

# Förstudie Älvkarleby

## Slutrapport

December 2000

**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Box 5864

102 40 Stockholm

Tel 08-459 84 00

Fax 08-661 57 19





# **Förstudie Älvkarleby**

## **Slutrapport**

December 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”. 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 Älvkarleby kommun startade hösten 1999. En preliminär slutrapport presenterades i april 2000. Kommunen har gjort en egen granskning av rapporten och även skickat ut den på en bred vidare remiss som besvarades av cirka 25 instanser. En sammanställning av granskningen och andra synpunkter har sedan legat till grund för kommunfullmäktiges yttrande över den preliminära slutrapporten i november 2000.

I denna slutrapport har vissa förändringar och revideringar gjorts jämfört med den preliminära utgåvan. Detta har föranletts av SKB:s kompletterande utredningar – framförallt den fältkontroll som genomfördes våren 2000, kommunfullmäktiges yttrande samt remissinstansernas synpunkter. En avgörande förändring är att granitmassivet mellan Älvkarleby tätort och kusten inte längre bedöms intressant för platsundersökningar. Däremot kvarstår SKB:s intresse för en hamnanläggning i Skutskär. Hamnen i Skutskär har goda förutsättningar att vara ett bra transportalternativ om det skulle bli aktuellt med ett djupförvar i Tierps kommun.



Saida Engström  
Projektledare för  
Förstudie Älvkarleby



Claes Thegerström  
vVD, chef Lokalisering

## **Förändringar i denna rapport jämfört med den preliminära slutrapporten**

Den preliminära slutrapporten för förstudien i Älvkarleby kommun presenterades i april 2000. Parallellt med kommunens remisshantering har SKB genomfört geologisk fältkontroll av området mellan Älvkarleby tätort och kusten. Resultatet från fältkontrollen har inarbetats i slutrapporten tillsammans med kompletteringar och justeringar som föranletts av kommunens yttrande och remissinstansernas synpunkter. Resultat från kompletterande utredningar inom andra förstudier har i vissa fall även inarbetats i denna slutrapport. Resultat från SKB:s fortlöpande utvecklingsarbete avseende djupförvaret, har på några punkter påverkat rapportens innehåll.

Den geologiska fältkontrollen gav som resultat att det inte längre är aktuellt med en djupförvarsetablering i Älvkarleby kommun. Redovisningarna från den preliminära slutrapporten av mark- och miljöaspekter (kapitel 7) och samhällsaspekter (kapitel 8) på en djupförvarsetablering kvarstår ändå i denna rapport, eftersom resultaten från dessa utredningar är väsentliga även vid eventuella platsundersökningar i Tierps eller Östhammars kommun.

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 avfallsmängder med mera har gjorts baserat på uppgifter i SKB:s Plan 2000. Vidare ges en sammanfattning av regeringens beslut över FUD-program 98. Dagsläget vad gäller lokaliseringsarbetet har uppdaterats till hösten 2000.

### **Kapitel 2**

I kapitlet ingår nu en beskrivning av kommunens remisshantering av den preliminära slutrapporten och de kompletterande utredningar som gjorts. Vidare har beskrivningen av samverkan på lokal och regional nivå utökats med perioden januari till november 2000.

### **Kapitel 3**

Kapitlet är i stort sett oförändrat.

### **Kapitel 4**

SKB:s aktuella material avseende lokaliseringskriterier och program för platsundersökningar ligger till grund för redovisningen i detta kapitel.

### **Kapitel 5**

Kapitlet har kompletterats med resultaten från SGU:s fältkontroll i kommunen. Vidare har avsnittet om berggrundens vattengenomsläpplighet förtydligats. Avsnittet om grundvattenkemiska förhållanden har utvidgats med en redovisning av processer som styr grundvattnets kemiska sammansättning på förvarsdjup och parametrar som är av betydelse vid grundvattenkemisk analys. Dessutom diskuteras kontamineringsproblematiken vid grundvattenprovtagning. Slutligen har ett avsnitt om osäkerheter i datamaterialet tillkommit.

## **Kapitel 6**

Kapitlet har omarbetats med hänsyn till resultaten från fältkontroll av berggrunden i området mellan Älvkarleby tätort och kusten. Något förslag till placering av ett djupförvar i Älvkarleby kommun presenteras således inte i slutrapporten. Kapitlet omfattar nu enbart en generell beskrivning av transportsystemet till djupförvaret, förutsättningar i Älvkarleby kommun då det gäller vägar, järnväg och hamnar, en generell beskrivning av anläggningar och verksamhet vid djupförvaret samt, mottagning och transport av använt kärnbränsle och annat gods till ett eventuellt djupförvar i Tierps kommun. Under 2001 kommer SKB att genomföra en utredning av hur farligt avfall hanteras och transporteras idag.

## **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 i kommunen liksom kommunens miljösituation.

## **Kapitel 8**

Några förtydliganden har gjorts med anledning av inkomna remissynpunkter. Viss statistik har uppdaterats. En gemensam utredning för de förstudiekommunerna av psykosociala effekter av en djupförvarsetablering planeras till 2001. Under 2001 utarbetas också ett program för kommande utredningar om effekter av en djupförvarsetablering i regionen på näringslivet och kommunens utveckling.

## **Kapitel 9**

Kapitlet har reviderats med hänsyn till nya resultat.

## **Bilaga 1**

Avfallsmängder med mera följer de uppgifter som ges i 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 för fältkontrollen.

## **Bilaga 3**

Kommunens förstudieorganisation i september 2000 redovisas.

## **Bilaga 4**

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

## **Bilaga 5**

Ny bilaga som behandlar det regionala samrådet med länsstyrelsen i Uppsala län som huvudman.

## **Bilaga 6**

Tidigare bilaga 4. I bilagan sammanfattas SKB:s informationsverksamhet till och med november 2000.



# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b>	11
<b>1 Inledning</b>	19
1.1 Djupförvarsfrågan i ett långsiktigt etiskt perspektiv	19
1.2 Avfallssystemet	20
1.3 Djupförvaret	23
1.4 Etappindelning av djupförvarsprogrammet	24
1.5 Lokaliseringsarbetet	26
1.5.1 Utgångspunkter	26
1.5.2 Översiktsstudier, förstudier och platsundersökningar	27
1.6 Regeringens beslut angående lokaliseringsprocessen	30
1.6.1 Kompletteringen till FUD-program 92	30
1.6.2 FUD-program 95	30
1.6.3 FUD-program 98	31
<b>2 Förstudien i Älvkarleby</b>	33
2.1 Överväganden om en förstudie i Älvkarleby	33
2.2 Organisation	33
2.2.1 SKB:s projektorganisation	33
2.2.2 Kommunens förstudieorganisation	34
2.3 Genomförande och dokumentation	34
2.4 Samråd, dialog och information	36
2.4.1 Samrådsprocessen	36
2.4.2 Dialog lokalt i kommunen	36
2.4.3 Regionalt samråd vid länsstyrelsen	38
2.4.4 Nationell samverkan	38
<b>3 Älvkarleby kommun</b>	39
3.1 Geografiskt läge och invånare	39
3.2 Kommunikationer	42
3.3 Utbildning och näringsliv	42
3.4 Natur och miljö	43
3.5 Kultur och friluftsliv	43
<b>4 Faktorer och kriterier för lokalisering</b>	45
4.1 Allmänt	45
4.2 Lokaliseringsfaktorer	46
4.2.1 Säkerhet	47
4.2.2 Teknik	49
4.2.3 Mark och miljö	50
4.2.4 Samhälle	50
4.3 Lokaliseringskriterier i en förstudie	50
4.4 Underlag vid val av områden för platsundersökningar	52
4.5 Program för platsundersökning	52

<b>5</b>	<b>Förutsättningar för långsiktig säkerhet</b>	53
5.1	Inledning	54
5.2	Bedömningsunderlag från förstudien	55
5.2.1	Delrapporter	55
5.2.2	Underlagsmaterial	56
5.2.3	Informationstäthet och kvalitet	59
5.3	Osäkerheter	59
5.4	Berggrund och jordtäcke	61
5.4.1	Översikt	61
5.4.2	Jordarter	63
5.4.3	Bergarter	67
5.4.4	Berggrundens homogenitet	72
5.4.5	Deformationszoner	74
5.4.6	Fältkontroll av berggrunden inom området vid Lövstabukten	79
5.4.7	Stabilitet	81
5.4.8	Exploateringsintressen	83
5.5	Grundvatten	87
5.5.1	Grundvattenbildning och grundvattenströmning	87
5.5.2	Berggrundens vattengenomsläpplighet	88
5.5.3	Grundvattenkemi	94
5.5.4	Förändringar på lång sikt	100
5.6	Bedömning av lokaliseringspotential ur långsiktig säkerhetssynpunkt	102
5.6.1	Allmänna förutsättningar	103
5.6.2	Slutsatser	105
<b>6</b>	<b>Tekniska förutsättningar</b>	107
6.1	Inledning	107
6.2	Bedömningsunderlag från förstudien	108
6.3	Transporter	108
6.3.1	Godsslag till djupförvaret	108
6.3.2	Transportsystem	110
6.3.3	Säkerhet	113
6.3.4	Förutsättningar i Älvkarleby kommun	114
6.3.5	Bedömning	117
6.4	Anläggningar och verksamhet vid djupförvaret	117
6.4.1	Anläggningar	117
6.4.2	Verksamhet	121
6.5	Lokaliseringsalternativ	125
6.6	Bedömning av lokaliseringspotential	126
<b>7</b>	<b>Mark- och miljöaspekter</b>	127
7.1	Inledning	127
7.2	Bedömningsunderlag	128
7.3	Naturförhållanden samt skyddade och värdefulla områden	128
7.3.1	Naturförhållanden	129
7.3.2	Naturvård	129
7.3.3	Friluftsliv	132
7.3.4	Kulturmiljövård	135
7.3.5	Odlingslandskap	135
7.3.6	Jord- och skogsbruk samt yrkesfiske	135
7.3.7	Vattenförsörjning	137

7.4	Miljövårdsarbetet i Älvkarleby kommun	137
7.4.1	Länsstyrelsens strategi	137
7.4.2	Miljöarbetet inom kommunen	137
7.4.3	Miljösituationen inom kommunen	139
7.5	Djupförvarets påverkan på omgivningen	143
7.5.1	Uttag av bergmassor	143
7.5.2	Utsläpp till luft	144
7.5.3	Påverkan på vatten	144
7.5.4	Buller, vibrationer och ljussken	147
7.5.5	Olyckor, brand	147
7.5.6	Hushållning med naturresurser	147
7.5.7	Anpassning till omgivningen	147
7.5.8	Återställande och långsiktig miljöpåverkan	148
7.6	Bedömning av lokaliseringspotential	148
<b>8</b>	<b>Samhällsaspekter</b>	<b>151</b>
8.1	Inledning	151
8.2	Bedömningsunderlag från förstudien	151
8.2.1	Allmänt	151
8.2.2	Utredningar	152
8.3	Älvkarlebys förutsättningar	153
8.3.1	Befolkning	153
8.3.2	Näringsliv och arbetsmarknad	154
8.3.3	Handel	155
8.3.4	Infrastruktur och geografiskt läge	156
8.3.5	Pendling	156
8.3.6	Utbildningsnivå	157
8.3.7	Kommunens verksamhet och ekonomi	157
8.4	Älvkarlebys framtida utveckling	158
8.4.1	Två scenarier över kommunens framtida utveckling	159
8.4.2	Prognoser	159
8.5	Effekter av en etablering av ett djupförvar	160
8.5.1	Sysselsättningseffekter av ett djupförvar	161
8.5.2	Utvecklingen i Älvkarleby med ett djupförvar	163
8.5.3	Potentiella spin-off effekter	164
8.5.4	Jämförelser med andra anläggningar	165
8.5.5	Turism och besöksnäring	166
8.5.6	Fastighetsmarknaden	168
8.6	Bedömning	169
8.7	Slutkommentarer	170
<b>9</b>	<b>Sammanfattande värdering</b>	<b>173</b>
9.1	Lokaliseringsförutsättningar i Älvkarleby kommun	173
9.1.1	Allmänt	173
9.1.2	Långsiktig säkerhet	174
9.1.3	Teknik	176
9.1.4	Mark och miljö	177
9.1.5	Samhälle	179
9.2	Helhetsbedömning från förstudien	179

<b>Referenser</b>	181
<b>Ordförklaringar</b>	193
<b>Bilaga 1</b> Radioaktivt avfall – egenskaper och mängder samt några grunddata för djupförvaret	201
<b>Bilaga 2</b> SKB:s förstudieorganisation	207
<b>Bilaga 3</b> Älvkarleby kommuns organisation	209
<b>Bilaga 4</b> Älvkarleby kommuns yttrande över den preliminära slutrapporten	211
<b>Bilaga 5</b> Samrådsmöten på länsstyrelsen	223
<b>Bilaga 6</b> Dialog, information och samverkan – aktiviteter	231

## Sammanfattning

SKB:s slutsats från förstudien är att bergrunden i Älvkarleby kommun är komplex, inhomogen och förhållandevis rik på sprickor. De områden som kontrollerats i fält kännetecknas av täta bergartsväxlingar, och bergarterna uppvisar olika grad av deformation och omvandling. Möjligen kan det i kommunens sydligaste del, i ytterdelen av Hedesundamassivet, finnas bergblock med lämplig kvalitet och av tillräcklig volym för ett djupförvar. Hedesundamassivet har dock betydligt större utbredning i Tierps kommun. Vidare ligger delen i Älvkarleby kommun delvis inom skyddade och värdefulla områden. Om platsundersökningar skulle bli aktuella i Hedesundamassivet, bör dessa därför förläggas till massivets mer centrala delar, det vill säga till Tierps kommun. SKB kan därför inte rekommendera vidare studier rörande lokalisering av djupförvaret till Älvkarleby kommun.

Däremot erbjuder Älvkarleby kommun goda tekniska förutsättningar – främst hamn och transportleder – om det skulle bli aktuellt att etablera djupförvaret i Tierps kommun. Väg- och järnvägsförbindelserna är väl utbyggda. Stora Ensos hamn i Skutskär skulle vara lämplig som mottagningshamn för godstransporterna till djupförvaret.

Om det blir aktuellt med platsundersökningar och vidare lokaliseringsstudier för ett djupförvar i Tierps kommun kommer utredningar avseende hamnanläggning, transportsystem fram till djupförvaret samt lämplig lokalisering av djupförvarets olika verksamheter ovan jord att genomföras i nära samverkan med bland andra Stora Enso, Älvkarleby kommun, berörda markägare och närboende.

### **Lokaliseringsprocessen**

Lokaliseringsprocessen för djupförvaret för använt kärnbränsle innefattar ett antal olika steg innan lokaliseringsprövningen sker och beslut kan fattas om detaljundersökning och bygge. Dessa är i huvudsak: översiktsstudier, 5–10 förstudier och minst två platsundersökningar. I förstudierna utreds möjligheterna att lokalisera djupförvaret till en kommun. Förstudierna medger emellertid inte några långtgående slutsatser om den långsiktiga säkerheten på olika intressanta platser. För detta krävs tillgång till data om berggrundsförhållanden på djupet, vilket ges först i en platsundersökning.

Platsen för djupförvaret måste uppfylla ett antal grundläggande krav avseende i första hand långsiktig säkerhet och miljöpåverkan. De så kallade lokaliseringsfaktorerna, som avgör om ett område är lämpligt för djupförvaret, kan ordnas in i huvudgrupperna: långsiktig säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle. En del lokaliseringsfaktorer innebär definitiva krav som en plats måste uppfylla. Många faktorer är emellertid av karaktären gynnsamma/ogynnsamma, vilket innebär att de är viktiga vid en helhetsbedömning, men att de inte ensamma avgör platsens lämplighet.

## **Förstudiearbetet**

Kommunfullmäktige i Älvkarleby beslutade i april 1999 att säga ja till SKB:s begäran om att genomföra en förstudie för lokalisering av djupförvaret i kommunen. Älvkarleby kommun bildade därefter en referensgrupp med representanter från politiska partier, allmänheten och ett antal organisationer för att följa och kritiskt granska förstudiearbetet. Referensgruppen har granskat den preliminära slutrapporten och skickat ut den på en bred remiss som besvarades av cirka 25 instanser. En sammanställning av referensgruppens granskning och andra synpunkter har sedan legat till grund för kommunfullmäktiges yttrande över den preliminära slutrapporten i november 2000.

SKB:s förstudieorganisation baseras på de fyra ovan nämnda huvudgrupperna av lokaliseringsfaktorer. Det utredningsarbete som SKB utfört inom dessa områden har resulterat i sju delrapporter, som under arbetets gång presenterats för och diskuterats med kommunens förstudieorganisation. Delrapporterna, som utgör grunden för denna slutrapport, har skrivits av experter inom respektive område, vilka själva svarar för slutsatserna. SKB svarar för innehåll och slutsatser i slutrapporten.

I föreliggande slutrapport har vissa förändringar och revideringar gjorts jämfört med den preliminära utgåvan som presenterades i april 2000 (se sammanställning direkt efter förordet). Ändringarna har föranletts av SKB:s kompletterande utredningar – framförallt den fältkontroll som genomfördes våren 2000 – kommunfullmäktiges yttrande samt remissinstansernas synpunkter.

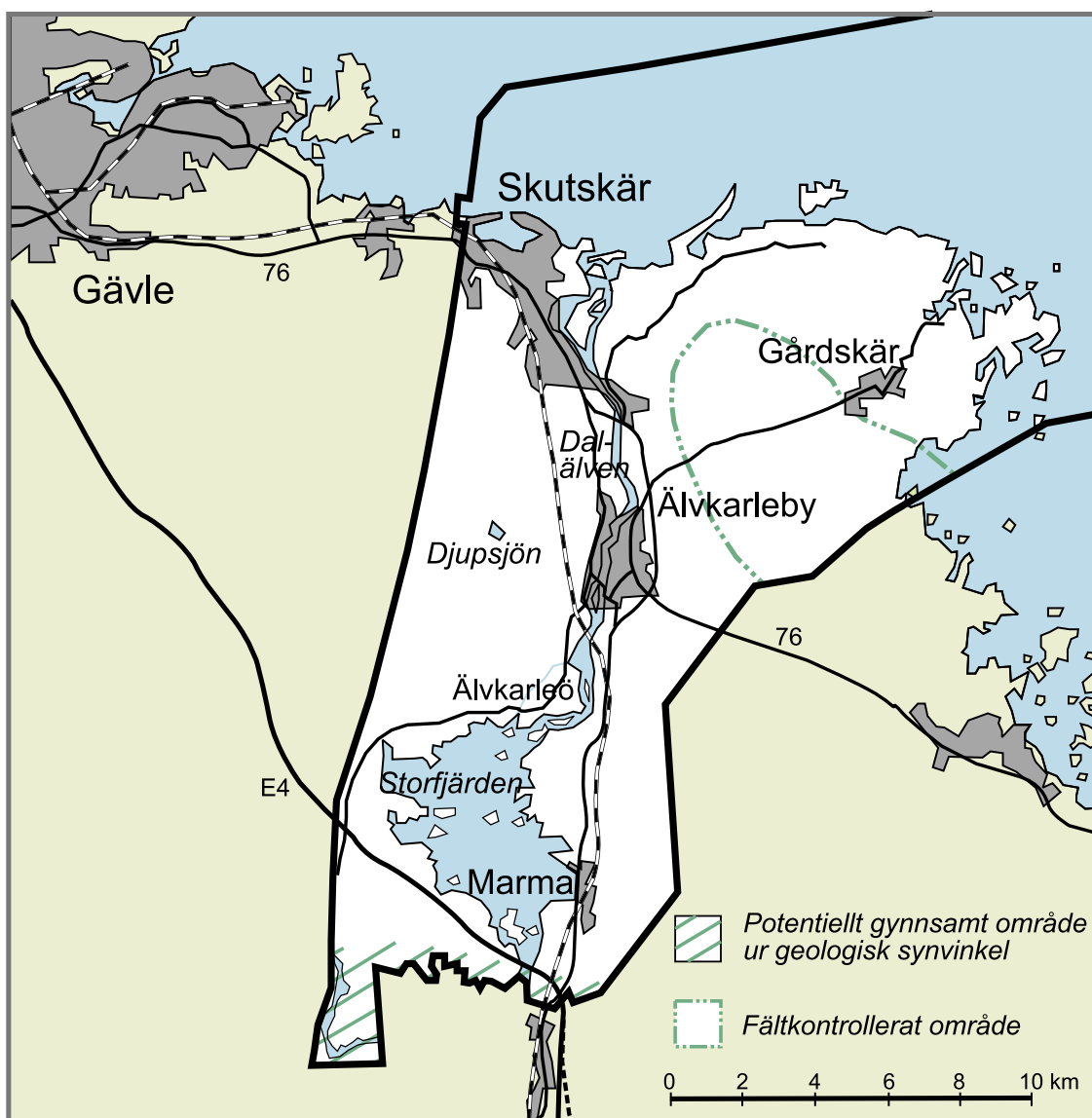
Parallellt med utredningsarbetet har samråd och diskussioner förts med kommunen, länsstyrelsen i Uppsala län och berörda myndigheter. Dessa samråd och diskussioner utgör en del i förberedelserna för en framtida miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Denna kommer för Älvkarleby kommuns del inte att avse djupförvarsetableringen. Om djupförvaret lokaliseras i Tierps kommun kan det emellertid bli aktuellt att upprätta en miljökonsekvensbeskrivning för utbyggnad av Skutskärs hamn och ett transportsystem mellan hamnen och djupförvarsanläggningen. I samband med en eventuell platsundersökning i Tierps kommun, kommer tidigt och utökat samråd enligt miljöbalkens bestämmelser att genomföras även avseende dessa anläggningar.

SKB har under förstudiearbetet fört en dialog med allmänhet, organisationer och politiker i kommunen, bland annat genom sitt informationskontor i Skutskär. Stora insatser har lagts på att etablera en tvåvägskommunikation, där SKB dels informerar, dels tar del av allmänhetens synpunkter på djupförvarsfrågan.

## **Förutsättningar för långsiktig säkerhet**

Förstudiens utredningar om förutsättningarna att uppfylla kraven på långsiktig säkerhet bygger i huvudsak på sammanställningar och analyser av befintligt material. Det underlag som tagits fram om förhållandena i berggrunden visar att kommunens berggrund domineras av två typer av granitoider. Båda dessa bedöms allmänt sett som gynnsamma ur djupförvarssynpunkt, dock under förutsättning att de inte utsatts för processer som lett till hög grad av inhomogenitet och deformation. Jorddjupen är måttliga, men varierar mycket mellan olika delar av kommunen. I större delen av kommunen är andelen kalt berg mycket låg, något som är en försvårande faktor vid den geologiska kartläggningen och för möjligheterna att bedöma förhållandena på förvarsdjup. Cirka 10–15 % av kommunens totala landyta, huvudsakligen i den västra delen, består av malmpotentiell berggrund vilket medför vissa inskränkningar i lokaliseringsmöjligheterna. Flera plastiska skjuvzoner löper genom kommunen. Sprickzoner förekommer i en omfattning som, såvitt det kan bedömas, är normal för svensk berggrund.

Mellan Älvkarleby tätort och kusten finns ett cirka 50 kvadratkilometer stort område med metagranitoid och yngre granit, se figur 1. Området ansluter i väster till ett större område vid Lövstabukten, som på äldre berggrundskartor benämns Stockholmsgranit och där upptar en betydande areal, cirka 100 kvadratkilometer. Eftersom dessa typer av granit erfarenhetsmässigt har gynnsamma byggbarhetsegenskaper och utbredningen bedömdes vara stor sågs området, i ett tidigt skede av förstudien, som preliminärt intressant för lokaliseringsstudier för djupförvaret. Under våren 2000 har fältkontroll utförts i området mellan Älvkarleby tätort och kusten. Syftet med fältkontrollen var att studera bergartsammansättning, homogenitet och deformationsgrad. Fältkontrollen visade att berggrunden till stor del är inhomogen, deformerad och, i vissa delar, tämligen uppsprucken. Området rekommenderas därför inte för vidare undersökningar.



**Figur 1.** Kartan visar (1) området mellan Älvkarleby tätort och kusten som efter geologisk fältkontroll har visat på olämpliga förhållanden för vidare lokaliseringsstudier samt (2) ytterdelen av en större granitkropp, Hedesundamassivet, med potentiellt acceptabel berggrund. Om platsundersökningar skulle bli aktuella i Hedesundamassivet, rekommenderas att dessa förläggs till massivets mer centrala delar, det vill säga till Tierps kommun.

I kommunens nordligaste del finns ett område med migmatit och ådergnejs som tillhör en komplex, inhomogen och kraftigt omvandlad berggrund. Inhomogeniteten förstärks av att området är beläget i en plastisk skjuvzon. Också stora delar av berggrunden väster om Dalälven är inhomogen med snabba växlingar mellan olika bergarter.

Endast ett mindre område utefter kommunens södra gräns tycks ha potentiellt acceptabel berggrund, se figur 1. Området utgör ytterdelen av en större granitkropp, Hedesundamassivet, som till största delen är belägen i Tierps kommun. Om platsundersökningar skulle bli aktuella i Hedesundamassivet, rekommenderas att dessa förläggs till massivets mer centrala delar, det vill säga till Tierps kommun.

Terrängen är flack i större delen av Älvkarleby kommun. Flack terräng medför generell små drivkrafter för grundvattenrörelser. Enligt tillgängliga data varierar vattengenomsläppligheten lokalt inom vida gränser, och sprickzoner svarar för huvuddelen av vattenföringen. De få bergborrade brunnar som finns inom Älvkarleby kommun indikerar en vattenföring som är högre än riksgenomsnittet. Detta kan dock vara en missvisande bild av verkligheten orsakad av det ringa antalet brunnar och andra ofullkomligheter i dataunderlaget. Grannkommunen Tierp med likartade geologiska förhållanden har ett betydligt större antal (634) bergbrunnar, och för dessa ligger medianvärdet för vattenföringen nära riksgenomsnittet.

Uppgifter om grundvattnets kemiska sammansättning saknas i stort sett från Älvkarleby kommun. I Tierps kommun visar vattenprover från bergborrade brunnar på en sammansättning som i stort är normal för svensk berggrund. Brunnar med salt grundvatten är dock relativt vanliga. Sammantaget är berggrundens vattengenomsläpplighet och grundvattnets kemiska sammansättning i Älvkarleby kommun svårbedömda på grund av bristerna i dataunderlaget.

### ***Tekniska förutsättningar***

De tekniska förutsättningarna för att bygga och driva djupförvaret berör anläggningarna såväl ovan som under jord. På grund av ogynnsamma geologiska förhållanden är Älvkarleby kommun inte längre aktuell för etablering av djupförvarets underjordsdel. Däremot erbjuder Älvkarleby kommun goda tekniska förutsättningar – främst hamn och transportleder – om det skulle bli aktuellt att etablera djupförvaret i Tierp. Väg- och järnvägsförbindelserna är väl utbyggda. Stora Ensos hamn i Skutskär skulle vara lämplig som mottagningshamn för godstransporterna till djupförvaret. Alternativa möjligheter är att bygga en ny hamnterminal i anslutning till den befintliga i Skutskär eller att nyttja någon av de hamnar som finns i grannkommunen Gävle.

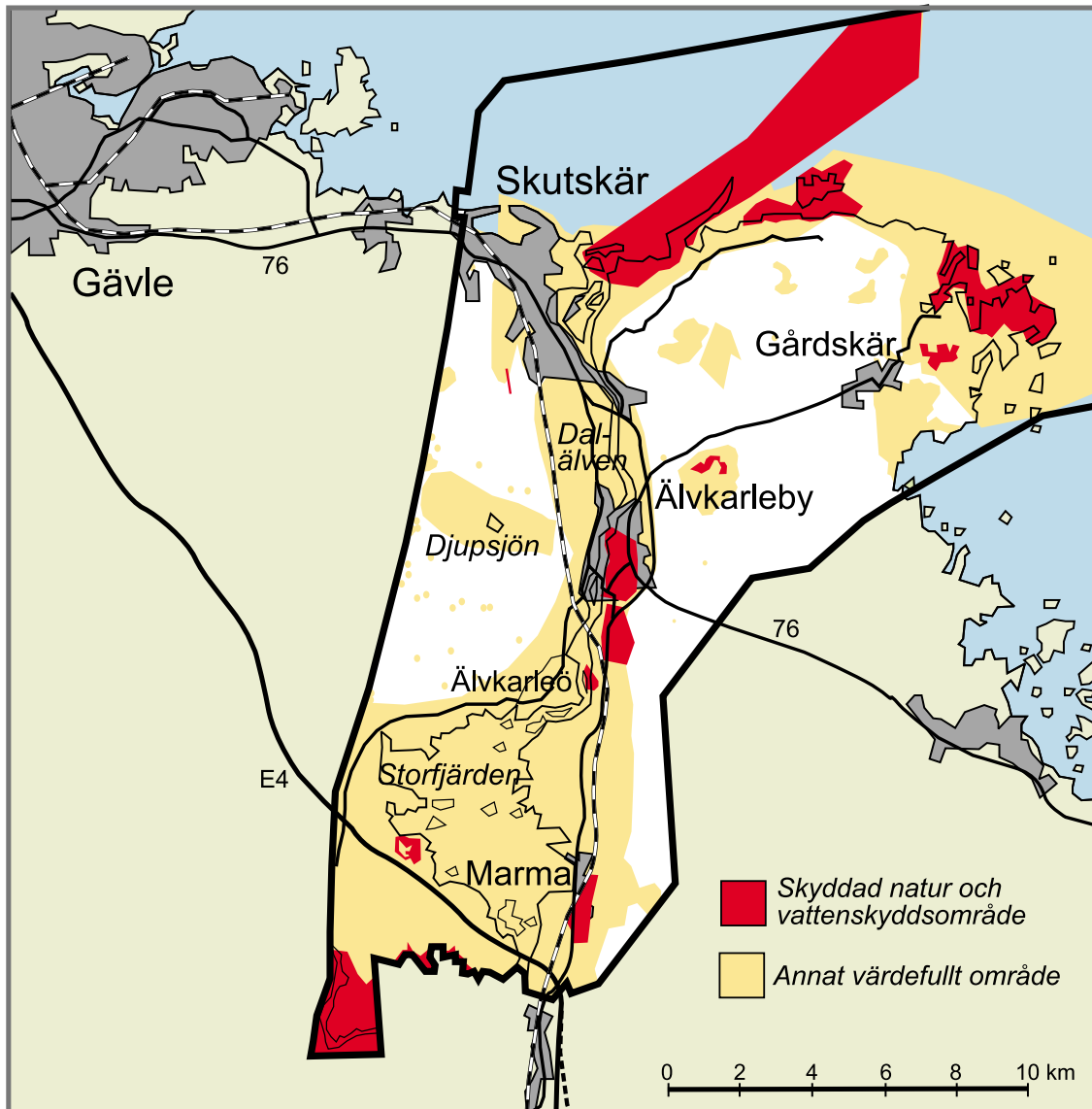
### ***Mark- och miljöaspekter***

Mark- och miljöaspekterna är, vid sidan av säkerheten, av stor betydelse vid etableringen av djupförvaret. Detta ska utformas och lokaliseras så att miljöpåverkan begränsas. Transporter av det använda kärnbränslet, återfyllnadsmaterial, bergmassor och personal till och från djupförvaret innebär dock viss påverkan på miljön. Även nyetablering eller ombyggnad av transportleder innebär en miljöpåverkan som måste beaktas vid en helhetsbedömning av olika lokaliseringalternativ.

I figur 2 redovisas skyddade och värdefulla områden inom kommunen. De mest känsliga områdena i kommunen, Dalälvsområdet, kust- och skärgårdsområdet samt Uppsalaåsen, har markerats med röd färg på kartan.



Om det skulle bli aktuellt att etablera djupförvaret i grannkommunen Tierp kan det vara intressant att ta in det använda kärnbränslet och bentonitleran till hamnen i Skutskär för vidare transport via järnväg till ett lämpligt område i Tierps kommun. Då erfordras utbyggnad av hamnen och spåranläggningarna i Skutskär. Dessa anläggningsarbeten, samt de transporter som i så fall skulle ske inom Älvkarleby kommun, måste genomföras med hänsyn taget till de skyddade och värdefulla områden som redovisas i figur 2. SKB bedömer att det finns goda möjligheter att utforma de aktuella hamn-, väg- och järnvägsanläggningarna utan att komma i konflikt med skyddade och värdefulla områden, samtidigt som eventuell miljöpåverkan begränsas.



**Figur 2.** Sammanställning av skyddade och värdefulla områden för naturvård, kulturmiljö-  
vård, friluftsliv och vattenförsörjning.

## **Samhällsaspekter**

Djupförvaret kan påverka samhällsutvecklingen, såväl lokalt som regionalt. Förhållanden som kan beröras i större eller mindre grad av projektet är till exempel sysselsättning, näringsliv, turism och besöksnäring. Även om det inte är aktuellt med vidare lokaliseringsstudier i Älvkarleby kommun är det sannolikt aktuellt med sådana studier i regionen. SKB:s bedömning är att Älvkarleby kommun då har goda förutsättningar att bidra med kompetens för många av de arbeten som skulle uppkomma vid ett djupförvar i Norduppland. Fördjupade studier som belyser denna och andra viktiga samhällsaspekter planeras i anslutning till eventuella platsundersökningar i Norduppland.

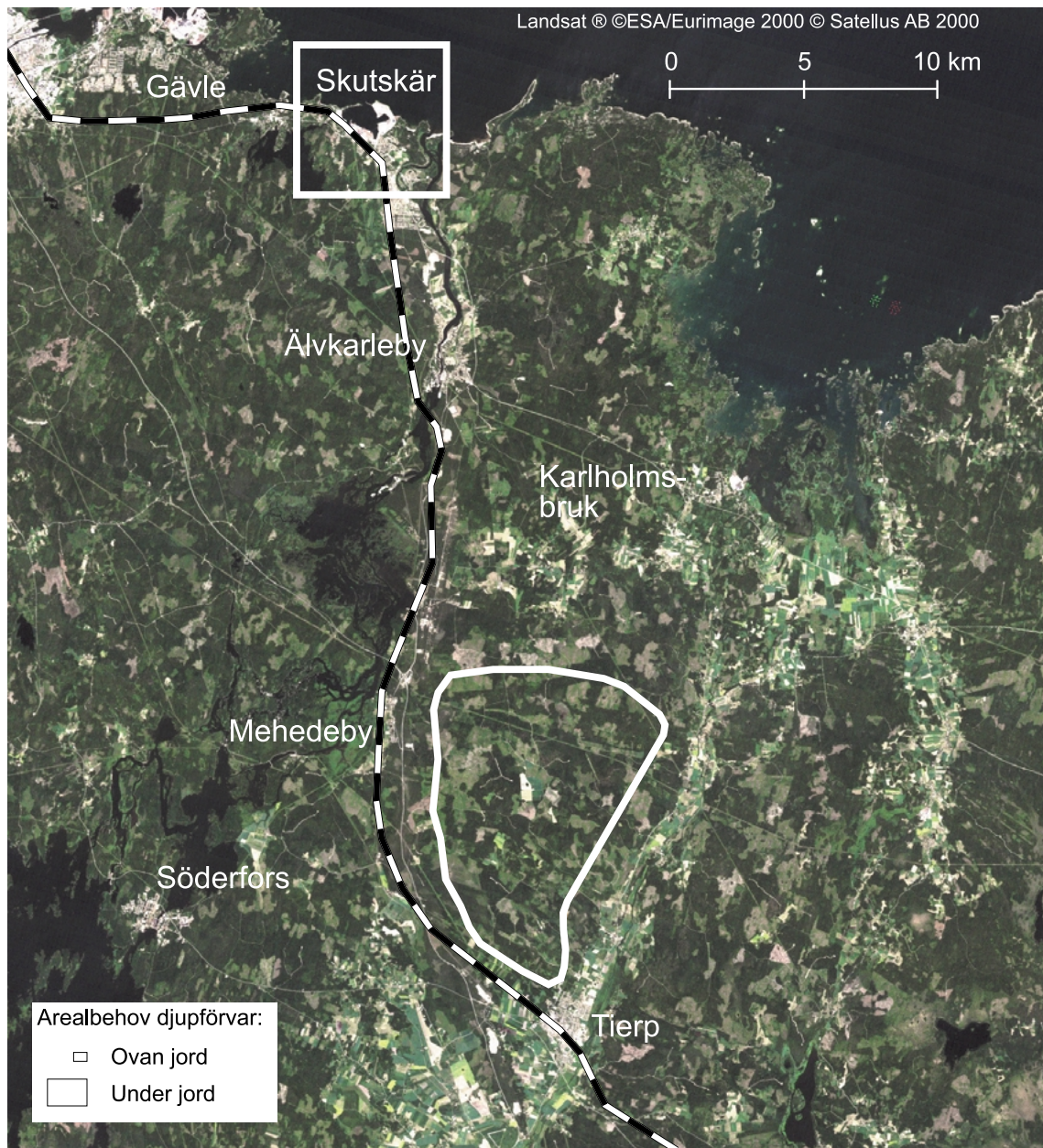
## **SKB:s helhetsbedömning från förstudien**

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

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

SKB:s intresse för en hamnanläggning i Skutskär kvarstår. Stora Enso's hamn i Skutskär framstår som ett bra alternativ, om det skulle bli aktuellt att lokalisera djupförvaret i Tierps kommun. Ett par möjligheter för mottagningshamnen är tänkbara, antingen anpassning av den befintliga hamnanläggningen eller utbyggnad av en ny hamnterminal. Stora Enso har preliminärt ställt sig positivt till dessa förslag. Några överenskommelser finns dock inte. Om det blir aktuellt att gå vidare med detta hamnalternativ kommer erforderliga utredningar att ske i nära samverkan med Stora Enso, Älvkarleby kommun och övriga berörda.

Figur 3 illustrerar det område i Tierps kommun som prioriteras för fortsatta studier och en tänkbar transportled från hamnen i Skutskär till platsen för djupförvaret.



*Figur 3. Fotomontage med det område som prioriteras för fortsatta studier i Tierps kommun och med större trafikleder från Skutskärs hamn markerade.*



# 1 Inledning

Inom det svenska systemet för omhändertagande 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 Djupförvarsfrågan i ett långsiktigt etiskt perspektiv

Kärnkraftindustrin – genom det gemensamt ägda företaget SKB – svarar för hanteringen av det radioaktiva avfall som produceras i Sverige. En stor del av det radioaktiva avfallet från de svenska kärnkraftverken, framförallt det använda kärnbränslet, tillhör den kategori av avfall vars potentiella miljöpåverkan sträcker sig mycket långt in i framtiden. Etiska värderingar och aspekter är därför viktiga och dessa frågor bör vara en väsentlig del i lokaliseringsprocessen. Deras karaktär är sådan att de kan och bör diskuteras i många sammanhang, från olika aktörers synvinkel och hållas levande under hela arbetets gång.

Etikfrågorna har fortlöpande diskuterats, såväl i Sverige som internationellt. Diskussionen har dokumenterats i ett flertal skrifter, där de etiska aspekterna på kärnavfallet och djupförvarsfrågan har belysts. Här kan nämnas publikationer från KASAM (Statens råd för kärnavfallsfrågor) om etik och kärnavfall /1-1, 1-2/ liksom Uppsala universitets granskning av den preliminära slutrapporten från förstudien i Östhammars kommun /1-3, 1-4/ och rapporten "Ansvar, rättvisa och trovärdighet – etiska dilemman kring kärnavfall" av den Nationelle samordnaren på kärnavfallsområdet /1-5/. Etikfrågorna kring hantering och slutförvaring av kärnavfall diskuteras också internationellt, bland annat i det internationella atomenergiorganet IAEA:s fördrag om hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall /1-6/, som Sverige ratificerade i juli 1999. SKB har deltagit och kommer även i fortsättningen att delta i debatten kring dessa frågor.

Djupförvarskonceptet och dess genomförande följer de etiska grundprinciper som KASAM formulerade redan 1987 /1-7/: *"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 skulle acceptera. 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 framtida generationer ligger emellertid också, att vi med dagens handlande inte får blockera eventuella framtida möjligheter i form av fortsatt kunskapsstillväxt och 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 kunnande 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 utvecklad framtida teknik för att oskadliggöra avfallet eller att använda det som resurs.

## 1.2 Avfallssystemet

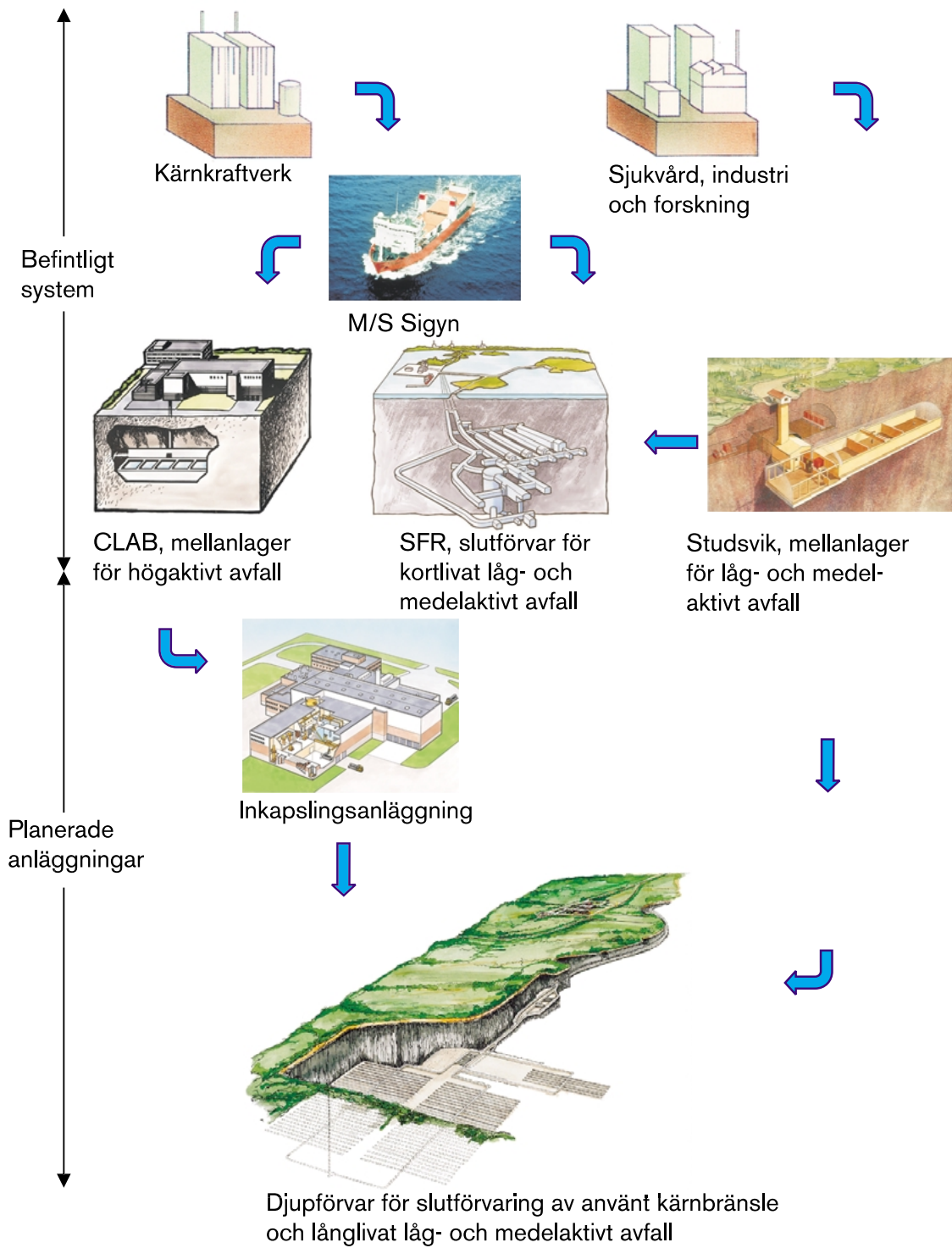
SKB:s huvudinriktning är att det använda bränslet ska inkapslas och därefter slutdeponeras i ett djupförvar på cirka 500 meters djup, enligt den så kallade KBS-3-metoden. Denna huvudinriktning är accepterad av säkerhetsmyndigheterna och regeringen. Det pågår också ett kontinuerligt arbete runt alternativa förvarskoncept /1-8/, och även om förstudien beskriver förhållanden av betydelse för ett KBS-3-förvar är resultaten i sina huvuddrag tillämpliga även för en bedömning av lokaliseringsmöjligheterna för andra typer av bergförvar. Det bör 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 /1-9/. Med utgångspunkt från dessa beräkningar blir antalet kapslar med använt bränsle 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 drifttid. 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.



*Figur 1-1. Anläggningar inom det svenska avfallshanteringsystemet.*

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 tjugofemårsperiod. Rollfördelningen har varit (och är) att kärnkraftindustrin – genom Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) – ansvarar för och genomför arbetet, myndigheterna granskar och övervakar, medan statsmakten tar styrande beslut och anger 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 transporter av de olika avfallstyperna från kärnkraftverken och Studsvik till avfallsanläggningarna.

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.

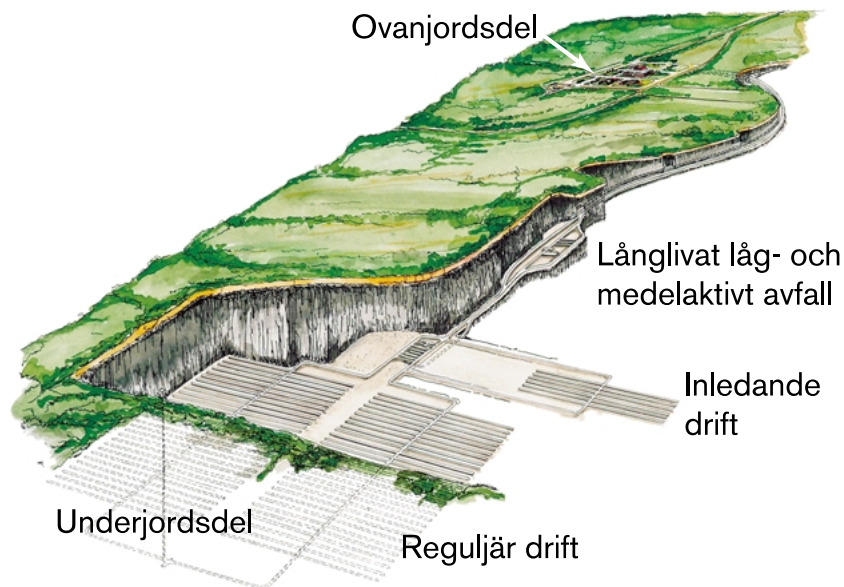
Utvecklings- och projekteringsarbete för djupförvaret för använt kärnbränsle har bedrivits sedan lång tid tillbaka. Lokaliseringsprocessen för djupförvaret pågår och beskrivs närmare i avsnitt 1.5.

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. Processen syftar nu 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.

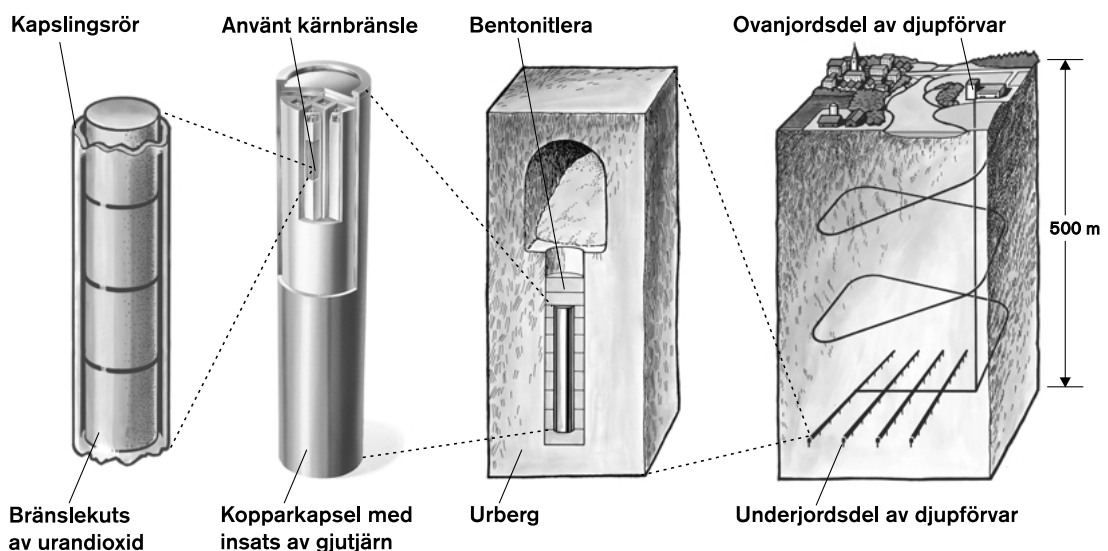


### 1.3 Djupförvaret

Figurerna 1-2 och 1-3 visar huvuddragen i djupförvarets planerade utformning, respektive principerna för att åstadkomma en säker förvaring. Till sin utformning är djupförvaret en industri med anläggningar både ovan och under jord. Underjordsdelarna förläggs på cirka 500 meters djup och består till största delen av horisontella tunnelsystem. 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.



Figur 1-2. Principskiss av djupförvarsanläggningen.



Figur 1-3. Djupförvarets skyddsbarriärer.

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 svårslösligt i vatten. Detta utgör en kraftig begränsning för upplösning och transport av radioaktiva ämnen från förvaret även om någon kapsel skulle skadas.
- Bränslet placeras i korrosionsbeständiga kopparkapslar. De är fem meter långa och har en insats av järn för mekanisk hållfasthet.
- Kapslarna deponeras i borrarade hål i tunnlarnas golv och bäddas in i en speciell lera, bentonit, som skyddar mot bergrörelser och begränsar möjligheten till grundvattenrörelser i förvaret.
- Urberget ger en stabil miljö för dessa barriärer och utgör i sig en extra skyddsbarriär.

## **1.4 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.

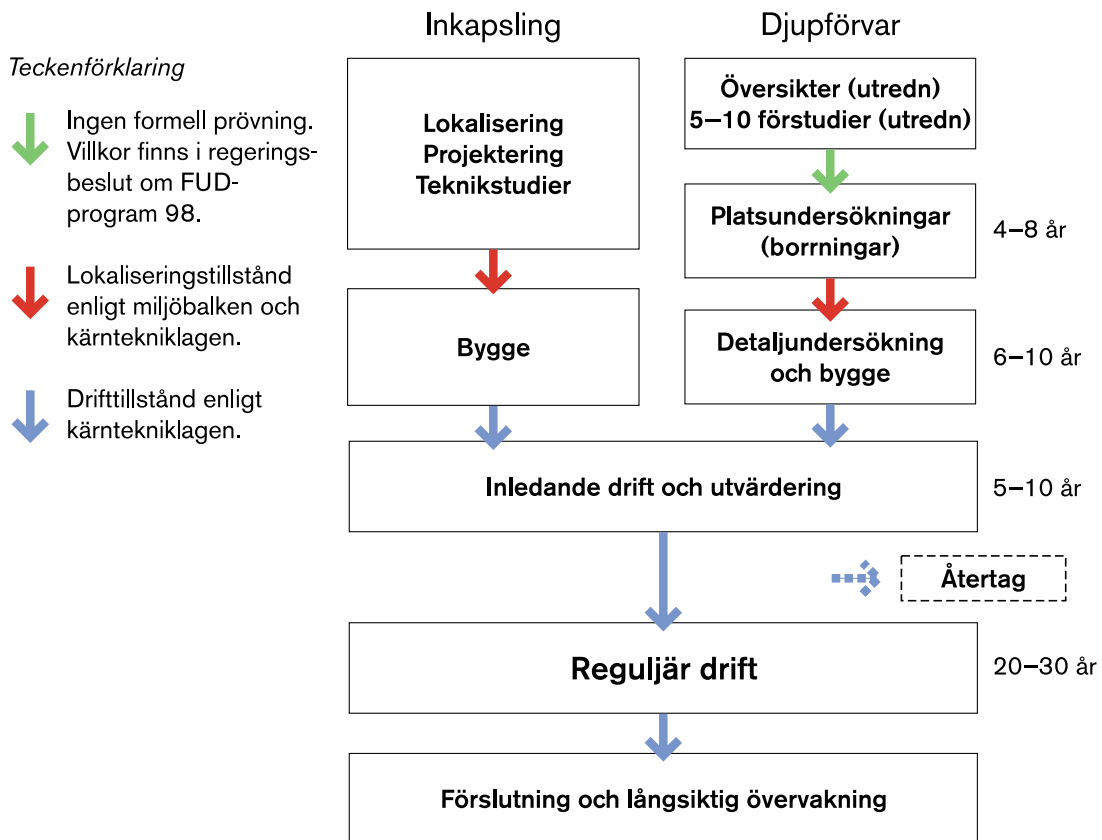
Etapp 5. Förslutning och långsiktig övervakning.

Tidsplanen för genomförandet av djupförvarsprojektet framgår av figur 1-4. Hur snabbt lokaliseringsprocessen framskrider är emellertid beroende av såväl tekniska som samhällsliga 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 /1-8/. 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 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 1.5.



*Figur 1-4. Tidsplan för djupförvarsprojektet.*

### **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 industrialanläggning med 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.

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

#### ***Ettapp 4. Reguljär drift***

Under den reguljära driften deponeras resterande cirka 3 600 kapslar med använt kärnbränsle. Under denna ettapp 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.

#### ***Ettapp 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 underjordsanläggningen och pluggas igen varefter ovanjordsanläggningen kan rivas 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.

## **1.5 Lokaliseringsarbetet**

### **1.5.1 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 /1-10/. 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 Äspölaboratoriets

etablering. SKB och andra organisationer har också gjort omfattande säkerhetsanalyser för djupförvar i svenskt urberg /1-11, 1-12/. 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 ansett det rimligt och realistiskt att vända sig till kommuner som dels kan ha bra geologiska förutsättningar för ett djupförvar /1-13/ 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.

### **1.5.2 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 Äspölaboratoriet med sitt underjordslaboratorium. Detta arbetssätt 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: Värberg, Kävlinge, Oskarshamn, Östhammar och Nyköping /1-14/. En samlad redovisning, Översiktsstudie 95 /1-13/, presenterades i samband med FUD-program 95 /1-15/. Senare har denna kompletterats med länsvisa översiktsstudier för samtliga län (utom Gotland). Resultaten av länsstudien över Uppsala län redovisades under 1998 /1-16, 1-17/. 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 /1-18/.

#### **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 transporter 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.

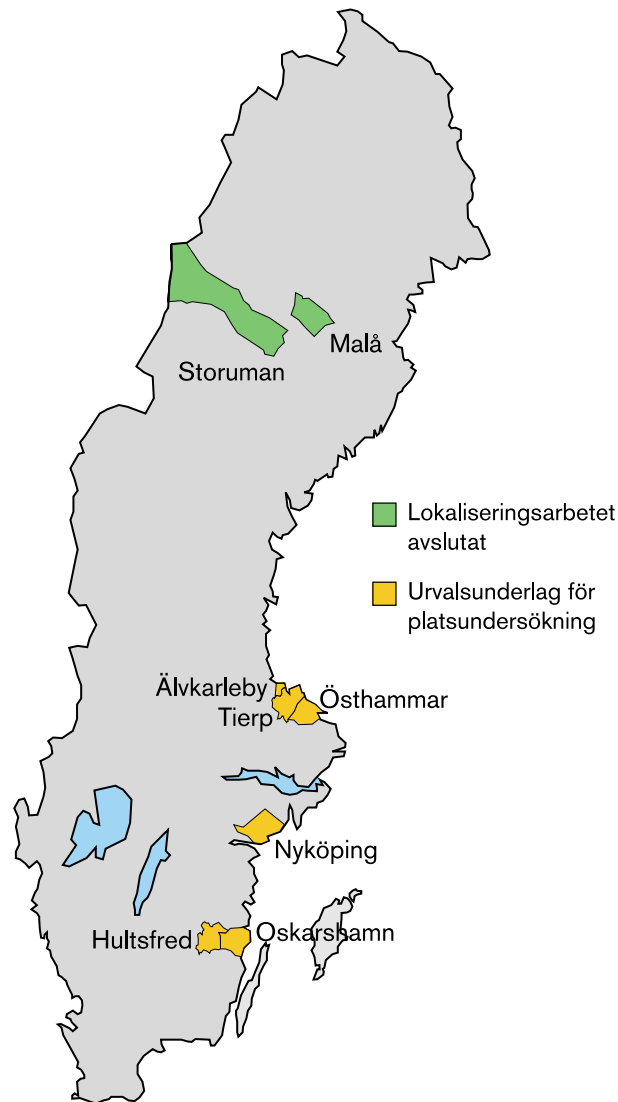
SKB:s lokaliseringsprogram omfattar åtta förstudier, vilket har bedömts vara rimligt för att säkerställa tillgång till ett tillräckligt brett underlag för beslut i senare skeden av lokaliseringsprogrammet.

Dagsläget vad gäller genomförandet av förstudier indikeras i figur 1-5. Förstudierna i Storumans och Malå kommuner slutrapporerades under 1995 respektive 1996 /1-19, 1-20/. 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 Storumans och Malå kommer emellertid även fortsättningsvis att vara en tillgång som jämförelsematerial.

Under perioden 1997 till 2000 har preliminära slutrappporter presenterats för de övriga förstudiekommunerna som utöver Älvkarleby är: Nyköping, Östhammar, Oskarshamn, Tierp och Hultsfred. Respektive kommun har haft möjlighet att granska och ge synpunkter på de preliminära slutrappporterna. Under remisstiden har SKB gjort kompletterande utredningar inom förstudierna. Samtliga dessa förstudier slutrapporteras under hösten och vintern 2000/2001 /1-21-1-25/. 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



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

gör en ingående kartläggning av bergförhållandena. Bland annat utförs omfattande undersökningar i borrhål, till förvarsdjup men även både grundare och djupare. De platspecifika 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. Samrådsprocessen för att upprätta miljökonsekvensbeskrivningen beskrivs i avsnitt 2.4.

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 slutförd.

## 1.6 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.

### 1.6.1 Kompletteringen till FUD-program 92

I maj 1995 tillkännagavs regeringens beslut avseende SKB:s kompletterande redovisning till FUD-program 92 /1-26/. 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 prövningskedet 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.

### 1.6.2 FUD-program 95

I beslutet från december 1996 över SKB:s FUD-program 95 konstaterade regeringen följande /1-27/:

- 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.

### 1.6.3 FUD-program 98

I sitt beslut från januari 2000 över SKB:s FUD-program 98 /1-28/ ställer regeringen ett antal villkor, av vilka de viktigaste punkterna som berör den fortsatta lokaliseringsprocessen 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 metodialet 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 det fortsatta arbete 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. I slutet av detta år (2000) planerar SKB att ge ut rapporten "Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet." 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.

## 2 Förstudien i Älvkarleby

Under 1999 inledde SKB en förstudie i Älvkarleby kommun. SKB har en projektorganisation som ansvarar för utredningsarbetet och för kontakterna med allmänheten. Utredningarna inom ämnesområdena långsiktig säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle presenterades i sex delrapporter, som i april 2000 sammanställdes till en preliminär slutrapport. Kommunfullmäktiges yttrande över slutrapporten och SKB:s kompletterande utredningar – främst en geologisk fältkontroll – har sedan lett fram till denna slutrapport.

Kommunen bildade en referensgrupp för att följa och granska SKB:s arbete. Dialogen med kommunens invånare och organisationer förs bland annat genom SKB:s informationskontor i Skutskär. Även kommunen har öppnat ett informationskontor för att upplysa och informera kommuninvånarna om sin roll i förstudien. 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 Älvkarleby

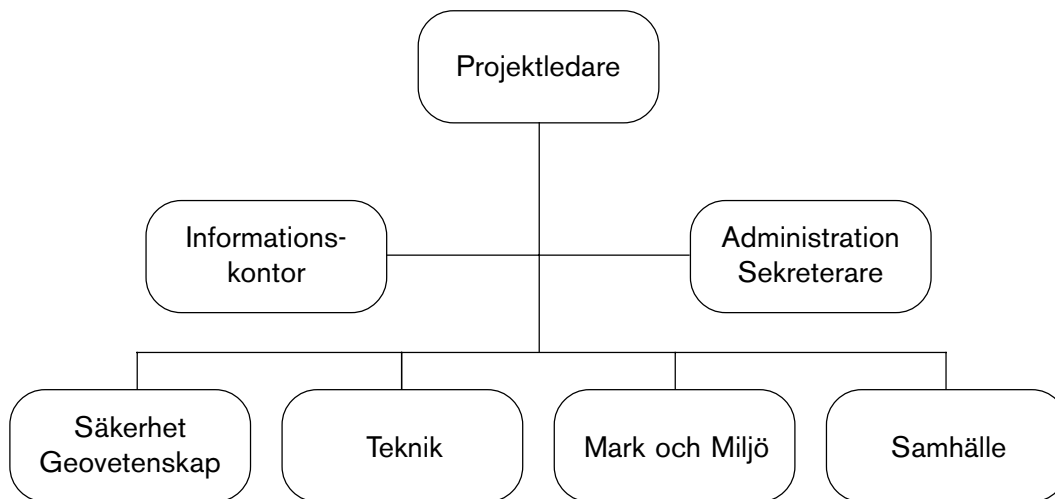
När frågan om en förstudie i Älvkarleby kommun aktualiserades pågick förstudier sedan tidigare i Oskarshamns, Nyköpings, Östhammars och Tierps kommuner. Diskussioner om en förstudie fördes också med Hultsfreds kommun. I teknikutredningen för Tierps kommun ingick en bedömning av möjligheten att använda Stora Ensos hamn i Skutskär för mottagning av gods till ett eventuellt djupförvar. Kommunledningen i Älvkarleby visade då intresse för en förstudie även i Älvkarleby kommun. Vidare visade resultaten från de regionala översiktstudier SKB bedrivit, se avsnitt 1.5, att det skulle kunna finnas goda förutsättningar för ett djupförvar i Älvkarleby kommun. Kommunledningen fick därför i maj 1999 en förfrågan från SKB om möjligheten att få genomföra en förstudie i Älvkarleby kommun. Ärendet behandlades vid ett sammanträde i kommunfullmäktige i juni 1999. Fullmäktige beslutade, med reservation från en ledamot, att ställa sig positiva till att SKB genomför en förstudie i kommunen inom ramen för sitt arbete med att finna lämplig lokalisering av ett djupförvar för det svenska kärnavfallet.

### 2.2 Organisation

#### 2.2.1 SKB:s projektorganisation

Ansvar för förstudien åvilar SKB, som bedrivit arbetet genom den projektorganisation som illustreras i figur 2-1. SKB:s projektledare har svarat för arbetet med utredningarna men också för dialogen med allmänheten. SKB har för detta ändamål öppnat ett informationskontor i kommunen med två lokalt anställda informatörer.

Inom vart och ett av de olika ämnesområdena långsiktig säkerhet/geovetenskap, teknik, mark och miljö samt samhälle har delprojektledare bistått projektet med sin sakkunskap. Delprojektledarna har också haft till uppgift att samordna insatserna från olika experter vid universitet, högskolor och konsultfirmor inom respektive ämnesområde. De delprojektledare och utredare som har anlitats i förstudien framgår av bilaga 2.



Figur 2-1. SKB:s projektorganisation för förstudien i Älvkarleby.

### 2.2.2 Kommunens förstudieorganisation

För att kunna följa och kritiskt granska de utredningar som SKB initierat och genomfört, bildade Älvkarleby kommun en referensgrupp med representanter från politiska partier, allmänheten och organisationer. Målsättningen var att gruppen skulle representera olika åldrar, åsikter och frågeställningar. En lista på deltagarna i referensgruppen finns i bilaga 3. Referensgruppen sammanträder minst en gång i månaden. Ordföranden, som leder gruppens arbete, är politiskt tillsatt. Sedan mitten av oktober 1999 finns det också en heltidsanställd projektledare, vars uppdrag bland andra är att planera, samordna och informera om kommunens uppgifter och åtaganden i projektet. Projektledaren rapporterar till och föreslår åtgärder för kommunstyrelsens arbetsutskott, som utgör styrgrupp och fattar erforderliga beslut.

Kommunen öppnade den 15 december ett informationskontor, som är öppet varje vardag, för att informera och upplysa kommuninvånarna om vilken roll kommunen har i förstudien samt att tillhandahålla informationsmaterial från myndigheterna. Kommunens syfte med informationsverksamheten är att bidra till ökad medvetenhet och intresse för att söka ytterligare kunskap. Kommunens referensgrupp håller sina sammanträden i informationskontorets lokaler och det finns även möjlighet att ta emot grupper på upp till 20–25 personer för att informera och diskutera. Kommunens kostnader för förstudiearbetet (upp till två miljoner kronor per år) betalas av kärnavfallsfonden via SKI.

## 2.3 Genomförande och dokumentation

Förstudien inleddes med att SKB:s projektledare, tillsammans med delprojektledarna, utarbetade en preliminär arbetsplan som beskrev vilka ämnen som skulle behandlas samt hur arbetet avsågs att genomföras och organiseras /2-1/. Den preliminära arbetsplanen presenterades för kommunstyrelsens arbetsutskott i augusti 1999. Kommunstyrelsen beslutade den 30 augusti 1999 att tillstyrka SKB:s förslag till arbetsplan. Förstudiearbetet har från SKB:s sida bedrivits i nära samarbete med kommunen och med beaktande av de synpunkter som lämnats under arbetets gång samt i remissyttrandena över den preliminära slutrapporten.

Till och med mars 2000 hade utredningsarbetet resulterat i sex delrapporter. Dessa har publicerats allt eftersom de färdigställts under perioden februari till mars 2000. I april 2000 publicerade SKB en preliminär slutrapport för förstudien, som överlämnades till kommunen för kommentarer och synpunkter. Kommunen skickade rapporten på remiss till drygt 40 instanser i syfte att skapa ett mångfacetterat och brett underlag till kommunens yttrande. Dessutom har kommunens referensgrupp ägnat mycket tid åt att granska den preliminära slutrapporten. Referensgruppens samt remissinstansernas kommentarer och synpunkter ligger till grund för kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten i november 2000, se bilaga 4.

Under våren och sommaren 2000 genomfördes geologiska fältkontroller av det, i den preliminära slutrapporten, utpekade intressanta området mellan Älvkarleby tätort och kusten. Resultaten redovisas i ytterligare en delrapport.

En lista över publicerade delrapporter redovisas i tabell 2-1. Utredningarna har genomförts av fristående experter som själva svarar för innehållet i sina rapporter, medan SKB svarar för innehåll och slutsatser i denna slutrapport.

**Tabell 2-1. Publicerade rapporter från förstudien**

Presenterad	Titel
<i>Planeringsrapport</i>	
Oktober 1999	<b>Organisation och arbetsplan</b> , Saida Engström, SKB (R-99-54)
<i>Utredningar rörande långsiktig säkerhet</i>	
Februari 2000	<b>Jordarter, bergarter och deformationszoner</b> , Torbjörn Bergman, Rune Johansson, Anders H Lindén, Michael Stephens, SGU, Hans Isaksson, GeoVista AB, Hardy Lindroos, Mirab (R-00-04)
Februari 2000	<b>Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar</b> , Carl-Lennart Axelson, Sven Follin, Malin Årebäck, Martin Stigsson, Frida Isgren, Golder Grundteknik KB, Gunnar Jacks, Institutionen för anläggning och miljö, Kungliga Tekniska Högskolan (R-00-03)
<i>Utredning rörande mark och miljö</i>	
Februari 2000	<b>Markanvändning och miljöaspekter</b> , Lars Birgersson, Kemakta Konsult AB, Anna Gustafsson, Hushållningssällskapet i Stockholms och Uppsala län (R-00-02)
<i>Utredningar rörande tekniska frågor</i>	
Februari 2000	<b>Anläggningar och transporter</b> , Ebbe Forsgren, SwedPower AB, Fritz Lange, Lange Art Arkitektkontor AB, Bengt Leijon, Conterra AB (R-00-02)
<i>Utredningar rörande konsekvenser för samhället</i>	
Februari 2000	<b>Omvärldsanalys för Älvkarleby kommun</b> , Carl Fredriksson, Peter Haglund, Micael Sandberg, Peter Sandén, EuroFutures AB (R-00-06)
Februari 2000	<b>Djupförvar i Älvkarleby – socioekonomiska konsekvenser</b> , Inregia AB (R-00-08)
<i>Kompletterande utredningar</i>	
Oktober 2000	<b>Förstudie Tierp och Älvkarleby. Fältkontroll av berggrunden inom potentiellt gynnsamma områden samt tyngdkraftsmodellering</b> , Torbjörn Bergman, Rune Johansson, Jan-Erik Wahlroos, Michael Stephens, SGU, Hans Isaksson, GeoVista AB (R-00-47)

Kommunen har regelbundet fått muntliga lägesrapporter om förstudiens framskridande. I samband med publicering av delrapporter har kommunen deltagit i genomgångar där utredarna själva har redogjort för resultaten. Media har informerats på samma sätt. Parallellt med utredningsarbetet har en dialog förts med allmänhet, kommun, organisationer och myndigheter

## **2.4 Samråd, dialog och information**

### **2.4.1 Samrådsprocessen**

Under förstudiearbetet har dialogen med allmänhet, organisationer, myndigheter och politiker varit en viktig del av verksamheten. SKB har därför ett informationskontor i Skutskär 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 verksamheten för att nå ut till allmänheten och för att skapa en dialog med de boende i kommunen. Under förstudien har allmänna samråd ägt rum på regional nivå vid länsstyrelsen.

Till ansökan om att lokalisera djupförvaret till en bestämd plats ska det höra en miljökonsekvensbeskrivning. I miljökonsekvensbeskrivningen ska verksamheten beskrivas och de effekter – både kortsiktigt och långsiktigt – som ett djupförvar kan medföra ska redovisas. 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.

MKB:n ska föregås av ett samrådsförfarande enligt bestämmelserna i miljöbalken. Ett tidigt samråd ska hållas med länsstyrelsen och med enskilda som antas bli särskilt berörda 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 en värdefull grund för ett eventuellt fortsatt arbete med samråd enligt miljöbalkens bestämmelser och MKB.

### **2.4.2 Dialog lokalt i kommunen**

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

SKB har sedan oktober 1999 ett informationskontor i Skutskär. Vid informationskontoret, som har öppet alla vardagar, ges allmänheten möjligheter att diskutera med SKB:s personal. Där finns också tillgång till de rapporter som tagits fram inom förstudien, andra rapporter av intresse i sammanhanget, broschyrer med mera. Vidare finns en utställning som illustrerar olika delar av den planerade slutförvarsmetoden och de barriärer som långsiktigt ska isolera det använda bränslet från människa och miljö. Genom SKB:s lokala hemsida på Internet kan intresserade hålla sig informerade om SKB:s aktiviteter och hur arbetet framskrider, både lokalt och centralt.

SKB har bjudit in företag, organisationer och kommunala förvaltningar till diskussioner och information om förstudien. Detta har lett till ett antal möten även på kvällstid för dessa grupper. Skolan ses som en viktig målgrupp för dialog och information, både av SKB och kommunen och man har samarbetat med att informera samtliga lärare. Lärargrupper har också erbjudits möjlighet att besöka SKB:s anläggningar i Oskarshamn. Studieresor till SFR, Äspölaboratoriet och CLAB har också arrangerats i genomsnitt en gång per månad för företag, politiska partier, andra organisationer och allmänheten. Under resorna får deltagarna information från kärnkraftmyndigheterna, göra studiebesök vid CLAB, Kapsel- och Äspölaboratoriet samt möjlighet att ställa frågor kring alla delar av SKB:s verksamhet. Resorna är intensiva, men i de allra flesta fall uppskattade både av dem som har en positiv inställning till SKB:s verksamhet och ett djupförvar och av dem som är kritiska.

SKB:s utställningsbuss har funnits på plats vid olika typer av evenemang som bruksdagar, marknader och idrottsevenemang. På det sättet har invånare från kommunens olika delar getts möjlighet att ta del av material och lämna sina synpunkter på den pågående förstudien. SKB:s transportfartyg Sigyn har under sommaren bland annat besökt Öregrund, Forsmark och Skutskär med sin utställning. På fartyget har även flera seminarier anordnats, som berört ett djupförvars påverkan på fastighetspriser, transporter av använt kärnbränsle samt konsekvenserna för samhället vid en etablering. Sigyn hade cirka 2 800 besökare sammanlagt i Forsmark och Skutskär. En mer utförlig redovisning av SKB:s aktiviteter i form av dialog, information och samverkan inom förstudiearbetet finns i bilaga 6.

Även kommunen bedriver aktivt uppsökande verksamhet och arbetar bland annat med att nå alla kommunens egna anställda. Vid ett flertal tillfällen har informationsmöten för olika målgrupper, med representanter för såväl SKB som myndigheterna, arrangerats av kommunens projektledare. Studieresorna till Oskarshamn arrangeras i samarbete mellan kommunen och SKB. Allmänheten har visat ett stort intresse för resorna och alla har i princip varit fulltecknade. Kommunen har under våren 2000 spridit en informationsbroshyr om förstudien till alla kommuninvånarna via hushållsutskick. I samband med detta har information även lagts ut på kommunens hemsida på Internet.

Som en särskild satsning för de senast tillkomna förstudiekommunerna – Hultsfred, Älvkarleby och Tierp – bjöd SKB in till tre seminarier under vintern 2000. Syftet var att bidra till en fördjupad kunskap bland förtroendevalda, tjänstemän och övriga berörda. Seminarier spände över ett brett fält – från teknik, lagstiftning och MKB till beslutsprocessen för djupförvarsfrågan. Antalet deltagare har varit mellan 15 och 30 personer från respektive kommun. Även under våren och hösten 2000 har SKB arrangerat gemensamma seminarier för alla förstudiekommer kring ämnena etik, avfallshantering i Östeuropa och forna Sovjetunionen samt om psykosociala effekter av ett djupförvar.

### **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. I Uppsala län påbörjades 1995 en förstudie i Östhammars kommun och på begäran av Östhammars kommunstyrelse ägde ett första samrådsmöte med MKB-referensgruppen rum i februari 1996. Gruppen har haft möten två gånger om året och under tiden utvidgats med de tillkommande förstudiekommunerna i länet, Tierp och Älvkarleby. I samrådet deltar förutom länsstyrelsen i Uppsala län och de berörda kommunerna också länsstyrelserna i Gävleborgs, Stockholms och Västmanlands län, grannkommuner, Ålands landskapsstyrelse och länsstyrelse, SKB, SKI, SSI, KASAM, regeringens Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet, Statens Energimyndighet, Sjöfartsverket och Försvarsmakten. Samrådsmötena har hittills ägnats främst åt att utbyta information om förstudiearbetet. Det är kommunen som företräder sina invånare, och den har därför ett särskilt ansvar för information till allmänheten och för att deras synpunkter tas upp vid samrådsmötena.

