

Förstudie Östhammar

Slutrapport

Oktober 2000

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



Förstudie Östhammar

Slutrapport

Oktober 2000

Förord

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, genomför förstudier i kommunskala som en del av lokaliseringsprogrammet för djupförvaret för använt kärnbränsle. Under hösten och vintern 2000/2001 slutrapporteras de sex förstudierna i Östhammar, Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred. Med det som grund kan lokaliseringsarbetet övergå till nästa skede – platsundersökningar. Då ska bland annat undersökningar som omfattar provborrningar göras på minst två platser.

I slutet av detta år planerar SKB att ge ut rapporten ”Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet. Komplettering till FUD-program 98”. Där anger SKB var man vill göra platsundersökningar och hur de ska genomföras. Rapporten kommer att remissbehandlas och granskas av Statens kärnkraftinspektion under första halvåret 2001. Innan platsundersökningarna kan inledas krävs klartecken från såväl säkerhetsmyndigheter och regeringen som berörda kommuner och markägare. SKB bedömer att platsundersökningarna kan påbörjas under år 2002.

Förstudien i Östhammars kommun startade 1995. En preliminär slutrapport presenterades i september 1997. Kommunen gjorde en vidare remiss av rapporten och gav också experter från Uppsala universitet i uppdrag att granska den. En sammanställning av granskningen och övriga kommentarer och synpunkter låg sedan till grund för kommunfullmäktiges yttrande över den preliminära slutrapporten i december 1999.

I denna slutrapport har vissa förändringar och revideringar gjorts jämfört med den preliminära utgåvan från 1997. Detta har skett med hänsyn taget till kommunfullmäktiges yttrande, SKB:s kompletterande utredningar och yttre förändringar som bland annat införandet av miljöbalken. De förändringar som gjorts av rapporten berör enskilda frågor medan de övergripande resultaten och slutsatserna från den preliminära slutrapporten kvarstår. Detta gäller såväl den positiva helhetsbedömningen av förutsättningarna att lokalisera djupförvaret till Östhammars kommun som värderingen av de mest intressanta områdena, Forsmark och Hargshamn. Båda dessa områden kvarstår som intressanta. Liksom tidigare anser SKB att Forsmark är det område som bör prioriteras för en eventuell platsundersökning i Östhammars kommun.

Med denna slutrapport avslutas SKB:s förstudie i Östhammars kommun.



Kaj Ahlbom
Projektledare för
Förstudie Östhammar



Claes Thegerström
vVD, chef Lokalisering

Förändringar i denna rapport jämfört med den preliminära slutrapporten

Kommunfullmäktiges yttrande över den preliminära slutrapporten i december 1999 har inneburit att flera kompletterande delutredningar genomförts. Dessa har sammanställts i rapporten Förstudie Östhammar – Kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten samt kompletterande utredningar, SKB R-00-24. I denna slutrapport har resultaten från dessa utredningar införts. Parallellt med kommunens remisshantering har SKB gjort geologiska fältkontroller av intressanta områden i närheten av Forsmark och Hargshamn samt en utredning avseende naturvärden i Forsmarksområdet. Resultaten från dessa studier har inarbetats i slutrapporten. Även förändringar av de yttre förutsättningarna för förstudien, exempelvis införandet av miljöbalken och resultat från SKB:s fortlöpande utvecklingsarbete avseende djupförvaret, har påverkat rapportens innehåll.

Nedan ges en kortfattad beskrivning av vilka förändringar som gjorts i respektive kapitel jämfört med den preliminära utgåvan.

Kapitel 1

Kapitlet har utökats med ett inledande avsnitt om djupförvarsfrågan i ett långsiktigt etiskt perspektiv, där också ansvarsfrågan mellan generationer belyses. Vissa justeringar av tidsplaner, avfallsmängder med mera har gjorts baserat på uppgifter i SKB:s FUD-program 98 och Plan 2000. Vidare ges en sammanfattning av regeringens beslut över FUD-program 98. Dagsläget vad gäller lokaliseringsarbetet har uppdaterats till maj 2000.

Kapitel 2

I kapitlet ingår nu även en beskrivning av kommunens remisshantering av den preliminära slutrapporten och de kompletterande utredningar som gjorts. Samråd, dialog och information har anpassats till miljöbalkens bestämmelser om samrådsförfarande. Vidare har beskrivning av samverkan på nationell nivå utökats med de förändringar som skett sedan 1997.

Kapitel 3

De förändringar som har skett i kommunen och vid Forsmarksverket sedan 1997 har beaktats. I övrigt är texten i stort sett oförändrad.

Kapitel 4

SKB:s aktuella material avseende lokaliseringskriterier och program för platsundersökningar ligger till grund för redovisningen i detta kapitel. Avsnittet om lokaliseringsförutsättningar i kärntekniska kommuner har flyttats till kapitel 2.

Kapitel 5

Kapitlet har utökats med resultaten från SKB:s fältkontroller vid Forsmark och Hargshamnsområdet. Vidare har avsnittet om berggrundens vattengenomsläpplighet omarbetats, liksom beskrivningen av osäkerheter i förutsägelser av klimatförändringar. En tredimensionell tolkning av berggrundsförhållandena vid Forsmarksområdet har tillfogats.

Kapitel 6

Beskrivningar av anläggningsutformning och djupförvarets drift har modifierats något med hänsyn till pågående utvecklings- och projekteringsarbete för djupförvaret. Vidare har kapitlet kompletterats med en översiktlig diskussion om hur bergmassorna kan hanteras.

Kapitel 7

Kartor och text har reviderats för att motsvara dagsläget vad avser skyddade och värdefulla områden för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv i kommunen. Detta gäller även länsstyrelsens strategi för miljövårdsarbete, miljöarbetet inom kommunen liksom kommunens miljösituation. En fördjupad redovisning ges om naturvärden i Forsmarksområdet. Vidare har avsnittet om hur grundvattnet kan påverkas kring förvaret och möjliga konsekvenser av detta utökats.

Kapitel 8

Kapitlet har tillförts aktuella uppgifter rörande befolkning och sysselsättning samt resultat från fördjupade studier avseende ett djupförvars påverkan på fastighetspriser. Vidare finns en mera ingående redovisning av osäkerheter i långsiktiga samhällsprog-
noser. I övrigt är texten i stort sett oförändrad.

Kapitel 9

Presentationen har reviderats med hänsyn till nya resultat och redigerats för att ge en mer tydlig och koncis redovisning. Kapitlet innehåller en sammanfattande bedömning av resultaten från förstudien med utgångspunkt från de fyra lokaliseringsfaktorerna långsiktig säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle. Vidare görs en samlad be-
dömning av de två mest intressanta områdena, Forsmark och Hargshamn.

Bilaga 1

Tidsplaner, avfallsmängder med mera följer de uppgifter som ges i FUD-program 98 och Plan 2000. Grunddata om djupförvaret har uppdaterats med beaktande av det pågående utvecklings- och projekteringsarbetet för djupförvaret.

Bilaga 2

Förteckningen över utredare inom förstudien har kompletterats med de utredare som SKB anlitat under förstudiens kompletteringsskede.

Bilaga 3

Beskrivningen av referensgruppens arbete har kompletterats med perioden augusti 1997 till maj 2000. Liksom tidigare är det Carl Johan Nässén, Östhammars kommuns ansvarige kontaktman i förstudien, som står som författare. Referensgruppens granskning av förstudiens utredningar fram till utgivning av den preliminära slutrapporten resulterade i ett antal frågor och förslag till kompletteringar och korrigeringar av utredningarna. Dessa frågor och förslag, tillsammans med SKB:s svar, redovisas i den preliminära slutrapportens bilaga 3. Frågor och synpunkter som uppkommit senare, främst med anledning av den preliminära slutrapporten, framgår i allt väsentligt av kommunens yttrande över förstudiens preliminära slutrapport, som återges i sin helhet i bilaga 4 i denna rapport.

Bilaga 4

Bilaga 4 har tillkommit och återger kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten.

Bilaga 5

Motsvarar bilaga 4 i den preliminära slutrapporten. I bilagan sammanfattas de noteringar som gjorts vid samrådsmötena vid länsstyrelsen i Uppsala län. I de fall SKB lämnat skriftliga svar och synpunkter på samrådsgruppens frågor finns dessa att tillgå i protokoll från länsstyrelsen. I några fall redovisas de i den preliminära slutrapportens bilaga 4.

Bilaga 6

Motsvarar bilaga 5 i den preliminära slutrapporten. I bilagan sammanfattas den informationsverksamhet som SKB bedrivit eller deltagit i under förstudien. Bilagan har kompletterats med perioden augusti 1997 till augusti 2000.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	11
1 Inledning	17
1.1 Avfallssystemet	17
1.2 Djupförvaret	20
1.3 Etappindelning av djupförvarsprogrammet	22
1.4 Lokaliseringsarbetet	24
1.4.1 Utgångspunkter	24
1.4.2 Översiktsstudier, förstudier och platsundersökningar	25
1.5 Regeringens beslut angående lokaliseringsprocessen	27
1.5.1 Kompletteringen till FUD-program 92	28
1.5.2 FUD-program 95	28
1.5.3 FUD-program 98	29
2 Förstudien i Östhammar	31
2.1 Överväganden om en förstudie i Östhammar	31
2.2 Organisation	32
2.2.1 SKB:s projektorganisation	32
2.2.2 Kommunens förstudieorganisation	32
2.3 Genomförande	33
2.4 Samråd, dialog och information	34
2.4.1 Samrådsprocessen	34
2.4.2 Dialog lokalt i kommunen	36
2.4.3 Regionalt samråd vid länsstyrelsen	37
2.4.4 Nationell samverkan	38
3 Östhammars kommun	39
3.1 Kommunen	39
3.1.1 Allmänna uppgifter	40
3.1.2 Utbildning	41
3.1.3 Kommunikationer	41
3.1.4 Näringsliv	41
3.1.5 Kultur, turism och friluftsliv	42
3.2 Forsmark	43
4 Faktorer och kriterier för lokalisering	45
4.1 Allmänt	45
4.2 Lokaliseringsfaktorer	46
4.2.1 Säkerhet	48
4.2.2 Teknik	49
4.2.3 Mark och miljö	50
4.2.4 Samhälle	50
4.3 Lokaliseringskriterier i en förstudie	51
4.4 Underlag vid val av områden för platsundersökningar	52
4.5 Program för platsundersökning	53

5	Förutsättningar för långsiktigt säkerhet	55
5.1	Inledning	55
5.2	Bedömningsunderlag från förstudien	57
5.2.1	Delrapporter	57
5.2.2	Underlagsmaterial	58
5.2.3	Informationstäthet och kvalitet	61
5.3	Osäkerheter	61
5.4	Berggrund och jordtäcke	63
5.4.1	Översikt	63
5.4.2	Jordarter	64
5.4.3	Bergarter	67
5.4.4	Berggrundens homogenitet och tolkningsbarhet	72
5.4.5	Deformationszoner	72
5.4.6	Fältkontroll av Forsmark- och Hargshamsområdena	76
5.4.7	Stabilitet	81
5.4.8	Exploateringsintressen	84
5.5	Grundvatten	88
5.5.1	Grundvattenbildning och grundvattenströmning	88
5.5.2	Berggrundens vattengenomsläpplighet	89
5.5.3	Grundvattenkemi	94
5.5.4	Förändringar på lång sikt	98
5.6	Geologiska förhållanden vid Forsmarksverket och SFR	100
5.6.1	Bakgrund	100
5.6.2	Undersökningar i djupa borrhål i Forsmarksregionen	101
5.6.3	Maringeologisk kartläggning av närområden till SFR	101
5.7	Bedömning av lokaliseringspotential ur långsiktig säkerhetssynpunkt	102
5.7.1	Allmän bedömning av kommunens förutsättningar	102
5.7.2	Lokalisering till Forsmarksområdet	105
5.7.3	Lokalisering till Hargshamsområdet	105
6	Tekniska förutsättningar	109
6.1	Inledning	109
6.2	Bedömningsunderlag från förstudien	110
6.3	Avfallet	111
6.4	Djupförvaret	112
6.5	Utförning av djupförvarets industrianläggning ovan jord	114
6.6	Bergtekniska erfarenheter av betydelse för bygge av djupförvarets underjordsanläggningar	121
6.7	Personalbehov	127
6.8	Transporter av radioaktivt avfall och andra godsslag	130
6.9	Transportsystemet	132
6.10	Hamnar	133
6.11	Landtransport	135
6.12	Transportsäkerhet	136
6.13	Arbetsmiljö och strålskydd	138

7	Mark- och miljöaspekter	143
7.1	Inledning	143
7.2	Bedömningsunderlag	144
7.3	Naturförhållanden samt skyddade och värdefulla områden	144
	7.3.1 Naturförhållanden	144
	7.3.2 Naturvård	145
	7.3.3 Friluftsliv	148
	7.3.4 Kulturmiljövård	148
	7.3.5 Odlingslandskap	151
	7.3.6 Jord- och skogsbruk samt yrkesfiske	151
	7.3.7 Vattenförsörjning och vindkraftutbyggnad	151
7.4	Miljövårdsarbetet i Östhammars kommun	153
	7.4.1 Länsstyrelsens strategi	153
	7.4.2 Miljöarbetet inom kommunen	153
	7.4.3 Miljösituationen inom kommunen	153
7.5	Djupförvarets påverkan på omgivningen	156
	7.5.1 Uttag av bergmassor	156
	7.5.2 Utsläpp till luft	156
	7.5.3 Påverkan på vatten	157
	7.5.4 Buller, vibrationer och ljussken	160
	7.5.5 Olyckor, brand med mera	160
	7.5.6 Hushållning med naturresurser	160
	7.5.7 Anpassning till omgivningen	160
	7.5.8 Återställande och långsiktig miljöpåverkan	161
7.6	Bedömning av lokaliseringspotential	161
	7.6.1 Sammanställning av skyddade och värdefulla områden	161
	7.6.2 Lokaliseringspotential – utpekade lägen	164
8	Samhällsaspekter	167
8.1	Inledning	167
8.2	Bedömningsunderlag från förstudien	167
8.3	Östhammars förutsättningar	169
8.4	Östhammars framtida utveckling	175
8.5	Referensprognoser	175
8.6	Lokala och regionala effekter av en djupförvarsetablering	180
8.7	Jämförelser med andra anläggningar	184
8.8	Turism, besöksnäring och fastighetspriser	185
8.9	Bedömning	188
8.10	Slutkommentar	190
9	Sammanfattande värdering	193
9.1	Lokaliseringsförutsättningar i Östhammars kommun	193
	9.1.1 Bakgrund	193
	9.1.2 Långsiktig säkerhet	193
	9.1.3 Teknik	198
	9.1.4 Mark och miljö	201
	9.1.5 Samhälle	203
9.2	Helhetsbedömning från förstudien	204

Referenser	207
Ordförklaringar	219
Bilaga 1 Radioaktivt avfall – egenskaper och mängder samt några grunddata för djupförvaret	227
Bilaga 2 SKB:s förstudieorganisation	233
Bilaga 3 Dokumentation av referensgruppens arbete	235
Bilaga 4 Östhammars kommuns yttrande över den preliminära slutrapporten	245
Bilaga 5 Samrådsmöten på länsstyrelsen	253
Bilaga 6 Information och samverkan – aktiviteter	261

Sammanfattning

SKB:s helhetsbedömning från förstudien i Östhammars kommun är att Forsmarks- och Hargshamnssområdena troligen är lämpliga alternativ för en djupförvarsetablering. Det finns bra tekniska förutsättningar att bygga och driva verksamheten vid ett djupförvar i något av dessa områden. Samtidigt kan påverkan på miljön begränsas genom att befintliga industriområden utnyttjas för ovanjordsanläggningen och genom att landtransporter undviks. Båda alternativen bedöms även ge goda förutsättningar för en långsiktigt säker förvaring av kärnavfallet i berggrunden. Innan detta kan fastställas krävs dock omfattande undersökningar, inklusive provborrningar. De fördelar som en samlokalisering med SFR och Forsmarksverket ger medför att SKB anser att sådana undersökningar i första hand bör göras vid Forsmark.

Förstudiearbetet i kommunen

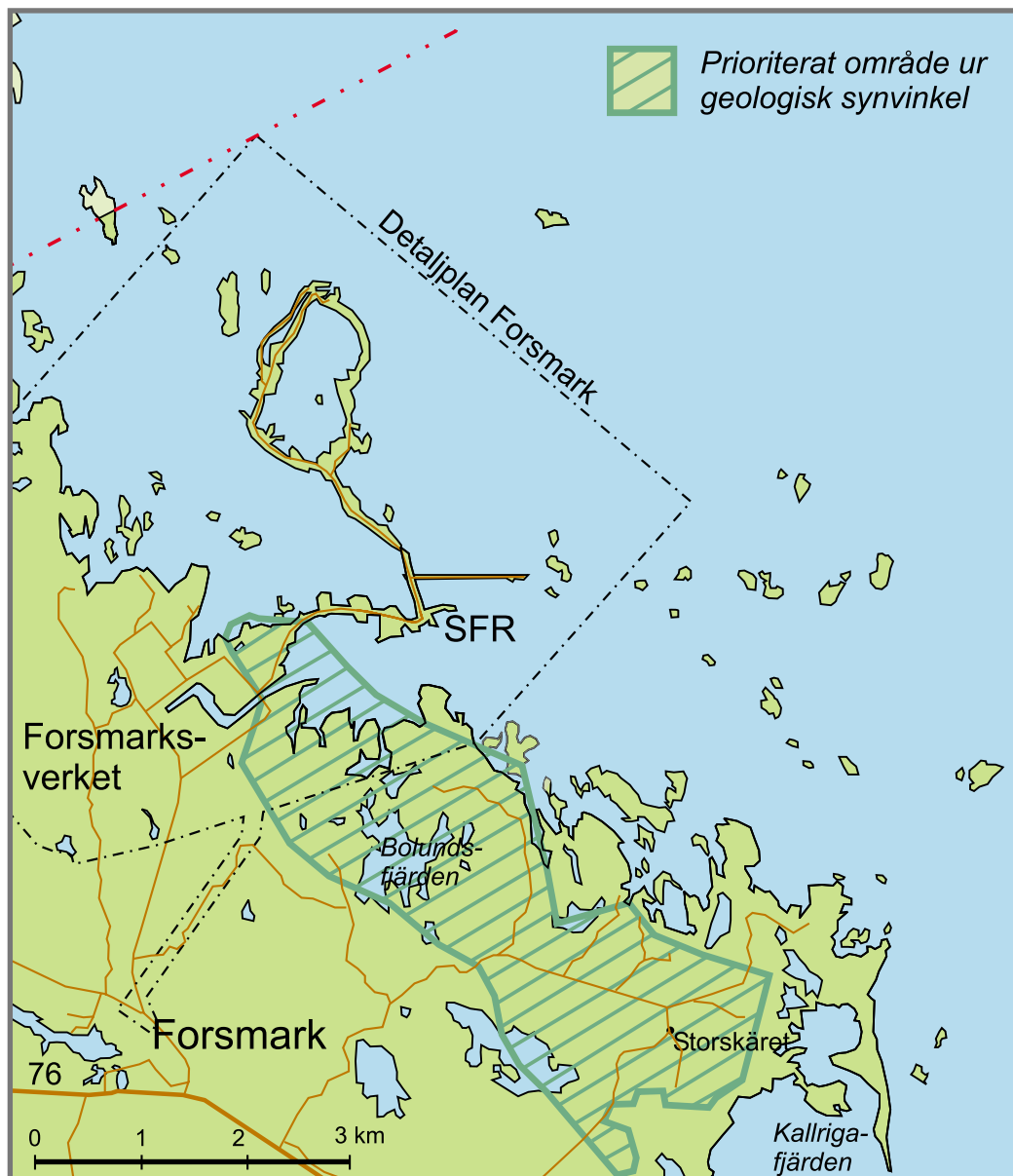
Under våren 1995 gjorde SKB en översiktlig sammanställning av lokaliseringsförutsättningarna för ett djupförvar i fem kommuner med kärntekniska anläggningar. En av dessa var Östhammars kommun. Slutsatsen var att kommunen har sådana geologiska förutsättningar att den bedömdes intressant för vidare studier. Detta, tillsammans med den kunskap och erfarenhet av kärnteknisk verksamhet och hantering av radioaktivt avfall som finns i kommunen, har varit de viktigaste skälen till att SKB har ansett det intressant att genomföra en förstudie av möjligheterna att lokalisera ett djupförvar till Östhammars kommun.

Kommunfullmäktige i Östhammar beslutade i juni 1995 att medge att SKB får göra en förstudie. SKB initierade ett antal utredningar som genomfördes av olika experter från universitet, högskolor och konsultfirmor. Med resultaten av dessa utredningar som grund sammanställde SKB i september 1997 en preliminär slutrapport. Kommunfullmäktiges yttrande över den, tillsammans med SKB:s kompletterande utredningar, har sedan lett fram till denna slutrapport.

Parallellt med utredningsarbetet har samråd hållits vid länsstyrelsen i Uppsala län. Detta har skett inom ramen för ett förberedelsearbete inför en eventuell framtida miljökonsekvensbeskrivning. I ett senare skede, i samband med en eventuell platsundersökning, kan tidigt och utökat samråd enligt miljöbalkens bestämmelser inledas. SKB har under förstudiearbetet fört en dialog med allmänhet, organisationer och politiker i kommunen, bland annat genom sitt informationskontor i Östhammar.

Förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar i Östhammars kommun

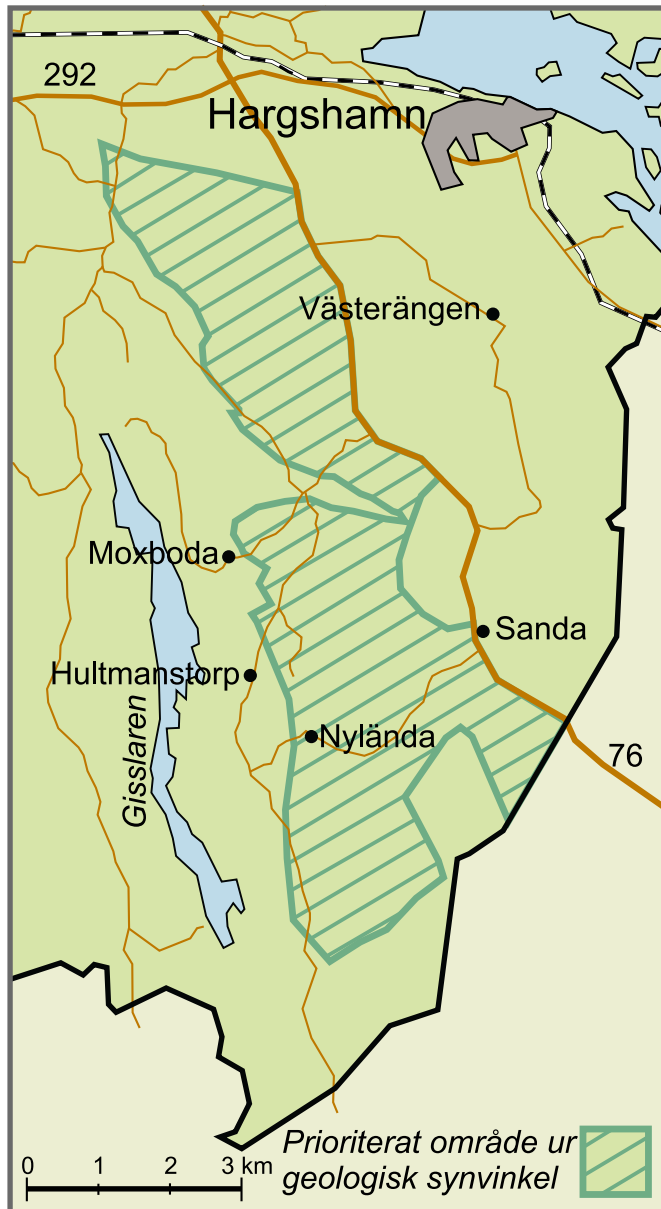
SKB:s bedömning är att det finns goda skäl för att vid en platsundersökning mer detaljerat studera förutsättningarna för ett djupförvar i Östhammars kommun. Mest intressant är att förlägga djupförvarets ovanjordsanläggning till Slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR) vid Forsmark med underjordsanläggningen i området mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden, se figur 1. Med hjälp av en sluttande tunnel förbinds ovan- och underjordsanläggningarna. Därmed kan förvaret förläggas till en lämplig berggrund samtidigt som de fördelar som en samlokalisering med SFR och Forsmarksverket ger tas till vara. En lokalisering vid SFR gör också att djupförvaret inte stör eventuell utbyggnad av anläggningar för framtida energiproduktion inom Forsmarksområdet. Eftersom både djupförvaret och SFR kommer att drivas under många år efter avstängningen av



Figur 1. Geologiskt lämpligt område för vidare studier mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden. Endast den del av området som ligger utanför naturreservatet Kallriga är markerat. Om djupförvaret förläggs till detta område kan dess industrianläggning ovan jord placeras i anslutning till SFR:s byggnader i Forsmarks hamn.

den sista kärnkraftsreaktorn kan samordningsvinster med SFR, i form av delad hamn, verkstäder, kontor, informationsverksamhet, bevakning med mera kvarstå även efter den sista reaktorns stängning.

Ett alternativ som också bedöms som intressant är en förläggning av ovanjordsanläggningen till Hargshamn med underjordsanläggningen i det geologiskt lämpliga området väster om väg 76, se figur 2. Ovanjordsanläggningen skulle i det fallet placeras inom ett område som för närvarande iordningställs som industrimark invid hamnen. Liksom för Forsmarksalternativet skulle anläggningarna ovan och under jord förbindas med en sluttande tunnel. I båda dessa alternativ undviks därmed landtransport av kärnavfall på allmän väg eller järnväg.



Figur 2. Geologiskt lämpligt område för vidare studier väster om Hargshamn. Endast den del av området som inte berörs av särskilda naturvårdsintressen eller miljöbalkens skydd av vissa kuststräckor har markerats.

I Hargshamn finns en hamn med kapacitet för djupförvarets transporter av kärnavfall och återfyllnadsmaterial. Även i Forsmark finns en hamn som kan ta emot transporter av kärnavfall. För sjötransport av återfyllnadsmaterial kan vissa utbyggnader eller alternativt omlastning i annan hamn till mindre fartyg bli aktuellt. Ett annat alternativ kan vara landsvägstransport av återfyllnadsmaterial från exempelvis Hargshamn.

När det gäller de bergbyggnadstekniska förutsättningarna för ett förvar finns det omfattande och goda erfarenheter från utbyggnaden av SFR-förvaret och bergarbetena för kärnkraftverket i Forsmark. Dessa har inte visat på några ovanliga eller försvårande omständigheter för byggande och drift. SFR-förvaret är dock mer ytligt beläget än djupförvaret.

Mark- och miljöaspekter

Ett djupförvar kan placeras och utformas med god anpassning till skyddade och värdefulla områden och till befintlig infrastruktur. Detta är en bidragande orsak till att miljöpåverkan från djupförvarets anläggning ovan jord blir liten i förhållande till verksamhetens omfattning. Även underjordsanläggningen på 500 meters djup bedöms, generellt sett, medföra ringa påverkan på miljön.

I Östhammars kommun visar en sammanställning av bland annat natur- och kulturvärden att det finns möjligheter att lokalisera djupförvaret vid Forsmarksverket och i stora delar av kommunens inland. Övriga delar av kommunens kust- och skärgårdsområde, liksom vissa områden i inlandet är däremot olämpliga för en lokalisering.

Vid en lokalisering till Forsmark skulle djupförvarets ovanjordsanläggning placeras inom ett detaljplanelagt område för kärnteknisk verksamhet. Det känsliga kustläget innebär att särskild hänsyn behöver tas vid utformning av byggnader och övriga installationer så att störningar och påverkan på landskapsbilden begränsas. Detta gäller inte minst upplag av bergmassor. Det geologiskt intressanta området mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden är av riksintresse för naturvärden, och inom området finns delar med höga naturvärden. I området bedrivs även ett intensivt skogsbruk. Genom att företrädesvis använda befintliga skogsbilvägar, och i övrigt planera verksamheten så att störningar begränsas, kan en platsundersökning genomföras med hänsyn till områdets naturvärden. Eventuella byggnader för ventilation och personaltransporter till underjordsanläggningen bör kunna placeras vid befintliga vägar eller på andra platser där känslig natur inte störs. Hur anläggningarna och verksamheten ovan och under jord kan utformas i detalj för att begränsa konsekvenserna för miljön utreds vid en eventuell platsundersökning och redovisas i en miljökonsekvensbeskrivning.

En lokalisering till Hargshamn innebär att ovanjordsanläggningen förläggs till ett befintligt industriområde vid hamnen. Byggnader och verksamhet kan därför utformas så att miljöpåverkan begränsas och med anpassning till hamnens övriga verksamhet. Hargshamn ligger i ett kust- och skärgårdsområde där, enligt miljöbalkens bestämmelser, vissa typer av industrier, bland annat kärnteknisk verksamhet, inte får etableras. En etablering av ovanjordsdelen i Hargshamn kan därför eventuellt förhindras på grund av bestämmelserna i miljöbalken. Skulle detta alternativ bli aktuellt måste denna fråga nogta prövas. Det geologiskt intressanta området, och därmed platsen för ett eventuellt förvar, ligger väster om väg 76 och berörs därför inte av dessa bestämmelser. Skulle platsundersökningar bli aktuella behöver emellertid särskilda naturvårdsintressen och andra intressen inventeras i det området på liknande sätt som har gjorts för Forsmarksområdet.

Samhällspåverkan

SKB:s bedömning är att det finns goda samhälleliga förutsättningar för att bygga och driva ett djupförvar i Östhammars kommun. Inom regionen finns arbetskraft och kompetens för huvuddelen av de arbeten som uppkommer vid anläggningen. Den kärntekniska verksamheten i Forsmark med kärnkraftverket och SFR bidrar till ett kunnande och engagemang kring framförallt kärntekniska frågor men också vad gäller lokalisering, upphandling, utbyggnad och drift av kärntekniska anläggningar.

Ett djupförvar i Östhammars kommun kommer till stånd endast om SKB, kommunen, säkerhetsmyndigheterna och regeringen är övertygade om att kraven på säkerhet kan tillgodoses. Skulle så bli fallet innebär det ett långsiktigt åtagande både från kommunen och från kärnkraftindustrin. Bygge, drift och förslutning av djupförvaret sker under en tidsrymd av cirka 50 år och kommer att sätta sin prägel på samhället. Vad som kommer att upplevas som positivt respektive negativt ur samhällets synpunkt är i viss utsträckning en fråga om bedömningar och värderingar.

Bland de positiva effekterna kan nämnas fler arbetstillfällen. Under den reguljära driften beräknas cirka 220 personer sysselsättas vid förvaret och cirka 100 personer indirekt i kommunen eller regionen. Till detta kommer ökad sysselsättning i besöksnäringen och i andra företag som resultat av spin-off effekter. Den långa tidsrymden från beslut om ett förvar till dess att det kan tas i drift innebär att riktade utbildningsinsatser kan göras så att den ökade sysselsättningen i stor utsträckning kan komma kommunens invånare till del.

Bland de negativa effekterna kan nämnas den oro som kan uppstå kring frågor som berör säkerheten, fastighetspriser och att turismen skulle minska. I förstudien har dessa frågor belysts, främst genom att studera vad som har hänt vid andra liknande etableringar. Några tecken på att dessa farhågor skulle besannas har inte framkommit. För turismen förutses tvärtom ett tillskott. Samtidigt finns det ingen möjlighet att med säkerhet uttala sig om vilka effekterna i verkligheten skulle bli.

I Östhammars kommun finns konkreta erfarenheter av vilka konsekvenser tillkomsten av Forsmarksverket och SFR har medfört. Det finns därför goda möjligheter för var och en av kommunens invånare att själv bedöma vilken påverkan ett djupförvar troligen skulle ha på samhället.

Helhetsbedömning

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

I figur 3 visas hur djupförvarets anläggning ovan jord kan placeras i anslutning till SFR och hur omgivningarna ser ut i det område som ses som intressant för djupförvarets anläggning under jord.



Figur 3. Den övre bilden visar ett fotomontage av en tänkt placering av djupförvarets ovanjordsdel vid SFR (vy mot söder). I bildens bakgrund finns det geologiskt intressanta området för djupförvarets underjordsdel. Gränsen till det intressanta området antyds i figuren. Den undre bilden visar en del av det originalfoto som använts för den övre bilden.

1 Inledning

Inom det svenska systemet för hantering av radioaktivt avfall planeras ett djupförvar på cirka 500 meters djup i berggrunden. I förvaret placeras totalt cirka 4 000 kapslar med använt kärnbränsle omgivna av ett antal barriärer som ska förhindra spridning av radioaktivitet. Lokaliseringsarbetet för djupförvaret är en stegvis process som i huvudsak omfattar översiktsstudier, förstudier i 5–10 kommuner och minst två platsundersökningar. När en plats är vald för djupförvaret, görs detaljundersökningar på platsen och byggandet av förvaret inleds. Efter den inledande driften, då cirka 10 % av kapslarna deponeras, görs en utvärdering. Om denna faller väl ut, deponeras resten av kapslarna och förvaret kan därefter förslutas. Lokalisering, bygge, drift och förslutning av djupförvaret beräknas ta storleksordningen 50 år.

1.1 Avfallssystemet

Djupförvarskonceptet och dess genomförande följer de etiska grundprinciper som KASAM (Statens råd för kärnavfallsfrågor) formulerade redan 1987 /1-1/: *”Ett slutförvar bör utformas så att det dels gör kontroll och åtgärder onödiga, dels inte omöjliggör kontroll och åtgärder.”* Dessa etiska värderingar ligger väl i linje med de värderingar som varit vägledande vid utvecklingen av det system SKB planerar för omhändertagande av det svenska kärnavfallet. I den fortgående debatten i Sverige och internationellt om etiska aspekter på kärnavfallsfrågan har fokus i hög grad riktats på frågan om hur en rättvis fördelning av risker, bördor och resurser kan åstadkommas mellan den nu verksamma generationen och kommande generationer. SKB:s inställning är att dagens generation inte bör utsätta kommande generationer för större risker än vad vi själva tycker är acceptabelt. Den generation som åtnjuter fördelarna av kärnkraften har också det fulla ansvaret att skapa ett på såväl kort som lång sikt säkert förvar.

Det är därför angeläget att vi idag, när kunskap, teknik och resurser finns, uppfyller de krav som ställs i kärntekniklagen att *”Den som bedriver kärnteknisk verksamhet skall svara för att de åtgärder vidtas som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall”*. I förpliktelsen mot framtiden ligger emellertid också att vi med dagens handlande inte får blockera eventuella framtidsmöjligheter i form av fortsatt kunskapsutveckling och tänkbar teknisk utveckling. Handlingsfrihet framstår därför som ett lika viktigt arv att lämna till kommande generationer som minskade bördor och risker. SKB:s inriktning för att lösa kärnavfallsfrågan i enlighet med ovanstående princip är att, med utgångspunkt från dagens kunskaper och teknik, projektera och bygga ett förvar som ur radiologisk synpunkt erbjuder en sådan säkerhetsnivå att människa och miljö vare sig nu eller i en framtid kan komma till skada. Samtidigt ska djupförvaret utformas så att möjligheter finns för återtag av avfallet. Detta ger kommande generationer en möjlighet att använda eventuell framtida teknik för att oskadliggöra avfallet eller att använda det som resurs.

SKB:s huvudinriktning är att det använda bränslet ska inkapslas och därefter slutdeponeras i ett djupförvar på cirka 500 meters djup enligt den så kallade KBS-3-metoden. Denna huvudinriktning är accepterad av säkerhetsmyndigheterna och regeringen. Det pågår också ett kontinuerligt arbete runt alternativa förvarskoncept /1-2/, och även om förstudien beskriver förhållanden av betydelse för ett KBS-3-förvar är resultaten i sina huvuddrag tillämpliga även för en bedömning av lokaliseringsmöjligheter.

heterna för andra typer av bergförvar. Det kan också nämnas att någon form av slutförvaring behövs även om en metod som transmutation skulle bli verklighet. Arbetet med djupförvaret blir därför väsentligt även med en sådan teknik.

Figur 1-1 visar en översikt över de olika delarna i det svenska systemet för hantering av radioaktivt avfall. Det radioaktiva avfallet från kärnkraftsprogrammet har varierande form och aktivitetsinnehåll, alltifrån praktiskt taget inaktivt sopavfall till starkt radioaktivt använt kärnbränsle.

Olika avfallstyper kräver olika hantering, och systemets utformning baseras på följande grundprinciper:

- Kortlivat avfall deponeras snarast efter att det uppkommit.
- Använt bränsle mellanlagras i cirka 30 år innan det kapslas in och placeras i ett djupförvar.
- Långlivat låg- och medelaktivt avfall deponeras i ett särskilt förvarsutrymme. Detta kan förläggas i anslutning till djupförvaret för använt kärnbränsle eller till någon annan plats.

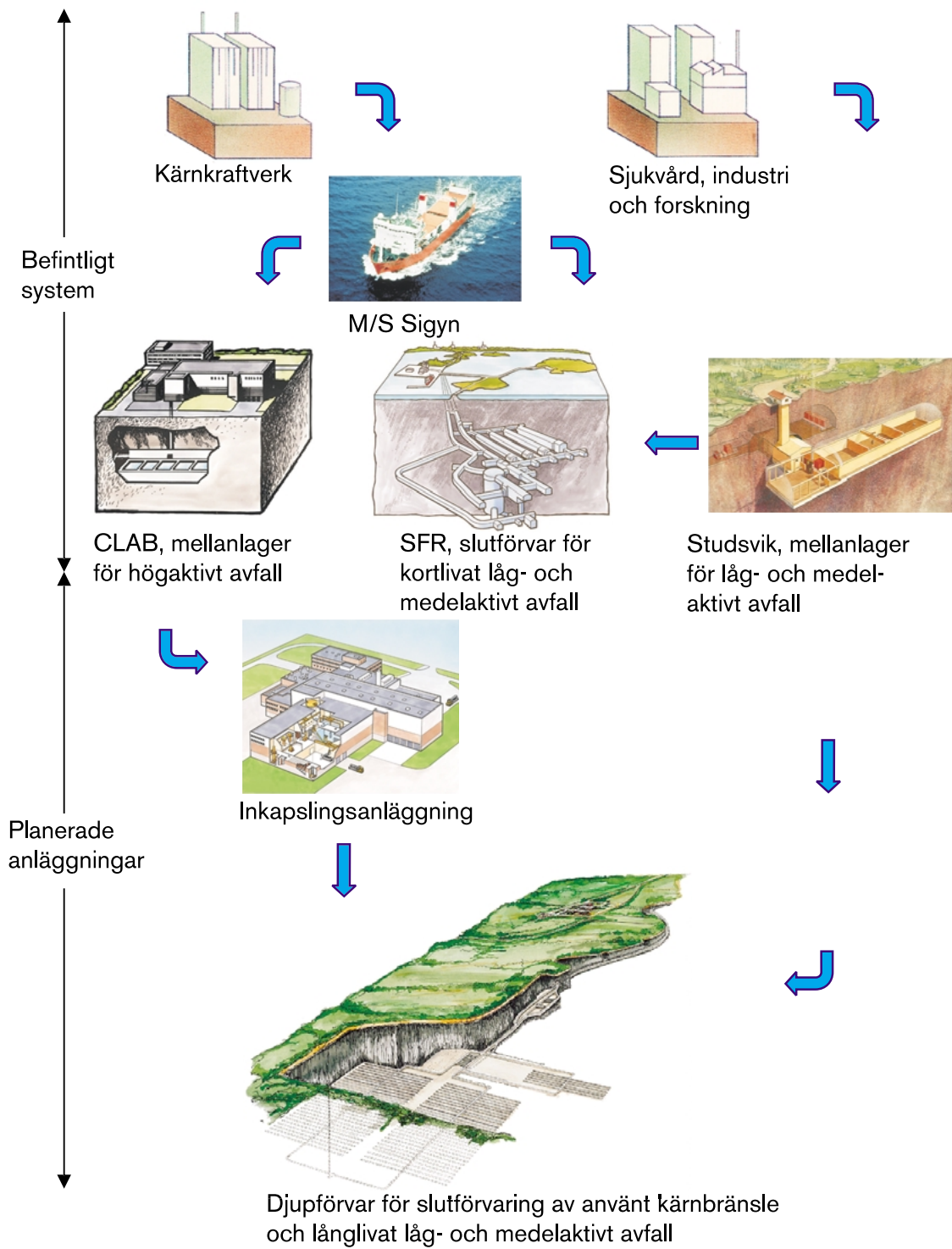
De beräknade mängderna av olika avfallstyper inom det svenska kärnkraftsprogrammet redovisas i bilaga 1. De senaste beräkningarna av de mängder som produceras har gjorts med antaganden om 25 respektive 40 års drift av samtliga tolv kärnkraftsreaktorer /1-3/. Med utgångspunkt från dessa beräkningar kan antalet kapslar med använt bränsle förutsägas bli cirka 4 000 stycken (cirka 3 100 vid 25 års drift, cirka 4 500 vid 40 års drift). De tolv reaktorerna kan emellertid komma att ha olika driftstid. Efter trepartiöverenskommelsen om kärnkraftens avveckling kan det vara rimligt att anta att några reaktorer drivs längre än till det tidigare uttalade året för avveckling 2010 medan andra reaktorer stängs av tidigare.

Mängden långlivat låg- och medelaktivt avfall beräknas till cirka 25 000 kubikmeter, och mängden drift- och rivningsavfall beräknas till cirka 220 000 kubikmeter.

Hanteringssystemet som det ser ut idag, se figur 1-1, är resultatet av en successiv utveckling och utbyggnad under en tjuogoårsperiod. Rollfördelningen har enkelt uttryckt varit (och är) att kärnkraftindustrin – genom Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) – ansvarar för och genomför arbetet, myndigheterna granskar och övervakar, medan statsmakten anger styrande beslut och riktlinjer. Denna rollfördelning har fastlagts av riksdagen i kärntekniklagen.

Två avfallsanläggningar har tagits i drift. Slutförvaret för Radioaktivt driftavfall (SFR) är beläget under havsbotten utanför Forsmarks kärnkraftverk i Uppland. Här slutdeponeras kortlivat låg- och medelaktivt driftavfall från kärnkraftverken, avfall från sjukhus, forskning och industri samt i ett senare skede rivningsavfall från avveckling av kärnkraftverken. Vid Oskarshamns kärnkraftverk finns det Centrala mellanlagret för Använt kärnbränsle (CLAB), dit det använda bränslet från kärnkraftverken successivt förs. Under cirka 30 års planerad mellanlagring i CLAB:s vattenbassänger minskar bränslets aktivitetsinnehåll med cirka 90 %. Både SFR och CLAB är bergförlagda anläggningar.

Förutom dessa anläggningar har också ett transportsystem utvecklats och tagits i drift för att ombesörja transporterna av de olika avfallstyperna från kärnkraftverken och Studsvik till avfallsanläggningarna.



Figur 1-1. Anläggningar inom det svenska avfallshanteringssystemet.

Det som enligt SKB:s planering återstår att bygga för att systemet ska bli komplett är:

- En inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle.
- Ett djupförvar för inkapslat, använt bränsle.
- Ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Vidare återstår en anpassning av transportsystemet för djupförvarets transporter, en fabrik för tillverkning av kapslar, vissa utbyggnader av SFR samt den nu pågående utbyggnaden av CLAB.

Inkapslingsanläggningen planeras enligt huvudalternativet att byggas i direkt anslutning till CLAB. För närvarande pågår projektering och utvecklingsarbete, bland annat utprovas metoder för kapseltillverkning. Kapsellaboratoriet i Oskarshamn är i detta sammanhang ett centrum för utveckling av inkapslingsteknik och utbildning av personal till inkapslingsanläggningen.

Lokaliseringsprocessen för djupförvaret för använt kärnbränsle pågår och beskrivs närmare i avsnitt 1.4. Utvecklings- och projekteringsarbete för djupförvaret har bedrivits sedan lång tid tillbaka.

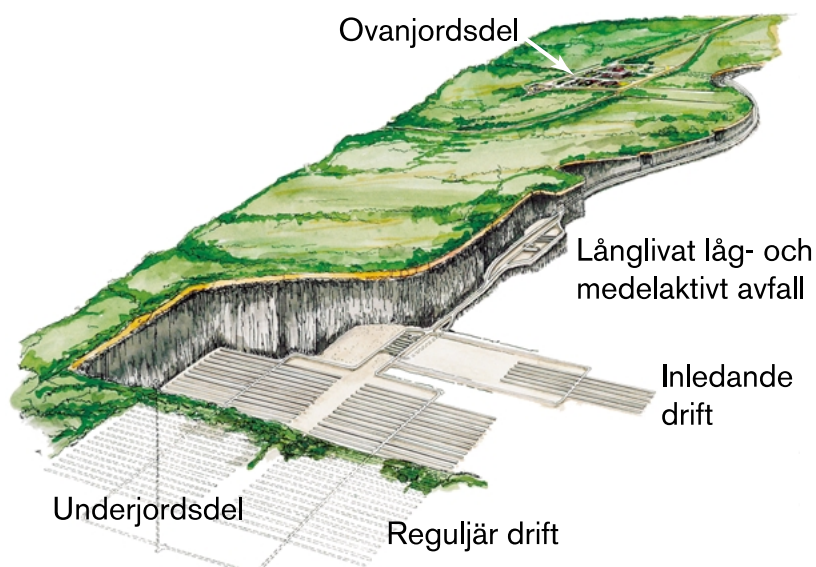
Långlivat låg- och medelaktivt avfall kommer enligt planerna att slutförvaras på några hundra meters djup i berggrunden. Huvudalternativen är en samlokalisering med djupförvaret för använt kärnbränsle eller med SFR, men även en lokalisering till någon annan plats kommer att studeras. Den nu pågående lokaliseringsprocessen är inriktad på att finna en plats på vilken det går att bygga ett långsiktigt säkert djupförvar för inkapslat använt kärnbränsle och syftar därför enbart till en ansökan om att lokalisera och uppföra djupförvaret för använt kärnbränsle. Ansökan om lokalisering och uppförande av slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall kommer att hanteras som ett separat ärende som inte blir aktuellt förrän efter år 2025. Däremot belyses möjligheten att förlägga slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall till den aktuella platsen för ett djupförvar för använt kärnbränsle inom ramen för de nu pågående lokaliseringsstudierna för djupförvaret.

1.2 Djupförvaret

Figurerna 1-2 och 1-3 visar huvuddragen i djupförvarets planerade utformning, respektive principerna för att åstadkomma en säker förvaring. Till sin utformning är ett djupförvar en industri med anläggningar både ovan och under jord. Underjordsdelarna förläggs på cirka 500 meters djup och består till största delen av horisontella tunnel-system. Huvuddelen av tunnelsystemen är deponeringsområden; dels ett mindre område för den inledande driften (cirka 400 kapslar) och dels större områden för den reguljära driften (cirka 3 600 kapslar). Om slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall placeras i anslutning till djupförvaret tillkommer ett mindre område för detta avfall.

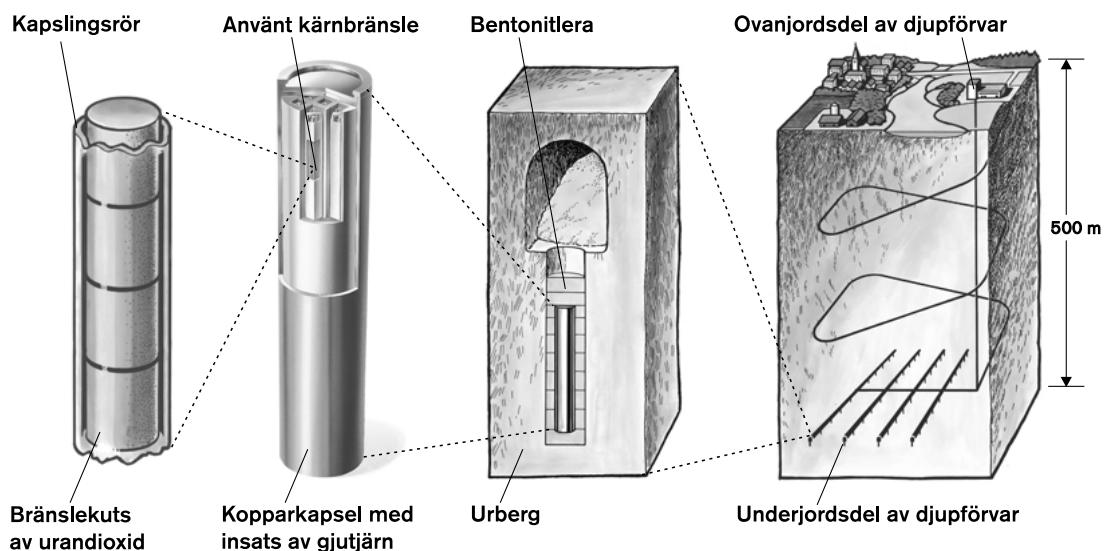
Syftet med djupförvaringen är att isolera det använda bränslet så att det inte kan skada människa eller miljö, nu eller i framtiden. KBS-3-metoden innebär att en långsiktigt säker förvaring uppnås genom ett antal barriärer som hindrar att radionuklider sprids:

- Bränslet är kemiskt mycket stabilt och svårösligt i vatten. Detta utgör en kraftig begränsning för upplösning och transport av radioaktiva ämnen från förvaret även om någon kapsel skulle skadas.



Figur 1-2. Principskiss av djupförvarsanläggningen.

- Bränslet placeras i korrosionsbeständiga kopparkapslar. De är fem meter långa och har en insats av järn för mekanisk hållfasthet.
- Kapslarna deponeras i borrhål i tunnarnas golv och bäddas in i en speciell lera, bentonit, som skyddar mot berg rörelser och begränsar möjligheten till grundvatten rörelser i förvaret.
- Urberget ger en stabil miljö för dessa barriärer och utgör i sig en extra skyddsbarriär.



Figur 1-3. Djupförvarets skyddsbarriärer.

1.3 Etappindelning av djupförvarsprogrammet

Lokalisering, bygge och drift av djupförvaret är en process som sker i etapper. Som framgår av figur 1-4 måste SKB ansöka om tillstånd inför de olika etapperna. Dessa är:

- Etapp 1. Lokalisering.
- Etapp 2. Detaljundersökning och bygge.
- Etapp 3. Inledande drift och utvärdering.
- Etapp 4. Reguljär drift.
- Etapp 5. Förslutning och långsiktig övervakning.

Tidsplanen för genomförandet av djupförvarsprojektet framgår av figur 1-4. Hur snabbt lokaliseringsprocessen framskrider är emellertid beroende av såväl tekniska som samhälleliga och politiska faktorer, av vilka särskilt de två senare är svåra att tidssätta. Allmänt kan man konstatera att de största osäkerheterna beträffande tidsåtgång finns i den inledande etappen. För en mer utförlig diskussion om tidsplanen hänvisas till FUD-program 98 /1-2/. Huvudaktiviteter inom respektive etapp redovisas nedan.

Etapp 1. Lokalisering

Lokaliseringsarbetet innebär att det underlag som behövs för att välja plats för djupförvaret tas fram. Underlaget består av översiktsstudier över hela landet, förstudier i åtta kommuner, varav sex utgör urvalsunderlag för fortsatta studier, samt platsundersökningar i minst två kommuner. Platsundersökningar kan enligt planerna inledas tidigast år 2002 och beräknas ta 4–8 år att genomföra.

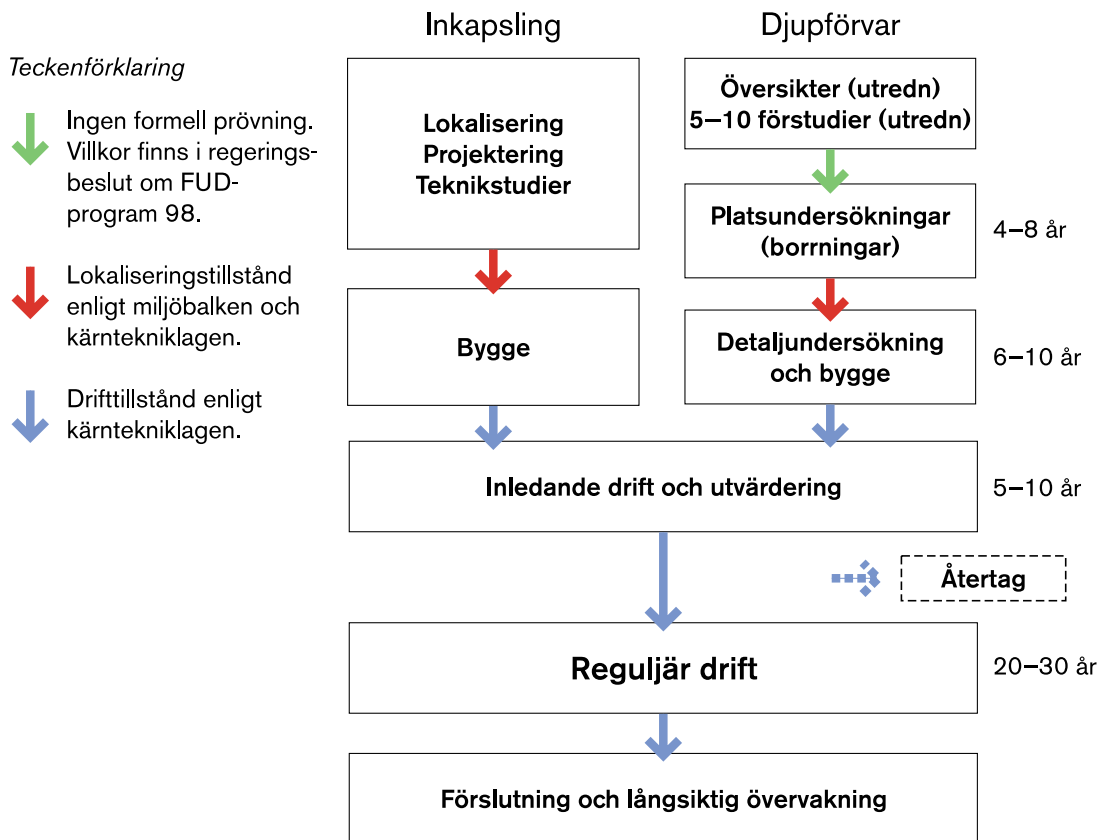
Parallellt pågår arbete med anläggningsutformning och projektering, funktions- och säkerhetsanalyser samt arbete med en miljökonsekvensbeskrivning (ett MKB-dokument) och samråd. Etappen avslutas med sammanställning av underlag inför lokaliseringsansökan till regeringen enligt miljöbalken, och ansökan om att få uppföra djupförvaret enligt kärntekniklagen (KTL). Samråd och miljökonsekvensbeskrivningar diskuteras i avsnitt 2.4 och en mera utförlig redovisning av etappens aktiviteter ges i avsnitt 1.4.

Etapp 2. Detaljundersökning och bygge

Etappen innebär projektering och bygge av djupförvarets ovan- och underjordsanläggningar med tillhörande utrustningar och maskiner. De bergvolymerna som tas i bruk undersöks successivt, främst med utgångspunkt från borrhål och tunnlar ner till förvarsdjup. Ovan jord byggs djupförvarets industrianläggning samt anslutande vägar och eventuell järnväg. En löpande granskning av arbetet med att uppföra djupförvaret, baserat på lokaliseringstillståndets föreskrifter för de olika stegen i processen, utförs av framförallt Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI). Etappen avslutas med provdrift utan radioaktivt material samt ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen för inledande drift.

Etapp 3. Inledande drift och utvärdering

Under den inledande driften deponeras cirka 10 % av de totalt cirka 4 000 kapslarna med använt kärnbränsle. I samband med den inledande driften görs en ingående utvärdering av hela systemet. Detta ger möjlighet att ta tillvara drifterfarenheterna och att allmänt beakta den tekniska utveckling som skett under processens gång. Möjlighet finns att återta de deponerade kapslarna.



Figur 1-4. Tidsplan för djupförvarsprojektet.

Förutsatt att utvärderingen av den inledande driften faller väl ut och man bestämmer sig för att gå vidare, ansöks om tillstånd enligt kärntekniklagen för reguljär drift.

Etapp 4. Reguljär drift

Under den reguljära driften deponeras resterande cirka 3 600 kapslar med använt kärnbränsle. Under denna etapp kan även långlivat låg- och medelaktivt avfall komma att deponeras i ett särskilt deponeringsområde.

Under både den inledande och den reguljära driften sker deponering i iordningställda tunnlar parallellt med att nya tunnlar byggs ut. Utbyggnaden av förvaret pågår därför under hela dess driftperiod.

Etapp 5. Förslutning och långsiktig övervakning

Efter avslutad deponering kan förvaret hållas öppet ytterligare en tid eller förslutas direkt. Förslutning av förvaret görs efter ansökan om tillstånd för detta enligt kärntekniklagen. Vid förslutningen återfylls underjordsanläggningarna och pluggas igen varefter ovanjordsanläggningarna kan rivras eller användas för annan verksamhet. Även om ett beslut tas om förslutning direkt efter avslutad drift har de först deponerade kapslarna, liksom den omslutande bergvolymen, övervakats under flera decennier. Dessa erfarenheter bör vara till god hjälp när ett framtida beslut om förslutning av förvaret ska fattas. Frågorna om eventuell framtida övervakning av förvaret och/eller förvarsplatsen samt hur tillgänglig information ska bevaras avgörs av den generation som då är verksam.

1.4 Lokaliseringsarbetet

1.4.1 Utgångspunkter

Lokaliseringsarbetet syftar till att ta fram allt underlag som behövs för val av en plats för djupförvaret och för att tillstånd att påbörja detaljundersökningar på denna plats ska kunna beviljas.

Lokaliseringen av djupförvaret är en nyckelfråga för det svenska kärnavfallsprogrammet, och lokaliseringsarbetet är en både kontroversiell och mångfacetterad verksamhet. Teknik och framförallt säkerhet står i centrum, men det handlar också om samhällsplanering, politik och opinion. Erfarenheter från andra etableringar, bland annat kärnkraftverken, CLAB och SFR, är en värdefull tillgång i lokaliseringsarbetet, men inget tidigare projekt är i alla delar jämförbart med djupförvaret.

Lokaliseringen av djupförvaret är beroende av en rad säkerhetsmässiga, tekniska, miljömässiga och samhällsrelaterade faktorer. De kriterier och faktorer som är vägledande i arbetet diskuteras närmare i kapitel 4. Det viktigaste är att välja en plats där de säkerhetsmässiga förutsättningarna uppfyller mycket högt ställda krav.

Det program för djupförvarets lokalisering som SKB utarbetat presenterades utförligt i kompletteringen till FUD-program 92 /1-4/. Till grund för programmet ligger bland annat långvariga och omfattande vetenskapliga studier och undersökningar. Syftet med dessa har varit att bygga upp en allmän kunskap om det svenska urberget och de förhållanden som skulle kunna påverka funktionen av ett djupförvar. Studierna startade i slutet av 1970-talet och har pågått kontinuerligt sedan dess. Vidare har allmänna erfarenheter av exempelvis lokalisering, byggande och drift av berganläggningar tagits tillvara.

En stor del av bakgrundsarbetet har utgjorts av SKB:s egna undersökningar av bergförhållanden på djupet i svenskt urberg. Undersökningarna har bland annat omfattat en ingående kartläggning av urberget på en rad platser i landet (det så kallade typområdesprogrammet), forskningen i Stripa gruva och arbetena i samband med Aspö-laboratoriets etablering. SKB och andra organisationer har också gjort omfattande säkerhetsanalyser för djupförvar i svenskt urberg /1-5/.

Viktiga övergripande resultat från dessa studier är:

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

Det är mot den bakgrunden som SKB anser det rimligt och realistiskt att vända sig till kommuner som dels kan ha bra geologiska förutsättningar för ett djupförvar /1-6/ och dels är intresserade av att medverka i lokaliseringsprocessen. Det existerande svenska systemet med mellanlagring i CLAB gör det också praktiskt möjligt för SKB att utan tidspress grundligt pröva möjligheterna att genomföra lokaliseringen och senare djupförvaringen i samverkan med potentiellt lämpliga kommuner.

1.4.2 Översiktsstudier, förstudier och platsundersökningar

Det underlag som behövs för att välja en plats för djupförvaret tas fram i översiktsstudier, förstudier och platsundersökningar. Dessa studier görs i olika skalor och genomförs parallellt. Exempelvis finns länsvisa översiktsstudier för hela landet utom Gotland. Förstudier finns från åtta kommuner, och på ett tiotal platser i landet finns erfarenheter från borrhningar ner till 700–800 meters djup i berggrunden. Dessutom finns Äspö-laboratoriet med sitt underjordslaboratorium. Detta har lett till att en överföring av kunskap och erfarenheter mellan studier i olika skalor hela tiden har kunnat ske.

Översiktsstudier

Översiktsstudier är den samlade beteckningen för det omfattande bakgrundsarbete som ger de generella förutsättningarna för lokaliseringen av ett djupförvar med utgångspunkt från främst säkerhetsmässiga och miljömässiga faktorer. De geologiska utredningarna gäller urberget generellt sett, landet som helhet och större regioner. I översiktsstudierna sammanställs bland annat databaser i nationell skala över faktorer som på olika sätt är intressanta ur lokaliseringssynpunkt. Resultaten publiceras fortlöpande, huvudsakligen i form av tekniska rapporter.

Under våren 1995 gjorde SKB en översiktlig sammanställning av förutsättningarna för ett djupförvar i fem kommuner med kärntekniska anläggningar: Varberg, Kävlinge, Oskarshamn, Östhammar och Nyköping /1-7/. En samlad redovisning, Översiktsstudie 95 /1-6/, presenterades i samband med FUD-program 95 /1-8/. Senare har denna kompletterats med länsvisa översiktsstudier för samtliga län (utom Gotland). Resultaten av länsstudien över Uppsala län redovisades under 1998 /1-9, 1-10/. SKB har också särskilt utrett för- och nackdelar med att lokalisera djupförvaret till norra respektive södra Sverige liksom aspekter av en förläggning vid kusten respektive inlandet /1-11/.

Förstudier

I en förstudie utreds möjligheterna att lokalisera ett djupförvar inom en viss kommun. Studierna baseras huvudsakligen på befintligt material. Viktiga frågor som behandlas är:

- Vilka är de allmänna förutsättningarna för lokalisering av ett djupförvar till kommunen?
- Inom vilka delar av kommunen kan det finnas berggrund som är speciellt gynnsam med avseende på ett djupförvars långsiktiga säkerhet?
- Vilka är de tekniska förutsättningarna för att anlägga ett djupförvar i kommunen och hur kan transporterna ordnas?
- Vilka förutsättningar finns från mark- och miljösynpunkt?
- Vilka kan konsekvenserna bli (positiva och negativa) för befolkning, miljö och samhällsutveckling inom kommunen och regionen?

SKB behöver inga formella tillstånd för att genomföra en förstudie. Uppläggningsen i praktiken är dock sådan att förstudierna förutsätter att SKB och den aktuella kommunen kommer överens om program och former för genomförandet.

En förstudie ska ge ett brett faktaunderlag för såväl kommunen som SKB. Båda parter kan sedan var för sig ta ställning till om de är intresserade av att en platsundersökning påbörjas. Samma faktaunderlag blir tillgängligt för alla intresserade som därmed får möjlighet att påverka och framföra synpunkter långt innan några beslut behöver fattas om lokalisering av djupförvaret.

Förstudiens syfte är således att undersöka om det finns förutsättningar att förlägga ett djupförvar till kommunen och att ge underlag till beslut om fortsatta undersökningar. Frågor om principerna för slutförvaring, det valda konceptets för- och nackdelar, samt metoderna för att utvärdera den långsiktiga säkerheten behandlas i andra sammanhang och utreds inte i förstudien. Däremot finns det givetvis möjlighet att ta upp dessa frågor i den dialog som förs med alla intresserade i anslutning till en förstudie. Det är också viktigt att notera att resultaten från en förstudie inte medger några långtgående slutsatser om den långsiktiga säkerheten. Det beror på att man i detta tidiga skede i allmänhet inte har tillgång till data om berggrundsförhållanden på djupet på någon specifik plats. Sådana är nödvändiga för en helhetsbedömning av säkerheten.

SKB:s lokaliseringsprogram omfattar åtta förstudier, vilket har bedömts vara rimligt för att säkerställa tillgång till ett tillräckligt brett underlag för beslut i senare skeden av lokaliseringsprogrammet.

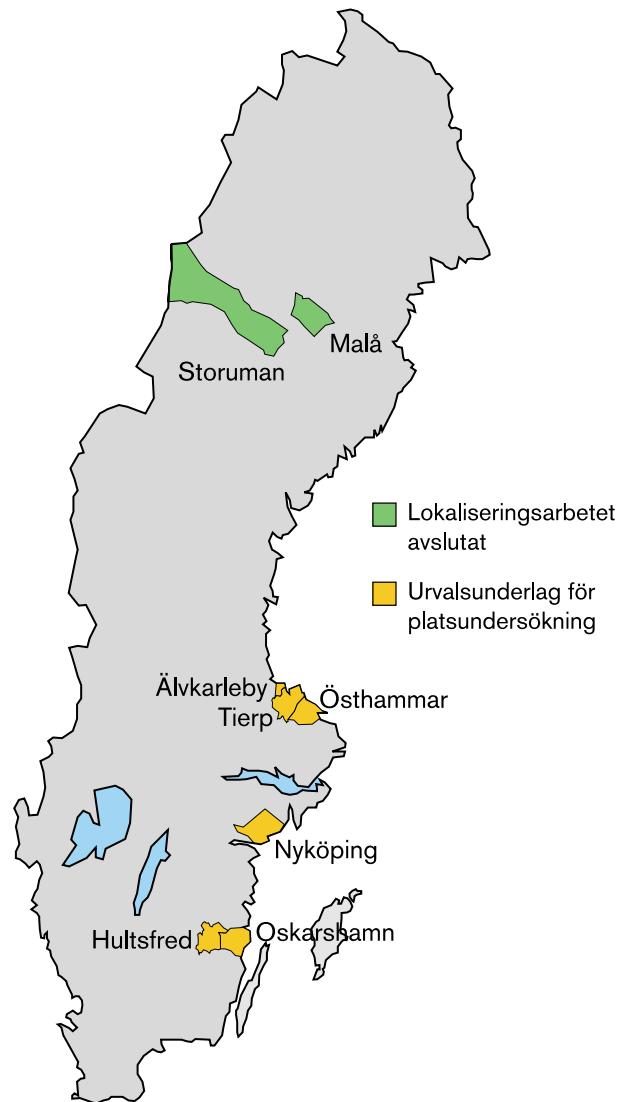
Dagsläget vad gäller genomförandet av förstudier indikeras i figur 1-5. Förstudierna i Storumans och Malå kommuner slutrappoterades under 1995 respektive 1996 /1-12, 1-13/. Resultaten visade att det kan finnas goda förutsättningar för ett djupförvar i dessa kommuner. Kommunala folkomröstningar har dock sagt nej till fortsatta undersökningar. Detta innebär för SKB:s del att kommunerna inte deltar i den fortsatta lokaliseringsprocessen. De underlag som togs fram i Storuman och Malå kommer emellertid även fortsättningsvis att vara en tillgång som jämförelsematerial.

Under perioden 1997 till 2000 har preliminära slutrappoter presenterats för de övriga förstudiekommunerna som utöver Östhammar är: Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Hultsfred och Älvkarleby. Respektive kommun har haft möjlighet att granska och ge synpunkter på de preliminära slutrappoterna. Under remisstiden har SKB gjort kompletterande utredningar inom förstudierna. Samtliga dessa förstudier slutrappoterats under hösten och vintern 2000/2001 /1-14 – 1-18/. Ytterligare några kommuner i landet har i olika skeden övervägt förstudier men avstått.

Platsundersökningar

Med utgångspunkt från resultaten i översiktsstudier och förstudier planerar SKB att välja ut minst två platser för platsundersökningar. Dessa undersökningar tar 4–8 år i anspråk och beräknas kunna inledas tidigast under år 2002. Undersökningarna innebär att man gör en ingående kartläggning av bergförhållandena. Bland annat utförs omfattande undersökningar i borrhål, till förvarsdjup eller ännu djupare. De plats-specifika data som tas fram ligger till grund för förslag till en platsanpassad utformning av djupförvaret och till heltäckande analyser av säkerhet och funktion. Parallellt fördjupas utredningarna från förstudien av mark-, miljö- och samhällsaspekter på en lokalisering till den undersökta platsen.

Platsundersökningarna ska ge allt underlag som behövs för att föreslå en plats för djupförvaret och att upprätta en ansökan om att påbörja detaljundersökningar på denna plats. Ansökan om att påbörja detaljundersökningar ska inkludera en miljökonsekvensbeskrivning (ett MKB-dokument). Samrådsprocessen för att upprätta miljökonsekvensbeskrivningen beskrivs i avsnitt 2.4.



Figur 1-5. Dagsläget vad det gäller förstudier i olika kommuner.

Den slutliga prövningen av ansökan om att uppföra ett djupförvar görs av regeringen enligt miljöbalken och kärntekniklagen. Om ansökan godkänns och den berörda kommunen säger ja till en lokalisering är lokaliseringsprocessen fullföljd.

1.5 Regeringens beslut angående lokaliseringsprocessen

SKB redovisar vart tredje år ett forsknings- och utvecklingsprogram, FUD-program, för hantering av det använda kärnbränslet och kärnavfallet. SKI, som gör en bred vidare remiss, och KASAM lämnar yttranden till regeringen där myndigheters och experters granskning redovisas, varefter regeringen fattar beslut över FUD-programmen. I de hittills fattade regeringsbesluten över SKB:s FUD-program har en rad klargöranden gjorts som har haft stor betydelse för det fortsatta lokaliseringsarbetet. Några av dessa sammanfattas i avsnitten nedan.

1.5.1 Kompletteringen till FUD-program 92

I maj 1995 tillkännagavs regeringens beslut avseende SKB:s kompletterande redovisning till FUD-program 92 /1-19/. De viktigaste punkterna som berör lokaliseringsprocessen kan sammanfattas enligt följande:

- Ansökan om tillstånd att uppföra ett djupförvar *”bör innehålla material som visar att platsanknutna förstudier bedrivits på mellan 5–10 platser i landet och att platsundersökningar bedrivits på minst två platser”*.
- De faktorer och kriterier som SKB angivit som vägledande för lokaliseringen *”bör enligt regeringens uppfattning vara en utgångspunkt för det fortsatta lokaliseringsarbetet”*.
- Ansökan om att påbörja detaljundersökning ska enligt regeringen prövas parallellt enligt såväl miljöbalken som kärntekniklagen. I tidigare program förutsågs prövningen baseras på naturresurslagen (numera miljöbalken), för att kompletteras med prövning enligt kärntekniklagen efter det att detaljundersökningar genomförts. Beslutet innebär alltså att prövningsskedet efter platsundersökningarna ges ökad tyngd.
- MKB-processen anges som *”ett viktigt instrument i kontakterna med myndigheter, berörda kommuner och allmänheten”*. Vidare sägs att *”Regeringen förutsätter att länsstyrelsen i det län som berörs av förstudier, platsundersökningar eller detaljstudie tar ett samordnande ansvar för de kontakter med kommuner och statliga myndigheter som behövs för att SKB ska kunna ta fram underlag till en MKB”*.
- *”De kommuner som berörs av platsvalsprocessen bör ges möjligheter att nära följa SKB:s platsvalsstudier”*. Kommuner i vilka SKB genomför förstudier kan därför på begäran erhålla upp till två miljoner kronor per år för *”kostnader som möjliggör för kommunen att följa och bedöma samt lämna information i frågor som rör slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall”*. Man uppdrar åt SKI att administrera detta, samt anger att medlen ska tas från de fonder som byggts upp för finansieringen av kärnavfallsprogrammet. Vidare sägs att berörd länsstyrelse även i detta sammanhang bör ta på sig ett samordningsansvar.

1.5.2 FUD-program 95

I beslutet från december 1996 över SKB:s FUD-program 95 konstaterade regeringen följande /1-20/:

- SKB bör inte binda sig för någon specifik hanterings- och förvaringsmetod innan en samlad och ingående analys av tillhörande säkerhets- och strålskyddsfrågor redovisats. SKB bör här redovisa hur principerna för strålskydd och säkerhet praktiskt tillämpas i säkerhetsanalyser, alternativa lösningar till KBS-3-metoden och konsekvenserna av om djupförvaret inte alls kommer till stånd.
- SKB har redovisat *”ett bra och flexibelt ramverk för framtida säkerhetsredovisningar. Mallen behöver dock vidareutvecklas och konkretiseras”*. En säkerhetsanalys av förvarets långsiktiga säkerhet bör *”vara genomförd innan en ansökan om uppförande av inkapslingsanläggning inges till myndigheterna, liksom innan platsundersökningar på två eller flera platser påbörjas”*.
- SKB:s forskningsinsatser är i internationellt perspektiv övervägande av hög klass. Den fortsatta forskningen bör ta *”hänsyn till de krav som en framtida myndighetsgranskning av säkerhetsanalyserna kommer att ställa”*. SKB bör särskilt redovisa hur stödjande forskning och utveckling knyter an till säkerhetsanalyserna och hur grundläggande osäkerheter ska hanteras.

- *”Berörda kommuner, innan platsvalsprocessen kan övergå i platsundersökningar, bör ha tillgång till SKB:s samlade redovisning av översiktsstudier, förstudier och annat bakgrundsmaterial och jämförelsematerial”* som SKB kan vilja redovisa. SKB bör kunna redovisa kriterier för utvärdering av platserna och de faktorer som utesluter fortsatta studier på en plats samt konsekvenserna av förläggning nära kusten respektive i inlandet och konsekvenserna av förläggning i södra respektive norra Sverige.
- SKB bör samråda med SKI och SSI om de förutsättningar som bör gälla för undersökningsarbetet vid platsundersökningar.

1.5.3 FUD-program 98

I sitt beslut från januari 2000 över SKB:s FUD-program 98 /1-21/ ställer regeringen ett antal villkor, av vilka de viktigaste punkterna som berör den fortsatta lokaliseringprocessen redovisas nedan:

- Regeringen kan *”komma att ange KBS-3-metoden som en planeringsförutsättning”* för SKB:s val av platser för platsundersökningar. För att göra detta behöver regeringen underlag i form av en kompletterande analys av alternativa systemutformningar. *”Den slutliga prövningen av metodvalet sker i samband med en ansökan om tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen att anlägga ett slutförvar för använt kärnbränsle m m”*.
- Regeringen konstaterar i sitt beslut att något fullständigt underlag för val av metod ännu inte föreligger. *”Utifrån nu föreliggande material bedömer dock regeringen,..., att någon form av slutförvaring i berggrunden framstår som den mest ändamålsenliga.”*
- Inför valet av platser för platsundersökningar ska SKB lämna en *”samlad redovisning av slutförda förstudier m m och ett tydligt program för platsundersökningar”* för att klarlägga om SKB:s val grundas på ett bra underlag.
- När det gäller de tidsplaner för de fortsatta arbetet som SKB redovisar i FUD-program 98, det vill säga att val av platser för platsundersökningar sker under år 2001 och att undersökningarna sedan kan inledas under år 2002, säger regeringen att man *”utgår ifrån att bolaget tillsammans med berörda kommuner arbetar efter tidsplaner som alla berörda finner ändamålsenliga”*.
- De redovisningar som regeringen i sitt beslut anger att SKB ska ta fram ska ske i *”samråd med berörda kommuner, länsstyrelser och myndigheter. En redovisning av dessa samråd ska lämnas”*. Redovisningarna ska föreligga senast vid upprättande av FUD-program 2001 (tidpunkten för nästa FUD-program enligt kärntekniklagen), men kan om de föreligger tidigare överlämnas till regeringen *”så att nödvändiga beslut kan fattas”*.

SKB håller för närvarande på med de utredningar som regeringen och myndigheter har begärt för att SKB ska kunna gå vidare med platsundersökningar. Underlag som ska ligga till grund för SKB:s val av platser för platsundersökningar tas fram i samråd med berörda kommuner, länsstyrelser och myndigheter.

2 Förstudien i Östhammar

Under 1995 inledde SKB en förstudie i Östhammars kommun. SKB har en projektorganisation som ansvarar för utredningsarbetet och för kontakterna med kommunens representanter och allmänheten. Kommunens förstudieorganisation består av en politiskt sammansatt referensgrupp och en arbetsgrupp med tjänstemän. SKB:s utredningar inom ämnesområdena långsiktig säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle har presenterats i nio delrapporter, som i september 1997 sammanställdes till en preliminär slutrapport. Kommunfullmäktiges yttrande över den preliminära slutrapporten och SKB:s kompletterande utredningar har sedan lett fram till denna slutrapport.

Dialog med kommunens invånare och organisationer förs bland annat genom SKB:s informationskontor i Östhammar. Samråd har hållits och diskussioner förts med kommunen, länsstyrelsen och berörda myndigheter. I ett senare skede, i samband med eventuella platsundersökningar, kan tidigt och utökat samråd enligt miljöbalkens bestämmelser inledas med berörda parter.

2.1 Överväganden om en förstudie i Östhammar

SKB gjorde under våren 1995 en översiktlig sammanställning av lokaliseringsförutsättningarna för ett djupförvar i fem kommuner med kärntekniska anläggningar /2-1/: Varberg, Kävlinge, Oskarshamn, Östhammar och Nyköping. Från översiktsstudien drogs slutsatsen att det befintliga geologiska underlaget för Oskarshamn, Östhammar och Nyköping är omfattande och antyder möjlighet till goda lokaliseringsförutsättningar. Materialet bedömdes också väl lämpat att ligga till grund för en förstudie med syfte att leda fram till en närmare bedömning av respektive kommuns geologiska förutsättningar för anläggandet av ett djupförvar. SKB ansåg därför det vara av primärt intresse att förstudier genomförs i dessa kommuner. För Varbergs kommun konstaterade översiktsstudien att det råder en allmän osäkerhet om berggrundens lämplighet för ett djupförvar, bland annat därför att moderna geologiska kartor saknas för stora delar av kommunen. SKB ansåg det dock önskvärt att även Varberg skulle ingå i underlaget genom att man i en förstudie kunde belysa förutsättningarna. Kommunen beslutade emellertid att inte gå vidare med frågan. För Kävlinge kommun konstaterade SKB att de geologiska och tekniska förhållandena inte lämpar sig för ett djupförvar.

Baserat på resultatet från översiktsstudien informerade SKB i april 1995 kommunstyrelsen i Östhammars kommun om sitt intresse för en förstudie i kommunen. Ett brev med motsvarande information skickades till kommunen i maj 1995. Kommunfullmäktige beslutade i juni 1995 att ge SKB tillstånd att göra en förstudie avseende förutsättningarna för förvaring av använt kärnbränsle i kommunen. Vid omröstningen i fullmäktige var 36 ledamöter för en förstudie och 12 emot.

Ett avtal mellan SKB och Östhammars kommun träffades vid början av 1996. Avtalet reglerar förstudiens omfattning och innehåll, hur den ska genomföras och hur informationen till kommunen och allmänheten ska utformas. Kommunens kostnader (upp till två miljoner kronor per år) betalas ur kärnavfallsfonden via SKI. I avtalet nämns även att SKB fortlöpande ska rapportera till en av kommunstyrelsen tillsatt referensgrupp, se avsnitt 2.2.2.

2.2 Organisation

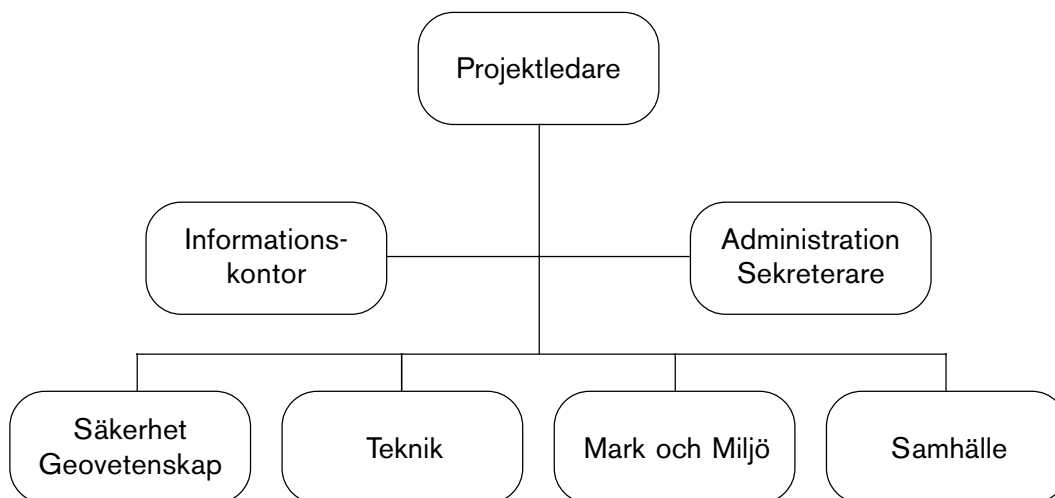
2.2.1 SKB:s projektorganisation

Ansvar för förstudien åvilar SKB som bedriver arbetet enligt den projektorganisation som visas i figur 2-1. En projektledare svarar för arbetet med utredningar och ansvarar också för dialogen mellan SKB, kommun och allmänhet. SKB har ett informationskontor i Östhammar med tre lokalt anställda informatörer. Inom vart och ett av ämnesområdena långsiktig säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle finns delprojektledare som bistår projektet med sin sakkunskap. Delprojektledarna har också till uppgift att samordna insatserna från olika experter från universitet, högskolor och konsultfirmor inom respektive ämnesområde. De utredare som anlitas i förstudien framgår av bilaga 2.

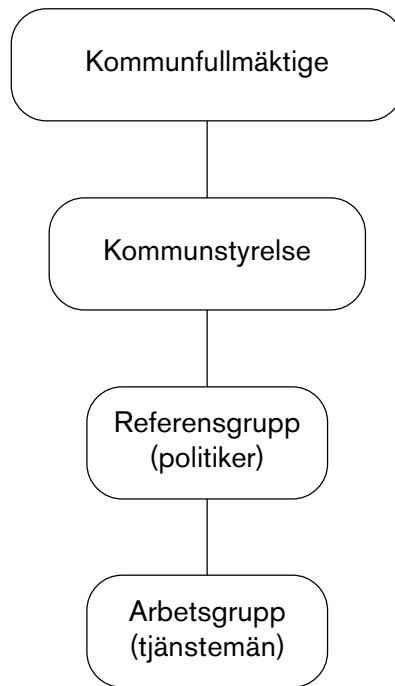
2.2.2 Kommunens förstudieorganisation

Kommunstyrelsen i Östhammar tillsatte under oktober 1995 en referensgrupp vars uppgift är att följa, granska och bedöma förstudien samt lämna information i frågor som berör ett djupförvar. Referensgruppen ska också bidra till förstudien med synpunkter och idéer. Referensgruppen har bestått av 14 ledamöter fördelade på en ordinarie ledamot och en ersättare från varje parti som är representerat i fullmäktige. Kommunen har även tillsatt en arbetsgrupp bestående av fyra kommunala tjänstemän, inklusive en projektansvarig kontaktman som svarar för det dagliga arbetet. Kommunens förstudieorganisation visas i figur 2-2.

Referensgruppens aktiviteter bestod under inledningsskedet av kunskapsuppbyggnad, vilket bland annat inkluderade besök till Forsmarksverket och SFR samt till CLAB och Äspölaboratoriet. Referensgruppen har även deltagit i en strålskyddskurs, besökt ABB Atoms bränslefabrik samt träffat representanter för Ja- och Nej-sidan från Storumans kommun liksom kommunala representanter för övriga förstudiekommuner. Gruppen har även studerat lokaliseringsprocessen i Finland och representanter för gruppen har besökt kärnavfallsanläggningar i Storbritannien, Belgien, Frankrike och Tyskland. Vidare har representanter för gruppen deltagit i nationella och nordiska möten rörande lokaliseringsprocessen, MKB-frågor och kärnsäkerhetsfrågor. Referensgruppen har medverkat i granskning av och lämnat synpunkter på underlagsrapporterna efterhand



Figur 2-1. SKB:s projektorganisation för förstudie Östhammar.



Figur 2-2. Östhammars kommuns förstudieorganisation.

som dessa blivit tillgängliga samt initierat en granskning av den preliminära slutrapporten av experter från Uppsala universitet. En annan viktig uppgift för referensgruppen har varit att lämna information till allmänheten och att ta fram informationsbroschyrer till hushållen i kommunen. Referensgruppens sammansättning och arbete redovisas i bilaga 3.

2.3 Genomförande

SKB inledde förstudien med att projektledaren tillsammans med de ämnesansvariga utarbetade ett förslag till arbetsprogram, som beskrev vilka ämnen som skulle behandlas samt hur arbetet avsågs att genomföras och organiseras. Det preliminära arbetsprogrammet remitterades till kommunen och dess referensgrupp för synpunkter. I januari 1996 tillstyrkte referensgruppen arbetsplanen med önskemål om vissa kompletteringar och i februari 1996 beslutade kommunstyrelsen att godkänna SKB:s arbetsplan /2-2/ med de tillägg som referensgruppen begärt.

Utredningsarbetet resulterade i nio delrapporter, som publicerades allt eftersom de blev klara under perioden augusti 1996 till maj 1997. I september 1997 publicerade SKB en preliminär slutrapport för förstudien, som överlämnades till kommunen, grannkommuner, länsstyrelse och andra intresserade för granskning och synpunkter. Kommunens referensgrupp gav experter från Uppsala universitet i uppdrag att granska rapporten /2-3, 2-4/. Resultaten från denna granskning och en sammanställning av kommentarer och synpunkter låg sedan till grund för kommunfullmäktiges yttrande över den preliminära slutrapporten i december 1999 (se bilaga 4).

Under 1998 har geologiska fältkontroller av intressanta områden vid Forsmarksverket och Hargshamn genomförts och redovisats i en delrapport. Ytterligare två delrapporter har presenterats under år 2000. Den ena redovisar kommunfullmäktiges yttrande över den preliminära slutrapporten och SKB:s kommentarer samt de nya utredningar, kompletteringar och förtydliganden som yttrandet föranlett. I den andra beskrivs naturvärden i det geologiskt intressanta området vid Forsmark. Den preliminära slutrapporten, kommunfullmäktiges yttrande och SKB:s kompletterande utredningar utgör underlag för denna slutrapport avseende förstudien i Östhammar.

En lista över publicerade delrapporter från förstudien framgår av tabell 2-1. Samtliga utredningar inom förstudien har genomförts av fristående experter som själva svarar för sina rapporter, medan SKB svarar för innehåll och slutsatser i slutrapporten. Parallellt med utredningsarbetet har en omfattande dialog förts med allmänhet, kommun, organisationer och myndigheter. Kommunen har i samband med utredningsarbetet kontinuerligt fått muntliga lägesrapporter om förstudiens framskridande genom sin referensgrupp. I samband med publicering av rapporter har referensgruppen deltagit i genomgångar där utredarna själva har redogjort för sina resultat. Även media har informerats på samma sätt.

2.4 Samråd, dialog och information

2.4.1 Samrådsprocessen

Under förstudiearbetet är dialogen med allmänhet, organisationer, myndigheter och politiker en viktig del av verksamheten. SKB har därför ett informationskontor i Östhammar dit allmänheten kan vända sig med frågor och synpunkter. Möten, debatter, besök vid skolor och arbetsplatser, studiebesök vid SKB:s anläggningar med mera utgör en del av SKB:s verksamhet för att nå ut till allmänheten och för att skapa en dialog med de boende i kommunen. Diskussioner har under förstudien även ägt rum på regional nivå vid länsstyrelsen och på nationell nivå.

Ansökan om att lokalisera djupförvaret till en bestämd plats innefattar upprättandet av en miljökonsekvensbeskrivning (ett MKB-dokument), som ska redovisa den påverkan på miljön, både kortsiktigt och långsiktigt, som ett djupförvar förväntas medföra. Vidare ska miljökonsekvensbeskrivningen omfatta en beskrivning av alternativa förvarsmetoder och platser, liksom ett nollalternativ. Nollalternativet brukar definieras som att ingen åtgärd vidtas och har ofta beskrivits som konsekvenserna av en förlängd (hundratals år) lagring av det använda bränslet i CLAB. Det kan konstateras att ett nollalternativ inte existerar i ett långsiktigt perspektiv för kärnavfallet, utan att en permanent lösning förr eller senare måste komma till stånd.

Miljökonsekvensbeskrivningen ska föregås av ett samrådsförfarande enligt bestämmelserna i miljöbalken. Det tidiga samrådet ska hållas med länsstyrelsen och med enskilda som särskilt berörs av den planerade verksamheten. För en kärnteknisk anläggning följs det tidiga samrådet av ett utökat samråd som inkluderar berörda myndigheter, kommuner, allmänhet och organisationer. Detta utökade samråd ska avse verksamhetens eller åtgärdens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt innehåll och utformning av miljökonsekvensbeskrivningen. SKB anser att samråden enligt miljöbalkens bestämmelser bör påbörjas vid inledningen av platsundersökningarna, eftersom det är först när konkreta platser finns för en lokalisering som man kan identifiera de särskilt berörda bland allmänheten. Det är viktigt att berörda parter tidigt har kommit överens om formerna för samrådsförfarandet. Erfarenheterna från samråden under förstudien utgör därvid en värdefull grund för ett eventuellt fortsatt arbete med legalt samråd och framtagande av ett MKB-dokument.

Tabell 2-1. Publicerade rapporter från förstudien

Presenterad	Titel
<i>Planeringsrapport</i>	
Mars -96	Organisation och arbetsplan , Kaj Ahlbom, SKB (PR D-96-005)
<i>Utredningar rörande långsiktig säkerhet</i>	
Okt -96	Jordarter, bergarter och deformationszoner , Stefan Bergman, Rune Johansson (red), Anders H Lindén, Christer Persson, Michael Stephens, Sveriges Geologiska Undersökning, Hans Isaksson, GeoVista AB, (PR D-96-016)
Okt -96	Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar , Sven Follin, Malin Årebäck, Golder Associates AB, Gunnar Jacks, Institutionen för anläggning och miljö, Kungliga Tekniska Högskolan (PR D-96-017)
Aug -96	Malmer och mineral inom Östhammars kommun , Hardy Lindroos, Mirab (PR D-96-012)
<i>Utredning rörande mark och miljö</i>	
Aug -96	Markanvändning och miljöaspekter , Lars Birgersson, Kemakta Konsult AB, Jan Sidenvall, Geosigma AB (PR D-96-011)
<i>Utredningar rörande tekniska frågor</i>	
Jan -97	Anläggningsutformning, bemanning och transportmässiga förutsättningar , Per Lindemalm, Saltech Consultants AB, Ebbe Forsgren, Vattenfall Energisystem AB, Fritz Lange, Lange Art Arkitektkontor AB (PR D-97-002)
Dec -96	Samlingsrapport avseende bergtekniska erfarenheter i regionen, sammanställning av geoinformation vid Forsmarksverket och data från kärnborrhål KFO01 vid Forsmark , Torbjörn Bergman, Sveriges Geologiska Undersökning, Lennart Ekman, Geosigma AB, Hans Isaksson, GeoVista AB, Harry Larsson, ROX AB, Bengt Leijon, Conterra AB (PR D-96-025)
<i>Utredningar rörande konsekvenser för samhället</i>	
Sept -96	Näringslivsutveckling/omvärldsanalys, Östhammar – kommunen där det gamla möter det nya , Carl Fredriksson, Stig Björne, EuroFutures AB (PR D-96-020)
Sept -96	Konsekvenser för bosättning och sysselsättning , Ulf Strömquist, Maria Plejborn, Temaplan AB (PR D-96-021)
Maj -97	Kompletterande samhällsprognoser , Lennart Stålberg, EuroFutures AB, Einar Holm, Kulturgeografiska institutionen, Umeå Universitet (PR D-97-05)
<i>Kompletterande utredningar</i>	
Dec -98	Delprojekt jordarter, bergarter och deformationszoner. Kompletterande arbeten , Stefan Bergman, Torbjörn Bergman, Rune Johansson, Michael Stephens, Sveriges Geologiska Undersökning, Hans Isaksson, GeoVista AB (R-98-57)
April -00	Naturvärden i Forsmarksområdet. Sammanställning av befintliga inventeringar, planer och program samt en fältstudie , Jacob Spangenberg, Sören Eriksson, Hushållningssällskapet i Stockholms och Uppsala län (R-00-20)
Sept -00	Kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten samt kompletterande utredningar , SKB (R-00-24)

2.4.2 Dialog lokalt i kommunen

SKB:s inställning är att lokaliseringsarbetet ska ske i en atmosfär av öppen diskussion med deltagande av SKB, kommunen, berörda myndigheter, intresseorganisationer och allmänhet. Inom förstudien bedrivs därför en rad aktiviteter för att lokalt i Östhammars kommun diskutera och informera om förstudien och det bakomliggande kärnavfallsprogrammet i sin helhet.

I mitten av februari 1996 öppnade SKB ett informationskontor i Östhammar. Här ges allmänheten möjlighet att diskutera med SKB:s personal. På informationskontoret finns tillgång till de rapporter som tagits fram inom förstudien liksom andra rapporter av intresse i sammanhanget, pressklipp och broschyrmaterial. Vidare finns en utställning som illustrerar systemet för omhändertagande av Sveriges radioaktiva avfall. Liknande utställningar finns i Forsmarksverkets informationsbyggnad samt nere i SFR (Urberg 50).

Förutom verksamheten vid kontoret har representanter för SKB medverkat vid ett stort antal informationsträffar och möten, som olika organisationer och föreningar eller SKB själva anordnat. Likaså har SKB medverkat vid mässor och liknande arrangemang som genomförts inom kommunen. Med hjälp av en utställningsbuss har informatörerna förutom de större tätorterna besökt byar i kommunen för kontakt med kommuninvånare utanför centralorten. SKB:s transportfartyg *M/S Sigyn* har under somrarna besökt Forsmark, Öregrund och Hargshamn med sin utställning. Fartyget har åren 1996, 1997, 1998 och 2000 sammanlagt besökts av cirka 20 000 personer. På *M/S Sigyn* har flera seminarier anordnats. Dessa har berört ett djupförvars påverkan på fastighetspriser, hur transporter till djupförvaret kan genomföras och konsekvenserna på samhället vid en etablering. Under förstudien har kommuninvånarna också erbjudits studieresor till CLAB, Äspölaboratoriet och Kapsellaboratoriet i Oskarshamns kommun för att på plats få se hur det använda bränslet mellanlagras och hur forskning kring djupförvarsfrågorna bedrivs. Fram till april 2000 hade drygt 200 personer utnyttjat denna möjlighet. Närboende till det intressanta området vid Forsmark har särskilt informerats, många av dem har även deltagit i de ovan nämnda studieresorna till Äspölaboratoriet. En mer utförlig redovisning av SKB:s aktiviteter i form av dialog, information och samverkan inom förstudiearbetet finns i bilaga 6. Informationskontorets personal har sammanlagt informerat ungefär 6 000 personer i kommunen, till detta kommer de kommuninvånare som informerats på *M/S Sigyn*.

Parallellt med SKB:s informationsverksamhet har Östhammars kommun inrättat ett eget informationskontor. Vidare har kommunen arrangerat en serie informationsmöten i olika delar av kommunen (fem tätorter) med deltagande av såväl SKB som berörda myndigheter, se bilagorna 3 och 6. Information om den pågående förstudien har också vid olika tillfällen lämnats till grannkommunerna, inklusive Åland.

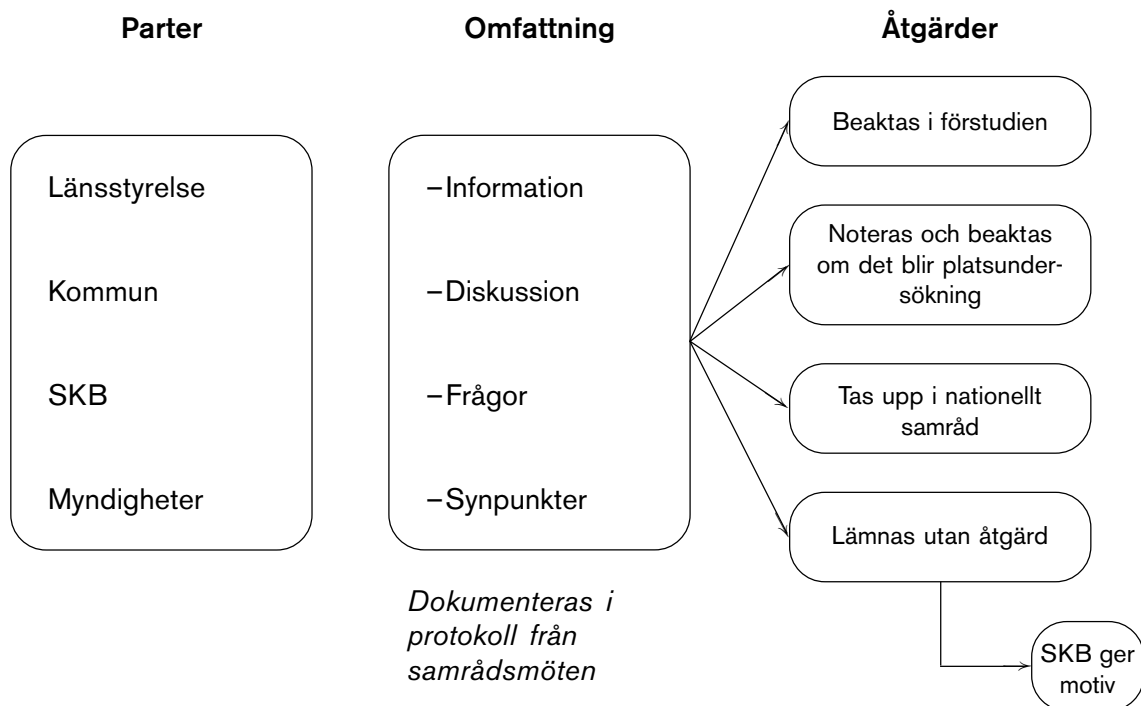
Medias bevakning av förstudien har varierat. När exempelvis den preliminära slutrapporten presenterades och när Uppsala universitet redovisade sin granskning var det många inslag i media, medan inslagen varit få under långa perioder däremellan. En artikelserie i *Uppsala Nya Tidning* med fakta om djupförvaret och lokaliseringsprocessen har förekommit liksom insändare och debattartiklar. I anslutning till att rapporter från förstudien och andra viktiga rapporter har presenterats och i samband med större mötesarrangemang har de lokala medierna bevakat dessa. Radio Uppland arrangerade i november 1996 en direktsänd debatt mellan företrädare för SKB, Folkkampanjen och kommunen. Sammantaget kan det dock konstateras att förstudien hittills inte varit någon stor fråga i den offentliga samhällsdebatten.

2.4.3 Regionalt samråd vid länsstyrelsen

Länsstyrelserna i de län som berörs av förstudier har, enligt regeringens beslut över SKB:s kompletterande redovisning till FUD-program 92, ett samordnande ansvar för kontakterna med kommuner och statliga myndigheter. Under 1996 inrättades en samrådsgrupp i Uppsala län för förstudien i Östhammar. I Uppsala län inleddes förstudier i Tierps kommun under 1998 och i Älvkarleby kommun under 1999. Samrådsgruppen har därför utvidgats med de två tillkommande förstudiekommunerna. I samrådet deltar förutom länsstyrelsen och de berörda kommunerna också SKB, SKI, SSI och den Särskilde rådgivaren på kärnavfallsområdet. Vid vissa tillfällen har gruppen utvidgats till att omfatta en större referensgrupp där bland annat grannkommuner (inklusive Åland) ingår. En sammanställning från samrådsmötena redovisas i bilaga 5.

