

Genomgång av SKB:s förstudier och val av områden för platsundersökningar

Kjell Andersson
Sven Tirén

April 2001

Genomgång av SKB:s förstudier och val av områden för platsundersökningar

Kjell Andersson¹
Sven Tirén²

¹ Karinta-Konsult HB, Box 6048, 187 06 Täby

² Geosigma AB, Box 894, 751 08 Uppsala

April 2001

Denna rapport har gjorts på uppdrag av Statens kärnkraftinspektion, SKI. Slutsatser och åsikter som framförs i rapporten är författarens/författarnas egna och behöver inte nödvändigtvis sammanfalla med SKI:s.

Sammanfattning

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har i december månad år 2000 till SKI inlämnat den s.k. FUD-K rapporten, till grund för val av platser för platsundersökningar. SKB:s underlag omfattar bland annat förstudier i sex kommuner (Älvkarleby, Tierp, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn och Hultsfred). Denna rapport är en genomgång av hur SKB har valt platser för platsundersökningar, särskilt med hänsyn till:

- vilka platsvalsfaktorer som SKB använt
- om, och i så fall hur, SKB har viktat mellan platsvalsfaktorerna
- i vilken omfattning diskriminerande värden har använts
- vilken roll ett slutförvars underjordsanläggning, ovanjordsdel och tunnelpåslag har spelat i platsvalet
- vilken betydelse olika kunskapsnivåer för olika områden haft
- hur regionala och länsvisa studier har använts

Föreliggande rapport ger först en historik över urvalskriterier för val av områden från KBS-3 undersökningarna fram till förstudierna. Därefter behandlas senare delar av platsvalsarbetet. Grundläggande är härvid de geovetenskapliga aspekterna, men även industriella och samhällsliga aspekter har haft stor betydelse för platsvalet. SKB har bedrivit platsvalet i tre steg:

- Steg 1: Uteslutning av områden med potentiellt negativa geologiska förhållanden
- Steg 2: Val av områden för fältkontroll
- Steg 3: Värdering av lokaliseringalternativ.

Den övergripande värderingen är att SKB på ett konsekvent sätt har genomfört förstudierna enligt denna metodik. De geologiska faktorerna redovisas på ett enhetligt sätt i slutrapporterna från respektive förstudie. Det hade dock varit till fördel om SKB på ett tydligare sätt visat hur de har härletts från en säkerhetsanalys. De geologiska faktorerna är allmänt definierade och lämnar stort utrymme för tolkningar. De har givit SKB stora frihetsgrader, särskilt med avseende på områden intill kärntekniska anläggningar.

I val av områden för fältkontroller har SKB genomgående och mycket konsekvent använt krav och önskemål med avseende på industrietablering som utslagsgivande faktorer. Detta gäller i första hand tillgång till industriområde och goda transportförutsättningar. Man har också om möjligt velat undvika landtransporter. Etablering inom ett kärntekniskt område har varit en fördel.

I den slutliga värderingen av områden inför val av platser för platsundersökningar redovisar SKB olika områden inom respektive kommuner som likvärdiga ur geologisk synpunkt, medan tillgången till industriområde tycks ha haft stor betydelse. Även samhällsfaktorn har haft betydelse då den enligt SKB kan användas för att rangordna dessa alternativ.

SAMMANFATTNING	1
1. INLEDNING	4
2. GEOVETENSKAPLIGA FRÅGOR.....	6
2.1 Tidiga kriterier för platsval	6
2.2 Platsval efter KBS-3	8
2.3 SKB:s översiktsstudier	10
2.4 Områdesval i förstudierna	15
2.4.1 Områdesval i förstudiekommuner	17
2.4.1.1 Områdesval utgående från förstudiens delrapporter.....	18
2.4.1.2 Områdesval utgående från förstudiens preliminära slutrapporter	20
2.4.1.3 Jämförelse mellan urval i förstudiens delrapporter och slutrapporter	22
2.4.1.4 Jämförelse av sammanställt underlagsmaterial för olika förstudiekommuner	23
2.5 Områden som i förstudierna bedömts lämpliga för fortsatta studier	25
2.5.1 Områden i Älvkarleby kommun	26
2.5.2 Områden i Tierps kommun	26
2.5.3 Områden i Östhammars kommun	27
2.5.4 Områden i Nyköpings kommun.....	29
2.5.5 Områden i Oskarshamns kommun.....	31
2.5.6 Områden i Hultsfreds kommun.....	33
2.6 Jämförelse mellan områdesval i olika kommuner	34
2.6.1 Samtliga områden	34
2.6.1.1 Geovetenskaplig bedömning	35
2.6.2 Områden i anslutning till kärnteknisk anläggning	36
2.6.3 Jämförelse mellan områden i anslutning till kärntekniska anläggningar och i övriga kommundelar	36
2.6.4 Översiktlig jämförelse mellan äldre platsval och områdesval i SKB:s förstudie	38
2.7 Underlag för val av områden för inledande platsundersökningar	39
3. INDUSTRIETABLERING OCH SAMHÄLLSFRÅGAN.....	40
3.1 Lokaliseringsfaktorer	40
3.2 Metodik.....	41
3.3 Uteslutning av områden med potentiellt negativa geologiska förhållanden	42
3.4 Val av områden för fältkontroll	42
3.5 Värdering av lokaliseringalternativ	46
4. DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....	48
4.1 Uteslutning av områden med potentiellt negativa geologiska förhållanden	48
4.2 Val av områden för fältkontroll	49

4.3 Värdering av lokaliseringsalternativ 50

REFERENSER.....51

1. Inledning

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har i december månad år 2000 till SKI inlämnat ett omfattande underlag, kallat FUD-K, till grund för val av platser för platsundersökningar. SKI granskar underlaget för att under år 2001 yttra sig till regeringen. Därefter förväntas berörda kommuner ta ställning till frågan om platsundersökningar.

SKB:s underlag omfattar bland annat förstudier i sex kommuner (Älvkarleby, Tierp, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn och Hultsfred). För varje förstudie finns en sammanfattande slutrapport och ett antal underlagsrapporter inom geologi och säkerhet, tekniska förutsättningar, mark- och miljö, och samhällsaspekter.

En fråga som länge ställts av kommuner och myndigheter är på vilka grunder SKB föreslår platser för platsundersökningar. Man har tidigare i FUD program redovisat ett antal platsvals faktorer inom fyra huvudgrupper (säkerhet, teknik, mark- och miljö, samhälle), men inte hur faktorerna skulle användas i platsvalet.

SKI har gett Karinta-Konsult HB i uppdrag att i samarbete med GEOSIGMA AB att göra en genomgång av hur SKB har genomfört förstudierna och valt områden för platsundersökningar. Uppdraget har kartlagt SKB:s argument för valda områden, särskilt med hänsyn till:

- vilka platsvals faktorer som SKB använt
- om, och i så fall hur, SKB har viktat mellan platsvals faktorerna
- i vilken omfattning diskriminerande värden har använts
- vilken roll ett slutförvars underjordsanläggning, ovanjordsdel och tunnelpåslag har spelat i platsvalet
- vilken betydelse olika kunskapsnivåer för olika områden haft
- hur regionala och länsvisa studier har använts

Platsen för ett slutförvar ska tas fram genom en platsvalsprocess som omfattar regionala översikter, kommunvisa förstudier, platsundersökningar på ett fåtal platser och detaljundersökning på en plats.

SKB har genomfört förstudier i åtta kommuner under en period av sju år (1993-2000):

- Storumans kommun, 1993-1995
- Malå kommun, 1994-1996
- Östhammars kommun, 1995-1998
- Nyköpings kommun, 1995-2000
- Oskarshamns kommun, 1997-1999
- Tierps kommun, 1999-2000
- Hultsfreds kommun, 1999-2000
- Älvkarleby kommun, 1999-2000.

Folkomröstningen i Storumans kommun i september 1995 och i Malå kommun i september 1997 gav nej till fortsatta studier i dessa kommuner. Framtaget material i dessa kommuner utgör i den fortsatta platsvalsprocessen referensmaterial. Denna rapport behandlar områden inom de sex kommuner där folkomröstning ej skett och där SKB bedrivit förstudier under åren 1995 till 2000.

Förstudiearbetet har i stort sett pågått under sex års tid. Erfarenheter som vinnas under en så relativt lång och arbetsintensiv period påverkar det löpande arbetet. Detta innebär att presenterade underlag och resultat från förstudierna kan komma att förändras vad avser innehåll och utformning. Detta är en av de frågor som belyses i denna rapport.

En annan fråga är om det finns någon skillnad i hur urval av områden beskrivs i delrapporterna och i förstudierapporterna. Ytterligare en fråga, som anknyter starkt till detta, är om SKB arbetat med styrning mot givna mål (områden). När det gäller val av områden anses allmänt att egenskaper som påverkar förvarets långsiktiga säkerhet ska komma i första hand. Hur formulerar SKB kraven på de områden där platsundersökningar föreslås? Vad anser SKB att det finns för möjligheter att förutsäga ett områdes egenskaper och för att jämföra olika framtagna försvarsalternativ?

Föreliggande rapport ger först en historik över urvalskriterier för val av områden inför KBS-3 undersökningarna (s.k. typområdesstudier i slutet av 1970-talet) fram till förstudierna. Detta inkluderar bl.a. studierna för lokalisering av Äspölaboratoriet i början av 1990-talet. Därefter behandlar rapporten senare delar av platsvalsarbetet m.a.o. främst SKB:s förstudier.

Till varje förstudierapport finns ett antal delrapporter som ger en belysning av kommunernas berggrund, jordarter, grundvattnets karaktär och grundvattentransport, erfarenheter vid bergbyggande, markanvändning, anläggningar, transporter, miljöaspekter, befolkningsstruktur och en anläggnings socioekonomiska konsekvenser. I avsnitt 2 behandlas de geovetenskapliga aspekterna. Avsnitt 3 behandlar hur SKB har använt sig av industriella och samhällsliga aspekter i platsvalsarbetet. Avsnittet inleds med en sammanfattning av hur SKB i rapporten "Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet" (SKB, 2000) har presenterat sina lokaliseringsfaktorer och metodik för att välja de områden för vilka man nu föreslår platsundersökningar. I avsnitt 4 sammanfattas våra slutsatser.

De geologiska delarna av rapporten, d.v.s. avsnitten 2 och 3, grundar sig på preliminära förstudierrapporter för fyra kommuner och slutlig version av förstudierapport för två kommuner (Östhammar och Nyköping). Avsnitten 3 och 4 baseras i huvudsak på SKB:s redovisning i FUD-K rapporten (SKB, 2000).

2. Geovetenskapliga frågor

Rekognoscering avseende lämplig lokal för ett förvar för använt kärnbränsle har genom åren gjorts av ett antal olika organisationer. Den första platsundersökningen utfördes av SGU (Sveriges Geologiska Undersökning) i Västerbotten 1975 och den egentliga starten skedde i samband med att den så kallade AKA-utredningen (Använt Kärnbränsle och radioaktivt Avfall) lades fram 1976. Platsvalet sköttes av PRAV (Programrådet för Hantering av Använt Kärnbränsle) fram till 1982. Därefter överfördes ansvaret för platsvalprocessen till kärnkraftsindustrins organ (KBS, Kärnbränslesäkerhet, nuvarande SKB). I början av 1980-talet utförde dessutom SKB:s dåvarande motsvarighet det så kallade ALMA-projektet, lokalisering av berganläggning för slutlig förvaring av låg- och medelaktivt avfall, varvid områdena vid Forsmark, Studsvik, Simpevarp och Ringhals studerades. Detta förvar (SFR, Slutförvar för radioaktivt driftavfall) förlades till Forsmark och har varit i drift i tio år.

