i närheten av kärnborrhålen, om möjligt riktade mot sprickzoner indikerade från geologiska observationer och geofysiska mätningar. Övriga hammarborrhål sätts ut när data finns från geologisk och geofysisk kartläggning. Antalet hammarborrhål i Forsmarksområdet med omgivning uppskattas till cirka 10–15 stycken under den inledande platsundersökningen.

Borrplats väljs utifrån problemställning, men med anpassning till naturvärden. Den goda täckningen av vägar inom Forsmarksområdet medför att många av hammarborrhålen troligen kan placeras i anslutning till vägarna. Några av hammarborrhålen kan dock komma att placeras ute i terrängen på större avstånd från befintliga vägar. Transportväg för borrutrustning, plats för borrhålet och vilken tid under året borringen ska genomföras väljs alltid efter fältinventering och dokumentation av naturvärden och i samråd med platsbiolog.

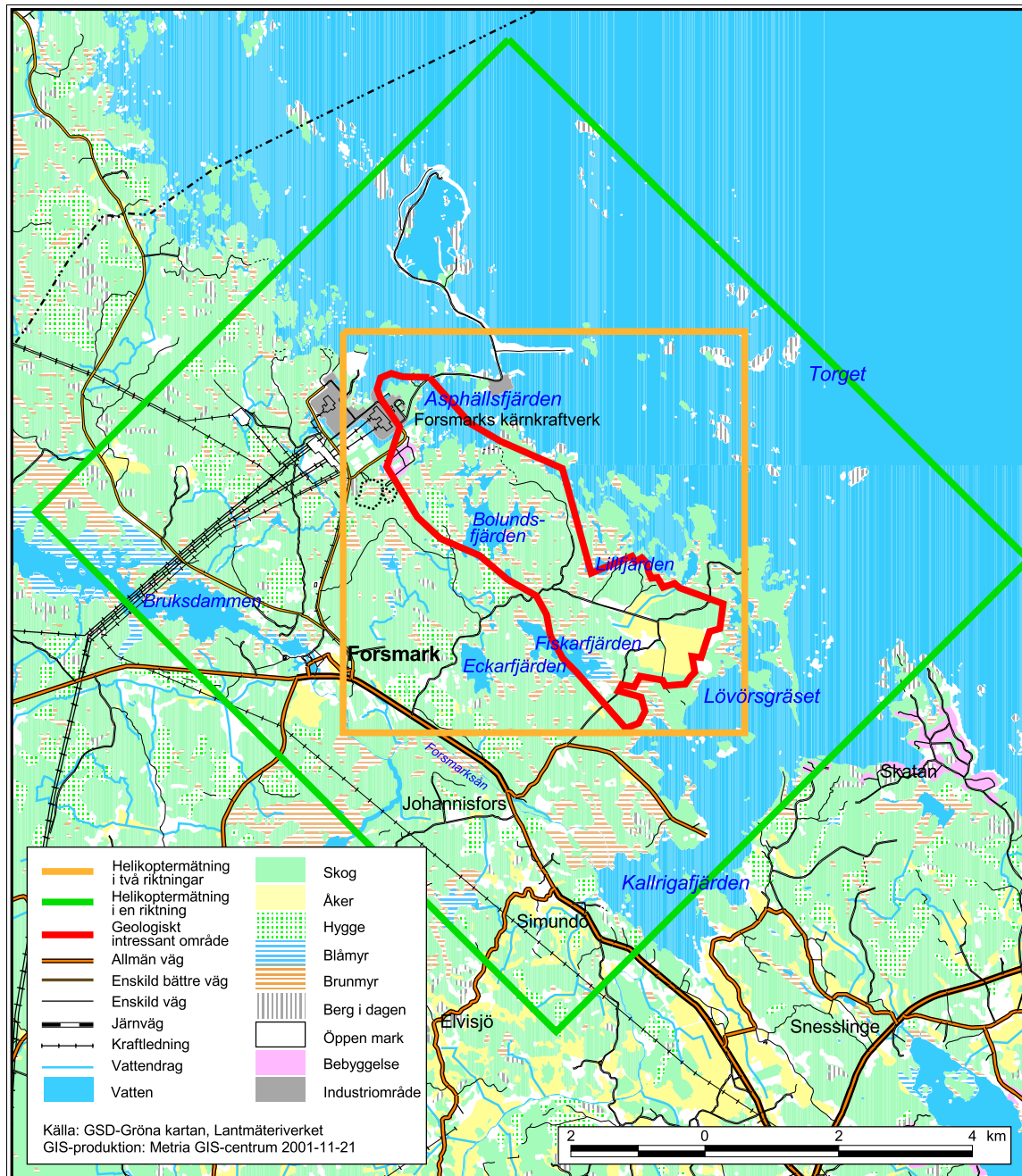
Under borringen sker parameterregistrering och tester enligt specifikationerna i det generella programmet. Efter avslutad borring genomförs ett basprogram för mätningar i hammarborrhål som till viss del liknar det program som genomförs i kärnborrhål. Detta görs även i de hål som borraras för spolvatten innan de nyttjas för detta ändamål.

Under utbyggnaden av Forsmarksverket påträffades ovanligt breda öppna horisontella sprickor. Detta gör att kompletterade hydrogeologiska mätningar sannolikt kommer att erfordras i hammarborrhålen för att få information om den ytliga berggrundens vattenförande egenskaper, exempelvis genom vatteninjektionstester. Som avslutning kommer hydrogeologisk utrustning för övervakning av grundvattnet att installeras i de flesta av hammarborrhålen. Sådan övervakning ger data om tidsberoende variationer i grundvattnets tryck- och flödesfördelning i berggrunden och i jordlagren.

### 3.6.3 Helikopterburen geofysik

Syftet med helikopterburna geofysiska mätningar är att erhålla underlag för bergarts-, struktur-, höjd- och jordartsmodellerna för Forsmarksområdet och dess regionala omgivning. Mätningen utförs längs nord-sydliga flyglinjer med linjeavstånd på 50 meter över ett område som täcker Forsmarksområdet och den regionala omgivningen, se figur 3-6. Det föreslagna området är cirka 110 kvadratkilometer stort. Inom ett mindre område utförs mätningar även längs öst-västliga linjer.

Flygning med helikopter på låg höjd innebär risk för störningar av känsliga naturvärden på grund av buller. Det är därför lämpligt att utföra flygningen under perioden augusti till oktober. Fältinsatsen beräknas till några veckor.



© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

**Figur 3-6.** Områden som ska mätas med helikopterburen geofysik. Det större mätområdet täcker den regionala omgivningen till Forsmarksområdet och mäts längs nord-sydliga flyglinjer. Det mindre området mäts även längs öst-väsliga flyglinjer.



### 3.6.4 Markgeofysik

#### ***Tyngdkraftsmätning***

Tyngdkraftsmätning (gravimetri) används för att indikera bergartskroppar med avvikande densitet i berggrunden. Sådana kroppar kan ha för förvaret olämpliga egenskaper och därför minska den tillgängliga förvarsvolymen.

Mätningen avser förtäta det befintliga nätet av mätpunkter så att avståndet mellan mätpunkterna blir 0,5–1 kilometer och kräver endast några få dagar i fält för att täcka det förväntade behovet. Beträffande havstäckta områden nyttjas de för mätningen.

#### ***Reflektionsseismik***

Reflektionsseismik kan användas för detektering av flacka strukturer i berggrunden såsom bergartsgångar, bergartsgränser och sprickzoner. Vid sidan av borrhning är reflektionsseismik den viktigaste undersökningsmetoden för att upptäcka flacka strukturer, vilka kan ha stor inverkan på bedömningen av områdets lämplighet. Insatsen görs därför i form av ett relativt stort undersökningsprogram i ett tidigt stadium.

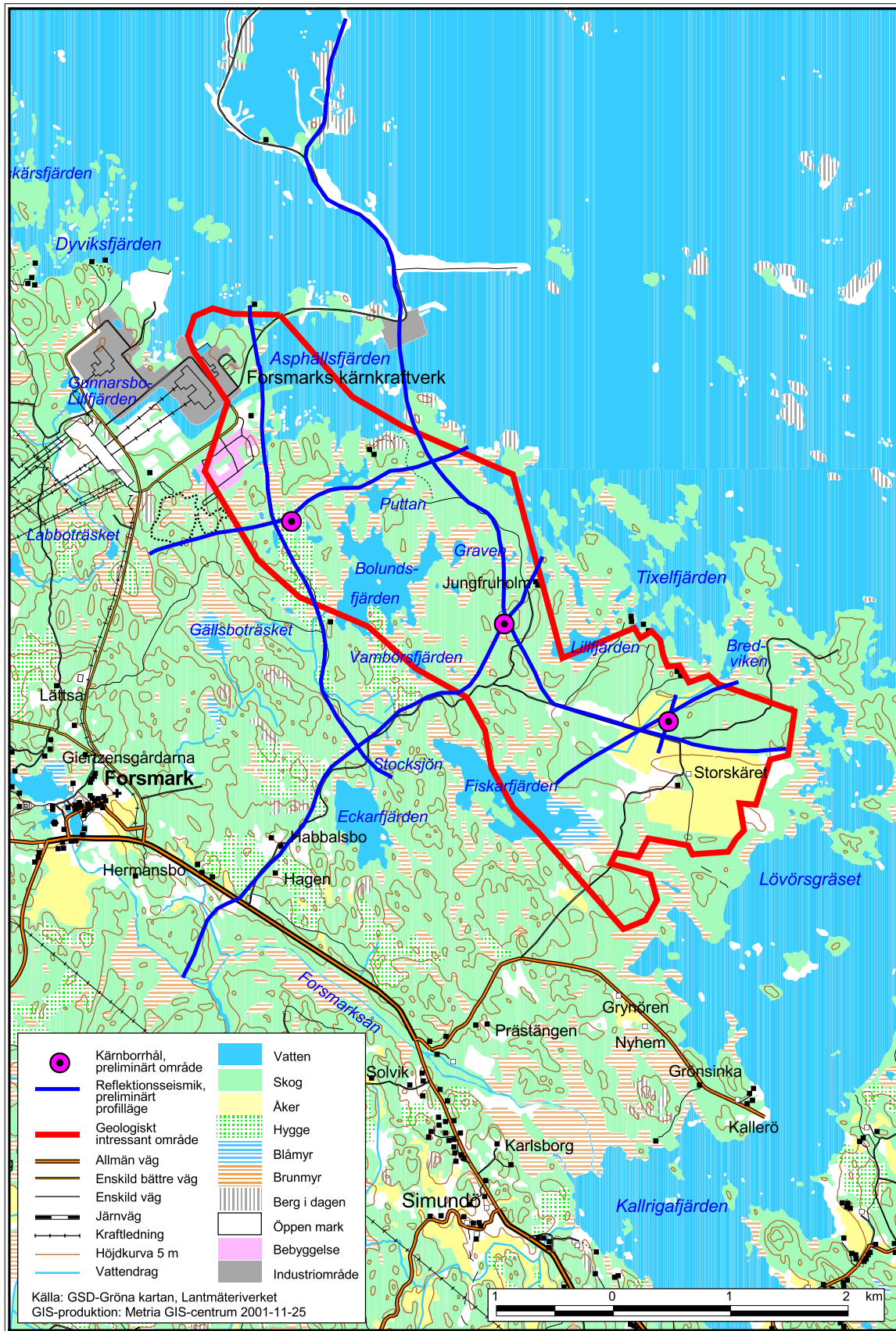
Mätningen görs utmed en lång profil längs med områdets centrala del samt några tvärgående profiler. En av dessa tvärprofiler passerar över en eller ett par större sprickzoner som stryker i nordvästlig riktning. Målet är att erhålla information om eventuella flacka sprickzoner skär genom större brantstående sprickzoner. Sådant information är väsentlig vid beräkningar av grundvattens flödesvägar. Vidare bör skärningspunkterna mellan tvärprofilerna och den längsgående profilen sammanfalla med planerade borrhållägen. Detta är viktigt vid samtolkningen av information från borrhål och reflektionsseismik. Som framgår av figur 3-7 planeras för att den centrala profilen fortsätter norr om det geologiskt intressanta området och ut till biotestsjön. Syftet är att få data om förhållandena kring Singöförkastningen. Preliminära profillägen framgår av figur 3-7. Totalt uppskattas reflektionsseismiken omfatta 15–20 längdkilometer.

#### ***Mätningar för särskilda problemställningar***

Geofysiska markmätningar utförs i första hand för att ge information om sprickzoners läge, bredd, stupning och strykning. Geofysiska markmätningar kan också användas för att belysa frågeställningar som exempelvis tecken på malmpotential. Resistivitetmätningar kan övervägas för att undersöka berggrunden med avseende på mindre sprickzoner och allmän sprickighet.

I regel används en kombination av olika geofysiska metoder och mätningarna utförs i profilmattor som övertvårar sprickzonerna eller den bergvolym som behöver undersökas. Profilmattorna utgörs vanligen av 3–5 parallella profiler med längder mellan 200 och 1 000 meter. De metoder som främst kan bli aktuella är elektromagnetiska och elektriska mätningar, magnetometri, refraktionsseismik och markradar.

Några av profilmattorna kan placeras ut i tidigt skede på grundval av direkta observationer i fält, flygbilder eller resultat från reflektionsseismik. Majoriteten planeras dock först efter det att den detaljerade informationen från helikopterburen geofysik analyserats.



© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

**Figur 3-7.** Preliminära lägen och maximal längd av profiler för reflektionsseismik.

### 3.6.5 Maringeologiska undersökningar

Undersökningar med hydroakustiska metoder i Öregrundsgrepen samt resultat av maringeologisk provtagning ger information om bottenkontur, bottensammansättning, djup till berggrunden och berggrundens relief. Informationen nyttjas främst till jordarts- och strukturmodellerna, men även som indata till ekologiska modelleringar. Undersökningsområdet är havet närmast Forsmarksområdet inom avgränsningen för det regionala området.

Vid undersökningen används en mindre motorbåt som kan arbeta på vattendjup ned mot en meter. En mätning omfattande tio kilometer strandsträcka med ett avstånd ut från kusten av ett par kilometer och med ett linjeavstånd av cirka 200–400 meter, kräver några veckors mätning.

### 3.6.6 Berggrundsgeologisk kartläggning

Den berggrundsgeologiska kartläggningen används för att förbättra befintliga bergarts- och strukturmodeller. Inom Forsmarksområdet studeras samtliga hållar och inom det regionala området görs ett representativt urval. Den allmänna karteringen inriktas främst mot bergartsfördelning, bergartsbeskrivning samt strukturer som till exempel sprickor och sprickzoner. Vid en detaljerad sprickartering beskrivs bland annat sprickfrekvens, sprickriktning och spricklängd. Vid karteringsarbetena ska malmgeologisk kompetens finnas tillgänglig, eftersom en av frågeställningarna i Forsmarksområdet är områdets malmpotential.

Karteringen görs på befintliga bergblottningar utan andra ingrepp än borttagning av mossa och lav. För vissa hållar kan det dock bli aktuellt med en mer omfattande rengöring, exempelvis med tryckluft och vatten. Det kan också bli aktuellt att kartlägga större ytor som frilagts med grävning. Grävinsatserna samordnas med den jordartsgeologiska kartläggningen, se avsnitt 3.6.8.

I samband med karteringarna utförs provtagning av bergarter. På proverna genomförs mätningar och analyser för att bestämma mineralinnehåll, kemisk sammansättning, fysikaliska och bergmekaniska egenskaper med mera. Vissa prov tas för datering av bergarter och sprickmineral.

Den geologiska karteringen ska utföras så att den ger grund för att bygga upp förståelsen av geologin i regionen och beskriva den geologiska utvecklingen, det vill säga när och hur områdets bergarter bildats och senare deformerats och omvandlats. Mindre karteringsinsatser kan då behöva utföras även utanför den yta som begränsas av den regionala omgivningen till Forsmarksområdet.

### 3.6.7 Studier av bergets transportegenskaper, mekanisk hållfasthet och termiska egenskaper

Under den inledande platsundersökningen görs en första bedömning av bergets transportegenskaper (egenskaper av betydelse för hur radionuklider rör sig genom berget). Bedömningen baseras huvudsakligen på berggrundsgeologiska och hydrogeokemiska data. En direkt bestämning av transportegenskaper görs i detta skede genom laboriemätningar på borrhärlor och undersöks möjligen också genom fokuserade resistivitetsmätningar i kärnborrhålen. Naturligt grundvattenflöde och flödesgradienter i berget är också väsentliga förhållanden för transport av radionuklider. Information om dessa förhållanden erhålls från hydrogeologiska mätningar i kärnborrhålen.

För att bedöma det intakta berget och bergmassans hållfasthet på förvarsdjup behövs bergmekaniska laborietester på borrhälar. Tillsammans med bland annat bestämningar av spänningstillståndet i berget utgör de ett underlag vid modellering av olika bergmekaniska processer. Bergspänningsmätningar görs i kärnborrhälen.

Under den inledande platsundersökningen görs också en översiktlig bedömning av platsens termiska egenskaper. Den bygger huvudsakligen på en allmän kunskap om de termiska egenskaperna hos de vanligaste bergarterna i Sverige, men viss kontroll av förhållandena inom platsen görs också genom mätningar på borrhälar.

### **3.6.8 Kartläggning av jordarter och jordmån samt hydrotester i jordrör**

Kartläggning av jordarter och jordmån ger indata till jordartsmodellen och används för att ge en bättre förståelse av de hydrogeologiska förhållandena och olika processer i ytnära ekosystem. Dessutom används data om jordmån i kolflödesmodeller för säkerhetsanalysen. Jordarternas hydrauliska egenskaper studeras med hjälp av kornstorleksfördelningar och hydrotester i jordrör. Mätningarna har betydelse för bedömningen av vilka grundvattensänkningar som kan förväntas uppkomma i samband med pumpstester i kärna och hammarborrhål under platsundersökningsskedet samt vid ett eventuellt byggande av ett djupförvar. En annan viktig uppgift är att studera eventuella tecken på postglaciala rörelser i de kvartära jordlagren. I samband med jordarts- och jordmånsstudierna tas prover för bestämning av markkemin.

Huvuddelen av kartläggningen förläggs till Forsmarksområdet och en mindre del till dess regionala omgivning. Information till jordartsmodellen kommer också från marin-geologiska undersökningar (se avsnitt 3.6.5).

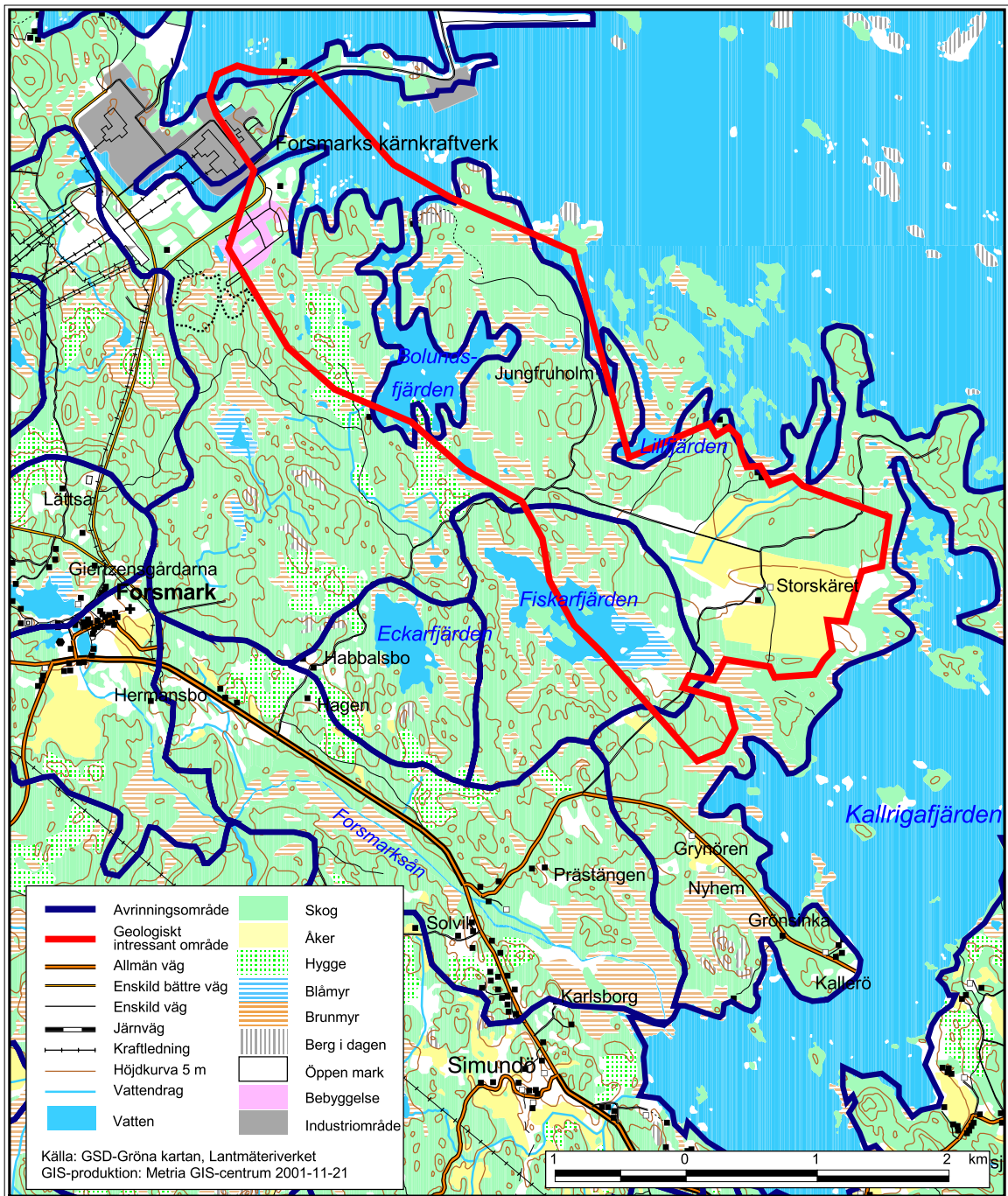
Fältarbetet baseras på flygfoton, fältbesiktningar och användning av handburen utrustning. I punkter där jordarterna bör undersökas mer detaljerat (exempelvis om det finns tecken på postglaciala rörelser) genomförs grävningar med grävmaskin. Grävningarna samordnas om möjligt med berggrundskarтерingen. Platsen väljs så att målet med grävningen uppnås samtidigt som den sker med hänsyn till naturvärden. Vid val av grävlokal kommer därför tillgänglighetskartan att vara ett viktigt underlag och valet kommer att föregås av fältbesök av platsbiolog varvid den slutliga valda platsen dokumenteras med avseende på ytnära ekosystem. Grävning kan göras i form av diken eller gropar. De flesta kommer att läggas igen efter genomförd karтерing men några få kan behöva stå öppna under en längre tid och ska då markeras tydligt för att förhindra olyckor. Slänterna ska utformas så att människor och djur som kommer ned i dem kan ta sig upp.