Offentliga protokoll från mötena har upprättats av länsstyrelsen där synpunkter och frågor noterats. Synpunkter har beaktats i förstudien eller noterats för framtida beaktande vid en eventuell platsundersökning. Figur 2-3 visar vilka parter som är ständiga deltagare vid det regionala samrådets möten samt vilka åtgärder som mötena resulterar i. Kommunen har som företrädare för sina invånare ett särskilt ansvar för information till allmänheten och för att deras synpunkter tas upp vid samrådsmötena.

Om lokaliseringsstudierna går vidare efter förstudien, konkretiseras och intensifieras samrådsarbetet med tidigt och utökat samråd enligt miljöbalkens bestämmelser. Genom samrådet under förstudien har kommunen skaffat sig betydande kunskap i frågan och bör därför kunna bevaka sina intressen och konstruktivt bidra till en stabil och trovärdig process. Platsundersökningen innebär att det finns en angiven plats i kommunen och därmed kan även närboende och markägare identifieras, och dessa särskilt berörda kan därmed medverka i en formell samrådsprocess.



Figur 2-3. Samrådsprocessen under förstudien i Östhammar.

2.4.4 Nationell samverkan

I maj 1996 utsåg regeringen en Nationell samordnare inom kärnavfallsområdet /2-5/. Regeringen ansåg att det kunde finnas behov av en särskild samordningsresurs för de aktörer (kommuner, länsstyrelser, säkerhetsmyndigheter med flera) som engagerats i samband med SKB:s arbete att finna en lämplig plats för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. Den Nationelle samordnaren skulle främja samordning av de informations- och utredningsinsatser som berörda kommuner fann nödvändiga. Han skulle därvid föreslå former för informationsutbyte om hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle samt i övrigt vara beredd att koordinera kontakter mellan de kommuner och länsstyrelser som berörs av studierna.

Ett samrådsforum – Nationellt MKB-forum på kärnavfallsområdet – bildades i november 1997 som ett informellt samrådsorgan och som en del av den Nationelle samordnarens verksamhet. Syftet med Nationellt MKB-forum var främst att skapa samförstånd om vilka frågor som bör belysas i MKB-arbetet och att ge möjlighet att behandla frågor av allmän betydelse för innehållet i en miljökonsekvensbeskrivning /2-6/. Möten med Nationellt MKB-forum på kärnavfallsområdet anordnades cirka 2–3 gånger per år. Offentliga anteckningar fördes vid mötena, och arbetet inom Nationellt MKB-forum har redovisats i de årliga redogörelser för den Nationelle samordnarens verksamhet som lämnats till regeringen /2-7, 2-8/.

Den Nationelle samordnarens förordnande gick ut i juni 1999. I samband med beslut om nytt förordnande gavs funktionen benämningen ”Särskild rådgivare inom kärnavfallsområdet” /2-9/ som därmed fick en närmare knytning till regeringskansliet än vad som tidigare varit fallet. I uppdraget ingår att nära följa det pågående arbetet med att finna en plats för djupförvaret och att bistå med råd vid handläggning av ärenden som berör kärnavfallsområdet inom regeringskansliet. Den Särskilde rådgivaren medverkar också till att föra fram regeringens syn på frågor kring hantering och förvaring av använt kärnbränsle till dem som berörs av lokaliseringsprocessen.

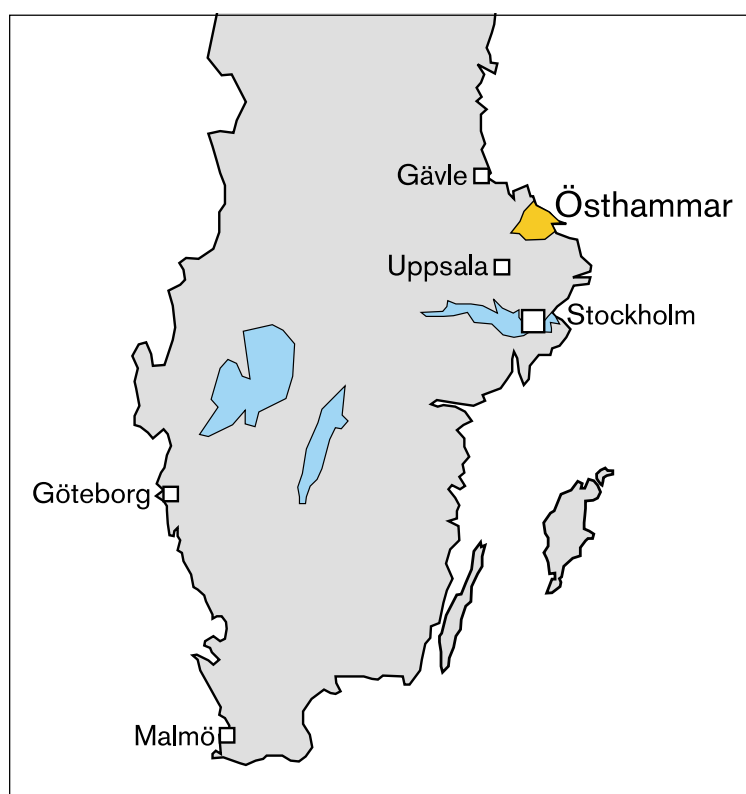
Den Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet ska främja samordningen av utbildnings- och informationsinsatser mellan berörda myndigheter, länsstyrelser och kommuner samt hålla nära kontakt med de organisationer som vill delta i lokaliseringsprocessen. Detta sker bland annat genom medverkan i de samråd som sker på regional nivå i berörda län och genom deltagande i den seminarieverksamhet som har bedrivits i några av förstudiekommunerna.

3 Östhammars kommun

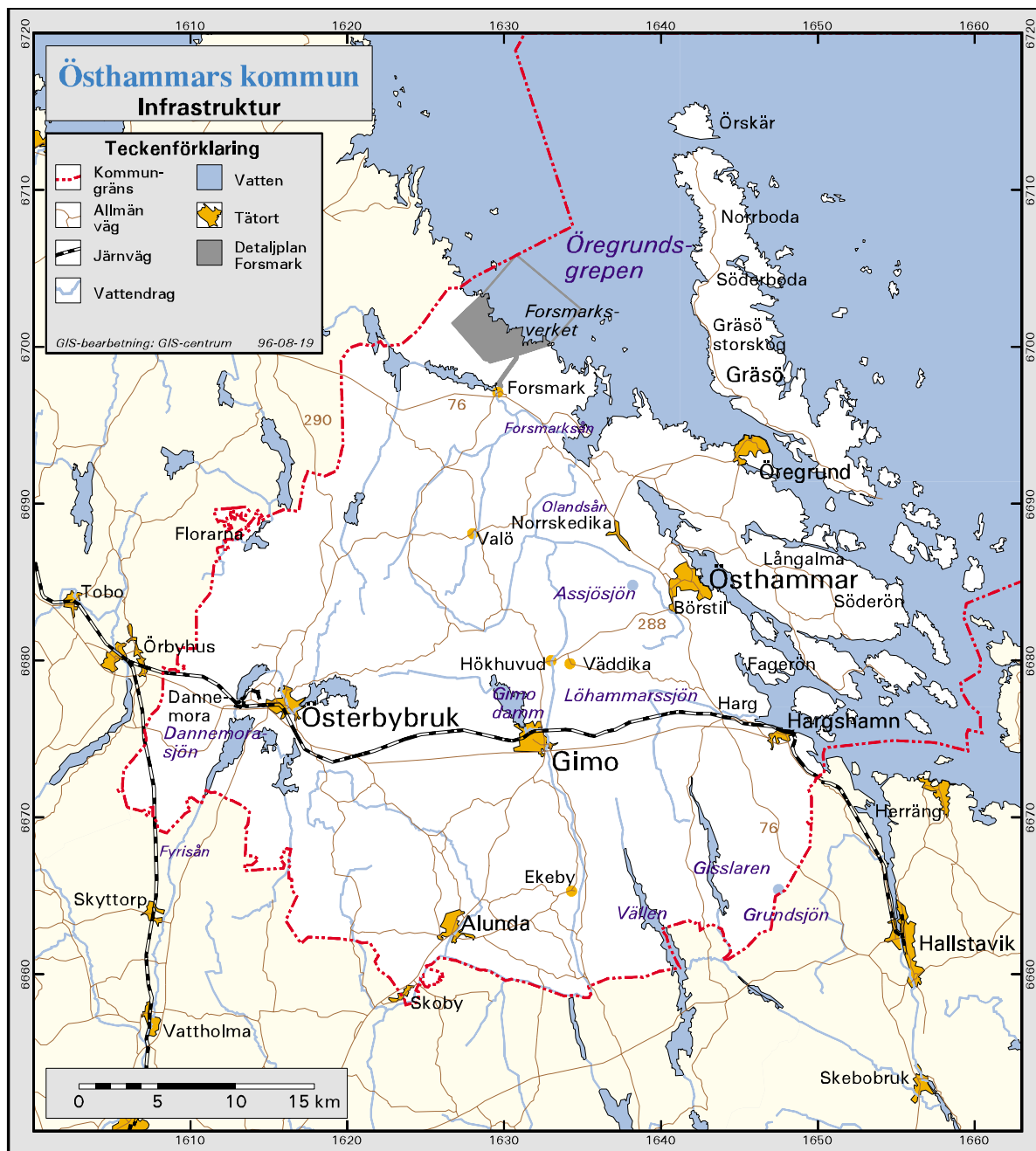
Östhammars kommun, som bildades 1974, är belägen vid norra Upplands Östersjökust. I kommunen finns flera historiskt intressanta vallonbruk och ett stort och varierande utbud av kulturevenemang. Framförallt kust- och skärgårdsområdena är viktiga mål för turisterna i kommunen. Det privata näringslivet domineras av två större företag. Det ena, Forsmarks kärnkraftverk, beskrivs här i ett eget avsnitt.

3.1 Kommunen

Östhammars kommun bildades 1974 genom sammanslagning av dåvarande Östhammars och Dannemora kommuner samt en del av Olands kommun. Kommunen är belägen i nordöstra Uppland i ett flackt landskap med omväxlande skogsmark och uppodlad mark. Jordbruket dominerar i kommunens sydöstra del kring Alunda och utefter Olandsåns dalgång. I kustområdet är landskapet öppet med inslag av småskaligt jordbruk. Genom landhöjningen tillkommer ständigt nya landområden, öar och skär. Kommunens läge visas på en karta över södra Sverige i figur 3-1, medan översiktskarta över kommunen finns i figur 3-2.



Figur 3-1. Läget av Östhammars kommun.



Figur 3-2. Översiktskarta över kommunen med läget av de flesta orter och områden som nämns i rapporten.

3.1.1 Allmänna uppgifter

Östhammars kommun har en yta på 2 790 kvadratkilometer, varav 1 452 kvadratkilometer utgör kommunens landareal. Befolkningsökningen har sedan 1970 varit kraftig och 1998 var invånarantalet 21 921 personer, vilket ger en befolkningstäthet på cirka 15 invånare per kvadratkilometer. Under de senaste åren har dock en viss minskning av folkmängden noterats. 35 % av invånarna bor utanför tätorterna. Under sommaren ökar befolkningen betydligt då 4 000 fritidshus bebos av sina ägare och då turisterna besöker kommunens tätorter, skärgården och andra besöksmål.

Den kommunala förvaltningen finns i Östhammars tätort. Folkmängden i kommunens fem större tätorter var 1998:

Östhammar	4 628	invånare
Gimo	2 677	”-
Alunda	2 269	”-
Österbybruk	2 228	”-
Öregrund	1 611	”-

Varje tätort har god kommunal service med bostäder, butiker, daghem och fritidsanläggningar.

3.1.2 Utbildning

Samtliga tätorter utom Öregrund har nioårig grundskola. I Öregrund finns grundskola till och med årskurs sex. Kommunen har uttalat en vilja att behålla de bygdeskolor som finns på landsbygden. Undervisningen bedrivs där i så kallade parallellklasser.

Gimo Utbildningscentrum togs i bruk 1991 med plats för cirka 800 elever. Förutom gymnasium inryms här teknikcentrum och studiecentrum för distansutbildning. Gymnasiet har fyra teoretiska linjer och sju linjer med yrkesutbildning. Teknikcentrum drivs i samarbete med Sandvik AB. Närheten till Uppsala och Stockholm erbjuder goda möjligheter till högskolestudier. Forsmarks skola, som drivs av Forsmarks Kraftgrupp AB, startade 1987. Det är en gymnasieskola med två grenar, energi- och datateknik, inom det naturvetenskapliga programmens andra och tredje årskurs.

3.1.3 Kommunikationer

Upplands Lokaltrafik (UL) kör med täta förbindelser till bland annat Uppsala. Direktbuss finns också dagligen till Stockholm. Med utgångspunkt från Gimo, som är centralt beläget i kommunen, är avståndet till Uppsala 47 kilometer, Arlanda 63 kilometer, Stockholm 112 kilometer och Gävle 95 kilometer.

Hargshamnns hamn har kapacitet för stora fartyg och erbjuder den kortaste sjötransportvägen mellan Sverige och Finland. Från hamnen finns goda väg- och järnvägsförbindelser.

En järnväg för godstrafik genomkorsar kommunens södra del. Den går från stambanan vid Örbyhus via Österbybruk, Gimo och Hargshamn till Hallstavik.

3.1.4 Näringsliv

Historiskt och näringspolitiskt har kommunen haft tre hörnpelare. Den ena är kustområdet i öster med fisket och sjöfarten, som därigenom utvecklats handels- och sjöfartsstäder. Den andra är den norduppländska järnhanteringen som redan på 1400-talet började utvecklas med malmen i Dannemora som bas. Gruvan, som var den sista järngruvan i Mellansverige, stängdes 1992. Den tredje är jordbruket som i större skala förekommer i Alunda- och Hökhuvudsområdena.

Två företag dominerar idag bilden av näringslivet i kommunen. Sandvik Coromant AB med cirka 1 500 anställda och Forsmarks Kraftgrupp AB med cirka 830 anställda. I övrigt finns många småföretag som kompletterar bilden av kommunens näringsliv. Den offentliga sektorn sysselsätter cirka 2 000 personer. Ungefär 7 % av befolkningen arbetar inom skogs- och jordbruk.

Kommunen har medverkat till bildandet av Östhammars Näringslivsutveckling AB, ÖNAB, med syfte att utveckla företagandet och att få nya företag att etablera sig i kommunen.

3.1.5 Kultur, turism och friluftsliv

Glansen från Sveriges storhetstid inom järnhanteringen återspeglas än idag av vallonbruken i Österbybruk, Gimo, Harg och Forsmark. Det var valloner från södra Belgien, med stort kunnande inom järnhanteringen, som fick den svenska järnindustrin att blomstra. Vallonbruken försågs med malm av hög kvalitet från många järngruvor i kommunen, varav Dannemora var den i särklass största. Vid vallonbruken finns herrgårdar med parker och turistattraktioner som Vallonsmedjan och Bruno Liljefors ateljé vid Österbybruk, Dannemora gruvområde och Forsmarks Bruksmuseum. En bild av Herrgården vid Forsmarks bruk visas i figur 3-3.

Kommunen har ett stort och varierande utbud av kulturevenemang. Nyckelharps- och spelmansstämorna är välbesökta. Under en vecka i juli varje år arrangeras Östhammars Musikvecka med ett hundratal konserter. Av utflyktsmålen är vallonbruken och kärnkraftverket med SFR i Forsmark de mest välbesökta. Sammantaget omsätter turismen i kommunen cirka 150 miljoner kronor per år och är därmed en betydande näringsgren.

För friluftslivet är det i första hand kust- och skärgårdsområdena som är av allmänt intresse. Kustområdet från Norrtälje kommun och upp till Forsmark samt skärgårdsområdena till och med Gräsö är i sin helhet av riksintresse för sina natur- och kulturvärden. Sportfisket har många utövare. Vintertid är långfärdsskridskoåkning och skidturer populära friluftaktiviteter.

Kommunen har fem sporthallar och fyra simhallar. Dessutom finns flera andra anläggningar som drivs av föreningar, exempelvis golfbanan mellan Östhammar och Öregrund. Bibliotek finns i samtliga tätorter.



Figur 3-3. Fotografi av Forsmarks Herrgård.

3.2 Forsmark

Forsmarksverket ligger vid kusten, nära gränsen till Tierps kommun. Med sina cirka 830 anställda är Forsmarksverket en av kommunens största arbetsgivare. Värdet av den årliga elproduktionen, 4,5–5 miljarder kronor, placerar företaget bland de allra största i Uppsala län. Ägarföretaget, Forsmarks Kraftgrupp AB, bildades 1973 av Vattenfall AB (dåvarande Statens Vattenfallsverk) och Mellansvensk Kraftgrupp AB. I det senare bolaget dominerar finsk-svenska Birka Energi. Vattenfall AB är majoritetsägare med 74,5 % av aktierna.

Lokaliseringen till Forsmark beslutades av regeringen 1970. Byggnadsarbetena startade 1971 och pågick fram till 1984/85. En tid var Forsmark en av de största byggarbetsplatserna i Europa med drygt 2 000 anställda förutom driftpersonalen. De tre reaktorerna togs i drift 1980, 1981 och 1985. Reaktorerna är av lättvattentyp och har efter effekthöjningar idag en samlad effekt av 3 100 MW. Av den svenska elproduktionen kommer en sjättedel från Forsmark. Figur 3-4 visar ett fotografi över anläggningarna med SFR i förgrunden.



Fotograf: Göran Hansson

Figur 3-4. Fotografi över Forsmarksverket med de tre reaktorerna. Ovanjordsanläggningen och nedfarten till Slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR syns i förgrunden.

Den helt övervägande andelen av de anställda vid Forsmarksverket bor i Östhammars kommun. Även rekryteringen har till stor del skett i Östhammars och Tierps kommuner. Därutöver finns personal som flyttat över från byggorganisationen i Forsmark samt från Vattenfalls enheter i Vällingby, Ågesta och Ringhals. Omkring 10 % av personalen har högskoleutbildning. På uppdrag av SKB sköter Forsmarksorganisationen också driften av SFR, slutförvaret för radioaktivt driftavfall. Förvaret, som togs i drift 1988, är idag fyllt till ungefär en tredjedel. Erfarenheterna av drygt tolv års drift i SFR är mycket goda.

Forsmarksverket med SFR är ett av Upplands populäraste utflyktsmål. Sedan visningarna började 1974 har nästan 650 000 personer besökt kraftverket. En tredjedel av de årliga cirka 20 000 besökarna är studerande. En lika stor grupp utgörs av turister som under ett par sommarmånader besöker Forsmark och deltar i rundturer och visningar samtidigt som de tar del av det utbud av konst, musik och kulturhistoria som bjuds i Forsmarks bruk.

4 Faktorer och kriterier för lokalisering

Den plats som väljs för ett djupförvar måste uppfylla ett antal grundläggande krav. I en förstudie utreds möjligheterna att lokalisera ett djupförvar till en kommun. Detta görs främst genom sammanställningar av befintligt material inom huvudområdena säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle. Den utvärdering som görs i förstudien inriktas främst på att identifiera och översiktligt värdera områden som bedöms vara av speciellt intresse för fortsatta studier. Däremot går det inte att i detta skede dra några långtgående slutsatser om förutsättningarna för den långsiktiga säkerheten, eftersom den tillgängliga informationen om berggrunden främst baseras på data från markytan. När samtliga förstudier har avslutats sammanställs ett brett underlagsmaterial och med utgångspunkt från detta väljs, i samråd med berörda kommuner, minst två platser ut för platsundersökningar.

4.1 Allmänt

I FUD-program 98 /4-1/ beskrivs lokaliseringsarbetet och hur utvärdering och platsval görs i olika skeden av lokaliseringsprocessen. Det gäller dels val av områden för platsundersökningar efter avslutat förstudiearbete och dels vad som ska undersökas vid platsundersökningarna och hur detta material sedan utvärderas inför ett lokaliseringsbeslut. De grundläggande kraven på platsen för ett djupförvar beskrivs i FUD-program 92, Kompletterande redovisning /4-2/ och i rapporten "Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering" /4-3/. I detta kapitel sammanfattas dessa krav och hur man avgör att kraven uppfylls på en speciell plats med betoning på vad som är tillämpligt vid en förstudie.

De grundläggande krav som måste uppfyllas av ett djupförvar gäller i första hand säkerhet och miljöpåverkan, krav som definieras av lagar och föreskrifter. Om kraven för ett djupförvar är uppfyllda på en specifik plats prövas i samband med att myndigheterna granskar de system- och säkerhetsanalyser och den miljökonsekvensbeskrivning som redovisas av SKB inför ett beslut om detaljundersökning (se tidsplanen figur 1-4).

En helhetsbedömning av framförallt den långsiktiga säkerheten kräver tillgång till data om berggrundsförhållanden från en specifik plats. Sådana kan bara erhållas genom att omfattande undersökningar genomförs på platser som måste väljas på delvis ofullständigt underlag. Detta förhållande särskiljer lokalisering av undermarksanläggningar från industrilokaliseringar ovan jord, där kunskap om alla viktiga faktorer är förhållandevis lättillgängliga.

Det underlag som efter förstudierna finns till förfogande vad gäller förhållanden i berggrunden på det planerade förvarsdjupet, cirka 500 meter, är således mycket begränsat. Underlaget förbättras dock avsevärt i samband med platsundersökningar som bland annat innebär provborrningar till 1 000 meter.

Under hösten 1999 gav SKB ut säkerhetsanalysen SR 97 /4-4/. I den ingår både att revidera tekniken för säkerhetsanalys och att applicera den på tre hypotetiska fall vad gäller geovetenskapliga förhållanden på förvarsplatsen. SR 97 utgör en bas för det fortsatta arbetet med de säkerhetsanalyser som ska ligga till grund för utvärderingen av de platser som ingår i platsundersökningarna.

SR 97 utgör också, tillsammans med annan kunskap och erfarenhet från SKB:s mångåriga forsknings- och utvecklingsarbete, en viktig bas för arbetet med att utarbeta krav, önskemål och kriterier inför SKB:s fortsatta arbete med platsval och platsundersökningar. SKB initierade under 1997 ett projekt med namnet "Lokaliseringsfaktorer och kriterier för platsutvärdering" med följande huvudmål:

- Identifiera och kvantifiera krav och önskemål på bergets egenskaper och förhållanden utifrån perspektiven långsiktig säkerhet och teknik.
- Föreslå kriterier som kan användas för att bedöma uppfyllelsen av krav och önskemål och för att om möjligt jämföra platser efter förstudier och under platsundersökningarna.

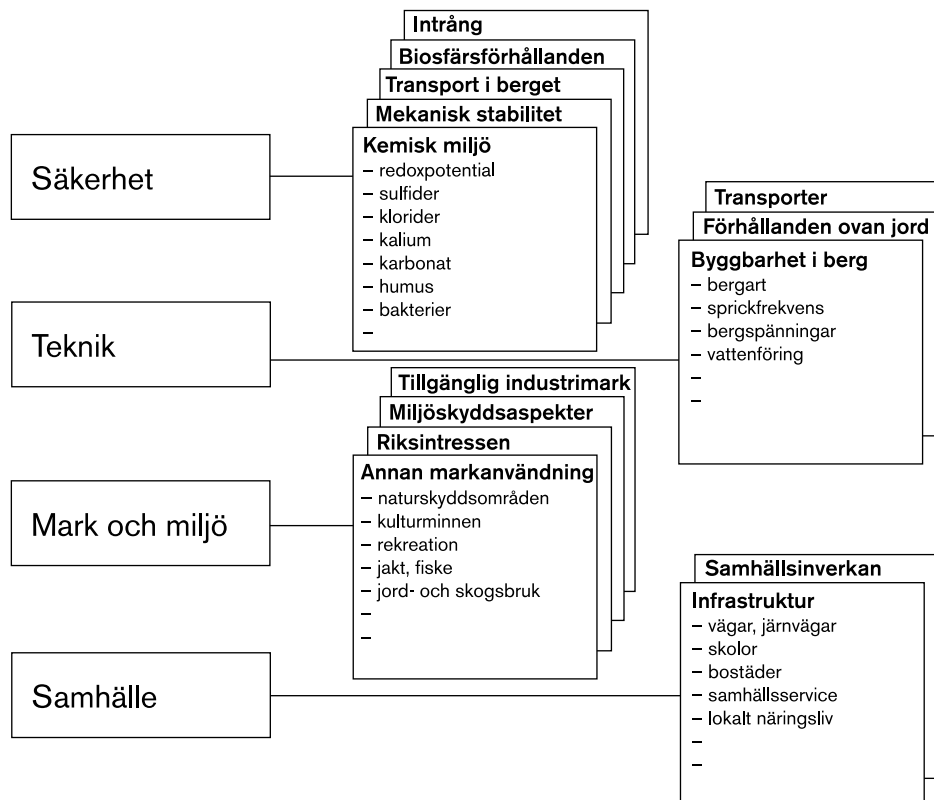
Projektet redovisar vilka krav som ställs på berget, vilka förhållanden i berget som är fördelaktiga (önskemål) och hur man ska bedöma uppfyllelsen av krav och önskemål (kriterier) /4-3/. Dessa krav, önskemål och kriterier kommer att användas i SKB:s fortsatta arbete vid såväl val av platser för platsundersökningar som under genomförandet av platsundersökningar för utvärdering av platser. Kriterierna ska således kunna användas för att bedöma om en plats uppfyller de ställda kraven eller ej. Det är oftast inte möjligt att precisera exakt vilka värden som vore önskvärda eller optimala för varje undersökt parameter, eftersom dessa ofta är beroende av varandra och kan vara kopplade på mer eller mindre uppenbara sätt. Djupförvarets långsiktiga funktion och säkerhet måste därför alltid utvärderas med en säkerhetsanalys med data från den undersökta platsen. Säkerhetsanalysen ger en helhetsbedömning av områdets säkerhetsmässiga lämplighet.

4.2 Lokaliseringsfaktorer

De så kallade lokaliseringsfaktorer som avgör om ett område är lämpligt för lokalisering av ett djupförvar kan ordnas i följande huvudgrupper:

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

Figur 4-1 visar schematiskt att dessa fyra huvudgrupper rymmer en mängd faktorer som bestämmer platsens lämplighet.



Figur 4-1. Huvudgrupper och undergrupper av lokaliseringfaktorer.

En del lokaliseringfaktorer är absoluta krav som en plats måste uppfylla eller beskriver egenskaper som innebär att man kan utesluta möjligheten att uppföra och driva ett djupförvar på ett säkert sätt. Det gäller främst sådana egenskaper hos berggrunden som är kopplade till förvarets säkerhet. Exempelvis måste grundvattnet på förvarsnivå vara fritt från löst syre, och det får inte heller finnas malmer eller mineraliseringar på platsen. Vidare finns det enligt bestämmelserna i miljöbalken vissa områden som inte får exploateras för bland annat kärntekniska anläggningar och platsen för djupförvaret får inte vara belägen inom en nationalpark. Dessa typer av grundkrav kan anges som utgångspunkter i lokaliseringsarbetet.

Många av lokaliseringfaktorerna är av karaktären gynnsamma – ogynnsamma. Sådana faktorer är viktiga vid en totalbedömning av en plats, men är inte ensamma avgörande för platsens lämplighet. Det gäller många av de teknik- och miljörelaterade parametrarna, exempelvis avstånd till befintliga transportleder, skyddade och värdefulla områden och risker för störningar i naturmiljön. Betydelsen av sådana faktorer är i många fall kopplade till möjligheterna att detaljanpassa djupförvarets utformning till platsens förutsättningar.

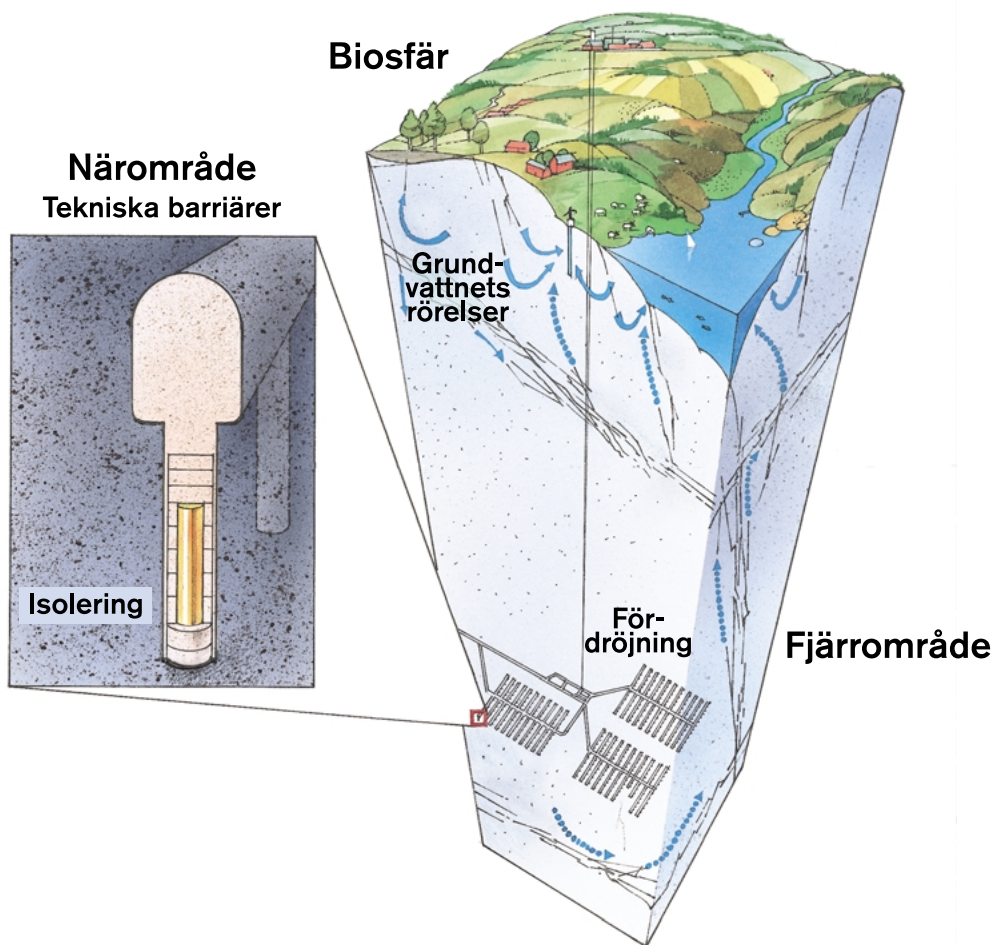
I det följande behandlas kortfattat de krav som är knutna till de fyra huvudgrupperna av lokaliseringfaktorer i figur 4-1.

4.2.1 Säkerhet

Den grundläggande säkerhetsprincipen för det djupförvarssystem som SKB planerar är att fullständigt innesluta och därmed isolera det använda kärnbränslet under så lång tid att mängden radioaktiva ämnen hinner minska i sådan omfattning att de inte längre utgör någon risk för människan eller miljön. Det är kravet på isolering från biosfären under mycket långa tidsrymder som föranleder valet av berggrunden som förvaringsplats.

För att sätta de lokaliseringsfaktorer som kan påverka den långsiktiga säkerheten i sitt sammanhang är det nödvändigt att kort beröra några grundprinciper för djupförvarets uppbyggnad. För en mera fullständig redovisning hänvisas till FUD-program 98 /4-1/ och systemredovisningen för KBS-3-metoden /4-5/.

Figur 4-2 visar en principskiss av djupförvarets viktigaste delar. Det använda bränslet innesluts i täta kapslar som deponeras på cirka 500 meters djup. Kapslarna hindrar bränslet från att komma i kontakt med grundvatten och har en beräknad livslängd som med god marginal överskrider den tid som bränslet måste isoleras. Kapselkonstruktionen är sådan att en inre behållare av järn omsluts av en yttre av koppar. Järnet ger mekanisk motståndskraft och kopparhöljet skyddar mot korrosion.



Figur 4-2. Djupförvarets viktigaste säkerhetsfunktioner.

Förvarets grundkonstruktion bygger på den så kallade flerbarriärprincipen. Den innebär att om en kapsel skulle skadas, återstår andra skyddsbarriärer. Bränslet i sig är extremt svårlösligt i vatten. Vidare omges kapseln av kompakterad bentonitlera som fyller ut deponeringsutrymmet. Bentoniten tar upp vatten, sväller och bildar en mycket tät barriär som motverkar grundvattenrörelser och samtidigt utgör ett mekaniskt skydd för kapseln. Slutligen ska berget på den valda platsen ha god förmåga att kvarhålla eller fördröja radioaktiva ämnen så att de inte kan nå biosfären om kedjan av inre skyddsbarriärer inte fungerar som planerat.

Kapseln och bentoniten utgör närområdets så kallade tekniska barriärer med huvuduppgift att isolera bränslet från omgivningen. Funktionen hos dessa barriärer är beroende av den valda platsens kemiska och mekaniska förhållanden. Det betyder att berget, förutom att i sig utgöra en skyddsbarriär, har ytterligare en viktig säkerhetsmässig funktion, nämligen att under långa tidsrymder utgöra en lämplig miljö för de tekniska barriärerna.

Sammanfattningsvis har alltså berget den dubbla funktionen att:

- Säkra en långsiktigt stabil kemisk och mekanisk miljö som är lämplig för de tekniska barriärerna.
- I sig utgöra en extra skyddsbarriär.

Dessa huvudprinciper för att uppnå långsiktig säkerhet, och de grundläggande krav på berget som följer därav, leder till att bland annat följande faktorer måste beaktas vid valet av plats:

- Kemisk miljö för kapsel, bentonitlera och bränsle.
- Mekanisk stabilitet hos berget.
- Förutsättningar för transport av korrosiva och radioaktiva ämnen i berget.
- Risken för framtida intrång, det vill säga i första hand tänkbart utnyttjande av naturresurser i berggrunden.

4.2.2 Teknik

När det gäller kraven på den plats som väljs med avseende på byggande och drift av djupförvaret kan man särskilja mellan faktorer som rör djupförvarets ovanjordsanläggning, anläggningen under jord och transportsystemet. Platsspecifik information om ovanjordsfaktorerna och transporter kan inhämtas tidigt, liksom generell information om underjordsfaktorerna. Detaljerad information om underjordsfaktorerna erhålls vid plats- och detaljundersökningar.

Djupförvarets ovanjordsanläggning

All mottagning av gods, liksom mellanlagring och omlastning, sker ovan jord. Anläggningen ska utformas och utrustas så att kraven på säkerhet, arbetsmiljö, strålskydd och övrigt miljöskydd uppfylls. Det är fördelaktigt med närhet till infrastruktur i form av allmänna kommunikationer, samhällsservice med mera. De krav som ställs på markens bärighet skiljer sig inte från vad som krävs vid annan industriell verksamhet.

Djupförvarets underjordsanläggning

Underjordsanläggningen innefattar schakt, tillfartstunnlar, personal- och förrådsutrymmen, transporttunnlar, deponeringsområden med mera. Byggandet av dessa utrymmen kan i stor utsträckning jämföras med andra bergarbeten, exempelvis i gruvor. Driftmiljön kommer att ha stora likheter med den i SFR.

Berget där anläggningen byggs måste ha sådana egenskaper att arbetena kan utföras med betryggande säkerhet och med känd teknik. I internationell jämförelse ger svenskt urberg goda förutsättningar för bergbyggnad. I Sverige finns också en betydande och väl etablerad erfarenhet av lokalisering och byggande av berganläggningar för olika ändamål. Erfarenheterna visar inte på några avgörande regionala skillnader eller att någon urbergsregion skulle medföra speciella svårigheter. Eventuella svårigheter är mera knutna till lokala förhållanden.

De detaljerade byggförhållandena på en plats kan bestämmas närmare först när undersökningsdata från förvarsdjup blir tillgängliga. Viktiga faktorer är bland annat bergmaterialets hållfasthetsegenskaper, lägen och karaktär på sprickzoner, belastningar (bergspänningar) samt bergets vattenförande egenskaper.

Transporter

Kravet på att transporter ska ske säkert kan uppfyllas med hjälp av anpassad teknik och nödvändiga investeringar. Den teknik som krävs är väl känd från de transporter av radioaktiva material, inklusive använt kärnbränsle, som sedan länge utförs i Sverige och utomlands. Det är gynnsamt om huvudsakligen befintlig infrastruktur kan användas. Om nya hamnar, vägar eller järnvägar måste byggas kan dessa komma i konflikt med andra viktiga intressen för markanvändning.

4.2.3 Mark och miljö

Platsval och utformning av anläggningarna ska göras så att konflikter med konkurrerande intressen begränsas. Hänsyn ska i vid mening tas till natur- och kulturmiljö. Faktorer som ska beaktas är naturskydd, rekreation, jakt, fiske och övrigt friluftsliv, kulturminnen, viktiga naturtillgångar samt jord- och skogsbruk. Anläggningsdelar och kommunikationsleder ska inpassas i terrängen på ett skonsamt sätt.

Sammanfattningsvis ska platsen för djupförvaret:

- Väljas och utformas med beaktande av skyddade och värdefulla områden.
- Ge goda möjligheter att uppföra och driva anläggningarna samt uppfylla erforderliga miljöskyddskrav.

4.2.4 Samhälle

Samhällsförutsättningarna är viktiga för såväl valet av plats som utformningen av anläggningarna. Etablering och drift av ett djupförvar kommer på olika sätt att påverka orten och regionen. De kanske mest påtagliga effekterna är inverkan på sysselsättning, näringsliv och lokal service. Politiskt och opinionsmässigt är lokaliseringen en känslig fråga. Erfarenheter både i Sverige och i andra länder visar att starka känslor och opinioner kan aktiveras.

Lokaliseringen av ett djupförvar ska genomföras så att:

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

4.3 Lokaliseringskriterier i en förstudie

De lokaliseringsfaktorer som berörts måste alla beaktas vid en helhetsbedömning av en vald plats. Möjligheterna att ta fram det underlag som behövs för en sådan bedömning är som nämnts olika för skilda lokaliseringsfaktorer. Många av de geovetenskapliga faktorer som kan påverka förvarets långsiktiga säkerhet och de bergbyggnadstekniska förutsättningarna kan bara klarläggas genom omfattande undersökningar på en specifik plats. Förstudien innehåller inga sådana undersökningar, utan inriktas främst mot sammanställning och analys av befintliga data i en översiktlig skala (hela kommunen). Den kunskap som kan fås om de geovetenskapliga förhållandena på förvarsdjup är därför ofullständig i en förstudie.

I förstudien inriktas arbetet på att utifrån allmänt tillgänglig information identifiera och analysera geovetenskapliga förhållanden som kan vara olämpliga eller ogynnsamma. Förhållanden som bör undvikas är:

- Bergarter som är intressanta för mineralutvinning eller annat nyttjande.
- Starkt heterogen eller svårtolkad berggrund.
- Kända deformationszoner eller neotektoniska (geologiskt sett sentida) förkastningar.
- Utpräglade utströmningsområden för grundvatten.
- För svensk berggrund onormal grundvattenkemi.

En genomgång med avseende på dessa faktorer kan leda till att större eller mindre områden kan avföras från vidare studier. Viktiga frågor för de delar som därefter återstår är:

- Vilka områden kan ha särskilt goda förutsättningar att uppfylla kraven med avseende på säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhällsaspekter?
- Vilka av dessa områden ger bra möjligheter att senare utföra en tillförlitlig kartläggning av framförallt de viktiga miljö- och säkerhetsfaktorerna?

Förhållanden som i första hand är gynnsamma med avseende på de olika lokaliseringsfaktorerna är:

- En vanlig bergart utan intresse för annat utnyttjande av naturresurser. Detta minskar risken att området blir aktuellt för annan användning i framtiden.
- Stort område med få större sprickzoner. Detta ger extra flexibilitet vid kommande undersökningar och ökar möjligheterna att med stor säkerhet kunna anlägga ett tillräckligt stort förvar i bra berg.
- Hög blottningsgrad, enkla och homogena berggrundsförhållanden samt ett regelbundet system av sprickor/sprickzoner. Detta ger bra möjligheter att tidigt få en god förståelse av berggrundsförhållanden av betydelse för förutsättningarna för säkerhet och bergbyggnad.

- Tillgång till erforderlig infrastruktur och goda transportmöjligheter i form av hamn, järnväg eller väg. Begränsade behov av att ta mark i anspråk för nya vägar eller järnvägar.
- Få konkurrerande mark- och miljöintressen. Detta ger goda möjligheter att anpassa anläggningarna så att miljökraven uppfylls.
- Lokalt positivt intresse.

Utifrån dessa kriterier görs en utvärdering, med strävan att identifiera och översiktligt värdera områden som kan vara intressanta för eventuella vidare undersökningar och för att se om det finns konkreta platser som kan vara av speciellt intresse för djupförvarets ovanjordsanläggning.

De delutredningar som genomförts har alla syftat till att bidra med underlag till den utvärderingsprocess som redovisats ovan. I kapitlen 5–8 sammanfattas de resultat som utredningsarbetet i Östhammars kommun gett, med avseende på lokaliseringsfaktorerna – säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle.

4.4 Underlag vid val av områden för platsundersökningar

Minst två områden ska väljas för platsundersökningar. Dessa ska ligga i olika kommuner och ha goda utsikter att uppfylla högt ställda krav på säkerhet och miljöskydd. Vidare ska platserna ligga i kommuner som accepterar att medverka i fortsatta lokaliseringsstudier. De bedömningar som ska ligga till grund för valet av platsundersökningsområden kommer att baseras på redovisningar av urvalsunderlag, jämförelseunderlag och bakgrundsmaterial.

Urvalsunderlaget utgörs av förstudierna i de sex kommuner som medverkar i lokaliseringsprocessen. Valet sker bland de områden som i förstudierna identifierats som intressanta för fortsatta undersökningar.

Jämförelseunderlaget utgörs, förutom av urvalsunderlaget, av sammanställningar om lokaliseringsförutsättningar i andra konkret angivna områden. Det kan till exempel gälla de så kallade typområdena där SKB tidigare gjort undersökningar, områden som identifierats i regionala översikter och områden som utretts och undersökts i det finska platsvalsprogrammet. Syftet med jämförelseunderlaget är att valet av platsundersökningsområden ska kunna värderas mot ett brett och varierat underlag av andra konkret beskrivna områden. Jämförelseunderlag ska sammanställas på ett överskådligt sätt och redovisas av SKB under vintern 2000/2001.

Bakgrundsmaterialet, slutligen utgörs av allmänna översikter eller speciella utredningar av i synnerhet geovetenskapliga frågor som kan vara av betydelse vid lokaliseringen. De länsvisa översiktsstudierna är en del av bakgrundsmaterialet, liksom Översiktsstudie 95 (se avsnitt 1.4). Dessa anger bland annat större sammanhängande delar av landet som inte bör komma ifråga och diskuterar en rad förhållanden som kan vara av betydelse vid värderingen av alternativa lokaliseringar på olika håll i landet.

4.5 Program för platsundersökning

Frågor som ska besvaras vid en platsundersökning är hur berggrundsförhållandena ser ut på den aktuella platsen, vilka förutsättningarna är för förvarets långsiktiga säkerhet och för byggande under jord. Vidare ska utredningar göras av hur transporter och anläggningar kan utformas samt vilka konsekvenser för miljön som ett djupförvar medför på den aktuella platsen.

SKB utarbetar ett program för platsundersökningar. Detta program är generellt och oberoende av lokala förhållanden. Som tidigare nämnts utarbetas också kriterier som kan användas för att bedöma om en plats uppfyller de ställda kraven och som även gör det möjligt att jämföra platser i olika avseenden. SKI och SSI kommer att lämna yttranden över platsundersökningsprogrammet och lokaliseringskriterierna med bedömningar av om myndigheterna ges möjligheter att få de uppgifter som krävs i en kommande ansökan. Samråd ska också ske med bland annat berörda kommuner. När platser valts för platsundersökningar utarbetar SKB plats specifika program, baserade på det generella programmet, myndigheternas yttrande över detta samt på synpunkter från de aktuella kommunerna och lokalt berörda.

5 Förutsättningar för långsiktigt säkerhet

Förutsättningarna för att åstadkomma ett säkert djupförvar är kopplade till berggrundens egenskaper. Sett i ett nationellt perspektiv finns det inget som tyder på annat än att det i Östhammars kommun finns berggrund med god potential för lokalisering av ett djupförvar. Den i kommunen dominerande bergarten, gnejsgranit i olika varianter, uppvisar generellt sett goda egenskaper ur bergbyggnadsteknisk synpunkt och avseende långsiktig säkerhet. Vidare är jorddjupet i kommunen oftast relativt tunt, speciellt i kustregionen, vilket underlättar undersökningar. Plastiska skjuvzoner har större utbredning i kommunen än vad som normalt är fallet i svensk berggrund. Förkastningar och sprickzoner förekommer däremot i normal omfattning. Berggrundens vattengenomsläpplighet på förvarsdjup har i undersökningsområdet vid Finnsjön i grannkommunen Tierp konstaterats vara något högre än på förvarsdjup i vissa andra områden som undersökts av SKB. Statistisk analys av data från bergborrade brunnar spridda över hela kommunen tyder på en för riket normal vattenföring. Brunnsdata visar att grundvatten med förhöjd salthalt är relativt vanligt förekommande, vilket tyder på långsam grundvattenomsättning. Grundvattnets kemiska sammansättning är troligen gynnsam ur djupförvarssynpunkt.

Efter att olika säkerhetsmässiga överväganden gjorts, kvarstår nio områden som ur geovetenskaplig synvinkel bedöms vara intressanta för vidare studier. När även andra intressen beaktats återstår det fyra områden. I två av de senare; Forsmarksområdet och Hargshamnsområdet, har fältkontroller genomförts. Dessa har i båda områdena bekräftat den tidigare bedömningen. Gemensamt för de två områdena är att befintliga data indikerar relativt homogen berggrund och att förekommande regionala sprickzoner avgränsar berggrundsblock som är tillräckligt stora för att rymma ett djupförvar.

5.1 Inledning

Som beskrivs i föregående kapitel är huvudprincipen för att åstadkomma en långsiktigt säker förvaring att **isolera** det använda kärnbränslet från biosfären (växter, djur och människor). Isoleringen åstadkoms genom inneslutning av det använda kärnbränslet i täta kapslar som omslutna av bentonitlera deponeras djupt i kristallin berggrund på en utvald förvarsplats. Bergets roll är här att ge kapslarna och leran en stabil och gynnsam miljö. Faktorer som är viktiga och som beaktas i förstudien är förekomst av regionala deformationszoner samt grundvattenförhållanden. Hänsyn tas också till berggrundens stabilitet och risker för framtida intrång i förvaret.

Om isoleringen mot förmodan skulle brytas är det viktigt att berget förmår att **hålla kvar** radionukliderna eller **fördröja** deras transport med grundvattnet tills radioaktiviteten hinner avklinga till ofarlig nivå. Data om sådana förhållanden erhålls huvudsakligen vid en platsundersökning. Förstudien ger dock översiktlig information om betydelsefulla parametrar, däribland grundvattenströmning och grundvattnets kemiska sammansättning.

Om radionuklider når markytan är **recipientförhållandena** (utströmningsområdets karaktär, huruvida det består av en sjö, en myr, ett vattendrag eller liknande) och spridningsvägarna i biosfären viktiga faktorer. Genom landhöjningen, mänsklig påverkan och klimatets naturliga växlingar förändras biosfären och recipientförhållandena gradvis. För djupförvaret eftersträvas en förläggning som är lämplig ur recipient- och biosfärsynpunkt på både kort och lång sikt. Dessa aspekter berörs dock endast översiktligt i förstudieskedet.

Vid en säkerhetsanalys av ett djupförvar görs en helhetsbedömning av säkerheten. Både berggrundens egenskaper på förvarsplatsen och djupförvarets tekniska utformning måste här vägas in, eftersom säkerheten styrs av en kombination av dessa faktorer. Säkerhetsanalyser har genomförts i anslutning till den utvecklingsverksamhet som SKB har bedrivit och i samband med olika tillståndsansökningar. Därvid har olika alternativ för förvarsutformning och bergförhållanden studerats. Liknande studier har utförts av svenska myndigheter liksom av organisationer och myndigheter i en rad andra länder. Analyserna baseras på de data om berggrunden som erhållits vid undersökningar på olika platser. I FUD-program 98 /5-1/ presenteras en aktuell översikt över metoder och databehov för säkerhetsanalyser. Den senaste och mest omfattande säkerhetsanalysen av det planerade djupförvaret, benämnd SR 97 /5-2/, publicerades i december 1999. Den har genomgått en internationell granskning och granskas för närvarande (september 2000) av de svenska säkerhetsmyndigheterna.

En viktig slutsats av säkerhetsanalyserna är att man med en kombination av konstruktionsåtgärder och omsorgsfullt platsval med god marginal kan uppfylla kraven på långsiktig radiologisk säkerhet. Med utgångspunkt från de undersökningar som har utförts av berggrunden i Sverige görs bedömningen att platser som är lämpliga för ett djupförvar troligen finns på många håll i landet.

För att vara meningsfull måste en säkerhetsanalys avseende ett djupförvar på en specifik plats ha föregåtts av omfattande geovetenskapliga undersökningar på just den platsen, först från ytan, därefter i borrhål. Detta blir aktuellt under platsundersökningsfasen. I senare skeden, när data från detaljerade undersökningar i schakt och tunnlar blir tillgängliga, kan säkerhetsanalysen förfinas ytterligare. Samtidigt kan förvarets utformning i detalj anpassas till rådande bergförhållanden.

I denna förstudie har det geovetenskapliga arbetet begränsats till att sammanställa och analysera befintliga data. Utgående enbart från detta underlag kan inga detaljerade säkerhetsanalyser utföras. Ett undantag är Finnsjöområdet beläget strax utanför kommungränsen till Tierps kommun. Det området har undersökts ner till förvarsdjup och resultaten har använts i säkerhetsanalyserna SKB 91 och SR 97. För övriga delar av förstudiens undersökningsområde, inkluderande hela Östhammars kommun, kan man inte fastslå att någon viss plats verkligen har de säkerhetsmässiga förutsättningarna för ett djupförvar.

Däremot kan man översiktligt bedöma de generella förutsättningarna i olika delar av kommunen vad avser långsiktig säkerhet. Bedömningarna baseras på de lokaliseringsfaktorer som diskuteras i avsnitt 4.2 och på allmän kunskap om sambanden mellan berggrundsförhållanden vid markytan respektive på förvarsdjup.

Mot denna bakgrund har förstudiearbetet bedrivits med en stegvis uppläggning. Målsättningen har varit att:

- I första hand identifiera och analysera olämpliga eller ogynnsamma förhållanden. Detta har inneburit att vissa delar av kommunen har avförts från vidare studier.
- I andra hand identifiera områden i kommunen där berggrunden bedöms ha goda förutsättningar att uppfylla de krav som ställs från säkerhetsmässig och bergteknisk synpunkt.

5.2 Bedömningsunderlag från förstudien

5.2.1 Delrapporter

Det geovetenskapliga utredningsmaterialet från förstudien återfinns i följande delrapporter (se även tabell 2-1):

- Jordarter, bergarter och deformationszoner /5-3/.
- Malmer och mineral inom Östhammars kommun /5-4/.
- Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar /5-5/.
- Samlingsrapport avseende bergtekniska erfarenheter i regionen, sammanställning av geoinformation vid Forsmarksverket och data från kärnborrhål KFO01 vid Forsmark /5-6/.

Det utredningsmaterial som ingår i ovanstående rapporter sammanställdes i den preliminära slutrapporten från förstudien i Östhammar /5-7/, huvudsakligen i dess kapitel 5.

Efter att den preliminära slutrapporten presenterats utfördes en geologisk fältkontroll inom två delområden, Forsmarksområdet och Hargshamnssområdet, i syfte att kontrollera och utvärdera tidigare tolkningar. Resultaten av fältkontrollen finns i delrapporten:

- Delprojekt jordarter, bergarter och deformationszoner. Kompletterande arbeten 1998 /5-8/.

Östhammars kommun har i ett yttrande begärt ett antal kompletteringar och förtydliganden av vissa avsnitt i den preliminära slutrapporten. Dessa kompletterande arbeten har sammanförts i delrapporten:

- Östhammars kommuns yttrande över den preliminära slutrapporten samt kompletterande utredningar med anledning av detta /5-9/.

Figur 5-1 illustrerar vilka faktorer som de olika delutredningarna i första hand belyser och vilka bidrag de därmed ger till det samlade bedömningsunderlaget. Centrala utredningsresultat som ligger till grund för slutsatserna är kartor över berggrundens uppbyggnad inklusive tolkade deformationszoner, resultat av fältkontroller i intressanta områden samt sammanställningar av data om berggrundens vattengenomsläpplighet och grundvattnets kemiska sammansättning.

Delutredning:

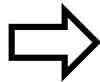
... ger underlag om:

Jordarter, bergarter
och deformationszoner



Geologisk historia och miljö
Bergarter
Homogenitet
Sprickzoner/deformationszoner
Berggrundens stabilitet
Jordarter
Jordmäktighet

Malmer och mineral inom
Östhammars kommun



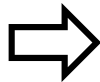
Malmer
Mineraliseringar
Malmpotentiella områden

Grundvattnets rörelse, kemi
och långsiktiga förändring



Vattenbalans
Avrinningsområden
Vattengenomsläpplighet
Grundvattenströmning
Grundvattnets kemiska
sammansättning

Erfarenheter från
berganläggningar i
regionen



Förutsättningar för berg-
byggande och drift

Figur 5-1. Bedömningsunderlag från geovetenskapliga delutredningar.

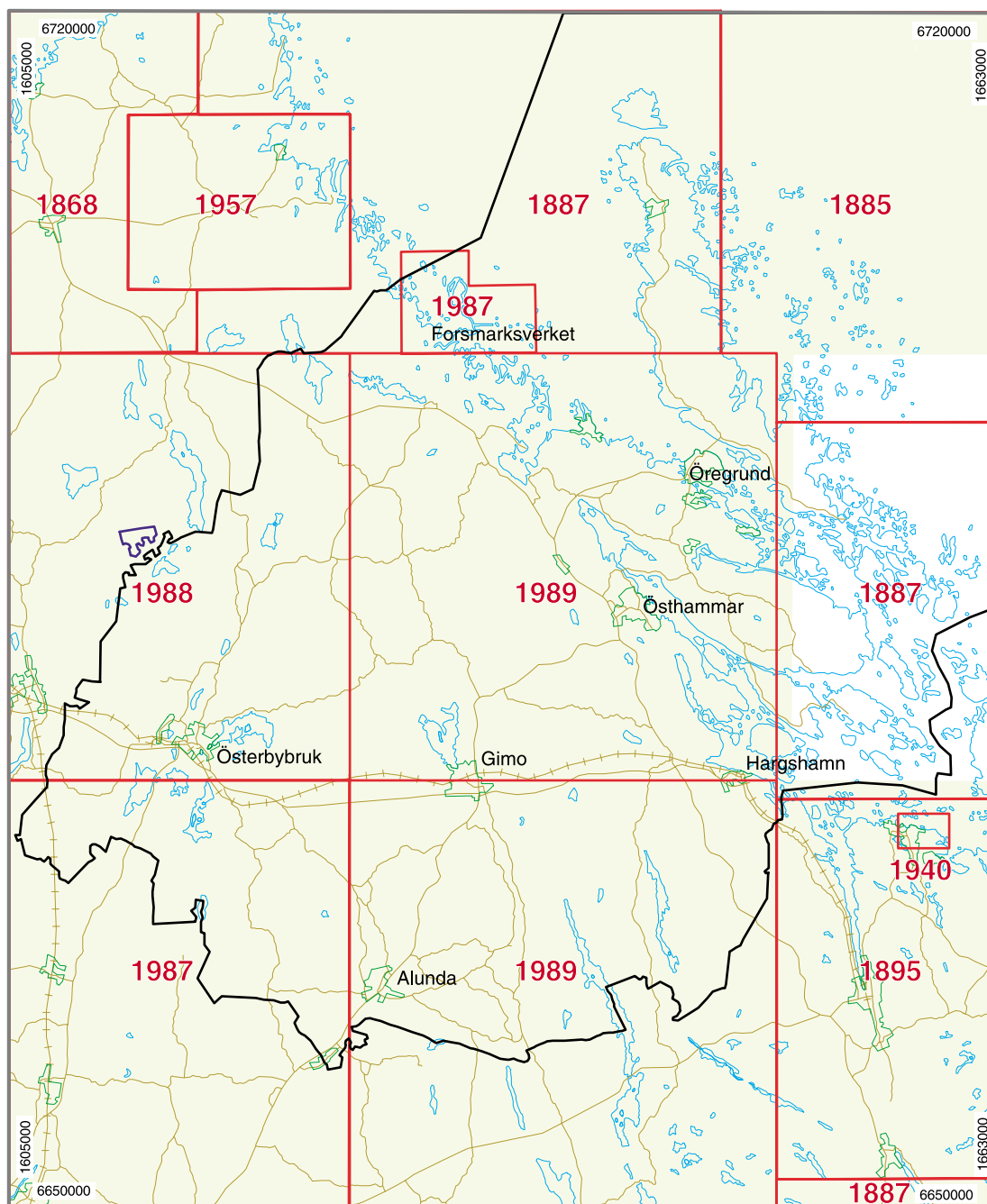
Delrapporterna bygger i sin tur på ett underlag i form av befintliga geovetenskapliga kartor och publikationer, topografiska och geofysiska data med mera. För den som vill tränga djupare in i det geovetenskapliga underlaget hänvisas i första hand till delrapporterna och deras referensförteckningar.

5.2.2 Underlagsmaterial

Berggrund och jordarter

För en tillförlitlig studie av geologiska förhållanden krävs att ett något större område än det egentliga intresseområdet beaktas. I detta fall omfattar därför undersökningsområdet inte bara Östhammars kommun utan även den närmaste omgivningen, se figur 5-2.

Kommunen täcks nästan helt av ett omfattande modernt geologiskt underlagsmaterial. Moderna berggrundsgeologiska kartor (inklusive geofysiska kartor) finns för de fyra bladen Östhammar NV, NO, SO och SV. Från övriga delar av kommunen är dock det berggrundsgeologiska materialet av äldre datum, se figur 5-2. Bland annat saknas mo-



Figur 5-2. Undersökningsområdet (hela bilden), Östhammars kommun och befintliga berggrundsgeologiska kartor för undersökningsområdet. Årtal betecknar när kartorna publicerades. Inom de färglagda (blekgula) områdena har flyggeofysiska mätningar utförts. Moderna jordartskartor täcker hela kommunen och redovisas därför inte i figuren (modifierad efter 15-71).

derna kartor över ett mindre område mellan Forsmarksverket och gränsen mot Tierps kommun. Inom förstudien har därför en kompletterande översiktlig berggrundsgeologisk kartering utförts inom detta område.

Hela kommunen täcks av moderna digitaliserade jordartskartor med beskrivningar. Jordartskarteringen utfördes under perioden 1981–1988.

Geofysisk information och topografiska data utgör viktiga komplement till berggrundsgeologiska kartor och fältobservationer. Det gäller särskilt vid sammanställning och tolkning av deformationszoner och vid bedömning av markradonpotential och berggrundens radiuminnehåll. Den geofysiska information som använts är huvudsakligen data från flygburna mätningar av variationer i jordens magnetfält, elektriska egenskaper och naturlig gammastrålning. Digital information från flygmagnetiska mätningar liksom från strålningsmätningar finns från i stort sett hela undersökningsområdet.

Höjddata ger information som i flera avseenden är viktig. Bland annat kan ofta sprickzoner indikeras. Lantmäteriet tillhandahåller digitala höjddata över hela landet i kvadratiska mätpunkter med 50, 200 och 500 meters upplösning. I förstudien har data med 50 meters upplösning använts.

Bland geovetenskapliga studier av särskilt intresse kan nämnas undersökningarna vid Finnsjön i Tierps kommun, nära gränsen till Östhammars kommun, samt undersökningar vid och i området runt Forsmarks kärnkraftverk. Finnsjöområdet utgör ett av de så kallade typområden som undersöktes av SKB under slutet av 1970-talet och början av 1980-talet. Här har olika typer av markundersökningar och borrhålsundersökningar i elva djupa kärnborrhål och 20 hammarborrhål utförts. I trakterna runt Forsmarks kärnkraftverk gjordes detaljerade bergtekniska undersökningar i samband med uppförandet av de tre reaktorerna, kylvattentunnlarna från dessa och anläggandet av slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR). I området kring Forsmark finns även ett par djupa borrhål (cirka 500 meter).

Beträffande berggrunden i kommunens havstäckta del saknas av uppenbara skäl direkta berggrundsgeologiska observationer (bortsett från SFR-anläggningen). Däremot finns uppgifter från öar och indirekt information i form av resultat från flygburna geofysiska mätningar samt data om botten-topografin (djupdata) från Sjöfartsverket. Dessa informationskällor har utnyttjats för att komplettera den del av deformationszonskartan som täcker havsområdet liksom den mer detaljerade berggrundskartan som tagits fram i anslutning till fältkontrollen /5-8/.

1987 utförde Sveriges Geologiska Aktiebolag (SGAB) en maringeologisk undersökning några kilometer nordost om Forsmarks kärnkraftverk, varvid botten-topografin och jordlagerföljden inom ett 500 x 500 meter stort område kartlades. Resultaten härifrån refereras i /5-9/. I samma rapport redovisas vilka metoder som kan tillämpas för att inhämta geologisk information från havstäckta områden.

Exploateringsintressen

Information om malmstråk, gruvor och malmprospektering har erhållits från Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Bergmästarämbetet i Falun. Dessa har även gett tillstånd att nyttja detaljinformation från den tidigare statliga malmprospekteringsverksamheten i kommunen, inklusive från de senaste årens Mineraljakt i länet (en tävling där allmänheten kan anmäla och få sina fynd av geologiskt intressant material bedömda av SGU) samt data om gruv- och mineralrättigheter. Dessutom har geologiska beskrivningar över kända malmfält, liksom kartor och läroböcker, använts vid bedömningar av malmpotential. Vad gäller förekomster av nyttosten, som kalkstenar och bergtäkter för ballast, har dokumentation från SGU nyttjats.

Uppgifter om inmutningar har tillhandahållits av Bergsstaten (den statliga myndighet som handlägger inmutningsärenden) via SGU:s mineralkontor i Malå.

Nederbörd och grundvatten

Beträffande hydrometeorologiska förhållanden har allmän information om avrinningsområden, årsmedelavrinning och grundvattenbildning från Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) använts. Uppgifter om vattenföring och grundvattnets kemiska sammansättning i den ytnära berggrunden har i huvudsak hämtats från SGU:s brunnsarkiv. Eftersom grundvattenförhållandena ändras med djupet i flera avseenden är det viktigt att också beakta data från större djup, i den mån sådana finns tillgängliga. SKB:s omfattande berggrunds- och grundvattenundersökningar ner till cirka 700 meters djup inom Finnsjöområdet har här utgjort ett viktigt underlag. Slutligen har höjddata från Lantmäteriet och djupdata från Sjöfartsverket utnyttjats.

5.2.3 Informationstäthet och kvalitet

Som framgår av det föregående avsnittet är den befintliga informationen inom undersökningsområdet genomgående av hög kvalitet. Bedömningar som presenteras i förstudien av de smärre områden där underlaget är mindre tillfredställande måste dock betraktas med extra stor försiktighet.

5.3 Osäkerheter

Ett geovetenskapligt dataunderlag är generellt sett alltid behäftat med olika typer av osäkerheter. Omfattningen och betydelsen av dessa betingas av exempelvis vilken mätnoggrannhet som tillämpas, hur stor den naturliga variabiliteten är liksom mätvärdenas representativitet och tolkningsbarhet. På grund av förstudiens översiktliga karaktär görs dock i detta avsnitt ingen detaljerad uppdelning i olika typer av osäkerheter.

Förstudiens geologiska utredningar syftar till att ge en **översiktlig bild** av kommunens geologiska förutsättningar att hysa ett djupförvar. Detaljeringsgraden på utredningarna har anpassats efter detta. Vidare har det ingått i förutsättningarna att studien huvudsakligen ska baseras på befintliga data.

Det datamaterial som utgör underlaget till förstudien härrör från olika databaser. I förstudien har det befintliga datamaterialet betraktats som korrekt, och ingen analys av felkällor har gjorts. Detta förfaringsätt har ansetts vara tillräckligt för förstudiens syfte. Vid en eventuell platsundersökning kommer alla data att kvalitetssäkras.

De kartskalor som har använts styr detaljeringsgraden i de bedömningar som görs. Förstudien har baserats på kartor i skala 1:50 000, medan sammanställningskartorna har förminskats till skala 1:100 000. För Forsmarksområdet har en underlagskarta i skala 1:25 000 använts, vilket innebär något högre detaljeringsnivå, och för Finnsjöområdet finns ett ännu mer detaljerat underlag. Kartskalan 1:50 000 medför att det i utredningarna är möjligt att beakta regionala geologiska strukturer, exempelvis kilometerlånga sprickzoner, men inte lokala zoner med en längd av endast några hundra meter. Uppgifter om lokala zoner, liksom om andra faktorer av betydelse för säkerheten och bygghänsynen på en specifik plats, kommer att studeras i detaljerade skalor, om det blir aktuellt att gå vidare med platsundersökningar.

På grund av jordtäcket kan berggrundsgeologiska objekt ofta inte observeras direkt genom fältstudier. Exempelvis finns i allmänhet endast ett fåtal, om ens några, direkta observationer av mineraliserade stråk eller sprickzoner. I stället används indirekta metoder, som exempelvis geofysiska mätningar och tolkning av topografiska kartor eller

flygbilder, för att indikera förekomst och utbredning av den typen av geologiska företeelser. Eftersom indirekta metoder måste tolkas, är sådana förknippade med större eller mindre osäkerheter. Erfarenhetsmässigt råder dock ofta en god överensstämmelse mellan tolkade strukturer och verkliga sådana, särskilt beträffande de större strukturer som studeras i förstudien. Jordtäcknet kan även dölja berggrundsgeologiska strukturer som inte går att upptäcka med de indirekta metoder som använts inom förstudien. Vid en eventuell platsundersökning behöver de tolkningar som har gjorts i förstudien bekräftas genom exempelvis borring eller grävning, innan de kan betraktas som säkra.

Allmänt sett får dock underlagsmaterialets tillförlitlighet betraktas som relativt god i Östhammars kommun jämfört med många andra delar av landet. Detta beror på att större delen av kommunen täcks av moderna geologiska kartor och att blottningsgraden är hög, särskilt i kustområdet. Tillförlitligheten har även stärkts genom att SGU har svarat för sammanställningen av kommunens jordarter, bergarter och deformationszoner, varvid flera av de geologer som tidigare arbetat med den geologiska kartläggningen i kommunen varit engagerade.

Ett sätt att ytterligare öka tillförlitligheten av de geologiska bedömningarna är att göra fältkontroller. Sådana har utförts dels i Forsmarksområdet, dels i ett område vid Hargshamn. Totalt har närmare 200 berghällar besökts och dokumenterats med avseende på bergartstyp, homogenitet, deformationsgrad och sprickfrekvens.

En generell osäkerhet gäller förhållandena på förvarsdjup (mellan 400 och 700 meter). Med undantag för Finnsjöområdet (strax utanför kommunen), Dannemora gruva och två djupa borrhål i närheten av Forsmarksverket saknas data från detta djup. För övriga delar av kommunen baseras därför bedömningar av berggrundens lämplighet på antagandet att berggrunden på förvarsdjup avspeglas av berggrundsytan. Sprickzoner antas vara brantstående om inga andra data föreligger. Horisontella sprickzoner har dock påvisats vid Dannemora gruva och SFR samt i Finnsjöområdet. Någon tillförlitlig prognos om förekomst av horisontella sprickzoner i andra områden kan inte göras i detta skede.

Data om grundvattnets flödesförhållanden och kemiska sammansättning härrör från undersökningarna vid Finnsjön och SFR samt från SGU:s brunnsarkiv, där kapacitetsdata och i viss utsträckning grundvattenkemiska data om bergborrade vattenförsörjnings- och energibrunnar fördelade över hela kommunen finns lagrade. Eftersom grundvattnets uppträdande och sammansättning i hög grad styrs av lokala förhållanden, kan en enskild brunn inte representera ett större område. Data från varje sådan brunn får därför betraktas endast som ett stickprov. Det stora antalet brunnar i dataunderlaget, 1 449 stycken, har dock ansetts tillräckligt för en översiktlig statistisk analys av den storskaliga variationen i vattengenomsläpplighet mellan olika bergarter och kommundelar. Data om vattengenomsläpplighet på förvarsdjup finns endast från Finnsjöområdet.

Även grundvattenkemin styrs i hög grad av lokala förhållanden. Vattenkemiska data från de 81 bergborrade brunnar som har studerats ur grundvattenkemisk synvinkel har dock ansetts tillräckligt för att ge en översiktlig bild av det ytliga grundvattnets variation i kemisk sammansättning. Uppgifter om grundvattenkemin på förvarsdjup finns endast från Finnsjöområdet.

Beroendet av lokala förhållanden, och därmed svårigheten att överföra resultat till större områden, gäller även för information från berganläggningar.

Osäkerheter i SMHI:s data bedöms som små i förhållande till deras betydelse i förstudien. Däremot är uppgifter om gruvdrift och mineraliseringar i många fall osäkra. Vid definition av malmpotentiella områden har man därför vid förstudien valt att arbeta generaliserande och att avstå från mer detaljerade gränsdragningar.

Beträffande de jordskalvsregistreringar som nämns i rapporten visar nya undersökningar att fel på 10–15 kilometer kan förekomma när det gäller lägesangivelser. Osäkerhet råder också beträffande på vilket djup skalven har skett samt om vissa registrerade skalv är ett resultat av mänsklig aktivitet eller inte. Exempelvis misstänks många registrerade skalv vid Dannemora vara orsakade av ras i gruvan.

Sammantaget innebär osäkerheterna att förstudiens resultat får ses som översiktliga och preliminära.

5.4 Berggrund och jordtäcke

5.4.1 Översikt

I förstudiens utredning om jordarter, bergarter och deformationszoner /5-3/ beskrivs översiktligt hur berggrunden i Sverige är uppbyggd. Där redogörs också för den långa geologiska utvecklingshistoria där vulkanism, sedimentation, bergskedjebildning och deformation har spelat stor roll för karaktären på den berggrund som vi ser i dag. Med detta som utgångspunkt kan berggrunden i Östhammars kommun studeras och värderas i ett nationellt och regionalt perspektiv.

Merparten av Sveriges berggrund kan hänföras till tre så kallade orogener eller bergskedjebildningar. Områden som berörs av en orogenes kallas orogener eller orogena bälten. Dessa omfattar stora områden, eftersom det här är fråga om mycket storskaliga geologiska processer. Östhammars kommun med omgivningar tillhör den svekokarelska orogenen, vilken omfattar nästan hela östra Sverige från Blekinge till Norrbotten. Endast mycket små arealer i kustbandet täcks av sedimentära bergarter som är bildade efter den svekokarelska bergskedjebildningen.

Berggrunden inom Östhammars kommun och den omgivande regionen domineras ytmässigt av djupbergarter, så kallade metagranitoider, förenklat benämnda gnejsgranit eller urgranit. Prefixet "meta" anger att bergarten genomgått omvandling (metamorfos), vilket vanligtvis ger upphov till förskifring och förgnejsning av bergarten. Tillsammans med metagranitoiden uppträder ett flertal, oftast små områden med metagabbro och andra basiska (kvartsfattiga) bergarter. Intimt associerade med de omvandlade djupbergarterna förekommer ytbergarter, huvudsakligen metavulkaniter. Inom området uppträder även mer välbevarade bergarter, framförallt yngre graniter. Åldersmässigt fördelar sig de dominerande bergarterna på följande sätt:

- Metavulkaniska bergarter (cirka 1 900 miljoner år gamla), sura (kvartsrika) till intermediära (mindre kvartsrika) bergarter som huvudsakligen bildats som vulkaniska askor.
- Äldre metagranitoider (cirka 1 890 miljoner år gamla) och, underordnat, omvandlade basiska djupbergarter av olika ursprung.
- Yngre graniter (cirka 1 800 miljoner år gamla).

De omvandlade vulkaniska bergarterna i Östhammars kommun med omnejd är i vissa delar malmförande. Regionen utgör den nordöstligaste utlöparen av Bergslagens malmprovins.

Beträffande berggrundens stabilitet kan det konstateras att Sverige är beläget i en del av världen som kännetecknas av stabila geologiska förhållanden och därmed låg seismisk aktivitet. Jämförs olika regioner inom landet framstår Östhammars kommun som ett av de seismiskt mera lugna områdena.

Regionala plastiska deformationszoner, som var aktiva för cirka 1 850–1 750 miljoner år sedan och delvis även senare, stryker i den norra delen av kommunen i västnordvästlig riktning och i den södra delen i nord-sydlig riktning. Skjuvzonerna avgränsar större så kallade tektoniska linser inom vilka berggrunden är mindre påverkad av regional deformation. Spröda deformationszoner (sprickzoner) i regional skala uppträder längs de flesta av de plastiska zonerna, vilket tyder på att de senare har reaktiverats en eller flera gånger. För övrigt uppvisar undersökningsområdet ett typiskt varierande sprickzonsmönster med flera sprickzonsriktningar. Ett antal sprickzoner stryker även genom de tektoniska linser som är belägna mellan de plastiska deformationszonerna.

Jordarterna är normala för de låglänta, kustnära delarna av östra Mellansverige med relativt hög andel berg i dagen samt i allmänhet tunna jordlager som domineras av morän, leror, isälvssediment och torv.

5.4.2 Jordarter

Allmänt

Med en jordart avses de lösa avlagringar som täcker berggrunden. Vanliga jordarter är exempelvis morän, sand, grus, lera och torv.

Den långsiktiga säkerheten i ett djupförvar påverkas normalt inte av jordartsgeologiska förhållanden. Hög blottningsgrad och tunt jordtäckte underlättar dock geologiska undersökningar, medan mäktiga och komplexa jordlager är en försvårande omständighet. En liten andel berg i dagen medför även större osäkerhet vid tolkning av de berggrundsgeologiska förhållandena.

Under den nuvarande geologiska perioden, kvartärtiden, som började för cirka två miljoner år sedan, har klimatet växlat mellan varma och kalla perioder. Under de kalla perioderna har glaciärerna ökat i volym och ibland bildat inlandsisar som täckt betydligt större arealer av jordens yta än vad som är fallet idag. Sveriges jordarter har till övervägande del bildats under och efter den senaste istiden som började för cirka 115 000 år sedan. Den slutliga avsmältningen av inlandsisen inleddes för cirka 20 000 år sedan och tycks med några undantag ha skett i ganska jämn takt. Lervarvmätningar från centrala och norra Uppland visar att avsmältningen i Östhammarsområdet ägde rum under perioden cirka 10 180–9 970 år före nutid och med en hastighet av 300 till 350 meter per år /5-10/.

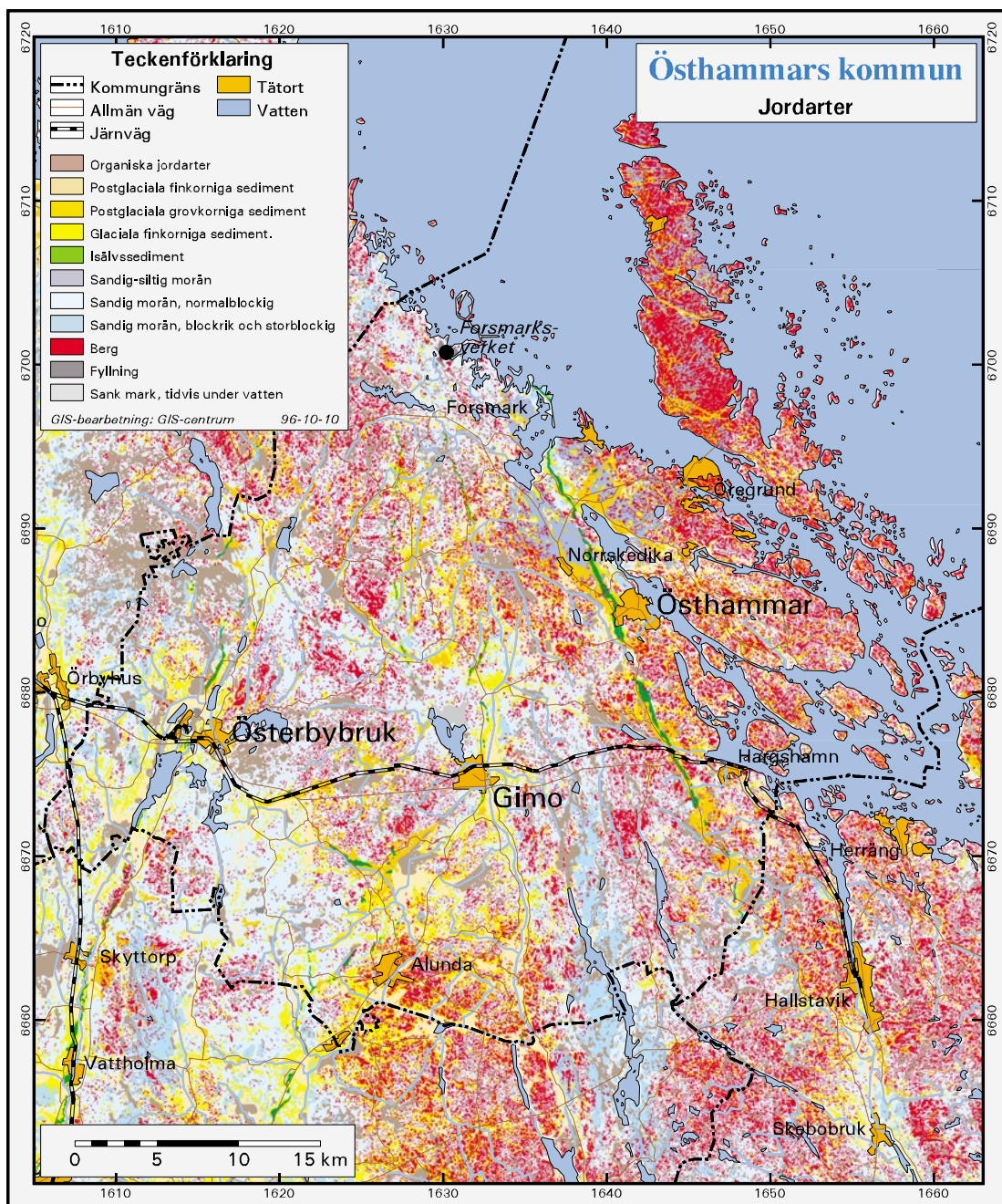
Då regionen blivit isfri var området för Östhammars kommun som helhet täckt av vattnet i Östersjösänkan. Hela området är således beläget under högsta kustlinjen, HK, som är beteckningen på den nivå där strandlinjen låg när havet nådde som högst.

Under många årtusenden efter isavsmältningen var det område som idag utgör Östhammars kommun helt täckt av vatten. När trycket från landisen minskade, började emellertid jordskorpan att höja sig, först snabbt, sedan i långsammare takt. De högsta delarna av kommunen nådde upp över havsytan för omkring 6 500 år sedan. Denna process, som alltså pågår i området (se avsnitt 5.5.4), brukar benämnas landhöjning. Även havsnivån har ändrats sedan istiden, bland annat som en följd av de stora mängder vatten som lösgjordes vid avsmältningen av ismassorna. Sedan istiden har dock Norduppland hela tiden höjt sig i förhållande till havet. Den årliga landhöjningen i området är idag sex till sju millimeter.

Jordartskartan

Den geologiska historien har resulterat i olika jordarter som kortfattat presenteras nedan. För en mer utförlig beskrivning hänvisas till /5-3/. En jordartskarta över Östhammars kommun samt angränsande områden väster, söder och öster om kommunen presenteras i figur 5-3.

Som framgår av kartan finns stora arealer av blottat berg (röd färg på jordartskartan) i kommunen, speciellt inom den kustnära zonen. Längre inåt landet ökar jordtäcket utbredning och domineras av morän, leror, torv och isälvssediment. Jordtäcket mäktighet är dock i allmänhet, måttlig.



Figur 5-3. Jordartskarta över Östhammars kommun med omgivning (efter /5-3/).

Jordarterna kan indelas i glaciala och postglaciala. De glaciala jordarterna har avlagrats av landisen (morän) och dess smältvatten (isälvssediment och glaciala finkorniga sediment), medan de postglaciala jordarterna har bildats efter det att landisen dragit sig tillbaka. Exempel på postglaciala jordarter är svallsediment, postglacial lera, älv- och svämsediment samt organiska jordarter, huvudsakligen torv. Svallsediment bildas vid vågors bearbetning och ursköljning av finare material från exempelvis isälvsvlagringar eller morän. Postglacial lera har ofta avsatts på botten av avsnörda havsvikar, medan svämsediment bildas vid översvämning av älvar och åar. Torv bildas vid igenväxning av våtmarker.

Morän

Morän (ljusblå färg på jordartskartan i figur 5-3) utgör en osorterad glacial jordart som bildats genom att inlandsisen plockat upp bergmaterial samt transporterat, bearbetat och avlagrat detta. Moränen har betydligt större utbredning än vad jordartskartan visar, eftersom den ofta överlagras av andra jordarter. Moränen i Östhammarsområdet domineras av fraktionerna sand och mo. I området kring Kallrigafjärden och på Gräsö förekommer dock stora arealer med lerig-siltig morän, vilket beror på ett högt innehåll av kalksten och sandsten från Gävlebukten. Moränen i Östhammarsområdet har därför vanligtvis, speciellt i kustområdena, förhöjd kalkhalt. I övrigt har små områden med bland annat grusig-sandig morän påträffats. Sten- och blockinnehållet är med vissa undantag måttligt.

Moränen har oftast inga egenformer utan fyller ut sänkor i berggrunden och ligger som uppåt uttunnande täcken på bergssidorna. Strax väster om Österbybruk, sydväst om Florarna och sydost om Gimo förekommer dock ryggar av morän, så kallade De Geermoräner. Moränryggarna avsattes årligen framför landisens front.

Inom sammanhängande moränområden kan moränens mäktighet uppgå till 8–15 meter, men oftast är mäktigheten mindre än fem meter. Moränytorna är i allmänhet obetydligt påverkade av svallning (ursköljning av finare fraktioner främst genom påverkan av vågor). I exponerade höjdlägen, till exempel på Gräsö, förekommer dock påtagligt svallad morän.

Isälvssediment

Också isälvssedimenten (grön färg på jordartskartan), som utgör en glacial jordart, har ofta större utbredning än vad som framgår av kartan, eftersom isälvsmaterial kan finnas även under yngre jordarter. Isälvssedimenten har transporterats och sorterats av smältvattenflöden i och under inlandsisen och har slutligen avlagrats vid isfronten under avsmältningsskedet. Huvuddelen av isälvssedimenten utgörs av block, sten, grus och sand. Kornen är väl avrundade och sorterade. Isälvsvlagringarna brukar ha formen av deltan eller åsar (så kallade rullstensåsar), vilka avspeglar den ungefärliga isrörelseriktningen i avsmältningsskedet. Isälvssedimentens innehåll av naturgrus av hög kvalitet har lokalt haft stor ekonomisk betydelse. Samtidigt kan sådana avlagringar ha mycket stort betydelse för vattenförsörjningen.

Inom kommunen finns några mer eller mindre sammanhängande stråk med isälvsvlagringar. Mestadels har de en svagt välvd form och inom vissa avsnitt åskaraktär. De har i olika grad utsatts för svallning i samband med landhöjningen. Kommunens största isälvsvlagring är Börstilåsen, som börjar vid Sanda, cirka nio kilometer nordväst om Hallstavik, och löper norrut via Harg och Börstil till Kallrigafjärden för att dyka upp igen på Långören och upphöra väster om Trollgrundet. I utsatta lägen kan isälvssedimenten vara kraftigt ursvallade, exempelvis Börstilåsens nordligaste del.

Glaciala finkorniga sediment

De glaciala finkorniga sedimenten (jordartskartans ljusgula färg) har avsatts av smältvatten på relativt stort avstånd från den retirerande landisen. Sedimenten utgörs till största delen av glacial lera, men i anslutning till isälvsediment uppträder även grövre, siltiga sediment. Ofta är de glaciala sedimenten varviga med tydligt utbildade sommar- och vinterskikt. Glacialleran, som oftast är kalkrik i denna region, har i mindre lerområden en mäktighet av 1–4 meter, i stora sammanhängande områden 3–7 meter, lokalt ännu mer.

Postglaciala sediment

Postglaciala sediment (orange och brungula färger på kartan) har antingen bildats genom omlagring av äldre glaciala jordarter genom havets påverkan eller nybildats efter det att inlandsisen lämnat området. Grovkorniga postglaciala sediment, svallsediment (orange), härrör från morän eller isälvsediment. De postglaciala finkorniga sedimenten (brungult) domineras av postglacial lera och gyttjelera, som bildats i havsvikar och avsnörda bassänger och förekommer i de lägst belägna delarna av sänkor och dalgångar. Den sammanlagda mäktigheten av de postglaciala sedimenten i Östhammarstrakten är vanligen 1–3 meter.

Organiska jordarter

Till postglaciala jordarter räknas också de organiska jordarterna, vilka domineras av torv (kartans bruna områden). Torvmarkerna indelas i kärr respektive mossar. De flesta torvmarkerna har bildats genom igenväxning av forna sjöar. Den största torvmarken i regionen är Florarna (med utbredning i både Östhammars och Tierps kommuner), som är avsatt som naturreservat. Vissa kärr, så kallade rikkärr, hyser kalkkrävande växter.

5.4.3 Bergarter

Allmänt

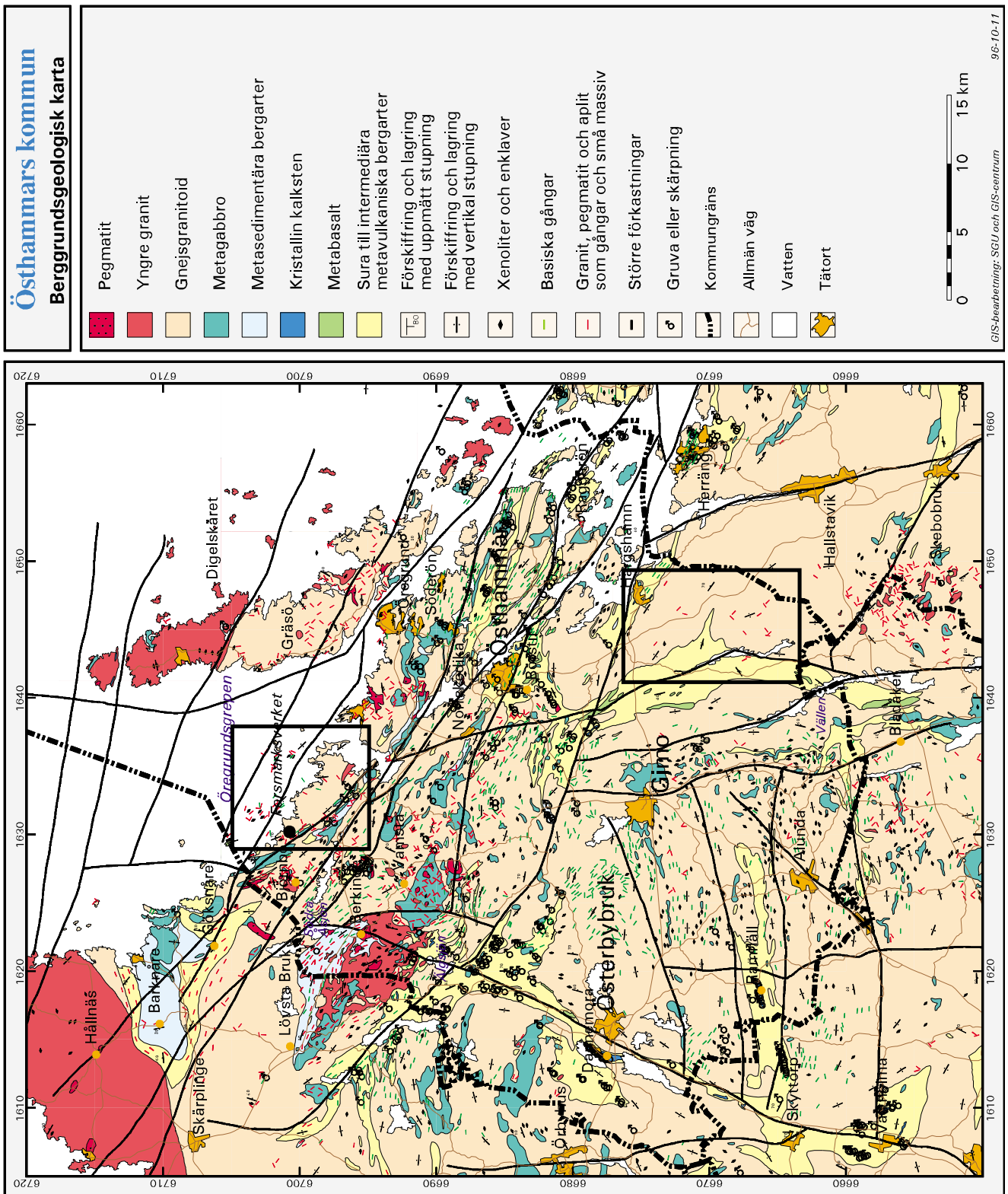
Figur 5-4 visar den berggrundskarta som på basis av befintlig information (se /5-3/) tagits fram inom förstudien. Kartan täcker kommunen med närmaste omgivning. Den har sammanställts i digital form i skala 1:100 000, men återges här förminskad till skala 1:400 000. Förutom bergartsfördelningen illustrerar kartan också mera betydande sprickzoner (se avsnitt 5.4.5).

Bergarterna indelas vanligen, med utgångspunkt från bildningssättet, i tre huvudgrupper:

- Ytbergarter.
- Djupbergarter.
- Gångbergarter.

Ytbergarterna har, som namnet antyder, bildats på eller nära jordytan. En grupp av dessa har bildats genom att vulkaniska produkter (lava eller aska) flutit ut eller på annat sätt avsatts på markytan. En annan bergartsgrupp har uppkommit genom att sediment, exempelvis lera eller sand, deponerats i stora mängder inom vissa områden, till exempel på havsbotten, och så småningom hamnat på större eller mindre djup i jordskorpan och omvandlats till bergarter.

Djupbergarter bildas på stora djup i jordskorpan genom att en bergartsmälta (magma) tränger uppåt och till följd av sjunkande temperatur stelnar till en bergart. På grund av upplyftning och erosion kan bergarter som bildats och/eller omvandlats på varierande djup idag utgöra berggrundens överyta.



Figur 5-4. Berggrundsgeologisk karta över Östhammars kommun med omgivning. Svarta rutor visar områden där fältkontroll genomförts (efter 15-8/).

Gångbergarterna utgör ett mellanled och bildas vanligtvis sent i ett geologisk skeende. De utgörs antingen av så kallade aplit-, granit- och pegmatitgångar som bildas ur stelnande kiselrika (sura) magmor eller av diabas som uppkommer ur en lättflytande kiselfattig (basisk) magma. Omvandlade basiska gångbergarter betecknas amfibolitgångar. Gångar utgör mer eller mindre markanta inhomogeniteter i berggrunden som kan vara förknippade med ökad vattenföring och medföra problem ur anläggningsteknisk synvinkel.

Berggrundskartans gula, ljusblå och mörkblå färger avser ytbergarter, medan ljusbrunt, rött, mörkgrönt och ljusgrönt symboliserar djupbergarter. Gångbergarter illustreras av gröna eller röda streck.

Ytbergarter

Ytbergarterna i Östhammars kommun har samtliga en ålder av cirka 1 900 miljoner år och domineras av metavulkaniter, det vill säga omvandlade vulkaniska bergarter (gul färg på berggrundskartan i figur 5-4). Dessa varierar i sammansättning från sura (kvartsrika) till basiska (kvartsfattiga) varianter och är mestadels finkorniga /5-3/.

Det anses sannolikt att merparten av metavulkaniterna ursprungligen utgjorde vulkaniska askor som kom att avlagras i havsmiljö. En indikation på detta är att de ofta har en utpräglad skiktning. Speciellt välbevarade finkorniga vulkaniter finns i Dannemoraområdet. Dessa kallas hälleflintor. De sura metavulkaniterna är röda till grå i färgen. Förutom skiktade finns även strökornsförande, så kallade porfyriska, varianter där strökornen består av kvarts och ibland fältspat. Ett betydande stråk med sura metavulkaniter går från Finnsjöområdet söderut genom Dannemora till Vattholma. Från Skyttorp går även ett tvärstråk mot Ramhäll.

Det finns en stark koppling mellan sura vulkaniter, kristallina karbonatstenar och malmer i regionen. Sura vulkaniter är därför problematiska ur djupförvarssynpunkt, eftersom förvaret inte ska förläggas i ett område där mineralutvinning kan bli aktuellt i framtiden (se avsnitt 5.4.8). De mindre sura (intermediära) vulkaniterna är grå, antingen skiktade, porfyriska eller strukturlösa. Dessa har ungefär samma utbredningsområde som de surare varianterna.

Den andra huvudtypen av ytbergarter utgörs av omvandlade sedimentära (så kallade metasedimentära) bergarter. Ursprunget var främst lerstenar eller sandstenar. Denna typ av berggrund har markerats med ljusblått på berggrundskartan. Bergarterna växlar i sammansättning mellan kvarts- och fältspatrika varianter (metaarenit) och sådana som även innehåller betydande mängder glimmer (glimmerskiffer) /5-3/. Ibland är dessa varianter växelagrade med varandra. Större områden med bergarter av sedimentärt ursprung finns kring Barknåre strax utanför kommungränsen samt mellan Lövsfabruk och Berkinge. Metasedimentära bergarter har ofta goda byggnadstekniska egenskaper. De varianter som finns i Östhammars kommun är dock kända för att vara relativt inhomogena, i det att de innehåller ådror av kvarts och fältspat jämte inslag av metavulkaniska bergarter. I många fall är de även pegmatitådrade. Dessa faktorer begränsar möjligheterna att lokalisera ett djupförvar till denna typ av berggrund. Den bör dock på detta stadium inte uteslutas som möjlig förvarsbergart.

Yngre (cirka 545 miljoner år eller yngre) sedimentära bergarter, motsvarande dem som i dag påträffas på Öland och Gotland, har tidigare sannolikt täckt urberget. Dessa bergarter är nu till största delen borteroderade. Små rester har dock återfunnits på olika platser i kommunen, till exempel ett tunt lager kalksten vid Forsmarksverket.

Djupbergarter

Undersökningsområdets djupbergarter kan med utgångspunkt från när de bildades indelas i två grupper, en äldre och en yngre.

Äldre djupbergarter

Berggrunden i kommunen domineras av äldre djupbergarter (cirka 1 890 miljoner år) som varierar i sammansättning från ultrabasiter över gabbro, diorit, tonalit och granodiorit till granit (på berggrundskartan markeras de tre förstnämnda bergarterna med mörkgrön färg och de tre sista med ljusbrunt). Dessa bergarter representerar en serie från basiska, mörka bergarter till sura, ljusa. Djupbergarterna är i stort sett lika gamla som de metavulkaniska bergarterna men har stelnat långsamt på djupet, vilket medfört större kornstorlek. De äldre granitiska bergarterna är vanligen medel- till grovkorniga och vanligtvis svagt förskiffrade. Dessa bergarter anses ha lämpliga egenskaper för ett djupförvar.

Yngre djupbergarter

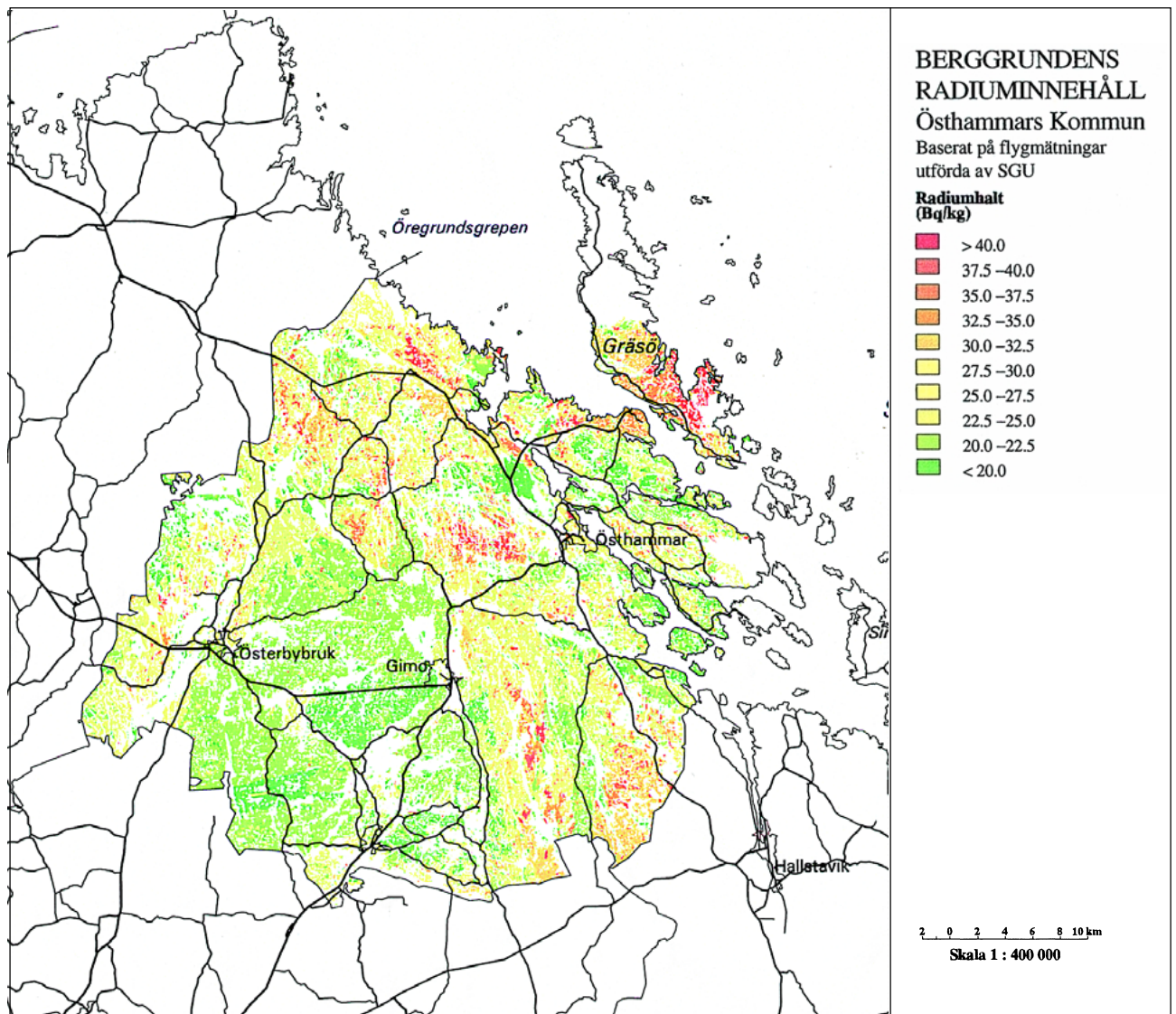
Yngre graniter (röd färg på berggrundskartan) är djupbergarter som trängt upp under den senare delen av den svekokarelska bergskedjebildningen för cirka 1 800 miljoner år sedan. De är därför oftast välbevarade och endast stråkvis påverkade av deformation. Bergarten i sig har relativt homogen karaktär, men granitmassiven i området innehåller nästan överallt inneslutningar av äldre bergarter. Större homogena granitvolymerna utan inneslutningar har inte påträffats i kommunen. På den geologiska kartan, figur 5-4, finns ett större område med yngre granit markerat på norra Gräsö. Kartan baseras i detta område på en äldre karta. Ett fältbesök indikerar dock att berggrunden där är betydligt mer inhomogen än vad som framgick av den äldre kartan /5-8/. Många tecken tyder på att åtminstone vissa av de yngre graniterna bildades i samband med den plastiska deformationen och myloniteringen längs Singöskjuvzonen (se avsnitt 5.4.5). De begränsade volymerna av yngre granit i kommunen, förekomsten av inhomogeniteter i denna och den ofullständiga kunskapen om vissa av de yngre graniterna talar emot en lokalisering av ett djupförvar i ett sådant massiv. Yngre granit bör dock på detta stadium inte helt avskrivas som möjlig förvarsbergart.