2.1 Tidiga kriterier för platsval

Under perioden 1981-1983 utfördes val av platser för genomförande av detaljerade ytstudier och borrhålsstudier genom att direkt fokusera på platsers lämplighet. För att anses som lämpliga skulle platserna uppfylla en rad kriterier (Thoregren 1983).

Dessa kriterier var:

- plan geometri hos berggrundsytan, dvs. flack topografi
- stort avstånd mellan regionala sprickzoner
- enhetlig berggrund avseende bergart och strukturmönster
- låg jordskalvsaktivitet
- låg grundvattentransport i berggrunden mellan zoner (indikerad genom borrhålsundersökning)
- avsaknad av malm eller andra ekonomiskt brytvärda mineral (inkluderar även bergarter)
- markägarförhållanden
- tillgänglighet.

Områden togs fram genom studie av tillgängligt material och stort arbete lades ned på att klarlägga markägarförhållanden och erhålla markägares tillstånd att bedriva studier. Dock var kontakten med allmänheten begränsad och informationsspridning om studiers utförande var relativt knapphändig.

Ahlbom med flera (1984) presenterade ett "standardprogram för platskaraktärisering" baserat på tidigare vunna erfarenheter. Kriterier för platsval hade modifierats något och faktorer som ansågs vara av primärt intresse vid platsval var:

- områdets topografi (topografiska gradienten påverkar grundvattenströmningen)
- avståndet mellan större (regionala) sprickzoner (avgränsar bergvolymen för förvaret)
- frekvensen av mindre sprickzoner och enskilda sprickor
- bergartstyp och dess utbredning (enhetlig berggrund med stort utbredningsområde favoriseras)
- strukturmönstret i berget mellan sprickzoner (låg andel vattenförande sprickor)
- blottningsgrad (underlättar kartläggning av bergart/bergarter och strukturer)
- förekomst av mineraliseringar (diskriminerande; främst avsågs malmförekomster).

Till dessa faktorer som påverkar platsvalet fogas också erfarenheter från tidigare bergarbeten i likartad berggrund, markägarförhållanden, närhet till transportvägar och befolkningsstruktur.

Val av plats skulle ske genom en stegvis sortering av platser utgående från ovannämnda faktorer. Detaljerade platsundersökningar planerades till 2-3 områden. Ett av dessa skulle sedan väljas för byggande av förvaret.

Rekognosceringsarbetena fram till att lokaliseringen av ett berglaboratorium (vilket förlades till Äspö, Äspölaboratoriet) var klart, inriktades dels på regioner och dels på bergartstyp. När det gällde bergarter så fanns preferenser för olika bergartstyper under olika perioder. PRAV-rekognosceringen och de typområden som ingick i KBS-3 rapporten dominerades av gnejsig berggrund. Efter KBS-3 studien genomfördes bland annat platsrekognosceringsarbeten med inriktning mot granitområden (vanligtvis mycket vidsträckta) och gabbrområden (mörkgrön basisk bergart med lägre vattenföring, bergartens utbredning är vanligen mer avgränsad). Studierna omfattade större delen av landet varvid ett mycket stort antal platser granskades. Graden av granskning varierade från enkla kartstudier till fältkontroll och geofysiska mätningar. Samtliga områden som i någon form berörts av rekognosceringsarbetena har noterats, många har beskrivits och för de områden där fältarbeten utförts har rapporter sammanställts.

Efter KBS-3 rapporten har typområdesstudier med KBS-3 inriktning dessutom genomförts i Klipperås beläget mellan Orrefors och Kosta i Småland. Även gabbro har undersökts genom borrhning i Taavinunanen i Lappland. Borrundersökningar av gabbro påbörjades även i Uppland, men dessa avbröts på grund av lokal opinion.

Nämnas bör att inom SKB-sfären förekom vid denna tid även en argumentation om att berggrundens egenskaper inom en region till stor del var relaterad till regionens geologisk-tektoniska utveckling, dvs. att berggrundens egenskaper ej enbart var relaterad till bergartstyp.

2.2 Platsval efter KBS-3

I SKB:s FoU-program 1986 skrivs att ”Den geovetenskapliga forskningen rör dels egenskaper hos den naturliga barriären (berget), dels underlag för platsval”.

Väsentligt för denna forskning är att:

- identifiera faktorer som kan vara av stor betydelse för förvarets långsiktiga säkerhet
- kvantifiera eller gränssätta de faktorer som är relevanta för säkerheten.

Vidare framgick det av SKB:s FoU-program att i forskningen ingår utveckling av mätmetoder och undersökningsmetoder så att:

- grundläggande geodata och förhållanden i olika berggrund kan bestämmas
- platsspecifika data rörande geologiska och hydrogeologiska förhållanden inom områden tänkbara för slutförvaring av använt kärnbränsle kan beskrivas.

Inför byggandet av Äspölaboratoriet fanns det ett behov av att påvisa att de studier som utfördes ovan eller från markytan (”förundersökning”) ger just denna information om förhållandena på förvarsdjup, dvs. att det går att prediktera bergartsfördelning och struturgeologiska förhållanden på ca 500 m djup. En sådan verifikation (genom ”detaljundersökningar”, utförda i eller från en undermarksanläggning) skulle ge en större tyngd i kommande bedömning av kandidatplatser för ett slutförvar. Bedömningen skulle då även kunna ske före det att detaljerade undersökningar har utförts (Wikberg et al., 1991). Studier i Äspölaboratoriet hade under första delen av 90-talet två primära målsättningar:

- kontrollera metodik för ”förundersökningar”: Att påvisa att de undersökningar vilka utföres på och från markytan ger tillräcklig information för en bedömning av ett område med avseende på ett slutförvar (säkerhetsanalysen)
- fastställa metodik för ”detaljundersökningar”: Påvisa och förbättra de metoder och tekniker som behövs vid detaljstudierna för att karaktärisera berggrundsförhållanden invid ett förvar.

I SKB:s FUD-program (SKB, 1992) presenteras lokaliseringsprocessen för ett slutförvar. Den första etappen ska bland annat omfatta översiktsstudier (se nedan) och analys av så kallade *lokaliseringsfaktorer*. Det primära i lokaliseringsprocessen är framtagande av så kallade *kandidatområden*, dvs. områden där förstudier och senare detaljerade studier kan komma att bedrivas i avsikt att finna en plats för slutförvaret. ”Valet av kandidatområden kommer att ske i enlighet med de grundläggande krav som måste ställas på en slutförvarsp plats ur säkerhetsmässig, teknisk, samhällelig och juridisk synpunkt”. De grundläggande kraven är:

- säkerhetsmässiga
- tekniska
- samhälleliga.

Det säkerhetsmässiga kravet för slutförvaret är ”att fullständigt innesluta och isolera det använda kärnbränslet” i ett bergförvar som är beläget på ca 500 m djup. ”Detta betyder att

bergets viktigaste säkerhetsmässiga funktion är att säkra långsiktigt stabila förhållanden för de tekniska barriärerna." SKB:s säkerhetsanalyser SKB 91 (SKB, 1992) och SR 97 (SKB, 1999) indikerar att sådana platser finns. Säkerhetsfunktionen hos berget där förvaret byggs är relaterad till platsspecifika faktorer. Berget ska förutom vad som anges ovan fungera som en yttre barriär (skydd för intrång i förvaret och fördröjning av transport av radionuklider från förvaret till biosfären).

De tekniska krav som ställs på en förvarsplats härrör sig främst till byggbarhet. Till detta finns även kravet att platsen ska vara prognostiserbar, dvs. "att förundersökningarna ska ge sådant resultat att bergegenskaper av betydelse för byggbarhet kan kartläggas med god säkerhet".

De samhällseliga kraven styrs av planer för markanvändning, transporter av använt kärnbränsle, opinion, markägare och infrastruktur.

"Vid lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle kommer man att beakta geologiska, tekniska och samhällseliga lokaliseringsfaktorer". Begreppet lokaliseringsfaktor kan tolkas som en bedömning av platsrelaterade förutsättningar. Det står vidare att "Med hjälp av det material som sammanställts om de olika lokaliseringsfaktorerna kommer man att kunna sätta in kandidatområdena i ett bredare nationellt och regionalt sammanhang". Detta kan antyda att lokaliseringsfaktorerna kan användas vid jämförelse av områden. Enligt SKB (1986, se ovan) ska även lokaliseringsfaktorerna (del av det som 1986 benämns platsspecifika data) "kvantifieras och gränssättas". En sådan jämförelse kan då ske, men SKB anser det ej meningsfullt med "poängsättning och sortering av platser".

Vid exemplifiering av lokaliseringsfaktorer läggs de tekniska och geovetenskapliga faktorerna samman och berör:

- långsiktig stabilitet
- säkerhet
- byggbarhet
- prognostiseringsbarhet.

Lokaliseringsfaktorn *långsiktig stabilitet* omfattar:

- förvaret bör förläggas i berg som inte utgörs av sprickzoner i vilka framtida rörelser kan ske
- berget bör ej innehålla brytvärda mineral eller liknande
- långtidsstabla kemiskt reducerande förhållanden hos grundvattnet.

Lokaliseringsfaktorn *säkerhet* omfattar:

- berget ska utgöra en extra säkerhetsbarriär, vilken är en funktion av
 - grundvattenförhållanden (flöden och flödesvägar)
 - grundvattenkemi (t.ex. salthalt, reducerande förhållanden)
 - fördröjningsmekanismer längs flödesvägar.

Här bör inflikas ett förtydligande av de faktorer som beaktas för lokaliseringsfaktorn ”säkerhet” avseende grundvattenförhållanden (flöden och flödesvägar) vid lokalisering av kandidatplats. Grundvattenförhållandena är beroende av:

- hydraulisk gradient (drivkraften till grundvattenströmningen)
- avstånd mellan förvar och utströmningsområde (transporttid för grundvatten som passerar förvaret till dess att det når markytan)
- förekomst av vattenförande sprickzoner (transportvägar för grundvatten och påverkan på bergmassans mekaniska egenskaper).

Lokaliseringsfaktorn *byggbarhet* omfattar:

- karaktären hos bergets sprickmönster
- rasrisk
- vattenföring och inflöde
- bergspänningar
- bergets mekaniska egenskaper.

Lokaliseringsfaktorn *prognostiseringsbarhet* omfattar:

- säkerhet med vilken förutsägelser om berggrundsförhållanden kan ske och beror på
 - blottningsgrad
 - berggrundsförhållanden (t.ex. grad av komplexitet i utprägnad hos bergarter och strukturer).