Utöver grävning kommer jordborring att genomföras för utsättning av observationsrör (observation av grundvattennivåer i jordlagren) och för jordprovtagning. 20–40 jordborrade hål planeras.

Vid sammanställning av den jordartsgeologiska modellen kommer samtolkning med data från geofysiska mätningar (exempelvis mätningar från helikopter och markradar) att vara en viktig del.

### **3.6.9 Hydrologiska och ekologiska undersökningar**

En detaljerad kartläggning av de ytnära hydrologiska, hydrogeologiska, hydrogeokemiska förhållandena samt de ytnära ekosystemen utförs i Forsmarksområdet med omgivelningar, se figur 3-8. Kartläggningen behövs bland annat för platsspecifik analys av hur ett djupförvar inverkar på miljön. Ett annat mål är att ta fram data om olika hydrologiska, hydro-



© Lantmäteriverket 2001. Ur GSD-Terrängkartan ärende nr 2001/5184.

**Figur 3-8.** Översikt över avrinningsområdena och vattendrag i Forsmarksområdet. Flödes- och nivåmätningar samt kemisk, fysikalisk, biologisk provtagning kommer att ske i Eckar-, Fiskar-, Bolunds- och Lillfjärden liksom mätningar av inflöden till Bolundsfjärden och Kallrigafjärden.

geologiska, hydrogeokemiska och ekologiska parametrar. Parametrarna är nödvändiga för att kunna bygga upp plats specifika grundvatten- och biosfärsmodeller.

Undersökningarna omfattar i detta skede en förtätad registrering/provtagning av:

- Nuvarande utbredning av recipienter (förutsättningar för brunnar, vattendrag, sjöar, hav, bottensediment) samt inventeringar av flora och fauna i limnologiska och marina miljöer.
- Omsättning i och förändring av recipienter (vattennivåer och flöden i stående och rinnande vattendrag, vattenstånd och uttag i brunnar, biologisk omsättning och ackumulering, igenväxning).
- Utbredningen av in- och utströmningsområden samt förekomst av källor.
- Samspelet mellan yt- och grundvattendelare.
- Egenskaper hos ytvattnet, det ytnära grundvattnet samt porvattnet (i sedimentproppar) ur fysikalisk, kemisk och biologisk synvinkel.

Registreringarna/provtagningarna upprepas regelbundet för att få en så tydlig helhetsbild av ytvattensystemet som möjligt, även med avseende på de naturliga variationernas storlek under till exempel en årscykel. Den kemiska sammansättningen i ytvatten och ytnära grundvatten förväntas variera starkt beroende på väderförhållanden och årstid och det är viktigt att få grepp om dessa variationer. För ämnesområdet ytnära ekosystem är det även nödvändigt att veta när variationerna inträffar och vad som styr dem.

### 3.6.10 Vegetationskartering samt fågel- och däggdjursinventeringar

Vegetationskarteringen resulterar i en detaljerad vegetationskarta, som också redovisar träd-, busk-, fält och vattenskikt. Kartläggningen sker i omgångar och kompletterar de översiktliga insatser som utförts tidigare (förberedande arbeten). Arbetet inkluderar tolkning av satellitbilder och flygfotografier samt GIS-modellering och spektralanalyser. För att stödja miljöprogrammet kommer känsliga naturområden och arter som identifierats under de förberedande arbetena samtidigt att kontrolleras i fält.

Genom att inventera häckfågel och notera fynd av känsliga arter kan områdets fågelfauna karakteriseras. Metodik för detta utvecklas som ett förberedande arbete och baseras på det nationella övervakningsprogrammet för fågel. Inventeringen ska göras på ett sådant sätt att den är jämförbar med andra inventeringar i närbelägna lokaler.

Områdets däggdjurspopulationer karakteriseras med hjälp av inventeringar av framför allt jaktbart vilt. Områdesspecifika program för populationsinventeringar har utarbetats under hösten 2001.

## 3.7 Övervakning

Med övervakning (i det generella programmet benämnt monitoring) avses här studier och dokumentation under lång tid av olika typer av förändringar i exempelvis berggrunden och naturmiljön. Övervakning krävs dels för att studera förändringar som kan vara orsakade av platsundersökningen, dels för att studera och förstå naturliga variationer och analysera vilka effekter olika dynamiska processer har på djupförvaret och därmed på den långsiktiga säkerheten. Övervakningen sker antingen genom kontinuerliga registreringar

eller genom regelbundet återkommande undersökningar i form av mätningar, provtagningar, inventeringar eller uppdateringar. Den pågår från tiden före och genom hela platsundersökningsskedet, samt även under ett eventuellt anläggnings- och driftsskede.

I följande avsnitt behandlas övervakningen av förändringar som görs för den vetenskapliga förståelsen av platsen och som har betydelse för djupförvaret medan studier av eventuell påverkan orsakade av platsundersökningen behandlas i bilagan till denna rapport. Det bör understrykas att aktiviteterna vanligen kan samordnas och tjänar då de dubbla syftena; att studera eventuella förändringar som beror av platsundersökningarna, samt studera olika dynamiska processer i området.

### 3.7.1 Meteorologiska och hydrologiska förhållanden

Meteorologiska mätningar görs under hela platsundersökningsskedet. SKB har i tidigare utredningar /3-6, 3-7/ definierat vilka klimatparametrar som ska mätas.

Insamlingen av meteorologiska uppgifter samordnas lämpligen med insamlingen av kemiska, fysikaliska och biologiska data från vattenprovtagning och nivåmätningar i hav, fjärdar och sjöar, samt avrinningsmätningar i strömmande vattendrag.

Övervakningen av de marina, limnologiska och hydrologiska förhållandena omfattar inledningsvis Öregrundsgrepen samt isolerade fjärdar, sjöar och strömmande vattendrag i Forsmarksområdet och eventuellt även vissa ytvattenobjekt i dess regionala omgivning.

Övervakningen av de hydrogeologiska förhållandena omfattar grundvattenmagasin i jordlagren och i berggrunden. Mätningarna sker inledningsvis i befintliga grävda och bergborrade brunnar, och därefter även i de jordrör, hammarborrhål och kärnborrhål som borraras under platsundersökningen. Övervakningen av grundvattennivå, -kemi och -flöde i hammarborrhål och kärnborrhål omfattar vanligen flera sektioner per borrhål, och utgör den mest omfattande delen av övervakningsprogrammet, och ökar i omfattning allteftersom platsundersökningen fortskrider.

Vilka hydrologiska respektive hydrogeologiska parametrar som ska övervakas framgår av det generella genomförandeprogrammet /3-1/ och ett mer detaljerat övervakningsprogram är under utarbetande.

### 3.7.2 Naturmiljö

Övervakningen av naturmiljön görs genom att resultat från de inledande inventeringar, som utfördes innan undersökningarna påbörjades, regelbundet jämförs med de resultat som successivt erhålls från nya inventeringar. Riktade insatser görs också mot nya objekt som aktualiseras efterhand.

Vegetationskarteringar görs årligen inom utvalda områden. Konstaterade förekomster av rödlistade växt- och djurarter följs upp kontinuerligt. Övervakning av den årliga produktionen av biomassa kan göras indirekt genom att data från övervakning av vattenkemiska parametrar studeras och direkt genom tillväxtnätningar som gjorts under en säsong.

Nya platser som måste övervakas tillkommer under platsundersökningens gång och övervakningsprogrammets innehåll och omfattning kommer därför att variera. Nyupptäckter får också återverkningar på tillgänglighetskartan. Det kan därför bli aktuellt att utforma speciella skyddsområden med variabel tillgänglighet under året.



### **3.7.3 Radionuklider och miljögifter**

Förekomst och koncentrationer av radionuklider och miljögifter i vävnadsmaterial analyseras dels för att erhålla data till säkerhetsanalysen, dels för att kontrollera eventuell påverkan avseende miljögifter från undersökningar och bygge.

Det pågår en omfattande omgivningskontroll av radionuklider i anslutning till Forsmarks kärnkraftverk. Den täcker dock främst in kustområdet och det kan därför finnas ett visst behov av att komplettera kontrollen över fastlandet. Man väljer då i första hand objekt av stationär art, som till exempel svamp och lav. Från djurriket väljs i första hand insjöfisk. Delvis kan provtagning komma att utföras på nedlagt vilt i samband med den jakt som bedrivs i området. En första provtagning ska täcka hela undersökningsområdet och ge bakgrundsvärden, därefter sker provtagningen årligen på ett representativt urval av objekt.

### **3.7.4 Seismisk aktivitet**

I samband med undersökningarna vill man registrera eventuella jordskalv ned till en magnitud omkring 0,5 på Richterskalan. Mätningarna ingår i underlaget för förståelsen av berggrundens mekaniska stabilitet. För att uppnå denna detekterbarhet, men också för att kunna jämföra seismiciteten mellan olika delar av Sverige pågår en utbyggnad av det seismologiska nätet. Utbyggnaden avser 20 nya stationer, varav sex är placerade i norra Uppland med omgivning (se figur 3-9). De nya stationerna planeras vara i drift i början av 2002.

### **3.7.5 Berggrundens deformation**

Kryprörelser kan förändra spänningsfältet i berggrunden. För att få en uppfattning om var det eventuellt förekommer kryprörelser och deras storlek kommer mätningar av berggrundens deformation att göras i det regionala området så att även de större sprickzoner som finns utanför Forsmarksområdet inkluderas. Mätningar utförs 3–4 gånger per år med GPS-baserad teknik där rörelser ned till en millimeter per år kan detekteras efter 2–3 års mätning.

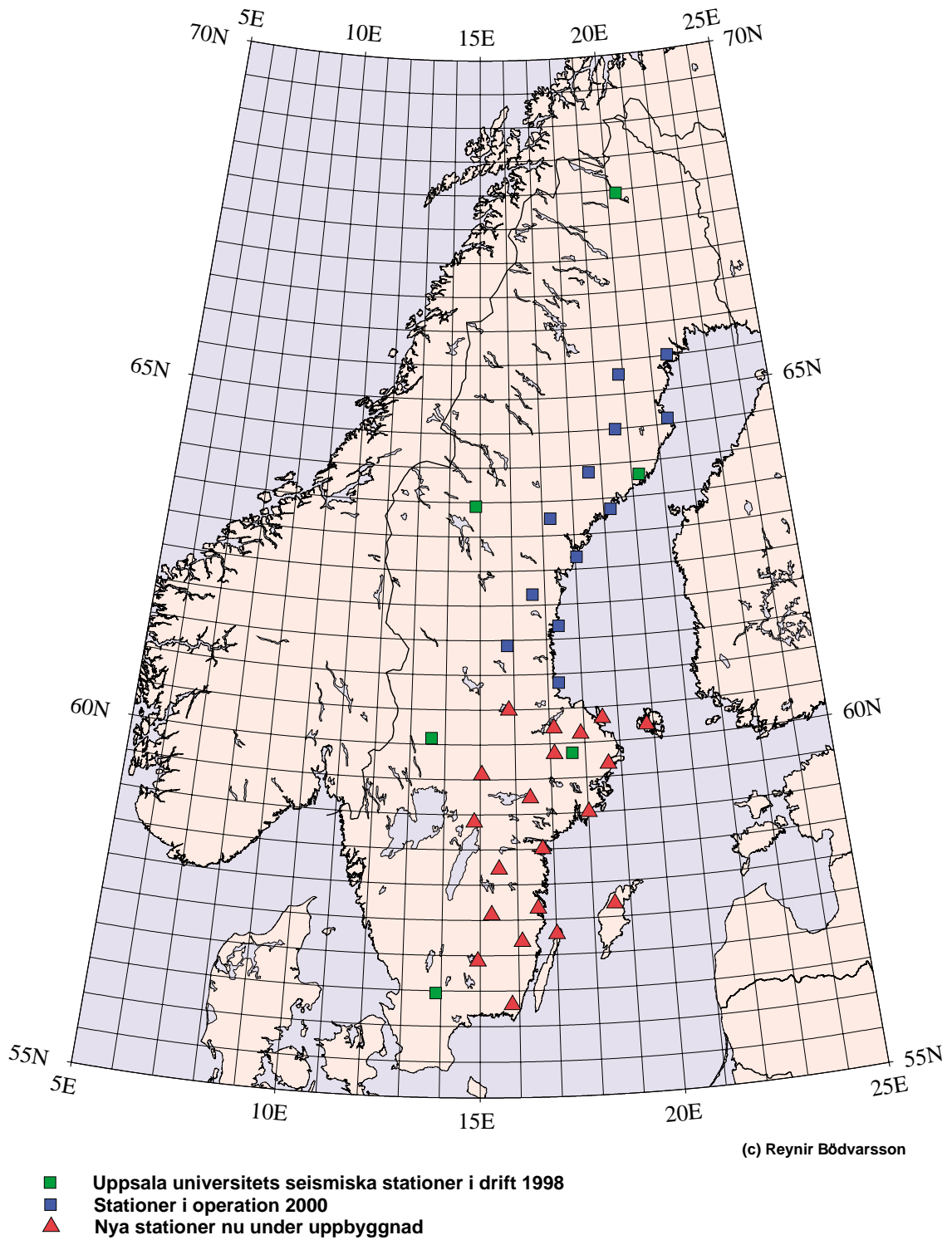
Lämpliga punkter för GPS-observationer bestäms under 2002. I Oskarshamns kommun pågår för närvarande (hösten 2001) ett metodtest för deformationsmätningar i berggrunden. I detta metodtest har ståldubbar för fastsättning av GPS-antennor borrats direkt på berget. På platser med tjockt moräntäcke måste däremot betongfundament gjutras.

## **3.8 Analys, platsbeskrivande modeller samt platsbeskrivning**

Undersökningsresultaten kommer att analyseras fortlöpande och de platsbeskrivande modellerna kommer att uppdateras till nya versioner efter genomförda undersökningssteg. När modellerna uppdateras uppkommer nya frågor som omhändertas vid planeringen av efterföljande undersökningssteg. Denna process drivs tillräckligt långt för att en preliminär platsbeskrivning och säkerhetsbedömning ska kunna tas fram som underlag till ett välgrundat beslut om en eventuell komplett platsundersökning.

Den fortlöpande analysen av undersökningsresultat omfattar också ett löpande ställningsstagande till om platsundersökningen i något skede ska avbrytas till följd av att mindre gynnsamma förhållanden konstaterats. Krav och kriterier för vad som är gynnsamma respektive ogynnsamma geovetenskapliga förhållanden har redovisats tidigare /3-8/.





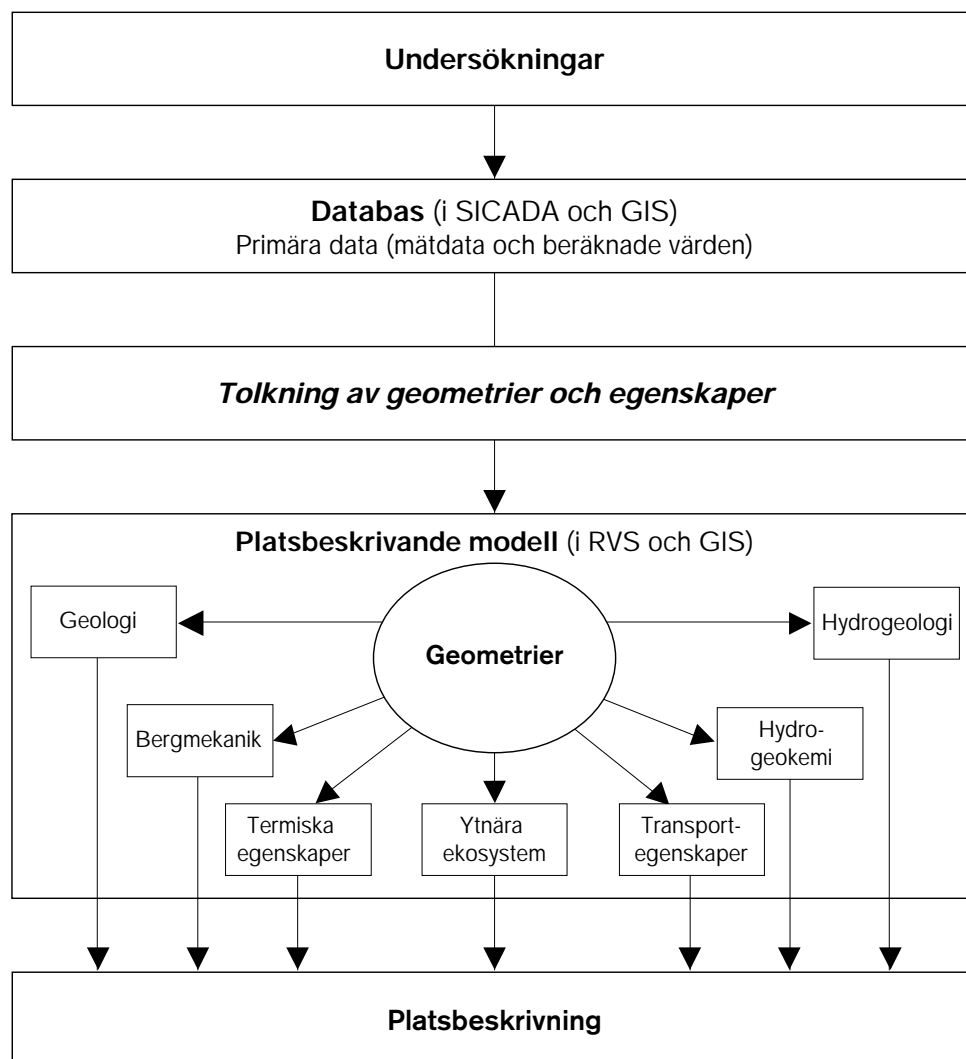
2001 08 23

**Figur 3-9.** Den pågående utbyggnaden av det seismologiska nätet i Sverige med 20 stationer, varav sex är belägna i norra Uppland med omgivning. Källa: Reynir Böldvarsson, Uppsala Universitet

De olika undersökningarna genererar primärdata som representerar observationspunkter eller observationer inom begränsade ytor eller volymer. Data sparas i SKB:s undersökningsdatabas SICADA och i form av GIS-kartor. Alla primärdata kvalitetskontrolleras innan de lagras i databasen. Under platsundersökningskedet analyseras och tolkas primärdata i syfte att successivt bygga upp en kunskap om platsens egenskaper även utanför mätpunkterna. Analysen och tolkningen görs såväl ämnesspecifikt som ämnesövergripande, dels för att kunna dela in platsen i lämpliga geometriska enheter och dels för att ansätta egenskaper för dessa enheter. På detta sätt byggs en regional och en lokal tredimensionell platsbeskrivande modell (avbildning) av berg och jord, yt- och grundvatten samt ytnära ekosystem. Relationen mellan primära data och platsbeskrivande modell illustreras i figur 3-10.

Som ett hjälpmedel för den platsbeskrivande modelleringen har SKB utvecklat ett särskilt datorsystem för tredimensionell visualisering av berggrunden, RVS (Rock Visualisation System). Den platsspecifika modellen beskrivs dessutom med hjälp av GIS (geografiska informationssystem) samt i text.