Gångbergarter

Inom speciellt de mellersta och östra delarna av Östhammars kommun förekommer relativt stora områden där berggrunden innehåller gångar av amfibolit, en omvandlad basisk bergart, se även avsnitt 5.4.4. Gångarna är mestadels decimeter- till halvmeterbreda och kan följas några tiotals meter. De utgör inhomogeniteter i berggrunden och kan därför vara en störande faktor ur bergbyggnadsteknisk synpunkt. Större områden med gångar av granit, pegmatit och aplit (röda streck på berggrundskartan) förekommer i områdets norra del kring Hållnäs, på mellersta och södra Gräsö samt i Vamsta-Berkingeområdet.

Berggrundens radiuminnehåll

I förstudien har två radonriskkartor baserade på flygmätningar tagits fram /5-3/. Den ena kartan är användbar vid bedömning av markradonhalt i byggnader. Den andra kartan visar berggrundens radiuminnehåll, se figur 5-5. Eftersom radium, som ingår i sönderfallskedjan för uran, sönderfaller till radon, kan radonrisken i en underjordsanläggning (och i grundvattnet i bergborrade brunnar) inom det uppmätta området indirekt uppskattas med hjälp av kartan.



Figur 5-5. Berggrundens radiuminnehåll i Östhammars kommun (efter /5-3/).

Radiumhalter i berggrunden under 50 becquerel per kilo är normala, medan halter däröver kan betecknas som anomala (förhöjda). Sett ur detta perspektiv är radiumhalten låg till normal inom större delen av kommunen. Förhöjda radiumhalter är vanligare i kommunens östra än i dess västra del, men endast mycket lokalt förekommer anomala halter. Skillnaderna mellan olika bergarter är relativt stora /5-3/. För en mer tillförlitlig analys krävs fältmätningar av berggrundens uranhalter och analys av radonhalter i grundvattnet.

Höga radonhalter i djupförvaret påverkar inte den långsiktiga säkerheten, men utgör ett arbetsmiljöproblem under bygg- och drifttiden, som sannolikt föranleder att anläggningens ventilationskapacitet måste förstärkas jämfört med en anläggning med normal radonhalt. Eftersom detta primärt är en arbetsmiljöfråga behandlas radonriskerna i kapitel 6.

5.4.4 Berggrundens homogenitet och tolkningsbarhet

Som tidigare nämnts är berggrunden i Östhammars kommun tämligen väl dokumenterad och merparten av det befintliga geologiska kartmaterialet är av hög kvalitet. Inom relativt stora delar av kommunen är berggrunden dessutom lättundersökt på grund av hög blottningsgrad. Där jordlager täcker berggrunden har dessa i allmänhet liten till måttlig mäktighet.

I förstudien har en klassning av kommunens berggrund gjorts med avseende på graden av homogenitet utifrån befintlig dokumentation av gångar och inneslutningar. Resultatet av denna klassning redovisas i figur 5-6.

Av kartan framgår att det främst är berggrunden i kommunens norra del samt ett stråk söderut i den centrala delen som präglas av inhomogeniteter. I vissa delar av kommunens kustområde finns inte motsvarande information, beroende på att modern geologisk kartläggning saknas, se figur 5-2.

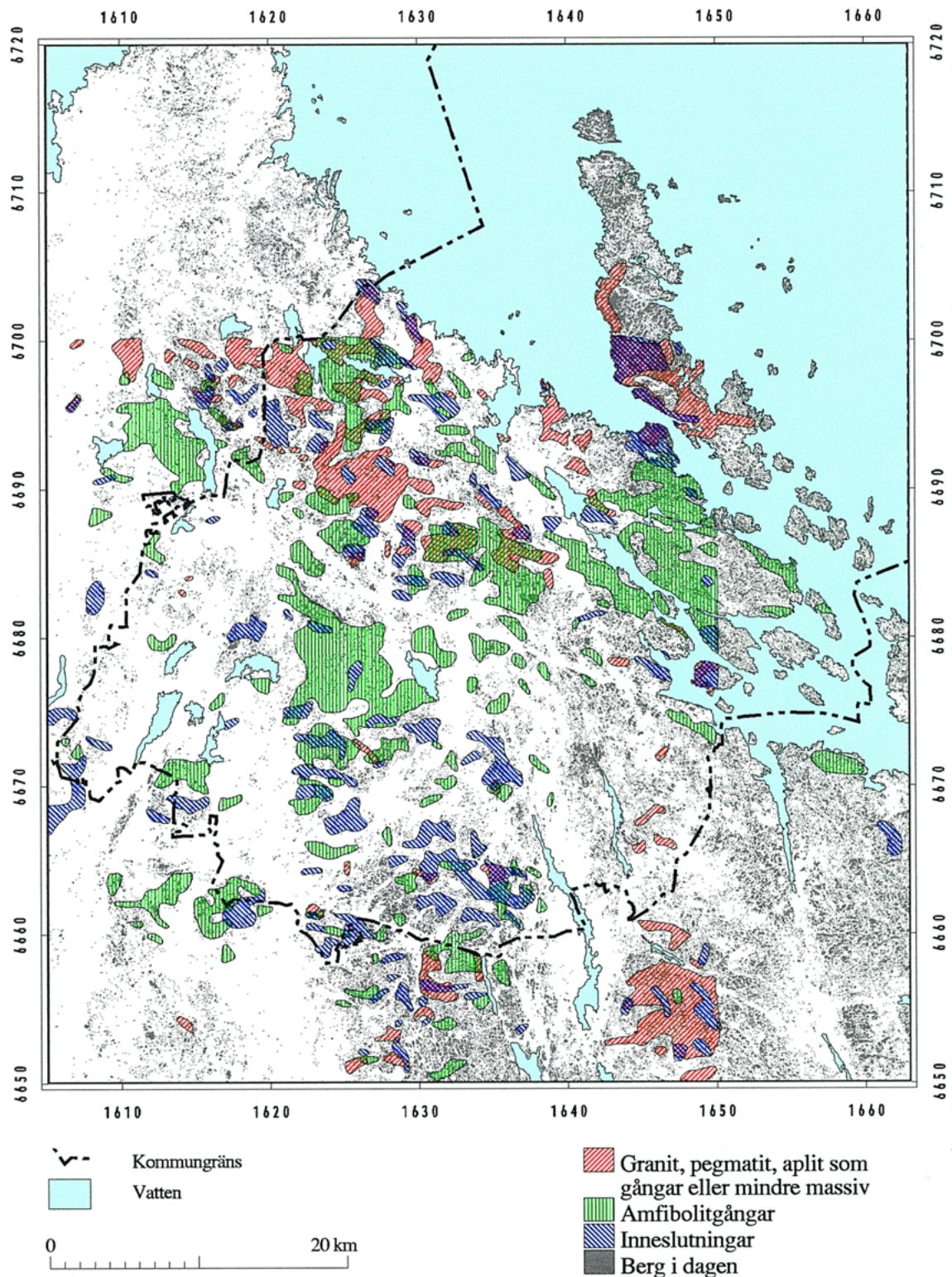
5.4.5 Deformationszoner

Allmänt

Deformationszoner kan enklast beskrivas som långsträckta berggrundspartier utefter vilka berggrunden rört sig. Rörelserna är resultatet av belastningar som har påverkat berggrunden under den geologiska utvecklingen. Deformationszonerna kan vara av olika typ och storlek, alltifrån enskilda små sprickor till breda plastiska skjuvzoner med en utsträckning på hundratals kilometer eller mera.

På stort djup i jordskorpan råder så höga temperaturer att berggrunden beter sig plastiskt, det vill säga som en trögflytande massa. Kraftig deformation ger då upphov till plastiska skjuvzoner där bergarternas struktur (till exempel mineralkornens orientering) påverkas. Plastiska skjuvzoner kan variera i bredd från mindre än en decimeter till flera kilometer. Deformationen är vanligtvis inhomogen, det vill säga varierar i intensitet, och bergarterna uppvisar kraftig förskiffring eller bandning samt stänglighet. I denna rapport används termen plastisk skjuvzon även för större områden som bedöms innehålla en hög koncentration av enskilda plastiska skjuvzoner. Inom storskaliga system av sådana zoner är de mellanliggande opåverkade eller mindre påverkade områdena oftast linsformade och benämns då tektoniska linser. Högre upp i jordskorpan är berggrunden spröd, varför deformationen istället orsakar sprickor, som i vissa fall koncentreras till sprickzoner. Där rörelser skett parallellt med en sprickzon brukar den betecknas som en förkastning. När en deformationszon väl utvecklats, utgör den en försvagning i berggrunden dit eventuella ytterligare rörelser tenderar att koncentreras. Zoner i svenskt urberg bär därför ofta spår av rörelser i flera skeden. Yngre sprickzoner förekommer exempelvis ofta i anslutning till äldre plastiska skjuvzoner.

Deformationszoner i berggrunden påverkar lokaliseringsförutsättningarna för ett djupförvar i flera avseenden. Mekaniskt utgör de försvagningar i berggrunden, och eventuella framtida bergrörelser kan därför förväntas ske i redan existerande zoner. Vidare sker merparten av grundvattencirkulationen i sprickor och sprickzoner. Större sprickzoner bör helt undvikas vid lokaliseringen av djupförvaret. Mindre sprickzoner kan accepteras inom den bergvolym där förvaret förläggs, men kan då påverka utformningen av anläggningen.



Figur 5-6. Östhammars kommun med omgivning. Inhomogeniteter i berggrunden (efter 15-3).

I förstudien har en karta över tolkade deformationszoner sammanställts, figur 5-7. Kartan bygger på en samtolkning av information från flera källor. Här inkluderas en sammanställning av plastiska planstrukturer (förskiffring, gnejsighet, bandning) som uppmätts vid tidigare geologisk kartering inom området, flygmagnetiska och topografiska data (även av havsbottentopografin), information från flyg- och satellitbilder samt fältiakttagelser av kraftigt deformerade bergarter (myloniter och krossbreccior, det vill säga sönderbrutna men senare ihopläkta bergarter).

Bergarterna inom undersökningsområdet kan generellt indelas i två huvudgrupper med utgångspunkt från deformationsstil och grad av omvandling, se figur 5-7. De två grupperna, rangordnade efter ytmässig utbredning, är:

- Grupp 1 Vulkaniska, sedimentära och äldre intrusiva bergarter (främst granitoider) med åldrar omkring 1 900–1 890 miljoner år (ljusbeige färg på kartan i figur 5-7). Bergarterna har påverkats av plastisk deformation och omvandling som kulminerade för cirka 1 850–1 800 miljoner år sedan under den svekokarelska orogenesisen. Inom kommunens norra del är bergarterna ställvis kraftigt omvandlade med bildning av ådrade och migmatitiska bergarter (bergarten har delvis smält och återkristalliserat).
- Grupp 2 Graniter, pegmatiter och apliter med åldrar omkring 1 800 miljoner år (rosa färg på kartan i figur 5-7). Dessa bergarter är välbevarade och uppvisar ingen eller endast begränsad plastisk deformation.

Berggrundsomvandling och deformationszoner

Ur deformationssynpunkt kan kommunen med omgivning indelas i två delområden, området för Singöskjuvzonen och sprickzoner i anslutning till denna samt övriga delar av kommunen, se figur 5-7. Indelningen grundar sig huvudsakligen på delområdenas avsevärda skillnader i deformationsstil.

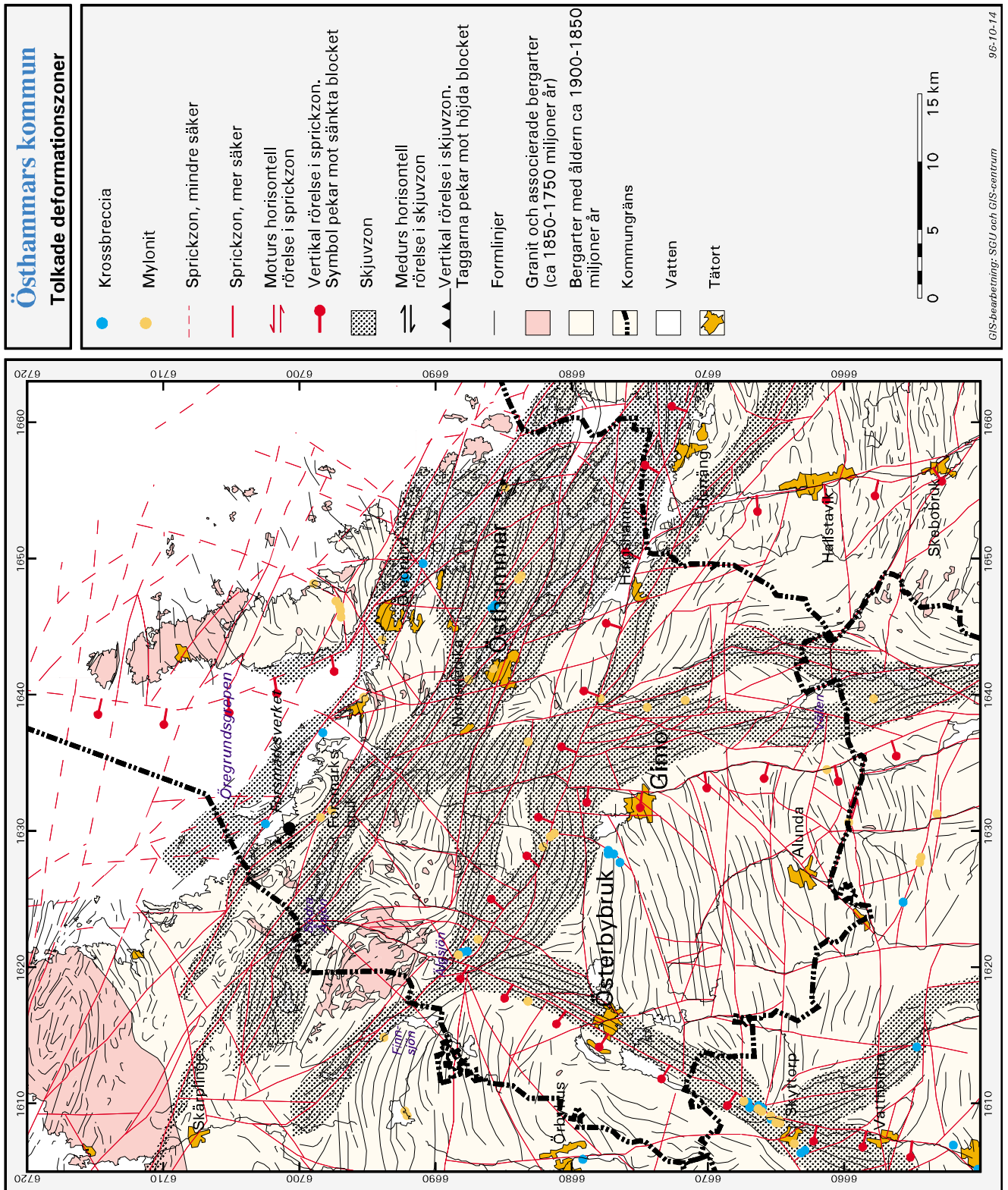
Singöskjuvzonen och sprickzoner i anslutning till denna

Ett omfattande system av nordvästliga regionala plastiska skjuvzoner följer kommunens kustområde, se figur 5-7. Systemet, som sammantaget benämns Singöskjuvzonen, fortsätter in i Tierps och Norrtälje kommuner.

Singöskjuvzonens totala bredd är cirka 20–25 kilometer (från Öregrund till Gimo) vilket innebär att mer än halva kommunen berörs. Inom Singöskjuvzonen stryker formlinjer och bergartsgränser huvudsakligen i nordvästlig eller västnordvästlig riktning och stupar brant eller är vertikala. I zonen förekommer tunna stråk med mylonit (en finkornig bergart bildad genom stark plastisk deformation).

Inom Singöskjuvzonen förekommer så kallade tektoniska linser, där formlinjerna kan ha helt andra riktningar. De tektoniska linserna förmodas representera ”öar” som berörts betydligt mindre av plastisk deformation. Sprickzoner och sprickor förekommer dock inom dessa linser.

Inom den del av kommunen som berörs av Singöskjuvzonen förekommer större, regionala, sprickzoner med ett inbördes avstånd av storleksordningen 3–5 kilometer. Exempel på sprickzoner som tydligt framträder i topografiska och/eller magnetiska kartor är en zon mellan Hargshamn och Finnsjön, Forsmark-Granfjärdenzonen och Singöförkastningen utanför kustlinjen vid Forsmark. Den sistnämnda sprickzonen är väldokumenterad, eftersom den har genomkorsats av fyra tunnlar i samband med drivning av kylvattentunnlarna till kärnkraftverket och vid bygget av SFR. I vissa tunnlar har en 200



Figur 5-7. Östhammars kommun med omgivning. Tolkade deformationszoner (efter 15-31).

meter bred krossbreccia påträffats samt breda lerfyllda sprickor. Singöförkastningen beskrivs ytterligare i avsnitt 6.6. De ovan beskrivna sprickzonerna utgör troligen förkastningar. I några fall vet man att berggrundsrorelser har ägt rum senare än för cirka 450 miljoner år sedan.

De regionala sprickzonerna avgränsar berggrundsblock som vanligtvis är mindre än tio kvadratkilometer. Lokalt förekommer dock avsevärt större block, uppemot cirka 30 kvadratkilometer. Inom blocken förekommer sprickzoner av mindre (lokal) dimension.

Skjuvzoner och sprickzoner i övriga delar av kommunen

Två regionala skjuvzoner har tolkats i den sydvästra respektive sydöstra delen av kommunen. Dessa är 2–5 kilometer breda. Den sydvästra är åtminstone 40 kilometer lång och återfinns mellan Vattholma och Österbybruk. Den sydöstra stryker i nordnordvästlig riktning längs sjön Vällen till öster om Gimo. Den är minst 30 kilometer lång och innehåller en tektonisk lins.

Sprickzoner uppträder i ett korsande system i området, se figur 5-7. De tydligaste topografiska sänkorna inom området orsakas av sprickzonssystem mellan Vattholma och Österbybruk, längs sjön Vällen mot Gimo samt mellan Skebobruk och Herräng. Mellan de tre beskrivna sprickzonssystemen är bergblocken vanligtvis större än 40 kvadratkilometer. Även dessa block genomskärs dock av mindre sprickzoner. Många av de beskrivna sprickzonerna utgör troligen förkastningar, vilket indikeras bland annat av förekomst av kraftigt deformerade bergarter (myloniter och krossbreccior) samt förskjutning av bergartsgränser.

Sammanfattning

Bergarterna inom Östhammars kommun har påverkats av dels plastisk deformation, som bland annat resulterat i flera system av storskaliga plastiska skjuvzoner, och dels av spröd deformation, som gett upphov till både storskaliga förkastningar och till sprickzoner i olika skalor. Vissa sprickzoner följer riktningen av de äldre skjuvzonerna, medan andra skär dessa med varierande vinklar.

De uthålliga regionala sprickzonerna avgränsar större bergblock. Blocken ligger antingen utanför de plastiska skjuvzonerna eller i tektoniska linser inom dessa. Många av blocken har en ytutbredning av 10–40 kvadratkilometer. Eftersom volymen av ett djupförvar är i storleksordningen två kvadratkilometer finns det därmed ur denna aspekt goda möjligheter att förlägga ett djupförvar till ett och samma bergblock. Inom blocken finns mindre, så kallade lokala sprickzoner. Detaljerade geologiska undersökningar inkluderande borrhålsundersökningar krävs för att utreda frekvens och karaktär av lokala sprickzoner.

5.4.6 Fältkontroll av Forsmark- och Hargshamsområdena

Vid Forsmark och Hargshamn i Östhammars kommun finns områden som under förstudien framhållits som potentiellt gynnsamma för lokalisering av ett djupförvar, se figur 5-4. Geologisk fältkontroll har utförts i dessa områden efter det att den preliminära slutrapporten från förstudien presenterades. Syftet med fältkontrollen har varit att kontrollera och utvärdera tidigare geologiska tolkningar. Resultaten från fältkontrollen, som i sammanfattande form inarbetats i föreliggande slutrapport, presenteras i sin helhet i /5-8/.

Fältkontrollen har omfattat dokumentation av sammanlagt cirka 180 berghällar med avseende på bergartstyp, homogenitet, deformationsgrad och sprickfrekvens. Endast mer uthålliga sprickor i håll har beaktats, det vill säga sådana som kunnat följas flera meter. Vid de flesta observationspunkter har också bergartens magnetiska egenskaper uppmätts för att möjliggöra säkrare koppling mellan observerade bergarter och den magnetiska anomalikartan. Särskild vikt har lagts vid att jämföra områden som tidigare i förstudien tolkats som plastiska skjuvzoner med områden som inte påverkats av plastisk deformation.

I den sammanfattande bedömningen av respektive område har stor vikt lagts vid berggrundens homogenitet, förekomst av regionala och lokala sprickzoner samt observerad sprickfrekvens i hållar.

Fältkontroll i Forsmarksområdet

Det geologiskt intressanta området vid Forsmark ligger inom en tektonisk lins som i detta område huvudsakligen består av homogen, svagt förskifrad, stänglig och vanligen röd meta-granit (gnejsgranit). Linsen omges av områden med inhomogen berggrund som är kraftigt påverkad av plastisk deformation. En viktig uppgift för fältkontrollen har varit att identifiera linsens yttre gränser och att bekräfta berggrundens homogenitet och låga deformationsgrad inom linsen. Fältarbetena har därför bedrivits både inom och utanför linsen.

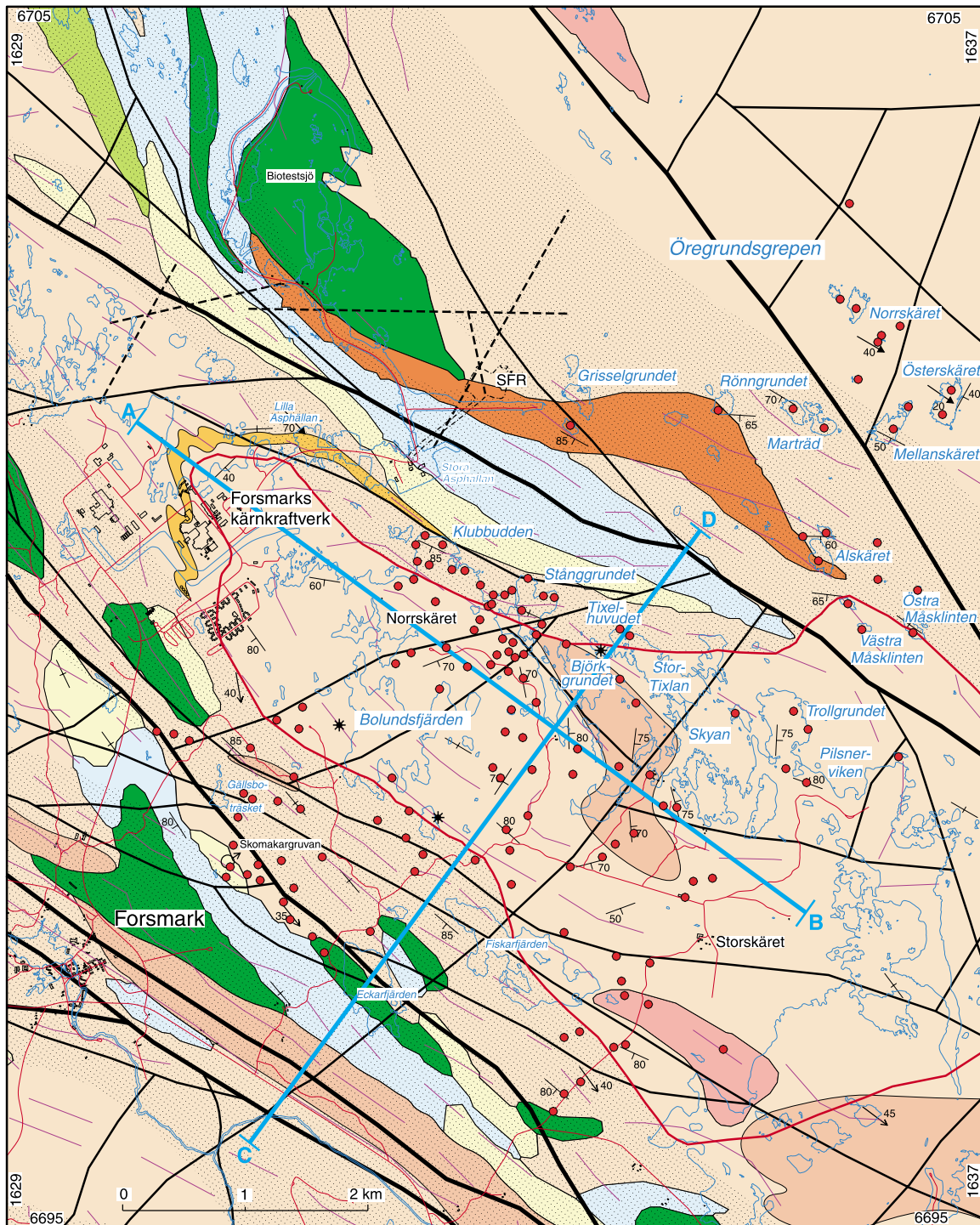
Området med homogen berggrund vid Forsmark är cirka 20 kvadratkilometer stort och beläget mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden. Det utgör en del av en betydligt större lins som fortsätter på andra sidan fjärden mot Öregrund. Delområdet är delvis beläget på land, men omfattar även halvöar, utskjutande uddar och små öar och kobbar. Området är relativt välblottat och fältkontrollen har omfattat ett sjuttioal berghällar (utanför linsen har ytterligare 80–90 hållar besökts).

Större delen av delområdet består av svagt folierad och stänglig, rödaktig metagranit, se figur 5-8. I områdets centrala del är graniten vanligen homogen. Smärre inslag av pegmatit och amfibolit liksom inneslutningar av metavulkanit förekommer dock. Vissa färg- och kornstorleksmässiga variationer av metagranit påträffas här och var, exempelvis vid gården Storskäret och vidare norrut mot Trollgrundet.

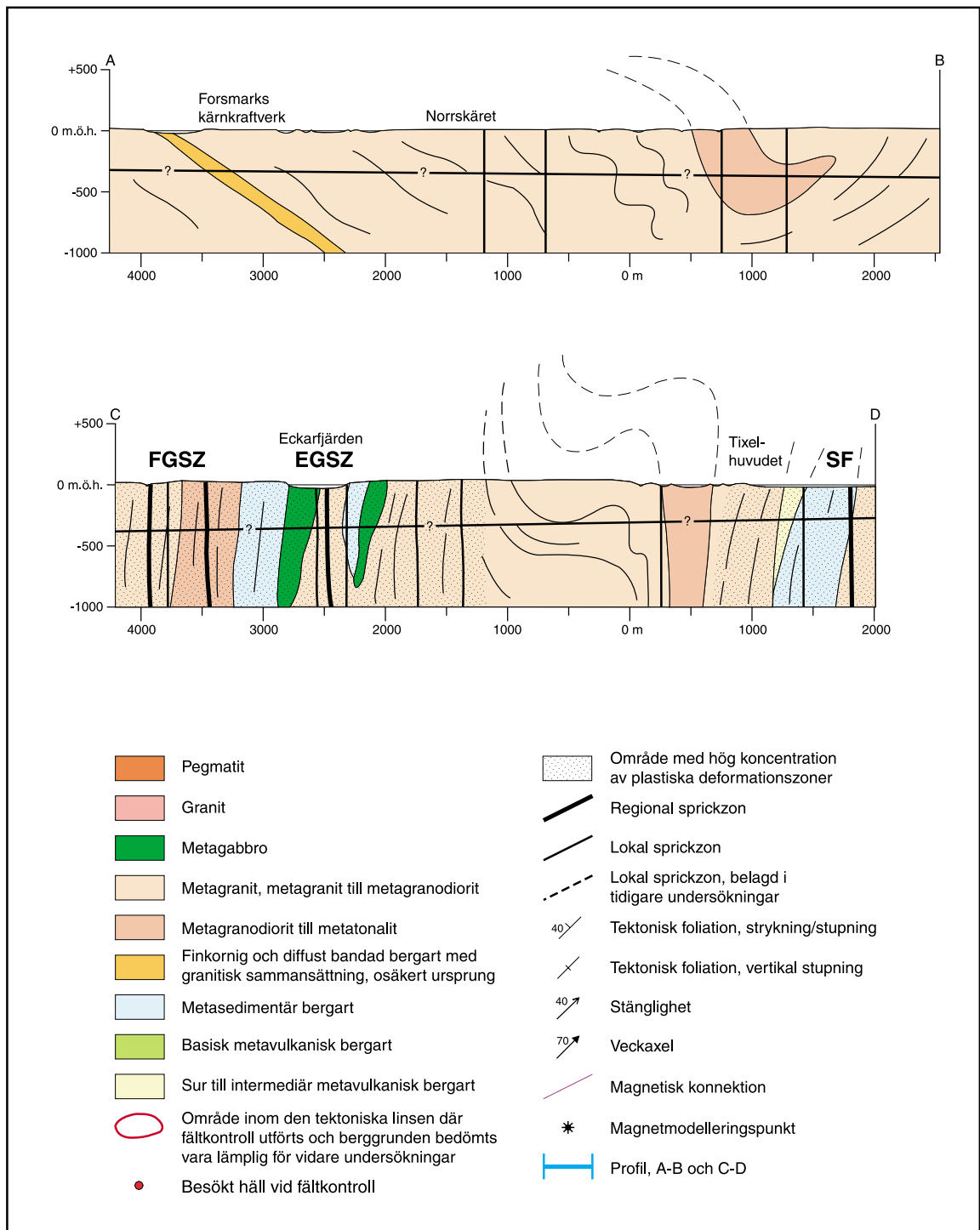
På Trollgrundets östra sida och vid Pilsnerviken finns hållar av yngre granit. Möjligen utgör dessa hållar randzonen av ett större granitområde åt norr mot öarna Östra och Västra Måsklinten. Förekomsten av denna granittyp var inte känd tidigare i detta område. Graniten är medelkornig, grå, glest porfyrisk och homogen. Yngre granit förekommer också i ett större område i den sydvästligaste delen. Pegmatit som klippande gångar påträffas tämligen rikligt i hela området.

Sprickfrekvensen är vanligen låg i observerade hållar (mindre än en spricka per meter) oavsett bergart. Dominerande sprickriktningar är nordnordost till nordost och väst till västnordväst. Tolkade sprickzoner med liknade riktning kan ses i figur 5-8. Ett flertal större sprickzoner har i tidigare studier indikerats i området kring Bolundsfjärden /5-11, 5-12/. Vid fältkontrollen har emellertid förekomsten av alla tolkade zoner inte kunnat bekräftas, vilket möjligen delvis kan förklaras av att blottningsgraden i just detta område är mycket låg. De regionala sprickzoner som tolkats fram i samband med fältkontrollen, se figur 5-8, har i stället i huvudsak baserats på flygmagnetiska och topografiska data. Tolkningen ger intryck av betydligt lägre frekvens av större sprickzoner i området jämfört med tidigare studier.

Det undersökta området karaktäriseras av låga uranhalter.



Figur 5-8. Berggrundskarta över Forsmarksområdet, uppdaterad efter utförda fältkontroller. Kartan motsvarar den övre rutan i figur 5-4. Fyllda röda cirklar visar observationspunkter vid utförd fältkontroll. För teckenförklaring i övrigt, se figur 5-9 (modifierad efter 15-8, 5-9/).



Figur 5-9. Geologiska profiler i Forsmarksområdet. Profilernas lägen framgår av figur 5-8. De skär varandra i punkten 0 m på respektive profil. Streckade linjer visar tolkade formlinjer av den tektoniska foliationen. Observera att den markerade flacka sprickzonen (linje med frågetecken) är helt hypotetisk (modifierad efter /5-9/).

Det här redovisade fältkontrollerade området motsvarar i stort sett det linsformade område som i /5-3/ definierades som potentiellt gynnsamt för lokalisering av ett djupförvar. Jämfört med tidigare tolkning har följande modifieringar skett efter fältkontrollen:

1. Området har utökats i linsens södra del, både mot nordost och sydväst.
2. Området har minskats något vid linsens nordvästra spets (inkluderande Forsmarksverkets industriområde). Den smala kustremsan nordväst om kärnkraftverket har dock inte ingått i fältkontrollen. Detta område är således öppet för vidare undersökningar i den händelse platsundersökningar skulle aktualiseras i Forsmarksområdet.
3. Antalet tolkade sprickzoner är färre än i tolkningen från tidigare arbeten.

Både mot väster och öster gränsar området till berggrund som kännetecknas av stora bergartsvariationer och stråkvis betydande plastisk deformation av berggrunden.

Geologiska djupprofiler i Forsmarksområdet

Efter fältkontrollen och på begäran av kommunen har två geologiska vertikalfiler genom Forsmarksområdet tagits fram, se figurerna 5-8 och 5-9. Profil A-B följer längsriktningen av den tektoniska linsen i nordväst-sydost och sträcker sig från området norr om Forsmarks kärnkraftverk till öster om Storskäret. Profilen är parallell med stängligheten i berggrunden och med veckaxlarna till de småskaliga veck som finns i området. Profilen övertvårar också fyra tolkade lokala sprickzoner /5-9/.

Profil C-D stryker i riktning sydväst-nordost, vinkelrätt mot profil A-B. Den övertvårar därmed både den tektoniska linsen och de zoner med kraftigt deformerade bergarter som tillhör Singöskjuvzonen och som begränsar linsen mot sydväst respektive nordost. Flera bekräftade och tolkade regionala och mer lokala sprickzoner, se /5-9/, korsas också, däribland Forsmark-Granfjärden-sprickzonen (FGSZ), Eckarfjärden-Gällsboträsket-sprickzonen (EGSZ) och Singöförkastningen (SF).

De två profilerna illustrerar en preliminär tolkning av berggrundens sammansättning och de strukturgeologiska förhållandena längs med och tvärs över den tektoniska linsen i Forsmarksområdet ned till 1 000 meters djup. Profilerna har upprättats utifrån följande förutsättningar:

1. Berggrundsgeologin i ytan baseras huvudsakligen på den berggrundskarta som presenterats i /5-3/. Mindre förändringar har dock gjorts med hänsyn till resultaten av kompletterande arbeten /5-8/. Vidare har en mer detaljerad indelning gjorts av metagranitoiderna inom och sydväst om den tektoniska linsen. Denna indelning utnyttjar information presenterad i /5-13/ för Östhammarsområdet samt i /5-6/ för området runt Forsmarks kärnkraftverk. Resultat från fältmätningar av såväl plana som linjära strukturer har hämtats från /5-8, 5-13/. Dessa mätningar, i kombination med tolkning av magnetiska data från flygmätningar, har utgjort det viktigaste underlaget för de två profilerna.
2. Alla regionala och mer lokala deformationszoner som visas på den geologiska kartan i figur 5-8, både plastiska och spröda (sprickzoner), antas stupa brant eller vertikalt.
3. I bägge profilerna har en flack sprickzon markerats på cirka 300–400 meters djup. Denna zon är helt och hållet hypotetisk. Möjligheten att en sådan zon skulle kunna finnas stöds emellertid av att en flackt stupande zon framtolkats i borrhålet DBT1 vid Forsmarks kärnkraftverk /5-14/ samt av att en flack sprickzon dokumenterats under SFR-anläggningen (zon H2 i /5-15/). En möjlig fortsättning av zon H2 sydväst om Singö-förkastningen in mot det nu aktuella området har tolkats i /5-16/.

Det är viktigt att komma ihåg den stora osäkerhet som finns när de olika geologiska enheterna och deformationszonerna projiceras mot djupet. Radikalt förbättrad kännedom om de geologiska förhållandena på försvarsdjup kräver detaljerade geofysiska mätningar och borrhning. Med beaktande av dessa reservationer indikerar den preliminära tolkningen att den tektoniska linsen med homogen berggrund mellan regionala plastiska skjuvzoner har en vertikal utsträckning från ytan ned till ett djup av åtminstone 500–1 000 meter. Den största osäkerheten i tolkningen är den eventuella förekomsten av flacka sprickzoner.

Fältkontroll i Hargshamnsområdet

Fältkontrollen i Hargshamnsområdet har varit mer översiktlig än i Forsmarksområdet och omfattat endast cirka 25 hällar. Undersökningarna har huvudsakligen inriktats på de metagranitdominerade delarna väster om riksväg 76 samt utefter två profiler, profil A och profil B, se figur 5-10.

Området, som bedömts som potentiellt gynnsamt för lokalisering av ett djupförvar, domineras av metagranitoider med huvudsaklig granitisk sammansättning. Underordnat förekommer i områdets centrala och västra del finkorniga, sura till intermediära metavulkaniska bergarter. Undersökningsområdet tolkas ligga inom en tektonisk lins omgiven av kraftigt plastiskt deformerade bergarter.

Profil A

Profil A sträcker sig mellan de två nord-sydliga vägarna i områdets norra del. Berggrunden utgörs utefter hela profilens sträckning av homogen, röd, medel- till grovkornig, ibland svagt folierad metagranit. Underordnat förekommer enstaka decimeterbredda aplitgångar. På den flygmagnetiska kartan framträder ett större område med låg homogen magnetisering vid profil A.

Där foliationen kunnat mätas är den ungefär ost-västlig och brant stupande, oftast mot norr. Metagraniten bedöms som sprickfattig, och vanligtvis är sprickfrekvensen mindre än en spricka per meter. Block med flera meter mellan sprickorna förekommer också. Dominerande sprickriktningar är nordliga, ostliga, nordnordostliga respektive nord-nordvästliga. Sprickorna är vertikala eller brant stupande.

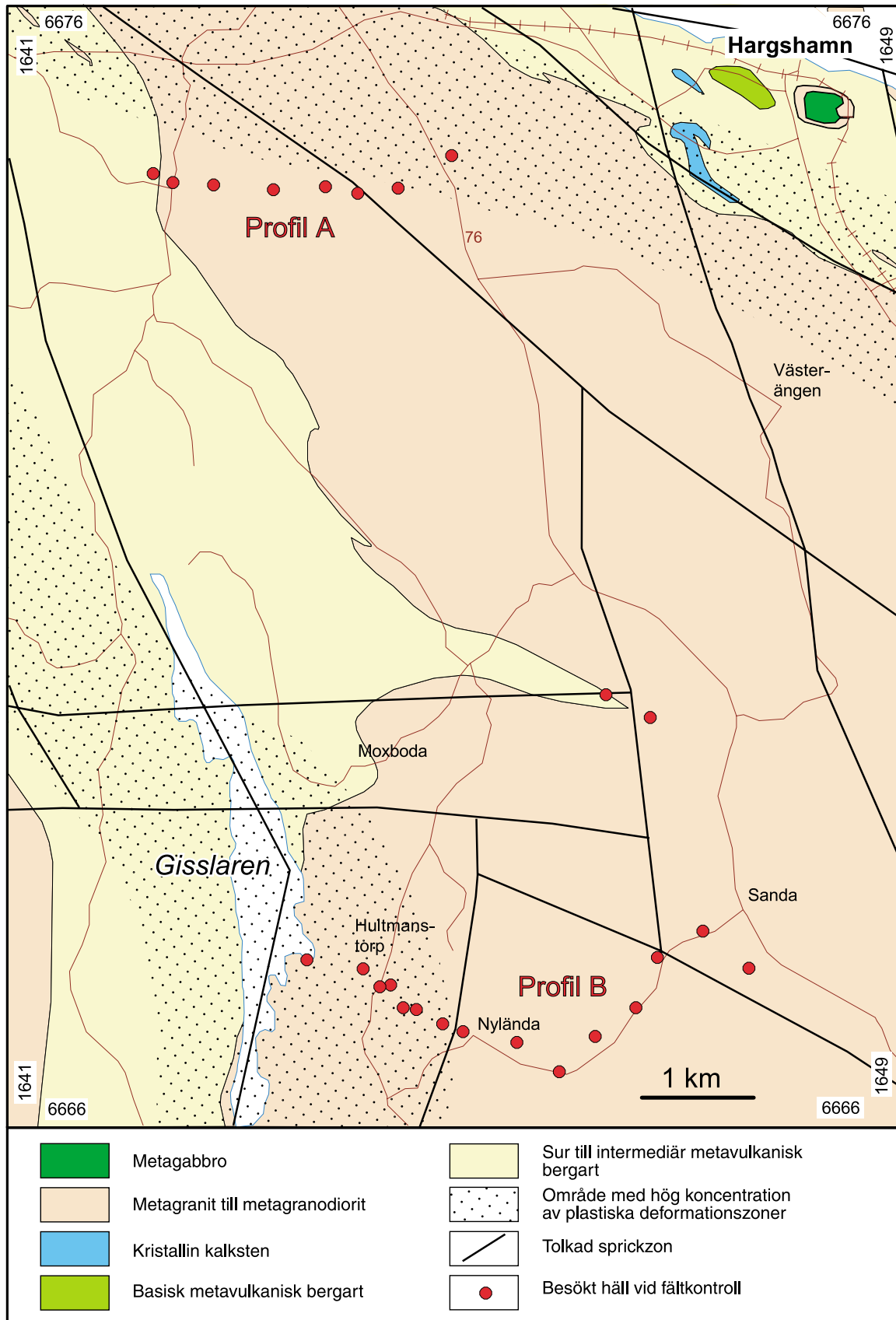
Profil B

Profil B går mellan sjön Gisslaren och väg 76 i områdets södra del. Berggrunden i den västra delen av profilen är tämligen inhomogen med stort inslag av pegmatit. Här förekommer även smala plastiska skjuvzoner. Homogen berggrund finns i områdets centrala och östra del mellan Nylända och Sanda. I denna del dominerar en svagt folierad och stänglig röd medel- till grovkornig metagranit med enstaka inslag av pegmatit och aplit. Sprickfrekvensen är låg, vanligen lägre än en spricka per meter.

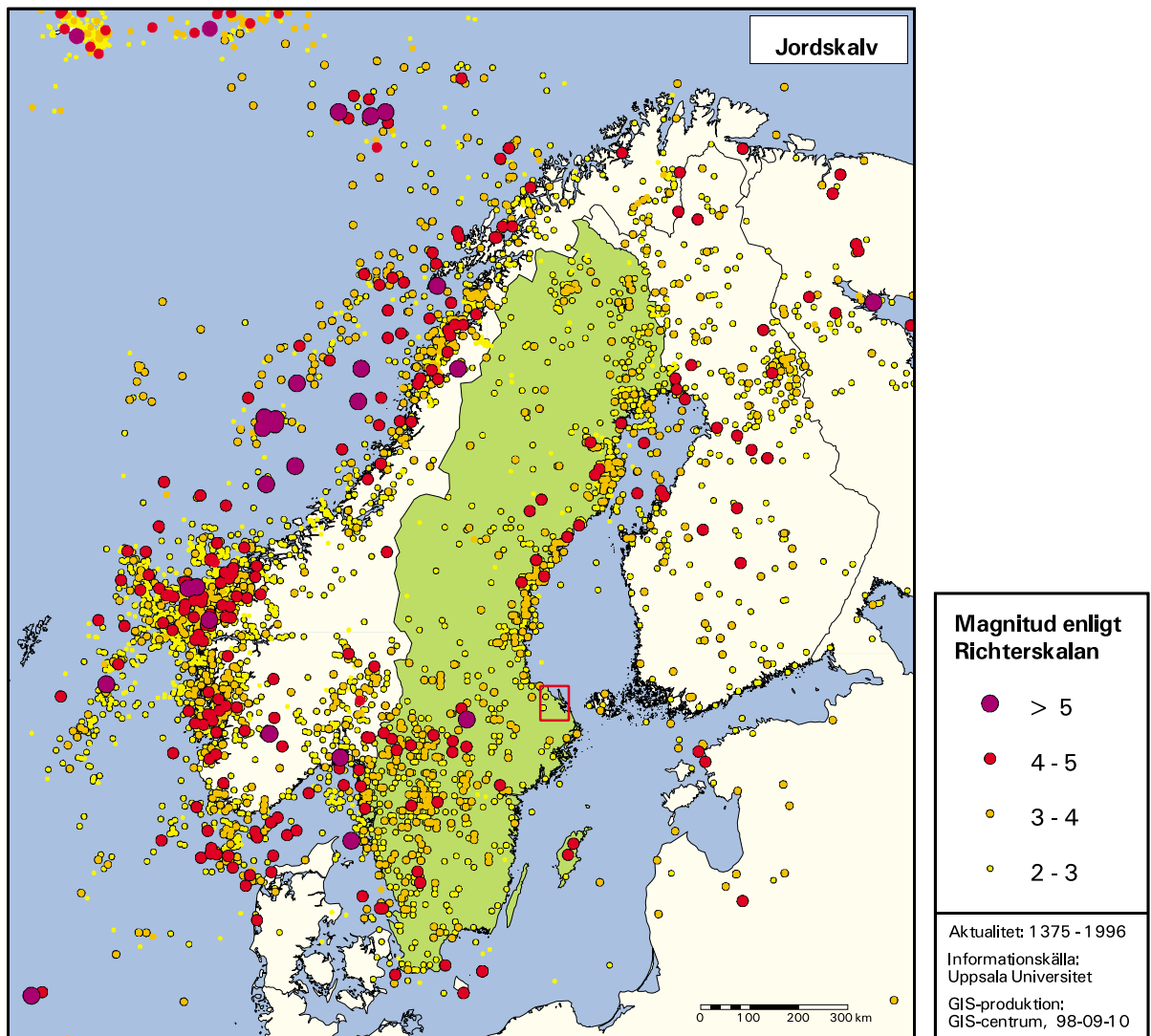
Sammanfattningsvis framstår metagraniten i den norra delen av området (profil A) som homogen och sprickfattig. Inneslutningar och gångbergarter förekommer i liten omfattning. Magnetiseringen i området är homogen. Motsvarande gynnsamma förhållanden finns i området kring profil B i dess centrala och östra del.

5.4.7 Stabilitet

Stabilitetsförhållandena i berggrunden kan ytterst hänföras till två grundparametrar: materialet, det vill säga berget och dess egenskaper, samt de verkande belastningarna. När de senare överskrider materialets bärförmåga uppstår bergrörelser av något slag, under vissa omständigheter åtföljda av jordskalv.



Figur 5-10. Berggrundskarta över Hargshamnsområdet. Kartan motsvarar den södra rutan i figur 5-4 (för teckenförklaring se denna figur) med tillägg av plastiska skjuvzoner (svart prickraster) och sprickzoner (svarta linjer) från 15-31. Röda prickar visar var fältkontroller har utförts (efter 15-81).



Figur 5-11. Jordskalv i Skandinavien och Finland 1375–1996. Data från Uppsala universitet. Rektangeln visar undersökningsområdet (modifierad efter /5-7/).

Kartan i figur 5-11 visar ungefärliga platser och magnituder för jordskalv registrerade i Nordeuropa från medeltiden fram till 1996. Registreringarna ger en uppfattning om berggrundens nutida stabilitet. Sverige utgör ett område med låg seismisk aktivitet jämfört med exempelvis regionen längs Norges västkust. I global skala blir skillnaderna än mer tydliga – mer än 95 % av alla jordskalv i världen sker längs kontinentalplattornas gränser, alltså på stort avstånd från Sverige. Kartan visar också att den seismiska aktiviteten varierar inom Sveriges gränser. Östhammars kommun utgör ett, relativt sett, seismiskt lugnt område.

I berggrund med sedan länge väl utvecklade system av sprickor och sprickzoner sker rörelser nästan uteslutande i dessa redan existerande försvagningar. Tidpunkter för de rörelser som skett i sprickzonerna är allmänt svåra att fastställa. I Östhammarsområdet kan man få viss vägledning av de radiometriska dateringarna av uranmineral i kvarts-, kalcit- och kloritådror som utförts i regionen /5-17/ och av studier av förskjutningar i det subkambriska peneplanet /5-18/. Det har framkommit att de första rörelserna inträffade kort tid efter bildandet av de plastiska skjuvzonerna. Därefter har reaktiveringar inträffat. Exempelvis har det förekommit rörelser i Singöförkastningen senare än för 450 miljoner år sedan.

För cirka 10 000 år sedan skedde mycket stora skalv i några redan då existerande större sprickzoner i norra Sverige i samband med att inlandsisen avsmälte från detta område. Dessa sprickzoner benämns neotektoniska eller postglaciala förkastningar. I Östhammars kommun har inga sådana förkastningar observerats i samband med SGU:s jordarts-kartering i området /5-3/. Det finns dock forskare som menar att postglaciala rörelser har varit vanliga även i södra Sverige /5-19/.

Gillberga gryt, vid Edebo i Norrtälje kommun, är ett exempel på en stor blockansamling som vissa forskare menar har bildats genom att en berghäll har spräckts upp på grund av bergrörelser med åtföljande kraftiga jordskalv /5-20/. Andra forskare menar att blockansamlingen har orsakats av inlandsisen /5-3/.

Oberoende av om postglaciala rörelser har förekommit eller inte, är det nödvändigt att i en säkerhetsanalys beakta möjligheten att sådana bergrörelser kan ske, till exempel i samband med avsmältningen av nästa inlandsis.

Framtida rörelser av betydelse i berggrunden inom Östhammars kommun förväntas troligen ske tidigast i samband med avsmältningen av nästa landis, det vill säga om flera tiotusentals, möjligtvis hundra tusen år. Om några bergrörelser uppstår, antas dessa företrädesvis ske längs med äldre förkastningar /5-21, 5-22/. Djupförvaret måste därför placeras så att potentiella rörelsezoner undviks och så att ett tillräckligt stort så kallat respektavstånd finns mellan förvaret och dessa zoner. Det finns samband mellan rörelsebelopp, magnituder på skalv och längden på de sprickzoner i vilka rörelserna sker, som enkelt uttryckt innebär att stora rörelser sker i stora sprickzoner. Med dessa relationer som grund kan bergmekaniska analyser göras för att bedöma möjliga framtida rörelsebelopp i förekommande sprickzoner och behovet av respektavstånd /5-23/. Analyserna kräver såväl plats specifika som regionala geologiska data, vilka kan fås först vid en platsundersökning.

5.4.8 Exploateringsintressen

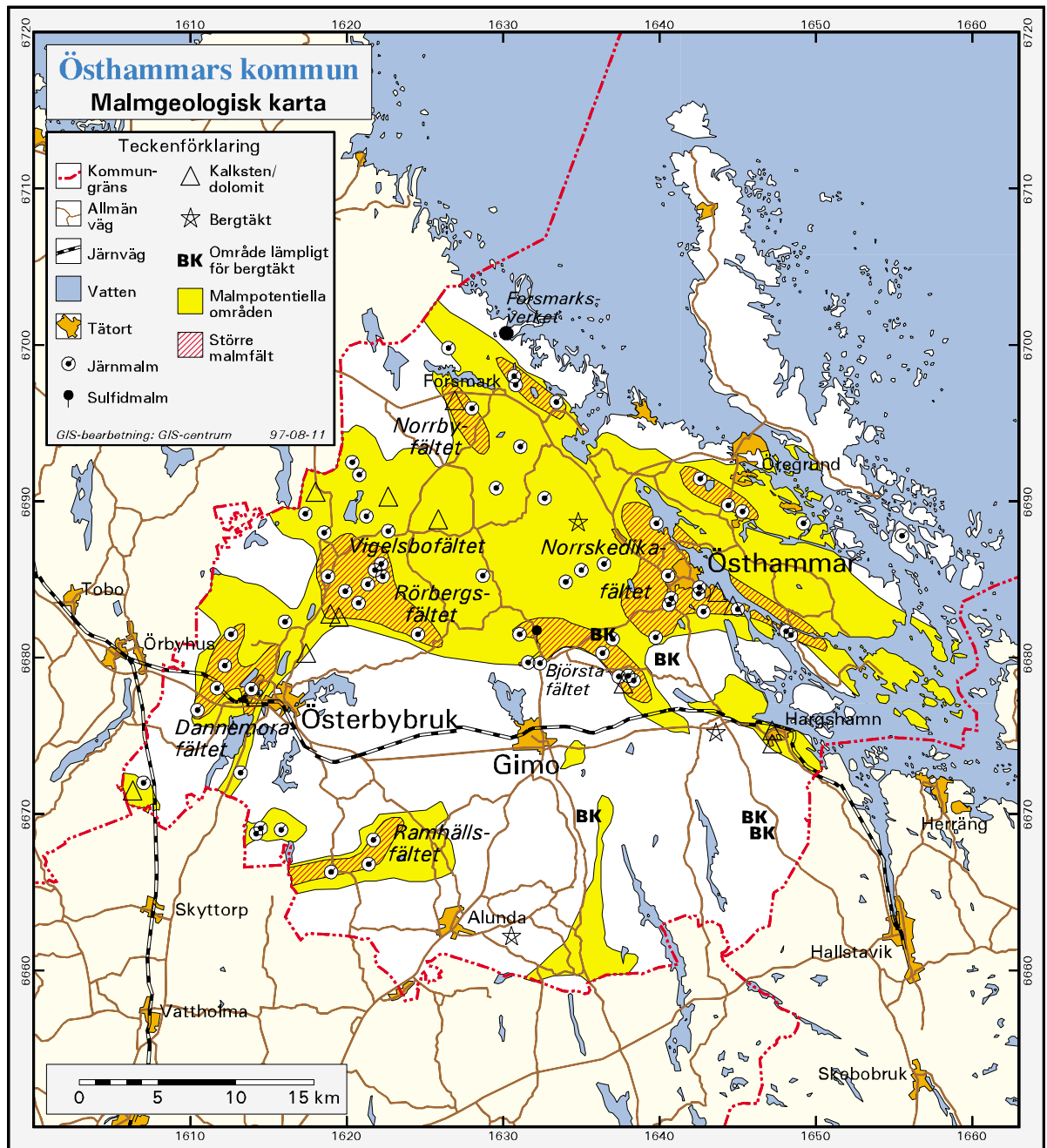
Ett djupförvar för kärnbränsle bör inte förläggas till en bergart eller ett område där mineralutvinning kan tänkas bli aktuell i en framtid, eftersom nyttjandet av denna naturresurs då blockeras. Genom att undvika malmpotentiella områden minskar dessutom risken att människor i samband med framtida mineralprospektering eller gruvsdrift oavsiktligt kommer i kontakt med djupförvaret. Ett annat skäl att undvika sådana områden är den påverkan på grundvattenströmningen som kan uppstå i närheten av dränerade gruvor. Vidare anger miljöbalken att områden som innehåller värdefulla ämnen eller material ska skyddas mot åtgärder som påtagligt försvårar utvinning av dessa.

Malmpotential

En malm utgörs definitionsmässigt av en mineralförekomst som kan brytas med ekonomisk vinning. I dagligt tal används begreppet malm för en större koncentration av en eller flera metaller, en så kallad mineralisering, oavsett fyndighetens ekonomiska värde.

Med ett malmpotentiellt område menas här ett område med sådana geologiska förutsättningar att det kan tänkas bli aktuellt för prospektering i dag eller i en framtid. Ett område där flera närliggande malmförekomster av samma typ uppträder brukar kallas malmfält. Flera likartade malmfält inom en geografisk region bildar en malmprovins.

Östhammars kommun utgör den nordöstligaste utlöparen av Bergslagens malmprovins och bergsbruket har mycket gamla traditioner. Mineraliseringarna är i första hand knutna till ytbergarter, företrädesvis sura metavulkaniter. En malmgeologisk karta över kommunen har tagits fram inom ramen för förstudien /5-4/, se figur 5-12. Av kartan



Figur 5-12. Malmgeologisk karta över Östhammars kommun (efter I5-4/).

framgår även viktiga nyttostensförekomster (beskrivs nedan). Gulmarkerade områden på kartan har bedömts som malmpotentiella. Inom dessa förekommer vissa koncentrationer av malmmineral (mineraliseringar), och berggrunden har sådan sammansättning att det finns förutsättningar för att brytvärda malmförekomster ska kunna påträffas.

De malmpotentiella områdena upptar mer än en tredjedel av kommunens yta. Berggrunden har här hög potential för järnmalm samt relativt hög potential för basmetaller som koppar, zink, bly och silver. Det är inte uteslutet att sulfidmalmer kan förekomma på större djup inom järnmalmfält. Vidare bör det beaktas att de större malmstrukturerna är relativt djupgående och att de i vissa fall kan vara täckta av andra bergarter, exempelvis graniter.

Den malmpotentiella berggrunden inrymmer sju större malmfält:

1. Dannemorafältet.
2. Ramhällsfältet.
3. Vigelsbofältet.
4. Rörbergsfältet.
5. Björstafältet.
6. Norrskedikafältet.
7. Norrbyfältet.

Samtliga utgör sammanhängande områden med kända större malmförekomster. Inom dessa fält finns flera större järn- och sulfidmalmer liksom åtskilliga mindre förekomster. Här har malm brutits in på 1800-talet eller senare. Några av gruvorna har varit i drift även långt in på 1900-talet.

De viktigaste malmförekomsterna är så kallade svartmalmer eller magnetitmalmer med varierande innehåll av skarn. Magnetit är ett magnetiskt järnmineral med mörk färg, till skillnad från hematit som är rödaktigt och icke-magnetiskt. Skarn är en gammal bergsmannabeteckning på den ofyndiga delen av berget (det vill säga den del som saknar malm), som innehåller vissa kalcium- och/eller magnesiumrika silikater såsom pyroxen, amfibol och serpentin. I anslutning till skarnet förekommer ofta sulfidmineral, exempelvis svavelkis, kopparkis, zinkblände med mera.

Järnmalmerna följer i stort sett berggrundens lagring, och de malmförande stråken kan ibland vara milslånga. Ursprungligen avsattes malmrika lösningar på botten av en havsbassäng tillsammans med vulkaniska bergarter och sediment. Senare lyftes havsbassängen upp och berggrunden veckades och deformerades. I samband med detta omvandlades många bergarter och malmlagren tunnades ut till linsformiga kroppar med varierande, men oftast brant stupning. Eftersom malmlagren avsattes i havet tillsammans med sediment, åtföljs malmerna ofta av olika typer av kalkstenar. En del av dessa finns dock även fristående från malmerna, inlagrade i den sura vulkanitberggrunden.

Inom några av de kända malmfälten finns också ett antal sulfidmalmer. Det är dock endast i Svavelgruvan i Dannemorafältet som brytning i någon större skala förekommit (gruvan innehåller en zink-blymalm med visst innehåll av silver).

Som tidigare nämnts har mineralhanteringen, främst järnhanteringen, gamla anor i kommunen. Ett hundratal järnmalmsfyndigheter har brutits under historisk tid. De flesta fyndigheterna är dock små. Det är endast Dannemora som har varit av riksintresse. Här pågick gruvdrift från 1400-talet fram till 1992. Totalt har cirka 37 miljoner ton järnmalm brutits, och det beräknas finnas ytterligare 31 miljoner ton kvar i berget. Andra fyndigheter som brutits i större omfattning är till exempel Ramhäll (4,3 miljoner ton) och Vigelsbo (0,6 miljoner ton). Efter nedläggningen av Dannemora gruva finns ingen gruva i drift inom kommunen.

Idag (augusti 2000) bedrivs ingen storskalig aktiv prospektering efter malm i kommunen och det finns endast ett beviljat undersökningstillstånd, vid Vigelsbo i kommunens västra del. Detta förhållande kan dock förändras, såsom skett i andra mineralrika delar av landet på senare tid.

Nyttosten

Med nyttosten menas här industrimineral och bergmaterial som bryts antingen för att användas för byggnads-, monument- eller prydnadsändamål eller för att krossas till ballastmaterial. Brytning av nyttosten har tidigare haft större omfattning i kommunen. Dels har brytning av kalksten skett vid flera kalkstensbrott, dels har ett antal gabbror brutits för framställning av stenull. Bergtäkter för produktion av krossberg är för tillfället den enda aktiva nyttostensresursen i Östhammars kommun.

Bergkross

När det gäller bergmaterial för framställning av bergkross brukar uppmärksamheten i första hand riktas mot granitiska bergarter. I Östhammars kommun finns flera lokaler med granitisk berggrund som skulle lämpa sig för produktion av ballastmaterial men även andra bergarter av intresse. SGU har i kommunens översiktsplan angivit fem till sex platser som, förutom befintliga bergtäkter, kan vara lämpliga för täktverksamhet. Dessa är markerade med BK på den malmgeologiska kartan, se figur 5-12. Berggrunden utgörs här av granitiska bergarter, gabbro eller sur vulkanit.

För närvarande (augusti 2000) sker brytning och krossning av gabbro vid Hargshamn respektive Aspö, nordväst om Norrskedika, samt av granit vid Drälinge, nära Alunda (varje plats markerad med en stjärna i figur 5-12). Den sammanlagda årsproduktionen från dessa tre täkter, där Hargshamnstäkten är störst, uppgick 1999 till drygt 100 000 ton. Produktionstalen kan dock variera kraftigt från år till år, främst beroende på skiftande efterfrågan på ballastmaterial.

Minskad tillgång på naturgas och förväntad ökad efterfrågan på ballast talar för att behovet av bergkross kommer att öka i framtiden. Bergkrossmaterial kan även bli en betydande exportvara, särskilt för kustkommuner med moderna hamnar. Östhammars kommun har i detta sammanhang goda förutsättningar både vad gäller lämpliga bergarter och tillgång till hamnresurser.

Kalksten och industrimineral

Karbonatsten, populärt benämnd kalksten, förekommer ofta i anslutning till järnmalmer och består antingen av mineralen kalcit eller dolomit. Kalcit (kalkspat) består av kalciumkarbonat medan dolomit utgörs av kalcium-magnesiumkarbonat. Krossad och mald kalksten av hög kvalitet har ett brett användningsområde, exempelvis vid tillverkning av papper, färg, asfalt och betong. Kalksten är också det viktigaste utgångsmaterialet för tillverkning av cement. Vidare används stora volymer kalkstensmjöl vid kalkning inom jord- och skogsbruket. Helt rena kalkstenar är dock ovanliga. Ofta är kalkstenen förorenad av skarnmineral, kvarts och sulfidmineral.

Kartan i figur 5-12 visar att det finns betydande förekomster av kalksten inom malmfälten i Östhammars kommun. Historiskt sett har kalksten spelat stor roll som slaggbildare vid järnframställning. Idag pågår dock ingen kalkstensbrytning i kommunen, och de kända reserverna av kalksten av högre kvalitet är relativt små, sett i ett riksperspektiv.

Kunskapen om industrimineral inom kommunen är relativt bristfällig, eftersom någon systematisk prospektering efter dessa mineral inte ägt rum.

Sammanfattning – exploateringsintressen

Det är vanskligt att bedöma ett områdes framtida prospekteringspotential, eftersom en mängd faktorer här spelar in, exempelvis den tekniska utvecklingen, fyndigheter i andra delar av världen, politiska och miljömässiga restriktioner med mera. En försiktig bedömning är dock att prospekteringsintresset även i framtiden kommer att koncentreras till de områden där man redan idag har konstaterat malmförekomster, och där geologiska förutsättningar finns för att upptäcka nya malmer. Ur denna aspekt kan följande mineralförekomster och områden inom Östhammars kommun förväntas ha potential för framtida gruvbrytning:

- Zink i anslutning till äldre järn- och sulfidmalmer (Dannemora, Vigelsbo, Norrby, Borggårdsgruvan-Björkagruvan samt i kommunens östra del).
- Bly-silvermalmer i kalkstenar (spridda över de gulmarkerade områdena i figur 5-12).
- Djupare belägna sulfidmalmer inom äldre järnmalmsfält (Dannemora, Ramhäll).
- Vissa industrimineral i anslutning till kalkstenar.

Övriga områden i kommunen består huvudsakligen av graniter och gnejser som saknar större koncentrationer av malmmineral. I dessa områden finns inte heller de geologiska förutsättningarna för att man ska förvänta sig finna malmförekomster.

5.5 Grundvatten

Grundvattnets nuvarande och framtida strömningsmönster och kemiska sammansättning är väsentliga faktorer vid bedömning av djupförvarets långsiktiga säkerhet liksom av de tekniska möjligheterna att bygga och driva anläggningen.

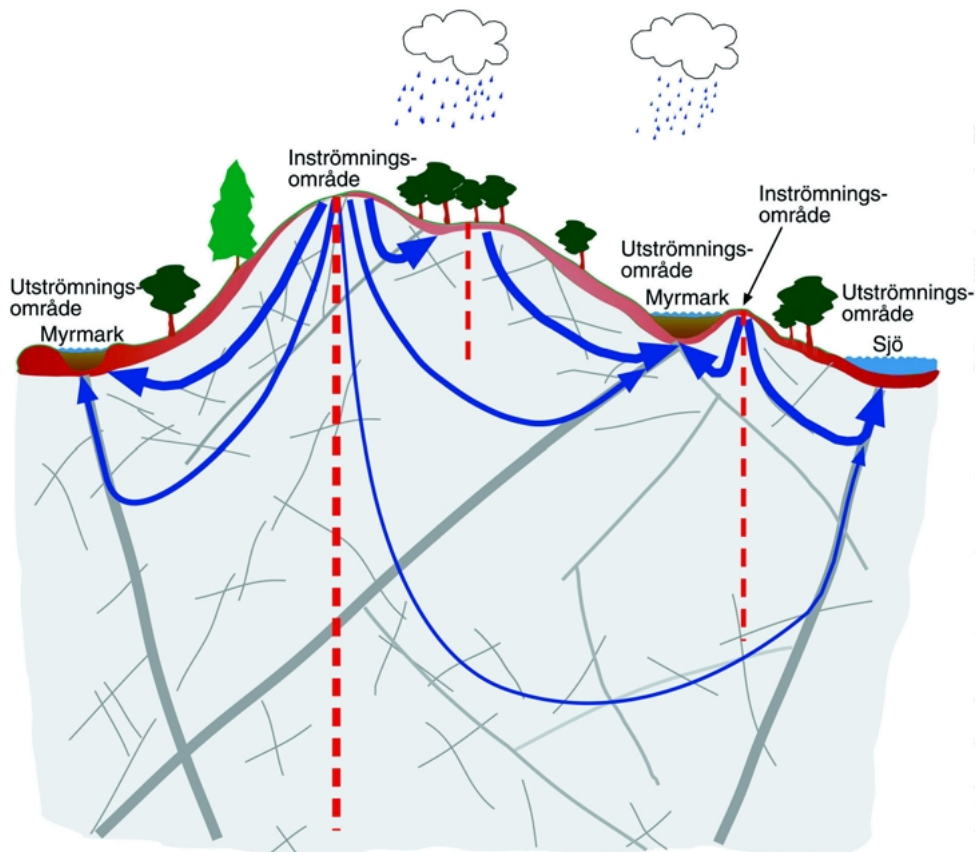
I detta avsnitt diskuteras kortfattat grundvattenbildning och grundvattenströmning samt tillgänglig information om berggrundens vattengenomsläpplighet och grundvattnets kemiska sammansättning i Östhammars kommun. Slutligen berörs de processer som på lång sikt kan påverka grundvattenförhållandena och därmed orsaka förändringar i miljön för djupförvaret. För mer utförliga redogörelser av grundvattenförhållandena hänvisas till /5-5, 5-9/.

5.5.1 Grundvattenbildning och grundvattenströmning

Den nederbörd som faller över ett landområde fördelas mellan avdunstning, avrinning i form av yt- och grundvatten samt magasinförändringar. Exempel på naturliga magasin är sjöar, mark- och grundvatten samt snötäcke. I markvattenmagasinet råder inte full vattenmättnad, vilket däremot är fallet under grundvattenytan.

Nederbörden i Östhammars kommun uppgår i genomsnitt till cirka 600–700 millimeter per år och avdunstningen till cirka 400 millimeter per år. Återstoden, alltså ungefär 200–300 millimeter per år, avrinner delvis som ytvatten i bäckar, åar och sjöar, delvis som grundvatten i jordlager och berggrund. Sett över långa tider (flera år) tar magasinförändringarna mellan torrår och våtår ut varandra.

Drivkraften bakom grundvattenavrinningen är skillnader i trycknivå, huvudsakligen orsakade av markytans höjdvariationer. Med de nederbörds- och markförhållanden som råder i stora delar av Sverige följer grundvattenytan i regel topografin ganska väl, se figur 5-13. Grundvattenbildningen sker i höjdområden som utgör inströmningsområden, medan vattendrag och andra lägre liggande områden är utströmningsområden. Gränserna mellan in- och utströmningsområden är inte fixa utan varierar med årstiden.



Figur 5-13. Illustration av in- och utströmningsområden samt av grundvattenströmning i olika skalor. Topografins betydelse som grundvattendelare (streckade linjer) är tydligast för avrinningen i jordlager och den ytliga delen av berggrunden (efter /5-9/).

Kvoten mellan skillnaden i trycknivå och avståndet mellan in- respektive utströmningsområde benämns hydraulisk gradient. Merparten av Östhammars kommun kännetecknas av mycket flack terräng. Storleken på förekommande topografiska gradienter (det vill säga markytans nivåskillnad) i kommunskala är som regel mindre än 0,5 %. Eftersom terrängen också i regionen som helhet är mycket flack har dock de lokala gradienterna sannolikt större betydelse för grundvattenströmningen på olika djup än de gradienter som trycknivåskillnader i regional skala ger upphov till. Den sydvästra delen av kommunen avvattnas via Fyrisån mot Mälaren, medan övriga delar avvattnas mot Östersjön.

Den grundvattenströmning som en given hydraulisk gradient kan åstadkomma styrs av vattengenomsläppligheten (hydrauliska konduktiviteten) hos jord- eller bergmaterialet. I urberg sker strömningen huvudsakligen i öppna och sammanlänkade sprickor. Förekomsten av sådana sprickor är därför avgörande för bergets vattengenomsläpplighet, vilken ofta är flera storleksordningar större i sprickzoner än i mellanliggande bergmassa.

5.5.2 Berggrundens vattengenomsläpplighet

Värden på vattengenomsläppligheten i berggrundens ytligare delar i Östhammars kommun har beräknats med hjälp av data från SGU:s brunnarsarkiv. Här finns uppgifter om brunnsdjup, vattenföring, avsänkning och, i mindre omfattning, grundvattenkemiska data från ett stort antal av landets vattenförsörjnings- och energibrunnar. Uppgifterna i brunnarsarkivet är inte framtagna med tanke på någon speciell tillämpning. Då brunnarsdata ska användas för hydrogeologiska analyser är det därför viktigt att komma ihåg att

materialet har begränsningar av olika slag. Exempelvis har olika metoder för borrning och mätning av vattenkapacitet och vattenavsänkning tillämpats genom åren. Vidare har vattenförsörjningsbrunnarna i de flesta fall borrats för att tillgodose vattenbehovet hos enskilda hushåll. Informationen blir därmed styrd av att man oftast slutar borra så snart man fått tillräckligt med vatten. Bergborrade vattenförsörjnings- eller energibrunnar är sällan djupare än cirka 100–150 meter (den djupaste bergbrunnen i Östhammars kommun med känd vattenföring är dock 178 meter). I stort sett gäller därför att brunnsgata ger information om förhållandena ner till cirka 100 meters djup, vilket i detta sammanhang är att betrakta som den yt nära berggrunden, till skillnad från undersökningsborrhål som når djupförvarsnivån (cirka 500 meter) eller djupare. Trots dessa och andra ofullkomligheter är materialet i SGU:s brunnarsarkiv hydrogeologiskt intressant, framförallt därför att det är någorlunda yttäckande och tillräckligt omfattande för statistiska jämförelser. Därmed kan det användas för översiktliga jämförelser av genomsnittlig vattengenomsläpplighet i berggrundens ytligare delar mellan olika bergartskategorier och geografiska områden.

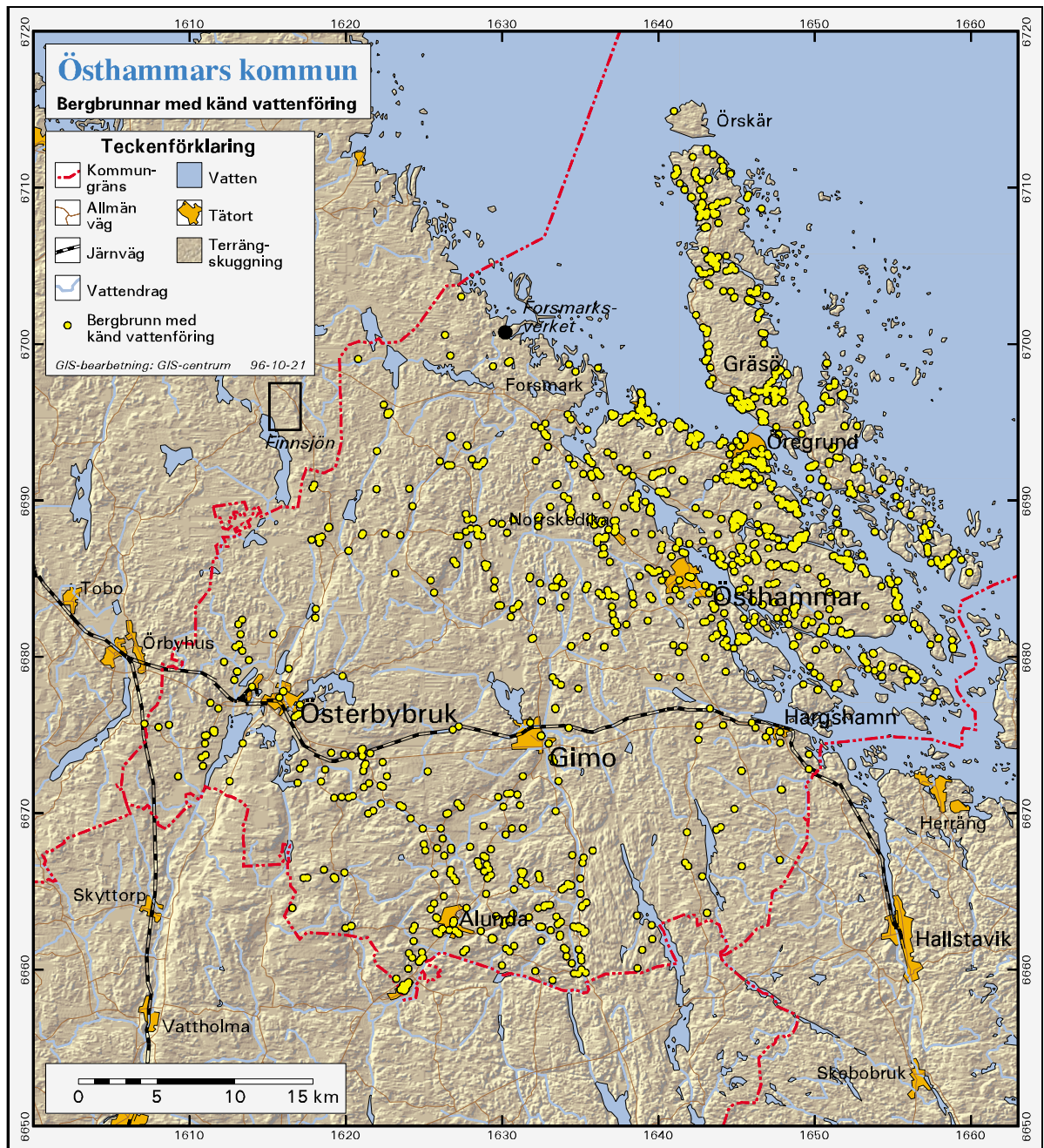
I förstudien har kapacitetsuppgifter från totalt 1 449 brunnar inom Östhammars kommun analyserats. Deras lägen visas i figur 5-14. Brunnarna, som borrats huvudsakligen under den andra halvan av 1900-talet, är i medeltal cirka 57 meter djupa och har kapacitetstestats med konventionell teknik. Endast brunnar med ett djup i berg som överstiger tio meter har beaktats i detta sammanhang, så att därmed brunnar som huvudsakligen får sitt vatten från jordlagren undviks.

Medianvärdet för borrhöjden i berg är 51 meter för brunnarna i Östhammars kommun, vilket är lägre än medianvärdet för hela riket, som är 70 meter. Även medianvärdet på brunnarnas kapacitet, 500 liter per timme, är något lägre än motsvarande värde för riket, 660 liter per timme.

Figur 5-15 visar beräknad vattengenomsläpplighet (K-värde, genomsnitt för varje brunn, uttryckt i enheten meter per sekund och plottat som funktion av representativt borrhöjden, vilket här definierats som brunnens halva totaldjup) för de 1 449 brunnar i kommunen som utgör dataunderlaget. Genom att korrelera brunnarnas lägen med den berggrundsgelogiska kartan, figur 5-4, har data kunnat grupperas med avseende på huvudkategorier av bergarter. Av figuren kan inte någon klar skillnad i vattengenomsläpplighet för olika bergarter utläsas. Variationen i vattengenomsläpplighet inom bergarterna är avsevärt större än eventuella, systematiska skillnader mellan olika bergarter, ett förhållande som noterats även vid andra förstudier, se exempelvis /5-24/. Att spridningen är stor beror på att förekomsten av vattengenomsläppliga sprickor och sprickzoner varierar från plats till plats. Vad beträffar maximivärdena på olika nivåer kan man med ledning av brunnarsarkivets uppgifter möjligen notera att unga graniter ofta förekommer bland maximivärdena medan sura metavulkaniter ofta syns bland minimivärdena. Variationsvidden är emellertid stor även för dessa två bergartskategorier, varför figur 5-15 inte kan användas för generella slutsatser om bergartsförhållandena på en enskild plats.

Data från brunnarsarkivet har i andra sammanhang sammanställts med syfte att studera variationer i berggrundens vattengenomsläpplighet i regional och nationell skala /5-25, 5-26/. De genomsnittsvärden för Östhammarsområdet som kan utläsas ur dessa studier ligger nära motsvarande genomsnittsvärden för urbergsdelen av landet i sin helhet.

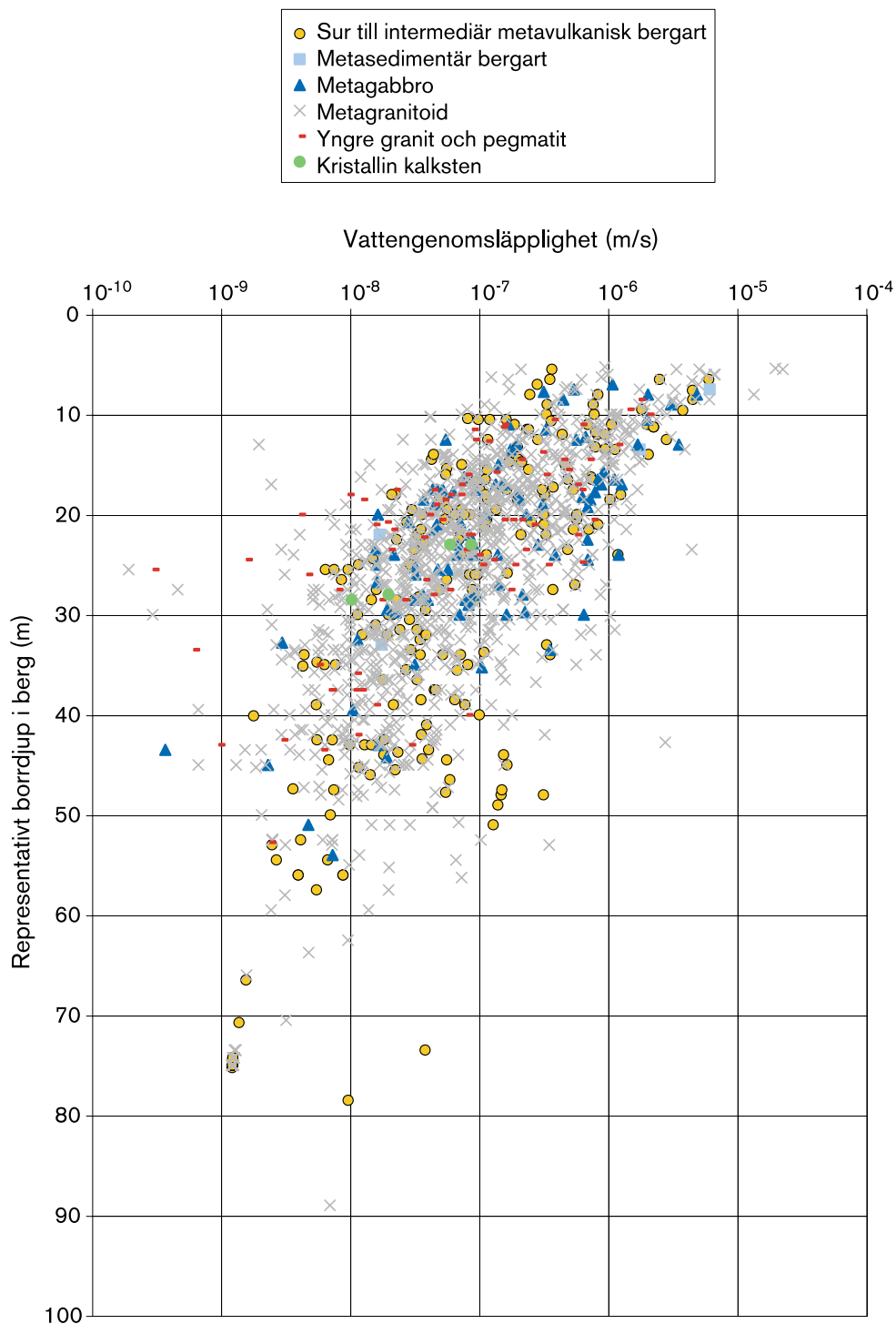
Av figur 5-15 framgår att brunnarsarkivets data sträcker sig i stort sett ner till 60 meters representativt borrhöjden (120 meters totaldjup). Den minskning i genomsnittlig vattengenomsläpplighet som indikeras av figur 5-15 är huvudsakligen en konsekvens av att borrhöjden har stor betydelse vid beräkningen av bergets genomsnittliga vattengenomsläpplighet. Den minskning som indikeras i figuren behöver därför inte avspegla den verkliga förändringen av vattengenomsläppligheten med djupet.



Figur 5-14. Bergbrunnar i Östhammars kommun med känd vattenföring (1 449 stycken) enligt SGU:s brunnarsarkiv. Endast brunnar med en borrhäns längd i berg på minst tio meter har beaktats (efter 15-5/).

De mätningar av bergets verkliga vattengenomsläpplighet som utförts av SKB i Finnsjöområdet utgör här ett värdefullt komplement till materialet från brunnarsarkivet. Finnsjöområdet, som utgör ett av SKB:s undersökningsområden (så kallade typområden), är cirka tio kvadratkilometer stort och beläget i Tierps kommun, strax väster om gränsen till Östhammars kommun. Området ligger i en tektonisk lins inom Singöskjuvzonen. Bergarterna är därför relativt opåverkade av den kraftiga plastiska deformation som är relaterad till zonen. Här har, från 1977 och framåt, detaljerade undersökningar i elva kärnborrhål samt ett tjugotal hammarborrhål genomförts. Borrhålen når som mest ett djup av nästan 700 meter. Huvuddelen av undersökningarna har koncentrerats till ett

Bergbrunnar i Östhammars kommun (SGU)



Figur 5-15. Vattengenomsläpplighet (genomsnittliga K -värden i enheten meter per sekund) för 1 449 brunnar i Östhammars kommun, registrerade i SGU:s brunnsarkiv. Datamaterialet är indelat i olika bergartskategorier och plottat som funktion av representativt borrhjup, det vill säga halva brunnsdjupet (efter 5-9). Den minskning som indikeras i figuren behöver inte avspegla den verkliga förändringen av vattengenomsläppligheten med djupet.

cirka sex kvadratkilometer stort berggrundsblock och särskilt till två sprickzoner, en brant stående och en flackt stupande zon. Resultat från dessa undersökningar finns presenterade i ett flertal rapporter och vetenskapliga artiklar, se exempelvis /5-27, 5-29/.

Data från SKB:s undersökningar vid Finnsjöområdet skiljer sig på många sätt från uppgifterna i brunnsarkivet. En skillnad är att undersökningarna vid Finnsjön är koncentrerade till en begränsad plats, medan brunnarna är spridda i hela kommunen. Mängden mätningar av vattengenomsläppligheten i Finnsjöområdet är dock omfattande och datakvaliteten i regel hög, speciellt från undersökningar utförda med modern utrustning under 1980-talet och framåt. Ett flertal mätmetoder och mätskalor har använts. Mätningarna täcker med god marginal djupintervallet ner till tänkt förvarsnivå (som djupast har mätningar gjorts till 679 meters djup).

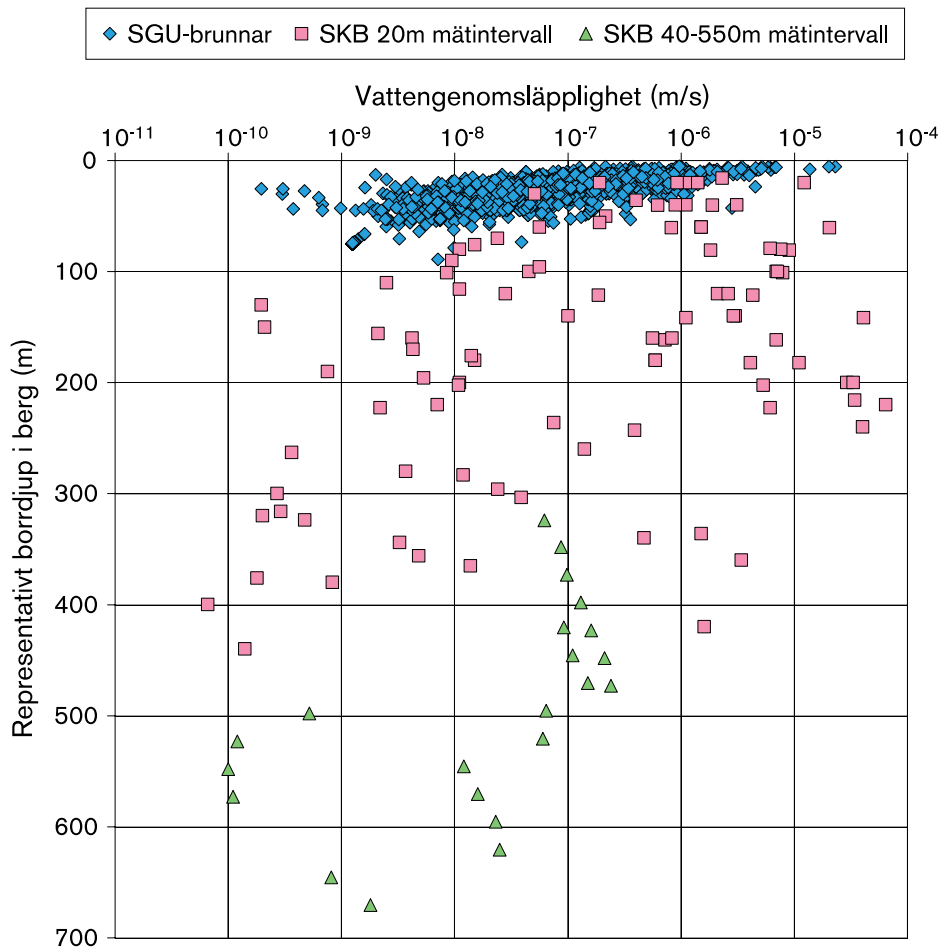
Figur 5-16 visar ett urval av vattengenomsläpplighetsdata från undersökningarna i Finnsjöområdet tillsammans med de värden på vattengenomsläpplighet som beräknats från brunnsdata (samma information som i figur 5-15 men i annan skala). Urvalet av data från Finnsjöområdet har här anpassats till mätskalan i bergborrade brunnar för att öka möjligheten till en relativ jämförelse. Det är dock inte möjligt att göra en absolut jämförelse mellan vattengenomsläppligheten från brunnsdata och från mätningar i kärnborrhålen i Finnsjöområdet. Detta beror bland annat på att brunnarna är mera geografiskt utspridda och därför kan representera en större geologisk variation. Vidare härrör de två dataunderlagen från olika borrh-, mät- och tolkningsmetoder.

Figur 5-16 ger en möjlighet att studera eventuell variation av bergets vattengenomsläpplighet mot djupet. Brunnsdata i figur 5-16 kan inte användas för att bedöma om det föreligger ett djupavtagande eller inte eftersom beräkningen av genomsnittlig vattengenomsläpplighet är beroende av brunnsdjupet. Däremot indikerar figur 5-16 att spridningen i vattengenomsläpplighet nära markytan tycks vara jämförbar med spridningen i vattengenomsläpplighet mot djupet. Att vattengenomsläppligheten i Finnsjöområdet, där mätningarna utförts i avgränsade borrhålssektioner mellan gummimanschetter, kan variera flera storleksordningar beror på om det förekommer någon dominant vattenförande spricka inom mätintervallet eller inte. Spridningen minskar med ökande längd på mätintervallet, eftersom chansen för att vattenförande sprickor finns med samtidigt ökar.

Figur 5-16 ger ingen möjlighet att bedöma eventuella skillnader i vattengenomsläpplighet mellan bergmassa och sprickzoner i Finnsjöområdet. I /5-29/ redovisas emellertid uppgifter som pekar på att vattenförande sprickzoner i detta område kan ha upp till 1 000 gånger högre vattengenomsläpplighet än omgivande bergmassa.

En hydrogeologiskt karakteristisk företeelse i Finnsjöområdet är den flackt liggande ytliga sprickzon som benämns Zon 2. Denna är delvis starkt vattengenomsläpplig och har ett högt naturligt grundvattenflöde i sin övre del. I zonens nedre del har i stort sett stagnanta strömningsförhållanden uppmäts, trots att även denna del har en relativt hög vattengenomsläpplighet. Grundvattnet i området har sötvattenkaraktär ned till zonens övre del, medan salthalten därunder är relativt hög (något högre än i dagens Östersjövattnet). Enligt en av flera teorier kan den flacka zonen fungera som en "hydraulisk bur" som begränsar möjligheten för grundvattenflöde under zonen. En sammanställning av den forskning som har bedrivits om grundvattenförhållandena i Zon 2 finns redovisad i /5-27/.

Bergbrunnar i Östhammars kommun (SGU) samt undersökningsborrhål i Finnsjön (SKB)



Figur 5-16. Vattengenomsläpplighet (K -värden) på olika mätdjup. Romber markerar genomsnittliga K -värden som beräknats utifrån brunnnsdata i SGU:s brunnarsarkiv för Östhammars kommun, se figur 5-15. Övriga symboler (kvadrater och trianglar) visar K -värden från SKB:s undersökningar i Finnsjöområdet. Dessa har beräknats utifrån manschettmätningar i kärnborrhål på olika nivåer. Med representativt borrhåldjup för en manschettmätning menas i detta diagram djupet till mätintervalllets mittpunkt (efter /5-9/).

Inom de delar av Östhammars kommun där berggrundens spricksystem liknar det som förekommer i Finnsjöområdet, är det realistiskt att använda de genomsnittliga hydrauliska egenskaperna i detta undersökningsområde som utgångspunkt. En säkerhetsanalys av ett tänkbart läge för ett djupförvar kräver dock detaljerade uppgifter för platsen ifråga, något som kan erhållas först efter omfattande borrhålsundersökningar.

5.5.3 Grundvattenkemi

I likhet med berggrundens vattengenomsläpplighet har också berggrundsvattnets kemiska sammansättning stor betydelse för lokaliseringsförutsättningarna för ett djupförvar. Inom ramen för förstudien har befintliga grundvattenkemiska data från kommunen sammanställts i syfte att klargöra om det finns avvikelser i halter av olika ämnen från vad som anses vara normala förhållanden i svenskt urberg. Sammanställningen redovisas i /5-5/.

Det underlag som använts härrör från vattenprover tagna dels i bergborrade brunnar i Östhammars kommun (uppgifter från SGU:s brunnsarkiv), dels i SKB:s djupa undersökningsborrhål i Finnsjöområdet (uppgifter från SKB:s geovetenskapliga databas). Ytterligare grundvattenkemiska uppgifter har hämtats från hydrogeologiska kartan över Uppsala län /5-31/.

Den information om grundvattnets sammansättning från Östhammars kommun som finns i SGU:s brunnsarkiv härrör från vattenprover tagna i 81 bergborrade brunnar med djup mellan cirka tio och 140 meter (maximidjup 142 meter). Den geografiska spridningen inom kommunen är inte helt tillfredsställande. Antalet mätvärden bedöms vara på gränsen för att en tillförlitlig statistisk analys ska kunna göras.

Underlaget från SKB:s undersökningar i Finnsjöområdet omfattar data från åtta olika borrhål med djup mellan cirka 100 och 700 meter (maximidjup 691 meter). Undersökningsmaterialet från Finnsjöområdet representerar ett begränsat område, men är i gengäld av god kvalitet och ger information om förhållandena på planerat förvarsdjup. Det senare är väsentligt, eftersom grundvattnets kemiska sammansättning är beroende av djupet.

Förhållanden nära markytan

Grundvattnet i de undersökta bergborrade brunnarna uppvisar överlag en kemisk sammansättning i enlighet med vad som kan förväntas, givet den allmänna hydrogeologiska miljön /5-32/. I övrigt kan följande kommentarer göras.

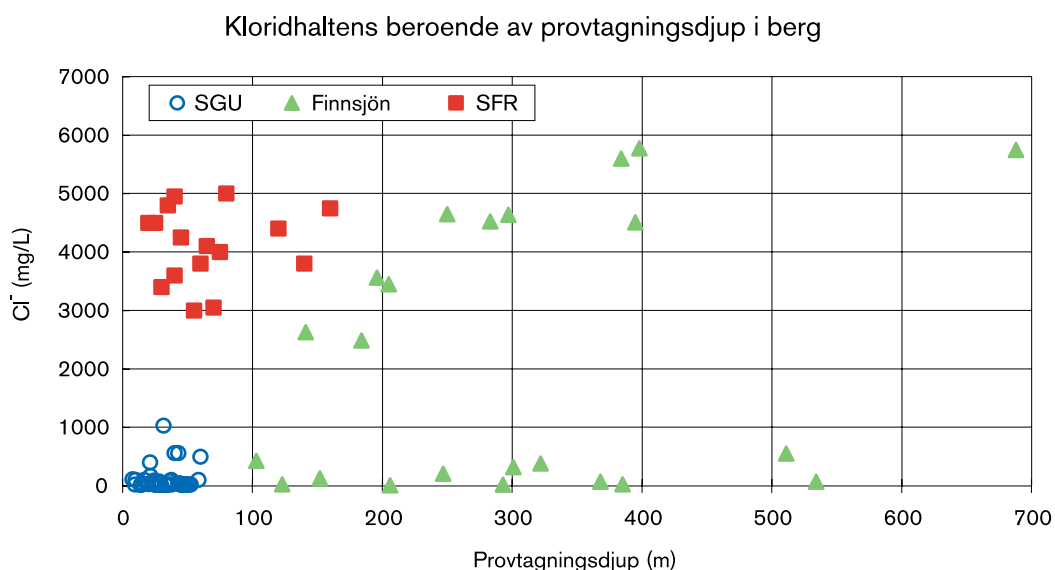
- Medianvärdena för alkalinitet, kalcium, klorid och sulfat är högre än de värden som anges för "normal" sammansättning av ett icke-salint grundvatten enligt /5-33/. Detta, liksom det faktum att det föreligger ett endast svagt samband mellan alkalinitet och hårdhet, tyder på att det förekommer en relativt utbredd saltvattenpåverkan och på många ställen en långsam omsättning av grundvattnet i området.
- Det går inte att utifrån de tämligen glea observationerna fastställa några geografiska variationer inom Östhammars kommun för parametrarna kloridhalt, alkalinitet och totalhårdhet.
- Grundvattnet varierar från mycket mjukt till mycket hårt men är i ett övervägande antal fall medelhårt eller hårt.
- I samtliga brunnar uppvisar pH och alkalinitet höga värden, vilket medför att korrosionsrisken är liten /5-32/. I de områden där kloridhalten är högre än 100 milligram per liter (14 av 81 prover) finns dock ökad risk för korrosionsangrepp.
- I 25 av 52 prover är sulfathalten högre än kloridhalten, ett förhållande som är ovanligt vid jämförelse med svensk urberggrund i övrigt. Den främsta förklaringen tros vara förekomst av gyttja eller gyttjeleror i överliggande jordlager samt jordbruksdräneringar, vilka visat sig ha en sulfidoxiderande effekt som kan finnas kvar i årtionden efter ingreppet.
- I allmänhet är halterna av järn och syreförbrukande material relativt höga, vilket tyder på reducerande förhållanden i berggrundvattnet.
- Grundvattnet från de brunnar i Östhammars kommun som är registrerade i SGU:s brunnsarkiv har en kemisk sammansättning som i stort sett stämmer överens med den kemiska sammansättningen i råvattnet i de kommunala vattenverken.

I nordöstra Uppland är det vanligt med salthalter på mer än 300 milligram klorid per liter, det vill säga över smakgränsen, i grunda bergbrunnar (av högst 100 meters djup). Uppskattningsvis innehåller åtminstone 10 % av alla bergbrunnar i djupintervallet 50–100 meter i denna region salt grundvatten. De flesta av saltvattenbrunnarna återfinns nära kusten, men ett antal påträffas även i inlandet. Höga kloridhalter i grunda bergbrunnar långt från kusten kan förklaras av två faktorer. För det första kan de aktuella brunnarna vara hydrauliskt isolerade, det vill säga befinna sig i en geologisk miljö som ger upphov till långsamma grundvattenrörelser och därmed fördröjer utbytet av reliktsaltvatten (saltvatten från äldre havsstadier) mot sötvatten. För det andra kan jordlagren i anslutning till brunnen bestå av postglaciala leror, som ofta innehåller inlagrat porvatten med hög salthalt vilket successivt urlakas och tränger ner i berggrunden.

Förhållanden på djupet

Bestämningar av grundvattenkemin på djupet har gjorts företrädesvis i samband med SKB:s undersökningar i Finnsjöområdet i Tierps kommun. De undersökningar som gjordes i anslutning till utförandet av SFR-anläggningen vid Forsmark är inte lika omfattande och når inte lika stora djup. Normalt ändras berggrundvattnets kemiska sammansättning avsevärt med djupet, vilket också resultaten från Finnsjöområdet visar. Man kan därför sluta sig till att sammansättningen hos ytliga berggrundvatten i många fall bestäms av marknära processer och att grundvattnet här har en relativt snabb omsättningstid /5-34/. På stora djup i berggrunden är grundvattenomsättningen betydligt långsammare och påverkan av de kemiska processer som sker i berggrundens spricksystem betydande. En viktig faktor för djupförvaret är att grundvattnet är fritt från löst syre. Detta är normalt situationen på förvarsdjup, och data från både Finnsjöområdet och SFR-anläggningen vid Forsmark indikerar att så är fallet även vid dessa platser.

Figur 5-17 visar, som ett exempel på berggrundvattnets kemiska förändring mot djupet, kloridhaltens beroende av provtagningsdjupet. Data härrör från SGU:s brunnarkiv och från SKB:s geovetenskapliga databas (SFR-anläggningen vid Forsmark samt Finnsjöområdet). Liknande skillnader, det vill säga ökande halt mot djupet, kan påvisas för många andra grundvattenkemiska parametrar.



Figur 5-17. Kloridhaltens beroende av provtagningsdjupet i bergboreade brunnar i Östhammars kommun samt i olika djupa borrhål i Finnsjöområdet och i SFR-anläggningen vid Forsmark. Data från SGU och SKB (efter /5-9/).