Nämnas bör att arbete med att fastlägga vilka parametrar som har betydelse vid platsval och platskaraktärisering (Andersson et al., 2000a,b) har utförts parallellt med förstudierna och presenterats efter det att förstudierna i stort varit avslutade. Denna presentation är en utveckling av texten om lokalisering i FUD-92 och i rapporter (Andersson et al., 1997, Andersson et al., 1998, Ström et al., 1999). Uppmärksammas bör att begreppet lokaliseringsfaktor ej används i dessa rapporter. I stället används och ges definitioner av begrepp som ”*geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsval*” (jmf. Andersson et al., 2000a).

2.3 SKB:s översiktsstudier

I Översiktsstudie 95 (SKB, 1995) presenteras områden som ”i nationell skala framstår som mindre intressanta”. Syftet med detta är att sortera ut områden som ej är av intresse och därigenom bättre strukturera lokaliseringsarbetet genom ”att ta fram det underlag som behövs för att kunna välja en plats och få lokaliseringstillstånd”. ”Viktigast är därvid den långsiktiga radiologiska säkerheten på den plats där slutförvaret byggs. Andra lokaliseringsfaktorer är Teknik, Mark och miljö och Samhälle”. En nationell redovisning har dock ett skalproblem (en fråga om upplösning) och kan ”ej redovisa de variationer som finns i berggrunden för olika geologiska faktorer”. När det gäller kvantifiering av karaktäriserande

data (blottningsgrad, bergartfördelning, strukturtäthet, höjdskillnader, magnetisk homogenitet etc.) så sker denna inom delområden om 25x25 km (dvs. storleken av LMV:s 1:50 000 kartblad), dvs. en relativt grov indelning som till många delar ej återspeglar jämförbara förhållanden. Enligt SKB återspeglar redovisningen ”förhållanden vid markytan”. Detta är dock ej helt korrekt eftersom informationssammanfattningen i ytled (integrerat över en yta med 2 500 m i sida) ger en djupkänning med samma upplösning till ett djup som överskrider de 500 m som förvaret kommer att ligga på. Bedömning av sådana parametrar som ej är exponerade vid markytan eller är regelmässigt noterade, t.ex. salt grundvatten, kan naturligtvis ej bedömas. Vissa data ger indikationer på förhållanden, men betydelsen av data kräver en tolkning för att vara användbara i fråga om lokalisering (gället t.ex. flyggeofysiska data). Det vill säga att ange enkla värden, t.ex. medelvärden, utan att ange fördelning eller spridning (t.ex. standardavvikelse) torde ej vara relevant.

Betydelsen av de data som framtagits i samband med Översiktsstudie 95 kan anses som svårbedömd då upplösningen i underlaget till de presenterade figurerna ej klart framgår.

SKB:s slutsatser från översiktsstudien är allmänt formulerade och lyder som följer:

- ”Om ett område är lämpligt eller ej, kan inte avgöras i en översiktsstudie; denna värdering behöver mer underlag. Lämpligheten bedöms i första hand i samband med förstudier och platsundersökningar.
- Översiktsstudien ger goda möjligheter att peka på faktorer som särskilt behöver tas upp i mer detaljerade studier.
- Översiktsstudien ger möjligheter att bedöma områden som bör uteslutas från lokalisering, eller områden som ska utgöra förstahandsval.
- Översiktsstudien ger bakgrundsinformation, så att man kan sätt in platsvalet i ett regionalt och nationellt perspektiv.
- Stora delar av Sveriges urberg (ca 65 %) är intressanta för vidare lokalisering. Vanlig berggrund föredrages”.

Översiktsstudien anger enligt SKB också parametrar som ej ska vara diskriminerande för val av områden:

- områdets läge i förhållande till högsta kustlinjen
- regional skillnad i topografi
- brunnskapacitet inom regionen
- tätheten av strukturer på så kallade lineamentskartor i nationell skala
- inlandsisens utbredning vid kommande nedisning
- dagens utbredning av jordskalv
- regional fördelning av observerade post-glaciala förkastningar
- sannolikhet för intrång
- lokalisering under havet.

Områden som ska undantagas enligt SKB är:

- Fjällkedjan samt Öland, Gotland och Skåne

- ovanlig bergart eller berggrund som ökar möjlighet till oavsiktligt intrång p.g.a. prospektering av malm eller industrimineral
- komplexa deformationszoner ”bör ej vara områden för ett förstahandsval, men områden som ligger vid eller nära deformationszoner kan dock ej uteslutas utan att fältstudier genomförts”.

I FUD-program 98 finns en sammanfattande figur (SKB 1998, Fig. 6-1) som ger ”en översiktlig bedömning av lokaliseringspotential med avseende på geovetenskapliga faktorer för de tio län för vilka översikter (länsvisa) *publicerades (tempus ändrat)* under 1998.” De tio län som det gäller är de som ligger utmed Sveriges östkust, dvs. inkluderar de sex förstudiekommunerna. Bilden visar klart att områden som bedöms som ”lämpliga för vidare studier” ej är homogent fördelade över landet och att större områden förekommer främst i sydöstra delen av landet, strax norr om Mälaren och i centrala Norrlands inland. Andelen med områden ”olämpliga för vidare undersökning” anges vara relativt höga i norra Uppland och sydöstra Sörmland, medan andelen områden som anges som lämpliga för vidare studier är relativt höga i Småland och Blekinge.

De länsvisa översiktsstudierna (Antal med flera, 1998a,b,c,) innehåller översiktliga bedömningar ur geologisk synvinkel av berggrundens lämplighet för vidare undersökningar. Klassningen av områden har skett enligt en femgradig skala i de länsvisa översiktsstudierna:

- ”område som ur geologisk synvinkel är lämpligt för vidare undersökning enligt förstudie” (gäller för Östhammars och Nyköpings kommuner, se nedan)
- ”område lämpligt för vidare undersökningar”
- ”område sannolikt lämpligt för vidare studier”
- ”område sannolikt olämpligt för vidare undersökning”
- ”område olämpligt för vidare studier”.

För områden som klassas som ”sannolikt lämpliga” respektive ”sannolikt olämpliga för vidare studier” gäller att det finns brister i underlagsmaterialet, t.ex. avsaknad av modern geologisk information eller flyggeofysiska mätningar.

SKB (1998) påpekar att ”Mer detaljerade undersökningar kan visa på ogynnsamma förhållanden i de delar av de områden som bedömts som lämpliga i de länsvisa översikterna. Av samma skäl kan detaljerade undersökningar identifiera gynnsamma förhållanden i vissa områden av länet som bedömts som olämpliga i översiktsstudien.” Dock bör orsaken till att leta efter lämpliga områden inom de områden som framstår som lämpliga i länsöversikterna vara mer motiverad än att försöka finna sådana områden där länsöversikten anger chansen att finna sådana områden som mindre, dvs. i områden som bedömts som ogynnsamma.

Översiktsstudie av Uppsala län (se Antal med flera, 1998a, figur 23)

Älvkarleby kommun har inget område som utgående från SKB:s kriterier för länsöversikterna (se ovan) bedöms som ”område lämpligt för vidare undersökning”. Förstudier har dock ändå utförts i denna kommun.

Kommunen har i stort delats in i två större områden. Det ena bedöms som ”sannolikt lämpligt för vidare studier” och det andra ”sannolikt olämpligt”. Osäkerheten i bedömningen beror på att moderna geologiska kartor och flygmagnetiska mätningar saknas samt att blottningsgraden är låg. Det sannolikt lämpliga området ligger i kommunens nordöstra del och berggrunden består av granit.

Område prioriterat för fältkontroll enligt Förstudie Älvkarleby (SKB, 2000c) ligger inom områden som markerats som ”sannolikt lämpligt för vidare studier” i länsöversikten.

Tierps kommuns västra hälft har liksom Älvkarleby kommun brister i underlagsmaterialet. Den västra delen har delats in i två större områden. Det ena har SKB bedömt som ”sannolikt lämpligt” medan det andra har bedömts som ”sannolikt olämpligt” för vidare studier. Den östra delen av kommunen domineras något av ”områden olämpliga för vidare studier”. ”Lämpliga områden” för fortsatta studier är två och båda har granitisk berggrund: ett ca 7 km brett VNV-OSO:ligt band i den norra delen av kommunen och en ca 15 km bred sektion tvärs den centrala södra delen av kommunen. Den östliga gränsen för detta område följer kommungränsen till Östhammars kommun. På denna plats följer kommungränsen en regional deformationszon. Noteras kan att själva undersökningsområdet i Finnsjön, platsen för genomförandet av SKB:s säkerhetsanalys SKB 91 och ingående även i säkerhetsanalysen SR 97, har noterats som ”område olämpligt för vidare undersökningar” (notera även att läget på Finnsjöområdet ej är helt korrekt angivet).

Av områden som prioriteras för fältkontroll i Förstudie Tierp (SKB, 2000a) ligger det större vid Tierp inom område som noterats som ”sannolikt lämpligt för vidare studier” i länsöversikten. Det norra området vid Karlholmsbruk har klassats som ”område sannolikt lämpligt för vidare studier” medan den östra delen har klassats att ligga i både ”område lämpligt för vidare studier” och ”område olämpligt för vidare studier” enligt länsöversiktsstudien.

Östhammars kommun domineras av ett sammanhållet ”område olämpligt för vidare undersökningar”. Större delen av detta område ligger inom den så kallade Singözonen. Notera att det även finns en distinkt struktur som går genom SFR och som benämnes Singöförkastningen – enligt normer för benämning av geologiska objekt sker här en olämplig sammanblandning, ett och samma Ortsnamn ska ej nyttjas för olika objekt eller olika delar av ett och samma objekt. Inom markerat ”område olämpligt för vidare undersökningar” förekommer dessutom bergarter med malmpotential (äldre vulkanisk berggrund).

Enligt Förstudie Östhammar (SKB, 2000e) finns det ett flertal (nio stycken) mindre områden som klassas som ”område som ur geologisk synvinkel är lämpligt för vidare undersökning”. De flesta av dessa är omgärdade av områden som är ”olämpliga för vidare studier”. Ett område på norra Gräsö består av ung granit (angivet som gnejs på senare kartor, se Förstudie Tierp; SKB, 2000a), medan övriga består av mer eller mindre förgnejsade bergarter. Ett av områdena, det vid Forsmark, består av en tektonisk lins vilken är maximalt 4 km bred, är mot söder delvis omgiven av potentiellt malmförande vulkanisk berggrund och dess norra avgränsning utgörs av Singöförkastningen.

De två områden som i Förstudie Östhammar (SKB, 2000e) prioriteras för fältkontroll har i översiktsstudien av Uppsala län markerats som områden "som ur geologisk synvinkel är lämpligt för vidare undersökningar enligt Förstudie Östhammar" (dvs. området som ingår i förstudien har i översiktsstudien ej klassats på samma sätt som övriga områden i länet). Ett av de två områdena ligger vid Forsmarksverket och det andra ligger syd Hargshamn. Länsöversiktsstudien för Uppsala län har troligen till viss del styrts av resultat från pågående Förstudie Östhammar. Detta medför att länsstudien ej ger något ytterligare bidrag för att bedöma platsers lämplighet när det gäller Östhammars kommun.