Offentliga anteckningar från referensgruppens möten upprättas av länsstyrelsen där synpunkter och frågor noteras. Synpunkter har beaktats i förstudien eller noterats för framtida beaktande vid en eventuell platsundersökning. I bilaga 5 finns en sammanfattning av anteckningarna från samrådsmötena.

I Uppsala län finns även en arbetsgrupp som består av tjänstemän från förstudiekommunerna och från de statliga organen i referensgruppen. Arbetsgruppen sammanträder mellan referensgruppens möten.

Om lokaliseringsstudierna går vidare efter förstudien, konkretiseras och intensifieras samrådsarbetet med tidigt och utökat samråd enligt miljöbalkens bestämmelser. Genom samrådet och övriga aktiviteter 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, markägare och konkurrerande markanvändningsintressen identifieras och dessa särskilt berörda kan därmed medverka i en formell samrådsprocess. Eftersom transporter till ett djupförvar utreds under platsundersökningarna kommer även de kommuner som eventuellt berörs av transporter att delta i samråden.

### **2.4.4 Nationell samverkan**

I maj 1996 utsåg regeringen en Nationell samordnare inom kärnavfallsområdet /2-2/ för att främja samordningen av de informations- och utredningsinsatser som berörda kommuner fann nödvändiga. I samband med att förordnandet gick ut i juli 1999 gavs funktionen benämningen "Särskild rådgivare inom kärnavfallsområdet" /2-3/ 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 och även hålla nära kontakter med de organisationer som vill delta i lokaliseringsprocessen. Detta sker bland annat genom medverkan i de informella samråd som sker på regional nivå i berörda län och genom deltagande i den seminarieverksamhet som har bedrivits i några av förstudiekommunerna.



## 3 Älvkarleby kommun

Älvkarleby är en relativt liten kommun. Dalälven, som flyter genom kommunen från söder till norr, har satt sin prägel på natur, boende, kommunikationer, näringsliv och fritidsaktiviteter. Sysselsättningen inom tillverkning och energiutvinning är betydligt mer omfattande inom kommunen än i länet som helhet och i riket. Självförsörjningsgraden är emellertid låg och särskilt Gävle drar till sig många arbetspendlare, vilket underlättas av att kommunikationsmöjligheterna i kommunen är goda. Liksom andra kommuner med liknande näringslivsstruktur har invånarna i Älvkarleby kommun relativt låg formell utbildning. I kommunen finns stora naturområden öppna för jakt, fiske och rekreation. Den främsta attraktionen för såväl kommuninvånare som turister är sportfisket.

### 3.1 Geografiskt läge och invånare

Älvkarleby kommun ligger i Uppsala län och gränsar i söder och öster mot Tierps kommun samt i väster mot Gävle kommun. Den norra gränsen utgörs av Bottenhavet. Figur 3-1 visar kommunens läge på en karta över regionen och en översiktskarta presenteras i figur 3-2.

Dalälven har haft stor betydelse för Älvkarlebys historia. Det rika fisket lockade till bosättning och älven utnyttjades tidigt för att driva sågar, kvarnar och stångjärnshammare och den var länge en viktig flottningsled. Numera är älven exploaterad för framförallt elproduktion, och två vattenkraftverk är belägna inom kommungränserna.

Älvkarlebys moderna historia börjar på 1800-talet. År 1816 stod Carl XIII:s bro färdig över Dalälven. Den finns kvar än idag som en av Sveriges äldsta och vackraste träbroar. Själva kommunen bildades år 1863 och den har inte ingått i de sammanslagningar eller uppdelningar av kommuner som annars varit vanliga under senare år.

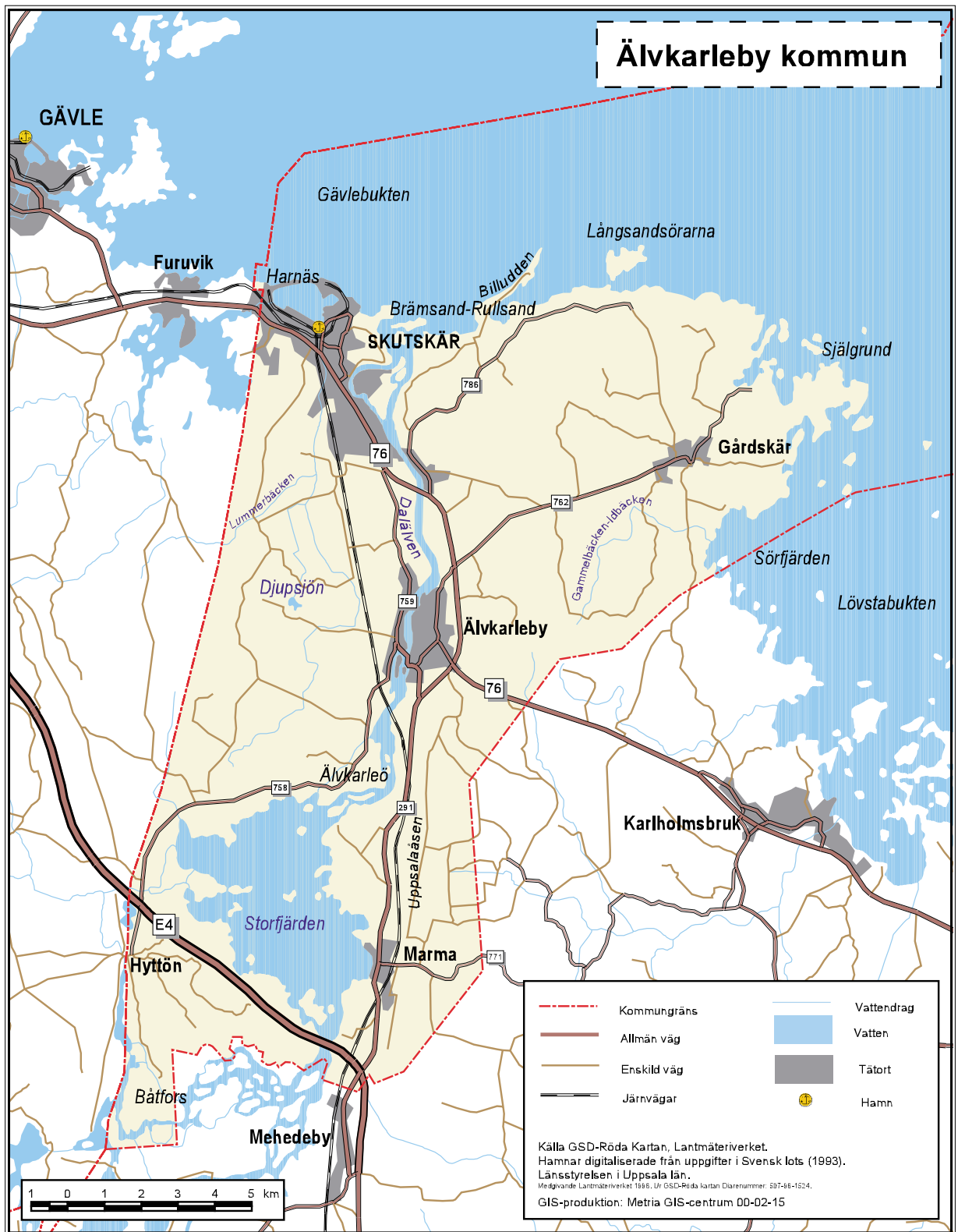
Uppsala län är ett av Sveriges snabbast växande län. Det utgör tillsammans med Stockholm och Mälardalen landets största sammanhållna arbetsmarknad. En tredjedel av Sveriges befolkning bor i regionen. Inom Uppsala län är Håbo och Uppsala kommuner de i särklass mest tätbefolkade. Därefter kommer Älvkarleby kommun som har en folktäthet på drygt 40 personer per kvadratkilometer, ungefär som för länet som helhet.

Älvkarleby är en liten kommun. Vid årsskiftet 1985/86 var antalet invånare 9 270 personer. Sedan dess har folkmängden minskat för att vid årsskiftet 1999/2000 uppgå till cirka 8 980 personer, en minskning på cirka 3 %. Minskningen har varit större i glesbygden än i tätorterna. Ett undantag är Älvkarleby tätort där en viss ökning skett. Under motsvarande tidsperiod har folkmängden i länet som helhet ökat med cirka 14 %.

Omkring 90 % av kommunens befolkning bor i någon av tätorterna, varav Skutskär är den största med cirka 5 700 invånare. Skutskär är även kommunens administrativa centrum. Ortnamnet, som är känt sedan 1700-talet, syftar på ett före detta skär i hamnen som numera är fastland. Övriga tätorter är Älvkarleby med cirka 1 500 invånare, Marma med cirka 300 invånare och Gårdskär med cirka 400 invånare.



Figur 3-1. Läget av Älvkarleby kommun.



Figur 3-2. Översiktskarta över Älvkarleby kommun.

## 3.2 Kommunikationer

Södra delen av Älvkarleby kommun genomkorsas av E4:an. Riksväg 76 (Östhammar-Karholmsbruk-Älvkarleby-Skutskär-Gävle) passerar kommunens centrala och norra delar, medan den södra delen korsas i nord-sydlig riktning av länsväg 291 (E4-Älvkarleby).

Järnvägssträckningen Uppsala-Tierp-Skutskär-Gävle, Ostkustbanan, passerar genom kommunen i ungefär nord-sydlig riktning. Förslag till ny sträckning mellan Skutskär och Furuvik har utarbetats av Banverket, men diskussionerna om bansträckningen kan dra ut på tiden. Dessutom finns förslag på att ersätta befintligt enkelspår med dubbelspår längs sträckningen Älvkarleö station – centrala Skutskär. Det finns också planer på att förlänga sträckningen av regionaltåget Upptåget till Gävle med stopp i Älvkarleby kommun.

I kommunen finns en hamn för tung godstrafik vid Skutskärsverken, och i Gävle, endast cirka 17 kilometer från Skutskär, finns ytterligare en hamn för tung godstrafik.

Kommunen saknar flygplats för reguljär trafik. I kommunens närhet, däremot, finns flygplats vid Gävle/Sandviken. I regionen, knappt två timmars resväg från Skutskär, finns dessutom Arlanda flygplats.

## 3.3 Utbildning och näringsliv

Kommunens invånare erbjuds goda möjligheter till utbildning, från grundskola till universitet/högskola. Sju grundskolor, varav en friskola, svarar för basutbildningen. Däremot saknar kommunen eget gymnasium. Tillgången till olika gymnasielinjer är ändå god tack vare närheten till Gävle, där det finns tre gymnasieskolor, och till Tierp där det finns en.

På Älvkarleby Studiecetrum i Skutskär erbjuds högskolestudier på distans med hjälp av videokonferensstudio. Härifrån är det möjligt att delta i högskolekurser från olika högskolor och universitet i Sverige. I kommunens närhet finns eftergymnasial utbildning på högskolan i Gävle/Sandviken, vid Uppsala universitet och Lantbruksuniversitet i Uppsala (SLU). Andelen elever som går vidare till högskolestudier är dock lägre i Älvkarleby kommun än i Uppsala län och riket som helhet.

Kommunen har en lång industritradition, som går tillbaka till 1600-talet då två järnbruk anlades, Älvkarleö bruk och Harnäs bruk. Idag svarar offentliga verksamheter och tillverkningsindustrin för vardera närmare tre av tio arbetstillfällen. Skogen utgör den främsta råvaran och massafabriken Stora Enso i Skutskär, med mer än 500 anställda, är en av Europas största producenter av pappersmassa.

Dalälven har gett upphov till flera företagsetableringar. Förutom två kraftstationer, i den del av älvsträckningen som ligger inom kommunen, finns Vattenfall Utveckling AB med avancerad energiforskning (cirka 135 anställda i Älvkarleby) och Fiskeriverkets försöksstation. Personalen på Laxforskningsinstitutet (LFI) är anställd fram till maj 2001, då upphör LFI:s verksamhet. En mindre del av verksamheten övergår då till Fiskeriverkets verksamhet.

Dessutom finns det inom kommunen cirka 300 mindre företag inom olika branscher. I de gamla industrilokalerna i Älvkarleö bruk har nya företag etablerats, flera med anknnytning till verkstadsindustrin. Årligen startar omkring 25 nya företag verksamhet i kommunen.

Totalt sett är dock självförsörjningsgraden låg i kommunen, men närheten till framförallt Gävle – men även Uppsala, Tierp och Sandviken – skapar en vidgad lokal arbetsmarknad för kommuninvånarna. Särskilt Gävle drar till sig många arbetspendlare.

### **3.4 Natur och miljö**

Kommunens landareal uppgår till 208 kvadratkilometer, fördelad på cirka 70 % skog, 3 % åker- och betesmark samt 27 % bebyggelse och övrig mark. Älvkarleby kommun är en del av den norduppländska skogsbygden. Kommunen präglas också av Dalälven och närheten till havet. Landskapet är låglänt med inslag av sankmark i den nordöstra delen. Det övergår vid Bottenhavskusten, nordost om Gårdskär i en långgrund skärgård, som är svårtillgänglig för större fartyg.

En av Sveriges största rullstensåsar, Uppsalaåsen, som till stora delar täcks av barrskog, går som en nord-sydlig ryggrad genom kommunen och ger landskapet en karaktäristisk prägel. Vid Billudden, på den östra sidan av Dalälven, försvinner Uppsalaåsen ut i Bottenhavet. Vid badområdet Brämsand-Rullsand, som kallas Mellansveriges Riviera, har åsmaterialet frispolats av havet och bland annat gett upphov till kilometerlånga sandstränder. Området ingår i ett av kommunens två naturreservat, Billuddens naturreservat. Det andra är Båtfors naturreservat. Uppodlade slättområden breder främst ut sig vid Dalälven och kring Gårdskär. Berggrunden i Älvkarleby kommun domineras av gnejsgranit som huvudsakligen täcks av barrskogsbevuxen morän.

### **3.5 Kultur och friluftsliv**

I Älvkarleby kommun finns naturliga förutsättningar för ett aktivt kultur- och friluftsliv. Kommunen lanserar sig som platsen där Dalälven möter havet och som en naturlig plats för turister, konferensgäster och andra besökare. På öarna Sandören och Laxön finns utbyggda turistanläggningar.

Den främsta attraktionen är sportfisket, se figur 3-3. Dalälven är ett av Sveriges bästa fiskevatten för lax och havsöring. Sportfiskeområdet för dessa fiskarter sträcker sig från Älvkarlebyfallen ut till älvmyningen, en sträcka på ungefär nio kilometer. Uppströms Älvkarleby tätort finns ett stort fiskevårdsområde, Storfjärden i Marma, som passar både för enklare familjefiske och mer krävande fiske.

Vandringsleden Upplandsleden, som passerar genom kommunen, går genom riksintressanta natur- och kulturmiljöer. Inom kommunen finns ett antal kanotleder, bland annat vid Hyttön.

Besöksmål som attraherar turister är exempelvis Laxön, Indian Art Gallery, Smedstugan, Fiskeriverket, kyrkor och Gammelgården. Laxöns gamla militärläger i Älvkarleby är numera museum och hantverkshus. I de vackra byggnaderna finns bland annat ett Stig Dagermanrum. Författaren föddes i Älvkarleby och många föremål från hans liv och verk har samlats här.

Hembygdsgården i Älvkarleby kallas Gammelgården. Den består av tio byggnader som flyttats från andra delar av kommunen. Byggnader och ting berättar om livet på en uppländsk bondgård i slutet av 1700-talet och början av 1800-talet.



*Figur 3-3. Laxfiske i Dalälven. Foto: Alf Linderheim, Naturfotograferna.*

## 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 speciell 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 meters djup.

Under hösten 1999 gav SKB ut säkerhetsanalysen SR 97 /4-4/. I den ingår både att demonstrera metodik 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. I rapporten "Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering" /4-3/:

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

Rapporten redovisar vilka krav som ställs på berget, vilka förhållanden i berget som är fördelaktiga (önskemål) och hur man ska bedöma uppfyllelsen av dessa krav och önskemål. 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 som bygger på data från den undersökta platsen. Säkerhetsanalysen ger en helhetsbedömning av områdets säkerhetsmässiga lämplighet.

## 4.2 Lokaliseringsfaktorer

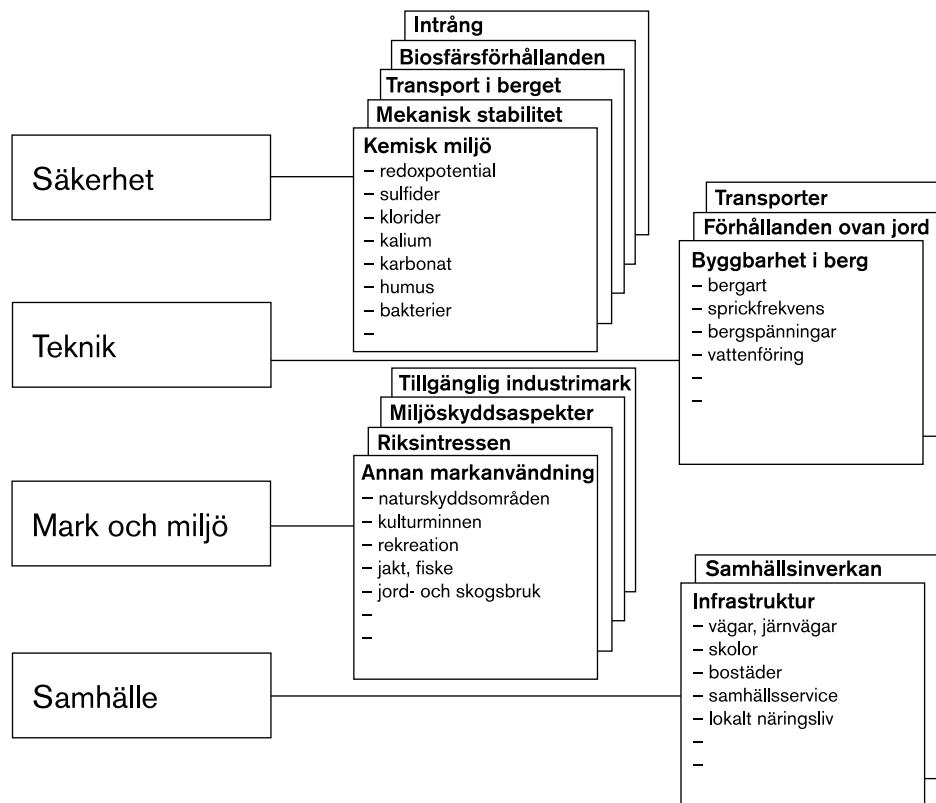
De så kallade lokaliseringsfaktorer som avgör om ett område är lämpligt för lokalisering av ett djupförvar kan ordnas i följande huvudgrupper:

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

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

En del lokaliseringsfaktorer 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 bestämmelser i miljöbalken om att vissa områden inte får exploateras för bland annat kärntekniska anläggningar och platsen för djupförvaret får till exempel inte förläggas inom en nationalpark. Dessa typer av grundkrav kan anges som utgångspunkter i lokaliseringsarbetet.





*Figur 4-1. Huvudgrupper och undergrupper av lokaliseringsfaktorer.*

Många av lokaliseringsfaktorerna 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 och annan infrastruktur, 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 lokaliseringsfaktorer i figur 4-1.

#### **4.2.1 Säkerhet**

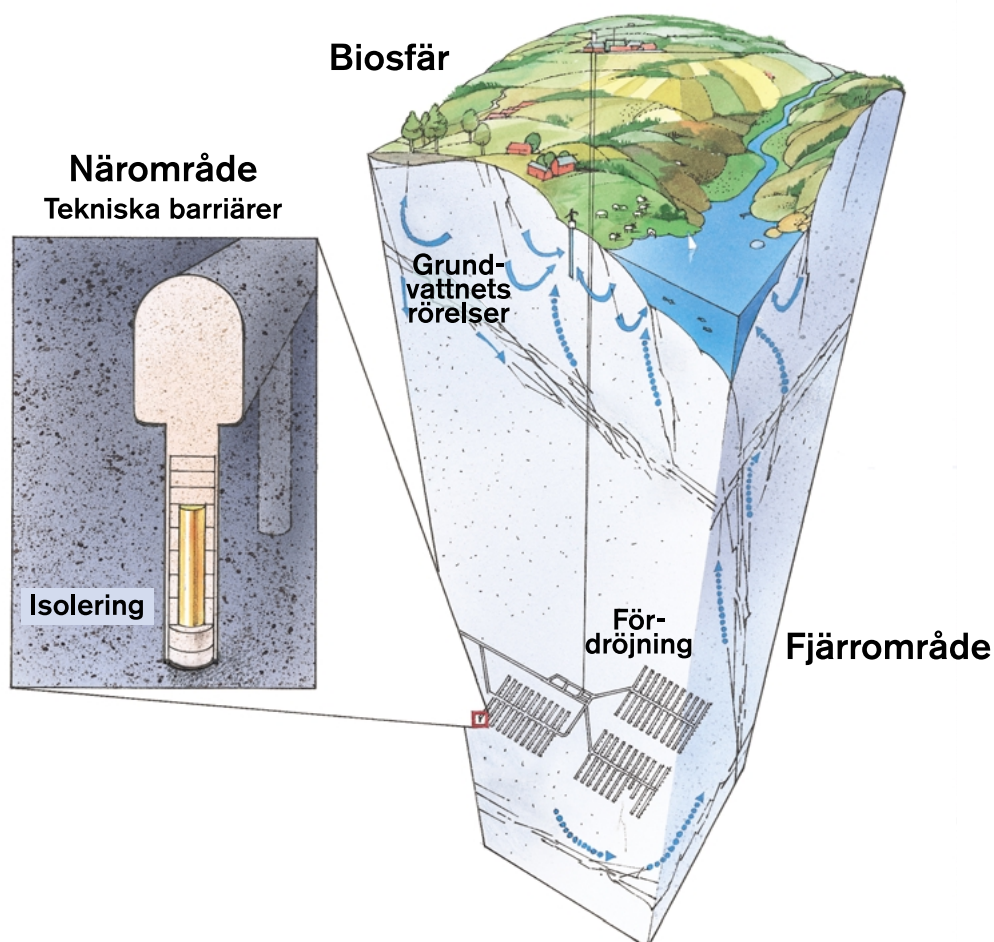
Den grundläggande säkerhetsprincipen för det djupförvarssystem som SKB planerar är att fullständigt innesluta och därmed isolera det använda kärnbränslet under så lång tid att mängden radioaktiva ämnen hinner minska i sådan omfattning att de inte längre utgör någon risk för människan eller miljön. Det 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.

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.



Figur 4-2. Djupförvarets viktigaste säkerhetsfunktioner.

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.
- Risker 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 miljöskydds krav.

### **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 Älvkarleby 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 i slutet av 2000.

**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 1.5). 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 har utarbetat ett program för platsundersökningar /4-6/. 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 platsspecifika program, baserade på det generella programmet, myndigheternas yttrande över detta samt på synpunkter från de aktuella kommunerna och lokalt berörda.

## 5 Förutsättningar för långsiktig säkerhet

Förutsättningarna för att åstadkomma ett säkert djupförvar är beroende av berggrundens egenskaper. Två av de bergartsgrupper som dominerar i Älvkarleby kommun, omvandlade granitiska bergarter (så kallade metagranitoider) respektive yngre graniter, uppvisar generellt sett goda egenskaper, både ur bergbyggnadsteknisk synpunkt och avseende långsiktig säkerhet. Metagranitoiderna är dock omvandlade, vilket bland annat medfört ökad förekomst av inhomogeniteter bestående av grovkorniga granitiska gångar och ådror, så kallad pegmatit. I Älvkarleby kommun har plastiska skjuvzoner större utbredning än vad som normalt är fallet i svensk berggrund. Såväl metagranitoiderna som vissa av de yngre graniterna har i betydande omfattning påverkats av plastisk skjuvdeformation. Flera av de regionala plastiska skjuvzonerna är senare reaktiverade, vilket givit upphov till sprickzoner och ökad sprickfrekvens utefter dessa zoner. Relativt stora delar av berggrunden är dessutom malmpotentiell, främst i den västra kommundelen. Eftersom starkt deformerad och malmpotentiell berggrund bör undvikas vid lokalisering av djupförvaret, är detta en omständighet som kraftigt begränsar möjligheterna att inom kommunen finna lämpliga områden med tillräckligt stor volym för att rymma ett djupförvar.

En annan olägenhet i Älvkarleby kommun är att berggrunden är täckt av jordlager i sådan omfattning att studier av berggrunden försvåras. Detta medför att berggrundskartan är mindre tillförlitlig än i områden där berggrunden är välblottad. För att väsentligt öka kunskapsnivån krävs bland annat borrhningar, något som inte ingår i en förstudie.

Grundvattenförhållandena, såväl avseende vattengenomsläpplighet som grundvattenkemi, är svårbedömda i Älvkarleby kommun på grund av begränsade datamängder. Speciellt gäller detta grundvattenkemin, där data praktiskt taget saknas från kommunen. I förstudien har därför jämförelser gjorts med Tierps kommun, där likartade geologiska och topografiska förhållanden råder.

I den preliminära slutrapporten från förstudien framhölls två områden som, ur geovetenskaplig synvinkel, intressanta för vidare studier. Det större av dessa finns mellan Älvkarleby tätort och kusten och består av metagranit och yngre granit. Det andra området, som är betydligt mindre, är beläget i kommunens södra del vid gränsen till Tierps kommun. Det ligger i ytterkanten av ett större massiv av yngre granit, så kallad Hedesundagranit. Fältkontrollen inom området mellan Älvkarleby tätort och kusten har visat att berggrunden där är så komplex, inhomogen och delvis så kraftigt deformerad att fortsatta undersökningar inte kan rekommenderas. Inom området med Hedesundagranit indikerar befintliga data att berggrunden är homogen och att det möjligen kan finnas något berggrundsblock som är tillräckligt stort för att rymma ett djupförvar. Hedesundamassivet är dock till största delen beläget i Tierps kommun. Om det skulle bli aktuellt med vidare undersökningar i massivet, rekommenderas att dessa huvudsakligen fokuseras till dess centrala delar, det vill säga till Tierps kommun.

## 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 bränslet 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 gynnsam och stabil miljö. Faktorer som är viktiga och som beaktas i förstudien är förekomsten av regionala deformationszoner samt grundvattnets strömningsförhållanden och kemiska sammansättning. Hänsyn tas också till berggrundens homogenitet, stabilitet och riskerna för framtida intrång i förvaret.

Om isoleringen mot förmodan skulle brytas är det viktigt att förvaret förmår att **hålla kvar** radionukliderna eller **fördröja** deras transport med grundvattnet genom berget så länge att radioaktiviteten hinner avklinga till ofarlig nivå. Underlag för bedömning av sådana förhållanden tas fram huvudsakligen vid en platsundersökning. Förstudien kan dock ge översiktlig information om betydelsefulla parametrar, däribland grundvattenströmning och grundvattnets kemiska sammansättning.

Om radionuklider når markytan är **recipientförhållandena** (mottagarmiljöns karaktär, huruvida den 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 säkerhetsanalysen av djupförvaret görs en helhetsbedömning av den långsiktiga säkerheten. Både berggrundens egenskaper på förvarsplatsen och djupförvarets tekniska utformning måste vägas in, eftersom säkerheten styrs av en kombination av dessa faktorer. Säkerhetsanalyser har genomförts i anslutning till den utvecklingsverksamhet som SKB bedriver och i samband med tillståndsansökningar. Därvid har olika alternativ för förvarsutformning och bergförhållanden studerats. Liknande studier har utförts av svenska myndigheter liksom av organisationer och myndigheter i flera andra länder. Analyserna baseras på de data om berggrunden som erhållits i samband med 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 därefter granskats av de svenska säkerhetsmyndigheterna och dessutom genomgått en internationell granskning.

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

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



I denna förstudie har det geovetenskapliga arbetet i huvudsak begränsats till sammanställning och analys av data som finns allmänt tillgängliga. Också egna fältundersökningar (så kallade fältkontroller) har utförts under förstudien, men endast i relativt liten omfattning. Utgående från enbart detta underlag kan inga detaljerade säkerhetsanalyser göras. Man kan därför inte heller fastslå att någon viss plats inom kommunen verkligen har de säkerhetsmässiga förutsättningar som krävs för djupförvaret. Däremot kan man översiktligt bedöma olika kommundelars generella förutsättningar i fråga om långsiktig säkerhet. Bedömningarna baseras på de lokaliseringsfaktorer som diskuteras i avsnitt 4.2 och på allmän kunskap om samband mellan berggrundsförhållanden vid markytan respektive på förvarsdjup.

Mot denna bakgrund har förstudiearbetet bedrivits med en stegvis uppläggningsmetod med målet att:

- I första hand identifiera och analysera olämpliga eller ogynnsamma förhållanden. Detta har inneburit att merparten av kommunen 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 redovisas huvudsakligen i två delrapporter:

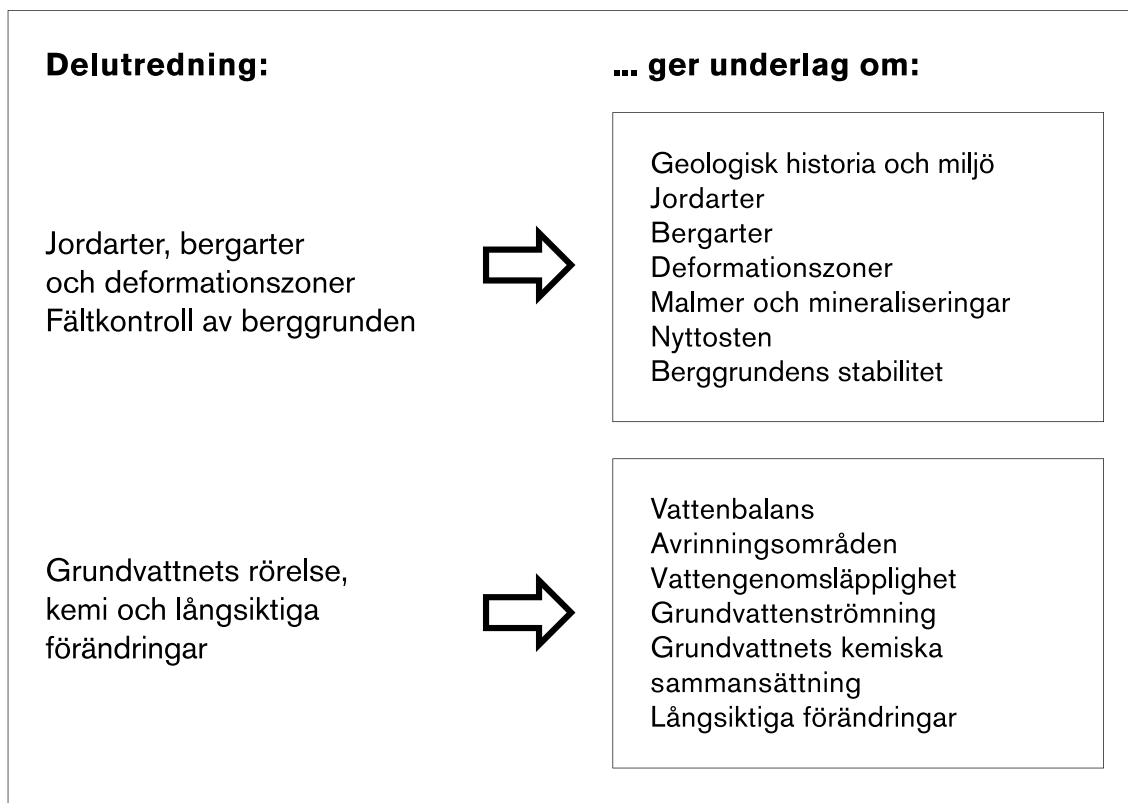
- Jordarter, bergarter och deformationszoner /5-3/.
- Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar /5-4/.

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

Efter att den preliminära slutrapporten presenterats har geologisk fältkontroll utförts inom det området mellan Älvkarleby tätort och kusten som i den preliminära slutrapporten bedömdes som intressant för fältkontroll. Resultatet finns i delrapporten:

- Förstudie av Tierps kommun och Älvkarleby kommun. Fältkontroll av berggrunden inom potentiellt gynnsamma områden samt tyngdkraftsmodellering /5-6/.

Figur 5-1 visar vilka faktorer som delutredningarna behandlar och vilka bidrag de därmed ger till det samlade bedömningsunderlaget. Delutredningarna leder fram till slutsatser om förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar till kommunen. Centrala utredningsresultat som ligger till grund för slutsatserna är bland annat en berggrundsgeologisk karta över kommunen och dess närmaste omgivning, en karta i samma skala som redovisar tolkade deformationszoner samt sammanställningar av data om berggrundens vattengenomsläpplighet och grundvattnets kemiska sammansättning.



*Figur 5-1. Geovetenskapliga faktorer som belyses i förstudien.*

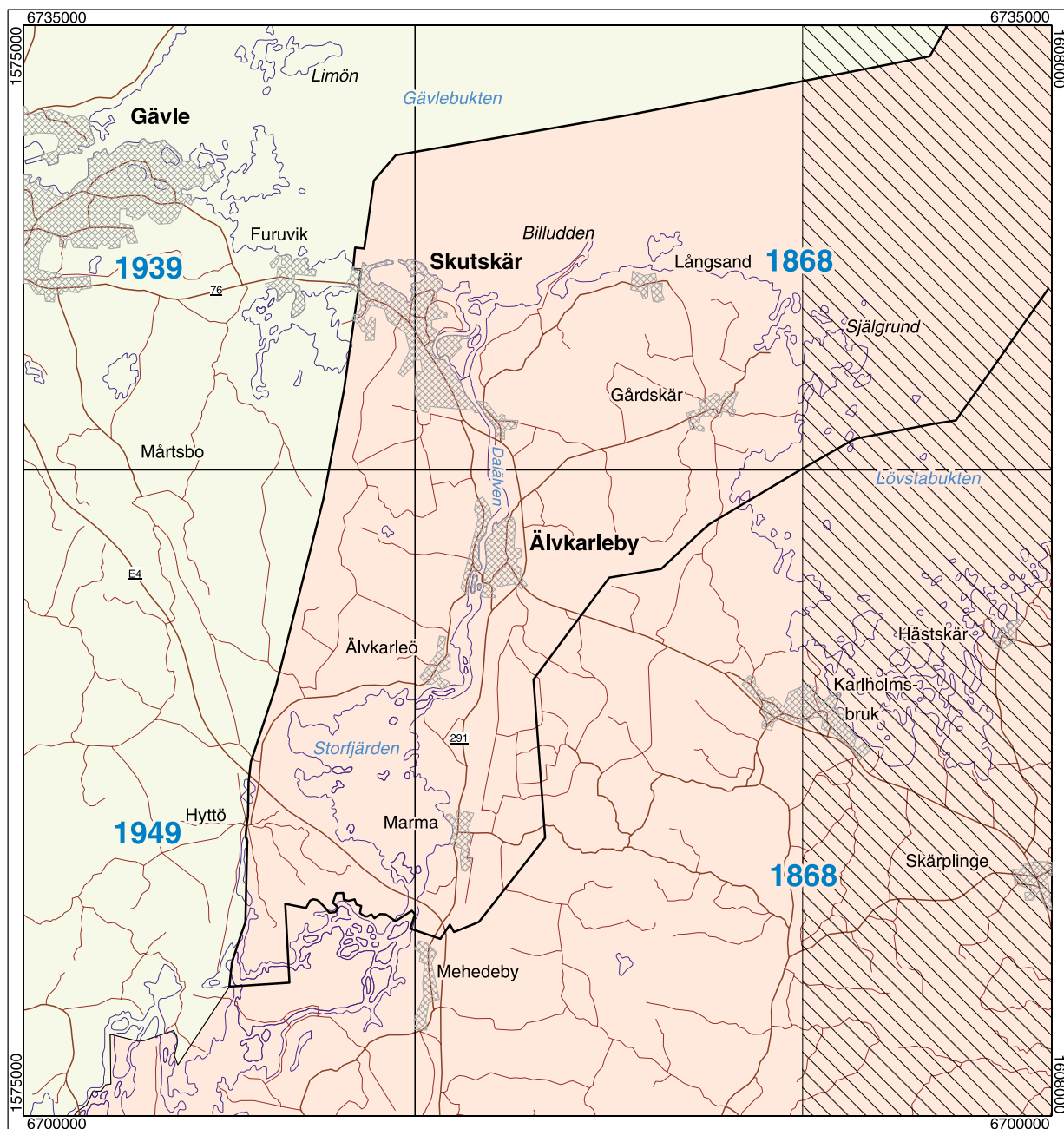
Delrapporterna bygger i sin tur på ett underlag i form av befintliga geovetenskapliga kartor och publikationer, topografiska och geofysiska data med mera. För den som vill tränga djupare in i det geovetenskapliga underlaget hänvisas i första hand till delrapporterna och deras referensförteckningar. Förstudien har också utnyttjat erfarenheter och resultat från förstudien i grannkommunen Tierp /5-7/ liksom från förstudien i Östhammars kommun /5-8/. De omfattande undersökningar som SKB tidigare, från 1977 och framåt, utfört i Finnsjöområdet i Tierps kommun, drygt 30 kilometer från Älvkarleby tätort, har resulterat i ett stort antal rapporter och vetenskapliga artiklar. En del av dessa finns refererade i exempelvis /5-3, 5-4, 5-7/.

## **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 Älvkarleby kommun utan även den närmaste omgivningen, se figur 5-2.

Berggrundsgeologisk information föreligger huvudsakligen i form av publicerade kartor, se figur 5-2. Äldre kombinerade berggrunds- och jordartskartor i skala 1:50 000 producerade av SGU (Sveriges geologiska undersökning) finns att tillgå för hela området. Länskartorna i skala 1:250 000 (Uppsala län) och i skala 1:200 000 (Gävleborgs län) samt en senare sammanställning i skala 1:250 000, som täcker den östligaste delen av undersökningsområdet, bygger till stor del på de äldre kartorna. Moderna, mer detaljerade berggrundsgeologiska SGU-kartor i skala 1:50 000 saknas däremot helt.



- Berggrundskarta över Gävleborgs län, skala 1:200 000, Lundegårdh 1966
- Berggrundskarta över Uppsala län, skala 1:250 000, Söderholm m.fl. 1983
- Provisorisk översiktlig berggrundskarta (PÖB) Uppsala, skala 1:250 000, Persson & Stålhös 1991

0 5  
Kilometer

**SGU**  
Sveriges Geologiska Undersökning

**1949** Aa-kartor 1:50 000

*Figur 5-2. Undersökningsområdet (bela bilden), Älvkarleby kommun och befintliga berggrundskartor för undersökningsområdet (efter 15-31).*

Länskartorna är väl lämpade för regionala (länsvisa) studier men alltför översiktliga för förstudiens behov. Länsvisa studier har utförts på uppdrag av SKB i bland annat Uppsala län /5-9/. SGU:s kombinerade berggrunds- och jordartskartor framställdes på 1800-talet eller under tidigt 1900-tal. Kartorna bygger på karteringsarbeten som i sig ofta är av hög kvalitet, men som är gjorda utan moderna hjälpmedel i form av bland annat klassificeringssystem och geofysiska mätdata.

Jordartsgeologisk information i form av moderna digitala jordartskartor från SGU täcker endast den östra fjärdedelen av undersökningsområdet och enbart en marginell del av Älvkarleby kommun. Huvuddelen av den jordartskarta som sammanställts i förstudien har därför baserats på de äldre kombinerade berggrunds- och jordartskartorna tillsammans med resultat från geofysiska flygmätningar, grusinventeringar och flygbilder.

Av särskilt intresse för förstudien i Älvkarleby kommun är den ovan nämnda översiktliga studie av Uppsala län som SGU utfört /5-9/ samt SKB:s förstudier i grannkommunerna Tierp /5-7/ och Östhammar /5-8/. Här redovisas undersökningar från områden med likartade geologiska och topografiska förhållanden som i Älvkarleby kommun. I de två senare rapporterna finns också resultat från detaljerade geovetenskapliga undersökningar utförda i två delområden. Det ena är SKB:s så kallade typområde vid Finnsjön i östra delen av Tierps kommun, där undersökningarna bedrivits till stort djup i berggrunden, det andra är Forsmarksområdet i Östhammars kommun. Inför uppförandet av Forsmarks kärnkraftverk och senare, inför och under drivningen av SFR-tunnlarna, utfördes här omfattande undersökningar av berggrundsförhållandena.

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 naturliga gammastrålning samt markbundna mätningar av lokala variationer i tyngdkraftfältet. Utöver SGU:s ordinarie kartbladsvisa flygburna mätningar, som täcker hela området, finns flygmätningar från två delområden, ett vid Karlholmsbruk-Skärplinge, ett annat väster om Älvkarleby tätort, båda utförda av Boliden Mineral AB. Dessutom gjordes inom ramen för fältkontrollen /5-6/ densitetsbestämningar av bergartsprover som stöd för modellering av tyngdkraftsfältet (så kallad gravimetrisk modellering) i anslutning till Hedesundamassivet (i Tierps kommun) respektive till den fin- till medelkorniga graniten vid Karlholmsbruk (i Älvkarleby och Tierps kommuner).

Höjddata ger information som är viktig i flera avseenden. 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.

Direkta berggrundsgeologiska observationer av berggrunden under havet saknas. Däremot finns 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 deformationskartan som täcker havsområdet.

### **Exploateringsintressen**

Uppgifterna om malm- och nyttostensförekomster härrör huvudsakligen från SGU:s kartor, publikationer och georegister samt från länsstyrelsen i Uppsala län (täktdata). Uppgifter om undersökningstillstånd (så kallade inmutningar) har tillhandahållits av Bergsstaten (den statliga myndighet som handlägger ärenden rörande undersökningstillstånd).

## Grundvatten

När det gäller hydrometeorologiska förhållanden har allmän information om avrinningsområden och årsmedelavrinning från Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) utnyttjats. Uppgifter om vattenföring och grundvattnets kemiska sammansättning i den ytnära berggrunden har i huvudsak hämtats från SGU:s brunnarsarkiv. Då antalet brunnar i Älvkarleby kommun är relativt få och inga djupa borrhål finns, har underlaget breddats med data från och jämförelser med grannkommunen Tierp. Beskrivningen av de grundvattenkemiska förhållandena baseras nästan uteslutande på brunnar från Tierps kommun, eftersom grundvattenkemiska data från borrhål i Älvkarleby kommun praktiskt taget saknas.

Uppgifter om berggrundens vattengenomsläpplighet och grundvattenkemi på större djup saknas helt från Älvkarleby kommun. Det underlag som använts för bedömningar gjorda i förstudien härrör från SKB:s undersökningsområde vid Finnsjön, beläget drygt 30 kilometer sydost om Älvkarleby tätort.

### 5.2.3 Informationstäthet och kvalitet

Som framgår av det föregående avsnittet är den befintliga informationen inom undersökningsområdet varierande vad gäller såväl tätheten av observationer och mätningar som ålder och delvis också kvalitet. Bedömningar som presenteras i förstudien av områden där underlaget är mindre tillfredsställande måste användas 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 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 förfaringssätt 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. Förutom för Finnsjöområdet, där det finns ett mer detaljerat kartunderlag, har förstudien baserats på kartor i skala 1:50 000, medan sammanställningskartorna har förminskats till skala 1:100 000. I slutrapporten har kartskalan förminskats ytterligare för att varje karta ska kunna rymmas på en A4-sida. Kartskalan 1:50 000 innebär 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 byggbarheten på en specifik plats, kommer att studeras i detaljerade skalor, om det blir aktuellt att gå vidare med platsundersökningar.

På grund av jordtäcknet kan berggrunden 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 sådana geologiska företeelser. Eftersom data från 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 förstudierna. Vid en eventuell platsundersökning behöver därför de tolkningar som har gjorts i förstudien bekräftas genom exempelvis borrhning eller grävning, innan de kan betraktas som säkra.

Allmänt sett är det geologiska underlagsmaterialet från Älvkarleby kommun behäftat med brister. Detta beror på att större delen av kommunen saknar moderna berggrunds- och jordartsskartor och att bergblottningsgraden i merparten av undersökningsområdet är låg.

Ett sätt att öka tillförlitligheten av de geologiska bedömningarna är att göra fältkontroller. Sådana har utförts mellan Älvkarleby tätort och kusten. Totalt har 54 berghällar i Älvkarleby kommun besökts och dokumenterats med avseende på bergartstyp, homogenitet, deformationsgrad och sprickfrekvens.

En generell osäkerhet gäller förhållandena på förvarsdjup (400–700 meter). Med undantag för Finnsjöområdet i grannkommunen Tierp, saknas data från detta djup. För övriga delar av kommunen baseras därför bedömningar av berggrundens lämplighet på antagandet **att berggrunden på förvarsdjup avspeglas av den berggrund som kan iakttas på markytan**. När det gäller bergartsfördelning är erfarenheten av tidigare undersökningar inte oväntat att bestämmningar på ytan av andelarna av olika bergarter i ett område i regel stämmer väl överens med situationen på djupet i samma område. Även prognoser för sprickparametrar (frekvens, längd, orientering) på djupet kan baseras på observationer vid ytan. Tillförlitligheten blir dock lägre än för prognoser av bergartsfördelningen. En anledning är att uppsprickningen i den yttnära berggrunden ofta är påverkad av ytrelaterade fenomen, däribland effekter av inlandsisarna.

När det gäller sprickzoner är bedömningen att det allmänna mönstret (längder, avstånd mellan zoner, storlek på block som sprickzonerna avgränsar) inte är väsentligt annorlunda på 500 meters djup än vid ytan. Möjligheterna att förutsäga lägen för enskilda sprickzoner varierar starkt. Om inga andra data föreligger, antas sprickzoner vara brantstående. Horisontella sprickzoner har dock påvisats i Finnsjöområdet liksom vid Dannemora gruva och vid SFR i Östhammars kommun. Någon tillförlitlig prognos om förekomst av horisontella sprickzoner i andra områden kan inte göras i detta skede.

Grundvattenförhållandena på djupet är generellt betydligt svårare att bedöma med utgångspunkt från information från ytan än berggrundsförhållandena (enda undantaget är horisontella hydrauliska gradienter vilka kan bedömas utifrån topografiska data). Prognoser för vattengenomsläppligheten på djupet försvåras av dess komplexa beroende av berggrundens uppbyggnad. Till detta kommer att vissa av de bergparametrar som styr vattengenomsläppligheten, särskilt karaktären på sprickor och sprickzoner, i sig är mycket svårbedömda.

Data om grundvattnets flödesförhållanden och kemiska sammansättning i Älvkarleby kommun härrör från SGU:s brunnarkiv, där kapacitetsdata och i viss utsträckning grundvattenkemiska data om bergborrade vattenförsörjnings- och energibrunnar från hela landet finns lagrade. Data har även erhållits från undersökningarna vid Finnsjön. 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 endast betraktas som stickprov. Antalet brunnar i dataunderlaget från Älvkarleby kommun (44 bergborrade brunnar inom kommungränsen) är dessutom så litet att osäkerheten vid statistisk analys av materialet blir stor. Av denna anledning har brunnarna i Älvkarleby kommun jämförts med de bergborrade brunnar i Tierps kommun som finns registrerade i SGU:s brunnarkiv (634 stycken med mer än tio meters borrhål i berg), se /5-7/, varvid den storskaliga variationen i vattengenomsläpplighet mellan olika bergarter och geografiska områden inom denna kommun översiktligt har kunnat studeras. Data om vattengenomsläpplighet på förvarsdjup finns i regionen endast från Finnsjöområdet.

Även grundvattenkemin styrs i hög grad av lokala förhållanden. Grundvattenkemiska data från bergborrade brunnar i Älvkarleby kommun finns inte att tillgå, varför istället grundvattenkemiska data från förstudien i Tierp /5-7/ har studerats. Likheter i topografiska och geologiska förhållanden mellan de två kommunerna medför att de slutsatser som dragits från förstudien i Tierp sannolikt har stor giltighet även för Älvkarleby kommun.

Grundvattnets kemiska sammansättning ändras med djupet, varför prov från ytan inte i alla avseenden återspeglar förhållandena på djupet. Uppgifter om grundvattenkemin på förvarsdjup finns endast från Finnsjöområdet.

Osäkerheter i SMHI:s data (avrinningsområden och årsmedelavrinning) bedöms som små i förhållande till deras betydelse i förstudien. Däremot är uppgifter om mineraliseringar i många fall osäkra. Vid gränsdragningen av malmpotentiella områden har man därför avstått från att gå in på detaljnivå och i stället valt att arbeta mer generaliserande.

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 berggrundens uppbyggnad i Sverige och den långa geologiska utvecklingshistoria där vulkanism, sedimentation, djupare magmatisk aktivitet, bergskedjebildning, deformation och erosion format den berggrund och de jordarter vi ser idag. I den geologiska översiktsstudien av Uppsala län /5-9/ ges en heltäckande redovisning av geologiska och hydrogeologiska förhållanden i länsskala. Med dessa beskrivningar som utgångspunkt kan berggrunden i Älvkarleby kommun studeras och värderas i ett nationellt och regionalt perspektiv.

Större delen av Sveriges berggrund kan hänföras till tre så kallade orogener eller bergskedjebildningar. Områden som berörs av en orogen kallas orogener eller orogena bälten. I detta sammanhang är det fråga om mycket storskaliga geologiska processer, och en orogen kan därför omfatta ett ansevärt område. Den största delen av Älvkarleby kommun med omgivningar ligger inom den svekokarelska orogenen, vilken omfattar nästan hela östra Sverige från Blekinge till Norrbotten. Nordväst om kommunen, i området kring Gävle, förekommer dock sedimentära och magmatiska bergarter som har bildats efter den svekokarelska bergskedjebildningen.

Berggrunden inom kommunen och den omgivande regionen domineras av tre bergartsgrupper:

- Cirka 1 890 miljoner år gamla omvandlade granitoider (så kallade metagranitoider).
- Starkt omvandlade bergarter av varierande ursprung, benämnda migmatiter och ådergnejser. Omvandlingen skedde för 1 850–1 800 miljoner år sedan.
- Något yngre, cirka 1 800 och 1 780 miljoner år gamla, mer välbevarade graniter, benämnda yngre graniter.

Förutom dessa, i huvudsak sura (kvartsrika) bergarter förekommer omvandlade vulkaniska och sedimentära bergarter samt basiska (kvartsfattiga) djupbergarter. Vidare finns gångar av diabas, pegmatit och aplit. De omvandlade vulkaniska bergarterna i Älvkarleby kommun med omnejd är i vissa delar malmförande och tillhör den nordöstligaste delen av Bergslagens malmprovins.

Vad beträffar 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 Uppsala län som ett av de seismiskt mera lugna områdena.

Regionala plastiska deformationszoner, som var aktiva för 1 850–1 800 miljoner år sedan och delvis även senare, stryker i västnordvästlig till ost-västlig riktning genom Älvkarleby kommun. 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.

Under den nuvarande geologiska perioden, kvartärtiden, som började för cirka två miljoner år sedan, har klimatet växlat mellan varma och kalla skeden. Under kallperioderna 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. För cirka 13 000 år sedan hade isen smält bort från södra Sverige. Isfronten nådde området för Älvkarleby kommun för omkring 10 000 år sedan. Knappt 100 år senare var området isfritt, men var då täckt av vattnet i Östersjösänkan. Området i sin helhet ligger under högsta kustlinjen, HK, som är beteckningen på den nivå där strandlinjen låg när havet nådde som högst. Under flera årtusenden efter isavsmältningen var området helt täckt av vatten.

Den långvariga belastningen från inlandsisarna pressade jordskorpan nedåt. När isen smälte försvann så småningom belastningen och jordskorpan började höja sig, i början snabbt men successivt allt långsammare. Denna process, som alljämt pågår, brukar



benämns landhöjning. Även havsnivån har ändrats sedan istiden, bland annat som en följd av de stora mängder vatten som frigjordes vid avsmältningen av ismassorna. Sedan istiden har dock Norduppland hela tiden höjt sig i förhållande till havet. De högsta terrängpartierna i Älvkarleby kommun, som bland annat utgörs av Uppsalaåsens högsta delar söder om Marma, är idag belägna cirka 50 meter över havet. Här höjde sig landet över havsytan för cirka 5 700 år sedan. Landhöjningen uppgår idag till cirka sex millimeter per år i kommunens södra delar respektive sju millimeter per år i de norra.

## 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 de jordartsgeologiska förhållandena. 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 berggrundsgesologiska förhållandena.

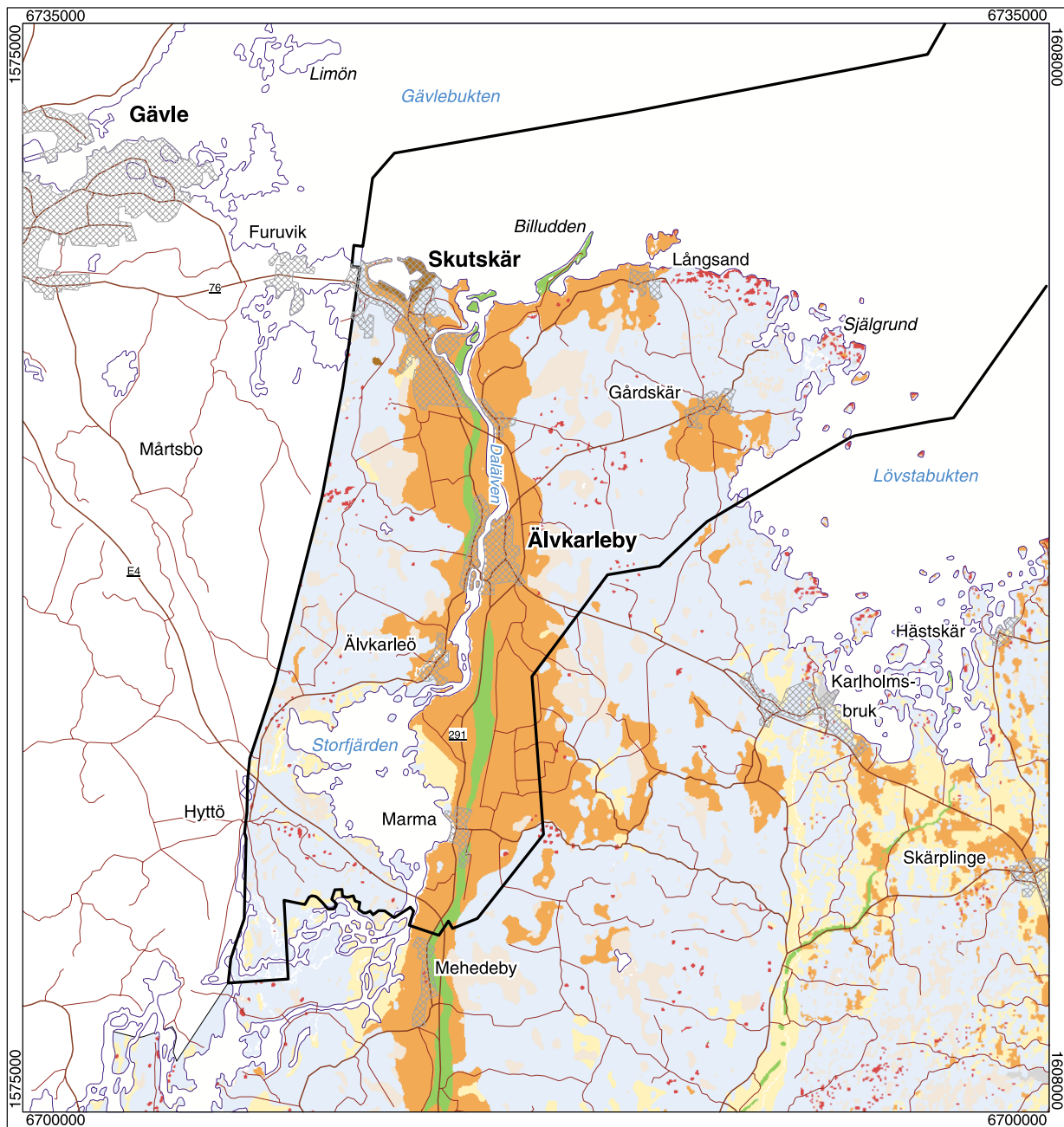
Jordarterna i Älvkarleby kommun är normala för östra Mellansverige med morän som den mest allmänna jordarten. Jordlagren är relativt mäktiga, särskilt längs Uppsalaåsen, som är en av Sveriges största rullstensåsar. Den sträcker sig i ungefär nord-sydlig riktning genom kommunen och utgör ett mycket framträdande drag i landskapet. I anslutning till åsen uppträder mäktiga svallsediment. Berggrunden i kommunen är blottad endast i begränsad omfattning, till exempel längs delar av kusten och i vissa av moränområdena.

### **Jordartskartan**

Figur 5-3 visar en översiktlig jordartskarta över Älvkarleby kommun med angränsande områden inom Uppsala län öster och söder om kommunen /5-3/.

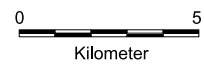
Som framgår av kartan är berggrunden mestadels täckt av jordlager, och berg i dagen (röd färg på jordartskartan) är mycket sparsamt förekommande. Det är endast längs kusten vid Gävlebukten, från Långsand och österut och inom några moränområden öster och väster om Uppsalaåsen, till exempel vid det så kallade Höghällsberget några kilometer väster om Älvkarleby tätort, som hållfrekvensen är betydande. Inom övriga delar av kommunen är andelen berg i dagen liten. Ett ganska stort och centralt beläget område kring Uppsalaåsen saknar praktiskt taget helt ytor med berg i dagen. Flertalet brunnborrningar från kommunen visar jordmäktigheter på mer än tio meter, och från ett tiotal av dessa rapporteras mer än 20 meter jord. En uppskattning av den genomsnittliga jordmäktigheten tyder på att den är knappt tio meter i väster, drygt tio meter kring Uppsalaåsen och cirka fem meter i östra delen av kommunen.

Jordarterna kan indelas i glaciala och postglaciala. De glaciala jordarterna har avlagrats av en landis (morän), huvudsakligen den senaste, och dess smältvatten (isälvssediment och glaciala finkorniga sediment), medan de postglaciala jordarterna har bildats efter det att inlandsisen dragit sig tillbaka. Exempel på postglaciala jordarter är svallsediment, postglacial lera, älv- och svämsediment samt organiska jordarter, främst torv. Svallsediment bildas vid vågors bearbetning och ursköljning av finare material från exempelvis isälvsmaterial 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.



- Organiska jordarter
- Sand och grus
- Lera och silt
- Isälvssediment

- Morän
- Berg
- Fyllning



**SGU**  
Sveriges Geologiska Undersökning

*Figur 5-3. Jordartskarta över Älvkarleby kommun med omgivning (efter 15-31).*

## **Morän**

Den jordart som har den största utbredningen i undersökningsområdet, liksom i landet som helhet, är morän (ljusblå färg på kartan i figur 5-3). Denna osorterade glaciala jordart består av bergmaterial som inlandsisen plockat upp, transporterat och bearbetat samt därefter åter avlagrat. Ofta har moränmaterialet avsatts direkt på den kala berggrunden. Inom ytor med täta hållblottningar, som exempelvis längs Gävlebukten, är moränens mäktighet vanligen högst några få meter. Inom stora sammanhängande moränområden kan dock mäktigheten vara betydligt större, uppemot 10–15 meter.

I allmänhet uppvisar morän inga egenformer utan fyller ut sänkor i berggrunden och ligger som uppåt uttunnande täcken på bergssidorna. De enda kända moränryggarna inom kommunen förekommer väster om Dalälven. Exempelvis i området sydväst om Skutskär finns ett tjugotal ryggar med några meters höjd med huvudsaklig orientering i nord-sydlig riktning. Sannolikt kan dessa moränryggar klassificeras som så kallade radialmoräner, vilka bildades vid isfronten under isavsmältningen.

Moränens sammansättning återspeglar oftast de bergarter som finns lokalt. Inom undersökningsområdet dominerar moränens bergartsinnehåll av urberg, men inslag av sedimentära bergarter förekommer. Till exempel är kalkinnehållet på många håll tämligen högt, beroende på att kalkhaltigt bergmaterial transporterats av inlandsisen från Bottenhavet söderut och avlagrats i norra Uppland. Under 1960-talet studerades moränens kalkhalt närmare i denna region /5-3/. Ett klart mönster framkom med höga karbonathalter i kustområdena längs Gävlebukten och Ålands hav och med avtagande halter söderut. Den ursprungliga kalkhalten har reducerats nära markytan genom urlakning, och denna process kan ha nått flera meters djup beroende bland annat på hur lång tid den pågått.

Kornstorleken varierar inom vida gränser, från ler upp till stora block, men sandig morän är den dominerande typen. Moränens översta skikt är i exponerade områden påverkat av svallning.

## **Isälvssediment**

Till glaciala jordarter hör även isälvssediment (grön färg på jordartskartan). Isälvssedimenten transporterades och sorterades av isälvar och smältvattenströmmar i och under landisen för att slutligen avlagras vid isfronten. Huvuddelen av isälvssedimenten utgörs av grus och sand med varierande halter av block och sten. Inom Älvkarleby kommun finns endast ett stråk med isälvssediment, den så kallade Uppsalaåsen. Denna rullstensås är desto större och sträcker sig i nord-sydlig riktning från Mehedeby i söder till Billudden vid Gävlebukten. Uppsalaåsen är ett av Sveriges viktigaste grundvattenmagasin. Mycket stora kvantiteter naturgrus har genom åren brutits ur åsen, men grusbrytningen har nu helt upphört i de flesta av de täkter som är belägna i Älvkarleby kommun. I allmänhet är täkterna efterbehandlade.

Från att i södra delen av kommunen stryka öster om Dalälven, byter åsen sida vid Älvkarleby tätort och följer älven på den västra sidan nästan till älvmyningen. Där växlar åsen ånyo till den östra sidan och skjuter ut som en udde, Billudden, cirka 2,5 kilometer ut i Bottenhavet. Billudden utgör Uppsalaåsens nordligaste del ovan havsnivån. Udden är av mycket stort intresse för forskning om landhöjningsprocesser. Landhöjningen uppgår här till cirka sju millimeter per år. På uddens västra sida förs sand och grus iland av havsströmmar, och detta förstärker effekterna av strandförskjutningen. På detta sätt bildas landtungor, vilka bidrar till att avsnöra små havsvikar. Klapperstensfält och strandvallar finns på några platser.

På jordartskartan i figur 5-3 framträder i den östra delen av undersökningsområdet ett annat, mindre isälvsstråk. Det är Västlandsåsen, en biås till Uppsalaåsen, som i sin nordöstligaste del stryker mellan Karlholmsbruk och Skärplinge. Västlandsåsen är i sin helhet belägen i Tierps kommun.

### **Postglaciala svallsediment (sand, grus, sten och block)**

I sin sträckning genom Älvkarleby kommun höjer sig Uppsalaåsen upp till 30 meter över omgivningarna och dominerar därför landskapsbilden. I och med att olika avsnitt av åsen utgör några av de högsta terrängpartierna inom en större region, har den varit utsatt för kraftig svallningspåverkan från öster. Materialet har förts med strömmar både österut och västerut. En typisk tvärprofil för Uppsalaåsen är asymmetrisk med en brant västsida och en långsluttande östsida.

Den kraftiga svallningspåverkan har resulterat i att de sandiga och grusiga svallsedimenten som omger Uppsalaåsen (orange färg på kartan) både är relativt mäktiga och har stor utbredning. Borrningar i samhällena Älvkarleby och Skutskär redovisar sandmäktigheter på ibland mellan fem och tio meter. Även ansamlingar av block och sten, så kallade klapperstensfält, förekommer på några ställen i anslutning till Uppsalaåsen. De finns både som krönbildningar och på lägre nivåer. Svallsedimenten har bildats efter isavsmältningen och utgör därför en postglacial jordartsgrupp.

### **Glaciala och postglaciala finkorniga sediment**

Små områden i kommunen, framförallt väster om Dalälven, täcks av lera och silt (gul färg på jordartskartan). Dessa finkorniga jordarter kan vara av två slag; glaciala sediment, som avsattes av smältvatten från den tillbakadragande isen på ganska stort avstånd från isfronten, eller postglaciala finkorniga sediment. De förstnämnda utgörs framförallt av en kalkhaltig, styv, varvig lera med rödbrun färg. Mäktigheten uppgår sällan till mer än fem meter. De postglaciala finkorniga sedimenten är antingen omlagringsprodukter av glaciala jordarter eller har nybildats efter det att landisen lämnade området och domineras av olika typer av leror. De har bildats i avsnörda havsbassänger och avsatts i de lägst belägna delarna i landskapet. Postglacial lera är vanligen homogen och som regel gråaktig, men kan ibland vara svartflammig av sulfider. Mäktigheten är oftast mindre än fyra meter.

### **Organiska jordarter**

Organiska jordarter domineras av torv. Inom Älvkarleby kommun har torvmarker ganska stor utbredning. Kärr är den dominerande torvmarkstypen, men även tallrismossar med bland annat ljung och hjortron är relativt vanligt förekommande. Större torvmarksområden finns kring Storfjärden i söder samt öster om svallsanden i anslutning till Uppsalaåsen. Den totala torvmäktigheten överstiger sällan fyra meter.

En jämförelse mellan torvmarkernas utbredning under 1800-talet och den nutida omfattningen visar på stora förändringar. Utdikning av torvmarker har under 1800-talets senare del och under 1900-talet varit omfattande och resulterat i att arealen våtmark drastiskt har minskat, vilket medfört stora förändringar i landskapet.

### 5.4.3 Bergarter

#### **Allmänt**

Vid etablering av djupförvaret eftersträvas homogen och sprickfattig urberggrund. I en sådan geologisk miljö kan, generellt sett, låg vattengenomsläpplighet, goda bergbyggnadstekniska egenskaper och i övrigt gynnsamma förhållanden förväntas.

Figur 5-4 visar den berggrundskarta som på basis av befintlig information tagits fram inom förstudien /5-3/. Kartan täcker kommunen med omgivning. Den har sammanställts i skala 1:100 000, men återges här förminskad till ungefär 1:200 000. 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. De har avsatts antingen i form av sediment, exempelvis på havsbottnar som lera eller sand, som så småningom sjunkit ner i jordskorpan och omvandlats till bergarter, eller också har de bildats genom att vulkaniska produkter (lava eller aska) flutit ut eller på annat sätt avsatts på markytan.

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

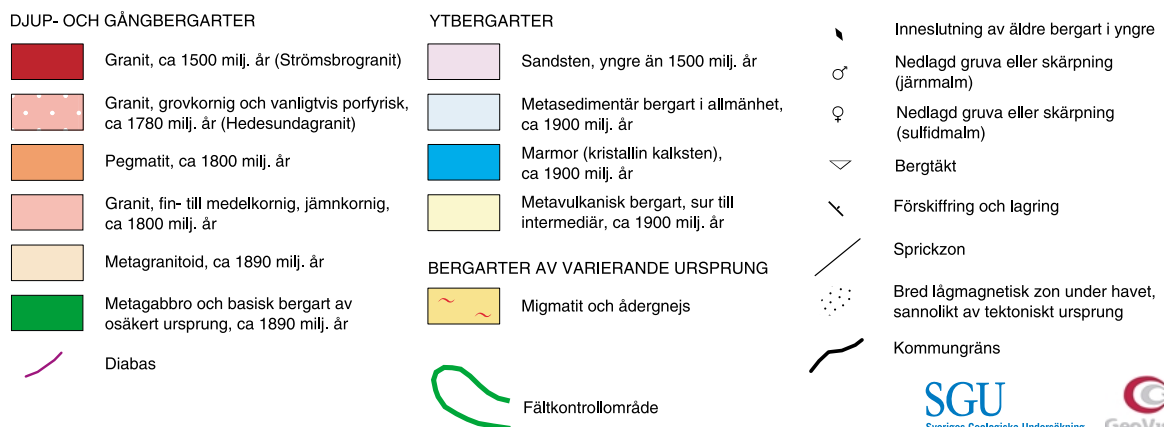
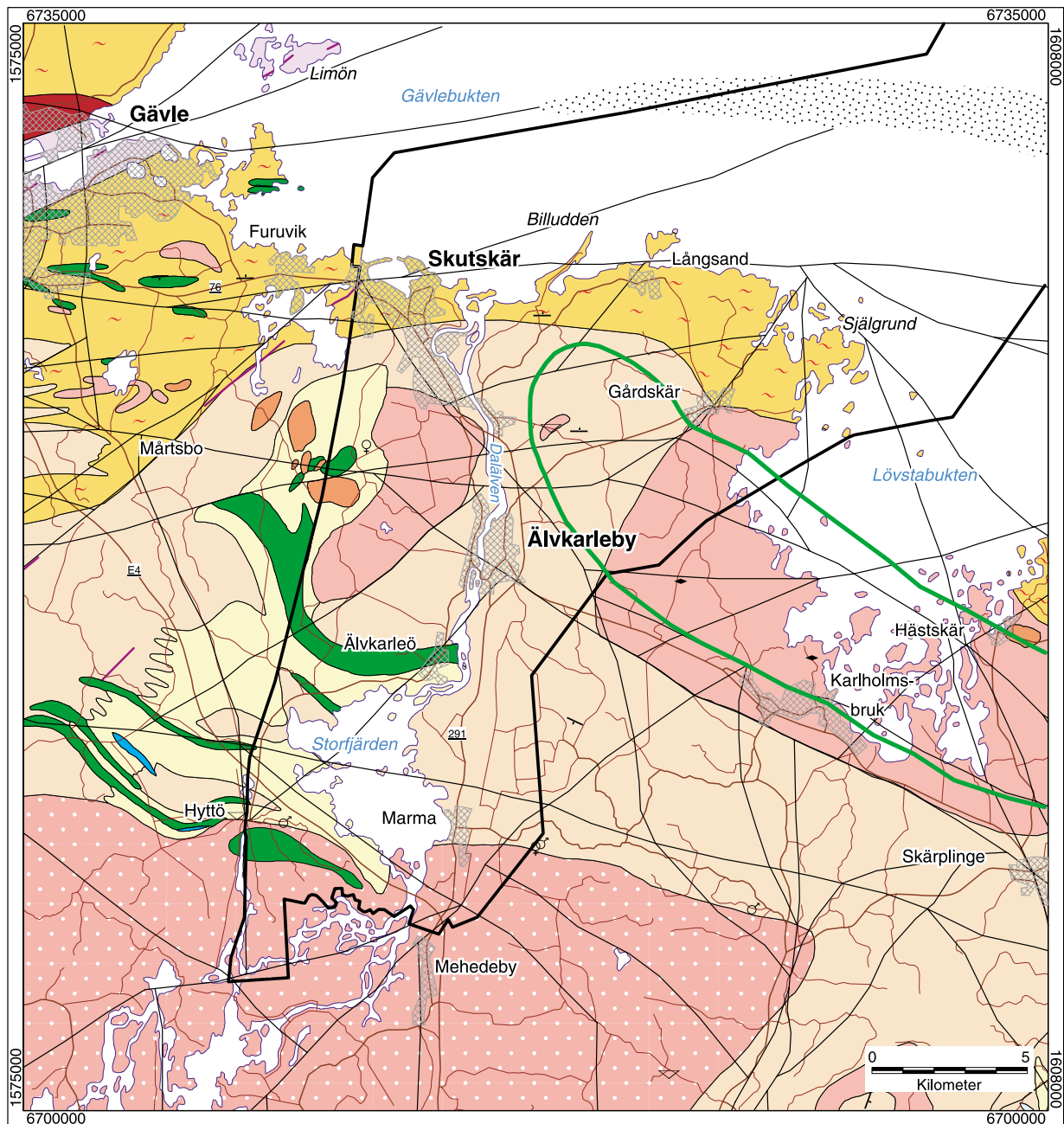
Gångbergarterna utgör ett mellanled och bildas vanligtvis sent i ett geologisk skeende. De utgörs antingen av så kallade aplit-, granit- och pegmatitgångar, som bildas ur stelnande kiselrika (sura) magmor, eller av diabas, som uppkommer ur en lättflytande kiselfattig (basisk) magma. Omvandlade basiska 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.

#### **Ytbergarter**

Ytbergarterna i undersökningsområdet finns i två åldersgrupper, äldre bergarter med en ålder av ungefär 1 900 miljoner år, respektive yngre bergarter med åldrar i intervallet 1 500–450 miljoner år. De äldre ytbergarterna är arealmässigt helt dominerande över de yngre ytbergarterna i undersökningsområdet.

#### **Äldre ytbergarter**

Med utgångspunkt från bildningssättet kan de äldre ytbergarterna indelas i metavulkaniska (ljust gula på berggrundskartan) respektive metasedimentära bergarter (ljust blå och mörkt blå). Prefixet ”meta” anger att bergarterna har genomgått omvandling (metamorfos). Som framgår av berggrundskartan har de metavulkaniska bergarterna betydligt större utbredning än de metasedimentära.



**Figur 5-4.** Berggrundskarta över Älvkarleby kommun med omgivning. Området där fältkontroll av berggrunden har genomförts i förstudien är markerat på kartan (modifierad efter 15-31).

De metavulkaniska bergarterna, som i Älvkarleby kommun huvudsakligen förekommer väster och norr om Storfjärden, är sura (kvartsrika) till intermediära (mindre kvartsrika) och består till största delen av mineralen kvarts och fältspat. Metavulkaniterna antas vara bildade som vulkaniska lavaflöden eller askor och är vanligen finkorniga och skiktade. Välbevarade, finkorniga varianter benämns i äldre litteratur hälleflintor, medan deras grövre och mindre välbevarade motsvarigheter kallas leptiter. Hälleflinta förekommer på många platser i Uppland och är Upplands landskapssten.

Sura metavulkaniska bergarter är, tillsammans med kalksten, i många fall värdbergarter för malm- eller mineralfyndigheter. I Älvkarleby kommun, strax öster om Hyttö, har en mindre järnmineralisering brutits under 1800-talet, dock i liten omfattning, se figur 5-9. Inom metavulkanitområdet väster om Älvkarleby pågår för närvarande malmprospektering. Malmfyndigheter och prospekteringsuppslag inom kommunen behandlas mer utförligt i avsnitt 5.4.8.