De studier som gjorts av grundvattenförhållandena i Finnsjöområdet har visat att sammansättningen av berggrundvattnet är komplex, men att två huvudtyper, ett salint (salt) och ett icke-salint grundvatten, kan urskiljas /5-29/. Det förra, som uppvisar kloridhalter på upp till cirka 5 500 milligram per liter (cirka 0,8 % total salthalt), härstammar troligen från den tid då området var täckt av saltvatten eller från äldre geologiska perioder, medan det söta grundvattnet är betydligt yngre. Undersökningarna i Finnsjöområdet påvisade förekomsten av en större (cirka 100 meter bred) flack sprickzon, Zon 2, vilken har avgörande betydelse för fördelningen av de två grundvattentyperna inom området /5-29/. Det icke-salina grundvattnet är begränsat till berggrunden ovanför och i den översta delen av Zon 2, medan det salina grundvattnet förekommer i den mellersta och undre delen samt under zonen. På grund dels av den flacka sprickzonen, dels av de flacka terrängförhållandena, sprickmönstret och jordlagerfördelningen har berggrunden med det salta grundvattnet mer eller mindre isolerats med en långsam grundvattenomsättning som följd.

Området med den flacka sprickzonen avskärs i en riktning av en brantstående zon som delar in Finnsjöområdet i två block, ett där den flacka zonen är belägen, ett annat utan denna zon. I det senare blocket skiljer sig de grundvattenkemiska förhållandena från de som råder i det förra blocket på så sätt, att det salta grundvattnet inte påträffas ens på stora djup. I figur 5-17 kan två trender för kloridhalten mot djupet iaktas. Trenden med kraftigt ökande kloridhalt mot djupet avspeglar förhållandena i borrhål belägna i bergblocket med den flacka zonen, medan trenden där salthalten inte ökar mot djupet (eller endast mycket svagt) kännetecknar borrhål i det andra blocket.

Grundvattnet i Finnsjöområdet har också åldersbestämts med hjälp av kol-14-metoden. Det grundvatten som påträffas under den flacka zonen har därvid daterats till cirka 4 600 år /5-35/. Den höga åldern och även resultatet från mätningar av naturligt grundvattenflöde /5-27/ indikerar att det djupare grundvattnet i Finnsjöområdet i stort sett är stagnant, det vill säga att grundvattenrörelserna är mycket långsamma. Inom ramen för SKB:s säkerhetsredovisningsprojekt SR 97 /5-2/ har SKB låtit utföra modellberäkningar av grundvattenrörelser kring ett tänkt djupförvar i Finnsjöområdet, inklusive simulering av radionuklidtransport /5-36, 5-37/. Beräkningarna visar att förekomsten av den flacka zonen med tillhörande salt grundvatten har en avsevärt fördröjande inverkan på de beräknade transporttiderna från ett hypotetiskt förvar till markytan.

Finnsjöområdets grundvattenkemiska karaktär skiljer sig från den som råder i andra områden där SKB utfört djuphålsundersökningar. Medianvärdet för i stort sett samtliga parametrar är avsevärt högre i Finnsjöområdet än i andra undersökta områden, vilket i första hand anses bero på de flacka terrängförhållandena, något som leder till mycket långsam grundvattenomsättning. Likafullt är grundvattnets sammansättning i Finnsjöområdet fullt acceptabel för ett djupförvar /5-28/.

Sammanfattningsvis tyder tillgänglig information på att förekomsten av salt grundvatten är kopplad i första hand till det faktum att hela nordöstra Uppland har varit täckt av salta hav i geologiskt sett sen tid efter den senaste istiden. Avståndet till kusten har därvid försumbar betydelse med undantag för vissa brunnar i omedelbar närhet till den nuvarande kustlinjen som drabbats av havsvatteninträngning.

De salthalter som uppmätts i Finnsjöområdet är höga nog att påverka materialval för konstruktioner som behövs under djupförvarets drifttid samt hur stor andel bentonit som behövs i återfyllnadsmaterialet. Däremot bedöms inte saltvattnet utgöra något hot mot förvarets långsiktiga säkerhet, det vill säga mot de tekniska barriärernas funktion. För att barriärerna (kapsel och bentonitbuffert) ska påverkas negativt krävs väsentligt högre salthalter /5-38/. Salt grundvatten kan också ge vissa fördelar ur säkerhetssynpunkt. Bland annat minskar risken för framtida intrång på grund av borrhåll för vattenförsörjning.

5.5.4 Förändringar på lång sikt

Av de faktorer som är viktiga för ett djupförvar är det främst grundvattnets strömning och kemiska sammansättning som kan beröras av naturliga processer på lång sikt. Vad gäller berggrunden är det svårt att se några förändringar som skulle kunna påverka miljön på förvarsdjup, utöver vad som sagts om framtida stabilitetsförhållanden, se avsnitt 5.4.7.

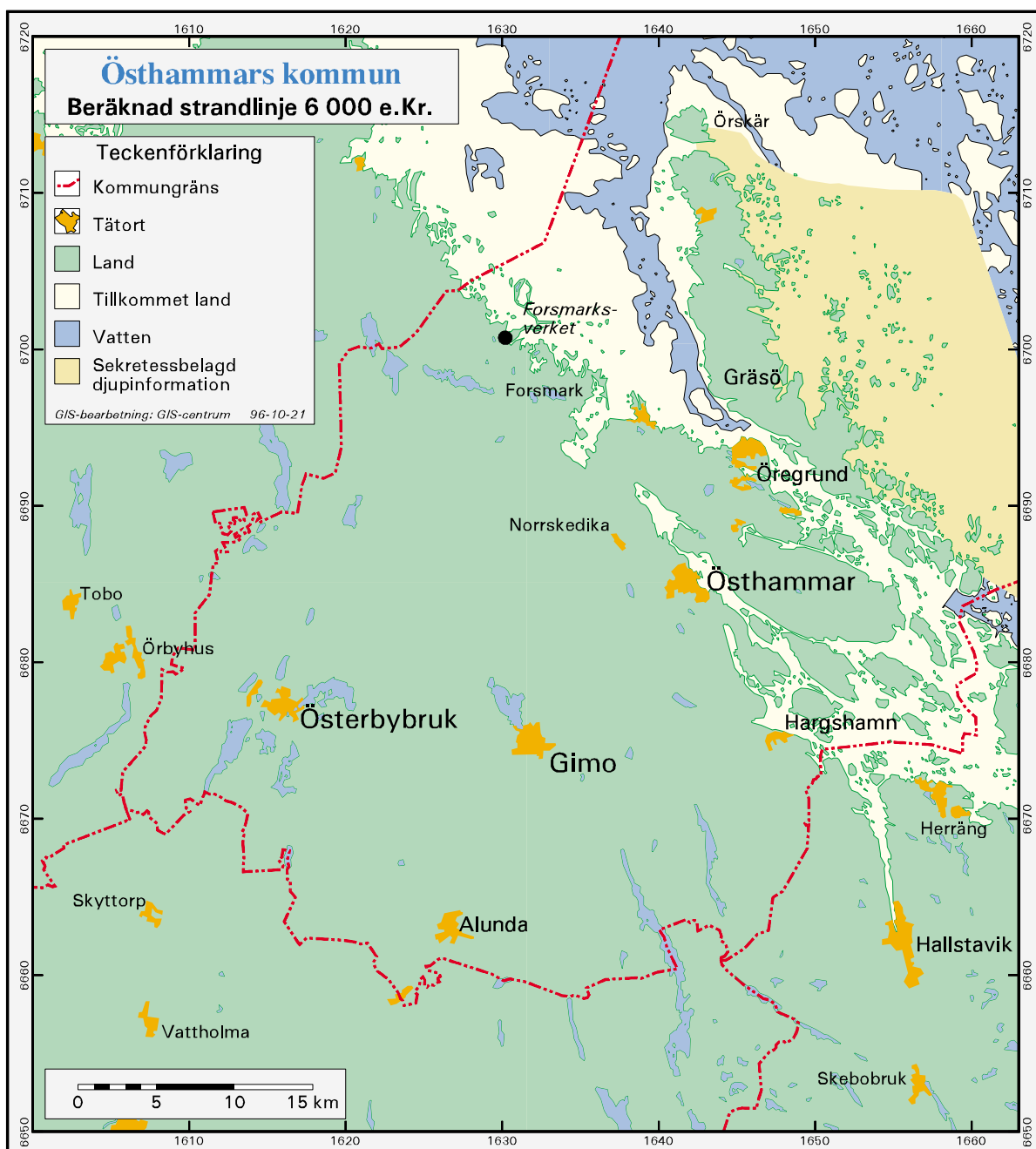
Tre faktorer som framgent kan komma att påverka grundvattenförhållandena är:

- Strandförskjutning.
- Växthuseffekt.
- Glaciation.

Strandförskjutningen är den sammanlagda effekten av landhöjning/landsänkning och förändringar i havsytans nivå. Under de senaste århundradena har havsytans nivå varit i stort sett oförändrad, varför strandförskjutningen under denna period varit densamma som landhöjningen. Landhöjningen i Östhammars kommun är i dag ungefär 0,6 meter per 100 år. Det kan på goda grunder förväntas att hittillsvarande trend i landhöjningen kommer att fortsätta under åtskilliga tusentals år framåt i tiden, sannolikt fram till nästa istid. Under förutsättning att havsytans nivå inte drastiskt förändras innebär det att strandförskjutningen kommer att fortgå, men i avtagande takt /5-39/. Det betyder att vad som idag är grunda vikar, holmar och skär troligen kommer att bli sammanhängande landområden i ett längre tidsperspektiv. En beräkning av strandlinjens läge 4 000 år framåt i tiden visas i figur 5-18.

I takt med att havsbotten blir land ändrar grundvattenströmningen vid dagens kustzon karaktär – från utströmnings- till inströmningsförhållanden. Vilka effekter detta får på förvarsdjup i ett berört kustområde beror mycket på områdets lokala karaktär, framförallt på dess topografi och berggrundens vattengenomsläpplighet. Sett i ett långt tidsperspektiv kommer eventuellt salt grundvatten under denna process att successivt ersättas av ett sött grundvatten. Effekten av strandförskjutningen på grundvattnets kemiska sammansättning längre inåt landet är förmodligen mycket liten. Denna bedömning grundas på de mycket måttliga skillnader i grundvattnets sammansättning i relation till avståndet till kusten, som iakttagits i denna förstudie samt i studier i liknande områden /5-40–5-42/.

Med växthuseffekt menas den temperaturhöjning som sker på grund av ansamling av koldioxid och andra växthusgaser i atmosfären till följd av bland annat människans förbränning av fossila bränslen. Hur länge växthuseffekten kommer att pågå och hur den kommer att manifesteras sig är oklart. Förmodligen handlar det om temperaturhöjning under hundratals eller möjligen tusentals år, men det kan även tänkas att klimatet blir kallare i vårt land. Osäkerheten för Skandinavien del beror främst på att havsströmmarnas rörelser är svåra att förutse. Om man antar att klimatet blir varmare och mer nederbördsrikt, kommer detta, trots allt, sannolikt att få liten effekt på grundvattnets kemi. Skälet till detta är att högre temperatur och längre växtsäsong också ger upphov till ökad avdunstning och större mängder vatten bundet i växtmassa, faktorer som motverkar den ökade grundvattenbildning som större nederbörd annars kan leda till.



Figur 5-18. Beräknad strandlinje i Östhammarsområdet om 4 000 år. Någon eventuell förändring av havsytans läge på grund av växthuseffekten har inte beaktats i figuren (efter /5-5/).

Enligt vissa bedömare /5-43/ medför en höjning av jordens medeltemperatur med cirka tre grader en irreversibel avsmältning av istäcket på Grönland, vilket i sin tur kommer att medföra en höjning av havsytans nivå med cirka nio meter. Om så blir fallet kommer effekten av landhöjningen enligt ovan att motverkas. Låglänta områden kommer under en övergångsperiod att hamna under vatten till följd av växthuseffekten för att sedan åter torrläggas till följd av landhöjningen. Säkerheten i ett igenfyllt förvar kommer inte att påverkas av att det täcks av hav /5-2/.

Skulle klimatet bli påtagligt kallare, kommer det att leda till lägre avdunstning och tundralik miljö. Nedbrytningen av organiskt material sker då visserligen långsammare, men den begränsade nedbrytningen kommer ändå att leda till fortsatt syrefria och därmed reducerande förhållanden i grundvattnet. Det kan i sammanhanget påpekas att dagens förhöjda kvävedeposition orsakad av utsläpp från industrier, uppvärmning av bostäder och bilism också bidrar till en ackumulering av kol i jorden och ökad syreförbrukning. Orsaken är dels att kväve är ett växtnäringsämne som, när det tillförs marken, leder till ökad organisk produktion, dels att kvävet reagerar med organiskt material så att det bildas föreningar som kräver mer syre för att brytas ner.

Sett i ett tusenårsperspektiv kommer den nuvarande situationen med en övergång från oxiderande till reducerande förhållanden i den ytliga berggrunden sannolikt inte att ändras drastiskt. Om en förändring inträffar, är det mest sannolika att gränsen för de för djupförvaret gynnsamma reducerande förhållandena i grundvattnet flyttas ännu närmare markytan. Inte heller i betydligt längre perspektiv finns det några indikationer på att dagens gynnsamma situation på något avgörande sätt skulle ändras.

På längre sikt kan en ny nedisning av Skandinavien förväntas. Dagens kunskapsläge vad beträffar tidpunkten för när en ny istid inleds, liksom dess påverkan på grundvattenförhållanden och grundvattenkemi redovisas i /5-44, 5-45/. I säkerhetsanalysen SR 97 /5-2/ redogörs för den påverkan som en inlandsis och processerna i samband med dess avsmältning kan ha på ett djupförvar.

I /5-9/ diskuteras de osäkerheter som råder kring framtida klimatförändringar och deras påverkan på ett djupförvar. Där konstateras att osäkerheterna i dessa avseenden är stora. Studier av gångna tiders klimat visar dock inom vilka ramar det skandinaviska klimatet har varierat under de senaste hundratusentals åren. De visar också i vilken tidsföljd förändringarna har skett. Vår kunskap om tidigare klimat och drivkrafterna bakom historiska klimatförändringar gör det möjligt att beskriva framtidsbilder, scenarier. I säkerhetsanalysen SR 97 /5-2/ beskrivs scenarierna som en tidsserie av olika klimattillstånd. Modellberäkningar i kombination med kunskapen om tidigare klimat gör det möjligt att beskriva omfattningen av klimatförändringarna inom varje klimattillstånd. Det är tillräckligt för att göra bedömningar av i vilken omfattning klimatförändringarna kan påverka ett djupförvar för använt kärnbränsle. Man kan visa att förvaret är säkert, givet en godtycklig framtidsbild – ett givet scenario – som täcker in alla kända förändringar man observerat bakåt i tiden. Eftersom scenariot täcker in alla kända typer av förändringar, gäller denna slutsats oavsett exakt när, och om, dessa kommer att inträffa.

5.6 Geologiska förhållanden vid Forsmarksverket och SFR

5.6.1 Bakgrund

I samband med lokaliseringen och utbyggnaden av Forsmarksverket och SFR genomfördes geovetenskapliga undersökningar inom ett område med en radie av cirka tre kilometer från Forsmarks kärnkraftverk. Undersökningarna pågick i stort sett kontinuerligt från 1971 och fram till i slutet av 1980-talet. Bland annat gjordes undersökningar inför byggnationen av kärnkraftverkets tre aggregat, de två kylvattentunnlarna samt tunnlar och bergrum för SFR-anläggningen. I förstudien har resultat från dessa undersökningar sammanställts /5-6/ och nedan refereras data som är av intresse för möjligheten att lokalisera ett djupförvar till Forsmarksområdet. Resultat från undersökningar och anläggningsarbeten vid Forsmark/SFR beskrivs även i kapitel 6.

5.6.2 Undersökningar i djupa borrhål i Forsmarksregionen

Två djupa borrhål (503 meter respektive 250 meter) har borrats relativt nära varandra vid Forsmarksverket. Dessutom finns ett 478 meter djupt borrhål vid Dannebo, tre kilometer väster om Forsmarksverket. Samtliga dessa borrhål tillkom under 1977. Undersökningsresultaten från de två djupaste hålen är speciellt intressanta, därför att dessa borrhål utgör två stickprov av förhållandena på cirka 500 meters djup. Båda är dock belägna i en sådan geologisk miljö att de inte ger tillräcklig information för en prognos om berggrunden utanför borrhålens närmaste omgivning.

Forsmarksverket

De två borrhålen vid Forsmarksverket utfördes av Vattenfall i forsknings- och utvecklingssyfte, bland annat för fältprovning av en nyutvecklad utrustning för bergspänningsmätningar. Utförliga geologiska, hydrogeologiska och bergmekaniska undersökningar gjordes i båda hålen. En samlad redovisning av undersökningsresultaten finns i /5-14/. Resultaten från bergspänningsmätningarna redovisas i kapitel 6.

Borrhålen ligger i den norra änden av en tektonisk lins som sträcker sig från Forsmarksverket och mot sydost. Huvudbergart är en gnejsgranit med inslag av pegmatiter och grönsten. Det djupare hålet passerar en sprickzon vid 320 meter som bedömdes ha flack stupning. Med undantag för sprickzonen uppvisar borrhålet genomgående låg sprickfrekvens. Någon bergmekanisk klassificering gjordes inte, men erfarenhetsmässigt skulle en kvalitetsbedömning hamna i intervallet ”bra” till ”mycket bra” berg /5-6/.

Mätningar av vattengenomsläppligheten uppvisade inga onormala förhållanden. Genomsläppligheten var förhöjd i sektioner med ökad sprickighet, men visade i övrigt låga värden i övriga sektioner /5-14/. Generellt minskade vattengenomsläppligheten med djupet.

Dannebo

Borrhålet vid Dannebo utfördes på uppdrag av KBS (senare SKB) i samband med en större geologisk fältundersökningskampanj som omfattade flera platser i Sverige. I första hand avsåg undersökningarna att belysa sprickighet och grundvattenförhållanden ner till cirka 500 meters djup. Förutom kartering av borrhålen utfördes geofysisk borrhålsloggning och vattenkemisk provtagning i borrhålet. Vattenprovtagningen gav dock inga tillförlitliga resultat på grund av utrustningsproblem.

Även Dannebohålet ligger inom en tektonisk lins i Singöskjuvzonen. Berggrunden domineras av glimmerrik diorit ner till 220 meters djup, därunder av gnejsgranit och pegmatit. Kärnkarteringen i kombination med geofysisk loggning tyder, med några få undantag, på låg sprickfrekvens ner till 290 meter. I intervallet 290–445 meter finns omväxlande sprickfattiga och sprickrika partier. Från 445 meter till borrhålsbotten vid 478 meter är sprickfrekvensen förhöjd. En bergmekanisk klassificering resulterade i genomsnittsbedomningen ”bra” berg i ett intervall från bergytan ner till cirka 300 meter, ”ganska bra” mellan cirka 300 och 450 meter samt ”dåligt” från cirka 450 meter till borrhålsbotten /5-6/.

5.6.3 Maringeologisk kartläggning av närområden till SFR

År 1987 utfördes en maringeologisk kartläggning av ett 500 gånger 500 meter stort område beläget cirka tre kilometer nordost om Forsmarks kärnkraftverk /5-46/. Syftet med undersökningen var att kartlägga bottensedimentens utbredning och tätande förmåga inom ett område som enligt modellberäkningar bedömts utgöra utströmningsområde för berggrundvattnet från SFR.

Undersökningarna utfördes i två etapper och omfattade bestämning av sedimentens mäktighet och areella fördelning samt analys av materialets sammansättning. Den första etappen omfattade sonderingsborrning och provtagning från is, den andra etappen utgjordes av ekolodsmätningar från båt.

Resultaten visar att berggrundsytan är ojämn inom undersökningsområdet. Djupet till berg varierar mellan tio och 24 meter under havsytan. Jordlagren ovanpå berggrunden utgörs av kalkhaltig, rik- till storblockig, sandig-grusig morän med en mäktighet som varierar mellan fyra och 14 meter. Mindre områden med 0–4 meter mäktig glaciärra förekommer sporadiskt. Någon postglacial lera av betydelse har inte påträffats, och kalt berg saknas helt i området. Halten organiskt material ovanpå och i moränen är låg.

5.7 Bedömning av lokaliseringspotential ur långsiktig säkerhetssynpunkt

5.7.1 Allmän bedömning av kommunens förutsättningar

Geologiskt sett domineras Östhammars kommun av så kallade metagranitoider, vanligen benämnda gnejsgraniter. Dessa har vanligen granitisk till tonalitisk sammansättning och uppvisar generellt sett goda egenskaper ur bergbyggnadssynpunkt och avseende långsiktig säkerhet. I vissa områden är dock gnejsgraniterna inhomogena med inlagringar av exempelvis amfibolit- eller pegmatitgångar.

Övriga bergarter har sådana egenskaper eller förhållanden att de är mindre gynnsamma ur djupförvarssynpunkt. Även områden med malmpotentiell berggrund, främst bestående av sura metavulkaniter, bör undvikas vid lokaliseringen av ett djupförvar.

Stora delar av kommunen, speciellt i kustregionen, har ett relativt tunt jordtäckande och hög andel berghällar, något som underlättar berggrundsgeologisk kartläggning och därmed ökar förutsättningarna för att prognostisera förhållandena på förvarsdjup. Även områden med liten bergblottningsgrad förekommer dock.

Bergarterna inom kommunen har påverkats av dels plastisk deformation, som bland annat resulterat i storskaliga plastiska skjuvzoner som Singöskjuvzonen, dels spröd deformation, som gett upphov till storskaliga förkastningar och sprickzoner. Utbredningen av skjuvzoner är högre än normalt för svensk berggrund, medan omfattningen av förkastningar och sprickzoner bedöms vara normal.

Vid lokalisering av ett djupförvar är det i första hand väsentligt att undvika regionala, breda sprickzoner, eftersom dessa kan vara kraftigt vattenförande och ha låg hållfasthet och därmed medföra bergbyggnadstekniska problem. Den låga hållfastheten medför även risk för framtida bergrörelser. Om tillfartstunneln från ovanjordsanläggningen ned till djupförvaret passerar genom sådana zoner påverkas däremot inte den långsiktiga säkerheten.

Betydelsen av storskaliga plastiska skjuvzoner är svårare att bedöma. De har ofta heterogen berggrund, vilket är negativt ur prognossynpunkt. Heterogeniteten kan även ha säkerhetsmässig betydelse, exempelvis om den är kopplad till högre vattenföring eller starkt varierande termiska och mekaniska förhållanden.

SFR-anläggningen ligger i den sydöstligaste delen av en tektonisk lins omsluten av berggrund som kraftigt påverkats av plastisk deformation. Några negativa förhållanden som kan kopplas till detta har dock inte påvisats. Tvärtom uppvisar SFR-anläggningen goda säkerhets- och bergtekniska förhållanden. Däremot utgör Singöförkastningen, det vill säga den sprickzon som SFR:s transporttunnlar passerar på väg ner till anläggningen, en sådan zon som bör undvikas i ett djupförvar på grund av dess låga hållfasthet, höga vattenföring och risken för att framtida bergörelser tas upp i zonen. Slutsatsen är att betydelsen för ett djupförvar av komplexa plastiska skjuvzoner med inneslutna tektoniska linser bör utredas vidare, om det blir aktuellt med en platsundersökning i ett område där sådana zoner och tektoniska linser förekommer.

De geovetenskapliga utredningarna har definierat bergblock som avgränsas av uthålliga regionala sprickzoner. Blocken ligger antingen utanför de plastiska skjuvzonerna eller i partier inom dessa, så kallade tektoniska linser, som deformerats i mindre omfattning än själva zonerna. Bergblocken är ofta två gånger två kilometer eller större. Eftersom ett djupförvar omfattar en yta i storleksordningen två kvadratkilometer, finns det därmed goda möjligheter att förlägga ett djupförvar till ett och samma bergblock.

Berggrundens vattengenomsläpplighet i Finnsjöområdet är högre än i vissa andra områden som SKB har undersökt. Statistiska analyser av brunnldata från Östhammars kommun tyder däremot på normala eller något lägre vattenkapaciteter i bergborrade brunnar jämfört med riket som helhet.

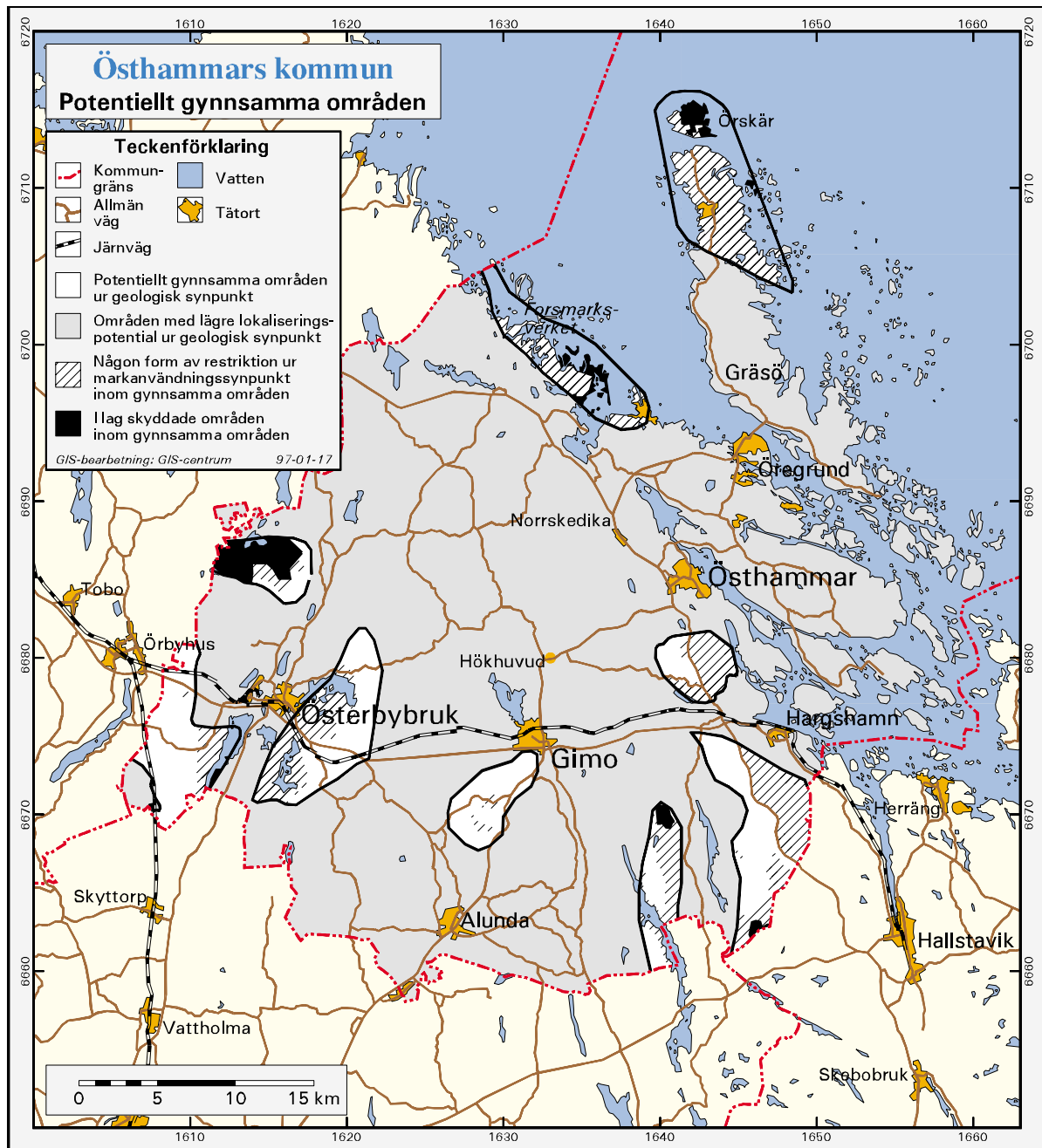
En flack sprickzon i Finnsjöområdet bidrar starkt till låga grundvattenflöden på större djup. Flacka eller horisontella zoner har även påträffats eller indikerats i SFR samt vid Forsmarksverket och Dannemora. Förmodligen är de vanligt förekommande i regionen.

Generellt sett kan små grundvattenflöden på större djup förväntas på grund av landskapets flacka topografi, vilken ger en liten drivkraft för grundvattenströmning.

Strömningsvägarna från ett djupförvar blir längre om förvaret placeras i ett inströmningsområde, vilket är en fördel ur långsiktig säkerhetssynpunkt. Vid och utanför strandlinjen kan utströmningsförhållanden förväntas. Landhöjningen gör dock att strandlinjen förflyttas utåt havet, varför dagens kustområde med tiden kommer att ändra karaktär från utströmnings- till inströmningsområde. Kustlinjen kan emellertid även förflyttas inåt landet om växthuseffektens inverkan på havsytans läge blir större än landhöjningen. Ett förvar i ett låglänt område kan då bli havstäckt under en period.

Grundvattenprover från bergborrade brunnar i kommunen indikerar en för svensk berggrund normal grundvattenkemi, vilket innebär en gynnsam kemisk miljö för ett djupförvar. En skillnad jämfört med genomsnittliga förhållanden i svensk berggrund är att antalet brunnar med förhöjd salthalt är högre än normalt. Vattenprover från Finnsjöområdet visar salthalter (såväl kloridhalt som total salthalt) som är något högre än den i dagens Östersjövatten. Såväl kloridhalten som halterna av övriga ämnen ligger ändå väl inom gränserna för vad som är acceptabelt ur djupförvarssynpunkt.

Sammanfattningsvis visar den geologiska genomgången av kommunens förutsättningar att stora områden får betraktas som mindre lämpliga för ett djupförvar. När dessa har avförts återstår nio delområden med potential för vidare studier. Dessa områden presenteras i figur 5-19. När även andra intressen har beaktats återstår fyra områden, se kapitel 9.



Figur 5-19. Ur geologisk synvinkel potentiellt gynnsamma områden i Östhammars kommun. Bedömningen är baserad på befintligt geovetenskapligt underlag (modifierad efter 15-31). Mer detaljerade bilder av områdena vid Forsmark och Hargshamn visas i figur 5-20 respektive 5-21.

Fältkontroller i två av områdena, Forsmarksområdet och Hargshamnsområdet, har bekräftat att där finns potentiellt lämplig berggrund för ett djupförvar. Lämplig berggrund kan även finnas i övriga områden. Detta har dock inte utretts i förstudien med undantag för ett fältbesök på norra Gräsö. Fältbesöket indikerade att berggrunden där var mer inhomogen än vad som tidigare hade framkommit.

5.7.2 Lokalisering till Forsmarksområdet

En lokalisering till Forsmarksområdet innebär att ovanjordsanläggningen för djupförvaret förläggs i omedelbar anslutning till Forsmarksverket eller till SFR. Ovanjordsanläggningen förbinds med underjordsdelen via en lutande tillfartstunnel till ett geologiskt lämpligt förvarsområde. Dessutom kan det erfordras ventilationsschakt längs tillfartstunneln samt schakt till en mindre anläggning ovan djupförvaret för personaltransport och ventilation.

Förstudiens geologiska utredningar, inklusive en relativt omfattande fältkontroll, visar att ett geologiskt intressant område finns mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden, se figur 5-20. Här antyder befintliga data att det finns större bergpartier med homogen berggrund utan malmpotential och med låg deformationsgrad. Ett naturreservat i områdets sydöstra del begränsar dock det intressanta området till en yta av cirka tio kvadratkilometer. Inom denna del är terrängen flack, skogbevuxen och har flera våtmarker. Andelen berg i dagen varierar inom området. De hållar där fältkontroll genomförts är väl spridda vilket medför att den geologiska kartan kan betraktas som tillförlitlig för en översiktlig bedömning.

Det intressanta området ligger inom en tektonisk lins, det vill säga ett jämförelsevis välbevarat linsformat område omgivet av bergarter som utsatts för omfattande plastisk deformation. Huvudbergart är en röd till gråröd gnejsgranit (metagranit). Sprickfrekvensen är vanligen låg (mindre än en spricka per meter) och antalet tolkade större sprickzoner inom linsen är relativt få. Förmodligen består ovannämnda förhållanden till förvarsdjup eller djupare. De geologiska frågetecken som särskilt bör studeras om platsundersökningar skulle bli aktuella är:

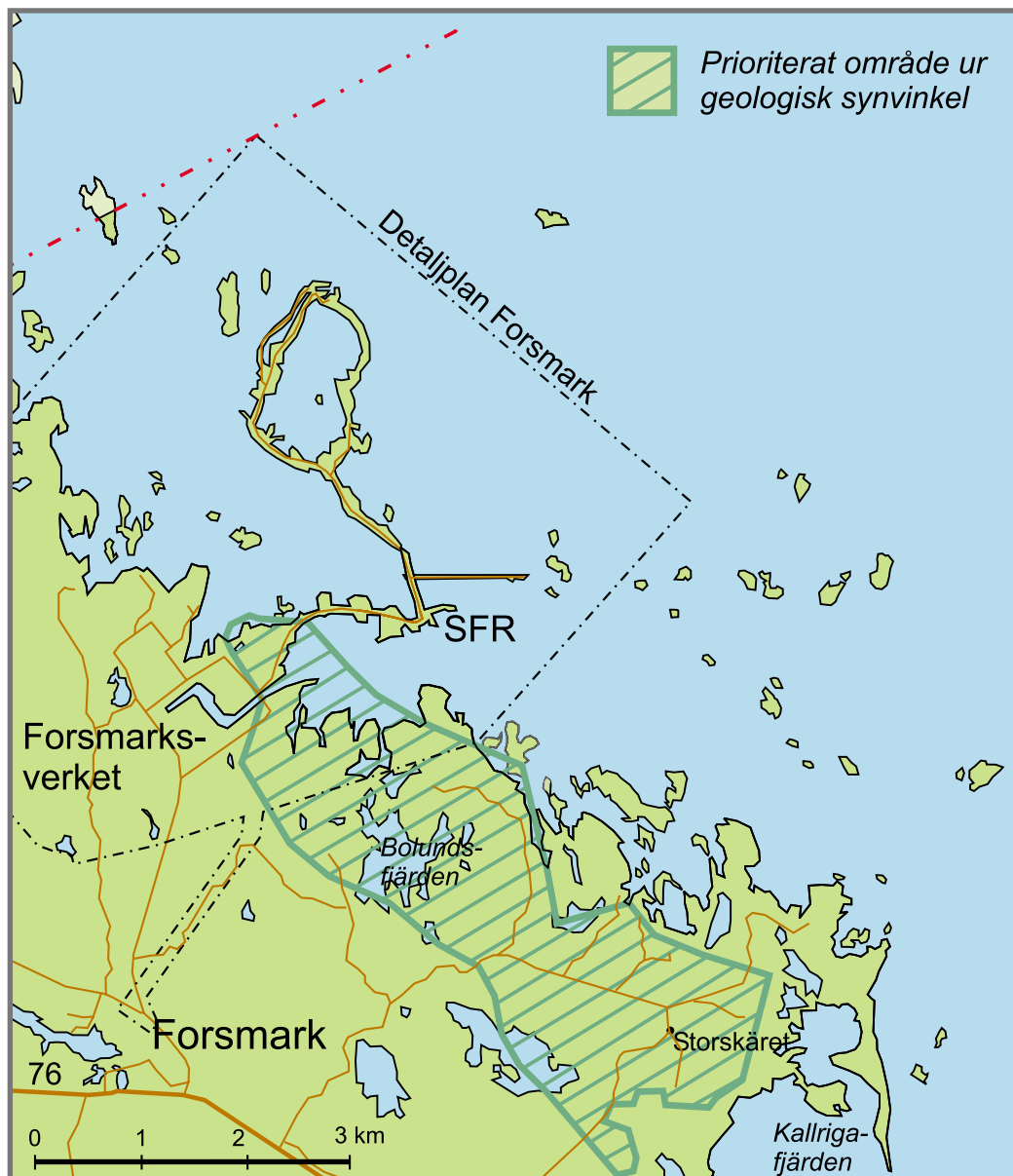
- Plastiska skjuvzoners betydelse för den långsiktiga säkerheten.
- För- och nackdelar med ett djupförvar i en tektonisk lins.
- Förekomst och betydelse av brantstående och flacka sprickzoner.
- Risken för malmpotentiell berggrund mot djupet.
- Förekomst och betydelse av höga bergspänningar.
- Berggrundens vattengenomsläpplighet.
- Grundvattenkemiska förhållanden.

En möjlighet som inte bör uteslutas är att förlägga djupförvaret under SFR. Erfarenheterna från utbyggnaden av mer än fyra kilometer tunnlar och berggrum är, som nämnts ovan, mycket goda. Mot detta alternativ talar dock områdets läge i närheten av en bred plastisk skjuvzon och en delvis inhomogen berggrund. Skulle detta alternativ övervägas krävs kompletterande undersökningar.

5.7.3 Lokalisering till Hargshamnsområdet

Hargshamnsområdet bedöms fortfarande vara intressant för vidare undersökning avseende ett framtida djupförvar. Den fältkontroll som genomförts i området har bekräftat potentiellt lämplig berggrund. Fältkontrollen har dock inte varit lika omfattande som i Forsmarksområdet.

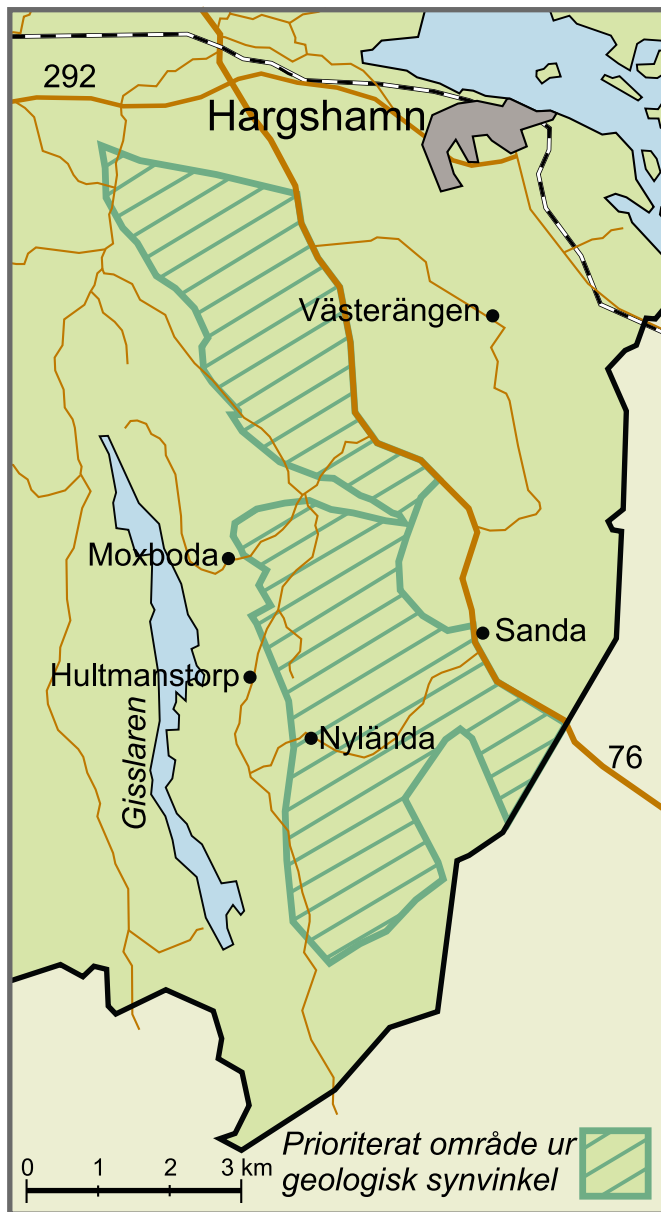
Även Hargshamnsområdet ligger inom en tektonisk lins mellan tolkade plastiska skjuvzoner. Huvudbergart är en röd, medel- till grovkornig, ibland svagt folierad gnejsgranit (metagranit). Underordnat förekommer i områdets centrala och västra del finkorniga, sura till intermediära metavulkaniska bergarter.



Figur 5-20. Geologiskt lämpligt område för vidare studier mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden. Endast den del av det geologiskt lämpliga området som ligger utanför naturreservatet Kallriga har markerats.

Fältkontrollen indikerar att homogen berggrund med låg sprickfrekvens och i övrigt lämpliga förhållanden finns i området. Bedömningen är dock baserad på ett fåtal observationer och är därför osäker. Gnejsgraniten i detta område täcker en yta av storleksordningen 20 kvadratkilometer, om endast berggrunden väster om väg 76 antas vara tillgänglig och om områden med särskilda naturvårdsintressen undantas. Området med gnejsgranit i denna del har markerats i figur 5-21.

Mer detaljerade studier kan leda till att det intressanta området utvidgas. Särskilt gäller detta om även berggrunden med metavulkanit kan inkluderas. Detta skulle dock kräva data som bekräftar att denna berggrund inte är malmpotentiell eller olämplig ur någon annan aspekt. I övrigt ligger Hargshamnsområdet i en liknande geologisk miljö som Forsmarksområdet. Det finns därför samma geologiska frågetecken för båda områdena.



Figur 5-21. Geologiskt lämpligt område för vidare studier väster om Hargshamn. Endast den del av området som inte berörs av särskilda naturvårdsintressen eller miljöbalkens skydd av vissa kuststräckor har markerats.

6 Tekniska förutsättningar

I detta kapitel beskrivs djupförvarets och transportsystemets tekniska utformning. Underlag och bedömningar redovisas för en placering av djupförvarets ovanjordsanläggning, dels generellt i kommunen, dels i anslutning till befintliga industriområden i Forsmark eller Hargshamn. Personalbehovet för djupförvarets anläggningar beskrivs liksom vilka förutsättningar det finns för djupförvarets transporter. Vidare diskuteras bergbyggnadstekniska erfarenheter i kommunen. Avslutningsvis behandlas arbetsmiljön i anläggningarna.

6.1 Inledning

Principer för hur djupförvaret byggs upp, drivs och försluts har redovisats i KBS-3-rapporten /6-1/ och i systemredovisningen /6-2/. SKB bedriver ett kontinuerligt projekteringsarbete för att successivt konkretisera den tekniska utformningen av anläggningen, beräkna arbetskrafts- och materialbehov, kostnader med mera. En redovisning av nuläge och program ges i FUD-program 98 /6-3/. Arbetet redovisas också årligen i så kallade planrapporter /6-4/. En närmare teknisk beskrivning av systemlösningar som tagits fram och exempel på hur detaljer i anläggningarna kan utformas ges i /6-5/.

Projekteringen sker i definierade steg, där varje steg motsvarar en ökad detaljeringsgrad. Det handlar till stor del om att utifrån befintlig kunskap och beprövad teknik utforma djupförvaret och dess olika delar. Det gäller exempelvis byggande och drift av berganläggningen, där väl etablerad teknik och erfarenhet finns att tillgå. På andra områden krävs mera omfattande utvecklingsinsatser. Ett exempel är utrustningar för transport och deponering av kapslar under jord, där ett betydande tekniskt utvecklingsarbete återstår.

Det använda bränslet mellanlagras i CLAB vid Simpevarp nära Oskarshamn. Där planeras också inkapslingen ske i en särskild anläggning. För närvarande pågår utveckling av metoder för tillverkning och förslutning (svetsning) av kapslar. För detta ändamål har SKB ett Kapsellaboratorium i Oskarshamn.

Förutom använt kärnbränsle uppkommer avfall med långlivad radioaktivitet i form av bland annat hårdkomponenter från driften och rivningen av kärnkraftverken, CLAB, inkapslingsanläggningen och Studsvik. Utredningarna om de tekniska förutsättningarna för ett djupförvar i Östhammars kommun sker med utgångspunkt från att detta avfall ska placeras i ett särskilt slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall i anslutning till djupförvaret. Huvudalternativ för lokalisering av detta förvar är, som tidigare nämnts, i anslutning till djupförvaret eller SFR.

Det planerade transportsystemet för inkapslat bränsle och långlivat låg- och medelaktivt avfall till djupförvaret har stora likheter med det system som idag är i drift för transporter av använt bränsle och annat radioaktivt avfall. Förutom radioaktivt material behöver återfyllnadsmaterial och bergmassor transporteras till och från djupförvaret.

Djupförvaret kräver anläggningar såväl på ytan som under jord. Anläggningen på ytan kan i fråga om storlek och utformning liknas vid en medelstor industri. Eftersom det inte förekommer någon industriprocess är miljöpåverkan liten jämfört med andra industrier av motsvarande storlek (se kapitel 7). Detta betyder stor flexibilitet vid placeringen av ovanjordsanläggningen. Valfriheten vid placering av underjordsdelen (förvaret) är mindre eftersom den placeringen styrs av berggrundsförhållanden som måste uppfylla säkerhetskriterierna.

Det är i regel en fördel om ovanjordsanläggningen kan förläggas inom eller intill befintliga industriområden. Där är begränsningarna för normal industrietablering små och viktiga försörjningssystem finns redan i drift för el, vatten och avlopp, transporter med mera. Ett sådant läge är Forsmarks industriområde. Ett annat är Hargshamns hamnområde.

Den utredning som behandlar anläggningsutformning och transporter /6-6/ har därför speciellt studerat om det är möjligt att placera djupförvarets ovanjordsanläggning på dessa platser. Varje sådan placering förutsätter givetvis att ett område med lämplig berggrund finns i närheten.

6.2 Bedömningsunderlag från förstudien

Anläggningar

De tekniska utredningarna beskriver dels hur ovanjordsanläggningen generellt kan utformas om djupförvaret förläggs till en valfri plats i kommunen och dels mer specifikt hur den kan utformas vid en lokalisering till Forsmark respektive Hargshamn. Förutsättningarna för lokaliseringen till Forsmark har diskuterats med representanter för Forsmarksverket.

Förutom kraven på långsiktig säkerhet måste berggrunden där djupförvarets underjordsanläggning byggs ha sådana egenskaper att arbetet kan utföras med betryggande säkerhet och med känd teknik. Det innebär bland annat att stabila schakt, tunnlar och bergrum ska kunna konstrueras och att driften under jord ska kunna ske med god kontroll på stabilitet och vatteninläckage.

Bygghöllanden på en plats kan bestämmas närmare när undersökningsdata från förvarsdjup blir tillgängliga. Det underlag för bedömning av förutsättningarna för bergbyggnad som finns att tillgå i förstudieskedet består dels av allmän erfarenhet från bergbyggnad i bergarter jämförbara med dem som förekommer inom kommunen, dels av faktauppgifter från befintliga berganläggningar inom kommunen. I förstudien har data från gruvor i kommunen, berganläggningarna för Forsmarks kärnkraftsreaktorer, bergrummen och bergsilon i SFR, bergtäkten i Hargshamn samt ett fåtal befintliga borrhål sammanställts och värderats. Underlaget till sammanställningen har i huvudsak hämtats från SKB:s arkiv, Bergmästarämbetet samt den berggrundsgeologiska delutredningen /6-7/. Erfarenheter från befintliga berganläggningar är beskrivna i /6-8/.

Transporter

En lokalisering av djupförvaret till kommunen skulle innebära sjötransport av kärnavfall och återfyllnadsmaterial till en hamn och vidare transport på väg eller järnväg till djupförvaret. Forsmark och möjligen Hargshamn är ur denna aspekt särskilt intressanta eftersom där finns hamnar liksom vägar för den korta landtransporten inom respektive industriområde. Standarden hos befintliga vägar och järnvägar har studerats med avseende på möjligheten att transportera SKB:s gods till någon annan del av kommunen.

Avsikten har endast varit att beskriva och utvärdera några möjliga hamnar och befintliga transportleder, inte att ange alla eller att fastlägga vilka alternativ som är mest gynnsamma.

Förutom att specifikt behandla transportmöjligheterna till och inom kommunen ges i detta kapitel en översikt över den generella uppbyggnaden av transportsystemet för radioaktivt material samt säkerhetsåtgärder och bestämmelser för sådana transporter.

6.3 Avfallet

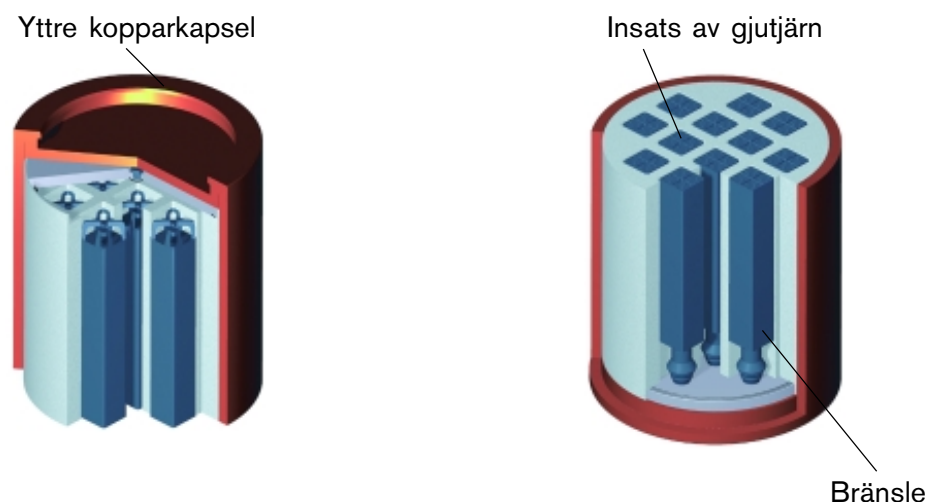
Inkapslat använt kärnbränsle

Använt kärnbränsle är ett fast keramiskt material som är inneslutet i metallrör av en zirkoniumlegering – tillsammans kallas dessa bränslestavar. Många bränslestavar tillsammans i ett knippe kallas bränsleelement.

I den inkapslingsanläggning som planeras i anslutning till CLAB kommer bränsleelementen att inneslutas i långtidsbeständiga kapslar. Figur 6-1 visar hur en kapsel kan se ut i genomskärning. Den yttre delen av kapselväggen består av fem centimeter kopparkoppar och den inre delen av en gjuten järnbehållare med fem centimeters minsta tjocklek. En fylld kapsel av den typ som visas i figuren väger cirka 25 ton, är ungefär fem meter lång och har en diameter på cirka 1,1 meter. Totalt beräknas cirka 4 000 kapslar med använt kärnbränsle att deponeras i djupförvaret.

Långlivat låg- och medelaktivt avfall

Långlivat låg- och medelaktivt avfall deponeras i ett särskilt förvarsutrymme, som kan förläggas i anslutning till djupförvaret. Detta avfall liknar det som idag deponeras i SFR i Forsmark, men är till en del mera långlivat. Avfallet härrör huvudsakligen från driften och rivningen av kärnkraftverken, CLAB, inkapslingsanläggningen och Studsvik men även från sjukhus och industri. Det innehåller bland annat hårdkomponenter som är radioaktiva under lång tid. Merparten av avfallet kommer att vara ingjutet i betongkokiller. Den totala volymen av avfallsbehållare med långlivat låg- och medelaktivt avfall beräknas bli cirka 25 000 kubikmeter.



Figur 6-1. Genomskärning av kapsel med insats av järn och yttre kopparkopparhölje.

6.4 Djupförvaret

Den centrala verksamheten vid djupförvaret är att ta emot kapslar med använt kärnbränsle och att deponera dem i utvalda positioner cirka 500 meter nere i berget.

Verksamheten innebär följande huvudaktiviteter:

- Förberedelser i form av geovetenskapliga undersökningar, schaktsänkning, tunnel-drivning, uttag av bergrum, borrning av deponeringshål.
- Nedtransport och placering av kapslar och omgivande bentonitbuffert i deponeringshål.
- Eventuell nedtransport och placering av långlivat låg- och medelaktivt avfall i bergrum.
- Efterarbeten i form av eventuell instrumentering, återfyllnad av deponeringstunnlar och bergrum, kontroll med mera.

Figur 6-2 visar en principskiss på hur djupförvaret kan anpassas till berggrundsförhållanden. Underjordsanläggningen består av:

- Ett centralområde med omlastningshall för transportbehållare, verkstäder, personalutrymmen med mera.
- Förbindelsetunnlar för transporter och annan kommunikation.
- Deponeringsområden för kapslar och eventuellt ett särskilt, mindre område för deponering av långlivat låg- och medelaktivt avfall.

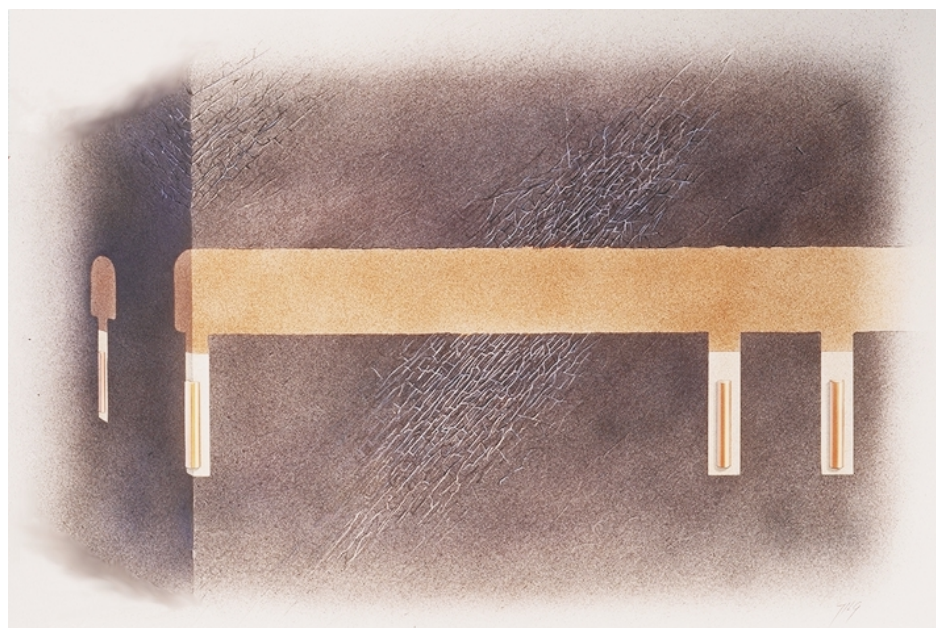
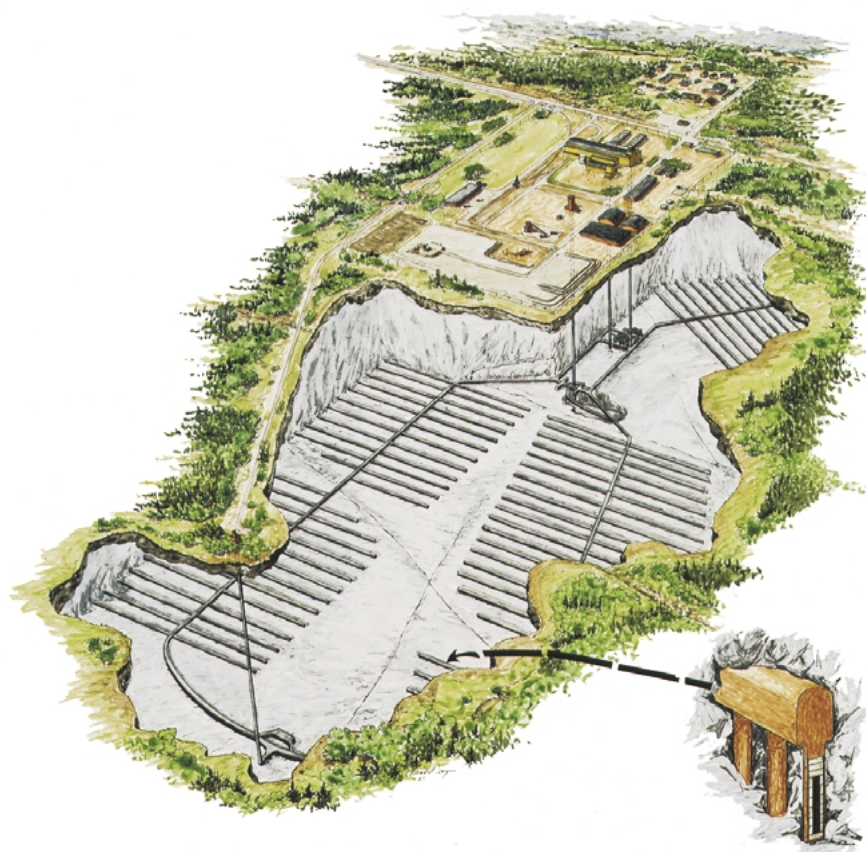
Deponeringsområdena för kapslar med använt kärnbränsle består av parallella tunnlar. Deponeringen sker i borrade hål i tunnarnas golv. Hålen är cirka åtta meter djupa och har en diameter på cirka 1,75 meter.

Kapseln omges av bentonit som fyller ut mellanrummet mot det borrade hålets väggar. Bentoniten formar en buffert som ger kapseln ett mekaniskt skydd vid eventuella berg rörelser i framtiden samtidigt som den motverkar vattenrörelser i förvaret. Deponeringstunnlarna kommer att återfyllas och olika alternativ övervägs vad gäller återfyllnads-material. Ett alternativ är bergkross, antingen med eller utan inblandning av bentonit, vilket skulle möjliggöra återanvändning av en stor del av de bergmassor som tas ut vid utbyggnaden. Ett alternativ till bergkross är kvartssand som i så fall måste transporteras till förvaret.

Deponeringsområdet för långlivat låg- och medelaktivt avfall består av bergrum som liknar dem som idag är i drift i SFR.

Utbyggnaden av djupförvaret inleds med anläggningen ovan jord, schakt och eventuell ramp, gemensamma utrymmen under jord samt de första deponeringsutrymmena under jord. Parallellt färdigställs utrustning för deponering och kringaktiviteter. Den inledande drift som sedan följer avses omfatta deponering av cirka 400 av de totalt cirka 4 000 kapslarna med använt kärnbränsle. Därefter utvärderas erfarenheterna av SKB och myndigheterna. Dessa steg kan vara genomförda tidigast om cirka 20 år.

Utvärderingen ger möjligheter att tillvarata vunna erfarenheter och beakta den utveckling i övrigt som skett under denna tjuogoårsperiod. Man kan också återta det redan deponerade avfallet för annan behandling /6-2/, om man skulle finna det nödvändigt. Faller utvärderingen väl ut inleds den reguljära driften, som beräknas pågå under 20–30 år tills allt avfall är deponerat. Under hela djupförvarets driftperiod byggs nya deponeringsutrymmen ut i den takt de behöver tas i anspråk.



Figur 6-2. *Principskiss för djupförvaret (övre bild) och anpassning av deponeringshål till berggrundsförhållanden (nedre bild).*

6.5 Utformning av djupförvarets industrianläggning ovan jord

Generell utformning någonstans i kommunen

Industritomten och de byggnader som behövs tar ungefär lika stor plats som en medelstor industrianläggning. Det finns goda möjligheter att anpassa utformningen till lokal topografi och förhållanden i övrigt på den aktuella platsen. Ovanjordsanläggningens totala arealbehov omfattar cirka 18 hektar (600 x 300 meter) medan cirka 15 hektar (500 x 300 meter) kan krävas för upplag av bergmassor om massorna inte nyttjas för andra ändamål. Om transportererna till djupförvaret sker på landsväg minskar arealbehovet, eftersom man då inte behöver någon utrymmeskrävande bangård.

Ovanjordsdelen består i princip av fyra huvudområden:

- Bangård, alternativt terminalområde för landsvägsfordon.
- Produktionsområde.
- Serviceområde.
- Upplag för bergmassor.

I det fall återfyllnadsmaterial och transportbehållare för avfall transporteras på järnväg tas tågen in på en bangård där det bland annat finns funktioner för lossning av transportbehållare, bentonit och eventuellt sand. Genom sin längd och krav på planhet blir bangården styrande för ovanjordsanläggningens utformning. Vid landsvägstransport krävs ungefär motsvarande utrustning för lasthantering, men utrymmesbehovet blir mindre och flexibiliteten större.

Produktionsområdet innehåller omlastningsbyggnad för transportbehållare med avfall, lager- och produktionsbyggnader för återfyllnadsmaterial samt byggnader för ventilation, vattenförsörjning och avlopp.

I serviceområdet finns lokaler där många personer vistas. Hit hör entré- och informationsbyggnad, kontor, verkstäder för service och underhåll, matsal och personalutrymmen.

En stor del av de uppfordrade bergmassorna kan sannolikt nyttjas för återfyllnad av djupförvaret. De kan därför deponeras tillfälligt i närheten av anläggningen. Utformningen av ett sådant bergupplag styrs av förhållandena på platsen. Exempel på detta ges senare i avsnittet när olika lokaliseringalternativ för djupförvarets ovanjordsanläggning diskuteras. Resterande bergmassor kan transporteras till lokala och regionala användare eller exporteras. Det kan noteras att efterfrågan på bergmassor har ökat som en följd av den allt mer restriktiva synen på nyttjande av naturgrus för bygg- och anläggningsändamål. En plan för hantering av bergmassor kommer att upprättas i samband med lokaliseringsansökan för djupförvaret. Planen utarbetas i samråd med kommunen, länsstyrelsen och andra intressenter och beskrivs i den miljökonsekvensbeskrivning som upprättas inför lokaliseringsansökan. I planen kommer det att framgå hur stor mängd av de uttagna massorna som kan nyttjas inom projektet för till exempel byggande av vägar, järnväg och hamn och som återfyllnadsmaterial i underjordsanläggningen. Vidare kommer hanteringen av de massor som inte nyttjas inom projektet att redovisas i planen /6-9/.

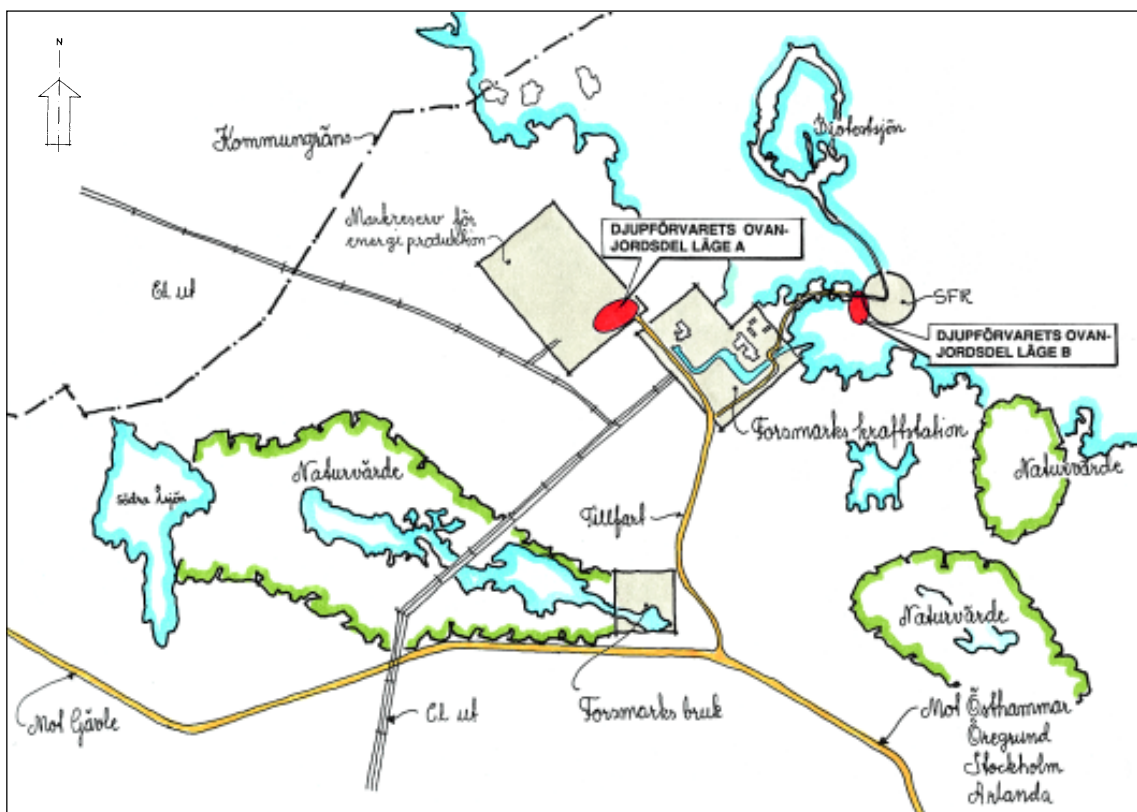
Transporter och försörjning (ventilation, vatten, avlopp, el med mera) mellan ovanjordsdelen och förvarsnivån kan utformas på olika sätt. Det finns tre huvudalternativ:

- Alla transporter sker i en lång, sluttande tunnel, så kallad ramp. Schakt används enbart för ventilation. Detta tillåter sidoförskjutning på flera kilometer mellan ovan- och underjordsdelarna. Är sidoförskjutningen större kan det också behövas ett schakt för persontransporter.
- Alla tunga och skrymmande transporter sker i en spiralformad ramp. Förutom ventilationsschakt anläggs även schakt för persontransporter.
- Alla transporter och ventilation mellan markytan och förvarsnivån sker via schakt.

Utformning i Forsmark

Omkring Forsmarks kärnkraftverk finns flera markområden som är glest bebyggda men reserverade för olika ändamål i kommunens planer. Förstudien har utrett hur förvarets ovanjordsanläggning skulle kunna placeras i två alternativa lägen, Läge A respektive Läge B, se figur 6-3.

Läge A är ett område strax nordväst om kärnkraftverket och utanför det område som idag är inhägnat. Området runt omkring är reserverat för framtida kraftproduktion. Terrängen utgörs huvudsakligen av lätt kuperad skog där det inte skulle krävas några stora schaktningsarbeten för att åstadkomma ett plant område för industrianläggningen.



Figur 6-3. Översikt av Forsmarksområdet med två alternativa lägen för djupförvarets ovanjordsdel. Läge A ligger nordväst om Forsmarks kärnkraftverk och Läge B ligger intill SFR:s ovanjordsanläggning.

Läge B innebär placering av djupförvarets industrianläggning intill ovanjordsanläggningen för SFR. Denna är belägen på en delvis konstgjord halvö öster om kärnkraftverket invid Forsmarks hamn. Till SFR och hamnen leder en bärig och bred väg byggd för tunga fordon.

En placering av djupförvarets ovanjordsanläggning till något av dessa lägen skulle ge ett antal fördelar men också någon nackdel jämfört med ett allmänt läge inom kommunen. De största fördelarna är:

- Inga transporter av kärnavfall på allmänna transportleder.
- Tillgång till industriområde med dess infrastruktur.
- Möjlighet till samordning med verksamhet vid SFR och Forsmarksverket.

Nackdelar är:

- Hamnverksamhet måste byggas upp/förstärkas lokalt.
- Hamnen kan i dag inte ta emot större fartyg än M/S Sigyn.
- Återfyllnadsmaterial kan behöva lastas om till mindre fartyg i Hargshamn eller alternativt köras på lastbil därifrån.

I Läge A (vid kärnkraftverket) byggs anläggningen upp längs en genomgående väg i östvästlig riktning. Serviceområdet ligger norr om vägen och produktionsområdet söder därom. Tillfartsvägarna till området kommer från den väg som idag löper utefter kärnkraftverkets västgräns. Genom att service- och produktionsområdena har varsin tillfartsväg undviks korsande trafik. För deponering av bergmassor finns tillräckligt med mark väster om anläggningen. Med denna placering är det möjligt att ansluta till kärnkraftverkets befintliga försörjning för elkraft, värme, vatten och avlopp.

Transporterna till och från djupförvaret stör inte kärnkraftverkets verksamhet. Den enda gemensamma väg där trafik till de två anläggningarna ska samsas är den korta sträckan söder om kärnkraftverket och vidare ut till hamnen. Parkeringsutrymmen för tunga fordon kan begränsas till ett fåtal fordonsplatser.

Figur 6-4 visar hur de olika service- och produktionsbyggnaderna kan disponeras i Läge A. Figuren förutsätter en större uppställningsplats för containrar med bentonit, men den kan minskas till hälften och alternativt placeras i hamnområdet.

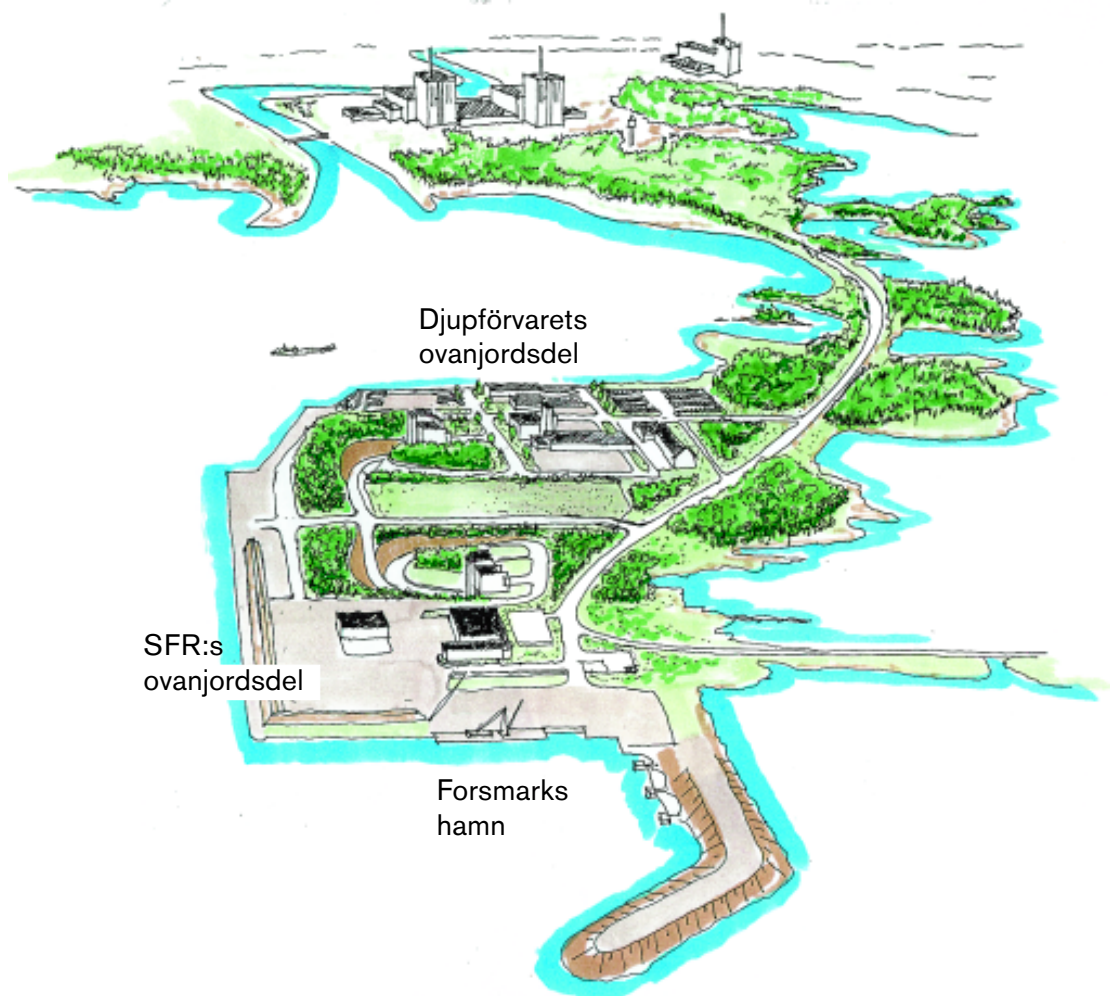
En lokalisering till detta läge bedöms inte ge upphov till några väsentliga störningar på omgivningen som är närmast obebyggd. Landskapsbilden kommer inte heller att bli påverkad i någon högre grad, dels därför att kärnkraftverket redan dominerar, dels därför att anläggningens byggnader skymms av en skogsbarriär.

Som tidigare nämnts ligger Läge A inom ett större område reserverat i kommunens detaljplan för framtida energiproduktion. En fråga har därför varit om en anläggning vid Läge A kan begränsa möjligheten till framtida energiproduktion. Efter diskussioner med representanter för Forsmarksverket menar utredarna att så inte är fallet. Kommunens referensgrupp har dock uttryckt tveksamhet till Läge A ur denna synpunkt.

I Läge B placeras djupförvarets industrianläggning intill ovanjordsdelen för SFR, se figur 6-5. Liksom i Läge A kan befintliga försörjningsfunktioner som elkraft, värme, vatten och avlopp utnyttjas. Transporterna mellan hamnen och djupförvarets ovanjordsanläggning blir mycket korta.



Figur 6-4. Utkast till disposition av byggnader i Läge A, nordväst om kärnkraftverket.



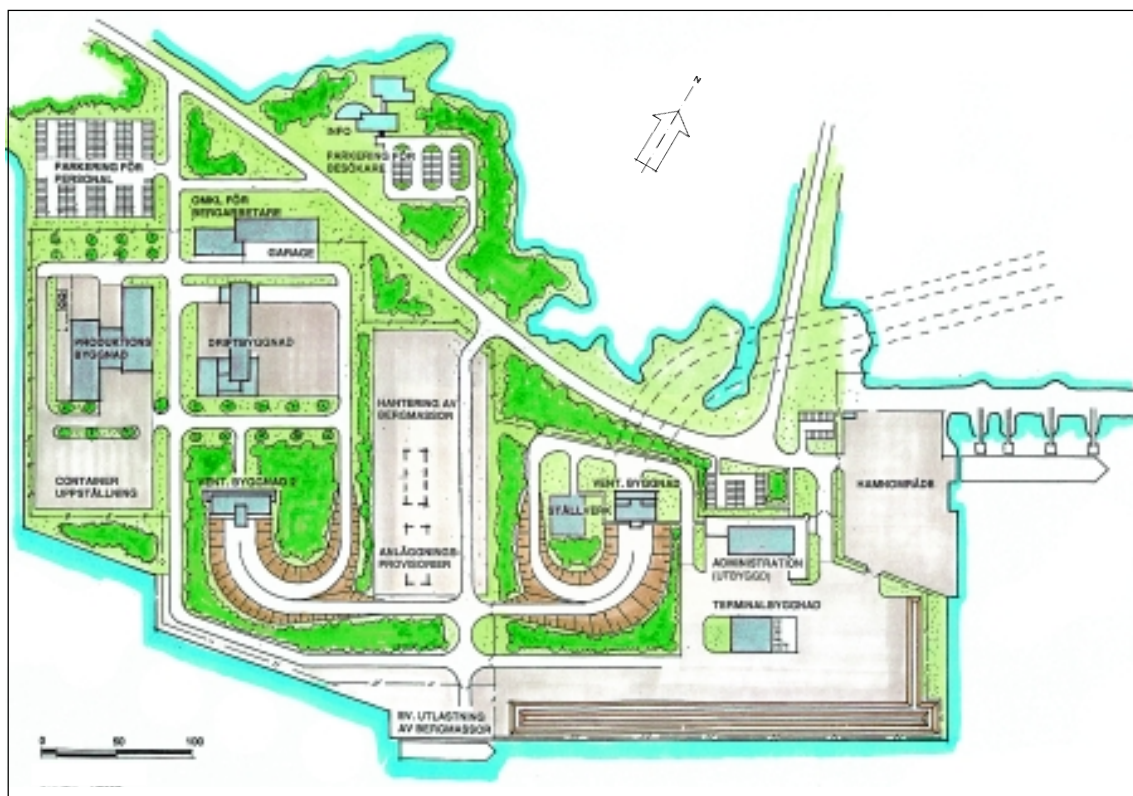
Figur 6-5. Placering av djupförvarets ovanjordsanläggning vid SFR.

Genom att bygga om och bygga ut SFR:s personal-, kontors- och verkstadsbyggnad och utnyttja de befintliga ganska stora uppställnings- och parkeringsytorna kring SFR kan markbehovet för den tillkommande industrianläggningen minska väsentligt.

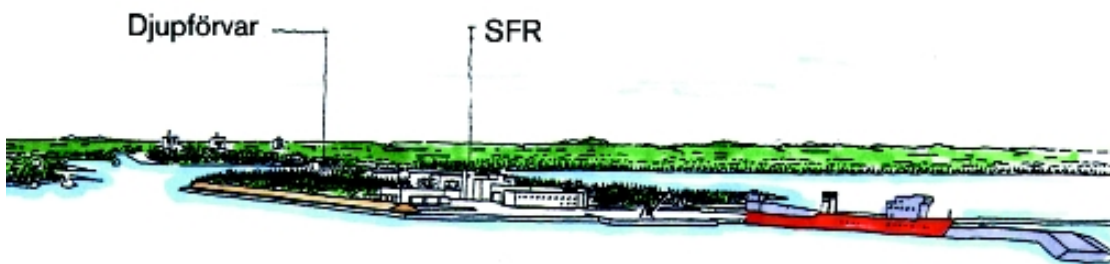
I figur 6-6 visas hur djupförvarets byggnader kan disponeras efter måttliga utfyllnader. Driftbyggnaden har i detta exempel placerats rakt ovanför drifttunneln till djupförvaret. Avfallet lastas där om från markfordon till de speciella fordon som svarar för transporten ned till förvaringsnivån. Öppningen till djupförvarets drifttunnel har placerats på fast mark över högsta havsvattennivån.

Ett markområde mellan det nuvarande SFR-området och den tillkommande anläggningen kan användas för uppställning av provisoriska lokaler under utbyggnadstiden.

Uppläggning av bergmassor måste hanteras annorlunda i SFR-alternativet än vid placering intill kärnkraftverket. Läget vid SFR är exponerat och landskapet är lågt och flackt. Höga kullar formade av bergmassor skulle där väsentligt ändra landskapsbilden. En lösning är att lägga upp det brutna berget på samma område som i Läge A, alltså på ett separat upplag nordväst om kärnkraftverket. Alternativt kan bergmassorna lagras i bukten norr om SFR (intill öarna Stora och Lilla Asphällan) eller i viken mellan vågbrytarna. Massorna kan vid behov lastas och transporteras bort med gängse teknik. Ett tredje alternativ är att sälja av massorna eller delar därav varvid upplagsproblemet minskar. Utskeppning kan ske direkt från hamnen.



Figur 6-6. Utkast till disposition av byggnader vid SFR.

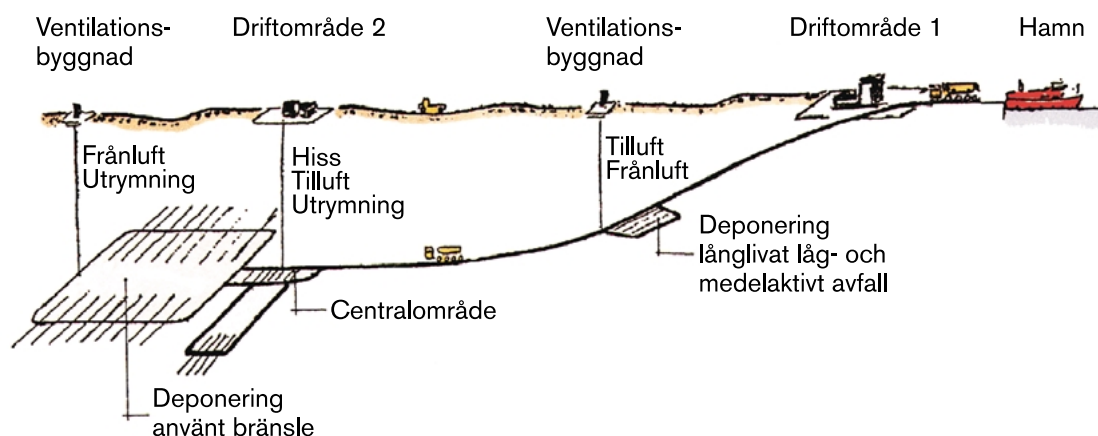


Figur 6-7. Placering av ovanjordsanläggningen vid SFR. Vy från havet.

Förutom av bergupplagen påverkas landskapsbilden också av byggnaderna. Men påverkan blir liten eftersom ovanjordsanläggningens byggnader är låga och SFR och Forsmarksverket redan dominerar landskapsbilden. En uppfattning av hur vyn från havet kan te sig med djupförvarets ovanjordsanläggning vid SFR visas i figur 6-7.

Eventuella tillkommande ovanjordsbyggnader

Om underjordsdelen måste placeras långt från ovanjordsanläggningen i horisontalled kommer rampen (den lutande tunneln) att förlängas motsvarande sträcka. I förstudien har det antagits att rampen mellan industrianläggningen och underjordsdelen kan göras upp till tio kilometer lång. Att göra en ännu längre ramp är dock tekniskt möjligt. En lång ramp innebär tidsödande persontransporter, något som erfarenhetsmässigt upplevs som ineffektivt och påfrestande. Problemet kan lösas med ett separat driftområde, benämnt driftområde 2, placerat rakt över underjordsdelen som vid Äspölaboratoriet. Ett hisschakt används här för persontransporter ned till underjordsnivån. Om rampen blir lång kan ventilationen av underjordsdelen göras mer effektiv genom att schakt för tilluft och frånluft byggs på något eller några ställen längs rampsträckningen. Den principiella lösningen för tillkommande driftområde och ventilationsbyggnader visas i figur 6-8.



Figur 6-8. Rak ramp mellan djupförvarets industriområde och förvaret. Vid detta alternativ kan en mindre anläggning (driftområde 2) för personal, besökare, ventilation med mera tillkomma ovanför förvaret 16-6/.

En idéskiss av hur djupförvarets ovanjordsanläggning skulle kunna utformas i Hargshamn ges i figur 6-10. Figuren visar en framtidsbild av hamnen och hur ovanjordsdelen kan inkluderas i denna. Anläggningen kan med fördel placeras söder om det planerade industriområdet och därmed lämna plats för nya hamnfunktioner och annan industri närmast hamnen.

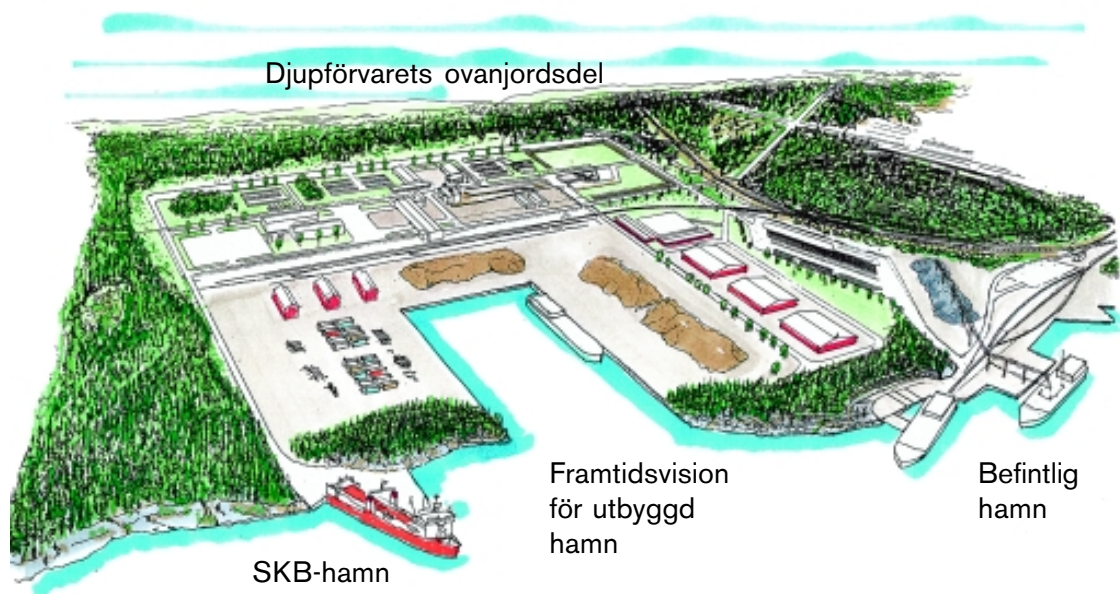
En ovanjordsdel i Hargshamn förutsätter att en ny terminal med av- och påkörningsramp för SKB:s trafik med behållare anläggs vid den östra änden av det nya hamnområdet. Lossning av bentonit i containrar och sand i bulk kan utföras i den kommersiella hamnen.

Ny anslutningsväg från hamnen och SKB:s terminal till djupförvarets ovanjordsanläggning kan dras öster om det nya industriområdet och ansluta till anläggningens produktionsområde på dess norra sida. SKB:s tunga trafik kommer då inte att störa övrigt hamnarbete. Ovanjordsanläggningen bör kunna samnyttja elkraft, värme, vatten och avloppssystem med övriga industrier i området och med hamnen.

Om djupförvaret skulle lokaliseras till den västra delen av kommunen kan det bli aktuellt att utnyttja Hargshamn som omlastningsplats. Denna möjlighet beskrivs i avsnitt 6.10.

6.6 Bergtekniska erfarenheter av betydelse för bygge av djupförvarets underjordsanläggningar

Berggrunden där djupförvaret anläggs måste ha sådana egenskaper att byggande och drift kan ske under säkra arbetsförhållanden och med känd teknik. Det innebär bland annat att stabila tunnlar och schakt kan konstrueras och att bergdriften kan ske med full kontroll på stabilitet och vatteninläckning. Viktiga bergparametrar är belastningar



Figur 6-10. Framtidsbild av hamnen i Hargshamn. Djupförvarets ovanjordsanläggning är här placerad söder om det tilltänkta industriområdet.

Forsmark		11	Norrskedika
1	Forsmarksverket, block 1 och 2	12	Aspö
2	Forsmarksverket, block 3		
3	SFR, lagerområdet	Bergtäkter	
4	Undersökningshål, DBT1 och DBT3	13	Braxenbol
5	Undersökningshål, KFO01	14	Aspö
		15	Värmlandstorp
Gruvor		16	Hargshamn
6	Dannemora	Övrigt	
7	Ramhäll	17	Bergförlagt varmvattenlager, Lyckebo
8	Herräng (Eknäsgruvan)	18	Bergundersökningar, Finnsjön
9	Vigelsbo		
10	Rörberg		

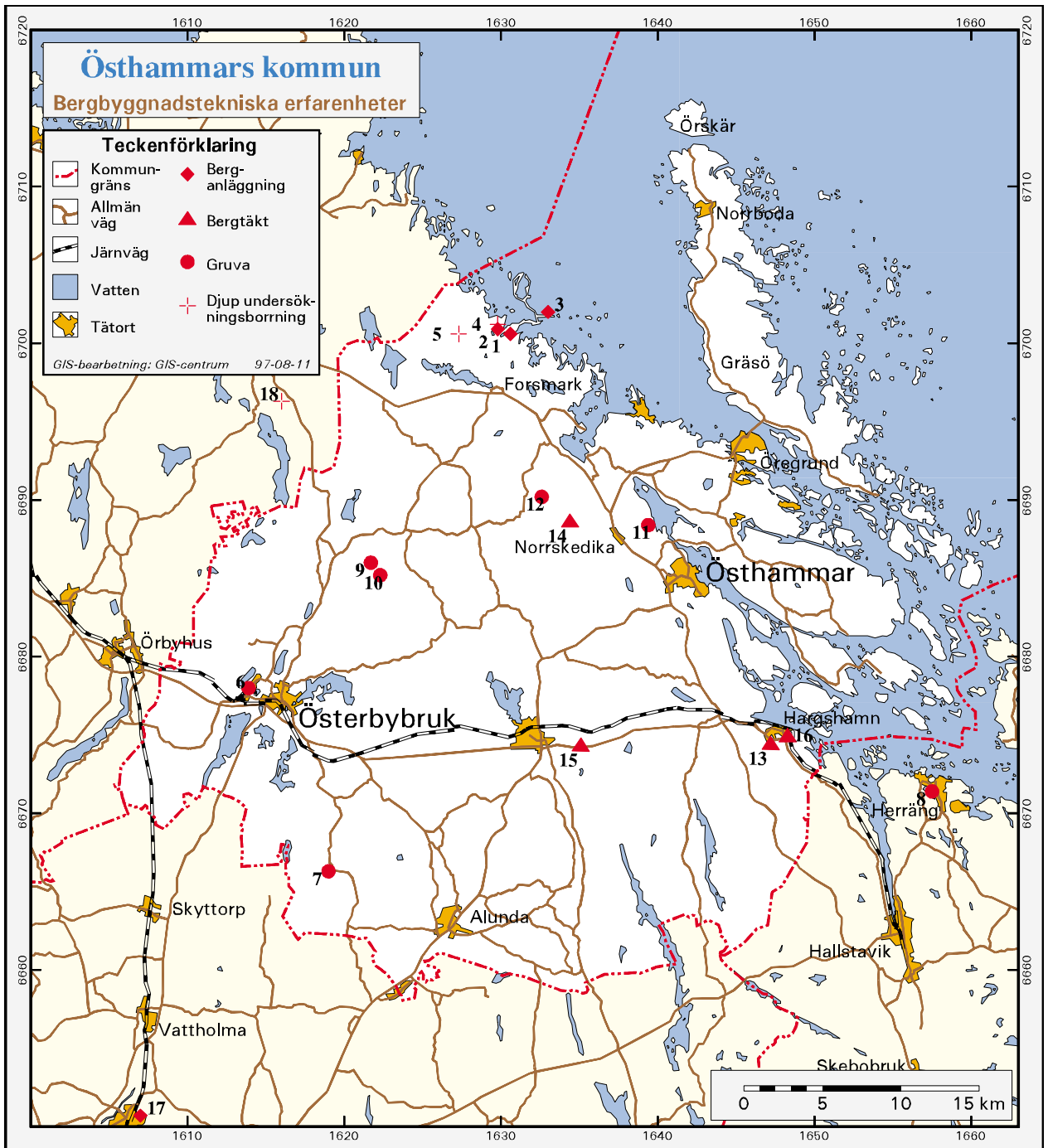
(bergspänningar), bergets hållfasthet, sprickfrekvens och sprickegenskaper samt bergets vattengenomsläpplighet. I kombination med konstruktionsparametrar som djup och tunneldimensioner styr dessa parametrar vilka byggmetoder som kan användas liksom behoven av stabilisering och tätning av de bergutrymmen som tillskapas.

De bergförhållanden som är önskvärda för djupförvaret ur byggtknisk synvinkel sammanfaller väl med vad som eftersträvas för den långsiktiga säkerheten. Allmänt ger relativt sprickfattigt berg med få större sprickzoner byggtkniska fördelar. Homogena och enkla bergförhållanden gör det också lättare att förutse bergförhållandena så att byggandet kan utföras rationellt. Omvänt kan dålig bergkvalitet eller starkt heterogen berggrund innebära direkt olämpliga förhållanden. Detsamma kan gälla berggrund med höga eller på annat sätt ogynnsamma bergspänningar.

I internationell jämförelse erbjuder det urberg som täcker merparten av Sveriges yta goda förutsättningar ur byggsynpunkt. En viktig bidragande orsak är att de dominerande bergarterna har hög hållfasthet /6-8/. Studerar man erfarenheterna från olika regioner inom urbergsområdet finner man det svårt att peka ut några stora regionala skillnader i byggförutsättningarna. De geologiska variationer som uppträder i lokal skala – till exempel vid övergång från en bergart till en annan – har däremot ofta avgörande betydelse.

Östhammars kommun ligger inom en geologisk provins som erfarenhetsmässigt erbjuder bra miljö för bergbyggande. De bergarter som dominerar i kommunen och som kan vara av intresse för ett eventuellt djupförvar är framförallt gnejsgranitoider men också yngre graniter. Jämförbara bergarter är vanliga på många håll i landet och det finns relativt omfattande allmänna erfarenheter av bergbyggande i dessa. Erfarenheterna pekar inte på några speciella problem eller svårigheter men inte heller på särskilda fördelar.

Kartan i figur 6-11 visar lägen på berganläggningar, borrhål, gruvor och bergtäkter som inventerats med avseende på bergtekniska data och erfarenheter. Utbyggnaderna av Forsmarksverket och senare SFR har inkluderat omfattande bergarbeten. Byggande och drift av dess anläggningar omfattar en tidsperiod på cirka 25 år. Data och erfarenheter är väl dokumenterade och har utgjort viktiga underlag för förstudien. Av gruvorna är det i huvudsak Dannemoragruvan, cirka 600 meter djup och i drift ända in på 1990-talet, som efterlämnat bergteknisk dokumentation av någon omfattning. Borrhål till större djup finns bara i Forsmarksområdet. Strax utanför kommunens gräns har djupa hål borrats i Finnsjöområdet.



Figur 6-11. Östhammars kommun med omnejd. Lägen för berganläggningar och bergundersökningar (se föregående sida) har markerats på kartan.

Forsmarksverket och SFR

Anläggningar

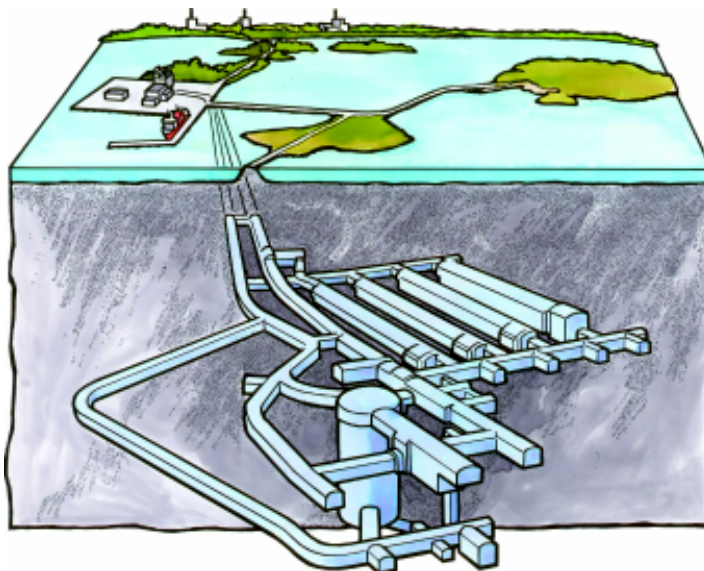
I samband med att Forsmarksverket byggdes utfördes omfattande grundläggningsarbeten för reaktorbyggnaderna, kanaler och svallbassänger samt två stora tunnlar som leder uppvärmt kylvatten från reaktorerna till Östersjön. Totalt utschaktad bergvolym är cirka 700 000 kubikmeter, varav cirka 370 000 kubikmeter från tunnlar och cirka 330 000 kubikmeter från ytan.

Senare byggdes SFR som i sin helhet är en berganläggning med tillfartstunnlar, förvaringsrum för avfall, serviceutrymmen med mera, se figur 6-12. Det största bergrummet i SFR är en 60 meter hög silo med en diameter på drygt 30 meter. Den totala utschaktade bergvolymen från SFR är cirka 430 000 kubikmeter.

Anläggningsarbetena i Forsmark/SFR har därmed inneburit en utschaktning av cirka 1,1 miljoner kubikmeter berg. Detta kan jämföras med de cirka 1–1,5 miljoner kubikmeter berg som totalt beräknas tas ut vid uppförande och drift av djupförvaret. Uttag av bergmassor från djupförvaret sker dock under längre tid än för anläggningsarbetena vid Forsmark/SFR, varför det per år blir mindre mängder att hantera.

Berganläggningarna i Forsmarksområdet når som mest cirka 140 meters djup (SFR), men merparten ligger betydligt grundare. Såväl avloppstunnlarna från kärnkraftsreaktorerna som de två tillfartstunnlarna till SFR passerar genom Singöförkastningen.

Kring berganläggningarna finns en stor mängd relativt grunda undersökningsborrhål. Nära Forsmarksverket finns även två borrhål som är 503 meter respektive 250 meter djupa. Vid Dannebo, cirka tre kilometer väster om Forsmarksverket, finns ytterligare ett hål, 478 meter djupt.



Figur 6-12. Slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR.

Data och erfarenheter

Som helhet visar data och erfarenheter från berganläggningarna i Forsmark att området ger goda, och för svenskt urberg normala, förhållanden för bergbyggnad. Det bästa beviset för detta är att anläggningarna kunnat byggas och drivas som planerat. De bergtekniska överraskningar som noterats har gott och väl hållit sig inom de ramar som kunnat tolereras med avseende på säkerhet, funktion, tidsåtgång och kostnader. Dessa erfarenheter ska ses i relation till de mycket höga krav som ställs på anläggningarna.

Erfarenheterna från Forsmarksverket och SFR belyser också en generellt viktig egenskap hos de bergparametrar som styr byggförutsättningarna, nämligen de stora lokala variationerna. Bergarbetena har berört områden på tillsammans några kvadratkilometer. Även om den allmängiltiga bedömningen är att förhållandena är goda, går det att hämta exempel på såväl besvärliga som bra förhållanden. Tunnelpassager genom sprickzoner som Singöförkastningen exemplifierar dåliga bergförhållanden som krävde varierande grader av extra insatser för att hantera dålig bergkvalitet och i en del fall hög vattenföring. I en av de fyra tunnlarna som passerar Singöförkastningen inträffade ett ras i samband med drivningen, med relativt omfattande stabiliseringsarbeten som följde. I övriga tre tunnlarna kunde zonen passeras utan större problem.

Vid de flesta av de ytliga bergarbetena för kärnkraftverkets block 1 och 2 träffade man på horisontella, ofta sedimentfyllda sprickor, så kallade bankningslag. Den djupaste observationen var på 13 meters djup. Fenomenet är känt från andra håll och uppträder företrädesvis i sprött berg av god kvalitet men endast till något tiotal meters djup. Uppkomsten av dessa fenomen är omdiskuterad. Höga bergsspänningar eller höga vattentryck vid inlandsisens avsmältning har föreslagits som möjliga orsaker. Förutom bankningsplanen bjöd de ytliga bergarbetena inte på några överraskningar eller udda bergförhållanden.

SFR och merparten av tunnelsträckningarna exemplifierar bra bergförhållanden. Ett exempel är silon i SFR som med sina drygt 30 meters spännvidd är ett av de större berggrum i Sverige som man utan restriktioner kan gå in i. Silon kunde sprängas ut utan att man behövde applicera någon som helst driftförstärkning av berget i taket. Detta verifierar de mycket gynnsamma byggförhållandena i området.

Förstärknings- och injekteringsarbetet under bygget av SFR följde uppgjorda planer. Insatserna av bergförstärkning i form av bultning, sprutbetong och i några fall betongbågar relaterades till observerad bergkvalitet, och ett system med olika förstärkningsklasser tillämpades. På samma sätt upprättades riktlinjer för injektering. Dessa följdes och ifråga om vatteninläckning noterades att injekteringsarbetena hade god effekt med en reduktion av bergmassans vattengenomsläpplighet med mer än 75 %.

Mätningar av bergspänningar har gjorts i anslutning till berganläggningarna i Forsmarksområdet. Resultaten kännetecknas av förhållandevis stor spridning och är svårtolkade, vilket sammanhänger med att spänningsförhållandena påverkas av lokala variationer i geologi och berggenskaper. Byggerfarenheterna innehåller inga observationer som tyder på ogynnsamma spänningsförhållanden.

Drifterfarenheterna från anläggningarna visar på normala behov av underhåll i form av bergförstärkning, tätning med mera. Inga stabilitetsproblem eller andra driftstörningar relaterade till berget finns noterade. Inflödet av grundvatten till SFR mäts kontinuerligt och var 1994 i genomsnitt 550 liter per timme, vilket kan betraktas som normalt för en anläggning av SFR:s storlek.

Radonhalterna i SFR har följts upp under både byggskedet och driftperioden utan att några höga halter har observerats. Inga extra åtgärder utöver normal ventilation har följaktligen erfordrats.

Djupa borrhål i Forsmarksområdet

Berganläggningarna liksom flertalet borrhål i Forsmark ger information om förhållanden ner till som mest cirka 150 meters djup. Det begränsade djupet måste noga beaktas när man värderar data i förstudiens sammanhang. Det gäller särskilt djupberoende parametrar som vattentryck och bergspänningar.

Viss kompletterande information kan dock hämtas från de tre nämnda borrhål i området som når större djup (250-500 meter). Enkla bedömningar av bergkvaliteten har gjorts på basis av borrhållarna från dessa hål /6-8/. Borrhålet tre kilometer väster om Forsmarksverket vid Dannebo (478 meter djupt) uppvisar bra eller mycket bra bergkvalitet ner till cirka 300 meters djup. Därunder blir berget sämre och kan sägas hålla "medelgod" kvalitet. I botten av hålet finns ett uppsprucket parti som gör att bergkvaliteten kan betraktas som "dålig". Det 503 meter djupa hålet vid Forsmarksverket indikerar bra eller mycket bra berg med undantag för en sannolikt flackt orienterad sprickzon vid cirka 320 meters djup.