Översiktsstudie av Sörmlands län (se Antal med flera, 1998b, figur 23)

Nyköpings kommun har ett stort område som klassats som "område lämpligt för vidare undersökningar" och detta område upptar den centrala och nordvästra delen av kommunen. Enligt Förstudien så är området i den mellersta nordvästra delen av kommunen "lämpligt ur geologisk synvinkel". Ett liknade område finns invid kusten nordväst till väst om Studsvik. Ett relativt brett område "olämplig för vidare undersökningar" följer kusten och omsluter det lämpliga området väster om Studsvik. De olämpliga områdena är inhomogena och har bergarter som har malmpotential. Berggrunden i de lämpliga områdena består av till gnejs omvandlade sediment och äldre granitlika bergarter.

Länsöversiktsstudien för Sörmlands län har troligen styrts av resultat från pågående Förstudie Nyköping (jmf. Östhammars kommun ovan). Samtliga områden som prioriteras för fältstudier i Förstudie Nyköping (SKB, 2000d) har klassats i länsöversikten som "område som är ur geologisk synvinkel är lämpligt för vidare undersökningar enligt förstudie Nyköping". Detta medför att länsstudien ej ger något ytterligare bidrag för att bedöma platsers lämplighet när det gäller Nyköpings kommun.

Översiktsstudie av Kalmar län (se Antal med flera, 1998c, figur 23)

Oskarshamns kommun har med undantag av kommunens sydliga och nordöstliga delar bedömts som "lämpligt för vidare undersökningar". Nordöstra delen av kommunen och ett stråk västerut från Oskarshamn har bedömts som "olämpliga för vidare undersökningar" på grund av att dessa områden ligger utmed större deformationszoner. Inom kommunen finns även ett mindre område syd och sydväst om Oskarshamn som bedöms som "sannolikt lämpligt". Det bör påpekas att inom denna del av kommunen saknas geologiska kartor i skala 1:50 000.

Områden som i Förstudie Oskarshamn (SKB, 1999) betecknats som "prioriterade områden för kompletterande studier" har dels klassats i länsöversiktsstudien som "område lämpligt för vidare undersökning" (Simpevarp och området väster därom), dels som "område sannolikt lämpligt för vidare undersökning" (området sydväst om Oskarshamn).

Hultsfreds kommun har delats upp i en nordlig del som bedöms som "område lämpligt för vidare undersökningar" och en sydlig del som bedömts som "olämplig för vidare undersökningar".

Områden som i Förstudie Hultsfred (SKB, 2000) har bedömts som ”prioriterade områden för fältkontroll” ligger båda i det område som i länsöversikten har bedömts som ”område lämpligt för vidare undersökning”.

2.4 Områdesval i förstudierna

Val av områden, identifiering av de delar av förstudiekommunen som har ”geologiska förhållanden som är gynnsamma med avseende på ett djupförvars långsiktiga säkerhet”, kan enligt SKB (2000) indelas i tre steg:

- Steg 1. Uteslutning av områden med potentiellt negativa geologiska förhållanden
- Steg 2. Val av områden för fältkontroll
- Steg 3: Värdering av lokaliseringalternativ.

Steg 1 och 2 är redovisade i förstudierapporterna medan Steg 3 i sin helhet redovisas i SKB (2000). SKB har i varje kommun genomfört relativt detaljerade utredningar relaterade till:

- planering av förstudiens genomförande
- långsiktig säkerhet
- mark och miljö
- konsekvenser för samhället.

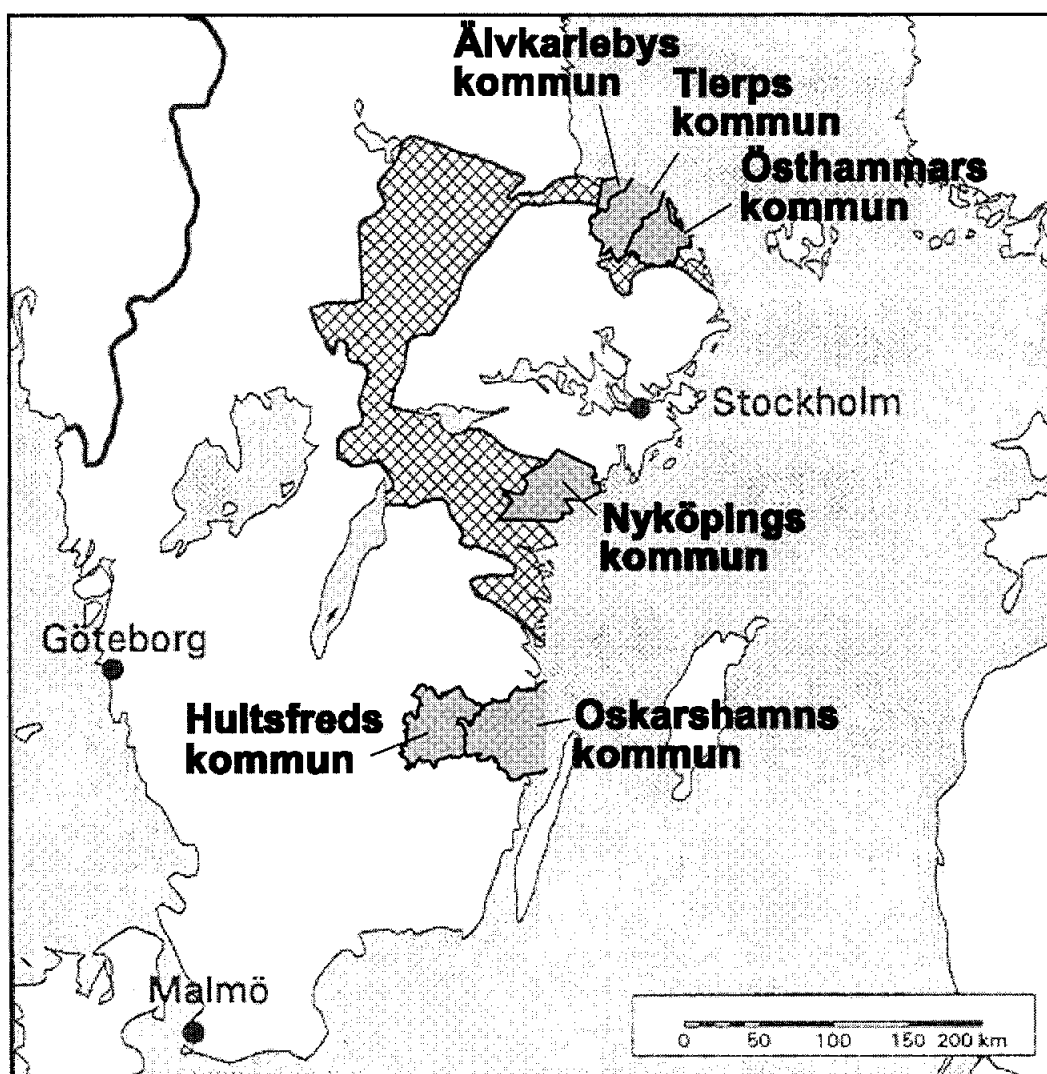
Dessa utredningar redovisas i separata rapporter. De ställs sedan samman i en slutrapport, som utmynnar i en allsidig bedömning av vilka delar av en kommun som kan anses vara potentiellt lämpliga för vidare studier. Ett första steg är att ta fram prioriterade områden för fältkontroll. Kommande platsundersökningar indelas i inledande och kompletta platsundersökningar (båda markbaserade undersökningar). Därefter följer detaljundersökning på en vald plats (undersökningar i samband med byggnation av berganläggning).

Förstudierna har som ovan nämnts pågått i sex kommuner under en tidsperiod av mer än fem år (efter det att förstudier genomförts i Storumans kommun och Malå kommun). Under en sådan relativt lång period utvecklas undersökningsmetodiken och eventuellt modifieras dess inriktning. Vidare så har underlagsmaterialet (t.ex. den geologiska kartläggningen) som finns för de olika kommunerna olika omfattning/detaljeringsgrad. Orsaken härtill är:

- storskalig malmutvinning (t.ex. Dannemora gruva i Östhammars kommun)
- omfattande mineralprospektering och flertal mindre gruvor (Nyköpings och Östhammars kommuner)
- tidigare genomförda större byggprojekt med undermarksdelar (bygge av kärnkraftanläggningar i Östhammar, Oskarshamn och Nyköpings kommuner och berganläggningar såsom SFR i Östhammars kommun och Äspölaboratoriet i Oskarshamns kommun)

- områden i kommunen som tidigare varit involverade i geologiska undersökningar med borrhålmätningar (Finnsjön i Tierps kommun, invid gränsen till Östhammars kommun, och Fjällveden i Nyköpings kommun).

I nedanstående avsnitt behandlas endast utredningar rörande den långsiktiga säkerheten. Noteras kan att genomförande och rapportutformning för kommuner där malmbrytning ägt rum, dvs. kommuner belägna inom en bergslag (Östhammars och Nyköpings kommuner), skiljer sig från övriga kommuner. För Östhammars och Nyköpings kommuner redovisas separata delrapporter som behandlar malmer och mineraliseringar. Kommunerna Tierp och Älvkarleby ligger förvisso inom Bergslagen (Figur 2.1), men förekomsten av malm och mineraliseringar är relativt ringa, varför den ekonomiska geologin behandlas i delrapporten om "Jordarter, berggrunden och deformationszoner" i respektive kommun.



Figur 2.1 Bergslagen (rutraster) och kommuner där förstudier utförts.

Processen att identifiera områden för vidare undersökningar inom ramen för förstudierna är av speciellt intresse. Det står klart att arbetsinriktningen skiljer sig mellan kärnkraftskommunerna Östhammar, Nyköping och Oskarshamn kommuner å ena sidan och Hultsfred, Tierp och Älvkarleby kommuner å andra sidan, vilka ej har kärntekniska anläggningar. Vi återkommer till detta i avsnitt 2.6.

Underlag för förstudierna är främst befintligt material. Detta material sammanställs i en serie tematiska underlagsrapporter, vilka till innehåll och antal kan variera. Detta material sammanställs därefter i en preliminär slutrapport för varje kommun. Efter att den preliminära slutrapporten för förstudierna i kommunen har presenterats och remissbehandlats i respektive förstudiekommuns projektorganisation utföres kompletteringar och separata geologiska fältkontroller. Resultaten från dessa arbeten sammanställs i separata rapporter. Slutligen sammanställs en slutrapport för varje förstudiekommun där kompletteringarna har infogats.

Som en randanmärkning kan det redan här påpekas att den regionala strukturkartan framtagen för typområdet Fjällveden (Ahlbom et al., 1983) i samband med KBS-3 projektet saknas i den delrapport som behandlar ”Jordarter, bergarter och deformationszoner” (Bergman et al., 1996) för Nyköpings kommun.

2.4.1 Områdesval i förstudiekommuner

I varje förstudiekommun har SKB genomfört geologiska undersökningar som resulterat i uteslutning av områden med potentiellt negativa geologiska förhållanden.