Den andra gruppen av äldre ytbergarter, metasedimentära bergarter, visas med ljus och mörkt blå färg på berggrundskartan. Till denna bergartsgrupp räknas såväl kristallin kalksten, även kallad marmor (mörkblå färg), som kvarts- och fältspatdominerade metasedimentära bergarter (ljusblå). De senare förekommer mycket sparsamt inom det undersökta området. Kristallin kalksten uppträder i de flesta fall som tunna inlagringar i de metavulkaniska bergarterna. Lokalt förekommer dock något mäktigare lager, till exempel väster om Storfjärden, där marmor brutits i liten skala, bland annat vid Hyttö. På senare år har också enstaka hållar av marmor dokumenterats i området sydväst om Skutskär i samband med den så kallade Mineraljakten, en tävling där allmänheten kan anmäla och få sina fynd av geologiskt intressant material bedömda vid SGU. Berggrundskartan har dock inte reviderats med anledning av dessa fynd.

### **Yngre ytbergarter**

Gruppen av yngre ytbergarter påträffas i Gävleområdet. Här överlagras urberget av geologiskt sett unga sedimentära bergarter, bland annat sandsten (yngre än 1 500 miljoner år) och ordovicisk kalksten (cirka 450 miljoner år). Dessa bergarter är i det närmaste horisontellt skiktade till skillnad från de äldre ytbergarterna, som vanligtvis är brantstående. Sandstenen i Gävleområdet (lila på berggrundskartan) begränsas i stor utsträckning av ostnordostliga förkastningszoner. Parallellt med dessa förekommer också cirka 1 200 miljoner år gamla diabasgångar som trängt in i sandstenen.

Ordovicisk kalksten täcker stora delar av havsbotten i Gävlebukten och har observerats i hållar på ett par öar, bland annat på Limön.

### **Djupbergarter**

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

### **Äldre djupbergarter**

De äldre, cirka 1 890 miljoner år gamla bergarterna, upptar större delen av undersökningsområdet. Denna grupp domineras av medel- till grovkorniga, svagt förskiffrade metagranitoider (ljusbrun färg på berggrundskartan). Underordnat förekommer också mer basiska (kvartsfattiga) bergarter som metadiorit och metagabbro (mörkgrön färg på kartan).

De äldre djupbergarterna är i de norra delarna av kommunen, ungefär från Älvkarleby tätort och norrut, i betydande grad omvandlade och inhomogena med varierande inslag av yngre granit och pegmatit som ådror och gångar. Vid kusten har omvandlingen varit så genomgripande att ursprungsbergarten ofta är oigenkännlig. Här domineras berggrunden av migmatit och ådergnejs (röda spiriller på mörkt gul grundfärg på berggrundskartan). I kartområdets centrala och södra delar är deformations- och omvandlingsgraden lägre, och här förekommer berggrundsavsnitt där de äldre djupbergarterna är relativt homogena, välbevarade och endast svagt förskiffrade.

### Yngre djupbergarter

Gruppen med yngre djupbergarter har markerats med röda färger på berggrundskartan. Den regionala omvandling och deformation av berggrunden som inträffade för cirka 1 850–1 780 miljoner år sedan medförde betydande påverkan på och delvis uppsmältning av den äldre berggrunden. I samband med detta uppkom, förutom migmatiter och ådergnejs, bland annat större bergartssmältor som stelnade och bildade granitkroppar, så kallade yngre graniter.

De yngre graniterna, som sammantaget upptar relativt stora arealer inom kartområdet, utgör en mycket varierande bergartsgrupp. Här ingår både större homogena kroppar och mer inhomogena, delvis pegmatitiska områden med inneslutningar av äldre berggrund. Större områden med homogen yngre granit förekommer huvudsakligen i undersökningsområdets södra del (från Marma och söderut).

Granitområdet i kommunens södra del betecknas Hedesundamassivet (ljusröd färg med vita prickar på kartan). Bergarterna här är vanligtvis medel- till grovkorniga och porfyrisk. Vid sidan av kvarts och fältspat är hornblände ett vanligt förekommande mineral. Bergarten anses ha en ålder av cirka 1 780 miljoner år. Graniten framträder tydligt på den magnetiska anomalikartan, vilket underlättar tolkning av dess utbredning och studier av sprickzoner. Vid den fältkontroll av berggrunden inom två områden, som utförts inom ramen för förstudierna i Tierps och Älvkarleby kommuner /5-6/ ingick undersökning av berggrunden inom Hedesundamassivet norr och väster om Tierps tätort. Härvid framkom att Hedesundamassivet huvudsakligen består av två olika bergartstyper. Merparten utgörs av en hornbländerik kvartsmonzonit eller kvartsmonzodiorit med relativt lågmagnetisk karaktär. Den andra huvudbergarten är en mer granitisk variant som är mindre hornbländerik, mer porfyrisk och mer magnetisk. Endast enstaka inhomogeniteter i form av små inneslutningar av basiska bergarter samt smala, finkorniga, ljusa granitgångar har noterats inom bägge huvudtyperna av bergarter inom Hedesundamassivet.

Den yngre graniten mellan Gårdskär och Karlholmsbruk (ljusröd på berggrundskartan) är, jämfört med Hedesundamassivet, mer finkornig. Graniten kallas på äldre berggrundskartor Stockholmsgranit på grund av dess likhet med en vanligt förekommande granit i Stockholmsområdet. Den senare har daterats till cirka 1 800 miljoner år, vilket också bedöms vara en rimlig ålder på graniten i området mellan Gårdskär och Karlholmsbruk. Utbredningen är något osäker. På äldre sammanställningar har det inte gjorts någon distinktion mellan den finkorniga och relativt homogena graniten och de mer inhomogena ådergnejserna och migmatiterna som också förekommer i området. En försvårande faktor vid bedömningen av granitens utbredning och karaktär är den låga bergblottningsgraden i området väster om Karlholmsbruk, se figur 5-3. Graniten framträder inte heller tydligt på den magnetiska anomalikartan.



Vid den ovan nämnda fältkontrollen ingick också undersökning av berggrunden kring Lövstabukten, se avsnitt 5.4.6. Vid fältkontrollen konstaterades att den yngre graniten är överrepresenterad på de äldre berggrundskartorna. Yngre granit av Stockholmsgranittyp förekommer inte i något större sammanhängande område i Älvkarleby kommun utan endast i Tierps kommun från Karlholmsbruk och österut. Berggrunden är också betydligt mindre homogen i detta område än vad som tidigare förmodats. Även mellan Skutskär och Gårdskär finns ett litet område (cirka 0,5 kvadratkilometer) med Stockholmsgranit, se figur 5-4. Länsstyrelsen har beviljat täktverksamhet inom området. Bergarten uppvisar här något förhöjd gammastrålning.

I området väster om Älvkarleby tätort förekommer flera områden med pegmatit och inhomogen yngre granit. Den senare uppvisar ett stort inslag av äldre bergarter och pegmatit. Berggrundskartan över denna del av undersökningsområdet, där ett relativt stort område markerats som finkornig granit, bör betraktas som schematisk, eftersom bergblottningsgraden är mycket låg.

Strax norr om Gävle, vid Strömsbro, finns ett litet område med så kallad Strömsbrogranit (mörkröd färg på berggrundskartan), en grovkornig granitvariant som domineras av kalifältspat. Bergarten, som har daterats till cirka 1 500 miljoner år, tillhör en granit-generation som är vanligt förekommande på bland annat Åland och i Finland, och som benämns Rapakivigranit.

### **Gångbergarter**

Gångbergarterna, som bildar en arealmässigt underordnad bergartsgrupp inom undersökningsområdet, utgör en form av inhomogeniteter i berggrunden. Dessa kan ha betydelse för det lokala grundvattenflödet. Kunskap om förekommande gångbergarter är därför av betydelse vid lokaliseringen av ett djupförvar.

Den befintliga kunskapen om gångbergarterna inom undersökningsområdet är mycket begränsad, främst på grund av berggrundens låga blottningsgrad och beroende på avsaknaden av moderna detaljerade berggrundskartor. Ett flertal större diabasgångar har dock tolkats fram, huvudsakligen med hjälp av flygmagnetiska data. Gångarna har markerats som violetta linjer på berggrundskartan i figur 5-4, liksom på deformationszonkartan i figur 5-6. De tolkade gångarna har nordostlig utsträckning och förekommer huvudsakligen utanför Älvkarleby kommun i den nordvästra delen av undersökningsområdet.

### **Migmatit och ådergnejs av varierande ursprung**

Migmatit och ådergnejs är starkt omvandlade bergarter som förekommer längs kusten från Gävle-Skutskär via området norr om Gårdskär och vidare in i Tierps kommun (röda spiriller på mörkt gul bottenfärg i berggrundskartan). Omvandlingen skedde huvudsakligen för 1 850–1 800 miljoner år sedan.

Den kraftiga omvandlingen har medfört att den äldre berggrunden delvis smält upp och omkristalliserats, vilket gör att det ofta är svårt att avgöra om ursprungsbergarten varit en ytbergart eller en djupbergart (för migmatiterna/ådergnejserna inom Älvkarleby kommun bedöms dock ursprunget utgöras av granitoider, det vill säga djupbergarter). På berggrundskartan har därför dessa bergarter neutralt betecknats som ”migmatit och ådergnejs av varierande ursprung” samt tilldelats en grundfärg som skiljer sig från både de äldre djupbergarternas (ljusbruna, mörkgröna) och de äldre ytbergarternas (ljusgula, blå).

## **Berggrundens radiuminnehåll**

I förstudien har två radonriskkartor över Älvkarleby kommun tagits fram /5-3/. Kartorna är baserade på flygmätningar. Den ena kartan är användbar vid bedömning av risker för förhöjda radonhalter i byggnader. Den andra kartan visar berggrundens radiuminnehåll, se figur 5-5. Eftersom radon bildas när radium sönderfaller, utgår man från berggrundens radiuminnehåll när man vill uppskatta radonhalter i berganläggningar eller bergboreade brunnar. 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.

För en stor del av kartan i figur 5-5 saknas data för en bedömning av berggrundens radiuminnehåll (markerat med grå färg). Detta hänger samman med att endast områden, som på jordartskartan (figur 5-3) klassificerats som blottat berg eller morän, har inkluderats vid beräkningen av berggrundens radiumhalt. Andra jordarter än morän avspeglar inte berggrundens radiuminnehåll tillräckligt bra för att mätresultaten från sådana områden ska vara meningsfulla att använda. Övriga delar av kartan visar att radiumhalten vanligen är normal (halter under 50 becquerel per kilo) eller svagt förhöjd. Inom spridda områden, främst i kommunens norra del, föreligger måttligt förhöjda värden. Det finns emellertid ett område öster om Långsand med kraftigt förhöjd radiumhalt. Mätningarna indikerar här halter i berggrunden på upp till cirka 200 becquerel per kilo. De höga värdena uppträder i de starkt omvandlade bergarterna, migmatit och ådergnejs, som återfinns längs hela kusten i Älvkarleby kommun.

### **5.4.4 Berggrundens homogenitet**

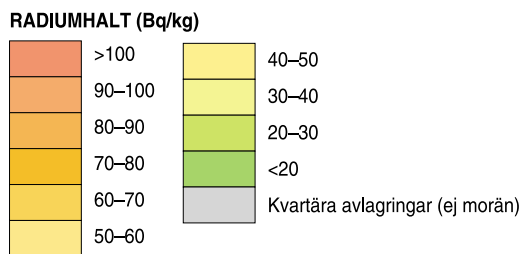
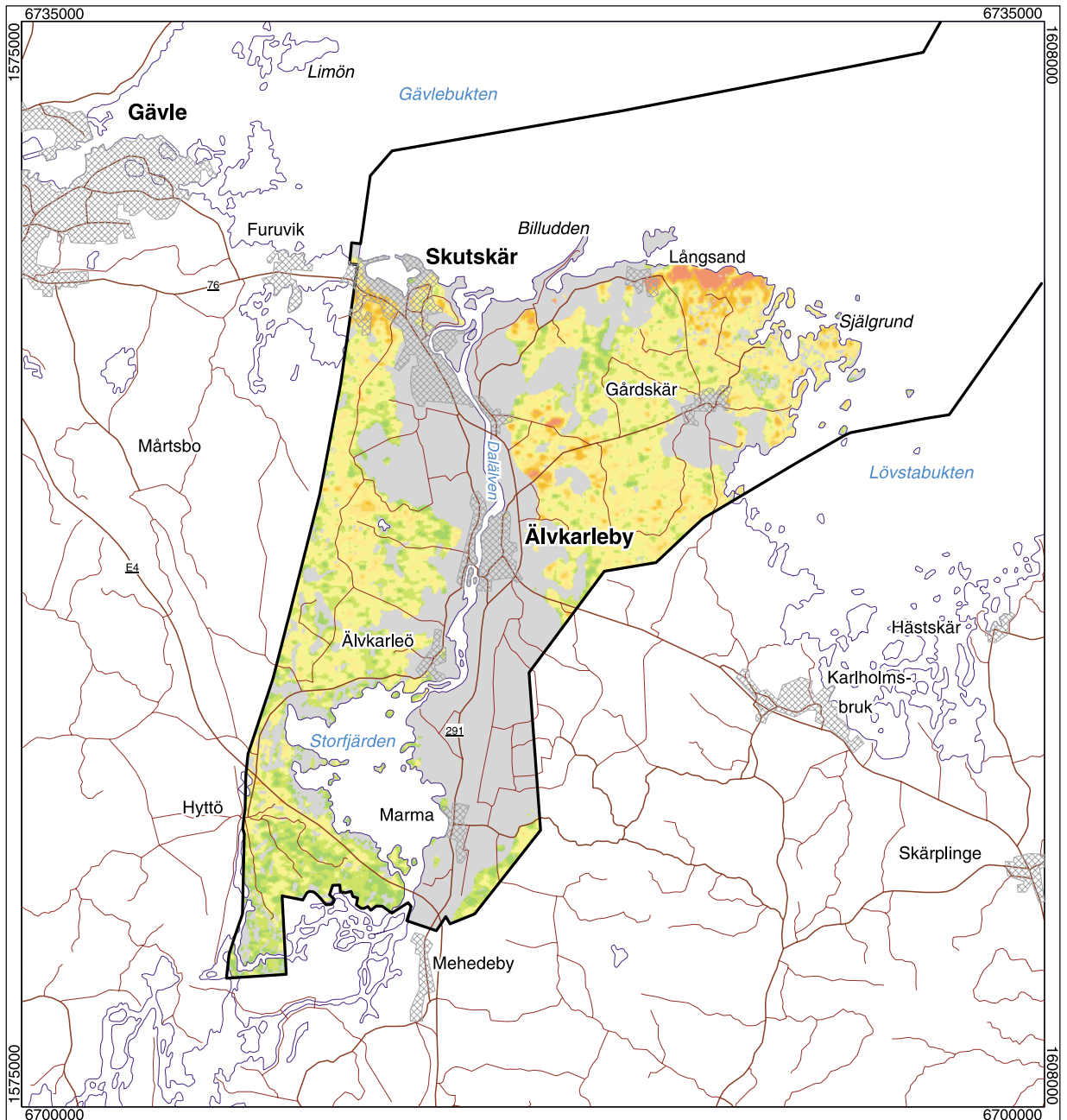
I Älvkarleby kommun är berggrundens homogenitet svårbedömd, dels därför att detaljerade berggrundskartor saknas, dels på grund av den låga andelen berg i dagen.

Den minst homogena berggrunden inom kommunen återfinns troligtvis i den norra delen, där migmatit och ådergnejs förekommer. Dessa bergarter kan vara lämpliga förvarsbergarter, om variationerna i mineralinnehåll är begränsad till meterskala eller mindre. Så är dock inte fallet i kommunens norra del, eftersom även inslag av grovkornig pegmatit omväxlande med finkorniga, bandade och mer glimmerrika partier förekommer, liksom gångar av finkornig granit. Stora delar av detta område är även påverkade av betydande plastisk deformation, vilket ytterligare förstärker den inhomogena karaktären.

Beträffande massiven av yngre granit är bilden splittrad. Hedesundamassivet i undersökningsområdets södra del bedöms efter den utförda fältkontrollen som bestående av i stort sett homogen berggrund /5-6/. Gångar av finkornig granit förekommer dock liksom större inneslutningar av äldre granit.

Den finkorniga graniten vid Lövsbukten uppträder knappast som sammanhängande massiv inom Älvkarleby kommun. Fältkontrollen har visat att berggrunden här är mycket inhomogen. Däremot har man inom ett cirka 20–25 kvadratkilometer stort område från strax väster om Karlholmsbruk och cirka 10–12 kilometer österut i Tierps kommun funnit finkornig granit som är sammanhängande och relativt homogen. Dock förekommer vissa inslag av pegmatit.

Berggrunden inom området nordväst om Älvkarleby tätort anses som inhomogen. Bergartsvariationer kan noteras också i området väster om Älvkarleby tätort, där yngre granit, pegmatit, metavulkanit och basiska bergarter uppträder i flera små områden, liksom enstaka mindre förekomster av marmor (ej medtagna på berggrundskartan i figur 5-4). Området bedöms dessutom vara malmpotentiellt.



0 5  
Kilometer

**SGU**  
Sveriges Geologiska Undersökning

*Figur 5-5. Berggrundens radiuminnehåll i Älvkarleby kommun (efter 15-31).*

## 5.4.5 Deformationszoner

### **Allmänt**

Deformationszoner i berggrunden kan enklast beskrivas som långsträckta zoner utefter vilka berggrunden förskjutits. Rörelserna är resultatet av belastningar som har deformerat 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 tryck och temperaturer att berggrunden beter sig som en trögflytande massa (plastiskt). Kraftig deformation ger då upphov till plastiska skjuvzoner där bergarternas struktur (till exempel mineralkornens orientering) påverkas så att berggrunden blir förskiffrad eller förgnejsad. Högre upp i jordskorpan är berggrunden spröd, varför deformationen istället orsakar sprickor, som i vissa fall koncentreras till sprickzoner. Där rörelser skett parallellt med sprickzonen brukar denna 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 upprepade rörelser (så kallad reaktivering), och det är även vanligt att sprickzoner förekommer där berggrunden är påverkad av äldre plastiska skjuvzoner.

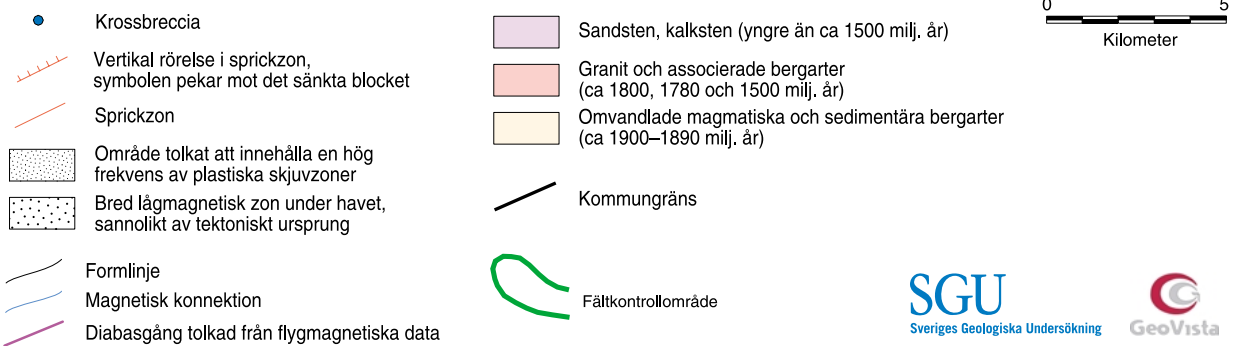
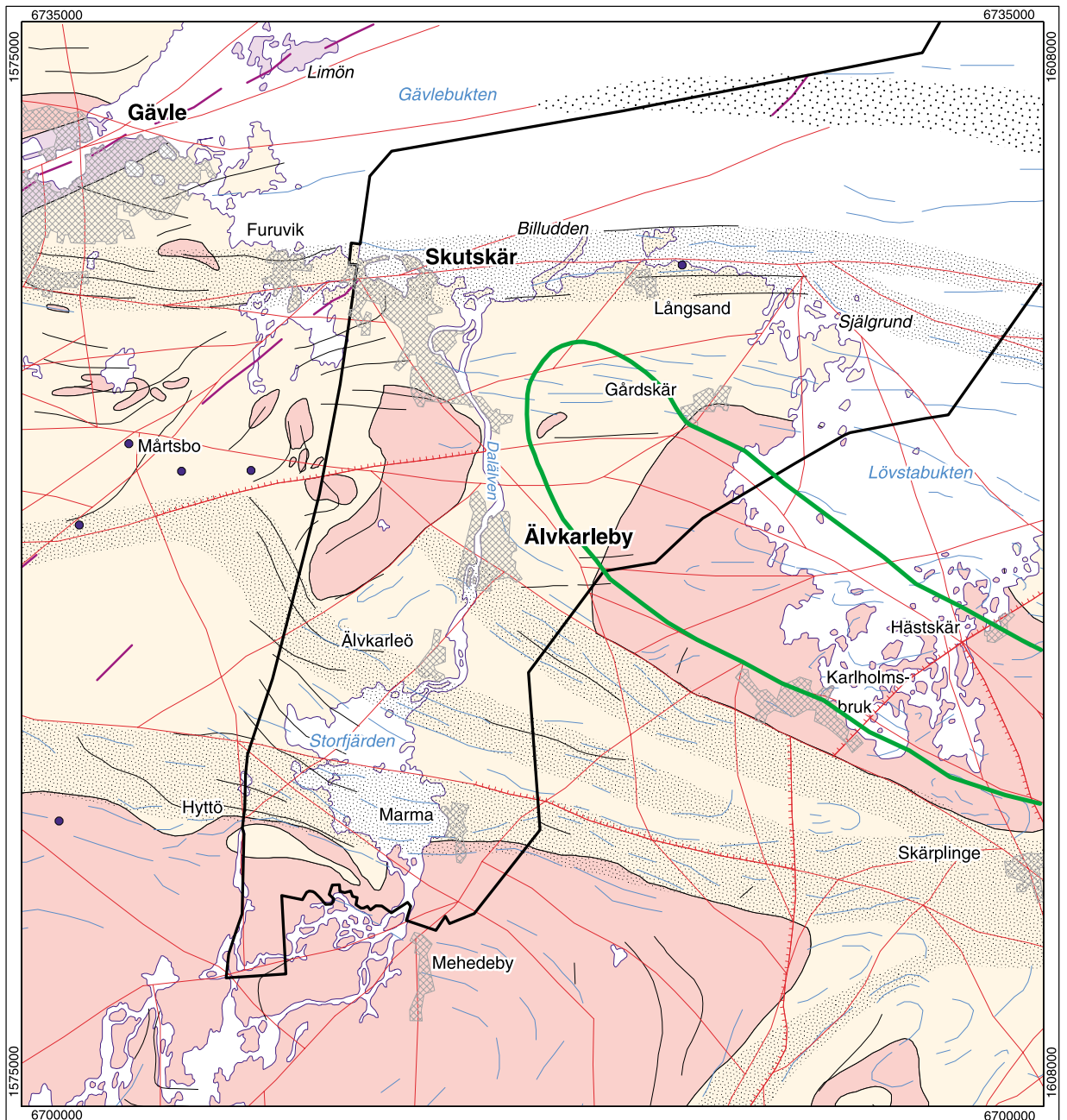
Deformationszoner i berggrunden påverkar lokaliseringsförutsättningarna för ett djupförvar i flera avseenden. Mekaniskt utgör de försvagningar i berggrunden, och eventuella framtida bergrörelser kan därför förväntas ske i redan existerande zoner. Vidare sker merparten av grundvattencirkulationen i sprickor 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.

I förstudien har en karta över deformationszonerna sammanställts, figur 5-6. 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 samt magnetiska och topografiska data och fältiakttagelser av kraftigt deformerade bergarter (krossbreccior).

De plastiska skjuvzonerna framställs på kartan i figur 5-6 med mycket stora dimensioner, upp till flera kilometer breda och flera mil långa. Vid fältstudier framgår att var och en är uppbyggd av flera plastiska skjuvzoner av mycket mindre dimensioner, ner till mindre än en meter, med mellanliggande mindre påverkad berggrund. Inom de storskaliga plastiska skjuvzonerna är frekvensen av mindre skjuvzoner så hög att det är praktiskt att på kartan framställa skjuvzonerna som breda och långa sammanhållna stråk.

Berggrunden inom undersökningsområdet kan generellt indelas i tre huvudgrupper med utgångspunkt från deformationsstil och grad av omvandling, se figur 5-6. De tre grupperna, rangordnade efter ytmässig utbredning, är:

- Grupp 1 Vulkaniska, sedimentära och intrusiva bergarter (främst granitoider) med åldrar omkring 1 900–1 890 miljoner år (beige färg på kartan i figur 5-6). Bergarterna har påverkats av plastisk deformation och omvandling, vilken kulminerade för cirka 1 850–1 800 miljoner år sedan under den svekokarelska orogesen. I den norra delen av undersökningsområdet är bergarterna kraftigt omvandlade på några platser, speciellt i ett några kilometer brett band längs kusten, där ådrade bergarter och migmatit bildats.



**Figur 5-6.** Tolkade deformationszoner i Älvkarleby kommun med omgivning. Området där fältkontroll av berggrunden har genomförts i förstudien är markerat på kartan (modifierad efter /5-3/).

- Grupp 2 Graniter, pegmatiter och apliter med åldrar omkring 1 800, 1 780 och 1 500 miljoner år (ljusröd färg). Dessa bergarter är ofta välbevarade och uppvisar ingen eller endast begränsad plastisk deformation. En reservation lämnas dock för granitområdet vid Lövstabukten, där fältkontrollen (se avsnitt 5.4.3 respektive 5.4.6) påvisat mindre homogena förhållanden än vad som framgått av tidigare karteringsarbeten.
- Grupp 3 Yngre sandsten och diabasgångar i den nordvästra delen av undersökningsområdet (lila färg). Denna grupp består av bergarter som har bildats efter det att den plastiska deformationen och omvandlingen av berggrunden upphört.

### ***Berggrundsomvandling och deformationszoner i undersökningsområdet***

Ur deformationssynpunkt kan undersökningsområdet indelas i två delområden med olika karaktär, delområde A respektive delområde B. Gränsen mellan dessa följer den betydande sprickzon som stryker över hela undersökningsområdet i ostsydostlig riktning, från cirka åtta kilometer väster om Storfjärden till 1,5 kilometer söder om Skärplinge och därifrån vidare utanför undersökningsområdet genom Tierps och Östhammars kommuner. Delområde A, som utgör den mindre delen av undersökningsområdet, omfattar endast den sydligaste delen av Älvkarleby kommun, från strax norr om Hyttö och Marma till kommunens södra gräns. Delområde B inbegriper hela den mellersta och norra delen av undersökningsområdet och därmed merparten av Älvkarleby kommun.

#### **Delområde A (södra delen av kommunen med omnejd)**

Delområdet domineras av det cirka 1 780 miljoner år gamla Hedesundamassivet (se grupp 2 ovan), men äldre magmatiska bergarter (huvudsakligen grupp 1) förekommer i ett smalt bälte norr om Hedesudamassivet liksom öster om detta.

En relativt smal (1–2 kilometer), utpräglad plastisk skjuvzon i nordnordostlig riktning (tätt prickkraster på kartan i figur 5-6) åtföljer den östra kontakten mellan Hedesundamassivet och de äldre metagranitoiderna. De regionala lineamenten (röda linjer på kartan i figur 5-6) bildar ett ganska regelbundet korsande mönster som avgränsar berggrundsblock av varierande storlek. Med lineament menas här en rak eller svagt böjd topografisk eller magnetisk struktur som har en sådan karaktär att den indikerar en sprickzon. Lineamenten uppvisar fyra till fem olika riktningar mellan nordväst och ostnordost. De regionala lineamenten avgränsar ett mindre antal berggrundsblock, varav de två största är mer än tio kvadratkilometer stora. Det ena av dessa är ett block som till största delen är beläget i Hedesundamassivet.

#### **Delområde B (mellersta och norra delen av kommunen med omnejd)**

Delområdet omfattar större delen av kommunen (norr om Hyttö-Marma) och det övriga undersökningsområdet. Det domineras av cirka 1 900–1 890 miljoner år gamla magmatiska bergarter (se grupp 1 ovan), vilka längs kusten i stor utsträckning är kraftigt omvandlade till ådergnejser och migmatiter (se avsnitt 5.4.3 och figur 5-4). Mindre partier finns även med yngre, mer välbevarade graniter och pegmatiter (grupp 2) liksom sandsten och diabas (grupp 3).

Delområdet karakteriseras av plastiska deformationszoner i västnordvästlig till ost-västlig riktning. Dessa bildar ett sammanflätat nätmönster kring så kallade tektoniska linser, som bedöms vara mindre påverkade av plastisk deformation. De plastiska zonerna är från några

hundra meter upp till flera kilometer breda och kan i längsriktningen följas flera tiotals kilometer. Tre stora zoner sträcker sig från området sydväst om Älvkarleby tätort i ost-sydostlig riktning mot Karlholmsbruk och Skärplinge. En annan zon stryker längs kustområdet vid Skutskär och Långsand. Geofysiska mätningar har också påvisat en bred, lågmagnetisk zon i ost-västlig riktning under havet i Gävlebukten (glost prickraster i figur 5-6). På grund av att detaljerad information från fältmätningar saknas, och att tolkning av magnetiska data ger begränsat resultat i delområde B, är utbredningen av de stora plastiska skjuvzonerna inom undersökningsområdet något osäker. Zonerna fortsätter dock mot sydost utanför undersökningsområdet. I Tierps och Östhammars kommuner är deras lägen betydligt bättre belagda /5-7, 5-8/.

Deformationszonerna sydväst om Älvkarleby tätort och Karlholmsbruk tolkas som den västra fortsättningen av det system av skjuvzoner i Tierps och Östhammars kommuner som benämns Singö-skjuvzonen, vilken varit aktiv på relativt stora djup i jordskorpan. På motsvarande sätt tolkas zonen längs kusten genom Skutskär och Långsand som den västra fortsättningen av en zon som i Tierps och Östhammars kommuner benämns Örskärzonen. Den breda lågmagnetiska zonen under havet har också identifierats öster om undersökningsområdet och benämns Gävlebuktenzonen.

Mellan de plastiska deformationszonerna finns bergpartier som är mindre påverkade av plastisk deformation, så kallade tektoniska linser. Svårigheten att bedöma det exakta läget av de plastiska deformationszonerna i Älvkarleby kommun medför motsvarande svårigheter att exakt avgränsa de tektoniska linserna. Ett exempel är ett bergparti mellan Långsand och Älvkarleby tätort som tidigare bedömts som en tektonisk lins mellan Singö-skjuvzonen och Örskärzonen. Vid den fältkontroll som utförts inom förstudien har det framkommit att de äldre bergarterna (metagranitoid, finkornig gnejs och amfibolit) påverkats av plastisk deformation, medan spröd deformation påverkat samtliga bergarter, inklusive yngre granit och pegmatit. Berggrunden är i detta område så inhomogen att möjligheterna att från ytan prognostisera bergartsförhållandena på tänkt förvarsdjup är mycket begränsade. Till detta bidrar också flackt stupande bergartskontakter och förskiffringar som observerats inom det fältkontrollerade området /5-6/. Bland annat ökar risken för att vattenförande sprickzoner ska uppträda i kontakten mellan olika bergarter. Sammantaget medför detta att området inte kan rekommenderas för fortsatta lokaliseringsundersökningar.

Vad gäller storskalig spröd deformation dominerar delområde B av lineament med västnordvästliga till ost-västliga strykningsriktningar. Flera av lineamenten, som har en längd på åtskilliga tiotals kilometer, följer de plastiska skjuvzonerna eller löper parallellt med dessa. Avstånden mellan lineamenten kan vara upp till fem kilometer.

Även lineament med strykningsriktningar mellan nordväst och ostnordost förekommer inom hela delområdet. De har huvudsakligen ett något större inbördes avstånd, cirka 5–15 kilometer. Många av dessa lineament skär tvärs över tektoniska linser som avgränsas av plastiska skjuvzoner i västnordvästlig till ost-västlig riktning.

Detaljerade undersökningar av regionala lineament inom undersökningsområdet saknas, och man kan inte alltid säkert avgöra karaktären på dessa. Förekomst av kraftigt deformerade bergarter bestående av krossbreccia liksom störningar i det subkambriska peneplanet längs vissa lineament inom delområde B indikerar dock att åtminstone några av lineamenten utgör regionala förkastningar /5-10/.

De olika systemen av spröda deformationszoner inom undersökningsområdet avgränsar, såvitt det går att bedöma, berggrundsblock som är upp till flera tiotals kvadratkilometer stora. Blocken uppvisar varierande form, från triangulär och kvadratisk till mer rektangulär. I vissa delar av området är emellertid koncentrationen av regionala sprickzoner högre och berggrundsblocken därför relativt små, runt tio kvadratkilometer eller mindre.

Kartan i figur 5-6 ger väsentligen en projektion i planet av ett i realiteten tredimensionellt mönster av sprickzoner. Flackt orienterade zoner kan då bli underrepresenterade, eftersom de är svåra att upptäcka från ytan. Att sådana zoner kan förekomma i regionen visar de detaljerade undersökningarna i SKB:s undersökningsområde vid Finnsjön /5-7/ samt vid Forsmarks kärnkraftverk /5-8/. Dessa två områden ligger i den östliga fortsättningen av delområde B och i samma strukturgeologiska miljö som detta. Också vid Dannemora järnmalmsförekomst i Östhammars kommun har flacka zoner påträffats.

Med modern reflektionsseismisk teknik kan åtminstone vissa större flacka sprickzoner detekteras utifrån markbaserade mätningar. För att verifiera förekomsten och för att karaktärisera zonernas egenskaper krävs borrhning och borrhålsundersökningar. Vid en eventuell platsundersökning är en av huvuduppgifterna att med detaljerad geologisk ytkartering, geofysiska mätningar, borrhning och borrhålsundersökningar fastställa förekomsten av och geometrin på alla zoner av sådan storlek att de har betydelse för förvarets säkerhet. I detta kartläggningsarbete är även flackt stupande zoner inkluderade. Då förvaret börjat anläggas och tunnlar drivs, förfinas detta arbete ytterligare.

### **Sammanfattning**

Berggrunden inom Älvkarleby kommun har påverkats av dels plastisk deformation, som bland annat resulterat i storskaliga plastiska skjuvzoner, 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 skjuvzonerna med varierande vinklar.

Regionala plastiska skjuvzoner tillhörande Singö-skjuvzonen stryker i västnordvästlig till ost-västlig riktning genom den mellersta delen av kommunen (mellan Älvkarleby tätort och Marma), medan Örskärzonen följer kusten med ungefär ost-västlig orientering. Starkt deformerad berggrund bör undvikas vid lokalisering av djupförvaret. Området där emellan, från Älvkarleby tätort till Långsand, bedömdes tidigt i förstudien som potentiellt intressant för fortsatta lokaliseringsstudier. Fältkontroll har dock visat att berggrunden i området är inhomogen. Plastisk deformation har påverkat de äldre bergarterna, medan spröd deformation påverkat samtliga bergarter. Berggrundens inhomogena karaktär samt förekomst av flackt stupande förskiffringar och bergartskontakter försvårar prognostisering av berggrundsförhållandena på förvarsdjup.

Hedesundamassivet i kommunens sydligaste del uppvisar en ur geologisk synvinkel mer gynnsam bild med mindre deformerad och sannolikt relativt homogen berggrund. I detta delområde är det tänkbart att det går att finna något berggrundsblock av tillräcklig storlek och kvalitet för djupförvaret. Om så är fallet, finns sannolikt inom blocket mindre, så kallade lokala sprickzoner. Det skulle krävas detaljerade geologiska undersökningar, inklusive borrhålsundersökningar, för att utreda frekvens och karaktär av dessa. Borrhålsundersökningar krävs även för att identifiera och beskriva eventuella flacka sprickzoner.



#### 5.4.6 Fältkontroll av berggrunden inom området vid Lövstabukten

Mellan Älvkarleby tätort och kusten finns ett område som i början av förstudien framhållits som potentiellt gynnsamt för vidare undersökningar inför lokalisering av djupförvaret, se figur 5-7. Området fortsätter in i Tierps kommun, se figur 5-7. En geologisk fältkontroll har utförts inom området – efter att den preliminära slutrapporten från förstudien /5-5/ presenterades – med syftet att kontrollera och utvärdera tidigare geologiska tolkningar. Resultaten från fältkontrollen, som i sammanfattande form inarbetats i föreliggande slutrapport, presenteras i sin helhet i /5-6/. Där redovisas också fältkontroller i Tierps kommun.

Figur 5-7 visar hela omfattningen av det fältkontrollerade området i Älvkarleby kommun samt dess fortsättning i Tierps kommun. Fältkontrollen har resulterat i att den geologiska kartan över området, se figur 5-7, kunnat göras något mer detaljerad avseende förekomsten av sprickzoner än den berggrundskarta som presenterades i den preliminära slutrapporten /5-5/. I figur 5-7 visas också läget av de berghällar, sammanlagt 54 i Älvkarleby kommun, som besökts vid fältkontrollen.

Moderna berggrundskartor i skala 1:50 000 saknas inom det fältkontrollerade området, och moderna jordartskartor med hållinformation finns bara inom den östra delen. För att förbättra möjligheterna att hitta berghällar gjordes en flygbildstolkning inom den del av det fältkontrollerade området där moderna jordartskartor saknas.

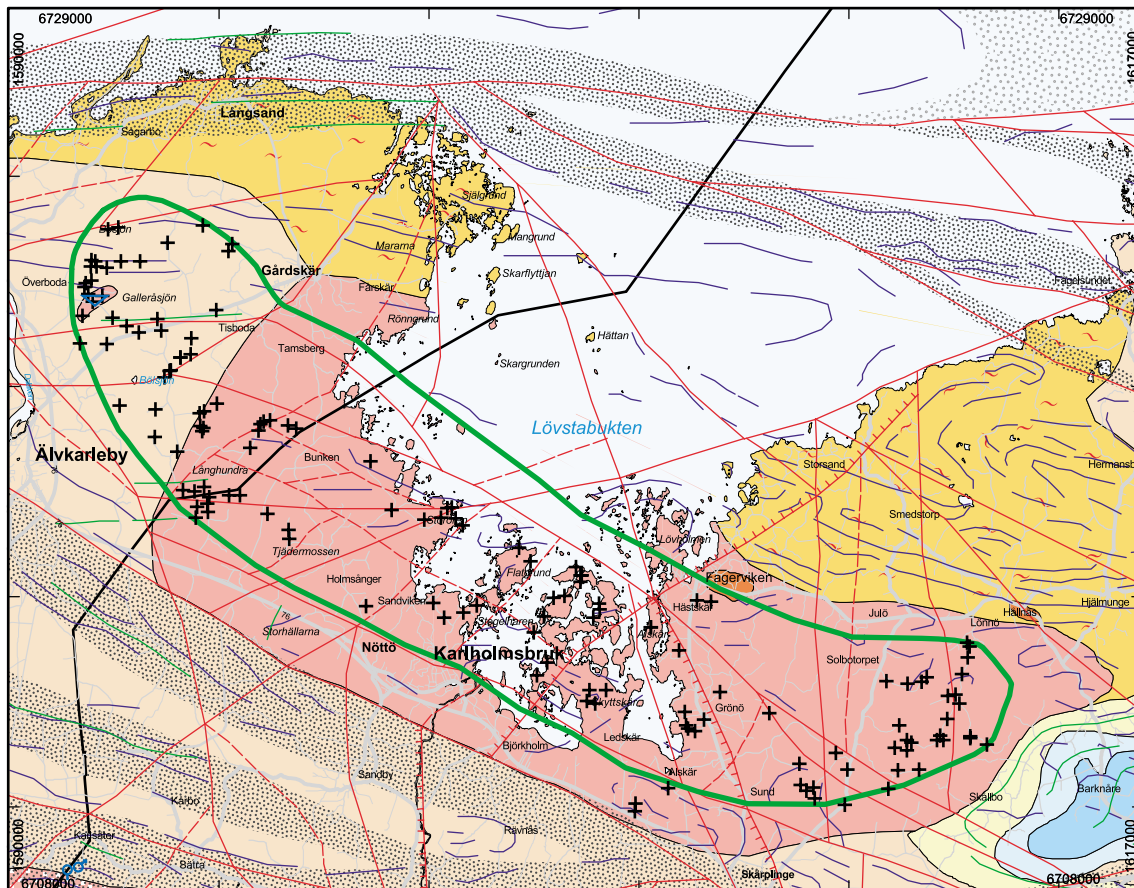
Fältkontrollen har innefattat dokumentation av berggrundens karaktär med avseende på bergartstyp, homogenitet, grad av plastisk och spröd deformation samt orientering av sprickor. Graden av spröd deformation har mätts i form av sprickfrekvens och avser i första hand mer uthålliga sprickor som kunnat följas, eller tolkats fortsätta, flera meter. Vid de flesta observationspunkter har också bergartens magnetiska egenskaper uppmätts för att möjliggöra säkrare koppling mellan observerade bergarter och den magnetiska anomalikartan.

Det fältkontrollerade området i Älvkarleby kommun är ett cirka 32 kvadratkilometer stort skogsområde med relativt låg blottningsgrad. Området avgränsas mot öster av kommungränsen mot Tierps kommun. Antalet kända hällar har ökat genom den flygbildstolkning som gjorts över området i anslutning till fältkontrollen.

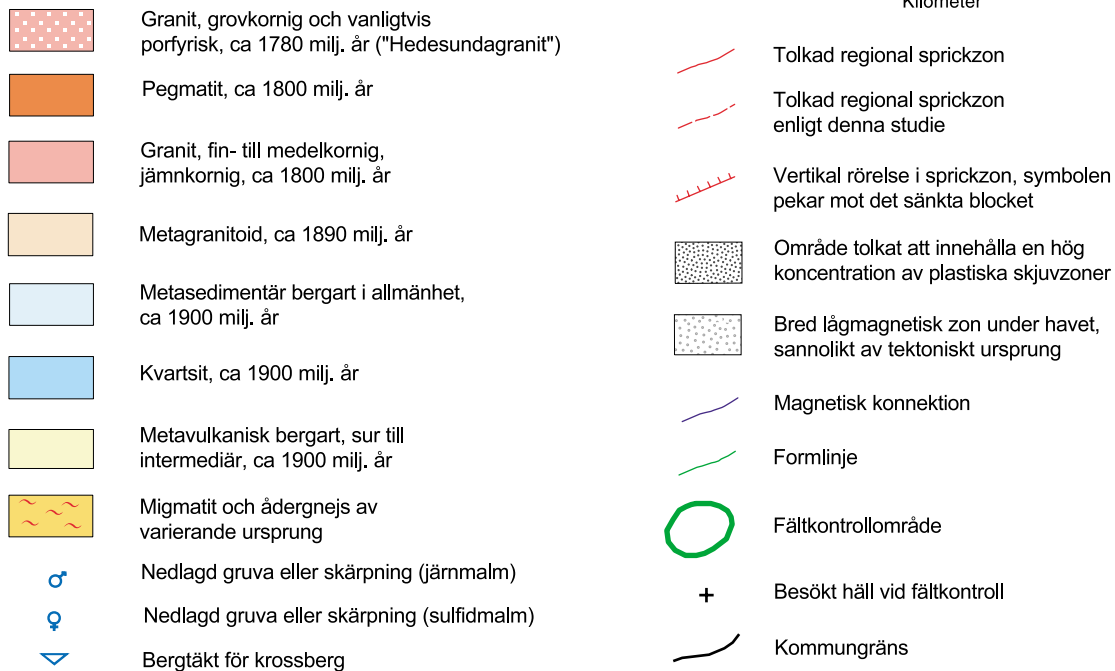
Fältstudien har visat att de berggrundsgeologiska förhållandena är betydligt mer varierande än vad som kan utläsas av de äldre berggrundskartorna. Trots den begränsade arealen har flera bergarter noterats, nämligen ådrad och gnejsig metagranitoid, bättre bevarad metagranitoid, finkornig gnejs, omvandlad basisk intrusivbergart (amfibolit) samt yngre granit och pegmatit. Berggrunden kan därmed allmänt betecknas som komplex och inhomogen.

Vad beträffar geofysiska särdrag hos bergarterna varierar den magnetiska susceptibiliteten (magnetiserbarheten) kraftigt mellan olika bergarter. Strålningsnivån är förhöjd inom hela området, vilket indikerar förhöjd radiumhalt och radonpotential.

Sprickfrekvensen är vanligen 1–2 sprickor per meter hållyta, men både högre och lägre värden har noterats. Sprickriktningarna sammanfaller delvis med orienteringen av de tolkade regionala sprickzonerna i området.



0 5  
Kilometer



**Figur 5-7.** Berggrundskarta över området mellan Älvkarleby tätort och kusten samt delar av Tierps kommun. Det fältkontrollerade området visas med grön linje (efter 15-61).

Den strukturella karaktären hos bergarterna varierar mycket. Den yngre graniten är i allmänhet massformig eller lokalt svagt folierad i nordvästlig riktning, medan de äldre bergarterna, det vill säga metagranitoider och metabasiter, är omvandlade och plastiskt deformerade. Foliationen är hos dessa bergarter ofta flackt stupande liksom den stänglighet som kan iakttas i vissa berghällar. Den observerade sprickfrekvensen är i allmänhet låg i de äldre bergarterna, 3–5 sprickor per tio meter hällyta, medan sprickfrekvensen i den yngre graniten är mer varierande men oftast högre, cirka en spricka per meter hällyta. I anslutning till de regionala sprickzonerna kan sprickfrekvensen i alla bergarter vara avsevärt förhöjd.

Sammanfattningsvis har fältkontrollen mellan Älvkarleby tätort och kusten visat att berggrunden på det hela taget inte uppfyller de geologiska lämplighetsindikatorer som krävs för att vidare undersökningar ska kunna rekommenderas.

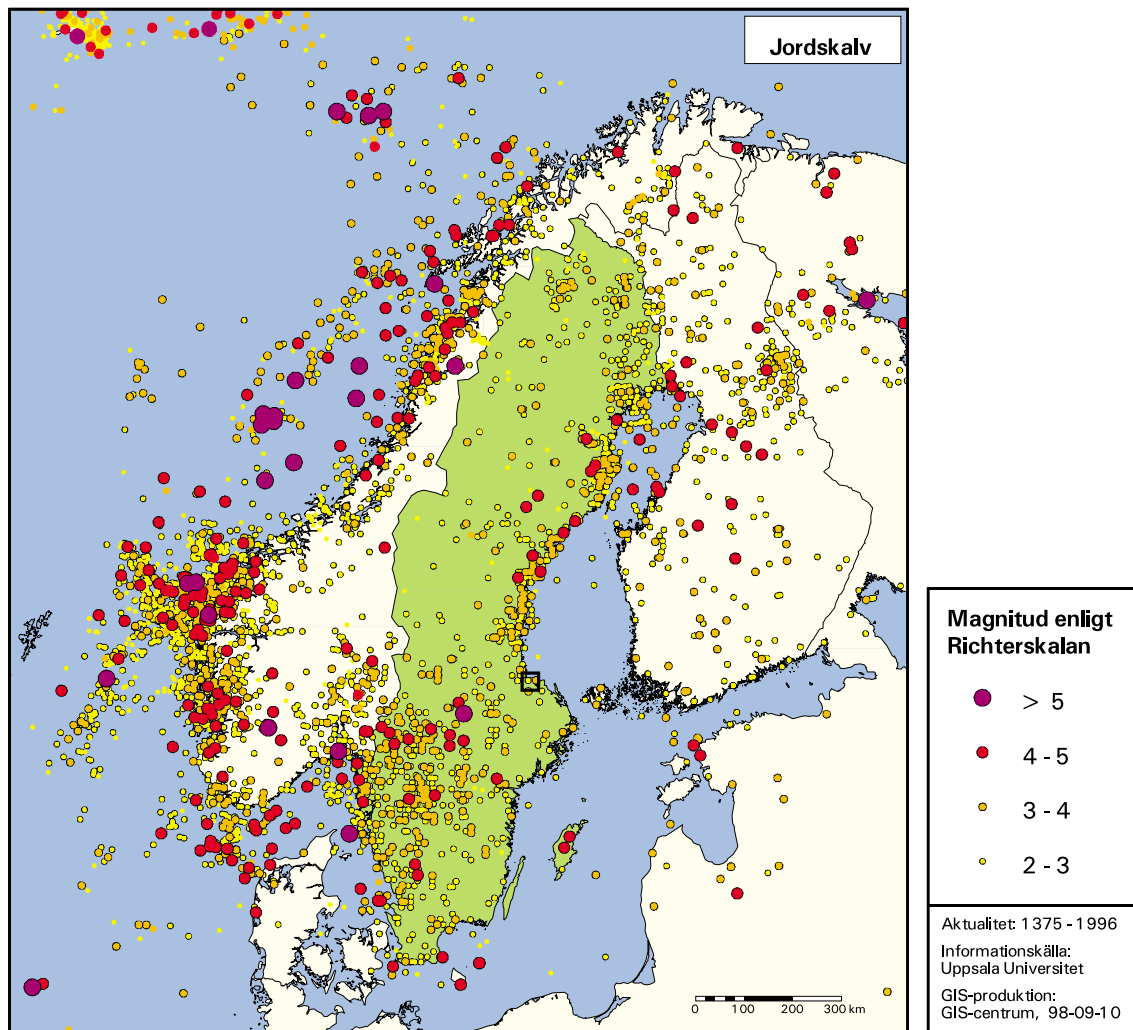
#### **5.4.7 Stabilitet**

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.

Kartan i figur 5-8 visar ungefärliga platser och magnituder för jordskalv registrerade i Nordeuropa, från medeltiden fram till 1996. Registreringarna från senare tid har utförts med seismologisk mätutrustning, medan informationen från äldre tider utgörs av noteringar i kyrkböcker om observerade skalv. Registreringarna ger en uppfattning om berggrundens sentida 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. Älvkarleby 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 Älvkarlebyområdet kan man få viss vägledning av de radiometriska dateringar av uranmineral i kvarts-, kalcit- och kloritådror som utförts /5-11/ och av studier av förskjutningar i det subkambriska peneplanet /5-10/. Det har framkommit att de första rörelserna inträffade för cirka 1 590–1 450 miljoner år sedan, kort tid efter det att berggrunden lyfts till relativt ytliga nivåer och börjat bete sig sprött. Därefter har flera reaktiveringar inträffat. Exempelvis har det förekommit rörelser i Singöförkastningen senare än för 450 miljoner år sedan.

Beträffande de allra yngsta, sen- eller postglaciala rörelserna i berggrunden kan det konstateras att inga säkra sådana har dokumenterats i undersökningsområdet. Detta utesluter dock inte att sådana kan förekomma. Vissa forskare hävdar att de är vanligt förekommande i Sverige /5-12/. Oberoende av om postglaciala rörelser har förekommit eller inte, är det nödvändigt att i en säkerhetsanalys beakta möjligheten att sådana berg-rörelser kan ske, till exempel i samband med avsmältningen av nästa inlandsis.



*Figur 5-8. Jordskalv som registrerats i Nordeuropa fram till 1996. Uppgifterna har hämtats från Uppsala universitet (efter /5-3/).*

Framtida rörelser av betydelse i berggrunden inom Älvkarleby kommun förväntas ske tidigast i samband med slutfasen av nästa istid, det vill säga om flera tiotusentals, möjligtvis hundra tusen år. Om några berggrörelser uppstår, antas dessa företrädesvis ske långsamt med äldre förkastningar. 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 magnituder på skalv, rörelsebelopp 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 /5-13/. Analyserna kräver såväl regionala som plats specifika geologiska data, vilka kan fås först vid en platsundersökning.

#### 5.4.8 Exploateringsintressen

Ett djupförvar för använt 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 sådana områden minskar dessutom risken att människor i samband med framtida mineralprospektering eller gruvdrift oavsiktligt kommer i kontakt med djupförvaret. Ett annat skäl att undvika områden där brytvärda mineral kan finnas 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 metallhaltig mineralförekomst som kan brytas med ekonomisk vinning. I dagligt tal används dock begreppet malm för en större koncentration av en eller flera metaller (mineralisering), oavsett fyndighetens ekonomiska värde. Ett område där flera närliggande malmförekomster av samma typ uppträder brukar kallas malmfält. Flera likartade malmfält inom en geografisk region bildar en malmprovins. Med ett malmpotentiellt område menas här ett område med sådana geologiska förutsättningar att det kan tänkas bli aktuellt för malmprospektering i dag eller i en framtid.

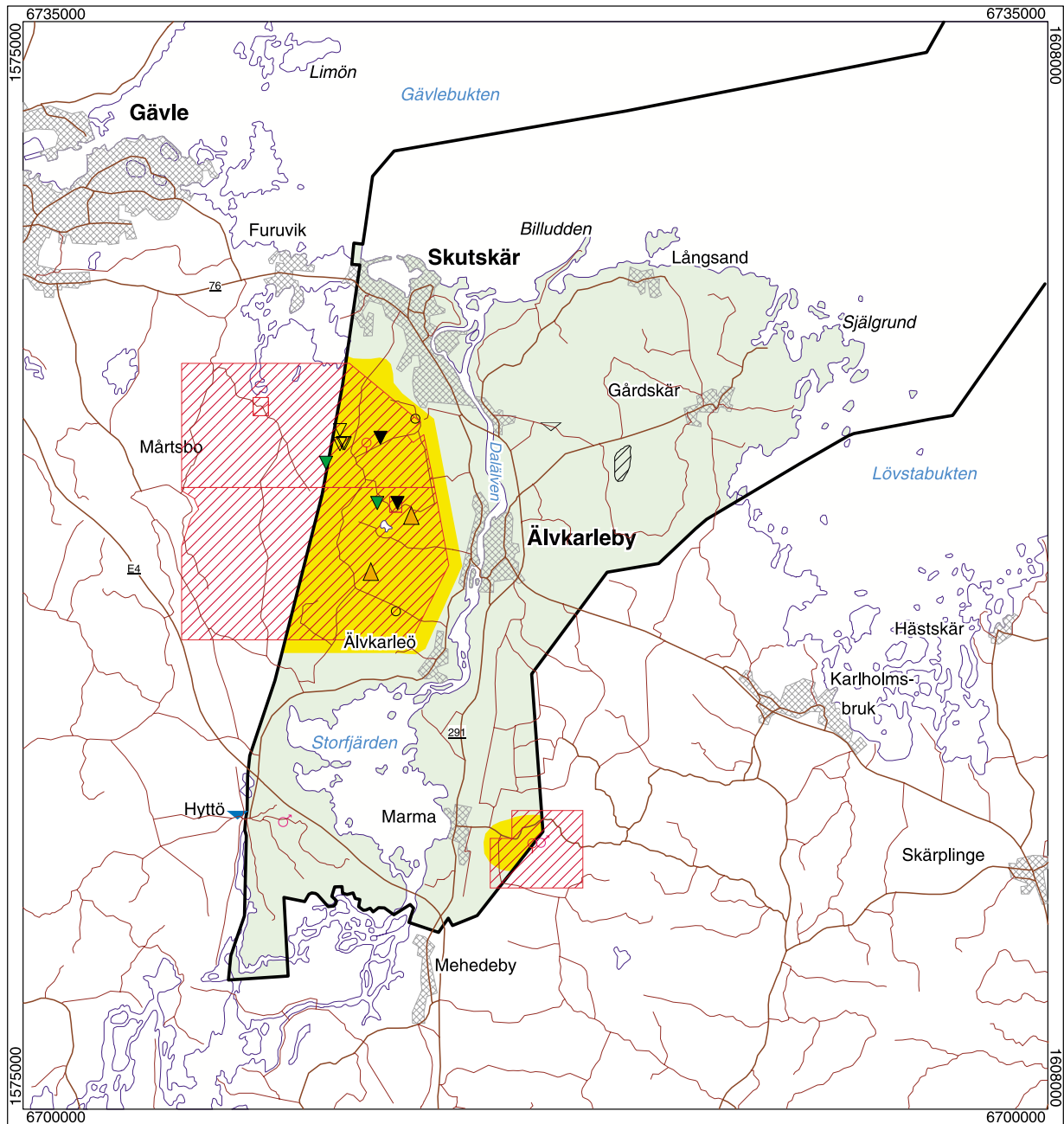
Älvkarleby kommun med omnejd utgör den nordöstligaste utlöparen av Bergslagens malmprovins, där de flesta malmerna är knutna till ytbergarter, i första hand sura omvandlade bergarter av vulkaniskt ursprung. I Uppland har gruvbrytning och järnhantering en lång historia och har varit viktiga faktorer i regionens industriella utveckling. Den största fyndigheten, järnmalmen i Dannemora, bröts i det närmaste kontinuerligt i 500 år fram till nedläggningen 1992.

Berggrunden inom delar av Älvkarleby kommun består av ytbergarter, där man förutom av järnmalm också kan förvänta sig förekomst av sulfidmalmer innehållande koppar, zink, bly, silver och guld. Några malmtillgångar av ekonomiskt värde är dock inte kända i nuläget.

En karta som visar malm- och nyttostensförekomster, figur 5-9, har tagits fram inom förstudien /5-3/. Gulmarkerade områden på kartan har bedömts som malmpotentiella. Här förekommer vissa koncentrationer av malmmineral (mineraliseringar), och berggrunden har sådan sammansättning att det finns förutsättningar för att brytvärda malmförekomster ska kunna påträffas.

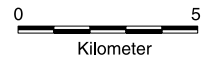
Av kända malmfyndigheter i kommunen och dess närområde kan nämnas en relativt liten järnmalm som bröts under 1800-talet vid Storön, väster om Storfjärden. Den är såvitt känt den enda malm som någonsin brutits inom Älvkarleby kommun. Malmen kan beskrivas som en skarnbandad magnetitmalm med måttligt järninnehåll. Skarn är en äldre svensk bergsmannabenämning på ofyndiga mineral (det vill säga sådana utan ekonomiskt värde) som, avseende hur de bildats, hör ihop med järn- och sulfidmalmer samt i många fall med kalksten. Den omgivande berggrunden utgörs av en sur vulkanisk bergart. En annan mer komplex mineralisering med koppar, zink och bly finns vid Lummerbäcken i kommunens nordvästra del i en skarnig kalksten.

Strax utanför den sydöstra kommungränsen finns ytterligare en liten järnmalmsfyndighet och därtill en guldförande sulfidmineralisering, bägge inom Tierps kommun. Även dessa förekomster är obetydliga och utan ekonomiskt värde i dagsläget.



- ▽ Krossbergstäkt
- ▶ Marmorbrott
- ▽ Marmorförekomst
- ▼ Marmorförekomst med wollastonit
- ▼ Marmorförekomst med scheelit
- ▲ Pegmatitförekomst
- Sulfidmineralisering innehållande koppar, bly, zink
- Skärpning med järnmalm
- Blockfynd med sulfidmineralisering
- ▨ Område lämpligt som bergtäkt
- ▨ Undersökningstillstånd (2000-09-30)
- Malmpotentiellt område

Källa: SGU, Länsstyrelsen, Mirab



**Figur 5-9.** Malm- och nyttostensförekomster samt malmpotentiella områden i Älvkarleby kommun (modifierad efter 15-31).

Förutom de kända malmerna har vissa intressanta blockfynd gjorts, till exempel malm-block med kopparkis som hittats vid Västanå mellan Älvkarleby tätort och Skutskär. Ett malm-block med hela 10 % zink hittades 1994 vid Hagadal nordväst om Älvkarleö i samband med Mineraljakten. För närvarande (oktober 2000) täcks en stor del av det område i kommunens nordvästra del, där dessa och andra nyare fynd gjorts, av två större inmutningar tagna av Boliden Mineral AB. Intresset är här inriktat på basmetaller samt guld och silver.

Silverhaltig blymalm är känd bland annat från Dannemorafältet i Östhammars kommun och från den välkända silver-blygruvan i Sala i Västmanland, som en gång var Europas största. Det finns således en potential även för bly och silver i denna region, främst i anslutning till kalkstenar.

### **Nyttosten**

Med nyttosten menas här bergmaterial som bryts antingen för byggnads-, monument- eller prydnadsändamål, för att användas som industrimineral eller för att krossas till ballastmaterial. Utöver bergtäkter för produktion av krossberg är kalksten för närvarande den mest betydelsefulla nyttostensresursen i Älvkarleby kommun.

### **Krossberg**

Krossat berg används som fyllnadsmaterial (ballast) vid till exempel väg- och banvallsbyggnad och i betong. Tillgång till ballast av hög kvalitet är viktigt i ett modernt samhälle. Under senare år har andelen krossberg för ballaständamål ökat betydligt i förhållande till naturgrus, där exploateringen sker alltmer sparsamt. I Uppsala län ökade produktionen av krossberg från 10 % till 43 % av den totala ballastproduktionen under perioden 1994–1999. Resterande andel utvanns huvudsakligen ur länets rullstensåsar. Efterfrågan på ballast är starkt beroende av konjunktursvängningar inom byggnads- och infrastruktur-sektorerna. Under senare delen av 1990-talet har den sammanlagda produktionen av grus och krossberg i Uppsala län successivt sjunkit.

I Älvkarleby kommun finns en bergtäkt, Råkenhällarna, som producerar krossberg, se figur 5-9. Brytningen har nyligen startats och tillståndsmängden är 800 000 ton. Bergarten är en fin- till medelkornig yngre granit med smärre gångar av pegmatit. Under 1999 uppgick brytningen endast till 9 000 ton.

Den täktverksamhet som idag bedrivs inom kommunen skulle knappast störa verksamheten i ett djupförvar. Omvänt torde lokaliseringen av ett djupförvar inte påverka den förhållandevis gynnsamma situationen vad gäller den framtida tillgången på bergkross och ballast i kommunen.

### **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.

I anslutning till vissa kalkstenar förekommer även mineral som granat och wollastonit. Dessa är så kallade omvandlingsmineral som kan nyttjas som industrimineral, om mängden är tillräcklig och kvaliteten är god. I Älvkarleby kommun har man via Mineraljakten uppdagat flera fynd av wollastonit, ett kalciumsilikat som i ren form har användning som tillsatsmedel i exempelvis keramik, papper, färg och plast. En förekomst vid Lummerbäcken har undersökts mera ingående av dåvarande Nämnden för statens gruvegendom (NSG). Mängden wollastonit bedömdes dock vara otillräcklig för att förekomsten skulle kunna ha ett ekonomiskt värde. Kalksten med wollastonit förekommer även nära Djuvsjön.

De flesta av kalkstensfynden har gjorts i kommunens nordvästra del nära gränsen mot Gävleborgs län, se figur 5-9. Förutom de som här medtagits under beteckningen kalksten förekommer även fynd av skarnförande kalksten med innehåll av det volframhaltiga mineralet scheelit. Såvitt känt är mängden scheelit dock otillräcklig för att dessa fynd skulle vara av ekonomiskt intresse. I kalkstensblock har man även påvisat sulfidmineraliseringar med blyglans och/eller zinkblände.

### **Pegmatiter**

Pegmatit är en grovkristallin granitisk bergart som i huvudsak består av mineralen kvarts, fältspat och glimmer. Pegmatiter uppträder oftast som gångar eller mindre kroppar i anslutning till större granitmassiv. Främst är det fältspaten i pegmatiterna som kan vara av ekonomiskt intresse. Inom glasindustri och keramisk industri är det vanligen endast ytterst ren fältspat med lämplig kemisk sammansättning som får en teknisk användning. Fyndigheter av styckefältspat av hög kvalitet, bland annat kalifältspat, har exploaterats på endast tre till fyra platser i mellersta Sverige och avsättningsmöjligheterna för denna typ av mineral är fortfarande goda. Kvartsen i pegmatiter är dock sällan så ren att den har ett kommersiellt värde.

Inom Älvkarleby kommun finns ett par pegmatitförekomster som huvudsakligen består av kalifältspat, kvarts och ljus glimmer. Den ena är belägen vid Finntorpet nordväst om Älvkarleö och omfattar ett flertal stora hälltytor. Den andra förekomsten, på Höghällsberget väster om Älvkarleby tätort, uppvisar här och var en bra blandpegmatit, där vissa partier håller en svagt glimmerhaltig, ljusröd till vit kalifältspatpegmatit. En stor del av fyndigheten är belägen på fornminnesförklarad mark, och såvitt känt har fyndigheten inte undersökts närmare.

### **Sammanfattning**

Mot ovanstående bakgrund bedöms två områden, som tillsammans utgör knappt 20 % av kommunens yta, ha en malmpotential där framtida gruvbrytning skulle kunna bli aktuell, se figur 5-9. Det är främst i det större området väster om Älvkarleby tätort som framtida prospekteringsintressen kan förutses. Här finns sannolikt geologiska förutsättningar för förekomst av koppar, zink och bly och möjligen även för silver och guld. Däremot är potentialen för volfram sannolikt begränsad.

I det ovannämnda området kan industrimineralen wollastonit och mycket ren kalksten tänkas förekomma i intressanta mängder, även om några fynd hittills inte lett till exploatering. Fältspaten i kända pegmatiter är kvalitetsmässigt ojämn, men fyndigheterna kan bli intressanta om tekniska eller ekonomiska faktorer blir mer gynnsamma i framtiden. Övriga delar av kommunen består i stort av granitiska bergarter utan någon malmpotential.



I sammanhanget bör det påpekas att de geologiska förhållandena i kustbandet och ute till havs är mindre väl undersökta. Det bedöms emellertid som osannolikt att kommunens kust- och havsområden skulle bli föremål för prospekteringsinsatser inom den närmaste framtiden. Mot detta talar bland annat miljöaspekter och det faktum att huvudparten av dessa områden är skyddade i lag.

## **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 Älvkarleby kommun. Slutligen berörs de processer som på lång sikt kan orsaka ändrade grundvattenförhållanden och därmed förändringar i miljön för djupförvaret. För en mer utförlig redogörelse av grundvattenförhållandena hänvisas till /5-4/.

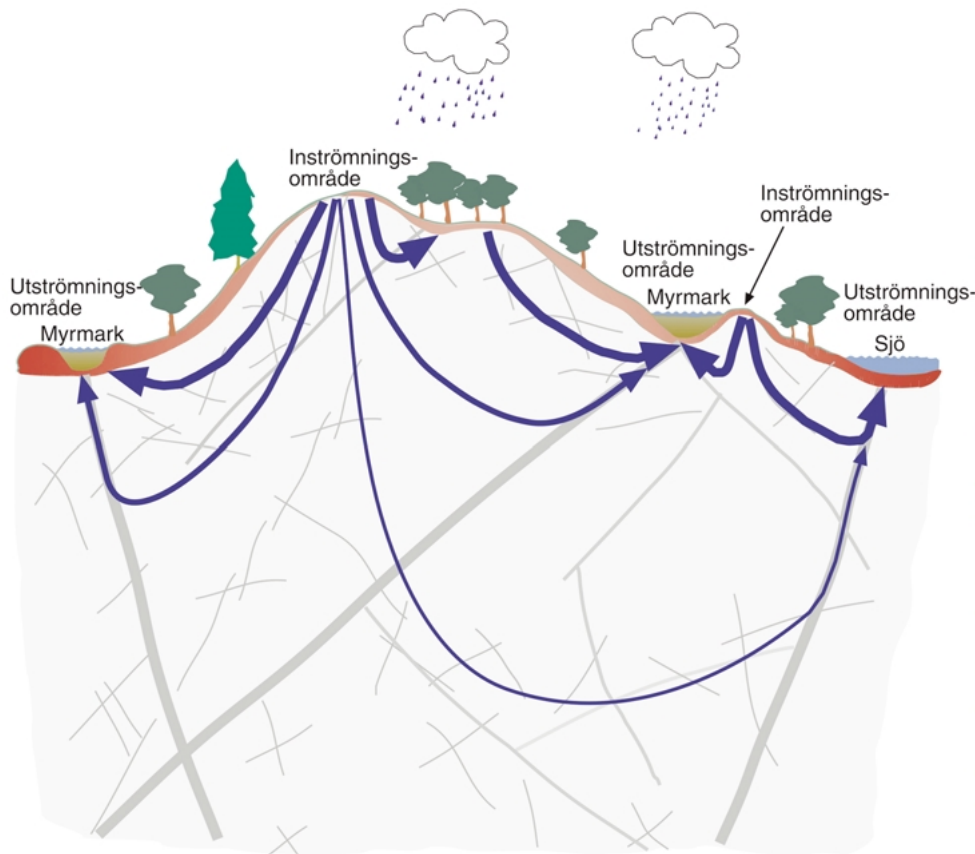
### **5.5.1 Grundvattenbildning och grundvattenströmning**

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 vattentäthet, vilket däremot är fallet under grundvattenytan.

Nederbörden i Älvkarleby 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, avrinner delvis som ytvatten i bäckar, åar och sjöar, delvis som grundvatten i jordlager och berggrund. Sett över långa tider (flera år) tar magasinförändringar 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 5-10. 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 bland annat med årstiden. Skillnaden i trycknivå per längdenhet benämns hydraulisk gradient. Merparten av Älvkarleby kommun kännetecknas av flack terräng. Storleken på förekommande topografiska gradienter i kommunskala är som regel mindre än 0,5 %. Eftersom terrängen i hela regionen är mycket flack har de lokala gradienterna – om än små – sannolikt större betydelse för grundvattenströmningen på olika djup än de gradienter som trycknivåskillnader i regional skala ger upphov till. Den topografiska gradienten, och därmed ytavrinningen, är i större delen av Älvkarleby kommun riktad mot norr. I kommunens östra delar är emellertid gradienten riktad mot öster och nordost. Bottenhavet är den slutliga recipienten för hela kommunens avrinning.

Den grundvattenströmning som en given hydraulisk gradient kan åstadkomma styrs av vattengenomsläppligheten (den 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.



*Figur 5-10. 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 /5-4/).*

### 5.5.2 Berggrundens vattengenomsläpplighet

Värden på vattengenomsläppligheten i berggrundens ytligare delar (ner till cirka 140 meter) i Älvkarleby kommun har beräknats från data i SGU:s brunnsarkiv. Här finns uppgifter om brunnsdjup, vattenföring, avsänkning och, i mindre omfattning, grundvattenkemiska data från ett stort antal bergbrunnar i Sverige som borrats för vattenförsörjning och energiutvinning. Uppgifterna i brunnsarkivets databas är inte registrerade med tanke på någon speciell tillämpning. Då brunnsdata ska användas för olika typer av 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 tillämpats genom åren. Vidare har brunnar för vattenförsörjning 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. Bergbore vattenförsörjnings- eller energibrunnar är sällan djupare än cirka 100–150 meter (den djupaste bergbrunnen i Älvkarleby kommun med känd vattenföring är 143 meter). I stort sett gäller därför att brunnsdata ger information om förhållandena ner till cirka 100 meters djup, vilket i detta sammanhang är att betrakta som den ytliga berggrunden, till skillnad från undersökningsborrhål som når planerad djupförvarsnivå (cirka 500 meter) eller djupare. Trots dessa och andra ofullkomligheter är materialet i SGU:s brunnsarkiv hydrogeologiskt intressant, och den allmänna uppfattningen är, att det är användbart för att översiktligt studera vattengenomsläppligheten i berggrundens ytligare delar.

I detta avsnitt undersöks och jämförs data från de grunda brunnarna i Älvkarleby kommun med motsvarande data för de grunda brunnar som presenterats i förstudien avseende grannkommunen Tierp /5-7/. Jämförelse görs också med de djupa undersökningsborrhål som SKB tidigare låtit utföra i undersökningsområdet vid Finnsjön, beläget i östra delen av Tierps kommun, drygt 30 kilometer sydost om Älvkarleby tätort. För en mer utförlig beskrivning av såväl geologiska förhållanden som grundvattenströmning och grundvattenkemi i Finnsjöområdet hänvisas till /5-7/.

I förstudien har uppgifter från totalt 44 brunnar inom Älvkarleby kommun analyserats. Deras lägen visas i figur 5-11. Brunnarna, som borrats under perioden 1918–1997, är i medeltal 75 meter djupa och har kapacitetstestats med konventionell teknik. Endast brunnar med ett djup i berg som överstiger tio meter har beaktats i detta sammanhang. Därmed har brunnar som huvudsakligen får sitt vatten från jordlagren undvikits.

Medianvärdet för borrhålslängden i berg är 67,5 meter för brunnarna i Älvkarleby kommun, vilket överensstämmer väl med riksmedianvärdet som är 70 meter. Däremot är medianvärdet för brunnarnas vattenföring, 1 800 liter per timme, nästan tre gånger så högt som motsvarande riksmedianvärde, 660 liter per timme /5-4/. Detta kan indikera en reell skillnad jämfört med landet i övrigt men kan också bero på att det statistiska underlaget (antalet brunnar) är för litet. Som jämförelse kan nämnas att de 634 brunnarna i Tierps kommun har en mediankapacitet på 700 liter per timme.