Vad som behöver ingå i de platsbeskrivande modellerna framgår av det generella genomförandeprogrammet. Hur detaljerad beskrivningen behöver vara avgörs främst av pro-



**Figur 3-10.** Undersökningarnas primärdata samlas i en undersökningsdatabas. Data tolkas och presenteras i en platsbeskrivande modell, som består av en beskrivning av platsens geometri och dess olika egenskaper och förhållanden.

jekteringens behov av att ta fram en anläggningsbeskrivning och säkerhetsanalysens behov av att studera utvecklingen på lång sikt. I det inledande platsundersökningsskedet är behovet att ta fram en preliminär anläggningsbeskrivning respektive en preliminär säkerhetsbedömning.

Arbetet med de platsbeskrivande modellerna omfattar även hantering och administration av olika ämnesspecifika submodeller, att skapa spårbarhet, hantera variabilitet i använda parametrar samt att redovisa osäkerheter och hantering av alternativa modeller. En väl fungerande metodik syftar också till att underlätta extern granskning av såväl modeller som de ingående parametrarna.

### 3.9 Kompletta platsundersökning

Om en komplett platsundersökning blir aktuell kommer undersökningarna även i denna etapp att genomföras i enlighet med det generella programmet, men med anpassning till plats-specifika förhållanden. På samma sätt som förstudien definierade viktiga frågor inför den inledande platsundersökningen kommer denna i sin tur att definiera viktiga, nu mer detaljerade frågor inför den kompletta undersökningen.

Målet för den kompletta platsundersökningen är att höja kunskapen om den aktuella platsen till den nivå som krävs för att lokaliseringsansökan ska kunna upprättas, om platsen befinner sig vara lämplig. Några aktiviteter i den kompletta platsundersökningen nämns nedan, i övrigt hänvisas till det generella programmet /3-1/.

Inom yttre ekosystem fortsätter övervakningen av säsongsvariationer. Ytterligare inventeringar av fauna och flora på land och i vatten görs för att komplettera data från undersökningarna i det inledande skedet. Övervakningen fortsätter och intensifieras.

De geologiska undersökningarna kommer att domineras av borrhålsundersökningar och undersökningar av borrhärlor. Kartering och mätningar på markytan kommer att utföras i mindre omfattning och för specifika frågeställningar. Totalt beräknas borrhålsprogrammet under hela platsundersökningsskedet omfatta 10–20 kärnborrhål och kanske 20–40 hammarborrhål. Borrhålsprogrammet genomförs i omgångar med några kärnborrhål i varje omgång.

När det gäller berggrundens egenskaper eftersträvas detaljerad kunskap om förekommande bergarters fördelning och egenskaper, om regionala och större lokala sprickzoner som styr djupförvarets layout i stort samt om mindre sprickzoner och sprickors frekvens och egenskaper. De mindre sprickzonerna påverkar förvarets slutgiltiga utformning, främst deponeringsområdena. En bergmekanisk och termisk karakterisering av bergmassan i det centrala undersökningsområdet genomförs som underlag till projekteringsarbetet.

De hydrogeologiska undersökningarna inriktas mot att beskriva sprickzonernas och de mellanliggande bergvolymernas vattengenomsläpplighet utifrån ett stort antal hydrauliska tester, såväl enhålstester som mellanhåltester (interferenstester). Övervakningen av nederbörd, avrinning och grundvattennivå fortsätter. Hydrokemisk karakterisering av främst djupa grundvatten, inklusive åldersdatering, görs för att få en så fullständig bild av grundvattensituationen som möjligt.

Laboratiemätningarna av sorption och diffusivitet på borrhärlor och bergmaterial fortsätter. Laboratiemätningarna kompletteras med vissa in-situ-tester och spårprov i och mellan borrhål.

Varje borrhålsomgång, inklusive fältmätningar, analys och tolkning för uppdatering av de platsbeskrivande modellerna beräknas ta cirka ett år.

## 4 Projektering av djupförvaret

Projektering är en samlingsterm för den verksamhet där tekniskt underlag samlas in, bearbetas och analyseras för att så småningom kunna omsättas till anläggningsbeskrivning, funktionsbeskrivningar, bygghandlingar och konstruktionsritningar. Projekteringsarbetet omfattar alla djupförvarets anläggningar ovan och under jord, trafikanslutningar, försörjningssystem med mera. Förutom att konkretisera den tekniska utformningen innefattar projekteringsarbetet även planeringen för att bygga och driva dessa anläggningsdelar och system.

### 4.1 Översikt

Projekteringen utgår från generella krav, som bland annat innebär att djupförvaret ska:

- Uppfylla myndigheternas krav på radiologisk säkerhet, på kort och lång sikt.
- Kunna byggas och drivas med känd teknik och så att alla krav på personsäkerhet och arbetsmiljö uppfylls.
- Kunna byggas och drivas utan oacceptabla miljökonsekvenser.
- Uppfylla rimliga krav på rationalitet och kostnadseffektivitet.

Utifrån dessa och andra generella krav för industriell etablering tas förutsättningar och principer för utformning och konstruktion fram, som i sin tur bildar underlag för projekteringen.

Projekteringsarbetet har pågått sedan många år, väsentligen i generell (inte platsanknuten) form. Många komponenter i systemet kan konstrueras oberoende av vilken plats som väljs, till exempel maskiner för hantering av det använda bränslet. Djupförvarets utformning i stort är emellertid i hög grad beroende av den valda platsen. Det gäller framför allt inbördes lägen mellan anläggningsdelar ovan och under jord och sätten att binda samman dessa. I förstudien utarbetades preliminära skisser till en platsanpassad utformning i Forsmark /4-1/.

Inför platsundersökningsskedet har SKB sammanställt resultaten från hittillsvarande projektering till en heltäckande anläggningsbeskrivning /4-2/. Där redovisas anläggningens planerade funktion, storlek och omfattning för olika principlösningar vad gäller utformningen. Anläggningsbeskrivningen är generell och utgör SKB:s referensutformning av djupförvaret i dag.

Referensutformningen utgör tillsammans med underlaget från förstudien startpunkten för projekteringen under platsundersökningsskedet. Då ska utformning och konstruktion, liksom planer för byggande och drift, anpassas till förhållandena i Forsmark. Viktiga delar i detta arbete är:

- Anpassning av undermarksdelarna i förhållande till geologiska förhållanden och funktionskrav.
- Anpassning av ovanmarksdelarna i förhållande till miljöförhållanden och infrastruktur.

- Anpassning av främst undermarksdelar med hänsyn till risk för vattenpåverkan för skyddsvärda objekt.
- Anpassning mellan ovan- och undermarksdelar för att få en väl fungerande anläggning.

Utgångsförutsättningen är att djupförvarets industriella verksamhet ovan jord förläggs till Forsmarksverkets industriområde, medan förvaret förläggs till det geologiskt intressanta området sydost om kärnkraftverket. Inom det geologiskt intressanta området, på platsen ovanför förvaret, kommer troligen schakt för ventilation och utrymning att utnyttas.

Arbetet sker i steg med successivt ökande detaljeringsgrad, i takt med att undersökningarna ger det nödvändiga underlaget. Under den inledande etappen av platsundersökningen ligger fokus på att studera och utvärdera olika alternativ för utformning av djupförvaret. Baserat på den preliminära platsmodellen (se avsnitt 3.1) upprättas en första platsanpassad anläggningsbeskrivning. Under den kompletta platsundersökningen detaljeras utformning och konstruktion. Den anläggningsbeskrivning som tas fram utgör underlag för säkerhetsanalys och miljökonsekvensbeskrivning. Inom ramen för projekteringsarbetet utförs också utredningar för att belysa konsekvenser och genomförbarhet av projektet. Dessa utredningar ligger till grund för samråd om och analys av föreslagna utformningar.

Parallellt med att platsanpassningen görs i Forsmark kommer det generella tekniska utvecklings- och optimeringsarbetet att fortsätta, bland annat vid Aspölaboratoriet. Det gäller exempelvis hanteringsutrustningar, drivnings- och tätningsmetoder för djupförvarets olika bergutrymmen med mera. Andra generella utredningar inom ramen för SKB:s FUD-program /4-3/, kommer också att pågå parallellt med platsundersökningen. Resultaten kommer successivt att tillföras det platsanknutna arbetet.

## 4.2 Anläggningar

### 4.2.1 Platsens förutsättningar

De platsspecifika förutsättningar som redovisats i kapitel 2 leder sammanfattningsvis till följande riktlinjer för utformningen av ett djupförvar i Forsmark:

- Anläggningarna under jord förläggs inom det cirka tio kvadratkilometer stora område som preliminärt prioriterats för en platsundersökning. Vilka lägen inom detta område som kan bli aktuella styrs huvudsakligen av berggrundens egenskaper, och måste avgöras utifrån de successiva resultaten från platsundersökningen.
- Anläggningarna ovan jord förläggs om möjligt inom industriområdet vid Forsmarks kärnkraftverk. Därmed reduceras miljöeffekterna och konfliktriskerna med traktens speciella naturskyddsintressen. Huvudalternativet är en förläggning intill SFR.
- Inseglingsrännan till Forsmarks hamn har begränsat djup. Transporterna av använt kärnbränsle till djupförvaret kan gå sjövägen dit. För transporter av bentonitlera till djupförvaret och eventuella transporter av bergmassor därifrån finns förutom Forsmarks hamn, även in- och utskeppning via Hargshamn.
- Samordning med annan kärnteknisk industri i Forsmark eftersträvas, dock med beaktande av gällande planbestämmelser.
- Forsmark har utpekats som riksintresse även för framtida energiproduktion. Vid projekteringen ska hänsyn tas till eventuella framtida anläggningar för energiproduktion.

Vidare måste projekteringen beakta behovet av bergupplag inom rimliga transportavstånd från tunnelmynningar, samt utformning och anpassning i landskapsbilden av de byggnader och övriga anläggningar som krävs i markplanet.

#### 4.2.2 Alternativ för utformning

I förstudien utarbetades preliminära förslag till platsanpassad utformning av djupförvaret, baserat i huvudsak på generella anläggningsbeskrivningar och platsens förutsättningar. Som slutresultat förordades en principutformning där djupförvarets anläggningar och verksamhet ovan jord förläggs till ett område i anslutning till SFR. Därifrån leder en lutande transporttunnel ner till själva förvaret, förlagt någonstans inom det prioriterade området, se figur 2-1. Om förvaret förläggs på cirka 500 meters djup blir tunneln uppskattningsvis 4–6 kilometer lång. På platsen ovanför förvaret mynnar schakt för ventilation och nödutrymning. Över schakten uppförs mindre byggnader. Varianter där delar av driftverksamheten förläggs ovanför förvaret diskuterades också.

Den i förstudien förordade principutformningen kvarstår som huvudalternativ inför platsundersökningen, och kommer att vidareutvecklas i takt med att data från undersökningarna blir tillgängliga. Därutöver kommer ytterligare utformningsalternativ att utredas parallellt. Alternativstudierna avser främst driftområden i markplanet och möjliga lägen för tunnelnedfarter eller schakt. Utgångspunkten är att anläggningarna i första hand ska etableras inom det detaljplanelagda området för Forsmarks kärnkraftverk och SFR.

Det finns flera motiv för en sådan, bred ansats i inledningsskedet. Ett är att säkerställa att alla tekniska frihetsgrader som står till buds beaktas och att alla delfrågor utreds. Då kan olika möjligheter beskrivas och vägas mot varandra, så att den lösning som senare väljs är väl underbyggd. Ett annat skäl är att undersökningarna måste utgå från realistiska uppfattningar om huvuddragen i anläggningsutformningen, utan att för den skull ges en för snäv inriktning. En samlad bedömning av de olika alternativen kan göras först när undersökningarna lett fram till ett lämpligt område för anläggningarna under mark, sambanden mellan ovan- och undermarksdelar utretts, och en helhetsvärdering av de olika alternativen gjorts ur miljö- och effektivitetssynpunkt.

#### 4.2.3 Bygganalys

Planerna för byggskedet utvecklas stegvis i takt med att resultat erhålls från undersökningarna. Bergtekniska nyckelfrågor identifieras och utreds med ledning av den geologiska platsmodellen och den preliminära utformningen av de bergförlagda anläggningsdelarna. Det kan gälla exempelvis tunnelpassager genom sprickzoner eller byggmetoder i områden med förhöjda bergspänningar. Bergmekaniska analyser görs till stöd för bedömningar av drivningsmetoder och behov av bergförstärkning. På motsvarande sätt görs hydrogeologiska analyser för att bedöma behov av tätningsåtgärder i bergutrymmen. Från de bergmekaniska och hydrogeologiska analyserna hämtas även de prognoser över tunn-larnas initialtillstånd, som är en del av underlaget till säkerhetsanalysen.

Utbyggnaden av djupförvarets anläggningar, trafikanslutningar och försörjningssystem ovan mark analyseras på samma sätt som vid planering av andra industrianläggningar. Det innebär bland annat att system- och logistikstudier genomförs för att med den framtagna utformningen som grund upprätta förslag till utbyggnadsetapper.

Byggkostnaden beräknas med utgångspunkt från föreslagen utformning, kompletterad med bedömningar av erforderliga insatser för exempelvis bergförstärkning och tätning. Osäkerheterna i förutsättningarna uppskattas och deras inverkan på byggkostnaden analyseras.

#### 4.2.4 Provisorier

Anläggningar och verksamhet under byggskedet och dessförinnan ingår inte i den anläggningsbeskrivning som tas fram för djupförvaret. Det är ändå viktigt att analysera och beskriva etableringsprocessens olika skeden för att klargöra utrymmesbehov och, inte minst, möjliga störningar på omgivningen. Utredningar avseende provisorier och deras konsekvenser kommer därför att genomföras, på samma sätt som för de fasta anläggningarna. Resultaten ger viktigt underlag för miljökonsekvensbeskrivningen.

#### 4.2.5 Bergmassor

Under det cirka fem år långa byggskedet kommer uppskattningsvis 0,8–1,0 miljoner kubikmeter bergmassor (löst mått) att produceras från tillredning av tillfartstunnel, schakt och centralområde. Under driftfasen med deponering av cirka 200 kapslar per år tas cirka 75 000 kubikmeter bergmassor ut per år när nya deponeringsområden tillreds, samtidigt som krossat bergmaterial blandat med bentonitlera kommer till användning för återfyllning av tunnlar där deponering genomförts. De årliga överskottet av bergmassor under driftskedet beräknas bli cirka 20 000 kubikmeter, varav cirka 4 500 kubikmeter är mer finkorniga massor från borrning av deponeringshål. Totalt kommer uppskattningsvis 2,6–2,9 miljoner kubikmeter bergmassor att hanteras under bygge och drift.

Hanteringen av bergmassor är ur transportsynpunkt det mest omfattande inslaget i etableringen av djupförvaret. Hur bergmassorna ska hanteras och lagras kommer att utredas. Det finns betydande möjligheter att anpassa denna verksamhet till lokala förutsättningar och önskemål. I viss utsträckning kan bergmassorna bli en resurs för lokal vägbyggnad, restaurering av täkter med mera. Massor som inte avyttras lokalt kan mellanlagras i anslutning till anläggningarna ovan mark om detta kan göras utan olägenhet för naturintressen eller fraktas ut via hamnen i Forsmark eller Hargshamn.

Återfyllning av tillfartstunnel, schakt och centralområde kommer att göras efter avslutad drift, cirka 40 år efter att dessa utrymmen byggts. Möjligheten att lagra bergmassor från byggskedet för kommande återfyllning bör därför jämföras med möjligheten att avyttra åtminstone delar av volymen, för att senare köpa bergmassor för återfyllning. Under driftperioden är behovet av långtidslagring mindre eftersom huvuddelen av de bergmassor som uppkommer då kan återanvändas vid förslutning av deponeringstunnlar. Även den planerade utbyggnaden av SFR kommer att ge upphov till bergmassor, vilket måste beaktas när olika alternativ för hantering utreds. Det kan exempelvis vara möjligt att använda massor från den framtida utbyggnaden av SFR för djupförvarets behov av återfyllning. Utredning av hantering av bergmassor genomförs i samverkan med regionens grus- och bergentreprenörer, ägare av grus och bergtäkter, länsstyrelsen, berörda kommuner, markägare med flera.

### 4.3 Transporter

Hur transporter till sjöss och på land ska ordnas under bygg- och driftskedena, och vilka konsekvenser dessa transporter får, kommer att utredas i detalj. Transporterna under byggskedet omfattar:

- Personal.
- Byggmaterial.
- Bergmassor.
- Diverse service.

Under driftskedet tillkommer:

- Använt kärnbränsle för deponering.
- Bentonitlera till buffert och återfyllning.

Transportverksamheten blir mest intensiv under det cirka fem år långa byggskedet. Driftskedets transporter av använt kärnbränsle, bentonitlera och eventuellt bergmassor blir av mera begränsad omfattning, men kommer att pågå under många år.

Förläggs även inkapslingsanläggningen till Forsmarksområdet förändras transportkedjan för det använda kärnbränslet. Om så blir fallet tillkommer också transporter av komponenter till kapslarna, se kapitel 6.

En etablering av djupförvaret i Forsmarksområdet kräver inga omfattande tillbyggnader av transportleder. Tillkommande vägar begränsas till eventuella, korta anslutningar till det befintliga vägnätet vid främst Forsmarks industriområde. Hamnarna i Forsmark och Hargshamn kan med begränsade insatser nyttjas för driftskedets transporter av använt kärnbränsle och bentonitlera.

#### **4.3.1 Sjötransporter och hamn**

En förläggning av djupförvaret till Forsmark innebär sjötransport av använt kärnbränsle (inkapslat, om inkapslingen i enlighet med huvudalternativet förläggs i Simpevarp) till hamnen i Forsmark, där en mottagningsterminal kan anordnas i anslutning till SFR. De tillbyggnader av hamnen som krävs för dessa transporter är begränsade och omfattar endast en tillbyggnad av terminalbyggnaden för uppställning av transportbehållare.

Bentonitlera för buffert och återfyllning importeras på stora fartyg. Varken farleden eller hamnen i Forsmark har kapacitet för sådana fartyg. Hamnen i Hargshamn kan däremot ta emot fartyg av aktuell storlek, och bedöms även i övrigt ha goda tekniska förutsättningar för mottagning av bentonitlera. Huvudalternativet är därför sjötransport till Hargshamn, följt av transport på lastbil till djupförvaret. Det återstår att utforma en plan för detta, inklusive projektering av de anläggningar för lossning och tillfällig lagring av materialet som skulle behövas i Hargshamn. Anläggningar som erfordras för mottagning av bentonitlera är:

- Anpassning av kajen eller alternativt tillbyggnad för att ta emot fartyg med cirka 10 000 ton bentonitlera.
- En byggnad för förvaring av bentonitlera.
- Transportörer mellan kaj och byggnad för förvaring.
- Kontor.

Detta är ett arbete som måste göras i samarbete med Hargshamn AB, kommunen och andra berörda. Ett alternativ till vägtransport av bentonitleran från Hargshamn till djupförvaret kan vara omlastning till mindre fartyg som kan tas emot i Forsmarks hamn.

Hamnen i Hargshamn kan vara ett alternativ för eventuell utskeppning av bergmassor, men även förutsättningarna för att nyttja hamnen i Forsmark för detta syfte bör studeras.



### 4.3.2 Vägtransporter

Med den bedömda deponeringstakten, en kapsel per dag, blir transportererna på land av använt kärnbränsle från terminalbyggnaden vid hamnen obetydliga, vare sig tunnelnedfarten till djupförvaret förläggs i anslutning till SFR eller på annan plats. Om driftområde och nedfarterna förläggs inom annat detaljplanelagt område än SFR kan det krävas kortare vägtransporter, som troligen endast skulle beröra allmänna vägar marginellt.

Omfattningen på de vägtransporter som skulle behövas från Hargshamn och längs väg 76 till platsen för djupförvaret i Forsmarksområdet styrs av behovet av bentonitlera för driften av djupförvaret. I genomsnitt bedöms behovet motsvara cirka tre vägfordon (lastbil med släp) per dag.

Transporterna av bergmassor kommer som nämnts att vara den volymmässigt största transportaktiviteten under bygge och drift. Den samlade konsekvensen av olika alternativ för transporter och lagring av bergmassor kommer att utredas i nära samverkan med lokalt berörda.

Även förutsättningar för, och konsekvenser av, persontransporterna kommer att utredas, med beaktande av säkerhets-, miljö- och rationalitetsaspekter. Antalet fordon för transporter av personal och besökare samt allmän service kommer att utredas under projekteringsarbetet. Förutsättningarna för eventuella väganslutningar mellan det befintliga vägnätet och planerade driftområden och tunnelerfarter utreds i nära samverkan med lokalt berörda.

## 5 Säkerhetsanalys

Säkerhetsanalysen utvärderar den långsiktiga säkerheten utifrån den platsbeskrivande modellen och den förvarsutformning som projekteringen resulterar i. Kunskapen om platsen växer fram stegvis varför även säkerhetsanalysen av platsen måste göras i steg. Data från den inledande platsundersökningen kommer troligen att medge en översiktlig bedömning om platsen ur säkerhetssynpunkt är lämplig för vidare studier eller ej. Den översiktliga säkerhetsbedömningen kommer även att användas i planeringen av de eventuella fortsatta undersökningarna. Data från en komplett platsundersökning kommer att krävas för en fullständig säkerhetsanalys.