Vid lokalisering av slutförvar i kommuner med kärntekniska anläggningar har SKB särskilt studerat om det finns lämpliga kandidatplatser i nära anslutning till den kärntekniska anläggningen med följande två alternativ:

- lokalisering av slutförvarets ovanjords- och underjordsdelar invid den kärntekniska anläggningen
- lokalisering av slutförvarets ovanjordsanläggning invid den kärntekniska anläggningen och slutförvaret på ett avstånd på upp till ca 10 km. Ovanjords- och underjordsdelar av slutförvaret förbindes med en tunnel.

Det bör dock noteras att modellen med själva slutförvaret på en plats och ovanjordsanläggningar på en annan plats med tunnel däremellan också har studerats för andra lägen än enbart vid kärntekniska anläggningar.

2.4.1.1 Områdesval utgående från förstudiens delrapporter

Utgångspunkter

I första hand inriktas arbetet på att utifrån allmänt tillgänglig information identifiera områden som kan anses vara olämpliga eller ogynnsamma ur lokaliseringsynpunkt. Sådana områden karaktäriseras av:

- starkt heterogen och svårtolkad berggrund
- kända deformationszoner och påvisbara berg rörelser i samband med inlandsisens avsmältning
- malmfält och malmpotentiella områden.

Gynnsamma faktorer vid lokalisering är:

- vanligt berg utan intresse för annat nyttjande
- stort område med få större sprickzoner
- hög blottningsgrad, enkla och homogena berggrundsförhållanden.

Vad gäller hydrogeologiska förhållanden så är det ett krav att det ska vara reducerande förhållanden på förvarsdjup. Ogynnsamma respektive gynnsamma hydrogeologiska förhållanden likt de som finns för den geologiska bedömningen finns inte angivna.

Nyttjande av utgångspunkter

Vid bedömningar av olika slag bör SKB även ange en norm mot vilken bedömningen görs. Det kan finnas svårigheter förknippade med framtagande av sådana normer men utan dem kan bedömningarna inte värdesättas. Vad menas t.ex. med "starkt heterogen" berggrund? Någon karta som visar vilken klassning som gjorts i detta avseende visas ej (Nyköpings kommun undantaget, se nedan). Samma sak gäller "svårtolkad" berggrund. Orsaken till att berggrunden är svårtolkad kan bero på t.ex. inhomogena berggrundsförhållanden, få blottningar, avsaknad av moderna kartor och/eller flyggeofysiska mätningar. Uttrycket "kända deformationszoner" kan missförstås eftersom det hänser till de nytolkningar av bergets strukturmönster som har gjorts i samband med förstudien utgående från topografisk och flyggeofysisk information. Det vill säga strukturerna behöver ej ha varit kända innan förstudierna startade. Vidare finns ej några strukturer markerade som har "påvisbara berg rörelser i samband med inlandsisens avsmältning". Orsaken till detta kan vara att det ej finns några övergripande studier utförda inom de sex förstudiekommunerna avseende sena, neotektoniska förkastningsrörelser. Detta belyser frågan om att ställa upp villkor som endast kan bedömas utgående från punktvis information. Vad gäller malmfält och malmpotentiella områden så finns de korrekt redovisade och det finns en god korrelation mellan mineraliseringar och bergartstyper (Bergslagens leptitformation, jmf. Figur 2.1).

Vad som är vanligt berg framgår av den geologiska kartan, men det uttalas ej explicit. Vad som är vanligt berg i en kommun kan dock vara mindre vanligt i en mer regional skala. Likaså anges ej någon kvantifiering av vad som menas med få större sprickzoner. I samband med KBS-3 projektet bedömdes att en separation på 2 till 4 km mellan regionala

sprickzoner (avser parallella strukturer, dvs. för varje grupp av zoner) var normalt. Vidare hade det varit önskvärt om strukturkartor renodlats så att de visar en begränsad, helst endast en uppsättning av strukturtyper, per karta. Fördelningen av bergblock med sådan storlek att de kan rymma ett förvar kan visas i figur. Andelen berg i dagen, blottat berg, visas tydligt. Däremot framgår ej vad som menas med enkla och homogena berggrundsförhållanden, och var i respektive kommun sådana står att finna redovisas inte systematiskt.

De tre uppställda punktsatserna vad beträffar olämpliga/ogynnsamma förhållanden står ej i direkt motsatsrelation till de tre punktsatser som anger gynnsamma förhållanden inom ett område. Bedömningen om områden är olämpliga/ogynnsamma respektive gynnsamma med avseende på olika faktorer framgår ej helt klart. Sammanställningar av gjorda bedömningar saknas vanligen, t.ex. redovisande visuellt som bilder. Vidare kan det ifrågasättas om vissa av de uppställda faktorerna ska beaktas i detta skede av platsvalsprocessen då inget eller mycket knapphändigt underlag finns för att bedöma en faktors betydelse (t.ex. postglaciala rörelser). Frågorna är viktiga och relevanta, men kan behandlas i ett senare skede i platsvalsprocessen då relevant information har inhämtats. Detta kan lämpligen ske i samband med platsundersökningar, men först bör ett program för en sådan studies genomförande tas fram.

Hur klassningen av de områden som blir kvar, när områden som av en eller annan orsak har klassats som "olämpliga" har sorterats bort, är ej klart. Det kan knappast vara så att alla områden som återstår kan anses som lämpliga. En orsak till detta är att bedömningen av ett områdes lämplighet beror på kunskapen om området. Till detta kommer även att ett områdes lämplighet beror på samspelet mellan områdets enskilda egenskaper, dvs. den är en så kallad kopplad funktion där egenskaper kan förstärka och försvaga varandra.

Noteras bör att de lokaliseringsfaktorer som främst studerats kan dels vara fördelaktiga (t.ex. homogenitet), dels vara antingen fördelaktiga eller ofördelaktiga (berggrundens sammansättning, jordlagrens mäktighet och sammansättning, avstånd till regionala deformationszoner) och dels ofördelaktiga (malmpotential).

I delrapporternas sammanfattning understryks att "De lokaliseringsfaktorer som studerats främst är berggrundens sammansättning, homogenitet, regionala deformationszoner, berggrundens malmpotential, samt jordlagrens mäktighet och sammansättning". Intressant är att betydelsen av jordlagren betonas i underlagsrapporterna (t.ex. Förstudie Östhammar, Delprojekt jordarter, bergarter och deformationszoner. Bergman et al., 1996) utan att denna parameter finns direkt uttryckt i utgångspunkterna för karaktärisering av områden. Jordlaget har ringa påverkan på förhållandena i berggrunden på förvarsdjup. Jordlagrens karaktär och mäktighet "påverkar förutsättningarna att genomföra nödvändiga undersökningar inför anläggningen av djupförvaret". Eftersom jordarten inom ett undersökningsområde kan markant påverka säkerheten i utförda tolkningar (t.ex. typområdet Fjällveden i Nyköpings kommun) bör även jordarten ingå som en viktig parameter vid bedömning av ett område.

Grundvattenkemins betydelse omnämns vanligen i underlagsrapporterna som behandlar berg och jord. Grundvattenkemin och grundvattentransport är betydelsefulla parametrar vid bedömning av ett områdes lämplighet avseende förvar av använt kärnbränsle. Djupinformation saknas vanligen och finns endast för ett fåtal områden (t.ex. där SKB tidigare utfört

undersökningar). Om kunskap saknas i inledningsskedet av en undersökning av ett område kan parametern ej påverka valet av området. Däremot kan den bedömas efterhand information om berggrundsförhållandena på djupet erhålls genom borring.

Vissa faktorer som påverkar byggskedet och som är att betrakta som arbetsmiljöproblem har beaktats. Ett exempel är förekomsten av radon. Radonproblemet kan under byggskedet elimineras genom ventilation.

SKB anger att ”det är en klar fördel om det gynnsamma området är stort, eftersom detta ger ökad flexibilitet i den fortsatta lokaliseringsprocessen”. Detta ger en klar bild av att det är områden och ej specifika platser (kandidatplatser) som SKB har avsett att förstudierna ska ta fram. I platsvalsrekognosceringen för KBS-programmet var storleksordningen på de så kallade typområdena 4 till 6 km².

2.4.1.2 Områdesval utgående från förstudiens preliminära slutrapporter

Utgångspunkter

Lokaliseringskriterier i förstudien presenteras i stort sett ordagrant i varje förstudierapport. SKB påpekar att ”Många av de geovetenskapliga faktorer som kan påverka förvarets långsiktiga säkerhet och de byggtekniska förutsättningarna kan bara klarläggas genom omfattande undersökningar på specifik plats”.

”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 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 har särskilt goda förutsättningar att uppfylla kraven med avseende på säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhällsaspekter?
- vilka av dessa ger bra möjligheter att senare utföra en tillförlitlig kartläggning av framför allt de viktiga miljö- och säkerhetsfaktorerna?

Förhållanden som i första hand är gynnsamma med avseende på dessa frågor är:

- en vanlig bergart utan intresse för annat nyttjande 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 förvar med utrymme för erforderligt antal kapselpositioner i bra berg
- hög blottningsgrad, enkla och homogena berggrundsförhållanden samt regelbundet system av sprickor/sprickzoner. Detta ger bra möjligheter att tidigt få en god förståelse av berggrundsförhållanden av betydelse för förutsättningar för säkerhet och bergbyggnad.”

Nyttjande av utgångspunkter

Det förekommer inga sammanfattande figurer som anger resultatet av utsorteringen av de områden som bör undvikas, dvs. anses ogynnsamma, avseende enskilda parametrar. En sådan redovisning skulle möjligen identifiera områden vilka förutom att de har någon diskriminerande egenskap även har goda kvaliteter. ”Starkt heterogen eller svårtolkad berggrund” är exempelvis ett relativt och komplext begrepp. Tolkningsgraden ökar vanligen med ökad blottningsgrad medan berggrundens heterogenitet kan vara skalberoende, dvs. den beror på vilket utsnitt av berggrunden som betraktas. Ska områden tas med som inte helt uppfyller alla krav hos uppställda utgångspunkter kommer det att krävas bedömningar av parametrars inverkan redan under förstudien. Detta ökar behovet av att redan under förstudien ”kvantifiera och gränssätta parametrar som är relevanta för säkerheten” (jmf. SKB, 1986). Ett annat alternativ är att sortera bort alla områden för vilka det finns minst en parameter som bedöms vara ogynnsam. Härigenom erhålles ”rena” områden. En fördel skulle vara att hela kommunen bedömdes på samma sätt, dvs. oberoende av om det finns kärnteknisk verksamhet i kommunen eller ej.

De ekonomiskt geologiska uppslagen (mineraliseringar, malmer, nyttosten) som finns noterade är sådana som är relaterade till de vulkaniska bergarterna (leptiterna) i Bergslagen och i Småland handlar det om mineraliseringar knutna till främst basiska bergarter och kvartsgångar. Att betrakta större regionala deformationszoner som potentiella områden för t.ex. anrikning av guld har ej gjorts.