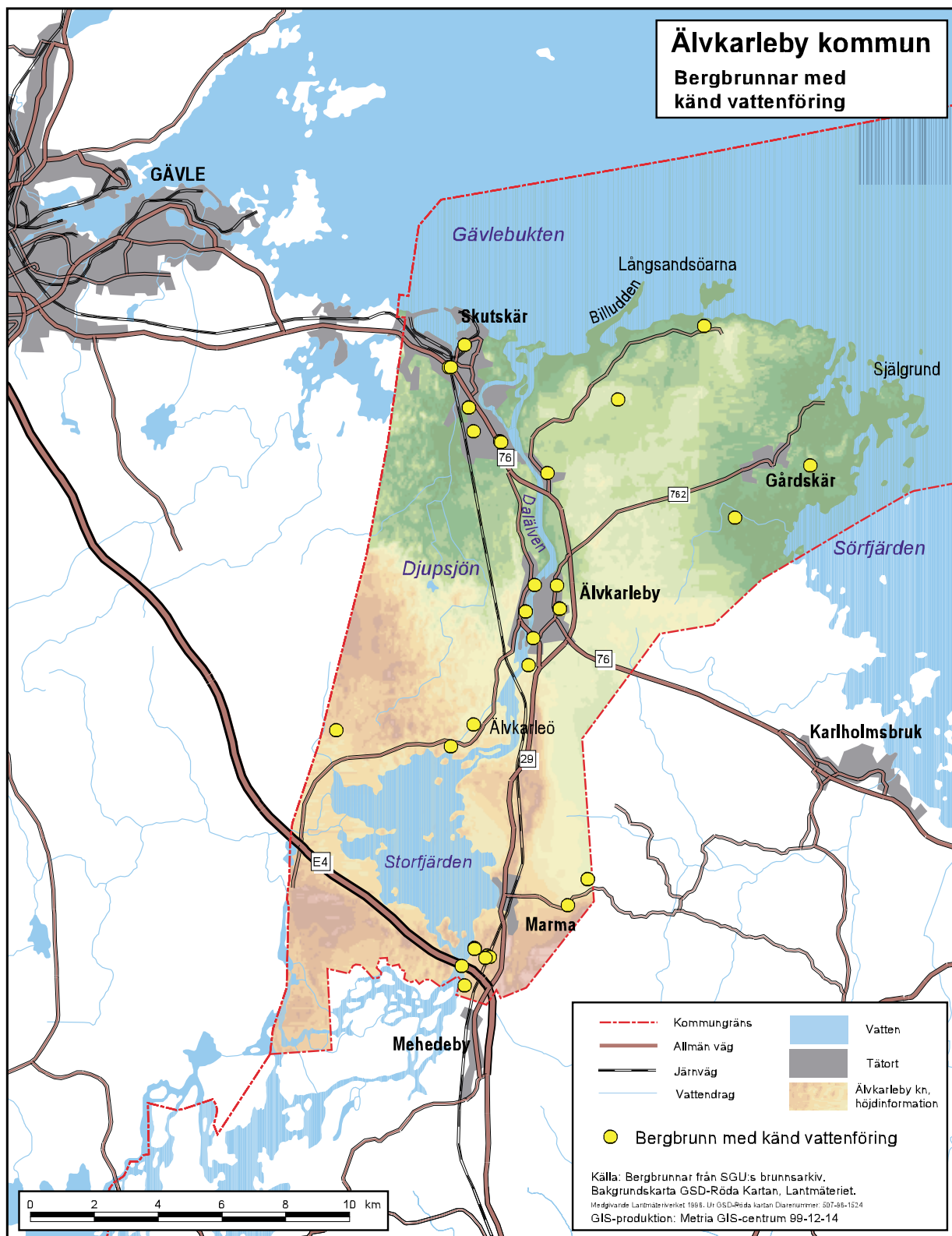
Antalet bergbrunnar i Älvkarleby kommun är så litet att en statistisk analys av relativa skillnader i beräknad vattengenomsläpplighet försvåras. Ett försök till sådan analys har dock utförts och redovisas nedan.

Figur 5-12 illustrerar vattengenomsläppligheten för var och en av de 44 brunnarna. Genom att korrelera brunnarnas lägen med den berggrundsgeologiska kartan, figur 5-4, har data kunnat grupperas med avseende på huvudkategorier av bergarter. Av figuren kan inte någon klar skillnad i vattengenomsläpplighet mellan olika bergarter utläsas. Variationen i vattengenomsläpplighet inom en bergart är avsevärt större än eventuella, systematiska skillnader mellan olika bergarter, ett förhållande som noterats även vid andra förstudier, se exempelvis /5-7, 5-8/. Att spridningen är stor beror på att förekomsten av vattengenomsläppliga sprickor och sprickzoner varierar från plats till plats.

När vattengenomsläppligheten från grunda brunnar i Älvkarleby kommun jämförs med motsvarande parameter för grunda brunnar i Tierps kommun visar det sig att spridningen är ungefär lika stor för olika bergarter, se figur 5-13. I denna större datamängd märks dock en tendens att unga och äldre graniter ofta förekommer bland maximivärdena, medan sura metavulkaniter ofta syns bland minimivärdena. Det bör emellertid noteras att variationsvidden är stor även för dessa två bergartskategorier, varför figurerna 5-12 och 5-13 inte kan användas för generella slutsatser om bergartsförhållandena på en enskild plats.

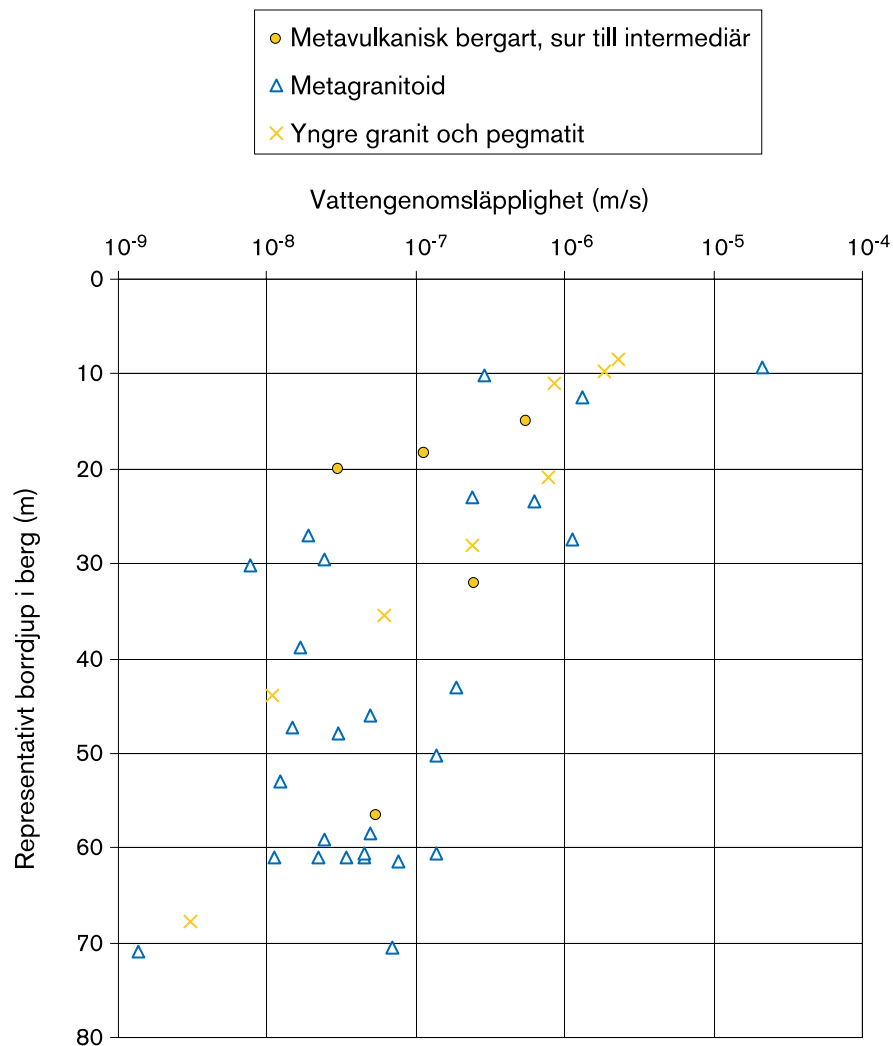
Tolkningar av figurerna 5-12 och 5-13 med avseende på vattengenomsläpplighetens eventuella djupberoende bör göras med försiktighet. Den minskning i genomsnittlig vattengenomsläpplighet med djupet som indikeras i figurerna är huvudsakligen en konsekvens av att brunnsdjupet har stor betydelse vid beräkning av bergets genomsnittliga vattengenomsläpplighet. Minskningen som indikeras i figurerna behöver därför inte avspegla den verkliga förändringen av vattengenomsläppligheten med djupet.

De mätningar av berggrundens vattengenomsläpplighet som utförts av SKB i Finnsjöområdet utgör ett värdefullt komplement till materialet från brunnsarkivet. Data från SKB:s undersökningar i Finnsjöområdet skiljer sig på många sätt från uppgifterna i brunnsarkivet. Undersökningarna vid Finnsjön är koncentrerade till en begränsad plats



**Figur 5-11.** Bergbrunnar i Älvkarleby kommun med känd vattenföring (44 stycken) enligt SGU:s brunnarsarkiv. Endast brunnar med en borrlängd i berg på minst tio meter har beaktats (efter /5-4/).

## Bergbrunnar i Älvkarleby kommun (SGU)

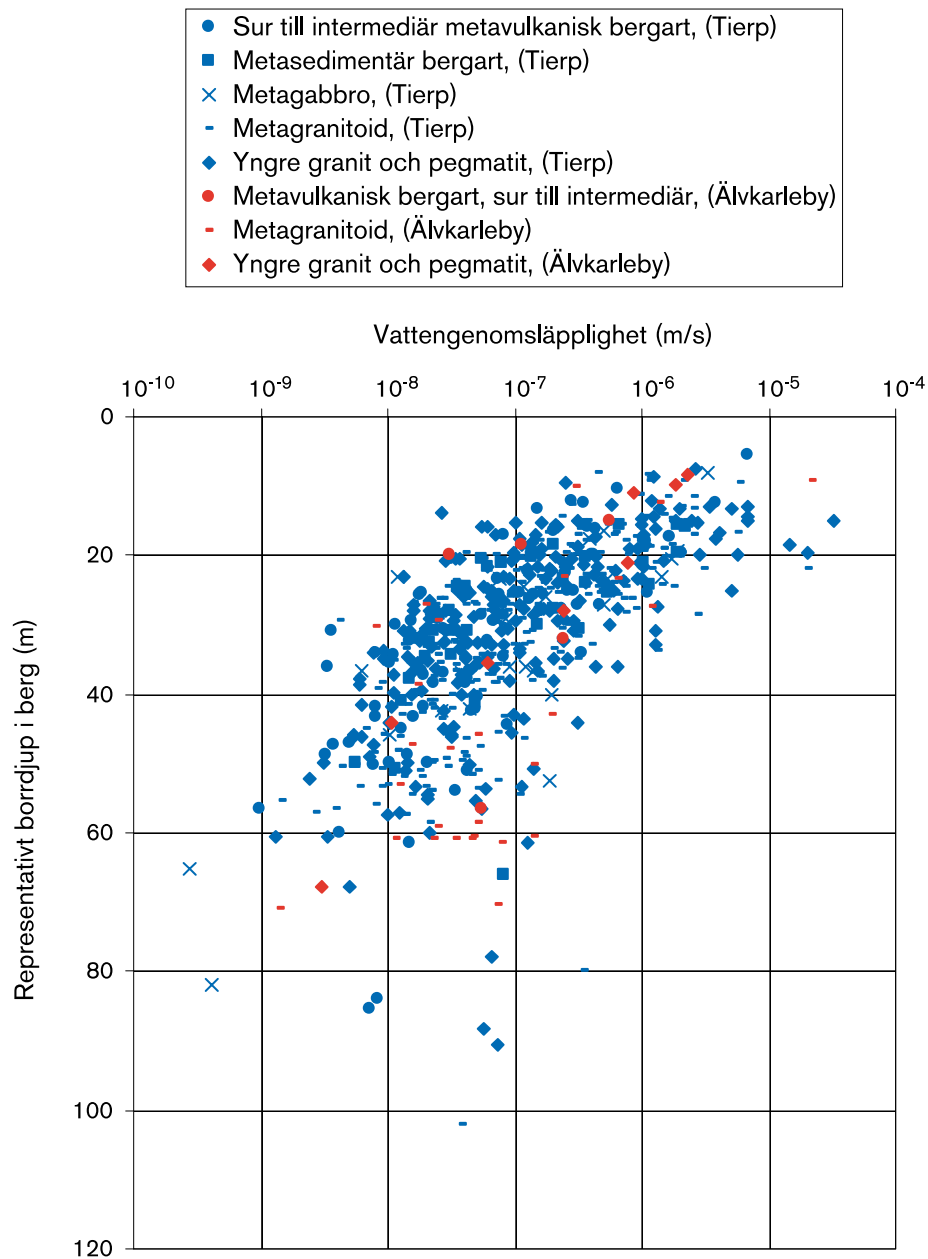


**Figur 5-12.** Vattengenomsläpplighet (genomsnittliga  $K$ -värden i enbeten meter per sekund) som funktion av representativt borrhjup (det vill säga brunnens halva totaldjup) för 44 brunnar i Älvkarleby kommun registrerade i SGU:s brunnarkiv. Brunnarna är uppdelade i olika bergarts-kategorier (efter /5-4/). Den minskning mot djupet som indikeras i figuren behöver inte avspegla den verkliga förändringen av vattengenomsläppligheten med djupet.

med en yta av endast cirka sex kvadratkilometer. Antalet mätningar av vattengenomsläppligheten 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 förvarnsnivå. Som djupast har mätningar gjorts till 679 meters djup /5-7/.

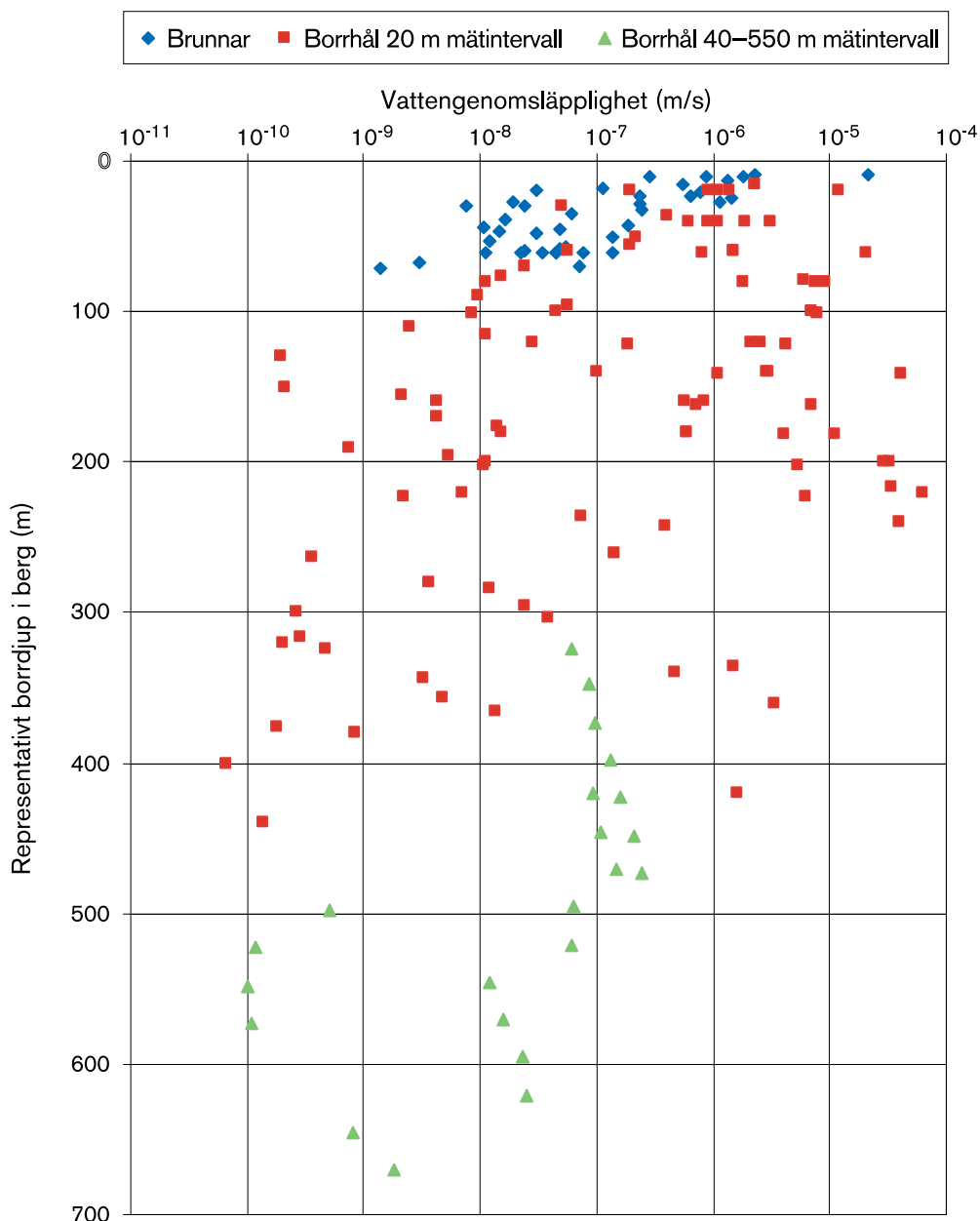
Figur 5-14 visar ett urval av data från undersökningarna i Finnsjöområdet. Urvalet har gjorts så att det motsvarar tester i en skala som i stort sett är jämförbar med tester av bergborrade brunnar. I samma figur har de värden på vattengenomsläpplighet som beräknats med hjälp av brunnarsdata från Älvkarleby kommun lagts in (samma information som i figur 5-12 men i annan skala).

## Bergbrunnar i Älvkarleby och Tierps kommun (SGU)



**Figur 5-13.** Jämförelse av vattengenomsläpplighet som funktion av representativt borrhjup för brunnar i olika bergarter i Älvkarleby (44 brunnar) och Tierps (634 brunnar) kommuner. Data är hämtade från SGU:s brunnarkiv. Den minskning mot djupet som indikeras i figuren behöver inte avspegl vattengenomsläpplighetens verkliga förändring med djupet (efter 15-4/).

## Bergbrunnar i Älvkarleby kommun (SGU) samt undersökningsborrhål i Finnsjöområdet (SKB)



**Figur 5-14.** Vattengenomsläpplighet (K-värden) på olika mätdjup. Rombiska symboler visar genomsnittliga K-värden som beräknats från brunnnsdata i SGU:s brunnarsarkiv för Älvkarleby kommun, se figurerna 5-12 och 5-13. 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 bergbrunn menas halva borrhåldjupet, medan motsvarande djup för manschettmätningarna i Finnsjöområdet avser djupet till mätintervallens mittpunkt (efter 15-4).

Brunnsdata i figur 5-14 kan inte användas för att bedöma om det föreligger ett djup-avtagande eller inte, eftersom beräkningen av genomsnittlig vattengenomsläpplighet är beroende av brunnsdjupet. Däremot indikerar figur 5-14 att spridningen i genomsnittlig vattengenomsläpplighet nära markytan tycks vara jämförbar med spridningen i vattengenomsläpplighet mot djupet. Av figur 5-14 framgår vidare att spridningen i vattengenomsläpplighet i datamaterialet från Finnsjöområdet, där mätningarna utförts i avgränsade borrhålssektioner mellan gummimanschetter, är flera storleksordningar. Beroende på om det förekommer en dominant vattenförande spricka inom mätintervallet eller inte kan vattengenomsläppligheten anta värden som skiljer sig avsevärt från varandra. Spridningen minskar med ökande längd på mätintervallet, eftersom sannolikheten för att vattenförande sprickor finns med samtidigt ökar.

Figur 5-14 ger ingen möjlighet att bedöma eventuella skillnader i vattengenomsläpplighet mellan bergmassa och sprickzoner i Finnsjöområdet. I /5-14/ redovisas emellertid uppgifter som pekar på att vattenförande sprickzoner i detta område kan ha upp till 100–1 000 gånger högre vattengenomsläpplighet än omgivande bergmassa. En säkerhetsanalys av ett tänkbart läge för ett djupförvar kräver detaljerade uppgifter för platsen ifråga, något som kan erhållas först efter omfattande borrhålsundersökningar.

### 5.5.3 Grundvattenkemi

#### **Grundvattenkemiska processer, grundvattenprovtagning och kontamineringsaspekter**

Grundvattnets kemiska sammansättning har stor betydelse för lokaliseringsförutsättningarna för djupförvaret. I kombination med grundvattenflödet är grundvattenkemin avgörande för djupförvarets funktion, både på kort och lång sikt. Växelverkan mellan de tekniska barriärerna (kapsel och bentonit) och grundvattnet bestämmer hur länge det använda kärnbränslet kommer att förbli isolerat. Även i en situation då isoleringen brutits, har grundvattnet en avgörande betydelse för upplösning och transport av radioaktiva ämnen.

Mängden löst syre i vattnet och mängden sulfid som kan komma i direkt kontakt med kopparkapseln har betydelse för kopparkorrosionen. Dessa ämnen korroderar på kapseln på olika sätt. En attack av syre åstadkommer gropfrätning, medan sulfidkorrosion fördelas jämnt över ytan /5-2/. Reducerande förhållanden och måttliga sulfidhalter är därför krav som ställs på djupförvarsplatsen. Övriga lösta ämnen i grundvattnet påverkar inte kapselns integritet förutom en kombination av extremt höga kloridhalter och lågt pH.

Vattnets innehåll av kolloider är av betydelse eftersom dessa i sämsta fall kan medverka till spridning av radionuklider. Allmänt sett är dock kolloidhalterna i djupa grundvatten för låga för att detta ska vara ett problem. Också förekomsten av mikroorganismer i grundvattnet måste beaktas, bland annat därför att sulfatreducerande bakterier kan producera sulfid utgående från sulfat i grundvattnet och i bentonitbufferten. En fördel med mikroorganismer är att vissa arter förbrukar eventuellt löst syre i grundvattnet.

Grundvattnets kemiska sammansättning bestäms i huvudsak av följande fem processer /5-4/:

- 1) Förhållanden vid passagen av jordmånszonen.
- 2) Ytreaktioner (på mineralpartiklar och sprickytor), jonbyte och sorption.
- 3) Upplösning och utfällning av mineral i sprickor och omgivande berg.
- 4) Bakteriell aktivitet, till exempel av sulfat- och järnreducerande bakterier.
- 5) Blandning av vatten med olika ursprung, exempelvis sött och salt vatten.



Det berggrundsvatten som idag kan provtas och studeras har en lång utvecklingshistoria bakom sig, där ovanstående processer har samverkat enligt mer eller mindre komplicerade förlopp. Förutom de nyckelparametrar som ovan angetts som avgörande för förvarets funktion måste ytterligare ett antal lösta ämnen studeras för att full förståelse av grundvattenförhållandena ska uppnås. Detta beror bland annat på att många parametrar är kopplade till varandra. Som ett exempel kan nämnas att vattnets pH styrs av bland annat alkalinitet och totalhårdhet. Dessa bestäms av halten bikarbonatjoner respektive halten av kalcium- och magnesiumjoner, som i sin tur bland annat beror av jordarts- och berggrunds-förhållandena på den väg vattnet haft från infiltrationen i marken fram till provtagnings-platsen.

Inom ramen för förstudien har befintliga grundvattenkemiska data från kommunen sammanställts i syfte att se om det finns avvikelser i halter från vad som anses vara normala förhållanden i svenskt urberg /5-4/. I förstudien har inte halterna av kolloider och mikrober studerats. Vid den omfattande karaktärisering av grundvattnet som ingår i en platsundersökning inkluderas dock även en noggrann kartläggning av dessa parametrar. Grundvattenkemiska data från bergborrade brunnar i Älvkarleby kommun finns inte att tillgå, varför i stället data från förstudien i Tierp /5-7/ undersökts. De likartade geologiska och topografiska förhållandena i de två grannkommunerna talar för att de slutsatser som dragits vid förstudien i Tierp har stor giltighet även för Älvkarleby kommun. De analyserade mätvärdena härrör från vattenprover tagna dels i grunda bergbrunnar i Tierps kommun, dels i djupa undersökningsborrhål vid SKB:s undersökningsområde vid Finnsjön. Den geografiska spridningen hos de senare är begränsad, men borrhålen har i gengäld större djupgående (100–700 meter) än bergbrunnarna (10–120 meter). På grund av Finnsjöområdets geografiska begränsning kan resultat och samband härifrån endast ses som indikativa för förhållandena mot djupet i andra delar av regionen, inklusive i Älvkarleby kommun.

Underlaget i SGU:s brunnsarkiv om grundvattnets kemiska sammansättning i Tierps kommun härrör från vattenprover tagna i 41 bergborrade brunnar med djup på mellan cirka 10 och 120 meter. Genom att sortera bort de grundaste brunnarna undviks problemet med att vattnet i dessa kan komma från jordlagren och inte från berggrunden. Den geografiska spridningen är inte helt tillfredsställande, och antalet brunnar bedöms vara på gränsen för att en tillförlitlig statistisk analys ska vara möjlig. Ytterligare grundvattenkemiska uppgifter har hämtats från den hydrogeologiska kartan över Uppsala län /5-15/. Vid analysen av de grundvattenkemiska förhållandena har även jordarts- och berggrunds-kartor över Älvkarleby och Tierps kommuner utnyttjats /5-3/.

Bestämningar av de grundvattenkemiska förhållandena på förvarsdjup kräver provtagning i djupa borrhål. Underlaget från SKB:s undersökningar i Finnsjöområdet omfattar data från åtta olika borrhål och grundvattenprovtagning ner till 691 meters djup.

Att i grunda eller djupa borrhål ta grundvattenprover som är helt representativa för grundvattnet på ett visst djup är förknippat med svårigheter, eftersom ett borrhål i sig utgör en störning av de naturliga förhållandena. Vid borrning av vattenförsörjningsbrunnar används numera tryckluftsdrivna maskiner. Under borrningen förs tryckluft ner i borrhålet för drivning av borrhammaren och för kaxuppföring, vilket oundvikligen medför syresättning av grundvattnet. I tryckluften finns spår av kompressorolja, och även smörjolja från borrhammaren läcker i större eller mindre mängder ut i borrhålet. Vissa mängder borrhax, det vill säga finkrossat bergmaterial, pressas också ut i bergsprickorna. Kontamineringen (störningen, föroreningen) av borrhålet, som framförallt temporärt kan påverka redoxkänsliga parametrar, hålls dock på en rimlig nivå genom att vatten, liksom kontaminerande ämnen, hela tiden pumpas upp ur hålet under borrningen.

Vid borrning av djupa borrhål, till försvarsdjup eller djupare, utnyttjas vanligen kärnbörningssteknik, varvid andra former av kontaminering aktualiseras. Med denna bormetod är det nödvändigt att pumpa ner så kallat spolvatten till borrhålet för kylning av borkronan och för uppföring av borkkax. Även om spolvatten av dricksvattenkvalitet används, utgör detta i sammanhanget en främmande substans, som i viss omfattning stör de naturliga grundvattenförhållandena i anslutning till borrhålet.

SKB har studerat kontamineringsaspekterna mycket grundligt. Vid de undersökningsprogram som SKB genomfört (typområdesundersökningar och undersökningar vid Äspölaboratoriet) har olika åtgärder vidtagits dels för att minimera kontaminering, dels för att dokumentera den kontaminering som inte går att undvika. Vid analys och utvärdering av grundvattenprover ges därmed en möjlighet att beakta problemet, så att korrekta slutsatser om grundvattnets sammansättning kan dras. Olika aspekter på kontamineringsproblematiken diskuteras i ett flertal rapporter, exempelvis /5-14, 5-16/.

Vad beträffar det grundvattenkemiska materialet från brunnsarkivet kan det nämnas att den normala rutinen vid modern brunnsbörning är, att vattenproverna tas först relativt lång tid (ett antal veckor eller månader) efter att brunnen färdigställts och tagits i bruk. De initialt störda grundvattenkemiska förhållandena har därmed ofta i stor utsträckning hunnit avklinga. Grundvattenproverna från de djupa borrhålen i Finnsjöområdet är tagna sektionvis mellan manschetter lång tid efter avslutad borrning och med stor uppmärksamhet på kontamineringsriskerna.

### **Förhållanden nära markytan**

Grundvattnet i de undersökta bergboreade brunnarna uppvisar överlag en kemisk sammansättning i enlighet med vad som kan förväntas, givet den allmänna hydrogeologiska miljön /5-17/. I övrigt kan följande kommentarer göras om de grundvattenkemiska förhållandena i den yt nära berggrunden inom Tierps kommun, som på grund av likheter i geologiska och topografiska förhållanden bedöms i stort kunna tillämpas även för Älvkarleby kommun.

- Medianvärdena för alkalinitet, kalcium, klorid och sulfat är högre än de värden som anges för sammansättningen av ett typiskt icke salint grundvatten enligt /5-18/. Detta, liksom det faktum att det endast föreligger ett svagt samband mellan alkalinitet och hårdhet, tyder på att det förekommer en relativt utbredd saltvattenpåverkan och på många ställen en tämligen långsam omsättning av grundvattnet i området.
- Det går inte att utifrån de relativt glesa observationerna fastställa några geografiska variationer inom kommunen 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 /5-17/. I de områden där kloridhalten är högre än 100 milligram per liter (17 av 41 prover) är dock risken för korrosionsangrepp förhöjd.
- I ungefär en tredjedel av proverna 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 effekter av jordbruksdräneringar.

- Sulfat kan reduceras till sulfid av sulfatreducerande bakterier i vattnet. Sulfidhalten maximeras dock genom utfällningsreaktioner, främst med järn, när sulfidhalten överstiger en viss gräns. De högsta sulfidhalter som över huvud uppmätts i Sverige ligger runt ett milligram per liter, varför den bakteriella sulfatreduktionen är av begränsad betydelse. Man har också visat, att sulfatreducerande bakterier inte överlever i högkompakterad bentonit /5-2/.
- I allmänhet är halten järn liksom syreförbrukande material relativt hög, vilket tyder på reducerande förhållanden.
- Fluoridhalterna i de 41 bergbore brunnarna i Tierps kommun varierar i intervallet 0,1–7,2 milligram per liter, med ett medianvärde på 1,2 milligram per liter (15 av 41 brunnar har halter över 1,5 milligram per liter). Fluoridens betydelse för koppars stabilitet har studerats av SKB. I /5-19/ beräknas koppars stabilitet med 1,5 milligram fluorid per liter, och i /5-20/ utförs liknande beräkningar med 7 milligram fluorid per liter. I båda fallen visar det sig att fluoriden helt saknar betydelse. Det är dock tänkbart att förhållandena skulle ändras vid extremt höga fluoridhalter. Fluoridhalterna i grundvattnet begränsas emellertid av kalciumfluoridens låga löslighet.
- Den kemiska sammansättningen i grundvatten från SGU:s brunnar överensstämmer i stort med vattenkemin i de sju kommunala vattenverken (i Tierps kommun).
- SGU-data indikerar att grundvattnet i Tierps kommun har en liknande sammansättning som grundvattnet i Östhammars kommun /5-21/. De parametrar som skiljer sig åt är kalcium och klorid, vilkas medianvärden är högre i Tierps kommun, samt natrium, som förekommer i lägre koncentrationer i Tierp än i Östhammar. Detta indikerar att kvarvarande effekter av saltvattenpåverkan är tydligare i Tierps kommun, och att det sker en relativt sett långsammare omsättning av det ytliga berggrundvattnet än i Östhammars kommun.

I nordöstra Uppland är det vanligt med salthalter på mer än 300 milligram klorid per liter (det vill säga över smakgränsen) i grunda brunnar (av högst 100 meters djup). Uppskattningsvis innehåller åtminstone 10 % av alla brunnar i djupintervallet 50–100 meter i regionen grundvatten med denna salthalt eller högre. De flesta av saltvattenbrunnarna återfinns nära kusten, men ett antal påträffas även i inlandet. Höga kloridhalter i ytliga brunnar långt från kusten kan förklaras av två faktorer. Dels kan de aktuella brunnarna vara hydrauliskt isolerade, det vill säga befinna sig i en geologisk miljö som fördröjt grundvattenrörelser och därmed förhindrat utbyte av relict saltvatten (saltvatten från äldre havsstadier) mot färskvatten. Dels kan jordlagren i anslutning till brunnen bestå av postglaciala leror, som ofta innehåller inlagrat porvatten med hög salthalt.

### **Förhållanden på djupet**

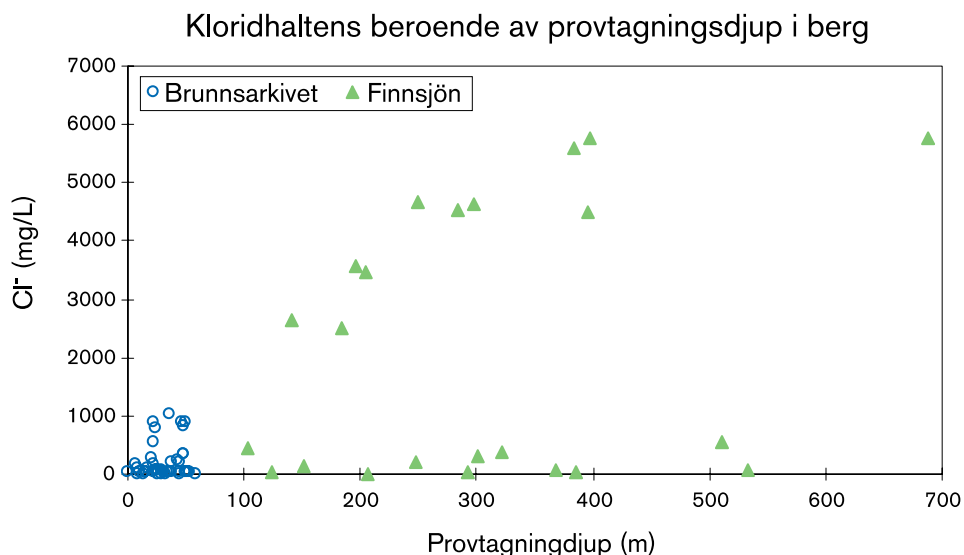
Bestämningar av grundvattenkemin på djupet har gjorts i samband med SKB:s undersökningar i Finnsjöområdet i Tierps kommun. Normalt ändras berggrundvattnets kemiska sammansättning avsevärt med djupet, vilket också resultaten från Finnsjöområdet visar. Man kan därför sluta sig till att sammansättningen hos ytliga berggrundvatten i många fall bestäms av marknära processer, och att grundvattnet här har en relativt snabb omsättningstid /5-22/. På stora djup i berggrunden är grundvattenomsättningen betydligt långsammare och påverkan av de kemiska processer som sker i berggrundens spricksystem avsevärd. En viktig faktor för djupförvaret är att grundvattnet är fritt från löst syre. Detta är normalt på förvarsdjup, och data från Finnsjöområdet indikerar att så fallet även där.

Figur 5-15 visar, som ett exempel på berggrundvattnets kemiska förändring mot djupet, kloridhaltens beroende av provtagningsdjupet inom Tierps kommun. Liknande skillnader kan påvisas för många andra grundvattenkemiska parametrar.

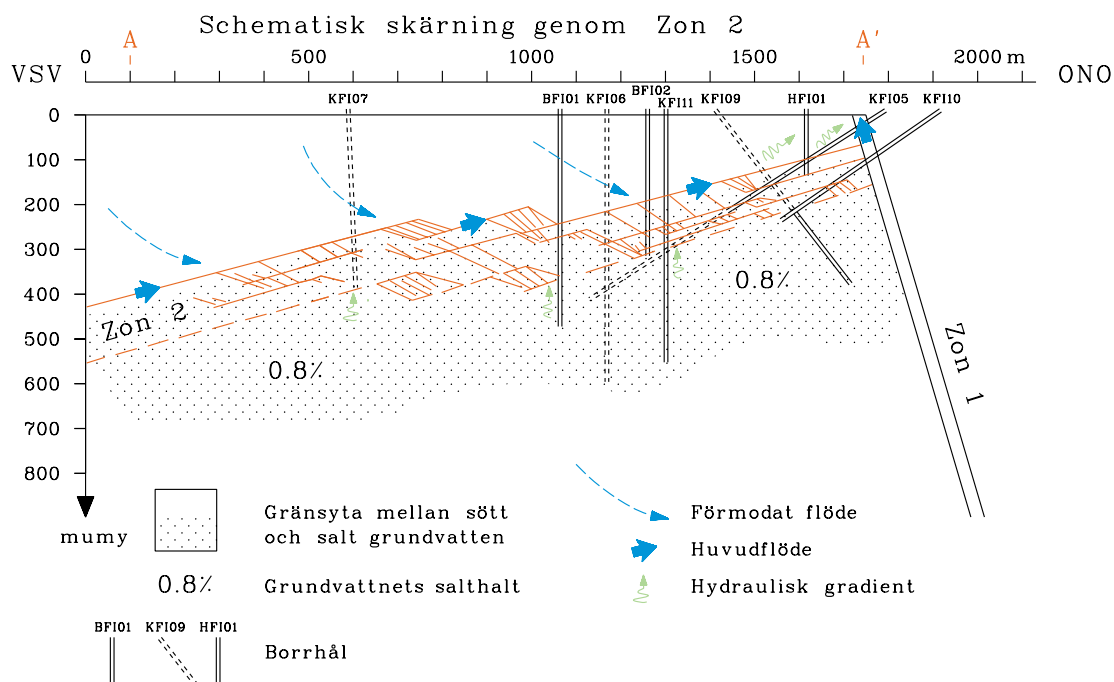
De studier som gjorts av grundvattenförhållandena i Finnsjöområdet har visat att sammansättningen av berggrundvattnet är komplex, men att två huvudtyper, ett salint (salt) och ett icke-salint grundvatten, kan urskiljas /5-7, 5-14/. Det förra, som uppvisar kloridhalter på upp till cirka 5 500 milligram per liter (cirka 0,8 % total salthalt), härstammar troligen från de perioder efter senaste istiden 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 /5-7, 5-14/, se figur 5-16. Det icke-salina grundvattnet är begränsat till berggrunden ovanför zonen, medan det salina grundvattnet förekommer i och under denna. På grund av dels den flacka sprickzonen och dels av de flacka terrängförhållandena, sprickmönstret och jordlagerfördelningen har berggrunden med det salta grundvattnet mer eller mindre isolerats med en långsam grundvattenomsättning som följd.

En brantstående zon, Zon 1, delar in Finnsjöområdet i två berggrundsblock. Den flacka sprickzonen, Zon 2, finns endast i ett av dessa block. I det block där zonen saknas har heller inget saltvatten påträffats inom det undersökta djupintervallet, inte ens vid borrhålets botten vid drygt 500 meters djup. I figur 5-15 kan två trender iakttagas för kloridhalten. Trenden med kraftigt ökande kloridhalt mot djupet avspeglar förhållandena i borrhål belägna i bergblocket med den flacka zonen, trenden där salthalten inte ökar mot djupet (eller endast mycket svagt) avser borrhål i det andra blocket.

Grundvattnet i Finnsjöområdet har åldersbestämts med hjälp av kol-14-metoden. Det grundvatten som påträffas under den flacka zonen har därvid daterats till cirka 4 600 år /5-23/. Den höga åldern indikerar att det djupare grundvattnet i Finnsjöområdet i stort



**Figur 5-15.** Kloridhaltens beroende av provtagningsdjupet i bergborrade brunnar i Tierps kommun (cirklar) samt i djupa borrhål i Finnsjöområdet (trianglar). Provtagningen i det senare området har skett genom pumpning i avgränsade sektioner mellan två manschetter. Data från SGU och SKB (efter /5-4/).



**Figur 5-16.** Översiktlig illustration av grundvattenrörelser i och omkring den flackt orienterade Zon 2 i SKB:s undersökningsområde vid Finnsjön (modifierad efter /5-14/).

sett är stagnant, det vill säga att grundvattenrörelserna är mycket långsamma. Inom ramen för SKB:s arbete med säkerhetsanalysen SR 97 /5-2/ har modellberäkningar av grundvattenrörelser kring ett tänkt djupförvar utförts, inklusive simulering av radionuklidtransport /5-24, 5-25/. Beräkningarna visar att den flacka zonen med tillhörande salt grundvatten har en avsevärt fördröjande inverkan på de beräknade transporttiderna från ett hypotetiskt förvar till markytan.

Finnsjöområdet 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, som medför mycket långsam grundvattenomsättning /5-4/. Likafullt är grundvattnets sammansättning i Finnsjöområdet fullt acceptabel för ett djupförvar /5-26/. För att de tekniska barriärerna (kapsel och bentonitbuffert) ska påverkas negativt krävs bland annat väsentligt högre salthalter /5-27/. Salt grundvatten kan också ge vissa fördelar ur säkerhetssynpunkt. Bland annat minskar risken för framtida intrång på grund av borrning för vattenförsörjning. De salthalter som uppmätts i Finnsjöområdet är emellertid höga nog att påverka materialvalet för konstruktionerna i ett djupförvar. Det gäller bland annat valet av material för återfyllnad av tunnlar samt beständigheten hos installationer under drifttiden.

Sammanfattningsvis tyder tillgänglig information på att förekomsten av salt grundvatten är nära kopplad dels till läget relativt kusten, dels till det faktum att hela Tierps kommun (liksom Älvkarleby kommun) har varit täckt av salta hav under geologiskt sett sen tid efter den senaste istiden.

Grundvattnets sammansättning i berggrunden under havet utanför Älvkarleby och Tierps kommuner är inte känd, men det är troligt att man där påträffar ett "gammalt" salt grundvatten, som fallet är i SFR vid Forsmark.

#### 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:

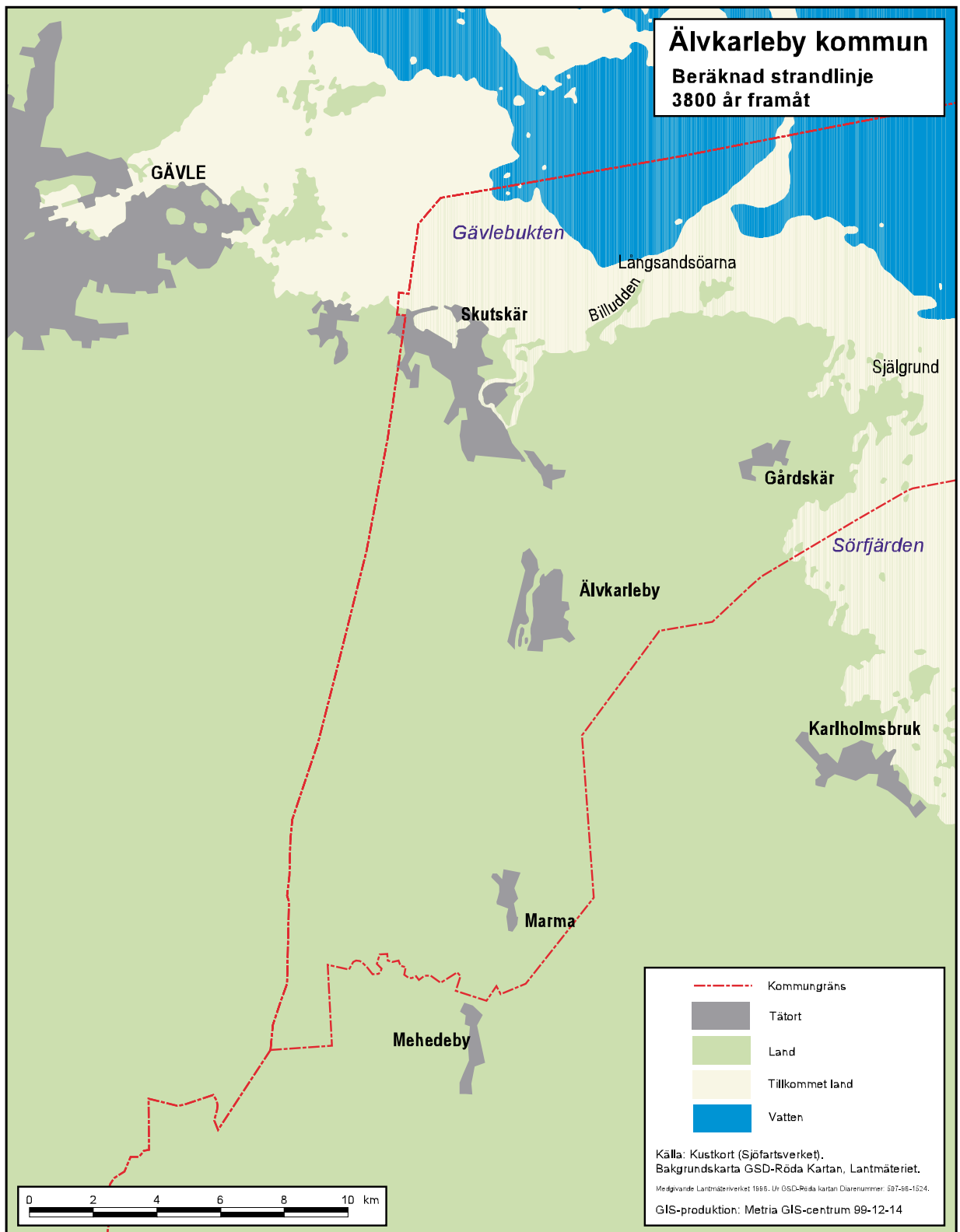
- Strandförskjutning.
- Växthuseffekt.
- Glaciation (nedisning)

**Strandförskjutningen** är den sammanlagda effekten av landhöjning/landsänkning och förändringar i havsytans nivå. Under de senaste århundradena har den senare varit i stort sett oförändrad, varför strandförskjutningen under denna period varit densamma som landhöjningen. Landhöjningen i Älvkarleby kommun är i dag ungefär 0,6 meter per 100 år i den södra delen och 0,7 meter per 100 år i den norra. 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 (vilket skulle kunna bli följden av en klimatförändring orsakad av växthuseffekten) innebär det att strandförskjutningen kommer att fortgå, men i avtagande takt /5-28/. Det betyder att vad som idag är grunda vikar, holmar och skär troligen kommer att bli sammanhängande skogsklädda områden i ett längre tidsperspektiv.

En beräkning av strandlinjens läge 3 800 år framåt i tiden visas i figur 5-17. Av denna framgår att fortsatt strandförskjutning i detta tidsperspektiv ger upphov till betydande förändringar av kustlinjen.

I takt med att havsbotten blir land, ändrar grundvattenströmningen vid dagens kustzon karaktär – från utströmningsförhållanden 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. Troligen upprepas detta förlopp efter nästa istid. Effekten av strandförskjutningen på grundvattnets kemiska sammansättning längre inåt landet anses numera vara mycket liten. Denna bedömning grundas på de mycket måttliga skillnader i grundvattnets sammansättning i relation till avståndet till kusten, som iakttagits vid denna förstudie samt vid studier i liknande områden /5-21, 5-29, 5-30/.

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 yttra 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, sannolikt att få liten effekt på grundvattnets kemi. Skälet till detta är att högre temperatur och längre växtsäsong också ger upphov till ökad avdunstning vilket motverkar den ökade grundvattenbildning som större nederbörd annars kan leda till.



*Figur 5-17. Beräknad kustlinje i Älvkarlebyområdet om 3 800 år. Någon eventuell förändring av havsyntans läge på grund av växthuseffekten har inte beaktats i figuren (efter 15-4).*

Enligt vissa bedömare /5-31/ 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 läge med cirka nio meter. Om så blir fallet kommer effekten av landhöjningen enligt ovan att motverkas. Låglänta områden hamnar under en övergångsperiod 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 däremot bli påtagligt kallare, kommer det att leda till mindre avdunstning och tundralik miljö. Nedbrytningen av organiskt material sker då visserligen långsammare, men den begränsade nedbrytningen kommer ändå att leda till syrefria och därmed reducerande förhållanden i marken. Det kan i sammanhanget påpekas att dagens förhöjda kvävedeposition orsakad av utsläpp från industrier, uppvärmning av bostäder och bilism också bidrar till syreförbrukning och ackumulation av kol i jorden. 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 nuvarande situation, 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 /5-4/. 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 förutses. Dagens kunskapsläge vad beträffar tidpunkten för när en ny inlandsis kan förväntas, liksom dess påverkan på grundvattenförhållanden och grundvattenkemi, finns redovisat i /5-32, 5-33/. I säkerhetsanalysen SR 97 /5-2/ redogörs för den påverkan som en inlandsis och processerna i samband med dess tillkomst och avsmältning kan ha på ett djupförvar.

## 5.6 Bedömning av lokaliseringspotential ur långsiktig säkerhetssynpunkt

Bedömningen av vilka förutsättningar berggrunden i Älvkarleby kommun har för att långsiktigt säkra gynnsamma förhållanden för djupförvaret har gjorts enligt de kriterier som redovisas i kapitel 4. Efter utförd fältkontroll i området mellan Älvkarleby tätort och kusten och efter olika säkerhetsmässiga överväganden är slutsatsen att Älvkarleby kommun inte kan rekommenderas för fortsatta lokaliseringsundersökningar.

I den preliminära slutrapporten från förstudien framhölls två områden som, ur geovetenskaplig synvinkel, intressanta för vidare studier, se figur 5-15 i /5-5/. Det större av dessa finns mellan Älvkarleby tätort och kusten. Berggrunden är här uppbyggd av äldre meta-granitoider och yngre graniter. Det andra området, som är betydligt mindre, är beläget i kommunens södra del vid gränsen till Tierps kommun inom Hedesundamassivets nordligaste del.

Fältkontrollen inom det förra området har visat att berggrunden är så komplex, inhomogen och delvis så kraftigt deformerad att fortsatta undersökningar inte kan rekommenderas. Inom Hedesundamassivet utfördes ingen fältkontroll i Älvkarleby kommun, men däremot längre söderut, i Tierps kommun. Fältkontrollen där har inte i något avseende diskvalificerat Hedesundamassivet för fortsatta undersökningar, varför det södra området i



Älvkarleby kommun ur geologisk synvinkel inte helt kan avfärdas för fortsatta lokaliseringsstudier, se avsnitt 5.6.2. Dock bedöms förutsättningarna för vidare studier av Hedesundamassivet vara betydligt bättre i Tierps kommun. Orsaken är framförallt att de tillgängliga arealerna med potentiellt intressant berggrund är avsevärt större i Tierps kommun.

### **5.6.1 Allmänna förutsättningar**

#### ***Jordarter***

Blottningsgraden (andelen kalt berg) är, med undantag för framförallt kuststräckan öster om Långsand, mycket låg i kommunen. Detta medför att den information som geologisk kartläggning av berggrunden kan ge är mindre tillförlitlig än vid kartläggning i mer välblottade områden. Låg blottningsgrad är även en försvårande faktor om fortsatta geologiska undersökningar skulle bli aktuella.

De dominerande jordarterna inom Älvkarleby kommun, sandig morän och grovkorniga (grusiga och sandiga) svallsediment, förväntas inte i sig medföra några särskilda problem vid undersöknings- och anläggningsarbeten. Jorddjupen är i genomsnitt måttliga, ungefär fem till tio meter, men variationerna är betydande. I anslutning till Uppsalaåsen har i många fall jorddjup på över 20 meter uppmätts.

Med tanke på att vissa jordarter kan förväntas bli föremål för exploatering (till exempel grus- eller vattentäkt i Uppsalaåsen) bör djupförvarets ovanjordsanläggning lokaliseras på sådant sätt att nyttjandet av naturresurserna inte blockeras. Vidare ger djupförvarets underjordsdel upphov till viss grundvattensänkning under tiden fram till förslutning, varför det bör finnas ett säkerhetsavstånd till potentiella vattentäkter.

#### ***Berggrund***

De bergarter som dominerar i Älvkarleby kommun, äldre metagranitoid och yngre granit, anses generellt sett gynnsamma ur djupförvarssynpunkt. Ett par områden med sådan berggrund bedömdes från början av förstudien som potentiellt intressanta för vidare lokaliseringsstudier /5-5/. Senare under förstudien har fältkontroll utförts i området mellan Älvkarleby tätort och kusten. Den har visat att utbredningen av finkornig yngre granit, så kallad Stockholmsgranit, är klart överrepresenterad på äldre berggrundskartor. Den finkorniga graniten är inte heller så homogen och opåverkad av deformation som tidigare antagits, även om den på dessa punkter skiljer sig från omgivande bergarter inom det fältkontrollerade området. Omgivande bergarter, främst metagraniter, är synnerligen inhomogena och delvis kraftigt deformerade. Dessutom förekommer flackt orienterad foliation liksom flacka bergartskontakter. Sammantaget medför detta att berggrundsförhållandena på större djup är svåra att prognostisera. Området kan därför inte rekommenderas för fortsatta lokaliseringsundersökningar.

Detsamma gäller migmatiten och ådergnejsen längst i norr, som utgör en komplex, inhomogen berggrund belägen i en tolkad plastisk skjuvzon. Också stora delar av berggrunden väster om Dalälven är inhomogen med snabba växlingar mellan olika bergarter. Här är berggrunden dessutom till stora delar malmpotentiell. Sannolikt finns potential för nya fynd av koppar, zink och bly samt möjligen för silver och guld.

Det så kallade Hedesundamassivet, en större kropp med granitiska bergarter, sträcker sig söderifrån in i Älvkarleby kommun. Området har inte fältkontrollerats inom kommungränsen, men bergarten har vid fältkontroll i Tierps kommun bedömts vara homogen och ha låg deformationsgrad. Hedesundagraniten kan antas ha goda egenskaper även i Älvkarleby kommun. Förutsättningarna för fortsatta undersökningar ter sig dock mer gynnsamma i Tierps kommun.

Information från flygmätningar visar markant förhöjda radiumhalter i ett område öster om Långsand. Därutöver finns spridda områden, främst i kommunens norra del, med måttliga förhöjningar. I övrigt är halterna normala eller endast svagt förhöjda. Betydande delar av kommunen täcks dock av andra jordarter än morän, och i dessa områden kan berggrundens radiumhalt inte beräknas med utgångspunkt från flygmätningar.

Ett av de mest betydande systemen av plastiska deformationszoner i Sverige, Singö-skjuvzonen, löper i västnordvästlig till ost-västlig riktning genom kommunen. Skjuvzonerna avgränsar tektoniska linser som kan vara något mindre påverkade av plastisk deformation. En stor del av Älvkarleby kommun, närmare bestämt området mellan Skutskär, Älvkarleby och Gårdskär har ansetts ligga i en sådan tektonisk lins mellan den västra fortsättningen av Singö-skjuvzonen och den så kallade Örskärzonen. Linsen sträcker sig sedan ytterligare cirka 30 kilometer mot ostsydost. I Älvkarleby kommun är dock utsträckningen av de plastiska skjuvzonerna ofta svår att fastställa, varför även avgränsningen av tektoniska linser är osäker. Den utförda fältkontrollen har visat att inte heller berggrunden inom det område, som bedömts utgöras av den nämnda stora tektonisk linsen i kommunens nordöstra del, uppfyller kvalitetskriterierna för fortsatta lokaliseringsundersökningar.

Yngre förkastningar och sprickzoner följer ibland äldre plastiska zoner (så kallad reaktivering) men uppträder också i helt andra riktningar än de äldre. Spröda regionala deformationszoner förekommer i kommunen, såvitt det kan bedömas från tillgängligt underlag, i för svensk berggrund normal omfattning.

Regionala, breda sprickzoner bör undvikas vid lokalisering av djupförvaret, eftersom de kan ha låg hållfasthet och därmed orsaka byggnadstekniska problem. Även den långsiktiga säkerheten kan påverkas negativt av större sprickzoner, dels eftersom berggrörelser längs sådana inte kan uteslutas, dels därför att de ofta har högre vattengenomsläpplighet än berggrunden i övrigt. Ett djupförvar måste därför lokaliseras till ett bergblock som är tillräckligt stort, dels för att rymma själva djupförvaret, dels så att tillräckliga säkerhetsavstånd mellan förvaret och regionala sprickzoner kan åstadkommas. Inom sådana block förekommer mindre sprickzoner. Detaljerade undersökningar krävs för att utreda karaktären på dessa, liksom hur tätt de förekommer. Sådana undersökningar ligger utanför förstudiens ram.

## **Grundvatten**

Grundvattnets strömningsmönster i berggrunden på den plats där djupförvaret förläggs är en ur säkerhetssynpunkt viktig parameter. Om djupförvarets tekniska barriärer (kapsel och buffert) fungerar som planerat förblir avfallet fullständigt isolerat, oavsett eventuella grundvattenrörelser i omgivningen. Att grundvattenströmning ändå tillmäts stor betydelse beror på dess potential att transportera lösta ämnen – dels till förvaret, så att barriärerna påverkas negativt, dels från det deponerade avfallet till omgivningen, om barriärerna mot förmodan inte fungerar som avsett. Långsam grundvattenströmning och långa strömningsvägar för berggrundvattnet är därför gynnsamma faktorer för djupförvaret.

Den flacka topografi som karaktäriserar Älvkarleby kommun motsvaras generellt av små drivkrafter för grundvattenrörelser (små trycknivågradienter) och bidrar därigenom till långsam grundvattenströmning. Medelavrinningen är relativt låg jämfört med svenska förhållanden i stort. Hela kommunen har sin avrinning mot Bottenhavet, till största delen via Dalälvens avrinningsområde. Sammantaget bedöms den storskaliga strömningssituationen för grundvatten vara gynnsam för ett djupförvar i Älvkarleby kommun.

Berggrundens vattengenomsläpplighet och grundvattenkemiska förhållanden är svårbedömda i Älvkarleby kommun på grund av brist på bedömningsunderlag. Data från de fåtaliga bergborrade brunnarna i kommunen antyder att vattengenomsläppligheten i den ytliga delen av berggrunden är högre än genomsnittligt för riket. Ytterligare undersökningar skulle behövas för att verifiera att så är fallet. I grannkommunen Tierp, med likartade bergarter och ungefär samma strukturella miljö, har någon sådan förhöjning av vattengenomsläppligheten inte konstaterats i det betydligt större dataunderlag som är tillgängligt där.

Information om vattengenomsläppligheten på förvarsdjup inom kommunen saknas helt. I förstudien har i stället data från borrhålsundersökningarna i Finnsjöområdet, beläget drygt 30 kilometer sydost om Älvkarleby tätort, utnyttjats. En flack ytlig sprickzon bidrar här till låg grundvattenströmning på förvarsdjup. De viktigaste slutsatserna från detta område är att vattengenomsläppligheten lokalt varierar inom vida gränser och att sprickzoner svarar för huvuddelen av vattenföringen.

Uppgifter om berggrundvattnets kemiska sammansättning i Älvkarleby kommun saknas praktiskt taget helt, både för den ytliga berggrunden och från förvarsdjup. Av denna anledning har den grundvattenkemiska situationen i Tierps kommun, med likartade geologiska och topografiska förhållanden, studerats. Beträffande grundvattensituationen på förvarsdjup har resultaten från SKB:s undersökningsområde vid Finnsjön utnyttjats. Slutsatsen är att tillgängliga data indikerar en gynnsam grundvattenkemisk miljö med tanke på beständigheten av djupförvarets tekniska barriärer i ett längre tidsperspektiv. Denna bedömning gäller sannolikt även för förhållandena i Älvkarleby kommun. Om fortsatta lokaliseringsstudier varit aktuella i Älvkarleby kommun, hade det emellertid funnits anledning att närmare kartlägga förekomsten och sammansättningen av salt grundvatten samt att utvärdera möjliga förändringar i framtiden och eventuella konsekvenser för djupförvaret.

### **5.6.2 Slutsatser**

Större delen av Älvkarleby kommun bedöms, ur geologisk synvinkel, som mindre intressanta för fortsatta undersökningar beroende på förekomst av:

- Inhomogen berggrund.
- Regionala plastiska skjuvzoner.
- Malmpotentiell berggrund.
- Måktiga jordlager.

Efter att olika säkerhetsmässiga överväganden gjorts kvarstår endast ett område i kommunens södra del, vid gränsen mot Tierps kommun, som intressant ur geovetenskaplig synvinkel. Det ligger i ytterkanten av ett större massiv av yngre granit, så kallad Hedesunda-granit. Området rekommenderas ändå inte för platsundersökningar. Om det skulle bli aktuellt med vidare undersökningar i massivet, rekommenderas att dessa huvudsakligen fokuseras till dess mera centrala delar, det vill säga till Tierps kommun.



## 6 Tekniska förutsättningar

Utredningarna om de tekniska förutsättningarna för djupförvaret berör såväl anläggningarna ovan och under jord som den planerade driften och transporterna. Som framgår av redovisningen i kapitel 5 är berggrunden i Älvkarleby kommun komplex, inhomogen och förhållandevis rik på sprickor. Det skulle därför krävas omfattande borrhningar och undersökningar för att med tillräcklig säkerhet kunna bedöma om berggrunden är lämplig för ett djupförvar. Sådana undersökningar är inte aktuella. Då det gäller övriga tekniska förhållanden är SKB:s slutsats att Älvkarleby kommun erbjuder goda förutsättningar för en djupförvarsetablering. Väg- och järnvägsförbindelserna är väl utbyggda. Industrihamnar med förutsättningar att ta emot djupförvarets gods finns i Skutskär och Gävle. En alternativ möjlighet är att bygga en ny hamnterminal i anslutning till den befintliga i Skutskär.

I förstudien – innan fältkontroller av berggrunden genomfördes – utarbetades två preliminära lokaliseringförslag för djupförvarets anläggningar ovan jord; invid Älvkarleby tätort samt mellan Älvkarleby tätort och kusten. Transporterna till djupförvaret var tänkta att gå från en mottagningshamn, i första hand Skutskär. Även om det inte är aktuellt att gå vidare och studera förutsättningarna att lokalisera ett djupförvar i Älvkarleby kommun så kvarstår SKB:s intresse för en hamnanläggning i Skutskär. Hamnen i Skutskär – den befintliga hamnen eller ny hamnterminal, båda med järnvägsanslutning till Ostkustbanan – har goda förutsättningar att vara ett bra alternativ om det skulle bli aktuellt med ett djupförvar i Tierps kommun.

### 6.1 Inledning

Principer för hur djupförvaret byggs upp, drivs och försluts har redovisats i KBS-3-rapporten /6-1/ och 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/. SKB kommer att överlämna en förnyad redovisning till SKI i december 2000. Arbetet redovisas också årligen i planrapporter /6-4/.

Djupförvaret kräver såväl markförlagda som bergförlagda anläggningar. Den markförlagda anläggningen kan i fråga om storlek och utformning liknas vid en medelstor industri. Var anläggningen placeras och hur den utformas kan i stor utsträckning anpassas till lokala förutsättningar vad gäller topografi, marktillgång, infrastruktur och bebyggelse.

Placeringen av berganläggningen – själva förvaret – styrs huvudsakligen av berggrundens egenskaper, sett ur många olika aspekter. Berget måste uppfylla högt ställda säkerhetskrav vid såväl bygge och drift av anläggningen som på lång sikt efter förslutning av förvaret.

Det använda kärnbränslet mellanlagras i CLAB vid Simpevarp i Oskarshamns kommun. Där planeras också inkapslingen ske i en särskild anläggning. Från driften och rivningen av kärnkraftverken, CLAB, den framtida inkapslingsanläggningen och Studsvik, uppkommer hårdkomponenter och annat avfall med långlivad radioaktivitet. Utredningarna om de tekniska förutsättningarna för ett djupförvar sker med utgångspunkt från att detta avfall ska placeras i ett särskilt förvar 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.

## 6.2 Bedömningsunderlag från förstudien

Förstudiens utredningar om de tekniska förutsättningarna för ett djupförvar i Älvkarleby kommun redovisas i underlagsrapporten ”Anläggningar och transporter” /6-5/. Där behandlas transporter, möjligheter att lokalisera, bygga och driva anläggningen ovan jord samt de bergtekniska förutsättningarna för att bygga och driva underjordsanläggningen. Dessutom redovisas några olika lokaliseringalternativ för djupförvarets ovanjordsanläggning, för att belysa hur anläggningen skulle kunna utformas på en konkret plats och hur transporterna då skulle kunna utföras.

När det gäller berggrunden är kunskapen om förhållandena på förvarsdjup inte fullständig. I den preliminära slutrapporten gjorde SKB bedömningen att granitmassivet mellan Älvkarleby tätort och kusten skulle kunna vara av intresse för ett djupförvar. Därefter har berggrunden inom detta område kontrollerats i fält. Som framgår av redovisningen i kapitel 5 har fältkontrollen visat att berggrunden är komplex, inhomogen och förhållandevis rik på sprickor. SKB måste därför konstatera att det skulle krävas omfattande borrhningar och undersökningar för att med tillräcklig säkerhet kunna bedöma om berggrunden är lämplig för ett djupförvar och att sådana undersökningar inte är aktuella. Av det skälet är det inte längre meningsfullt att presentera något förslag till placering av ett djupförvar i Älvkarleby kommun. I det följande begränsas därför detta kapitel till att redovisa:

- En generell beskrivning av transportsystemet till djupförvaret.
- Förutsättningar då det gäller vägar, järnväg och hamnar.
- En generell beskrivning av anläggningar och verksamhet vid djupförvaret.
- Mottagning och transport av använt kärnbränsle och annat gods till ett eventuellt djupförvar i Tierps kommun.

Data om transportbehoven till och från djupförvaret i olika skeden har hämtats från SKB:s generella planer för djupförvarsprojektet /6-2, 6-4/. Utformningen av transportsystemet för inkapslat bränsle och långlivat låg- och medelaktivt avfall bygger i stor utsträckning på de mångåriga erfarenheterna av transporter från kärnkraftverken till CLAB och SFR. Det gäller såväl principer för att uppfylla säkerhetskraven som systemets tekniska utformning.

En lokalisering av djupförvaret till Tierps kommun skulle innebära sjötransport av inkapslat bränsle och återfyllnadsmaterial till en lämplig hamn i regionen, och därifrån vidare transport på järnväg eller möjligen landsväg till djupförvaret. Hamnarna, järnvägarna och vägnätet har studerats med avseende på förutsättningarna för att transportera de godsslag och mängder som skulle bli aktuella. De hamnar som undersökts i förstudien i Älvkarleby är Skutskär och Gävle. Underlag om hamnar och transportleder har huvudsakligen hämtats från Banverket, Vägverket och Sjöfartsverket. Besök på plats och information från bland annat kommunen, länsstyrelsen och Stora Enso samt uppgifter i några yttranden över den preliminära slutrapporten har också bidragit till underlaget.

## 6.3 Transporter

### 6.3.1 Godsslag till djupförvaret

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

### **Transportbehållare med kärnavfall**

Kapslarna med använt kärnbränsle blir helt täta och risken för spridning av radioaktiva ämnen under hantering eller transport bedöms som extremt låg – i praktiken obefintlig. Däremot dämpas den direkta strålningen från bränslet inte helt av kapseln. Transporterna måste därför ske i behållare som skärmar av strålningen. Dessa behållare skyddar dessutom kapseln mekaniskt.

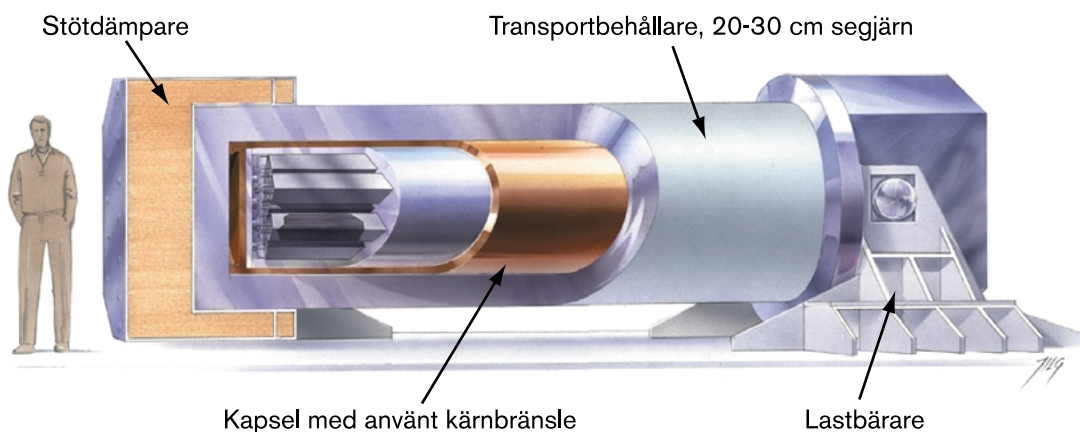
De transportbehållare som används vid dagens transporter från kärnkraftverken till CLAB är dimensionerade för bränsle som lagrats minst nio månader efter uttag ur reaktorn. Transporterna till djupförvaret avser bränsle som mellanlagrats i cirka 30 år. Strålningen och värmeavgivningen från bränslet kommer då att vara väsentligt lägre än vid dagens transporter, eftersom cirka 90 % av radioaktiviteten har avklingat under mellanlagringen. Detta ger möjligheter att förenkla såväl transportbehållarna som hanteringen. Kraven på mekaniskt skydd innebär ändå att behållarna blir tunga. En transportbehållare med kopparkapsel beräknas väga cirka 65 ton, där kapseln med bränsle svarar för cirka 25 ton. Ett exempel på hur en transportbehållare kan vara utformad visas i figur 6-1.

Behållarens kraftiga konstruktion innebär att den tål stora påfrestningar, även vid eventuella olyckor under transporten. Transportsystemet i övrigt behöver därmed inte utformas för att ge mekaniskt skydd åt godset. Kärnavfall klassas som farligt gods enligt det internationella regelverket och ska märkas, separeras och övervakas enligt internationella regler för radioaktivt gods.

Tabell 6-1 visar de i förstudien antagna mängderna av olika avfallstyper som ska transporteras till och deponeras vid djupförvaret. Under den inledande driften deponeras enbart kapslar med använt bränsle. Långlivat låg- och medelaktivt avfall kan tillkomma när den reguljära driften startar.

### **Bentonitlera, bergkross och andra godsslag**

Förutom kärnavfallet ska även bentonitlera transporteras till djupförvaret. Årsbehovet under driftperioden är cirka 15 000 ton. Bentonitlera exporteras från flera länder, bland annat från USA och Medelhavsområdet. Materialet transporteras torrt i pulverform.



**Figur 6-1.** Skiss av transportbehållare innehållande kapsel med använt kärnbränsle.

**Tabell 6-1. Uppskattade avfallsmängder samt antal behållare med inkapslat använt kärnbränsle och långlivat låg- och medelaktivt avfall till djupförvaret**

Avfallsprodukt	Totalt (st)	Per år (st)	Volym (m <sup>3</sup> ) i djupförvaret
Kopparkapslar med använt bränsle			
–inledande drift	400	100	1 650
–reguljär drift	3 600	180*	14 800
Transportbehållare med långlivat låg- och medelaktivt avfall (reguljär drift)	3 400	170*	25 000

\* I genomsnitt vid 20 års drifttid

När djupförvaret byggs produceras bergmassor. Den totala volymen på djupförvarets alla tunnlar och bergrum beräknas till 1–1,5 miljoner kubikmeter (fast mått). Omräknat till volym efter utsprängning blir det 1,5–2,7 miljoner kubikmeter (löst mått). Ungefär hälften produceras under det 5–6 år långa anläggningsskedet och återstoden under driftperioden på 20–30 år, i takt med att deponeringsområden etableras. Massorna transporteras upp till marknivån. Krossning av bergmassor kan ske ovan eller under jord.

Bergkross blandat med bentonit utgör huvudalternativet som material för återfyllning av djupförvarets tunnlar efter deponering. Det innebär att närmare hälften av bergmassorna skulle kunna återanvändas vid djupförvaret, efter en tids lagring. Återstoden bör avyttras. Ett alternativ till tillfällig lagring kan vara att avyttra massorna för att i ett senare skede, i samband med återfyllnad av förvaret, leverera bergmassor från närliggande bergtäkter. Efterfrågan har allmänt sett ökat i takt med att bergkross successivt ersätter naturgrus som fyllnads- och ballastmaterial. I kustnära lägen kan export vara ett alternativ, då bra krossmaterial är en bristvara på många håll runt Östersjön.

Kvartssand är ett alternativ till bergkross för återfyllningen av djupförvarets tunnlar. Om detta alternativ väljs kan lämplig kvalitet levereras från södra Östersjön. Behovet är maximalt cirka 50 000 ton per år.

Till de godsslag som nämnts ovan, och som är speciella för djupförvaret, kommer lokala och regionala transporter av det slag som normalt förekommer vid industrianläggningar. Det inkluderar byggnadsmaterial, varuleveranser och annan service, samt inte minst personal och besökare. Räknat i antal fordon dominerar dessa transporter.

### 6.3.2 Transportsystem

Liksom andra industrianläggningar kräver djupförvaret infrastruktur för de lokala transporterna under utbyggnad och drift. Importen av bentonitlera kräver en lång transportkedja innan materialet är på plats. De godsslag som är speciella för djupförvaret är emellertid inkapslat, använt kärnbränsle och eventuellt långlivat låg- och medelaktivt avfall.

#### **Kärnavfall**

Sedan mer än ett decennium finns ett system i drift för transporter av radioaktivt avfall från kärnkraftverken till CLAB och SFR. Systemet hanterar såväl använt kärnbränsle som annat radioaktivt avfall av varierande art och ursprung. Transporterna sker till sjöss på det specialbyggda fartyget M/S Sigyn, som har plats för totalt tio transportbehållare med avfall. Vid kärnkraftverken, Studsvik och avfallsanläggningarna finns hamnar med hante-



ringsutrustning. Transportsystemet har under mångårig drift visat sig fungera mycket väl, både säkerhetsmässigt och praktiskt. Inga störningar eller olyckor av betydelse för den radiologiska säkerheten har inträffat /6-6/.

De framtida transporterna av kärnavfall till djupförvaret kommer att bygga på det system som redan finns, med erforderliga modifieringar och kompletteringar. Transporter på land kan tillkomma som en ny del. Mångårig utländsk erfarenhet visar emellertid att inte heller landtransporter av radioaktivt avfall är förenade med några särskilda tekniska svårigheter eller risker.

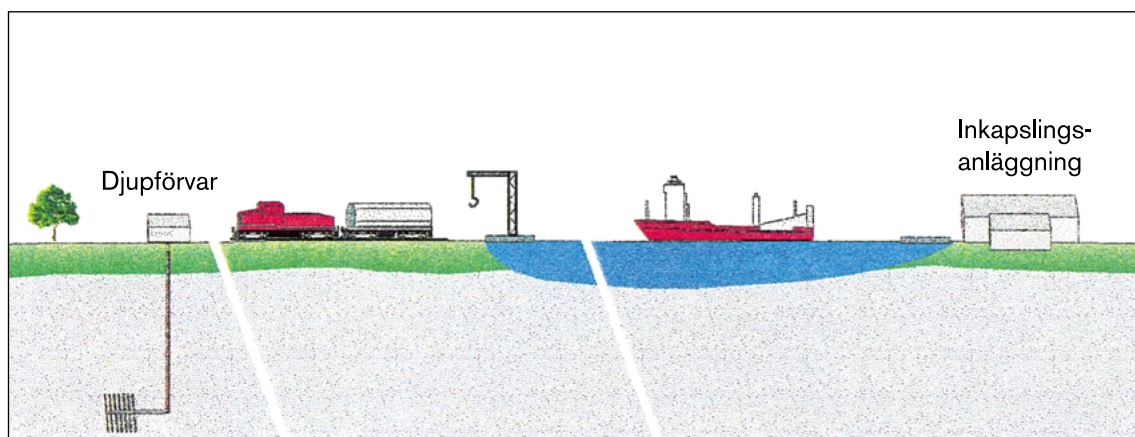
Figur 6-2 visar schematiskt den planerade transportkedjan. Från inkapslingsanläggningen vid CLAB, strax norr om Oskarshamn, förs transportbehållarna med kapslar till den närbelägna hamnen på ett terminalfordon (se figur 6-3). I hamnen lastas behållarna på fartyget. När djupförvaret tas i drift har M/S Sigyn troligen av åldersskäl ersatts av ett annat fartyg av liknande konstruktion.

Sjötransporterna går till en hamn som är lämpligt belägen i förhållande till djupförvaret och som har kapacitet att ta emot fartyg av aktuell storlek. För dagens transporter med M/S Sigyn, som har en längd på 90 meter och ett djupgående på fyra meter, krävs ett minsta farledsdjup på sex meter.