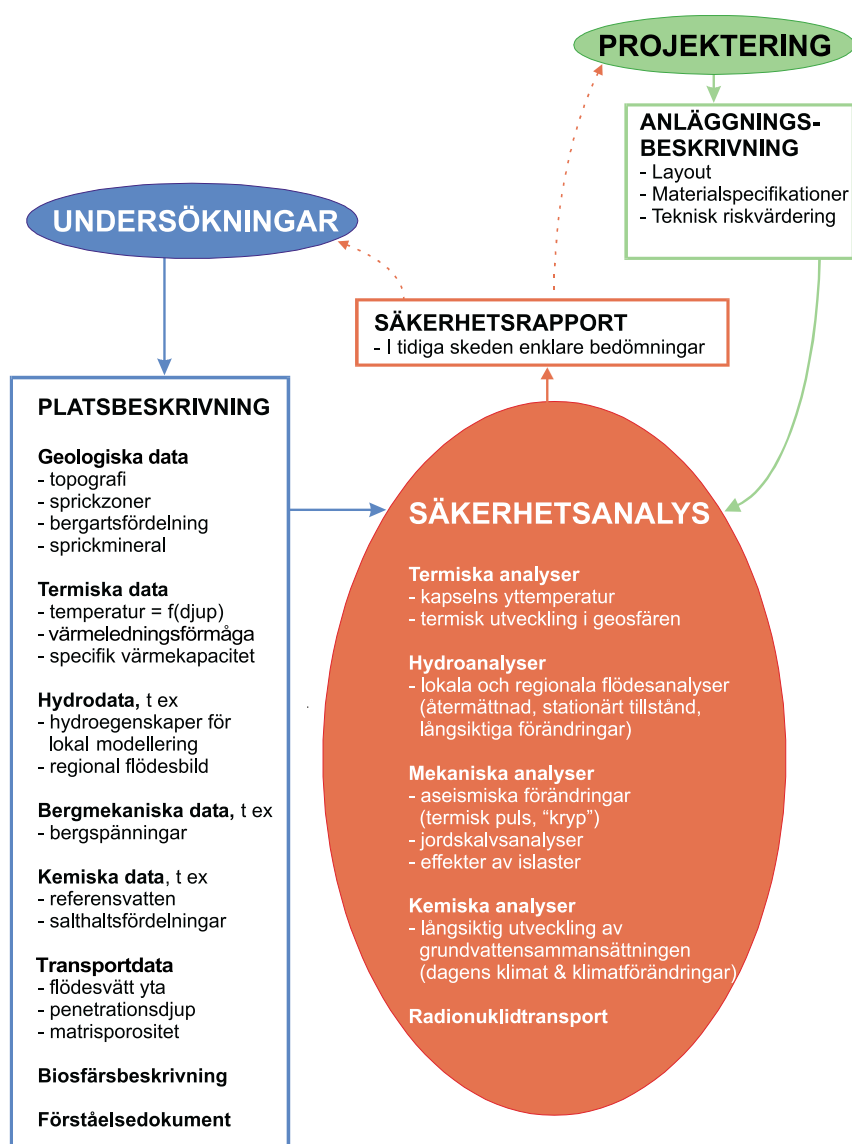
### 5.1 Allmänt

En säkerhetsanalys är ett mycket omfattande arbete som måste bedrivas parallellt med undersökningarna. Säkerhetsanalysen kan sägas bestå av följande moment:

- Systembeskrivning – en strukturerad, generell beskrivning av förvaret och de processer som påverkar förvaret över tiden.
- Beskrivning av förvarets utseende vid någon initial tidpunkt, till exempel då det just förslutits.
- Val av scenarier – ett antal olika händelseutvecklingar i omgivningen. De valda scenarierna bör tillsammans ge en rimlig täckning av de olika utvecklingsvägar förvaret och dess omgivning kan tänkas ta.
- Analys av förvarets utveckling för vart och ett av de valda scenarierna.
- Utvärdering – samlad bedömning av förvarets säkerhet. Här måste också tilltron till resultatet diskuteras i ljuset av de osäkerheter som finns i underlaget till analysen.

Dessutom används de preliminära bedömningar och analyser som görs inom ramen för arbetet med säkerhetsanalysen vid planeringen av de fortsatta undersökningarna samt den platsbeskrivande modelleringen. Säkerhetsmässiga aspekter på layoutförslag eller mer detaljerade frågor om förvarets utformning analyseras och bedöms och ger underlag till det fortsatta projekteringsarbetet.

Undersökningarna ger framförallt underlag för att beskriva initialtillståndet för en plats och för tilltron till denna beskrivning. En värdering och prognos av hur platsens egenskaper förändras på grund av förvarsutbyggnaden behöver också göras. Säkerhetsanalysen baseras på olika underlag från undersökningar och projektering och i analysen genomförs sedan termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska delanalyser liksom beräkningar av radionuklidtransport. Figur 5-1 visar förenklat de delmoment i en säkerhetsanalys där information från undersökningar och projektering direkt kommer till användning. En viktig del är analyser av de förändringar som sker med tiden. Exempelvis medför Forsmarksområdets läge vid havet att grundvattnets strömningsbanor och dess salthalt kommer att förändras i takt med att strandlinjen flyttas utåt på grund av landhöjningen eller inåt land på grund av växthuseffekten. Slutprodukten från säkerhetsanalysen är en säkerhetsrapport som, om den visar på lämpliga förhållanden, blir en viktig del av en lokaliseringsansökan.



**Figur 5-1.** Säkerhetsanalysen får underlag från undersökningar och projektering. De i figuren angivna data och analyser är exempel. De utgör ingen komplett lista av vad som ingår i en säkerhetsanalys.

SKB har nyligen genomfört en omfattande analys baserad på berggrundsdata från tre olika platser i Sverige /5-1/. Analysen benämns SR 97 och har under år 2000 granskats av svenska myndigheter /5-2/ och, på SKI:s initiativ, av internationella experter /5-3/. I FUD-program 2001 /5-4/ görs en genomgång av erfarenheterna från genomförandet och granskningen av SR 97. Där finns också ett program för utvecklingen av säkerhetsanalysens metoder och verktyg inför kommande analys under platsundersökningsskedet. SKB kommer också att ta fram särskilda program för säkerhetsanalyset under platsundersökningsskedet som en detaljering av redan presenterade planer /5-4/.

## 5.2 Preliminär säkerhetsbedömning efter inledande platsundersökning

Efter att inledande platsundersökningar genomförts är den platspecifika informationen i form av de preliminära platsmodellerna och den preliminära anläggningsbeskrivningen relativt begränsad. Uppgiften är i detta skede att bedöma om det är rimligt att gå vidare med en komplett platsundersökning eller om underökningarna på platsen bör avbrytas.

Vad gäller den platspecifika långsiktiga säkerheten förväntas inte underlaget efter den inledande platsundersökningen vara tillräckligt för att genomföra en omfattande säkerhetsanalys. Bedömningen om platsens lämplighet för fortsatta undersökningar baseras därför i första hand på:

- Jämförelser med de krav och kriterier som formulerats /5-5/.
- Jämförelser med förhållandena vid de tre platserna som analyserades i SR 97 och vad som därigenom kan sägas om förväntat resultat av en platspecifik analys.
- Enkla analytiska beräkningar av hur radionuklider kan förflytta sig genom berget och i biosfären av det slag som genomfördes i SR 97, med de nya platspecifika data som kan finnas tillgängliga.

De platser som analyserades i SR 97 uppvisade varierande förhållanden vad avser geologi, grundvattenomsättning, vattenkemi, närhet till kust, nordlig eller sydlig förläggning, omgivande biosfär etc. De områden som nu prioriteras för platsundersökningar skiljer sig inte alltför mycket från åtminstone någon av platserna i SR 97 vad gäller till exempel grundvattensammansättning, avstånd till kust och dominerande biosfärstyp. Därmed bör också analysresultaten från SR 97 kunna användas för preliminära säkerhetsbedömningar efter den inledande platsundersökningen. Redovisningen av bedömningarna är planerade till 2004.

Efter den inledande platsundersökningen kommer även metodutveckling efter SR 97 vad gäller till exempel scenarioanalyser, hantering av osäkerheter och riskberäkningar att redovisas och delvis tillämpas. Detta gäller också nyvunnen kunskap vad gäller bränsle, kapsel, buffert och återfyllnad. Redovisningen görs i en säkerhetsrapport liknande SR 97. Här kommer dock inte data från den inledande platsundersökningen att användas eftersom dessa kommer att vara alltför knapphändiga för att ligga till grund för en detaljerad analys.

## 5.3 Återkoppling med undersökningar och projektering

Den preliminära säkerhetsbedömning, baserad på information från den inledande platsundersökningen, används som underlag för planeringen av undersökningarna vid den kompletta platsundersökningen. Säkerhetsbedömningen kan till exempel användas för att peka ut områden eller parametrar där osäkerheten behöver minskas genom ytterligare undersökningar och modellering. För projekteringen kan resultat av delanalyser eller funktionsbedömningar (till exempel avseende placering av ramp, schakt och deponeringsområden) används som underlag för modifieringar av anläggningsutformningen under den kompletta platsundersökningen.

## 6 Övriga anläggningar i avfallssystemet

Om djupförvaret förläggs till Forsmark skulle det verksamhetsmässigt bli många beröringspunkter mellan djupförvaret och SFR, vilket måste beaktas i platsundersökningskedets projekteringsarbete. Den fortsatta driften av SFR kommer enligt nuvarande planer att ske delvis parallellt med att djupförvaret etableras och tas i drift. Utbyggnader av SFR planeras, bland annat för rivningsavfall. Vidare kommer förutsättningarna för och konsekvenserna av att lokalisera även inkapslingsanläggningen till Forsmark att utredas. Denna möjlighet studeras parallellt med huvudalternativet, som är att förlägga inkapslingsanläggningen vid CLAB. Olika lokaliseringsmöjligheter för tillverkningen av kapslar kommer också att studeras. På längre sikt – uppskattningsvis cirka 35 år – kommer etableringen av slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall att bli aktuell, som den sista komponenten i avfallssystemet. En samlokalisering med antingen djupförvaret eller SFR är möjliga alternativ för denna anläggning. Detta påverkar inte de undersökningar som nu planeras för djupförvaret, men möjligheten bör beaktas vid projekteringen av djupförvaret så att möjligheterna för att en framtida samlokalisering bibehålls.

### 6.1 Inkapslingsanläggning

I inkapslingsanläggningen, se figur 6-1, ska det använda kärnbränslet, efter cirka 30 års mellanlagring i CLAB, placeras i täta kopparkapslar innan det deponeras i djupförvaret. Huvudalternativet är att inkapslingen förläggs i anslutning till CLAB /6-1/. Projekteringen av en anläggning vid CLAB har pågått i tioåret år och vid SKB:s kapsellaboratorium i Oskarshamn pågår utveckling och provning av tekniken för de olika momenten i inkapslingsprocessen.

Under platsundersökningen i Forsmark kommer möjligheten att lokalisera inkapslingsanläggningen vid ett eventuellt djupförvar där att utredas parallellt med huvudalternativet. Dessutom kommer SKB även att behöva belysa förläggning till annan plats i samband med lokaliseringsansökans MKB-arbete.



**Figur 6-1.** Den planerade inkapslingsanläggningen.

En lokalisering av inkapslingsanläggningen till Forsmark skulle inte innebära några stora skillnader i anläggningens utformning, i jämförelse med en lokalisering vid CLAB. Inte heller djupförvaret skulle påverkas annat än marginellt. Den systemtekniska skillnaden ligger främst i transporter. Inkapsling vid CLAB innebär transporter av färdiga kapslar till ett djupförvar i Forsmark. Om även inkapslingen förläggs till Forsmark skulle däremot transporter av använt kärnbränsle från CLAB ske på motsvarande sätt som dagens transporter från kärnkraftverken till CLAB.

En förläggning av inkapslingsanläggningen till Forsmark, i anslutning till djupförvaret, skulle innebära att den totala etableringen får väsentligt större omfattning. Det skulle tillföra högteknologisk kärnteknisk verksamhet som inte har någon direkt motsvarighet vid dagens SFR och inte heller vid det framtida djupförvaret. Kraven på säkerhet, safeguards, tillgång till kompetens med mera är närmast jämförbar med det som gäller för CLAB och kärnkraftverken. Vad detta skulle betyda i olika avseenden kommer att belysas i de utredningar som planeras. Vidare kommer tekniska frågor som var och hur en inkapslingsanläggning kan placeras inom industriområdet, transportlogistik, tillfällig förvaring av kapslar med mera att utredas.

## 6.2 Kapseltillverkning

Kapslarna för det använda kärnbränslet färdigställs i en fabrik som byggs speciellt för det ändamålet. Där slutbearbetas ämnen till kapslarnas gjutjärnsinsatser och kopparhöljen och insatsen lyfts ned i kopparhöljet. Tillverkningen av ämnen kommer sannolikt att ske hos underleverantörer.

Kapsel fabriken blir en icke-radiologisk industrianläggning och det finns därför ingen direkt fördel med att lokalisera den till ett område med kärnteknisk verksamhet. Norduppland har, liksom många andra regioner, goda industriella förutsättningar för en kapsel fabrik och lokaliseringalternativ i regionen kommer att utvärderas under platsundersökningskedet.

Valet av ort och plats för tillverkningen av kapslar påverkar inte förutsättningarna att förlägga djupförvaret eller inkapslingsanläggningen till Forsmark. Närhet mellan kapseltillverkningen och inkapsling kan emellertid ge transportmässiga fördelar. En lokalisering till en plats med befintlig metallindustri kan ge andra fördelar, i form av tillgång till kompetens och tradition av liknande verksamhet.

## 6.3 Utbyggnad av SFR

SFR är i drift sedan 1988. Anläggningen har kapacitet för totalt 63 000 kubikmeter kortlivat låg- och medelaktivt avfall, varav cirka 28 000 kubikmeter har tagits i anspråk hittills. Den är konstruerad för att medge utbyggnad och följande utbyggnadsetapper diskuteras:

- För driftavfall: Ett bergrum för ytterligare 10 000 kubikmeter avfall. För närvarande är det dock oklart om och i så fall när, detta kommer att behövas.
- För kortlivat rivningsavfall: Planeringen är att slutförvara kortlivat, låg och medelaktivt avfall från rivningen av de kärntekniska anläggningarna i särskilda bergrum som byggs ut parallellt med pågående deponering av driftavfall i anläggningens nuvarande delar. Utbyggnaden kommer att kräva en särskild ansökan och en tillståndsprocess med regeringsbeslut och tillstyrkan av kommunen.

I samband med utbyggnaden för kortlivat rivningsavfall kan det möjligen också bli aktuellt att anlägga ett mellanlager för hårdkomponenter i SFR. Ett alternativ är att detta mellanlager förläggs vid CLAB.

Det finns inga direkta kopplingar mellan de undersökningar som nu planeras för djupförvaret och utbyggnaden av SFR. Däremot finns det kopplingar med avseende på bygge och drift och därmed också till projekteringen av djupförvaret under platsundersökningskedet. Det gäller bland annat produktionen av bergmassor (totalt sett) och hanteringen av dessa, resursplanering och organisatoriska frågor. Dessa frågor kommer att beaktas i projekteringsarbetet. Den direkta planeringen för utbyggnaden av SFR ingår däremot inte i programmet för platsundersökningen, utan sker separat.

## 6.4 Långlivat låg- och medelaktivt avfall

På längre sikt behöver avfallssystemet kompletteras med ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. För det planeras en berganläggning som till utformningen liknar delar av SFR, men förlagd på större djup. Den framtida rivningen av kärnkraftverken kommer att generera större delen av det långlivade låg- och medelaktiva avfallet, medan de mängder som produceras dessförinnan är relativt små, se tabell 1-1. Planeringen är därför att tidsmässigt koordinera lokalisering och byggande av slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall med rivningen av kärnkraftverken. Med dagens planeringsförutsättningar innebär det att lokaliseringen blir aktuell om cirka 35 år, med sikte på att ha en anläggning i drift år 2045. Planerna för den forskning och utveckling som krävs beskrivs i FUD-program 2001 /6-2/.

Lokaliseringsalternativ som kan komma ifråga för slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall är samlokalisering med antingen SFR eller djupförvaret, eller en helt fristående anläggning. Platsundersökningen i Forsmark kommer att beakta dessa möjligheter. Bland annat är det viktigt att djupförvaret utformas så att en eventuell tillbyggnad av den mindre anläggningen för långlivat låg- och medelaktivt avfall i ett senare skede inte möter några säkerhetsmässiga eller tekniska hinder.

Eftersom etableringen av slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall ligger långt fram i tiden har SKB inte ambitionen att den platsundersökning som nu planeras även ska omfatta denna anläggning. Platsundersökningen för djupförvaret kommer emellertid av vetenskapliga och tekniska skäl att omfatta ett betydligt större område än vad som behövs för djupförvaret. Det finns därför goda möjligheter att undersökningen påvisar bergvolymmer med egenskaper som är fördelaktiga för ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall och som inte behövs för djupförvaret.

## 7 Samhällspåverkan

Ett djupförvar är en långsiktig industrietablering som på många sätt är beroende av samhället på den ort och i den region där verksamheten etableras. Omvänt kommer verksamheten att påverka det omgivande samhället på flera sätt. En fördjupad utredning behöver genomföras under platsundersökningsskedet för att bedöma påverkan av etableringen och de åtgärder som kan behöva vidtas för att etableringen ska fungera väl både för SKB och det lokala samhället.

### 7.1 Vilket underlag krävs?

Vad som bör innefattas i djupförvarsprojektet, som samhällsföreteelse betraktat, beror mycket på ur vems perspektiv projektet betraktas. För SKB, som är ansvarig för att projektet genomförs, är det en viktig fråga om det samhälle i vilket djupförvaret ska inlemmas erbjuder goda förutsättningar vad gäller kompetensförsörjning, offentlig service, näringsliv samt intresse, förståelse och stöd för etableringen. För den berörda kommunen och regionen är perspektivet det omvända. Här handlar det om vad djupförvarsprojektet kan erbjuda samhället och vilka effekter det kan få på allt från skatteunderlag och näringslivsutveckling till levnadsförhållanden och samhällsklimat. För enskilda och intresseorganisationer kan perspektiven variera inom vida gränser. Ofta är de frågor som väcks naturligt nog nära knutna till det egna intresset, men även övergripande och ideologiskt präglade argument är vanliga i diskussionen.

Förstudiens utredningar /7-1, 7-2, 7-3/ belyste samhällsfrågorna ur såväl SKB:s egen synvinkel som ur ett omvärldsperspektiv. En översiktlig bild gavs av den befintliga samhällsstrukturen och de resurser som den kan erbjuda djupförvarsprojektet. Prognoser gjordes med syftet att så långt som möjligt bedöma vilka effekter en etablering kan få för samhällsutvecklingen i kommunen och regionen. Slutsatsen för SKB:s del blev att det finns goda samhälleliga förutsättningar för att bygga och driva ett djupförvar i Östhammars kommun.

Detta program avser inte att ge något heltäckande förslag till hur olika samhällsfrågor kopplade till djupförvarsprojektet bör drivas vidare under platsundersökningsskedet. Vad SKB kan göra är att, utifrån perspektivet som sökande, ange vilket underlag som behövs samt hur det bör tas fram. På samma sätt förväntas kommunen och andra parter bidra med synpunkter och förslag från sitt håll.

SKB uppfattning är att studierna av de lokala samhällsresurserna behöver fördjupas under platsundersökningsskedet. När ett beslut ska fattas om var djupförvaret ska lokaliseras är det viktigt att ha en klar bild av:

- Den lokala tillgången till kompetens och arbetskraft för SKB:s behov, på kort och lång sikt.
- Tillgången till bostäder, barnomsorg, skolor och annan offentlig service.
- Det lokala näringslivets möjligheter att leverera varor och tjänster för SKB:s behov.



SKB menar att motsvarande frågor är av intresse även för kommunen och andra intressenter. För kommunens del kan det behövas ett detaljerat underlag om planerna för utbyggnad och drift av djupförvaret, SFR och eventuella andra anläggningar som aktualiseras (se kapitel 6), så att bedömningar kan göras av behovet vad gäller kommunal service, utbildning med mera. Kommunen kan även vilja utreda potentiellt negativa effekter av en etablering på andra näringar eller för kommuninvånarens hälsa. Detta för att vid ett eventuellt positivt beslut kunna kräva att SKB vidtar åtgärder för att begränsa sådana effekter. SKB ska också, enligt kraven i miljöbalken, i miljökonsekvensbeskrivningen för djupförvaret redovisa konsekvenserna för människors hälsa av en etablering.