Definitionen av regionala deformationer är ej tydligt angiven. Det framgår från de tektoniska kartorna som framtagits att de regionala strukturerna i många fall är mycket breda och att de vid mer detaljerade studier kom att omfatta än större områden (t.ex. Singözonen i Östhammar). Att skjuvzoner kan vara inhomogena, t.ex. att deformationsstråken bildar flätande mönster, är väl känt. Vad som i detta fall ska räknas som deformationszoner och vad som ska räknas som inneslutningar (linser omslutna av deformationszoner) blir då en öppen fråga (till viss del relaterad till upplösningen i underlagsdata). Ett alternativ är att undanta hela den del av berggrunden som avgränsas av zonens yttre delar. Som framgår nedan har detta ej gjorts för t.ex. Singözonen (en deformationszon som löper utmed norra Upplandskusten).

Vad som kan betraktas som utströmningsområden inom kommuner framgår ej av presenterade data och ännu mindre framgår vad som kan betraktas som ”utpräglade utströmningsområden”.

Provtagning av grundvattnets kemi på förvarsdjup har utförts vid undersökningar i samband med typområdesstudier och i området omkring Äspölaboratoriet. Det innebär att kunskapen om berggrundens hydrokemi är begränsad.

Berggrundsytan är den enda ytan utefter vilken berggrunden kan kartläggas kontinuerligt över stora ytor. Detta kräver dock att berggrundsytan ligger i dagen. Väl exponerat berg kan ge en hög upplösning hos ingångsdata vilket i sin tur kan ge goda möjligheter att ställa upp tredimensionella modeller. Det sistnämnda kan dock kräva djupinformation från t.ex. borrhningar och detaljerade reflexionsseismiska mätningar. Dock kan preliminära modeller mycket väl baseras på fältkartering. Blottningsgraden varierar markant mellan olika kommuner och även inom kommunerna. Betydelsen av blottningsgrad anser dock SKB vara underordnad andra parametrar såsom t.ex. stort område med homogent berg. Komplicerade och oregelbundna berggrundsförhållanden kan mycket väl kamoufleras av jordlager speciellt om dessa består av saltvattensleror (t.ex. i Fjällveden).

Det finns en motsägelsefull formulering i detta avsnitts inledande SKB-citat (sid 20) i relation till två av de uppställda punktsatserna. Citatet anger att byggtekniska förutsättningar kräver kunskap som endast kan fås genom omfattande undersökningar på specifik plats, dvs. på den plats förvaret planeras att byggas. I den första av de två punktsatserna nämnes ”bra möjligheter till en tillförlitlig kartläggning” och i den andra ”bra möjligheter till att tidigt få en god förståelse för berggrundsförhållanden av betydelse för förutsättningar för säkerhet och bergbyggnad”. Vad som avses i dessa punktsatser är resultat av studier utförda på eller från markytan. Krav på omfattande undersökningar på specifik plats finns angivna på ett flertal ställen i förstudierna och omfattar då andra parametrar. Intrycket är då oftast att SKB ej är beredd att bedöma information som finns (t.ex. genom att extrapolera data för sprickzonsfrekvens på ytan till förvarsdjup, dvs. till ett djup av ca. 500). När det gäller grundvattenkemi är förhållandena de omvända. Information om grundvattnets kemiska egenskaper på förvarsdjup är ringa. SKB extrapolerar ändå sådan information över stora laterala avstånd (i vissa fall mer än 50 kilometer; från Klipperås, som ligger mellan Orrfors och Kosta, till Hultsfreds kommun).

2.4.1.3 Jämförelse mellan urval i förstudien delrapporter och slutrapporter

Utgångspunkter för bedömningar i delrapporter och slutrapporter skiljer sig åt i vissa avseenden. Det viktigaste är på vilka grunder områden bedöms och om varje områdes egenskaper bedöms i samma ordningsföljd. Det senare kan ses som obetydligt, men det kan påverka bedömningen om denna ej sker i samma ordning och på ett objektiva och likartat sätt.

I förstudien delrapporter bedöms hela kommunen utgående från varje enskild parameter. Detta innebär att resultatet blir en samlad bedömning omfattande både positiva och negativa förhållanden. I slutrapporten ställs det upp fem punktsatser med egenskaper som bedöms vara ogynnsamma (se ovan). Efter utsortering av de områden som anses olämpliga (görs främst i delrapporterna) bedöms endast de återstående områdena (framtagande av s.k. prioriterade områden för platsundersökningar i slutrapporterna). Det är ej helt klart om gräns-

sättningen av vad som är gynnsamt respektive ogynnsamt är samma vid sammanställningen av slutrapporter som vid arbetet med delrapporterna.

Helhetsbedömningen av ett områdes potential att hysa ett förvar kan bero på dess läge i relation till en kärnteknisk anläggning. I strävan efter att finna sådana områden kan en enskild negativ egenskap hos ett område bedömas ha underordnad betydelse. En geologiskt neutral bedömningsmetodik som omfattar hela kommunen skulle eliminera en sådan eventuell påverkan. Å andra sidan kan mer kunskap från ingående undersökningar på en given plats minska osäkerheten om potentiellt negativa egenskapers betydelse.

Att vissa förhållanden som ska undvikas (enligt huvudrapporter) ej är direkt analyserade eller att dataunderlaget är bristfälligt gör att dessa parametrars påverkan ej får någon avgörande betydelse för urvalet. Vad beträffar t.ex. utpräglade utströmningsområden så finns ej någon karta som anger dessa. Däremot finns en allmän diskussion om hur landhöjningen kommer att påverka läget på inströmnings- och utströmningsområden. Denna diskussion förs utan referenser till utförda modelleringar. Vidare så är vad som kan anses som "för svensk berggrund onormal grundvattenkemi" oklart. Det statistiska underlaget är mycket begränsat för en sådan karaktärisering. Å andra sidan anger SKB egenskaper som grundvattnet på förvarsdjup ska uppfylla (t.ex. syrefritt, salthalt).

2.4.1.4 Jämförelse av sammanställt underlagsmaterial för olika förstudiekommuner

Det underlag som tagits fram som beskriver berggrunden består av i huvudsak tre olika typer av kartor, nämligen:

- berggrundskartor visande bergartsfördelning
- strukturgeologiska kartor visande plastiska deformationszoner och sprickzoner
- ekonomisk-geologiska kartor visande potentiellt malmförande bergarter, mineraliseringar, malmfält, gruvor och stembrott.

Genom att jämföra kartor som beskriver intilliggande kommuner kan en uppfattning om kartornas standard erhållas. Avvikelser tvärs över kommungränser bör ej förekomma eftersom kartorna framställts under relativt kort tidsintervall och dessutom så har kartläggningen av enskilda kommuner även omfattat kommunens omedelbara omgivning. Detta har gjorts för att undvika ökade osäkerheter i kartbilden i närheten till kommungränser.

Flest delrapporter och kompletterande fältstudier har tagits fram och utförts i de kärntekniska kommunerna. Dessa kommuner hade redan tidigare undersökts mer ingående och skillnaden i kunskapsnivån om dessa i relation till övriga kommuner har även accentuerats under förstudien. Detta medför att underlaget för bedömningen av områden i olika kommuner och inom kommuner varierar.

Berggrundskartor över Norduppland (Älvkarleby, Tierps och Östhammars kommuner)

Här bör påpekas att finns ett stort antal tidigare studier som omfattar de berggrundsgeologiska förhållandena invid Forsmark och därmed har den s.k. Singözonen kommit att belysas närmare ur olika aspekter. Singözonen är en flera tiotals kilometer bred skjuvzon orienterad i VNV-OSO som följer Nordupplands kust. Tolkningen av denna zons bredd och därmed dess läge varierar i de olika slutrapporterna för förstudien. Detta betyder att kunskapen om Singözonen interna struktur är osäker, vilket påverkar kartbilden utmed kusten.

Vad beträffar tektoniska strukturer för övrigt anger den berggrundsgeologiska kartan över Östhammar ett glesare strukturmönster än vad som är fallet på kartan över Tierps kommun för samma område. Vidare har större områden av ung granit (norra Gräsö och Örskär samt Hållnäsöhalvön) på Östhammarrapportens geologiska karta betecknats som migmatit och som ådergnejs på Tierppapporterna karta. Vidare skiljer sig detaljrikedomen avseende gångbergarter (diabas-, pegmatit- och aplitgångar) mellan olika kartsammanställningar.

Vid bedömning av områden beaktas berggrundens homogenitet. Förekomsten av gångbergarter innebär en ökad heterogenitet och aplit- och pegmatitgångar har vanligen fler sprickor än sidoberget.

Strukturkartor över Norduppland (Älvkarleby, Tierps och Östhammars kommuner)

Den mest framträdande skillnaden mellan kartbladen presenterade i de olika förstudiekommunernas slutrapporter är tolkningar och presentationer av deformationszoner utmed kusten (se ovan).

I norra Uppland har bergytan förskjutits i vertikal led utmed storskaliga sprickzoner som indelar berggrunden i block. Dessa relativt sena förskjutningar återspeglas i terrängen som hak samt att markytan inom blocken har en mycket svag men enhetlig lutning. I södra delen av norra Uppland lutar blocken åt öster medan i den norra delen, som upptas av Singözonen, lutar blocken åt norr. De kommunvisa redovisningarna av sådana strukturer är ej helt samstämmiga. Exempelvis kan nämnas att den tektoniska kartan över Tierps kommun anger att denna typ av vertikalförskjutningar förekommer utmed en VNV-OSO:lig sprickzon vid Forsmark. Detta finns ej redovisat i slutrapporten för Östhammars kommun vilket kan innebära att denna struktur, utmed vilka sena rörelser kan ha skett och som har potential till förhöjd vattenföring, ej kommer att beaktas fullt ut. Detta medför i sin tur att information som kan vara av vikt vid bedömning av området vid Forsmark ej tas med i ett tidigt skede av platsvalsprocessen.

Berggrundskartor över centrala Småland (Oskarshamns och Hultsfreds kommuner)

De geologiska kartorna presenterade i slutrapporterna för Oskarshamns och Hultsfreds kommuner visar mycket god överensstämmelse vad beträffar avgränsningar av större berggrundsenheter. Dock skulle det vara fördelaktigt, bl.a. ur jämförelsesynpunkt, om samma legend för bergarter användes på samtliga kartor (syftar främst på överbeteckningar men även färgsättning, t.ex. på diabaser).

På kartbladet i Hultsfredsrapporten finns det indikerat förekomster av smalare (mindre än 10 m breda) diabasgångar. Frekvensen av dessa gångar kan lokalt vara relativt stor. Dock är den regionala fördelningen av gångar som kartbladen visar, flest gångar i västra delen av kartbladet Hultsfred, relaterad till att denna del täcks av moderna kartblad. Sannolikt är att även östra delen av Hultsfreds kommun har en motsvarande fördelning av diabasgångar (SKB, 2000b). Beträffande Oskarshamns kommun så anges att mindre gångar av diabas endast förekommer relativt sparsamt och att de är ojämnt fördelade (SKB, 1999). Orsaken till den ojämna fördelningen av kartlagda större och uthålliga diabasgångar beskrivs ej.