I hamnen lossas behållarna för vidare transport till djupförvaret, på väg eller järnväg. När fartyget förtöjts körs behållarna iland och ställs upp utefter järnvägsspår eller på fordonsplatser. Därifrån lyfts de över till järnvägsvagnar eller landsvägsfordon och säkras. Tomma behållare lastas ombord för återresa med fartyget.

Den vidare transporten till djupförvaret beror på avståndet från hamnen och på transportlederna på land. Såväl järnväg som landsväg är möjliga alternativ. Järnvägstransporter har fördelen att de, på ett helt annat sätt än vägtransporter, kan ske avskilt och utan att störa eller störas av annan trafik. Ur strålskyddssynpunkt kan inget av alternativen förordas eller uteslutas eftersom säkerheten i båda fallen bygger på transportbehållarens funktion, inte på transportsättet.

Transportbehållarna, med vikter upp till cirka 65 ton, är de tyngsta enheter som behöver transporteras till djupförvaret. Det finns järnvägsvagnar som klarar dessa vikter, och järnvägarnas bärighet är normalt tillräcklig för sådana transporter.



*Figur 6-2. Transportkedjan från inkapslingsanläggningen till djupförvaret.*



*Figur 6-3. Terminalfordon med transportbehållare för använt kärnbränsle.*

Det finns även landsvägsfordon med kapacitet för de aktuella vikterna, utan att yttermått eller axellaster överskrider gängse begränsningar. Däremot överskrider fordonens totalvikter – cirka 100 ton – väsentligt normala vikter för landsvägsfordon. Så tunga transporter kräver särskilda tillstånd och kan bara ske på vägar och broar med hög bärighet. Det är ett krav att transporterna till djupförvaret kan genomföras utan att övrig trafik störs i nämnvärd omfattning och utan särskilda arrangemang vid till exempel passage av broar. För att vägtransport ska vara ett realistiskt alternativ kan det därför krävas upprustning av transportleder i större eller mindre omfattning. Det kan gälla förbättring av bärigheten på vägsträckor och broar, breddning och uträtning.

### **Massgods**

Bentonitlera kan såväl till sjöss som på land transporteras i bulkform, det vill säga i lös vikt, i särskilda bulkcontainrar eller i andra typer av behållare. Behovet motsvarar cirka 18 containrar med en vikt på 20 ton i genomsnitt per vecka. Importen sker troligen på stora fartyg. Den vidare transporten kan, beroende på djupförvarets lokalisering, ske via omlastning till mindre fartyg som går till en lokal hamn, eller direkt på järnväg eller landsväg. Varken de totala mängderna eller lastvikterna är så stora att de påverkar kraven på huvudvägar eller järnvägar. Materialet är känsligt för fukt och måste hållas torrt under transport och lagring. Hantering och lagring i hamn och vid djupförvaret kan ske med konventionell utrustning.

Eventuell sand kan transporteras till en lokal hamn med vanliga bulkfartyg eller med ett system för pråmtransport. Såväl hantering i hamn som landtransporter kan ske med konventionell utrustning och fordon.

### 6.3.3 Säkerhet

De säkerhetsmässiga principer som ska tillämpas för transporter mellan inkapslingsanläggning och djupförvar är följande /6-6/:

- Risken 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.

Därutöver tillämpas, liksom vid allt annat arbete med radioaktiva ämnen, principen att den totala strålning (dosbelastning) som personalen utsätts för ska vara ett minimum för arbetets genomförande. Genom att åstadkomma detta försäkras man sig om att transporter inte medför någon fara för omgivningen, vare sig i närheten av förvaret eller längs de transportvägar som används.

Hur transporter av radioaktivt material får ske bestäms av lagar och föreskrifter som i stor utsträckning bygger på internationellt accepterade regler. Transportbehållarna för djupförvarets transporter 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 avskärma strålningen som kapseln avger, så att behållaren kan hanteras vid lastning och lossning. Vid en olyckssituation är det viktigt att behållarens strålskärmande förmåga i huvudsak bibehålls. Nivån på strålningen från transportbehållarna ska alltid ligga under gällande gränsvärden. Erfarenheterna från dagens transporter till CLAB, visar att systemet kan utformas så att den faktiska stråldosen till personalen ligger långt under gränsvärdena. Som exempel kan nämnas att besättningen på fartyget *M/S Sigyn* utsätts för 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.

De planeringsrutiner som används för dagens transporter av radioaktivt avfall från kärnkraftverken har visat sig fungera bra, varför transporter till djupförvaret kan antas bli organiserade på ett likartat sätt. Det så kallade fysiska skyddet är en del av säkerhetssystemet som ska förhindra stöld eller avsiktlig överkan på behållarna. Det fysiska skyddet innefattar en kombination av tekniska och administrativa åtgärder som ska skydda godset och möjliggöra 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. Där- emot finns inget behov av sekretess om hur transporter utförs.

Beredskapsorganisationen innefattar lokal polis och räddningstjänst samt berörd länsstyrelse och syftar till att dessa myndigheter ska kunna agera på bästa sätt om något onormalt inträffar. All information och kunskap om transportverksamheten ska finnas hos dessa instanser innan transporter till djupförvaret påbörjas. SKB har ansvar för att informationen är korrekt och tillgänglig, medan samhällets organ ansvarar för sin egen planering. Beredskapsplanen ska innehålla uppgifter om 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.

### **6.3.4 Förutsättningar i Älvkarleby kommun**

Älvkarleby kommun har väl utbyggda väg- och järnvägsförbindelser och en industrihamn i Skutskär. I grannkommunen finns Gävle hamnar. Hamnar, vägar och järnvägar i regionen framgår av figur 6-4.

#### **Järnvägar**

Ostkustbanan (stambanan) mellan Sundsvall och Stockholm passerar via Gävle tätorterna Skutskär, Älvkarleby och Marma i Älvkarleby kommun. Banan, som är relativt hårt trafikerad, genomkorsar kommunen i nord-sydlig riktning, dock utan stationer för passagerartrafik. Sträckan från Älvkarleö till Gävle är enkelspårig. En utbyggnad med dubbelspår finns med i Banverkets planer men det är för närvarande oklart när utbyggnaden kan starta.

#### **Vägar**

Genom södra delen av Älvkarleby kommun löper Europaväg 4 i nordväst-sydostlig riktning. Vägen är hårt trafikerad med ett trafikflöde upp till cirka 10 000 fordon per dygn. Sträckan från Mehedeby till Gävle är motorväg. En ny sträckning med motorvägsstandard även mellan Uppsala och Mehedeby fastställdes våren 2000 av regeringen. Beslutet har överklagats och ligger för närvarande (oktober 2000) hos regeringsrätten för avgörande. Utbyggnad av den nya E4:an beräknas starta tidigast vid årsskiftet 2001/2002 och vara helt klar senast 2010.

I kommunens norra och östra del löper riksväg 76 (kustvägen) från Karlholms bruk i Tierps kommun. Den passerar bland annat Älvkarleby tätort, Dalälven, Skutskär och fortsätter vidare mot Gävle. Vägen är 8–12 meter bred och har högsta bärighetsklass (BK1). På sträckan mellan Karlholmsbruk och Älvkarleby är trafikflödet cirka 1 500 fordon per dygn. Närmare Skutskär ökar det till över 4 000 fordon per dygn. Till dessa större vägar kommer ett antal länsvägar med god bärighet och varierande vägbredd. Länsväg 291 mellan Älvkarleby tätort och E4 har hög standard med vägbredd över nio meter.

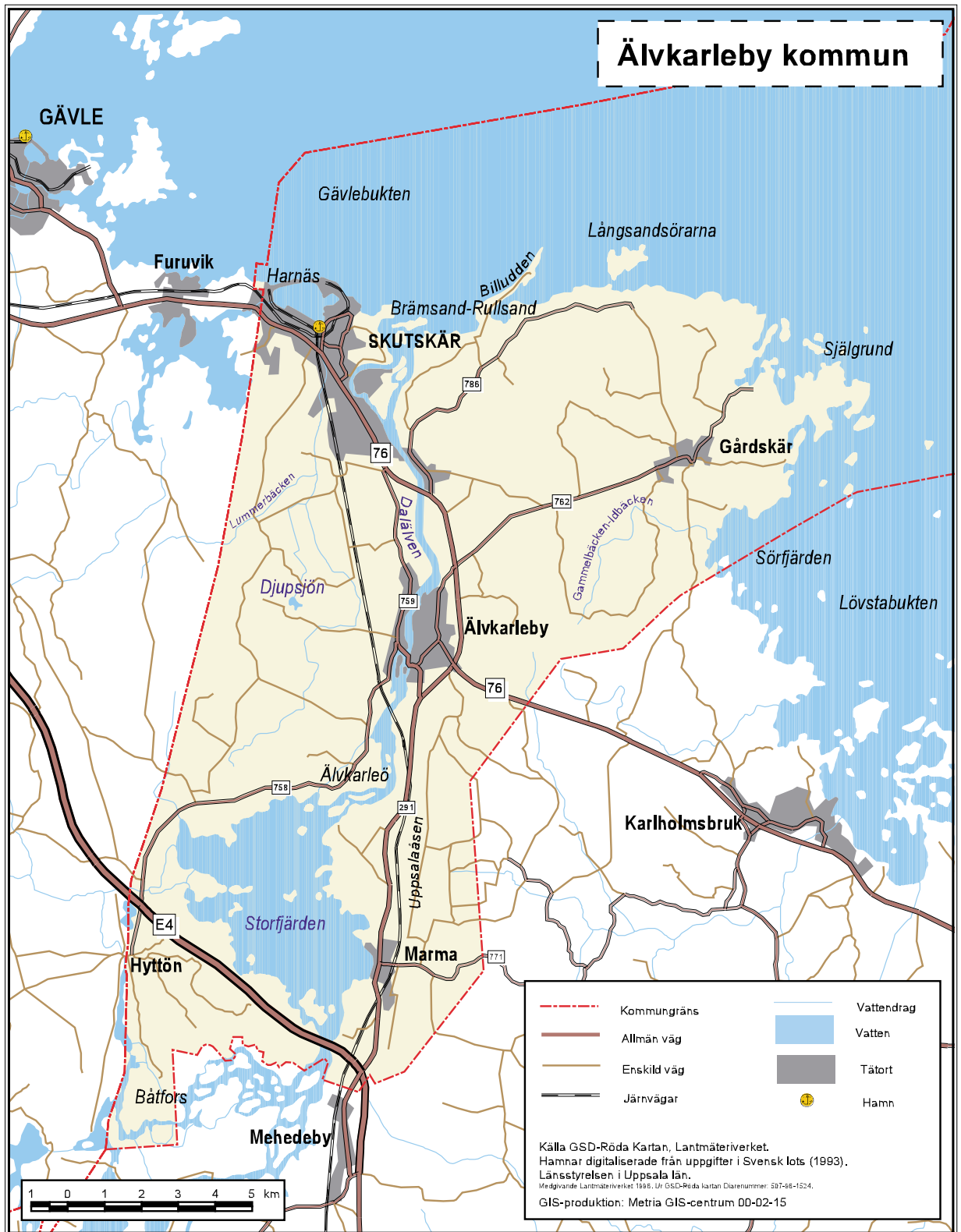
Kommunens riks- och länsvägar är måttligt trafikerade, förutom närmast tätorterna. Om transportbehållare med radioaktivt gods ska transporteras på dessa vägar behöver vissa sträckor breddas och förstärkas för att klara de transportvikter som blir aktuella och för att undvika störningar för annan trafik. Övrigt gods till djupförvaret kan transporteras på vägarna i nuvarande skick.

#### **Hamnar**

##### **Skutskärs hamn**

Skutskärs hamn är en enskild industrihamn belägen i direkt anslutning till Stora Ensos anläggningar (Skutskärs Bruk). Den används idag uteslutande för import av vedråvara.

Inseglingsförhållandena till hamnen är idag relativt besvärliga. Stora Enso har emellertid påbörjat omfattande förbättringar av såväl inseglingsleden som hamnanläggningarna i övrigt. Den första etappen innefattar bland annat muddring av en ny inseglingsled och utbyggnad av nya kajplatser. Fartyg med upp till åtta meters djupgående kommer då att kunna tas emot utan väderrestriktioner.



Figur 6-4. Karta över regionens större hamnar, vägar och järnvägar.

Skutskärs Bruks fabriksområde är anslutet till den närbelägna Ostkustbanan via bäriga industrispår. Väganslutning med högsta bärighetsklass finns till riksväg 76.

När de planerade förbättringarna av hamnen genomförts skulle Skutskärs hamn lämpa sig väl som mottagningshamn för transporter till djupförvaret. För närvarande är kajer och ytor inom hamnområdet fullt utnyttjade av Stora Ensos egen verksamhet. Med den höga förändringstakt som råder inom massaindustrin går det inte att nu avgöra om, och i så fall var, kajer och upplagsytor för SKB:s behov skulle kunna förläggas. Bedömningen är dock att det finns goda tekniska förutsättningar att ordna erforderliga hamnanläggningar genom utbyggnader inom hamnbassängen.

Ett alternativ kan vara att bygga en ny hamn strax utanför och öster om den nuvarande. En sådan lösning bedöms inte påverka Stora Ensos verksamhet. Det område som i så fall skulle bli aktuellt utgörs idag av skogbevuxen sand- och grushed. Inseglingen skulle i stort sett kunna följa den fyrbelysta farleden till den befintliga hamnen. Muddringsbehovet för själva hamnläget skulle bli begränsat.

Stora Enso har preliminärt ställt sig positivt till ovannämnda förslag. Några överenskomelser finns dock inte. Men om det blir aktuellt att gå vidare med detta hamnalternativ så kommer erforderliga utredningar att ske i nära samverkan med Stora Enso och Älvkarleby kommun.

## **Gävle hamnar**

Gävle har två kommunägda hamnar, Fredriksskanshamnen och Granudden, på norra respektive södra sidan av Yttre Fjärden som leder in till staden. Farlederna in till Gävle tillåter fartyg med ett djupgående på cirka tio meter, vilket är mer än tillräckligt för de fartyg som kan bli aktuella för SKB:s transporter. Ishinder förekommer i regel från januari till mars, men en ränna hålls öppen av isbrytare hela vintern.

Fredriksskanshamnen är den allmänna hamnen för blandad trafik och många olika gods- slag. För närvarande finns inga outnyttjade ytor i hamnområdet som skulle kunna vara lämpliga för djupförvarets gods. Hur kajer och ytor disponeras förändras dock alltefter marknaden för sjötransporter av olika slag. I hamnområdets nordöstra del finns ett område som är under utfyllnad. Där skulle det troligen vara möjligt att anlägga en lämplig terminal med roro-läge. Området ligger nära anslutande järnvägsspår och utfarten från hamnen. Från hamnen leder en väg med högsta bärighetsklass till E4 och riksväg 76. Bärig järnväg leder från hamnen till Gävle bangård. Därifrån kan godset transporteras vidare på järnväg till Älvkarleby kommun.

Granudden byggdes ursprungligen som en terminal för skogsprodukter. Terminalens enda kaj har kapacitet för de fartyg som kan användas för SKB:s gods. Vid kajens västra ände finns en flytande roro-ramp. Det skulle vara möjligt att förlänga kajen och bygga en terminal för SKB:s gods. Från hamnområdet leder en smal väg med god bärighet, som via lokala genomfartsleder ansluter till E4 och riksväg 76. Det finns också järnväg som ansluter till stambanan strax söder om Gävle bangård. Terminalen är för närvarande uthyrd till företagen Stora Enso och Korsnäs AB. Om alternativet ska studeras vidare måste samråd självfallet ske med dessa företag.

### 6.3.5 Bedömning

Driften av djupförvaret kräver transporter av bland annat behållare med kapslar som ska deponeras och av bentonitlera som ska användas till buffert- och återfyllnadsmaterial. Dessa godsslag transporteras sjövägen till en lämplig hamn. Stora Ensos hamn i Skutskär är ett bra alternativ som mottagningshamn för använt kärnbränsle och annat gods till ett eventuellt djupförvar i grannkommunen Tierp. Ett tänkbart alternativ är att göra tillbyggnader för djupförvarets transportbehov inom det befintliga hamnområdet. En sådan lösning är möjlig om Skutskärs Bruks egen verksamhet så medger när hamnfrågan blir aktuell för SKB:s del. En annan möjlighet är att anlägga en separat hamn för SKB:s behov, då med placering utanför och öster om inloppet till den befintliga hamnen.

Ett alternativ till Skutskär är att nyttja hamnanläggningarna i Gävle, som med god marginal har förutsättningar att ta emot fartyg av det slag som blir aktuellt och att hantera godset. De tillbyggnader som skulle behövas för SKB:s behov är begränsade.

Beroende på lokalisering och utformning av djupförvarets anläggningar skulle den vidare transporten i första hand ske på järnväg. Transport på landsväg är ur teknisk synvinkel fullt möjligt, men bedöms inte ge några fördelar när det gäller transporter av avfall och bentonitlera. Vägnätet är ändå betydelsefullt för persontransporter och annan kommunikation. Sammantaget är transportmöjligheterna till och inom Älvkarleby och Tierps kommuner goda.

## 6.4 Anläggningar och verksamhet vid djupförvaret

### 6.4.1 Anläggningar

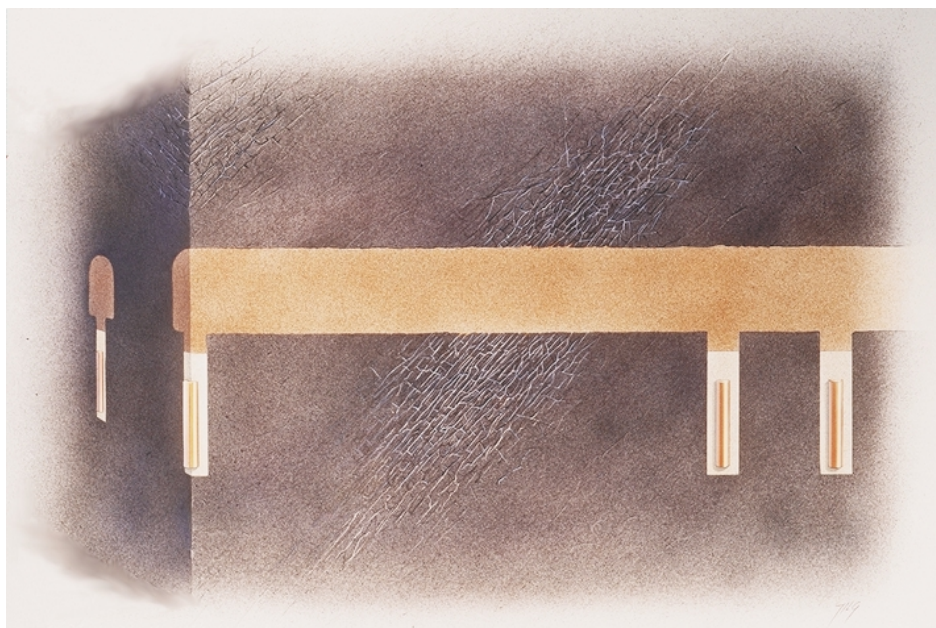
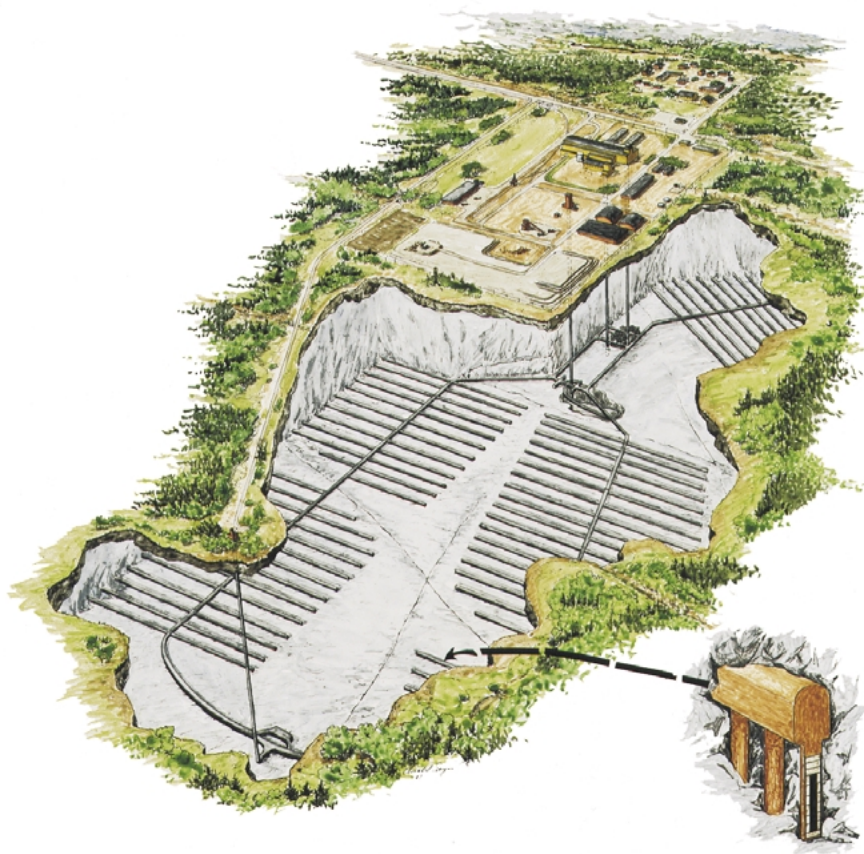
Figur 6-5 visar förenklad den planerade utformningen av djupförvarets anläggningar. Den centrala verksamheten vid anläggningarna blir att ta emot kapslar med använt kärnbränsle och att deponera dem i utvalda positioner i berget på cirka 500 meters djup, där de omges med bentonitlera.

#### ***Under jord***

Den bergförlagda anläggningen består av:

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

I centralområdet finns ett antal bergrum av varierande storlek. Deponeringsområdena för inkapslat bränsle består av parallella tunnlar. Totalt upptar deponeringsområdena en uppskattad yta på cirka två kvadratkilometer. Deponeringen sker i borrhål i tunnlaras golv. Hålen är cirka åtta meter djupa och har en diameter på cirka 1,75 meter. Deponeringsområdenas lägen liksom placeringen av enskilda tunnlar och hål kan i stor utsträckning väljas utifrån platsens specifika förutsättningar. Figur 6-5 ger exempel på hur ett parti med sämre berg kan undvikas när lägen för deponeringshålen väljs.



*Figur 6-5. Principskiss av djupförvaret (övre bild) och anpassning av deponeringshål till lokala bergförhållanden (nedre bild).*



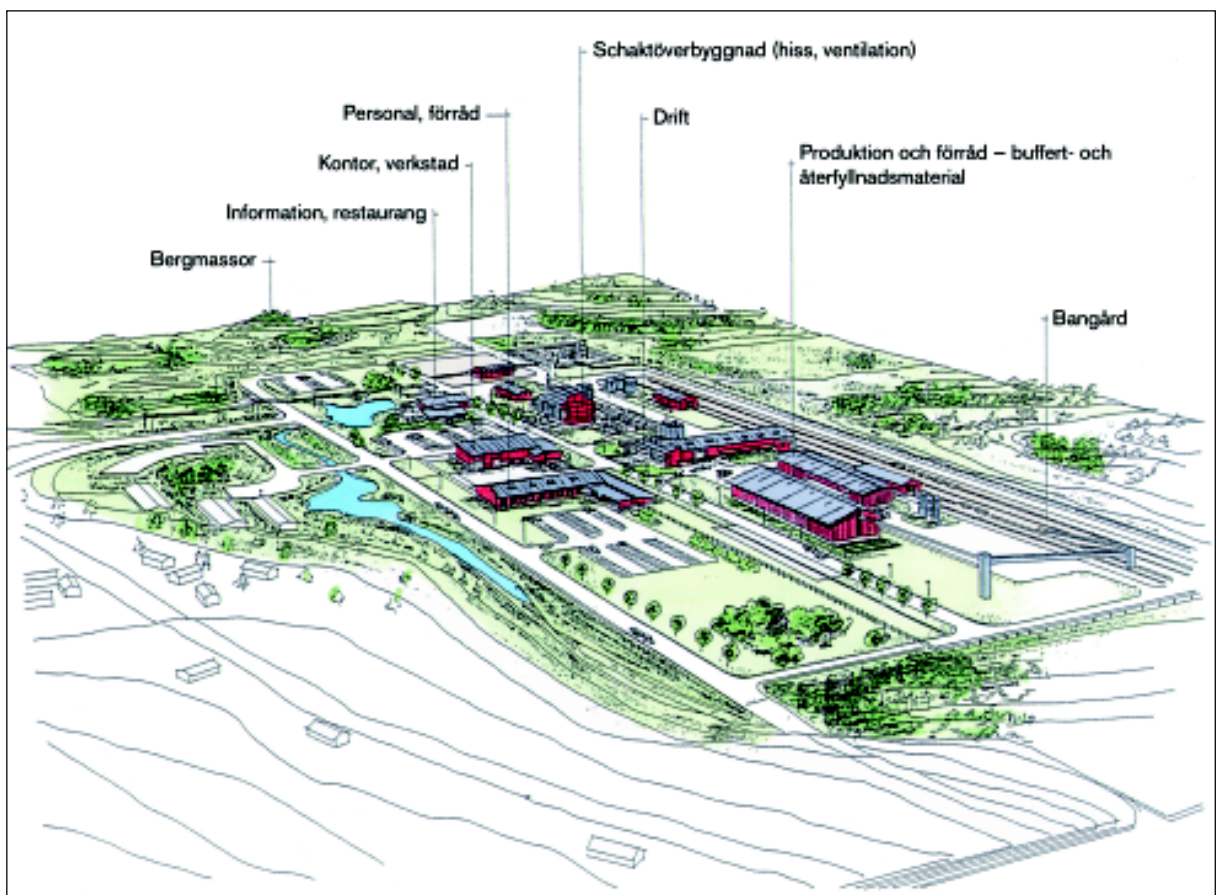
Kapseln omges av bentonit som fyller ut mellanrummet mot det borrarade hålets väggar. Bentoniten bildar en buffert som ger kapseln ett mekaniskt skydd vid eventuella berg-rörelser i framtiden samtidigt som den motverkar vattenrörelser i förvaret. Olika alternativ övervägs vad gäller material för återfyllnad av deponeringstunnlarna. Huvudalternativet är bergkross blandat med bentonit. Ett annat alternativ kan vara kvartssand som i så fall måste transporteras till förvaret.

Deponeringsområdet för långlivat låg- och medelaktivt avfall, som eventuellt kan förläggas i anslutning till djupförvaret, består av bergrum som liknar dem som idag är i drift i SFR.

### **Ovan jord**

Figur 6-6 visar ett exempel på hur djupförvarets anläggning ovan jord kan utformas och fördelas inom ett industriområde. Området består i princip av fyra huvuddelar:

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



*Figur 6-6. Anläggningen ovan jord för driften av djupförvaret.*

I det fall återfyllnadsmaterial och transportbehållare med kärnavfall transporteras på järnväg tas tågen in på en bangård där det bland annat finns utrustning för lossning av transportbehållare, bentonit och eventuellt sand (till höger i figur 6-6). Genom sin längd och krav på planhet styr bangården i stor utsträckning utformningen av området i sin helhet. Sker transporter på landsväg krävs ungefär motsvarande utrustning för lasthantering, men utrymmesbehovet blir mindre och flexibiliteten större vad gäller utformning.

Bangården gränsar mot produktionsområdets ena långsida. Där finns en omlastningsbyggnad för transportbehållare med inkapslat bränsle, lager- och produktionsbyggnader för återfyllnadsmaterial samt byggnader för ventilation, vattenförsörjning och avlopp. Andra sidan av produktionsområdet gränsar mot serviceområdet med lokaler där många personer vistas. Det är entré- och informationsbyggnader, 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. Resterande bergmassor kan transporteras till lokala och regionala användare eller exporteras. 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 miljökonsekvensbeskrivningen, som utgör grunden för en eventuell lokaliseringensökan för djupförvaret. 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.

Om anläggningen samlas till ett driftområde på det sätt som visas i figur 6-6 blir arealbehovet 15–20 hektar. Storleken på upplaget för bergmassor beror på hur stor andel av dessa som ska återanvändas och därmed tillfälligt deponeras i anslutning till anläggningen. En lokalisering i anslutning till befintlig industri kan ge möjligheter att samordna vissa funktioner, vilket kan ge en minskning av det totala arealbehovet. Generellt finns det goda möjligheter att anpassa utformningen av anläggningen till lokal topografi och förhållanden i övrigt på den aktuella platsen. Beroende på lokala förhållanden kan arealbehovet bli såväl större som mindre än det som angivits ovan.

### ***Driftområden ovan jord***

Alla tunga transporter mellan anläggningarna ovan och under jord kommer som huvudalternativ att ske i en lång, sluttande tunnel (ramp). Tunnelns dimensioner och lutning måste anpassas till transportbehovet. Om förvaringsnivån förläggs på 500 meters djup måste tunneln göras minst cirka fem kilometer lång för att lutningen inte ska bli för brant. Förutom förbindelsen via tunnel kommer ett hissförsett schakt sannolikt att byggas för snabba persontransporter mellan ytan och förvaringsnivån. Vidare behövs schakt för ventilationsluft. Dessa schakt kan också användas som nödutrymningsvägar under drifttiden.

Om anläggningen i markplanet förläggs rakt ovanför underjordsanläggningens centralområde kan all verksamhet ovan jord samlas till ett driftområde. Såväl tunnelnedfarten som schaktet för persontransporter utgår då från detta område. Tunneln får i så fall någon form av spiralformad sträckning. Ett alternativ kan vara att all kommunikation, det vill säga även de tunga transporter, sker via schakt.

Konstruktionen med transporttunnel ger flexibilitet att sidoförskjuta anläggningen ovan jord i förhållande till den under jord. En principskiss av en sådan utformning visas i figur 6-7. Sidoförskjutningen kan uppgå till åtskilliga kilometer. Det finns då fördelar med att dela upp verksamheten ovan jord på två driftområden på det sätt som illustreras i figuren. Det ena driftområdet innefattar den industribetonade delen av verksamheten med transporter, materialhantering med mera. Där finns också tunnelnedfarten. Det andra, mindre driftområdet placeras ovanför underjordsanläggningens centralområde. Där finns bland annat schaktet för persontransporter, personalutrymmen och verkstäder. Vidare behövs ett fåtal (2–4) ventilationsschakt, med små överbyggnader för ventilationsutrustning.

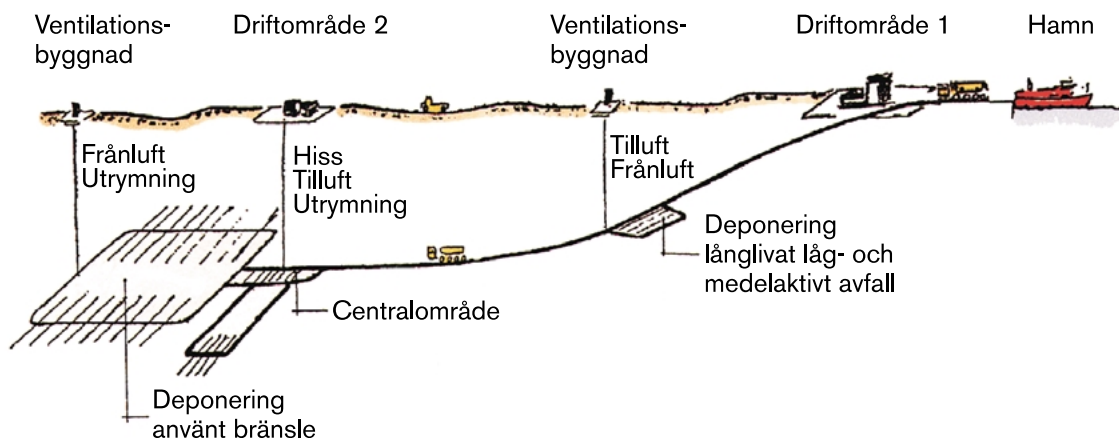
## 6.4.2 Verksamhet

### **Byggnade, drift och förslutning**

Etableringen av djupförvaret föregås av omfattande geovetenskapliga undersökningar på minst två platser under cirka fem år. När förlägningsplatsen bestämts och lokaliseringstillstånd erhållits startar en 5–6 år lång utbyggnadsfas. Under denna period byggs anläggningen ovan jord, schakt och tillfartstunnel, gemensamma utrymmen under jord, och ett första deponeringsområde. Parallellt färdigställs utrustning för deponering och kringaktiviteter. Även väganslutningar och eventuell järnvägsanslutning byggs.

Den inledande driften som sedan följer omfattar deponering av cirka 400 av totalt cirka 4 000 kapslar 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 att beakta den utveckling i övrigt som skett under tjugoförårsperioden. Man kan också återta det redan deponerade avfallet för annan behandling /6-2/, om man skulle finna det nödvändigt. Om utvärderingen utfaller positivt börjar den reguljära driften, som beräknas pågå under 20–30 år tills allt avfall är deponerat. Under denna period byggs nya deponeringsutrymmen i den takt de behövs.



**Figur 6-7.** Utformning med verksamheten ovan jord fördelad på två driftområden.

Efter avslutad deponering är det ur säkerhetssynpunkt bäst om förvaret försluts. När förslutningen ska genomföras, liksom omfattningen av övervakning och kontroll av förvaringsplatsen, är beslut som måste tas av den generation som då är verksam. Efter förslutning kan byggnaderna ovan jord rivas och marken återställas. Alternativt kan hela eller delar av ovanjordsanläggningen tas i anspråk för annan verksamhet. Det kommer inte att finnas några restriktioner för att nyttja området för andra ändamål, med undantag för djupborrning eller annan djup berganläggning.

### **Hantering och deponering**

När transportbehållare med inkapslat bränsle anländer till djupförvaret förs de över till ett fordon för transport till underjordsanläggningens centralområde. Eventuellt kan behållarna tillfälligt ställas upp i väntan på nedtransport till underjordsdelen. Denna hantering sker utan att transportbehållarna öppnas.

I ett bergtrum i centralområdet på förvaringsnivån flyttas kapseln från transportbehållaren till en annan strålskyddande behållare /6-7/. I strålskyddsbehållaren körs kapseln sedan ut till deponeringsområdet. I mynningen till deponeringstunneln lastas strålskyddsbehållaren med kapsel över på en deponeringsmaskin för vidare transport till deponeringshålet. Där dockas strålskyddsbehållaren mot hålets övre del och kapseln placeras i deponeringshålet. Innan dess har ringformade bentonitblock placerats runt deponeringshålets väggar till strax över kapselns höjd. Blocken tillverkas ovan jord och transporteras ner till underjordsdelen på särskilda fordon. När kapselns sänkts ner i deponeringshålet fylls återstoden av hålet upp med cirkulära bentonitblock, vilket avslutar deponeringssekvensen. Deponeringstakten planeras bli en kapsel per arbetsdag.

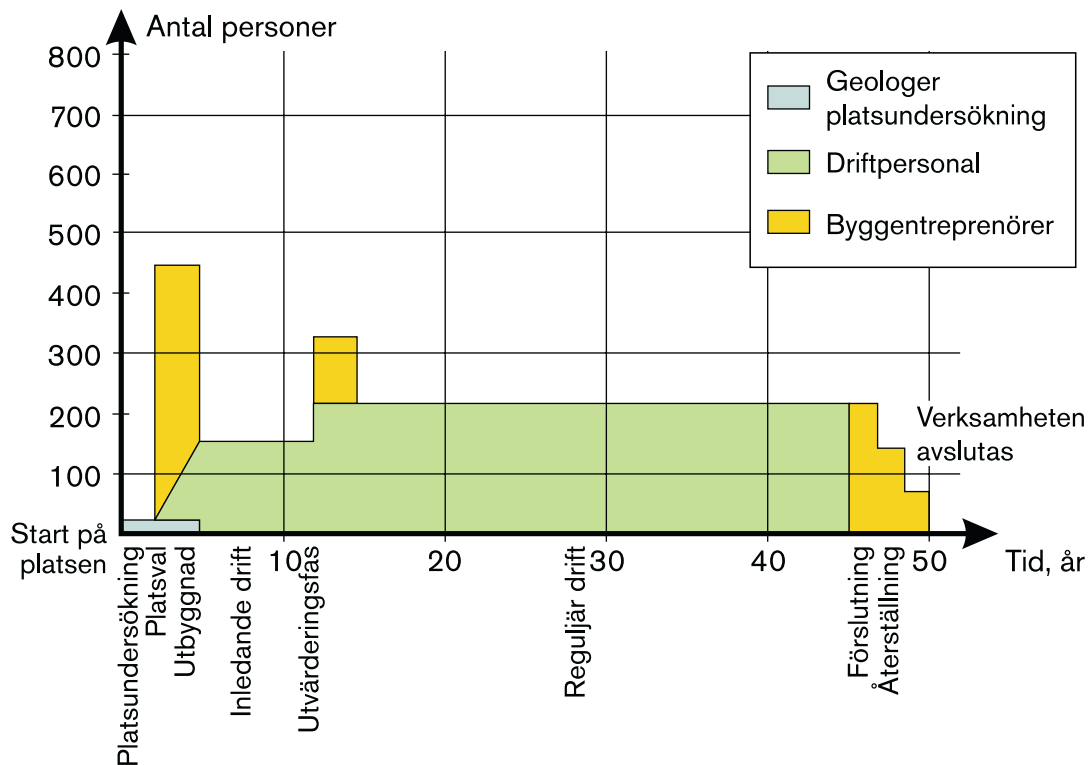
Deponering och hantering av långlivat låg- och medelaktivt avfall förutses ske på liknande sätt som nuvarande hantering vid SFR.

### **Personalbehov**

Antalet sysselsatta liksom fördelningen mellan olika branscher och yrkesgrupper varierar under djupförvarets olika skeden, se figur 6-8. Under platsundersökningen dominerar geologiska undersökningar och borrhningsarbeten. Viss vägbyggnad och serviceverksamhet tillkommer, men omfattningen är begränsad. Platsundersökningen beräknas pågå under 4-8 år och sysselsätta 10-20 personer på plats, främst bergbore, mättekniker och geovetenskapliga experter.

Utbyggnaden av djupförvaret innebär en intensiv byggnadsverksamhet under 5-6 år. Som mest arbetar 400-600 personer med att bygga anläggningarna ovan och under jord samt transportleder och teknisk försörjning till platsen. Personalbehovet under denna period beror i viss mån på var djupförvaret förläggs. Exemplet i figur 6-8 förutsätter en lokalisering där djupförvaret med alla kringaktiviteter byggs upp från grunden, men där inga omfattande utbyggnader av hamn eller transportleder krävs. Under utbyggnadsperioden sker också omfattande transporter av bergmassor, byggnadsmaterial, maskiner och utrustning. Yrkeskategorier som då behövs är bergarbetare, byggnadsarbetare, maskinförare och förare av tunga fordon. Inslaget av tekniker, ekonomer och administratörer blir också betydande.

Den inledande driften, när cirka 400 kapslar deponeras, beräknas pågå under cirka fem år och sysselsätta omkring 150 personer. Förutsatt att beslut fattas om att starta reguljär drift, byggs underjordsdelen successivt ut parallellt med deponeringen av resterande cirka 3 600 kapslar. Den reguljära driften beräknas pågå under 20-30 år. Baserat på dagens kunskap beräknas personalbehovet under den perioden bli omkring 220 personer. En samlokalisering med annan industriverksamhet kan ge vissa samordningsvinster under driftperioden, men effekterna på personalbehovet blir ganska små.



**Figur 6-8.** Schematisk illustration över hur behovet av personal varierar mellan djupförvarets olika skeden.

Under driftperioderna är arbetsuppgifterna varierande, alltifrån vakthållning och guidning av besökare till bergsprängning och geologiska undersökningar. Tabell 6-2 ger exempel på arbetsuppgifter vid reguljär drift. Tabellen bygger på teknik och arbetsformer i dagens samhälle.

En grov uppskattning av driftpersonalens utbildningsnivå visar att grundskola eller gymnasium krävs för cirka 40 % av arbetsstyrkan, yrkesutbildning för cirka 45 % och akademisk utbildning för cirka 15 %. Huvuddelen av arbetsuppgifterna kräver enligt denna uppskattning således antingen yrkesutbildning eller högskola. En betydande del av arbetet ska emellertid kunna skötas av personal med enbart grundläggande skolutbildning.

### Arbetsmiljö

När anläggningen ovan jord **byggs** motsvarar arbetsmiljön den vid större byggarbetsplatser. Bergarbetena för underjordsdelen kan ur arbetsmiljösynpunkt jämföras med tillredningsfasen i en gruva. 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 viktiga komponenter i skyddsarbetet.

**Driftmiljön** vid djupförvaret innefattar allt från sedvanlig kontors- och verkstadsmiljö vid anläggningen ovan jord, till tunnelmiljö i utrymmen under jord. I många avseenden kommer arbetsmiljön att likna den vid CLAB och SFR.

**Tabell 6-2. Arbetsuppgifter under djupförvarets driftskede**

Funktion	Verksamhet
<b>Drift</b>	
Driftledning	Arbetsplanering, beredning, samordning, ledning, avfallsdokumentation, tillträdeskontroll, strålskydd, dosimetri, kontrollrumsfunktion.
Bergarbeten	Drivning, förstärkning, bergtransporter, bergbyggnad, borrhning av deponeringshål och provhål/kärnborrhning.
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, eventuellt sand. Avfallsbehållare från mellanlager ovan jord till deponering under jord. Bentonitblock från fabrik till deponeringstunnlar. Återfyllnadsmaterial från beredningsanläggning till deponeringstunnlar. Byggnadsmaterial, maskindelar, förbrukningsmaterial med mera.
Beredning av återfyllnadsmaterial	Tillverkning av bentonitblock för deponeringshål och återfyllnadsmaterial för deponeringstunnlar. Förrådshållning av bentonit, färdigtillverkade bentonitblock, ballast.
Service Bergdeponering	Förebyggande underhåll, reparation av installationer och maskiner. Uppläggning av bergmassor, eventuell krossning, återplantering.
<b>Teknik/underhåll</b>	
Anläggningsdokumentation	Byggnader, system, maskiner, komponenter.
Systemteknik	Konstruktion: mekanik, el, hydraulik, pneumatik, elektronik för system, utrustning och maskiner.
Verkstäder	Kvalificerade mekanikarbeten 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 med mera.
<b>Bergundersökningar</b>	
Bergdokumentation	Geologiska data, CAD-dokumentation.
Geologi	Kartering, utvärdering.
Bergmekanik	Dokumentation, hållfasthetsmätningar, beräkningar, utvärdering.
Hydrologi	Mätningar flöden, kemisk sammansättning, provtagning.
Kemi	Provtagning, kemiska analyser, utvärdering.
Geofysik	Mätning, utvärdering.
Gruvmätning	Inmätning borrhål, karthållning.
Borrkärnor	Borrhning, borkärneförvaring, provberedning.
Geoinstrument	Instrumentservice, förvaring.
<b>Administration</b>	
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.
Fastighetservice	Städning, vägunderhåll, snöröjning, servicetransporter, sophantering, fastighetsunderhåll.
Matsservering	För egen personal, entreprenörer, besökare.

I anläggningen under jord kommer deponeringsarbete att pågå parallellt med att nya deponeringsområden byggs ut. Områden under utbyggnad kommer att hållas väl separerade från de delar där deponering pågår eller förbereds.

För att få en god arbetsmiljö i berganläggningar ställs särskilda krav på bland annat hantering av inläckande grundvatten, ventilation och belysning. Inläckande vatten leds bort via öppna eller slutna ledningar längs tunnelväggarna, samlas upp i lågpunkter och pumpas upp för rening. Omfattande ventilation kommer att krävas för att undvika problem med spränggaser, dieselsavgaser och eventuellt radon. Klimatet i tunnarna förväntas bli relativt fuktigt, med en temperatur på 10–15 grader.

I områden där personal vistas mer eller mindre permanent, till exempel underjordsanläggningens centralområde, ställs särskilda krav på bland annat inbyggnad av bergutrymmen och god belysning för att förbättra arbetsmiljön.

Ur **strålskyddssynpunkt** kommer arbetsmiljön att utformas enligt de regler och principer som gäller för kärntekniska anläggningar. Det innebär att alla stråldoser till personalen ska hållas under de av Statens strålskyddsinstitut fastlagda gränsvärdena. Därutöver ska doserna hållas så låga som det är praktiskt möjligt och rimligt, med hänsyn till det arbete som ska utföras. Dessa krav kommer att stå i fokus vid konstruktion av djupförvarets alla anläggningar, utrustningar och maskiner. I praktiken kan det antas att doserna blir betydligt lägre än de beräknade maximala värdena. Exempelvis visar erfarenheter från SFR att stråldoserna bara är en tiondel av de som beräknades när förvaret togs i drift /6-8/.

Ovan jord sker all hantering med kärnavfallet inneslutet i transportbehållare. De enda skyddsåtgärder som behövs för personalen som sköter den hanteringen är att begränsa vistelsetiden intill behållarna till den som behövs för att utföra arbetet. Uttaget av kapslar från transportbehållare under jord, den vidare transporten till deponeringsplatsen och hela deponeringssekvensen sker med fjärrstyrd hantering eller bakom speciella strålskärmar. Delar av anläggningen zonindelas beroende på strålningsnivå. Strålningsnivåerna i olika utrymmen och till personalen kontrolleras. Ingen luftburen radioaktivitet (utom möjligen radon från berget) eller ytkontaminering kommer att förekomma, vilket innebär att ingen speciell skyddsklädsel erfordras.

För att tillgodose **brandskyddet** sektioneras underjordsanläggningen i ett lämpligt antal brandceller. Cellerna avskiljs huvudsakligen med portar. Brandsektioneringen utförs så att alternativa utrymningsvägar finns i huvudparten av anläggningsdelarna. När alternativa utrymningsvägar inte kan ordnas på ett rimligt sätt utplaceras lokala, mobila räddningskammare. Det ordinarie ventilationssystemet utformas så att det kan svara för rök- och evakuering.

## 6.5 Lokaliseringsalternativ

I den preliminära slutrapporten redovisades följande generella tekniska förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar i Älvkarleby kommun:

- Skutskärs hamn har goda förutsättningar att fungera som mottagningshamn för gods-transporterna till ett eventuellt djupförvar. Det finns också möjlighet till såväl tillbyggnader inom den befintliga hamnbassängen som utbyggnad av en ny hamn utanför och öster om den nuvarande. Hamnanläggningarna i Gävle är ett möjligt alternativ till Skutskär.

- Väg- och järnvägsförbindelserna är väl utbyggda. Detta ger bra grundförutsättningar för de transporter som ett eventuellt djupförvar skulle kräva.
- Förutsättningarna för bergbyggnad bedöms vara goda. Det geologiska underlag som finns tillgängligt medger dock endast översiktliga bedömningar.

Som redan nämnts kontrollerades berggrunden i fält kort efter det att den preliminära slutrapporten hade presenterats. Fältkontrollen visar att berggrunden i Älvkarleby inte uppfyller de krav som formulerats för att ett område skall kunna rekommenderas för fortsatta studier. Det är därför inte aktuellt att gå vidare med de lokaliseringalternativ för djupförvaret som redovisades i den preliminära slutrapporten. Däremot är hamnen i Skutskär – den befintliga hamnen eller ny hamnterminal, båda med järnvägsanslutning till Ostkustbanan – ett intressant alternativ om det skulle bli aktuellt med ett djupförvar i Tierps kommun /6-9/.

Transporterna från hamnen i Skutskär till ett djupförvar i Tierp skulle lämpligen gå på järnväg. Behållare med kärnavfall transporteras i tågsätt med maximalt tio vagnar, en behållare per vagn. Bentonit transporteras antingen i containrar eller i lösvikt i bulkvagnar. Transportbehovet för dessa godsslag vid full drift uppgår till något eller några tågsätt per vecka.

Hamnen i Skutskär har anslutning till Ostkustbanan. Från Ostkustbanan skulle ett stickspår behöva byggas till djupförvarets ovanjordsanläggning i anslutning till det geologiskt intressanta området med Hedesundagranit i Tierp. Lämplig sträckning för stickspåret och var det skulle kunna anslutas till Ostkustbanan har ännu inte studerats. Såväl sträckning som lämplig anslutningspunkt är beroende av var i Tierps kommun djupförvarets anläggning ovan jord skulle kunna lokaliseras.

## 6.6 Bedömning av lokaliseringspotential

Som framgår av redovisningen i kapitel 5 är berggrunden i Älvkarleby kommun komplex, inhomogen och förhållandevis rik på sprickor. Det skulle därför krävas omfattande borrhningar och undersökningar för att med tillräcklig säkerhet kunna bedöma om berggrunden är lämplig för ett djupförvar. Sådana undersökningar är inte aktuella. Då det gäller övriga tekniska förhållanden är SKB:s slutsats att Älvkarleby kommun erbjuder goda förutsättningar för en djupförvarsetablering. Väg- och järnvägsförbindelserna är väl utbyggda. Den befintliga hamnen i Skutskär skulle vara lämplig som mottagningshamn för godstransporterna till ett djupförvar. Alternativa möjligheter är att bygga en ny hamnterminal i anslutning till den befintliga i Skutskär, eller att nyttja någon av de hamnar som finns i grannkommunen Gävle.

Även om det inte är aktuellt att gå vidare och studera förutsättningarna att lokalisera ett djupförvar i Älvkarleby kommun så kvarstår SKB:s intresse för en hamnanläggning i Skutskär. Hamnen i Skutskär – den befintliga hamnen eller ny hamnterminal, båda med järnvägsanslutning till Ostkustbanan – har goda förutsättningar att vara ett bra alternativ om det skulle bli aktuellt med ett djupförvar i Tierps kommun.



## 7 Mark- och miljöaspekter

Den stora flexibiliteten i utformning och lokalisering av djupförvarets ovanjordsanläggning innebär att det finns goda förutsättningar att ta hänsyn till skyddad natur och vattenskyddsområden samt till utpekade riksintressen för naturvård, friluftsliv och kulturmiljövård. Detsamma gäller även för områden av regionalt eller lokalt intresse. Det är mest fördelaktigt, ur mark- och miljösynpunkt, om djupförvarets huvudsakliga ovanjordsdel kan lokaliseras i anslutning till ett område med befintlig infrastruktur. Efter återställande av platsen behövs det inga restriktioner för markanvändningen, med undantag för förbud mot djupborrning vid underjordsdelen.

### 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.

Djupförvaret ska isolera kärnavfallet under så lång tid, att det inte längre utgör något hot mot människor, djur eller växter. Inom ramen för den forskningsverksamhet som SKB bedriver, har den radiologiska långtidssäkerheten analyserats och redovisats /7-1/. Dessa studier visar att man genom konstruktionsåtgärder och ett omsorgsfullt platsval kan omge det radioaktiva avfallet med både tekniska och naturliga barriärer som skyddar mot spridning. Beräkningar visar att man under dessa förutsättningar med mycket god marginal kan hindra radioaktiva ämnen från att frigöras i mängder som överskrider gällande gränsvärden.

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 /7-2/. Det använda kärnbränslet kommer att anländas till djupförvaret inkapslat och inneslutet i transportbehållare som inte öppnas förrän på 500 meters djup. Vid transport och deponering bedöms inte några utsläpp av radioaktiva ämnen till vatten eller luft äga rum.

Med tanke på skyddade och värdefulla områden kommer antagligen lokaliseringen av djupförvarets huvudsakliga ovanjordsdel, driftområde 1, att medföra de största konsekvenserna, eftersom mark tas i anspråk för byggnader, upplag med mera. Arealbehovet för ovanjordsanläggningen, inklusive bergupplag, beräknas uppgå till maximalt 30 hektar (0,3 kvadratkilometer). Därtill kommer eventuella markbehov för anslutande väg och/eller järnväg. Om ovanjordsanläggningen lokaliseras i anslutning till befintlig infrastruktur blir arealbehovet mindre. Generellt kan det konstateras att flexibiliteten är stor vad gäller lokalisering och utformning av ovanjordsanläggningen, inte minst eftersom ovan- och underjordsdelen kan vara förskjutna upp till storleksordning någon mil i förhållande till varandra.

Beskrivning och värdering av en viss verksamhet kan göras 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 ett djupförvar kan medföra. I nästa skede, platsundersökningar på specifika platser i minst två kommuner, finns 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 hur samrådet ska utformas och genomföras inom djupförvarsprogrammet diskuteras närmare i FUD-program 98 /7-3/, avsnitt 2.4 i denna rapport samt i den underlagsrapport för ämnesområdet Mark och Miljö som tagits fram i förstudien /7-4/.

## **7.2 Bedömningsunderlag**

Information om skyddade och värdefulla områden för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv samt vattenförsörjning och planerad markanvändning inom Älvkarleby kommun har sammanställts och nyttjats för bedömning av möjligheterna att lokalisera, i första hand, djupförvarets ovanjordsanläggning /7-4/. Bland annat har den kommunala översiktsplanen /7-5/, annat material från kommunen 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, redovisas 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. Förstudien ger dels en översiktlig beskrivning och bedömning av kommunens och regionens miljösituation, dels uppmärksammas några mera begränsade områden där speciella miljöförhållanden kräver särskild hänsyn vid etablering av ett djupförvar.

I förstudien har möjlig miljöpåverkan från djupförvaret bedömts med utgångspunkt från nuvarande planer vad beträffar djupförvarets utformning, etablering och drift /7-4/.

## **7.3 Naturförhållanden samt skyddade och värdefulla områden**

Lokalisering av djupförvaret måste, som all industriell etablering, ta hänsyn till områden som är skyddade eller bedömts vara värdefulla att bevara. Inom Älvkarleby kommun är det främst områden för naturvård, friluftsliv och kulturmiljövård som har betydelse för lokalisering av ovanjordsdelarna.

### 7.3.1 Naturförhållanden

Landskapet i Norduppland präglas av en mycket flack urbergssyta. I den annars relativt låglänta terrängen ger den markanta Uppsalaåsen en speciell karaktär åt landskapsbilden. Uppsalaåsen, som är en av Sveriges största rullstensåsar, har bildats genom att material avlagrats från inlandsisens smältvatten. Åsen sträcker sig i nord-sydlig riktning genom kommunen och mynnar ut i havet vid Billudden. Landhöjningen, som i Älvkarleby kommun uppgår till cirka 60 centimeter per 100 år, är märkbar i det flacka kustområdet; sund växer igen, vikar avsnörs till sjöar och båthus måste så småningom flyttas närmare vattnet /7-6/. Det finns ett stort vetenskapligt intresse av att låta landhöjningsprocessen fortgå ostört för att följa vegetationens utveckling /7-7/.

Stora partier av länets norra kustområden är exponerade och saknar egentlig skärgård. Billudden utgör ett bra exempel på detta. Kusten nordost om Gårdskär är långgrund, vilket gör den svårtillgänglig för större fartyg. De grunda havsvikarna utgör naturligt näringsrika och ekologiskt värdefulla miljöer, som bland annat är viktiga för reproduktion och tillväxt av olika fiskarter /7-8/.

Kännetecknande för de norduppländska jordarterna är det rika inslaget av sedimentära bergarter, bland annat kalksten från Gävlebukten, som krossats ner till finare material 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 och starrarter /7-9/. I Älvkarleby kommun utgör dessutom sandiga jordar, som bildats genom havets bearbetning av Uppsalaåsen och moränlagren, ett karaktäristiskt inslag /7-10/. Dessa jordar värms lätt upp vilket påverkar den flora och fauna som finns i kommunen. Älvkarleby kommun ligger ungefär i höjd med den naturliga norrlandsgränsen, *limes norrlandicus*, där en gradvis förändring av klimatet sker och utbredningsområden för nordliga respektive sydliga arter möts. Kombinationen av de kalkrika, sandiga jordarna, kommunens läge inom området för den naturliga norrlandsgränsen samt variationen av naturtyper gör att Älvkarleby kommun hyser ett stort antal arter. Så många som ungefär 130 kärlväxter når sin nordligaste utpost inom Älvkarleby/Gävleområdet /7-11, 7-12/.

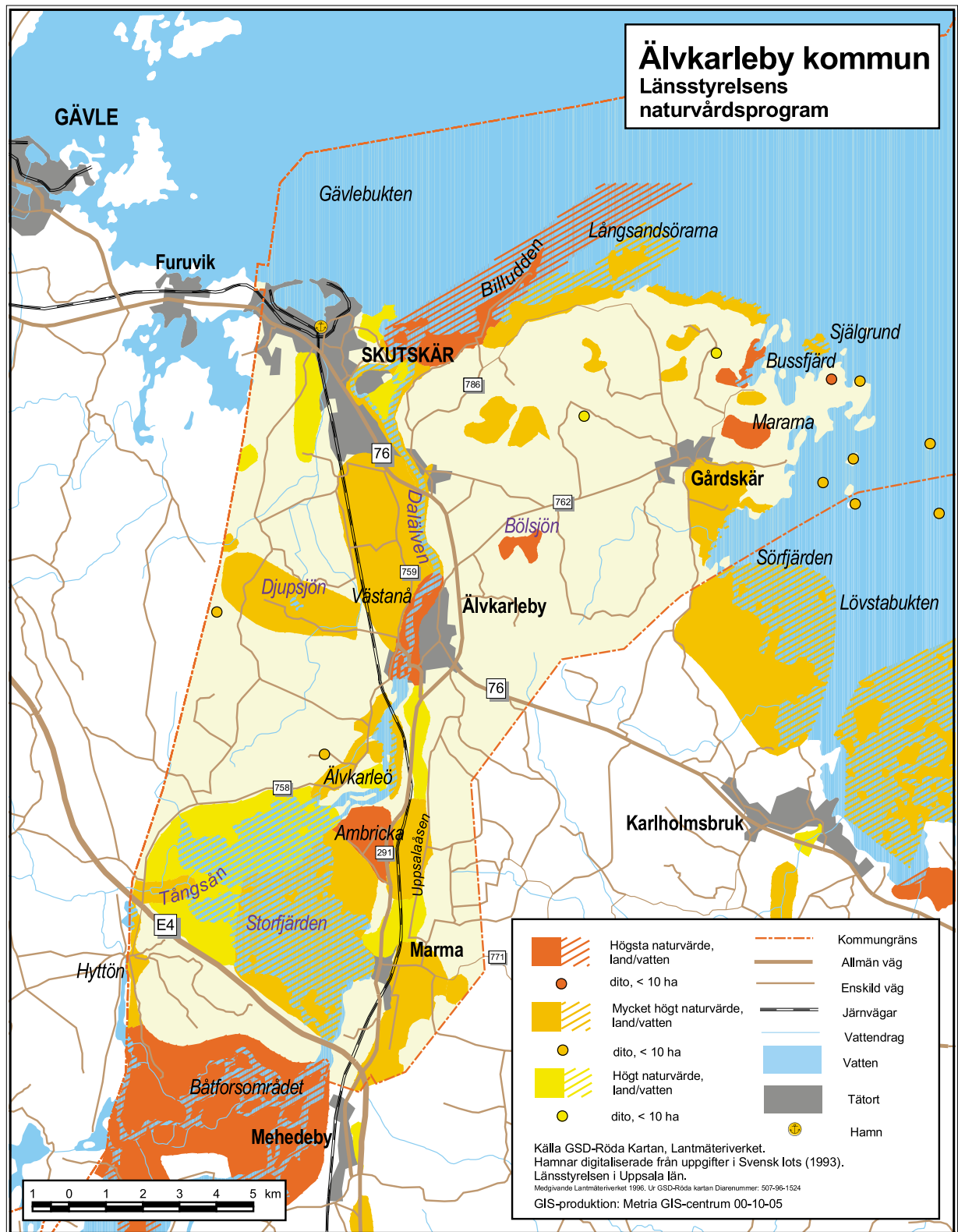
### 7.3.2 Naturvård

Kunskaper om naturvärden inom länet finns samlade i det så kallade naturvårdsprogrammet /7-13/ som länsstyrelsen har upprättat. Naturvårdsprogrammet baseras på olika naturvårdsinventeringar och redovisar de viktigaste områdena för naturvärden i tre klasser, se figur 7-1:

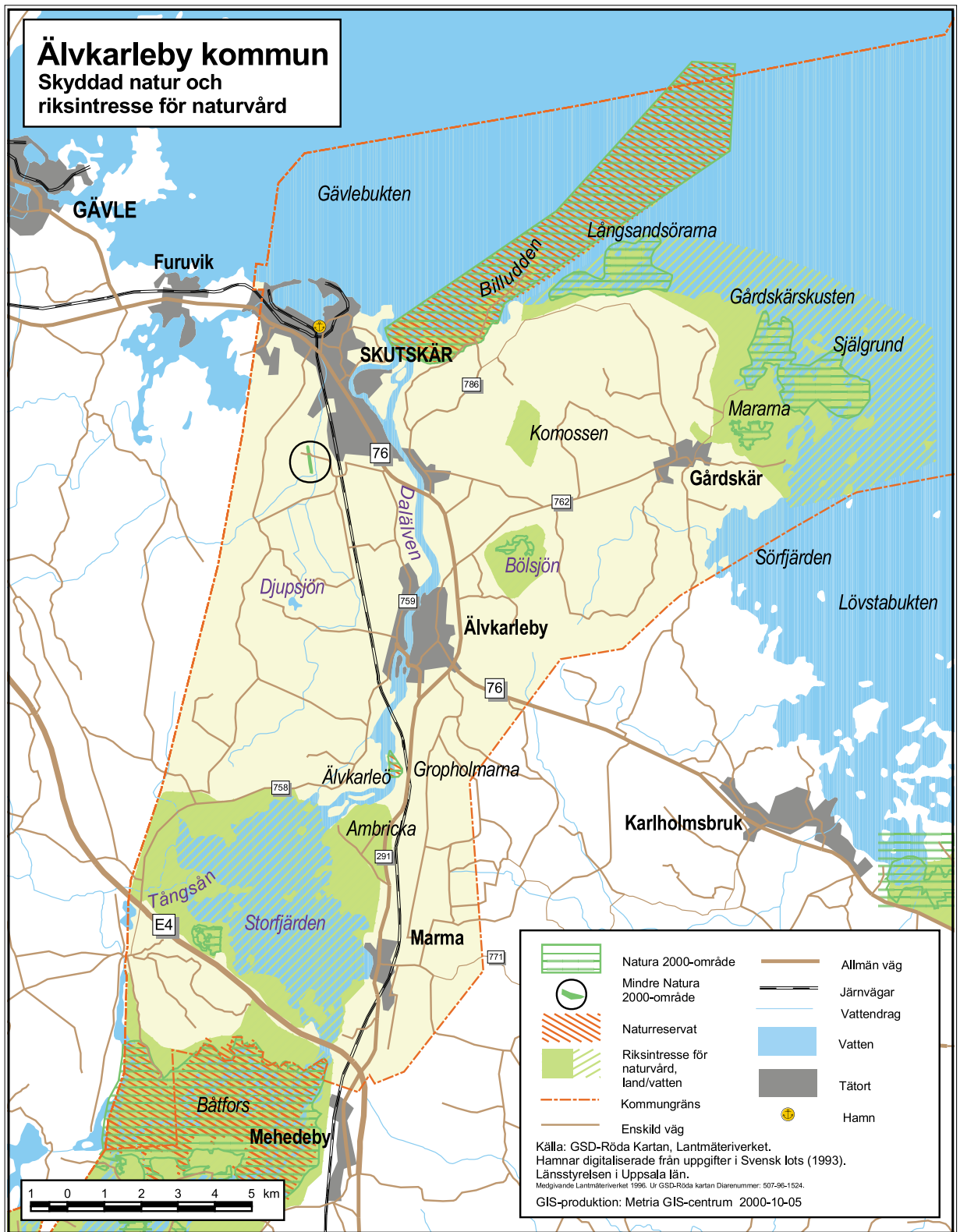
- Klass I, högsta naturvärde (röd).
- Klass II, mycket högt naturvärde (orange).
- Klass III, högt naturvärde (gul).

Bland de områden som bedöms ha de högsta naturvärdena återfinns skyddade naturområden enligt miljöbalken. I Älvkarleby kommun finns tre naturreservat, se figur 7-2. Dessa är Billudden, Gropholmarna samt delar av Båtforsreservatet.

Inom EU arbetar man med att skapa ett ekologiskt nätverk – Natura 2000 – av särskilt skyddsvärda arter och biotoper för att säkra den biologiska mångfalden. Hittills (oktober 2000) har nio områden i Älvkarleby kommun föreslagits att ingå i Natura 2000 /7-14/. De flesta Natura 2000-områdena är skyddade, till exempel som naturreservat, och intentionen är att samtliga områden ska ha någon form av skydd. Inrättandet av Natura 2000-områden är en fortlöpande process och ytterligare områden tillkommer allt eftersom.



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



*Figur 7-2. Skyddad natur och riksintresse för naturvården. Revidering av områden av riksintresse är inte avslutad (oktober 2000). Detta innebär att avgränsningar kan komma att ändras och att ytterligare områden kan tillkomma.*

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 Älvkarleby kommun är Storfjärden, Billudden och Gårdskärskusten, se figur 7-2. Revideringen av riksintressen inom Uppsala län är inte helt avslutad (oktober 2000), vilket innebär att avgränsningar kan komma att ändras och att ytterligare områden kan tillkomma /7-14/.

För att få bättre kunskap om vilka naturvärden som finns i skogarna och för att effektivare kunna skydda dessa områden har Skogsvårdsorganisationen genomfört en inventering av nyckelbiotoper på all privat skogsmark i landet, se figur 7-3. Skogsbolagen har själva ansvarat för inventeringen av sina marker. Nyckelbiotoper är huvudsakligen mindre skogsområden där man finner eller förväntas finna 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 biotopskyddsområden. Resultat från Skogsvårdsstyrelsens inventering på privatägd mark visar att nyckelbiotoper främst finns öster om Gårdskär och kring Bölsjön /7-15/. De resultat som hittills (oktober 2000) finns tillgängliga från Stora Ensos nyckelbiotopsinventering visar att nyckelbiotoper förekommer jämnt spridda i kommunens västra delar /7-16/, se figur 7-3. Korsnäs AB har inte avslutat sin inventering /7-17/.

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, kallas skog med höga naturvärden. Dessa områden har stor betydelse för att långsiktigt kunna bevara och bygga upp förutsättningarna för den biologiska mångfalden i skogen. Nyckelbiotoper och skogar med höga naturvärden återfinns ofta i anslutning till sjöar och vattendrag. I Älvkarleby kommun finns skogar med höga naturvärden i anslutning till nyckelbiotoper, se figur 7-3. Skogsbolagens inventering av skogar med höga naturvärden är inte avslutad (oktober 2000). I figur 7-3 redovisas tillgängliga resultat.

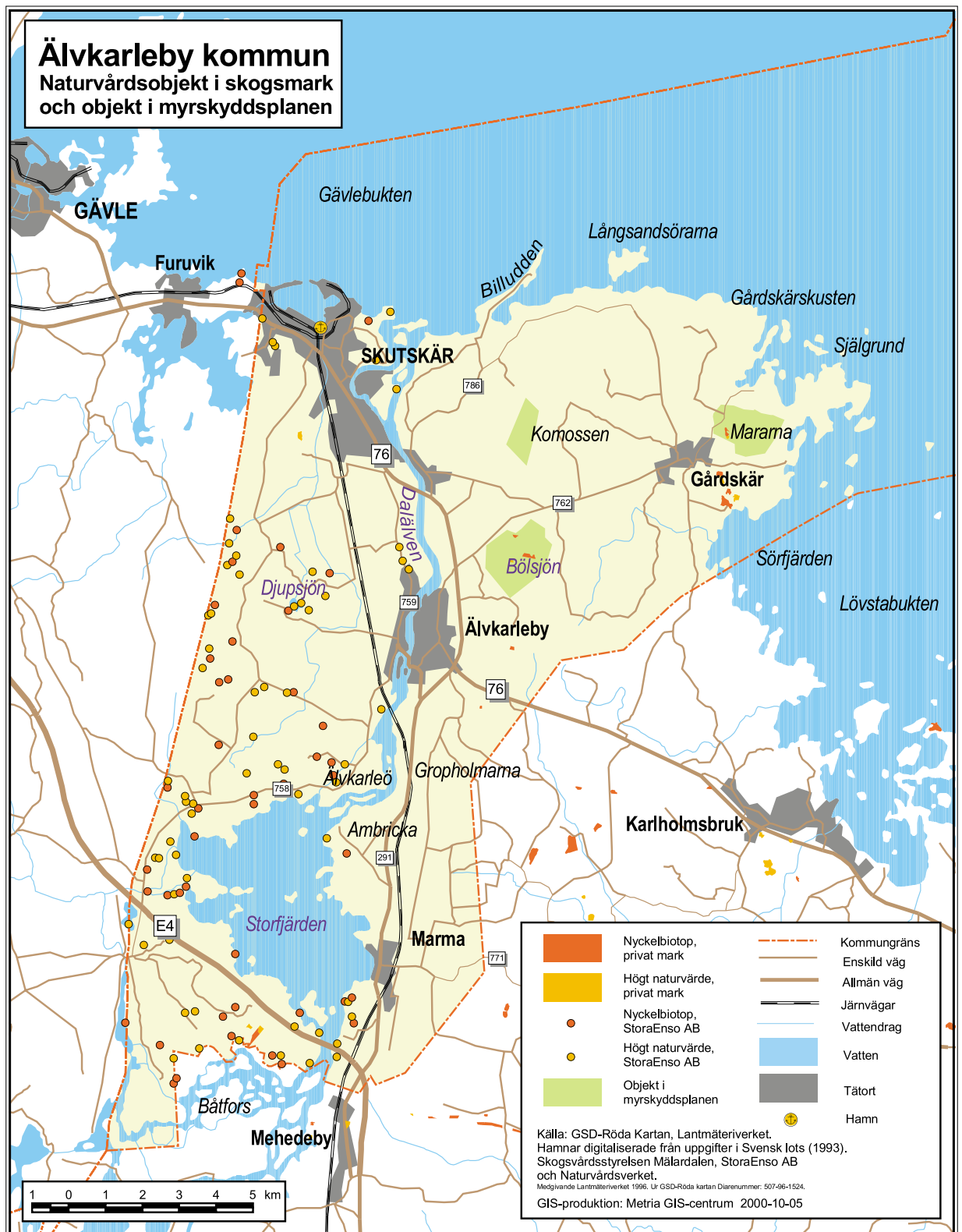
De områden som har klassats som nyckelbiotoper eller skog med höga naturvärden är viktiga naturmiljöer som i framtiden kan tänkas ingå i såväl naturvårdsprogram, riksintresseområden och naturreservat.

Landets mest värdefulla myrar har sammanställts av Naturvårdsverket i en nationell myrskyddsplan /7-18/. Urvalet baserar sig på den snart rikstäckande våtmarksinventeringen /7-9/. Myrskyddsplanen omfattar omkring 500 områden varav tre återfinns i Älvkarleby kommun: Mararna, Bölsjön och Komossen, se figur 7-3.

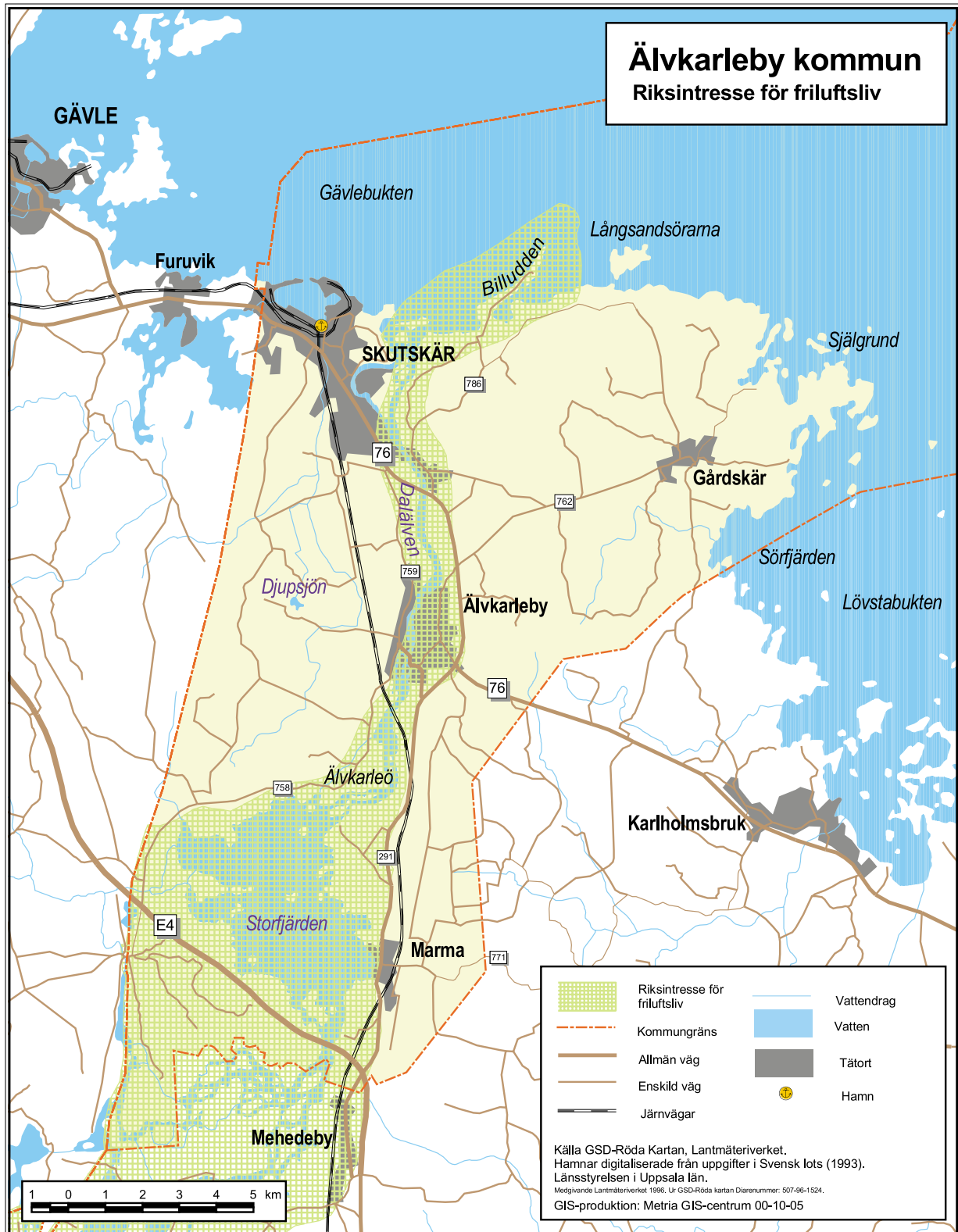
### **7.3.3 Friluftsliv**

Miljöbalkens tredje och fjärde kapitel omfattar områden som är av riksintresse för till exempel friluftslivet och områden där särskilda hushållningsbestämmelser gäller vid eventuell exploatering.