## 7.2 Hur ska underlaget tas fram?

Hur underlaget tas fram behöver diskuteras grundligt i samråd mellan i första hand SKB, kommunen och de lokalt direkt berörda. Eftersom platsundersökningen kommer att pågå i 5–6 år finns det goda möjligheter att ta fram det underlag som behövs för SKB, kommunen och andra parter. Men det är förmodligen först kring årsskiftet 2003/2004 som både intresset och behovet av att starta mera detaljerade studier rörande de samhällsliga frågorna blir aktuellt. Då planeras den inledande platsundersökningen vara klar och då finns även en preliminär säkerhetsbedömning som visar om Forsmark är intressant för en komplett platsundersökning och därmed fortsatt är kandidat för ett djupförvar. Hur sedan utredningsarbetet bör organiseras och genomföras är öppet för diskussion. En utgångspunkt bör emellertid vara att formerna för styrning och genomförande liksom de berörda parternas roller klagörs innan själva utredningsarbetet startar. Det finns många sätt att åstadkomma detta. Nedan ges ett exempel, avsett enbart som diskussionsunderlag vid kommande samråd.

En möjlighet är således att utredningen leds av en grupp (eller person) med stor kunskap om såväl industrins villkor som förhållandena i kommunen. En av gruppens uppgifter blir att inventera SKB:s behov och ställa dessa mot kommunens och näringslivets möjligheter. En annan uppgift blir att inventera potentiella positiva och negativa effekter. Inventeringarna baseras till stor del på intervjuer och statistik och avslutas med att resultatet stäms av med representanter för kommunen, landstinget, näringslivet, skolan och andra intressenter som identifierats under arbetets gång.

De förutsättningar och de konsekvenser som då identifierats blir en startpunkt för en diskussion om vilka åtgärder som aktivt kan vidtas för att stärka kommunens och näringslivets möjligheter att motsvara SKB:s behov av bland annat rekryteringsunderlag, kompetens och underleverantörer för byggande och drift av sina anläggningar. På motsvarande sätt bör åtgärder identifierats för att ta vara på och utveckla positiva konsekvenser samt förhindra eller begränsa negativa konsekvenser av en etablering. När sådana åtgärder konkretiseras är det viktigt att etableringen sätts i ett större kommunalt och regionalt sammanhang. En avstämning bör då göras mot den kommunala planeringen i sin helhet och de visioner som finns om hur kommunen och regionen bör utvecklas på lång sikt.

Avslutningsvis bör en konkret handlingsplan utformas i samarbete med kommunen för hur och när åtgärderna kan sättas i verket, förutsatt att Forsmark blir SKB:s val för etablering av djupförvaret och att myndigheter och Östhammars kommun godkänner detta.

## 8 Samråd och miljökonsekvensbeskrivning

Enligt bestämmelserna i miljöbalken ska kommande lokaliseringsansökningar för djupförvaret och inkapslingsanläggningen åtföljas av heltäckande miljökonsekvensbeskrivningar (MKB). Arbetet med att upprätta en miljökonsekvensbeskrivning för ett djupförvar i Forsmarksområdet kommer att löpa parallellt med övriga aktiviteter under hela platsundersökningen. Under platsundersökningen kommer också tidigt och utökat samråd att hållas med länsstyrelse, kommun, myndigheter, organisationer och allmänhet i enlighet med miljöbalkens krav. En plan för samråden och för miljökonsekvensbeskrivningens innehåll och omfattning är under utarbetande och kommer att presenteras under våren 2002.

### 8.1 Tillämpliga lagar

Djupförvaret och inkapslingsanläggningen blir anläggningar för kärnteknisk verksamhet. Regeringen ska därför pröva verksamheternas tillåtlighet enligt miljöbalken 17 kap efter beredning av ärendena hos miljödomstolen. Tillstånd för verksamheten enligt kärntekniklagen prövas av regeringen efter det att ärendet beretts av SKI. Om regeringen förklarar verksamheten tillätlig enligt miljöbalken samt lämnar tillstånd enligt kärntekniklagen återstår för miljödomstolen att lämna tillstånd och ange villkor enligt miljöbalken.

Enligt miljöbalkens bestämmelser ska SKB:s ansökningar för djupförvaret respektive inkapslingsanläggningen innehålla en miljökonsekvensbeskrivning (miljöbalken 6 kap 1 §). Miljökonsekvensbeskrivningen är ett dokument som bland annat ska ange vilka effekter den planerade verksamheten kan ha på människa och miljö och som ska möjliggöra en samlad bedömning av detta, samt hur negativa konsekvenser ska förhindras eller begränsas. Även i kärntekniklagen ställs krav på att en miljökonsekvensbeskrivning ska finnas med i ansökan. I kärntekniklagen anges att förfarandet för att upprätta miljökonsekvensbeskrivningen och kraven på den ska följa bestämmelserna i miljöbalken 6 kap. En gemensam miljökonsekvensbeskrivning kan därför upprättas till ansökan enligt både miljöbalken och kärntekniklagen. Separata miljökonsekvensbeskrivningar ska upprättas för djupförvaret respektive inkapslingsanläggningen som hanteras som två separata ärenden.

I samband med framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningen ska SKB samråda om projektet med myndigheter, kommuner, organisationer och allmänhet. Hur samrådet ska genomföras, vilka som berörs av det och vad som ska komma ut av det regleras i miljöbalken 6 kap. Även grannländer som kan beröras av projektet ska ges möjlighet att delta i samråd.

### 8.2 Tidigt samråd

Enligt miljöbalken ska tillståndsprocessen för djupförvaret och inkapslingsanläggningen inledas med ett tidigt samråd. I detta fall kommer det att leda fram till ett beslut från länsstyrelsen om att verksamheten kan antas medföra betydande miljöpåverkan. Det tidiga samrådet följs då av ett utökat samråd med miljökonsekvensbedömning. Detta beror på att en kärnteknisk anläggning enligt förordningen om miljökonsekvensbeskrivning, alltid antas ha en betydande miljöpåverkan.

Det tidiga samrådet ska hållas med länsstyrelsen och med enskilda som kan antas bli särskilt berörda. SKB kommer att lämna in en anmälan om tidigt samråd för lokalisering av ett djupförvar vid Forsmark till länsstyrelsen i Uppsala.

SKB kallar till samrådsmötet med de särskilt berörda. Dessa är boende, verksamhetsutövare och fastighetsägare inom det område vid Forsmark som SKB pekat ut som intressant för fortsatta undersökningar. Den detaljerade avgränsningen av vilka som ska ses som särskilt berörda kommer att göras i samråd med Östhammars kommun och länsstyrelsen i Uppsala län. Till de särskilt berörda kommer SKB att ta fram ett målgruppsanpassat underlagsmaterial med tydliga beskrivningar av den planerade verksamheten. Detta material kommer att översändas minst tre veckor före samrådsmötet tillsammans med en inbjudan till samråd och uppgifter om vart den enskilde kan vända sig för frågor, diskussion eller ytterligare information. Det tidiga samrådet ska pågå under en kortare tid och består därför i huvudsak av ett samrådsmöte för de särskilt berörda. Därutöver ges möjlighet att ta individuella kontakter med företrädare för SKB.

Därefter sker samrådsmöte med länsstyrelsen. Underlagsmaterialet för samrådet med länsstyrelsen utgörs av slutrapporten från förstudien i Östhammars kommun och av SKB:s samlade redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningskedet. Vidare kommer en redogörelse från samrådet med de särskilt berörda att ingå i underlaget.

SKB ska redovisa en samrådsredogörelse. I den beskrivs hur samrådet skett, vilka som omfattats och vad som framkommit. Av redogörelsen kommer det också att framgå hur inkomna synpunkter har beaktats eller varför man valt att inte beakta en synpunkt. Sådana synpunkter som tar längre tid att hantera kommer att överföras för vidare handläggning under det utökade samrådet. Om detta är fallet kommer det att framgå av samrådsredogörelsen från det tidiga samrådet.

När det tidiga samrådet har avslutats och länsstyrelsen fattat beslut om betydande miljöpåverkan kommer SKB att informera de särskilt berörda om resultaten från det tidiga samrådet, dagsläget för djupförvarsprojektet och planeringen inför det utökande samrådet.

### **8.3 Utökad samråd med miljökonsekvensbedömning**

Efter länsstyrelsens beslut om betydande miljöpåverkan kommer SKB att initiera ett utökad samråd med miljökonsekvensbedömning. Det utökade samrådet ska ske med länsstyrelsen i Uppsala län, andra statliga myndigheter, Östhammars kommun, eventuellt berörda grannkommuner, den allmänhet och de organisationer som kan antas bli berörda. Här är det alltså en betydligt vidare krets av myndigheter och allmänhet som inbjuds att medverka i samrådet.

Samrådsmötena med länsstyrelsen, kommuner och myndigheter kan bygga vidare på de erfarenheter som finns från det regionala samrådet under förstudien i Östhammars kommun. En bred krets av myndigheter bjuds in till samrådet. Dessa bör sedan ges minst sex veckor för att svara om de avser att medverka vid samrådsmötena. I många fall kan samråd med statliga myndigheter ske via skriftväxling eller genom medverkan vid de samrådsmöten som tar upp frågor som berör den aktuella myndigheten. Vissa myndigheter, som till exempel SKI och SSI, bör medverka vid samtliga möten.

Det utökade samrådet berör en betydligt vidare krets av allmänheten än de särskilt berörda som omfattades av det tidiga samrådet. De särskilt berörda kommer även i samband

med det utökade samrådet att få en inbjudan till samråd som innehåller ett målgruppsanpassat underlagsmaterial. Detta gäller även de organisationer som har särskilda intressen i det utpekade området. Övrig allmänhet och organisationer kan nås via annonser i ortspressen, information på kommunens anslagstavlor, kommunens och SKB:s hemsidor på Internet med mera. I underlagsmaterialet ska lokaliseringalternativ, planerad utformning och miljöpåverkan redovisas. Utöver detta ska SKB lämna ett underlag för den kommande miljökonsekvensbeskrivningen.

Det utökade samrådet kommer att pågå under en lång tid (storleksordningen fem år) och vid många tillfällen. Det finns därför goda möjligheter att förutom stormöten, där en övergripande information om projektet lämnas, hålla ett flertal samrådsmöten i mindre grupper där varje möte kan fokuseras på frågor som de medverkande själva känner som angelägna. Det kan till exempel vara möten som rör frågor om buller och påverkan på brunnar för dem som bor eller äger fastigheter i närheten av den planerade anläggningen eller möten om långsiktig säkerhet för en bredare krets av kommunens invånare. Andra former för samrådet kan vara exkursioner i det aktuella området kring Forsmark, studiebesök vid Äspölaboratoriet med mera. Också vid det utökade samrådet är det viktigt att enskilda ges möjlighet till individuella kontakter, skriftligt och muntligt, med företrädare för SKB för att framföra sina synpunkter eller för att ställa frågor.

När samrådet avslutats ska SKB lämna in en ansökan med tillhörande miljökonsekvensbeskrivning för prövning av lokalisering och uppförande av djupförvaret enligt miljöbalken och kärntekniklagen. Ansökan ska innehålla en samrådsredogörelse med uppgifter om samrådets genomförande och synpunkter som framkommit. Av redogörelsen ska det framgå hur synpunkter har beaktats eller skälen till att en synpunkt inte har beaktats.

## 8.4 Andra samråd

Ett djupförvar kan föranleda förändringar av detalj- och översiktsplaner, något som kräver samråd enligt plan- och bygglagen. Detta samråd svarar kommunen för, men bör om möjligt samordnas med det utökade samrådet för djupförvaret som SKB svarar för.

Enligt Esbokonventionen som Sverige har ratificerat och införlivat i miljöbalken kap 6 ska samråd även hållas med annat land om verksamheten kan antas medföra en betydande miljöpåverkan för det landet. Naturvårdsverket är ansvarig myndighet för samråd med andra länder. SKB kommer att föra en dialog med Naturvårdsverket om vilka grannländer som bör kontaktas och om lämplig tidpunkt och omfattning för samrådet med andra länder.

Inför genomförande av en platsundersökning i Forsmark ska SKB göra en anmälan till länsstyrelsen i Uppsala enligt miljöbalken 12 kap. Länsstyrelsen gör en bedömning av om undersökningarna kan komma att väsentligt ändra naturmiljön och i så fall föranleda ett förfarande med MKB och samråd. Om undersökningarna inte bedöms att väsentligt ändra naturmiljön kan SKB inleda dessa.

## 9 Organisation

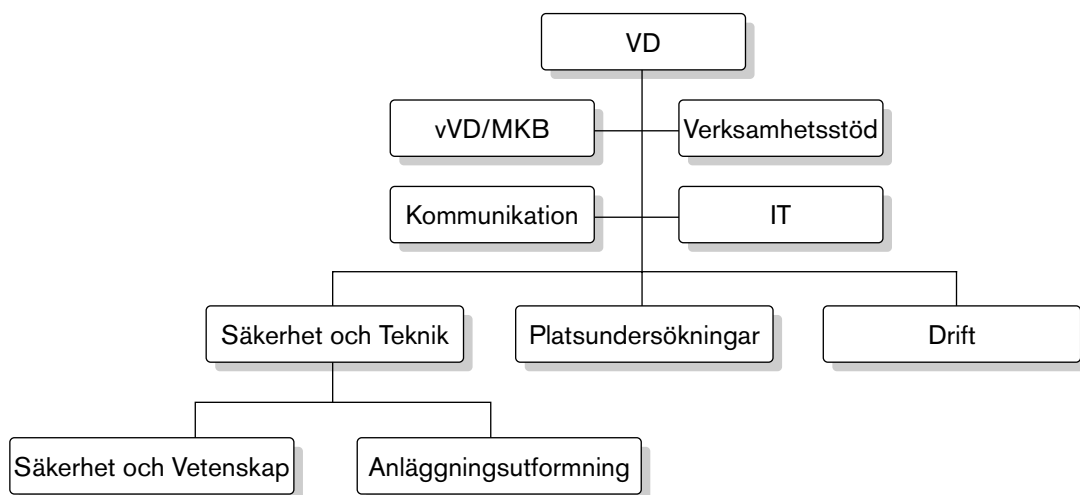
Under platsundersökningen kommer SKB:s verksamhet i Östhammars kommun att utföras av en självständig lokal enhet, Forsmark, inom SKB:s avdelning Platsundersökningar. Enheten svarar för lokal kommunikation och information, kontakter med kommunen, allmänhet och media. Målsättningen är att platsenheten ska arbeta så självständigt som möjligt med hänsyn taget till kraven på effektivitet och på likformighet i utförande, omfattning och kvalitet på det underlag som ska ligga till grund för val av plats och ansökan för djupförvaret.

### 9.1 SKB:s övergripande organisation

SKB kommer under platsundersökningsskedet att vara organiserat i tre avdelningar som svarar för den operativa verksamheten samt fyra stöдавdelningar, se figur 9-1. Avdelning Säkerhet och Teknik svarar för framtagning av metoder och system för omhändertagande av använt kärnbränsle från de svenska kärnkraftverken och annat i Sverige uppkommet radioaktivt avfall samt för den forskning och kunskapsuppbyggnad som behövs för detta. Avdelning Drift svarar för planering, styrning och uppföljning av driften vid SKB:s kärntekniska anläggningar, det vill säga SFR, CLAB samt transportsystemet. Avdelning Platsundersökningar svarar för att ta fram det underlag som behövs för en eventuell ansökan om lokalisering och bygge av djupförvaret.

Arbetet med säkerhetsanalysen bedrivs som ett projekt vilket utförs av enheten Säkerhet och Vetenskap inom Säkerhet och Teknik på uppdrag av Platsundersökningar. Personal från säkerhetsanalysgruppen kommer att delta i framtagningen av platsbeskrivningarna.

Respektive plats ansvarar för anpassning av djupförvarssystemets utformning till aktuell plats baserat på generella systemspecifikationer och övrigt tekniskt underlag från Anläggningsutformning inom Säkerhet och Teknik. Anläggningsutformning svarar för kravspecifikation och utformning av alla delar av systemet som inte är platsspecifika samt för en analys av driftssäkerheten.



**Figur 9-1.** SKB:s organisatoriska struktur.

## 9.2 Avdelning Platsundersökningar

Platsundersökningsavdelningen är en ny avdelning som ersätter Lokaliseringsavdelningen som upphör i och med utgången av 2001. Den nya avdelningen har ansvar för att ta fram ett underlag till en eventuell ansökan om lokalisering och bygge av djupförvaret för ett av de lokaliseringsalternativ som SKB föreslagit. Avdelningen ansvarar för genomförandet av det program som redovisas i denna rapport. Verksamheten på de aktuella platserna utförs av självständiga lokala enheter. Målsättningen är att platsenheterna ska arbeta så självständigt som möjligt med hänsyn taget till kravet på effektivitet och kravet på likformighet i utförande, omfattning och kvalitet på det underlag som ska ligga till grund för val av plats och ansökan om djupförvaret. Avdelningens organisatoriska uppbyggnad redovisas i figur 9-2.

Inom avdelningen finns en administrativ **stab** för planering och ekonomi.

**Platsenheterna**, till exempel Forsmark, ansvarar för genomförande av undersökningarna, platsspecifik anpassning av systemet och ansvarar som beställare för framtagningen av platsbeskrivningen, anläggningsbeskrivningen, utredningar om miljökonsekvenser av anläggningarnas uppförande och drift samt samhällseffekter av en eventuell etablering. Platsenheten svarar för lokala och regionala MKB-samråd, lokal kommunikation och information, kontakter med kommun, allmänhet och media.

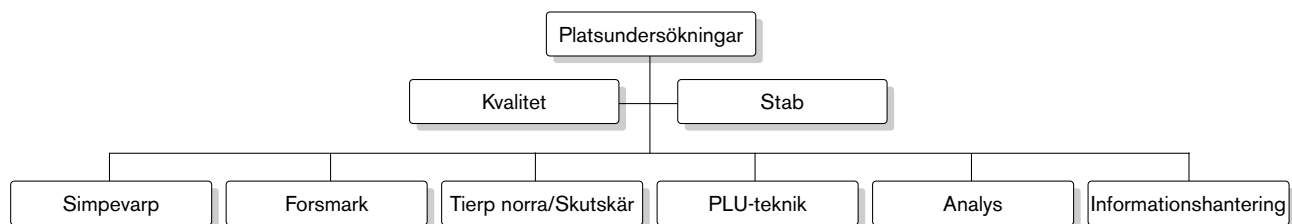
Enheten Forsmark kommer troligen att ha en bemanning på omkring 20 personer när organisationen är fullt utbyggd. Organisationen kommer att byggas upp successivt och i slutet av 2002 bedöms enheten bestå av cirka tio personer.

**Kvalitet** ansvarar för samordning av kvalitets- och miljöledningssystemet samt att underlaget till ansökan får en likformig utformning, omfattning och kvalitet. I arbetsuppgifterna ingår också att ta fram visst gemensamt utredningsunderlag för platserna.

**PLU-teknik** ansvarar för teknisk planering, upprättande av ramavtal för undersökningar och upphandling av mättjänster samt förvaltning och vidareutveckling av undersöknings- och utvärderingsmetoder samt instrument. Enheten ansvarar för de resurser som behövs för att genomföra mätningar och tillhandahåller dessa resurser på beställning av platsenheterna.

**Informationshantering** ansvarar för drift, förvaltning och vidareutveckling av centrala verktyg (till exempel GIS, databaser och visualiseringsverktyg) för systematisk hantering, bearbetning, presentation och arkivering av platsundersökningsdata samt för produktion av rapporter, trycksaker, bilder och förvaltning och vidareutveckling av verktyg för detta. Informationshantering är en gemensam resurs för hela företaget.

**Analys** svarar för integrerad utvärdering och analys av data från undersökningar samt för upprättandet av platsbeskrivningen för samtliga platser på uppdrag av platsenheterna. Framtagningen av platsbeskrivningarna organiseras som projekt där även personal från platsenheterna och säkerhetsanalys deltar. Analys ansvarar även för förvaltning av platsbeskrivningen och underliggande modeller.