I borrhålen vid Forsmarksverket har också bergspänningsmätningar och hydrogeologiska tester genomförts /6-8, 6-10/. Spänningsmätningarna gav höga värden i vissa djupavsnitt. Det gäller särskilt under den nämnda sprickzonen vid 320 meter, där beloppen kan beskrivas som väsentligt högre än normalt för svenskt urberg. Även andra observationer i samband med att hålet borrades tyder på höga bergspänningar i anslutning till denna sprickzon. Några slutsatser av detta med avseende på förhållandena i området i sin helhet går knappast att dra, men vid eventuella vidare undersökningar finns det anledning att rikta speciell uppmärksamhet mot spänningsförhållandena på djupet.

De hydrogeologiska testerna omfattade bestämningar av bergets vattengenomsläpplighet /6-10/. Värden i linje med data för svenskt urberg i allmänhet registrerades. Man fann också att vattengenomsläppligheten minskade med djupet.

Gruvor

Gruvepoken i kommunen avslutades i och med nedläggningen av brytningen i Dannemora järnmalmsgruva år 1992. Åtminstone sex gruvor har brutits till djup större än 250 meter. Djupast är Dannemoragruvan som bröts ner till cirka 600 meters nivå. Med undantag av Dannemora, som är ganska väl dokumenterad, finns det ganska lite av modern bergteknisk information att tillgå från gruvorna. Vidare ligger malmerna huvudsakligen i metavulkaniter (även benämnda leptiter) och kalkstenar, det vill säga bergarter som inte är direkt jämförbara med dem som skulle kunna bli aktuella för ett djupförvar. En viktig slutsats som dock kan dras från tillgängliga data är att man i gruvorna kunnat ta ut stora rum på avsevärda djup, utan att stabiliteten gått förlorad. Det största rummet finns i Dannemora och har en spännvidd på cirka 60 meter. Inga indikationer på höga bergspänningar finns rapporterade från gruvorna.

Bergtäkter

Ett flertal bergtäkter finns i kommunen, varav tre nyttjas eller har nyttjats för brytning av ballastmaterial eller berg till stenullsindustrin. Av intresse i förstudien är täkten vid Hargshamn, där man strax intill färjeterminalen bryter gabbro och leptit för användning som makadam och ballast. Berget ger för ögat intrycket av att vara ett bra byggmaterial.

1990 undersökte Vattenfall möjligheten att bygga ett ytligt berglager för gasol i Hargshamn. Man drog slutsatsen att berget uppfyller de aktuella tekniska kraven. Lagret kom dock aldrig till utförande.

Finnsjön

Under slutet av 1970-talet och början av 1980-talet gjordes, i kunskapsuppbyggande syfte, omfattande undersökningar av berggrunden på ett flertal platser i landet. Ett av dessa undersökningsområden var Finnsjöområdet, beläget i Tierps kommun, nära kommungränsen mot Östhammar. Där undersöktes ett cirka sex kvadratkilometer stort område med hjälp av bland annat ett flertal borrhål ner till som mest cirka 700 meters djup (se kapitel 5).

Utvärdering av bergkvaliteten visar på bra förhållanden i själva bergmassan mellan sprickzonerna /6-8/. De bergspänningar som observerades ner till 500 meters djup överensstämmer bra med medelvärden för svenskt urberg.

Slutsats

I generell mening uppvisar svenskt urberg gynnsamma förutsättningar för att bygga och driva berganläggningar. Befintligt underlag i form av data och erfarenheter från berganläggningar, gruvor, bergundersökningar med mera i kommunen och dess omgivning styrker denna generella bedömning. En oklarhet är förekomsten av höga bergspänningar. Befintliga data från olika borrhål skiljer sig här åt. Vid en eventuell platsundersökning bör denna fråga särskilt studeras.

Förstudiens underlag utgörs av lokala observationer. Dessa kan inte utan vidare generaliseras till att gälla för hela eller delar av kommunen, eftersom de geologiska faktorer som styr förutsättningarna för bergbyggnad erfarenhetsmässigt varierar mycket från plats till plats. För att kunna göra mera preciserade bedömningar av lokaliseringsförutsättningarna krävs direkta undersökningar, på plats och ner till aktuellt djup.

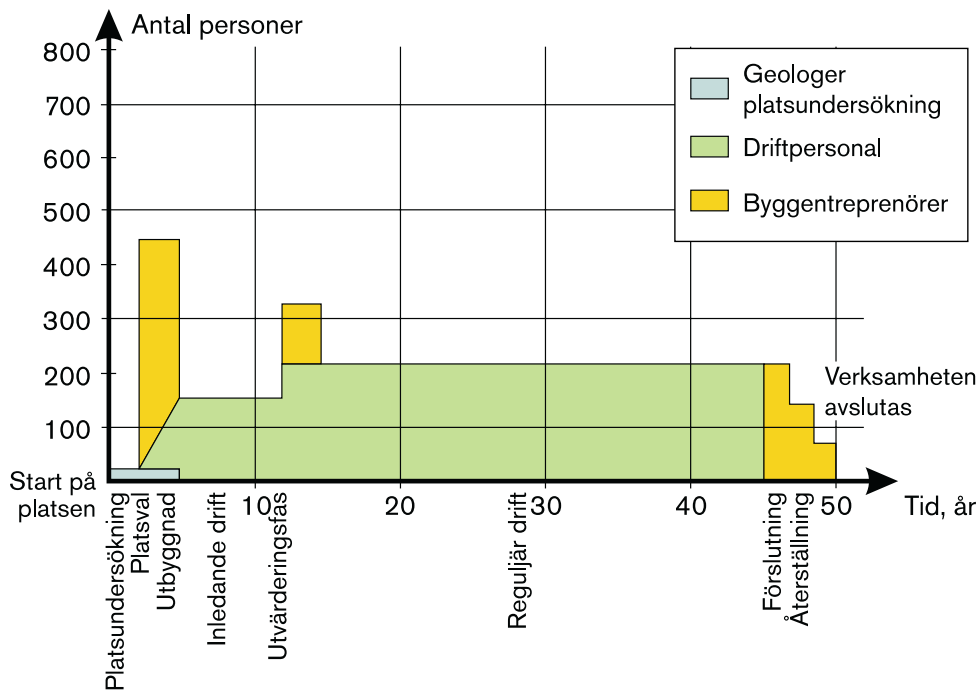
6.7 Personalbehov

Antalet sysselsatta liksom deras kompetens kommer att variera med djupförvarets olika skeden. Hur sysselsättningen varierar framgår av figur 6-13.

Under platsundersökningen kommer det huvudsakliga arbetet att bestå av borrhning och mätningar från markytan samt vägbyggnad och annan serviceverksamhet. Platsundersökningen beräknas pågå under 4–8 år och sysselsätta 10–20 personer, främst bergborrhare och mättekniker samt geovetenskapliga experter.

Utbyggnaden av djupförvaret innebär en intensiv bygnadsverksamhet under 5–6 år. Som mest kommer cirka 400–600 personer att arbeta dels med anläggning av djupförvarets ovanjords- och underjordsanläggningar, dels med att bygga den omgivande infrastrukturen i form av hamnanläggningar och vägar till industrianläggningen. Under denna tid sker omfattande transporter av byggnadsmaterial, maskiner och utrustning till platsen och samtidigt borttransport av bergmassor.

Yrkeskategorier som det kommer att finnas stora behov av är bergarbetare och alla slag av byggnadsarbetare inklusive förmän och byggadministratörer. Därtill kommer maskinförare och förare av tunga fordon. Byggnationen styrs och övervakas av tekniker, ekonomer och administratörer.



Figur 6-13. Schematisk bild över personalbehov vid djupförvaret över tiden. I verkligheten kommer förmodligen variationerna i personalbehov mellan olika perioder att vara mindre.

När anläggningen är färdig startar den inledande driften, under vilken cirka 400 kapslar ska deponeras och deponeringstunnlarna återfyllas. Den inledande driften beräknas pågå under cirka fem år och sysselsätta omkring 150 personer. Förutsatt att beslut fattas om att starta reguljär drift, kommer underjordsdelen att successivt byggas ut parallellt med deponeringen av den resterande mängden (cirka 3 600) kapslar. Dessutom byggs eventuellt förvaret ut med tunnlar och bergsalar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Den reguljära driften planeras pågå under 20–30 år. Baserat på dagens kunskap beräknas personalbehovet under denna period öka till omkring 220 personer. Efter avslutad deponering är det ur säkerhetssynpunkt bäst om förvaret försluts. När förslutningen ska genomföras, liksom omfattningen av övervakning och kontroll av förvarsplatsen, är beslut som måste tas av den generation som då är verksam.

Efter förslutning kan byggnaderna ovan jord rivas och marken återställas eller iordningställas för annan verksamhet. Det kommer inte att finnas några restriktioner att utnyttja området för andra syften, med undantag för djupborrning eller annan djup berganläggning.

Exempel på arbetsuppgifter vid den reguljära driften framgår av tabell 6-1. Uppräkningen i tabellen bygger på teknik och arbetsformer i dagens samhälle. Någon bedömning av eventuella förändringar i framtiden har inte gjorts.

Vid en lokalisering av djupförvarets ovanjordsanläggning till Forsmark kan vissa delar av försörjningsfunktionerna vara gemensamma med Forsmark/SFR. Främst gäller detta vägar, elförsörjning, uppvärmning, vatten och avlopp samt bevakning. Detta påverkar också personalbehovet, som under driftskedena beräknas minska med omkring 10–12 personer. Förmodligen kan motsvarande samutnyttjande av försörjningsfunktioner ske vid en lokalisering till Hargshamn.

Tabell 6-1. Exempel på arbetsuppgifter vid djupförvaret under reguljär drift (totalt cirka 220 årsarbeten)

Funktion	Verksamhet
Drift	
Driftledning	Arbetsplanering, beredning, samordning, ledning, avfallsdokumentation, tillträdeskontroll, strålskydd, dosimetri, kontrollrumsfunktion
Bergarbeten	Drivning, förstärkning, bergtransporter, bergbyggnad, borring –deponeringshål – provhål/kärnboring
Deponering	Förberedelsearbeten i deponeringstunnlar, kontroll av bergarbeten, deponeringsarbeten, återfyllnad
Hamn	Drift och förvaltning, lossning/lastning/underhåll
Väg/järnväg	Transporter, övervakning
Transporter vid djupförvar	Lossning och mellanlagring av transportbehållare, bentonit, ev sand Avfallsbehållare från mellanlager ovan jord till deponering under jord. Bentonitblock från drifanläggning till deponeringstunnlar Återfyllnadsmaterial från beredningsanläggning till deponeringstunnlar Byggnadsmaterial, maskindelar, förbrukningsmaterial m m
Beredning av återfyllnadsmtrl	Tillverkning av bentonitblock för deponeringshål och återfyllnadsmaterial för deponeringstunnlar Förrådshållning –sand, bentonit och färdigtillverkade bentonitblock
Service	Förebyggande underhåll, reparation –installationer och maskiner
Bergdeponering	Uppläggning av bergmassor, ev krossning, återplantering
Teknik/underhåll	
Anläggningsdokumentation	Byggnader, system, maskiner, komponenter
Systemteknik	Konstruktion: mek, el, hydraulik, pneumatik, elektronik för system, utrustning och maskiner
Verkstäder	Kvalificerade mekarbeten för stålkonstruktioner, svets och smide, el och elektronik
Förråd	Spedition, mottagningskontroll, intern distribution, förrådshållning
Montage	Montage i egen regi, montagekontroll, provdrift av entreprenörsarbeten
Underhåll	Hissar, spel, traverser, byggnader, tunnlar m m
Bergundersökningar	
Bergdokumentation	Geo-data, CAD-dokumentation
Geologi	Kartering, utvärdering
Bergmekanik	Dokumentation, mätningar, beräkningar, utvärdering
Hydrologi	Mätningar flöden, kemisk sammansättning, provtagning
Kemi	Provtagning kemiska analyser, utvärdering
Geofysik	Mätning, utvärdering
Gruvmätning	Inmätning borrhål, karthållning
Borrkärnor	Borring, borrhållförvaring, provberedning
Geoinstrument	Instrumentservice, förvaring
Administration	
Personal	Löner, utbildning, personalvård, hälsovård
Ekonomi	Budget, uppföljning, redovisning, fakturering, kassa
Information	Utställning, besöksplanering, guidning, lokala och internationella kontakter
Inköp	Varor, tjänster
Kontorsservice	Vaktmästeri, växel, ADB-service, arkiv, bibliotek, kontorsmaterial, möbler
Bevakning	Behörighetskontroll, områdesskydd, räddningstjänst, brandskydd
Fastighetsservice	Städning, vägunderhåll, snöröjning, servicetransporter, sophantering, fastighetsunderhåll
Matsservering	För egen personal, entreprenörer, besökare

Blir avståndet mellan djupförvarets ovanjordsdel och underjordsdel stort, och ett driftområde 2 byggs, kommer istället personalbehovet att öka något. Det tillkommande driftområdet beräknas behöva omkring 15–17 personer för bevakning, kontorsservice, information, fastighetsskötsel med mera under driftskedena. Sammanfattningsvis betyder detta att vid en lokalisering till Forsmark/Hargshamn kan personalbehovet variera mellan cirka 210 och 225 personer beroende på om verksamheten bedrivs vid ett eller två driftområden.

En uppskattning av vilken utbildningsnivå som krävs hos personalen visar att:

- Grundskola eller gymnasium krävs av cirka 40 % av arbetsstyrkan.
- Yrkesutbildning krävs av cirka 45 % av arbetsstyrkan.
- Högskoleutbildning krävs av cirka 15 % av arbetsstyrkan.

För huvuddelen av arbetsuppgifterna behövs enligt denna uppskattning således antingen yrkesutbildning eller högskola. En betydande del av arbetet ska emellertid kunna skötas av personal med enbart grundläggande skolutbildning. Denna personal utbildas för arbetsuppgifterna efter anställning.

6.8 Transporter av radioaktivt avfall och andra godsslag

Transportsystemet till djupförvaret ska under driftperioden hantera två huvudtyper av gods, nämligen tunga, enskilda enheter med inkapslat bränsle och eventuellt långlivat låg- och medelaktivt avfall samt massgods i form av bentonitlera och eventuellt sand.

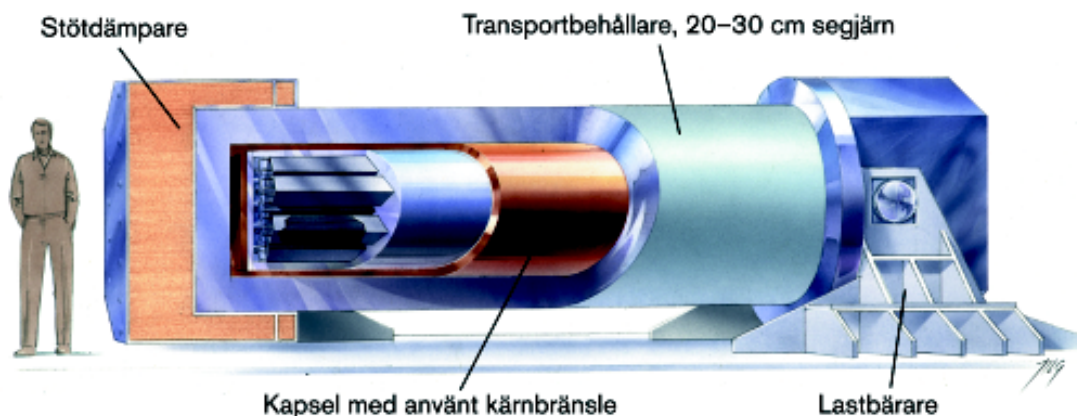
Transportbehållare med radioaktivt avfall

Kapslarna med använt kärnbränsle kommer att vara helt täta och risken för spridning av radioaktiva ämnen under hantering eller transport bedöms bli extremt låg. Däremot dämpas strålningen från bränslet inte helt av kapseln, varför transporterna måste ske i strålskärmande behållare.

De transportbehållare som idag används för transporter mellan kärnkraftverken och CLAB är dimensionerade för använt bränsle som lagrats minst nio månader efter uttag ur reaktorn. Transporterna till djupförvaret kommer att avse bränsle som mellanlagrats i cirka 30 år i CLAB, och vars radioaktivitet är cirka 10 % av den radioaktivitet det hade när det anlände till CLAB. Under transporterna till djupförvaret är det dessutom inneslutet i en kapsel.

Sammantaget innebär detta en lägre strålningsnivå och lägre värmeavgivning jämfört med de transporter som sker idag, varför de strålskärmande transportbehållarnas utformning anpassas till den lägre strålningsnivån. En transportbehållare med kopparkapsel beräknas väga cirka 65 ton, varav kapseln med bränsle svarar för cirka 25 ton. Ett exempel på en transportbehållare visas i figur 6-14. Transportbehållarna returneras tomma från djupförvaret för påfyllning och kommer alltså att cirkulera i transportsystemet.

Transportbehållarens huvuduppgift är att avskärma strålningen till en så låg nivå att behållaren kan hanteras utan särskilda skyddsanordningar. Transportbehållarens kraftiga konstruktion innebär att den tål stora mekaniska påfrestningar. Transportsystemet i övrigt behöver således inte utformas för att ge mekaniskt skydd åt godset. Däremot är det klassat som farligt gods enligt det internationella regelverket och ska märkas, separeras och övervakas enligt internationella regler för radioaktivt gods.



Figur 6-14. Skiss av transportbehållare innehållande kapsel med använt kärnbränsle.

Från driften och rivningen av kärnkraftverken, CLAB, inkapslingsanläggningen och Studsvik finns det härskomponenter och annat avfall med långlivad radioaktivitet som kan komma att placeras i anslutning till djupförvaret. Merparten kommer att vara ingjutet i betongkokiller. Även denna avfallstyp kräver viss strålskärmning, varför det transporteras i transportbehållare av järn. Den typ som används idag väger 65 ton, inklusive avfall. I tabell 6-2 redovisas de i studien förutsatta mängderna. Under den inledande driften deponeras enbart kapslar med använt bränsle. Under den reguljära driften kan deponering av långlivat låg- och medelaktivt avfall tillkomma.

Återfyllnadsmaterial, bergkross och andra transporter

Annat gods består av maximalt 50 000 ton kvartssand och 15 000 ton bentonitlera per år. Bentoniten transporteras torr i pulverform och används efter pressning vid djupförvaret som buffertmaterial kring kapslarna. Bentonit uppblandat med bergkross eller alternativt kvartssand används även för återfyllnad av tunnlar. Transportbehovet av sand minskar eller bortfaller om sanden kan ersättas med krossat berg.

Bentonitlera exporteras från flera länder, bland annat från USA och Medelhavsområdet. Till sjöss kan bentonit transporteras i bulkform, det vill säga i lös vikt, i särskilda containrar eller i andra typer av behållare. Detsamma gäller för transport på väg och järnväg. Behovet av bentonit motsvarar cirka 15 containrar per vecka i genomsnitt under 40 veckor per år. Materialet är känsligt för fukt och måste hållas torrt och skyddas mot föroreningar under transport och lagring. Hantering och lagring i hamn och vid djupförvaret kan ske med konventionella utrustningar.

Tabell 6-2. Uppskattat antal transporter av behållare med inkapslat använt kärnbränsle och långlivat låg- och medelaktivt avfall till djupförvaret

Avfallsprodukt	Mängd totalt (st)	Per år (st)
Använt bränsle		
–kopparkapslar (inledande drift)	400	100
–kopparkapslar (reguljär drift)	3 600	180
Kollin med långlivat låg- och medelaktivt avfall (reguljär drift)	3 400	170

Om kvartssand blir aktuellt som återfyllnadsmaterial kan lämplig kvalitet bland annat levereras från södra Östersjön. Transporten till en lokal hamn kan utföras med vanliga bulkfartyg eller system för pråmtransport. Behovet är maximalt cirka 50 000 ton, vilket motsvarar cirka tio fartygstransporter per år. Hantering i hamn och landtransport kan ske med konventionella utrustningar och fordon.

Till transportererna av behållare och återfyllnadsmaterial ska läggas lokala och regionala transporter av till exempel byggnadsmaterial, personal- och besökstransporter, varuleveranser och annan service.

Den del av berget från djupförvaret som inte används för återfyllning kan få en avsättning på andra håll. Detta betyder att om kvartssand används och inget berg läggs på upplag kommer hela bergmängden om 3–5 miljoner ton (1–1,5 miljoner kubikmeter) att transporteras bort från djupförvaret. En stor del transporteras bort under utbyggnadsetappen medan cirka 50 000 ton per år behöver köras bort under den reguljära driftperioden.

6.9 Transportsystemet

De säkerhetskrav som ställs i samband med transporter av radioaktivt material regleras av ett antal lagar och föreskrifter, som i sin tur bygger på allmänt accepterade, säkerhetsmässiga principer. Detta regelverk och dess tillämpning diskuteras i avsnitt 6.12. Nedan beskrivs den tekniska utformningen av det system som planeras för transportererna till djupförvaret.

Det system som planeras för hantering av transportbehållarna vid inkapslingsanläggningen och sjötransport därifrån till djupförvarets hamn skiljer sig inte principiellt från det som idag är i drift för transportererna av radioaktivt material från kärnkraftverken. Det nuvarande systemet har varit i bruk sedan 1983. Sedan 1985 har 80–100 behållare med använt bränsle årligen transporterats till CLAB, och sedan 1988 årligen ungefär lika många transportbehållare för radioaktivt driftavfall från kärnkraftverken till SFR i Forsmark. Erfarenheterna av dessa transporter är goda. Inga olyckor eller störningar av betydelse för den radiologiska säkerheten har inträffat /6-11/.

Det fartyg som används är *M/S Sigyn*, som är specialkonstruerat för uppgiften. Konstruktionen med bland annat dubbelt skrov, dubbel botten och ett stort antal vattentäta sektioner gör fartyget mycket sjödugligt. Säkerheten är dock fortfarande baserad på transportbehållaren som ska fungera och kunna bärgas även efter en olycka till sjöss.

Inför sjötransporten till djupförvarets hamn placeras transportbehållarna, vid inkapslingsanläggningen, på lastbärare och transporteras med terminalfordon ombord på fartyget. Lastbärarna medföljer ombord och surras i speciella positioner på fartyget. *M/S Sigyn* kan användas för sjötransporten, men är troligen av åldersskäl ersatt av ett annat fartyg med liknande konstruktion. Årskvantiteten på 350 transportbehållare innebär 35 resor, om fartyget (som *M/S Sigyn*) har tio positioner för behållare.

Hamnen är antingen, som i fallet Forsmark, en lokal hamn byggd för transportererna till djupförvaret, eller en avdelad terminal i en befintlig hamn. I Forsmark körs transportbehållarna direkt från fartyget till uppställningsplatsen i djupförvaret. Vid en lokalisering av ovanjordsanläggningen till Forsmark eller Hargshamn kommer den väg som transportererna ska gå på att ligga inom industriområdet. Återfyllnadsmaterialen bentonit och eventuellt kvartssand kan fraktas direkt till Forsmarks hamn, men kräver då förmodligen omlastning till kusttonnage i någon annan hamn. Ett annat alternativ är landsvägstransport från hamnen i Hargshamn.

I andra hamnalternativ behövs förutom körramper även lyftdon för behållare, hantlings- och lagringsutrustning för bulklasterna, uppställningsplatser för fordon och lastbärare, eventuellt järnvägsspår samt nödvändiga kontroll- och säkerhetsanordningar.

Efter det att behållarna lossats från fartyget ska dessa transporteras på väg eller järnväg till djupförvaret. När fartyget förtöjts körs behållarna på sina lastbärare iland och ställs upp utefter järnvägsspår eller fordonsplatser. Med ett speciellt lyftdon lyfts behållaren och säkras på en järnvägsvagn eller ett landsvägsfordon. Tomma behållare lastas ombord och säkras för återresa med fartyget.

Från säkerhetssynpunkt kan inget av alternativen järnväg eller landsväg förordas eller uteslutas. En viktig orsak till detta är att systemets säkerhet i båda fallen bygger på transportbehållaren, som är dimensionerad för att klara mycket höga belastningar med bibehållen strålskärmande förmåga. Systemet blir därför säkerhetsmässigt inte känsligt för valet av transportsätt.

En grundläggande teknisk skillnad mellan järnväg och landsväg är att järnväg byggs för högre axellaster och att lasten kan fördelas över större markyta. Detta kan ha betydelse för valet av transportsätt, eftersom transportbehållaren är tung. Det befintliga järnvägsnätet klarar normalt de aktuella transportvikterna utan särskilda åtgärder, medan vägtransport kan kräva förbättringar av bärigheten hos vägar och broar, även längs större vägar.

6.10 Hamnar

De hamnar som studerats i förstudien är Forsmark, Hargshamn och Öregrund /6-6/. Östhammar har inte tagits med eftersom dess inseglingränna är för grund. Inte heller har möjligheterna att bygga en enskild hamn för SKB:s trafik undersökts, även om flera platser längs kommunens kust skulle kunna ha lämpliga egenskaper.

Forsmark

Forsmarks hamn är anlagd vid skäret Österblänkarna, som ligger drygt två kilometer öster om reaktorn Forsmark 1. Den är avsedd för transport av tungt gods till kraftverket och för transport av behållare med använt kärnbränsle samt för avfall till SFR. Dessutom finns en oljeledning till Gunnarsbo kraftstation. Hamnen byggdes för fartyg upp till 2 000 ton dödvikt, men har möjlighet att vid gott väder ta emot fartyg upp till 130 meters längd och med djupgående högst 5,5 meter. Hamnbassängen skyddas av vågbrytare mot sjögång och ispressning från norr. Ett viktigt krav på hamnen var att den skulle kunna ta emot M/S Sigyn, som är ett relativt litet fartyg med en längd på 90 meter och ett djupgående på fyra meter. Hon är på 2 000 ton dödvikt.

Hamnbassängen är byggd med två på- och avkörningsramper där fartyget antingen kan ligga med aktern mot norr eller mot väster. I båda fallen ligger fartygssidan samtidigt an mot stödjande kaj eller dykdalber. Dessa lägen är speciellt byggda för M/S Sigyn och för transport över ramperna av tunga laster.

Från hamnen leder en väg som är speciellt byggd för tung trafik till kraftverket. Enskild väg med högsta bärighetsklass leder ut till riksväg 76. Järnväg finns inte.

Om det skulle vara önskvärt att ta emot större fartyg i Forsmarks hamn är det förmodligen tekniskt fullt möjligt att bygga ut hamnen och fördjupa farleden. Denna möjlighet har dock inte belysts i förstudien.

Hargshamn

Farleden till Hargshamn är väl lämpad för större fartyg och tillräcklig för fartyg med 8,5 meters djupgående. Hamnen har trafikerats med fartyg upp till 50 000 ton dödvikt, vilka är väsentligt större än de fartyg som blir aktuella för SKB:s trafik.

Inom hamnen finns ett läge med ramp för färjetrafik och två kajplatser. Den äldsta är malmkajen, som användes för utskeppning av järnmalm från Dannemora gruva. Längs kajen är vattendjupet cirka tolv meter och rekommenderad största fartygslängd är 175 meter. Den andra kajen, styckegodskajen, ligger väster om malmkajen och är cirka 40 meter lång med ett vattendjup på cirka åtta meter. Kajen har använts för att landa tunga laster och bedöms vara i gott skick. Innanför kajen finns nuvarande uppställningsplats för lastbilar till färjeläget. Öster om malmkajen ligger ett färjeläge för godsfärjor. Djupet här är muddrat till 7,1 meter.

Från Hargshamn leder väg 292 i västlig riktning. Vägen har högsta bärighetsklass och en bredd över åtta meter. Hargshamn har också enkelspårig järnväg som an knyter till stambanan vid Örbyhus. Inom hamnområdet finns ett antal stickspår för rangering av vagnar.

Som tidigare nämnts (avsnitt 6.5) finns det goda tekniska möjligheter att förlägga djupförvarets ovanjordsanläggning i anslutning till det planerade industriområdet i Hargshamn, se figur 6-10. En annan möjlighet är att utnyttja hamnen som terminal för vidare transport med järnväg eller väg till en ovanjordsanläggning längre in i kommunen. En sådan terminal skulle kunnas anläggas i hamnens östra del med ramp, uppställningsplatser för transportbehållare med använt kärnbränsle och silor för sand och bentonit. Områdena vid malmkajen och lossningskajen i väster är mindre lämpade på grund av närhet till bebyggelse och därför att färjetrafiken då skulle kunna störas. Hur terminalen skulle kunna utformas framgår av figur 6-15.

Om ovanjordsanläggningen förläggs till Forsmark finns, som alternativ till utbyggnad av hamnen i Forsmark eller utnyttjande av mindre kusttonnage, möjligheten att återfyllnadsmaterialen tas in via Hargshamn och transporteras vidare med lastbil till Forsmark.

Öregrund

Farledsdjupet till Öregrund är mer än tio meter och leden tillåter trafik med fartyg om 8 000–10 000 ton dödvikt, vilket är tillräckligt för SKB:s hela trafik. Hamnen ligger centralt i samhället och utgörs av en liten, delvis grund, hamnbassäng med kajer runtom och omgiven av stadens centrala bebyggelse. Hamnen innehåller kajplatser för mindre passagerarbåtar, flytande restaurang, bryggor för fritidsbåtar och bodar för försäljning till turister. Det finns inga öppna ytor, som skulle kunna användas för att landa industriellt gods. I hamnen pågår ingen industriell fartygstafik. Slutsatsen är att Öregrunds stadshamn är olämplig för SKB:s trafik.

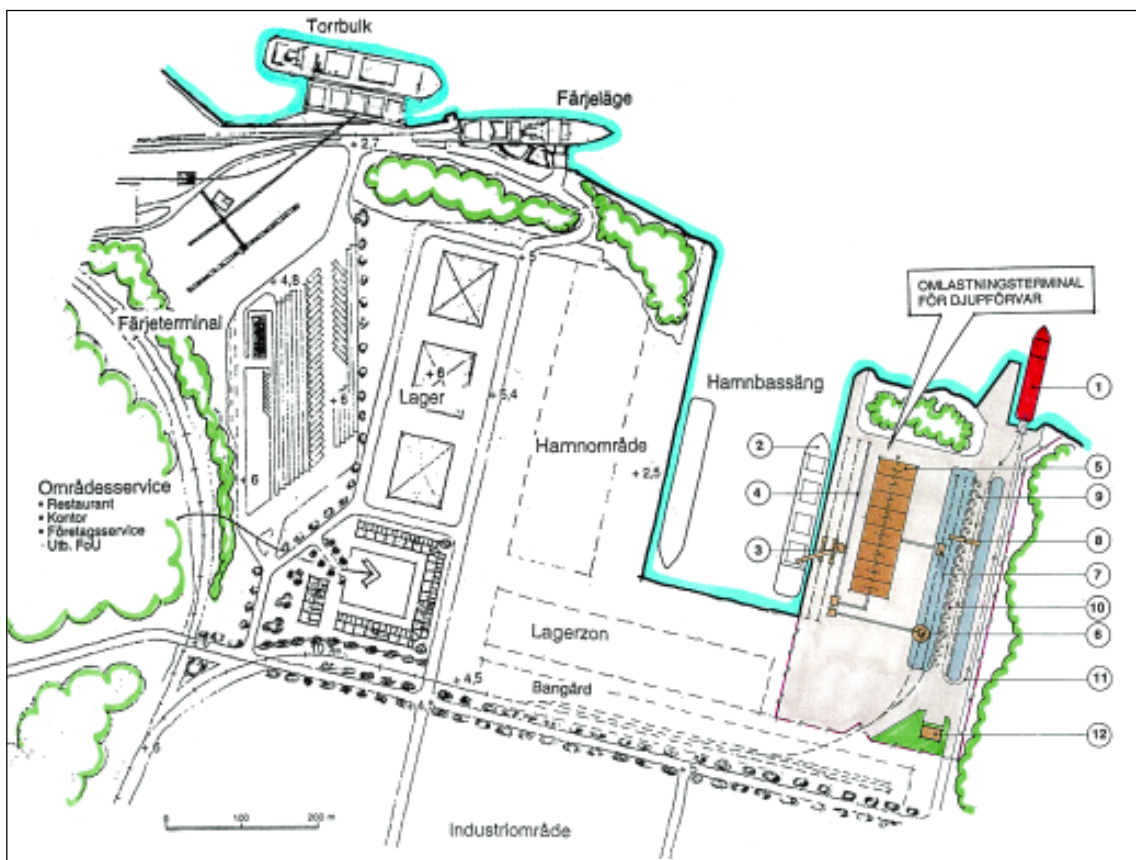
På kuststräckan öster om stadskärnan finns emellertid lämpliga områden för en ny hamnterminal. Här finns redan ett antal små och medelstora industrier etablerade och mark finns tillgänglig innanför strandlinjen. Området innehåller flera möjliga platser där en terminal för SKB:s trafik skulle kunna byggas. Vattendjupet utanför hela kuststräckan ner till norra änden av ön Lövskalet är tillräckligt, förutom ett par grundflak. Kaj och ramp måste anläggas, men man skulle få en skyddad hamn som kan ta emot fartyg av de storlekar som behövs för SKB:s trafik. Området saknar emellertid bra vägförbindelser för tunga transporter liksom järnväg. I dagsläget får därför detta alternativ betraktas som mindre lämpligt.

6.11 Landtransport

Om djupförvaret lokaliseras innanför kommunens kustområde måste kärnavfall och återfyllnadsmaterial transporteras dit från en lokal hamn. Detta avsnitt beskriver vilka förutsättningar kommunen har för sådana transporter.

Järnvägstransport

Kommunen genomkorsas av en järnväg från väster till öster. Den utgår från stambanan vid Örbyhus och går via Dannemora, Österbybruk, Gimo och Hargshamn till Hallstavik. Dessutom går stambanan mellan Uppsala och Gävle genom det sydvästra hörnet av kommunen på en sträcka av cirka fyra kilometer, se figur 3-2.



Figur 6-15. Hargshamn. Möjlig utformning av terminal för omlastning av djupförvarets gods för vidaretransport till ett djupförvar i kommunen.

- 1 Fartyg för behållare.
- 2 Bulkfartyg för sand och bentonit.
- 3 Lossare för sand och bentonit.
- 4 Transportör längs kaj.
- 5 Lager för sand cirka 30 000 ton.
- 6 Silo för bentonit, cirka 7 000 ton, lastning till landfordon.
- 7 Utlastning av sand till landfordon.
- 8 Bockkran för behållare.
- 9 Uppställningsplats för fulla behållare.
- 10 Uppställningsplats för tomma behållare.
- 11 Körslinga för terminalfordon.
- 12 Hamnkontor.

Järnvägen från Örbyhus till Hallstavik är enkelspårig, oelektrifierad och används endast för godstransport. Elektrifiering är dock planerad till senast år 2003. Trafikintensiteten är låg, 3–5 tåg per dygn. Denna situation förväntas inte ändras inom den närmaste femtonårsperioden.

Vägtransport

Transportbehållarna, med vikter upp till 65 ton, är de tyngsta enheter som behöver transporteras till djupförvaret. Landsvägsfordon som klarar dessa laster, utan att yttermått eller axellaster överskrider gängse begränsningar, finns att tillgå. Däremot kommer fordonens totalvikter – cirka 100 ton – att väsentligt överskrida vad som utan särskilda tillstånd tillåts på vägarna. Nätet av bäriga och tillräckligt breda vägar i kommunen är gles. Med hänsyn till de möjligheter som finns att upprusta/bygga till aktuella vägsträckor behöver totalvikterna dock inte ses som ett avgörande hinder för vägtransporter.

Ett allmänt krav för att landsvägstransport ska vara ett realistiskt alternativ är förutom bärigheten att transportererna till djupförvaret inte ger upphov till nämnvärda störningar på vägtrafiken i övrigt. Det innebär bland annat krav på viss minimihastighet och att transportererna i sin helhet kan genomföras utan särskilda arrangemang, såsom till exempel polisassistans vid färd över broar.

Transporterna till djupförvaret skulle omfatta uppskattningsvis 5–13 ekipage per dygn, varav ett eller två är fordon med transportbehållare. Återstoden är transporter av återfyllnadsmaterial (inklusive eventuella sandtransporter). Trafikintensiteten är låg på hela vägnätet i kommunen och djupförvarets transporter ryms väl utan att orsaka stockningar eller fartnedsättningar. Sammantaget bedöms därför landsvägstransport av djupförvarets gods innebära omfattande upprustning av de delar av det befintliga vägnätet där transportererna till och från djupförvaret kommer att utföras men är i övrigt ett möjligt alternativ.

6.12 Transportsäkerhet

Allmänt

I Sverige har få landtransporter genomförts av använt kärnbränsle och annat högaktivt material. Sådana transporter är emellertid vanliga i andra länder, exempelvis Storbritannien, Frankrike, Tyskland och USA. I Storbritannien har man erfarenhet av cirka 180 000 behållarkilometer på väg och järnväg. De amerikanska transportererna sker uteslutande till lands och omfattar omkring 300 behållare per år sedan ett tjugotal år. Inga olyckor av betydelse för den radiologiska säkerheten har inträffat /6-11/.

De säkerhetsmässiga principer som kommer att tillämpas vid transportererna mellan inkapslingsanläggningen och djupförvaret är följande /6-12/:

- Risker för olyckor och incidenter under transporten ska minimeras.
- Om en olycka av något slag trots allt inträffar, ska den inte orsaka frigörelse av radioaktivt material till omgivningen.
- Strålningsnivåerna på transportbehållarnas utsida ska ligga under gällande gränsvärden, så att behållarna kan hanteras utan risk för personalen.

Genom att åstadkomma detta försäkras man sig om att transportererna inte medför någon fara för omgivningen, vare sig i närheten av förvaret eller längs de transportvägar som används. Liknande transporter som förekommer idag karaktäriseras av mycket hög säkerhet i dessa avseenden.

Hur transporter av radioaktivt material får ske, bestäms idag av främst tre lagar:

- Lagen om transport av farligt gods.
- Lagen om kärnteknisk verksamhet ("kärntekniklagen").
- Strålskyddslagen.

Till dessa lagar är ett stort antal föreskrifter kopplade. Där framgår vilka tillstånd som krävs och vilka säkerhetskrav som måste uppfyllas. Föreskrifterna bygger i stor utsträckning på internationellt utarbetade och överenskomna regler. Kärntekniklagen reglerar bland annat vilken redovisning till, och tillstånd från, ansvariga myndigheter som ska finnas innan verksamheten börjar. Lagen om transport av farligt gods innehåller bestämmelser för genomförande av transporter till sjöss, på landsväg och på järnväg.

Transporter till djupförvaret

Vid transporter till djupförvaret är det fasta radioaktiva materialet inneslutet, först i kapslar eller betongkokiller, sedan i en mycket kraftig transportbehållare. Detta innebär en ytterligare säkerhet jämfört med dagens transporter. Det finns inte någon känd mekanism som kan frigöra det radioaktiva materialet även om en olycka med behållarna under transport skulle inträffa.

Transportbehållarna konstrueras i enlighet med de krav som ställts upp av FN:s internationella atomenergiorgan, IAEA. Behållaren ska dels skydda den inneslutna kapseln mot skador, dels skärma av den strålning som avges från den, så att behållaren kan hanteras vid lastning och lossning.

Konstruktionen är sådan att behållaren kan motstå krafter som överstiger de påfrestningar som kan bli aktuella vid tänkbara olyckor, som kollisioner och fall, utan att den går sönder. Viktigt vid en olycksituation är att behållarens strålskärmande förmåga i huvudsak bibehålls, det vill säga att den 40 ton tunga järnkroppen finns kvar kring det inneslutna avfallet.

Inga åtgärder ska behöva vidtagas med transportbehållarna längs transportvägen utöver surring vid lastning, lossning och omlastning. Eftersom behållarna dimensioneras så att strålningsnivåerna följer internationella transportregler och tidsåtgången för hanteringen dessutom är tämligen kort, bedöms den sammanlagda stråldosen till hanteringspersonalen kunna hållas på en mycket låg nivå. Erfarenheterna från dagens transportsystem för använt bränsle till CLAB visar att detta mål kan uppnås.

Planering och organisation

Det system för planering och genomförande av transporter som används idag har visat sig fungera bra, varför transporter till djupförvaret kan antas bli organiserade på ett likartat sätt. Det har därvid mindre betydelse att djupförvarstransporterna kan komma att omfatta en längre landtransport än dagens transporter, eftersom de säkerhetsmässigt viktiga faktorerna, både vad gäller organisation av transporter och deras tekniska utförande, är desamma oavsett transportsätt och transportsträcka. Även om radioaktivt gods inte transporteras på landsväg eller järnväg i någon större omfattning i Sverige, så förekommer transporter av annat farligt gods i stor omfattning. Detta är således inget nytt för vare sig järnvägs- eller landsvägstrafik.

Transportplaneringen består dels av en långtidsplanering för något år i taget för att fastställa behovet av transportresurser, dels av en detaljplanering för varje transport. Planerna delges i god tid berörd personal, ansvariga myndigheter och lokala organ.

Kommunikation och fysiskt skydd

Det så kallade fysiska skyddet syftar till att förhindra stöld eller avsiktlig åverkan på behållarna och utgör en komponent i säkerhetssystemet. Det fysiska skyddet innefattar en kombination av tekniska och administrativa åtgärder som skyddar godset och möjliggör upptäckt och larm om något onormalt inträffar. Det gäller bevakning, kommunikation med en transportledningscentral och liknande. Viss information om hur detta system är uppbyggt är sekretessbelagd för att minska risken att systemet störs. Däremot finns inget behov av sekretess om hur transportererna utförs.

För dagens sjötransporter finns en transportcentral, som följer SKB:s transporter med fartyget M/S Sigyn. Vid ett haveri eller tillbud till sjöss informeras transportcentralen. Om fara för människoliv föreligger informerar befälhavaren närmaste kustradiostation för larm till sjöräddningen. Transportcentralen tar kontakt med de instanser som kan behöva hjälpa till om det finns risk för skada eller förlust av transportbehållare.

Transportcentralens funktion i samband med järnvägs- och landsvägstransporter kan förväntas vara i huvudsak densamma som för sjötransporter. Vid ett eventuellt olycksfall kontaktar tjänstgörande transportledare transportcentralen som tar kontakt med de instanser vilkas assistans kan behövas, såsom lokal polis och räddningstjänst. Kontakt tas också med tjänstgörande strålskyddsinspektör vid Statens strålskyddsinstitut. Skriftliga instruktioner om vilka åtgärder som bör vidtas i olika situationer medföljer transporten. En plan kommer även att finnas för hur transportbehållare ska kunna bärgas längs olika sträckor av rutten.

Beredskapsplan

Beredskapsorganisationen innefattar lokal polis och räddningstjänst samt berörd länsstyrelse och syftar till att möjliggöra för dessa myndigheter att agera på bästa sätt om något onormalt inträffar /6-12/. All information och kunskap om transportverksamheten ska finnas hos dessa instanser innan transportererna till djupförvaret påbörjas. SKB har ansvar för att informationen är korrekt och tillgänglig, medan offentliga organ är ansvariga för sin egen planering. Beredskapsplanen ska innehålla uppgifter om relevanta åtgärder i händelse av en olycka längs transportvägen samt vilka kontakter som ska tas med myndigheter eller annan expertis, som kan medverka till att inga felaktiga åtgärder vidtas. Det är viktigt i en olyckssituation att korrekt information kan lämnas, eftersom ett felaktigt agerande kan riskera att orsaka mer skada än händelsen i sig själv.

6.13 Arbetsmiljö och strålskydd

Allmänt

Ingen strålning når markytan från det deponerade kärnbränslet eftersom mindre än två meter berg eller återfyllnadsmaterial är tillräckligt för att hindra den direkta strålningen. Efter omkring 1 000 år ger godset i kapseln runt det använda bränslet tillräckligt skydd. För att människor eller djur på marken ska riskera att utsättas för strålning från avfallet efter förslutning måste kapslar gå sönder, vidare måste vatten komma in och lösa upp de radioaktiva ämnena varefter dessa ska transporteras med grundvattnet upp till markytan. Djupförvarets utformning syftar till att förhindra att detta händer.

Verksamhet under jord innebär alltid en arbetsmiljö som på flera sätt skiljer sig från andra industrimiljöer. För djupförvarets del kommer det inledande utbyggnadsskedet att domineras av bergarbeten som arbetsmiljömässigt kan jämföras med tillredningsfasen i

en gruva. Även när deponeringen av kapslar har kommit igång kommer bergarbeten att pågå i samband med att underjordsdelen successivt byggs ut. Områden under utbyggnad kommer att vara väl separerade från delar där deponering pågår eller förbereds. Dessa olika arbeten kommer inte att påverka varandra. Arbetsmiljön i de delar av anläggningen där bergarbeten inte pågår kan jämföras med miljön i kärnkraftverken eller vid SFR.

Arbetsmiljön vid anläggningsarbete under jord medför erfarenhetsmässigt större risker för arbetsskador än vad många andra industrimiljöer uppvisar. Mycket kan göras – och har under senare år gjorts – för att nedbringa dessa risker. Teknikförbättringar, strikta säkerhetsrutiner och en god erfarenhetsåterföring är exempel på viktiga komponenter i skyddsarbetet. Djupförvarets anläggningar kommer att utformas så att risken för arbetsskador minimeras. Detsamma gäller genomförandet av anläggningsarbetena.

Övervakningen av den radiologiska arbetsmiljön i samband med transporter och hantering vid djupförvaret kommer att följa gängse standard för kärnteknisk verksamhet. Den grundläggande principen vid allt arbete med radioaktiva ämnen är att den totala strålning (dosbelastning) som personalen utsätts för ska vara ett minimum för arbetets genomförande. En närmare beskrivning av de radiologiska aspekterna på arbete i djupförvaret återfinns i /6-5/.

Transporter från inkapsling till djupförvar

Kapslarna med använt bränsle är under transporten inneslutna i transportbehållare av järn med ett par decimeter tjocka väggar. Behållarna ska uppfylla internationella regler beträffande bland annat hållfasthet och maximal strålningsnivå. Vid transport kommer behållarnas strålningsnivå alltid att ligga under gällande gränsvärden. De enda skyddsåtgärder för personalen som vidtas är att begränsa vistelsetiden intill behållarna till den som behövs för att utföra lastning och lossning. Detta följer principen att all onödig bestrålning ska undvikas. Erfarenheterna från dagens fartygstransporter av behållare med använda (ej inkapslade) bränsleelement till CLAB, visar att systemet kan utformas så att den faktiska stråldosen till personalen blir långt under gällande gränsvärden. Som exempel kan nämnas att besättningen på fartyget M/S Sigyn har erhållit lägre stråldoser än vad en svensk i allmänhet erhåller. Orsaken är att strålningsnivåerna generellt sett är lägre till havs än på land och att strålningen från behållarna inte har uppvägt den lägre bakgrunds-nivån.

Mottagning vid djupförvaret

Från det att en transportbehållare anländer till djupförvaret tills dess att den transporteras ner till förvarsnivån kommer ingen annan hantering än lossning och eventuell tillfällig uppställning att ske. Denna hantering, som sker inom djupförvarets område, är alltså jämförbar med den som transportpersonalen utför.

Även hanteringen på förvarsnivån kan utformas så att stråldoserna till personalen hålls långt under gällande gränsvärden. Delar av anläggningen kommer att zonindelas beroende på strålningsnivå. Med mätinstrument kontrolleras strålningsnivåerna i olika utrymmen och till personalen. Ingen luftburen aktivitet (utom radon från berget) eller ytkontaminering kommer att finnas, vilket innebär att ingen speciell skyddsklädsel erfordras.

Nedtransporten kommer att ske antingen med fordon i tunnel eller med hjälp av en hiss ner till förvarsnivån. Under tiden är kapslarna inneslutna i sina transportbehållare. Detsamma gäller om det är långlivat låg- och medelaktivt avfall som hanteras.

På förvarsnivån flyttas kapseln från transportbehållaren över till en annan strålskyddande behållare. I denna behållare körs kapseln ut till deponeringsområdet. I mynningen till deponeringstunneln lastas strålskyddsbehållaren med kapsel över på en deponeringsmaskin för vidare transport till deponeringshålet där strålskyddet dockar mot hålets övre del. Kapseln kommer följaktligen att vara omgiven av strålskärm under hela deponeringsprocessen.

Deponering och hantering av långlivat låg- och medelaktivt avfall förutses ske på liknande sett som nuvarande hantering vid SFR och vid Studsvik.

Ett fåtal personer kommer att vara sysselsatta med dessa arbeten. Av de som arbetar vid djupförvaret är det endast denna personalkategori som kan förväntas erhålla mätbara dostillskott från avfallet som deponeras. Omfattande åtgärder kommer att vidtas för att minimera stråldoserna till personalen.

Dostillskottet måste givetvis ligga under de gränsvärden som Statens strålskyddsinstitut har fastlagt för personer som arbetar med joniserande strålning. I praktiken kan det antas att doserna blir betydligt lägre än de maximala värdena som beräknas i konstruktionsskedet. Exempelvis visar erfarenheter från SFR att stråldoserna är tio gånger lägre än de som beräknades när förvaret togs i drift /6-13/.

En målsättning vid arbete med joniserande strålning är att hålla alla stråldoser så låga som det är praktiskt möjligt, även om man ligger väl under gällande gränsvärden. Vid utformningen av anläggningen och de utrustningar och maskiner som ska arbeta där kommer detta krav att stå i förgrunden. För att ge personalen kunskap och förutsättningar att medverka till detta krävs utbildning, både beträffande strålning och handhavandet av kapslar och hanteringsutrustning. Erfarenhet från till exempel SFR eller CLAB kan här vara värdefull. Även personalkategorier som inte direkt arbetar med deponeringen ska ges en grundläggande utbildning. En allmän förståelse av de krav och principer som tillämpas vad gäller säkerhet och skydd bidrar både till arbetstillfredsställelse och till minskad risk att någon åtgärd vidtas som på något sätt motverkar dessa syften.

Bidragande till att hålla stråldoserna nere är att utrustningen utformas så att hög tillförlitlighet och driftsäkerhet uppnås. Vidare ska detaljerade instruktioner finnas, och följas, för hur arbetet ska utföras. Härigenom undviks så långt möjligt oplanerade avbrott och tidsödande reparationsarbeten. Om ett haveri på hanterings- och deponeringsutrustningen trots allt skulle inträffa flyttas antingen utrustningen eller kapseln undan, så att reparation kan göras utan att personalen drabbas av extra dosbelastning. Skulle detta av någon anledning vara omöjligt eller opraktiskt, utförs i stället provisoriska strålskärmmått så att reparationer kan göras utan risk för personalen.

Radon

Radon i underjordsanläggningar har ingen koppling till hantering av radioaktiva material. Källan till radongasen är det radium (en dotterprodukt till uran) som finns i berggrunden. Gasen tillförs bergutrymmen via inläckande grundvatten och direktavgång från blottlagda ytor. Gränsvärden för halten av radongas och dess dotterprodukter finns etablerade.

Mätningar /6-7/ inom kommunen tyder på att radiumhalterna vanligtvis är låga eller normala. Inom vissa smärre delar av kommunen kan den vara förhöjd. Ett djupförvar i dessa delar skulle kunna medföra att särskilda åtgärder krävs för att klara arbetsmiljön i form av ventilation och omhändertagande av grundvatten i slutna system.

Arbetsmiljö vid övrigt arbete

Djupförvaret innefattar också traditionella arbetsmiljöer för kontor, verkstäder och byggande ovan och under jord. Exempel på arbetsuppgifter är geologiskt undersöknings- och analysarbete, administrativt arbete samt rutinmässig hantering av stora fordon och tungt gods, underhåll och reparationer.

Stor omsorg kommer att läggas vid utformningen av ovanjordsbyggnaderna, så att de inte mer än nödvändigt upplevs som störande inslag i miljön och så att trivsamma och funktionella arbetsplatser skapas.

7 Mark- och miljöaspekter

Ett djupförvars ovanjordsanläggning kan placeras och utformas med god anpassning till skyddsvärda områden och infrastruktur. Detta bidrar till att miljöpåverkan från djupförvarets anläggning ovan jord blir liten, i förhållande till verksamhetens omfattning. Även underjordsanläggningen på 500 meters djup bedöms, generellt sett, medföra liten påverkan på miljön.

En platsundersökning ger det underlag som behövs för en helhetsbedömning av vilka miljökonsekvenser ett djupförvar får på en specifik plats. Särskilt viktigt blir då att beskriva konsekvenser av djupförvarets transporter, av hur bergmassorna hanteras och av den grundvattensänkning som uppstår kring förvaret.

I Östhammars kommun visar en sammanställning av bland annat natur- och kulturvärden att det finns möjligheter att lokalisera djupförvaret vid Forsmarksverket och i stora delar av kommunens inland. Övriga delar av kommunens kust- och skärgårdsområde, liksom vissa områden i inlandet är däremot olämpliga för en lokalisering.

7.1 Inledning

Lokaliseringen av djupförvaret måste, som all industrilokalisering, ta hänsyn till områden som bedöms vara värdefulla för naturvärden, kulturmiljövärden och friluftslivet, liksom till skyddet av miljö och naturresurser. Det är antagligen lokaliseringen av djupförvarets ovanjordsanläggning som kan medföra de största konsekvenserna, eftersom mark tas i anspråk för byggnader, upplag med mera. Det maximala arealbehovet för ovanjordsanläggningen, inklusive bergupplag, beräknas uppgå till cirka 33 hektar (0,3 kvadratkilometer), se bilaga 1. Därtill kommer eventuellt markbehov för anslutande väg och/eller järnväg. Om ovanjordsanläggningen lokaliseras till ett befintligt industriområde och/eller järnväg inte behövs blir arealbehovet mindre. Generellt kan det konstateras att det finns stor flexibilitet i lokalisering av ovanjordsanläggningen, inte minst eftersom ovan- och underjordsdelen kan vara förskjutna i sidled upp till någon mil i förhållande till varandra.

Även när det gäller transporter och djupförvarets drift ställs höga krav på att verksamheten inte ska orsaka utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen som kan leda till skada för människa eller miljö /7-1/. Det använda kärnbränslet kommer att anlända till djupförvaret inkapslat och inneslutet i transportbehållare. Vid transport och deponering bedöms risken för utsläpp av radioaktiva ämnen till vatten eller luft som extremt låg.

Hur miljön kan påverkas av en viss verksamhet kan beskrivas i termerna påverkan, effekter och konsekvenser. För att illustrera detta kan exempelvis buller väljas. Med påverkan menas då att verksamheten ger upphov till buller i omgivande miljö. Med effekt menas att människor och djur störs av det uppkomna bullret. Med konsekvens menas till exempel att vissa fågelarter försvinner som ett resultat av den bullrande verksamheten. I förstudien beskrivs huvudsakligen vilken påverkan på miljön djupförvaret generellt kan medföra. I nästa skede, platsundersökningar på specifika platser i minst två kommuner, finns även möjlighet att utreda och bedöma lokala effekter och konsekvenser.

Miljölagstiftningens krav på en heltäckande miljökonsekvensbeskrivning (MKB) för ett anläggningsprojekt innebär att de konsekvenser anläggningen kan få för miljön ska utvärderas mot bakgrund av lokala förutsättningar. En detaljerad MKB kommer att presenteras i samband med att SKB ansöker om tillstånd att påbörja detaljundersökningar på en föreslagen plats. Arbetet med att ta fram en MKB samt samrådsprocessens utformning och roll i djupförvarsprogrammet diskuteras närmare i FUD-program 98 /7-2/ och i kapitel 2 i denna rapport.

7.2 Bedömningsunderlag

Information om skyddade och värdefulla områden för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv samt vattenförsörjning och planerad markanvändning inom Östhammars kommun har sammanställts och nyttjats för bedömning av möjligheterna att lokalisera, i första hand, djupförvarets ovanjordsanläggning /7-3/. Bland annat har den kommunala översiktsplanen /7-4/ samt material från länsstyrelsen utgjort viktiga informationskällor. Förstudien syftar till att ge en översiktlig bedömning av förutsättningarna för etablering av ett djupförvar till kommunen. I denna rapport behandlas därför i huvudsak större sammanhängande områden. Små områden eller enstaka objekt, såsom ett enstaka fornminne eller naturobjekt, inventeras först i samband med en eventuell platsundersökning i kommunen.

På motsvarande sätt har tillgänglig information om kommunens och regionens miljösituation sammanställts. Viktiga underlag har erhållits framförallt i kontakter med länsstyrelsen och kommunen. Möjlig miljöpåverkan från djupförvaret har bedömts med utgångspunkt från nuvarande planer vad beträffar djupförvarets utformning, etablering och drift /7-3/.

7.3 Naturförhållanden samt skyddade och värdefulla områden

Lokalisering av djupförvaret måste, som all industriell etablering, ta hänsyn till områden som är skyddade eller som bedömts vara värdefulla att bevara. Eftersom det är vid djupförvarets ovanjordsanläggning som miljöpåverkan främst kan förutses är det en fördel om denna kan lokaliseras så att hänsyn tas till bland annat naturvård, friluftsliv och kulturmiljövård.

7.3.1 Naturförhållanden

Stora delar av Östhammars kommun utgörs av slättland, omväxlande med låglänta skogbevuxna områden. I kommunens södra del finns större uppodlade lerslätter /7-5/. Kustområdet domineras av hällmarksskogar med dominerande inslag av tall. Kustområdet är också rikt på våtmarker som ofta inrymmer en värdefull flora och fauna. Landhöjningen, som i Östhammars kommun uppgår till cirka 0,6 meter per 100 år, är märkbar i det flacka kustområdet – sund växer igen, vikar avsnörs till sjöar och nya båthus måste byggas i takt med att kustlinjen flyttas /7-6/. Det finns ett vetenskapligt intresse att följa landhöjningens påverkan på kustvegetationens utveckling /7-7/.

Kännetecknande för de norduppländska jordarterna är det rika inslaget av sedimentärt bergartsmaterial, bland annat kalksten från Gävlebukten, som krossats ner till fina fraktioner av inlandsisen och därefter avlagrats. Detta har resulterat i hög kalkhalt i såväl moränen som i andra jordarter och i grundvattnet (så kallat hårt vatten). De kalkrika jordarna bidrar till en artrik flora med inslag av bland annat sällsynta orkidéer /7-8/. Uppsala län hyser förhållandevis många utrotningshotade växt- och djurarter. Dessa finns framförallt i länets skogsområden, men även i andra biotoper som odlingslandskap och våtmarker /7-9/.

7.3.2 Naturvård

Kunskaper om naturvärden inom länet finns samlade i det så kallade naturvårdsprogrammet /7-10/ som länsstyrelsen har upprättat. Naturvårdsprogrammet baseras på olika naturvårdsinventeringar och redovisar de viktigaste områdena för naturvärden i tre klasser, se figur 7-1:

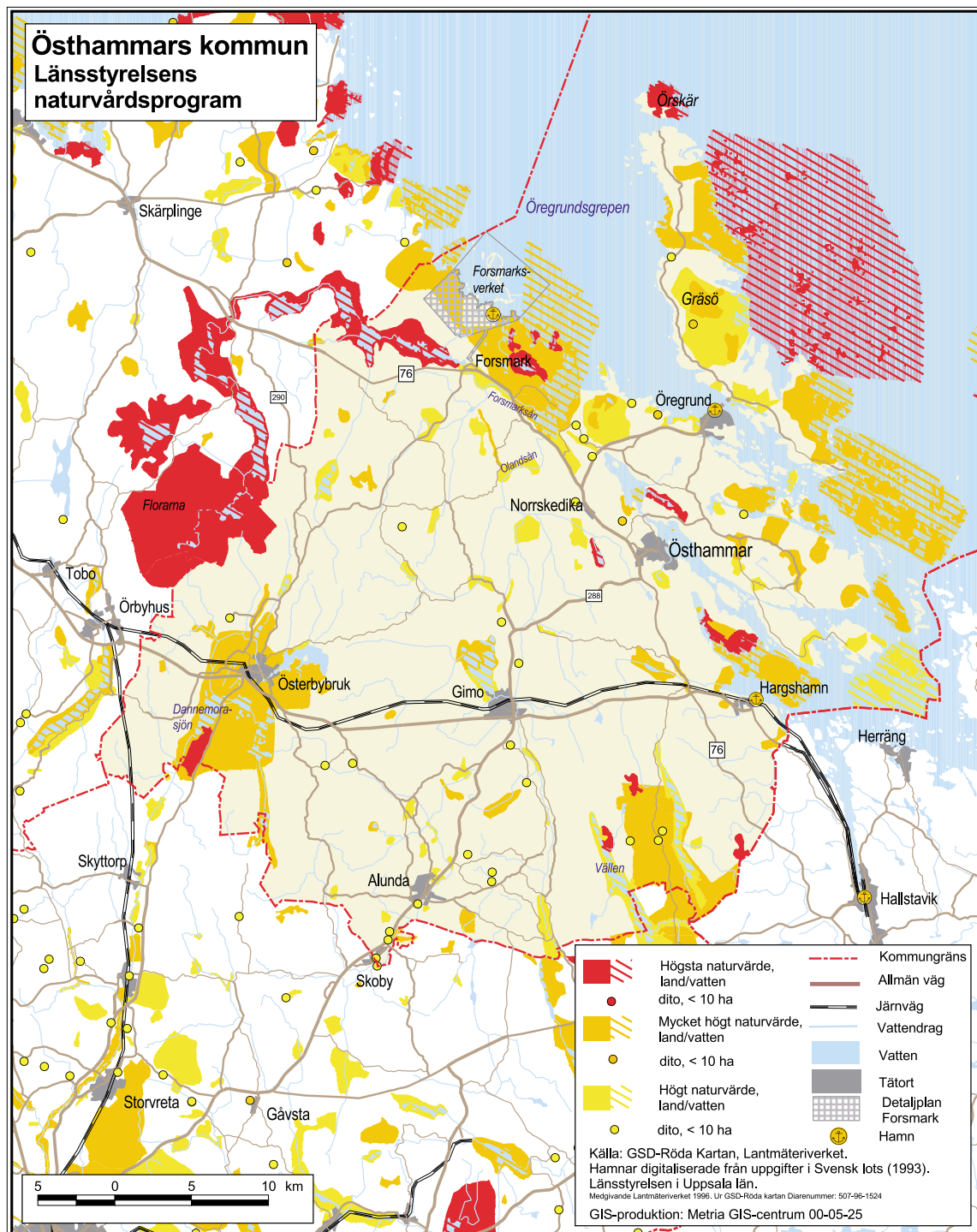
- Klass I, högsta naturvärde (röd).
- Klass II, mycket högt naturvärde (orange).
- Klass III, högt naturvärde (gul).

Bland de områden som bedöms ha de högsta naturvärdena återfinns bland annat naturreservat och djurskyddsområden, se figur 7-2. Några av naturreservaten är myrområdet Florarna, kustområdet vid Kallriga, skärgårdsområdet Slätön-Medholma och ön Örskär. Bland djurskyddsområdena i Östhammars kommun återfinns både fågelskyddsområden och sälskyddsområden. I kommunen pågår reservatsbildning i ett antal områden, framförallt i den nordöstra delen /7-11/. Eftersom dessa områden ännu inte är fastställda redovisas de inte i denna rapport.

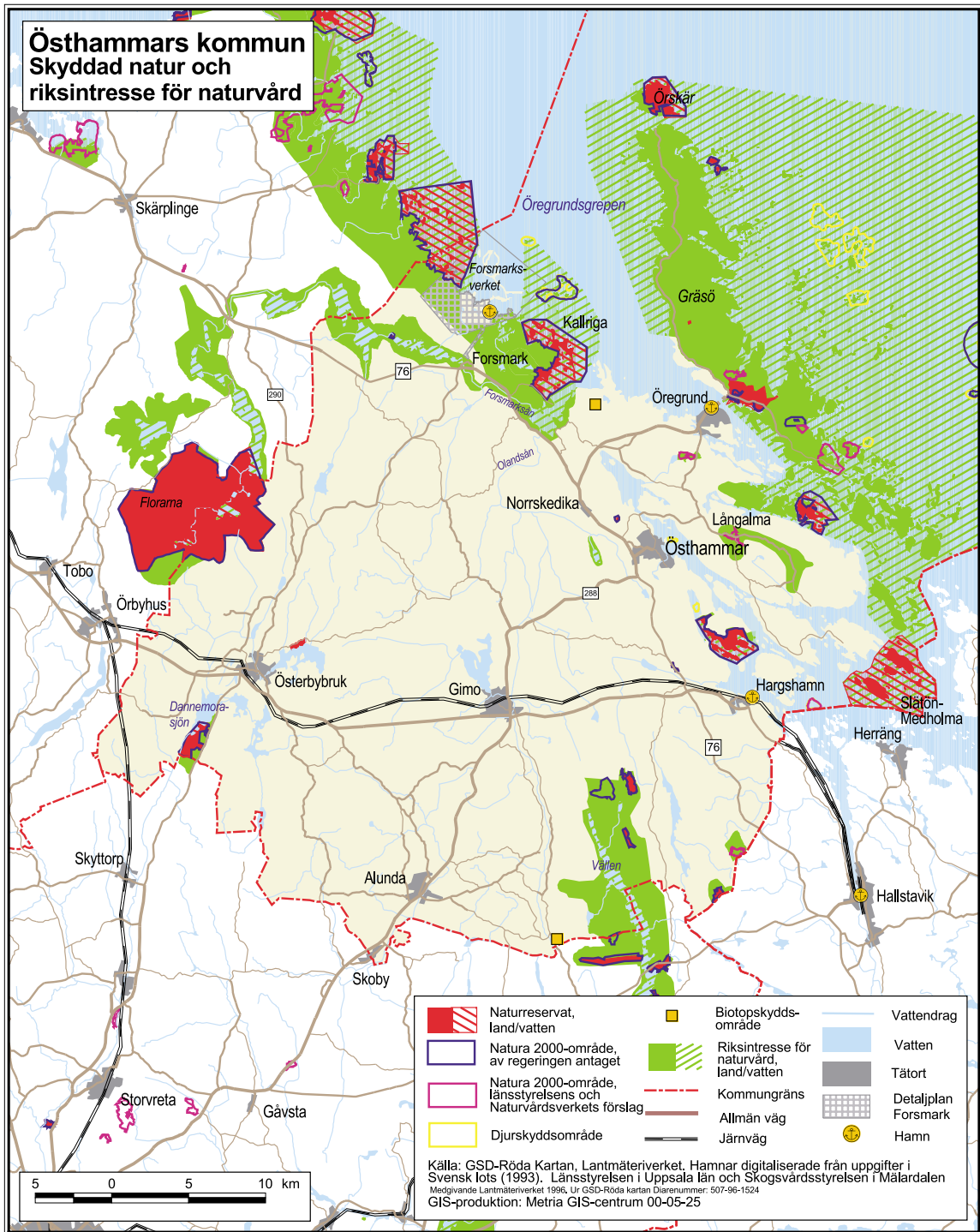
Biotopskyddsområden kan inrättas av skogsvårdsstyrelsen eller länsstyrelsen på särskilt skyddsvärda mark- och vattenområden för att bevara den biologiska mångfalden. Exempel på naturtyper som kan skyddas på detta sätt är ravinskogar, ädellövsumpskogor samt rik- och kalkkärr i jordbruksmark. Biotopskyddsområden i Östhammars kommun visas i figur 7-2.

Inom EU arbetar man med att skapa ett ekologiskt nätverk – Natura 2000 – av särskilt skyddsvärda arter och biotoper för att säkra den biologiska mångfalden /7-12/. I Östhammars kommun har hittills (våren 2000) ett tjugotal områden antagits av regeringen som Natura 2000-områden. Under våren 2000 lämnade länsstyrelsen och Naturvårdsverket förslag till regeringen angående ytterligare områden, se figur 7-2. Inrättandet av Natura 2000-områden är en fortlöpande process och ytterligare områden kan tillkomma under ännu något år /7-11/.

Områden av riksintresse för naturvärden ska representera huvuddragen i svensk natur, belysa landskapets utveckling och visa på mångfalden i naturen. Nyligen har en revidering av riksintressen för naturvård genomförts och i Sverige har numera omkring 2 000 områden förklarats vara av riksintresse. Några av de större sammanhängande riksintressena i Östhammars kommun utgörs av Gräsö-Singöområdet, Forsmarksån, Forsmark-Kallrigafjärden, Florarna och Vällenområdet, se figur 7-2.



Figur 7-1. Områden som bedömts vara värdefulla för naturvärden enligt länsstyrelsens naturvårdsprogram.



Figur 7-2. Skyddad natur och områden av riksintresse för naturvården. Revidering av områden av riksintresse pågår. Detta kan leda till att avgränsningar ändras och att områdena tillkommer.

För att få bättre kunskap om vilka skyddsvärda naturvärden som finns i skogarna har Skogsvårdsstyrelsen genomfört en inventering av nyckelbiotoper på all privat skogsmark i landet. Skogsbolagen har själva ansvarat för inventeringen av sina marker. Nyckelbiotoper är huvudsakligen mindre skogsområden där det finns eller förväntas finnas hotade, så kallade rödlistade, arter. Att ett område klassats som nyckelbiotop ger inte området ett automatiskt lagskydd, men är vägledande vid till exempel urval av biotop-skyddsområden. Resultat från Skogsvårdsstyrelsens nyckelbiotopsinventering /7-13/ och den inventering Sveaskog utfört i Forsmarksområdet /7-14/ visar att nyckelbiotoper främst finns inom kustområdet och i ett område sydväst om sjön Vällen, se figur 7-3. Motsvarande inventering på annan bolagsmark redovisas inte i denna rapport.

Skogsområden med påtagliga naturvärden men som ändå inte når upp till kvaliteten nyckelbiotop, eftersom de till exempel saknar död ved eller har för låg beståndsålder, benämns skog med höga naturvärden. Dessa områden har stor betydelse för att långsiktigt kunna bevara och bygga upp förutsättningarna för den biologiska mångfalden i skogen. I Östhammars kommun återfinns skogar med höga naturvärden i anslutning till nyckelbiotoper. Dessa ligger i sin tur ofta i anslutning till sjöar och vattendrag, se figur 7-3. De områden som har klassats som nyckelbiotoper eller skog med höga naturvärden är viktiga naturmiljöer, som i framtiden kan tänkas ingå i naturvårdsprogram, riksintresseområden eller naturreservat.

Landets mest värdefulla myrar har sammanställts av Naturvårdsverket i en nationell myrskyddsplan /7-15/. Urvalet baserar sig på den snart rikstäckande våtmarksinventeringen /7-8/. Myrskyddsplanen omfattar omkring 500 områden, varav Florarna utgör det största området i Östhammars kommun, se figur 7-3.

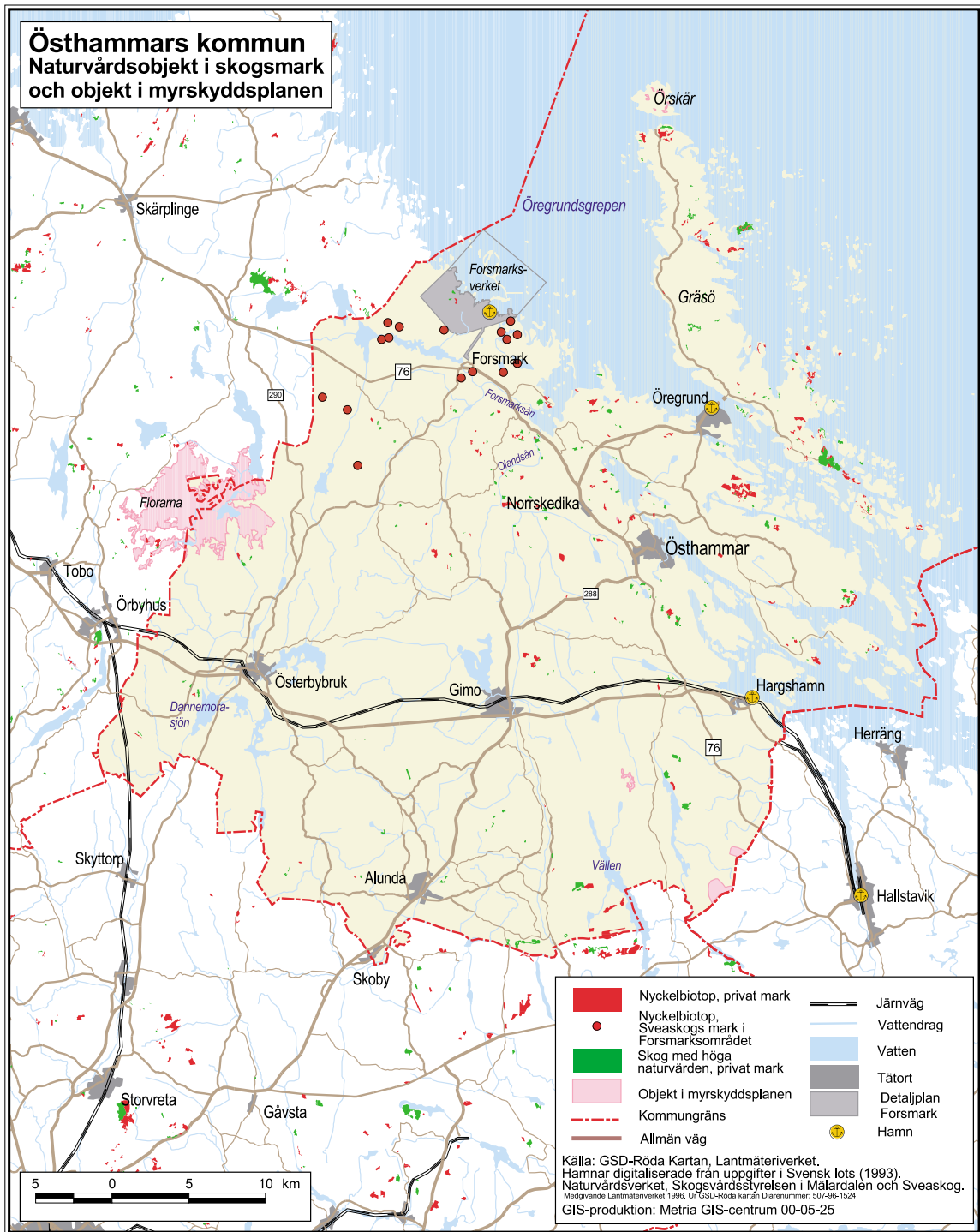
7.3.3 Friluftsliv

I Östhammars kommun är det i första hand kust- och skärgårdsområdena som är attraktiva för friluftslivet. Inga områden är dock avsatta som riksintresse för det rörliga friluftslivet enligt miljöbalkens tredje kapitel. I miljöbalkens fjärde kapitel § 4 anges ett antal områden där särskilda hushållningsbestämmelser gäller för att ta tillvara natur- och kulturvärden liksom friluftslivets och skärgårdens intressen. Ett sådant område är kust- och skärgårdsområdet inom Östhammars kommun, se figur 7-5. Detta innebär i princip att ett djupförvar inte får anläggas inom Östhammars kommuns kust- och skärgårdsområde utom i anslutning till de kärntekniska anläggningarna i Forsmark.

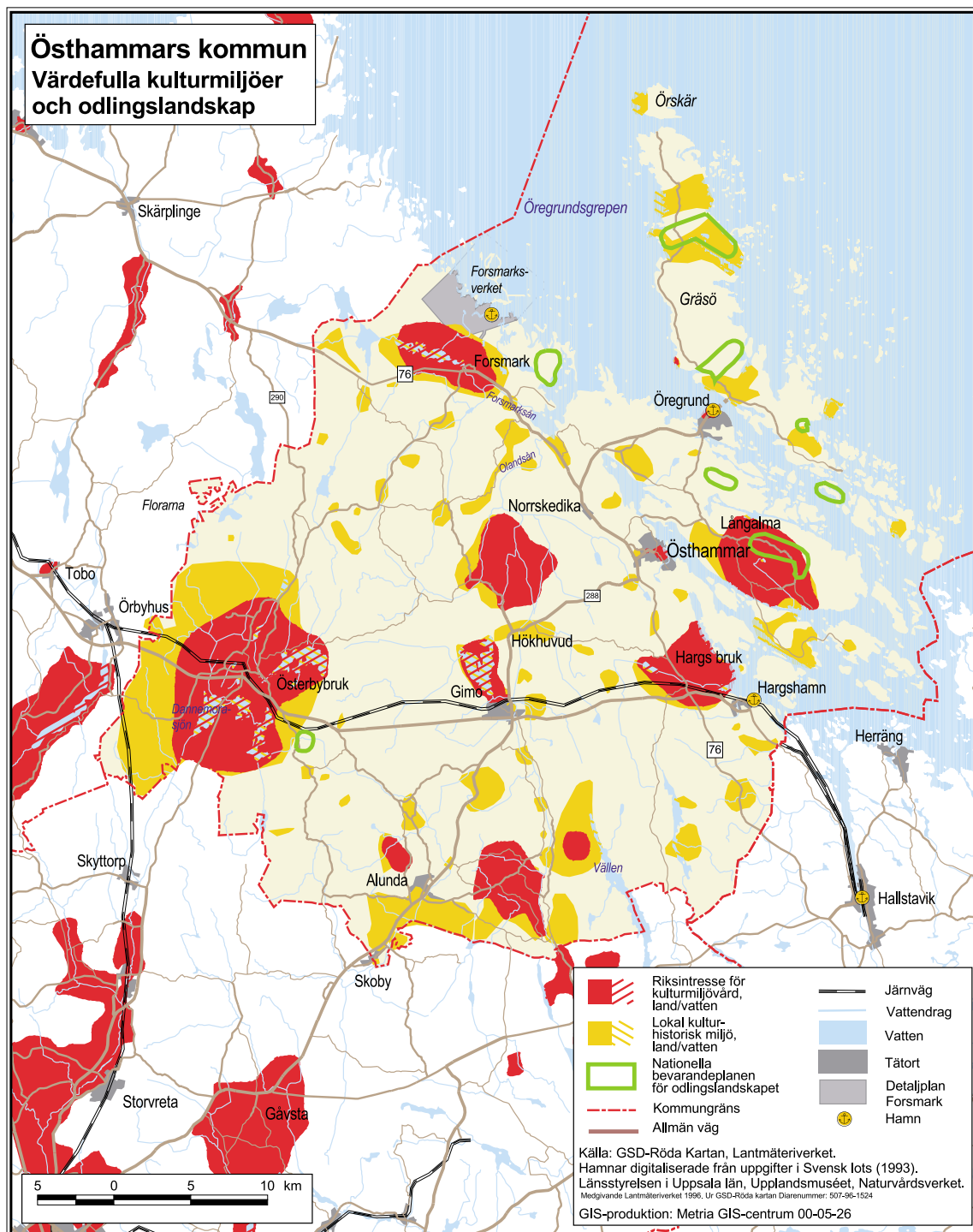
7.3.4 Kulturmiljövård

Landskapet har framförallt präglats av människans markutnyttjande genom historien. I kommunen har jordbruk och boskapsskötsel bedrivits sedan bronsåldern. Så småningom har ett kulturlandskap vuxit fram med många miljöer värda att bevara. Bland det som har bevarandeintresse kan nämnas odlingslandskapet med sina traditionella byggnader, åkermarker med odlingsrösen och åkerholmar, ängs- och hagmarker, fornminnen samt bruksmiljöer och kyrkor.

Historiskt och näringspolitiskt är det framförallt fiske, sjöfart, järnhantering och jordbruk som har satt sin prägel på kommunen /7-16/. I kustområdet har fiske och sjöfart gett upphov till handels- och sjöfartsstäderna Östhammar och Öregrund. Den norduppländska järnhanteringen, som började utvecklas redan under 1400-talet med malmen i Dannemora som bas, blev på 1600- och 1700-talet berömd för sina vallonsmedjor i bland annat Österbybruk och Forsmark.



Figur 7-3. Nyckelbiotoper och skogar med höga naturvärden på privat mark respektive mark ägd av Sveaskog i Forsmarksområdet samt områden som ingår i den nationella myrskyddsplanen.



Figur 7-4. Värdefulla kulturmiljöer samt områden som ingår i den nationella bevarandeplanen för odlingslandskapet.

Områden av riksintresse för kulturmiljövården ska representera hela landets historia, allt från förhistorisk tid fram till nutid. Kulturmiljöerna ska bland annat visa hur människan utnyttjat tillgängliga naturresurser, samhällets utveckling, näringsliv, sociala villkor och byggnadsskick /7-17/. Det finns cirka 1 700 områden av riksintresse för kulturmiljövården i landet. Av dessa återfinns bland annat Forsmarks bruk, Hargs bruk, Dannemora-Österbybruksområdet och Söderön i Östhammars kommun /7-18/, se figur 7-4. Vidare har Upplandsmuseet nyligen sammanställt kulturhistoriskt värdefulla miljöer och enstaka objekt som är speciellt viktiga att skydda och bevara i Östhammars kommun /7-19/. Även dessa områden redovisas i figur 7-4.

7.3.5 Odlingslandskap

För att säkerställa bevarandet av ett representativt urval av Sveriges odlingslandskap har en nationell bevarandeplan för odlingslandskapet inrättats /7-20/. Huvudsyftet är att peka ut de mest bevarandevärda ängs- och hagmarkerna och värdefulla helhetsmiljöer i odlingslandskapet. I bevarandeplanen ingår bland annat flera områden på Gräsö, se figur 7-4.

7.3.6 Jord- och skogsbruk samt yrkesfiske

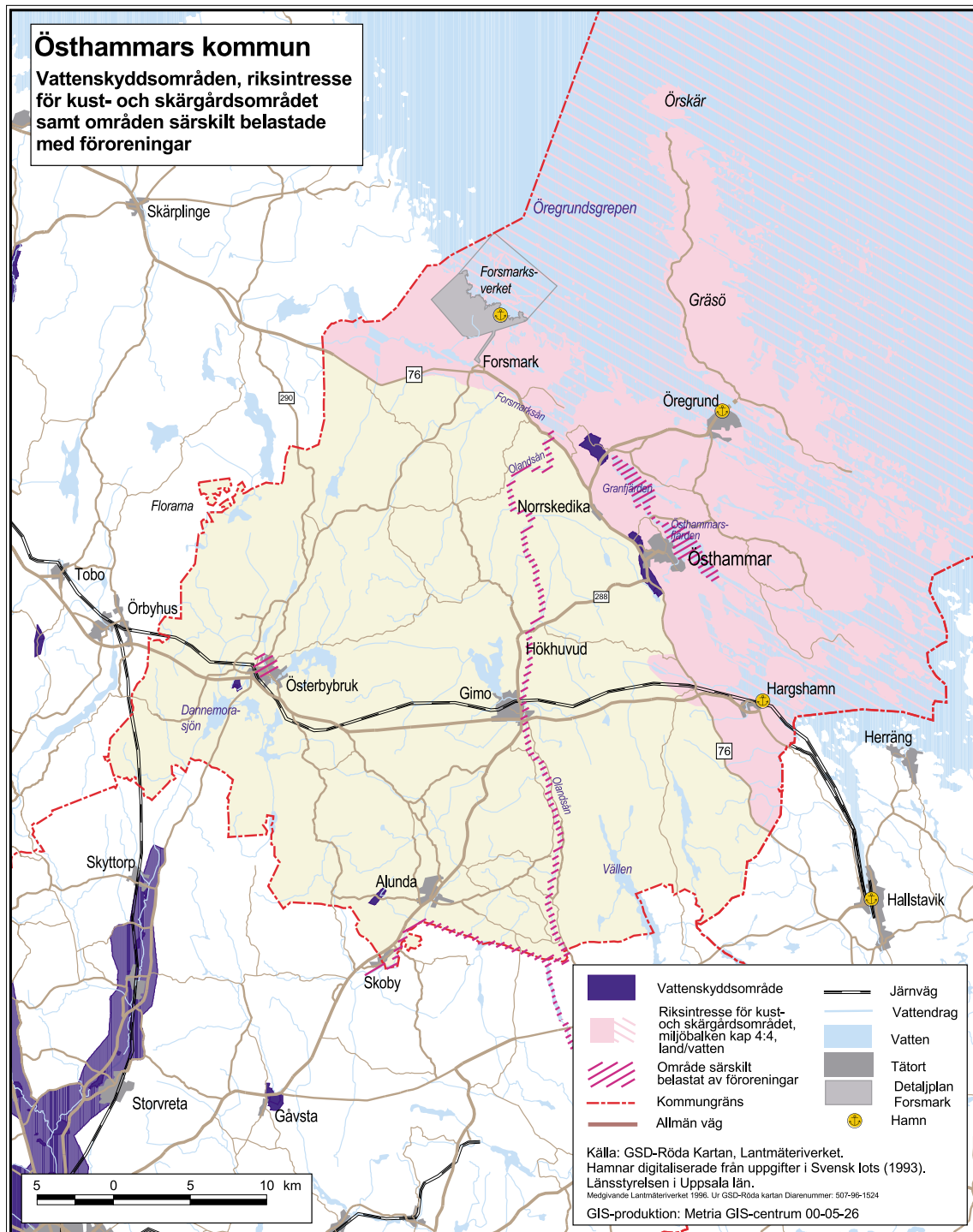
Av kommunens landareal utgörs omkring 70 % av skog, där barrskog dominerar, och drygt 10 % av åker och betesmarker /7-5/. Andelen sysselsatta inom jordbruk, skogsbruk och fiske är betydligt större inom Östhammars kommun än i länet som helhet och i riket. Jordbruk i större skala bedrivs framförallt inom Alunda-Gimoområdet och Östhammar-Hökhuvudområdet. De enskilda ängs- och hagmarker som finns inom kommunen är för små, i förhållande till den översiktliga skala inom vilken förstudien bedrivs, för att ingå i underlaget. Befintliga ängs- och hagmarker kommer därför att beaktas först vid en eventuellt kommande platsundersökning.

Skärgårdsbefolkningen har under lång tid kombinerat jord- och skogsbruk med fiske. Yrkesfisket har dock minskat kraftigt under de senaste decennierna. För det framtida yrkesfisket är det viktigt att reproduktionsområdena bevaras och skyddas mot föroreningar. Detta gäller även områden lämpliga för fiskeodling och annat vattenbruk. I stort sett hela kust- och skärgårdsområdet utgör viktiga platser för fisk att söka föda och växa upp på.

7.3.7 Vattenförsörjning och vindkraftutbyggnad

Den kommunala dricksvattenförsörjningen baseras praktiskt taget helt på grundvatten. Huvuddelarna av grundvattentäkterna ligger i isälvsavlagringar. Ett mark- eller vattenområde som utnyttjas eller kan antas bli utnyttjat för vattentäkt kan förklaras som vattenskyddsområde. Inom kommunen finns vattenskyddsområden bland annat i anslutning till orterna Österbybruk, Östhammar och Alunda, se figur 7-5. Dessutom finns förslag till nya vattenskyddsområden i anslutning till Gimo och nordväst om Hökhuvud /7-11/.

En studie avseende förutsättningarna för en större vindkraftutbyggnad i länet har genomförts av länsstyrelsen /7-21/. I utredningen redovisas sju mark- och vattenområden med förutsättningar för uppförande av vindkraftverk. Två av dessa ligger inom Östhammars kommun, och utgörs av vattenområden i Öregrundsgrepen strax utanför Forsmarksverket. För närvarande (våren 2000) finns en intressent som vill anlägga 179 vindkraftverk i detta område /7-11/.



Figur 7-5. Vattenskyddsområden, riksintresse för kust- och skärgårdsområdet enligt miljöbalkens fjärde kapitel 4 § samt områden särskilt belastade av föroreningar.

7.4 Miljövårdsarbetet i Östhammars kommun

Ett övergripande mål för dagens och morgondagens nationella miljöarbete är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta. Strategier och mål för miljöarbetet utarbetas nationellt av regeringen och Naturvårdsverket. Dessa bryts sedan ned till regionala och lokala mål och åtgärdsprogram av länsstyrelsen och kommunen.

7.4.1 Länsstyrelsens strategi

Länsstyrelsen i Uppsala län har arbetat fram en samlad strategi för miljövårdsarbetet i länet (STRAM) /7-22/. I ett handlingsprogram redovisas olika åtgärder som bör initieras till skydd för miljön. Handlingsprogrammet baseras på en omfattande regional miljöanalys /7-7/ som länsstyrelsen låtit genomföra.

Länsstyrelsen har i sitt miljöarbete prioriterat sju av tretton hotbilder, vilka beskrivs i den regionala miljöanalysen som särskilt viktiga eller möjliga att åtgärda. Dessa är:

- Övergödning av hav, sjöar och vattendrag samt mark.
- Påverkan av metaller.
- Nyttjande av förnybara naturresurser – jord- och skogsbruksmark, vatten – samt utarmning av naturtyper, biotoper och arter.
- Avfall och miljöfarliga restprodukter.
- Klimatpåverkande gaser.
- Tätorternas luftföroreningar och buller.
- Påverkan av organiska miljögifter.

Bland de icke prioriterade hotbilderna återfinns försurning och nyttjande av ändliga naturresurser.

7.4.2 Miljöarbetet inom kommunen

Östhammars kommun har tagit fram en handlingsplan för Agenda 21 /7-23/ med tillhörande åtgärdsbilaga /7-24/. Handlingsplanen behandlar bland annat kommunens miljöarbete, vad företagare, organisationer och föreningar i kommunen själva åtar sig att göra samt vad enskilda individer kan göra för att undanröja hoten mot miljön. I åtgärdsbilagan finns ett konkret underlag för att miljöanpassa arbetet inom kommunens verksamheter.

I handlingsplanen för Agenda 21 framgår att kommunen strävar efter att bevara och förbättra goda miljöer för människor, växter och djur. Vidare vill kommunen behålla den variationsrikedom som en omväxlande och till stor del oexploaterad skärgård medför, ett livskraftigt jordbruk som tar hänsyn till miljön och ett skogsbruk som sköts med ekologiska utgångspunkter /7-23/. I kommunens miljövårdsplanering är särskilt vattenvården prioriterad /7-24/.

7.4.3 Miljösituationen inom kommunen

Av de hotbilder länsstyrelsen prioriterat i sitt miljövårdsarbete är ”Övergödning av hav, sjöar och vattendrag samt mark” av störst betydelse för Östhammars kommun /7-11, 7-25/. Dessutom har hotbilderna ”Påverkan av metaller” och ”Utarmning av naturtyper, biotoper och arter” en central roll i kommunens miljöarbete.

Prioriterade hotbilder

Övergödning av sjöar, vattendrag och hav orsakas av en alltför stor tillförsel av växt-näringsämnen fosfor och kväve till följd av mänsklig aktivitet, vilket leder till syrebrist i vattnet. I länsstyrelsens miljöanalys konstateras att det finns en omfattande övergödning av många fjärdar, sjöar, vattendrag samt markområden. Länsstyrelsen framhåller att det är mycket angeläget att utsläppen av näringsämnen minskar /7-7, 7-26/.

Generellt kan det konstateras att näringsstillstånd, vegetation och bottenfauna visar på en allmänt ansträngd miljösituation i kommunens skärgårdsområde. Detta är huvudsakligen en effekt av begränsad vattenomsättning, en stor andel grundområden och en relativt stor mänsklig påverkan, framförallt i den inre delen av skärgården /7-7/. I de större fjärdarna (Galtfjärden och Norra Singöfjärden) är näringsnivåerna höga och i de inre fjärdarna (Edeboviken, Granfjärden och Östhammarsfjärden) är näringsnivåerna mycket höga. Övergödningssituationen är förmodligen sämst i Granfjärden och Östhammarsfjärden, särskilt under sommaren. Förhållandena är påverkade av bland annat utsläpp från tätorten Östhammar och reningsverket /7-26/. I februari 1996 tog kommunstyrelsen beslut om målsättning och handlingsprogram för renare vatten i Granfjärden och Östhammarsfjärden. Målsättningen är att fjärdarna ska ha en god och hållbar vattenkvalitet och att närsalttillförseln därmed bör begränsas. Att enbart öka vattenutbytet med havet skulle enligt kommunens bedömning innebära att övergödningssituationen flyttas längre ut i skärgården /7-23/. Ett led i arbetet att förbättra miljösituationen i fjärdarna är förbättra reningen hos enskilda avlopp /7-24/.

Forsmarksån och Olandsån mynnar båda i Kallrigafjärden. Forsmarksån avvattnar huvudsakligen skogs- och myrområden medan Olandsån till stora delar avvattnar jordbruksmark /7-27/. Detta har bidragit till att halterna av fosfor och kväve är betydligt högre i Olandsån än i Forsmarksån /7-26/. En annan bidragande orsak till de höga näringsnivåerna i Olandsån är utsläpp från enskilda hushåll /7-25/.

Metaller kan spridas genom utsläpp till luft och vatten samt genom slam och andra restprodukter. Metallerna bryts inte ned i miljön. Det är således angeläget att minska utsläppen, främst av de metaller som är av särskild betydelse för hälsa och miljö som tungmetallerna bly, kvicksilver och kadmium. Tungmetallnedfallet i Uppsala län analyserades åren 1995-1996. Resultaten visar att metallhalterna generellt sett är lägre i länets nordvästra del än i Uppsalatrakten. De högsta halterna noterades runt Uppsala med dragning åt nordost. Inom detta område, som innefattar södra delen av Östhammars kommun, noterades höga halter för samtliga tungmetaller. Även de högsta uppmätta halterna inom länet är dock måttliga i ett nationellt perspektiv /7-28/. En kartläggning av tungmetalltillståndet i matjord i Uppsala län i mitten av 1990-talet visade att halterna av koppar, kadmium och kvicksilver var höga i området kring Örbyhus och Gimo /7-29/.

Halten av kvicksilver i konsumtionsfisk som fångats i länets sjöar analyserades i början av 1990-talet /7-30/. Den geografiska spridningsbilden av kvicksilverinnehållet visade att fisk med höga halter återfanns framförallt i sjöarna i länets nordvästra del. Kviksilverhalter som var förhöjda i förhållande till bakgrundsivån förekom också i fisk från sjöar i området kring Länna och Almunge, speciellt i sådana sjöar som är högt belägna i respektive avrinningsområde.

Artrikedom, genetisk variation samt förekomst av många olika ekosystem, naturtyper och biotoper brukar sammanfattas i begreppet biologisk mångfald. Insikten om värdet av en variationsrik flora och fauna har under senare år blivit allmän och generellt kan sägas att utarmningen av den biologiska mångfalden har bromsats. Hotbilden i Östhammars kommun, liksom i Sverige i övrigt, utgörs av förändrad markanvändning, miljögifter och mänskliga aktiviteter /7-23/.

Icke prioriterade hotbilder

De icke prioriterade hotbilderna för miljövårdsarbetet inom länet avser bland annat försurning och nyttjande av ändliga naturresurser, såsom grustäkter.

Försurningen av mark och vatten är generellt sett ett av Sveriges största miljöproblem. Detta gäller dock inte i Östhammars kommun, eftersom jordarna är kalkrika och därmed motståndskraftiga mot försurning /7-7/.

Naturgruset är ojämnt fördelat inom länet och är i princip helt slut i vissa regioner, till exempel i Östhammars kommun /7-7/. I dag finns en strävan att minska användningen av naturgrus och i stället använda krossat berg från bergtäkter. En inventering visar att potentiellt lämplig berggrund för bergtäkter finns på ett tjugotal platser i kommunen, exempelvis strax sydväst om Östhammar, söder om Hargshamn samt norr om Alunda /7-31/.

Strålning

En annan aspekt av intresse i samband med förvaring av använt kärnbränsle är joniserande strålning, som avges vid sönderfall av radioaktiva ämnen eller genereras tekniskt i till exempel röntgenapparater. De största stråldoserna till människor i Sverige kommer, i fallande ordning, från radon i bostäder, undersökningar och behandlingar inom sjukvården samt naturlig bakgrundsstrålning.

Till följd av olyckan vid kärnkraftverket i Tjernobylen den 26 april 1986 finns radioaktivt cesium i mark och vatten. Halten av radioaktivt cesium i konsumtionsfisk analyserades i början av 1990-talet /7-30/. Resultaten visar att de högsta halterna återfinns i länets nordvästra del, utanför Östhammars kommun. Detta stämmer väl överens med spridningsmönstret för cesiumnedfallet efter Tjernobylolyckan.

Utsläppen av radioaktiva ämnen från Forsmarksverket, inklusive utsläppen från SFR, är mycket små och ligger långt under de gränser som myndigheterna har satt upp. De skulle ge en människa, som har all sin verksamhet och allt näringsintag från området, en extra stråldos motsvarande 0,05 % av den naturliga bakgrundsstrålningen /7-32/.

Områden särskilt belastade av föroreningar

Inom kommunen finns områden vilka är särskilt belastade av föroreningar, se figur 7-5. De allvarligaste miljöproblemen inom kommunen är orsakade av övergödning (se avsnittet "Prioriterade hotbilder" tidigare i detta kapitel). De mest drabbade vattenområdena utgörs av Granfjärden, Östhammarsfjärden och Olandsån. Dessutom finns områden som påverkats av tidigare industriella verksamheter. Markområdet i anslutning till stålverket i Österbybruk är kontaminerat av metaller och organiska föroreningar /7-25/. Tidigare fanns problem med arsenik i marken vid impregneringsanläggningen i Gimo. Genom saneringsinsatser har merparten av dessa föroreningar omhändertagits. De föroreningar som finns kvar i området har skärmats in för att begränsa fortsatt spridning /7-11/. Den tidigare gruvverksamheten i kommunen, särskilt i Dannemora, har medfört att det finns varphögar och annat avfall från verksamheten som kan hålla förhöjda halter av tungmetaller.

7.5 Djupförvarets påverkan på omgivningen

Det använda kärnbränslet kommer att anlända till djupförvaret inkapslat och inneslutet i transportbehållare. Transportbehållarna öppnas inte förrän på förvarsdjup. Med utgångspunkt från att förvaret kommer att fungera som avsett – vilket innebär att ingen direkt påverkan uppstår från det använda kärnbränslet – behandlar detta kapitel den påverkan på miljön som verksamheten vid djupförvaret kan förväntas orsaka. Vilka effekter och konsekvenser denna miljöpåverkan kan få är till största delen platsberoende och kan bedömas först vid platsundersökningarna.

Tunnlar, schakt och djupförvarets underjordsdel kan orsaka lokal avsänkning av grundvattenytan. Avsänkningen kvarstår så länge tunnelsystemet läns pumpas. Efter förslutningen av förvaret kommer den naturliga grundvattennivån att återställas, vilket kan ta några tiotals år.

Verksamheten vid djupförvarets ovanjordsanläggning bedöms inte ge upphov till miljöfarliga restprodukter. Avloppsvattnet från ovanjordsanläggningen är av samma karaktär som till exempel det från ett verkstadsföretag. En stor del av luftutsläppen härrör från transporter, till exempel avgaser, damm och andra partiklar.

Efter förslutningen av förvaret är det möjligt att återställa platsen till ett skick som är likt det ursprungliga. Inga restriktioner för markanvändningen behövs på den återställda platsen, med undantag för förbud mot djupborrning. Platsen bör märkas ut samtidigt som information om förvarets existens och innehåll arkiveras på ett sådant sätt att den inte förstörs.

7.5.1 Uttag av bergmassor

Den totala volymen på djupförvarets tunnlar och bergrum beräknas till 1–1,5 miljoner kubikmeter. Detta innebär att cirka 3–4 miljoner ton berg tas ut från djupförvaret. Ungefär hälften bryts under anläggningskedet, det vill säga under de första 5–6 åren, och resterande mängd under djupförvarets driftperiod. I jämförelse med SFR kommer djupförvaret att producera 3–4 gånger större volym uttaget berg. Om man jämför producerad mängd per år blir dock siffrorna likartade för de båda anläggningarna.