Områden av riksintresse för friluftslivet ska ha stora friluftsvärden på grund av särskilda natur- och kulturkvaliteter, variationer i landskapet och god tillgänglighet för allmänheten. I Sverige finns drygt 200 områden av riksintresse för friluftslivet varav delar av ett område, nedre Dalälvsområdet, finns i Älvkarleby kommun, se figur 7-4.



Figur 7-3. Nyckelbiotoper och skogar med höga naturvärden samt områden som ingår i den nationella myrskyddsplanen. Skogsbolagens sammanställning av nyckelbiotoper och skogar med höga naturvärden är inte slutförd (oktober 2000).



Figur 7-4. Riksintresse för friluftsliv.



I miljöbalkens fjärde kapitel anges ett antal områden där särskilda hushållningsbestämmelser gäller för att ta tillvara natur- och kulturvärden liksom turismens och friluftslivets intressen. Nedre Dalälvsområdet är ett sådant område, som i stort sammanfaller med det område som är av riksintresse för friluftslivet enligt miljöbalkens tredje kapitel, se figur 7-4. Detta område ingår i sammanställningen av skyddade och värdefulla områden, se figur 7-10.

### **7.3.4 Kulturmiljövård**

De skyddsvärda kulturmiljöerna i Älvkarleby kommun är väl inventerade och beskrivna. Områdena redovisas som riksintressen för kulturmiljövård /7-19/, i länets kulturmiljöprogram /7-20/ och i kommunens kulturhistoriska bebyggelseinventering /7-21/. Genom en nyligen genomförd inventering känner man numera till cirka 300 stenåldersboplatser i norra Uppland /7-22/. De flesta av dessa ligger i Älvkarleby kommun.

Det största gravfältet i kommunen är beläget i Västanå och består av ett hundratal gravar från yngre järnåldern /7-23/. Från 1500-talet och framåt ökade befolkningen snabbt och nya markområden togs i anspråk. Så småningom växte ett kulturlandskap fram med många miljöer värda att bevara, till exempel odlingslandskapet med sina traditionella byggnader, åkermarker med odlingsrösen och åkerholmar, ängs- och hagmarker, fornminnen samt bruksmiljöer och kyrkor. Fisket var en viktig binäring till jordbruket och är än idag kännetecknande för kommunen. Järnbruk, träindustri och vattenkraft är också karaktäristiska näringar av stor ekonomisk betydelse.

Områden av riksintresse för kulturmiljövården är ämnade att 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 /7-24/. Det finns cirka 1 700 områden av riksintresse för kulturmiljövården i landet, varav två inom Älvkarleby kommun, Marma läger och Älvkarlebyfallen, se figur 7-5.

### **7.3.5 Odlingslandskap**

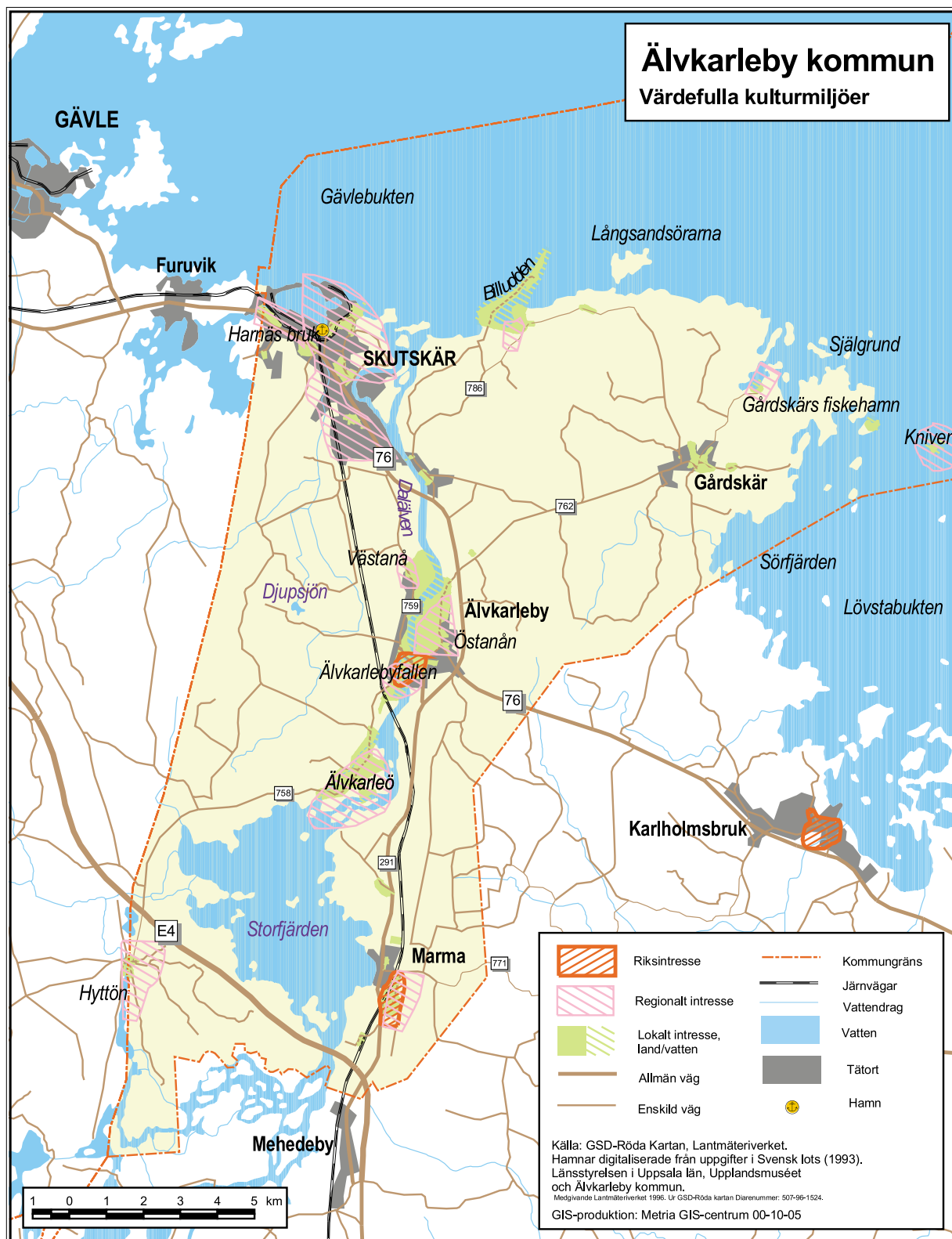
För att säkerställa bevarandet av ett representativt urval av Sveriges odlingslandskap har en nationell bevarandeplan för odlingslandskapet inrättats /7-25/. Huvudsyftet är att peka ut de ängs- och hagmarker samt värdefulla helhetsmiljöer i odlingslandskapet som är mest angeläget att bevara. Inga områden i Älvkarleby kommun ingår i bevarandeplanen.

### **7.3.6 Jord- och skogsbruk samt yrkesfiske**

Skogsbruket är av stor betydelse för kommunen, både för ekonomin och sysselsättningen. Stora Enso är den största skogsägaren i kommunen, andra ägare är Korsnäs AB, kyrkan, staten och mindre privata ägare /7-26/. I kommunens översiktsplan framhålls målsättningen att mångbruk bör bedrivas på skogsmarkerna i kommunen. Detta innebär att virkesproduktion, fauna, flora, friluftsliv och rekreation ska kunna samsas om skogsmarkerna.

Inom kommunen finns det större sammanhängande jordbruksområden i Överboda–Tegelbruket–Östanå samt i Gårdskärsområdet /7-5/. Dessutom finns ett antal mindre jordbruksområden i Bäckan, Svedden–Ambricka, Marma strand, Nysätter–Myrbo samt Klintesdal.

I havet utanför Dalälvens mynning finns ett område av riksintresse för yrkesfisket.



Figur 7-5. Värdefulla kulturmiljöer.

### **7.3.7 Vattenförsörjning**

Den kommunala dricksvattenförsörjningen baseras helt på grundvatten. De största grundvattenreservoarerna finns i Uppsalaåsen. Ett mark- eller vattenområde som utnyttjas, eller kan antas komma att utnyttjas, som vattentäkt kan förklaras som vattenskyddsområde. Inom kommunen finns tre vattenskyddsområden, Marma, Kronsågen och Östanån, se figur 7-6.

## **7.4 Miljövårdsarbetet i Älvkarleby kommun**

Ett övergripande nationellt mål för miljöarbetet 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) /7-27/. 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.

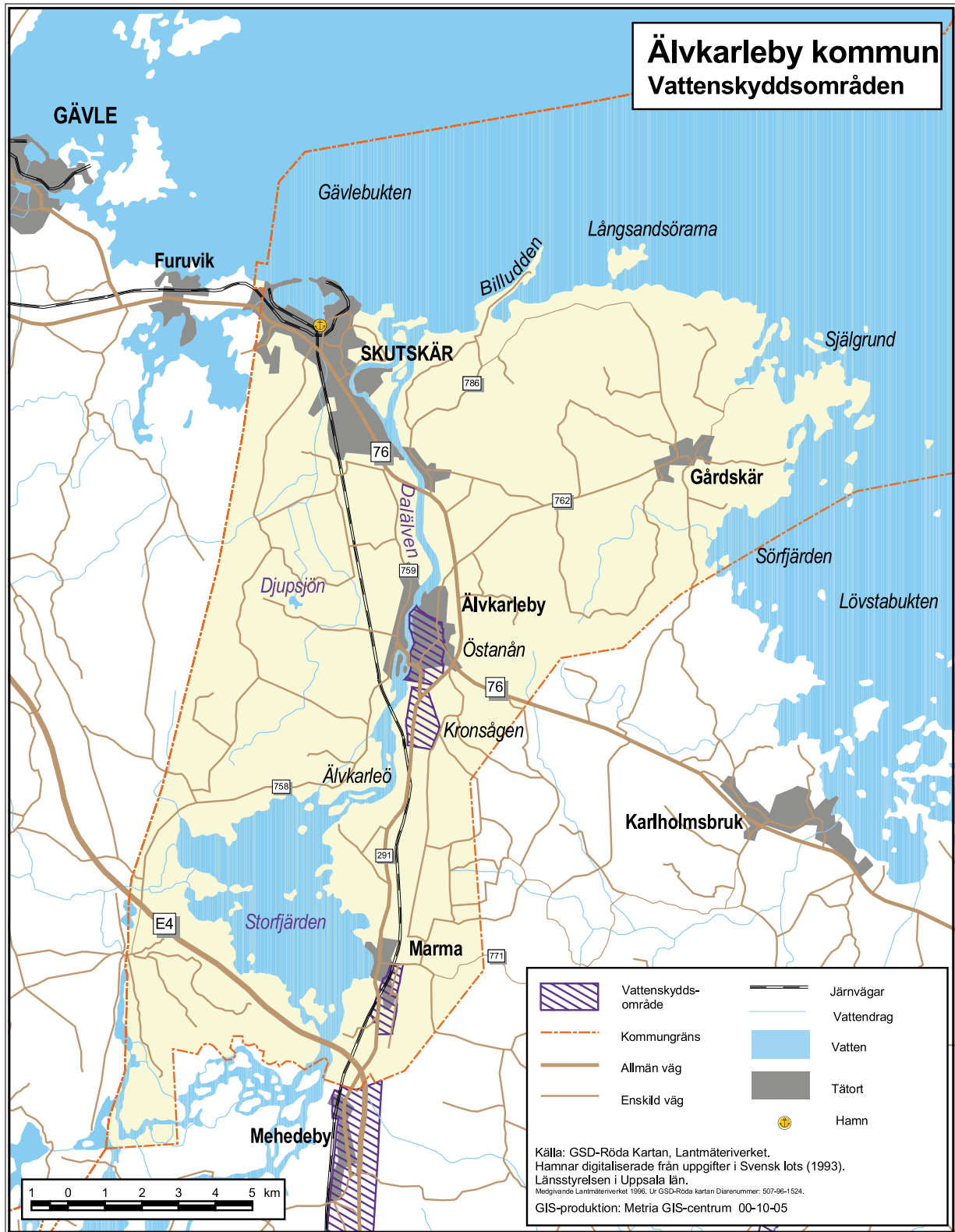
Länsstyrelsen har i sitt miljöarbete prioriterat sju av tretton hotbilder, vilka beskrivs i den regionala miljöanalysen /7-7/ som särskilt viktiga eller möjliga att åtgärda. Dessa är:

- 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**

Miljöarbetets inriktning i Älvkarleby kommun finns beskrivet i den miljöpolicy som antogs av kommunfullmäktige i november 1999 /7-26/. Underlag till kommunens Agenda 21-arbete finns redovisat i en arbetsbok där bland annat förslag till miljömål och exempel på åtgärder för att nå dessa redovisas /7-28/. De miljöproblem som behandlas i arbetsboken sammanfaller i stort med dem som prioriterats av länsstyrelsen.



Figur 7-6. Vattenskyddsområden.

### 7.4.3 Miljösituationen inom kommunen

Av de hotbilder som länsstyrelsen prioriterat i sitt miljövarsarbete är ”Påverkan av metaller” av störst betydelse för Älvkarleby kommun. Nedan kommenteras även situationen vad gäller övergödning och avfallshantering.

Miljösituationen i kommunen präglas till stor del av Dalälven och Östersjön. Generellt kan det konstateras att Gävlebukten i stora delar är öppen och att vattenomsättningen därför oftast är god ända in till fastlandet. Avsaknaden av skärgård och den goda vattenomsättningen ger god spridning av de lokala utsläppen, vilket gör att dessa i regel ger upphov till små effekter /7-29/.

#### **Prioriterade hotbilder**

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 av de metaller som är av särskild betydelse för hälsa och miljö, till exempel tungmetallerna bly, kvicksilver och kadmium. På grund av gruvhanteringen i Dalälvens avrinningsområde är koncentrationerna av framförallt zink, men även koppar, högre i Dalälvens mynningsområde än vad som är normalt för svenska kustområden. Under 1990-talet har dock halterna av flera metaller minskat i nedre Dalälven, tack vare de åtgärder som vidtagits i Faluområdet för att minska utläckaget av metaller från gamla gruvavfallsupplag /7-30/. Zinkhalten i Dalälven är dock alltså hög i jämförelse med andra vattendrag i södra och mellersta Sverige, medan halterna av koppar, bly och kadmium ligger på ungefär samma nivå /7-31/.

När det gäller kvicksilver och radioaktivt cesium i konsumtionsfisk visar en undersökning från början av 1990-talet /7-32/ att halterna för många sjöar i Uppsala län översteg Livsmedelsverkets gränser för saluförbud. Av de undersökta sjöarna återfinns en i Älvkarleby kommun, Djupsjön, där fisken hade höga halter av såväl kvicksilver som cesium. Verksamheten vid Skutskärs Bruk har genom åren orsakat utsläpp av metaller, bland annat kvicksilver, vilket gett upphov till förorenade områden. Kviksilverförorenad mark redovisas nedan i avsnittet ”Områden särskilt belastade av föroreningar” och illustreras i figur 7-8.

Övergödning av sjöar, vattendrag och hav orsakas av en alltför stor tillförsel av växtnärsämnen fosfor och kväve till följd av mänsklig aktivitet. I länsstyrelsens miljöanalys konstateras att övergödning av hav, sjöar och vattendrag samt markområden är omfattande i länet. Vidare framhåller länsstyrelsen att det för länets del, med sina grunda och näringsrika sjöar och skärgårdsområden, är mycket angeläget att utsläppen av näringsämnen minskar /7-7/. Trots att Dalälvens kväve- och fosforbelastning till Gävlebukten är mycket hög, liksom fosforbelastningen från Skutskärs Bruk, kan näringsnivån i Gävlebukten generellt karakteriseras som låg /7-29/. Detta beror på god vattenomsättning i Älvkarleby kommuns kustområde /7-14/. Övergödningssituationen är betydligt allvarligare i de närliggande kommunerna Tierp och Östhammar.

Avfall utgör en stor källa för spridning av miljöfarliga ämnen. För att öka hushållningen med naturresurser fordras att avfallet ses som en resurs för materialåtervinning och energiutvinning, det vill säga att kretsloppen vidareutvecklas. En stor del av det hushållsavfall som uppkommer inom kommunen skickas till Uppsala för förbränning vid Uppsala Energi AB. Den kommunala avfallsanläggningen Dragmossen, vilken ligger öster om Älvkarleby tätort, används i första hand för deponering av grovavfall. Lakvatten från deponin pumpas till Skutskärs avloppsreningsverk och bidrar till förorening av avloppsslammet /7-28/. Vid Skutskärs Bruk uppkommer stora mängder avfall. Det avfall som numera deponeras på brukets egen deponi, Bultbotippen, utgörs i huvudsak av kalkhaltigt avfall som kalkgrus och svartslam samt aska från förbränning av biobränsle /7-7/.

### **Icke prioriterade hotbilder**

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

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

Vad gäller nyttjandet av ändliga naturresurser inom kommunen intar grusåsarna en särställning. Åsarna är rika på kulturminnen, har en värdefull natur och är attraktiva för friluftslivet. Ur åsarna tas också den största delen av dricksvattnet. Kommunens inställning är att grustillgångarna ska nyttjas sparsamt och att andra material (bergkross och schaktmassor) ska användas istället när så är möjligt /7-28/.

### **Strålning**

En annan aspekt av intresse i samband med förvaring av använt kärnbränsle är joniserande strålning, som kan 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 från naturlig bakgrundsstrålning.

En stor källa till radioaktivt cesium i Sverige är det radioaktiva utsläpp som blev följden av olyckan vid kärnkraftverket i Tjernobylen den 26 april 1986. Upp till 10 % av den totala mängden radioaktivt cesium som släpptes ut i atmosfären föll ned på svensk mark /7-32/. I Sverige blev Västernorrlands och Gävleborgs län mest drabbade men även Uppsala län berördes, se figur 7-7. Vid tiden närmast efter Tjernobylolyckan, när det radioaktiva stofmolnet passerade över Uppsala län, dominerades vädret av lokala regnskurar. Detta resulterade i stora lokala variationer i den mängd radioaktivitet som deponerades på marken /7-32/.

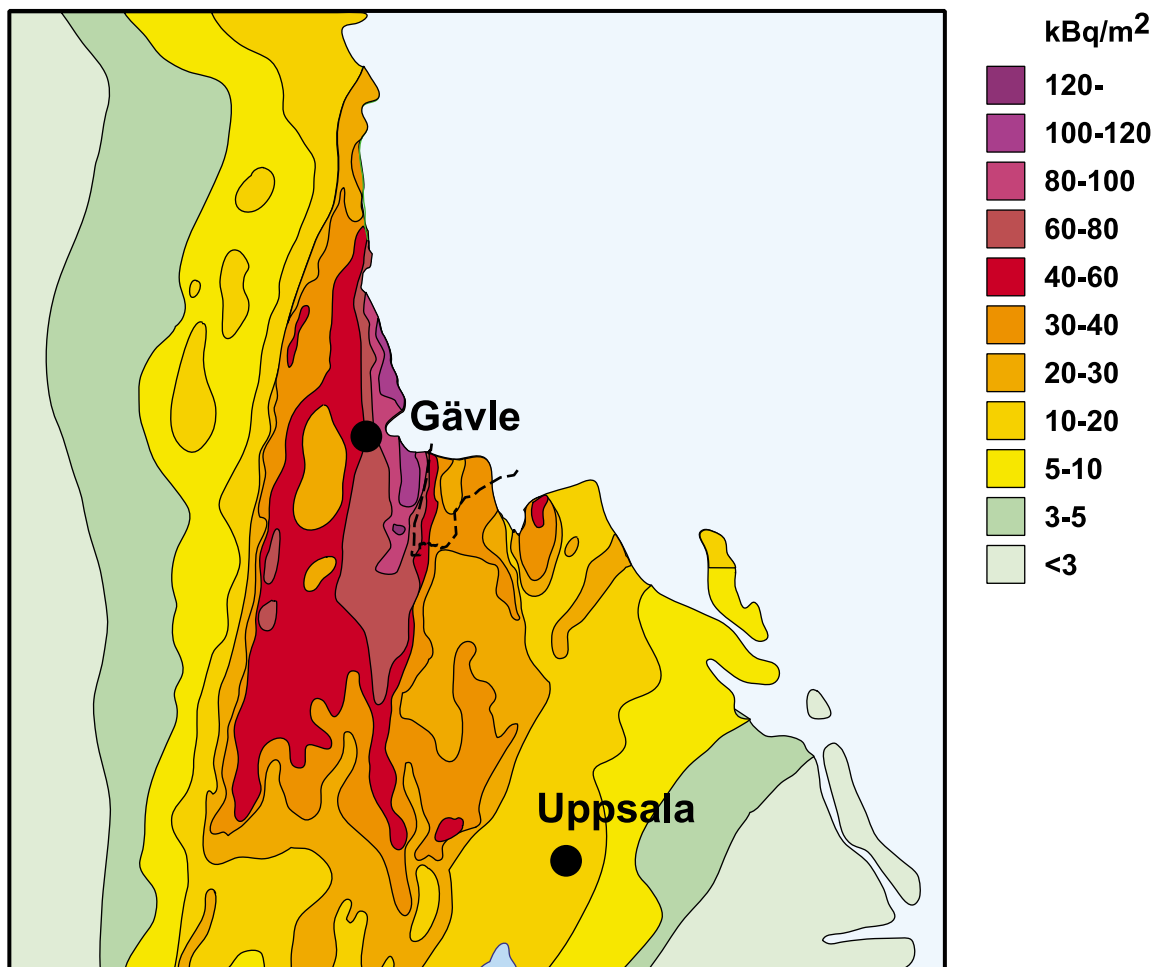
Halten av radioaktivt cesium i konsumtionsfisk analyserades i början av 1990-talet /7-32/. Resultaten visar att de högsta halterna återfinns i länets nordvästra del. Detta stämmer väl överens med spridningsmönstret för cesiumnedfallet efter Tjernobylolyckan, se figur 7-7.

Mätningar av radioaktivt cesium, i svamp, fisk och vilt, har utförts genom kommunens försorg till och med år 1995. De flesta mätningarna gjordes på kött från älg och rådjur. Resultaten visar att halten i kött från rådjur var cirka 1 600 becquerel per kilo och från älg cirka 800 becquerel per kilo. Dessa värden kan jämföras med saluförbudsgränsen, som är 1 500 becquerel per kilo /7-26/.

### **Miljöfarliga verksamheter, täkter och nyligen nedlagda verksamheter**

Vissa typer av miljöfarlig verksamhet får inte bedrivas utan att en tillåtlighetsprövning enligt miljöbalken skett. Verksamheter med beteckningen A får inte bedrivas utan tillstånd av miljödomstol. Beteckningen B står för verksamheter som kräver tillstånd av länsstyrelsen för att få bedrivas. Verksamheter med beteckningen C, slutligen, får inte bedrivas utan anmälan till den kommunala nämnd som fullgör uppgifter inom miljö- och hälsoskyddsområdet.

Inom Älvkarleby kommun finns för närvarande (oktober 2000) en A-anläggning (Stora Enso, Skutskärs Bruk), elva B-anläggningar och cirka 15 C-anläggningar /7-14, 7-26/.



*Figur 7-7. Nedfall av cesium-137 efter Tjernobylolyckan. Figuren är baserad på karta från Sveriges Nationalatlas /7-33/. I figuren har Älvkarleby kommun markerats.*

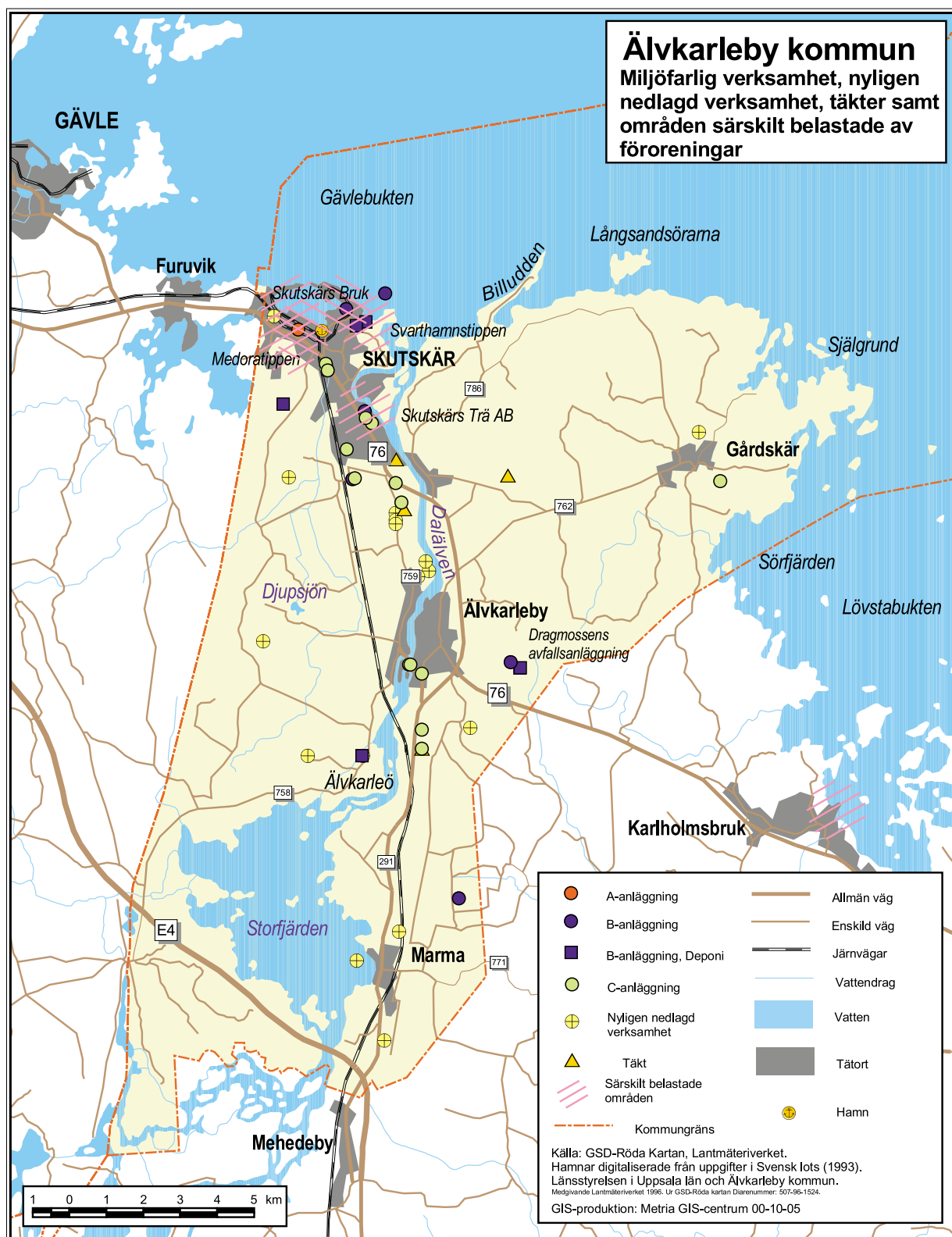
Bland B-anläggningarna återfinns deponier, kommunens avfallsanläggning (Dragmossen) och Marma skjutfält. Bland C-anläggningarna återfinns avloppsreningsverk, en motorsportbana och bildemontering.

Lokaliseringen av miljöfarliga verksamheter, inklusive grus- och bergtäkter, samt nyligen nedlagda verksamheter har markerats i figur 7-8.

### **Områden särskilt belastade av föroreningar**

Inom kommunen finns områden som är särskilt belastade av föroreningar från tidigare industriella verksamheter, se figur 7-8.

Verksamheten vid Skutskärs Bruk har genom åren givit upphov till utsläpp av metaller, framförallt kvicksilver. Till och med år 1977 användes kvicksilver vid kloralkalifabriken. Detta har resulterat i höga kvicksilverhalter vid själva fabriken, i hamnbassängens sediment samt vid deponin i Medora. Eventuellt har metallhaltigt avfall även lagts på deponin i Svarthamn.



Figur 7-8. Miljöfarlig verksamhet, nyligen nedlagd verksamhet, täkter samt områden särskilt belastade av föroreningar.



Vid Skutskärs Trä AB har träimpregnering ägt rum sedan år 1962. Undersökningar har påvisat höga halter av arsenik i de ytliga marklagren. Området, som gränsar till Bodaån, är ekologiskt känsligt och av intresse för friluftslivet. Skutskärs sågverk låg i anslutning till Skutskärs Bruk. Omfattande impregneringsverksamhet förekom vid sågverket under lång tid, men avslutades år 1962. All transport av föroreningar från den verksamheten sker och har skett till hamnbassängen /7-34/.

## **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 i samband med platsundersökningarna.

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

Verksamheten vid djupförvarets ovanjordsdel bedöms inte ge upphov till miljöfarliga restprodukter. Avloppsvattnet 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 vid underjordsanläggningen. 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 av 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 anläggningsskedet, 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 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 att bygga in krossverk och andra anordningar.

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 radon som förekommer naturligt i vissa bergarter. Det kan föras upp till markytan med ventilationsluften.

En stor del av luftutsläppen härrör från transporter, till exempel avgaser, damm och andra partiklar. Dammspridningen bedöms bli måttlig, eftersom omfattningen av transporter blir så stor att det är rimligt att förutsätta att vägar och andra körytor blir belagda. Avgaserna, både från bilar, fartyg och dieseldrivna 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 förvaret 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 spridningen av kemiskt giftiga ämnen /7-35/. Vad som händer vid extraordinära förhållanden, exempelvis vid en eventuell deponering av en felaktig kapsel, studeras i säkerhetsanalyser /7-1/.

### **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 åtgärder 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. I samband med tillståndsprövningen kommer erforderlig rening av länsvatten att fastställas.

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.

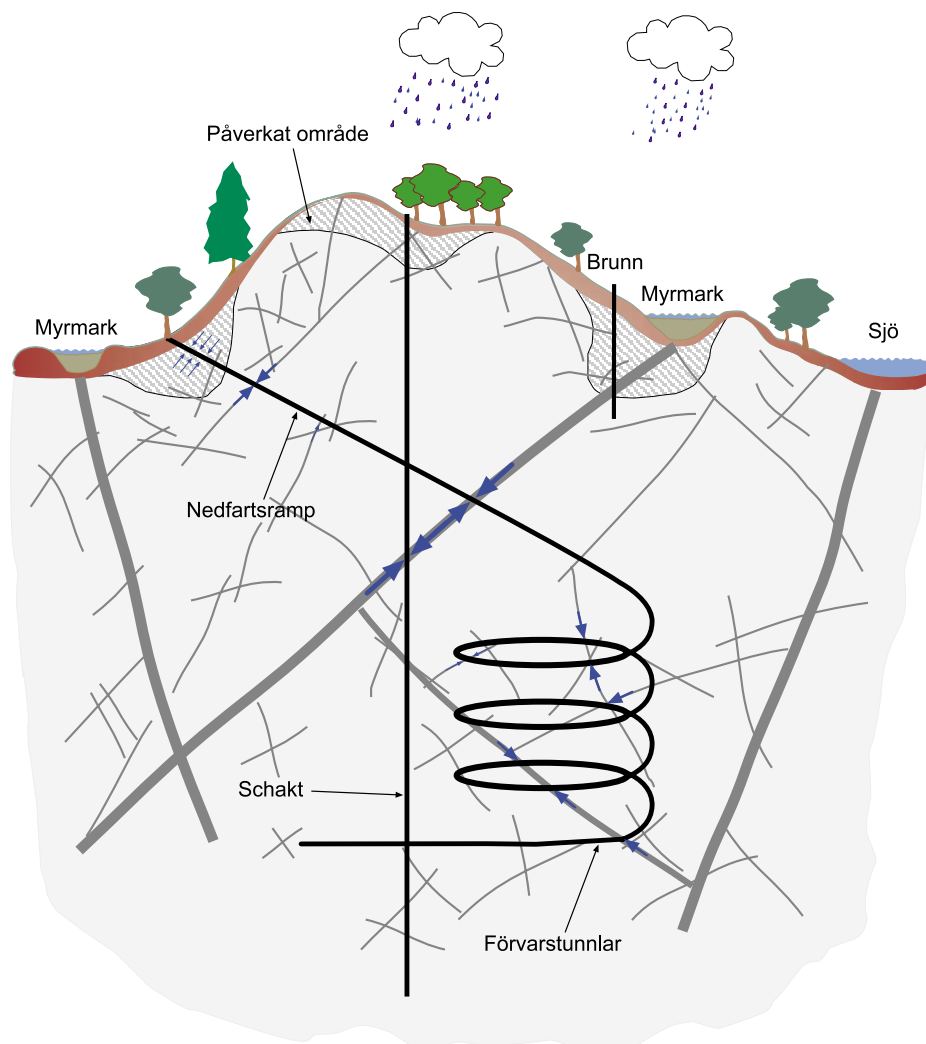
Valet av tätningsmedel vid injektering av berget i tunnlar är viktigt. Genom val av lämpliga tätningsmedel kan man undvika att vattnet förorenas av ämnen med okänd miljöpåverkan och för vilka obeprövad och komplicerad reningsteknik krävs.

Djupförvarets ovanjordsdel bedöms ge upphov till avloppsvatten av ungefär samma karaktär som till exempel det från ett verkstadsföretag. Vid en lokalisering av ovanjordsanläggningen på stort avstånd från befintlig VA-anläggning, krävs en avloppsreningsanläggning jämförbar i storlek med vad som behövs 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 avsänkningen blir beror således på förekomsten av vattenförande sprickor och spricksystem samt omfattningen av genomförda tätningåtgärder. De områden där det ytliga grundvattnet i jordlager och berggrund kan tänkas bli påverkat av ett djupförvar illustreras i figur 7-9. Avsänkningen kvarstår så länge tunnelsystemet läns pumpas.



**Figur 7-9.** 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.

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, bergssalar och transporttunnlar samt nedfartsrampens och schaktets undre delar, kommer i första hand att påverka det djupare berggrundvattnet.

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 kan huvudsakligen ske i anslutning till tunnelpåslag och schakt eller vid vattengenomsläppliga sprickzoner. 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 /7-36/. Baserat på erfarenheter från liknande anläggningar bedöms dock påverkan på växtligheten bli måttlig, eller obefintlig, och i första hand vara lokaliserad till de markområden som ligger i anslutning till schakt och tunnelpåslag /7-37/. En annan möjlig effekt av grundvattensänkningen 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 nordöstra Uppland påträffas salt grundvatten relativt ofta i bergborrade brunnar. Salt grundvatten har även påträffats i Finnsjöområdet, Forsmark och i Dannemora. Läns-pumpningen av djupförvaret kan medföra att fördelningen av salt och sött grundvatten i berggrunden kring ett förvar 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 grundvattensänkningen.

### **Lakning från bergmassor**

De bergmassor som tas upp kan läggas på ett tillfälligt upplag i anslutning till ovanjordsanläggningen. Eftersom bergmassorna består av krossad granit, utan några höga halter av tungmetaller, förväntas lakvattnet inte påverka 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 /7-38/.

#### **7.5.4 Buller, vibrationer och ljussken**

Trafiken till och från djupförvaret ger 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**

Verksamheten vid ovanjordsanläggningen liknar till stora delar verksamheten vid verkstads- och gruvföretag. 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. Miljökonsekvenserna av sådana olyckor blir i första hand brandrök och utsläpp av olja/drivmedel eller annan kemikalie.

#### **7.5.6 Hushållning med naturresurser**

Främst vid anläggandet av ovanjordsdelen kommer grus, schaktmassor, betong med mera att förbrukas. En del av de schaktmassor som behövs kan finnas på platsen, men tas i övrigt från närliggande grus- eller bergtäkter.

En del av bergmassorna från djupförvarets underjordsdel läggs troligen upp ovan jord för att senare användas för återfyllning och förslutning av förvaret. Överskottet kan avyttras för annan användning. Både länsstyrelsen och kommunen har som inriktning att försörjningen av grus i högre grad ska baseras på alternativ till naturgrus. 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. Bentoniten liksom de material och ämnen som används till inkapsling av kärnbränslet – bland annat 35 000 ton koppar och stora mängder järn får, förutom själva bränslet, i och med deponeringen i djupförvaret anses vara förbrukade naturresurser. Förbrukningen av koppar vid normal drift, det vill säga vid deponering av i 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**

Djupförvarets ovanjordsdel och den verksamhet som bedrivs där kan påverka området ur naturvårdssynpunkt. Verksamheten vid djupförvarets ovanjordsdel 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, till exempel om ovanjordsdelarna placeras i ett kuperat landskap. Det är väsentligt att ovanjordsdelens byggnader anpassas till den befintliga kulturmiljön på ett bra sätt, så att inte landskapsbilden påverkas negativt.

Verksamhetens karaktär vid ett djupförvar och den stora flexibiliteten i utformning och lokalisering av anläggningsdelarna ovan jord innebär att det finns goda möjligheter att ta hänsyn till friluftslivets intressen. Det är dock viktigt att notera att verksamheten vid djupförvaret kan komma att påverka friluftslivets intressen utanför själva anläggningen genom till exempel ljussken och buller.

## 7.5.8 Återställande och långsiktig miljöpåverkan

Byggande och drift av djupförvaret beräknas pågå under totalt cirka 50 år. Efter förslutningen av förvaret är det möjligt att återställa platsen till ett skick som är likt det ursprungliga. Den naturliga grundvattennivån återställs efterhand, en process som kan ta några tiotals 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 användning när verksamheten upphört kommer att beaktas i lokaliseringsarbetet.

Beräkningar har utförts för att förutsäga temperaturutvecklingen i djupförvarets omgivning /7-39/. Vid bergytan (markytan) beräknas temperaturökningen aldrig överstiga någontiondels grader. Denna temperaturökning förväntas inte ge några konsekvenser på områdets djurliv eller växtlighet.

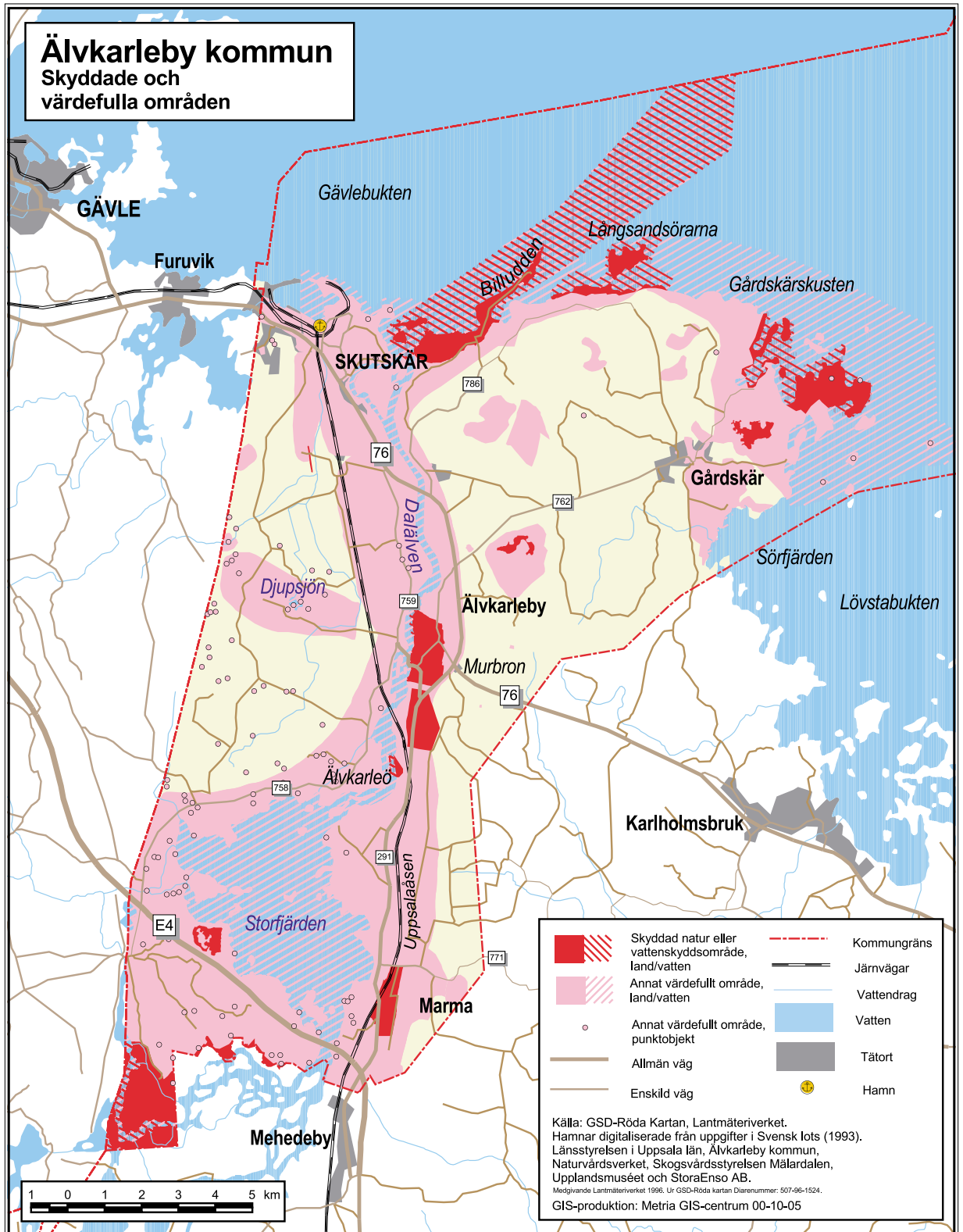
Inga restriktioner för markanvändningen behövs på den återställda platsen med undantag för förbud mot djupborrning vid underjordsdelen. Platsen bör märkas ut samtidigt som information om förvarets existens och innehåll arkiveras på ett sådant sätt att den inte förstörs. Principer för informationsbevarande i samband med förvaring av kärnavfall har utarbetats i en nordisk arbetsgrupp /7-40/ och av det internationella atomenergiorganet IAEA /7-41/.

## 7.6 Bedömning av lokaliseringspotential

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

I figur 7-10 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.

De områden som har starkast skydd är markerade med röd färg på kartan. Dessa utgörs av naturreservat, Natura 2000-områden och vattenskyddsområden. Områden som är värdefulla för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv är markerade med rosa färg. Dessa utgörs av nyckelbiotoper, skogar med höga naturvärden, områden som ingår i den nationella myrskyddsplanen, riksintressen för naturvård, områden som ingår i länsstyrelsens naturvårdsprogram, värdefulla kulturmiljöer (riks-, läns- och lokalintresse), riksintressen för friluftsliv samt områden av riksintresse för turism och friluftsliv enligt miljöbalkens fjärde kapitel. I figur 7-10 har Stora Ensos nyckelbiotoper och skogar med höga naturvärden samt områden som ingår i länsstyrelsens naturvårdsprogram och är mindre än tio hektar illustrerats schematiskt med cirklar.



*Figur 7-10. Sammanställning av skyddade och värdefulla områden för naturvård, kultur- miljövard, friluftsliv och vattenförsörjning.*

Djupförvarets ovanjords- och underjordsdelar ska inte lokaliseras till de områden som är markerade med röd färg i figur 7-10, det vill säga naturreservat, Natura 2000-områden eller vattenskyddsområden. Av figuren framgår att röda områden finns inom följande större sammanhängande områden:

- Dalälvsområdet.
- Kust- och skärgårdsområdet.
- Uppsalaåsen.

I Älvkarleby kommun återfinns mark som är klassad som riks-, läns- eller lokalintressant (rosa färg i figur 7-10). I dessa områden finns värden som fordrar särskild hänsyn.

Det skulle vara möjligt att lokalisera djupförvaret till Älvkarleby kommun utan att komma i konflikt med de skyddade och värdefulla områden som redovisas i figur 7-10. Som framgår av kapitel 5 är dock berggrunden i Älvkarleby kommun komplex, inhomogen och förhållandevis rik på sprickor. Det skulle därför krävas omfattande undersökningar, inklusive borrhningar, för att med tillräcklig säkerhet kunna bedöma om berggrunden är lämplig för ett djupförvar. Ytterligare undersökningar är dock för närvarande inte aktuella i Älvkarleby kommun. Om det skulle bli aktuellt att etablera djupförvaret i Tierp är ett alternativ att ta in det använda kärnbränslet och bentonitleran via hamnen i Skutskär för vidare transport via järnväg till lämpligt område i Tierps kommun. Då erfordras viss utbyggnad av hamnen och spåranläggningarna i Skutskär. Dessa anläggningsarbeten, samt de transporter som i så fall skulle ske inom Älvkarleby kommun, måste genomföras med hänsyn till de skyddade och värdefulla områden som redovisas i figur 7-10.



## 8 Samhällsaspekter

I detta kapitel beskrivs Älvkarleby kommun och dess förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar ur ett samhällsperspektiv. En beskrivning och analys görs av befolkningsutveckling, näringsliv, arbetsmarknad, kommunens verksamhet och av ekonomi, kommunikationer, turism med mera. Av detta material framgår att Älvkarleby kommun har goda samhällseliga förutsättningar för en djupförvarsetablering. En etablering bedöms ge positiva effekter på sysselsättningen och minska arbetslösheten i kommunen medan effekterna på den långsiktiga befolkningsutvecklingen bedöms bli marginella. Turism och besöksnäring skulle sannolikt gynnas av en etablering.

### 8.1 Inledning

Lokaliseringen av 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 samt näringslivs- och arbetsmarknadsfrågor.

Samhällsaspekterna spänner över ett vitt fält av frågor och berör olika nivåer i samhället. Ett av dessa viktiga områden är vilka effekter en djupförvarsetablering kan få på sysselsättning, ekonomi och samhällsutvecklingen i sin helhet.

Det är ofrånkomligt att en bedömning 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 subjektiva bedömningar från de delutredningar som har genomförts.

### 8.2 Bedömningsunderlag från förstudien

#### 8.2.1 Allmänt

Samhällsutredningarna inom ramen för förstudien har i första hand rört Älvkarleby kommun. I flera fall har även regionala aspekter belysts.

Förstudien har omfattat prognoser och andra bedömningar av den framtida samhällsutvecklingen i kommunen, såväl med som utan en djupförvarsetablering. Dessa bedömningar kan sammanfattningsvis sägas vara grundade på tre delar:

- Nulägesbeskrivning och historisk återblick.
- Bedömningar av ett djupförvars effekter på samhällsutvecklingen.
- Prognoser över befolknings- och sysselsättningsutvecklingen, oberoende av en eventuell djupförvarsetablering.

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, kan göras med god precision.

Den andra delen, det vill säga djupförvarets effekter på bland annat befolkningsutveckling, sysselsättning och näringsliv, kan också bedömas någorlunda väl, eftersom man kan nyttja de omfattande erfarenheter som finns från andra projekt samt de planer som finns för djupförvaret. En förutsättning är givetvis att djupförvaret byggs och drivs enligt de planer som använts som underlag.

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 århundradet. Den långa prognostiden – cirka 50 år – är nödvändig för att innefatta de direkta och indirekta effekter som kan förutses före, under och efter planering, etablering, drift och eventuellt förslutning av djupförvaret. 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 ett djupförvar skulle påverka samhället. Allmänna erfarenheter har därför sammanställts, dels från etableringar av kärnteknisk verksamhet och dels från andra etableringar, som genom verksamhetens art varit kontroversiella. Dessa erfarenheter kan belysa effekter som i övrigt är svåra att bedöma, bland annat påverkan på besöksnäringen och fastighetspriser. Östhammars och Oskarshamns kommuner, som redan idag har en omfattande kärnteknisk verksamhet, kan i flera fall tjäna som referenser.

Det finns tydliga likheter i bland annat anläggningstyp och personalbehov mellan den planerade djupförvarsanläggningen och en större gruvetablering. Det finns också avgörande skillnader, till exempel i verksamhetsmål och planeringshorisont. Jämförelsen är dock intressant att göra.

## 8.2.2 Utredningar

Uppläggningsen av utredningsarbetet diskuterades inledningsvis med kommunen varefter ett utredningsprogram utformades som omfattar följande delutredningar:

- "Omvärldsanalys för Älvkarleby kommun" /8-1/ som behandlar kommunens förutsättningar för ett djupförvar och utvecklingsmöjligheter med tonvikt på näringsliv, kommunal verksamhet och ekonomi. Utredningen har genomförts av EuroFutures AB.
- "Djupförvar i Älvkarleby kommun – socioekonomiska konsekvenser" /8-2/ som har genomförts av Inregia AB och behandlar framförallt befolknings- och sysselsättningsutvecklingen med och utan ett djupförvar i kommunen.

Vidare refererar förstudien till tidigare gjorda utredningar rörande bland annat besöksnäringen och eventuella konsekvenser av en djupförvarsetablering för denna näring:

- "Turismen i Oskarshamn med eller utan djupförvar" /8-3/ har genomförts av högskolan i Kalmar och omfattar bland annat enkätundersökningar om turism och kärnteknisk verksamhet.
- "Turism och besöksnäring i Tierp. Hot och möjligheter med ett djupförvar av använt kärnbränsle" /8-4/ har genomförts av EuroFutures AB och EBS Invent. Utredningen behandlar bland annat omfattningen av turism och besöksnäring i Tierp, samt en genomgång av tidigare generella utredningar inom området som kan gälla för alla förstudiekommuner.

- ”Påverkan på småhusmarknaden på grund av närheten till kärntekniska anläggningar” /8-5/ har genomförts av SVEFA Svensk Fastighetsvärdering AB. Utredningen behandlar kärntekniska anläggningars eventuella påverkan på fastighetspriser.
- ”Att deponera kärnavfall – Hot eller lokal utvecklingsmöjlighet?” /8-6/ utförd av Tekniska Högskolan i Luleå.

Förstudien refererar också till följande utredningar:

- ”Tredimensionella aspekter rörande åtkomst av mark för djupförvar” /8-7/ som har genomförts av Alrutz´ Advokatbyrå AB. Utredningen behandlar äganderättsliga frågor vid en djupförvarsetablering.
- ”Referenser från större anläggningsprojekt” /8-8/ utförd av Vattenfall Energisystem AB. Studien redovisar översiktligt utvecklingen i några kommuner där större industrietableringar skett.

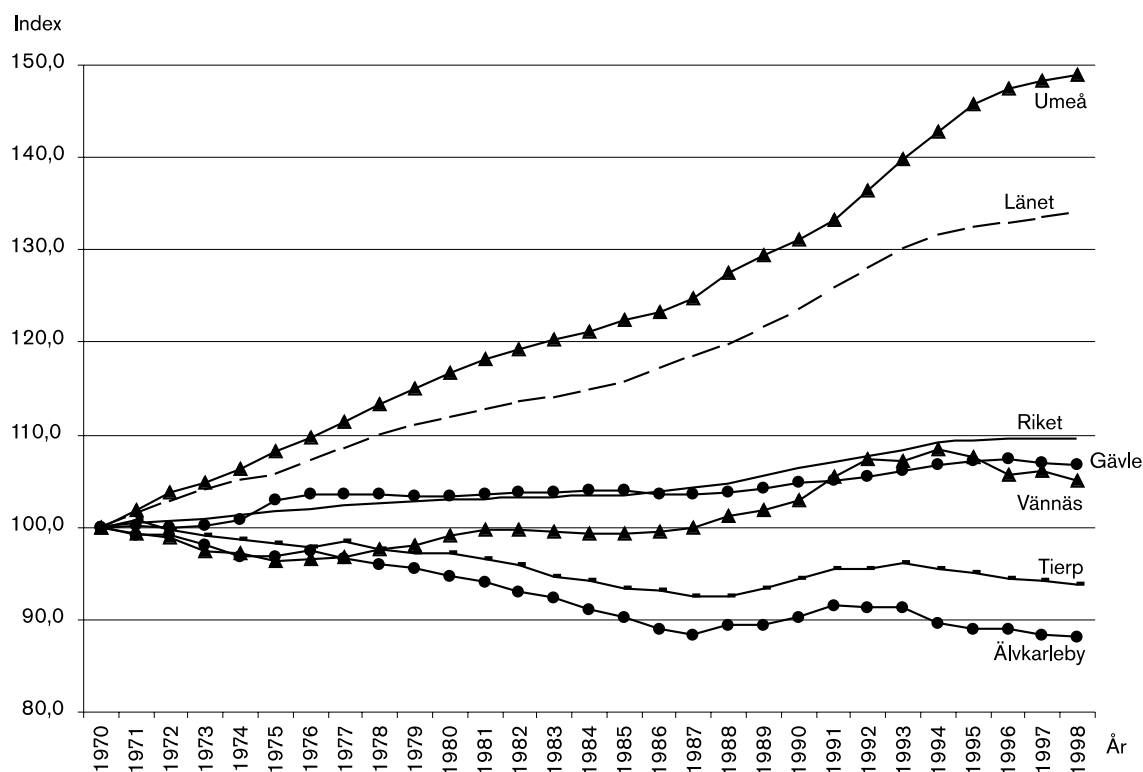
Därutöver refererar förstudien till gruvbranschens erfarenheter av lokaliseringar och hur dessa kan användas för att bedöma effekterna av ett djupförvar. Detta finns behandlat i en studie utförd av Boliden Contech AB /8-9/, som gjordes i samband med förstudien i Malå kommun. Underlag har också hämtats från ett antal utredningar och artiklar som gjorts i andra sammanhang /8-10, 8-11/. Härutöver finns ett omfattande underlagsmaterial som ligger till grund för de olika delutredningarna.

## 8.3 Älvkarlebyns förutsättningar

### 8.3.1 Befolkning

Befolkningen i Älvkarleby kommun uppgick vid årsskiftet 1999/2000 till cirka 8 980 invånare. Befolkningsutvecklingen har under de senaste decennierna haft en nedåtgående trend, se figur 8-1. Befolkningen i kommunen minskade med cirka 10 % mellan åren 1970 och 1998, det vill säga med cirka 1 200 personer, eller i genomsnitt 0,5 % per år. Detta är inget unikt utan situationen är likartad i stora delar av Sverige. Vid en jämförelse med några andra kommuner med liknande utvecklingsförutsättningar kan man konstatera att Älvkarleby haft en betydligt mindre gynnsam utveckling än till exempel Vännäs (kommun i Västerbotten med likartad situation som Älvkarleby och med närhet till en större arbetsmarknad; Umeå), som påverkats positivt av den närliggande universitetsstaden Umeås starka tillväxt. Gävle, som är mer av en industristad, har inte på samma sätt fungerat som draghjälp för Älvkarleby kommun. Av den preliminära statistiken för första halvåret 2000 framgår att befolkningen i kommunen minskat med ytterligare 40 personer.

Befolkningsminskningen har pågått under hela det senaste kvartsseket med undantag för några år i slutet av 1980-talet och början av 1990-talet då mottagning av flyktingar och höga födelsetal fick kurvan att vända uppåt. Nedgången hänger samman med de strukturella problemen inom svensk industri som blev påtagliga i början av 1970-talet. Älvkarleby, liksom de intilliggande kommunerna, drabbades hårt av rationaliseringar inom basindustrin under 1980- och 1990-talen. Stora AB lade ner sågen i Skutskär vid mitten av 1980-talet och halverade antalet anställda vid pappersbruket i kommunen mellan 1990 och 1999. Detta har medfört att Älvkarleby kommun utvecklats sämre än Gävle, vars utveckling man i övrigt följt på grund av de starka banden till staden. På senare år har nettoutflyttningen från kommunen minskat. Idag är det framförallt ett lågt barnafödande som ligger bakom den fortsatta befolkningsminskningen.



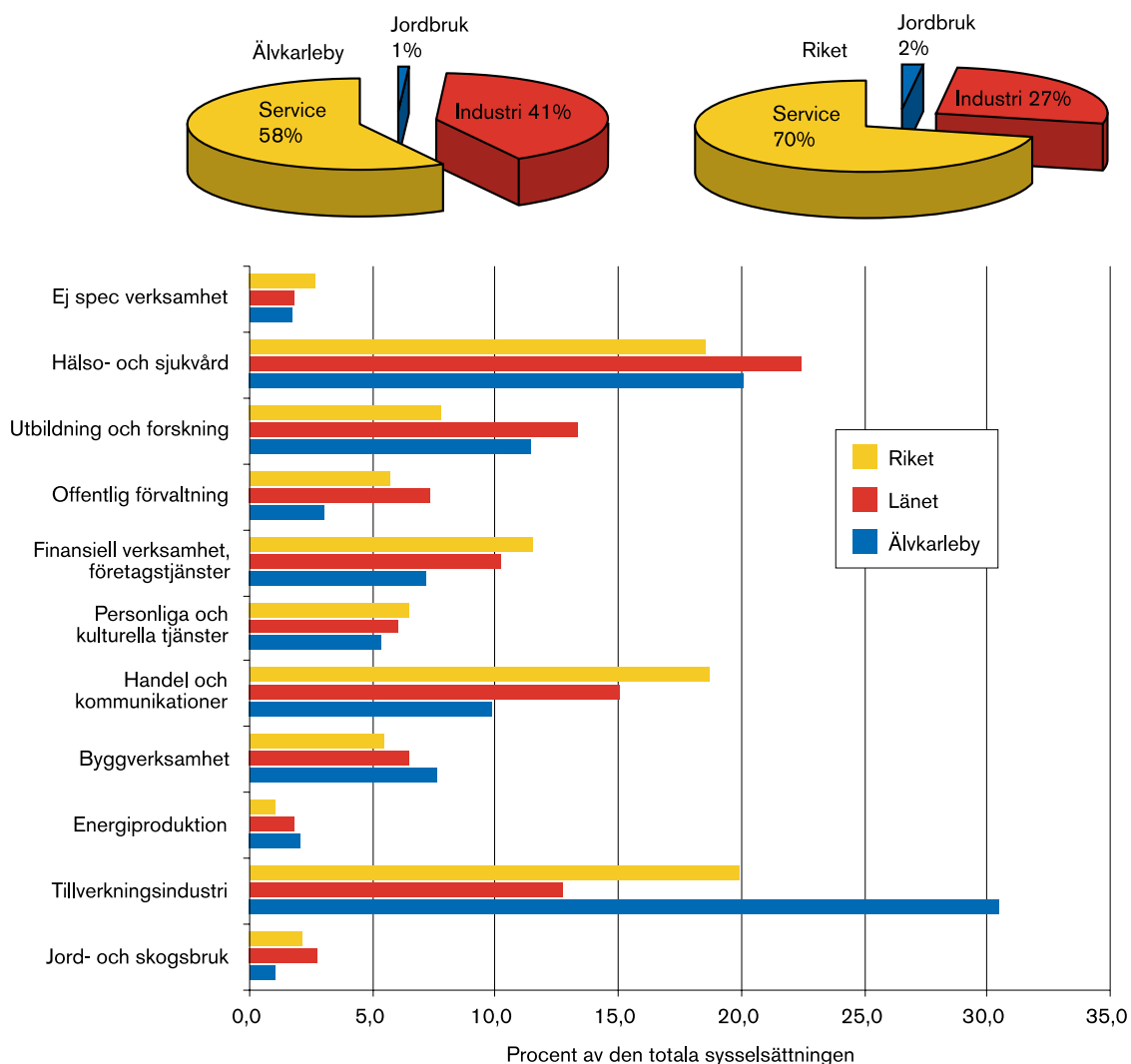
**Figur 8-1.** Befolkningsutveckling i Älvkarleby kommun, några andra kommuner med liknande utvecklingsförutsättningar, Uppsala län och riket 1970–1998. (Index 1970 = 100).  
Källa: SCB.

### 8.3.2 Näringsliv och arbetsmarknad

Älvkarleby är en gammal industrikommun och har fortfarande en hög andel sysselsatta inom bland annat tillverkningsindustrin. Industrinäringarna står för mer än två femtedelar av den totala sysselsättningen i kommunen, vilket är över 50 % mer än för riket i genomsnitt, se figur 8-2. Jämfört med länet, som domineras av olika tjänstenäringsområden som utbildning och sjukvård, är skillnaden ännu större, medan olikheterna minskar om en jämförelse görs med arbetsmarknadsregionen Gävle/Sandviken som Älvkarleby kommun tillhör. De viktigaste industrinäringarna är massa- och trävaruindustri, metallvaruindustri samt byggindustri.

Servicesektorn, såväl den privata som den offentliga, sysselsätter förhållandevis få i kommunen. Älvkarleby är en liten kommun i skuggan av Gävle, som på många sätt fyller kommuninvånarnas behov av service. Exempelvis finns här ingen gymnasieskola, eftersom det egna elevunderlaget är för litet. Istället samarbetar man med Gävle och Tierps kommuner. Även inom handeln och olika typer av företagstjänster är det Gävle som till stor del står för utbudet.

Stora Ensos anläggning för tillverkning av pappersmassa i Skutskär dominerar den privata arbetsmarknaden i Älvkarleby kommun med 515 anställda och därigenom nära 20 % av den totala och drygt 25 % av den privata sysselsättningen. Vattenfall Utveckling AB med 135 anställda är den andra stora privata arbetsgivaren. Den privata sektorn svarar för en betydligt större del av arbetsmarknaden i Älvkarleby kommun än den offentliga sektorn – förhållandet är ungefär 66 % privatanställda och 34 % offentligt anställda. Inom offentlig



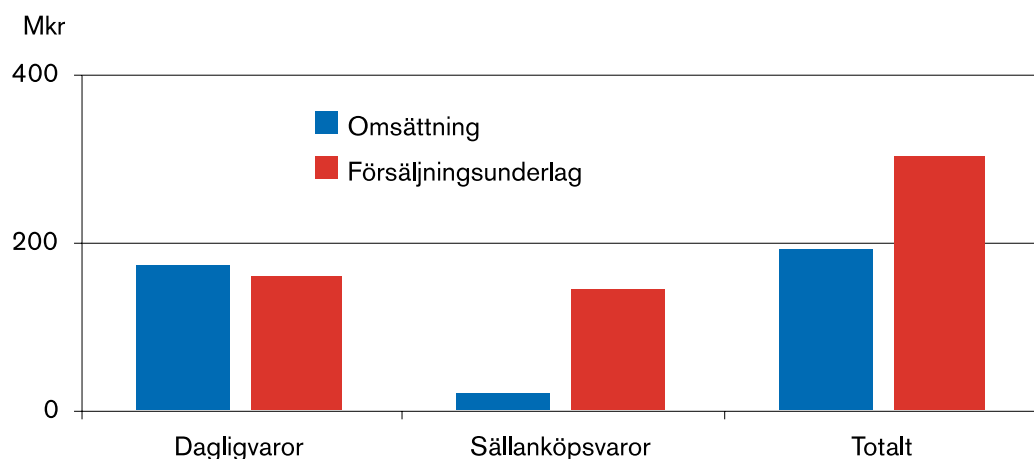
**Figur 8-2.** Sysselsättningsstruktur i Älvkarleby kommun 1997 jämfört med Uppsala län och riket. Källa: SCB.

sektor är kommunen den största arbetsgivaren med cirka 750 anställda. Sammanlagt finns omkring 3 000 arbetstillfällen inom privat och offentlig sektor i Älvkarleby kommun.

Arbetsmarknaden i Älvkarleby kommun följer traditionella könsmonster. Männen arbetar framförallt med jord- och skogsbruk samt inom tillverkningsindustrin och byggsektorn, medan kvinnorna återfinns inom offentlig och kommersiell service.

### 8.3.3 Handel

Närheten till Gävle har medfört att handeln i Älvkarleby kommun är svagt utvecklad i förhållande till försäljningsunderlaget, se figur 8-3. Konkurrensen märks inte bara inom fackhandeln, utan även inom dagligvaruhandeln. Därtill kommer att själva centrumbildningen i Skutskär, där det huvudsakliga utbudet finns, är anonym till sin karaktär. En framtidsgrupp har bildats av handlarna och andra aktörer i syfte att ge förslag till en ny utformning av Skutskärs centrum. Det handlar både om att omstrukturera affärslokaler och att skapa mer av centrumprägel med gågata, parkbänkar med mera.



Figur 8-3. *Handeln i Älvkarleby kommun 1997. Källa: Handels utredningsinstitut.*

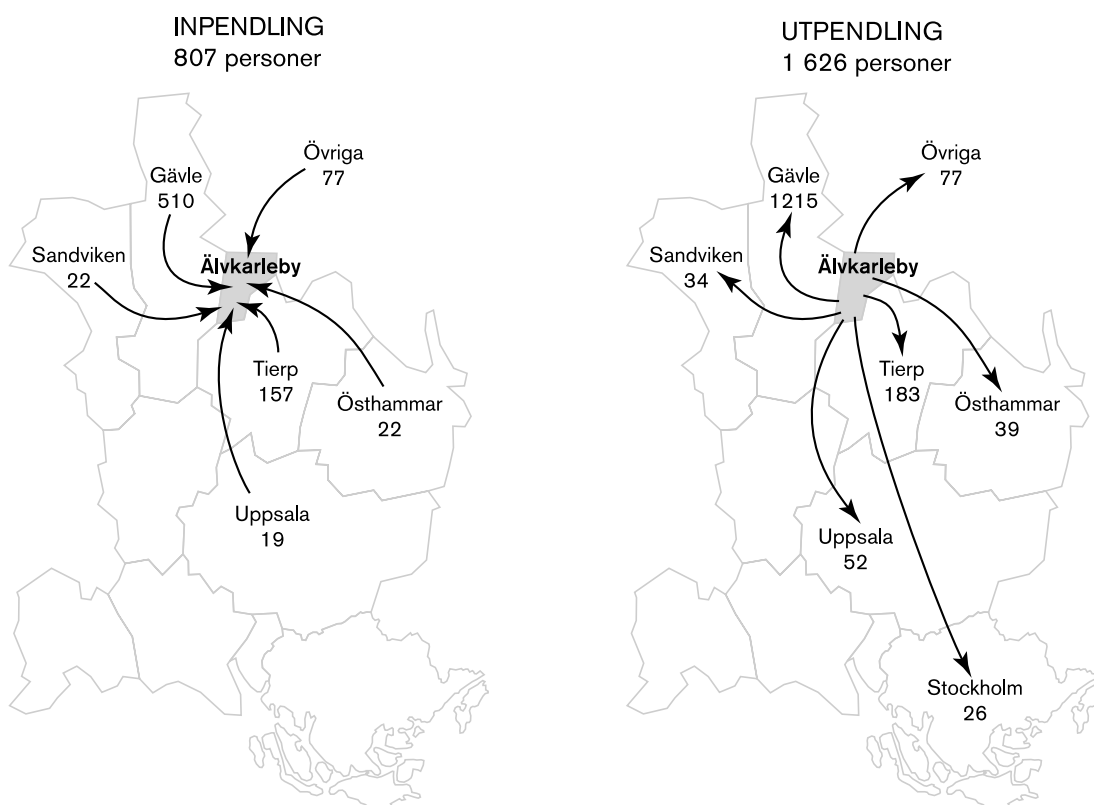
### 8.3.4 Infrastruktur och geografiskt läge

Älvkarleby kommun är kommunikationsmässigt centralt belägen. Det är endast två mil till Gävle – vilket medfört att Älvkarleby kommun kommit att betraktas som något av en förort till den större staden. Stambanan genomkorsar kommunen i nord-sydlig riktning, dock utan stationer för passagerartrafik. E4:an passerar den södra kommundelen i nordväst-sydostlig riktning, cirka två respektive tre mil från tätorterna Älvkarleby och Skutskär med förbindelse via länsväg 291.

En av den viktigaste framtida infrastrukturinvesteringarna är att göra järnvägssträckan mellan Älvkarleby tätort och Bomansberget intill Skutskärs tätort dubbelspårig. En sådan utbyggnad skulle innebära att fler tåg kan trafikera sträckan mellan Uppsala och Gävle, och att regionaltåget Upptåget, som nu går mellan Uppsala och Tierp, skulle kunna trafikera hela sträckan Uppsala – Gävle. Med Upptåget skulle det vara möjligt att pendla från tätorterna Älvkarleby och Skutskär till Uppsala på mindre än en timme och till Stockholm på cirka 1,5 timme. Även Arlanda skulle genom denna investering bli betydligt mer lättillgängligt då fjärrtåg numera stannar vid den nya stationen på flygplatsen. Älvkarleby kommuns kommunikationer, som idag präglas av satellitförhållandet till Gävle och till stor del är landsvägsbaserade, skulle på detta vis förbättras avsevärt och öka kommunens attraktion som boendeort.

### 8.3.5 Pendling

Kommunens pendlingsströmmar går i huvudsak till och från Gävle men även utbytet med Tierp är tämligen omfattande i förhållande till kommunernas befolkning, se figur 8-4. Pendlingsströmmarna till och från grannkommunerna är i obalans. De som arbetspendlar ut från Älvkarleby kommun är dubbelt så många som de som pendlar in. Mycket talar för att nettoutpendlingen kommer att öka under den kommande tioårsperioden. Detta innebär i sig inget egentligt problem för Älvkarleby kommun då det är boendeorten som avgör till vilken kommun man betalar inkomstskatt. Många förortskommuner har på så vis byggt upp en stark kommunal ekonomi genom att erbjuda attraktiva boendemiljöer i närheten av större städer.



Figur 8-4. In- och utpendling till/från Älvkarleby kommun 1997. Källa: SCB.

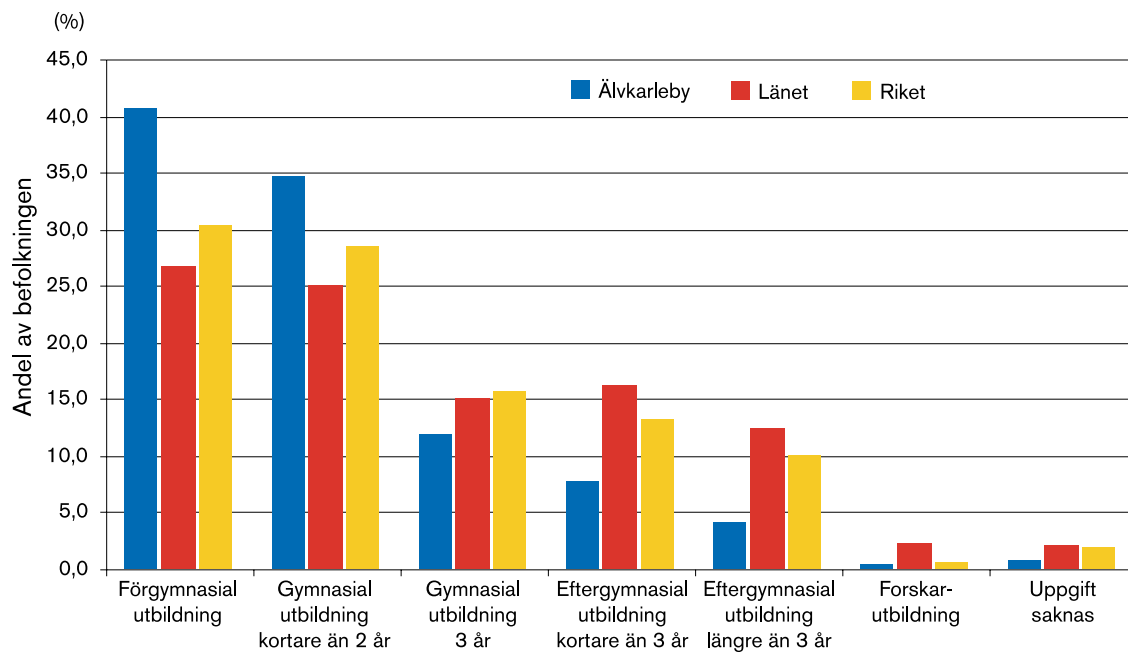
### 8.3.6 Utbildningsnivå

Drygt 40 % av kommunens invånare har grund- eller folkskoleutbildning och cirka 35 % har tvåårig gymnasieutbildning (yrkesförberedande gymnasieprogram) som högsta utbildningsnivå, se figur 8-5. Andelen personer med högskoleutbildning längre än tre år, till exempel ekonomutbildning, civilingenjörsutbildning och sjuksköterskeutbildning, uppgår till cirka 4 %. Motsvarande siffra för riket är högre än 10 %.

Som tidigare nämnts har kommunen ingen egen gymnasieskola utan samarbetar med Gävle och Tierp. Eleverna får därmed bättre valmöjligheter än vad som är fallet i många andra kommuner av Älvkarlebys storlek. Därtill finns goda möjligheter till vidareutbildning på högskolenivå genom närheten till högskolan i Gävle. Att kommunen trots detta har få akademiker beror på industrins historiskt starka ställning. En successiv höjning av den formella kompetensen är viktigt för kommunens framtida utveckling och kan till viss del åstadkommas genom den inflyttning som sker till kommunen. För en mer genomgripande förändring krävs dock en attitydförändring i samhället samt att åtgärder införs redan på grundskolan och gymnasiet i syfte att stimulera teoretiska studier på högskolenivå.

### 8.3.7 Kommunens verksamhet och ekonomi

Skattekraften (skatteunderlaget i kommunen dividerat med antalet invånare) i Älvkarleby kommun ligger i paritet med riks- och länsgenomsnittet. Tillsammans med en hög kommunalskattenivå – 22,68 % att jämföra med 21,19 % för länet samt 20,55 % för riket i genomsnitt – ger det kommunen tämligen goda inkomster. Att statsbidraget är i nivå med riksgenomsnittet och betydligt högre än länsgenomsnittet beror främst på höga strukturkostnader, eftersom en stor andel av kommunens befolkning är 65 år eller äldre.



**Figur 8-5.** Utbildningsnivå i Älvkarleby kommun, Uppsala län och riket för befolkningsgruppen 16–74 år. Källa: SCB.

Den kommunala ekonomin är ytterst beroende av faktorer såsom sysselsättningen, både vad avser antal sysselsatta och yrkeskategorier, samt beslut tagna på högre nivå i politiken. Demografiska förhållanden såsom invånarantal och åldersstruktur samt det allmänna kostnadsläget (inflationen) och räntenivåer spelar också en stor roll. I Älvkarleby kommun ger en stor andel äldre höga kostnader inom äldreomsorgen, dessa är nästan 2 000 kronor högre per invånare än motsvarande kostnader för riket i genomsnitt. Detta förklarar en stor del av de ekonomiska svårigheter kommunen brottats med under de senaste åren, med prognosticerade budgetunderskott för såväl 2000 som 2001. Först 2002 räknar man från kommunens sida med att ha en balanserad budget. Även vissa ekonomiska åtaganden i samband med etableringen av hotell Älvkarlen på 1980-talet har medfört högre kostnader. Det finns förhoppningar om att den ljusning som inträffat de senaste åren med ökad sysselsättning, nettoinflyttning inom vissa åldersgrupper och stabilisering av antalet äldre och vårdbehövande ska förbättra kommunens ekonomiska läge.