**Figur 9-2.** Organisatoriska enheter inom platsundersökningsavdelningen.

# Referenser

## Kapitel 1

- /1-1/ **SKB, 2001.** Plan 2001. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. Svensk Kärnbränslehantering AB
- /1-2/ **SKB, 2000.** Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet. Svensk Kärnbränslehantering AB
- /1-3/ **SKI, 2001.** SKI:s yttrande över SKB:s kompletterande redovisning till FUD-program 98.  
SKI rapport 01:20, Statens kärnkraftinspektion
- /1-4/ **KASAM, 2001.** Statens råd för kärnavfallsfrågor (M 1992:A). KASAM:s yttrande över FUD-K. Dnr KASAM 14/00
- /1-5/ **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 R-97-03, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /1-6/ **Andersson J, Ström A, Svemar C, Almén K-E, Ericsson L O, 2000.** Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering.  
SKB R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /1-7/ **SKB, 2000.** Geovetenskapligt inriktat program för undersökning och utvärdering av platser för djupförvaret.  
SKB R-00-30, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /1-8/ **SKB, 2001.** Platsundersökningar. Undersökningsmetoder och generellt genomförandeprogram.  
SKB R-01-10, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /1-9/ **SKB, 2000.** Förstudie i Östhammar. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB

## Kapitel 3

- /3-1/ **SKB, 2001.** Platsundersökningar. Undersökningsmetoder och generellt genomförandeprogram.  
SKB R-01-10, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /3-2/ **Haldorson M, 2000.** Statistics available for site studies in registers and surveys at Statistics Sweden.  
SKB R-00-25, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /3-3/ **Berggren J, Kyläkorpi L.** Forsmarksområdet. Inventering, sammanställning och analys av variabler i ytnära ekosystem.  
Svensk Kärnbränslehantering AB (under bearbetning)

- /3-4/ **Spangenberg J, Eriksson S, 2000.** Naturvärden i Forsmarksområdet. Sammanställning av befintliga inventeringar, planer och program samt en fältstudie. SKB R-00-20, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /3-5/ **Wester K, Boresjö-Brånge L.** Vegetationskartering med fjärranalys. Svensk Kärnbränslehantering AB (under bearbetning)
- /3-6/ **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 R-97-03, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /3-7/ **Lindborg T, Kautsky U, 2000.** Variabler i olika ekosystem, tänkbara att beskriva vid platsundersökning för ett djupförvar. SKB R-00-19, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /3-8/ **Andersson J, Ström A, Svemar C, Almén K-E, Ericsson L O, 2000.** Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering. SKB R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB

#### **Kapitel 4**

- /4-1/ **Lindemalm P, Forsgren E, Lange F, 1997.** Förstudie Östhammar. Anläggningsutformning, bemanning och transportmässiga förutsättningar. SKB PR D-97-002, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /4-2/ **SKB, 2000.** Systemanalys. Omhändertagande av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. SKB R-00-29, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /4-3/ **SKB, 2001.** FUD-program 2001. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall. Svensk Kärnbränslehantering AB

#### **Kapitel 5**

- /5-1/ **SKB, 1999.** Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning. Huvudrapport, Del I och II. Svensk Kärnbränslehantering AB
- /5-2/ **SKI/SSI, 2000.** SKI:s och SSI: gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97. Granskningsrapport. SKI rapport 00:39, Statens kärnkraftinspektion  
SSI-rapport 2000:17, Statens strålskyddsinstitut
- /5-3/ **SKI, 2000.** Internationell fristående expertgranskning av Säkerhetsrapport 97: Säkerhet efter förslutning av ett djupförvar för använt kärnbränsle i Sverige. SKI rapport 00:45, Statens kärnkraftinspektion
- /5-4/ **SKB, 2001.** FUD-program 2001. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall. Svensk Kärnbränslehantering AB



- /5-5/ **Andersson J, Ström A, Svemar C, Almén K-E, Ericsson L O, 2000.** Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering.  
SKB R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB

## **Kapitel 6**

- /6-1/ **SKB, 2000.** Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningskedet.  
Svensk Kärnbränslehantering AB
- /6-2/ **SKB, 2001.** FUD-program 2001. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall.  
Svensk Kärnbränslehantering AB

## **Kapitel 7**

- /7-1/ **Fredriksson C, Björne S, 1996.** Förstudie Östhammar. Näringslivsutveckling/ omvärldsanalys. Östhammar – kommunen där det gamla möter det nya.  
SKB PR D-96-020, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /7-2/ **Strömquist U, Pleiborn M, 1996.** Förstudie Östhammar. Konsekvenser för bosättning och sysselsättning.  
SKB PR D-96-021, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /7-3/ **Stålberg L, Holm E, 1997.** Förstudie Östhammar. Kompletterande samhälls-  
prognoser.  
SKB PR D-97-05, Svensk Kärnbränslehantering AB

### 1 Platsundersökningens miljöpåverkan

I denna bilaga redovisar SKB den miljöpåverkan som aktiviteter under hela platsundersökningsskedet kan medföra. I två tabeller sist i bilagan sammanfattas platsundersökningens aktiviteter. I den ena tabellen redovisas mera preciserat i tid och plats de aktiviteter som det finns underlag för i dagsläget och vars påverkan på natur- och kulturvärden måste bedömas från fall till fall. Efterhand som de fortsatta undersökningarna ger underlag för ytterligare preciseringar kommer denna tabell att uppdateras och presenteras för länsstyrelsen som underlag för deras bedömning av de fortsatta aktiviteternas miljöpåverkan.

#### 1.1 Miljöanpassning av platsundersökningen

SKB:s målsättning är att platsundersökningarna ska genomföras på ett sådant sätt att de ger så liten miljöpåverkan som möjligt. Miljöarbetet är en integrerad del av planeringen och kommer också att vara det i den kommande undersökningsverksamheten. I de beskrivningar som anger hur undersökningarna ska genomföras anges även vilka åtgärder som ska vidtagas för att begränsa påverkan på miljön. Som ett av flera verktyg vid planering av de undersökningar som redovisas i denna rapport används en så kallad tillgänglighetskarta. Kartan som uppdateras efterhand med tillkommande information, ska ge vägledning om hur undersökningarna kan anpassas till lokala förhållanden och var det kan finnas störningskänsliga områden eller objekt som måste beaktas. Inför varje fältaktivitet kommer tillgänglighetskartan att utgöra ett planeringsunderlag som möjliggör att hänsyn tas till människa och miljö i det aktuella undersökningsområdet. Den information som kartan baseras på är till vissa delar säsongsberoende och avser till delar känsliga växt- och djurarter. Variationen och skyddsaspekten gör att kartan inte redovisas i denna rapport. Förutom kartan kommer detaljerade biotopinventeringar att göras innan borrhälsplatser och vägar anläggs eller vid genomförandet av andra aktiviteter som bedöms kunna påverka naturmiljön.

SKB avser att göra en anmälan av platsundersökningen i Forsmarksområdet enligt miljöbalken 12 kap till länsstyrelsen i Uppsala län. SKB kommer att upprätthålla en aktiv dialog och samverka med berörda parter under hela platsundersökningsskedet för att bereda länsstyrelsen, kommunen, myndigheter, markägare, närboende och allmänheten möjlighet att lämna synpunkter på miljöanpassningen under undersökningsskedet. SKB kommer också att samråda med länsstyrelsen om huruvida tillstånd kan krävas för specifika aktiviteter.

Innan platsundersökningen inleds kommer ett miljökontrollprogram att upprättas och redovisas för länsstyrelsen. Resultat från kontrollerna kommer regelbundet att rapporteras till länsstyrelsen. En platsbiolog kommer att tillsättas för att leda planering, genomförande och uppföljning av det lokala miljöarbetet vid platsundersökningen i Forsmarksområdet. Platsbiologen ska också fungera som kontaktperson mot myndigheter och markägare i frågor angående miljö och markanvändning. En betydande del av undersökningarna kommer att utföras av konsulter och entreprenörer. För att minimera risker och begränsa negativa konsekvenser för miljö och hälsa kommer SKB att ställa krav på leverantörer som svarar mot SKB:s policy och övergripande mål. Dessa krav kommer att följas upp vid leverantörsbedömning och leverantörsrevisioner. En anpassad utbildning ges till berörda för att ge dem ett "SKB-körkort".

I avsnitten nedan ges en redovisning av hur olika aktiviteter i fält kan leda till påverkan på människa och miljö. Vidare redovisas de åtgärder som kommer att vidtas för att minimera påverkan av de olika aktiviteterna.

## 1.2 Transporter av personal, utrustning och besökare

### **Beskrivning**

All verksamhet i fält inom platsundersökningen innebär transporter av personal och utrustning. Viss undersökningsverksamhet, till exempel karteringar och inventeringar, innebär att personal förflyttar sig till fots eller på skidor inom området. Båt används vid arbeten på öar och vid provtagning av vatten och bottensediment. Transporter in i området av tyngre utrustning, exempelvis generator, borrarutrustning, mätinstrument med mera, samt återkommande transporter av personal kommer att ske på befintliga vägar. Transporterna kommer att ske med lastbil, jeepar, bandfordon och personbilar. I de fall borrarplatser inte kan förläggas i anslutning till befintligt vägsystem byggs nya vägar (se avsnitt 1.3). Terrängkörning kan bli aktuell till hammarborrhål, för vissa geofysiska undersökningar samt för grävningar med maskin. Besökare kan transporteras med buss eller personbil.

### **Miljöpåverkan**

Transporter orsakar buller, damm och utsläpp till luft samtidigt som det sker en förbrukning av icke förnyelsebara energikällor. Ökad trafik kan upplevas som störande av närboende i området.

Transporter i området ger en ökad allmän närvaro, vilket kan påverka känsliga djurarter negativt. Terrängkörning ger avtryck i markskiktet och kan skada växtlighet. Trafikolyckor utgör en risk och viltrikedomen i området ökar risken för olyckor med viltinblandning.

### **Åtgärder**

För att minska körsträckan mellan platskontoret och undersökningsområdet kommer en ny anslutningsväg i form av en skogsbilväg att anläggas mellan barackområdet vid Forsmarks kärnkraftverk och det befintliga vägnätet i norra delen av undersökningsområdet (se avsnitt 1.3). Detta leder också till minskad risk för trafikolyckor genom att avfarts- och påfartstrafiken till väg 76 från mindre vägar i området undviks.

Terrängkörning ska undvikas så långt som möjligt. Där körning i terrängen ändå måste ske väljs färdväg så att skador på naturvärden och markförhållanden blir så små som möjligt. Om möjligt bör aktiviteter som kräver terrängkörning göras när det är tjäle i marken. Biotopinventering och rekognoscering av markförhållanden ska vara gjord i förväg och färdvägen ska väljas utifrån denna inventering och godkännas av platsbiolog.

En platsundersökning tilldrar sig ett intresse och samtidigt som det är viktigt att bereda möjligheter till besök i området för allmänheten, finns det ur naturskyddssynpunkt behov av att begränsa eller styra besöken så att områdets naturvärden inte skadas. Besökare kommer i första hand att hänvisas till en utställning som förläggs till Forsmarksverkets informationsbyggnad. Möjligen kan borrhålet vid den nya anslutningsvägen komma att användas för informationsändamål. Besöken till undersökningsområdet ska i övrigt planeras så att växt- och djurliv inte påverkas mer än nödvändigt. Den nya anslutningsvägen förses därför med en vägbom. Om antalet oplanerade besök i området blir för stort kan bommar, efter samråd med markägare och närboende, även sättas upp på andra anslutningsvägar. Det negativa med en vägbom är att tillgängligheten till området för exempel-

vis bär- och svampplockning minskar. Ett kompromissalternativ är att sätta bommar på stickvägarna till borrhplatserna från matarvägarna.

Uppgifter om antalet besökare vid aktiviteter och studiebesök kommer att samlas in och journalföras. Journal förs även över tyngre transporter. För att bedöma miljöpåverkan görs löpande uppskattningar av de dagliga arbetsresorna. Ambitionen är att begränsa trafikintensiteten även för denna trafik.

### 1.3 Vägbyggnation och installationer

I dessa verksamheter ingår:

- Vägbyggnation.
- Installationer av olika utrustningar för mätning under lång tid.
- El- och signalledningar.

#### **Beskrivning**

Inom Forsmarksområdet bedöms behovet av nya skogsbilvägar vara cirka 2–3 kilometer. Dessa utgörs dels av den nya anslutningsvägen (se avsnitt 1.2) och dels av stickvägar från det befintliga vägnätet till platser för kärnbörning. Även till vissa hammarborrhål kan det behövas stickvägar. Vägarnas ska vara framkomliga för personbilar och lastbilar med släp (längd 24 meter, bredd 2,6 meter, höjd 4,5 meter, totalvikt 50 ton). Vägens bärighet ska tillåta tung trafik året runt. Körbanan konstrueras så att transporter och användande av ballastmaterial minimeras i samband med vägbygget. Vid platser för kärnbörning krävs en cirka 20 gånger 30 meter grusad plan. En röjd stig i linje med kärnborrhålets riktning underlättar montering av utrustning i borrhålet. Även vissa hammarborrhål kan behöva en grusad plan.

I samband med montering eller långtidsövervakning görs installationer. Exempel på detta är mätningar av flöden i vattendrag, vattennivåer i sjöar, kemiska parametrar i vatten och olika meteorologiska parametrar såsom nederbörd, temperatur och vind. Övervakningsinsatserna kräver installationer av skilda slag som kommer att finnas på olika platser inom området under en längre tid, i regel minst två år. Vid punkter för deformationsmätning med GPS krävs fri sikt relativt nära marken. Detta kan innebära att ett antal träd måste fällas kring observationspunkten.

Några av installationerna kräver tillgång till mindre byggnader såsom mätcontainrar eller så kallade Friggebodar. Teknik som har låg elförbrukning prioriteras för dessa installationer. För elförsörjningen används i första hand solpaneler som laddar batterier. I de fall instrumenten kräver mer el än vad solpaneler och batteridrift förmår leverera, ansluts elkabel från det fasta nätet.

Efter avslutad börning täcks kärnborrhålen med en mätcontainer. För de flesta hammarborrhål räcker det med en mätbehållare.

Drift av övervakningsinstallationerna kräver besök av personal vid tillsyn och service, samt vid upphämtning av insamlade data. Övervakningen av vissa mätpunkter kan vara baserad på mätning och provtagning som utförs med vissa intervall.

Mätutrustningar och drift av kärnhållsborrplatserna kommer att kräva fast elförsörjning och teleledning eftersom undersökningarna där pågår under flera år. Elförsörjning på 400 V/63 A via luftkabel i tillfälliga stolpar, alternativt markkabel, samt signalkabel dras fram till samtliga kärnborrhål. För de flesta hammarborrhål räcker det med en signalkabel.

## **Miljöpåverkan**

Byggande av nya vägar och uppställningsplatser kommer att tillfälligt förorsaka buller, damm och avgasutsläpp. Omfattning kan jämföras med vad som sker vid skogsavverkning eller den påverkan som skett vid tidigare anläggning av skogsbilvägar i området. Vägarna kan bli kvar i området under hela platsundersökningsskedet, möjligen ännu längre och gör därför anspråk på mark. De förändrar till viss del landskapet. 1–2 hektar mark kommer att tas i anspråk för nybyggnad av vägar och uppställningsplatser. Ny vägdragning i området kan ge ökad tillgänglighet i området. Detta kan påverka känsliga naturtyper och arter i området.

El- och teleledningar kommer att dras som tillfälliga luftkablar eller som markkabel. Ledningarna kommer att anpassas till befintligt lokalnät i området. Vid uppförande av stolpar kommer terrängfordon att användas. Kvistar och vissa träd kan behöva tas bort. Tillgänglighetskartan kommer att nyttjas som underlag vid planering av ledningsträckning. Vid dragning av markkabel kommer nedläggningsgravar att behöva anläggas. Företrädesvis dras luftledning och markkabel utefter befintliga vägar.

## **Åtgärder**

Vid val av vägsträckningar beaktas naturvärden och den estetiska anpassningen till landskapet bland annat genom att så långt som möjligt välja sträckningar som inte berör vattendrag, myrar eller försumpad mark. Anläggning av skogsbilvägar som passerar vattendrag är tillståndspliktigt, såvida det inte är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas. SKB kommer att minimera antalet vägsträckningar som passerar vattendrag.

Vägar ska om möjligt byggas utan öppna diken, för att underlätta framkomlighet tvärs över vägen och framförallt för att markens naturliga vattenströmmar inte ska påverkas mer än nödvändigt. Där risk finns för svallproblem används plasttrummor. I permanenta bäckar används valvbågar för att inte vattenfaunan ska påverkas.

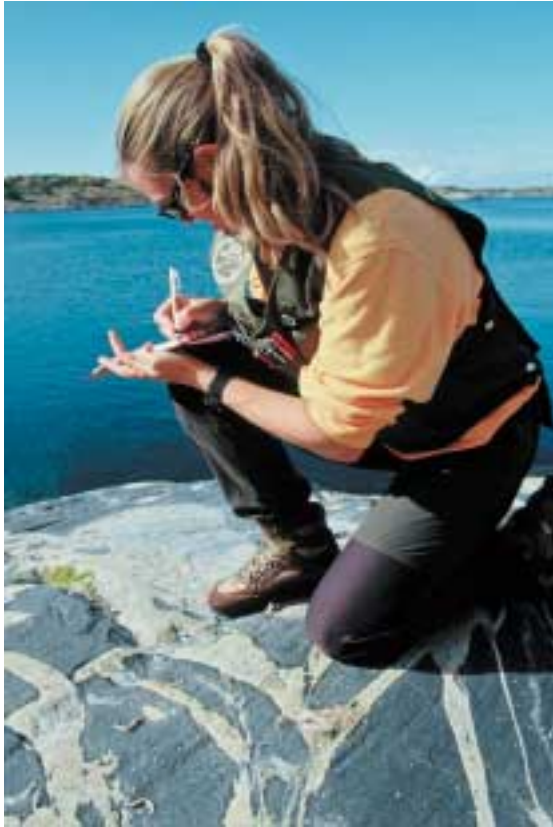
Efter avslutad platsundersökning och om området då inte längre är aktuellt för ett förvar, ska vägar, borrhålor och andra platser där ingrepp skett återställas och planteras. El- och signalledningar tas bort. Återställningsarbetena görs i samråd med markägare. Önskemål från markägaren kan innebära att vissa vägar och grusade ytor lämnas kvar för annat ändamål.

## **1.4 Fältinventering/kartering och provtagning**

Dessa aktiviteter kan översiktligt indelas i följande:

- Geologisk berggrunds- och jordartskartering.
- Inventering och provtagning av flora och fauna.
- Inventering av sjöar, sankmarker, källor och vattendrag.
- Provtagning av mark, vatten och sediment.
- Inventering av vägar, brunnar och inmätning av lägen för borrhål och dylikt.
- Mätningar med handhållen utrustning, till exempel gravimetri.

I figurerna 1–5 illustreras hur olika typer av kartering, provtagning och mätningar kan ske i fält. Kartering som kräver grävningensarbeten redovisas i avsnitt 1.7.



**Figur 1.** Kartering av berggrund.  
Foto Anders Damberg/SGU

**Figur 2.** Spektrometri på hållar. Vid undersökningar av bergarternas egenskaper i Forsmarksområdet kommer mätningar att utföras direkt på hållar samt på det material som provtagits. Vid mätning på hållar används små bärbara utrustningar.  
Foto Anders Damberg/SGU







**Figur 3.** Jordprovtagning. Vid provtagning av markens kemi eller vid jordartsstudier används olika typer av bandhållna jordprovtagare där ett prov tas vid ytan eller någon decimeter ned i marken.

Foto Anders Damberg/SGU



**Figur 4.** Jordartskartering. Jordprov på ett par liter tas upp med spade.

Foto Anders Damberg/SGU



**Figur 5.** Gravimetri. Dessa mätningar utförs i ett glest observationsnät över Forsmarksområdet med omgivning. Punktavståndet är 0,5–1 kilometer. Vintertid kan mätningar ske på is. Mätpersonalen uppehåller sig som mest en halvtimme vid varje punkt. Foto Sven Aaro/SGU

### **Beskrivning**

Inventeringar, karteringar och provtagning är den huvudsakliga aktiviteten inom denna verksamhet. Aktiviteterna utförs av 2–5 personer under några dagar till några veckor. Verksamheten på varje plats är kortvarig. En del verksamheter utförs lämpligen på vintern när marken är frusen, sjö- och havsisen kanske är bärande och då våtmarker med frusen yta gör dem möjliga att beträda. För vissa aktiviteter kan snö underlätta, medan den försvårar för andra. Exempel på aktiviteter som utförs under sommarhalvåret är inventering av växter och vissa fågelarter. Goda ljusförhållandena är viktiga vid exempelvis berggrundskartering.

Berggrundskartering innebär bestämning av bergarter och sprickor på hållar. I vissa fall är berget fritt från jord, lavar och mossa och kan lätt undersökas. På andra platser krävs att lavar och mossa tas bort för att hället ska kunna studeras. Om det finns stora mängder lav och mossa kan rengöring med vatten och tryckluft bli nödvändig.

På några av undersökningsplatserna provtas bergarten med hammare. Storleken på provet är i regel mindre än en knytnäve. I speciella fall sker provtagningen med en handhållen bormaskin, varvid ett kärnprov tas med en diameter och en längd av några centimeter. Efter provtagningar och observationer återställs platsen genom att avriven mossa i möjligaste mån läggs tillbaka.



## **Miljöpåverkan**

Aktiviteterna, som är kortvariga vid varje observationspunkt, hindrar inte annan verksamhet i markerna. Den mossa och lav som tagits loss från hällar börjar efter en tid att återhämta sig. Spår efter en aktivitet kan ändå finnas kvar i flera år. Aktiviteterna ger en ökad allmän närvaro, vilket kan påverka känsliga djurarter negativt. Sammanfattningsvis ger inte aktiviteterna inom denna grupp upphov till någon nämnvärd påverkan på miljön.

## **Åtgärder**

Med utgångspunkt från tillgänglighetskartan kan aktiviteterna styras så att känsliga områden undviks under vissa tider av året. I de fall vegetation tas bort kommer skogsjord och vegetation att återföras när aktiviteten avslutats. Eftersom aktiviteterna i huvudsak utgörs av registreringar och mätningar i fält behövs i övrigt inga direkta åtgärder.