Bergmassorna grovkrossas och en del kan därefter läggas på ett upplag för att senare kunna användas vid återfyllning av förvaret. Resterande mängd kan transporteras till lokala eller regionala användare eller exporteras. Behovet av krossning och sortering beror på vad massorna ska användas till. Om krossning av bergmassor sker vid djupförvaret kan verksamheten förläggas under jord. Sammantaget finns det goda möjligheter att utforma hanteringen av bergmassor från djupförvaret så, att påverkan på miljön begränsas. En viss påverkan från buller, avgaser och damm bedöms dock vara ofrånkomlig.

7.5.2 Utsläpp till luft

Tunneldrivningen och krossningen av berg ger upphov till stoftspridning, vilken framförallt under inledningsfasen kan orsaka en lokal påverkan på till exempel växtligheten. Spridningen kan begränsas genom tekniska åtgärder, exempelvis att bygga in krossverk.

Med ventilationsluften från tunnlar och bergrum förs bland annat spränggaser innehållande olika kväveföreningar upp till luften i omgivningen. Omfattningen av dessa utsläpp blir starkt beroende av vilken teknik (borrning/sprängning/typ av sprängmedel) som används vid tunneldrivningen.

Verksamheten vid djupförvaret bedöms inte medföra några utsläpp till luften av radioaktiva ämnen, förutom av i berget naturligt förekommande radon, som kan föras upp till markytan med ventilationsluften. Radonförekomster påverkar främst arbetsmiljön och diskuteras därför närmare i kapitel 6.

En stor del av luftutsläppen härrör från transporter, till exempel avgaser, damm och andra partiklar. Dammspridningen bedöms bli liten, eftersom det är rimligt att förutsetta att vägar och andra körytor blir belagda. Avgaserna från bilar, fartyg och diesel-drivna tåg bidrar till övergödning, försurning och växthuseffekt. Omfattningen av utsläppen är helt beroende av hur långa transportsträckorna blir med respektive transportmedel. Strävan bör vara att hitta en optimal kombination av landsvägs-, järnvägs- och sjötransporter.

7.5.3 Påverkan på vatten

Det använda kärnbränslet kapslas in i täta kopparkapslar som i djupförvaret omges av bentonitlera. Dessa barriärer ska under långa tidsrymder förhindra att kärnbränslet, med sitt innehåll av radioaktiva ämnen, kommer i kontakt med grundvattnet. Djupförvaret ger därmed även ett utomordentligt gott skydd mot spridning av kemiskt giftiga ämnen /7-33/. Vad som händer vid extraordinära förhållanden, exempelvis vid en eventuell deponering av en felaktig kapsel, studeras i säkerhetsanalyser /7-34/.

Processvatten

Djupförvaret, samt anslutande schakt och/eller tunnlar, läns pumpas under ett antal årtionden. Länsvattnet, särskilt från djupare nivåer i berget, kan ha en salthalt som kräver att det avsaltas innan det avleds till recipienten. Länsvattnet innehåller också partiklar och olja från de pågående bergarbetena. Även radonhalten kan behöva beaktas så att avledningen av vattnet inte påverkar någon vattentäkt. Med erforderlig rening av länsvattnet förväntas inte djupförvaret medföra oacceptabel påverkan på recipienten.

En viktig aspekt att ta hänsyn till vid val av recipient är, att länsvattnet kommer att ha en temperatur på cirka +10 °C oberoende av årstid. En recipient med stor volym, till exempel havet, eller som på annat sätt är mindre känslig bör därför väljas. Det kan ibland vara fördelaktigt att utnyttja länsvattnets energiinnehåll för till exempel lokaluppvärmning.

Valet av tätningsmedel vid injektering av berget i tunnarna är viktigt. Genom val av lämpliga tätningsmedel kan man undvika att vattnet förorenas av ämnen med okänd miljöpåverkan och för vilka obeprövad och komplicerad reningsteknik krävs.

Djupförvarets ovanjordsdel bedöms inte ge upphov till avloppsvatten av mer svårhanterlig karaktär än till exempel det från ett verkstadsföretag. Vid en lokalisering av ovanjordsanläggningen utan närhet till befintlig VA-anläggning, krävs en avloppsreningsanläggning jämförbar i storlek med en för en mindre tätort.

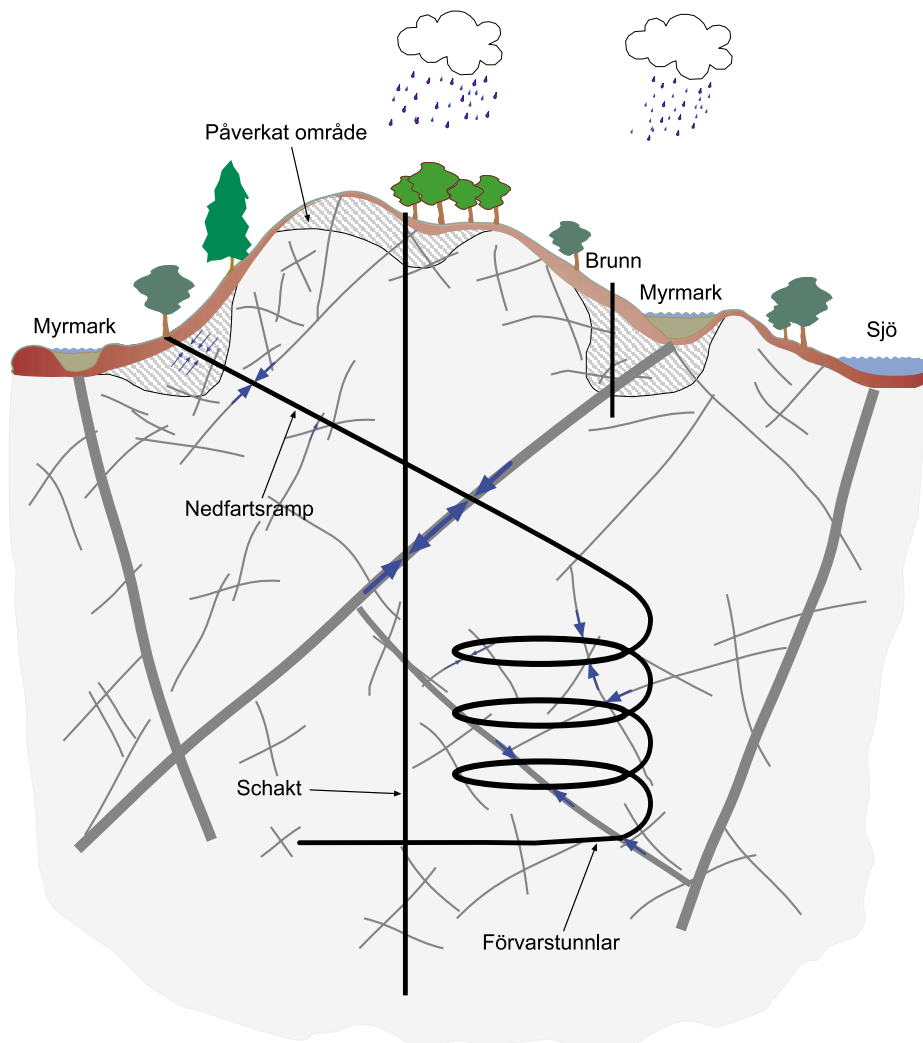
Yt- och grundvatten

Förändring av nivå

Erfarenheter från gruvor och från Äspölaboratoriet visar att mängden grundvatten som behöver pumpas upp, vid fullt utbyggd anläggning, kan uppgå till någon kubikmeter per minut. Detta kommer att orsaka en sänkning av grundvattennivån i de sprickor som har förbindelse med djupförvaret. Störst avsänkning förväntas i de sprickzoner och sprickor

som har högst vattengenomsläpplighet. Hur stor avsänkning blir beror således på förekomsten av vattenförande sprickor och spricksystem samt omfattningen av genomförda tätningsåtgärder. De områden där det ytliga grundvattnet i jordlager och berggrund kan tänkas bli påverkat av ett djupförvar illustreras i figur 7-6. Avsänkning kvarstår så länge tunnelsystemet läns pumpas.

Djupförvarets olika delar och funktioner påverkar de ytliga, respektive djupa berggrundvattnen på skilda sätt. Risken för sänkning av det ytliga grundvattnet är störst i anslutning till de ytligt liggande förvarsdelarna, till exempel påslag för nedfartsramp och schakt. De djupare liggande förvarsdelarna, till exempel deponeringstunnlar, berghallar och transporttunnlar samt nedfartsrampens och schaktets undre delar, kommer i första hand att påverka det djupare berggrundvattnet.



Figur 7-6. Schematisk figur över områden där det ytliga grundvattnet i jordlager och berggrund kan tänkas bli påverkat av ett djupförvar. Sprickor illustreras schematiskt i figuren. Högre vattengenomsläpplighet markeras med kraftigare linjer. Blå pilar representerar områden med större vatteninströmning till djupförvaret.

Sänkningen av grundvattennivån kan medföra påverkan på bergborrade brunnar, uppskattningsvis inom några hundra meter till någon kilometer från djupförvaret. Eftersom tunnlar, schakt och djupförvarets underjordsdel kommer att orsaka en lokal avsänkning av grundvattenytan, bör dessa anläggningsdelar inte lokaliseras till ett område som har eller kan få betydelse för vattenförsörjningen.

Påverkan på grundvattennivån i ovanliggande jordar, och därmed på växtligheten, förväntas bli liten och ske huvudsakligen i anslutning till tunnelpåslag och schakt eller där vattengenomsläppliga sprickzoner kan dränera ytliga jordarter. Generellt gäller att den vegetation som förekommer naturligt i inströmningsområden inte kommer att påverkas av en grundvattensänkning, eftersom den utnyttjar det vatten som transporteras genom den omättade delen i marken ner mot grundvattenytan. Den vegetation som växer i utströmningsområden, till exempel myrmarker, kan däremot påverkas om dessa marker försörjs av källflöden som torkar ut /7-35/. Generellt bedöms dock djupförvarets påverkan på växtligheten bli måttlig, eller obefintlig, och i första hand vara lokaliserad till de markområden som ligger i anslutning till schakt och tunnelpåslag /7-36/. Denna bedömning baseras dels på erfarenheter från liknande anläggningar och dels på att sprickzoner kommer att tätas där de skär tunnlar och att djupförvaret i övrigt förläggs till en berggrund med låg vattengenomsläpplighet. En annan möjlig effekt av en grundvattensänkning i jordlagren är att uttagsmöjligheten av vatten från grävda brunnar i förvarets omedelbara närhet kan komma att minska.

Efter förslutning av djupförvaret återställs grundvattennivån. Tiden för fullständig återhämtning är i stora drag lika lång som den tid som grundvattnet varit utsatt för en avsänkning. Även denna förändring kan leda till viss påverkan på den då etablerade växtligheten i djupförvarets närhet.

Förändring av fördelning mellan sött och salt grundvatten

I Östhammars kommun påträffas salt grundvatten relativt ofta i bergborrade brunnar. Salt grundvatten har även påträffats i Finnsjöområdet, Forsmark och i Dannemora. Det är därför troligt att salt grundvatten kommer att finnas i eller i anslutning till ett eventuellt djupförvar i kommunen. Förutom att detta vatten eventuellt måste avsaltas innan det släpps ut till en recipient kan länsputningen av djupförvaret medföra att fördelningen av salt och sött grundvatten i berggrunden kring förvaret förändras, exempelvis kan saltvatteninträning ske i delar av berggrunden som tidigare haft sött grundvatten. Borrhålsdata krävs för att bedöma hur fördelningen mellan sött och salt grundvatten förändras men generellt kan det antas att påverkan blir lokal och inom det område som i övrigt påverkas av grundvattenavsänkningen.

Lakning från bergmassor

De bergmassor som tas upp kan läggas på ett tillfälligt upplag i anslutning till ovanjordsanläggningen. Eftersom bergmassorna troligen består av krossad granit, utan några höga halter av tungmetaller, förväntas lakvattnet vara av sådan karaktär att det inte påverkar miljön. Om tungmetaller mot förmodan förekommer i höga halter, och bergmassorna dessutom lagras under en längre tid, måste läckage till yt- och grundvatten begränsas. Detta kan exempelvis göras genom att öka tjockleken på eller förändra sammansättningen av det jordlager som bergmassorna täcks med, så att vattengenomträngningen minskas.

Radontillskottet från djupförvarets bergmassor bedöms vara litet jämfört med den naturliga radonavgången från den omgivande terrängen /7-37/.

7.5.4 Buller, vibrationer och ljussken

Trafiken till och från djupförvaret ger, liksom all annan trafik, upphov till buller, vibrationer och ljussken. Under byggtiden tillkommer buller och vibrationer från sprängning, arbetsmaskiner och annan byggverksamhet. Dessa störningar blir störst i början eftersom bergarbetena då bedrivs i ytligt berg. Under driftskedet kan ventilationsanläggningarna orsaka buller.

7.5.5 Olyckor, brand med mera

Verksamheten vid ovanjordsanläggningen är okomplicerad i jämförelse med industriell verksamhet i allmänhet. Några tänkbara olyckor med konsekvenser för miljön är svåra att ange. Explosion av sprängämne eller gasol, alternativt brand i en tankbil eller drivmedelsdepå bedöms vara de svåraste olyckorna i detta avseende. Miljöpåverkan av sådana olyckor begränsar sig till utsläpp av brandrök och olja/drivmedel.

7.5.6 Hushållning med naturresurser

Vid anläggandet av ovanjordsdelen kommer ballastmaterial att behövas. En del av detta kan tas från de uttagna bergmassorna, men tas i övrigt från närliggande grus- eller bergtäkter.

Viss mängd bergmassor från djupförvarets underjordsdel läggs troligen upp ovan jord för att senare användas för återfyllning och förslutning av förvaret. Överskott kan avyttras för annan användning. Om avyttringen sker lokalt eller regionalt minskar belastningen på berg- och grustäkter i området.

För återfyllningen av tunnlar och bergrum åtgår storleksordningen 500 000 ton bentonitlera. Vissa material får, i och med deponeringen i djupförvaret, anses vara förbrukade naturresurser. Detta gäller, förutom själva bränslet, även bentonit och bland annat 35 000 ton koppar och stora mängder järn. Förbrukningen av koppar vid normal drift, det vill säga storleksordningen 200 kapslar per år, motsvarar 1,5 % av den årliga kopparförbrukningen i Sverige och cirka 0,013 % av den årliga kopparproduktionen i världen.

7.5.7 Anpassning till omgivningen

Den verksamhet som bedrivs vid djupförvarets anläggning ovan jord kan påverka området ur naturvårdssynpunkt. Verksamheten är dock av sådan karaktär att djur- och växtliv generellt sett inte påverkas annat än inom den mark som direkt tas i anspråk och den närmaste omgivningen. Det finns dock undantag som måste beaktas, till exempel kan buller störa fågellivet även utanför själva anläggningen.

Hur en ovanjordsanläggning påverkar landskapsbilden blir i hög grad beroende av de lokala förutsättningarna och hur landskapsanpassningen görs. Det är väsentligt att ovanjordsdelens byggnader anpassas till den befintliga kulturmiljön på ett bra sätt, så att inte landskapsbilden påverkas negativt.

Flexibiliteten i utformning och lokalisering av anläggningsdelarna ovan jord innebär att det finns goda möjligheter att ta hänsyn till friluftslivets intressen.

7.5.8 Återställande och långsiktig miljöpåverkan

Byggande och drift av anläggningen beräknas pågå under totalt cirka 50 år. Efter förslutningen av förvaret är avsikten att återställa platsen till ett skick som är likt det ursprungliga. Den naturliga grundvattennivån återställs efterhand, en process som kan ta några tiotal år. Byggnaderna vid djupförvaret kan betraktas som konventionella industri-lokaler som antingen kan användas för andra ändamål eller rivas. Vid en eventuell rivning skiljer sig rivningsmaterialet inte från annat industribyggnadsavfall. Nyanläggning av infrastruktur, till exempel vägar, järnvägar eller hamnanläggningar, kan bli aktuellt vid djupförvarsetableringen. Att dessa ska kunna få en naturlig användning efter verksamhetens upphörande kommer att beaktas i lokaliseringsarbetet.

Beräkningar har utförts för att förutsäga temperaturutvecklingen i djupförvarets omgivning /7-38/. Vid bergytan (markytan) beräknas temperaturökningen aldrig överstiga några tiondels grader. Denna temperaturökning förväntas inte ge några märkbara konsekvenser på områdets djurliv och växtlighet.

Inga restriktioner för markanvändningen behövs på den återställda platsen med undantag för förbud mot djupborrning. Platsen bör märkas ut samtidigt som information om förvarets existens och innehåll arkiveras på ett sådant sätt att den inte förstörs. Principer för informationsbevarande i samband med förvaring av kärnavfall har utarbetats i en nordisk arbetsgrupp /7-39/ och av det internationella atomenergiorganet IAEA /7-40/.

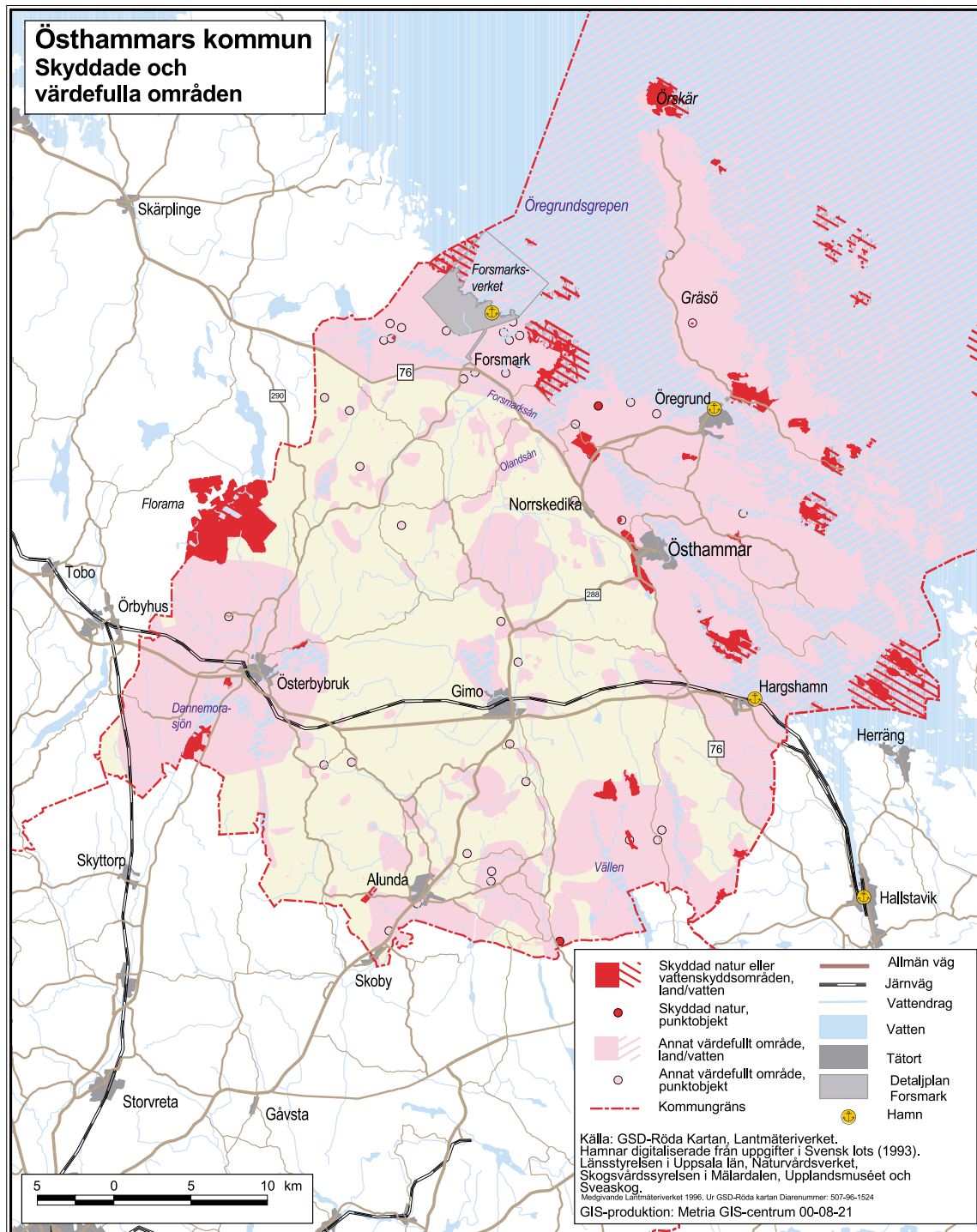
7.6 Bedömning av lokaliseringspotential

Den stora flexibiliteten i utformning och lokalisering av anläggningsdelarna ovan jord innebär att det finns goda möjligheter att ta hänsyn till utpekade intressen för naturvård, friluftsliv och kulturmiljövård. Ur mark- och miljösynpunkt är det mest fördelaktigt om djupförvarets ovanjordsdel kan lokaliseras i anslutning till sedan tidigare väl utbyggd infrastruktur.

7.6.1 Sammanställning av skyddade och värdefulla områden

I figur 7-7 har en sammanställning gjorts av olika typer av skyddade och värdefulla områden inom kommunen. Figuren redovisar en sammanslagning av de olika intressena, utan hänsyn till deras olika karaktär eller till graden av skydd. Detta innebär inte att alla markerade områden är uteslutna för lokalisering av ett djupförvar, utan figuren ska ses som en illustration av var det finns skyddsvärda områden.

De områden som har starkast skydd är markerade med röd färg på kartan. Dessa utgörs av naturreservat, Natura 2000-områden, biotopskyddsområden, djurskyddsområden och vattenskyddsområden. Områden som är värdefulla för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv eller som är av intresse för annan användning är markerade med rosa färg. Dessa utgörs av riksintressen för naturvård, områden som ingår i länsstyrelsens naturvårdsprogram, nyckelbiotoper, skogar med höga naturvärden, objekt i myrskyddsplanen, områden av riksintresse enligt miljöbalkens fjärde kapitel, värdefulla kulturmiljöer (riks- och lokalintresse) samt nationella bevarandeplanen för odlingslandskapet. I figur 7-7 har biotopskyddsområden, områden som ingår i länsstyrelsens naturvårdsprogram och är mindre än tio hektar samt nyckelbiotoper på Sveaskogs mark i Forsmarksområdet illustrerats schematiskt med cirklar.



Figur 7-7. Sammanställning av skyddade och värdefulla områden för naturvård, kultur- miljövard, friluftsliv och vattenförsörjning.

Bedömning med hänsyn till skyddade och värdefulla områden

Lokaliseringen av underjordsdelen ska ske till en bergvolym med lämpliga egenskaper med tanke på förvarets långsiktiga säkerhet. Djupförvarets ovanjordsanläggning kommer antagligen att utgöra det största ingreppet ur mark- och miljösynpunkt. Eftersom djupförvarets ovan- och underjordsdelar kan vara förskjutna upp till någon mil i förhållande till varandra finns det, oavsett underjordsdelens lokalisering, goda möjligheter att inom kommunen lokalisera ovanjordsdelarna så att konflikt med skyddade och värdefulla områden undviks eller begränsas, se figur 7-7.

Djupförvarets ovanjords- och underjordsdelar ska inte lokaliseras till de områden som är markerade med röd färg, det vill säga inte till naturreservat, Natura 2000-områden, biotopskyddsområden, djurskyddsområden eller vattenskyddsområden. Av figuren framgår att röda områden främst återfinns i:

- Området kring Kallrigafjärden samt stora delar av övriga kust- och skärgårdsområdet.
- Florarna-Dannemoraområdet.
- Vällenområdet.

I Östhammars kommun återfinns en del mark som är klassad som riks-, läns- eller lokalintressant, (rosa färg i figur 7-7). I dessa områden finns värden som fordrar särskild hänsyn. Lokalisering av djupförvarets underjordsdel till något av dessa områden bedöms i vissa fall vara möjlig, under förutsättning att området skyddas mot ingrepp som motverkar ändamålet med intresset. Detta gäller förmodligen även mindre byggnader för ventilation och personaltransporter.

Verksamheten vid djupförvaret kan leda till påverkan även utanför själva anläggningen. Det är därför väsentligt att anpassa anläggningens utformning till omgivande intressen. Generellt kan det konstateras att det är fördelaktigt ur mark- och miljösynpunkt om huvuddelen av djupförvarets ovanjordsanläggning kan lokaliseras i anslutning till ett område med befintlig infrastruktur.

Bedömning ur miljösynpunkt

Djupförvaret kan placeras och utformas så att det ger en liten miljöpåverkan, jämfört med vad som vanligtvis är fallet för en industrianläggning av motsvarande storlek. Bidragande orsaker till detta är att djupförvarets anläggning ovan jord kan lokaliseras och anpassas till skyddade och värdefulla områden och befintlig infrastruktur. Vidare medför såväl verksamheten ovan jord som underjordsanläggningen på 500 meters djup, generellt sett, en förhållandevis liten påverkan på miljön. Inom kommunen finns områden som är särskilt belastade av föroreningar, se avsnitt 7.4.3. Vid lokalisering till eller i närheten av något av dessa områden bör föroreningsituationen beaktas.

En platsundersökning ger det underlag som behövs för en helhetsbedömning av vilka miljökonsekvenser ett djupförvar får på en specifik plats. Särskilt viktigt blir då att beskriva konsekvenser av djupförvarets transporter, av hur bergmassorna hanteras och av den grundvattensänkning som uppstår kring förvaret.

7.6.2 Lokaliseringspotential – utpekade lägen

Följande områden har, som tidigare redovisats i kapitel 5 och 6, speciellt studerats för en lokalisering av djupförvarets ovanjordsanläggning:

- Forsmark.
- Hargshamn.

Forsmark

Vid en lokalisering till Forsmark kan djupförvarets ovanjordsanläggning placeras inom Forsmarksverkets industriområde och då i anslutning till de befintliga byggnaderna vid SFR. Transporterna av inkapslat bränsle och bentonit, kan ske med båt till den befintliga hamnen vid Forsmarksverket. Alternativt kan bentonit transporteras på landsväg från Hargshamn. Avyttring av bergmassor kan ske med landsvägstransport till lokala och regionala användare, eller med fartygstransport till regionala användare. Åtminstone delar av den erforderliga tekniska försörjningen kan samordnas med den befintliga vid SFR.

Att förlägga djupförvarets huvudsakliga anläggningar ovan jord vid SFR ger goda möjligheter att ta hänsyn till naturvårdens intressen. Detsamma gäller möjligheterna att inom Forsmarksverkets industriområde förlägga ett schakt för bland annat personalens transporter till anläggningen under jord.

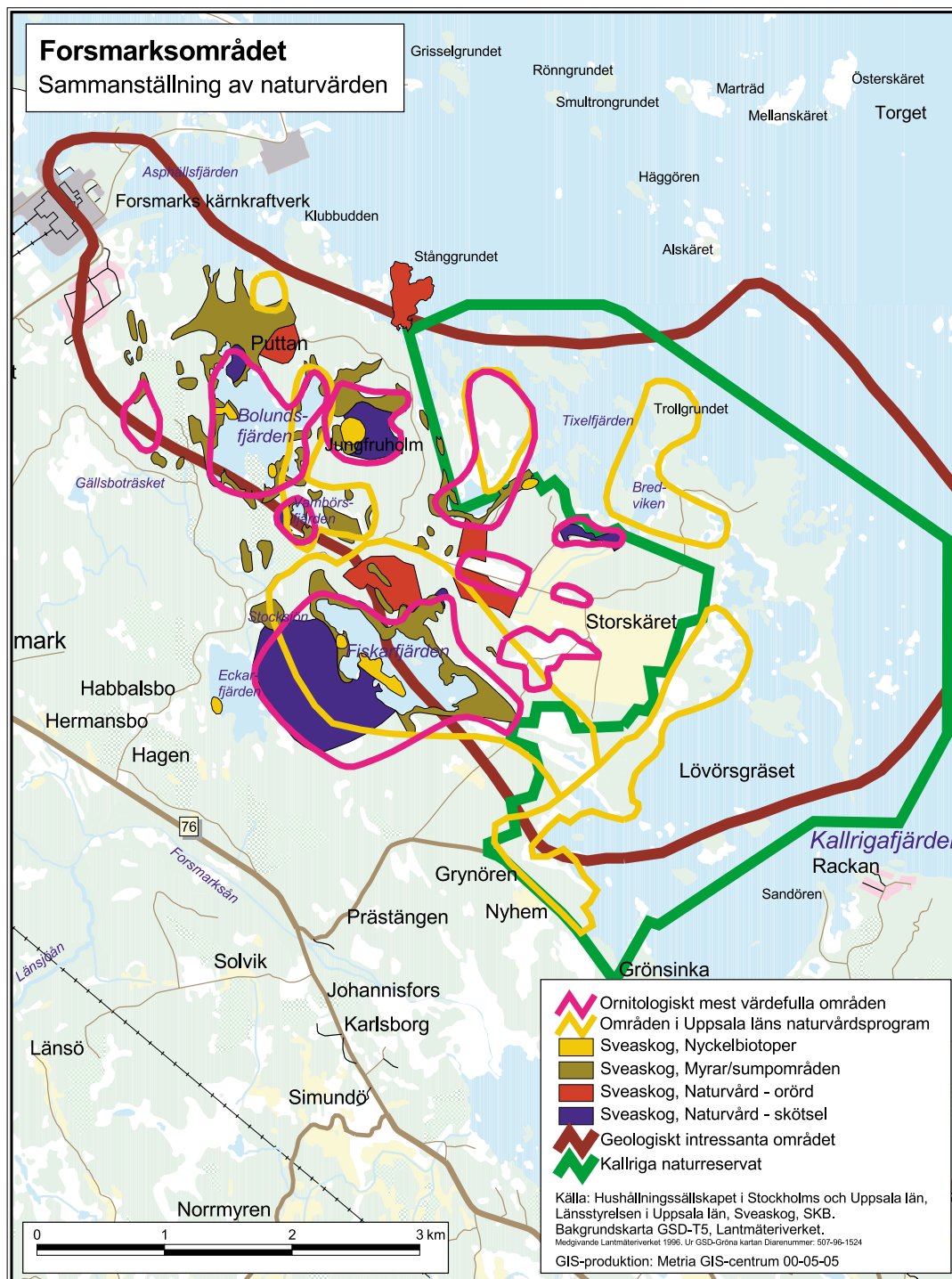
Det geologiskt intressanta området, där förvaret kan tänkas bli placerat, ligger sydost om Forsmarksverket, se kapitel 5. Ovanför förvaret kan några ventilationsbyggnader bli aktuella. Möjligen kan även den anläggning för personalens transporter som nämns ovan förläggas inom området. Eftersom området har delar med höga naturvärden och är av riksintresse för naturvärden har en mer detaljerad studie gjorts av områdets naturvärden /7-14/. Denna studie redovisas nedan.

Fördjupad studie av naturvärden i Forsmarksområdet

Det geologiskt intressanta området för djupförvarets underjordsanläggning ligger mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden, se figur 7-8. I dess sydöstra del finns ett nybildat naturreservat, Kallriga. Det geologiskt intressanta området är cirka 20 kvadratkilometer stort men eftersom det inte är aktuellt att förlägga ett djupförvar inom naturreservatet begränsas det intressanta området för vidare studier till cirka tio kvadratkilometer. Detta kvarvarande intressanta området benämns Forsmarksområdet.

Forsmarksområdet utgörs huvudsakligen av ett flackt landhöjningsområde med skogsbeklädda moränmarker, enstaka hållpartier samt ett flertal fjärdar och små insjöar i olika stadier av avsnörning från havet. Den kalkrika moränen bidrar till en artrik flora och förekomsten av kalkpräglade sjöar och kärr. Större delen av området består av produktiv skogsmark. Marken ägs av Sveaskog som bedriver skogsbruket enligt en skogsbruksplan i vilken det finns utpekade ett antal delområden som ska skötas med extra naturhänsyn. Det finns även kulturmarker med åker och betesmarker samt rester av ett intensivt skogsbete. Med undantag för delar där ett intensivt skogsbruk har bedrivits har området en för Uppland ovanlig vildmarks karaktär. Området innehåller ett flertal värdefulla biotoper samt ett förhållandevis rikt bestånd av hänsynskrävande rovfåglar och hackspettar. Förutom att området som helhet är av riksintresse för naturvärden är det även utpekade såsom varande värdefullt i flera naturvårdsplaner samt i natur- och fågelinventeringar.

I figur 7-8 redovisas en sammanställning av de ornitologiskt mest värdefulla områdena, områden som är utpekade i Uppsala läns naturvårdsprogram, nyckelbiotoper samt delar som Sveaskog har avsatt som "naturvård – orörd" och där "naturvård – skötsel" bedrivs.



Figur 7-8. Sammanställning av naturvärden i Forsmarksområdet /7-14/.

Generellt bedöms att den viktigaste påverkan i samband med en platsundersökning i området är störningar på fågelfaunans hotade, sårbara och hänsynskrävande arter. Sådana störningar kan vara buller, transporter samt mänsklig närvaro i området. För övriga organismgrupper bedöms dessa störningar orsaka mindre påverkan.

Ovan nämnda sammanställning visar att stor hänsyn måste tas i Forsmarksområdet vid planering och genomförande av platsundersökningar och vid eventuell senare etablering av schakt för ventilation och för persontransporter. Bland annat bör befintliga vägar och annan infrastruktur utnyttjas så långt det är möjligt.

Hargshamn

Vid en lokalisering av ovanjordsanläggningen till Hargshamn kommer transportererna av inkapslat bränsle samt bentonit (och eventuellt kvartssand) att ske till den befintliga hamnen i Hargshamn. Tekniskt och miljömässigt är det en fördel om djupförvarets ovanjordsdel kan placeras i Hargshamns industriområde, se kapitel 6. Det geologiskt intressanta området för underjordsanläggningen finns väster om väg 76, se kapitel 5. Transporterna mellan ovanjordsanläggningen och förvaret skulle då gå i en cirka 5–10 kilometer lång tunnel. Schakt för ventilation och personaltransporter tillkommer förmodligen ovanför underjordsanläggningen.

Enligt miljöbalken får vissa typer av industrier, bland annat kärnteknisk verksamhet, inte etableras i kommunens kust- och skärgårdsområde, utom vid Forsmarksverket. Möjligen kommer djupförvarets ovanjordsanläggning vid en juridisk prövning att definieras som en sådan industri. Denna osäkerhet innebär att det för närvarande är tveksamt om en lokalisering av djupförvarets ovanjordsanläggning till Hargshamn är möjlig. En juridisk framkomlig lösning kan vara att transportera kärnavfallet på järnväg eller landsväg till en ovanjordsanläggning väster om väg 76. Detta alternativ bedöms dock vara en sämre teknisk och miljömässig lösning än den ovan skisserade. Bland annat kräver en sådan lösning transporter på allmänna transportleder och att ett nytt industriområde etableras.

Det geologiskt intressanta området sydväst om Hargshamn har avgränsats för att inte omfatta skyddade och värdefulla områden enligt figur 7-7. I anslutning till Grundsjön och Vålkrör söder om området finns bland annat två mindre Natura 2000-områden och områden av riksintresse för naturvärden. Området gränsar också till kulturmiljöer av lokalt intresse samt nyckelbiotoper och skogar med höga naturvärden.

8 Samhällsaspekter

I detta kapitel beskrivs Östhammars kommun och dess förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar ur ett samhälleligt perspektiv. En beskrivning och analys görs av befolkningsutveckling, näringsliv, arbetsmarknad, kommunens verksamhet och ekonomi, kommunikationer, turism med mera.

Av detta material framgår att Östhammars kommun bedöms ha goda samhälleliga förutsättningar för en djupförvarsetablering. Effekterna bedöms som positiva genom en ökad sysselsättning och minskad arbetslöshet i kommunen. Effekterna blir dock inte så stora att de direkt påverkar befolkningsutvecklingen i Östhammars kommun. Turismen och besöksnäringen skulle sannolikt gynnas av en etablering.

8.1 Inledning

Lokaliseringsprocessen för djupförvaret ska genomföras i olika etapper för att möjliggöra förankring i en demokratisk beslutsprocess. De sociala och samhällsekonomiska konsekvenserna beaktas genom bland annat utredningar om befolkningsutveckling, samhällsekonomi, näringslivs- och arbetsmarknadsfrågor.

Samhällsaspekterna spänner över ett vitt fält av frågor och berör olika nivåer i samhället. Viktiga frågor är bland annat vilka effekter en djupförvarsetablering skulle få på sysselsättningen, ekonomin och samhällsutvecklingen i sin helhet.

Det är ofrånkomligt att en behandling av djupförvarets samhällsaspekter till viss del måste bygga på värderingar och antaganden, inte minst där prognoser och bedömningar om framtiden ingår som en viktig del. Även om den redovisning som följer så långt som möjligt bygger på faktamaterial, reflekterar den också bedömningar från de delutredningar som har genomförts.

8.2 Bedömningsunderlag från förstudien

De samhällsvetenskapliga utredningarna inom ramen för förstudien har i första hand koncentrerats på Östhammars kommun. I några fall har dock även regionala aspekter belysts.

Förstudien har omfattat prognoser och andra framtidsbedömningar av samhällsutvecklingen i kommunen, såväl med som utan en djupförvarsetablering. Bedömningarna kan i sammanfattning sägas vara baserade på tre komponenter:

- Nulägesbeskrivning och historisk återblick.
- Bedömningar av ett djupförvars effekter på samhällsutvecklingen.
- Prognoser över befolknings- och sysselsättningsutvecklingen.

Dessa olika delar kan bedömas och värderas med olika grad av tillförlitlighet. Nulägesbeskrivningen av samhället och den bakomliggande samhällsutvecklingen, både i kommunen och i övriga samhället, låter sig göras med god precision.

Den andra delen, det vill säga djupförvarets effekter på bland annat befolkningsutveckling, sysselsättning, näringsliv med mera, kan också bedömas någorlunda väl, eftersom man kan nyttja de omfattande erfarenheter som finns från andra projekt. En förutsättning är givetvis att djupförvaret byggs och drivs enligt gällande planer.

Den största osäkerheten ligger i den tredje delen – den prognos som beskriver den allmänna samhällsutvecklingen. Det tidsperspektiv som studerats spänner över mycket lång tid, från nutid till mitten av detta århundrade. Den långa prognostiden motiveras av de direkta och indirekta effekter som kan skönjas före, under och efter den ungefärliga femtioårsperioden under vilken djupförvarsanläggningen planeras, etableras, drivs och eventuellt försluts. Så långsiktiga bedömningar av samhällsutvecklingen är självfallet förenade med stora osäkerheter. Den framtidsbedömning som skisseras i förstudien har en god förankring i den moderna samhällsutvecklingen, men är ändå bara ett av många tänkbara alternativ.

Erfarenheter från i olika avseenden likartade lokaliseringar kan bidra med kunskap om hur etablering och drift av djupförvaret skulle påverka samhället. Allmänna erfarenheter har därför sammanställts dels från etableringar av kärnteknisk verksamhet, dels från andra etableringar som genom verksamhetens art varit kontroversiella. Dessa erfarenheter kan belysa effekter som i övrigt är svåra att bedöma, till exempel påverkan på besöksnäringen och fastighetspriser.

Det finns tydliga likheter i bland annat anläggningstyp och personalbehov mellan den planerade djupförvarsanläggningen och en större gruvetablering. Det finns också avgörande skillnader, bland annat i verksamhetsmål och planeringshorisont. Jämförelsen är dock intressant att göra.

Utredningar

Uppläggningsen av utredningsarbetet diskuterades inledningsvis med kommunen varefter ett utredningsprogram utformades som har omfattat följande delutredningar:

- ”Näringslivsutveckling/omvärldsanalys, Östhammar – kommunen där det gamla möter det nya” /8-1/ som behandlar Östhammars förutsättningar och utvecklingsmöjligheter med tonvikt på näringsliv, kommunal verksamhet och ekonomi. Utredningen har genomförts av EuroFutures AB.
- ”Konsekvenser för bosättning och sysselsättning” /8-2/ har genomförts av Temaplan AB och behandlar framförallt befolknings- och sysselsättningsutvecklingen med och utan ett djupförvar i kommunen.
- ”Kompletterande samhällsprognoser” /8-3/ har genomförts av EuroFutures AB och Umeå universitet. Denna utredning tillkom under vintern 1997 efter önskemål från Östhammars kommuns referensgrupp om kompletteringar till de två förstnämnda utredningarna.

Vidare refererar förstudien till andra utredningar, rörande fastighetspriser samt besöksnäringen och eventuella konsekvenser av en djupförvarsetablering för denna näring:

- ”Ett djupförvars konsekvenser för turism och besöksnäring - Sammanställning av tillgängligt bedömningsunderlag” /8-4/ utförd av Vattenfall Energisystem AB.

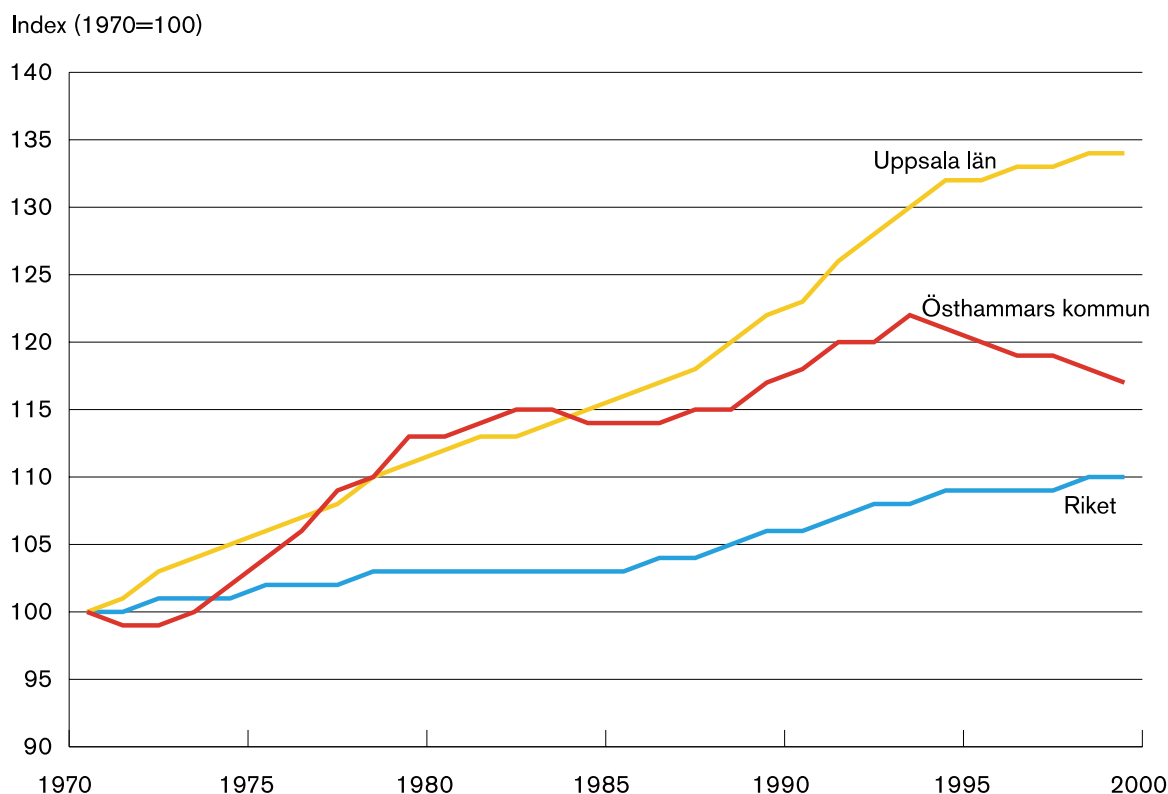
- ”Att deponera kärnavfall – Hot eller lokal utvecklingsmöjlighet?” /8-5/ utförd av Nils-Gustav Lundgren vid Tekniska Högskolan i Luleå.
- ”Påverkan på småhusmarknaden på grund av närheten till kärntekniska anläggningar” /8-6/ som har genomförts av SVEFA, Svensk Fastighetsvärdering AB. Utredningen behandlar kärntekniska anläggningars eventuella påverkan på fastighetspriser.

Därutöver refereras till gruvbranschens erfarenheter av lokaliseringar och hur dessa kan nyttjas för att bedöma effekterna av ett djupförvar. Detta finns behandlat i en studie utförd av Boliden Contech AB /8-7/ som gjordes i samband med förstudien i Malå kommun. Underlag har också hämtats från ett antal utredningar och artiklar som tagits fram i andra sammanhang /8-8 – 8-11/.

8.3 Östhammars förutsättningar

Demografi

Östhammars kommun hade vid ingången till år 2000 knappt 21 700 invånare. Under perioden 1970–1994 ökade befolkningen med 20 %, att jämföras med 10 % för riket som helhet, se figur 8-1. Räknat i absoluta tal och över hela perioden fram till mitten av 1990-talet uppgår ökningen till cirka 4 000 personer. Från och med 1995 har befolkningsökningen avtagit och de senaste åren har befolkningen minskat.



Figur 8-1. Befolkningsutveckling i Östhammars kommun, Uppsala län och riket 1970–1999. (Index 1970 = 100). Källa: SCB.

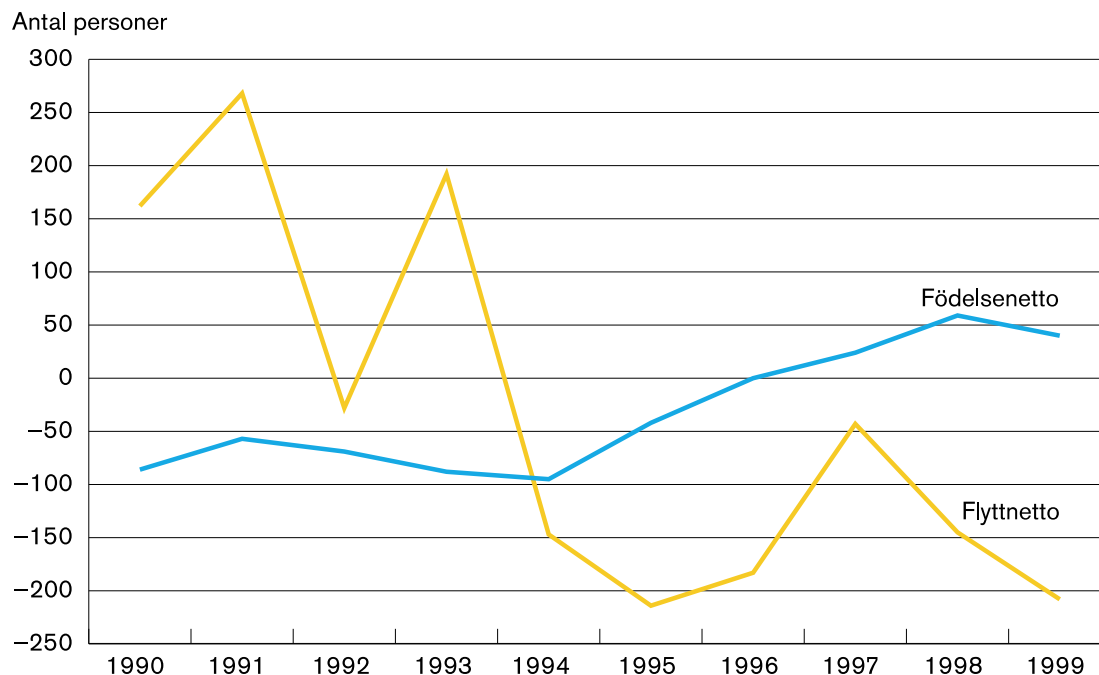
Kommunens befolkningsstillväxt till mitten på 1990-talet är inte på något sätt unik. Uppsala län hade som helhet en ännu kraftigare ökning än Östhammar; under samma period ökade befolkningen med cirka 32 %. I detta sammanhang bör det dock noteras att Uppsala län är det län, relativt sett, som har haft den starkaste utvecklingen i riket under denna period.

Orsaken till Östhammars kommuns relativt kraftiga befolkningsökning står i allt väsentligt att finna i en omfattande inflyttning, framförallt under mitten av 1970-talet. Bakgrunden till denna är utbyggnaden och igångsättandet av Forsmarks kärnkraftverk. Inflyttningen slog så småningom igenom på födelsetalen i kommunen. Utan Forsmark eller någon annan lika stor etablering hade sannolikt Östhammar haft en minskande befolkning.

Utvecklingen under de senaste åren har inneburit en befolkningsminskning som uppgår till en knapp procent eller omkring 200 personer per år. Minskningen beror helt på en ökad utflyttning från Östhammars kommun, se figur 8-2. Födelsenettot (födda – döda) har däremot ökat och Östhammar är en av ett fåtal svenska kommuner som har fler födlsor än dödsfall. Utvecklingen bidrar till att kommunen långsiktigt får en befolkningsstruktur med en något yngre befolkning än jämförbara kommuner.

Näringsliv och sysselsättning

Östhammars kommun är idag en utpräglad industrikommun. Till skillnad från många andra svenska kommuner har Östhammar en industrisektor som är större än de flesta andra näringar. Detta förklaras huvudsakligen av lokaliseringen av två företag till kommunen; Sandvik Coromant (verkstadsföretag) och Forsmarks Kraftgrupp AB (kärnkraftverk). Beroendet av dessa två företag är mycket stort. Tabell 8-1 visar de största arbetsgivarna i kommunen. Bland de privata företagen utgör Sandvik Coromant och



Figur 8-2. Flytt- och födelsenetto i Östhammars kommun mellan år 1990 och 1999.
Källa: SCB.

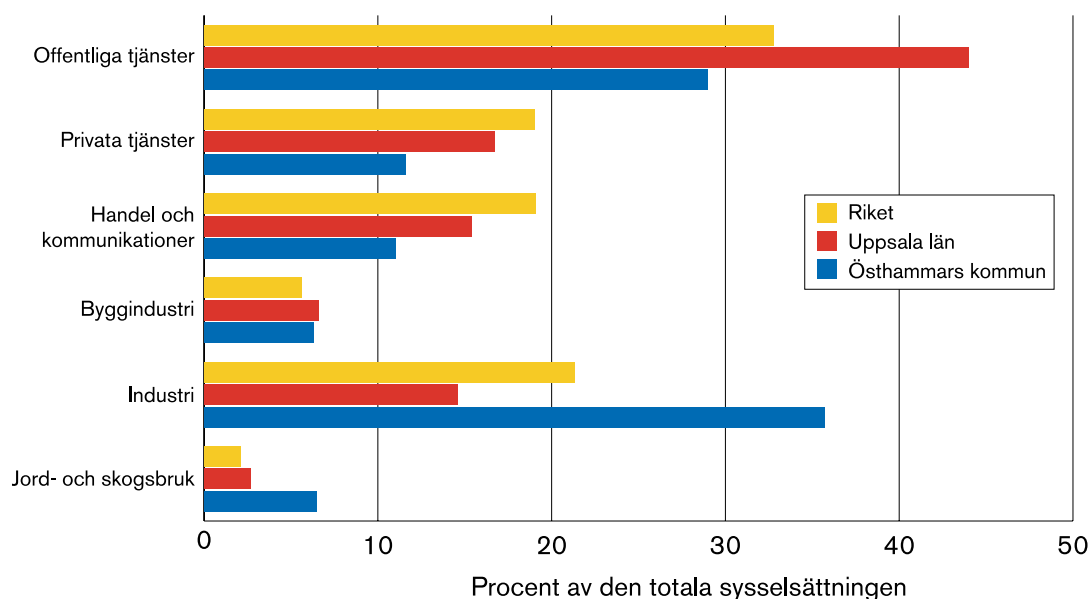
Tabell 8-1. Största arbetsgivare i Östhammars kommun 1999

Arbetsgivare	Sysselsatta
Östhammars kommun	1 675
Sandviks Coromant AB	1 475
Forsmarks Kraftgrupp AB	875
Uppsala läns landsting	375
Korsnäs AB	75
Kooperativa detaljhandelsgruppen	75
Jaco Fabriks AB	75
Österby Gjuteri AB	75
Strålskyddspoolen i Östhammar	75
Samhall Baltic AB	75
Posten Sverige AB	75
Vägverket	35
Statens invandrarverk	35
Uppsala läns försäkringskassa	35
Östhammars pastorat	35

Källa: SCB

Forsmarks Kraftgrupp en klass för sig medan övriga företag är små eller medelstora. Den största offentliga arbetsgivaren är Östhammars kommun därefter kommer Uppsala läns landsting.

Strukturen på kommunens näringsliv framgår av figur 8-3. Industrisektorn (inklusive energiproduktion) svarar för drygt 35 %. Andelen sysselsatta inom byggbranschen uppgår till drygt 6 %. Inom områdena handel och kommunikationer är drygt 10 % sysselsatta vilket är fem procentenheter mindre än i länet och riket. Jämfört med länet och riket är däremot jord- och skogsbrukssektorn avsevärt större (mer än dubbelt så stor).



Figur 8-3. Sysselsättningsstruktur i Östhammars kommun 1998 jämfört med Uppsala län och riket.

Drygt 40 % av arbetskraften arbetar inom tjänstesektorn vilket är en relativt låg andel. Av detta står den privata tjänstesektorn för drygt 12 %, knappt 1 000 personer, och den offentliga för cirka 30 %, ungefär 2 500 personer.

Vad gäller besöksnäringen beräknar Östhammars kommun att denna genererar cirka 190 årsverken. De branscher som är mest beroende av besöksnäringen är hotell- och restaurangbranscherna där mer än hälften av sysselsättningen inom denna sektor återfinns.

Utveckling av sysselsättningen i kommunen

I början av 1980-talet ökade sysselsättningen i kommunen kraftigt. Forsmark 1 och 2 togs i drift och Forsmark 3 byggdes. Genom etableringarna och deras indirekta effekter på sysselsättningen samt en expansiv offentlig sektor (bland annat en flyktingförläggning) ökade antalet sysselsatta med cirka 3 000 personer vilket motsvarar nästan 40 %. En veritabel högkonjunktur pågick i Östhammar under större delen av 1980-talet. Sysselsättningen höll sig sedan stabil, runt cirka 10 000 personer fram till år 1991. Därefter sjönk den snabbt till dagens nivå på cirka 8 500 personer.

De sektorer som minskat mest är jord- och skogsbruk, byggverksamhet och verkstadsindustri. De största enskilda nedläggningarna under början och mitten av 1990-talet var Dannemora gruva, Marinteknik i Oregrund, Rockwool och flyktingförläggningen i Österbybruk. Under de senaste åren har dock utvecklingen inom industrisektorn varit stark vilket bidragit till att minska arbetslösheten i kommunen.

Den privata servicesektorn i kommunen har haft en stabil utveckling och är en av få sektorer i kommunen som har ökat sysselsättningen totalt sett under 1990-talet. Sektorn för energiproduktion (vilket i praktiken är Forsmarks kärnkraftverk) har varit stabil trots den generellt sett stora nedgången på arbetsmarknaden.

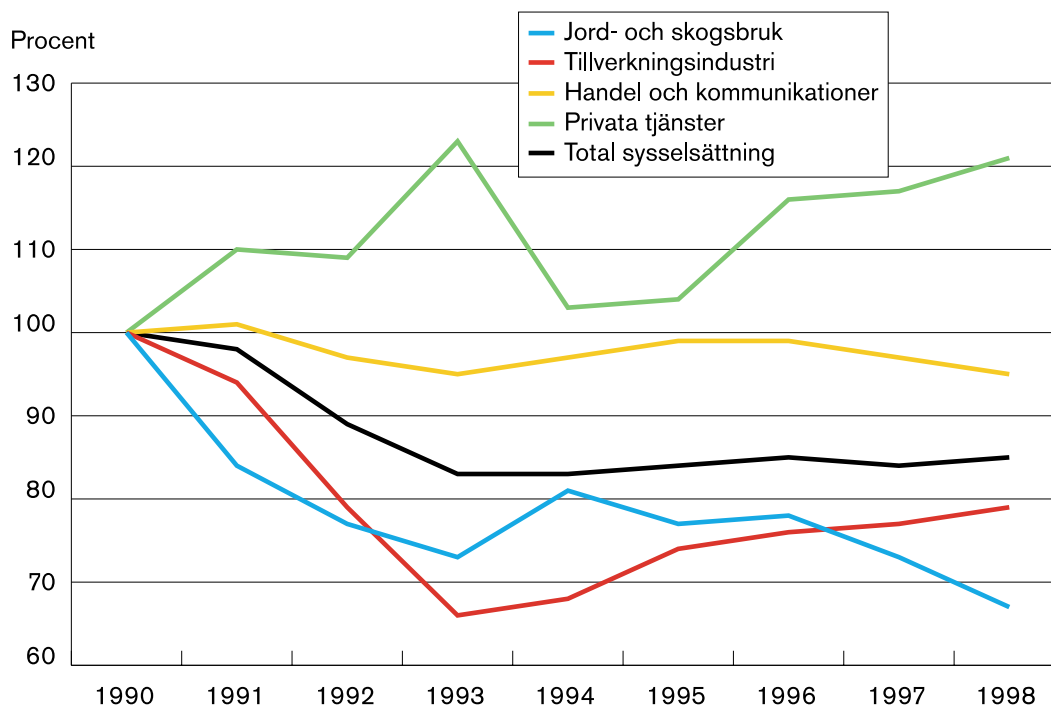
Sammantaget har dock sysselsättningen i Östhammars kommun minskat med 10–15 % under en tioårsperiod, se figur 8-4. Det är dock inget unikt, många kommuner och riket som helhet har haft en likartad utveckling.

Infrastruktur och geografiskt läge

Från Östhammars tätort är det endast cirka sju mil till Uppsala, tio mil till Arlanda och cirka 14 mil till Stockholm. Från Österbybruk, Gimo och Alunda är det ännu närmare. Det är således nära till Sveriges bästa flygkommunikationer och till de befolkningstäta områdena i Mälardalen. I tid räknat tar det cirka 45 minuter till Uppsala, en dryg timme till Arlanda och drygt 1,5 timme till Stockholm. Person- och godstransporter till och från kommunen sker företrädesvis på landsväg. Mot Uppsala leder riksväg 288, norrut mot Gävle och söderut mot Norrtälje går riksväg 76. Vägarna håller inte Europa-vägstandard men är å andra sidan inte särskilt hårt trafikerade.

Genom kommunen löper också en järnväg för godstrafik. Banan börjar i Hallstavik, passerar Hargshamn och löper sedan via Gimo och Österbybruk vidare västerut.

Hargshamns hamn är väl lämpad för större fartyg med goda möjligheter till vidaretransport av gods på landsväg eller järnväg. Hamnen användes tidigare främst för utskräpning av järnmalm från Dannemora. Den började emellertid användas i stor skala år 1989 då en färjelinje för lastbils- och järnvägstrafik öppnades mellan Nystad (Finland) och Hargshamn. Linjen svarade våren 1996 för inte mindre än 25 % av godstrafiken mellan Finland och Sverige. Denna färjelinje har nu flyttats till annan hamn men viss annan trafik har tillkommit.



Figur 8-4. Sysselsättningsutveckling inom vissa sektorer i Östhammars kommun mellan år 1990 och 1998 (Index 1990=100).

Sammantaget kan man konstatera att Östhammar idag har förhållandevis bra kommunikationer sett i ett nationellt perspektiv.

Pendling

Totalt har ungefär 2 200 personer boende i kommunen sin arbetsplats i någon annan kommun medan 1 300 personer är boende i någon annan kommun, företrädesvis Uppsala, med sin arbetsplats i kommunen. Östhammars kommun har således ett inpendlingsunderskott om cirka 1 000 personer.

Utbildningsnivå

Östhammar har endast hälften så många i arbetsför ålder med högre utbildning jämfört med länet som helhet, se tabell 8-2. Detta är dock inget konstigt med tanke på att utbildningsnivån i Uppsala kommun är bland de högsta i landet. I jämförelse med övriga kommuner i länet och riket som helhet hävdar sig Östhammars kommun relativt väl. Närheten till Uppsala medför att det är förhållandevis enkelt att rekrytera högt utbildad arbetskraft.

Vad gäller skolor är kommunens policy att försöka bevara bygdeskolor i de mindre tätorterna och på landsbygden. Därför är det inte några större avstånd till skolor trots kommunens utspridda bebyggelse. Tidigare tillhörde Östhammars kommun Tierps gymnasierregion. När reformeringen av den svenska gymnasieskolan genomfördes etablerade kommunen ett eget gymnasium i Gimo, Bruksgymnasiet. Kommunen har därutöver också traditionell kommunal vuxenutbildning och viss utlokaliserad högskoleutbildning. Förutom detta finns det vissa gymnasieutbildningar i Forsmark med inriktning mot energi- och datateknik samt specialkurser på högskolenivå.

Tabell 8-2. Högsta utbildningsnivå 1998 i procent i Östhammars kommun, Uppsala län och riket. Befolkningsgruppen 20-64 år.

Utbildningsnivå	Östhammar	Länet	Riket
Grundskola	34	24	27
Gymnasium	50	42	46
Eftergymnasial	15	32	25
Uppgift saknas	1	2	2

Källa: SCB

Kommunens verksamhet och ekonomi

Kommunens egen skattekraft är förhållandevis låg. Den är näst lägst i länet (endast Tierp har lägre skattekraft) och cirka 7 % lägre än genomsnittet för riket. (Med skattekraft avses skatteunderlaget i antal skattekrönor dividerat med folkmängden vid taxeringsårets ingång). Av detta följer också att Östhammars kommun har ett förhållandevis högt statligt skatteutjämningsbidrag.

Vad gäller kostnadsbilden för de löpande kommunala verksamheterna ligger Östhammars kommun relativt väl till, se tabell 8-3. Bruttokostnaden för kommunens verksamheter uppgick år 1998 till cirka 32 600 kronor per invånare, vilket ungefär motsvarar bruttokostnaderna för övriga kommuner i Uppsala län. Ser man till nettokostnaden per invånare är bilden något sämre. Under år 1998 uppgick nettokostnaden till drygt 28 000 kronor per invånare. Genomsnittet för länet ligger mellan 1 000 och 2 000 kronor lägre. Nettokostnaden ligger dock kring genomsnittet för alla kommuner i riket.

Jämfört med befolkningsmässigt liknande kommuner är kostnaderna för utbildning högre, både för grundskola, gymnasieskola och övrig utbildning (Komvux, högskoleutbildning och dyligt). Jämfört med glesbygdskommuner är kostnaderna dock likartade. De något högre utbildningskostnaderna är sannolikt ett resultat av att Östhammar har fler barn i skolåldern än många likartade kommuner. Kostnaden för socialbidrag är mycket låg, drygt en fjärdel av rikets genomsnitt.

Tabell 8-3. Vissa kostnadsposter i den kommunala budgeten 1998 (Bruttokostnad i kronor per invånare och år)

	Arbetsmarknadsåtgärder	Utbildning	Äldreomsorg	Socialbidrag
Östhammars kommun	439	12 351	9 202	343
Länets kommuner	670	10 691	8 883	857
Rikets kommuner	786	9 915	7 957	1 290

Källa: SCB

8.4 Östhammars framtida utveckling

Hot och möjligheter

Den övergripande slutsats som framkommit i utredningen från 1996/1997 /8-1/ är att Östhammar i ett 5–10 årsperspektiv inte står inför några stora dramatiska förändringar. Den turbulenta period som kommunen genomgått sedan början av 1990-talet har nu gått över i en mer stabil situation, dock med vissa negativa förtecken. Analysen av Östhammars kommun pekar trots allt på att kommunen står väl rustad jämfört med de flesta andra mindre kommuner.

För den närmaste 5–10 årsperioden har utredarna identifierat fem så kallade kritiska faktorer som betyder mest för kommunens närmaste framtid. Dessa faktorer är den framtida utvecklingen av: Forsmark, Sandvik, den kommunala sektorn, boendepreferenser samt förnyelsen inom den befintliga småföretagssektorn.

Även om osäkerheten är stor bedömer utredarna att antalet arbetstillfällen för invånarna i Östhammar inte automatiskt kommer att öka i någon större omfattning. Ett scenario under den kommande tioårsperioden kan se ut som följer: Sandvik bygger ut produktionsanläggningen men behöver inte nyanställa i någon större omfattning. Forsmark ligger stabilt på cirka 900 anställda, privata tjänster ökar något, Korsnäs minskar något, kommunen har fortsatt anställningsstopp, landstinget drar ned något. De mindre företagen i Östhammar inom detaljhandeln respektive skogs- och jordbrukssektorn förväntas inte expandera nämnvärt.

En reservation görs dock för Forsmarks kärnkraftverk vars framtid helt är avhängig den svenska energipolitiken. Eftersom Forsmark är det nyaste av de svenska kärnkraftverken talar företagsekonomiska skäl för att det är det kärnkraftverk som kommer att stängas sist. När detta slutår ligger är oklart, men utredarnas bedömning är att det ligger efter år 2010. Utifrån erfarenheter från fossileldade kraftverk bedöms en omställning till sådan kraftproduktion vid Forsmark långsiktigt kräva betydligt färre anställda än idag, bortsett från en ökad sysselsättning under utbyggnadsfasen.

Utredarna menar att det går att skapa viss tillväxt och sysselsättning även i det lokala perspektivet. För detta krävs att det skapas bättre förutsättningar för både det befintliga näringslivet och de nya företagen, inte bara på det lokala planet utan även på det nationella.

Avslutningsvis presenterar utredarna ett tiotal förslag till näringslivssatsningar som "bränsle" till den fortsatta näringspolitiska debatten i kommunen, se /8-1/. Utredarna menar att i Östhammars fall kommer sannolikt inte bristen på möjligheter och idéer att vara avgörande inför framtiden utan snarare tillgången på entreprenörer och genomförare.

8.5 Referensprognoser

Redovisningen i detta avsnitt avser prognoser för befolknings- och sysselsättningsutvecklingen i Östhammars kommun från 1995 och fram till år 2050. Prognoserna tar ingen hänsyn till en eventuell djupförvarsetablering utan ska ses som en referens till de bedömningar av lokala och regionala effekter av en djupförvarsetablering som ges i avsnitt 8.6.

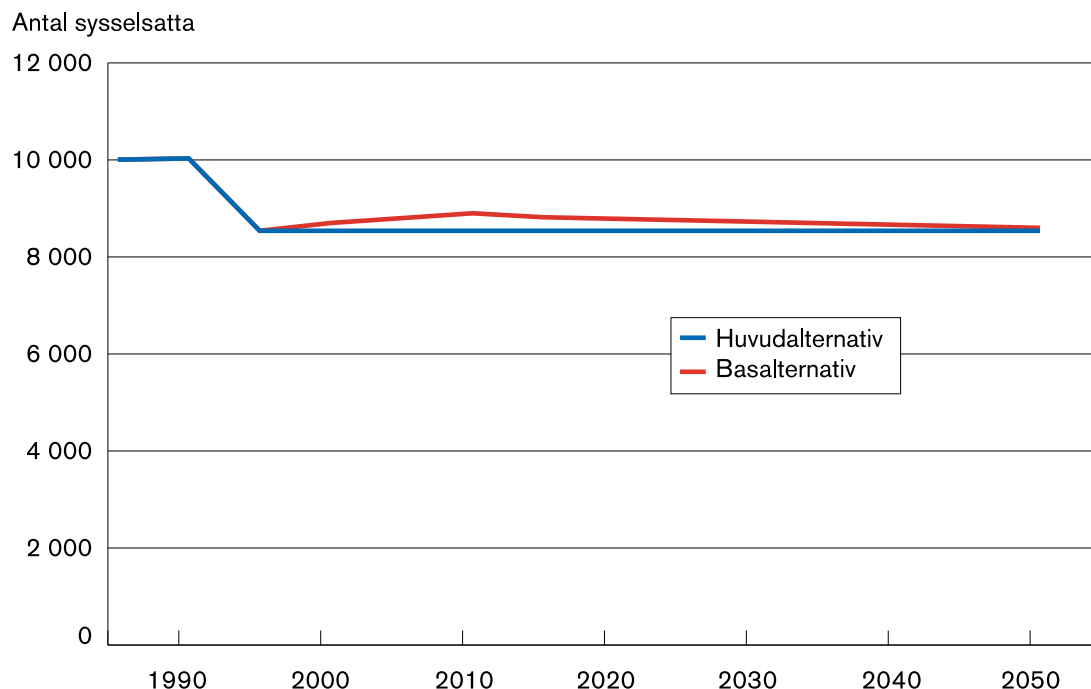
Framtidsbedömningar som sträcker sig över långa tidsperioder blir med nödvändighet osäkra. För att i någon mån hantera denna osäkerhet har två alternativ redovisats för vardera befolkningsutvecklingen och sysselsättningsutvecklingen i kommunen: ett basalternativ och ett huvudalternativ /8-3/. Dessa prognoser bygger på dagens kunskap om utvecklingen i olika sektorer av näringslivet. Som jämförelse redovisas även prognoser som bygger på antaganden att sysselsättningsutveckling och befolkningsutveckling styrs av långsiktiga strukturella särdrag, som kulturbundna bosättningsmönster och den fysiska infrastrukturens uppbyggnad /8-2/.

Sysselsättningsutveckling i basalternativet

Basalternativet baseras på antagandet att den totala sysselsättningen i kommunen förblir konstant vid 1994 års nivå under hela beräkningsperioden, det vill säga från 1995 till år 2050. På samma sätt antas kommunens nettopendling ligga fast. Den totala sysselsättningsutvecklingen i kommunen för basalternativet liksom för huvudalternativet redovisas i figur 8-5.

Sysselsättningsutveckling i huvudalternativet

Huvudalternativet inkluderar effekter på sysselsättningsgraden av de betydande insatser som förmodligen kommer att sättas in under de kommande åren för att få ner arbetslösheten till cirka 4–5 % av befolkningen. Denna process initieras från central nivå och får sannolikt ungefär samma genomslag över hela landet, oavsett hur sysselsättningen utvecklas lokalt. Dessa insatser innebär antagligen att arbetslösheten kan komma att minska med åtminstone några procentenheter, vilket samtidigt innebär att sysselsättningsgraden kan antas öka.



Figur 8-5. Bedömning av sysselsättningsutvecklingen i Östhammars kommun enligt bas- och huvudalternativet.

I huvudalternativet görs nedanstående bedömningar av efterfrågan på arbetskraft i skilda sektorer och den framtida pendlingen:

- För jord- och skogsbruk antas sysselsättningen minska med cirka 1 % per år. Det sker inga dramatiska förändringar utan en gradvis förändring främst genom åldersavgångar. Dagens sysselsättningsnivå på cirka 660 personer minskar successivt till knappt 500.
- Industrin väntas också minska i sysselsättning med cirka 1 % per år. Andelen verksam i så kallade tillväxtbranscher är idag alltför liten för att väga upp de vardagsrationaliseringar som sker i mognare branscher. Vid Forsmark antas sysselsättningen minska från cirka 900 anställda (1996/1997) till cirka 500 anställda i samband med en omställning till annan energiproduktion. I prognosarbetet har det antagits att omställningen sker omkring 2015. Om antalet anställda vid Forsmark skulle förbli vid dagens nivå innebär detta erfarenhetsmässigt en befolkning på cirka 800 invånare fler jämfört med den nivå som annars erhålls med ovannämnda antagande.
- Byggnadsindustrin antas ligga tämligen konstant under de närmaste åren varefter man får en tillväxt under några år i samband med ombyggnad för omställning till annan energiproduktion vid Forsmark. Därefter sker en utplaning mot cirka 400 anställda i byggnadsindustrin.

Övriga sektorer antas knutna till underliggande befolkningsunderlag enligt följande:

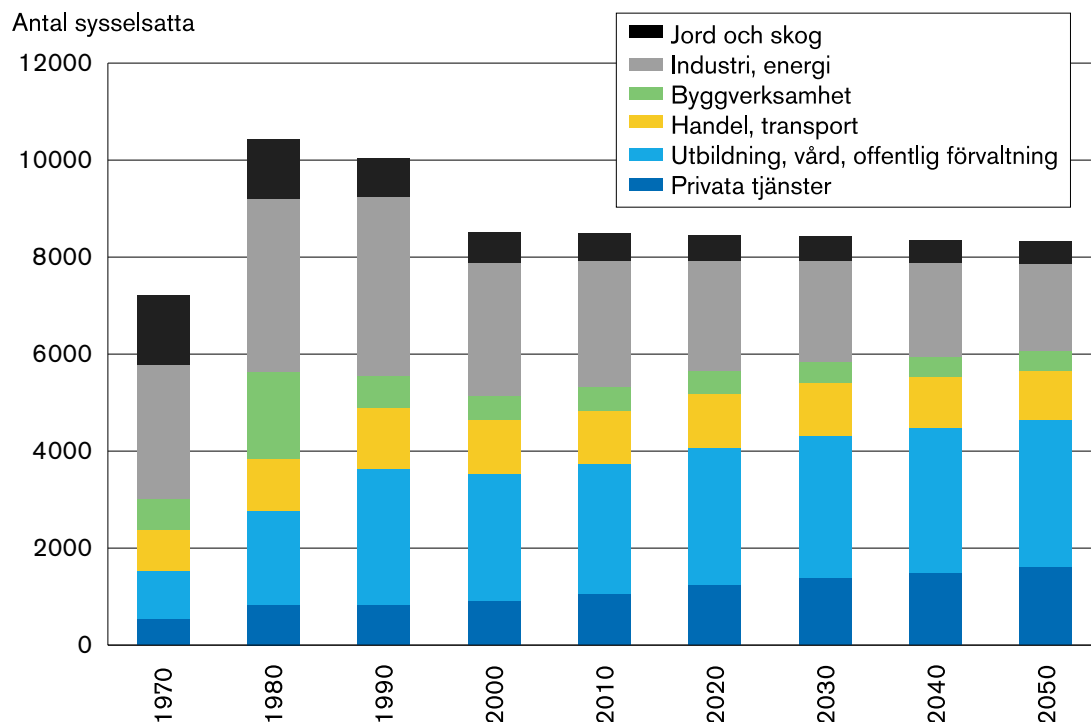
- Handel och transporter relateras till den totala befolkningen. Där antas vissa ökningarna kunna ske under de närmast kommande åren, i takt med stärkt köpkraft hos hushållen. På längre sikt torde dock rationaliseringstrycket vara så starkt att man får en svag minskning.
- Tjänster som riktas till företagen relateras till storleken på sysselsättningen inom industri-, energi- och byggsektorerna. För varje femårsperiod antas relationen mellan sysselsättningen i dessa sektorer och tjänstesektorn förstärkas något till företags-tjänsternas fördel. Detta kan ses som uttryck för att tjänsteinnehållet i produktionen över tiden blir allt större. Detta antas leda till en fördubbling av sysselsättningen i den företagsinriktade delen av tjänstesektorn från dagens 500 till 1 000 förvärvsarbete.
- Tjänster riktade till hushållen relateras till befolkningstillväxten. Där antas relations-talet växa till sektorns fördel med några procent per femårsperiod på samma sätt som för företagstjänster. Detta innebär att en växande andel av den privata konsumtionen kommer att inriktas mot fritids- och kulturkonsumtion samt privata tjänster i hemmen.
- Antalet verksam inom utbildning knyts till antalet barn i åldrarna 7–18 år. Vidare antas att resurser satsas på kvalitetshöjande åtgärder, vilket resulterar i viss ökning av personalstyrkan.
- Antalet verksam inom vård och omsorg knyts till dels antal barn i åldrarna 0–6 år, dels antalet ”äldre äldre”, det vill säga personer som är 80 år och äldre. På cirka tio års sikt antas successivt förstärkt ekonomi för den offentliga sektorn innebära en viss utbyggnad inom denna bransch. De kraftiga ökningarna, särskilt av antalet äldre över 80 år, skapar dock så starkt efterfrågetryck att man knappast kan bygga ut verksamheten så att den helt svarar mot ökningarna i befolkningsunderlaget. En viss rationaliseringsfaktor har därför antagits.

- Arbetspendlingen antas successivt öka från dagens nettoutpendling på cirka 900 personer till cirka 1 500. Ökningen antas ske kontinuerligt över perioden. Motivet för detta antagande är att Uppsala- och Arlandaområdet hittills har visat mycket stark tillväxt. Enligt tillgängligt underlag från berörda planerande myndigheter ser man inga brott i dessa mönster. Östhammar antas kunna dra fördel av expansionen i Uppsala och Arlandaområdet i första hand genom fortsatt tillväxt i de södra kommundelarna. Någon ökad pendling norrut kan däremot inte förutses.

Sammantaget innebär gjorda antaganden att den totala sysselsättningen fram till år 2010 ökar från dagens cirka 8 500 till nära 9 000, för att därefter minska från omkring år 2015, när avvecklingen av kärnkraftverket antas inledas. Sysselsättningen stabiliseras därefter återigen kring nivån drygt 8 500 arbetsplatser. Hur sysselsättningen i olika verksamheter kan utvecklas visas i figur 8-6.

Som tidigare nämnts finns det stora osäkerheter i ovannämnda antaganden och man kan ifrågasätta vart och ett av dem. Samtidigt är det i dagsläget svårt att se tydliga tillväxtområden som på ett kraftfullt sätt skulle kunna lyfta kommunens totala sysselsättning utöver vad som här har antagits som troligt.

För den närmaste framtiden bedöms de huvudsakliga osäkerheterna ligga inom utvecklingen av områden som utbildning, vård och omsorg. Vidare ligger ett antagande om fortsatt relativt kraftfull utveckling för Sandvik Coromant, vilket gör att man bedöms kunna behålla dagens sysselsättningsvolym. En negativ förändring i detta antagande skulle avsevärt förändra sysselsättningsbilden i kommunen.



Figur 8-6. Bedömning av sysselsättningsutvecklingen i Östhammars kommun enligt huvudalternativet, fördelat på verksamheter.

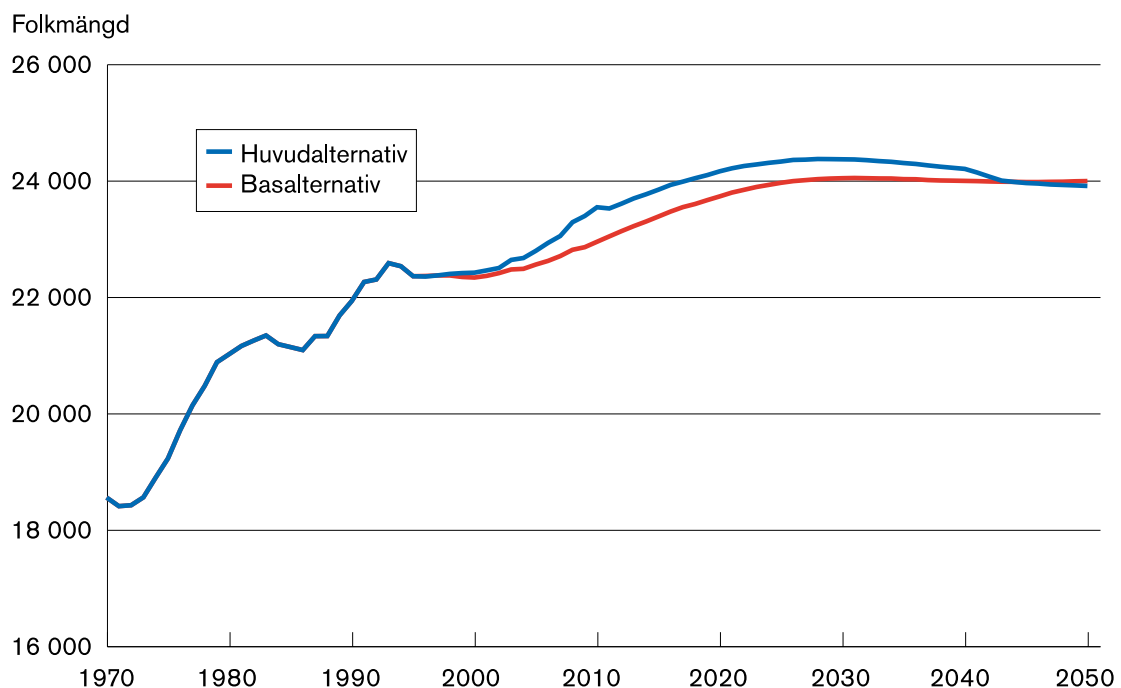
Befolkningsutveckling i bas- och huvudalternativet

Som framgår av figur 8-7 blir befolkningsutveckling likartad oberoende av vilket alternativ som studeras. För båda beräkningsfallen skulle kommunen få en befolkningsutveckling som, åtminstone under de närmast kommande 10–15 åren, är betydligt lugnare än den man hade under den dynamiska uppbyggnadsperioden under 1970- och 1980-talen då Forsmark byggdes. Båda alternativen indikerar en befolkningstillväxt under de närmaste åren och därefter en utplaning på cirka 24 000 invånare från år 2025.

Med den annorlunda makroekonomiska ansats som görs i utredningen ”Konsekvenser för bosättning och sysselsättning” /8-2/, erhålls en högre sysselsättning och befolkningsutveckling i kommunen än vad som beskrivs ovan. Detta beror bland annat på kommunens gynnsamma läge i närheten av Mälardalens befolkningstäta område. Denna ansats pekar på ett långsiktigt relativt stabilt bestånd av mellan 9 500 och 11 000 arbetsplatser under mitten av 2030-talet och att befolkningen i kommunen kommer att öka från dagens cirka 22 000 invånare till mellan 26 000 och 28 000 invånare i mitten av 2030-talet.

Osäkerheter kring långsiktiga samhällsprognoser

Att göra prognoser över samhällsutvecklingen är generellt förenat med stora osäkerheter. Det tidsperspektiv som studerats spänner över ett halvt sekel, från nutid till mitten av århundradet. Den långa prognostiden motiveras av de direkta och indirekta effekter som kan skönjas före, under och efter den ungefärliga femtioårsperioden under vilken djupförvarsanläggningen planeras, etableras, drivs och eventuellt försluts. Så långsiktiga bedömningar av samhällsutvecklingen är självfallet förenade med stora osäkerheter. Den framtidsbedömning som skisseras i förstudien har en god förankring i den moderna synen på vilka faktorer som driver samhällsutvecklingen, men är ändå bara ett av många tänkbara alternativ. Genom att titta 50 år tillbaka i tiden och analysera utvecklingen fram till i dag visar man på svårigheterna att förutse olika händelser och processer som påverkat utvecklingen.



Figur 8-7. Befolkningsutveckling i Östhammars kommun enligt bas- och huvudalternativet.

Utvecklingen i till exempel Östhammars kommun påverkas av ett mycket stort antal faktorer. I en prognos måste dessa reduceras till ett fåtal mätbara variabler för att det överhuvudtaget ska vara möjligt att göra en prognos.

Prognoserna för Östhammar bygger på den historiska befolknings- och sysselsättningsutvecklingen och vissa strukturfaktorer såsom närhet till högre utbildning, infrastruktur samt befolknings- och arbetsplatstäthet. Dessa faktorer är förhållandevis stabila vilket gör att de inte förändras kraftigt över en kortare tid. Därför går det också att göra prognoser med hjälp av dessa faktorer. Det kvarstår ändå osäkerheter i prognoserna över befolkning- och sysselsättningsutvecklingen som utredarna har hanterat genom att presentera två olika alternativ över utvecklingen. Den faktiska utvecklingen kommer möjligen inte att vara exakt som något av prognosalternativen men kommer sannolikt att ligga någonstans i närheten av dessa.

De faktorer man inte kan hantera i prognoser är specifika beslut och händelser i omvärlden, så kallade trendbrott. Om till exempel en företagsledare för ett stort företag bestämmer att man ska lokalisera ett större företag till Östhammars kommun kan det långsiktigt betyda att kommunen får en mer positiv utveckling än vad som annars skulle vara fallet. Det omvända kan vara att Forsmark avvecklas i förtid (i förhållande till teknisk livslängd) och att denna avveckling inte kompenseras med annan lika arbetskrävande industri.

8.6 Lokala och regionala effekter av en djupförvars-etablering

Personalbehovet vid djupförvarets etablering, drift och förslutning redovisas utförligt i kapitel 6. Sammanfattningsvis innebär utbyggnaden av djupförvaret, enligt SKB:s planer, att 400–600 personer kommer att sysselsättas under 5–10 år. Den efterföljande inledande driften beräknas sysselsätta cirka 150 personer under 5–10 år varefter den reguljära driften startar som sysselsätter cirka 220 personer under 20–30 år. Därefter antas ett avvecklingsskede på cirka sju år följa.

Utbyggnader och förbättringar av transportleder från en hamn till platsen för djupförvaret är konventionella anläggningsarbeten. Uppförandet av djupförvarets ovanjordsanläggning omfattar till stor del ordinärt industribyggande och installationer. Transporter av maskiner och material utgör en betydande del av bygg- och anläggningsverksamheten. Utbyggnaden under jord har sin tyngdpunkt i konventionell bergbyggnad, installationsarbeten och fortlöpande geologiska undersökningar.

Driften vid djupförvaret kommer att ha likheter med modern gruvverksamhet med inslag av högteknologisk verksamhet och kontrollverksamhet. Verksamheten kännetecknas av relativt hög arbetskraftsintensitet (arbetskraftens andel av kostnaderna).

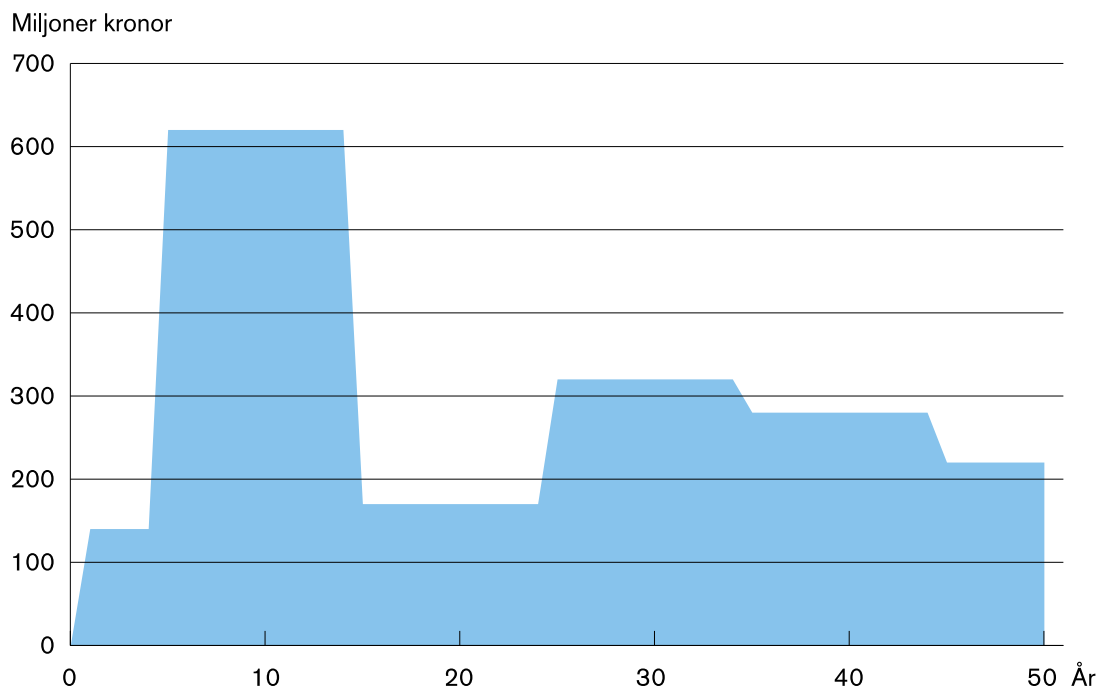
Möjligheterna till lokal rekrytering styrs, förutom av djupförvarets personalbehov, givetvis också av tillgången på arbetskraft i kommunen och regionen. En faktor som bidrar till goda lokala rekryteringsmöjligheter är den kunskap och tradition som finns i kommunen rörande bergbyggnad och hantering av radioaktiva material. Personalbehovets karaktär samt kommunens geografiska läge och goda kommunikationer både till Uppsalaregionen och Stockholmsregionen medför också att rekryteringsmöjligheterna, generellt sett, måste anses som goda.

Investeringar, sysselsättning och befolkning

Bedömningar av sysselsättningseffekterna av en djupförvarsetablering i Östhammars kommun, med utgångspunkt från hur projektets kostnader fördelar sig på olika verksamheter, tidsmässigt och geografiskt, har utretts i /8-2, 8-3/.

Kostnadsberäkningar för djupförvarsprojektet och dess olika komponenter har hämtats från SKB:s planmaterial. Förutom sedvanliga poster innefattar dessa kostnadsuppskattningar ett generellt påslag på 20 %. Bakgrunden till detta är att kalkylerna används som underlag för att beräkna storleken på de avsättningar som görs till de fonder som finansierar kärnavfallsprogrammet. Avsikten är att med marginal säkerställa att säkerhetsaspekter inte "kommer i kläm" på grund av otillräcklig finansiering eller alltför optimistiska kostnadsbedömningar. Den totala kostnaden för djupförvarssystemet (djupförvar och inkapslingsanläggning) beräknades 1997 till ungefär 17 miljarder kronor. Av detta är ungefär hälften lönekostnader. Resten fördelar sig på anläggningar, material och utrustning av olika slag. Av dessa 17 miljarder är en stor kostnadspost, cirka fem miljarder kronor, uppbyggnad, drift och avveckling av inkapslingsanläggningen. Denna anläggning planeras enligt huvudalternativet att lokaliseras i anslutning till mellanlagret för använt kärnbränsle, CLAB, vid Simpevarp, Oskarshamn.

För djupförvaret kommer tyngdpunkten av kostnaderna inledningsvis att ligga på utbyggnaden av ovanjordsanläggningen samt på investeringar i den intilliggande infrastrukturen, se figur 8-8. Resursförbrukningen förskjuts sedan successivt mot underjordsdelen. I de beräkningar som gjorts av resursförbrukningens fördelning över tiden har det antagits att de största kostnaderna uppkommer under perioden 5–15 år (se figur 8-8) med ungefär 600 miljoner kronor per år. Driften antas sedan förbruka 200–300 miljoner kronor per år tills verksamheten successivt trappas ned.



Figur 8-8. Fördelning av investeringarna över tiden.

Sysselsättningen kommer att genereras direkt vid djupförvaret, men också i de företag som levererar varor och tjänster i anslutning till byggandet och driften. Dessutom förstärks underlaget för de lokala servicenäringarna, till exempel handel och transporter, vilket också ger sysselsättning. Den största delen av sysselsättningen kommer att genereras i samband med de tunga anläggningsinvesteringarna vid periodens början. Anläggningsarbeten i form av tunneldrivning och borrar av deponeringshål kommer att pågå under förvarets hela driftperiod.

Den totala andelen av investeringarna pekar enligt tidigare gjorda beräkningar, bland annat inom ramen för förstudien i Malå kommun, på att en knapp tredjedel av de totala investeringarna tillförs den lokala ekonomin. Man kan dock anta att en något större andel skulle investeras lokalt i Östhammars kommun och dess närområde, en dryg tredjedel, då bredden och storleken på näringslivet i Östhammars kommun är avsevärt mycket större än i Malå kommun. Därmed skulle ungefär sex miljarder kronor tillföras den lokala ekonomin i Östhammars kommun.

Ytterligare en del av den totala investeringen kommer att absorberas regionalt, det vill säga i intilliggande regioner. I fallet Malå beräknades denna del uppgå till ungefär 10 %. I Östhammars fall skulle antagligen denna del vara avsevärt större då stora delar av svenskt näringsliv och arbetskraft är lokaliserade i intilliggande regioner. Resten av investeringarna hamnar i övriga delar av Sverige och i andra länder.

För att kunna beräkna den direkta, lokala sysselsättningseffekten, det vill säga den sysselsättningseffekt som genereras enbart av djupförvaret, måste en bedömning av investeringens komponenter göras. Med utgångspunkt i relativt detaljerade data från SKB:s planer har de ingående kostnadsposterna analyserats i syfte att uppskatta den andel som blir en lokal kostnad, det vill säga det lokala förädlingsvärdet.

Den direkta lokala effekten av investeringarna varierar mellan olika kostnadsposter och över tiden. Beräkningen av de lokala effekterna har därför delats in i olika tidsfaser. Jämfört med de beräkningar som har gjorts för Storuman och Malå kan det konstateras, att de lokala effekterna i Östhammars fall bedöms bli något större. Jämfört med bedömningarna från förstudien i Nyköpings kommun kan effekterna bli något lägre. Orsaken är att det i Studsvik finns större förutsättningar att utveckla och producera delar av den specialiserade hanteringsutrustning som ska användas vid anläggningen.

I sammandrag har följande antaganden gjorts:

- För projekteringen beräknas cirka 20 % av arbetet hanteras lokalt, inte minst genom att det redan nu finns ett betydande kunnande kring sådana frågor sedan utbyggnaden av Forsmark och SFR.
- För bygg- och anläggningsaktiviteterna bedöms att 70 % av verksamheten kan hanteras via lokala leveransers. Med tanke på den långa tid som blir aktuell för utbyggnaden är det rimligt att räkna med att större företag etablerar en permanent arbetsplats i anslutning till projektet.
- Den processutrustning som måste till för anläggningen kommer sannolikt att levereras från specialiserade företag belägna över hela världen. Installationen av sådan utrustning antas skötas av leverantören.
- För den löpande driften antas att SKB ställer krav på personalen att man etablerar sig lokalt, alternativt inom rimligt pendlingsavstånd från anläggningen. Här antas att 60 % av personalen bosätter sig lokalt.

- Vissa leveranser av insatsmaterial antas slutligen kunna levereras lokalt. Här antas som försiktig beräkning att andelen är 12 %. Tyngdpunkten av denna investering genomförs under den inledande byggperioden.

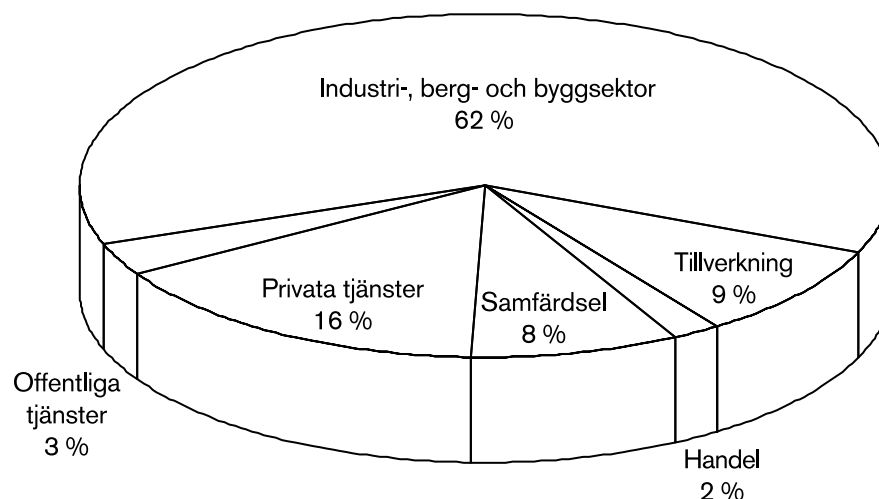
Sysselsättningseffekterna får antagligen störst genomslag för anläggnings- och bygg-entreprenörer och installationsföretag. Transportsektorn får också påtagliga stimulanser medan effekterna för tillverkande företag sannolikt blir små. För uppdragsverksamhet av skilda slag får etableringen betydande effekter som dock av allt att döma blir större utanför kommunen än lokalt.

Hur många kommer då att vara sysselsatta genom en djupförvarsinvestering? Enligt /8-2/ beräknas i genomsnitt cirka 200 personer att vara direkt sysselsatta inom ramen för djupförvaret. De indirekta effekterna (underleverantörer och dylikt) beräknas uppgå till cirka 140 personer. Det totala sysselsättningstillskottet uppgår således till ett genomsnitt av cirka 340 personer per år under första hälften av nästa sekel. Med ledning av den uppdelning som gjorts av investeringens komponenter och dess geografiska fördelning har även fördelningen på olika näringsgrenar uppskattats, se figur 8-9.

Eftersom en del av sysselsättningen väntas uppkomma utanför regionen blir siffran för Östhammars kommun med omnejd något mindre, drygt 300 personer, se tabell 8-4. Till detta ska läggas en ytterligare indirekt sysselsättningseffekt i offentlig verksamhet om 15–20 personer.

Beaktar man även produktivitetsökningar samt att ett djupförvar har en betydande andel importerade varor, sjunker den totala sysselsättningseffekten i näringslivet till mellan 270 och 280 personer för samma period /8-2/.

Med hänsyn till att kommunen troligen under 2030-talet får ett långsiktigt relativt stabilt bestånd av drygt 8 500 arbetsplatser, alternativt mellan 9 500 och 11 000 arbetsplatser, får ett djupförvar relativt blygsamma effekter på sysselsättningsgraden, ett par procentenheter.



Figur 8-9. Bedömd lokal sysselsättningseffekt fördelat på näringsgrenar.

Tabell 8-4. Sysselsättningseffekter (antal personer i genomsnitt) under djupförvarets reguljära drift

Sektor	Sysselsatta
<i>Direkt sysselsättning i djupförvar</i>	220
<i>Indirekt sysselsättning i kommunen och den omgivande regionen</i>	
Anläggningsverksamhet	7
Jordbruk, skogsbruk, fiske	6
Livsmedel, teko	4
Skogsindustri, grafisk industri	3
Kemi, plast, gummi, raffinaderier	1
Järn, stål, metallvaruindustri	2
Maskin-, transportmedelsindustri	3
Elektro- och instrumentindustri	1
El, gas, värme	7
Byggnadsverksamhet	6
Varuhandel	9
Samfärdsel	23
Privata tjänster	44
Totalt	336
Varav indirekt effekt	116

Källa: TEMAPLAN /8-2/

En etablering av ett djupförvar ger en ekonomisk stimulans effekt, men kommunens utveckling och tillväxt kommer inte att stå och falla med ett djupförvar.

En effekt som inte har bedömts i förstudien är den ökning av antalet kunskapsbaserade företag och verksamheter (spin-off-effekter) som erfarenhetsmässigt blir följden av den ökade kompetens som verksamheten vid djupförvaret medför. Detta kan exempelvis vara rådgivning och leveranser av utrustning till avfallsprogram i andra länder.

8.7 Jämförelser med andra anläggningar

Gruvindustri

Ett djupförvar för använt kärnbränsle har betydande likheter med en modern gruva. I djupförvaret kommer det, på samma sätt som i en gruva, att pågå kontinuerlig drivning av tunnlar, borrning av hål, hantering av bergmassor med mera. Till detta kommer för djupförvarets del verksamhet i samband med deponering och kontroll av kapslar med använt kärnbränsle, behållare med annat avfall samt återfyllnadsmaterial.

Från samhällssynpunkt finns det en del betydande principiella skillnader mellan ett djupförvar och gruvverksamhet /8-7/.

- Djupförvaret är inte ett projekt med kommersiella mål och är inte beroende av internationell konkurrens och konjunktursvängningar. De ekonomiska resurserna för utbyggnad, drift och avveckling av djupförvaret kommer då djupförvaret byggs att finnas fonderade. Med dessa förutsättningar kan verksamheten planeras både mer långsiktigt och detaljerat än vad som är möjligt i kommersiella sammanhang med ekonomiska risker. Säkerställda långsiktiga ekonomiska förutsättningar för djupförvaret innebär att anläggning och drift av djupförvaret på ett mer långsiktigt och systematiskt sätt kan integreras med lokal och regional samhällsplanering.

- Etablering och drift av djupförvaret innebär inte att något särskilt gruvsamhälle kommer att utvecklas. Med dagens resmöjligheter finns det inga motiv för detta. Det samma gäller för övrigt också vid etablering av moderna gruvor, som inte är bundna till extremt otillgängliga lokaliseringar.
- Djupförvaret är ett nationellt projekt som kommer att dra till sig ett helt annat intresse i politik och media än gruvverksamhet. Verksamheten kan också dra till sig internationell uppmärksamhet som under lång tid kommer att kräva en helt annan informationsverksamhet.