## 8.4 Älvkarlebys framtida utveckling

Framtidsbedömningar av samhällsutvecklingen som sträcker sig över långa tidsperioder blir med nödvändighet osäkra. För att i någon mån hantera denna osäkerhet har flera olika bilder av framtiden tagits fram i form av scenarier (i ett tioårsperspektiv) och prognoser (i ett femtioårsperspektiv) för befolknings- och sysselsättningsutvecklingen i Älvkarleby kommun. Scenarierna ska ses som beskrivningar av möjliga utvecklingsvägar i kommunen under den närmaste framtiden innan en eventuell djupförvarsetablering över huvudtaget kan komma till stånd. Prognoserna sträcker sig över en tidsperiod motsvarande den som ett djupförvar förväntas generera arbetstillfällen. De ska därmed ses som en referens till de bedömningar av lokala och regionala effekter av en djupförvarsetablering som ges i avsnitt 8.5.



### 8.4.1 Två scenarier över kommunens framtida utveckling

Det första scenariot, ”Det blåser mot”, visar en relativt dystert framtidsbild för Älvkarleby kommun. Ett lågt barnafödande ger fortsatt befolkningsminskning, trots att en viss inflyttning av barnfamiljer från Gävle sker till de nya attraktiva småhusområdena intill Dalälven. Befolkningsminskningen leder till att det kommunala bostadsbolaget går i konkurs och att kommunen tvingas höja den redan höga kommunala skattesatsen. Den näringsmässiga förnyelsen uteblir och planerna på ett industriellt utvecklingscentrum går om intet på grund av bristande intresse från de lokala företagen. En sammanslagning med Gävle kommun vinner allt mer gehör bland kommuninvånarna som en lösning på problemen.

Det andra scenariot ”Framgångens vindar” målar upp en mer positiv framtidsbild av kommunens utveckling. Tankarna om Älvkarleby kommun som det attraktiva boendeanalternativet i den större stadens närhet konkretiseras med nya bostadsområden i kommunens mest attraktiva lägen. Kommunikationerna förbättras då regionalståget Upptåget får sin körsträcka förlängd till Gävle via tätorterna Marma, Älvkarleby och Skutskär. Sportfisketurismen utvecklas till en av kommunens mest betydelsefulla näringar och det industriella utvecklingscentret bär frukt. Kommunen lyckas skapa en nisch inom alternativa energikällor med etablering av vindkraftparker, och tillverkning av vindkraftverk och pelletsplanor. Sammantaget ger detta en kraftig befolkningstillväxt i kommunen.

Hur Älvkarleby kommun kommer att utvecklas beror till stor del på invånarna själva. Framtiden är inte ödesbestämd utan påverkas av de beslut och handlingar invånarna i kommunen genomför och hur omvärlden fortsättningsvis ser på kommunen som etableringsort, boendeort och så vidare.

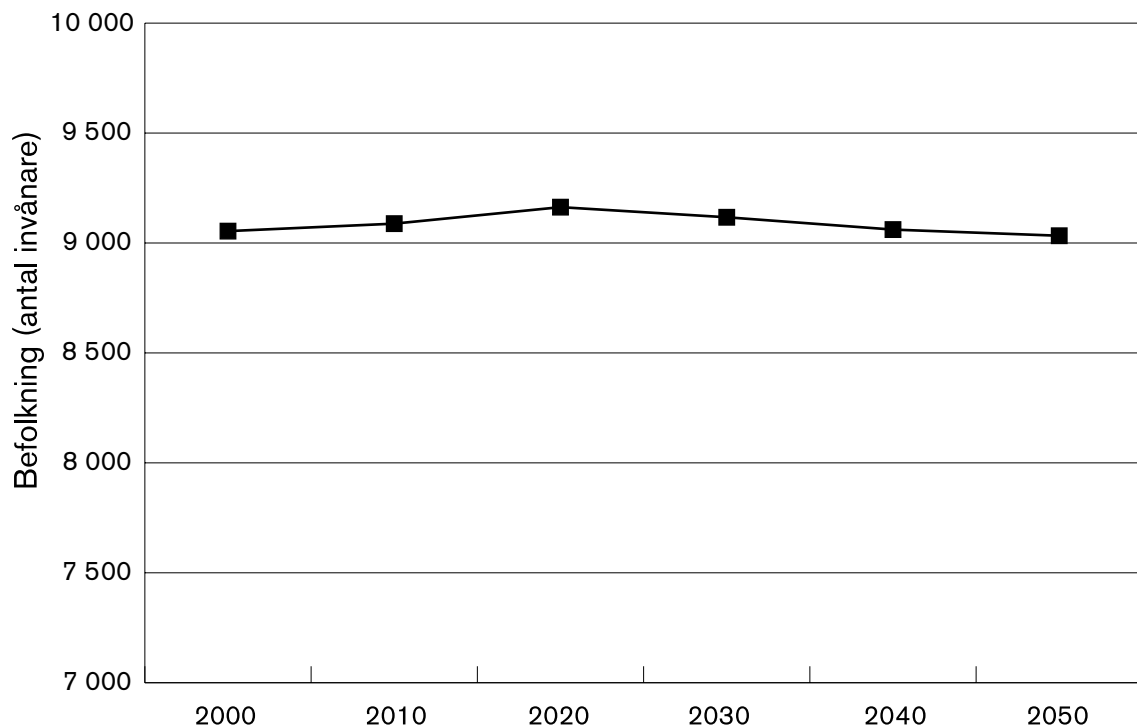
### 8.4.2 Prognoser

En framskrivning till år 2050 har gjorts för folkmängd och sysselsättning i Älvkarleby kommun under förutsättning att inget djupförvar etableras i kommunen. Denna prognos av kommunens framtida utveckling används senare för att bedöma effekterna av en eventuell djupförvarsetablering och benämns i denna text referensalternativ. Framskrivningen har gjorts med hjälp av två modeller. Den första modellen tar hänsyn till att befolkning och sysselsättning i en region är ömsesidigt beroende av varandra och att båda variablerna därför bör beaktas vid en framskrivning. Denna modell beskriver utvecklingen av sysselsättningen och den totala folkmängden i Älvkarleby kommun.

Den andra modellen är en demografisk modell. Den används för att dela upp den totala folkmängden i olika åldersgrupper. På så vis kan resultaten från den första modellen kompletteras med data om befolkningens åldersstruktur samt med uppgifter om frukt-samhet, dödlighet och flyttningar.

Modellberäkningarna ger som resultat en oförändrad folkmängd och en mindre nedgång i sysselsättningen. Folkmängden, som 1999 uppgick till cirka 9 000 personer, kommer att förändras obetydligt fram till år 2050, se figur 8-6. Däremot kommer genomsnittsåldern att öka. Andelen personer som är 65 år och äldre stiger från 20 % år 1998 till 23 % år 2050. Samtidigt sjunker andelen invånare i åldrarna 16–64 år från 60 till 58 %.

Den befolkningsutveckling som ingår i referensalternativet avviker från mönstret de senaste 25 åren i Älvkarleby kommun. Under denna period har folkmängden i kommunen minskat med cirka 1 000 personer vilket motsvarar 10 %. Om perspektivet vidgas ytterligare bakåt blir emellertid bilden en annan. Jämfört med år 1950 ligger den nuvarande folkmängden på en högre nivå.



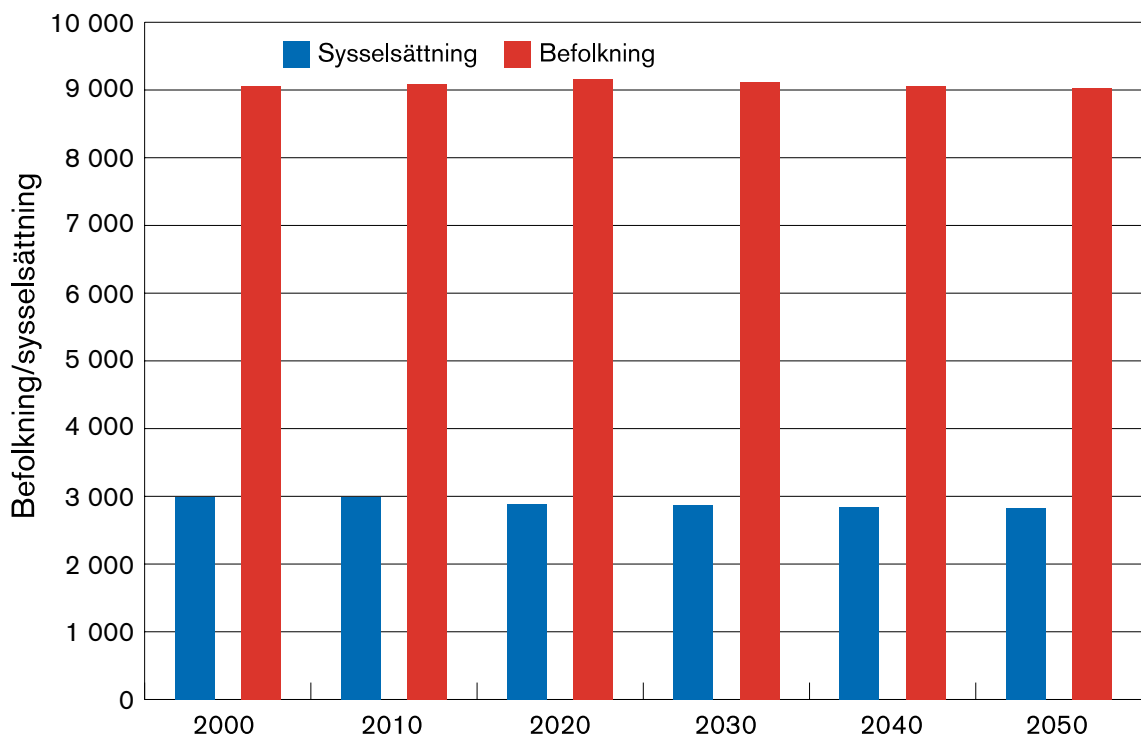
**Figur 8-6.** Befolkningsutveckling i Älvkarleby kommun 1998–2050 enligt referensalternativet. Källa: Inregia AB.

Framskrivningen av befolkningen till år 2050 bygger på antaganden om fruktsamhet och dödlighet som anknyter till Statistiska centralbyråns prognoser på riksnivå. Fruktsamheten antas stiga något medan dödligheten minskar. Tillsammans med inflyttningarna antas detta ge ett litet överskott som är tillräckligt stort för att kompensera födelseunderskottet. Därav följer att folkmängden kommer att vara i princip oförändrad under perioden.

Modellberäkningen av den framtida sysselsättningen visar på en nedgång från den nuvarande nivån på cirka 3 000 arbetstillfällen till drygt 2 800 år 2050, se figur 8-7. I relativa tal minskar efterfrågan på arbetskraft något mer än befolkningen. Det gäller även om jämförelsen görs med befolkningen i arbetsför ålder. Skillnaden är dock obetydlig, vilket innebär att relationen mellan tillgången på personer i arbetsför ålder i kommunen och antalet sysselsatta i stort sett kommer att vara densamma år 2050 som i slutet av 1900-talet.

## 8.5 Effekter av en etablering av ett djupförvar

Djupförvarets aktiva livslängd, det vill säga den tid djupförvaret kommer att generera sysselsättning, sträcker sig över cirka 50 år. Personalbehovet kommer att variera under denna tidsperiod. Kostnaderna för investering och drift av djupförvaret i Älvkarleby kommun beräknas uppgå till i runda tal 13 miljarder kronor fördelade över cirka 50 år. Den totala sysselsättningseffekten beräknas uppgå till cirka 280 sysselsatta i genomsnitt per år, vilket inkluderar både direkt och indirekt sysselsatta. Av dessa beräknas i genomsnitt cirka 180 arbetstillfällen per år tillfalla personer boende i Älvkarleby kommun.



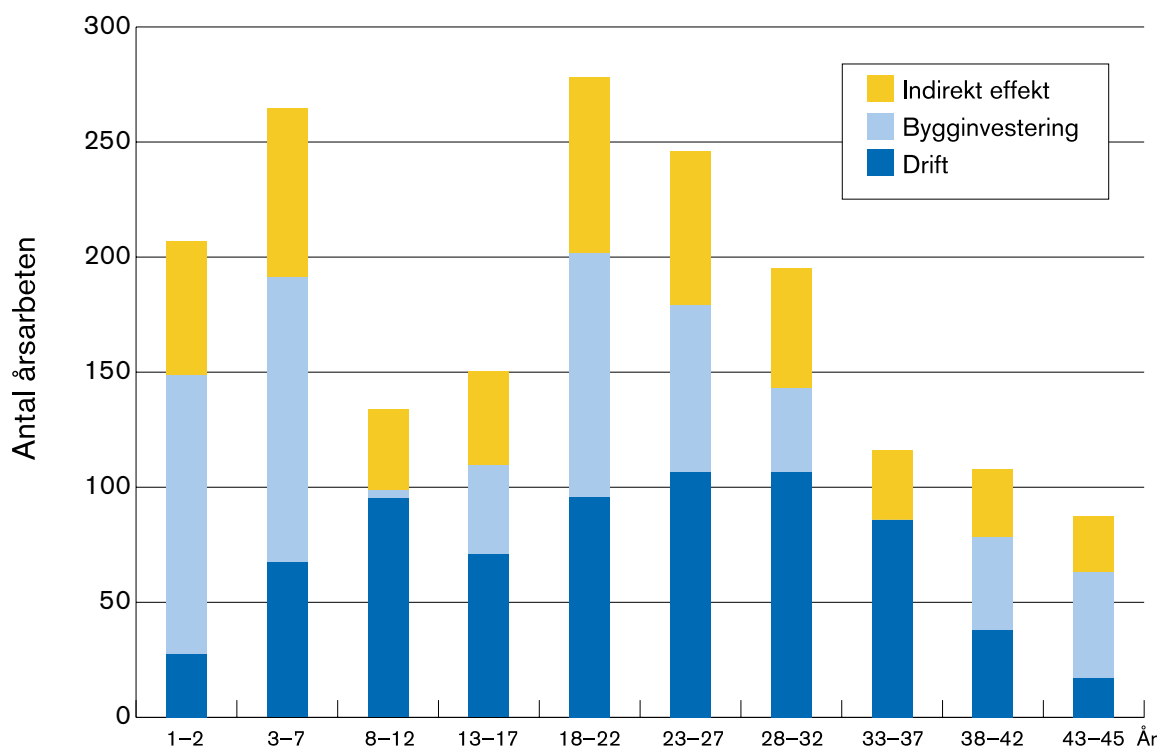
*Figur 8-7. Bedömning av befolknings- och sysselsättningsutvecklingen i Älvkarleby kommun 2000–2050 enligt referensalternativet. Källa: Inregia AB.*

### 8.5.1 Sysselsättningseffekter av ett djupförvar

Kostnaderna för investering, drift, rivning och förslutning av djupförvaret kan översättas till ett behov av arbetskraft. Det är den del av effekten på sysselsättningen som här kallats för **direkt sysselsättningseffekt**. Den utgörs sålunda av personer som arbetar antingen med olika typer av investeringar eller med själva driften av anläggningen. Med årsverken (årsarbeten) avses det arbete som utförs av en person som arbetar heltid under ett år.

Under perioden som helhet beräknas de direkta sysselsättningseffekterna av drift och investering i regionen uppgå till omkring 8 000 årsverken, vilket med en jämn fördelning över tiden skulle motsvara 180 sysselsatta per år. Arbetskraftsbehovet för driften har en markerad topp under de första sju åren vilket följs av en påtaglig svacka. Under andra delen av perioden sker en tydlig avtrappning, jämför figur 8-8. Detta beror bland annat på att arbetet ska utföras i två faser (inledande respektive reguljär drift) med en utvärderingsperiod mellan faserna. Antalet personer sysselsatta inom driften är störst under den reguljära driften av djupförvaret, då 220 personer per år antas bli sysselsatta under en tjugofemårsperiod inklusive personal för den kontinuerliga utbyggnaden av förvaret. Efterfrågan på byggnadsarbetare har en utpräglad topp under de inledande åren men är i övrigt relativt låg. De stora variationerna i efterfrågan på bland annat byggarbetskraft ställer stora krav på flexibilitet på den lokala/regionala arbetsmarknaden.

Från SKB:s underlag över arbetskraftsbehovet /8-12/ har en fördelning gjorts över vilken utbildningsprofil personalen behöver ha. En ungefärlig uppdelning har gjorts motsvarande förgymnasial, gymnasial och eftergymnasial utbildning. En sådan kalkyl visar att behovet av personal med eftergymnasial utbildning är relativt litet, se tabell 8-1. Under större delen av perioden kommer behovet av sådan utbildning bland driftpersonalen att ligga på 10–15 personer. I gengäld är behovet av arbetskraft med enbart förgymnasial utbildning mycket högt jämfört med vad som är vanligt i många företag.



Figur 8-8. Sysselsättningseffekter i Älvkarleby kommun från djupförvaret. Källa: Inregia AB.

De indirekta sysselsättningseffekterna uppkommer genom att verksamheten vid djupförvaret – både investeringar och drift – ger upphov till inköp av varor (till exempel byggnadsmaterial) och tjänster (till exempel transporter och service av olika slag) från andra företag både inom och utanför länet. Beräkningar av de indirekta effekternas storlek har gjorts i andra sammanhang, bland annat i tidigare förstudier. Resultaten från dessa kalkyler har utnyttjats i bedömningen av de indirekta effekterna av ett djupförvar i Älvkarleby kommun. Dessa beräknas uppgå till cirka 5 000 årsverken eller cirka 100 personer per år räknat över hela perioden vilket utgör drygt en tredjedel av den totala sysselsättningseffekten.

I beräkningarna har det antagits att förhållandet mellan direkta och indirekta effekter är oförändrat över tiden vilket utgör en förenkling. En kontinuerlig uppgång i efterfrågan på arbetskraft kan efter en tid leda till att arbetskraftsreserven tar slut och att en ökad inflyttning kommer till stånd. Detta bör återspeglas i att de indirekta effekterna ökar över tiden. Dessutom kan en etablering av ett djupförvar få till följd att företag, till exempel inom servicesektorn, nyetableras eller omlokaliseras till regionen. Därigenom kommer den regionala självförsörjningsgraden att öka och därmed även de indirekta effekterna.

Tabell 8-1. Driftpersonal i djupförvaret efter utbildningskategori

Utbildningskategori	Andel
Förgymnasial	51%
Gymnasial	36%
Eftergymnasial	13%

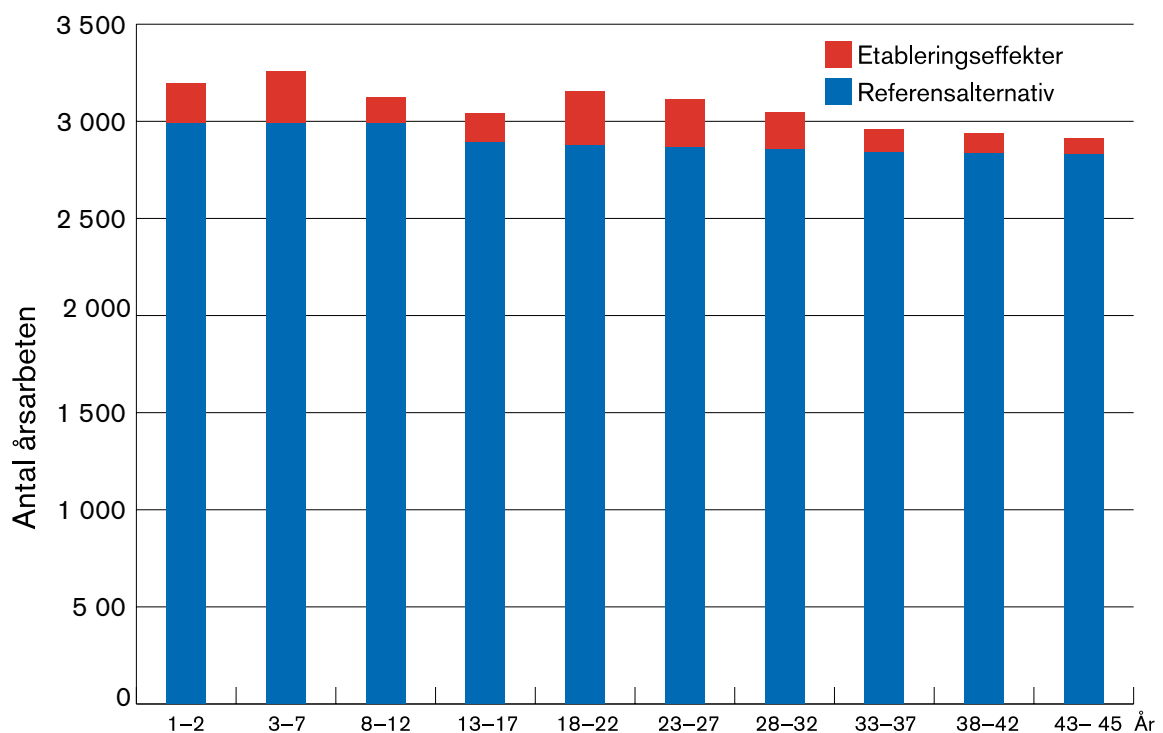
Källa: SKB.

Av de **totala sysselsättningseffekterna** beräknas sammanlagt 13 000 årsverken uppstå som direkta och indirekta effekter av lokaliseringen. Av dessa beräknas cirka 8 000 årsverken tillfalla Älvkarleby kommun. Det motsvarar ett årligt tillskott på cirka 180 arbetstillfällen. Denna siffra baseras på bland annat pendlingsstatistik, antaganden om byggarbetskraft med mera. Figur 8-8 visar hur den totala sysselsättningseffekten i Älvkarleby kommun fördelas över tiden. Avgörande för den **geografiska fördelningen** av sysselsättningseffekterna är bland annat frågan om varifrån arbetskraft till byggnads- och anläggningsarbetena rekryteras. Kommer till exempel de stora byggtreprenörerna att rekrytera arbetskraft från andra delar av landet eller kan man göra det lokalt? En annan viktig fråga gäller hur de indirekta effekterna fördelas inom regionen. Fördelningen bestäms i sista hand av branschutvecklingen i bland annat Älvkarleby och Gävle kommuner.

### 8.5.2 Utvecklingen i Älvkarleby med ett djupförvar

Arbetsmarknaden i Gävle kommer att få en avgörande betydelse för hur stor del av jobben som tillfaller Älvkarleby eftersom de två kommunerna i stor utsträckning fungerar som en gemensam arbetsmarknad. Den ökning i efterfrågan på arbetskraft som skulle följa av en djupförvarsetablering i Älvkarleby kommun är mycket liten jämfört med den arbetsmarknad som kommunen utgör tillsammans med Gävle och ökningen kan därför absorberas utan större problem.

Att sysselsättningsökningen kan absorberas av arbetsmarknaden innebär i sin tur att det sannolikt inte kommer att uppstå några effekter på inflyttningen – befolkningsutvecklingen i kommunen kommer inte att påverkas av etableringen. Däremot bedöms etableringen ge en positiv effekt på sysselsättningen i kommunen med minskad arbetslöshet och därmed förknippade kostnader som följd, se figur 8-9.



**Figur 8-9.** Sysselsättningsutveckling i Älvkarleby kommun med ett djupförvar jämfört med referensalternativet. Källa: Inregia AB.

Oavsett hur stor andel av sysselsättningen ett djupförvar svarar för i en kommun är investeringen mycket stor. För att få en uppfattning om dess storlek kan man göra en jämförelse med den nyligen påbörjade Botniabanan (järnväg för snabbtåg) mellan Örn-sköldsvik och Umeå respektive bygget av Öresundsbron. Den totala investeringen för Botniabanan uppgår till cirka tio miljarder kronor och investeringen i Öresundsbron överstiger 20 miljarder kronor. Kostnaderna för investeringar och drift av ett djupförvar beräknas uppgå till cirka 13 miljarder kronor.

### 8.5.3 Potentiella spin-off effekter

En faktor som endast delvis har beaktats är de eventuella spin-off effekter som kan följa på en djupförvarsetablering. Det ekonomiska och teknologiska uppsving som ett djupförvar innebär kan ge upphov till nya verksamheter och företag. Dessa möjligheter kan tas tillvara genom ett aktivt utvecklingsarbete hellre än att enbart överlåta kommande skeenden till de så kallade spontana marknadskrafterna. I detta ligger att man från samhällets sida med extra resursinsatser kan tillföra ett djupförvar nya dimensioner för att förstärka kommunens attraktionskraft i ett mer långsiktigt perspektiv. Dessa möjligheter bör redan på ett tidigt stadium aktivt diskuteras med möjliga intressenter. Det kan gälla allt från forskning inom materialteknik och bergteknik till ett besökscentrum i anslutning till djupförvarsanläggningen. Ett sådant exempel redovisas i utredning /8-4/. Ett djupförvar kan också innebära möjligheter att exportera de kunskaper och tekniker som utvecklas inom ramen för det svenska programmet för omhändertagande av använt kärnbränsle.

Den tekniska utveckling och forskning som kommer att pågå i anslutning till djupförvaret finns, något förenklat, inom tre olika områden; löpande i driften av djupförvaret, i metodutveckling för att förfinas djupförvarssystemet och i de analyser som fortlöpande kommer att utföras av SKB.

- I den praktiska driften av djupförvaret sker en successiv teknisk utveckling för att på bästa sätt driva en säker och rationell verksamhet. Eftersom anläggningen är ny och unik i sitt slag kommer bland annat ny teknik och nya metoder att utvecklas. Exakt hur sådan teknik kommer att se ut och om den är tillämplig på andra verksamheter är svårt att ha en uppfattning om i dag. Som med all annan verksamhet beror eventuella spin-off effekter på engagemanget hos de personer som finns i verksamheten och på vilken förmåga och vilja SKB har att kommersialisera den nya tekniken.
- Vid utbyggnaden av djupförvaret, inte minst av tunnlar och bergrum, kommer SKB att avsätta omfattande resurser på att förfinas metoderna för att kunna analysera berget vad gäller bland annat sprickzoner. Denna forskning sker i dag vid Äspölaboratoriet i Oskarshamn men kommer successivt att överföras till platsen för djupförvaret där forskningen ska fördjupas och omsättas i praktiken. Det kan också komma att ske en utveckling av olika instrument för de analyser av berget som ska göras. Denna forskning och erhållen kunskap kan bli till stor nytta för gruvindustri och byggföretag. Det är dock svårt att idag ange några former för en potentiell kommersialisering.
- Under byggandet och driften kommer bland annat regelbundna säkerhetsanalyser och andra former av utredningar att göras rörande geologi, grundvattnets rörelser med mera. För närvarande görs detta huvudsakligen vid SKB:s huvudkontor i Stockholm. Stora delar av denna utredningsverksamhet och SKB:s övriga verksamhet kan sannolikt komma att flyttas till den ort där djupförvaret är etablerat. Det är möjligt att det går att kommersialisera delar av denna verksamhet.

Således finns många olika element i ett djupförvar som kan komma att kommersialiseras och generera nya företag i den kommun där djupförvaret etableras. För att underlätta och stimulera denna utveckling är det viktigt att det i ett tidigt skede finns en strategi för hur man ska kunna nyttiggöra så mycket som möjligt av den kunskap som djupförvaret kommer att generera.

#### **8.5.4 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 radioaktivt avfall samt återfyllnadsmaterial. Erfarenheter från gruvetableringar och likheter och skillnader med ett djupförvar finns behandlat i en studie utförd av Boliden Contech AB /8-9/.

Från samhällssynpunkt finns det en del betydande principiella skillnader mellan ett djupförvar och gruvverksamhet.

- Djupförvaret är inte ett projekt med kommersiella mål och är inte beroende av internationell konkurrens eller konjunktursvängningar. De ekonomiska resurserna som krävs för utbyggnad, drift och avveckling av djupförvaret kommer då detta 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 innebär att anläggande 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, om de inte är lokaliserade till extremt otillgängliga platser.
- 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 omfattande informationsverksamhet.

##### ***Kontroversiella industrietableringar***

En genomgång av erfarenheter från lokaliseringen av de svenska kärnkraftverken, anläggningen för behandling av miljöfarligt avfall (SAKAB) i Kumla kommun samt oljeraffineriet Scanraff i Lysekil /8-8/ 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 kärnkraftsutbyggnader har de övriga 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 sjukvård. Några direkt negativa effekter har inte framförts från kommunalt håll.

Etableringarna har medfört ökade skatteintäkter för kommunerna 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.

### 8.5.5 Turism och besöksnäring

En frågeställning som är viktig att belysa i samband med förstudierna är ett djupförvars eventuella effekter på besöksnäringen. Turismen är en viktig näring i Älvkarleby kommun och de ekonomiska och sysselsättningsmässiga effekterna av turismen är relativt stora. Det är främst Dalälven med sitt sportfiske som lockar men även andra populära besöksmål och evenemang finns i kommunen.

#### *Turism och besöksnäring i Älvkarleby idag*

Turismen är en viktig näring i Älvkarleby kommun – omsättningen per invånare är mer än dubbelt så stor som i Uppsala län som helhet. Turismen kretsar främst kring Dalälven och kännetecknas av småskalighet med sportfiske som den främsta attraktionen. Flera av verksamheterna är koncentrerade till Laxön, som är något av ett centrum för turismen i kommunen. Laxön ligger mitt i Älvkarlebyfallen och var tidigare en militär lägerplats.

Utöver den del av turismen som har sin bas i Dalälven och fisket finns också fritidshusområden med drygt 400 fritidshus i kommunen. Vid en jämförelse med till exempel Östhammars cirka 4 000 eller Norrtäljes 23 000 fritidshus kan omfattningen tyckas begränsad, men sommarboendet har stor betydelse för bland annat livsmedelshandeln i kommunen. En relativt stor andel av turism och besöksnäringens omsättning kommer också från resenärer på genomresa som stannar och nyttjar lokal service, se tabell 8-2. Kommunen har även flera populära besöksmål och evenemang. Möjligheterna att övernatta är goda och utbudet är relativt brett.

**Tabell 8-2. Årlig omsättning från besökare i Älvkarleby kommun 1998**

Kategori	Omsättning (miljoner kr)
Kommersiella övernattningar	42,8
Icke kommersiella övernattningar	29,2
Dagbesökare	14,4
Genomresande	18,8
Sportfiske	11,6
Golf	2,2
Fri camping	0,9

Källa: Resurs.



Turism och besöksnäringen har omsatt drygt 100 miljoner kronor och sysselsatt cirka 100 personer årligen under 1990-talet. Samtidigt som omsättningen har ökat har antalet sysselsatta inom turism och besöksnäringen minskat från cirka 110 årsverken år 1990 till cirka 80 år 1998. Omsättningen per sysselsatt har således ökat markant. Den största delen av turismens omsättning kommer från kommersiella övernattningar som inkluderar camping, hotell, vandrarhem och stugbyar.

De ekonomiska och sysselsättningsmässiga effekterna av turismen är relativt stora. De direkta skatteintäkterna till kommunen, det vill säga de skatteintäkter som kommer från sysselsättningen i de företag som direkt påverkas av besökarens utlägg, har för år 1998 beräknats till drygt tre miljoner kronor. Skatteintäkterna till kommunen från turismen har ökat successivt under 1990-talet.

### ***Skrämseleffekter av ett djupförvar i Älvkarleby?***

En del människor är rädda för att en djupförvarsetablering ska skrämja bort fritidsturister. De besökare som kommer till Älvkarleby kommun har som regel specifika intressen för att välja just denna kommun som besöksmål. Detsamma gäller för de genomfartsresenärer som passerar kommunen. En etablering av ett djupförvar skulle därför sannolikt inte få några negativa konsekvenser för turismen i kommunen och därmed inte heller för besöksnäringen.

Undersökningar från Oskarshamn /8-3/ visar också att eventuella skrämseleffekter av ett djupförvar sannolikt är mycket små trots – eller kanske på grund av – att kunskapen om befintlig kärnteknisk verksamhet är stor. Enkät svar visar att så många som 91 % av de tillfrågade fritidsturisterna i Oskarshamn känner till att det finns ett kärnkraftverk i kommunen. Ungefär samma andel säger att man kommer att fortsätta besöka kommunen även om ett djupförvar etableras. Om turismen inte påverkas negativt i Oskarshamn är det osannolikt att de fritidsturister som besöker Älvkarleby kommun skulle reagera annorlunda om ett djupförvar etableras där. Intervjuer med ansvariga för besöksnäringen och turistbyråer i andra kärntekniska kommuner pekar också på att det inte har uppstått några märkbara negativa effekter av de kärntekniska etableringarna.

### ***En djupförvarsetablerings effekter på besöksnäringen***

Djupförvaret kommer, oavsett en medveten strategi från besöksnäringen (och/eller SKB) eller inte, att medföra ett betydande antal besök till den kommun där det etableras. Dels kommer själva anläggningen i sig att vara världsunik och ett intressant studieobjekt för den samlade globala kärnkraftsindustrin liksom för den breda allmänheten, dels uppstår synergieffekter med forskningsintressen inom flera områden.

Om en djupförvarsanläggning etableras i Älvkarleby kommun skulle det innebära ett omfattande och stabilt arbetsresande av både svenska och utländska besökare. Dessutom kommer ett djupförvar att attrahera en betydande mängd mer eller mindre organiserade besök. 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.

En uppskattning av besöksfrekvensen vid en eventuell djupförvarsanläggning och det arbetsresande som kommer att genereras pekar dock 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 bidrar till att jämna ut besöksströmmarna under året.

SKB:s bedömning är att en lokalisering av ett djupförvar till Älvkarleby kommun kan komma att generera ökade ekonomiska intäkter till näringsidkarna genom det omfattande arbetsresande och de besök som ett djupförvar kommer att generera. Några långsiktiga negativa ekonomiska effekter på besöksnäring och turism bedöms inte uppstå.

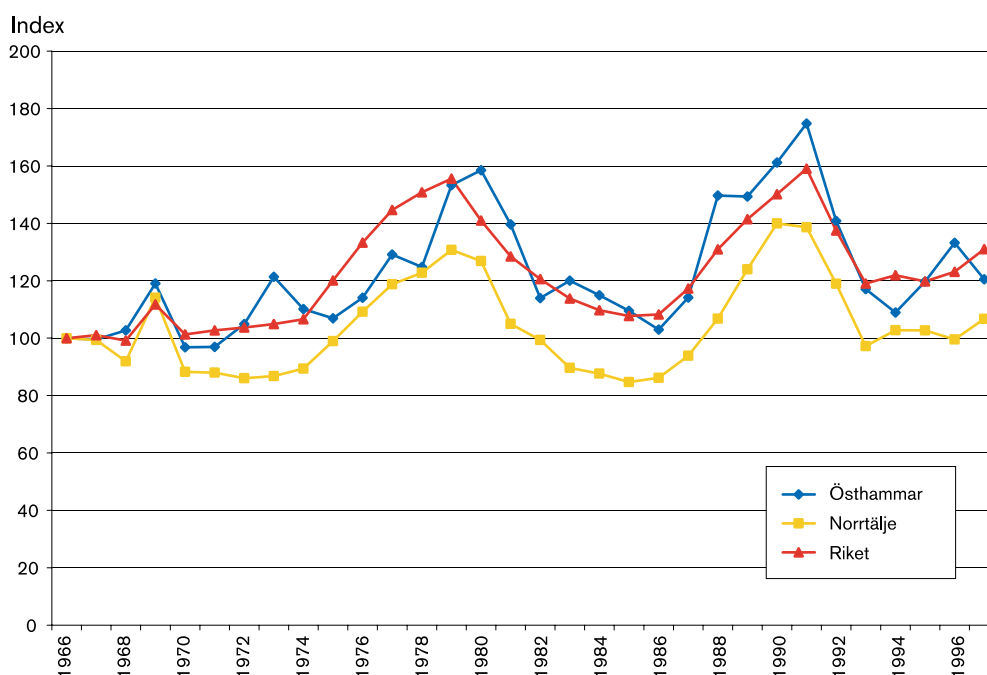
### 8.5.6 Fastighetsmarknaden

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 till exempel prisutvecklingen i ett område där ett djupförvar för använt kärnbränsle etablerats. Däremot finns historiska data över prisutvecklingen i till exempel Östhammar och Oskarshamn där kärnkraftverk och slutförvar för låg- och medelaktivt avfall respektive mellanlager för använt kärnbränsle etablerats.

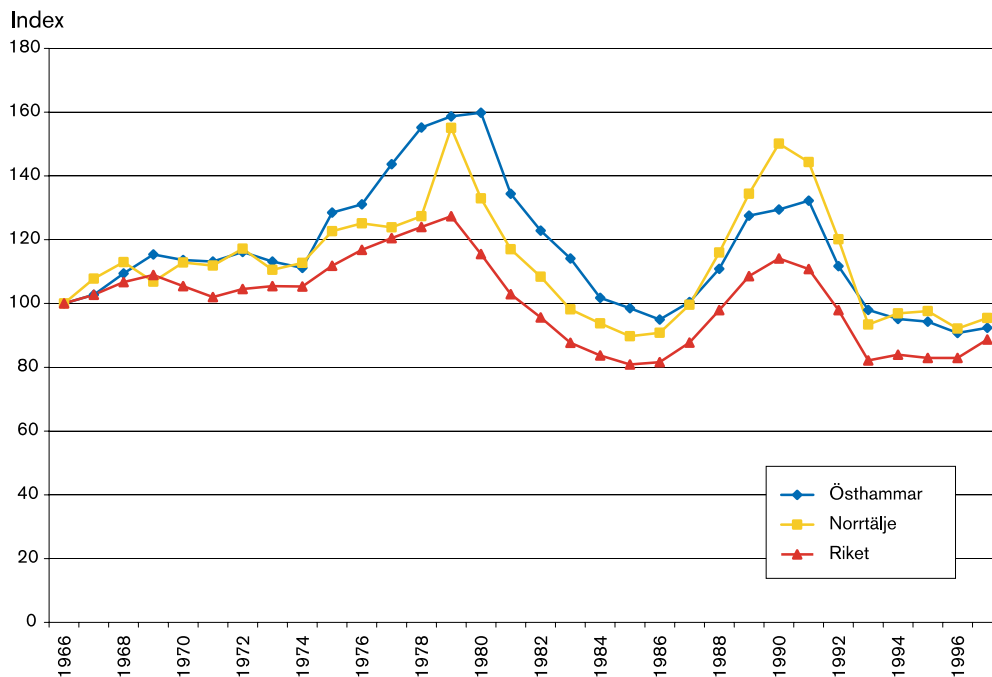
I Östhammars kommun finns SFR och Forsmarks kärnkraftverk. För att se om, och i så fall hur, den hittillsvarande kärntekniska verksamheten i kommunen påverkat utvecklingen av fastighetspriserna har Svensk Fastighetsvärdering (SVEFA) gjort undersökningar av fastighetsmarknaden bland annat i den kommunen /8-5/. Tanken var att om en kärnteknisk anläggning skadar anseendet hos en kommun eller region bör detta avspeglas i sämre prisutveckling på i första hand fritidshus, jämfört med andra områden.

Prisutvecklingen i Östhammars kommun från 1966 till 1997 har undersökts både vad gäller fritidshus och permanentus, se figur 8-10 och 8-11. Jämförelser har gjorts med prisutvecklingen i Norrtälje kommun respektive hela Sverige för samma typ av objekt.

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 i Östhammar har det inte heller framkommit något som pekar på att kärnkraftverket eller SFR skulle ha haft en negativ inverkan på prisbilden för permanent- eller fritidshus i kommunen.



**Figur 8-10.** Prisutveckling på fritidshus i Östhammar, Norrtälje och riket. (Index = 100 år 1966). Källa: SCB/SVEFA.



**Figur 8-11.** Prisutveckling på permanentbus i Östhammar, Norrtälje och riket. (Index = 100 år 1966). Källa: SCB/SVEFA.

En etablering av ett djupförvar bedöms därför inte påverka fastighetsmarknaden i ett längre tidsperspektiv. Snarare kan ett ökat tryck på arbetsmarknaden göra att fastighetspriserna kortsiktigt kan öka något.

### **Fastighetsägande och marktillgångar**

Djupförvarsanläggningens utsträckning i horisontalled – det vill säga avståndet mellan ovanjordsdelarna via rampen till delarna under jord – kan komma att bli upp till storleksordningen någon mil. Flera fastighetsägare kommer därför troligtvis att bli berörda eller har sina fastigheter i djupförvarets närhet. Eftersom äganderätten för en fastighet även har en utsträckning i djupled /8-7/ måste överenskommelser med berörda fastighetsägare träffas innan en etablering sker. Grundprincipen från SKB:s sida är att berörda fastighetsägare ska hållas skadeslösa samt att överenskommelser träffas i varje enskilt fall.

## **8.6 Bedömning**

Redovisningen i detta kapitel har speglat olika samhällsförhållanden i kommunen grundat på:

- En allmän historik, nulägesbeskrivning och omvärldsanalys.
- Modellberäkningar och prognoser över den framtida utvecklingen oberoende av djupförvarsprojektet.
- En beskrivning av investeringar, personalbehov med mera inom djupförvarsprojektet.
- 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 etablering av ett djupförvar i Älvkarleby kommun. Kommunens lämplighet för lokalisering av ett djupförvar har också bedömts.

Det finns i kommunen kunnande inom metallbearbetning, byggande och konstruktion; ett kunnande som kommer att efterfrågas både under själva anläggningsfasen och under driftfasen för underhåll och reparation av djupförvarsanläggningen. Bygg- och anläggningssektorn i kommunen är emellertid förhållandevis liten, den omfattar cirka 400 sysselsatta – att jämföra med att anläggningsarbetet som mest kommer att omfatta närmare 450 årsarbeten, det vill säga mer än hela den befintliga kapaciteten i Älvkarleby kommun. Detta medför att en stor del av byggarbetskraften måste komma från andra kommuner vilket i princip alltid är fallet vid större byggprojekt. I regionen finns ett stort antal företag inom bygg- och anläggningssektorn, varför behoven vid anläggandet av ett djupförvar mer än väl kan ombesörjas av utbudet i närområdet.

Vad gäller själva driften av djupförvaret under dess inledande skede kan man konstatera att den kompetens som kommer att efterfrågas i hög grad finns i Älvkarleby kommun. Tyngdpunkten kommer under hela driftfasen att ligga på arbetskraft med förgymnasial och gymnasieutbildning. Närheten till Gävle vidgar rekryteringsbasen betydligt och medför en betydande arbetskraftsbas. Därtill ligger Uppsala och Stockholmsregionen inom överkomligt pendlingsavstånd från kommunen. Kommunikationerna till och från Älvkarleby kommun är förhållandevis goda, vilket underlättar både för arbetspendling och besöksverksamhet. Det finns också goda möjligheter att planera och erbjuda skräddarsydd utbildning för djupförvarets behov när en eventuell lokalisering har beslutats.

SKB:s övergripande bedömning är att Älvkarleby kommun får betraktas som ett lämpligt alternativ vad gäller lokaliseringen av ett svenskt djupförvar. De socioekonomiska förutsättningarna för en etablering av ett djupförvar är gynnsamma, vidare kan även potentialen för eventuella spin-off-effekter bedömas som god.

Effekterna på sysselsättningen i kommunen bedöms bli positiva med ett tillskott på i genomsnitt cirka 180 arbetstillfällen per år under en femtioårsperiod. Därutöver kommer något tiotal arbetstillfällen att genereras i besöksnäringen. Samtidigt bedöms emellertid effekterna på befolkningsutvecklingen i kommunen bli obetydlig, då det ökade arbetskraftsbehovet kan absorberas av den regionala arbetsmarknaden utan några större problem. Om några negativa effekter uppstår bedöms dessa bli kortsiktiga.

## **8.7 Slutkommentarer**

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. Integreringsmöjligheterna med andra samhällsintressen har berörts endast perifert.

Den övergripande planeringen 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 okänslighet för konjunktursvängningar 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 rekryteringsmöjligheterna beaktats. Sett från djupförvarsprojektets horisont är god rekrytering 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. Älvkarleby kommuns 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 djupförvarsprojektets 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 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 sysselsättningseffekten 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 som därmed kan hända med 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 ett planerat djupförvar.

Sammantaget kan man konstatera att en eventuell etablering av ett djupförvar i Älvkarleby kommun, betraktad ur ett vidare samhällsperspektiv, väcker en rad frågor som bland annat handlar om kommunens och regionens framtida utveckling, utöver vad som behandlats i förstudien. Många aspekter måste behandlas utifrån andra perspektiv än SKB:s. I denna process har kommunen och andra lokala och regionala intressenter viktiga roller.



## 9 Sammanfattande värdering

SKB:s slutsats från förstudien är att berggrunden i Älvkarleby kommun är komplex, inhomogen och förhållandevis rik på sprickor. De områden som kontrollerats i fält kännetecknas av täta bergartsväxlingar, och bergarterna uppvisar olika grad av deformation och omvandling. De geologiska förutsättningarna för djupförvaret är därmed svårbedömda. Det skulle krävas omfattande borrhningar och undersökningar för att med tillräcklig säkerhet kunna avgöra om berggrunden är lämplig för djupförvaret. SKB kan därför inte rekommendera vidare studier rörande lokalisering av djupförvaret till Älvkarleby kommun.

Då det gäller övriga tekniska förhållanden – främst hamn och transportleder – är SKB:s slutsats att Älvkarleby kommun erbjuder goda förutsättningar om det skulle bli aktuellt att etablera djupförvaret i Tierps kommun. Väg- och järnvägsförbindelserna är väl utbyggda. Stora Ensos hamn i Skutskär skulle vara lämplig som mottagningshamn för godstransporterna till djupförvaret.

Även om det inte är aktuellt att gå vidare och närmare studera förutsättningarna att lokalisera djupförvaret i Älvkarleby kommun, kvarstår SKB:s intresse för en hamnanläggning i Skutskär. Om det blir aktuellt med platsundersökningar och vidare lokaliseringsstudier för ett djupförvar i Tierps kommun kommer utredningar avseende hamnanläggning, transportsystem fram till djupförvaret samt lämplig lokalisering av djupförvarets olika verksamheter ovan jord att genomföras i nära samverkan med bland andra Stora Enso, Älvkarleby kommun, berörda markägare och närboende.

### 9.1 Lokaliseringsförutsättningar i Älvkarleby kommun

#### 9.1.1 Allmänt

Älvkarleby kommun ligger i nordöstra Uppland och är genom bland annat arbetsmarknad, handel och utbildning nära knuten till grannkommunen Gävle. Kommunens centralort Skutskär ligger två mil från Gävle stad. Kommunikationerna är goda med järnväg och Europaväg 4. Vidare ligger Arlanda mindre än två timmars resväg från Älvkarleby. Kommunens näringsliv domineras av massa- och energirelaterade företag med Stora Ensos anläggning för tillverkning av pappersmassa i Skutskär som den största privata arbetsgivaren. Dalälven med dess goda möjligheter till sportfiske utgör en stor turistattraktion i kommunen.

I norra Uppland har SKB genomfört förstudier för lokalisering av djupförvaret i tre kommuner: Älvkarleby, Tierp och Östhammar. I regionen finns erfarenhet av och kunskap om kärnteknisk verksamhet genom Forsmarks kärnkraftverk och SFR (slutförvaret för låg- och medelaktivt avfall från kärnkraftverken, industri, forskning och sjukhus). Ett trettiotal personer av de anställda vid Forsmarksverket är bosatta i Älvkarleby kommun, och det finns företag i kommunen som levererar tjänster till Forsmarksverket. Vattenfall Utveckling AB bedriver tillämpad forskning och utveckling inom energiteknik och IT. Mot den bakgrunden ses hela regionen i norra Uppland som intressant för studier av möjligheterna att lokalisera djupförvaret. Det är emellertid många aspekter som måste vägas in när SKB under innevarande år (2000) ska bedöma resultatet från alla förstudier och föreslå områden för platsundersökningar. Viktigast är att de utvalda områdena bedöms ha bra förutsättningar att uppfylla säkerhets- och miljökraven.

### 9.1.2 Långsiktig säkerhet

Djupförvarets långsiktiga säkerhet är beroende av berggrundens egenskaper på den plats där förvaret byggs. En tillräckligt ingående bedömning av säkerheten kräver omfattande information om bergförhållandena på förvarsdjup. Den informationen kan bara tas fram genom undersökningar som innefattar borrhålsmätningar. Underlaget i förstudien begränsar sig huvudsakligen till sammanställningar och analyser av befintligt material.

#### **Berggrundsförhållanden**

Det underlag som tagits fram om förhållandena i berggrunden visar att kommunen domineras av två bergartstyper, dels äldre metagranitoider (gnejsgraniter) och dels yngre graniter. Den första gruppen uppvisar ofta tecken på stark omvandling och deformation, medan de yngre graniterna oftast är mer välbevarade. Båda uppträder i olika varianter och är omkring eller något äldre än 1 800 miljoner år. De anses allmänt sett gynnsamma ur förvarssynpunkt.

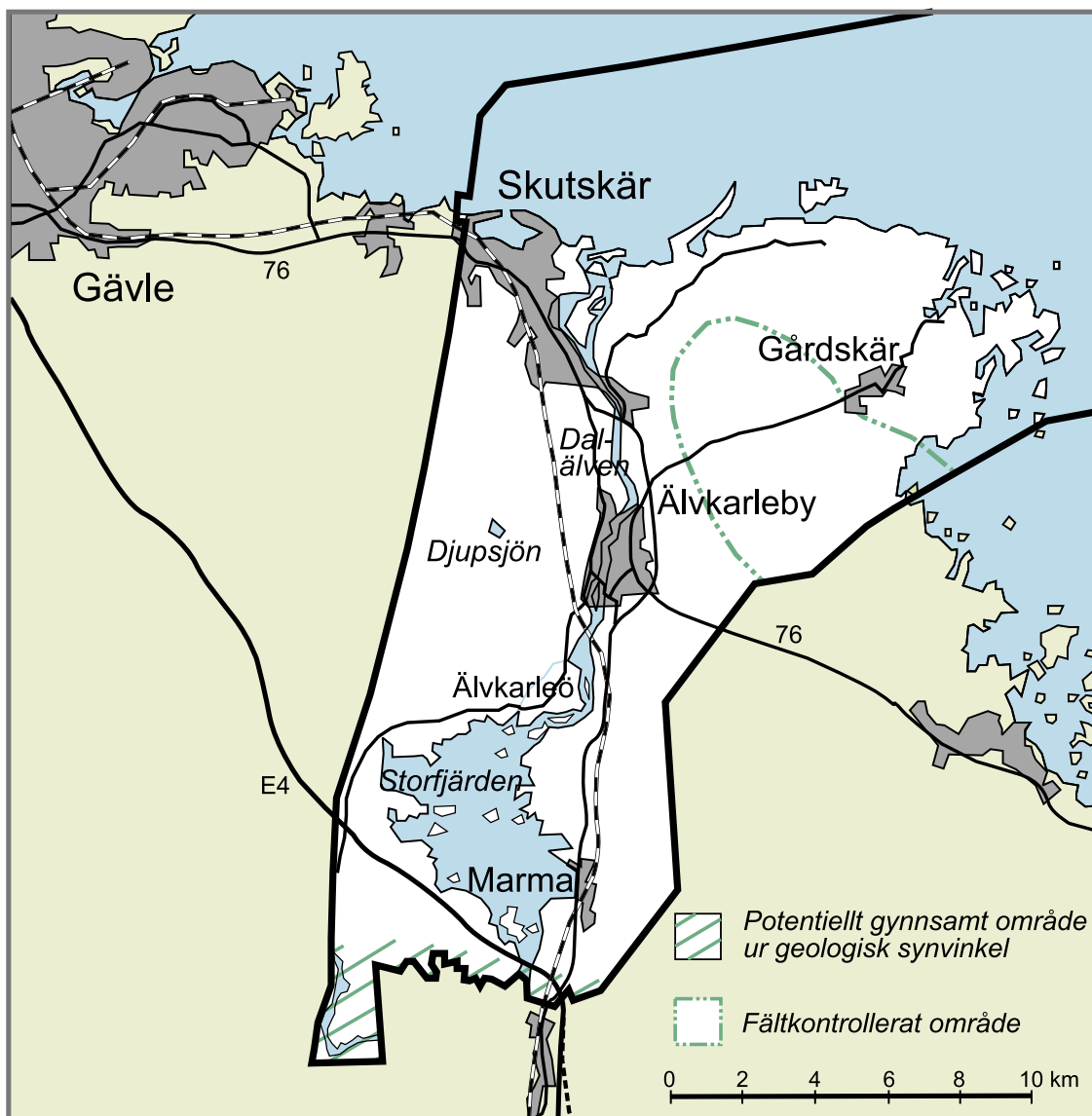
I kommunens nordligaste del finns ett område med migmatit och ådergnejs som tillhör en komplex, inhomogen och kraftigt omvandlad berggrund, där inhomogeniteten förstärks av att området är beläget i en plastisk skjuvzon. Också stora delar av berggrunden väster om Dalälven är inhomogen med snabba växlingar mellan olika bergarter. I denna del av kommunen är också betydande delar av berggrunden malmpotentiell, vilket innebär inskränkningar i lokaliseringsmöjligheterna, eftersom området är intressant för prospektering. I övriga delar av kommunen finns, såvitt känt, malmpotentiell berggrund endast i ett mindre område i kommunens sydöstra del, vid gränsen mot Tierps kommun.

Jorddjupen är i allmänhet måttliga, men varierar mycket mellan olika delar av kommunen. Andelen kalt berg är mestadels mycket låg, vilket är en försvårande faktor vid den geologiska kartläggningen och för möjligheterna att bedöma förhållandena på förvarsdjup.

Ett betydande system av plastiska deformationszoner löper i västnordvästlig till ost-västlig riktning genom kommunen. Skjuvzonerna avgränsar tektoniska linser som är mindre påverkade av plastisk deformation. I Älvkarleby kommun är det emellertid ofta svårt att exakt ange läget av de plastiska skjuvzonerna, främst på grund av den låga bergblottningsgraden, vilket medför att det även är svårt att korrekt avgränsa tektoniska linser. Vid fältkontrollen har det exempelvis konstaterats att berggrunden inom områden som ansetts ligga i en stor tektonisk lins delvis har utsatts för omfattande deformation. Sprickzoner förekommer i en omfattning som, såvitt det kan bedömas, är normal för svensk berggrund. Dessa kan påverka säkerheten negativt, dels genom att sprickzoner ofta har långt högre vattengenomsläpplighet än bergmassan i övrigt, dels genom att framtida berg rörelser inte kan uteslutas i vissa zoner. Placering och utformning av djupförvaret måste därför anpassas till zonernas lägen och egenskaper. För detta krävs dock undersökningar i större omfattning och mera detaljerad skala än vad som är aktuellt i förstudien.

I förstudiens geologiska utredning har alla delar inom kommunen med potentiellt olämpliga förhållanden (vissa bergarter, heterogen berggrund, malmpotential, plastiska deformationszoner) avförts som ointressanta för vidare studier. När detta har gjorts kvarstår endast ett mindre område utefter kommunens södra gräns med potentiellt acceptabel berggrund, se figur 9-1. Området utgör ytterdelen av en större granitkropp, Hedesundamassivet, som till största delen är belägen i Tierps kommun. Om det skulle bli aktuellt med vidare undersökningar i massivet, rekommenderas att dessa huvudsakligen fokuseras till dess mera centrala delar, det vill säga till Tierps kommun.





**Figur 9-1.** Kartan visar (1) området mellan Älvkarleby tätort och kusten som efter geologisk fältkontroll har visat på olämpliga förhållanden för vidare lokaliseringsstudier samt (2) ytterdelen av en större granitkropp, Hedesundamassivet, med potentiellt acceptabel berggrund. Om platsundersökningar skulle bli aktuella i Hedesundamassivet, rekommenderas att dessa förläggs till massivets mer centrala delar, det vill säga till Tierps kommun.

### 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 djupförvaret. Undersökningar på olika platser i landet visar att grundvattenströmningen på förvarsdjup i stor utsträckning kontrolleras av lokala variationer i berggrundens vattengenomsläpplighet.

Älvkarleby kommun ligger i en flack region, vilket generellt bidrar till långsam grundvattenströmning. I övrigt är dataunderlaget vad beträffar grundvattenförhållandena mycket begränsat. Djupa undersökningsborrhål saknas helt, liksom uppgifter om vattnets kemi i bergborrade brunnar. De få (44) bergbrunnar som det finns uppgifter om i SGU:s brunn-

arkiv har en begränsad geografisk täckning och uppvisar en stor spridning i vattenföring. Medianvärdet av brunnarnas vattenföring är högre än normalt, men detta resultat är osäkert på grund av det ringa antalet brunnar och ofullkomligheter i dataunderlaget. Grannkommunen Tierp har ett betydligt större antal (634) bergbrunnar och medianvärdet för vattenföringen i dessa brunnar ligger nära riksgenomsnittet.

Uppgifter om grundvattnets kemiska sammansättning saknas i stort sett helt från kommunen. Från grannkommunen Tierp, som har likartade geologiska och topografiska förhållanden som Älvkarleby kommun, visar prover från bergborrade brunnar på en sammansättning som i stort är normal för svensk berggrund. Brunnar med salt grundvatten är dock relativt vanliga.

### **Samlad bedömning**

SKB:s samlade bedömning är att större delen av Älvkarleby kommun bedöms som mindre intressant för fortsatta lokaliseringsundersökningar beroende på förekomst av:

- Inhomogen berggrund.
- Regionala plastiska skjuzoner.
- Malmpotentiell berggrund.
- Mäktiga jordlager.

Fältkontroll har visat att området mellan Älvkarleby tätort och kusten, som tidigt i förstudien utpekades som potentiellt intressant, har en betydligt mer komplex, inhomogen och omvandlad berggrund än som indikerats på äldre berggrundskartor. Även hela området väster om Dalälven och norr om Storfjärden kan uteslutas i djupförvarssammanhang på grund av inhomogen och malmpotentiell berggrund liksom kommunens nordligaste del, där berggrunden är kraftigt omvandlad och deformerad.

Efter att olika säkerhetsmässiga överväganden gjorts kvarstår endast ett mindre område vid kommunens södra gräns mot Tierps kommun som ur geovetenskaplig synvinkel inte helt kan avfärdas. Området rekommenderas ändå inte för platsundersökningar. Om det skulle bli aktuellt med vidare undersökningar i Hedesundamassivet, rekommenderas att dessa huvudsakligen fokuseras till dessa mera centrala delar, det vill säga till Tierps kommun.

### **9.1.3 Teknik**

De tekniska förutsättningarna för att bygga och driva djupförvaret berör anläggningarna såväl ovan som under jord. Berggrunden ska ha egenskaper som gör det möjligt att bygga och driva underjordsanläggningen 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.

På grund av ogynnsamma geologiska förhållanden är Älvkarleby kommun inte längre aktuell för etablering av djupförvarets underjordsdel. Då det gäller transporter är SKB:s slutsats att Älvkarleby kommun erbjuder goda förutsättningar. Väg- och järnvägsförbindelserna är väl utbyggda. Den befintliga hamnen i Skutskär skulle vara lämplig som mottagningshamn för godstransporterna till djupförvaret. Alternativa möjligheter är att bygga en ny hamnterminal i anslutning till den befintliga i Skutskär eller att nyttja någon av de hamnar som finns i grannkommunen Gävle.

Inseglingsförhållandena till hamnen i Skutskär är idag relativt besvärliga. Stora Enso har emellertid påbörjat omfattande förbättringar av såväl inseglingsleden som hamnanläggningarna i övrigt. Efter muddring av en ny inseglingsled kommer fartyg med upp till åtta meters djupgående att kunna tas emot utan väderrestriktioner. När de planerade förbättringarna av hamnen och farleden dit genomförts skulle Skutskärs hamn lämpa sig väl som mottagningshamn för transporterna till djupförvaret. Olika alternativ är tänkbara då det gäller hamnanläggningar för SKB:s behov. En möjlighet är utbyggnader inom Stora Ensos hamnbassäng. Ett annat alternativ kan vara att bygga en ny hamn strax utanför och öster om den nuvarande. En sådan lösning bedöms inte påverka Stora Ensos verksamhet.

Stora Enso har preliminärt ställt sig positivt till ovannämnda förslag. Några överenskommelser finns dock inte. Om det blir aktuellt att gå vidare med detta hamnalternativ kommer erforderliga utredningar att ske i nära samverkan med Stora Enso, Älvkarleby kommun och övriga berörda.

### **Samlad bedömning**

På grund av ogynnsamma geologiska förhållanden är Älvkarleby kommun inte längre aktuell för etablering av djupförvarets underjordsdel. Däremot erbjuder Älvkarleby kommun goda tekniska förutsättningar – främst hamn och transportleder – om det skulle bli aktuellt att etablera djupförvaret i Tierps kommun /9-1/. Väg- och järnvägsförbindelserna är väl utbyggda. Stora Ensos hamn i Skutskär skulle vara lämplig som mottagningshamn för godstransporterna till djupförvaret. Alternativa möjligheter är att bygga en ny hamn-terminal i anslutning till den befintliga i Skutskär eller att nyttja någon av de hamnar som finns i grannkommunen Gävle.

#### **9.1.4 Mark och miljö**

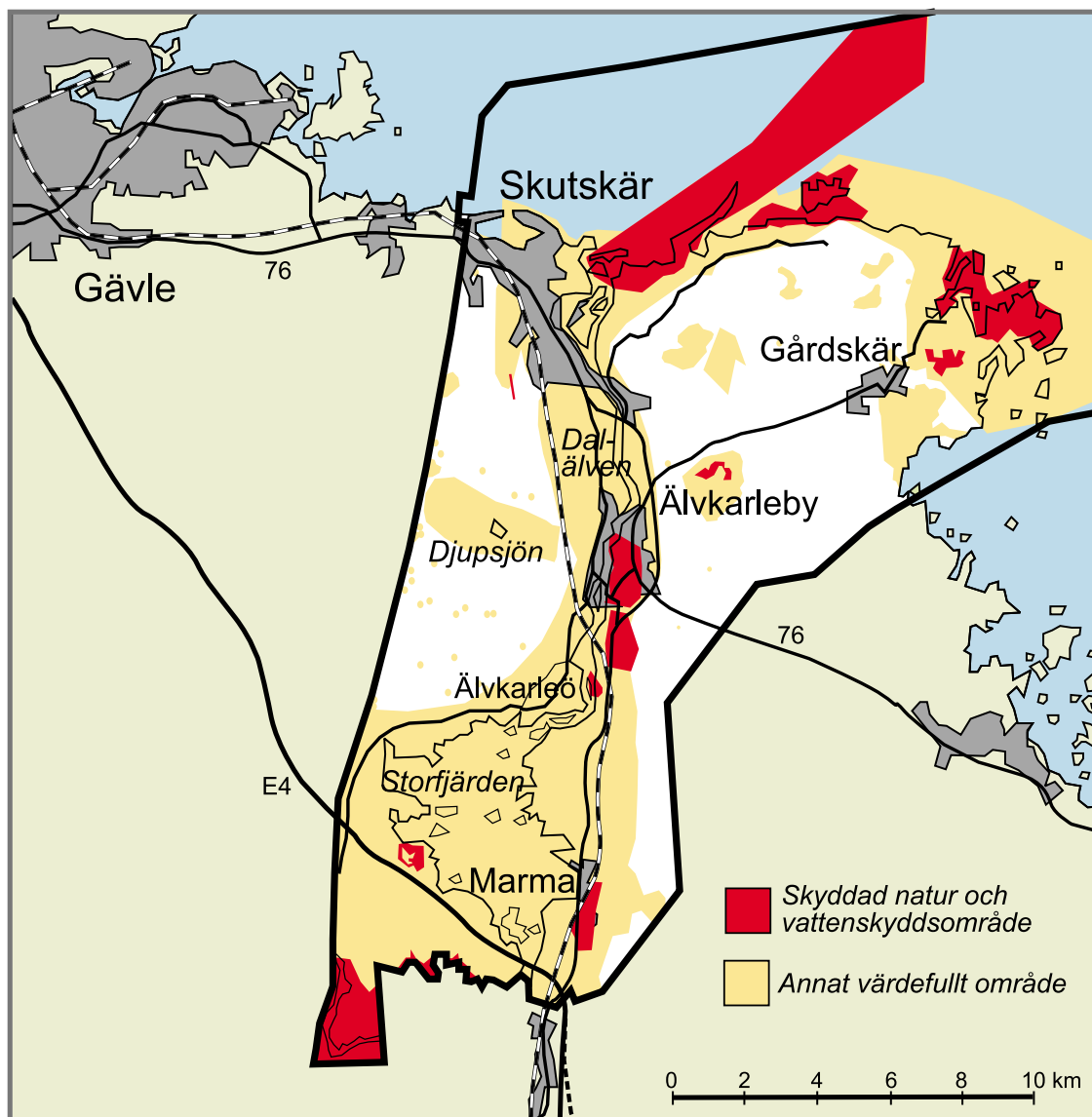
Mark- och miljöaspekter har stor betydelse för utbyggnad av industrier, vägar och järnvägar. I figur 9-2 har en sammanställning gjorts av olika typer av skyddade och värdefulla områden inom kommunen. Figuren redovisar en sammanslagning av de olika intressena, utan hänsyn till deras olika karaktär.

De områden som har starkast skydd är markerade med röd färg på kartan. Dessa utgörs av naturreservat, Natura 2000-områden och vattenskyddsområden. Områden som är värdefulla för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv är markerade med gul färg. Dessa utgörs av nyckelbiotoper, skogar med höga naturvärden, områden som ingår i den nationella myrskyddsplanen, riksintressen för naturvård, områden som ingår i länsstyrelsens naturvårdsprogram, värdefulla kulturmiljöer (riks-, läns- och lokalintresse), riksintressen för friluftsliv samt områden av riksintresse för turism och friluftsliv enligt miljöbalkens fjärde kapitel.

Industriplaneringar, vägar och järnvägar ska inte lokaliseras till de områden som är markerade med röd färg i figur 9-2, det vill säga naturreservat, Natura 2000-områden eller vattenskyddsområden. Av figuren framgår att röda områden finns inom följande större sammanhängande områden:

- Dalälvsområdet.
- Kust- och skärgårdsområdet.
- Uppsalaåsen.

I Älvkarleby kommun återfinns också mark som är klassad som riks-, läns- eller lokalintressant (gul färg i figur 9-2). I dessa områden finns värden som fordrar särskild hänsyn vid all typ av exploatering.



**Figur 9-2.** Sammanställning av skyddade och värdefulla områden för naturvård, kulturmiljö-  
vård, friluftsliv och vattenförsörjning.

### **Samlad bedömning**

Som redan nämnts är det inte aktuellt med vidare studier i Älvkarleby kommun rörande lokalisering av djupförvaret. Men om det skulle bli aktuellt att etablera djupförvaret i grannkommunen Tierp kan det vara intressant att ta in det använda kärnbränslet och bentonitleran via hamnen i Skutskär för vidare transport på järnväg till lämpligt område i Tierps kommun. Då erfordras viss utbyggnad av hamnen och spåranläggningarna i Skutskär. Dessa anläggningsarbeten, samt de transporter som i så fall skulle ske inom Älvkarleby kommun, måste genomföras med hänsyn till de skyddade och värdefulla områden som redovisas i figur 9-2. SKB bedömer att det finns goda möjligheter att utforma de hamn-, väg- och järnvägsanläggningar som kan bli aktuella utan att komma i konflikt med skyddade och värdefulla områden, samtidigt som eventuell miljöpåverkan begränsas.

### 9.1.5 Samhälle

I förstudien har SKB studerat förutsättningarna för en etablering av djupförvaret till Älvkarleby kommun och norra Uppland. Exempel på förhållanden som studerats är det lokala näringslivet, sysselsättning, turism och besöksnäring samt prognoser av hur kommunen skulle kunna utvecklas med eller utan djupförvaret.

Älvkarleby är en förhållandevis liten kommun med många anknytningar till sin grannkommun Gävle. Det gäller såväl utbildning som handel och arbetspendling. Även när det gäller näringslivsstrukturen har Älvkarleby kommun betydligt större likheter med arbetsmarknadsregionen Gävle/Sandviken än med övriga Uppland.

Byggsektorn är relativt liten i Älvkarleby kommun, men sett till hela regionen är den förhållandevis stor. Sannolikt måste en del av byggarbetskraften – som alltid vid stora anläggningsprojekt – rekryteras från andra regioner under det mest intensiva utbyggnadskedet. Det finns dock en bra bas i regionen. Utbildningsnivån hos kommunens invånare ses som fullt tillräcklig för huvuddelen av de arbetsuppgifter som uppkommer vid djupförvaret. När det gäller det begränsade antalet arbetsuppgifter som kräver specialiserad kompetens, finns det goda rekryteringsmöjligheter i Gävle och i Uppsalaregionen. Det finns också goda möjligheter att planera och erbjuda skraddarsydd utbildning för djupförvarets behov när en eventuell lokalisering har beslutats.

Turismen är en viktig näring i Älvkarleby kommun. Dalälven med dess möjligheter till sportfiske utgör en stor attraktion, som det bör finnas goda möjligheter att ytterligare utveckla. Det finns också cirka 400 fritidshus och sommarboendet har stor betydelse för bland annat livsmedelshandeln i kommunen.

#### ***Samlad bedömning***

Även om det inte är aktuellt att gå vidare med lokaliseringsstudier för djupförvaret i Älvkarleby kommun är det sannolikt aktuellt med sådana studier i regionen. SKB:s bedömning är att Älvkarleby kommun då skulle ha goda förutsättningar att bidra med kompetens för många av de arbeten som skulle uppkomma vid ett djupförvar i Norduppland. Fördjupade studier som belyser denna och andra viktiga samhällsaspekter planeras i anslutning till eventuella platsundersökningar i Norduppland.

## 9.2 Helhetsbedömning från förstudien

SKB:s bedömning från förstudien är att det saknas geologiska förutsättningar för vidare studier rörande lokalisering av djupförvaret. I den preliminära slutrapporten gjorde SKB bedömningen att området mellan Älvkarleby tätort och kusten skulle kunna vara av intresse för djupförvaret. Därefter har berggrunden inom detta område kontrollerats i fält. Fältkontrollen har visat att berggrunden är komplex, inhomogen och förhållandevis rik på sprickor. Det skulle krävas omfattande borrhningar och undersökningar för att med tillräcklig säkerhet kunna bedöma om berggrunden är lämplig för djupförvaret. SKB:s slutsats är att de geologiska förhållandena är alltför svårbedömda för att sådana undersökningar ska kunna rekommenderas.

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

SKB:s intresse för en hamnanläggning i Skutskär kvarstår. Hamnen i Skutskär bedöms vara ett bra alternativ för mottagning av gods till djupförvaret, om det skulle bli aktuellt att lokalisera djupförvaret i Tierps kommun /9-1/. Olika alternativ är tänkbara, antingen anpassning av den befintliga hamnen eller utbyggnad av en ny hamnterminal. Stora Enso har preliminärt ställt sig positivt till dessa förslag. Några överenskommelser finns dock inte. Om det blir aktuellt att gå vidare med detta hamnalternativ kommer erforderliga utredningar att ske i nära samverkan med Stora Enso, Älvkarleby kommun och övriga berörda.

# Referenser

## Kapitel 1

### 1-1 KASAM, SKN

Etik och kärnavfall. Rapport från ett seminarium om etiskt handlande under osäkerhet i Stockholm den 8–9 september 1987.  
SKN rapport 28, Statens råd för kärnavfallsfrågor, Statens kärnbränslenämnd 1988.

### 1-2 KASAM

Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 1998.  
SOU 1998:68, Statens offentliga utredningar, 1998.

### 1-3 Uppsala universitet

Kunskap och osäkerhet. Uppsala universitet granskar SKB:s förstudie av djupförvar för kärnavfall i Östhammars kommun. Rapportdel.  
ISBN 91-506-1323-5, Uppsala universitet, 1998.

### 1-4 Uppsala universitet

Kunskap och osäkerhet. Uppsala universitet granskar SKB:s förstudie av djupförvar för kärnavfall i Östhammars kommun. Sammanfattning.  
ISBN 91-506-1323-5, Uppsala universitet, 1998.

### 1-5 Nationelle samordnaren på kärnavfallsområdet

Ansvar, rättvisa och trovärdighet – etiska dilemman kring kärnavfall.  
ISBN 91-7345-080-4, Kommentus, 1999.

### 1-6 IAEA

Joint convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management.  
IAEA-INFCIRC-546, International Atom Energy Agency, 1997.

### 1-7 KASAM

Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 1987.  
ISBN 91-38-009938-1, Statens råd för kärnavfallsfrågor, 1987.

### 1-8 SKB

FUD-program 98. Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring. Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

### 1-9 SKB

Plan 2000. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

### 1-10 SKB

FUD-program 92. Kompletterande redovisning. Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring. Komplettering till 1992 års program sammanställd med anledning av regeringsbeslut 1993-12-16.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.

### 1-11 SKB

Djupförvar för använt kärnbränsle SR 97 – Säkerheten efter förslutning.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

- 1-12 SKI**  
SKI SITE-94. Deep repository performance assessment project.  
SKI report 96:36, Statens kärnkraftinspektion, 1996.
- 1-13 SKB**  
Översiktsstudie 95. Lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 1-14 SKB**  
Översiktsstudie av kommuner med kärnteknisk verksamhet.  
PR D-95-002, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 1-15 SKB**  
FUD-program 95. Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring. Program för inkapsling, geologisk djupförvaring samt forskning, utveckling och demonstration.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 1-16 SGU**  
Översiktsstudie av Uppsala län. Geologiska förutsättningar.  
R-98-32, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 1-17 Birgersson L**  
Översiktsstudie av Uppsala län. Markanvändning och transportförutsättningar.  
R-98-33, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 1-18 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.
- 1-19 SKB**  
Förstudie Storuman. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.
- 1-20 SKB**  
Förstudie Malå. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 1-21 SKB**  
Förstudie Nyköping. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 1-22 SKB**  
Förstudie Östhammar. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 1-23 SKB**  
Förstudie Oskarshamn. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 1-24 SKB**  
Förstudie Tierp. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 1-25 SKB**  
Förstudie Hultsfred. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 1-26 Regeringsbeslut**  
Angående FUD-program 92, kompletterande redovisning.  
Regeringsbeslut 11, 1995-05-08.