Strukturkartor över centrala Småland (Oskarshamns och Hultsfreds kommuner)

Samstämmigheten mellan de två presenterade kartorna är mycket god avseende kartläggning av sprickzoner och plastiska skjuvzoner. Kartorna uppvisar dock skillnader i innehåll och benämningar avseende andra strukturelement. Detta framkommer tydligast vid jämförelse av legender till kartorna. På kartbladet över Hultsfred finns t.ex. topografiska sänkor markerade vilket saknas på Oskarshamnsbladet. Förekomsten av topografiska sänkor kan ha olika ursprung, t.ex. blockförkastningar (Vätternsänkan är det mest utpräglade exemplet i södra Sverige) eller selektiv vittring (t.ex. av sprickzoner eller bergarter).

Geologisk karta över sydöstra Sörmland (Nyköpings kommun)

Inga angränsande förstudiekommuner finns. Kartan över Nyköpings kommun är relativt detaljrik i relation till övriga förstudiekommuners kartor. Kartan är dock presenterad i en något mindre skala. Förekomster av gångbergarter är angivna.

2.5 Områden som i förstudierna bedömts lämpliga för fortsatta studier

I förstudiens delrapporter presenteras områden som är potentiellt gynnsamma/intressanta för vidare studier. Dessa områden granskas sedan ånyo i samband med sammanställningen av förstudiens preliminära slutrapporter. De områden som bedöms som intressanta prioriteras för fältkontroll. Vid sammanställning av de slutliga slutrapporterna har dessa områden besökts. Kompletterande sammanställningar omfattande större områden kan även komma i fråga, t.ex. strukturgeologisk tolkning av flyggeofysiska mätningar över norra Upplandskusten.

2.5.1 Områden i Älvkarleby kommun

Områden presenterade i delrapporter

Två områden är framtagna:

- ett ca 50 km² stort sammanhållet granitområde i nordöstra delen av kommunen vid *Gårdskär*
- avlångt granitområde utmed södra kommungränsen vid *Marma*.

Generellt gäller att blottningsgraden är mycket låg.

Kommunen saknar moderna berggrundsgeologiska kartor i skala 1:50 000.

Område presenterade som prioriterade för fältkontroll i den preliminära slutrapporten

Ett område prioriteras för vidare undersökningar:

- ett ca 50 km² stort sammanhållet granitområde i nordöstra delen av kommunen vid *Gårdskär*.

Diskussion av områdesval

Blottningsgraden är låg och de flygmagnetiska mätningarna ”ger osäker information om förhållandena i berggrunden”. Osäkerhet råder även avseende Singözonens (regional deformationszon) påverkan på området.

2.5.2 Områden i Tierps kommun

Områden presenterade i delrapporter

Nio områden är framtagna:

- ett stort område med granit i kommuns västra del, generellt låg blottningsgrad och något förhöjd invid *Söderfors*
- ett lika stort område i kommunens centrala del med granit och gnejsgranit, generellt låg blottningsgrad men något förhöjd öster om *Tierp*
- ett hälften så stort granitområde i kommunens norra del vid *Karlholm*, stor del av området ligger under vatten (Lövstabukten), blottat berg finns främst inom Hållnäs-halvön
- fyra små områden bestående av gnejsgranit (metagranit) i kommunens sydöstra till centrala delar, blottningsgraden varierar inom områdena och mellan områdena
- två mindre områden med gnejsgranit (metagranit) liggande inom så kallade tektoniska linser i Singözonens i kommunens norra delar, det ena området innefattar *Finnsjöområdet* vilket är en av de bäst blottade områdena i kommunen, medan det andra området är relativt väl blottat.

Västra delen av kommunen saknar modernt kartunderlag i skala 1:50 000.

Områden presenterade som prioriterade för fältkontroll i den preliminära slutrapporten

De områden som prioriteras i slutrapporten är stora områden med enhetlig berggrund. Följande områden anses lämpade för vidare studier:

- ett stort område med granit i kommunens västra del mellan Söderfors och Mehedeby, ca 200 km², generellt låg blottningsgrad dock något förhöjd invid *Söderfors*
- ett cirka hälften så stort granitområde i kommunens norra del vid *Karlholm*, stor del av området ligger under vatten (Lövstabukten), blottat berg finns främst inom Hållnåshalvön.

Inom det större granitmassivet antyder topografisk och flyggeofysisk information att förekomsten av sprickzoner är relativt låg. Detta innebär stora områden inom vilka ett djupförvar kan inpassas.

Blockstorleken på graniten vid Karlholms bruk är något osäker. Avgränsningen på graniten framträder ej tydligt på de flyggeofysiska mätningarna. Granitens storlek anges vara betydligt större på den karta som presenteras i Östhammarförstudien. Graniten kan även vara mindre än vad som presenterats i slutrapporten.

Det i omgångar undersökta typområdet Finnsjön, platsen för SKB:s säkerhetsanalys SKB 91, har sorterats ut liksom övriga mindre områden.

Diskussion om valda områden

Den generellt låga blottningsgraden inom stora delar av kommunen gör att kunskapen om bergartsfördelningen är begränsad. En indikation på detta kan vara att områden som på den geologiska kartan över Tierps kommun har presenterats som granit har på Östhammarskartan (gäller delar av Hållnåshalvön i Tierps kommun) presenterats som gnejs. Att även andra delar av kustområdet som är väl blottat har varierande bergartsbeteckning på de olika kartbladen (Örskär samt norra Gräsö i Östhammars kommun) indikerar att de geologiska förhållandena bör utredas ytterligare. Den låga blottningsgraden kan även innebära att området mellan Mehedeby och Söderfors som på den geologiska kartan upptas av granit inte nödvändigtvis behöver vara så homogent som antas och redovisas i den preliminära slutrapporten.

2.5.3 Områden i Östhammars kommun

Områden presenterade i delrapporter

Östhammars kommun är en kärnteknisk kommun, vilket innebär att SKB söker möjliga områden dels invid kärnkraftverket och SFR-förvaret och dels i övriga delar av kommunen.

Områden föreslagna i delrapporter är:

- ett område invid *Forsmarks* kärntekniska anläggningar:
 - ett avlångt område inom en så kallad tektonisk lins som ligger utmed kusten och till övervägande del sydöst om Forsmark. Blottningsgraden är låg i förhållande till

övriga delar av regionen, hållar är inhomogent fördelade och området är till viss del vattentäckt. Berggrunden domineras av gnejsgranit.

- åtta områden i övriga delar av kommunen
 - sex områden i södra och centrala delen av kommunen och söder om Singözonen. Blottningsgraden ökar generellt österut
 - ett mindre område i kommunens östra del och liggande i Singözonen, hög blottningsgrad och berggrund som består av gnejsgranit med mindre inslag av basiska bergarter
 - ett granitområde omfattande *norra Gräsö och Örskär* med mycket hög blottningsgrad.

Större delen av kommunen täcks av moderna geologiska kartor i skala 1:50 000. Dock saknas kartor för norra och sydöstra Gräsö.

Områden presenterade som prioriterade för fortsatta arbeten i den preliminära slutrapporten

De områden som prioriteras i slutrapporten är fyra områden:

- tektonisk lins (ca. 10 km² stor) invid *Forsmarks kärtekniska anläggning, Forsmarksverket*, som har väl definierade avgränsningar bestående av Singöförkastningen i norr och en likartad deformationszon i söder, båda tillhörande Singözonen
- område med gnejsgranit öster om *Österbybruk*, vilket avgränsas i väster av en regional deformationszon som kan följas ned mot Uppsala
- område söder om *Gimo* bestående av gnejsgranit med inslag av vulkaniska bergarter med malmpotential (så kallade leptiter) i områdets södra del
- avlångt område (ca 20 km² stort) med N-S:lig utsträckning vid *Hargshamn*. Området avgränsas åt väster av en regional deformationszon och lokalt av malmpotentiella vulkaniska bergarter.

Områden som valts ut i delrapporter men ej prioriterats i slutrapporten har vanligen relativt låg blottningsgrad (stora delar täckta av våtmark eller morän).

”Två av de prioriterade områdena, Forsmarksområdet och Hargshamnsområdet, bedöms som särskilt intressanta genom att de båda är belägna i närheten av befintlig hamn.” Dessa två områden bedöms också som geologiskt lämpliga för vidare studier i slutliga förstudierapporten.

Diskussion om att förlägga ett förvar i en tektonisk lins i en regional deformationszon

Förslag på lokalisering av ett slutförvar i en tektonisk lins inom en regional skjuvzon reaktiverad till sprickzon kan diskuteras utifrån de fördelar och nackdelar som en sådan lokalisering kan medföra.

Fördelen med ett sådant förvar är enligt vår uppfattning:

- att de deformationszoner som avgränsar linsen kan avlänka strukturer som går in mot linsen och att de avgränsande strukturerna därigenom skulle kunna ta upp eventuella framtida deformationer i berget.

Nackdelar med ett linsbeläget förvar är enligt vår uppfattning:

- att predikterbarheten vad beträffar både bergartsfördelning och strukturmönster på förvarsdjup får anses som låg eftersom linsen har en intern struktur som ej är spårbar utanför linsen
- att formen på linsen, dess uthållighet mot djupet kan vara svår att fastställa.

Det är dock svårt att väga fördelar mot nackdelar. Fördelen kan hänföras till långsiktig säkerhet medan de nämnda nackdelarna bör kunna utredas vid en platsundersökning.

Diskussion om valda områden

För Forsmarksområdet gäller speciellt att:

- berggrunden som omger linsen till stor del består av malmpotentiella vulkaniska bergarter, dvs. det finns malmpotential nära förvaret om det läggs i Forsmarkslinsen
- borrhning i Dannemora gruva indikerar att de malmförande vulkaniterna förekommer även på djup större än 1000 m
- det förekommer indikationer på uthålliga N-S:ligt orienterade plana strukturer som skär rakt igenom Singözonen och dess linser
- det förekommer flacka zoner i regionen. Zoner vars relationer till Singözonen och dess linser ej är helt klarlagda och utefter vilka berggrunden förskjutits upp till 400 m i sidled (jmf. Dannemora gruva; Lager, 1986)
- blottningsgraden inom linsen är relativt låg i jämförelse med kustregionen i övrigt
- berggrunden inom linsen är troligen inhomogen.

Ovanstående punktsatser belyser osäkerheter som bör beaktas vid en bedömning av Forsmarksområdet. Kunskapen om berggrunden vid Hargshamnsområdet är betydligt mindre i jämförelse med vad den är om Forsmarksområdet.

2.5.4 Områden i Nyköpings kommun

Områden presenterade i delrapporter

Nyköpings kommun är en kärnteknisk kommun, vilket innebär att SKB söker möjliga områden dels invid reaktorn vid Studsvik och dels i övriga delar av kommunen.