Kontroversiella industrietableringar

En genomgång av erfarenheter från lokalisering av de svenska kärnkraftverken, anläggningen för behandling av miljöfarligt avfall (SAKAB) i Kumla kommun samt olje- raffinaderiet Scanraff i Lysekil /8-11/ visar att de lokala motsättningarna inledningsvis har varit starka, men att inställningen idag präglas av en utbredd acceptans. Befolkningstillväxt och sysselsättningsnivå har haft en gynnsam utveckling i de aktuella kommunerna.

Stora industriella projekt genererar arbetstillfällen samt en ökning av regionens ekonomiska styrka och sociala aktiviteter. I likhet med kärnkraftutbyggnader har de refererade projekten inledningsvis haft en sysselsättningskrävande byggfas. För en kommun är det främst den efterföljande drift- och underhållsfasen som är av intresse eftersom denna ger långsiktig sysselsättning, stadga och utvecklingspotential. De studerade anläggningarna svarar för 10–20 % av sysselsättningen i respektive kommun, med undantag av SAKAB som står för en betydligt mindre andel.

Huvuddelen av personalen har rekryterats lokalt. Den personal som rekryterats från andra delar av landet har i stor utsträckning varit välutbildad och medfört inflyttning av framförallt unga familjer. Detta befolkningstillskott har bidragit till en positiv utveckling på många sätt, exempelvis genom ökade aktiviteter inom kultur, idrott och föreningsliv. Etableringarna har ofta haft en positiv inverkan på utbildningsväsendet och infrastrukturen i kommunerna, i vissa fall också på sjukvården. Några direkta negativa effekter har inte framförts från kommunalt håll.

En etablering medför ökade skatteintäkter för kommunen tack vare inflyttning av arbetskraft samt företagens ofta relativt höga lönenivå. Många kommuner har också kunnat förbättra det ekonomiska utbytet av etableringarna genom att teckna exploaterings- och samarbetsavtal med exploatören. Det ger kommunen möjlighet att till exempel täcka speciella kostnader som förorsakats av etableringen, men det har också varit fråga om en mer generell resursförstärkning.

8.8 Turism, besöksnäring och fastighetspriser

En djupförvarsetablerings effekter på turismen och besöksnäringen är dels en fråga om direkta effekter, i form av arbetsresande och besökare som djupförvarets uppbyggnad och närvaro i sig skulle generera, dels är det en fråga om möjliga indirekta konsekvenser som anläggningen och verksamheten kan få för turismen och besöksnäringen i övrigt.

Östhammars kommun har idag en relativt omfattande besöksnäring. Båtturismen är omfattande sommartid, företrädesvis i Öregrund- och Gräsöområdet. Vallonbruken, Dannemora gruvor och Forsmarks kärnkraftverk är andra stora besöksmål. Det finns också drygt 4 000 fritidshus i kommunen (SCB).

Besöksnäringen i Östhammars kommun uppskattades år 1998 omsätta drygt 150 miljoner kronor och generera 190 helårsarbetstillfällen, vilket motsvarar drygt 200 sysselsatta. Av arbetstillfällena beräknas 25 % skapas vardera inom handel, hotell- och inkvarteringsanläggningar, restaurangnäring och inom övriga sektorer. Merparten av turisterna i Östhammar kommer från Uppsala- och Stockholmsregionen.

Då Östhammars kommun i praktiken är en glesbygdskommun med flera mindre tätorter är besöksnäringen sannolikt av större betydelse än för exempelvis en "stadskommun" som Nyköping. Ett belysande exempel på detta är den lokala ICA-butiken i Öregrund. Enligt uppgift kan ungefär halva årsomsättningen för butiken hänföras till turister under sommarsäsongen. Således skapar besöksnäringen sannolikt ett bättre utbud av varor och tjänster på orten och därigenom bättre möjligheter för människor att bo i Öregrund.

Vad skulle då en djupförvarsanläggning få för effekter på besöksnäringen i kommunen? En djupförvarsanläggning skulle generera ett omfattande och stabilt arbetsresande av både svenska och utländska gäster. Dessutom kommer ett djupförvar att attrahera en betydande mängd mer eller mindre organiserade besök, som skulle ge betydelsefulla tillskott av nya kategorier besökare. Anläggningens speciella karaktär och det faktum att den skulle bli en av de första i sitt slag i världen kan resultera i en betydande internationell uppmärksamhet. Intresset från omvärlden kommer i stor utsträckning att styras av det framtida samhällets attityder till kärnavfallsfrågor allmänt sett – faktorer som knappast låter sig bedömas idag.

Erfarenheter från kärntekniska anläggningar kan ge viss vägledning, speciellt då en av dessa redan ligger i Östhammars kommun. Tabell 8-5 visar en sammanställning av besöksstatistiken från svenska anläggningar. Kärnkraftverken Ringhals och Forsmark toppar statistiken med över 20 000 besökare vardera per år, varav cirka 30 % är så kallade obokade besök. Återstoden är planerade besök från skolor, företag, myndigheter, politiker, journalister med mera. Ungefär en tiondel av besökarna kommer från utlandet. Ringhals har sedan starten 1972 totalt besökts av mer än 450 000 personer.

Även SKB:s anläggningar (CLAB, SFR och Äspölaboratoriet) tar varje år emot ett betydande antal besökare. CLAB och SFR är särskilt intressanta, eftersom man där faktiskt hanterar och förvarar radioaktivt avfall. Det avfall som besökarna idag kan se under mellanlagring i CLAB ska så småningom överföras till djupförvaret.

Tabell 8-5. Besöksstatistik från kärntekniska anläggningar i Sverige

Anläggning	Antal besök år 1996
<i>Kärnkraftverk</i>	
Forsmark	22 494
Oskarshamn	11 195
Ringhals	20 705
Barsebäck	13 053
<i>Avfallshantering och forskning</i>	
CLAB (Oskarshamn)	9 532
SFR (Forsmark)	20 626
Äspö (Oskarshamn)	5 192

Källor: Muntlig information från anläggningarna.

En uppskattning av besöksfrekvensen vid en eventuell djupförvarsanläggning i Östhammar pekar på storleksordningen 5 000–10 000 besökare per år. Det skulle i så fall ge ett tillskott till den lokala besöksnäringens årsomsättning på ungefär 5–10 miljoner kronor. De internationella besökarna och andra besök av arbetskaraktär kan antas ske under andra tider än den svenska sommarsesongen vilket bidrar till att jämna ut besöksströmmarna under året.

Det framförs ofta en oro för att en etablering av en anläggning kopplad till kärnavfall skulle få negativa konsekvenser för regionens turistiska attraktionskraft, lokalt och kanske också i en större region.

Flera branschföreträdare har i tidigare studier påpekat massmediernas roll i frågan kring djupförvaret /8-4/. Massmedierna är i sin tur beroende av lokalbefolkningens attityd vid sin bedömning. Om de som bor i den region där djupförvaret etableras känner sig trygga, förmedlar de denna känsla till både massmedia och gäster. Några bedömare anser att pressen kommer att påverka turismen i hög grad och andra att frågan mest kommer att debatteras lokalt.

Liksom när det gäller direkta effekter kan erfarenheter från orter där kärntekniska anläggningar etablerats bidra med kunskap när det gäller indirekta effekter – återigen med reservationer att direkta jämförelser med en djupförvarsetablering måste göras med försiktighet. Kärnkraftverket vid Ringhals (Hallandskusten) och anläggningarna i Oskarshamn (mot Öland) ligger i direkt anslutning till för turismen mycket attraktiva områden, och kan därför vara av speciellt intresse.

I en utredning från Umeå universitet /8-8/ redovisas resultat av diskussioner med turistbyråer i de kommuner, där de svenska kärnkraftverken är placerade. Det framkom att det i dessa kommuner inte genomförts några studier av hur kärnkraftverkens lokalisering påverkat turismen i kommunen och i området. Den omfattande undersökning som genomförts bland turisterna i Kalmar län tar inte upp det faktum att Oskarshamns kärnkraftverk finns i närheten. Några säkra slutsatser går därför inte att dra, men det tycks inte som om turismen påverkats i någon större utsträckning. Parallellerna till Forsmarks kärnkraftverk, som ligger väl synligt från de stora turistmålen i Östhammars kommun, Öregrund och Gräsö, är tydliga. Några uppenbara kopplingar till minskad turism och närheten till kärnkraftverket är även i detta fall svåra att finna.

Hur påverkas då fastighetsmarknaden av en etablering av ett djupförvar? Eftersom det idag inte finns någon direkt jämförbar anläggning i världen finns inte heller några undersökningar som kunnat mäta vad som har hänt med prisutvecklingen på fastighetsmarknaden i ett område där ett djupförvar för använt kärnbränsle etablerats. Däremot finns historiska data över prisutvecklingen i orter där kärnkraftverk och kärnavfallsanläggningar etablerats.

För att se om, och i så fall hur, den hittillsvarande kärntekniska verksamheten i kommunerna påverkat fastighetsprisutvecklingen har Svensk Fastighetsvärdering (SVEFA) gjort undersökningar av fastighetsmarknaden bland annat i kommuner med olika former av kärnteknisk verksamhet. Hypotesen som ligger till grund för undersökningen är att om en kärnteknisk anläggning skadar anseendet hos en kommun eller i en region bör detta avspeglas i sämre prisutveckling på i första hand fritidshus, jämfört med andra områden. Som jämförelse har prisutvecklingen för samma typ av objekt i grannkommuner respektive hela Sverige använts /8-6/.

I Östhammars kommun finns både ett kärnkraftverk och ett slutförvar för radioaktivt driftavfall (SFR). Prisutvecklingen för fritidshus och permanentus i denna kommun har undersökts från 1966 till 1997 (se figur 8-10 och 8-11).

Bedömningen är att det inte går att påvisa någon långsiktigt negativ prisutveckling i Östhammars kommun jämfört med Norrtälje kommun eller för riket som helhet. Vid intervjuer med fastighetsmäklare har det inte heller framkommit något som pekar på att kärnkraftverket skulle ha haft en negativ inverkan på prisbilden för permanent- eller fritidshus i kommunen. En etablering av ett djupförvar bedöms därför inte påverka fastighetsmarknaden negativt i ett längre tidsperspektiv. Snarast kan ett ökat tryck på arbetsmarknaden göra att fastighetspriserna på kort sikt kan öka något.

Den samlade bedömningen är därmed att en djupförvarsetablering skulle innebära övervägande positiva effekter för fastighetspriser, turism och besöksnäring i Östhammars kommun.

Huvudskälet till positiva effekter på besöksnäringen är det omfattande arbets- och besöksresande som djupförvaret i sig skulle generera. Riktigheten i de farhågor som uttrycks för negativa, indirekta konsekvenser för regionens turism till följd av en etablering är mycket svåra att bedöma. Vissa bedömare inom branschen ser betydande risker, medan andra ser möjligheter. Det faktum att det redan finns ett fullskaligt kärnkraftverk i Östhammars kommun och ett förvar för driftavfall talar dock rimligen mot att ett djupförvar för använt kärnbränsle skulle ha några långsiktigt negativa effekter.

8.9 Bedömning

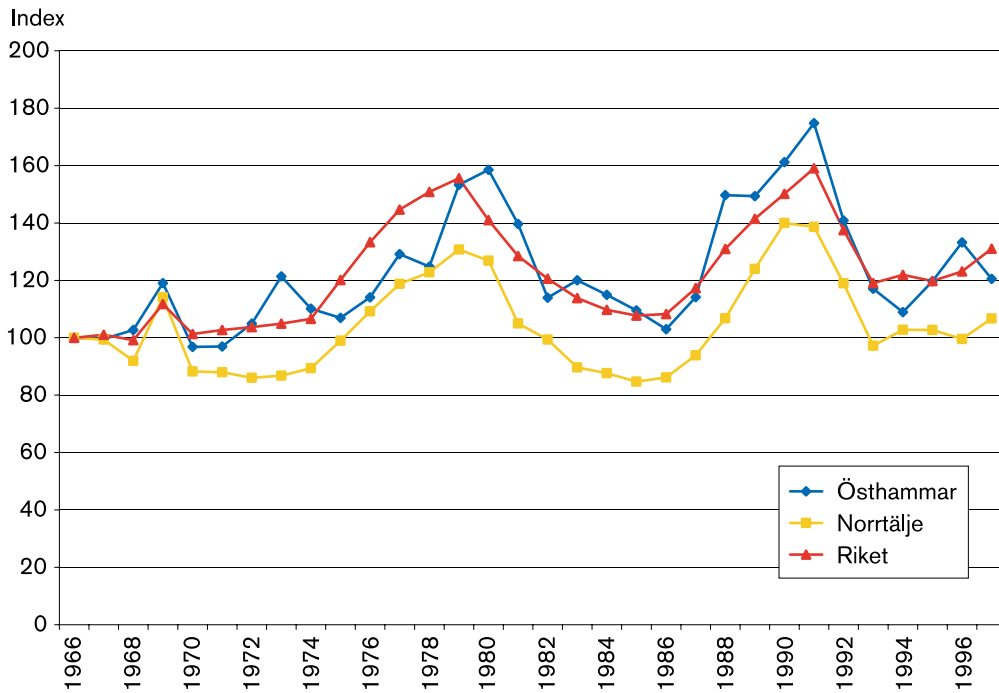
Redovisningen i detta kapitel har speglat olika samhällsförhållanden i Östhammars kommun, och i någon mån också i regionen, grundat på:

- En allmän historik, nulägesbeskrivning och omvärldsanalys.
- Modellberäkningar och prognoser över den framtida utvecklingen oberoende av djupförvarsprojektet.
- En beskrivning av djupförvarsprojektets investeringar, personalbehov med mera.
- Allmänna erfarenheter från likartade anläggningar och verksamheter.

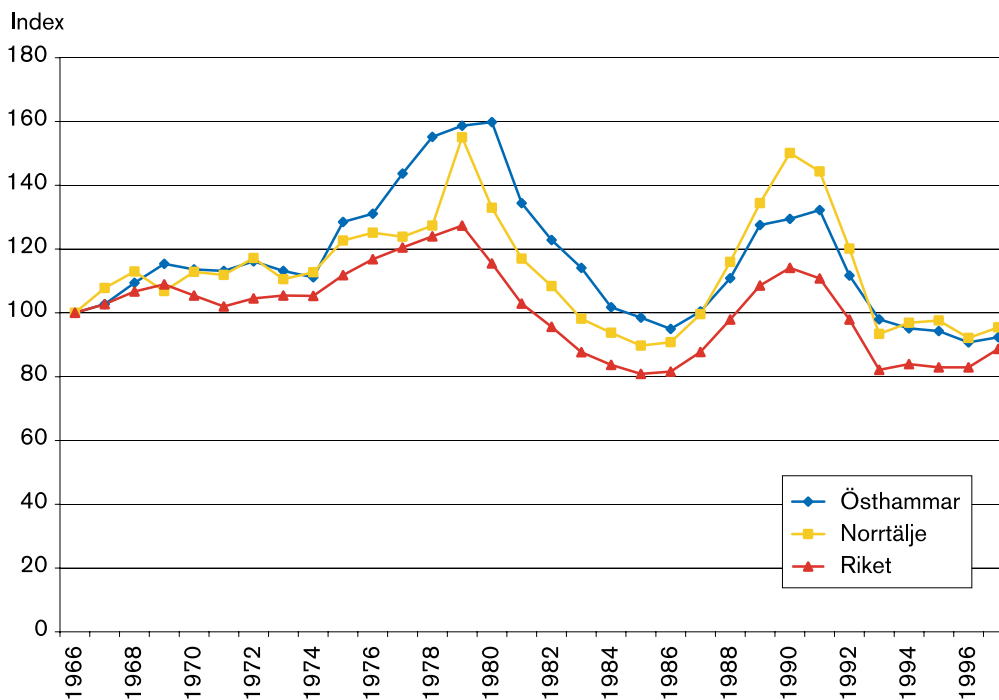
Genom att kombinera informationen har sedan en bedömning gjorts av de lokala och regionala samhällseffekterna vid en eventuell djupförvarsetablering i Östhammars kommun och förutsättningarna för en etablering.

Östhammars kommun har ett förhållandevis diversifierat näringsliv och en mycket stor industrisektor. Det finns företag och kompetens inom många sektorer som kan vara av relevans vid en djupförvarsetablering, till exempel metallbearbetning, byggande och konstruktion och inte minst den kärntekniska sektorn. Den regionala arbetsmarknaden tillhör de största i Sverige och de geografiska avstånden är begränsade. Närheten till Uppsala och Stockholmsregionen medför goda rekryteringsmöjligheter och en mycket god tillgång till underleverantörer. Kommunikationerna till och från Östhammars kommun är goda.

SKB:s övergripande bedömning är att Östhammars kommun är ett lämpligt alternativ vad gäller de socioekonomiska förutsättningarna för en etablering av ett djupförvar. Vidare kan potentialen för eventuella spin-off-effekter bedömas som goda.



Figur 8-10. Prisutveckling på fritidsbus i Östhammar, Norrtälje och riket. (1966 = 100).



Figur 8-11. Prisutveckling på permanentbus i Östhammar, Norrtälje och riket. (1966 = 100).

Baserat på denna och andra förstudiers samhällsutredningar kan effekterna på sysselsättningen i Östhammar med omnejd av ett djupförvar bedömas till totalt knappt 340 årsarbeten under en femtioårsperiod. Av dessa arbetstillfällen beräknas cirka 220 personer vara direkt sysselsatta i driften och byggandet av djupförvaret medan cirka 120 arbetstillfällen skapas hos service- och underleverantörer. Sannolikt kommer också ett tiotal arbetstillfällen att skapas inom besöksnäringen. Effekterna på befolkningsutvecklingen bedöms bli obetydliga då det ökade arbetskraftsbehovet kan absorberas av den lokala och regionala arbetsmarknaden. Om några negativa effekter uppstår bedöms dessa bli kortvariga.

8.10 Slutkommentar

Den genomgång som presenterats gör inga anspråk på att vara fullständig. Frågan om djupförvarsprojektets samhällseffekter är sammanflätad med mera allmängiltiga samhällsfrågor och därmed svår att avgränsa. Diskussionen i förstudien kan sägas ha förts utifrån ett ganska snävt "djupförvarsperspektiv", i den meningen att prognoserna väsentligen behandlat de resurser i form av investeringar, personal, service med mera som projektet skulle kräva. Integreringsmöjligheter med andra samhällsintressen har berörts endast perifert.

Den övergripande planen för djupförvarets genomförande styrs av säkerhetsmässiga och tekniska krav och förutsättningar, vilket är frågor som genomgår omfattande myndighetsprövning med regeringen som slutligt beslutande instans. Projektets storlek, långa tidshorisont och konjunkturokänslighet ger ändå stora möjligheter att åstadkomma en god integrering med det lokala och regionala samhället.

Ett exempel är frågan om djupförvarets personalbehov, där genomgången helt baseras på de konkreta behoven i olika skeden av planering, etablering och drift. Däremot har inte motsvarande behov av exempelvis förberedande utbildningsinsatser eller andra åtgärder för att tillgodose rekryteringsbehoven beaktats. Sett från djupförvarsprojektets horisont är goda rekryteringsmöjligheter och en stabil personalsituation viktiga kvalitetsfaktorer. Ett aktivt lokalt engagemang inom utbildningssektorn och i frågor som påverkar viljan till inflyttning och varaktigt boende på orten är därför önskvärt. Kommunens möjligheter att arbetsmarknadsmässigt svara upp mot de krav och önskemål som ett djupförvar kan antas komma att ställa måste anses vara goda.

De beräkningsmodeller som använts tar hänsyn till den allmänna samhällsutvecklingen, lokala förhållanden och djupförvarets investeringar och deras spridningseffekter. Modellerna beaktar däremot inte möjliga strävanden från samhällets sida att aktivt styra utvecklingen och därmed påverka sysselsättningseffekterna. Det bör ligga i såväl djupförvarsprojektets som samhällets intresse att jämna ut variationer i sysselsättningen under olika skeden och särskilt att undvika en markerad byggboom i utbyggnadsskedet. En lugnare expansionsfas ger erfarenhetsmässigt bättre förutsättningar för anpassning av servicesektorn och bidrar allmänt till stabilitet i samhället. Utbildningsinsatser och/eller justeringar av planerna för själva utbyggnaden kan bidra till att fördela sysselsättnings-effekten över en längre tidsperiod.

Betraktar man en eventuell djupförvarsetablering utifrån ett psykosocialt perspektiv finner man ett spektrum av svårgripbara frågeställningar. Hit hör den oro som delar av befolkningen känner inför etableringen av ett djupförvar och vad det kan medföra för samhället och deras egna levnadsförhållanden. Oron har olika grunder, alltifrån en genuin rädsla för strålningsrisker – nu eller i framtiden – till uppfattningen att en etablering skulle ge bygden en dålig stämpel och därigenom en försämrad ekonomisk utveckling. Erfarenheter från tidigare kontroversiella etableringar visar dock att denna typ av oro är av kortvarig karaktär. En tro på ökade möjligheter till framtida arbete på orten är ett exempel på positiva effekter av en djupförvarsetablering.

Sammantaget kan man konstatera att en eventuell etablering av ett djupförvar i Östhammars kommun, betraktad ur ett vidare samhällsperspektiv, väcker en rad frågor utöver vad som behandlats i förstudien. Många aspekter måste betraktas utifrån andra perspektiv än SKB:s. I denna process har kommunen och andra lokala och regionala intressenter viktiga roller.

9 Sammanfattande värdering

SKB:s bedömning från förstudien är att det finns goda förutsättningar för vidare studier rörande lokalisering av ett djupförvar till Östhammars kommun. Mest intressant är att förlägga djupförvarets ovanjordsanläggning till SFR/Forsmark med underjordsanläggningen i området mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden. En lokalisering vid SFR gör att djupförvaret inte stör eventuell utbyggnad av anläggningar för framtida energiproduktion inom Forsmarksområdet. Eftersom både djupförvaret och SFR kommer att drivas under många år efter avstängningen av den sista kärnkraftsreaktorn kan samordningsvinster med SFR i form av delad hamn, verkstäder, kontor, informationsverksamhet, bevakning med mera kvarstå även efter den sista reaktorns stängning. Ett alternativ som också bedöms som intressant är en förläggning av ovanjordsanläggningen till Hargshamn med underjordsanläggningen i det geologiskt intressanta området väster om väg 76. Om detta alternativ skulle aktualiseras behöver en fördjupad studie göras om en sådan lokalisering är möjlig med hänsyn till miljöbalkens skydd av vissa kust- och skärgårdsområden.

SKB:s helhetsbedömning är att båda alternativen erbjuder bra tekniska och samhällliga förutsättningar, samtidigt som påverkan på miljön begränsas genom att befintliga industriområden utnyttjas för ovanjordsanläggningen och genom att landtransporter undviks. Båda alternativen bedöms även ge goda förutsättningar för en långsiktigt säker förvaring av kärnavfallet i berggrunden. Innan detta kan fastställas krävs dock provborrningar.

9.1 Lokaliseringsförutsättningar i Östhammars kommun

9.1.1 Bakgrund

Under våren 1995 gjorde SKB en översiktlig sammanställning av lokaliseringsförutsättningarna för ett djupförvar i fem kommuner med kärntekniska anläggningar, bland annat Östhammars kommun. Slutsatsen var att kommunen har sådana geologiska förutsättningar att den bedömdes intressant för vidare studier. Detta, tillsammans med den kunskap och erfarenhet av kärnteknisk verksamhet och hantering av radioaktivt avfall som finns i kommunen, har varit de viktigaste skälen till att SKB har ansett det intressant att genomföra en förstudie avseende möjligheterna att lokalisera ett djupförvar till kommunen. Kommunfullmäktige beslutade i juni samma år att medge att SKB får göra en förstudie.

9.1.2 Långsiktig säkerhet

Djupförvarets långsiktiga säkerhet är beroende av berggrundens egenskaper på den plats där förvaret byggs. I en förstudie görs sammanställningar av geologiska kartor och annat geovetenskapligt underlag. Detta ger en översiktlig bild över var i kommunen det kan finnas berggrund med lämpliga egenskaper. För en tillförlitlig analys av ett djupförvars långsiktiga säkerhet behövs emellertid kunskap om förhållanden på förvarsdjup, något som kräver mätningar i djupa borrhål. Sådana borrhålsundersökningar genomförs vid platsundersökning och ingår inte i en förstudie.

Berggrundsförhållanden

Stora delar av Östhammars kommun, speciellt kustregionen, har relativt tunt jordtäckte och hög andel kalt berg, något som underlättar berggrundsgeologisk kartläggning och därmed ökar förutsättningarna för att prognostisera förhållanden på förvarsdjup.

Det underlag som tagits fram om förhållandena i berggrunden visar att kommunen domineras av så kallade metagranitoider, vanligen benämnda gnejsgraniter. Dessa har generellt sett goda egenskaper ur djupförvarssynpunkt. I vissa områden är dock gnejsgraniterna inhomogena med inlagringar av exempelvis amfibolit- eller pegmatitgångar. Övriga bergarter bedöms som mindre gynnsamma ur djupförvarssynpunkt.

Berggrunden har påverkats av plastisk och spröd deformation. Den plastiska deformationen har bland annat resulterat i storskaliga plastiska skjuvzoner, exempelvis Singöskjuvzonen i kommunens nordöstra del. Den spröda deformationen har gett upphov till storskaliga förkastningar och sprickzoner. Omfattningen av plastiska skjuvzoner är större än normalt för svensk berggrund, medan förekomsten av förkastningar och sprickzoner bedöms som normal. Inneslutna i de plastiska skjuvzonerna finns så kallade tektoniska linser, det vill säga relativt stora områden där berggrunden i betydligt mindre grad har påverkats av plastisk deformation.

Östhammars kommun ligger i den nordöstligaste utlöparen av Bergslagens malmprovins och bergsbruket har mycket gamla traditioner, inte minst vid Dannemora malmfält. Idag finns ingen gruva i drift i kommunen, men omkring en tredjedel av berggrunden kan betecknas som malmpotentiell. I ett längre tidsperspektiv kan prospekteringsintressen åter uppstå i dessa delar av kommunen.

I förstudiens geologiska utredning har alla delar inom kommunen som uppvisar potentiellt olämpliga förhållanden (vissa bergarter, heterogen berggrund, malmpotential, plastiska deformationszoner) avförts som ointressanta för vidare studier. Efter att hänsyn även tagits till i lag skyddade områden, närhet till potentiell storskalig gruvverksamhet (Dannemora) och storlek på möjliga undersökningsområden kvarstår fyra områden, se figur 9-1. Två av dessa, Forsmarksområdet och Hargshamnsområdet, har bedömts som särskilt intressanta genom att de båda är belägna i närheten av befintliga industrihamnar. För Forsmarksområdets vidkommande är även närheten till SFR och Forsmarksverket en positiv faktor genom den samordning som kan ske mellan olika kärntekniska verksamheter där. I Forsmarks- och Hargshamnsområdet har därför geologiska fältkontroller utförts under förstudiens kompletterande skede.

Den relativt omfattande fältkontrollen vid **Forsmark** visar att det finns potentiellt lämplig berggrund mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden, se figur 9-2. Här finns homogen berggrund med låg deformationsgrad. Området ligger inom en tektonisk lins med en röd till gråröd gnejsgranit (metagranit) som huvudbergart. Sprickfrekvensen är vanligen låg (mindre än en spricka per meter) och antalet tolkade sprickzoner inom linsen är relativt få. Förmodligen består dessa förhållanden till förvarsdjup eller djupare. Ett naturreservat i områdets sydöstra del begränsar den tillgängliga ytan till cirka tio kvadratkilometer. Andelen berg i dagen varierar inom området. De hållar där fältkontroll genomförts är dock väl spridda, vilket medför att den geologiska kartan kan betraktas som tillförlitlig för en översiktlig bedömning.

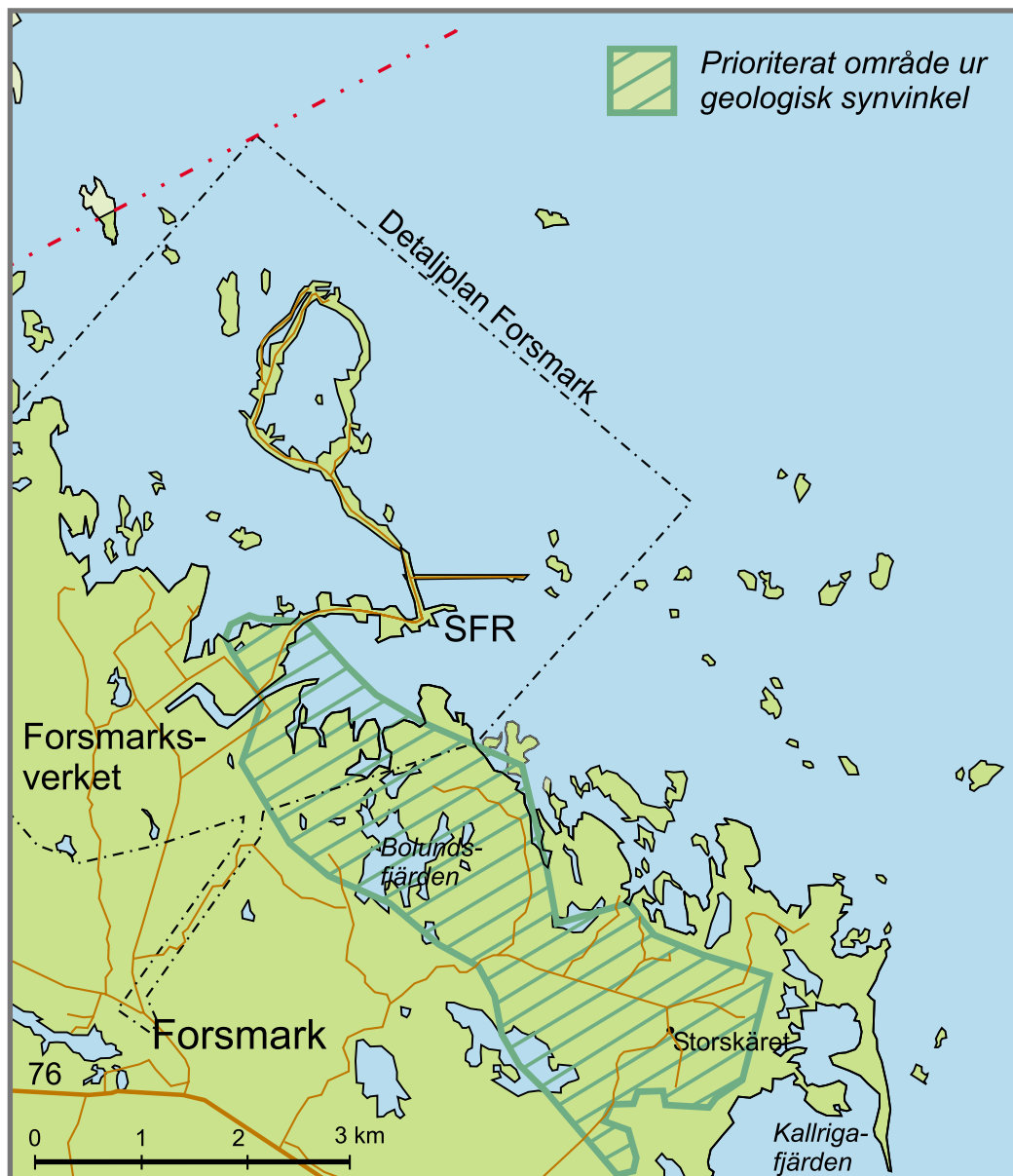
En möjlighet som inte bör uteslutas är att förlägga djupförvaret under SFR-förvaret. Erfarenheterna från utbyggnaden av mer än fyra kilometer tunnlar och berggrum är mycket goda. Mot detta alternativ talar dock områdets läge i närheten av en bred plastisk skjuvzon och en delvis inhomogen berggrund.



Figur 9-1. Potentiellt lämpliga områden för ett djupförvar i Östhammars kommun. I området sydost om Forsmark samt väster om Hargshamn har fältkontroller genomförts. Dessa har bekräftat att båda områdena ur geologisk synpunkt är lämpliga för vidare studier.

Även den fältkontroll som genomförts väster om **Hargshamn** har bekräftat förekomsten av potentiellt lämplig berggrund med tillräcklig volym för ett djupförvar. Fältkontrollen har dock inte varit lika omfattande som i Forsmarksområdet.

Hargshamnsområdet ligger i en tektonisk lins. Huvudbergart är en röd, medel- till grovkornig, ibland svagt folierad gnejsgranit (metagranit). Fältkontrollen indikerar homogen berggrund med låg sprickfrekvens och i övrigt lämpliga förhållanden. Gnejsgraniten i detta område täcker en yta av storleksordningen 20 kvadratkilometer, om endast berggrunden väster om väg 76 antas vara tillgänglig och om områden med vissa naturvårdsintessen undantas. Området har markerats i figur 9-3.

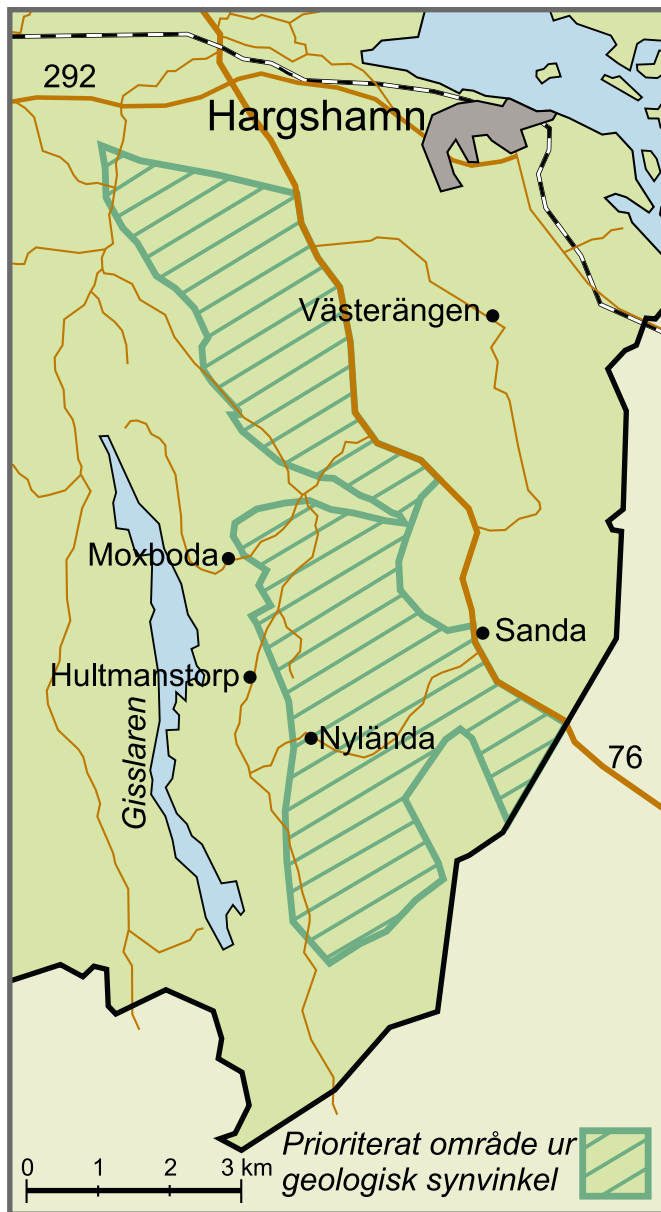


Figur 9-2. Geologiskt lämpligt område för vidare studier mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden. Endast den del av området som ligger utanför naturreservatet Kallriga är markerat.

Grundvattenförhållanden

Grundvattnets strömningsmönster i berggrunden på den plats där djupförvaret förläggs är en viktig parameter ur säkerhetssynpunkt. Långsam grundvattenströmning och långa strömningsvägar för grundvattnet är gynnsamt för ett djupförvar. Undersökningar på olika platser i landet visar att strömningen på förvarsdjup i stor utsträckning kontrolleras av lokala variationer i berggrundens vattengenomsläpplighet.

I större delen av Östhammars kommun är terrängen mycket flack, vilket ger en liten drivkraft (gradient) för grundvattenströmning. Detta bidrar generellt till långsam grundvattenströmning och därmed till små grundvattenflöden på större djup.



Figur 9-3. Geologiskt lämpligt område för vidare studier väster om Hargshamn. Endast den del av området som inte berörs av särskilda naturvårdsintressen eller miljöbalkens skydd av vissa kuststräckor har markerats.

Uppgifter om grundvattnets strömningsförhållanden och kemiska sammansättning på försvarsdjup saknas i stort sett inom kommunen. Strax väster om Östhammars gräns mot Tierps kommun finns däremot det välundersökta Finnsjöområdet. Här har, förutom geologiska studier, omfattande grundvattenundersökningar i borrhål utförts av SKB ner till större djup än det planerade försvarsdjupet. De viktigaste slutsatserna från dessa undersökningar är att vattengenomsläppligheten i Finnsjöområdet är högre än i vissa andra områden som SKB har undersökt. Trots detta har mycket låga grundvattenflöden konstaterats under en bred, flack sprickzon som påträffats i en del av undersökningsområdet på 100-295 meters djup. Enligt en tolkning kan den flacka zonen fungera som en "hydraulisk bur" som begränsar möjligheten för grundvattenflöde under zonen. Flacka zoner har påträffats eller indikerats även i SFR, vid Forsmarksverket och vid Danne-mora. Förmodligen är de vanligt förekommande i regionen.

Statistiska analyser av brunnnsdata från Östhammars kommun tyder på genomsnittliga eller något lägre vattenkapaciteter i bergborrade brunnar jämfört med riket som helhet. Spridningen mellan enskilda brunnar är dock stor. Sammantaget tyder detta på normala grundvattenförhållanden i den övre delen av berggrunden. Någon jämförelse med Finnsjödata är inte möjlig eftersom brunnarna är betydligt grundare än undersökningsborrhålen vid Finnsjön och spridda över hela kommunen.

Även grundvattnets kemiska sammansättning är en viktig faktor ur säkerhetssynpunkt. Grundvattenprover från bergborrade brunnar i Östhammars kommun indikerar en för svensk berggrund normal grundvattenkemi, vilket innebär en gynnsam kemisk miljö för ett djupförvar. En skillnad jämfört med genomsnittliga förhållanden i svensk berggrund är att brunnar med förhöjd salthalt förekommer oftare än normalt. Vattenprover från vissa borrhål i Finnsjöområdet visar på salthalter som är något högre än för dagens Östersjövatten. Salthalten och halterna av övriga ämnen ligger ändå väl inom gränserna för vad som är acceptabelt ur djupförvarssynpunkt. Proverna från större djup visar på grundvatten som är fritt från löst syre, vilket är en viktig faktor för djupförvaret.

Samlad bedömning

SKB:s samlade bedömning är att både Forsmark- och Hargshamnssområdena ur geologisk/säkerhetsmässig synpunkt är intressanta för vidare undersökningar. För en tillförlitlig bedömning av den långsiktiga säkerheten av ett djupförvar på någon av dessa platser behövs data från bland annat djupa borrhål.

9.1.3 Teknik

Berggrunden ska ha egenskaper som gör det möjligt att bygga och driva anläggningen under jord med betryggande säkerhet och med känd teknik. När det gäller anläggningen ovan jord är det en fördel med närhet till befintlig infrastruktur. Transporter till djupförvaret av såväl kärnavfall som annat gods ska kunna genomföras med betryggande säkerhet. Tillgång till hamnar, järnvägar och vägar ger fördelar.

Djupförvarets underjordsanläggning

De dominerande bergarterna i kommunen utgörs av gnejsgraniter. Dessa bergarter ger erfarenhetsmässigt bra förutsättningar för bergbyggnad. Liksom i annan urbergsmiljö måste anläggningsutformning och byggmetoder anpassas till lägen och karaktär på de sprickzoner som förekommer. I bergutrymmen på större djup kan generellt sett höga bergspänningar ge stabilitetsproblem under byggnads- och driftperioderna. Vidare kan förekomst av radon i anläggningarna ställa särskilda krav på bland annat ventilation av anläggningen. Både Forsmarks- och Hargshamnssområdet bedöms ha normala byggnadstekniska egenskaper för svensk berggrund, men detta måste kontrolleras med mätningar i djupa borrhål.

När det gäller vattenföringen på förvarsdjup i de aktuella områdena saknas data. Omfattande erfarenheter finns dock från den mer ytligt belägna SFR-anläggningen. Dessa har inte visat på några ovanliga eller försvårande omständigheter för byggande och drift. Förekomst av salt grundvatten kan medföra ökad risk för korrosion på installationer och utrustningar i anläggningen. Detta ses inte som något stort problem, men det kan innebära särskilda krav på materialval och på underhållet under djupförvarets driftperiod.

Djupförvarets ovanjordsanläggning

Djupförvarets ovanjordsanläggning ställer i sig inte några speciella krav på markens bärighet eller markförhållanden i övrigt i jämförelse med annan industri. Ur teknisk synvinkel finns det goda möjligheter att anpassa anläggningen till de förhållanden som råder på den aktuella platsen. Bra kommunikationer och närhet till annan infrastruktur ger fördelar, men är inte något krav vid en etablering.

Vid en lokalisering av djupförvarets ovanjordsanläggning till **Forsmark** kan dess huvudsakliga ovanjordsanläggning förläggas i anslutning till SFR:s ovanjordsanläggning. En sådan lokalisering gör också att djupförvaret inte stör eventuell utbyggnad av anläggningar för framtida energiproduktion inom Forsmarksområdet. Eftersom både djupförvaret och SFR kommer att drivas under många år efter avstängningen av den sista kärnkraftsreaktorn, kan samordningsvinster med SFR i form av delad hamn, verkstäder, kontor, informationscenter, bevakning med mera kvarstå även efter den sista reaktorns nedläggning.

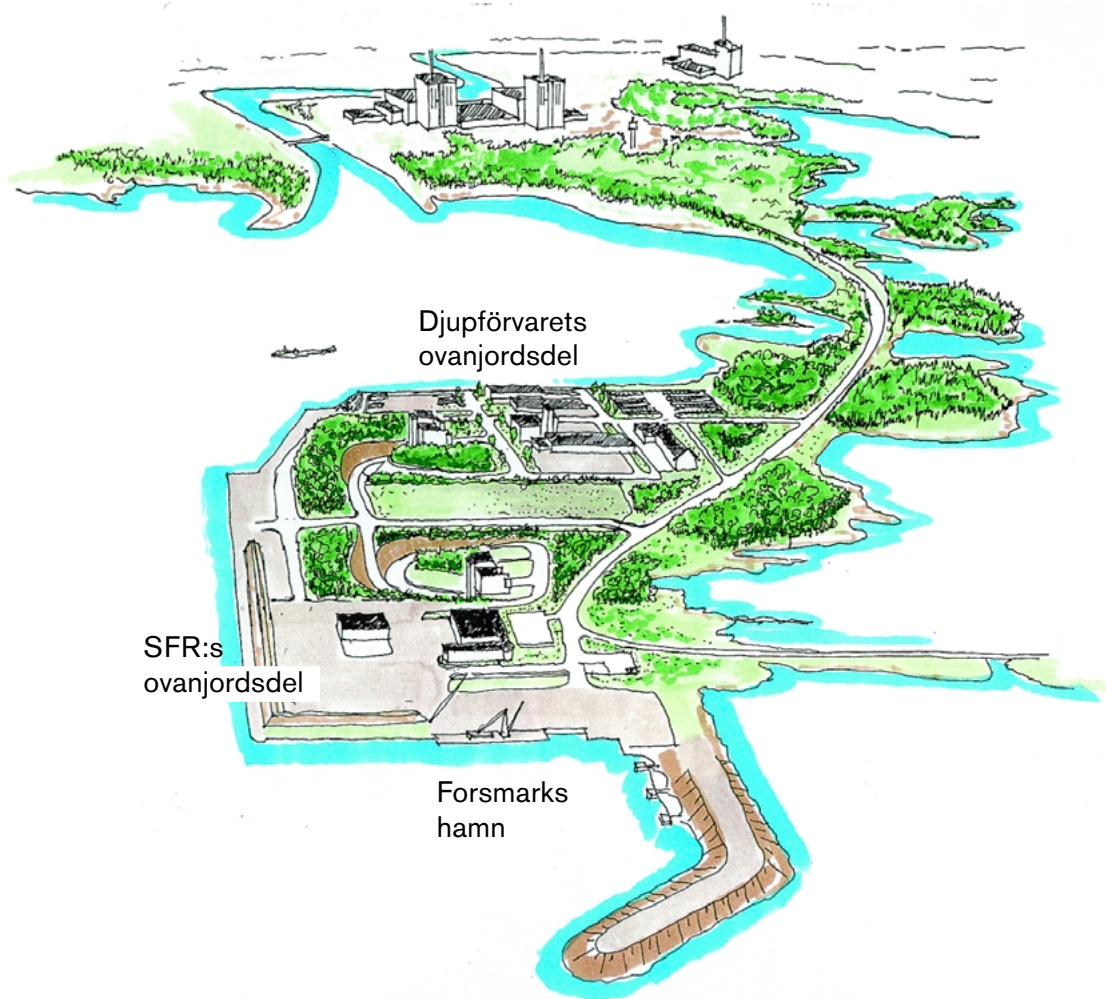
SFR:s ovanjordsanläggning är belägen på en delvis konstgjord halvö invid Forsmarks hamn. Djupförvarets byggnader skulle kunna rymmas på platsen efter måttliga utfyllnader. En skiss över hur dess anläggningar skulle kunna utformas visas i figur 9-4. Ett eventuellt upplag för bergmassor skulle kunna placeras på en annan plats inom Forsmarksverket eller i vattenområdet i närområdet till SFR. Eventuell avyttring av bergmassor kan ske sjövägen från hamnen i Forsmark eller via landsvägstransport.

Till djupförvarets underjordsanläggning sydost om Forsmarksverket kan anläggningarna ovan och under jord förbindas med en sluttande tunnel. Eftersom tunneln troligen blir kort behövs det endast några få mindre byggnader för ventilation och utrymning ovanför förvaret. Hisschakt med byggnader för personaltransporter kan då troligen förläggas inom eller i anslutning till det detaljplanerade området vid Forsmarksverket. Om förvaret förläggs på större avstånd från Forsmarksverket behövs troligen ett hisschakt för personaltransporter ovanför förvaret.

I **Hargshamn** iordningsställer kommunen industrimark i ett större område i anslutning till hamnen. Inom detta område skulle, förutom nya industrier och en utökad hamnverksamhet, även djupförvarets ovanjordsanläggning rymmas. Anläggningen skulle kunna placeras in på ett sådant sätt att annan industriell verksamhet och hamnens funktioner inte störs. På samma sätt som för Forsmark kan det geologiskt intressanta området väster om Hargshamn nås med en tunnel från Hargshamn. Byggnader för ventilation och hisschakt för personaltransporter behövs troligen inom det geologiskt intressanta området.

Transporter

Under djupförvarets drift ska transportbehållare med kärnavfall samt återfyllnadsmaterial transporteras till anläggningen. Till detta kommer transporter av gods i mindre volymer samt av personal. I Hargshamn finns en hamn med kapacitet för djupförvarets transporter av kärnavfall och återfyllnadsmaterial. Även i Forsmark finns en hamn som kan ta emot transporter av kärnavfall. Däremot krävs vissa utbyggnader eller alternativt omlastning i annan hamn till mindre fartyg för transporter av återfyllnadsmaterial. Alternativt kan återfyllnadsmaterial tas emot i Hargshamn och transporteras på landsväg till Forsmark. De båda lokaliseringalternativen innebär en placering av djupförvarets ovanjordsanläggning – och tunnelmynningen till underjordsanläggningen – i nära anslutning till Forsmarks respektive Hargshamns hamn. Därmed behövs inte heller några landtransporter av kärnavfall på allmänna kommunikationsleder för något av de två alternativen.



Figur 9-4. Möjlig utformning av djupförvarets ovanjordsanläggning vid SFR. Ovanjordsanläggningen har här placerats mellan de befintliga byggnaderna för SFR-anläggningen vid hamnen och Forsmarksverket.

Samlad bedömning

SKB:s samlade bedömning är att både Forsmarks- och Hargshamnsområdet troligen är lämpliga med avseende på byggande och drift av djupförvarets underjordsanläggning. Dock bör faktorer som bergspänningar samt lägen och karaktär på sprickzoner ges särskild uppmärksamhet vid eventuella vidare studier.

Djupförvarets ovanjordsanläggning kan lokaliseras till Forsmark eller Hargshamn. Båda platserna är belägna vid kusten med tillgång till hamn med tillräcklig kapacitet för djupförvarets gods. Platserna har sedan tidigare utbyggd infrastruktur vilket ger goda möjligheter till samordning med nuvarande och annan planerad verksamhet. Transportmässigt finns det allmänt sett goda förutsättningar i regionen.

9.1.4 Mark och miljö

Mark- och miljöaspekterna är, vid sidan av säkerheten, av stor betydelse för lokaliseringen av djupförvaret. Områden som både kan erbjuda bra berg och som inom rimligt avstånd har lämplig mark för en etablering av ovanjordsanläggningen är därför särskilt intressanta. Djupförvarets ovanjordsanläggning innebär det största ingreppet på mark och miljö genom den areal som behövs för dess olika funktioner. Det är också där som annan miljöpåverkan främst kan förutses, exempelvis buller, bergmassehantering och transporter. Möjligheten att förskjuta anläggningarna ovan och under jord i förhållande till varandra ger goda förutsättningar för anpassning till lokala förhållanden och därmed möjlighet att ta hänsyn till skyddsvärda områden.

Under undersökningsskedena och inför byggandet av ett djupförvar leder djupborrningar till viss påverkan på flora och fauna i området ovanför den planerade underjordsanläggningen. Vid byggande och drift kan en del byggnader behövas rakt ovanför underjordsanläggningen, liksom ventilationsbyggnader längs med den tunnel som förbinder anläggningarna ovan och under jord.

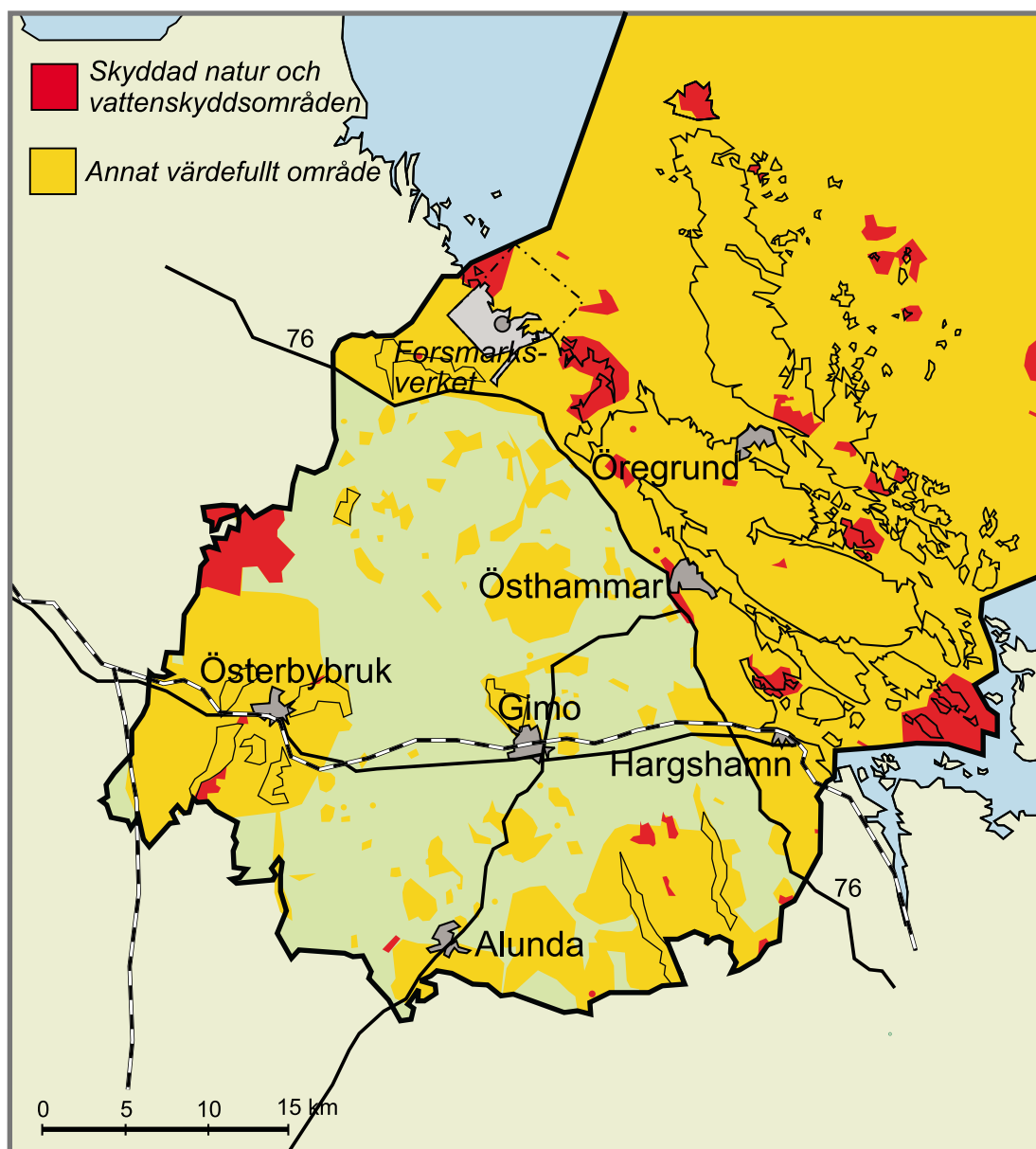
Skyddade och värdefulla områden

I figur 9-5 redovisas områden med olika grad av skydd för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv samt vattenskyddsområden. Alla de på kartan markerade områdena ska inte ses som uteslutna för lokalisering av ett djupförvar, utan är mera en illustration av var det finns områden som kräver särskild hänsyn. De mest känsliga områdena i kommunen, exempelvis naturreservaten Kallriga och Florarna, har markerats med röd färg. Dessa områden är inte aktuella för någon av djupförvarets anläggningar. Som framgår av kartan är hela kommunens kust- och skärgårdsområde värdefullt ur naturvårdssynpunkt.

Miljöpåverkan

Det finns goda möjligheter att placera och utforma djupförvarets anläggningar och verksamhet så att de ger en liten miljöpåverkan. Allmänt kan det konstateras att transporter av det använda kärnbränslet, återfyllnadsmaterial, bergmassor och av personal till och från djupförvaret innebär en påverkan på miljön. Även nyetablering eller ombyggnad av transportleder kan leda till miljöpåverkan som måste beaktas vid en helhetsbedömning av olika lokaliseringalternativ.

En lokalisering till **Forsmark** skulle innebära att djupförvarets ovanjordsanläggning placeras inom ett detaljplanelagt område för kärnteknisk verksamhet. Genom att förlägga anläggningen i direkt anslutning till SFR:s hamn och dess byggnader ovan jord samlas all avfallshantering till en plats och landtransporterna av kärnavfall blir mycket begränsade. Det känsliga kustläget innebär att särskild hänsyn behöver tas vid utformning av byggnader och övriga installationer så att buller och andra störningar begränsas och så att påverkan på landskapsbilden begränsas. Detta gäller inte minst upplag av bergmassor.



Figur 9-5. Skyddad och värdefull natur i Östhammars kommun.

Djupförvarets underjordsdel skulle i detta alternativ förläggas till det geologiskt intressanta området mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden. Ovan- och underjordsdelarna förbinds med en tunnel. Det geologiskt intressanta området är av riksintresse för naturvården och inom området finns delar med höga naturvärden. I området bedrivs även ett intensivt skogsbruk. Genom att företrädesvis använda befintliga skogsbilvägar, och i övrigt planera verksamheten så att störningar begränsas, kan en platsundersökning genomföras med hänsyn till områdets naturvärden. Skulle det bli aktuellt med ett förvar i området kommer troligen några schakt för ventilation och utrymning att behövas. Möjligen kan det även bli aktuellt med en byggnad för personaltransporter i schakt till underjordsanläggningen. Dessa byggnader bör kunna placeras vid befintliga vägar eller till andra platser där naturvärdena inte störs. Hur anläggningarna och verksamheten ovan och under jord kan utformas i detalj för att begränsa konsekvenserna för miljön utreds vid en eventuell platsundersökning och redovisas i en miljökonsekvensbeskrivning.

Lokaliseringalternativet **Hargshamn** innebär att djupförvarets ovanjordsanläggning förläggs i anslutning till den industrimark som kommunen håller på att bereda vid hamnen. Underjordsanläggningen förläggs i detta alternativ till det geologiskt intressanta området väster om Hargshamn och väster om väg 76. Ovan- och underjordsdelarna förbinds med en tunnel. Eftersom även detta alternativ utnyttjar ett befintligt industriområde vid hamn kan förmodligen djupförvarets anläggningar och verksamhet utformas så att miljöpåverkan begränsas och blir acceptabel i förhållande till hamnens övriga verksamhet.

I miljöbalken anges kust- och skärgårdsområden där vissa typer av industrier, bland annat kärnteknisk verksamhet, inte får etableras. Enligt kommunens översiktsplan ligger Hargshamn i ett sådant kust- och skärgårdsområde. En etablering av ovanjordsdelen i Hargshamn kan därför eventuellt förhindras på grund av bestämmelserna i miljöbalken. Skulle detta alternativ bli aktuellt måste denna fråga noga prövas. Det geologiskt intressanta området, och därmed platsen för ett eventuellt förvar, ligger väster om väg 76 och berörs därför inte av dessa bestämmelser. Skulle platsundersökningar bli aktuella behöver emellertid särskilda naturvårdsintressen och andra intressen inventeras i det området på liknande sätt som har gjorts för Forsmarksområdet.

Samlad bedömning

SKB:s samlade bedömning är att det finns goda möjligheter att anpassa lokalisering och utformning av djupförvarets ovan- och underjordsdelar med beaktande av skyddsvärda områden och att bedriva verksamheten så att miljöpåverkan begränsas. Därvid måste även hänsyn tas till omgivande områden med speciella skyddsvärden och till områden som kan beröras av en eventuell tunnel mellan anläggningarna ovan och under jord.

9.1.5 Samhälle

Ett djupförvar påverkar samhällsutvecklingen, såväl lokalt som regionalt. Förhållanden som kan påverkas är till exempel det lokala näringslivet, sysselsättning, turism och besöksnäring. Prognoser av hur en kommun kan utvecklas med eller utan ett djupförvar är naturligtvis osäkra, inte minst med tanke på de i dessa sammanhang långa tider (cirka 50 år) som djupförvarsprojektet omfattar, men de ger ändå en uppfattning om av vad ett djupförvar kan innebära för Östhammars kommun.

Sysselsättningseffekter

Kostnaderna för investering och drift av djupförvaret beräknas (år 2000) uppgå till storleksordningen 13 miljarder kronor fördelat över cirka 50 år. Antalet direkt sysselsatta under djupförvarets reguljära drift uppgår till i genomsnitt cirka 220 personer. Under anläggningsskedet – totalt cirka 5–6 år – kommer fler att vara sysselsatta vid anläggningen. Till detta bedöms att cirka 100 personer kommer att vara indirekt sysselsatta.

Kommunens näringsliv domineras av två företag, Sandvik Coromant AB och Forsmarks Kraftgrupp AB. I övrigt finns mindre företag inom många sektorer som kan bidra vid en djupförvarsetablering, till exempel metallbearbetning, byggande och konstruktion. Närheten till Stockholm och Uppsala gör att den regionala arbetsmarknaden hör till de största i Sverige. Detta gör att rekryteringsmöjligheterna är goda och att det finns en mycket god tillgång till underleverantörer. Östhammars kommun saknar egen högskola, men det finns flera universitet och högskolor i närområdet. Dessa förutsättningar, i kombination med den kärntekniska verksamhet som redan finns i kommunen, gör att möjligheterna ses som goda att rekrytera personal även för det begränsade antal arbets-

uppgifter som kräver specialiserad kompetens. Det finns också bra möjligheter att planera och erbjuda skräddarsydd utbildning för djupförvarets behov när en eventuell lokalisering har beslutats. En sammanvägning av de ovan angivna faktorerna gör att ett djupförvar väl skulle passa in i den befintliga näringslivs- och arbetsmarknadsstrukturen.

Besöksnäring och turism

Östhammars kommun har en relativt omfattande besöksnäring. Sommartid finns det en omfattande båtutrustning främst i Öregrund- och Gräsöområdet. Andra viktiga besöksmål är Vallonbruken, Dannemora gruvor och Forsmarks kärnkraftverk med SFR. Antalet fritidshus uppgår till cirka 4 000. Större delen av turisterna i Östhammars kommun kommer från Uppsala- och Stockholmsregionerna.

Ett djupförvar skulle kunna utgöra ett framtida besöksmål i kommunen och därmed ytterligare bidra till besöksnäringens utveckling. En uppskattning av besöksfrekvensen vid en eventuell djupförvarsanläggning och det arbetsresande som kommer att genereras pekar enligt de utredningar som gjorts på storleksordningen 5 000–10 000 besökare per år (motsvarande CLAB). Det skulle i så fall ge ett tillskott till den lokala besöksnäringens årsomsättning på ungefär 5–10 miljoner kronor. De internationella besöken och andra besök av arbetskaraktär kan antas ske under andra tider än den svenska sommarsemestern vilket skulle bidra till att jämna ut besöksströmmarna över året.

Samlad bedömning

SKB:s samlade bedömning är att Östhammars kommun ger goda samhälleliga förutsättningar för att bygga och driva ett djupförvar. Inom regionen finns kompetens för huvuddelen av de arbeten som uppkommer vid anläggningen. Kommunens läge nära Stockholms- och Uppsala-regionerna gör att det finns mycket goda möjligheter att tillgodose djupförvarets behov av arbetskraft under såväl utbyggnads- som driftskedena. Den kärntekniska verksamheten i Forsmark med kärnkraftverket och SFR bidrar till ett kunnande och engagemang kring framförallt kärntekniska frågor men också vad gäller lokalisering, upphandling, utbyggnad och drift av kärntekniska anläggningar.

9.2 Helhetsbedömning från förstudien

SKB:s helhetsbedömning är att det finns bra förutsättningar för vidare studier rörande lokalisering av ett djupförvar till Östhammars kommun. Mest intressant är att förlägga djupförvarets ovanjordsanläggning till SFR med underjordsanläggningen i området mellan Forsmarksverket och Kallrigafjärden. Därmed kan förvaret förläggas till lämplig berggrund samtidigt som verksamheten kan utnyttja de fördelar som en samlokalisering med SFR-anläggningen och Forsmarksverket ger.

Ett alternativ som också bedöms som intressant är en förläggning av ovanjordsanläggningen till Hargshamn med underjordsanläggningen i det geologiskt intressanta området väster om väg 76. Om detta alternativ skulle aktualiseras behöver en fördjupad studie göras om en sådan lokalisering är möjlig med hänsyn till miljöbalkens bestämmelser om skydd av vissa kust- och skärgårdsområden.

En sammanställning av de geologiska förhållandena i kommunen, erfarenheter från undersökningarna i Finnsjöområdet och utbyggnaden av anläggningarna i Forsmark och SFR visar att vid en eventuell platsundersökning med provborrning bör särskild uppmärksamhet ägnas åt följande frågor:

- Skjuvzoners betydelse för den långsiktiga säkerheten.
- För- och nackdelar med ett djupförvar i en tektonisk lins.
- Förekomst och betydelse av brantstående och flacka sprickzoner.
- Risken för malmpotentiell berggrund mot djupet.
- Förekomst och betydelse av höga bergsspänningar.
- Berggrundens vattengenomsläpplighet.
- Vattenkemiska förhållanden.

SKB:s helhetsbedömning är att både Forsmark och Hargshamn erbjuder bra tekniska förutsättningar för ett djupförvar samtidigt som påverkan på miljön kan begränsas genom att industriområden utnyttjas för ovanjordsanläggningarna och genom att landtransporter undviks. Båda alternativen bedöms även ge goda förutsättningar för en långsiktigt säker förvaring av kärnavfallet i berggrunden. Dock krävs provborrningar innan detta kan fastställas.

Referenser

Kapitel 1

- 1-1 KASAM**
Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 1987.
ISBN 91-38-009938-1, Statens råd för kärnavfallsfrågor, 1987.
- 1-2 SKB**
FUD-program 98. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 1-3 SKB**
Plan 2000. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 1-4 SKB**
FUD-program 92. Kompletterande redovisning. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Komplettering till 1992 års program sammanställd med anledning av regeringsbeslut 1993-12-16.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.
- 1-5 SKB**
Djupförvar för använt kärnbränsle SR 97 – Säkerheten efter förslutning.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.
- 1-6 SKB**
Översiktsstudie 95. Lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 1-7 SKB**
Översiktsstudie av kommuner med kärnteknisk verksamhet.
PR D-95-002, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 1-8 SKB**
FUD-program 95. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för inkapsling, geologisk djupförvaring samt forskning, utveckling och demonstration.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 1-9 SGU**
Översiktsstudie av Uppsala län. Geologiska förutsättningar.
R-98-32, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 1-10 Birgersson L**
Översiktsstudie av Uppsala län. Markanvändning och transportförutsättningar.
R-98-33, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 1-11 Leijon B**
Nord-syd/Kust-inland. Generella skillnader i förutsättningar för lokalisering av djupförvar mellan olika delar av Sverige.
R-98-16, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

- 1-12 SKB**
Förstudie Storuman. Slutrapport.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 1-13 SKB**
Förstudie Malå. Slutrapport.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 1-14 SKB**
Förstudie Nyköping. Slutrapport.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 1-15 SKB**
Förstudie Oskarshamn. Slutrapport.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 1-16 SKB**
Förstudie Tierp. Slutrapport.
Svensk Kärnbränslehantering AB, (under bearbetning).
- 1-17 SKB**
Förstudie Älvkarleby. Slutrapport.
Svensk Kärnbränslehantering AB, (under bearbetning).
- 1-18 SKB**
Förstudie Hultsfred. Slutrapport.
Svensk Kärnbränslehantering AB, (under bearbetning).
- 1-19 Regeringsbeslut**
Angående FUD-program 92, kompletterande redovisning.
Regeringsbeslut 11, 1995-05-08.
- 1-20 Regeringsbeslut**
Angående FUD-program 95.
Regeringsbeslut 25, 1996-12-19.
- 1-21 Regeringsbeslut**
Angående FUD-program 98.
Regeringsbeslut 1, 2000-01-24.

Kapitel 2

- 2-1 SKB**
Översiktsstudie av kommuner med kärnteknisk verksamhet.
PR D-95-002, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 2-2 Ahlbom K**
Förstudie Östhammar. Organisation och arbetsplan.
PR D-96-005, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 2-3 Uppsala universitet**
Kunskap och osäkerhet. Uppsala universitet granskar SKBs förstudie av djupförvar för kärnavfall i Östhammars kommun. Sammanfattning.
ISBN 91-506-1323-5, Uppsala universitet, 1998.
- 2-4 Uppsala universitet**
Kunskap och osäkerhet. Uppsala universitet granskar SKBs förstudie av djupförvar för kärnavfall i Östhammars kommun. Rapportdel.
ISBN 91-506-1324-3, Uppsala universitet, 1998.

- 2-5 Regeringsbeslut**
Angående förordnande av en nationell samordnare på kärnavfallsområdet.
Regeringsbeslut 1, 1996-05-15.
- 2-6 Nationelle samordnaren på kärnavfallsområdet**
Arbetsrutiner och utgångspunkter för överläggningar i Nationellt MKB-forum på kärnavfallsområdet.
1998-02-06.
- 2-7 Nationelle samordnaren på kärnavfallsområdet**
Verksamhetsberättelse för år 1997.
Dnr 6/98, 1998-02-04.
- 2-8 Nationelle samordnaren på kärnavfallsområdet**
Verksamhetsberättelse för år 1998.
Dnr 7/99, 1999-02-26.
- 2-9 Regeringsbeslut**
Angående förordnande av en särskild rådgivare inom kärnavfallsområdet.
Regeringsbeslut 1, 1999-05-06.

Kapitel 4

- 4-1 SKB**
FUD-program 98. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 4-2 SKB**
FUD-program 92. Kompletterande redovisning. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Komplettering till 1992 års program sammanställd med anledning av regeringsbeslut 1993-12-16.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.
- 4-3 Andersson J, Ström A, Svemar C, Almén K-E, Ericsson L O**
Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering.
R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 4-4 SKB**
Djupförvar för använt kärnbränsle SR 97 – Säkerheten efter förslutning.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.
- 4-5 SKB**
Systemanalys – Omhändertagande av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden.
R-00-29, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

Kapitel 5

- 5-1 SKB**
FUD-program 98. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 5-2 SKB**
Djupförvar för använt kärnbränsle SR 97 – Säkerheten efter förslutning.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

- 5-3 **Bergman S, Isaksson H, Johansson R, Lindén A H, Persson C, Stephens M**
Förstudie Östhammar. Jordarter, bergarter och deformationszoner.
PR D-96-016, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 5-4 **Lindroos H**
Förstudie Östhammar. Malmer och mineral inom Östhammars kommun.
PR D-96-012, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 5-5 **Follin S, Årebäck M, Jacks G**
Förstudie Östhammar. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar.
PR D-96-017, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 5-6 **Bergman T, Ekman L, Isaksson H, Larsson H, Leijon B**
Förstudie Östhammar. Samlingsrapport avseende bergtekniska erfarenheter i regionen, sammanställning av geoinformation vid Forsmarksverket och data från kärnborrhål KFO01 vid Forsmark.
PR D-96-025, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 5-7 **SKB**
Förstudie Östhammar. Preliminär slutrapport.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1997.
- 5-8 **Bergman S, Bergman T, Johansson R, Stephens M, Isaksson H**
Förstudie Östhammar. Delprojekt jordarter, bergarter och deformationszoner. Kompletterande arbeten 1998.
R-98-57, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 5-9 **SKB**
Förstudie Östhammar. Kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten samt kompletterande utredningar.
R-00-24, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 5-10 **Strömberg B**
Late Weichselian deglaciation and clay varve chronology in east-central Sweden. SGU Serie Ca nr 73, Sveriges geologiska undersökning, 1989.
- 5-11 **Hagconsult AB**
ALMA-slutförvar berg. Översiktlig geologisk-bergteknisk studie för alternativ lokalisering av berganläggning för slutlig förvaring av låg- och medelaktivt avfall. Hagconsult AB, 1980.
- 5-12 **Carlsson A, Christiansson R**
Geology and tectonics at Forsmark, Sweden.
SFR 87-04, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1987.
- 5-13 **Stålhös G**
Berggrundskartan 12 I Östhammar NO.
SGU Serie Af nr 169, Sveriges geologiska undersökning, 1989.
- 5-14 **Carlsson A, Olsson T**
Characterization of deep-seated rock masses by means of borehole investigations. In situ rock stress measurements, hydraulic testing and core-logging. Rapport 5:1, Vattenfall Forskning och Utveckling, 1982.
- 5-15 **Hansen L M**
Bedrock of the Forsmark area.
Swedish State Power Board, 1989.
- 5-16 **Axelsson C-L, Hansen L M**
Update of structural models at SFR nuclear waste repository, Forsmark, Sweden.
R-98-05, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

- 5-17 Welin E**
 Uranium disseminations and vein fillings in iron ores of northern Uppland, Central Sweden.
 Geologiska Föreningen i Stockholm. Förhandlingar, 86, pp 51-82, 1964.
- 5-18 Sveriges Nationalatlas**
 Del: Berg och Jord.
 Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs, 1994.
- 5-19 Mörner N-A**
 Earth movements in Sweden, 20 000 BP to 20 000 AP.
 Geologiska Föreningen i Stockholm. Förhandlingar, 100, pp 279-286, 1979.
- 5-20 Sjögren R**
 Bedrock caves and fractured rock surfaces in Sweden. Occurrence and origin. Doctoral thesis.
 Paleogeophysics and Geodynamics, Stockholms universitet, 1994.
- 5-21 Bäckblom G, Stanfors R**
 Interdisciplinary study of post-glacial faulting in the Lansjärv area, Northern Sweden 1986-1988.
 TR 89-31, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1989.
- 5-22 Stanfors R, Ericsson L O**
 Post-glacial faulting in the Lansjärv area, Northern Sweden. Comments from the expert group on a field visit at the Molberget post-glacial fault area, 1991.
 TR 93-11, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1993.
- 5-23 La Pointe P, Wallmann P, Thomas A, Follin S**
 A methodology to estimate earthquake effects on fractures intersecting canister holes.
 TR 97-07, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1997.
- 5-24 SKB**
 Förstudie Hultsfred. Slutrapport.
 Svensk Kärnbränslehantering AB, (under bearbetning).
- 5-25 SGU**
 Översiktsstudie av Uppsala län. Geologiska förutsättningar.
 R-98-32, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 5-26 SKB**
 Översiktstudie 95. Lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle.
 Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 5-27 Ahlbom K, Smellie J A T (eds)**
 Underground Nuclear Repository Investigations at Finnsjön, Sweden.
 Journal of Hydrology, Special Issue, Vol 126, No 1-2, 1991.
- 5-28 SKB**
 SKB 91 Slutlig förvaring av använt kärnbränsle. Berggrundens betydelse för säkerheten.
 Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992.
- 5-29 Ahlbom K, Anderson J-E, Andersson P, Ittner T, Ljunggren C, Tirén S**
 Finnsjön study site. Scope of activities and main results.
 TR 92-33, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992.

- 5-30 Bengtsson L**
Hydraulisk konduktivitet i kristallin berggrund. Analys av djupvariation i sex svenska områden.
B 446, Chalmers Tekniska Högskola, Geologiska institutionen, 1997.
- 5-31 SGU**
Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Uppsala län.
SGU Serie Ah nr 5, Sveriges geologiska undersökning, 1983.
- 5-32 Naturvårdsverket**
Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Grundvatten.
Rapport 4915, Naturvårdsverket, 1999.
- 5-33 SKBF/KBS**
Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle KBS-3, Del III.
Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, 1983.
- 5-34 Grip H, Rodhe A**
Vattnets väg från regn till bäck.
Forskningsrådets förlagstjänst, 1985.
- 5-35 Petterson C, Arsenie I, Epharim J, Boren H, Allard B**
Properties of fulvic acids from deep groundwaters.
The Science of the Total Environment, No 81/82, pp 287-296, 1989.
- 5-36 Gylling B, Walker D, Hartley L**
Site-scale groundwater flow modelling of Beberg.
TR-99-18, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.
- 5-37 Hartley L, Boghammar A, Grundfelt B**
Investigation of the large scale regional hydrogeological situation at Beberg.
TR-98-24, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 5-38 Leijon B**
Nord-syd/Kust-inland. Generella skillnader i förutsättningar för lokalisering av djupförvar mellan olika delar av Sverige.
R-98-16, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 5-39 Påsse T**
A mathematical model of past, present and future shore level displacement in Fennoscandia.
TR 97-28, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1997.
- 5-40 Follin S, Årebäck M, Axelsson C-L, Stigsson M, Jacks G**
Förstudie Oskarshamn. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar.
R-98-55, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 5-41 Follin S, Årebäck M, Jacks G**
Förstudie Nyköping. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar.
PR D-96-014, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 5-42 Follin S, Årebäck M, Stigsson M, Isgren F, Jacks G**
Förstudie Tierp. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar.
R-99-57. Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.
- 5-43 New Scientist**
Only ourselves to blame.
New Scientist, Nov 20, p 24, 1999.

- 5-44 King-Clayton L, Chapman N, Ericsson L O, Kautsky F (eds)**
Glaciation and hydrogeology. Workshop on the impact of climate changes and glaciations on rock stress, groundwater flow and hydrochemistry – past, present and future.
SKI Report 97:13, Statens kärnkraftsinspektion, 1997.
- 5-45 Morén L, Påsse T**
Climate and shoreline in Sweden during the Weichsel and the next 150 000 years.
TR-00-XX (under bearbetning), Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 5-46 Sigurdsson T**
Bottenundersökning av ett område ovanför SFR, Forsmark.
SFR 87-07, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1987.

Kapitel 6

- 6-1 SKBF/KBS**
Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle KBS-3. Del I-IV.
Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, 1983.
- 6-2 SKB**
Systemanalys – Omhändertagande av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden.
R-00-29, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 6-3 SKB**
FUD-program 98. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 6-4 SKB**
Plan 2000. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 6-5 Lönnerberg B, Pettersson S**
Säkerheten vid drift av djupförvaret.
R-98-13, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 6-6 Lindemalm P, Forsgren E, Lange F**
Förstudie Östhammar. Anläggningsutformning, bemanning och transportmässiga förutsättningar.
PR D-97-002, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1997.
- 6-7 Bergman S, Isaksson H, Johansson R, Lindén A H, Persson C, Stephens M**
Förstudie Östhammar. Jordarter, bergarter och deformationszoner.
PR D-96-016, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 6-8 Bergman T, Ekman L, Isaksson H, Larsson H, Leijon B**
Förstudie Östhammar. Samlingsrapport avseende bergtekniska erfarenheter i regionen, sammanställning av befintlig geoinformation vid Forsmarksverket och data från kärnborrhål KFO01 vid Forsmark.
PR D-96-025, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 6-9 SKB**
Förstudie Östhammar. Kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten samt kompletterande utredningar.
R-00-24, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

- 6-10 Carlsson A, Olsson T**
 Characterization of deep-seated rock masses by means of borehole investigations. In situ rock stress measurements, hydraulic testing and core-logging. Rapport 5:1, Vattenfall Forskning och Utveckling, 1982.
- 6-11 Ekendahl A-M**
 Transport av inkapslat radioaktivt avfall till djupförvar – System och säkerhet. Ekonomisk Byggnation AB. TPM 94-4470-01, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.
- 6-12 Ekendahl A-M, Pettersson S**
 Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle. R-98-14, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 6-13 Lindbom B, Birgersson L**
 Radiologisk miljö vid djupförvaret och olycksberedskap vid transport av radioaktivt avfall. PR 44-94-038, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.

Kapitel 7

- 7-1 Ekendahl A-M, Pettersson S**
 Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle. R-98-14, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 7-2 SKB**
 FUD-program 98. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring. Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 7-3 Birgersson L, Sidenvall J**
 Förstudie Östhammar. Markanvändning och miljöaspekter. PR D-96-011, Svensk kärnbränslehantering AB, 1996.
- 7-4 Östhammars kommun**
 Översiktsplan 1991. Antagandehandling. Östhammars kommun, 1992.
- 7-5 Länsstyrelsen i Uppsala län**
 Odlingslandskapet i Uppsala län. Rapport 1993:4, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1993.
- 7-6 Hogdal J**
 Liv och landskap i Uppsala län. Upplandsstiftelsen och Svenska Turistföreningen, 1993.
- 7-7 Länsstyrelsen i Uppsala län**
 Regional miljöanalys för Uppsala län. Länsstyrelsen i Uppsala län, 1996.
- 7-8 Länsstyrelsen i Uppsala län**
 Inventering av våtmarker i Uppsala län. 1. Rapport och bearbetning. Länsstyrelsen i Uppsala län, 1986.
- 7-9 Länsstyrelsen i Uppsala län**
 Evertebrater & kryptogamer. Artövervakning i landmiljö i Uppsala län. Länsstyrelsens meddelandeserie 1997:8, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1997.

- 7-10 Länsstyrelsen i Uppsala län**
Naturvårdsprogram för Uppsala län. 1. Värdefulla områden för naturvård och rörligt friluftsliv.
Länsstyrelsen i Uppsala län, 1987.
- 7-11 Länsstyrelsen i Uppsala län**
Muntlig information från Mats Hellberg (planfrågor), Lars Hjelm (naturvård), Lena Krantz (GIS), Mats Lindman (miljöfrågor) och Linnea Olsson (naturvård).
April 2000.
- 7-12 Miljöbalksutbildningen**
Miljöbalksutbildningens kompendium i miljöbalken och dess förordningar.
Natur & Kultur, 1999.
- 7-13 Skogsvårdsstyrelsen Mälardalen**
Muntlig information från Magnus Olsson.
April 2000.
- 7-14 Spangenberg J, Eriksson S**
Naturvärden i Forsmarksområdet. Sammanställning av befintliga inventeringar, planer och program samt en fältstudie.
R-00-20, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 7-15 Naturvårdsverket**
Myrskyddsplan för Sverige.
Naturvårdsverket, 1994.
- 7-16 Eriksson P, Persson T**
Förteckning över riksintressen för kulturmiljöer i Östhammars kommun.
Rapport 1991:3, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1991.
- 7-17 Riksantikvarieämbetet**
Information från Internet: www.raa.se.
September 1999.
- 7-18 Länsstyrelsen i Uppsala län**
Kulturmiljöer i Uppsala län. Områden av riksintresse. Beskrivningar.
Länsstyrelsens meddelandeserie 1997:13, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1997.
- 7-19 Upplandsmuseet**
Jord och järn – kulturhistoriska miljöer i Östhammars kommun.
Upplandsmuseet, 1999.
- 7-20 Naturvårdsverket**
Sveriges finaste odlingslandskap. Nationell bevarandeplan för odlingslandskapet.
Ettapp 1.
Rapport 4815, Naturvårdsverket, 1997.
- 7-21 Länsstyrelsen i Uppsala län**
Vindkraft i Uppsala län.
Remiss 1997-11-10, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1997.
- 7-22 Länsstyrelsen i Uppsala län**
Miljö i Uppsala län. Strategi för långsiktigt hållbar utveckling.
Länsstyrelsen i Uppsala län, 1996.
- 7-23 Östhammars kommun**
Agenda 21 – handlingsplan för det 21:a århundradet.
Östhammars kommun, 1998.

- 7-24 Östhammars kommun**
Agenda 21 – handlingsplan för det 21:a århundradet, kommunens insatser.
Åtgärdsbilaga 1998.
Östhammars kommun, 1998.
- 7-25 Östhammars kommun**
Muntlig information från Per Andersson (planfrågor) och Hans Jivander (miljöfrågor).
April 2000.
- 7-26 Länsstyrelsen i Uppsala län**
Kust- och havsmiljö i Uppsala län. Förslag till regional miljöövervakning, tillståndsbeskrivning av vattenmiljön, pågående recipientkontroll.
Länsstyrelsens meddelandeserie 1999:1, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1999.
- 7-27 Upplandsstiftelsen**
Grunda havsvikar i Uppsala län. Västra Öregrundsgrepen.
Stencil nr 12, Upplandsstiftelsen, 1997.
- 7-28 Länsstyrelsen i Uppsala län**
Tungmetallnedfallet i Uppsala län analyserat 1995-1996. Med fördjupad studie i Uppsala med omgivningar 1970-1995.
Länsstyrelsens meddelandeserie 1997:16, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1997.
- 7-29 Länsstyrelsen i Uppsala län**
Tungmetaller i åkermark i Uppsala län 1996.
Länsstyrelsens meddelandeserie 1997:17, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1997.
- 7-30 Upplandsstiftelsen**
Kviksilver och cesium i fisk. En undersökning av halterna i abborre, gädda och gös från sjöar i Uppsala län 1991-1993.
Stencil nr 14, Upplandsstiftelsen, 1997.
- 7-31 Länsstyrelsen i Uppsala län**
Inventering av krossberg i Uppsala län.
Länsstyrelsens meddelandeserie 1997:19, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1997.
- 7-32 Forsmarks kraftgrupp**
Miljörapport 1995.
Forsmarks kärnkraftstation, 1996.
- 7-33 SKB**
Förstudie Östhammar. Kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten samt kompletterande utredningar.
R-00-24, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 7-34 SKB**
Djupförvar för använt kärnbränsle SR 97 – Säkerheten efter förslutning.
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.
- 7-35 Axelsson C-L, Follin S, Koyi S**
Grundvattenavsänkning och dess effekter vid byggnation och drift av ett djupförvar.
R-00-21, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 7-36 Sidenvall J, Birgersson L**
Påverkan på växtligheten av sänkt grundvattenyta vid ett djupförvar.
R-98-04, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

- 7-37 Åkerblom G, Lindén A**
Förstudie Storuman. Radon i djupförvar.
PR 44-94-039, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.
- 7-38 Israelsson J**
Global thermo-mechanical effects from a KBS-3 repository. Phase 1: Elastic analyses.
PR D-95-008, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 7-39 Eng T, Norberg E, Torbacke J, Jensen M**
Information, conservation and retrieval.
TR 96-18, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 7-40 IAEA**
Maintenance of records for radioactive waste disposal.
IAEA-TECDOC-1097, International Atomic Energy Agency, 1999.

Kapitel 8

- 8-1 Fredriksson C, Björne S**
Förstudie Östhammar. Näringslivsutveckling/Omvärldsanalys. Östhammar – kommunen där det gamla möter det nya.
PR D-96-020, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 8-2 Strömquist U, Pleiborn M**
Förstudie Östhammar. Konsekvenser för bosättning och sysselsättning.
PR D-96-021, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 8-3 Ståhlberg L, Holm E**
Förstudie Östhammar. Kompletterande samhällsprognoser.
PR D-97-05, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1997.
- 8-4 Setzman E**
Förstudie Malå. Ett djupförvars konsekvenser för turism och besöksnäring – Sammanställning av tillgängligt bedömningsunderlag.
PR D-95-012, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 8-5 Lundgren N-G**
Att deponera kärnavfall – Hot eller lokal utvecklingsmöjlighet?
TULEA 1994:08, Tekniska högskolan i Luleå, 1994.
- 8-6 SVEFA Svensk Fastighetsvärdering AB**
Förstudie Oskarshamn. Påverkan på småhusmarknaden på grund av närheten till kärntekniska anläggningar.
R-98-49, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 8-7 Nyström P-O**
Erfarenheter från gruvanläggningar – Samhällsaspekter m m.
Boliden Contech AB, 1994.
- 8-8 Olsson C**
Förstudie Storuman. Turism och kärnavfall i Storumans kommun.
PR 44-94-013, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.
- 8-9 Johnsdotter M, Lindgren G**
Förstudie Malå. Turismens utveckling i Malå med eller utan ett djupförvar.
PR 44-94-041, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.

8-10 Garvill J, Weissglas G

Psykosociala aspekter av ett djupförvar av använt kärnbränsle i Storumans kommun.

PR 44-94-019 (delstudie), Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.

8-11 Welander L

Förstudie Storuman. Referenser från större anläggningsprojekt.

PR 44-94-021, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.

Ordförklaringar

Ordförklaringarna avser den betydelse ordet används i denna rapport. I vissa fall kan det vara en snävare avgränsning än ordets generella betydelse.

Alkalinitet	Vattnets förmåga att neutralisera syror, det vill säga förmågan att exempelvis tåla påverkan av ”surt regn” utan att vattnet försuras.
Amfibolit	Omvandlad bergart huvudsakligen bestående av de bergartsbildande mineralen amfibol och plagioklas.
Använt kärnbränsle	Kärnbränsle som bestrålats i en reaktor och som inte ska användas mer för elproduktion.
Aplit	Finkornig, granitisk (med liknande sammansättning som granit) bergart med låg halt av mörka mineral. Uppträder vanligtvis som gångar.
Avrinningsområde	Ett område vars ytvatten rinner av till ett bestämt vattendrag.
Bandning	Omväxlande mer eller mindre parallella lager i en bergart med olika färg, kornstorlek och/eller mineralsammansättning.
Basisk bergart	Bergart som innehåller 45–52 viktprocent kvarts (kiseldioxid).
Becquerel (Bq)	1 Bq = 1 sönderfall per sekund.
Bentonit	Mjuk, plastisk och ljust färgad lera – vanligtvis av vulkaniskt ursprung – som sväller vid upptag av vatten.
Bergart	Sammanhållet aggregat av ett eller vanligen flera mineral.
Biosfär	De delar av jorden och atmosfären där det finns levande organismer. Biosfären kan indelas i hav, sötvatten, land och atmosfär.
Biotop	Ett område med någorlunda enhetligt växt- och djurliv.
Breccia	Bergart som består av kantiga bitar i en mer finkornig mellanmassa.
Bärighetsklass	Mått på vägars lasttålighet. Högsta bärighetsklass (BK 1) innebär att vägen tål tunga transporter, upp till 60 tons totalvikt.
CLAB	Centralt mellanlager för Använt Bränsle. Vid anläggningen som är belägen vid Oskarshamns kärnkraftverk lagras använt kärnbränsle i vattenbassänger under cirka 30 år före inkapsling och djupförvaring.
Deformationszon	Samlingsnamn för olika typer av svaghetszoner i berggrunden där bergvolymerna på ömse sidor om en zon har rört sig i förhållande till varandra.
Detaljundersökning	Mycket detaljerad undersökning av berggrunden på den plats som blir slutkandidat för ett djupförvar. Innebär bland annat att SKB bygger tunnel och/eller schakt ner till förvarsdjup.
Diabas	Basisk (gång)bergart som bildar mer eller mindre branta skivor i berggrunden.
Diorit	Djupbergart som domineras av mineral ur gruppen plagioklas (en fältspat) och mörka mineral.
Djupbergart	Bergart som bildas på större djup i jordskorpan genom att en bergartssmälta (magma) tränger uppåt och stelnar.
Djupförvar	Anläggning för förvaring av använt kärnbränsle på stort djup i berggrunden.
Dolomit	Bergartsbildande mineral bestående av kalcium-magnesiumkarbonat. En bergart som huvudsakligen består av mineralet dolomit benämns dolomitsten, ibland bara dolomit, ibland kalksten. Se även calcit.

Driftområde 1	De funktioner av djupförvarets ovanjordsanläggning som kan förläggas förskjutet i sidled i förhållande till underjordsanläggningen och där tunneln från anläggningarna under jord mynnar.
Driftområde 2	Anläggning bestående av ventilationsschakt med mera, som kan behövas rakt ovanför djupförvarets underjordsdel vid en lokalisering på stort avstånd från ovanjordsanläggningen.
Dykdalb	Duc D´Alba, det vill säga hertigen av Alba som gett namn åt förtöjningspollare för fartyg, fritt stående i sjön.
Ekosystem	Växt- och djurarter och deras levnadsmiljö.
Foliation	En tendens hos en bergart att låta sig klyvas efter med varandra parallella plan.
FUD-program	Det program för Forskning, Utveckling och Demonstration som SKB enligt krav i kärntekniklagen presenterar vart tredje år.
Fältspat	Sammanfattande namn för en grupp bergartsbildande silikatmineral, vilka utgör mer än hälften av den kontinentala jordskorpan. Fältspaterna innehåller bland annat kalcium, kalium och natrium i varierande proportioner. De viktigaste fältspaterna benämns kalifältspat och plagioklas.
Förkastning	Förskjutning av ett berggrundsblock i förhållande till ett annat, men också den spricka, sprickzon eller brant längs vilken rörelserna skett.
Förskiffring	Parallellorientering av mineralkorn i en metamorf (omvandlad) bergart.
Förstudie	Sammanställningar och analyser, huvudsakligen baserade på befintliga data, av förutsättningarna för lokalisering av ett djupförvar inom en kommun. Områden av intresse för vidare studier identifieras. Totalt har SKB genomfört åtta förstudier.
Gabbro	Basisk djupbergart bestående av mineralen plagioklas (en fältspat), pyroxen (en mörk silikatmineral), hornblände (en amfibol) och ibland olivin (en grupp silikater).
Geofysiska data	Resultat från mätningar av till exempel magnetfält, elektrisk resistivitet eller andra fysikaliska parametrar i jordlagren och/eller berggrunden med syfte att kartlägga geologiska förhållanden.
Geologi	Vetenskapen om planeten Jordens uppbyggnad, sammansättning och utvecklingshistoria.
Glacial	Istid. Betecknar även företeelser och bildningar relaterade till en inlandsis.
Glimmer	En grupp mineral som kristalliserar i bladiga eller fjälliga former och som är möjliga att spalta upp i mycket tunna folier. Vanligast är biotit (mörk glimmer) och muskovit (ljus glimmer).
Gnejs	Högmetamorf (kraftigt omvandlad) bergart, ofta bandad med mer eller mindre parallellorienterade mineralkorn.
Granit	Djupbergart bestående huvudsakligen av mineralen kvarts, fältspat, glimmer och/eller hornblände.
Granitoid	Samlingsnamn för kvartsrika ”granitliknande” bergarter, till exempel (förutom granit) granodiorit och tonalit.
Grundvatten	Vatten som fyller alla hålrum i jordlagren och/eller berggrunden.
Grus	Bergmaterial med partikelstorlek 2-20 mm. Även beteckning på jordart där denna kornstorlek överväger.
Gångbergart	En magmatisk bergart i form av en skiva som bildats genom att magma (bergsmälta) trängt in en spricka, vanligen i berggrundens ytligare delar, och stelnat.
HK	Högsta kustlinjen, beteckningen på den nivå där strandlinjen låg när havet nådde som högst under den senaste inlandsisens avsmältning.
Hydraulisk gradient	Skillnaden i grundvattenytans nivå per längdenhet, det vill säga grundvattenytans lutning.

Hårdkomponenter	Komponenter, exempelvis styrtavarna, som suttit i närheten av bränslet (i härden) inne i reaktortanken i en kärnkraftsreaktor, och som blivit starkt radioaktiva av neutronbestrålning.
Högaktivt avfall	Avfall som på grund av sin höga radioaktivitet och utveckling av värme kräver såväl kylning som skärmning mot omgivningen.
Infrastruktur	System av hjälpfunktioner som behövs för att bedriva verksamheter, till exempel vägar, järnvägar, farleder, flygplatser, elnät, vattenförsörjningssystem och avloppssystem.
Injektering	Åtgärd för att fylla ut hålrum med ett flytande ämne, som sedan stelnar. Vid berginjektering används oftast betong, som pressas in i sprickorna för att tätas och därmed förhindra eller minska inläckage av vatten.
Inkapslingsanläggning	Anläggning där det använda bränslet kapslas in i koppar och hårdkomponenter gjuts in i kokiller för djupförvaring.
Inledande drift	Den första etappen vid driften av djupförvaret då cirka 10 % av kapslarna (ca 400 st) med använt bränsle deponeras. Efter den inledande driften görs en utvärdering.
Intrusiv bergart	Bergart som bildats genom att till exempel magma eller annat plastiskt material trängt in i en redan existerande bergart i jordskorpan, stelnat och bildat massiv eller gångar.
Isälvsediment, -avlagring	Sediment (avlagring) som transporterats med smältvatten från inlandsisen och avsatts vid isfronten.
Jordart	Lösa avlagringar som täcker berggrunden, till exempel morän, grus, lera och torv.
Jordskorpa	Den yttersta delen av jordklotet, ned till 5-10 km under oceanerna och till cirka 35 km under kontinenterna.
K-värde	Hydraulisk konduktivitet, ett mått på vattengenomsläppligheten hos (i detta fall) ett geologiskt lager (jordlager eller berggrund).
Kalcit	Även benämnt kalkspat. Bergartsbildande mineral bestående av kalciumkarbonat. En bergart som till mer än 50 % består av kalcit benämns kalksten.
Kapsellaboratoriet	SKB:s laboratorium för utveckling av inkapslingsteknik och utbildning av personal för inkapslingsanläggningen, beläget i Oskarshamn. Togs i drift 1998.
KASAM	Statens råd för kärnavfallsfrågor. En fristående kommitté under Miljödepartementet med uppgift att bland annat utreda och bistå med råd till regering och myndigheter i kärnavfallsfrågor.
KBS-3-metoden	KBS är förkortning för KärnbränsleSäkerhet. Föreslagen metod för djupförvaring av använt kärnbränsle baserad på konceptet inkapsling och förvaring i urberggrund på cirka 500 meters djup.
Klorit	Glimmerliknande, vanligen grönt silikatmineral (det vill säga i huvudsak bestående av kiseldioxid) innehållande bland annat aluminium, järn och magnesium.
Kokill	Behållare i betong eller plåt för radioaktivt avfall.
Kortlivat avfall	Radioaktivt avfall där radioaktiviteten inom 500 år är nere på samma nivå som den som förekommer naturligt.
Krossbreccia	Bergart bildad genom mycket kraftig spröd deformation. Består av kantiga fragment i en finkornig mellanmassa.
Kvarts	Ljust och mycket hårt, ibland genomskinligt, mineral bestående av kiseldioxid (SiO ₂). Ju mer kvarts en bergart innehåller, desto surare är den.
Kärnteknisk anläggning	Anläggning som hanterar kärnämnen. De nuvarande kärntekniska anläggningarna i Sverige är kärnkraftverken i Ringhals, Barsebäck, Oskarshamn (inklusive CLAB) och Forsmark (inklusive SFR), samt Studsvik, Westinghouse Atoms bränslefabrik och Ranstad Mineral.

Ler	Bergmaterial med partikelstorlek mindre än 0,002 mm. Även beteckning för jordart där denna kornstorlek överväger.
Lokaliseringsfaktorer	Faktorer som påverkar lokaliseringen av ett djupförvar. Dessa har av SKB delats in i fyra huvudgrupper: långsiktig säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle.
Lågaktivt avfall	Radioaktivt avfall som kan hanteras direkt utan kylning eller strålskärning.
Långlivat avfall	Radioaktivt avfall där det kan ta storleksordningen 100 000 år innan radioaktiviteten är i nivå med naturligt förekommande uranmalm.
Magma	Smält eller delvis smält berg med däri lösta gaser.
Magnitud	Mått på styrkan av en jordbävning.
Malm	En mineralkoncentration som är ekonomiskt brytvärd.
Malmpotentiellt område	Ett område med sådana geologiska förutsättningar att olika typer av malm kan förekomma. Sådana områden kan i en framtid bli aktuella för prospektering (malmletning) och exploatering av malmer.
Medelaktivt avfall	Radioaktivt avfall som kräver strålskärning, men inte kylning vid hantering.
Meta-	Prefix (förstavelse) som används framför bergartsnamn för att indikera att bergarten är omvandlad (har genomgått metamorfos).
Migmatit	Bergart som uppkommit genom att äldre magmatisk berggrund delvis har smält och omkristalliserat. Därvid har en intim blandning bildats mellan den ursprungliga vulkaniska bergarten och den omkristalliserade, metamorfa, bergarten.
Miljöbalken	Lag som sedan årsskiftet 1998/1999 ersätter en rad tidigare lagar på miljöområdet, bland andra naturresurslagen och miljöskyddslagen.
Mineral	Fast, oorganisk substans med viss kemisk sammansättning och kristallsymmetri.
MKB	Miljökonsekvensbeskrivning: Det dokument som redovisar konsekvenserna för miljön av att vidta en viss åtgärd, till exempel bygga en anläggning. Dokumentet tas fram av den sökande och ska ingå i ansökan om tillstånd enligt vissa kapitel i miljöbalken respektive kärntekniklagen. Dokumentet ska föregås av ett samrådsförfarande mellan alla berörda parter.
Mo	Bergmaterial med partikelstorlek 0,02–0,2 mm. Även beteckning på jordart där denna kornstorlek överväger.
Morän	Jordart bestående av bergmaterial som plockats upp, transporterats, bearbetats och avlagrats av inlandsisen. Moränen är sorterad med varierande sammansättning av block, sten, grus, sand, mo, mjåla och ler.
Mylonit	Finkornig bergart bildad genom mycket stark plastisk deformation.
Natura 2000	Ett ekologiskt nätverk inom EU som arbetar för att säkra den biologiska mångfalden genom att upprätta särskilda skyddsområden.
Naturreservat	Lagskyddat område som avsatts på grund av sina naturvärden. Verksamheten inom naturreservatet är reglerad genom beslut från berörd länsstyrelse eller kommun.
Nollalternativ	Ett alternativ som ska ingå i MKB-dokumentet och beskriva konsekvenserna av att inte vidta föreslagna åtgärder eller bygga föreslagna anläggningar.
Nyttosten	Bergmaterial som bryts för att antingen efter bearbetning användas för byggnads-, monument- eller prydnadsändamål eller för att krossas till ballastmaterial.
Omvärldsanalys	En studie av hur bland annat näringslivet och ekonomin i en kommun ser ut och hur förestående förändringar kan komma att påverka kommunen i framtiden.
Organiska ämnen	Kemiska föreningar baserade på kol.
Orogenes	Bergskedjebildande process.
Ovanjordsanläggning	De byggnader och funktioner av djupförvaret som är belägna på markytan.