## **1.5 Geofysiska markmätningar och seismiska metoder**

Dessa aktiviteter kan indelas i:

- Geofysiska markmätningar som magnetometri, elektromagnetiska och elektriska mätningar (resistivitetsmätningar), markradar.
- Refraktionsseismik och reflektionsseismik.

### **Beskrivning**

Flertalet av de geofysiska mätningarna utförs med batteridrivna, handburna mätutrustningar, där mätpersonalen, 2–4 man, utför arbeten i kampanjer på ett par veckor eller i vissa fall ett par månader. Mätningarna utförs längs enstaka profiler eller i så kallade profilmattor. En profilmatta består av 3–5 parallella profiler vars längd är några hundra meter upp till någon kilometer. Avståndet mellan dem är oftast 50 meter. Mättiden i fält är i regel kort och i Forsmarksområdet rör det sig om någon eller några veckor. Mätningar kan ske över hela året men helst under perioden april till oktober. Om mätningar måste utföras över vatten sker det med fördel från isen.

Vid resistivitetsmätningar utsänds ström via metallektroder som är nedstuckna i marken. Strömmen alstras av batterier eller i undantagsfall med en bensin- eller dieseldriven generator.

De seismiska metoderna innebär att små sprängladdningar används. Två varianter av seismik kommer att användas, refraktions- och reflektionsseismik. Borrhål och mätningar av seismik illustreras i figur 6.

Laddningshålens storlek vid reflektionsseismik är beroende av jorddjupet. Vid stora jorddjup borrar laddningshålen i jorden med en handhållen bormaskin, se figur 7. Bormaskinen drivs med tryckluft från en kompressor som dras av en mindre terränggående lastbil/jeep eller terrängfordon, se figur 7. Om jordtäckets är tunt blottläggs bergytan och en eldriven handhållen bormaskin av typ Hilti användas. Elförsörjningen kommer då från en generator. Borrningen utförs under cirka 1–2 månader medan mätningen görs ungefär på en månad.

Refraktionsseismik kräver som regel större laddningar än reflektionsseismik, maximalt upp till ett par hundra gram. Typladdningen som används inom reflektionsseismik är mindre, i regel mellan 15 och 100 gram. Detonationen ger upphov till den seismiska våg med vars hjälp man undersöker marken.



**Figur 6.** Seismik. a) Borrhål för seismiksprängning i håll. Sprängämnet (del av en Dynamexpatron) ligger apterat färdigt för placering i borrhålet. b) Seismograf med operatör.  
Foto Carl-Axel Triumph



**Figur 7.** Reflektionsseismik. a) Borrning av laddningshål i jord med tryckluftsdreven bormaskin. b) Servicebil för borrning av laddningshål. Terränglastbilen drar kompressorn.  
Foto Hans Palm, Uppsala Universitet.

## **Miljöpåverkan**

Vid stakning av profiler för geofysiska mätningar rensas kvistar bort som skymmer sikten och enstaka träd fällt.

Vid seismiska mätningar orsakar kompressorn som används för borrning av laddningshål avgasutsläpp till luft. Sprängladdningarna avger spränggaser vid detonationerna. Omkring 20–30 längdkilometer seismik planeras för Forsmarksområdet, vilket skulle kräva omkring 100–150 kilo sprängmedel. Det totala utsläppet från sprängningsarbetena blir cirka 2–3 kubikmeter kolmonoxid och cirka 0,2–0,3 kubikmeter kväveoxider.

Bullernivåerna från de reflektionsseismiska mätningarna är låga. Refraktionsseismikens detonationer är något kraftigare. De ger en knall som kan uppfattas av en människa på ett avstånd av ett par hundra meter. Vid sprängning av utskotten i refraktionsseismik är knallen ännu högre. Bullret är kortvarigt men detonationerna kan störa fåglar och däggdjur. Omfattningen av miljöeffekterna som förorsakas av detonationer i vatten är svårbedömda. Detonationer kan ge upphov till skador på fisk som befinner sig nära.

Påverkan på mark bedöms som mycket liten efter mätning med reflektionsseismik. Vid enstaka detonationer direkt på frilagda hållar kan dock en viss sprickighet uppkomma i hällen. De mest varaktiga förändringarna i terrängen är de spår som terränggående fordon lämnar efter sig, i de fall den måste lämna skogsbilvägarna för transport av kompressor.

Normaldetonationen i refraktionsseismik bildar en upphöjning i markytan med en diameter av en halv meter, med en uppluckring av jorden under upphöjningen. Upphöjningen avjämnas innan platsen lämnas varför påverkan bedöms som obetydlig. Detonationer på längre avstånd från geofonerna (en slags mikrofon), kräver större laddningar vilket ger större gropar och uppkast av jord och sten. Kratrarna kan uppgå till en meter i diameter, med ett djup av ett par decimeter. Stenkast upp till ett par hundra meter kan i sällsynta fall uppkomma vid mätningar med seismik, varför en skyddszon upprättas. Normalt kastas stenarna kortare än 50 meter. Stenkast utgör en potentiell men liten olycksrisk liksom ovarsam hantering av sprängmedel.

## **Åtgärder**

Profilsträckningarna dokumenterats med avseende på det ytnära ekosystemet innan eventuella stakningsarbeten påbörjas. Om terrängkörning krävs ska färdvägen biotopinventeras och markförhållanden rekognosceras, detta för att minska skador på känslig mark. För att begränsa skador från terrängkörning görs mätningarna med fördel under vintern när det är tjäle i marken. Generatorer placeras på fiberduk för att samla upp eventuellt oljespill och i möjligaste mån vid vägar för att undvika transporter i terrängen.

Stationära lägen för strömelektroder markeras i terrängen med avskärmningssnitslar och informationsskyltar med varningstext, medan elektroder som flyttas med vid mätningen hela tiden kontrolleras av mätpersonal så att olyckor med elektricitet undviks.

Kratrar som uppstår i marken återfylls med löst liggande material. Med utgångspunkt från tillgänglighetskartan kan undersökningsprofilers lägen justeras och tidpunkter under året anpassas så att störningarna på känslig natur begränsas. Vakter ska varna vid sprängning, på samma sätt som vid vägarbeten. Förvaring, transport och hantering av sprängmedel följer gällande lagstiftning och regelverk. Bland annat måste seismikentreprenören inneha sprängkort och tillstånd för sprängningsarbeten.

## 1.6 Flygburna undersökningar

Följande flygburna undersökningar planeras:

- Flygfotografering.
- Helikopterburen geofysik.

### **Beskrivning**

Flygfotograferingen utförs med små flygplan från en höjd av 2 300 meter. Flygfotografering kräver utsättning av geografiska referenspunkter i terrängen i form av vita plattor som är cirka en gång en meter. De placeras i huvudsak längs vägar. Plattorna samlas in efter genomförd fotografering.

Helikopterburen geofysik innebär mätningar som pågår under några veckor med mätutrustning som hänger under helikoptern, se figur 8. Mätningen utförs längs parallella flyglinjer med cirka 50 meters avstånd. Den täcker hela det geologiskt prioriterade området samt dess omgivning. För helikoptern kommer troligen en tillfällig bas med servicedepå att upprättas i anslutning till kärnkraftverket.

Skyddsperioden för känsliga naturvärden i Forsmarksområdet gör att helikopterburen geofysik inte kan genomföras under perioden 1 januari till 31 juli. Under den mörkaste tiden av året, från början av november till årsskiftet, kommer flygning inte att utföras på grund av dåliga ljusförhållanden.

### **Miljöpåverkan**

Flygfotografering ger ingen påverkan på miljön i området eftersom hela flygningen utförs på en dag och sker på hög höjd. Helikopterburen geofysik leder däremot till relativt höga bullernivåer eftersom flygningen, som kommer att pågå under några veckor sker på låg



**Figur 8.** Helikopter med mätutrustning.

höjd. Flygningar har generellt en relativt stor energiförbrukning per tidsenhet. Avgasutsläppen kommer emellertid att bli relativt begränsade eftersom flygningarna sker under kort tid. Den helikopterburna geofysiken innebär dock att motsvarande geofysiska markmätningar över stora ytor kan undvikas. Detta innebär minskat markslitage och väsentligt nedkortad störningstid som resultat.

### **Åtgärder**

Innan flygningen startar går SKB och entreprenören igenom alla eventuella restriktioner, bland annat dem som rör miljöhänsyn. Framst vad gäller helikoptergeofysik kommer SKB att i god tid innan mätningarna att samråda med ornitologisk expertis, djurägande bönder, närboende, Östhammars kommun och länsstyrelsen i Uppsala län för att förebygga onödiga störningar. Allmänheten kommer också att informeras. Flygningar utförs under bra väderleksförhållanden och på dagtid. För att begränsa effekterna av utsläpp och buller sker alltid transporter till och från det aktuella flygområdet på högre höjd än mät höjden.

## **1.7 Grävning i samband med karteringsarbeten**

Karteringsarbeten som ibland kräver någon form av maskinbaserad grävning är:

- Geologisk berggrundskartering på frilagda hälltytor.
- Jordartskartering i gropar eller grävdiken.

Omfattning och var grävplatser behövs kan bestämmas först sedan huvuddelen av den geologiska och geofysiska kartläggningen är slutförd. Grävningar kan därför inledas tidigast i augusti 2002.

### **Beskrivning**

Studier av jordarter och berggrund genomförs huvudsakligen under det inledande platsundersökningsskedet. Dessa kan innebära grävning av gropar i det lösa jordtäcknet eller friläggning av bergytan, se figur 9. Grävning påverkar en yta av cirka 10–20 kvadratmeter till ett djup av 1–3 meter beroende på det lösa jordtäckets mäktighet. Friläggning av bergytan inklusive rengöring kan krävas över ett större område, 50–200 kvadratmeter. Grävningarna utförs med grävmaskiner som oftast är larvgående. En enkel transportväg dras från närmaste skogsbilväg. Eventuellt kan träd behöva fällas och stor block flyttas. Undersökningar kommer i huvudsak att utföras under perioden april till och med oktober.

Tryckluft eller högtrycksspruta för vatten används för rengöring av bergytan. Vatten tas från något närbeläget vattendrag eller från tank. Mindre mängder inströmmande vatten pumpas bort med eldriven dräneringspump såvida inte den naturliga lutningen på bergytan gör att det leds bort. Elverk för drivning av pump och eventuell belysning kan behövas på platsen. Kraftigt inflöde av grundvatten kan medföra att grävningen behöver avbrytas och flyttas till en annan plats.

Friläggningen av bergytorna kan ge upphov till stora mängder schaktmassor, speciellt vid större jorddjup. Schaktmassorna läggs upp vid sidan av gropen eller diket och används för återfyllning. De flesta gropar och diken läggs igen efter kartläggningen men några kan behöva stå öppna en längre tid, kanske flera år.





**Figur 9.** Jordartskartering. a) Grävdikey. b) Kartering i grävdikey. Foto Anders Damberg/SGU

## **Miljöpåverkan**

Grävmaskiner, kompressor och elverk samt fordon för transport av personal och utrustning ger upphov till buller, damm och avgaser. Grävmaskiner kan läcka hydraulolja och smörjolja.

Platser för grävning kommer ofta att ta mark i anspråk under några veckor, men i några fall kan det röra sig om flera år. Området i direkt anslutning till schaktområdet förändras temporärt genom de uppgrävda schaktmassorna. Lokal påverkan på vegetationen kommer att uppstå.

Frilägningsarbeten ger ifrån sig buller, dels från små maskiner och pumpar, dels från hanteringen av grävmassor. Vissa vibrationer kan också uppstå. Arbetena liknar dem som uppkommer i samband med mindre anläggningsarbeten. Eventuella störningar kommer att bli kortvariga, cirka en vecka per grävlokal.

## **Åtgärder**

Platsen för en grävning ska anpassas så minsta möjliga påverkan sker på naturmiljön. Tillgänglighetskartan kommer att vara ett verktyg vid val av undersökningsplatser, i kombination med inventering av känsliga biotoper. Valda platser dokumenteras med fotografering innan grävningen. Grävplatser ska godkännas av platsbiolog.

Gropar och diken släntas för att undvika rasrisk. Grävningen markeras i fält med avspärrningsmarkeringar. Skyddsanordningar för uppsamling av oljeläckage nyttjas i möjligaste mån.

Efter avslutade undersökningar kommer schaktmassorna att återföras. Det övre jordlagret med växtlighet separeras vid schaktningen för att om möjligt återföras som ett yttskikt. Platsen fotograferas återigen och vidtagna åtgärder för återställningen dokumenteras. Vid behov kommer plantering att utföras.

## **1.8 Kärnbörning**

### **Beskrivning**

Undersökningarna i Forsmarksområdet planeras omfatta totalt cirka 10–20 kärnborrhåll ner till som mest cirka 1 000 meters djup. Det som i första hand styr valet av borrhåll är den geovetenskapliga frågeställning som borrhålet avser att belysa. Eftersom de geovetenskapliga målen oftast kan uppnås med lutande borrhåll kan borrhåll dock oftast väljas så att hänsyn även kan tas till områdets naturvärden.

Kärnbörning innebär att en cylindrisk borrhåll tas upp och utvärderas längs hela hålets längd. Vid kärnbörning till stora djup används större och tyngre borrhåll än vid andra mer vanligt förekommande borrhåll. Kärnbörning av ett 1 000 meter djupt håll tar vanligtvis 2–3 månader men kan, om borrhåll avbryts för mätningar, ta upp emot 4–6 månader. Borrhåll sker vanligtvis i tvåskift. Under vissa perioder på vintern kan borrhåll pågå kontinuerligt på grund av frysrisk. När placeringen av ett kärnborrhåll bestämts, anläggs transportväg och borrhåll. Borrhåll transporteras tillsammans med borrhåll, kompressorer, pumpar för kylvatten, slangar och containrar till borrhåll på trailer. Vid borrhåll, se figur 10, iordningställs även en rastkur, toalett och en temporär förrådsbyggnad för utrustning. Den inhägnade borrhåll beräknas uppta en yta av cirka 20 gånger 30 meter.



**Figur 10.** *Kärnborrning på en iordningställd borrhålsplats med väganlutning.*

Under kärnborrningen pumpas rent vatten (så kallat spolvatten) ner i hålet för kylning av borrhålskronan och uppföring av borrhålskax. Detta vatten hämtas med slangar ur ett av de närliggande hammarborrhålen, alternativt fraktas det till borrhålsplatsen med tankvagn. Vattnet märks med spårämnet uranin för att inblandning av spolvatten senare ska kunna bestämmas vid vattenprovtagning. Merparten av spolvattnet pumpas upp ur borrhålet med hjälp av tryckluft. Är vattnet som pumpas upp salt kan det behöva avledas till havet, alternativt transporteras bort i tankar. Relativt stora mängder uppslammat borrhålskax kommer upp med returvattnet som därför leds genom sedimentationscontainrar.

### **Miljöpåverkan**

Kärnborrning kräver en grusad yta och en väg för transport av borrhålsmaskin och mätutrustningar. För vägen och borrhålsplatsen behöver träd fällas och marken grusas. Mark kommer att tas i anspråk under en längre tid.

Verksamheten vid borrhålsplatsen kräver elektricitet. Elförsörjning till mätutrustning och drift kräver 400 V/63 A. För dessa ändamål kommer luftledning i tillfälliga stolpar eller markkabel att dras fram till borrhålsplatsen. För att driva själva borrhålsaggregatet och kompressorn med el skulle dragning av en 400 V/250 A luftledning krävas, vilket skulle innebära betydligt mer omfattande åtaganden. Vanligen sker denna elförsörjning därför med dieseldrivna elgeneratorer.

De dieseldrivna elgeneratorer som används för att driva borrhålsmaskinen åstadkommer både buller och avgasutsläpp. Dessa begränsas med ljuddämpare och avgasrening men kommer ändå att inverka störande i området kring en borrhålsplats. Bullerkänsliga och skygga djur kan tillfälligt under själva borrhålsningen störas över ett större område. Vibrationer uppkommer i den närmaste omgivningen av en borrhålsplats. Vibrationer som uppstår är begränsade, liksom även ljusskenet från belysning under kvällar och nattetid. Påverkan av buller uppkommer också av fordonstrafik i anslutning till borrhålsningarna.

Under borrhålsningarna och speciellt under provpumpning av hålen sker en temporär avsänkning av grundvattennivån inom några hundra meter från borrhålsplatsen. Grundvattentytan återhämtar sig inom några veckor.



Utsläpp av uppslammat borrhax kan ge viss påverkan på omgivningen. Returvatten som har hög salthalt och som oavsiktligt släpps ut kan ge skador på växt- och djurliv. Oavsiktligt utsläpp av spolvatten märkt med uranin ger spår av färg i omgivningen. Personaltransporterna och förflyttning av utrustning, till exempel spolvatten och borrhaxslam, kan bli relativt omfattande under själva borrhaxningarna, liksom besöken till borrhaxplatsen.

### **Åtgärder**

Platser och tidpunkter för borrhaxning kommer att anpassas till naturvärden enligt tillgänglighetskartan. Inventering av känsliga biotoper och markförhållanden föregår valet av borrhaxplatser.

Vid val av lämpliga borrhaxplatser kommer deras läge, transportvägar till och från platserna samt tidpunkten för borrhaxningen att planeras och godkännas av SKB:s platsorganisation, som också bedömer behovet av eventuellt samråd med berörda parter. SKB ska försäkra sig om vilka hänsyn som måste tas, exempelvis enligt kulturminneslagen. Inför anläggningsarbetena ska också borrhaxplatsen vara dokumenterad med avseende på det ytnära ekosystem.

Dieselgeneratorer ska vara ljuddämpade motsvarande de krav som gäller för bruk i stadsmiljö. Sedimenterat borrhax, det handlar om någon kubikmeter per hål, kan deponeras på lämpligt sätt inom området eller transporteras till deponi.

Kontroll av grundvattennivån kring kärnborrhål ska ske såväl före som under och efter kärnborrhaxning i närbelägna jord- och hammarborrhål, om sådana finns tillgängliga.

Borrhaxplatsen ska prepareras med en täckduk för uppsamling av eventuellt oljespill. Dessutom ska utrustning finnas tillgängligt för sanering av oljeutsläpp. Avfall ska tas omhand och transporteras till miljöstationer. Efter avslutad borrhaxning avstädas arbetsplatsen och eventuella markskador utanför den grusade ytan åtgärdas.

## **1.9 Hammarborrhaxning**

### **Beskrivning**

Omkring 20–40 hammarborrhål planeras i Forsmarksområdet. Borrhålen är vanligen 100–200 meter långa. Hammarborrhål borrhaxas för att få spolvatten till kärnborrhaxning, för att undersöka sprickzoner och för att undersöka berggrunden mellan sprickzoner.

Ett antal hammarborrhål borrhaxas i ett tidigt skede för att försörja kärnborrhaxningen med spolvatten. De flesta övriga hål placeras och borrhaxas när information från geologisk och geofysisk kartläggning finns redovisade. Borrhaxning av ett hammarborrhål tar cirka tre dagar. Borrhaxningarna som kan utföras under alla tider på året genomförs under skiftgång. Hammarborrhaxningen sker med ett tryckluftsdrevet aggregat liknande de borrhaxaggregat som används vid brunnsborrhaxning, figur 11 och har samma renhetskrav som brunnsborrhaxade hål för dricksvatten. Borrhaxkronan fragmenterar berget och materialet (borrhaxaxet) blåses upp ur hålet. Ett 200 meter djupt hammarborrhål producerar cirka 1–2 kubikmeter borrhaxax. Beroende på de miljömässiga förutsättningarna kan borrhaxaxet deponeras på lämpligt sätt inom området eller transporteras till en deponi.

Förutom vid etablering och avetablering av borrhaxutrustningen används i princip inga fordon för transporter till och från hammarborrhaxplatsen. Ett undantag är om tung mätutrustning kan behövas vid ett senare tillfälle. Personaltransporter under själva borrhax-



**Figur 11.** Hammarborrmaskin. Foto G Nilsson

ningen kan ske till fots i de fall inga vägar anläggs. Efter slutförd borrning städas borrplatsen och borrhålet instrumenteras och en mätthuv placeras över det. Signalkabel dras fram till mätthuv.

### **Miljöpåverkan**

Borrmaskinen och därmed ljudnivån är densamma som vid vanlig brunnsborrning i berg. De dieseldrivna kompressorer som används för att alstra tryckluften åstadkommer, liksom borrmaskinens motor, både buller och avgasutsläpp. Hammarborrning ger högre buller än kärnborrning och kan höras på stort avstånd (någon kilometer), särskilt i början av borrningen när borrhönan befinner sig nära markytan. Påverkan från buller är kortvarig (cirka tre dagar). Buller uppkommer också av fordonstrafik i anslutning till borrningarna.

Bullerkänsliga och skygga djur kan tillfälligt under själva borrningen störas över ett större område. Vibrationer som uppstår är begränsade liksom även ljusskenet från belysning under kvällar och nattetid.