**1-27 Regeringsbeslut**  
Angående FUD-program 95.  
Regeringsbeslut 25, 1996-12-19.

**1-28 Regeringsbeslut**  
Angående FUD-program 98.  
Regeringsbeslut 1, 2000-01-24.

## Kapitel 2

**2-1 Engström S**  
Förstudie Älvkarleby. Organisation och arbetsplan.  
R-99-54, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

**2-2 Regeringsbeslut**  
Angående förordnande av en nationell samordnare på kärnavfallsområdet.  
Regeringsbeslut 1, 1996-05-15.

**2-3 Regeringsbeslut**  
Angående förordnande av en särskild rådgivare inom kärnavfallsområdet.  
Regeringsbeslut 1, 1999-05-06.

## Kapitel 4

**4-1 SKB**  
FUD-program 98. Kärnkraftavfallens 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. Kärnkraftavfallens 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.

**4-6 SKB**  
Geovetenskapligt inriktat program för undersökning och utvärdering av platser för djupförvaret.  
R-00-30, 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 T, Isaksson H, Johansson R, Lindén A H, Lindroos H, Rudmark L, Stephens M**  
Förstudie Älvkarleby. Jordarter, bergarter och deformationszoner.  
R-00-04, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 5-4 Axelsson C-L, Follin S, Årebäck M, Stigsson M, Isgren F, Jacks G**  
Förstudie Älvkarleby. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar.  
R-00-03, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 5-5 SKB**  
Förstudie Älvkarleby. Preliminär slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 5-6 Bergman T, Johansson R, Stephens M, Wahlroos J-E, Isaksson H**  
Förstudie Tierp och Älvkarleby. Fältkontroll av berggrunden inom potentiellt gynnsamma områden samt tyngdkraftsmodellering.  
R-00-47, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 5-7 SKB**  
Förstudie Tierp. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 5-8 SKB**  
Förstudie Östhammar. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 5-9 SGU**  
Översiktsstudie av Uppsala län. Geologiska förutsättningar.  
R-98-32, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 5-10 Sveriges Nationalatlas**  
Del: Berg och Jord.  
Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs, 1994.
- 5-11 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.
- 5-12 Mörner N-A**  
Earth movements in Sweden, 20 000 BP to 20 000 AP.  
Geologiska Föreningen i Stockholm. Förhandlingar, 100, pp 279-286, 1979.
- 5-13 La Pointe P, Wallman P, Thomas A, Follin S**  
A methodology to estimate earthquake effects on fractures intersecting canister holes.  
TR 97-07, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1997.

- 5-14 **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.
- 5-15 **SGU**  
Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Uppsala län.  
SGU Serie Ah nr 5. Sveriges geologiska undersökning, 1983.
- 5-16 **Smellie J A T, Laaksuharju M, Snellman M V, Ruotsalainen P**  
Evaluation of the quality of groundwater sampling: Experience derived from  
radioactive waste programmes in Sweden and Finland during 1980-1992.  
POSIVA-99-29, POSIVA OY, Finland, 1999.
- 5-17 **Naturvårdsverket**  
Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Grundvatten.  
Rapport 4915, Naturvårdsverket, 1999.
- 5-18 **SKBF/KBS**  
Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle KBS-3, Del III.  
Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, 1983.
- 5-19 **Svenska Korrosionsinstitutet**  
Koppar som inkapslingsmaterial för icke upparbetat kärnbränsleavfall. Bedömning  
ur korrosionssynpunkt.  
KBS TR 90, Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, 1978.
- 5-20 **Svenska Korrosionsinstitutet**  
Corrosion resistance of a copper canister for spent nuclear waste.  
SKBF/KBS TR 83-24, Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, 1983.
- 5-21 **Föllin S, Årebäck M, Jacks G**  
Förstudie Östhammar. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar.  
PR D-96-017, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 5-22 **Grip H, Rodhe A**  
Vattnets väg från regn till bäck.  
Forskningsrådets förlagstjänst, 1985.
- 5-23 **Pettersson C, Arsenie I, Ephraime H, Boren H, Allard B**  
Properties of fulvic acids from deep groundwaters.  
The Science of the Total Environment, vol 81/82, pp 287-296, 1989.
- 5-24 **Hartley L, Boghammar A, Grundfelt B**  
Investigation of the large scale regional hydrogeological situation at Beberg.  
TR-98-24, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 5-25 **Gylling B, Walker D, Hartley L**  
Site scale groundwater flow modelling of Beberg.  
TR-99-18, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.
- 5-26 **SKB**  
SKB 91. Slutlig förvaring av använt kärnbränsle. Berggrundens betydelse för  
säkerheten.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992.
- 5-27 **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.

- 5-28 Pässe T**  
A mathematical model of past, present and future shore level displacement in Fennoscandia.  
TR 97-28, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1997.
- 5-29 Follin S, Årebäck M, Jacks G**  
Förstudie Nyköping. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar.  
PR D-96-014, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 5-30 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.
- 5-31 New Scientist**  
Only ourselves to blame.  
New Scientist, Nov 20, p 24, 1999.
- 5-32 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 kärnkraftinspektion, 1997.
- 5-33 Morén L, Pässe T**  
Climate and shoreline in Sweden during the Weichsel and the next 150 000 years.  
TR-00-XX (under bearbetning), Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

## 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. Kärnkraftavfallens 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 Forsgren E, Lange F, Leijon B**  
Förstudie Älvkarleby. Anläggningar och transporter.  
R-00-13, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 6-6 Ekendahl A-M, Pettersson S**  
Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle.  
R-98-14, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 6-7 Lönnerberg B, Pettersson S**  
Säkerheten vid drift av djupförvaret.  
R-98-13, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

- 6-8 Lindbom B, Birgersson L**  
Radiologisk miljö vid djupförvaret och olycksberedskap vid transport av radioaktivt avfall.  
PR 44-94-038, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.
- 6-9 SKB**  
Förstudie Tierp. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

## Kapitel 7

- 7-1 SKB**  
Djupförvar för använt kärnbränsle SR 97 – Säkerheten efter förslutning.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.
- 7-2 Ekendahl A-M, Pettersson S**  
Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle.  
R-98-14, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 7-3 SKB**  
FUD-program 98. Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring. Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 7-4 Birgersson L, Gustafsson A**  
Djupförvar i Älvkarleby. Markanvändning och miljöaspekter.  
R-00-02, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 7-5 Älvkarleby kommun**  
Översiktsplan 1990.  
Älvkarleby kommun, 1991.
- 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 Upplandsstiftelsen**  
Grunda havsvikar i Uppsala län. Västra Öregrundsgrepen.  
Stencil nr 12, Upplandsstiftelsen, 1997.
- 7-9 Länsstyrelsen i Uppsala län**  
Inventering av våtmarker i Uppsala län. 1. Rapport och bearbetning.  
Länsstyrelsen i Uppsala län, 1986.
- 7-10 Naturskyddsföreningen i Älvkarleby kommun**  
Muntlig information från Tommy Löfgren.  
Februari 2000.
- 7-11 Almqvist E**  
Upplands vegetation och flora.  
Acta Phytogeografica, no 1, p 421, 1929.
- 7-12 Hultén E**  
Atlas över växternas utbredning i Norden.  
AB Kartografiska Institutet, 1971.

- 7-13 Länsstyrelsen i Uppsala län**  
Naturvårdsprogram för Uppsala län. 1. Värdefulla områden för naturvård och rörligt friluftsliv.  
Länsstyrelsen i Uppsala län, 1987.
- 7-14 Länsstyrelsen i Uppsala län**  
Muntlig information från Jan Helmer Gustafsson (kulturmiljövård), Mats Hellberg (planfrågor), Lars Hjelm (naturvård), Jan Karlsson (kulturmiljövård), Lena Krantz (GIS), Mats Lindman (miljöfrågor, vattenskyddsområden), Linnea Olsson (naturvård), Lina Werneman (miljöfrågor), Ing-Marie Askaner (miljöfrågor) och Leif Sandin (miljöfrågor).  
Februari och oktober 2000.
- 7-15 Skogsvårdsstyrelsen Mälardalen**  
Muntlig information från Magnus Olsson.  
December 1999.
- 7-16 Stora Enso**  
Muntlig information från Samuel Ståhl, Strömsbergs Bruk.  
December 1999.
- 7-17 Korsnäs AB**  
Muntlig information från Gunnar Larsson.  
December 1999.
- 7-18 Naturvårdsverket**  
Myrskyddsplan för Sverige.  
Naturvårdsverket, 1994.
- 7-19 Länsstyrelsen i Uppsala län**  
Kulturmiljöer i Uppsala län. Områden av riksintresse. Beskrivningar.  
Länsstyrelsens meddelandeserie 1997:13, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1997.
- 7-20 Upplandsmuséet och länsstyrelsen i Uppsala län**  
Bygd att vårda. 2. Kulturminnesprogram för Uppsala län. Kulturmiljöer i Tierps, Älvkarleby och Östhammars kommuner.  
Upplandsmuséet och länsstyrelsen i Uppsala län, 1984.
- 7-21 Lange U**  
Kulturhistorisk bebyggelseinventering i Älvkarleby kommun 1984.  
Rapport 5, Upplandsmuséet, 1984.
- 7-22 Länsstyrelsen i Uppsala län**  
Gropkeramiska boplatser i norra Uppland. En inventering av neolitiska kustboplatser 1997.  
Länsstyrelsens meddelandeserie 1999:11, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1999.
- 7-23 Älvkarleby kommun**  
Östan och västan ån. Älvkarleby förr och nu.  
Älvkarleby kommun, 1985.
- 7-24 Riksantikvarieämbetet**  
Information från Internet: [www.raa.se](http://www.raa.se)  
September 1999.
- 7-25 Naturvårdsverket**  
Sveriges finaste odlingslandskap. Nationell bevarandeplan för odlingslandskapet.  
Etapp 1.  
Rapport 4815, Naturvårdsverket, 1997.

- 7-26 Älvkarleby kommun**  
Muntlig information från Heléne Geimar och Sandra Söderquist.  
Februari 2000.
- 7-27 Länsstyrelsen i Uppsala län**  
Miljö i Uppsala län. Strategi för långsiktigt hållbar utveckling.  
Länsstyrelsen i Uppsala län, 1996.
- 7-28 Älvkarleby kommun**  
KommunArbetsbok för lokal Agenda 21 i Älvkarleby kommun.  
Älvkarleby kommun, 1994.
- 7-29 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.
- 7-30 Dalälvens Vattenvårdsförening**  
Samordnad vattendragskontroll 1997.  
Rapport 1998:14, Länsstyrelsen i Dalarnas län, 1998.
- 7-31 Dalälvens Vattenvårdsförening**  
Dalälvens vattenkvalitet 1990-95.  
LSTY/W/MVE-97/005, Länsstyrelsen i Dalarnas län, 1997.
- 7-32 Upplandsstiftelsen**  
Kvicksilver 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.
- 7-33 Sveriges Nationalatlas**  
Del: Miljön.  
Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs, 1991.
- 7-34 Länsstyrelsen i Uppsala län**  
Föreordade områden vid anläggningar för träimpregnering i Uppsala län.  
Länsstyrelsens meddelandeserie 1998:7, Länsstyrelsen i Uppsala län, 1998.
- 7-35 SKB**  
Förstudie Östhammar. Östhammars kommuns yttrande över den preliminära  
slutrapporten samt kompletterande utredningar.  
R-00-24, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 7-36 Axelsson C-L, Follin S, Koyi S**  
Grundvattenavsänkning och dess effekter vid byggnation och drift av ett djup-  
förvar.  
R-00-21, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 7-37 Sidenvall J, Birgersson L**  
Påverkan på växtligheten av sänkt grundvattenyta vid ett djupförvar.  
R-98-04, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 7-38 Åkerblom G, Lindén A**  
Förstudie Storuman. Radon i djupförvar.  
PR 44-94-039, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.
- 7-39 Israelsson J**  
Global thermo-mechanical effects from a KBS-3 repository. Phase 1: Elastic  
analyses.  
PR D-95-008, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.

- 7-40 Eng T, Norberg E, Torbacke J, Jensen M**  
Information, conservation and retrieval.  
TR 96-18, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1996.
- 7-41 IAEA**  
Maintenance of records for radioactive waste disposal.  
IAEA-TECDOC-1097, International Atomic Energy Agency, 1999.

## Kapitel 8

- 8-1 Fredriksson C, Haglund P, Sandberg M, Sandén P**  
Förstudie Älvkarleby. Omvärldsanalys för Älvkarleby kommun.  
R-00-06, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 8-2 Inregia AB**  
Förstudie Älvkarleby. Djupförvar i Älvkarleby kommun – socioekonomiska konsekvenser.  
R-00-08, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.
- 8-3 Nordblom C-J, Foghagen C**  
Förstudie Oskarshamn. Turismen i Oskarshamn med eller utan djupförvar.  
R-98-51, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 8-4 Björne S, Sandberg M, Sahlberg B**  
Turism och besöksnäring i Tierp. Hot och möjligheter med ett djupförvar av använt kärnbränsle.  
R-99-47, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.
- 8-5 SVEFA Svensk Fastighetsvärdering AB**  
Förstudie Oskarshamn. Påverkan på småhusmarknaden på grund av närheten till kärntekniska anläggningar.  
R-98-49, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 8-6 Lundgren N-G**  
Att deponera kärnavfall – Hot eller lokal utvecklingsmöjlighet?  
TULEA 1994:08, Tekniska Högskolan i Luleå, 1994.
- 8-7 Alrutz' Advokatbyrå AB**  
Förstudie Oskarshamn. Tredimensionella aspekter rörande åtkomst av mark för djupförvar.  
R-98-50, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.
- 8-8 Welander L**  
Förstudie Storuman. Referenser från större anläggningsprojekt.  
PR 44-94-021, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1994.
- 8-9 Nyström P-O**  
Erfarenheter från gruvanläggningar – Samhällsaspekter m m.  
Boliden Contech 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 Resurs**  
Rese- och turistindustrins ekonomiska effekter i Älvkarleby 1998.  
Resurs, 1999.



**8-12 SKB**

Plan 2000. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

**Kapitel 9**

**9-1 SKB**

Förstudie Tierp. Slutrapport.  
Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.



# 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.
Amfibol	Samlingsnamn för en komplex grupp av mörka bergartsbildande silikat(kiseldioxid)mineral innehållande magnesium, aluminium och järn. De viktigaste i gruppen benämns hornblände, aktinolit och tremolit, vilka samtliga även innehåller kalcium.
Använt kärnbränsle	Kärnbränsle som bestråls 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 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 ljus 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.
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.
Demografi	Vetenskap om befolkningens sammansättning och förändringar.
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 bergartsmälta (magma) tränger uppåt och stelnar.
Dolomit	Bergartsbildande mineral bestående av kalcium-magnesiumkarbonat. En bergart som huvudsakligen består av mineralet dolomit benämns dolomitsten, ibland bara dolomit, ibland kalksten. Se även kalcit.

Driftområde 1	De funktioner av djupförvarets ovanjordsanläggning som kan förläggas förskjutet i sidled i förhållande till underjordsanläggningen och där tunneln från anläggningen 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.
Efterbehandling	Arbete för att återställa en berg- eller grustäkt efter avslutad drift. Kan till exempel innebära att man släntar av, fyller igen med jord och återplanterar vegetation.
Fauna	Djurliv.
Flora	Växtliv.
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 har 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 mätningar	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 kornstorlek 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 i sprickor, vanligen i berggrundens ytligare delar, och stelnat.
Hedesundagranit	Gråröd till röd, medel- till grovkornig och vanligtvis porfyrisk granit med rektangulära kalifältspatkristaller. Vissa varianter är mycket fattiga på mörka mineral medan andra innehåller hornblände. Ålder cirka 1 780 miljoner år.

Hornblände	Hornblände är ett vanligt förekommande mineral, som hör till mineralgruppen amfibol.
Hydraulisk gradient	Skillnaden i grundvattenytans nivå per längdenhet, det vill säga grundvattenytans lutning.
Härdkomponenter	Komponenter, exempelvis styrstavarna, 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.
Infiltration	Nedträngning av vatten i marken.
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 dessa och därmed förhindra eller minska inläckage av vatten.
Inkapslingsanläggning	Anläggning där det använda bränslet kapslas in i koppar, och härdkomponenter 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. I samband med den inledande driften görs en utvärdering.
Intrusiv bergart	Bergart som bildats genom att till exempel magma eller annat plastiskt material trängt in (intrusivt) 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.
Kalifältspat	Ett kaliumrikt, bergartsbildande mineral som tillhör gruppen fältspat.
Kalksten	Sedimentär bergart som till mer än 50 % består av mineralet kalcit.
Kambrisk	Från kambrium, som utgör en period inom den geologiska tidsskalan med åldern 570–510 miljoner år.
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 av bränslet 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 <sub>2</sub> ). 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), Studsvik, Westinghouse Atoms bränslefabrik och Ranstad Mineral.
Ler	Bergmaterial med partikelstorlek mindre än 0,002 mm. Även beteckning för jordart där denna kornstorlek överväger.
Lineament	Linjära strukturer.
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 strålskärmning.
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.
Magmatisk bergart	Bergart bildad ur en bergartsmälta (magma).
Magnetit	Svart, starkt magnetiskt mineral (järnoxid). Viktigt mineral för utvinning av järn.
Magnitud	Mått på styrkan av en jordbävning.
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 (malmetning) och exploatering av malmer.
Medelaktivt avfall	Radioaktivt avfall som kräver strålskärmning, 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.
Mineraljakten	Ett i vissa län årligen återkommande forum för den geologiskt intresserade allmänheten att skicka in mineralfynd till SGU för klassificering och bedömning. Verksamheten är utformad som en tävling där de mest lovande fynden prisbelönas. Mineraljakten arrangeras av SGU i samarbete med vissa av landets länsstyrelser.
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.
Morän	Jordart som transporterats och avlagrats av inlandsisen. Moränen är osorterad med varierande sammansättning av block, sten, grus, sand, mo, mjåla och ler.
Mylonit	Finkornig bergart bildad genom mycket stark plastisk deformation (se nedan).

Natura 2000	Ett ekologiskt nätverk inom EU som arbetar för att säkra den biologiska mångfalden genom att upprätta särskilda skyddsområden.
Naturreservat	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 miljökonsekvensbeskrivningen och som beskriver 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 förändringar som är på gång kan komma att påverka kommunen i framtiden.
Ordovicisk	Från ordovicium, som utgör en period inom den geologiska tidsskalan med åldern 510–439 miljoner år.
Organiska ämnen	Kemiska föreningar baserade på kol.
Orogenes	Bergskedjebildande process.
Pegmatit	En grovkristallin (grovkornig) bergart av granitisk sammansättning som vanligen bildar gångar eller mindre massiv.
Peneplan	En utbredd flack, nästan jämn berggrundsytta bildad genom långvarig erosion.
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 förskifring 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 vilka miljökonsekvenserna blir.
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. Dessa 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 grundvatten- eller ytvattenflöde, till exempel sjö, kust, vattendrag eller myr.
Reguljär drift	Den andra etappen av djupförvarets drift, när cirka 90 % av det använda bränslet ska deponeras, efter en utvärdering av den inledande driften.
Riksintresse	Område som pekats ut av till exempel en kommun, länsstyrelse, statligt verk eller myndighet därför att det är särskilt lämpat för en 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.
Rörelsebelopp	Mått på förskjutningens storlek vid till exempel en förkastning.
Rödlistad	En förteckning över växt- och djurarter utsatta för olika grader och typer av hot.
Sand	Bergmaterial med partikelstorlek 0,2–2 mm. Även beteckning på jordart där denna kornstorlek överväger.

Sandsten	Sedimentär bergart vars medelkornstorlek faller inom storleksintervallen för sand, 0,2–2 mm.
Sediment	Från luft, vatten eller is avlagrat fast material samt material som ackumulerats genom kemisk utfällning eller sekretion (avsöndring) av organismer.
Sedimentär bergart	Bergart som bildats genom hopläkning av sediment.
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 totalförsvar.
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 av 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.
Sur bergart	Bergart som innehåller mer än 65 viktprocent kvarts (kiseldioxid).
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 på kärnavfallsområdet. 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 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.
Veckning	Deformation av jordskorpan genom sammanpressning med hjälp av motriktade krafter.
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.
Wollastonit	Vitt eller ljust färgat mineral som ofta bildar strålförmade aggregat. Mineralen består av kalciumsilikat, och används i ren form som tillsatsmedel i till exempel keramik, papper, färg och plast.
Yngre granit	Granit som bildades för cirka 1 800 miljoner år sedan.
Ytbergart	Bergart bildad på eller nära jordens yta genom sedimentära eller vulkaniska processer.
Ådergnejs	I Sverige mycket vanligt förekommande gnejs, som karakteriseras av ljusa och mörka skikt, parallella med bergartens förskiffringsplan. De ljusa skikten domineras av kvarts och/eller fältspat medan de mörka innehåller mörkt glimmer och eventuellt amfibol.
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 bergrum.
- SFR (SlutFörvar för Radioaktivt driftavfall) är ett slutförvar för allt låg- och medelaktivt, kortlivat avfall, beläget vid Forsmarks kärnkraftverk. Förvaringen sker i bergrum 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 samt 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) kubikmetrarna 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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> 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
<b>Total mängd ca, 25 års drift (Total mängd ca, 40 års drift)</b>			<b>63 500 (86 200)</b>	<b>255 900 (304 100)</b>	

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 jonbytarmassor 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**

<b>Arealer, volymer, vikter</b>		
Ovanjordsdelens maximala arealbehov	ca 33 hektar (ca 0,3 km <sup>2</sup> )	
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 <sup>2</sup>	
Beräknad uttagen bergvolym	ca 1–1,5 miljoner m <sup>3</sup>	
Totalt antal kapslar	ca 4 000 st	
Antal kapslar – inledande drift	ca 400 st	
Antal deponerade kapslar/år		
under inledande drift	ca 100 st	
kapacitet under reguljär drift	ca 200 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 18 containrar/vecka)
<b>Tidsaspekter</b>		
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 ansvarar för handläggning av förstudien i Älvkarleby kommun. Saida Engström är projektledare och leder arbetet med utredningarna samt ansvarar för den dialog med allmänheten, som bedrivs via SKB:s informationskontor i Älvkarleby kommun. Biträdande projektledare är Roland Johansson (sedan den 1 januari 2000).

Inom varje ämnesområde som utretts har en delprojektledare bistått med sin sakkunskap och samordning av konsultinsatser inom respektive expertområde. Delprojektledare har varit: Kaj Ahlbom (långsiktig säkerhet/geovetenskap), Bengt Leijon (teknik, anläggningsutformning och transporter), Stig Björne (samhälle) och Lars Birgersson (mark och miljö).

Informationsansvarig är Gunnar Wernolf. De lokala informatörerna vid kontoret i Älvkarleby är Agnetha Hillbom, Tage Lennartsson (t o m april 2000) och RosMarie Jansson (fr o m juni 2000). Ansvarig för delprojekt presentation är Monica Hammarström och för administration och ekonomisk uppföljning Ann-Marie Hultqvist. Hantering av databaser och produktion av GIS-kartor har skötts av Jan Ögren, Metria GIS-centrum.

Utredningarna har genomförts av nedanstående organisationer och personer inom dessa:

<b>Conterra AB</b>	Kaj Ahlbom, Bengt Leijon
<b>EuroFutures AB</b>	Stig Björne, Carl Fredriksson, Peter Haglund, Micael Sandberg, Peter Sandén
<b>GeoVista AB</b>	Hans Isaksson
<b>Golder Grundteknik KB</b>	Carl-Lennart Axelsson, Sven Follin, Frida Isgren, Martin Stigsson, Malin Årebäck
<b>Hushållningssällskapet i Stockholms och Uppsala län</b>	Anna Gustafsson
<b>Inregia AB</b>	Lennart Fridén
<b>Kemakta Konsult AB</b>	Lars Birgersson
<b>Kungliga Tekniska Högskolan</b>	Gunnar Jacks
<b>Lange Art Arkitektkontor AB</b>	Fritz Lange
<b>Mirab</b>	Hardy Lindroos
<b>Sveriges Geologiska Undersökning – SGU</b>	Torbjörn Bergman, Rune Johansson, Anders H Lindén, Lars Rudmark, Michael B Stephens, Jan-Erik Wahlroos
<b>SwedPower AB</b>	Ebbe Forsgren



## **Älvkarleby kommuns organisation**

I Älvkarleby kommun bildades under senhösten 1999 en referensgrupp för att följa och granska de utredningar som SKB initierar. Dess uppgift är också att föra fram frågor och synpunkter från allmänheten till SKB:s utredare samt sprida information till allmänheten. Målsättningen är att gruppen ska utgöra ett tvärsnitt av kommuninvånarna och därmed representera olika åldrar, åsikter och frågeställningar. Ledamöterna har rekryterats från de politiska partierna, pensionärer, kyrka och näringsliv, fackföreningar och Naturskyddsföreningen. En elev från grundskolans årskurs 9 representerar ungdomarna. Dessutom är en plats för en representant från en opponentgrupp vakant. Referensgruppen sammanträder minst en gång i månaden och är rådgivande för kommunstyrelsens arbetsutskott, som utgör styrgrupp. En politiskt ansvarig har utsetts till referensgruppens ordförande. Referensgruppen har deltagit i flera utbildningar, seminarier och studieresor under tiden för förstudien.

Från och med mitten av oktober 1999 är Karin Vibyral anställd som projektledare med ansvar för planering, samordning, administration och information av kommunens uppgifter och åtaganden i projektet. Projektledaren ska också rapportera till och föreslå åtgärder för kommunstyrelsens arbetsutskott.

### **Deltagare i referensgruppen**

Bengt Friskman, ordförande	Politiker, socialdemokraterna
Jowe Bengter	Näringslivet
Thomas Brännström	LO-facken
Maria Carendi	TCO-facken
Börje Douhane	KPR (Kommunala pensionärsrådet)
Willy Fundell	Svenska kyrkan
Runo Färnstrand	Politiker, folkpartiet
Mona Hansson	Politiker, demokratiska särlistan
Christoffer Hillbom	Högstadiееlev
Anna Hjelmström	Politiker, vänsterpartiet
Clarrie Leim	Politiker, centerpartiet
Ola Lindberg	Politiker, miljöpartiet
Tommy Löfgren	Naturskyddsföreningen
Irene Stridh	Politiker, socialdemokraterna, kommunfullmäktiges ordförande
Ulla Westerlind	Politiker, kristdemokraterna
Dan Wahlström	Politiker, moderaterna



### **Älvkarleby kommuns yttrande över den preliminära slutrapporten**

I april 2000 presenterade SKB en preliminär slutrapport över förstudien i Älvkarleby kommun. Den överlämnades till kommunen för kommentarer och synpunkter. Kommunen skickade rapporten på remiss till drygt 40 instanser i syfte att skapa ett mångfacetterat och brett underlag till kommunens yttrande. Dessutom har kommunens referensgrupp ägnat mycket tid åt att granska den preliminära slutrapporten. Referensgruppens granskning samt remissinstansernas kommentarer och synpunkter ligger till grund för kommunens yttrande över den preliminära slutrapporten, som återges i sin helhet i denna bilaga.

I denna slutrapport har vissa förändringar och revideringar gjorts jämfört med den preliminära utgåvan. Den största förändringen är föranledd av den fältkontroll som genomfördes våren 2000 och som resulterade i att området mellan Älvkarleby tätort och kusten inte längre bedöms intressant för platsundersökning. Men även kommunens yttrande och remissinstansernas synpunkter har beaktats genom att relevanta texter från preliminära slutrapporten kompletterats eller omarbetats.

Hur andra frågor ska beaktas kommer att tas upp i den dialog som förs mellan SKB och Älvkarleby kommun. Dialogen kommer framförallt att behandla omfattning och genomförande av samt samråd kring de utredningar om hamnutbyggnad, transporter med mera, som kommer att bli aktuella om SKB:s förslag att genomföra platsundersökningar i Tierp och Östhammar blir verklighet.

Exp 2000-11-23

Delges:

Kf § 198

Ks § 351

Au § 512

Dnr 76/99.409

SKB  
Referensgruppen

**Yttrande över SKB:s förstudie om slutförvar av använt kärnbränsle i Älvkarleby kommun**

Älvkarleby kommuns referensgrupp har överlämnat förslag till yttrande över Svensk Kärnbränslehantering AB:s slutrapport.

Referensgruppen har vägt in inkomna yttranden i föreliggande förslag.

Arbetsutskottets förslag

Kommunfullmäktige godkänner förslaget till yttrande som sitt eget.

---

KOMMUNSTYRELSENS BEHANDLING AV ÄRENDET.

Kommunstyrelsens förslag

Enligt arbetsutskottet.

---





KOMMUNFULLMÄKTIGES BEHANDLING AV ÄRENDET.

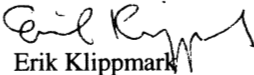
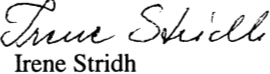
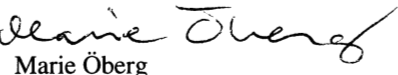
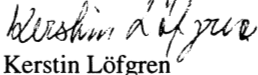
Kommunfullmäktiges beslut

Kommunfullmäktige godkänner förslaget till yttrande som sitt eget.

Roger Skärberg (mp) reserverar sig mot beslutet.

---

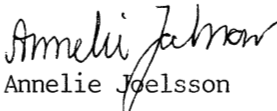
Ordförandens signatur	Justerarens signatur	Justerarens signatur	Utdragsbestyrkande
			

Plats och tid	Nygård, Älvkarleö bruk, kl 18.30 - 20.50		
Beslutande	Irene Stridh, ordf (s) Torbjörn Löfgren (ds) Kenneth Holmström (m) Maiken Norström (s) Gunvor Lugnfors (s) Kenneth Holmgren (m) Urban Öhlander (s) Anita Selander (v) Gunnar Östlund (c) Björn Bengtsson (s) Eva Kjellberg (ds), ej § 196-197	Lars Skytt (s) Sigrid Bergström (v) Leif Strömberg (s) Kurt L Andersson (s) Hans Erik Stolpe (ds) Inga-Lil Tegelberg (s) Ann-Cathrin Larsson (fp) Ulla Westerlind (kd) Mikko Salmi (s) Kerstin Löfgren (ds)	Björn Karlsson (s) Marie Öberg (s) Bengt Ahlquist (fp) Matti Levonen (v) Hans-Erik Andersson (s) Roger Skärberg (mp) Åsa Norlin (s) Ulrika Grönberg (s) Lars Andersson (ds) Dan Wahlström (m)
Övriga deltagande	Toni Holm, kommunchef Alf Kjerrman (s), ersättare Anders Lundström (fp), ersättare Maj-Britt Jakobsson (mp), ersättare Marita Wikberg (kd), ersättare	Erik Klippmark, sekreterare Monica Olofsson (s), ersättare Runo Färnstrand (fp), ersättare Jan-Ola Lindberg (mp), ersättare	
Justerare	Marie Öberg och Kerstin Löfgren		
Justerings plats och tid	Kommunhuset, Skutskär, 2000-11-22, kl 15.00		
Paragrafer	193 - 208		
Sekreterare	 Erik Klippmark		
Ordförande	 Irene Stridh		
Justerare	 Marie Öberg	 Kerstin Löfgren	

## ANSLAGSBEVIS

Kommunfullmäktiges protokoll är justerat. Justeringen har tillkännagivits genom anslag på kommunens anslagstavla. Protokollet förvaras på kommunstyrelsens kansli.

Sammanträdesdatum 2000-11-15  
Datum för anslags  
uppsättande 2000-11-22  
Datum för anslags  
nedtagande 2000-12-13

Underskrift  
  
Annelie Joelsson

Utdragsbestyrkande:

# Älvkarleby kommuns yttrande avseende Svensk Kärnbränslehantering AB's preliminära slutrapport

## Inledning

SKB överlämnade resultatet av förstudiearbetet i Älvkarleby, sammanfattat i en preliminär slutrapport, till Älvkarleby kommun den 14 april 2000. Kommunens förstudiekontor har därefter sänt rapporten på remiss till dryga fyrtiotalet instanser i syfte att skapa ett mångfacetterat och brett underlag till kommunens yttrande. Även referensgruppen har ägnat mycket tid åt rapporten. Vi har valt att sammanfatta gemensamma och belysa urskiljande åsikter i inkomna yttranden utan inbördes prioritering, under rubrikerna

- Miljö,
- Samhälle,
- Säkerhet,
- Transporter,
- SFL 3-5.

Frågor och krav på kompletteringar sammanfattas i punktform. Vi är medvetna om att vissa punkter möjligen är mer aktuella i ett platsundersökningsskede, men har ändå valt att ta upp det som trots allt nämns i den preliminära slutrapporten och som också flera remissinstanser belyst.

Samtliga remissvar biläggs i oredigerat skick detta yttrande.

## 1 Allmänt

Inledningsvis konstaterar vi att SKB har bedrivit förstudiearbetet i öppen och informativ anda. Politiker och tjänstemän som direkt eller indirekt berörts av arbetet, liksom kommunens invånare har givits många tillfällen till information om vad som pågår. Den tid inom vilken förstudien genomförts har dock varit mycket begränsad och upplevts som pressande. Människor har fått för lite utrymme att vänja sig vid och beakta stora mängder information i en tung och svår fråga, vilket delvis får betraktas som orsak till det förhållandevis ljumma intresset från allmänheten.

Vi vill poängtera att Älvkarleby kommun högst prioriterar säkerheten i alla avseenden. Detta utesluter självfallet inte att vi också värderar andra aspekter.

## 2 Miljö

I detta avsnitt kommenterar vi "miljö" i bemärkelsen naturskydd och boendemiljö.

### 2.1 Naturskydd

Det föreslagna området för slutförvar i Älvkarleby har ett stort antal värdefulla naturobjekt som kan komma att påverkas vid en etablering. Här finns flera extremrikkärr (varav två riksobjekt för naturvården, Bölsjön och Komossen, med förekomster av bl a gulyxne), åtminstone 10 kända guckuskobestånd samt minst två större nyckelobjekt.



Vi finner det anmärkningsvärt att den preliminära slutrapporten inte redovisar Korsnäs' och Stora Ensos nyckelbiotoper. Även Natura 2000-områden saknas i redovisningen.

Älvkarleby kommun förutsätter att

- slutrapporten kompletteras med redovisning av Korsnäs' och Stora Ensos nyckelbiotoper samt Natura 2000-områden.

## **2.2 Grundvatten/hydrologi**

Älvkarleby kommun instämmer i och poängterar det flertal yttranden som påpekar att informationen avseende grundvatten är bristfällig för Älvkarleby kommun och att SKB drar flera slutsatser endast mot bakgrund av underlag från Tierps kommun. Vi anser att jämförelser även med förhållanden i Gävle kommun är relevanta. För att kunna göra en rimlig bedömning inför valet av områden för platsundersökning finner vi det självklart att de faktiska förhållandena i Älvkarleby undersöks. I de yttranden som inkommit ställs ett antal konkreta frågor avseende grundvatten och hur det påverkas:

- Förväntas grundvattensänkningen bli ungefär densamma oavsett på vilket djup ett slutförvar eller en tunnel byggs?
- Under vilket skede i byggande, hantering och förvaring påverkas grundvattnet?
- Känner man till hur närliggande jordbruk, dricksvattenuttag och unika växtplatser påverkas vid en stark temporär eller beständig grundvattensänkning?
- Kan man vidta några åtgärder, och i så fall vilka, för att skydda känsliga områden vid risk för grundvattensänkning?
- Vad innebär kemiska processer i grundvattnet på lång sikt, och kan de belysas bättre? Kan t ex eventuell förekomst av fluor i grundvattnet påverka koppar?
- Det framgår inte hur mycket vatten som passerar genom kommunen via Dalälven. Hur höga bedöms de högsta flödesnivåerna kunna bli? Kan de påverka slutförvarsområdet och i så fall hur?
- Varför har inga jämförelser gjorts med data från Gävle kommun?

## **2.3 Boendemiljö och livskvalitet**

Älvkarleby kommun förknippas ofta med natur, fiske, vildmark och rekreation. Det är kvaliteter som är viktiga att värna om med hänsyn till kommuninvånarnas livskvalitet, men också med anledning av besöksnäringens stora betydelse för kommunen. Det är av yttersta vikt att bevarandet av natur- och kulturmiljöer beaktas och att Älvkarleby oavsett eventuell slutförvarsetablering även framledes associeras med den fria tillgången till naturen.

Sedan drygt ett sekel förknippas däremot också framför allt Skutskär med massafabriken som ligger väl synlig och lätt tillgänglig vid genomfarten. Flera av kommunens invånare har nu farhågor om hur ytterligare industrietablering på orten skulle påverka miljön rent estetiskt.

Älvkarleby kommun föreslår därför att SKB

- kompletterar den preliminära slutrapporten med ett mera konkret förslag till ovanjordsanläggning, dels i anslutning till Skutskärs hamn, dels i det område sydost om Skutskär som utpekats för eventuell etablering,
- redogör för arealbehovet, t ex för erforderliga byggnader samt upplag för och hantering av schaktmassor i och/eller i anslutning till Skutskärs hamn,

- belyser hur fastighetspriserna i kommunen skulle kunna påverkas av en etablering, utifrån underlag anpassat och tolkat efter förutsättningar specifika för Älvkarleby kommun.

### **3 Samhälle**

#### **3.1 Allmänt**

SKB har presenterat ett omfattande underlag där ett antal viktiga frågor lyfts fram. Somligt är nytt och tänkvärt, somligt bekräftar tankar och planer vi redan har, och kommunen kommer att kunna ha nytta av rapporterna i flera avseenden.

Vi anser ändå med stöd av bl a Hans Erik Uhlin, docent vid högskolan i Gävle, och Göran Sundqvist vid Göteborgs Universitet, att viktiga delar som t ex turism och besöksnäringen är otillräckligt behandlade. Vi upplever erfarenhet, attityder och värderingar som viktiga faktorer och anser därför rapporten ofullständig såtillvida att beskrivning och analys av sociala dimensioner saknas. Slutsatser är generella och antalet som konkretiserats för Älvkarleby är begränsat.

#### **3.2 Turism och besöksnäring**

Älvkarleby marknadsförs långsiktigt med inriktning på natur, kultur, fritid och rekreation. Vildmarksliv och camping är en betydelsefull del av svenskarnas semesterfirande, och den fria tillgången till naturen en exotisk upplevelse för många utländska besökare.

Under senare år har en ökad förståelse för turism och besöksnäringens stora betydelse vuxit fram, men Älvkarleby är en utpräglad sommarort vilket begränsar möjligheterna till året-runt-verksamhet inom vissa områden. Undantaget är den långa fiskesäsongen som varar från nyårsdagen till den sista september.

En slutförvarsetablering skulle kunna bidra till kontinuitet och bärighet under hela året för lokala entreprenörer. Hans Erik Uhlin pekar på att turism och besöksnäringen är den enda näring som man med fog kan förutspå skulle kunna bidra till ökat värde för lokal ekonomi och näringsliv i samband med en etablering. Älvkarleby kommun anser dock att man också måste väga potentiellt positiva effekter mot frågan om hur en etablering påverkar ryktet om Älvkarleby som rekreationsort. I flera remissyttranden uttrycks tveksamhet till om kärlek till naturen och förtroende för forskare kan överbrygga rädsla för kärnavfall, risk för strålning och förorenat vatten.

SKB talar om slutförvaret som en världsunik anläggning med positiva effekter på besöksnäringen samtidigt som man neutraliserande jämför med etableringen av en gruva. Man frågar sig vad det då är som lockar besökare – en ”vanlig” industrietablering eller en kontroversiell, tekniskt komplicerad och riskfylld verksamhet?

Turism och besöksnäringen är av större ekonomisk betydelse i Älvkarleby kommun än någon annanstans i Uppsala län. SKB har också pekat på turismens betydelse, men behandlar ändå denna fråga förhållandevis översiktligt. Älvkarleby kommun är mot denna bakgrund kritisk till att SKB inom ramarna för förstudien gjort en speciell utredning om turismens betydelse i Tierp, men lämnat detta därhän i Älvkarleby.

Älvkarleby kommun förutsätter att SKB grundligare utreder och belyser såväl positiva som negativa effekter på

- turism och besöksnäring, utifrån Älvkarlebys situation och förutsättningar, med eller utan en slutförvarsanläggning.

### **3.3 Övrigt näringsliv och kringeffekter**

Älvkarleby är en relativt liten kommun där industritraditionen är lång och betydelsefull. Stora Enso och Vattenfall var länge de största arbetsgivarna. Det förhållandet har delvis och successivt förändrats i och med omorganisationer och teknisk utveckling där effekten blivit reducerad personalstyrka. Nedläggningen av sågverket i slutet av 1980-talet blev också kännbar på arbetsmarknaden.

I flera remissyttranden framkommer förhoppningar om att en etablering i positiv riktning skulle påverka sysselsättning, service o s v. Andra uttrycker farhågor om att det är just detta som driver kommunen att delta i processen och att säkerhetsfaktorn åsidosätts. Majoriteten är dock enig om att långsiktiga kringeffekter är en faktor viktig att ta hänsyn till i den allmänna bedömningen.

SKB:s presentation är gedigen men relativt konventionell och generellt hållen. Den har tillkommit i en tid där ”den nya ekonomin” är under etablering och troligen kräver ett annorlunda angreppssätt. Den så ofta använda multiplikatoreffekten får andra värden och metoden måste justeras. Tidigare har nya industrietableringar bl a ansetts ha indirekta effekter på lokal service och handel. Uhlin befarar att den nya ekonomin kan medföra att multiplikatoreffekten istället blir mindre och starkt vinklad till kommunens kostnadssida snarare än till affärsinkomster och andra indirekta inkomster för kommunen. Undantaget skulle vara turism och besöksnäringen, som redan idag genererar effekter på handel och service.

Det är av stor vikt att slå vakt om befintliga värden men också att vidta åtgärder för att möjliggöra och säkerställa långsiktiga kringeffekter, och Älvkarleby kommun anser därför att SKB skall

- genomföra en studie som förutsättningslöst visar vilka möjligheterna är att skapa mer värden för befintliga och potentiella aktörer,
- undersöka hur företag inom olika branscher ställer sig till att etablera sig i, alternativt flytta sin verksamhet till Älvkarleby, med förutsättningen att en slutförvarsanläggning etablerats alternativt att anläggningen inte finns i närområdet.

### **3.4 Utbildning och arbetskraft**

De starka industritraditionerna i Älvkarleby kommun är troligen en huvudorsak till det förhållandevis låga antalet högskole-/universitetsutbildade kommuninvånare. Möjligheterna till vidareutbildning är goda i och med närheten till både Gävle och Uppsala och kommunledningen är medveten om vikten av att verka för en successiv attitydförändring.

Den preliminära slutrapporten styrker denna uppfattning och hävdar att det krävs åtgärder redan i grundskolan och på gymnasiet om målsättningen skall uppnås. Dock redogörs inte för *vilka* åtgärder som krävs.

Enligt den preliminära slutrapporten räknar SKB med att ungefär 8 000 årsverken, motsvarande ett årligt tillskott på 180 arbetstillfällen, skulle tillfalla Älvkarleby vid en eventuell etablering. Samtidigt poängterar man dels att arbetsmarknaden i Gävle kommer att vara avgörande för hur stor del av jobben som tillfaller Älvkarleby eftersom de två kommunerna i princip fungerar som samma arbetsmarknad, dels att det är avgörande varifrån arbetskraft till byggnads- och anläggningsarbetena rekryteras. Älvkarleby kommun vill redan i detta skede poängtera att vi betraktar det som en förutsättning att arbetskraft i möjligaste mån utnyttjas lokalt.

Älvkarleby kommun anser att SKB tydligt skall

- visa vilka åtgärder som behöver vidtas för att förändra attityden till vidareutbildning,
- redogöra för vilken typ av utbildningar som krävs, såväl på lokal som regional nivå, för att möta behovet av arbetskraft.

## **4 Säkerhet**

### **4.1 Allmänt**

Älvkarleby kommun anser, i likhet med vad som uttryckts på gator och torg och i de flesta remissvar, att det allra viktigaste i platsvalsprocessen är säkerheten. Ingen annan bedömningsfaktor kan och får någonsin inverka på säkerheten. Trots att detta är självklart för majoriteten kan det inte poängteras för ofta.

- Hur värderar SKB de säkerhetsrelaterade faktorerna i förhållande till andra faktorer?

Vi vill betona att avsnitten ”Långsiktig säkerhet” och ”Tekniska förutsättningar” endast med några undantag granskats av lekmän. Det är vår övertygelse att dessa områden bäst behärskas av yrkesmän och -kvinnor, men vi finner det också angeläget att frågor besvaras – oavsett vem eller vilka som ställer dem.

Synpunkter och kommentarer rörande detta avsnitt kan i vissa stycken uppfattas som en upprepning av redan framförda åsikter under rubriken ”Miljö”.

### **4.2 Berggrunden**

Underlaget för den geologiska bedömningen i Älvkarleby är, som redan konstaterats, bristfällig. Endast data från Tierp har applicerats på Älvkarleby. Sedan den preliminära slutrapporten presenterades har dessutom SGU genomfört fältkontroller i det område som pekats ut som lämpligt. Resultatet av dessa kontroller överensstämmer inte med slutrapportens prognoser.

Älvkarleby kommun anser att den preliminära slutrapporten skall kompletteras med

- med resultatet av SGU's fältkontroller och
- data från Gävle kommun.

### **4.3 Riskscenarier**

Den preliminära slutrapporten konstaterar att Älvkarleby kommun är belägen i ett område med låg seismisk aktivitet. Däremot ligger kommunen relativt nära norra Bottenhavskusten som anses vara ett av Sveriges mest jordbävningsbenägna områden, och många människor har uttryckt oro över hur liknande händelser skulle påverka ett slutförvar.

Älvkarleby kommun anser att

- den preliminära slutrapporten skall kompletteras med en karta som visar de jordbävningar som registrerats med modern instrumentering (dvs sedan början av 1960-talet) inom en radie på 150 km från Älvkarleby,
- resultat av eventuella geologiska och geotekniska undersökningar, genomförda av Väg- och Banverket i samband med byggnationer av E4 och Ostkustbanan skall tillföras och kommenteras i slutrapporten,

- den preliminära slutrapporten skall kompletteras med grundlig analys av vilka risker eventuella naturkatastrofer utgör under den tid underjordsanläggningen står öppen,
- SKB skall modellera kombinationsscenarier; t ex istid/kapseldefekt, kapseldefekt/jordbävning.

Vi väljer också att lyfta fram några konkreta frågor som ställts i samband med den preliminära slutrapporten:

- Hur djupt räknar man med att erosionen kan nå efter en istid?
- Ökar frekvensen av jordskalv på grund av snabbare landhöjningshastighet efter en istid?
- Kan förkastningar nybildas?
- I vilken omfattning kan radionukleider vid ett läckage förväntas nå markytan och hur drabbas eventuellt människor och djur?
- Hur giftigt är avfallet med avseende på mängder och påverkan på organismer, löslighet och spridning?

#### **4.4 Bentonit och tunnlar**

Under denna rubrik har vi valt att endast väcka några av de frågor som aktualiserats i remissvaren.

- Vad vet man i detalj om bentonitlerans för- och nackdelar?
- Vilket material kommer man att använda för att ”plugga” tunnelmynningen?
- Vad händer när tunnarna utsätts för inlandsisens vattentryck?

## **5 Transporter**

### **5.1 Allmänt**

Transportfrågan engagerar många kommuninvånare och omnämns i de flesta remissvaren. Vi anser därför att denna fråga måste få stort utrymme i debatten och att olika alternativ skall belysas ordentligt.

Älvkarleby kommun ansluter till den enighet som också överensstämmer med SKB:s prioritering; dvs

1. Transport via tunnel direkt till underjordsanläggningen
2. Järnvägstransport från Skutskärs hamn till ovanjordsanläggning
3. Transport på landsväg

### **5.2 Kärnavfall via tunnel**

Av de alternativ som presenterats för vår kommun prioriterar Älvkarleby kommun tunneltransporter från Skutskärs hamn direkt till underjordsanläggningen. Det är av stor vikt att transportsträckorna blir så korta som möjligt och att antalet omlastningstillfällen begränsas.

Älvkarleby kommun anser dock att SKB bör

- visa vilka hot och möjligheter som finns med att bygga en tunnel under Dalälven,
- belysa vilka material som kan användas för tätning av tunneln,

- redogöra för erfarenheter från eventuella liknande tunnelbyggnationer,
- undersöka invånarnas inställning till ett projekt av denna dignitet.

### **5.3 Kärnavfall på järnväg**

Banverket påpekar i sitt yttrande en felaktighet på s 100 i den preliminära slutrapporten; anslutning mellan Ostkustbanan och Skutskärs hamn är befintlig och tänkt att behållas.

Med anledning av planerad snabbtågstrafik och utökad regionaltrafik förutspås en hög belastning på Ostkustbanan, och man förespråkar därför tunneltransporter.

Banverket konstaterar att området som kan bli aktuellt för slutförvaret inte är i konflikt med några idag planerade järnvägsutbyggnader.

Älvkarleby kommun anser att SKB

- tydligare skall redogöra för hur järnvägstransporter planeras.

### **5.4 Kärnavfall på landsväg**

Vi ser transporter på landsväg som en onödig risk och förutsätter att detta alternativ inte blir aktuellt. Vägverket markerar också i sitt remissvar att man helst ser att transporter av kärnbränsle i så liten utsträckning som möjligt sker på vägarna.

Älvkarleby kommun anser att SKB

- tydligare skall redogöra för hur transport på väg planeras.

### **5.5 Övrigt**

Redan i dag passerar tung trafik, delvis med farligt gods, genom Älvkarleby kommun såväl på järnväg som på landsväg. Den preliminära slutrapporten visar hur stor omfattning av trafik som förväntas under driften, men vi saknar motsvarande redogörelse för byggtiden.

Älvkarleby kommun anser att SKB skall

- redovisa en sammanställning av alla tänkbara trafikrörelser i kommunen under byggnation av slutförvarsanläggningen.

## **6 SFL 3-5**

När vi granskat den preliminära slutrapporten har vi endast funnit knapphändig information om det avfall som till exempel rivningsmaterial från kärnkraftverken och CLAB utgör. Såvitt vi förstår finns det planer på att samlokalisera detta långlivade, låg- och medelaktiva avfall med slutförvaret för använt kärnbränsle, men i så fall i bergssalar på grundare nivå än 500 m.

- Älvkarleby kommun förutsätter att SKB tydligt redogör för hur planerna konkret ser ut i dag,
- När söks tillstånd för lagring av SFL 3-5?
- Hur motiverar SKB planerna att lägga SFL 3-5 på grundare nivå än övrigt långlivat avfall?
- Hur bedöms riskerna med detta avfall? Är de inkluderade i befintliga beräkningar för slutförvar av använt kärnbränsle?

## **7 Slutord**

Förstudien i Älvkarleby har visat på en rad intressanta och viktiga faktorer som kan vara av stort värde för kommunen i framtida diskussioner och planering. Oavsett vilken roll Älvkarleby kommun kommer att ha framledes vill vi poängtera vårt intresse för att även fortsättningsvis delta i platsvalsprocessen med full insyn.

Vi har nu lämnat våra och våra remissinstansers synpunkter, önskemål och krav i syfte att få ett så komplett underlag som möjligt. Med övertygelse om att SKB delar denna målsättning ser vi därför fram emot kompletterande studier.

Skutskär 2000-10-30

Lars Skytt

Kommunstyrelsens ordförande

### **Bilagor**

Älvkarleby kommun

- Bygg- och miljökontoret
- Läraryrskommittén
- Räddningstjänsten
- Socialnämnden
- Tekniska förvaltningen
- Turistkontoret
- Demokratiska Särlistan
- Folkpartiet Liberalerna
- Kristdemokraterna
- Miljöpartiet De Gröna
- Moderata Samlingspartiet
- Socialdemokraterna
- Vänsterpartiet
- Företagsgrupp Älvkarleby
- Långsands Samfällighetsförening
- Naturskyddsföreningen

Banverket  
Gävle Kommun  
Göteborgs universitet / Göran Sundqvist  
Göteborgs universitet / Rikard Marek  
Högskolan i Gävle / Hans Erik Uhlin  
Länsstyrelsen Gävleborg  
Vägverket





### Samrådsmöten på länsstyrelsen

Till ansökan om att lokalisera djupförvaret till en bestämd plats ska det höra en miljökonsekvensbeskrivning (MKB-dokument). I MKB:n ska verksamheten beskrivas och de effekter – både kortsiktigt och långsiktigt – som ett djupförvar kan medföra ska redovisas. Vidare ska MKB-dokumentet 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.

MKB:n ska föregås av ett samrådsförfarande enligt bestämmelserna i miljöbalken. Ett tidigt samråd ska hållas med länsstyrelsen och med enskilda som kan antas bli särskilt berörda av den planerade verksamheten. För en kärnteknisk anläggning följs det tidiga samrådet av ett utökad 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 de samråden under förstudien utgör en värdefull grund för ett eventuellt fortsatt arbete med samråd enligt bestämmelserna i miljöbalken och MKB.

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 de kontakter med kommuner och statliga myndigheter som behövs för att SKB ska kunna ta fram underlaget till en MKB. Enligt beslutet ska också länsstyrelsen ta på sig ett samordnande ansvar för, att de kommuner som berörs av platsvalsprocessen nära ska kunna följa SKB:s arbete samt kunna bedöma och lämna information i frågor om förvaring av använt kärnbränsle.

I Uppsala län inleddes förstudiearbetet i Östhammars kommun 1995. Det första samrådsmötet med länsstyrelsens referensgrupp, för ett eventuellt slutförvar för använt kärnbränsle, ägde rum i februari 1996. Gruppen har haft möten två gånger om året och under tiden utvidgats med de tillkommande förstudiekommunerna i länet, Tierp och Älvkarleby. I samrådet deltar förutom länsstyrelsen i Uppsala län och de berörda kommunerna också länsstyrelserna i Gävleborgs, Stockholms och Västmanlands län, grannkommuner, Ålands landskapsstyrelse och länsstyrelse, SKB, SKI, SSI, KASAM, regeringens Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet, Statens Energimyndighet, Sjöfartsverket och Försvarsmakten. Samrådsmötena har hittills ägnats främst åt att utbyta information om förstudiearbetet.

I Uppsala län finns även en arbetsgrupp som består av tjänstemän från förstudiekommunerna och från de statliga organen i referensgruppen. Arbetsgruppen sammanträder mellan referensgruppens möten.

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, markägare och konkurrerande markanvändningsintressen identifieras och dessa särskilt berörda kan därmed medverka i en formell samrådsprocess. Eftersom transporter till ett djupförvar utreds under platsundersökningarna kommer även de kommuner och andra (Banverket, Boverket med flera) som eventuellt berörs av transporter att delta i samråden.

Offentliga anteckningar från referensgruppens möten, där synpunkter och frågor noteras, upprättas av länsstyrelsen. Synpunkter har beaktats i förstudien eller noterats för framtida beaktande vid en eventuell platsundersökning. I denna bilaga finns en sammanfattning av anteckningarna från samrådsmötena. Från och med 1998 deltar även Tierps och Älvkarleby kommuner i samråden.

I samband med de inledande sammanträdena har SKB lämnat skriftliga svar på frågor och sin syn på förslag och synpunkter som kommit upp under samrådet. Dessa finns i protokoll från länsstyrelsen. För vissa övergripande synpunkter hänvisas till det nationella samråd som förekom under perioden november 1997 till juni 1999. Andra synpunkter har beaktats i respektive förstudie eller noterats för att beaktas vid en eventuell platsundersökning.

### **Samrådsmöte 1996-02-15**

**Länsstyrelsen** informerar om sitt samordnande ansvar, enligt regeringens beslut, för kontakter med kommuner och myndigheter. Ett syfte är att underlätta för SKB att ta fram relevant underlag till en miljökonsekvensbeskrivning. Man har också ett samordnande ansvar för information till allmänheten och för utbetalning av medel ur kärnavfallsfonden till förstudiekommunerna.

**SKB** redogör för sitt allmänna uppdrag och för arbetet med förstudierna. SKB har öppnat ett informationskontor i Östhammar.

**SKI** arbetar med att sammanställa remissvaren till FUD-program 95. Det är SKI som beviljar bidrag ur kärnavfallsfonden.

**Östhammars kommun** informerar om att referensgruppen bland annat har som målsättning att ge så mycket information som möjligt. Kommunen avser att öppna ett informationskontor i Rådhuset i Östhammar.

### **Samrådsmöte 1996-05-21**

**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.

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 synpunkter.

**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.

### **Samrådsmöte 1997-03-10**

**Den Nationelle samordnaren** redovisar sitt arbetsprogram. Han ska arbeta för att bidra till att proceduren för val av plats för slutförvaret blir tydlig och för 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 i Östhammar redovisas översiktligt. Förstudien görs förutsättningslöst i hela kommunen, men samordning med övrig avfallshantering i Forsmark är av särskilt intresse.

**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.

**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 – Organisation för Säkert Slutförvar (OSS).

**Tierps kommun** är representerad vid mötet.

### **Samrådsmöte 1997-09-23**

**SKB** redogör för de viktigaste slutsatserna i den preliminära slutrapporten för förstudien i Östhammars kommun. 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 kommunen.

**Den Nationelle samordnaren** informerar om samarbetet mellan de berörda förstudiekommunerna. Samarbetet har utmynnat i ett informellt diskussionsforum benämnt "Nationellt samrådsforum". Forumet syftar till att skapa samförstånd om vilka frågor som bör belysas i en MKB, samt till att underlätta diskussionerna om formerna för MKB-arbetet. Även frågor av allmänt intresse kan tas upp. En särskild arbetsgrupp med företrädare från KASAM samt berörda kommuner och länsstyrelser har tillsatts för att diskutera frågan om olika alternativa förvaringsmetoder.

**SKI** kommer att yttra sig om förstudiearbetet först när samtliga förstudier är avslutade. Detta för att inte föregripa den myndighetsgranskning, i samband med tillståndsprövningen för ett eventuellt djupförvar, som SKI har en uttalad roll i.

**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.

### **Samrådsmöte 1998-05-26**

**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 verksamma.

**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.

**Tierps kommun** är representerad vid mötet.

**Älvkarleby kommun** är representerad vid mötet.

### **Samrådsmöte 1998-10-13**

**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.

**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.

**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.

**Tierps kommun** ger en lägesrapport över kommunens förberedelser inför förstudiearbetet. SKB planerar att inleda sina utredningar inom ramen för förstudien i januari 1999.

**Älvkarleby kommun** är representerad vid mötet.

### **Samrådsmöte 1999-06-10**

**SKB** redogör för dagsläget i övriga förstudiekommuner. SKB har kontaktat Älvkarleby kommun. Det finns sannolikt goda geologiska förutsättningar i kommunen och tillgången till hamn är en fördel. 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 kapitel 6 i 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 uppärrbetning/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.

**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.

**Tierps kommun** har bildat en referensgrupp med deltagare från varje politiskt parti. Man har också tillsatt en arbetsgrupp, bestående av tjänstemän för att informera om förstudien. Kommunens engagemang har uppmärksammats i lokalpressen.

**Älvkarleby kommun** har haft en informationskväll i samband med SKB:s förfrågan om en förstudie. Kommunfullmäktige väntas ta ställning 1999-06-16.

### **Samrådsmöte 1999-12-03**

**SKB** redogör för sin verksamhet i förstudiekommunerna. SKB räknar med att den 1 december 2000 peka ut vilka platser som SKB anser vara mest intressanta för platsundersökningar. Kompletterande informationsinsatser har skett i Östhammars kommun. Nya studier avseende den känsliga naturen kring Forsmarks kärnkraftverk kommer att presenteras i en rapport. I Tierps kommun har tre rapporter tagits fram. Förstudien i Älvkarleby har påbörjats.

**Försvarsmakten** informerar om att ett hundratal försvarsanläggningar håller på att avvecklas längs Upplandskusten. Vissa anläggningar kommer att finnas kvar, till exempel runt hamnar.

Den **Särskilde rådgivaren på kärnavfallsområdet** redogör för sin pågående verksamhet som bland annat omfattar granskning av FUD-program 98, 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.

**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. Kommunen vill ha ytterligare information om platsvalsprocessen.

**Tierps kommun** informerar om pågående aktiviteter. Kommunen har utsett en ny projektledare.

**Älvkarleby kommun** informerar om informationsinsatserna inom kommunen.

### **Samrådsmöte 2000-05-19**

**SKB** redogör för den fortsatta lokaliseringsprocessen fram till slutförvar och för planeringen inför platsundersökningarna. I december ska SKB föreslå områden för platsundersökningar. I den samlade utvärderingen ingår regionala och nationella översiktsstudier och typområdesundersökningar. SKB redogör för erfarenheter från de fördjupade studierna i Forsmarksområdet, inom områden av riksintresse för naturvård.

**Länsstyrelsen** informerar om pågående arbete i den särskilda beredningsgrupp som utsetts av den så kallade Länsstyrelsegruppen, (med representanter för länsstyrelserna i Uppsala, Nyköping och Kalmar samt KASAM och den Särskilde rådgivaren). Beredningsgruppen består av sakkunniga från förstudielänsstyrelserna. Syftet med gruppens arbete är att översiktligt redovisa de frågor som i första hand bör uppmärksammas inför kommande samråd och tillståndsprövningar.

**SKI och SSI** informerar om sitt gemensamma MKB-PM som distribuerats till alla aktörer och om sin översiktliga plan för granskningen av FUD-K. En metodik för utfrågningar tas fram inom ett SKI/SSI-gemensamt forskningsprojekt under hösten. SKI planerar lämna sitt yttrande över FUD-K i juni 2001.

Den **Särskilde rådgivaren på kärnavfallsområdet** informerar om aktuella ändringar i kärntekniklagen, och frågan om Sverige, med stöd av EU:s bestämmelser, kan tvingas ta emot kärnavfall från andra länder.

**Östhammars kommun** informerar om referensgruppens arbetsuppgifter under 2000. En broschyr – Frågor och svar – har tagits fram och distribuerats till hushållen. Den finns även översatt till engelska. Broschyr "II" finns på kommunens hemsida på Internet. Referensgruppen har deltagit i studiebesök.

**Tierps kommun** redogör för genomförda och planerade aktiviteter. Stor del av arbetet har varit inriktat på mottagandet och granskningen av den preliminära slutrapporten. Remissförfarandet och referensgruppens egna granskningsarbete pågår. Göteborgs universitet och Umeå universitet väntas inkomma med sina svar i mitten på augusti. Referensgruppen har deltagit i seminarier.

**Älvkarleby kommun** informerar om aktiviteter och informationsinsatser. Granskning av den preliminära slutrapporten pågår. En informationsbroschyr om kommunens förstudiearbete har skickats till alla hushåll och lagts ut på kommunens hemsida på Internet. Referensgruppen har deltagit i studiebesök och seminarier.





### Dialog, information och samverkan – aktiviteter

Kommunfullmäktige i Älvkarleby beslutar i april 1999, att SKB ska få genomföra en förstudie. I oktober 1999 öppnar SKB ett informationskontor i Älvkarleby med två anställda informatörer. Aktiviteter i form av dialog, information, studieresor och seminarieverksamhet har under förstudiearbetet initierats både av SKB och Älvkarleby kommun. Här redovisas kortfattat de aktiviteter som noterats i dagboken på SKB:s informationskontor.

- September 1999
  - Kommunfullmäktiges ledamöter deltar i en studieresa på två dagar till Oskarshamn, där de besöker CLAB, Kapsellaboratoriet och Äspölaboratoriet.
- Oktober 1999
  - Informationskontoret invigs.
  - SKB skickar ut information om förstudien till samtliga hushåll.
- November 1999
  - Kommunen arrangerar två allmänna möten i Älvkarleby och Långsand. Förutom kommunen deltar den Särskilde rådgivaren på kärnavfallsområdet, SKI, SSI och SKB.
  - SKB:s informatörer, kommunens projektledare, kommunalrådet samt referensgruppens ordförande deltar i en studieresa till Frankrike och Tyskland. Besök görs vid slutförvar för låg- och medelaktivt avfall, samt platser för vidare undersökning om slutförvar för högaktivt avfall.
  - SKB arrangerar möten på informationskontoret och ute på arbetsplatser med bland andra Rotary, Pappers (facket), pensionärsföreningen SPF-Laxen, Försäkringskassan, tekniska förvaltningen samt kansliavdelningen och socialförvaltningen vid kommunen.
  - SKB deltar i ett möte i Älvkarleby kommuns ITV-studio. Ämnet är energifrågor, och elever från olika skolor i USA samt representanter från Forsmark och Vattenfall deltar.
  - Politiker och andra intresserade deltar i en studieresa till Oskarshamn, där CLAB, Kapsellaboratoriet och Äspölaboratoriet besöks.
- December 1999
  - Kommunen arrangerar fyra allmänna möten i Marma, Skutskär, Gårdskär och Älvkarleö. Förutom kommunen deltar den Särskilde rådgivaren på kärnavfallsområdet, SKI, SSI och SKB.
  - SKB medverkar vid ett flertal informationstillfällen. Åhörarna är från Centrumgruppen (en grupp bestående av framförallt affärsinnehavare), barn- och utbildningsförvaltningen, Vattenfalls kraftverk, Marma PRO, elever på omvårdnadsutbildningar, elever vid Vuxenskolas konstskola samt lärarpersonal vid södra rektorsområdet.

- Älvkarleby kommun inviger sitt förstudiekontor.
- SKB lägger fram SR 97. Rapporten presenteras för referensgrupperna från Älvkarleby, Tierps och Östhammars kommuner på Turisthotellet i Älvkarleby. Företrädare för SKB håller en presskonferens på informationskontoret i Skutskär.

Januari 2000

- En seminarieserie startar för de tre senast tillkomna förstudiekommunerna Hultsfred, Älvkarleby och Tierp. Det första, av tre seminarier, hålls i Hultsfred med temat: "Kapsel och inkapslingsteknik". Det andra seminariet hålls i Älvkarleby med temat: "Riskbedömning, bentonit, geologi och hydrologi, säkerhetsanalys".
- SKB arrangerar möten på informationskontoret och ute på arbetsplatser med bland andra Vattenfall Utveckling, bibliotekspersonal, en tjejgrupp, en grupp som går på rehabilitering på vårdcentralens sjukgymnastik, Arbetsförmedlingens personal samt personal vid Konsum i Älvkarleby.
- Kommunens projektledning arrangerar ett allmänt möte för kommunfullmäktiges ledamöter i Älvkarleby och Gävle. Här deltar SKB, SSI, SKI och den Särskilde rådgivaren på kärnavfallsområdet.
- SKB träffar rektorerna i kommunen för att presentera och planera informationen till kommunens lärare och elever. Vid detta möte deltar även kommunens projektledare.

Februari 2000

- SKB genomför det tredje och sista av sina planerade, seminarier för referensgrupperna i de senast tillkomna förstudiekommunerna Hultsfred, Älvkarleby och Tierp. Det hålls i Tierp med temat: "Lagstiftning, MKB och beslutsprocessen".
- Utställningen "Urberg 500", som ligger vid underjordslaboratoriet Äspö utanför Oskarshamn invigs. Speciellt inbjudna från kommunen deltar.
- Tillsammans med kommunen arrangeras en resa till Oskarshamn. Intresserade kommuninvånare besöker CLAB, Äspö och Kapsellaboratoriet. Vi gör ett stopp i Stockholm och träffar representanter från SSI och SKI.
- SKB arrangerar möten på informationskontoret och ute på arbetsplatser med bland andra vårdpersonal, anställda på Prix, personal på vårdcentralen och Föreningssparbanken, Älvkarleby ridklubb och vuxenstuderande.
- SKB informerar PRO i Skutskär. Ett stort antal deltagare.
- Delprojekt Samhälle och delprojekt Mark och miljö presenterar sina arbeten för kommunfullmäktige, kommunstyrelsen, referensgruppen och pressen.

- Arbetsläge för och huvudsakligt innehåll i preliminära slutrapporten presenteras för kommunfullmäktige, kommunstyrelsen och referensgruppen.
- Mars 2000
- Tre studieresor till SFR genomförs för allmänheten, gymnasieelever och REHAB.
  - SKB arrangerar möten på informationskontoret och ute på arbetsplatser med bland andra BSA (Bättre Sent än Aldrig), vårdpersonal, politiker, Svenska kyrkan, barnomsorgspersonal, Räddningstjänsten samt elever i vuxenutbildning och lärare på högstadiet.
  - Delprojekten Långsiktig säkerhet/geovetenskap och Teknik presenterar sina arbeten för kommunfullmäktige och referensgruppen. Även pressen får information.
- April 2000
- Tre studieresor till SFR arrangeras för allmänheten, gymnasieelever och PRO Marma.
  - Tillsammans med kommunen arrangeras en resa till Oskarshamn. Intresserade kommuninvånare besöker CLAB, Äspö och Kapsellaboratoriet. Vi gör ett stopp i Stockholm och träffar representanter från SSI och SKI.
  - SKB arrangerar möten på informationskontoret och ute på arbetsplatser med bland andra lärare, anställda på Stora Enso och PRO Gårdskär.
  - SKB:s informatörer besöker Skutskärs marknad med utställningsbussen.
  - Den preliminära slutrapporten presenteras för kommunfullmäktige, kommunstyrelsen, referensgruppen och pressen.
- Maj 2000
- Tre studieresor till SFR arrangeras för allmänheten, Svenska kyrkan och personal från Folktandvården.
  - Tillsammans med kommunen arrangeras en resa till Oskarshamn. Intresserade kommuninvånare besöker CLAB, Äspö och Kapsellaboratoriet. Vi gör ett stopp i Stockholm och träffar representanter från SSI och SKI.
  - Två informationsmöten hålls för allmänheten om den preliminära slutrapporten, ett i Älvkarleby och ett i Skutskär.
  - SKB arrangerar möten på informationskontoret och ute på arbetsplatser med bland andra deltagare i Datorteket, Villa harmoni och anställda på Stora Enso.
  - Information ges till eleverna i årskurs 9 i Skutskär.
  - En geologiexkursion genomförs för referensgrupperna från Älvkarleby och Tierps kommuner.

- SKB arrangerar ytterligare ett seminarium för de senast tillkomna förstudiekommunerna: Älvkarleby, Tierp och Hultsfred. Temat är etik.
- Juni 2000
- Tillsammans med kommunen arrangeras en resa till Oskarshamn. Intresserade kommuninvånare besöker CLAB, Äspö och Kapsellaboratoriet. Vi gör ett stopp i Stockholm och träffar representanter från SSI och SKI.
  - Tre studieresor till SFR arrangeras för allmänheten, Svenska kyrkan och personal från Folktandvården.
  - SKB arrangerar möten på informationskontoret och ute med bland andra Gårdskärs IF och SMF Skutskär.
  - SKB:s informatörer deltar vid Junistafetten (Älvkarleby Ridklubb), Älvornas lopp och Fallens dag med utställningsbussen.
- Juli 2000
- Denna månad ägnas huvudsakligen åt utställningen "Bergsäkert" på M/S Sigyn. SKB:s informatörer i Älvkarleby deltar på turnén i de Norduppländska hamnarna Öregrund, Forsmark och Skutskär.
  - Långsands oppositionsgrupp inbjuder SKB, SKI och SOS Tierp till information och utfrågning.
- Augusti 2000
- Även denna månad är utställningen på M/S Sigyn huvudattraktionen. SKB:s informatörer i Älvkarleby deltar, tillsammans med speciellt inbjudna grupper, i olika seminarier ombord. Utställningen håller även öppet för allmänheten under en helg.
  - En studieresa till SFR med Lilla klassen i Rotskär genomförs.
  - Tillsammans med kommunen arrangeras en resa till Oskarshamn. Intresserade kommuninvånare besöker CLAB, Äspö och Kapsellaboratoriet. Vi gör ett stopp i Stockholm och träffar representanter från SSI och SKI.
  - SKB:s informatörer deltar med utställningsbussen vid Skutskärcupen och Älvkarleby marknad.
  - SKB arrangerar ett seminarium för förstudiekommunerna. Temat är avfallshantering i Östeuropa och forna Sovjetunionen.
- September 2000
- Tillsammans med kommunen arrangeras två resor till Oskarshamn. Intresserade kommuninvånare besöker CLAB, Äspö och Kapsellaboratoriet. Vi gör ett stopp i Stockholm och träffar representanter från SSI och SKI.
  - En studieresa till SFR arrangeras för referensgruppen.
  - SKB arrangerar ett möte ute på arbetsplatser med högstadielärare.
  - SKB arrangerar ett seminarium för förstudiekommunerna. Temat är psykosociala effekter av ett djupförvar.

- SKB:s informatörer besöker Skutskär (Hemköp) och Gårdskär (ICA) med utställningsbussen.
- Oktober 2000
- Tillsammans med kommunen arrangeras en resa till Oskarshamn. Intresserade kommuninvånare besöker CLAB, Äspö och Kapsellaboratoriet. Vi gör ett stopp i Stockholm och träffar representanter från SSI och SKI.
  - En studieresa till SFR arrangeras för intresserad allmänhet.
  - SKB deltar i ett möte kring samhällsfrågor med näringslivschefer i Gästrikland.
  - SKB arrangerar ett möte på informationskontoret med en grupp från arbetsförmedlingen samt med kommunens Tekniska kontor.
  - Kommunen ordnar seminarium om lagar och transporter.
  - SKB informerar kommunens referensgrupp om "Säkra transporter".
  - SKB:s informatörer besöker Skutskär (Hemköp, ICA, Prix) och Älvkarleby (Konsum) med utställningsbussen.
- November 2000
- Tillsammans med kommunen arrangeras två resor till Oskarshamn. Intresserade kommuninvånare besöker CLAB, Äspö och Kapsellaboratoriet. Vi gör ett stopp i Stockholm och träffar representanter från SSI och SKI.
  - SKB arrangerar en studieresa till Äspö, kapsellaboratoriet och Studsvik för referensgrupperna från Östhammars, Tierps och Älvkarleby kommuner.
  - SKB deltar i ett seminarium om säkerheten vid transporter som arrangeras av kommunens referensgrupp.
  - Kommunens referensgrupp arrangerar en paneldebatt med deltagare från SOS Tierp, jordbruksutskottet, SKI och SKB. Kommunen är också arrangör för ett allmänt möte om etik, ansvar och kärnavfall.
  - SKB:s informatör besöker Rotskärsskolan och träffar elever i årskurs 9.
  - SKB bjuder in pressen för information om valet av områden för platsundersökningar.
  - SKB informerar referensgrupperna från Tierps och Älvkarleby kommuner om valet av områden för platsundersökningar.
  - SKB:s informationskontor håller "öppet hus".

ISBN 91-972810-8-5

Graphium Norstedts Tryckeri 2000