Pegmatit	En grovkristallin (grovkornig) bergart av granitisk sammansättning som vanligen bildar gångar eller mindre massiv.
Plastisk deformation	Deformation vid vilken berggrunden reagerar plastiskt, det vill säga betar sig som en trögflytande massa. Vid plastisk deformation, som sker på stort djup under högt tryck och hög temperatur, bildas exempelvis plastiska skjuvzoner med kraftig förskiffring och linjärstrukturer.
Platsundersökning	Omfattande undersökningar av berggrunden med bland annat borrhål ner till en kilometers djup. Platsundersökningarna omfattar också detaljerade studier av anläggningsutformning och transporter och av förväntade miljökonsekvenser. Minst två platsundersökningar, i olika kommuner, planeras.
Porfyr	Bergart som karaktäriseras av att enskilda större kristaller (strökorn) ligger spridda i en finkornig mellanmassa (matrix).
Postglacial	Efter (den senaste) istiden.
Psykosociala effekter	Sociala effekter av psykiska reaktioner.
Radioaktivitet	Naturlig omvandling av icke stabila (energirika) atomkärnor, varvid joniserande strålning utsänds. Denna kan vara av olika typ: alfa-, beta-, gamma- och neutronstrålning. Strålningstyperna skiljer sig åt bland annat genom sin genomtränglighetsförmåga och skadeverkan.
Radon	En färg- och luktlös radioaktiv ädelgas som bildas genom sönderfall av radium.
Recipient	Mottagare av grund- eller ytvattenflöde, till exempel hav, sjö, vattendrag eller myr.
Redoxpotential	Ett mått på ett ämnes förmåga att verka som reduktions- eller oxidationsmedel. I djupförvaret eftersträvas reducerande miljö.
Reguljär drift	Den andra etappen av djupförvarets drift, när resterande cirka 90 % av det använda bränslet ska deponeras, efter genomförd utvärdering av den inledande driften.
Rikkärr	Öppna eller skogsklädda kärr med ständig tillförsel av mineralrikt vatten. Vegetationen domineras av olika stråväxter och örter.
Riksintresse	Område som pekats ut av till exempel en kommun, länsstyrelse, statligt verk eller myndighet därför att det är särskilt lämpat för viss verksamhet, till exempel friluftsliv, yrkesfiske, utvinning av fyndigheter, industriell produktion, energiproduktion, avfallshantering eller vattenförsörjning. Enligt miljöbalken ska områden av riksintresse så långt som möjligt skyddas mot åtgärder som påtagligt försvårar nyttjandet enligt intresset.
Rödlistad	En förteckning över växt- och djurarter utsatta för olika grader och typer av hot.
Rörelsebelopp	Mått på förskjutningens storlek vid till exempel en förkastning.
Sand	Bergmaterial med partikelstorlek 0,2–2 mm. Även beteckning på jordart där denna kornstorlek överväger.
Sediment	Från luft, vatten eller is avlagrat fast material samt material som ackumulerats genom kemisk utfällning eller sekretion (avsöndring) av organismer.
Seismisk aktivitet	Stötvågor (jordskalv) i berg orsakade av elastiska vågor alstrade genom rörelser på relativt stort djup i jordskorpan.
SGU	Sveriges Geologiska Undersökning. Statligt verk som handhar geologisk kartläggning av riket samt tar fram geologisk information inom områden som miljö, fysisk planering, naturresursförsörjning, jord- och skogsbruk samt totalförsvaret.
SFR	SlutFörvar för Radioaktivt driftavfall. SKB:s anläggning för slutförvaring av låg- och medelaktivt driftavfall belägen 50 meter ner i berget, under havsbotten, vid Forsmarks kärnkraftverk. Förvaret har varit i drift sedan 1988.
Silt	Bergmaterial med partikelstorleken 0,002-0,06 mm. Även beteckning på jordart där denna kornstorlek överväger.

Skarn	Äldre svensk benämning på mineral som hör ihop med järn- och sulfidmalmer. Det icke brytvärda berget inom en malmförekomst.
SKI	Statens kärnkraftinspektion. Myndighet som har till uppgift att utöva tillsyn av de kärntekniska anläggningarnas säkerhet enligt kärntekniklagen.
Skjuvzon	Deformationszon bildad till följd plastisk deformation, det vill säga under högt tryck och hög temperatur. Se även plastisk deformation.
SSI	Statens strålskyddsinstitut. Myndighet som har till uppgift att skydda människor, djur och miljö mot skadlig inverkan av strålning enligt strålskyddslagen.
Socioekonomi	Samhällsekonomi.
Sprickzon	Deformationszon bildad till följd av spröd deformation, det vill säga när berggrunden reagerar genom uppsprickning. Se även spröd deformation.
Spröd deformation	Deformation vid vilken berggrunden reagerar genom uppsprickning. Vid denna deformation bildas enskilda sprickor och ansamlingar av sprickor till så kallade sprickzoner.
Strykning	Riktningen av en planstruktur (till exempel förskiffring, sprickzon eller bergartskontakt).
Stupning	Den vinkel som en planstruktur (till exempel förskiffring, sprickzon eller bergartskontakt) bildar med horisontalplanet.
Stänglighet	Linjär struktur hos en bergart, vilket innebär att långsträckta mineral eller aggregat är orienterade parallellt. Till skillnad från plana strukturer
Svallning	Vågornas eroderande verkan på en strand, varvid strandsedimenten omlagras.
Säkerhetsanalys	Beskriver dels den normala utvecklingen i djupförvaret, dels vad som händer om den normala utvecklingen störs.
Särskilde rådgivaren på kärnavfallsområdet	En av regeringen utsedd rådgivare, se avsnitt 2.4.
Tektonisk lins	Område, inneslutet i en plastisk deformationszon, som är opåverkat eller betydligt mindre påverkat av plastisk deformation än deformationszonen som helhet.
Tonalit	Sur (mer än 65 viktprocent kvarts) djupbergart som, förutom av kvarts, domineras av plagioklas.
Törv	Organisk jordart som bildas genom långsam nedbrytning av döda växt- och djurdelar.
Topografi	Detaljbeskrivning av ett områdes terrängformer, bebyggelse, kommunikationer med mera.
Transportsystemet	Transportsystemet i SKB:s avfallsprogram består för närvarande av transportbehållare, terminalfordon och fartyget M/S Sigyn.
Ultrabasit	Ultrabasisk bergart, det vill säga med ett extremt lågt innehåll av kvarts.
Underjordsanläggning	De delar av djupförvaret som är belägna i berggrunden. På cirka 500 meters djup förvaras det inkapslade bränslet.
Vulkanisk bergart	Bergart bildad genom vulkaniska processer, det vill säga utströmning vid jordytan av magma, fragment, aska, gaser etc.
Vulkanit	Se vulkanisk bergart.
Våtmark	Mark som under den större delen av året ligger under eller strax över vattenytan. Även vegetationstäckta vattenområden räknas som våtmarker.
Växthuseffekt	Höjning av atmosfärens genomsnittliga temperatur på grund av ackumulation av vissa gaser. De viktigaste gaserna som bidrar till temperaturhöjningen är koldioxid, metan och lustgas.
Ytbergart	Bergart bildad på eller nära jordens yta genom sedimentära eller vulkaniska processer.

Äspölaboratoriet	SKB:s laboratorium vid Äspö norr om Simpevarp, avsett för geologisk forskning samt teknisk utveckling och demonstration av metoder för deponering och återtag av kapslar med använt kärnbränsle.
Översiktsstudier	Regionala eller landsomfattande sammanställningar baserade på befintliga data av förutsättningarna för lokalisering av ett djupförvar.

Radioaktivt avfall – egenskaper och mängder samt några grunddata för djupförvaret

Figur 1-1 i kapitel 1 visar det svenska systemet för omhändertagande av radioaktivt avfall. Huvudkomponenter som idag är i drift i systemet är:

- CLAB (Centralt mellanLager för Använt Bränsle), beläget vid Oskarshamns kärnkraftverk. Till CLAB förs använt kärnbränsle från samtliga kärnkraftverk i landet för mellanlagring i cirka 30 år. Lagringen sker i vattenfyllda bassänger i berggrum.
- SFR (SlutFörvar för Radioaktivt driftavfall) är ett slutförvar för allt låg- och medelaktivt, kortlivat avfall, beläget vid Forsmarks kärnkraftverk. Förvaringen sker i berggrum cirka 60 meter under havsbotten.
- Ett hanterings- och transportsystem för att föra radioaktivt avfall från kärnkraftverken och andra producenter till avfallsanläggningarna.

Det som återstår är systemdelar för permanent omhändertagande av använt kärnbränsle, efter mellanlagring i CLAB, samt för långlivat låg- och medelaktivt avfall. SKB:s planering innebär att systemet kompletteras med:

- En inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle.
- Ett djupförvar för inkapslat, använt kärnbränsle.
- Ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Vidare återstår en fabrik för tillverkning av kapslar, modifiering av transportsystemet, vissa utbyggnader av SFR samt den nu pågående utbyggnaden av CLAB.

Denna bilaga redovisar kortfattat hur olika typer av radioaktivt avfall klassificeras med avseende på hantering och förvaring, samt vilka mängder som beräknas uppkomma. Dessutom redovisas i tabellform några grunddata för djupförvaret. För en mera ingående redovisning hänvisas till FUD-program 98 och SKB:s Plan 2000.

Egenskaper och klassificering

Radioaktivt avfall kan vara farligt på två sätt:

- De radioaktiva ämnena sänder ut strålning, främst gammastrålning, som kan skada om den når människan. Denna direktstrålning är ett problem främst i samband med hantering av avfallet. Mot direktstrålningen skyddar man sig genom att omge avfallet med strålskärmar som har tillräckligt stor massa för att ta upp strålningen. Använt kärnbränsle kräver exempelvis en strålskärmning med några meter om skärmen består av vatten. I berg eller betong kan strålskärmens tjocklek reduceras till knappt en meter, och är materialet stål krävs några decimeter. Omfattande erfarenheter av skyddsåtgärder mot direktstrålning finns bland annat vid kärnkraftverken och inom sjukvården.

- Det skulle kunna tänkas att avfallsprodukter kommer ut i luften eller vattnet, när människan och kommer in i människokroppen för att där avge strålning. Principerna för att skydda sig mot detta är att för det första se till att avfallet är i fast form, som försvårar eller omöjliggör spridning genom till exempel förångning i luft eller upplösning i vatten. Dessutom ska avfallet omges av skyddsbarriärer som förhindrar att radioaktiva ämnen överhuvudtaget kommer i kontakt med människans miljö. Det planerade djupförvaret är uppbyggt av en serie sådana skyddsbarriärer (svårlöst avfall, kapsel, lera, berg).

Radioaktiviteten avklingar (minskar) med tiden, allteftersom de radioaktiva ämnena tappar överskottsenergi i form av avgiven strålning. Avklingningstakten är olika för olika ämnen. Ämnen vilkas farlighet främst ligger i direktstrålning avklingar i regel snabbare än ämnen som kan vara farliga om de kommer in i människokroppen.

Ur hanteringssynpunkt har direktstrålningen stor betydelse. Man indelar därför radioaktivt avfall efter aktivitetsinnehåll i grupperna lågaktivt, medelaktivt och högaktivt. Lågaktivt avfall kan hanteras och lagras i enkla förpackningar utan särskilda skyddsåtgärder i övrigt. Medelaktivt avfall måste strålskärmas för säker hantering. Högaktivt avfall kräver utöver strålskärmning även kylning för att kunna lagras säkert.

Ur förvaringssynpunkt är halveringstiden (ett mått på hur radioaktiviteten minskar med tiden) hos de ingående radioaktiva ämnena av stor betydelse. Man skiljer därför mellan kortlivat och långlivat avfall. Det kortlivade avfallet har avklingat till ofarlig nivå inom några hundra år. Långlivat avfall förblir radioaktivt under tusentals år eller mer och kräver en mer kvalificerad slutförvaring. Grundläggande principer för det svenska kärnavfallsprogrammet är att:

- Kortlivat avfall deponeras snarast efter att det uppkommit.
- Använt bränsle mellanlagras i cirka 30 år innan det placeras i djupförvar.
- Långlivat låg- och medelaktivt avfall deponeras i ett särskilt slutförvar.

Mängder och ursprung

Det allra mesta av det radioaktiva avfall som produceras i Sverige kommer från kärnkraftsprogrammet. En mindre mängd kommer från annan industri, sjukvård och forskning.

Kärnkraftsprogrammet ger upphov till radioaktivt avfall av flera olika typer. Aktivitetsinnehållet varierar alltifrån praktiskt taget inaktivt sopavfall till använt bränsle, som är starkt radioaktivt. Tabell B1-1 ger en översikt över de avfallskvantiteter som uppkommer, under förutsättning att dagens reaktorer drivs i 25 år. Siffrorna inom parentes anger mängderna vid 40 års drift. Tabellen anger också hur avfallet innesluts innan förvaring och vart det sluttransporteras. Av de 256 000 (304 000) kubikmeterna avfall utgör 13 000 (19 000) kubikmeter använt bränsle.

Använt kärnbränsle

Huvuddelen (cirka 99 %) av de radioaktiva ämnen som bildas i ett kärnkraftverk finns i det använda bränslet. Använt kärnbränsle är ett fast keramiskt material som är inneslutet i metallrör (bränslestavar) av en zirkoniumlegering. Bränslestavarna monteras i knippen – så kallade bränsleelement. Sammansättningen på bränslet och bränsleelementens konstruktion kan skilja sig åt mellan olika reaktortyper, tillverkare och tidsperioder.

Tabell B1-1. Avfallsmängder i det svenska kärnavfallsprogrammet vid 25 års drift av kärnkraftsreaktorerna, mängder vid 40 års drift anges inom parentes

Produkt	Huvudsakligt ursprung	Enhet i slutlager	Antal	Volym (m ³)	Sluttransporteras till
Använt bränsle	Kärnkraftverk	Kapslar	3 100 (4 500)	13 000 (18 700)	Djupförvaret för använt bränsle
Alfa-kontaminerat avfall	Låg- och medelaktivt avfall från sjukhus, industri och forskning ("Studsviksavfall")	Fat och kokiller	2 800 (2 800)	1 700 (1 700)	Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall
Härdkomponenter	Reaktordelar	Kokiller	1 400 (1 700)	9 500 (11 200)	Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall
Låg- och medelaktivt avfall	Driftavfall från kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	Fat och kokiller	46 000 (65 500) 2 000 (2 800)	73 100 (110 000) 3 300 (4 800)	SFR Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall
Rivningsavfall	Från rivning av kärnkraftverk och behandlingsanläggningar	Främst 20 m ³ ISO-container	6 100 (6 100) 2 100 (2 800)	147 800 (147 800) 7 500 (9 900)	SFR Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall
Total mängd ca, 25 års drift (Total mängd ca, 40 års drift)			63 500 (86 200)	255 900 (304 100)	

Källa: Plan 2000, SKB.

Den höga aktivitetsnivån i använt kärnbränsle medför att bränslet avger värme även efter att det tagits ut ur reaktorn, vilket har stor betydelse för hantering och förvaring. Värmeavgivningen avtar med tiden, i takt med att radioaktiviteten avklingar. Tabell B1-2 visar värmeavgivningen per ton bränsle vid olika tidpunkter.

Före transporten till djupförvaret kapslas det använda kärnbränslet in. Då har bränslet mellanlagrats i cirka 30 år och utvecklar inte energi i samma omfattning som i en kärnreaktor. Det är inte möjligt att bränslet skulle kunna smälta av den värme som då avges, än mindre explodera.

Tabell B1-2. Värmeavgivning i kärnbränsle vid olika tidpunkter

Tidpunkt	Värmeavgivning (kW/ton bränsle)
Vid drift av kärnkraftverk	25 000
När kärnkraftreaktorn stängts av	1 500
Vid transport till mellanlagring (efter ca 1 år)	10
Vid transport till djupförvaret (efter ca 30 år)	1

Kapseln ger däremot inte tillräckligt skydd mot den strålning som bränslet avger. Detta är ett av skälen till att transporterna planeras ske i särskilda, mycket kraftiga transportbehållare av järn som fungerar som strålningsskärmar. Efter deponeringen i djupförvaret omges kapseln av bentonitlera och berg. I den miljön har direktstrålningen som tränger ut från kapseln en räckvidd på någon meter, och är därför inte av betydelse för säkerheten. Viktigare är att de radioaktiva ämnena i avfallet inte sprids från djupförvaret och tas upp av människokroppen. Detta förhindras av barriärsystemet med kapsel, bentonitlera och berg.

Härdkomponenter

Vissa komponenter som sitter i eller i närheten av härden inne i reaktortanken i ett kärnkraftverk utsätts för neutronbestrålning och blir radioaktiva. Dessa så kallade härdkomponenter är starkt radioaktiva vid uttaget ur reaktorn, men huvuddelen av radioaktiviteten avklingar därefter relativt snabbt. Det finns dock även långlivade ämnen i härdkomponenterna. Liksom det använda bränslet överförs härdkomponenterna från kärnkraftverken till CLAB för mellanlagring. Därefter överförs de till inkapslingsanläggningen för ingjutning i kokiller. Slutförvaringen planeras ske i ett särskilt slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Driftavfall

Begreppet driftavfall innefattar olika typer av låg- och medelaktivt avfall som uppkommer i samband med drift och underhåll av reaktorerna. Det är främst jonbyrtmassor och filter från reningen av processvatten. Driftavfallet inkluderar också komponenter från reaktorsystemen, skyddskläder, verktyg, isoleringsmaterial med mera, som använts i utrymmen där aktivitet förekommer. Liknande avfall fås från driften vid CLAB och från anläggningarna i Studsvik.

Driftavfallet är låg- och medelaktivt med mycket låga halter av långlivade radioaktiva ämnen. Inom några hundra år har farligheten avklingat till en nivå som är jämförbar med den naturliga aktiviteten i berg. Behandling och förpackning sker vid kärnkraftverken, CLAB respektive Studsvik, och avfallet slutförvaras i SFR.

Rivningsavfall

Merparten av de byggnadskonstruktioner och installationer som finns i ett kärnkraftverk kommer inte i kontakt med några radioaktiva ämnen. Huvuddelen av det avfall som uppkommer vid avveckling och rivning kan därför hanteras på samma sätt som rivningsavfall från annan industri. Det rivningsavfall som är radioaktivt är genomgående låg- eller medelaktivt, men aktivitetsnivån kan variera avsevärt. En del kan friklassas, medan den största delen har en sammansättning som motiverar slutförvaring i SFR. Härdkomponenter, som sitter i eller nära reaktorhärden kräver som nämnts behandling vid CLAB och slutförvaring i förvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Övrigt radioaktivt avfall

Utöver det radioaktiva avfallet från kärnkraftverken uppkommer radioaktivt avfall från CLAB, den kommande inkapslingsanläggningen samt från forskningsverksamheten i Studsvik. Till Studsvik insamlas även avfall från industri, sjukvård och forskning.

Avfallet från CLAB är av samma slag som driftavfallet från reaktorerna och behandlas på samma sätt. Liknande avfall kommer även att fås från inkapslingsanläggningen.

I Studsvik har kärnteknisk forskning bedrivits sedan slutet av 1950-talet. Delar av det avfall som uppkommit ställer höga krav på förvaring och kommer att slutförvaras i djupförvaret eller i slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall. En del av detta överförs dessförinnan till CLAB och hanteras på liknande sätt som använt bränsle, medan en del kan förpackas och mellanlagras vid anläggningarna i Studsvik.

Slutligen bör nämnas att en mindre mängd (140 ton) svenskt bränsle har upparbetats i Storbritannien, där avfallet också tas om hand. Små mängder använt kärnbränsle från en tidigare forskningsreaktor kan komma att upparbetas. Upparbetningsavfall ingår inte längre i de svenska planerna för kärnkraftens slutsteg.

Grunddata om djupförvaret

Uppgifter om djupförvaret och dess verksamhet finns sammanställda i tabell B1-3.

Tabell B1-3. Några grunddata om djupförvaret

Arealer, volymer, vikter		
Ovanjordsdelens maximala arealbehov	ca 33 hektar (ca 0,3 km ²)	
varav bergmasseupplag	ca 15 hektar (500 m x 300 m)	
och industriområde	ca 18 hektar (600 m x 300 m)	
Underjordsdelens arealbehov	ca 2 km ²	
Beräknad uttagen bergvolym	ca 1–1,5 miljoner m ³	
Totalt antal kapslar	ca 4 000 st	
Antal kapslar – inledande drift	ca 400 st	
Antal deponerade kapslar/år		
under inledande drift	ca 100 st	
under reguljär drift	ca 180 st	
Kapselstorlek	5 m x 1,1 m i diameter	
Kapselvikt	ca 25 ton	
Vikt på fylld transportbehållare	ca 65 ton	
Vikt på transportbehållare + fordon (vägtransport)	ca 100 ton	
<i>Återfyllnadsmaterial</i>		
Kvartssand/bergkross (under reguljär drift)	ca 50 000 ton/år	
Bentonitlera (under reguljär drift)	ca 15 000 ton/år	(motsvarar ca 15 containrar/vecka)
Tidsaspekter		
Platsundersökningar	4-8 år	
Detaljundersökning + bygge	6-10 år	
Inledande drift och utvärdering	5-10 år	
Reguljär drift	20-30 år	
Avveckling/förslutning	ca 7 år	

SKB:s förstudieorganisation

En projektgrupp har ansvarat för förstudiens handläggning. Kaj Ahlbom har varit projektledare och ämnesansvarig för de geovetenskapliga utredningarna. Övriga ämnesansvariga har varit: Christer Svemar (anläggningsutformning och transporter), Erik Setzman och Stig Björne (sambandsaspekter) och Lars Birgersson (miljö och markanvändning). Gunnar Bäckström har svarat för samverkan och information.

Gerd Nirvin och Inger Nordholm har ansvarat för verksamheten vid SKB:s informationskontor i Östhammar. Dessutom har Erik Rudolfsson och Monica Eklöv från Forsmarks kraftgrupp, medverkat i detta arbete.

Hantering av databaser och produktion av GIS-kartor har skötts av Karin Fridstrand, Lennart Holmberg och Jan Ögren på Metria GIS-centrum.

Utredare

Utredningarna har genomförts av nedanstående organisationer:

Conterra AB	Bengt Leijon
EuroFutures AB	Stig Björne, Carl Fredriksson, Lennart Stålberg
GEOSIGMA AB	Lennart Ekman, Jan Sidenvall
GeoVista AB	Hans Isaksson
Golder Grundteknik KB	Sven Follin, Malin Årebäck
Hushållningssällskapet i Stockholms och Uppsala län	Sören Eriksson, Anna Gustafsson, Jacob Spangenberg
Kemakta Konsult AB	Lars Birgersson, Sara Södergren
Kungliga Tekniska Högskolan	Gunnar Jacks
Lange Art Arkitektkontor AB	Fritz Lange
Mirab	Hardy Lindroos
ROX AB	Harry Larsson
Saltech Consultants AB	Per Lindemalm
Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)	Stefan Bergman, Torbjörn Bergman, Rune Johansson, Anders Lindén, Christer Persson, Michael Stephens
Temaplan AB	Maria Plejborn, Ulf Strömquist
Umeå Universitet	Einar Holm
SwedPower AB	Ebbe Forsgren

Dokumentation av referensgruppens arbete

Kommunstyrelsen i Östhammar tillsatte under oktober 1995 en referensgrupp vars uppgift är att följa, granska och bedöma samt lämna information i frågor som berör ett djupförvar. Denna bilaga beskriver referensgruppens arbete. Beskrivningen är författad av Carl Johan Nässén, som är kommunens projektansvarige kontaktman i förstudien.

Referensgruppens granskning av förstudiens utredningar fram till utgivning av den preliminära slutrapporten resulterade i ett antal frågor och förslag till kompletteringar och korrigeringar av utredningarna. Dessa frågor och förslag, tillsammans med SKB:s svar, redovisas i den preliminära slutrapportens bilaga 3. Frågor och synpunkter som uppkommit senare, främst med anledning av den preliminära slutrapporten, framgår i allt väsentligt av kommunens yttrande över förstudiens preliminära slutrapport, som återges i sin helhet i bilaga 4 i denna rapport.

I april 1995 anhöll SKB hos Östhammars kommun om att få företa en förstudie i kommunen om plats för djupförvar för använt kärnbränsle. Efter föredragningar i kommunstyrelsen (§ 116) och kommunfullmäktige beslutade fullmäktige i juni (§ 44) att medge SKB att göra en sådan förstudie. Avslag på förslaget yrkade representanter för (c), (mp) och (nyd). Mot beslutet reserverade sig (c) och (mp).

Kommunstyrelsen beslutade 1995-10-21 (§ 221) att tillsätta en referensgrupp för projektet med en ledamot och en ersättare från varje parti i fullmäktige och en arbetsgrupp av tjänstemän.

Referensgruppen bestod inledningsvis av:

Ledamöter	Ersättare
(s) Gunnar Lindberg, ordförande	Gunnel Jansson
(c) Uno Jansson, vice ordförande	Bertil Alm
(m) Lennart Sunnerholm	Ammie Sjöwall-Nilsson
(fp) Rune Nilsson	Lars-Erik Berglund
(mp) Arno Unge	Margareta Åkerström
(v) Astrid Lofs	Mohammad Abdus Sabur
(nyd) Eivor Bergqvist	Ulf Lundin

med Carl Johan Nässén som sekreterare.

Arbetsgruppen bestod inledningsvis av:

Carl Johan Nässén, planeringschef, sammankallande
Per Andersson, stadsarkitekt
Kaj Johansson, ekonomisekreterare
Håkan Nilsson, utvecklingschef

De förändringar som skett av referensgruppens och arbetsgruppens sammansättning under förstudiens gång redovisas i genomgången av referensgruppens arbete nedan.

Referensgruppens arbete 1995

Referensgruppens konstituerande sammanträde hölls 1995-10-23. Då diskuterades SKB:s utkast till organisation och arbetsplan för förstudien, referensgruppens uppdrag och arbetssätt, hur en miljökonsekvensbeskrivning för projektet kan utformas samt ansökan om medel för kommunens projektkostnader.

Nästa sammanträde hölls 1995-11-20, varvid frågor om arbetsgruppens förhållningssätt till referensgruppen och referensgruppens förhållning gentemot SKB diskuterades.

Beträffande arbetsplanen noterades elva ämnen som referensgruppen begärde att få komplettera planen med. Vidare föreslog referensgruppen att kommunstyrelsen skulle anhålla om en förberedande MKB hos länsstyrelsen. Referensgruppen beslutade att delta i en diskussion 1995-12-06 på SKI om samordning av lokaliseringsfrågorna avseende djupförvar för använt kärnbränsle.

1995-11-08 höll SKB ett första informationsmöte angående förstudien på stadshotellet i Östhammar där referensgruppen, kommunala förvaltningschefer, representanter för säkerhetsnämnden vid Forsmarks kärnkraftverk, länsstyrelsen och Tierps kommun deltog.

Representanter för Storumans och Malå kommuner diskuterade sina erfarenheter av förstudier om plats för djupförvar för använt kärnbränsle med referensgruppen på ett heldagsseminarium 1995-11-22 på stadshotellet.

På det sista sammanträdet under 1995, den 4 december, redogjorde representanter från SKI och SSI för respektive myndighets verksamhet i samband med lokaliseringen av en plats för ett djupförvar. Dessutom diskuterades utformningen av ett avtal med SKB om formerna för ett samarbete inom förstudien.

Kommunens kostnader för förstudieprojektet uppgick till 95 735 kronor under 1995.

Referensgruppens arbete 1996

Vid sammanträdet den 8 januari 1996 beslutade referensgruppen att hos kommunstyrelsen tillstyrka SKB:s förslag till program och arbetsplan med komplettering av de nämnda elva punkterna.

Referensgruppen beslutade också att anta följande strategi för sitt arbete: *"att med en öppen attityd mot allmänheten skall referensgruppen följa, granska och lämna information om SKB:s arbete med förstudien"*. Vidare beslutade referensgruppen om en aktivitetsplan för information till medborgarna.

Förslaget till samarbetsavtal tillstyrktes hos kommunstyrelsen. Slutligen redovisades de synpunkter som framkommit vid seminariet på SKI den 6 december, där deltagande kommuner var ense om att hos regeringen anhålla om att MKB-förfarandet i samband med val av plats för djupförvaret skulle samordnas nationellt.

Nyköpings kommun hade anordnat en debatt kring KBS-3-metoden för förvar för använt kärnbränsle mellan Tönis Papp, SKB, och Philip Richardson, England, 1996-01-31. Fem personer deltog från Östhammars referensgrupp.

1996-02-05 inleddes dagens sammanträde med ett studiebesök på Forsmarksverkets block 3 och SFR. Därefter hölls ordinarie möte i SFR:s administrationsbyggnad. Som första punkt på dagordningen redogjorde SKB för tillkomsten av SFR.

Referensgruppen deltog i ett samråd arrangerat av länsstyrelsen 1996-02-15 avseende MKB i samband med SKB:s förstudie i Östhammar.

Vid sammanträdet 1996-03-04 presenterade SKB ett förslag till delrapporten "Samhälle". Referensgruppen fastställde verksamhetsberättelse för 1995 och budget för 1996. Ett förslag till informationsplan, upprättat av informationschefen, antogs och sekreteraren fick i uppdrag att kontakta expertkonsulter som skulle kunna bistå referensgruppen vid kommande granskning av SKB:s delrapporter.

Den 13 mars hade referensgruppen en heldagskurs i strålningslära.

Stadsarkitekten och sekreteraren deltog den 22 april i en geologisk exkursion i kommunen arrangerad av SKB, där olika konsulter redovisade sina kunskaper om kommunens geologi.

Under två dagar, den 24–25 april, gjorde referensgruppen en studieresa till Nyköping och Oskarshamn. I Nyköping besökte vi Studsvik, fick en föredragning om anläggningens avfall av Studsvik RadWaste AB och träffade representanter för referensgruppens motsvarighet. I Oskarshamn besökte vi CLAB och Äspölaboratoriet och träffade representanter för den kommunala organisation, som undersökte medborgarnas intresse för att SKB skulle få företa en förstudie om plats för djupförvar i kommunen.

Vid majsammanträdet beslutade referensgruppen att föreningar som ville anordna informationsträffar angående förstudien skulle kunna få bidrag till annonserings- och lokalhyreskostnader.

Sekreteraren deltog i Nordisk Kärnforsknings temadagar angående kärnavfall 6–7 maj i Helsingfors.

Under sommaren deltog referensgruppen med information vid dels Albrektsmässan 29–30 juni i Östhammar dels Oland Visar-utställningen i Alunda 3–4 augusti.

SKB arrangerade ett antal visningar och seminarier ombord på M/S Sigyn under augusti. I Stockholm hölls seminarier om kärnavfallssituationen runt Östersjön och informationsöverföring till framtida generationer avseende djupförvar. Sekreteraren deltog i seminarierna. I Öregrund hölls seminarier för kommunpolitiker och -anställda samt för fastighets- och turistnäringarna.

1996-08-13 arrangerade SKB en exkursion i kommunen avseende markanvändnings- och kulturmiljöfrågor. Några av förvaltningscheferna medverkade i denna exkursion.

Den 28 augusti hade Östhammars och Norrtälje kommuner sedvanlig årlig planeringsträff, då en första information om förstudien gavs till Norrtälje kommun.

När referensgruppen sammanträdde första gången under hösten i september presenterade SKB de två första klara delrapporterna "Markanvändning och miljöaspekter" samt "Malmer och mineral i Östhammars kommun". Ett reglemente för bidrag till föreningar som önskar informera om förstudien i kommunen antogs.

Den 28–29 september deltog referensgruppen med information om förstudien vid Framtidsmässan i Gimo.

SKB lämnade information om två delrapporter vid sammanträdet 1996-10-07: "Näringslivsutveckling/Omvärldsanalys" och "Konsekvenser för bosättning och sysselsättning".

Beslut togs om att lämna information om förstudien till fullmäktige och allmänheten i de fem större tätorterna under perioden 19–27 november under medverkan av SKB, SKI och SSI. Greenpeace, Folkkampanjen och Naturskyddsföreningen erbjöds medverka.

Den 21 oktober deltog nio av ledamöterna i referensgruppen i en geologiexkursion lika den som SKB arrangerade i april. Senare samma dag hade referensgruppen ett ordinarie sammanträde, då delrapporten ”Markanvändning och miljöaspekter” diskuterades. Synpunkter och frågeställningar överlämnades till SKB i 13 punkter.

1996-11-04 presenterade SKB två nya delrapporter ”Jordarter, bergarter och deformationzoner” samt ”Grundvattnets rörelser, kemi och långsiktiga förändringar”.

Vid sammanträdet den 18 november diskuterades rapporten ”Malmer och mineral”. Fyra punkter med önskemål framställdes till SKB. Därefter diskuterades rapporten ”Konsekvenser för bosättning och sysselsättning” med fem önskemål riktade till SKB.

Referensgruppen anhöll också om en redovisning från SKB om dels varför antalet delrapporter har sänkts till åtta beträffande förstudien i Östhammar, dels vilka hänvisningar som SKB avser att göra till andra utredningar/rapporter än dem som gäller specifikt för Östhammar.

Gensvaret på informationsserien till allmänheten blev mycket svagt. De flesta deltagarna kom i Östhammar, men om man räknar bort dem som representerade SKB, SKI, SSI, referensgruppen, övriga politiker, anställda vid Forsmark och SFR samt media återstod cirka fem personer som utgjorde ”allmänhet”. Bättre var deltagandet i Österbybruk och Alunda. Där deltog 12–13 personer ur allmänheten. Varken Greenpeace, Folkkampanjen eller Naturskyddsföreningen utnyttjade möjligheterna att informera om sina åsikter beträffande ett djupförvar i kommunen.

Ett försök har också gjorts att få studieförbunden intresserade av att starta studiecirklar i ämnen som har anknytning till förstudien. Även här var resultatet magert.

Under året har ett bidrag lämnats till folkpartiet för förstudieinformation för allmänheten, varvid cirka 20 personer deltog.

1996-12-02 fick referensgruppen en redogörelse från SKB om säkerhetsanalys i samband med KBS-3-metoden och vilka scenarier som ligger till grund för säkerhetsanalyser avseende ett djupförvar.

Den 3 december redogjorde sekreteraren för referensgruppens arbete hos kommunstyrelsen i Tierps kommun. Samtidigt lämnade SKB en redogörelse för sitt arbete med förstudien.

Fem studerande vid Bruksgymnasiet har fått material för uppsatser angående förstudien. Referensgruppen har också beviljat ett bidrag till en student vid geografiska institutionen vid Uppsala universitet för portokostnader för en C-uppsats i form av en enkät rörande Östhammarsbornas kunskaper om kärnavfall och förstudien.

Kommunens kostnader avseende förstudieprojektet under 1996 uppgick till 818 243 kronor, vilket var ungefär hälften av erhållet bidrag från Kärnavfallsfonden. Resterande belopp överfördes till 1997 års verksamhet.

Referensgruppens arbete 1997

Det första sammanträdet år 1997, den 3 februari, började med en redovisning från SKB av de två sista delrapporterna i förstudien av Östhammars kommun "Anläggningsutformning, bemanning och transportmässiga förutsättningar" samt "Samlingsrapport avseende bergtekniska erfarenheter i regionen, sammanställning av geoinformation vid Forsmarksverket och data från kärnborrhål KFO01 vid Forsmark". Tre lägen för en ovanjordsdel till en djupförvarsanläggning redovisades: dels ett norr om Forsmarksverkets tredje block och sydost om Dannebo likriktarstation, dels ett i samlokalisering med SFR sydost om Forsmarksverket på öarna Stora Asphällan och Österblänkarna i Öregrundsgrepen och dels slutligen vid Hargshamns hamn, väster om kajanläggningen och tänkt industrispår.

Referensgruppen har vid granskning av "anläggningsrapporten" uttalat dels att läget norr om block 3 är avsatt för framtida energiproduktion, vilket inte ett slutförvar kan sägas utgöra, dels för att det tänkta området för lagring av bergmassor rymmer bland annat ett forntida gravfält.

Under februari medverkade sekreteraren i två informationsmöten: den 3 hos Östhammars Rotaryklubb och den 20 hos Café 14, en samlingspunkt för pensionärer i Österbybruk.

Den 18 mars lämnade sekreteraren ytterligare information till Norrtälje kommun avseende de delrapporter som tillkommit under hösten-vintern.

Referensgruppen har till vissa informationstillfällen inbjudit Greenpeace, Folkkampanjen mot kärnvapen-kärnkraft och Naturskyddsföreningen. Av dessa har endast Naturskyddsföreningen deltagit. På grund av detta har referensgruppen inte fått information om hur föreningarna ser på ett eventuellt förvar i Östhammar ur miljösynpunkt. Emellertid har nu en lokal förening bildats för att tillvarata sådana aspekter: Opinionsgruppen för säker slutförvaring. Den har hållit ett konstituerande möte.

Bidrag har beviljats Opinionsgruppen för två informationsmöten med allmänheten. Vid det första höll Staffan Westerlund, professor i miljörett ett anförande och vid det andra var det Nils-Axel Mörner, docent i geologi som lämnade synpunkter på KBS-3-metoden. Antalet deltagare var cirka 60 respektive cirka 20.

Länsstyrelsen har fortsatt sina regionala samrådsträffar två gånger per år med vardera en politisk grupp och en tjänstemannagrupp.

På initiativ av Oskarshamns kommun har regeringen tillsatt en Nationell samordnare för att se till att de MKB-utredningar som ska göras blir likvärdiga ur ett nationellt perspektiv. Förutom träffar med de enskilda kommunerna har samordnaren anordnat konferenser och seminarier i olika frågor i anslutning till djupförvarsfrågan, där flera ledamöter och sekreteraren har deltagit.

Vid referensgruppens sammanträde 1997-06-16 lämnade SKB information om rapporten "Kompletterande samhällsprognoser".

Den 9 september 1997 redovisade SKB den preliminära slutrapporten för referensgruppen.

Sekreteraren fick 1997-10-06 i uppdrag att kontakta Uppsala universitet om att biträda referensgruppen vid granskning av den preliminära slutrapporten.

Ledamoten Astrid Lofs flyttade från kommunen under hösten och ledamoten Uno Jansson meddelade att han avsåg att upphöra med sina kommunala uppdrag per den 1 januari. Ersättaren Ulf Lundin meddelade sin avgång i november. Kommunstyrelsen beslutade, § 177/1997, att till ny ledamot efter Lofs välja M A Sabur (v) och till ny ersättare efter honom Christer Johansson (v). Till ny ledamot efter Jansson valdes Bengt Johansson (c).

Upparbetade kostnader för projektet under 1997 var 623 500 kronor.

Referensgruppens arbete 1998

1998-02-02 beslutade referensgruppen att bevilja Opinionsgruppen för säker slutförvaring bidrag för två offentliga möten inför gruppens arbete med svar på kommunens remiss av den preliminära slutrapporten.

Den 16 februari beslutade referensgruppen att ta in anbud på utformning och tryckning av en hushållsbroschyr angående kommunens arbete med att följa och granska SKB:s förstudie i kommunen.

Kommunstyrelsen beslutade att till ny ersättare efter Lundin välja Anders Andersson (nyd).

Referensgruppen företog under tiden 25–28 februari en studieresa till Lovisa, Finland, för att där studera platsundersökningen för ett slutförvar för det finska använda kärnbränslet. Platsundersökningen bedrevs av Posiva Oy – den finska motsvarigheten till SKB. Under båtresorna till och från Helsingfors höll SKB föreläsningar. Förutom studerandet av platsundersökningsprojektet i Lovisa träffade referensgruppen också kommunalpolitiker. I Helsingfors gjordes ett studiebesök hos STUK, finska motsvarigheten till SKI och SSI.

Vid ett möte 1998-03-02 redogjorde SKB för sin utlandsverksamhet beträffande omhändertagande av kärnavfall i bland annat Estland och Ryssland.

1998-03-31 sammanträffade kommunstyrelsen och referensgruppen för ömsesidigt informationsutbyte, varvid gruppen fick i uppdrag att hålla ett seminarium med kommunfullmäktige om huvudfrågorna angående förstudien.

Under våren gjorde fyra studerande inom ramen för kursen ”Människan och naturen II” vid Uppsala universitet ett grupparbete om kärnavfall i Östhammars kommun, där olika roller i frågan studerades: SKB, politiker, allmänhet och miljöorganisationer.

Referensgruppen godkände 1998-05-18 ett förslag till avtal med Uppsala universitet angående granskning av SKB:s preliminära slutrapport. Östhammars kommun blev därmed först med att hos universitetet få acceptans för en utredning, där universitetet som sådant tar ett helhetsansvar för de ingående delutredningarna från olika institutioner genom en sammanfattningsrapport.

Vidare träffar referensgruppen avtal om framställningen av en informationsbroschyr till kommuninvånarna.

Den 8 juni lämnade SKB information om de översiktsstudier, som vidtagits län för län i större delen av Sverige. Vid detta tillfälle fick referensgruppen också besök av kommunens ungdomsråd och föreningen för Forsmark 4 med åtföljande diskussion.

SKI informerade vid höstens första sammanträde om myndigheternas roll i samband med förstudierna.

1998-10-05 informerade SKB om FUD-program 98, om geofysiska flygmätningar samt inspektion av öar i Grepen.

Kommunen hade under tiden 1 april till 30 september en remissomgång avseende den preliminära slutrapporten samtidigt som allmänheten bland annat via en svarskupong i hushållsbroschyren kunde komma med frågor och åsikter. Elva instanser besvarade remissen och drygt 50 svarstalonger kom in. Aktuella frågeställningar skickades till SKB, SKI och SSI för förslag till besvarande.

Under hösten kom en studiecirkel i gång om kärnavfallsfrågan. Referensgruppen beviljade cirkeln ett bidrag för studieresa till kärnbränsletillverkaren ABB Atom.

Sekreteraren medverkade vid ett kursavsnitt om lagstiftning i samband med kärnkraft och kärnavfall.

Sekreteraren representerade kommunen vid invigningen av SKB:s Kapsellaboratorium i Oskarshamn 1998-11-17.

Referensgruppens informationsinsatser 1998:

- 04-21 Tierps kommunstyrelse.
- 06-11-12 Allmänheten i samband med M/S Sigyns besök i Öregrund.
- 08-25 Kommunfullmäktige.
- 09-03 Allmänheten om strålning (SSI).
- 11-24 Krisgruppen (PKL-gruppen) om strålning (SSI).
- 11-30 Förvaltningscheferna.

Referensgruppens övriga studiebesök 1998:

- 09-16 kompletterande besök till CLAB, Kapsellaboratoriet och Äspölaboratoriet för ledmöter och ersättare.
- 09-29-10-02 sekreteraren deltar i studieresa anordnad av SKB till Belgien med besök vid slutförvarslaboratoriet HADES i Mol och ONDRAF:s anläggningar för låg- och medelaktivt avfall samt informationsutställningen Isotopolis. Ett besök gjordes också i England vid kärnavfallshanteringsanläggningarna i Sellafield.

Kommunens kostnader för förstudieprojektet under år 1998 uppgick till 1 417 300 kronor.

Referensgruppens arbete 1999

I januari 1999 levererades universitetets sammanfattningsrapport med underliggande delrapporter. Rapporten utgjorde i de delar som granskats en motsvarighet till den preliminära slutrapporten med dess delrapporter.

Kommunstyrelsen beslutade, § 25/1999, att välja följande personer till ledamöter och ersättare i referensgruppen:

Ledamöter	Ersättare
Gunnar Lindberg (s) ordförande	Margareta Widén Berggren (s)
Lennart Sunnerholm (m)	Ammie Sjöwall Nilsson (m)
Bengt Johansson (c)	Bertil Alm (c)
Rune Nilsson (fp)	Lars-Erik Berglund (fp)
Arno Unge (mp)	Margareta Åkerström (mp)
Mohammad Abdus Sabur (v)	Christer Johansson (v)

samt att, § 32/1998, utse följande personer till tjänstemannagrupp:

Sten Huhta, kommunchef
Carl Johan Nässén, planeringschef
Per Engström, ekonomichef
Hans Roos, teknisk chef
Per Andersson, stadsarkitekt

1999-02-01 besökte referensgruppen The Svedberg-laboratoriet och Gustaf Werner-institutet och fick en föreläsning om transmutation av långlivat kärnavfall.

SKB lämnade 1999-02-15 redogörelse för geologiska fältkontroller söder om Forsmarksverket och väster om Hargshamn samt för flygmagnetiska mätningar.

SKB:s verkställande direktör informerade 1999-03-02 kommunfullmäktige om bolaget och dess verksamhet.

Studiefrämjandets cirkel besökte referensgruppen för diskussion 1999-03-15. Sammanträdet blev också det sista i gruppen för Ny Demokrati, då man efter de allmänna valen inte längre fick plats i kommunfullmäktige och därmed inte heller i referensgruppen.

1999-03-23, § 59, valde kommunstyrelsen Sören Carlsson (kd) till ledamot och Eva Fredriksson (kd) till ersättare i referensgruppen.

1999-03-30 anhöll Bengt Johansson om befrielse från uppdraget som ledamot i gruppen.

Vid sammanträdet 1999-04-19 beslutade referensgruppen att till kommunstyrelsen överlämna ett förslag till yttrande över den preliminära slutrapporten som SKB remitterat till kommunen.

Referensgruppen deltog 1999-05-17 i ett seminarium i etikfrågor i Lövestabruk.

SKB:s lokala informationskontor redogjorde 1999-06-14 för sina informationsinsatser i kommunen under tiden 1996-02–1999-05.

Vid samma möte diskuterade studiecirkeln med referensgruppen om dess roll i och arbete med förstudien.

Kommunstyrelsen valde, § 108/1999, Bertil Alm (c) till ledamot efter Bengt Johansson och till ny ersättare efter Alm, Pontus Westerberg (c). Gunnar Lindberg valdes till ordförande och Bertil Alm till vice ordförande i referensgruppen.

Opinionsgruppen för säker slutförvaring besökte referensgruppen för diskussion 1999-08-23.

1999-09-20 avhöll referensgruppen ett offentligt möte i Östhammar, där följande miljöorganisationer på riksplanet deltog: Svenska Naturskyddsföreningen, Folkkampanjen mot kärnvapen-kärnkraft samt Avfallskedjan.

Referensgruppen arrangerade ett seminarium över istidsfrågor i Österbybruk 1999-10-18.

Tre av ledamöterna deltog 14–19 november i en studieresa arrangerad av SKB till Gorleben och Morsleben i Tyskland och Haute-Marne i Frankrike för besök vid mellanlager och laboratorier.

I Älvkarleby deltog referensgruppen i ett seminarium anordnat av SKB över temat ”SR 97 – Säkerheten efter slutförvaring” 1999-12-07.

Den 16 november 1999, § 78, beslutade kommunfullmäktige att besvara SKB:s remiss avseende den preliminära slutrapporten i enlighet med referensgruppens förslag.

Under hela året var referensgruppen sysselsatt med att ta fram en frågor och svar-broschyr för hushållen, där de huvudsakliga frågorna tagits upp av allmänheten i samband med den tidigare broschyren.

Informationsinsatser under året:

- Allmänheten i tätorterna i februari.
- Albrektsmässan i Östhammar i juni.
- Allmänheten i tätorterna i november-december.

Studiebesök under 1999 (utöver tidigare nämnda):

- Fullmäktige besöker Oskarshamn med CLAB, Kapsellaboratoriet och Äspölaboratoriet samt SFR i Forsmark.
- Geologiexkursion i Forsmarks-Bolundsfjärdsområdet för referensgruppen.
- Seminariet ”Alla talar om ansvar” – etikfrågor.
- Seminariet ”Miljökonsekvensbeskrivningar”.

Kommunens kostnader för deltagande i projektet förstudie i Östhammars kommun 1999 uppgick till 750 000 kronor.

Referensgruppens arbete 2000

Det första sammanträdet för år 2000 skedde den 17 januari, varvid avtal kunde träffas om formgivning, tryckning och distribution av frågor och svar-broschyren. Den delades också ut till vinterhushållen i slutet av januari, medan sommarhushållen får broschyren utdelad efter midsommar. Liksom vid föregående broschyrs utgivning, finns även denna broschyr som taltidning och på kommunens hemsida www.osthammar.se.

Referensgruppen deltog med två ledamöter och sekreteraren vid en konferens i Bryssel 2–3 februari ”Local democracies and Nuclear Power Plants” anordnad av Group of European municipalities with nuclear facilities. Konferensen var en fortsättning på konferensen i Göteborg 24–26 juni 1997 ”Nuclear safety and local/regional democracy”, där referensgruppen också var representerad.

Samtidigt deltog andra ledamöter i SKB:s seminarium med anledning av regeringens beslut angående FUD-program 98.

Vid sammanträde 2000-03-13 redogjorde SKB för lagstiftning om miljökonsekvensbeskrivningar i samband med djupförvaring av kärnavfall och projektledaren diskuterade SKB:s avsikt att under slutet av året lämna uppgift om var man önskar bedriva platsundersökningar.

Opinionsgruppen fick vid sammanträdet ett bidrag för år 2000 på 25 000 kronor för information, annonser och övriga kostnader.

Kommunstyrelsen beslutade, § 24/2000, om följande uppdrag till referensgruppen:

1. Fortsatt informationsarbete enligt plan.
2. Kontaktorgan med SKB till dess SKB lämnat förslag på platser för platsundersökning.
3. Analys av den slutliga slutrapporten.
4. Analys av säkerhetsrapporten SR 97.

Sekreteraren deltog 16–18 april i en konferens i Gartow, Tyskland, med borgmästare i tyska kommuner med kärntekniska anläggningar med åtföljande studiebesök vid mellanlagret för använt kärnbränsle (Brennelement-Zwischenlager Gorleben) och försöksanläggningen för slutförvaring i saltformationer (Erkundungsbergwerk Gorleben) som drivs av DBE – SKB:s tyska motsvarighet.

Vid sammanträde 2000-05-15 lämnade SKB en rapport om inventering av naturvärden i det prioriterade undersökningsområdet Bolundsfjärden. Därefter redogjorde SKB för hur man avser att behandla kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten. Slutligen presenterade SKB hur man avser att bedriva platsvalsprocessen.

Nästa sammanträde med referensgruppen äger rum 2000-06-05.

Östhammars kommuns yttrande över den preliminära slutrapporten

I september 1997 presenterade SKB den preliminära slutrapporten över förstudien i Östhammar. Efter bland annat en granskning av Uppsala Universitet och inhämtande av remissynpunkter avgav kommunfullmäktige i Östhammar den 16 november 1999 ett yttrande över den preliminära slutrapporten. Yttrandet återges i sin helhet i denna bilaga. SKB:s svar, kompletteringar och kommentarer med anledning av yttrandet har sammanställts i delrapporten "Förstudie Östhammar. Kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten samt kompletterande utredningar".

I denna slutrapport har kortfattade sammanfattningar av SKB:s svar och kompletteringar föranledda av kommunens yttrande beaktats genom att relevanta texter från den preliminära slutrapporten kompletterats eller arbetats om.



Svar på remiss från Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) över preliminär slutrapport avseende förstudie för lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle i Östhammars kommun

SKB:s uppdrag

SKB:s uppdrag är att inom landet kunna omhänderta och långsiktigt förvara utbränt kärnbränsle på ett sådant sätt att det isoleras från biosfären. Den metod som framtagits (KBS-3) innebär inneslutning i kapslar och deponering i stabil kristallin berggrund på stort djup vilket skall ge ett antal tekniska och naturliga barriärer.

Processen

Lokaliseringsprocessen för ett djupförvar för använt kärnbränsle innefattar ett antal olika steg. Dessa är i huvudsak översiktsstudier, förstudier och platsundersökningar innan lokaliseringsprovningen sker och beslut kan fattas om detaljundersökning och bygge.

Översiktsstudier beslutas och genomförs av SKB för att klarlägga storskaliga samband om lämplighet för djupförvar i olika delar av Sverige.

Förstudier ger en överblick i kommunskala och innefattar bl a undersökningar om vad som är känt om berggrunden, hur kommunen planerar sin markanvändning, miljöaspekter m m. Dessutom görs genomgångar av näringsliv m fl sociala aspekter. I förstudien görs en första bedömning om det i kommunen kan finnas områden av intresse för vidare studier.

I platsundersökningen görs en mera detaljerad teknisk undersökning av berggrunden och detta steg innebär fysisk verksamhet i form av borrhinar och fältverksamhet.

Remissen

SKB anför i skrivelse 1997-09-16 bl a följande:

Den preliminära slutrapporten för förstudie Östhammar överlämnades 1997-09-09 till kommunstyrelsen. SKB:s förhoppning är att rapporten ger en bra bild av vilka förutsättningar det finns att lokalisera ett djupförvar till kommunen och vilka konsekvenser en sådan etablering kan medföra.

Förutom Östhammars kommun skickas rapporten till länsstyrelsen, grannkommunerna och andra intresserade. Även om formella beslut i lokaliseringsärendet ligger många år framåt i tiden är det viktigt att tidigt i lokaliseringsprocessen få synpunkter på förstudiens resultat och värderingar, liksom förslag till kompletterande studier. Detta ger oss möjlighet att i förstudien ta fram ett för alla parter bra underlag inför beslutet om en eventuell platsundersökning.

Avslutningsvis anför SKB:

”Synpunkter och förslag rörande de avsnitt i den preliminära slutrapporten som berör miljöpåverkan av ett djupförvar i Kommunen är speciellt värdefulla med tanke på den MKB-diskussion som förs inom Kommunen, på länsstyrelsenivå och nationellt.”

Utarbetande av svar på remissen

Östhammars kommun har i skrivelse 1999-02-05 från SKB erhållit förlängd remisstid t o m 1999-05-15.

Östhammars kommun har anhållit om ytterligare förlängd remisstid så att kommunfullmäktige kan avge yttrande vid sitt novembersammanträde.

Kommunstyrelsen har i § 221/95 tillsatt en referensgrupp med uppgift att följa, granska och informera om rubr ärende.

Föreligger referensgruppens utlåtande 1999-04-19 till yttrande över remissen. Östhammars kommuns yttrande bygger på referensgruppens utlåtande.

Underlag för beslut

För att få fram en så bra analys som är rimligt har referensgruppen låtit Uppsala universitet granska förstudierapporten.

Till underlag för yttrande har kommunstyrelsen följande rapporter och dokument:

- SKB:s preliminära slutrapport med delrapporter
- SKB:s FUD-program 98 (Forskning, Utveckling, Demonstration) med underlagsrapport
- Uppsala universitets granskningsrapport "Kunskap och osäkerhet", sammanfattning med rapportdel
- Sammanfattning av remissvar från nämnder, partier m fl med kommentarer från SKB, SKI och SSI
- Sammanfattning av synpunkter från allmänheten med kommentarer från SKB, SKI och SSI

Angående metoder för slutförvar

Det pågår ett ständigt forsknings- och utvecklingsarbete omkring metoder att slutligt ta hand om använt kärnbränsle.

Förstudien avser en metod som inte är färdigutvecklad. Förutsättningarna för att tillämpa metoden kan komma att ändras fram till dess en ansökan om att få bygga ett djupförvar någonstans inlämnas till regeringen. Denna förstudie gäller endast under de förutsättningar som rådde vid beslutstillfället, då kommunen medgav SKB att få företa en förstudie i kommunen.

Kompletteringar enligt SKB

SKB har i skrivelse till kommunen 1999-02-11 angivit kompletteringar som SKB avser att vidta på eget initiativ samt föreslagit att kommunen i två fall vidtar egna studier frikopplat från förstudien. Här föreslår referensgruppen att överenskommelse träffas med SKB om att SKB åtar sig finansieringen av dessa studier på liknande sätt som då kommunen ingick avtal med SKB om förutsättningarna för en förstudie. I så fall återkommer referensgruppen med förslag.

YTTRANDE

Östhammars kommun begär följande kompletteringar, förtydliganden och nya utredningar:

1. SKB finansierar Östhammars kommuns studier om kommunens möjligheter att motsvara SKB:s behov av rekryteringsunderlag, kompetens, underleverantörer och liknande infrastrukturella frågor vid byggandet och drift av ett djupförvar.
2. SKB finansierar Östhammars kommuns studie av hur ett djupförvar skulle påverka befolkningens välbefinnande och näringslivets utveckling.

3. Beräkningsmetoderna avseende berggrundens genomsläpplighet ner till 100 meter är vetenskapligt godkända dock att extrapoleringen från 100 meter till 500 meter ej kan anses vetenskapligt godkänd och därför bör avsnittet om konduktivitetens djupvariation omarbetas.

4. Förstudien kompletteras med en tredimensionell bild av geologin på förvarsdjup som visar tolkningar av förhållandena på ytan genom tvärsnitt av området Forsmark-Bolundsfjärden.

5. I avsnittet om klimatologiska förändringars påverkan på ett djupförvar bör en redovisning ske av osäkerheterna av förutsägelseerna.

6. I avsnittet om långsiktigt perspektiv på samhällsutvecklingen bör en redovisning ske av osäkerheterna av förutsägelseerna.

7. Förstudien kompletteras med ett avsnitt om hur djupförvarsfrågan kan sättas in i ett långsiktigt etiskt perspektiv, där också ansvarsfrågan mellan generationerna belyses.

8. SKB kompletterar förstudien med de åtaganden som framgår av SKB:s ovan nämnda skrivelse (dat 1999-02-11) till kommunen.

A) En precisering av hur bristen på indata vid lokaliseringen av ett förvar under havet kan kompenseras med annan metodik.

B) En översiktlig redovisning i förstudien av:

1. In- och utströmningsområden på topografiska kartan.
2. Utförd maringeologisk kartläggning av närområden till SFR.
3. Vad en havsytehöjning kan innebära för förvaret.
4. Hur grundvattensänkning i samband med förvaret kan påverka miljön. på kort och lång sikt.
5. En mer utvecklad plan för hur SKB avser att ta hand om bergmassorna.
6. Kartan över avrinningsområden förbättras.

9. Rapporten R-98-57 "Delprojekt jordarter, bergarter och deformationszoner, Kompletteranden arbeten 1998" i lämpliga delar medtas i den slutliga rapporten.

10. Listan på referenser kompletteras till den grad att möjlighet ges till en riktig bedömning eller analys av slutrapporten.

11. Den kemiska toxiciteten på miljön av ett djupförvar redovisas.

12. SKB ur förstudien stryker följande påståenden:

Sid 82, 6.2.4, Regionala samråd: ”I Uppsala län kallas den regionala MKB-gruppen för MKB-samråd”, då MKB-samråd ännu inte har ägt rum på regional nivå.

Sid 83, 6.2.5, Lokala MKB-samråd: ”I Östhammar - - - för allmänheten.”, då MKB-samråd ännu inte har ägt rum på lokal nivå. Det kan istället skrivas in på sid 95, 6.3.3, Östhammar, under första stycket; Referensgruppen.

Frågor som Östhammars kommun anser bör tas upp efter förstudien och som inte besvaras i förstudien

På olika håll framkommer frågor i anslutning till förstudien om plats för djupförvar för använt kärnbränsle i Östhammars kommun som inte har direkt med förstudien att göra som listas nedan.

S = Sammanfattning i universitetets granskningsrapport

R = Rapportdelen

1. Kartläggning av Singözonens karaktär, exakta dimensioner och djupgående, vilket har betydelse för den långsiktiga säkerheten för ett djupförvar (R 8).
2. Kartläggning av tektoniska linser avseende:
 - horisontell utbredning/gränsförhållanden,
 - omgivande deformationszoners karaktär och djupgående,
 - indikationer på reaktivering i omgivande deformationszoner,
 - den tredimensionella formen, bergmekanik (R 13-14).
3. Kartläggning av malmpotentialen på förvarsdjup (R 16).
4. Kartläggning av maringeologin (R 19).
5. Påverkan av grundvattensänkning (R 20).
6. Återställningsplan för bergmassor (R 21).
7. Moderna metoder för osäkerhetsangivelser vid modellering av grundvattenflöden, -nivåer och transporthastigheter av olika ämnen samt kartläggning av plutoniums förmåga att tränga upp till markytan och spridningsområdet vid ett kapselhaveri samt tidsaspekten (R 29).
8. Beträffande befolknings- och sysselsättningsprognoser bör känslighetsanalyser användas för att belysa hur förändrade förutsättningar i prognoserna förändrar slutresultatet (R 40).

9. SKB har utan saklig redovisning flyttat tänkt förvarsdjup från 700 meter till 500 meter.
10. SKB har utan saklig redovisning föreslagit en minskning av kapseltjockleken från 50 millimeter till 30 millimeter.

Östhammars kommun

Birger Norén
Kommunstyrelsens ordf

Sten Huhta
Kommunchef

Samrådsmöten på länsstyrelsen

Ansökan om att lokalisera djupförvaret till en bestämd plats innefattar upprättandet av en miljökonsekvensbeskrivning (ett MKB-dokument), som ska redovisa den påverkan på miljön, både kortsiktigt och långsiktigt, som ett djupförvar förväntas medföra. Vidare ska miljökonsekvensbeskrivningen omfatta en beskrivning av alternativa förvarsmetoder och platser, liksom ett nollalternativ. Nollalternativet brukar definieras som att ingen åtgärd vidtas och har ofta beskrivits som konsekvenserna av en förlängd (hundratals år) lagring av det använda bränslet i CLAB. Det kan konstateras att ett nollalternativ inte existerar i ett långsiktigt perspektiv för kärnavfallet, utan att en permanent lösning förr eller senare måste komma till stånd.

Miljökonsekvensbeskrivningen ska föregås av ett samrådsförfarande enligt bestämmelserna i miljöbalken. Det tidiga samrådet ska hållas med länsstyrelsen och med enskilda som särskilt berörs av den planerade verksamheten. För en kärnteknisk anläggning följs det tidiga samrådet av ett utökat samråd som inkluderar berörda myndigheter, kommuner, allmänhet och organisationer. Detta utökade samråd ska avse verksamhetens eller åtgärdens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt innehåll och utformning av miljökonsekvensbeskrivningen. SKB anser att samråden enligt miljöbalkens bestämmelser bör påbörjas vid inledningen av platsundersökningarna, eftersom det är först när konkreta platser finns för en lokalisering som man kan identifiera de särskilt berörda bland allmänheten. Det är viktigt att berörda parter tidigt har kommit överens om formerna för samrådsförfarandet. Erfarenheterna från samråden under förstudien utgör därvid en värdefull grund för ett eventuellt fortsatt arbete med legalt samråd och framtagande av ett MKB-dokument.

Länsstyrelserna i de län som berörs av förstudier har, enligt regeringens beslut över SKB:s kompletterande redovisning till FUD-program 92, ett samordnande ansvar för kontakterna med kommuner och statliga myndigheter. Under 1996 inrättades en samrådsgrupp i Uppsala län för förstudien i Östhammar. I Uppsala län inleddes förstudier i Tierps kommun under 1998 och i Älvkarleby kommun under 1999. Samrådsgruppen har därför utvidgats med de två tillkommande förstudiekommunerna. I samrådet deltar förutom länsstyrelsen och de berörda kommunerna också SKB, SKI, SSI och den Särskilde rådgivaren på kärnavfallsområdet. Vid vissa tillfällen har gruppen utvidgats till att omfatta en större referensgrupp där bland annat grannkommuner (inklusive Åland) ingår.

Samrådsgruppen har sedan inledningen i oktober 1995 haft 2–4 sammanträden per år. Offentliga protokoll från mötena upprättas av länsstyrelsen. SKB har i samband med de inledande sammanträdena lämnat skriftliga svar på frågor och sin syn på förslag och synpunkter som kommit upp under samrådet. För vissa övergripande synpunkter hänvisas till det nationella samråd som förekom under perioden november 1997 till juni 1999. Andra synpunkter har beaktats i förstudien eller noteras och beaktas vid en eventuell platsundersökning.

Om lokaliseringstudierna går vidare efter förstudien, konkretiseras och intensifieras samrådsarbetet med tidigt och utökat samråd enligt miljöbalkens bestämmelser. Genom det informella samrådet under förstudien har kommunen skaffat sig betydande kunskap i frågan och bör därför kunna bevaka sina intressen och konstruktivt bidra till en stabil och trovärdig process. Genom att det senare i lokaliseringsprocessen finns en angiven plats kan även närboende och markägare identifieras, och dessa särskilt berörda kan därmed medverka i en formell samrådsprocess. Förutom den tekniska processen är även det sociala och politiska skeendet viktigt.

I denna bilaga sammanfattas de noteringar som gjorts vid samrådsmötena. I de fall SKB lämnat skriftliga svar och synpunkter på samrådsgruppens frågor finns dessa att tillgå i protokoll från länsstyrelsen. De senare samråden har även omfattat förstudierna i Tierps och Älvkarleby kommuner. Frågor som specifikt berör dessa två kommuner redovisas inte i denna bilaga.

Samrådsmöte 15/2 1996

Länsstyrelsen informerar om sitt samordnande ansvar, enligt regeringens beslut, för kontakter med kommuner och myndigheter för att SKB ska kunna ta fram underlag till en miljökonsekvensbeskrivning. Man har också ett samordnande ansvar för information till allmänheten och för utbetalning av medel ur kärnavfallsfonden till Östhammars kommun.

SKB redogör för sitt allmänna uppdrag och för arbetet med förstudierna. SKB har öppnat ett informationskontor i Östhammar.

Östhammars kommun informerar om att referensgruppen bland annat har som målsättning att ge så mycket information som möjligt och att man avser att öppna ett informationskontor i Rådhuset i Östhammar.

SKI arbetar med att sammanställa remissvaren till FUD-program 95. Det är SKI som beviljar bidrag ur kärnavfallsfonden.

Samrådsmöte 19/3 1996

Länsstyrelsen informerar om att regeringen ännu inte utsett en Nationell samordnare på kärnavfallsområdet. Länsstyrelsen anser att öppenhet och information till allmänheten är mycket viktiga frågor. Även samordningen mellan berörda kommuner ses som viktig.

SKB redogör för den planerade anläggningens och verksamhetens omfattning. Man tar också upp de lokaliseringsskriterier som redovisats i FUD-programmet, och de lokaliseringsfall som ska studeras i förstudien i Östhammar. SKB tar vidare upp frågan om MKB, dels med avseende på samrådsprocessen och dels med avseende på MKB-dokumentet. Det är viktigt att ge allmänheten möjlighet att förstå tekniska frågor som till exempel stråldoser. SKB redogör för tidsplanen för förstudien i Östhammars kommun och redovisar planerade informationsinsatser.

SKI framhåller att det är viktigt att det blir en bra samrådsprocess. Granskningen av FUD-program 95 pågår. SKI kommer inte att göra någon granskning av förstudierna, men är ändå intresserade av att det blir ett bra beslutsunderlag. Man framhåller att det måste framgå i MKB-processen att det är "ett farligt material som ska tas om hand".

SSI deltar i granskningen av FUD-program 95 och av slutrapporten från förstudien i Storuman. Öppenheten för allmänheten betonas. Säkerhetsfrågorna bör fokuseras i informationsarbetet.

Östhammars kommun är ännu inte redo att gå ut till allmänheten med information. Man betonar vikten av samrådsprocessen innan MKB-dokumentet tas fram. Man menar att allmänheten upplever radioaktiv strålning som mer dramatiskt än andra miljöfrågor. Referensgruppen har haft en dags utbildning om strålskydd.

Samrådsmöte 21/5 1996

Länsstyrelsen tar upp frågan om konsekvenserna av att lokalisera djupförvaret till ett område vid Forsmarksverket som är avsatt som riksintresse för energiproduktion.

SKB lämnar en lägesrapport från förstudien i Östhammars kommun. För närvarande pågår nio utredningar. Utredningen om Mark och Miljö redovisas vid mötet och olika frågor kring utredningen diskuteras. En rad frågor ställs till SKB, som besvarar dessa skriftligt till ett kommande möte. SKB informerar om dagsläget i förstudien i Nyköping och om ett nordiskt möte rörande MKB-frågor.

Östhammars kommun meddelar att de fem största orterna i kommunen ska få information om projektet genom offentliga möten. Föreningar kan få kostnadstäckning från kommunen för möten som de själva anordnar.

SSI framhåller att det är viktigt att synpunkter från allmänheten dokumenteras. Det bör också noteras vilka synpunkter som tagits hänsyn till och varför man i vissa fall inte tagit hänsyn till synpunkterna.

Samrådsmöte 10/12 1996

SKB redogör för de fyra delrapporter som kommit ut sedan föregående möte. SKB redovisar det arbete som skett i Malå, Nyköpings och Oskarshamns kommuner.

Den Nationelle samordnaren redogör för det arbetsprogram som upprättats för hans verksamhet. Han meddelar vidare att Malå kommun förbereder en folkomröstning.

Östhammars kommun redogör för informationen till allmänheten. Tyvärr har få personer från allmänheten hittills deltagit vid informationsträffarna.

SKI meddelar att SSI/SKI har nyanställt informatörer som kan delta med information till skolor, i studiecirkel med mera.

SSI framhåller vikten av att fler personer från allmänheten "aktiveras" vid kommunens kommande informationsträffar.

Länsstyrelsen tar upp synpunkter på delrapporterna som bör uppmärksammas i miljökonsekvensbeskrivningen.

Samrådsmöte 10/3 1997

Den Nationelle samordnaren redovisar sitt arbetsprogram. Han ska arbeta för att bidra till att proceduren för val av plats för slutförvaret blir tydlig och att förstudier görs i tillräckligt många kommuner, på ett jämförbart sätt. Samordnaren redogör också för regeringens beslut över FUD-program 95 och vad som enligt detta beslut ska ingå i det fortsatta forsknings- och utredningsarbetet. Berörda kommuner bör ha tillgång till SKB:s samlade redovisning av översiktsstudier med mera innan platsundersökningar påbörjas.

SKB redogör för vad som krävs för en anläggning för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och därmed jämförbart avfall. Innehållet i de sex senast redovisade delrapporterna från förstudien redovisas översiktligt. Förstudien görs förutsättningslöst i hela kommunen men samordning med övrig avfallshantering i Forsmark är av särskilt intresse.

Östhammars kommun redovisar sin planering i anslutning till SKB:s redovisning av den preliminära slutrapporten. Kommunen räknar med ett ökat intresse hos allmänheten när SKB:s preliminära slutrapport kommer. Kommunens referensgrupp arbetar med egen kompetensuppbyggnad och med information till kommuninvånarna, grannkommuner, Åland med flera berörda. Det har nyligen bildats en lokal opinionsgrupp för säkert slutförvar (OSS).

SSI redogör för SKI:s och SSI:s gemensamma arbete med föreskrifter angående strålskydd och säkerhet i samband med slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle.

SKI uppger att man anställt tre sakkunniga som bland annat ska informera om de aktuella avfallsfrågorna till allmänhet och i skolor.

Samrådsmöte 20/5 1997

Noteringar saknas på SKB från detta möte.

Samrådsmöte 23/9 1997

SKB redogör för de viktigaste slutsatserna i den preliminära slutrapporten. SKB vill att samtliga parter ska komma med synpunkter och kompletteringar inför den slutliga sammanställningen av rapporten. SKB planerar göra ett utskick om förstudien till samtliga hushåll i Östhammars kommun.

Den Nationelle samordnaren informerar om samarbetet mellan de berörda förundersökningskommunerna. Samarbetet har utmynnat i ett informellt diskussionsforum benämnt "Nationellt samrådsforum". Samrådsforumet syftar till att skapa samförstånd om vilka frågor som bör belysas i MKB-arbetet samt att underlätta samråd om det sätt på vilket MKB-arbetet bör bedrivas, där även frågor av allmänt intresse tas upp. En särskild arbetsgrupp med företrädare från KASAM samt berörda kommuner och länsstyrelser har tillsatts för att diskutera frågan om olika alternativ.

Östhammars kommun redogör för sitt informationsarbete riktat mot allmänheten. Erfarenheterna visar att det är svårt att engagera allmänheten eftersom tidsperspektivet för ett djupförvar är långt. Kommunen anser att det bör finnas fler förstudiekommuner med i SKB:s arbete.

SKI framhåller att man bör avvakta tills samtliga förstudier ligger färdiga och kliva in i processen då SKI har en uttalad roll i samband med tillståndsprövningen för ett eventuellt djupförvar.

Samrådsmöte 26/5 1998

SKB redogör översiktligt för problem med radioaktivt avfall och möjligheterna att ta hand om det svenska kärnbränsleavfallet, inklusive SKB:s strategi för detta. SFR och CLAB finns i drift sedan tidigare. Den stora frågan nu är var i Sverige ett djupförvar ska ligga. Lokaliseringsarbetet med översiktsstudier och förstudier redovisas.

Den Nationelle samordnaren delar ut en PM, "Slutförvaring av kärnavfall; kommunerna och platsvalsprocessen". Av denna framgår att den Nationelle samordnaren ska ses som en central resurs som står till kommunernas förfogande. Nationellt MKB-forum syftar till samförstånd om innehållet i de MKB-dokument som krävs. Speciell uppmärksamhet ägnas åt alternativ, systemanalys av KBS-3-metoden och de etiska aspekterna.

SSI redogör för sin roll som tillsyns- och prövningsmyndighet samt förmedlare av kunskap om strålningsrisker och skyddsåtgärder till allmänhet och yrkesmässigt verkssamma.

SKI konstaterar att man, liksom SSI, inte har någon aktiv roll i platsvalsprocessen. SKI arbetar med prövning och tillsyn av kärntekniska anläggningar, inklusive avfallsanläggningar.

SKB redogör för sina informationsinsatser riktade mot allmänheten med flera och för den fördjupade översiktsstudie som SKB genomför med hjälp av SGU. Studien omfattar geologi och markanvändning i bland annat Uppsala län. SKB informerar om att Tierps kommun visat intresse för en förstudie.

Östhammars kommun redogör för sin inställning till SKB:s förstudiearbete i kommunen. Referensgruppen har arbetat med egen kunskapsuppbyggnad och information till kommunens invånare och grannkommunerna. Den preliminära slutrapporten ska granskas av Uppsala universitet, och kommunen inhämtar även synpunkter från allmänheten. Broschyr med aktuell information ska delas ut till alla hushåll, inklusive sommarboende.

Samrådsmöte 13/10 1998

Länsstyrelsen pekar på möjligheten att jämföra alternativa förslag till hantering av kärnbränsleavfall med hanteringen av övrigt avfall som samhället producerar. Detta skulle kunna ge en nyanserad syn på det radioaktiva avfallet.

SKB redogör för FUD-program 98 och vilka utredningar som enligt regeringens beslut över FUD-program 95 ska ingå i redovisningen. SKB önskar en tydlig respons från regeringen, myndigheter och andra remissinstanser på FUD-98 redovisningen, speciellt i fråga om metodval, kriterier för val av lokalisering samt hur MKB-processen ska bedrivas och hur MKB-dokumentet bör se ut. En diskussion vidtar vid mötet om säkerhetsfrågor och framtida kontroll. Utgångspunkten från såväl myndigheter som SKB är att man nu ska vidta långtgående skyddsåtgärder, inklusive kontroll, med syfte att inte behöva framtida kontrollprogram. SKB informerar om att fältkontroll, speciellt kring Forsmark, har inletts. Intresset för SKB:s utställning på M/S Sigyn har varit mycket stort.

Östhammars kommun redogör för Uppsala universitets pågående granskning av den preliminära slutrapporten. Man informerar också kortfattat om de synpunkter på den preliminära slutrapporten som inkommit till kommunen respektive länsstyrelsen. Kommunen har fått in 51 remissvar.

Den Nationelle samordnaren informerar om verksamheten, bland annat i Nationellt MKB-forum. Den så kallade "Alternativgruppen" har tagit fram en rapport som bland annat lagt tonvikten vid de etiska frågorna, med särskild hänsyn till kommande generationers säkerhet och valfrihet.

Samrådsmöte 18/2 1999

Östhammars kommun redogör för pågående aktiviteter i kommunen och för remiss- och granskningshanteringen av den preliminära slutrapporten. Kommunen anger att det för närvarande inte är aktuellt med en folkomröstning. Uppsala universitet har presenterat rapporten "Kunskap och osäkerhet" från sin granskning av den preliminära slutrapporten. Till denna huvudrapport finns en separat skriven sammanfattning.

SKB bedömer att universitetets granskningsrapport är bra och sakligt skriven. SKB kommenterar särskilt den kritik som tas upp angående beräknade grundvattenrörelser. Däremot anser SKB att sammanfattningen inte ger en rättvisande bild av innehållet i huvudrapporten. SKB redogör för läget i förstudiekommunerna.

Den Nationelle samordnaren informerar om pågående aktiviteter. Ett möte har hållits med miljöorganisationer där bland annat frågan togs upp om när den formella MKB-processen börjar. Frågan diskuterades vid samrådsmötet där länsstyrelsen bland annat redogjorde för miljöbalkens bestämmelser om tidigt och utökat samråd. Ett miniseminarium kommer att hållas om MKB-förfarandet enligt miljöbalken. Ett nytt studiematerial, med betoning på de etiska frågorna i samband med hantering och slutförvaring av kärnavfallet, har tagits fram. Studiebesök vid CLAB och Äspölaboratoriet planeras för ledande departementstjänstemän.

SKI och **SSI** redogör för sitt arbete. För närvarande pågår granskning av FUD-program 98.

Samrådsmöte 10/6 1999

Östhammars kommun konstaterar att massmedia visat stort intresse för Uppsala universitets granskning av den preliminära slutrapporten. Det är svårt att veta om kommunens informationsbroschyr till hushållen givit genomslag, men intrycket är att allmänheten är välinformerad. Företrädare för kommunen uppfattar att Östhammarsborna inte upplever förstudiearbetet som en särskilt stor fråga.

SKB redogör för dagsläget i övriga förstudiekommuner. SKB tillkännager att man kommer att bjuda in till ett seminarium om "MKB-processen" och kraven på samråd enligt miljöbalken.

Den Nationelle samordnaren har fått ett nytt förordnande som **Särskild rådgivare på kärnavfallsområdet**. Han redogör för vad det nya uppdraget från regeringen innebär. Ett gemensamt möte med samtliga berörda länsstyrelser planeras. Syftet är att diskutera samrådsfrågan enligt 6 kapitlet miljöbalken.

SKI redogör för sin granskning av FUD-program 98. Metodfrågan är den mest centrala i FUD-rapporten.

SSI redovisar sin granskning av FUD-program 98 och redogör för sin uppfattning i metodvalsfrågan. SSI anser att uppärbetning/transmutation inte kan ligga till grund för en strategi för slutligt omhändertagande.

KASAM noterar att man enligt sina direktiv ska lämna ett yttrande till regeringen över FUD-program 98. Huvudfrågor är KBS-3 som prioriterad metod, underlaget för platsval samt innehållet i miljökonsekvensbeskrivningen.

Samrådsmöte 3/12 1999

SKB redogör för sin verksamhet i förstudiekommunerna. SKB räknar med att den 1 december 2000 peka ut vilka platser som SKB anser vara intressantast för platsundersökningar. Kompletterande informationsinsatser har skett i Östhammars kommun. Nya studier avseende den känsliga naturen kring Forsmarks kärnkraftverk kommer att presenteras i en rapport.

Försvarsområdet informerar om att ett hundratal försvarsanläggningar håller på att avvecklas längs Upplandskusten. Vissa anläggningar kommer att finnas kvar, till exempel runt hamnar.

Östhammars kommun informerar om referensgruppens aktiviteter och redovisar kommunens syn på det fortsatta förstudiearbetet i kommunen. Bland annat vill kommunstyrelsen vara "bollplank" åt SKB i det fortsatta arbetet, och kommunen vill ha ytterligare information om platsvalsprocessen.

Den **Särskilde rådgivaren på kärnavfallsområdet** redogör för sin pågående verksamhet som bland annat omfattar granskning av FUD, behandling av ansökningar om stödjande verksamhet till kommunerna samt planering av ett möte om miljökonsekvensbeskrivningar.

KASAM har lämnat svar till regeringen över FUD-program 98. Man framhåller där att det ur teknisk/etisk synvinkel är lämpligast att förvara avfallet i jordskorpanns övre del. Vidare förordar man flera platsundersökningar.

SKI redogör för sina kommande aktiviteter. Man konstaterar att SKI kommer att kunna vara på plats i det fortsatta arbetet med platsundersökningar och även svara på allmänhetens frågor. SKI lämnar också en redogörelse för remissarbetet kring SR 97.

Information och samverkan – aktiviteter

- April 1995
- SKB informerar kommunstyrelsen om översiktsstudien av kärntekniska kommuner samt om SKB:s intresse för en förstudie i Östhammars kommun.
- Maj 1995
- Brev till Östhammars kommun där SKB:s intresse för en förstudie redovisas.
- Juni 1995
- Kommunalfullmäktige medger att SKB får göra en förstudie.
- November 1995
- Information om förstudiens arbetsplan till kommunens referensgrupp, arbetsgrupp och tjänstemän samt representant från länsstyrelsen.
 - Artikel i Forsmarks Tidning som beskriver förstudien. Denna tidning distribueras till samtliga hushåll (inklusive ägare till fritidshus) i kommunen samt angränsande kustkommuner.
- Januari 1996
- Inslag i TV4 om förstudien med intervjuer av Östhammarsbor och debatt mellan SKB och ledamot från centern.
 - Inslag i P4/Radio Uppland om att SKB och kommunen ska öppna var sitt informationskontor.
- Februari 1996
- Kommunens referensgrupp besöker Forsmarksverket och SFR.
 - Information till länsstyrelsen i Uppsala.
 - Kommunstyrelsen godkänner SKB:s förslag till arbetsprogram med vissa kompletteringar.
 - SKB:s informationskontor öppnas. Pressvisning.
 - Information till anställda på Forsmarks Kraftgrupp AB.
 - Information till Lokala säkerhetsnämnden och referensgruppen.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med deltagande av länsstyrelsen, SKB, SKI, SSI, KASAM, Östhammars, Norrtälje och Tierps kommuner, Försvaret samt Ålands landskapsstyrelse.
- Mars 1996
- Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med representanter för länsstyrelsen, SKB, Östhammars kommun, SKI och SSI.

- April 1996
- Referensgruppen sammanträder på SKB:s informationskontor. Även representanter för Naturskyddsföreningen och Tierps kommun deltar.
 - Lions i Östhammar informeras.
 - Geologisk exkursion till Forsmark. Representanter från kommunen deltar.
 - Studieresa för referensgruppen till Studsvik/Nyköping och Simpevarp/Oskarshamn.
- Maj 1996
- Nordiska Kärnsäkerhetsorganet (nks) arrangerar ett MKB-möte i Finland där Östhammars kommun deltar liksom SKB.
 - Information till Byggnadsgeologiska sällskapet.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med representanter för länsstyrelsen, SKB, Östhammars kommun, SKI och SSI.
- Juni 1996
- Lägesrapport för referensgruppen.
 - Folkpartiet anordnar ett möte på SKB:s informationskontor rörande förstudien.
 - Information till Lokala säkerhetsnämnden.
 - SKB deltar på Albrektmässan. Cirka 100 besökare till utställningsvagnen.
- Juli 1996
- Information till Öregrunds golfklubb.
- Augusti 1996
- SKB deltar i mässan "Oland Visar" i Alunda. Cirka 80 besökare till utställningsvagnen.
 - Exkursion till värdefulla områden ur mark- och miljösynpunkt. Representanter från kommunen deltar.
 - Intervju i kommunens taltidning.
 - M/S Sigyn besöker Forsmark i samband med "Öppet hus" på SFR. SKB deltar med information om förstudien. Cirka 1 700 besökare.
 - M/S Sigyn besöker Öregrund. Information till allmänhet och kommunanställda. Cirka 600 besökare. Seminarium på M/S Sigyn om ett djupförvars påverkan på turism och fastighetspriser.
 - Bergtekniskt seminarium med ett femtontal inbjudna som samtliga varit engagerade i undersökningar, projektering och bygge av Forsmarksverkets tunnlar och SFR.

- September 1996
- Delrapporterna "Malmer och malmpotential" samt "Mark och miljö" presenteras för referensgrupp och media.
 - Information till Lokala säkerhetsnämnden.
 - Information till Samhall Aros AB.
 - SKB deltar med informationsmaterial i Framtidsmässan i Gimo.
- Oktober 1996
- Delrapporter inom område Samhälle presenteras för referensgrupp och media.
 - Information till företagarföreningen i Gimo.
 - Geologisk exkursion för referensgruppen.
- November 1996
- Återstående delrapporter inom området geologi presenteras för referensgrupp och media.
 - TV4 gör ett inslag om sysselsättningseffekterna av ett djupförvar.
 - Information till kommunfullmäktige. Även SKI och SSI deltar.
 - Radio Uppland sänder en debatt mellan Folkkampanjen, kommunen och SKB.
 - Kommunen anordnar informationsmöten för allmänheten i kommunens fem större tätorter, Östhammar, Öregrund, Gimo, Österbybruk och Alunda. Förutom kommunens referensgrupp deltar SKB liksom SKI och SSI.
 - Information till vårdpersonal i Östhammar liksom ALU-personal.
 - Information till Lokala säkerhetsnämnden.
 - Utställning (pekotek) på biblioteket i Östhammar.
- December 1996
- Informationskontoret har "Öppet hus" på skyltsöndagen. Cirka 60 besökare.
 - Metodik för säkerhetsanalys presenteras för referensgruppen.
 - Information till arbetsutskottet i Tierps kommunstyrelse.
 - Information till Forsmarksverket samt till Sveriges Geologiska Undersökning.
 - Lägesrapport avseende förstudien i Forsmarks Tidning.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med representanter för länsstyrelsen, SKB, Östhammars kommun, SKI och SSI.

- Januari 1997
- Utställning (pekotek) på biblioteket i Gimo.
 - Information till Östhammars företagarförening.
 - Utställning på Storbrunns biograf.
- Februari 1997
- Presentation av delrapporter rörande anläggningar och bergstekniska erfarenheter för referensgruppen och media.
 - Information till kommunens högstadielärare, Moderata Samlingspartiet i Östhammar, maskinentreprenörer i kommunen samt till lantbrukare från Harg.
 - Information med utställningsbuss i Harg och Hargshamn.
- Mars 1997
- Utställning (pekotek) på biblioteket i Alunda.
 - Information med utställningsbuss i Dannemora och Film.
 - Information till Hörselskadades riksförbund, LRF:s avdelningar i Valö och Forsmark, Gimo Lottakår samt till Lions Lanternan.
 - Skolinformation till högstadieskolorna i Östhammars kommun.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med deltagande av länsstyrelsen, SKB, SKI, SSI, KASAM, Försvaret, NUTEK, Sjöfartsverket, Nationelle samordnaren, Östhammars, Norrtälje och Tierps kommuner samt Åland.
- April 1997
- Information med utställningsbuss i Ekeby, Morkala, Forsmark och Norrskedika.
 - Information till hemtjänstpersonal samt till Östhammars Lottakår.
- Maj 1997
- Information med utställningsbuss på Gräsö och vid Långalma (Söderön).
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med representanter för länsstyrelsen, SKB, Östhammars kommun, SKI och SSI.
- Juni 1997
- Information till anställda på företaget JOKAB.
 - Information med utställningsbuss i Östhammar, Alunda, Gimo och Österbybruk.
- Juli 1997
- M/S Sigyn besöker Öregrund med SKB:s utställning. Drygt 6 000 besökare. Besöket föranleder inslag i Radio Uppland, TV4, Uppsala Nya Tidning och Östhammars Nyheter.
- Augusti 1997
- SKB deltar på Ungdomens dag i Östhammar.

- September 1997
- Information till personalen på folktandvården i Alunda, "Gläntans" Konst/mediagrupp, Rotary i Östhammar, daghemspersonal i Alunda, Nordbankens personal i Alunda, högskoleingenjörer från Uppsala, Föreningsbankens personal i Alunda, vårdpersonal i Alunda samt till vårdstuderande.
 - Den preliminära slutrapporten presenteras för kommunstyrelsen, referensgruppen och media.
 - KASAM:s styrelse, Nationelle samordnaren, SKI och SSI besöker informationskontoret.
 - TV1 besöker informationskontoret.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med deltagande av länsstyrelsen, SKB, SKI, SSI, KASAM, Nationelle samordnaren, Östhammars och Norrtälje kommuner samt Försvaret.
- Oktober 1997
- Information till kontorspersonal på Österby Gjuteri AB i Österbybruk, Postens personal i Alunda, idrottsledare från Östhammars Sportklubb, vårdpersonal i Alunda samt till daghemspersonal i Österbybruk.
- November 1997
- Utställning (pekotek) på biblioteket i Alunda.
 - Information till daghemspersonal i Österbybruk, idrottsledare från Östhammars Sportklubb, PRO i Östhammar, Sparbankens personal i Österbybruk, vårdpersonal i Östhammar, personal på Östhammarshem i Gimo samt till personal på Invandrarverket i Gimo.
 - Skolinformation till elever på Häverögymnasiet, Hallstavik.
 - Informationskontoret har "Öppet hus" på skyltsöndagen.
- December 1997
- Information till personal på Korsnäs AB i Gimo.
 - Hushållsutskick till samtliga hushåll och fritidsboende i kommunen, med information om förstudien.
- Januari 1998
- Information till personalen på folktandvården i Gimo samt till personalen på förskolan Diamanten i Gimo.
- Februari 1998
- Information till personalen på Annonsbladet i Östhammar, Posten i Österbybruk, Fagersta Seco i Österbybruk, Norwesco AB i Öregrund, Föreningsbanken i Gimo, Panth Produkter AB.
 - Informationskväll på kontoret till LO-facket "Byggnads".

- Mars 1998
- Seminarium på Storbrunn i Östhammar om SKB:s miljöarbete i Öst. 40 deltagare.
 - Information till personal på Posten i Öregrund och Östhammar, Räddningstjänsten, Vägverket, Industrihydraulik, Hemomatic, Elektro Montage i Gimo, Landstingets vårdpersonal, Roslags-turism, Odal i Östhammar samt till Östhammars pastorats personal.
- April 1998
- Information till kontorspersonal på Östhammars Vård och Omsorg AB samt till polisen i Östhammar.
 - Invigningen av SKB:s Djupförvarsutställning i Forsmark och SFR – 10 År.
- Maj 1998
- Information till Nordbankens personal i Östhammar samt till personalen på Doft AB i Östhammar.
 - Personal och boende på flyktingförläggningen i Gimo besöker djupförvarsutställningen i Forsmark och SFR.
 - Information med utställningsbussen i Öregrund och Alunda.
 - Information på lokalkontoret till Östhammars kommuns ungdomsråd och föreningen för Forsmark 4.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med deltagande av länsstyrelsen, SKB, SKI, SSI, Nationelle samordnaren, Östhammars, Tierps, Älvkarleby och Uppsala kommuner, Försvaret, Energimyndigheten samt Sjöfartsverket.
- Juni 1998
- Information med utställningsbussen i Hargshamn, Österbybruk och Gimo.
 - Information i Forsmark och SFR till busschaufförer på Swebus samt till Alundabor.
 - Information på lokalkontoret till Vänsterpartiet i Östhammar.
- Juli 1998
- M/S Sigyn besöker Öregrund med SKB:s utställning. Cirka 4 500 besökare.
- Augusti 1998
- SKB deltar med utställningsbussen vid idrottsevenemang i Östhammar.
- September 1998
- Information i Forsmark och SFR till personalen på Posten i Östhammar och Öregrund samt till Öregrunds Företagarförening.
- Oktober 1998
- Information i Forsmark och SFR till vuxenelever från Bruks-gymnasiet i Gimo, Gimo Företagarförening, personalen på Östhammars Järn & Maskin AB, Alunda Företagarförening, personalen från Elektro Montage samt till personalen från Bevakningspoolen och Strålskyddspoolen.

- Information till personalen på Folktandvården i Östhammar samt till vårdpersonal i Öregrund.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med deltagande av länsstyrelsen, SKB, SKI, SSI, KASAM, Nationelle samordnaren, Östhammars, Tierps, Älvkarleby och Uppsala kommuner, Försvaret, Sjöfartsverket samt Ålands landskapsstyrelse.
- November 1998
- Information till personalen från Folktandvården i Österbybruk samt till personalen från Previas Företagshälsovård i Östhammar.
 - Information i Forsmark och SFR till Österby Företagarförening, Östhammars Företagarförening samt till Träffpunkten (arbetslösa i Östhammars kommun).
 - Besök i SFR och information till personal från Hargs Bruks AB förvaltning.
 - Öppet hus på informationskontoret under skyltsöndagen. 55 besökare.
- December 1998
- Information i Forsmark och SFR till personalen från Hargs Bruk AB, personer från flyktingförläggningen i Gimo, PRO i Gimo, vuxenstuderande från Bruksgymnasiet i Gimo samt till personalen från Samhall.
- Januari 1999
- Information till Lions i Österbybruk.
- Februari 1999
- Information till personalen från Frösåkershallen, Försäkringskassans personal från Östhammars kommun, studiecirkel från Östhammar, Östhammars Folkdansgille, personalen på Bil & Motor Östhammar, personalen på Skärgården, Östhammars sjukhus samt till frisörer från Östhammar.
 - Information till Tekniska förvaltningen Östhammars kommun.
 - ”Öppet hus kväll” på informationskontoret.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med deltagande av länsstyrelsen, SKB, SKI, Nationelle samordnaren, Östhammars och Tierps kommuner samt Försvaret.
- Mars 1999
- Information och besök i SFR med Träffpunkten från Gimo, personalen från JACO Hargshamn, HSB bostadsrättsförening från Alunda samt med personalen från Roslagsbröd.
 - Information till personalen på ett vårdhem i Valö samt till Träffpunkten från Östhammar.
 - ”Öppet hus kväll” på informationskontoret.

- April 1999
- Information till vårdpersonalen på Lärkbacken i Gimo, Röda Korset i Östhammar, vårdelever från Bruksgymnasiet i Gimo, elever vid Folkhögskolan i Lövestabruk, personalen på Apoteket i Östhammar samt till dagmammor från Valö-Hök huvud.
 - Besök i SFR och information till personalen på ICA Lågpris i Östhammar, Pensionärsföreningen Havsörnen från Öregrund samt till Alunda-Tuna PRO.
 - "Öppet hus kväll" på informationskontoret.
- Maj 1999
- Besök i SFR och information till Österbybruk-Dannemora PRO, personal från Odal, Alunda, personalen från Stockholm Städsystem, PRO från Öregrund, Östhammars PRO samt till Byggnadsfacket i Uppsala Län.
 - Information till Kd-politiker.
 - Information till elever från årskurs 9, Österbybruk.
 - Geologiexcursion Forsmark.
 - Under våren informeras cirka 340 anställda vid Forsmark.
- Juni 1999
- Besök i SFR och information till elever från Öregrunds skola, elever från Ekeby skola samt till medlemmar i Valö jaktklubb.
 - Besök vid Biotestsjön och information till Gimo PRO.
 - Information till Hushållningssällskapet Landsbygdskonsult.
 - Information till referensgruppen i Östhammars kommun.
 - SKB deltar med utställningsbuss på Albrektsmässan i Östhammar.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med deltagande av länsstyrelserna i Uppsala respektive Gävleborgs län, SKB, SKI, SSI, KASAM, Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet, Östhammars, Tierps, Älvkarleby, Uppsala och Heby kommuner samt Försvaret.
- Augusti 1999
- Information till Vallonskolans personal i Gimo.
 - SKB deltar med utställningsbussen på Österbydagen.
- September 1999
- Information och besök i SFR för särskoleelever och lärare samt för personal från Sandvik i Gimo.
 - Elever och lärare från Valö skola besöker SFR och Biotestsjön.
 - Träffpunkten från Gimo besöker Forsmarks kärnkraftsverk och SFR.

- Studieresa till CLAB, Äspölaboratoriet och Kapsellaboratoriet för kommunpolitiker, fackliga förtroendemän och tjänstemän från miljökontoret.
 - Personal och boende på flyktingförläggningen i Gimo besöker djupförvarsutställningen i Forsmark samt SFR.
 - Information till boende i Berkinge.
- Oktober 1999
- Besök i SFR och information till elever från Bruksgymnasiet, Gimo samt till personal från Sandvik Coromant AB i Gimo.
 - Information till vårdpersonal på Vallongården i Österbybruk, personalen från barnomsorgen i Öregrund samt till personal vid Tomtberga daghem i Östhammar.
 - Information till närboende i Forsmark, Snesslinge, Elvisjö, Draknäs och Drängsö.
 - Studieresa till Oskarshamn för politiker.
- November 1999
- Information till närboende i Forsmark: Ledsundet, Kallerö, Johannisfors, Norrby, Karö, Vamsta, Duderö, Aspö och Snesslinge.
 - Studieresa till Oskarshamn för Forsmarksanställda.
 - Information till personal på Hargshamns skola.
- December 1999
- Personal från Sandvik Coromant AB i Gimo besöker SFR.
 - Studieresa till Oskarshamn för Forsmarksanställda.
 - Pressmöte på informationskontoret, presentation av SR 97.
 - Lagerbladet delas ut till samtliga hushåll i Östhammars kommun.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med deltagande av länsstyrelsen, SKB, SKI, SSI, KASAM, Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet, Östhammars, Tierps och Älvkarleby kommuner samt Försvaret.
- Januari 2000
- Pensionärsföreningen SPF:s studiecirkel besöker informationskontoret.
 - Elever från årskurs 9, Frösåkersskolan besöker SFR.
- Februari 2000
- Elever från årskurs 9, Frösåkersskolan besöker SFR.
 - Invigning av utställningen Urberg 50 i Forsmark. Cirka 80 deltagare.
 - Urberg 50 besöks av personalen från Östra Upplands Bil & Motor AB.

- Information till Säkerhetsnämnden i Östhammars kommun.
 - Information till Forsmarksanställda.
 - Samrådsmöte på länsstyrelsen i Uppsala med deltagande av länsstyrelsen, SKB, SKI, SSI, KASAM, Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet, Östhammars, Tierps och Älvkarleby kommuner, Försvaret, Statens energimyndighet samt Sjöfartsverket.
- Mars 2000
- Urberg 50 besöks av Lions från Österbybruk.
 - Studieresa till CLAB och Äspölaboratoriet i Oskarshamn för Forsmarksanställda samt för kommuninvånare.
 - Information till kommunstyrelsens arbetsutskott.
 - Personalen från Sigma Benima AB informeras om förstudien på informationskontoret.
- April 2000
- Urberg 50 besöks av Österbybruks LRF-avdelning Lions från Öregrund, Lions Club Lanternan från Östhammar samt av elever, årskurs 9, Österbybruksskolan.
 - Studieresa till CLAB och Äspölaboratoriet i Oskarshamn för kommuninvånare.
 - Information på Naturskyddsföreningens Upplandskrets årsmöte.
 - Företagarföreningen från Östhammar informerades om förstudien.
- Maj 2000
- Urberg 50 besöks av elever från Bruksgymnasiet i Gimo, ABB Old Generation från Västerås, pensionärer från Hargshamn samt av arbetsledare från Samhall i Uppland.
 - Informationsdagar hålls i Alunda, på biblioteket i Gimo och på biblioteket i Österbybruk.
 - Studieresa till CLAB och Äspölaboratoriet i Oskarshamn för kommuninvånare.
 - Hushållssällskapets rapport "Naturvärden i Forsmarksområdet" presenteras för referensgruppen och säkerhetsnämnden i Östhammars kommun.
- Juni 2000
- Urberg 50 besöks av PRO från Alunda, asylsökande från flyktingförläggningen i Gimo och personal från Sandvik Coromant AB i Gimo.
 - Studieresa till CLAB och Äspölaboratoriet i Oskarshamn för personalen från Östhammars Hem och för kommuninnevånare.
 - Seminarium hålls angående naturvård i Forsmark för naturintresserade och besök görs vid Finnsjön.

- Juli 2000
- M/S Sigyn besöker Öregrund, Hargshamn och Forsmark med SKB:s utställning. Cirka 5 500 besökare.
- Augusti 2000
- M/S Sigyn besöker Forsmark och Öregrund. Cirka 1 500 besökare. Information till närboende och allmänhet. Seminarier om transport av kärnavfall samt om konsekvenser för samhället av en djupförvarsetablering.