Eftersom såväl grusad borrplats som nyanläggning av väg undviks för de flesta hammarborrhålen är anspråken på mark obetydliga. Terrängkörning i samband med borrningen och vid senare mätningar kan ge avtryck och skada växlighet. Grundvattenytan avsänkes under borrning. Salt grundvatten kan under borrningen släppas ut till omgivande natur.

### **Åtgärder**

Liksom för kärnborrning kommer valet av borrplats att styras av den geovetenskapliga frågeställning som borrhålet avser att belysa. Hänsyn kan ändå tas till naturvärden genom att undersökningshålen placeras där de sprickzoner som ska studeras skär befintliga vägar. Några hål kan dock komma att placeras relativt långt från närmaste väg. Eftersom borrningen är kortvarig och genom att undvika dra väg och anlägga borrplats bedöms påverkan bli begränsad. Dock kommer terrängkörning att bli aktuell under borrningen och

möjlig även senare vid mättillfällen. Åtgärder vad beträffar terrängkörning beskrivs i avsnitt 1.2.

Ljuddämpare för generatoren för tryckluft ska vara godkänd för användning i stadsmiljö. Om salt grundvatten kommer upp ur hålet vid borrning vidtas ingen åtgärd eftersom påverkan är kortvarig.

## 1.10 Jordborrning

### **Beskrivning**

20–40 jordborrade hål planeras i Forsmarksområdet för utsättning av jordrör och för jordprovtagning. Jordborrning, sker med en lätt larvgående maskin (typ Geotech) som används för jordprovtagning och för sättning av observationsrör för mätning av grundvattennivåer i jordlager, se figur 12. Jordborrning sysselsätter ett par personer under cirka en dag per hål.

### **Miljöpåverkan**

Eftersom lätt utrustning används för denna bormetod och den varken ger upphov till borrhax eller påverkar grundvattnet bedöms miljöpåverkan från borrningen vara liten. Påverkan finns dock från terrängkörning, personaltransporter och allmän ökad närvaro i området.

### **Åtgärder**

Terrängkörning i känsliga områden ska begränsas, se avsnitt 10.2.



**Figur 12.** Jordborrning.  
Foto Anders Damberg/SGU

## 1.11 Undersökningar i borrhål

I gruppen ingår:

- Hydrauliska tester och vattenprovtagningar i brunnar och borrhål.
- Geofysiska borrhålmätningar och TV-loggning.

### **Beskrivning**

Vid hydrauliska tester och vattenprovtagningar används tyngre lyft- och mätutrustningar. Utrustningar för hydrauliska tester är ofta monterade i containrar eller mobila arbetsvagnar som placeras rakt över borrhålet. Undersökningarna kan utföras året runt.

Vid så kallade vatteninjektionstester och pumptester hanteras vatten på ett sätt som kan liknas vid spol- och returvattenhantering vid borrning. Vattenmängderna är avsevärt mindre än vid borrning, cirka en liter per minut och man tar inte hand om returvatten som är förorenat med borrkax. Vid långtidspumptester kan det bli relativt stora vattenmängder, cirka tio liter per minut.

De flesta borrhål provpumpas under någon till några timmar. I några borrhål genomförs en eller några få tester med varaktighet av cirka en vecka.

### **Miljöpåverkan**

Pumptester ger en avsänkning av grundvattenytan. Omfattningen beror på pumpflöde och den tid som pumpningen pågår. Tiden det tar för grundvattenytan att återhämta sig uppskattas vara ungefär lika lång som tiden för pumpningen. Grundvattennivån i berggrunden kan påverkas inom 200–400 meter från ett borrhål. Sänkningen är störst, cirka 40–60 meter, i anslutning till själva hålet.

Pumptester kan pågå upp till en vecka per plats, vilket innebär att det tar cirka en vecka för grundvattenytan att återställa sig till normalnivå.

Påverkan i överliggande jordlager är helt beroende på jordlagrens sammansättning och beskaffenheten hos kontaktytan mellan jord och berg. Om jordarterna är täta och den hydrauliska kontakten mellan jord och berg dålig fördröjs och dämpas avsänkningen i jordlagren eller uteblir helt. Genomsläppliga jordarter som till exempel grus påverkas mer av pumpverksamhet, men provpumpnings kortvariga natur gör att den förmodligen inte ger någon påverkan på växtligheten.

### **Åtgärder**

Vatten som pumpas upp avleds vanligen till närmaste vattendrag eller dike. Om det blir större mängder eller om det är salt kan det emellertid behöva samlas upp i tank för transport till havet eller pumpas ut till havet via slang.

## 1.12 Mätningar i vattendrag

I gruppen ingår:

- Flödes- och nivåmätningar i vattendrag.

## **Beskrivning**

För flödesmätningar i vattendrag byggs mindre dammar med så kallade mätöverfall, se figur 13. Flödet mäts genom nivåregistrering i en logger. Loggern är cirka 30 gånger 50 centimeter stor. För mätning av vattenytans nivå i sjöar och fjärdar används utrustning av flottörtyp eller trycksonder. Små stationsboxar (till exempel Compactstation) med solcellsdriven logger placeras vid lämpliga övervakningsplatser.

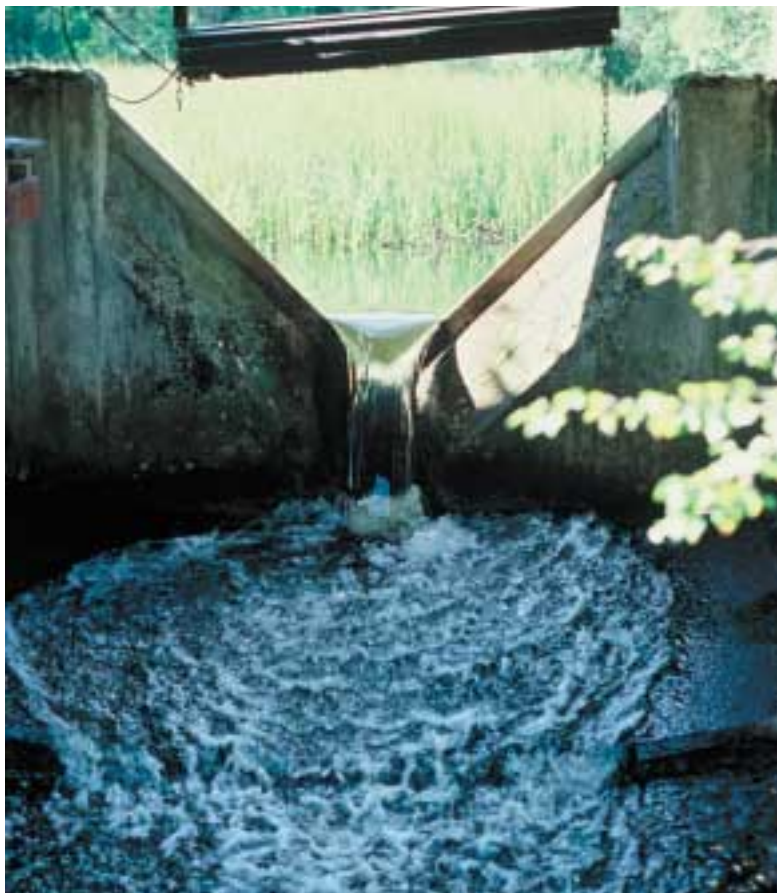
Program för ythydrologisk långtidsövervakning har tagits fram under hösten 2001. Ett mätöverfall planeras för mätning av inflödet till Bolundsfjärden. I Eckarfjärden, Bolundsfjärden och Fiskarfjärden planeras för installation av utrustningar för nivåmätningar.

## **Miljöpåverkan**

Installationen av mätöverfallet i vattendraget som leder in till Bolundsfjärden medför att nivån i vattendraget vid mätöverfallet höjs några decimeter. Utbredningen av den damm som bildas kan bli några tiotals kvadratmeter.

## **Åtgärder**

Platsen för mätöverfallet kommer att väljas så att effekterna av överdämningen ger så begränsade skador som möjligt. Denna installation, liksom installationer av mätutrustningar för nivåregistreringar i sjöar och fjärdar, ska göras i samråd med länsstyrelsen och efter godkännande av platsbiolog, bland annat för att undvika att de görs under tider som är känsliga ur natursynpunkt. Om det finns risk för skador görs en utredning om hur överfallet optimalt kan utformas och placeras samt vilka dämningseffekter som kan uppstå. Naturliga trösklar utnyttjas i större vattendrag.



**Figur 13.** Mätöverfall i vattendrag.  
Foto Anders Damberg/SGU

### 1.13 Sammanfattning av aktiviteter under det inledande skedet

I denna bilaga beskrivs den miljöpåverkan olika aktiviteter kan ge upphov till under platsundersökningen. I tabell 1 redovisas aktiviteter som bedöms ge obetydlig påverkan på natur- och kulturvärden. Om detta också är länsstyrelsens bedömning avser SKB att genomföra dessa aktiviteter, efter godkännande av platsbiolog, utan ytterligare preciseringar till länsstyrelsen. I tabell 2 redovisas de aktiviteter under den inledande platsundersökningen som i dag kan preciseras och som bedöms vara av sådan karaktär att de är viktiga för länsstyrelsens bedömning av påverkan på natur- och kulturvärden. Tabell 2 kommer att uppdateras och delges länsstyrelsen efterhand som de fortsatta undersökningarna ger underlag för ytterligare preciseringar av aktiviteter.

**Tabell 1.** Aktiviteter i fält under platsundersökningen som bedöms ge obetydlig påverkan på natur- och kulturvärden. I den mån detta också är länsstyrelsens bedömning kommer SKB att genomföra dessa utan att delge ytterligare preciseringar till länsstyrelsen. För att säkerställa att en aktivitet har liten påverkan på miljön ska den godkännas av SKB:s platsbiolog vid planeringen av dess detaljerade utformning vad avser tid och plats.

Aktiviteter som bedöms ge obetydlig miljöpåverkan	Plats	Tidsplan	Omfattning
Naturmiljö, vegetationskartering, markanvändning	Forsmarksområdet med omgivning	Mars 2002-	Fältkartering, inventering, provtagning, mätning genom arbete i provytor respektive mätpunkter och linjetaxeringar. Inledningsvis utförs vegetationskarteringen över Forsmarksområdet med omgivning i provytor i tre olika grupper med avseende på storlek och antal: 30x30 m med 1-3 st per vegetationstyp 10x10 m med 1-3 st per vegetationstyp 1x1 m med 10-20 st per vegetationstyp  Senare kompletteras ovanstående med fasta och temporära provytor främst inom Forsmarksområdet. Det totala antalet kan uppskattas när resultatet från den pågående vegetationskarteringen föreligger.  Kartläggning av fauna sker i form av linjetaxeringar som läggs ut över Forsmarksområdet med omgivning. Längs linjerna läggs också både fasta och temporära provytor. Kvantiteter kan ännu inte fastställas.  Omfattningen av växt- och djurkartering i vatten kan ännu inte kvantifieras.
Mätning av radionuklider och gifter	Forsmarksområdet med omgivning	Mars 2002-	Provtagning av växter och djur (främst svamp och lav, insjöfisk samt nedlagt vilt i samband med jakt), vatten och jord. Omfattningen kan ännu inte kvantifieras.
Mätning av berggrundens stabilitet	Forsmarksområdet med omgivning	2002-	Fixdubbar installeras i berggrunden i lokaler där fri sikt kan erhållas mot horisonten ned till cirka 15 till 20 grader i förhållande till markplanet. I några fall genomförs viss siktröjning. Mätning görs av samtliga lokaler med GPS. 10-12 mät-dubbar behövs över Forsmarksområdet med omgivning. Det blir 3 mättillfällen per år som varar omkring 2 dygn per mät-omgång.
Tyngdkraftsmätning	Forsmarksområdet med omgivning	2002, cirka en vecka	I cirka 50 spridda mätpunkter.



Tabell 1 forts sid 116



Tabell 1 forts från sid 115

Aktiviteter som bedöms ge obetydlig miljöpåverkan	Plats	Tidsplan	Omfattning
Geofysiska mätningar för särskilda problemställningar	Forsmarksområdet med omgivning	Mars 2002-oktober 2003	Mätning sker i uppskattningsvis ett tiotal profilmattor bestående av 3-5 parallella 0,2-1 km långa profiler vilka markeras i terrängen genom viss siktröjning och utsättning av stak-käppar.
Berggrundsgeologisk kartläggning	Forsmarksområdet med omgivning	Mars 2002-augusti 2003	Kartering huvudsakligen av befintliga bergblottningar samt i några fall av blottlagt berg i gropar eller diken. Se även "Grävning för kartering av berggrund och jordarter" i tabell 2.
Kartläggning av jordarter och jordmån samt hydrotester i jordrör	Forsmarksområdet med omgivning	Mars 2002-augusti 2003	Provtagning med handhållen utrustning samt viss maskin-grävning. Jordborring av 20-40 hål med bandvagn för utsättning av jordrör och för jordprovtagning.
Maringeologiska undersökningar	Del av Öregrundsgrepen	Augusti 2002-	Mätning från båt med hydroakustiska metoder i profiler, preliminärt med ett profilavstånd av cirka 200-400 m.
Ytvattenundersökningar	Forsmarksområdet med omgivning	Mars 2002-	Provtagning, nivåmätning, flödesmätning och kartering.

**Tabell 2.** Aktiviteter i fält under den inledande platsundersökningen som bedöms vara av sådan karaktär att de är viktiga för länsstyrelsens bedömning av påverkan på natur- och kulturvärden. I den mån ytterligare aktiviteter tillkommer kommer dessa att delges länsstyrelsen efterhand som de fortsatta undersökningarna ger underlag för preciseringar av dem vad avser tid och plats för verksamheten.

Aktiviteter vars påverkan på natur- och kulturvärden måste bedömas från fall till fall	Plats	Tidsplan	Omfattning
Anläggning av vägar, mötesplatser, parkeringsplatser	Forsmarksområdet	Januari-april 2002 för ny tillfartsväg till Forsmarksområdet. Nya stickvägar till borrhåll, förbättringsarbeten och komplettering av befintliga vägar påbörjas och fortsätter sedan under perioden fram till hösten 2003.	2-3 km nyanläggning av skogsbilvägar. En tillfartsväg från Forsmarksverket anläggs i samband med starten av platsundersökningen. Korta vägar till kärnborrhål anläggs inför borrhåll av respektive borrhål. Befintliga vägar kan behöva förbättras längs vissa sträckor. Preliminära vägsträckningar för tillfartsväg samt vägar till de första kärnborrhålen anges i blått nedan.
			
<p>Vägstandarden ska medge framkomlighet för personbil och för tung lastbil med släp. Vägens bärighet måste tillåta tung trafik året om, dock med viss aktsamhet under tjällossningen.</p> <p>I anslutning till kärnborrhåll bör vägen breddas, breddningen används som av- och pålastningsyta och som parkeringsplats. Breddningen kan antingen ske på ena vägsidan, eller på bägge. Återvändsvägar måste förses med vändplatser.</p>			
Fältkontor med förråd, miljöstation, med mera	Centralt i Forsmarksområdet	Mars-juni 2002	Fältkontoret bör ligga centralt i Forsmarksområdet, troligen i direkt anslutning till det centrala kärnborrhålet. Det kommer att vara inrymt i byggbaracker eller liknande och vara utrustat med enkelt kök, el, vatten och sanitet. En miljöstation ska finnas. Fältkontoret ska vara anslutet till SKB:s datanätverk.
			
<p>I anslutning till fältkontoret installeras en eluppvärmd, vinterbonad container som ska fungera som förråd och för att tina upp frusen utrustning. Vidare behövs en uppvärmd verkstadscontainer med basutrustning.</p>			

Tabell 2 forts sid 118

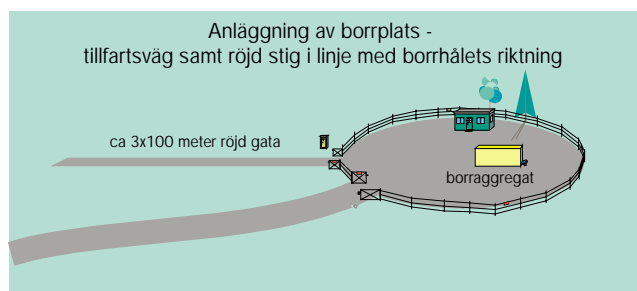


Aktiviteter vars påverkan på natur- och kulturvärden måste bedömas från fall till fall	Plats	Tidsplan	Omfattning
Installation av elförsörjning	Forsmarks-området	Januari-april 2002 till de första borrhålerna. Därefter i anslutning till senare borrhåll.	Nätel behöver dras fram till varje borrhåll och till fältkontoret. Basbehovet är 400V/63A och bör helst ordnas före borrhåll, annars kan elverk användas temporärt. Försörjningen sker via luftledning, i några fall kan markkabel läggas i samband med vägbyggnad, som längst omkring 2 km från befintligt kraftnät.

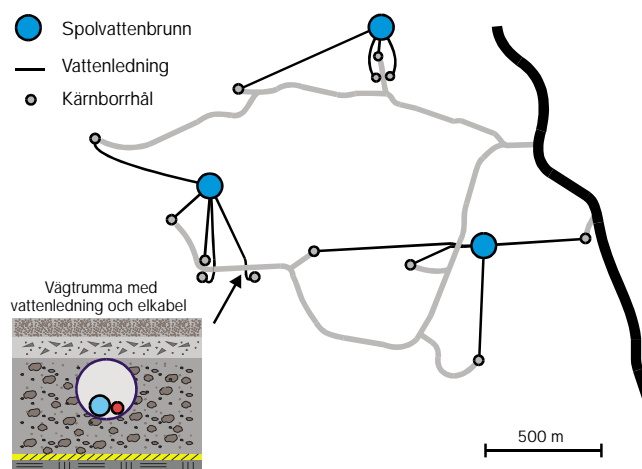
Kärnbörning och borrhållsmätningar

Forsmarks-området, de tre första borrhålerna framgår av figur i avsnittet om vägar ovan (gula punkter)

Börning av fem kärnborrhål, 3-6 månader per borrhål. Börning av djupa kärnborrhål erfordrar en yta av 600 m<sup>2</sup> (20x30 m). Figuren nedan är en principskiss av en borrhållsplats för kärnbörning. På borrhållsplatsen finns en mobil kontorsvagn uppställd samt en container för tillfällig hantering av borrhållskärnor. En röjd stig i linje med borrhålens riktning underlättar monteringen av utrustning i borrhålet.



Kärnbörning kräver spolvatten från en spolvattenbrunn (hammarborrhål). I skissen nedan visas schematiskt hur fördelningen av kärnborrhål och spolvattenbrunnar kan se ut på en godtycklig plats i ett sent skede av platsundersökningen (under den kompletta platsundersökningen). En spolvattenbrunn kan försörja flera kärnborrhål, men det förutsätter dragning av vattenledningar.



Tabell 2 forts från sid 118

Aktiviteter vars påverkan på natur- och kulturvärden måste bedömas från fall till fall	Plats	Tidsplan	Omfattning
Hammarboring och borrhålmätningar	Forsmarksområdet med omgivning	mars 2002-december 2003	10-15 borrhål. Till borrhalsplatsen behöver i regel inte väg anläggas, inte heller grusplan på borrhalsplatsen.
Helikopter-buren geofysik	Forsmarksområdet med omgivning	augusti-oktober 2002	Helikopter med mätutrustning flyger längs linjer över området på cirka 60 m höjd med 50 m avstånd mellan linjerna. I det större området på cirka 60 m höjd med 50 m avstånd mellan linjerna. I det större området sker mätningen längs flyglinjer i nordsyd, i det mindre dessutom längs flyglinjer i öst-väst (figuren nedan).



Reflektions-seismik	Forsmarksområdet med omgivning	Februari-augusti 2002	15-20 profilkilometer (preliminära lägen - violetta linjer i figuren nedan). Boring av grunda borrhål (<2 m) längs profilerna.
---------------------	--------------------------------	-----------------------	--



Tabell 2 forts sid 120

Tabell 2 forts från sid 119

Aktiviteter vars påverkan på natur- och kulturvärden måste bedömas från fall till fall	Plats	Tidsplan	Omfattning
Installation av mätutrust- ningar	Forsmarks- området med om- givning	Mars 2002-	Mätsticka med manuell övervakning alternativt mätöverfall eller autologger i vattendrag. Fasta mätsonder i sjöar, fjärdar, hav, borrhål och brunnar. Eventuellt en klimatstation på land. Omfattningen kan ännu inte bestämmas. Se även "Ytvattenundersökningar" i tabell 1.
Grävningar för kartering av berggrund och jordarter	Forsmarks- området i huvudsak	Augusti 2002- oktober 2003	Grävning för friläggning av bergyta eller jordprofil med grävmaskin i omkring 10 punkter (ned till cirka 1- 3 meters djup med en påverkad yta av cirka 10- 20 kvadratmeter) och över några enstaka ytor (upp till cirka 200 kvadratmeter men ned till djup av endast någon meter). Arbetet i groparna pågår under någon dag och i de frilagda ytorna under någon vecka. I regel fylls de igen efter arbetets genomförande.