Områden föreslagna i delrapporter är:

- *Studsvik*, med begränsade möjligheter att finna plats för ett förvar i omedelbar anslutning till den kärntekniska anläggningen. Detta gäller även för områden nordöst respektive söder därom
- *Björksundsområdet*, beläget mindre än 10 km väster om Studsvik och vars storlek är ca 20 km². Berggrunden består av migmatitiserad gnejs med granitisk eller granodioritisk sammansättning och förskiffringen är orienterad i nordväst-sydost. Blottningsgraden är ca 70 % eller mer. Detta alternativ innebär tunnelanslutning från Studsvik
- *Ekekullaområdet*, beläget ca 7 km nordnordväst om Studsvik är ca 7 km² stort, domineras av olika typer av metagranit med hög blottningsgrad
- *Svankängområdet* (ca 2,5 km²), beläget ca 5 km nordnordväst om Studsvik, berggrunden är heterogen med migmatitiska bergarter och yngre granit
- *Ludgo-Sätterstaområdet* (ca 25 km²), beläget ca 20 km nordnordost om Nyköping, relativt homogen berggrund bestående av gnejs och delvis migmatitiserad metagranodiorit
- *Husby-Oppundaområdet* (ca 7 km²), beläget ca 22 km nordnordväst Nyköping, starkt omvandlad (migmatitiserad?) berggrund med lokal nybildning av pegmatitgångar
- *Fjällveden-Tunsätterområdet* (ca 50 km²), beläget ca 15 km norr om Nyköping, domineras av migmatitiska bergarter (metasediment och metagranit) med lokalt inslag av förgnejsad porfyrisk metagranit
- *Runtuna-Svärtaområdet* (ca 15 km²), beläget ca 10 km norr om Nyköping, hållrikt område dominerat av metagranit där graden av inblandning av andra bergarter varierar.

Områden presenterade i den preliminära slutrapporten och som prioriteras för fortsatta arbeten

De områden som prioriteras i slutrapporten är två större områden inom vilka mindre områden bedöms vara ”potentiellt gynnsamma för platsundersökningar”. Dessa områden är:

- område beläget väst till nordväst om Studsvik med potentiellt gynnsamma delområden:
 - *Björksund*, ca 7,5 km väster om Studsvik, ca 5 km² stort område, välblottat, sprickfattigt och homogent område med porfyrisk gnejsig metagranit
 - *Ekekullaområdet*, ca 7 km nordväst om Studsvik, ca 3,5 km² stort, med samma typ av berggrund som i Björksund
 - *Svankängområdet* beläget ca 5 km nordnordväst om Studsvik, berggrunden är heterogen med migmatitiska bergarter och yngre granit. Området är dock mycket litet och medför liten flexibilitet avseende placering av förvar. Området närhet till Studsvik är förmodligen motiveringen varför det kvarstår
- två områden (storlekar mellan 25 till 50 km²) i inlandet nordost och norr om Nyköpings: området mellan sjöarna Runnviken och Likstammen samt området öster om Lodsjön (inkluderande typområdet Fjällveden). Områdena har hög blottningsgrad och berggrunden är ofta homogen och sprickfattig. Typområdet Fjällveden undersöktes i samband med KBS-3 studien.

I den slutliga rapporten Förstudie Nyköping (SKB, 2000d) framförs två alternativa placeringar av förvar: Björksundsområdet med övermarksanläggning i Studsvik eller Fjällvedenområdet med ovanjordsanläggningen vid Skavsta flygplats.

Diskussion om förläggning av förvar till Björksunds alternativt Fjällvedenområdet

Den dominerande riktningen på deformationszoner i Nyköpings kommun är NV-SO. Det finns ingen orsak att förvänta sig att strukturen inom detta område skulle särskilja sig markant från Björksund till Fjällveden. I typområdet Fjällveden finns markerade tvärstrukturer som ligger i stort NO-SV:lig riktning och står brant. Dessa strukturer är markant vattenförande i relation till bergmassan i övrigt. Dessa strukturer påverkade negativt bedömningen av berggrunden i Fjällveden i KBS-rapporten (SKB, 1983).

2.5.5 Områden i Oskarshamns kommun

Områden presenterade i delrapporter

Oskarshamn kommun är en kärnteknisk kommun, vilket innebär att SKB söker möjliga områden dels invid kärnkraftverket på Simpevarpshalvön och dels i övriga delar av kommunen. Generellt kan sägas att större delen av kommunen har karaktäriserats som prioriterat område utgående från en geovetenskaplig bedömning.

Områden föreslagna i delrapporter är:

- *Simpevarpshalvön*, lokalisering i anslutning till kärnkraftverk och CLAB, granit och finkorning vulkanisk bergart (omkristalliserad) dominerar berggrunden, ”vilken, om större volymer studeras, framstår som relativt homogen”. Berget är genomsatt av talrika decimeterbredda gångar av finkorning granit
- *Lokalisering inom 10 km från Simpevarp*
 - *lokalisering på fastlandet* – ”det mest intressanta området ligger inom en sektor som begränsas av en linje från Simpevarpshalvöns nordöstra spets upp mot och förbi Misterhult, strax väster om Götemargraniten samt en linje från Simpevarpshalvön längs kusten mot SSV.”
 - *lokalisering i kustområdet* – ingen närmare prioritering, dock bör enligt SKB kuststräckan Vinö-Bodskär i kommunens norra del undvikas
- *Övriga delar av kommunen* inklusive kustområdet öster därom men med fyra områden undantagna:
 - deformationszon orienterad i NV-SO i norra delen av kommunen, Blankaholm via Gåsfjärden och ned förbi Vinö
 - Götemargraniten vid sjön Götemaren och öster om Misterhult
 - ett ca 5 km brett bälte från Virkvarn till kommungränsen mot Hultsfreds kommun, området har en kilform som öppnar sig mot väster
 - den regionala O-V:liga deformationszonen som går genom Oskarshamn och Bockara.Undantagna områden är ca 3 till 6 km breda.

Nämnas bör att kustområdet har delats in i fem delar varav området utanför kuststräckan Virbo-Kråkelund har högst prioritet, dvs. området kring Simpevarpshalvön. (Detta område

har framhållits ytterligare i den slutliga förstudierapporten; SKB, 2000. Förstudie Oskarshamn Slutrapport.)

Områden presenterade i den preliminära slutrapporten och som prioriteras för fortsatta arbeten

I den preliminära slutrapporten för Förstudien Oskarshamn presenteras samma områdesindelning för ”potentiellt gynnsamma områden ur geologisk synvinkel” som i delrapporten. Tillkommit har ”prioriterad plats för ovanjordsanläggning”.

Tre prioriterade platser för ovanjordsanläggning har presenterats:

- *Simpevarp* (platsen för Oskarshamns kärnkraftverk, CLAB och huvudalternativet för inkapslingsanläggningen), förvaret kan alternativt placeras:
 - *inom Simpevarpshalvön*, med goda erfarenheter av hittills genomförda bergbyggnationer, en viss osäkerhet råder om det finns tillräckliga bergvolymen för ett förvar
 - *väster om Simpevarpshalvön*, inom en sektor från nordväst och ner mot kusten söder om halvön. Dominerande bergart är jämförelsevis homogen Smålandsgranit
 - *under havet*, ingen prioritering gjord, berggrunden tolkas som Smålandsgranit.
- *Oskarshamns hamn*, tunnelanslutning till förvar beläget några kilometer söder om Oskarshamn och därmed troligen även söder om den regionala deformationszonen som går genom Oskarshamn och Bockara. Berggrunden består av homogen Smålandsgranit.
- *Storskogen*, förvaret skulle i detta alternativ ligga inom det område som är aktuellt vid en förläggning av ovanjordsdelen till Oskarshamns hamn.

Vi kan notera att för Oskarshamns kommun har endast angivits ungefärliga avgränsningar av områden, inom Oskarshamns kommun har ej prioriterats något inlandsområde. Detta skiljer förstudien i Oskarshamn från övriga förstudier. (I den slutliga förstudierapporten har områdesangivelsen skärpts upp; SKB, 2000. Förstudie Oskarshamn Slutrapport).

Diskussion om att förlägga ett förvar till Simpevarpshalvön och sydväst Oskarshamn

Lokalisering av ett förvar i kustnära område, t.ex. invid eller under Simpevarpshalvön, bör diskuteras utgående främst från bergartsfördelning och geografiskt läge. En lokalisering vid Simpevarp har stora fördelar avseende hanteringen av kärnbränsleavfall (närhet till tre kärnkraftreaktorer, CLAB och eventuellt även planerad inkapslingsstation).

Geovetenskapliga fördelar avseende lokalisering till Simpevarpshalvön:

- lokal (Simpevarpshalvön, Laxemar, Äspö, Ävrö) och regional kunskap om berggrunden
- erfarenheter av bergbyggande.

Geovetenskapliga nackdelar avseende lokalisering till Simpevarpshalvön:

- inhomogen berggrund, typisk för granit och vulkanitområden (mångfald bergartstyper med skarpa bergartskontakter, förekomst av bergartsgångar och förkastningstektonik)
- litet område, om förvaret ska förläggas till själva Simpevarpshalvön, omgivet av vatten. Detta medför svårigheter vid uppföljning av bergarters utbredning samt att spåra läget på flacka till moderat stupande zoners utgående vid markytan/havsbotten
- inom området finns flackt till moderat stupande sprickzoner
- närhet till flygeofysiskt indikerad granitintrusion av samma storlek som Götemarkgraniten ca 3 km ostsydost om Simpevarp
- koncentrationen av högspänningsledning på och från Simpevarp påverkar undersökningar.

Vad gäller förvarets alternativa placering sydväst om Oskarshamn bör klarläggas bredden på den så kallade Oskarshamn-Bockarazonen (jmf. Singözonen i norra Uppland). Den geologiska informationen syd om denna zon är relativt begränsad och blottningsgraden relativt låg.

2.5.6 Områden i Hultsfreds kommun

Områden presenterade i delrapporter

Sex områden är framtagna varav tre är större områden och tre är mindre. Framtagna områden är:

- *väster om Hultsfred*, berggrunden består av Växjögranit och stora bergblock som kan rymma ett slutförvar
- *sydost om Hultsfred*, berggrunden består av Filipstadsgranit, bergblockens storlek bedöms vara något mindre än det föregående områdets
- *kommunens nordvästra del*, berggrunden är troligen inhomogen och består av Smålandsgraniter (Växjö- och Filipstadsgranit) och Smålandsvulkaniter, bergblocken mindre än det föregående områdets
- två mindre områden i den *västra delen av kommunen (Smålandsgranit)*
- ett mindre område i en tektonisk lins med Smålandsgranit och äldre bergarter inom Oskarshamn-Bockaraskjuvzonen i *kommunens sydöstra del*.

Områden presenterade i den preliminära slutrapporten och som prioriteras för fortsatta arbeten

Slutrapporten presenterar samma områden som i delrapporterna samt bifogar viss ny information:

- *väster om Hultsfred*, ca 170 km² stort område bestående av Växjögranit och området har stora bergblock (upp till flera tiotals kvadratkilometer stora), prioriteras
- *öster om Målilla* (benämnes Sydost om Hultsfred ovan), ca 150 km² stort område med berggrund bestående av en variant av Smålandsgranit (benämnes Filipstads-

- granit), strukturmönstret något oregelbundet och bergblockens storlek bedöms vara något mindre än föregående områdes, prioriteras
- *kommunens nordvästra del*, berggrundens homogenitet ifrågasättes, dvs. fördelningen av Smålandsgraniter (Växjö- och Filipstadsgranit) och Smålandsvulkaniter är ej känd, bergblocken mindre än det föregående områdets, prioritering ej direkt uttalad men troligen lägre än de två föregående på grund av inhomogent berg och tätare mellan sprickzoner, området har lägre prioritet
 - två mindre områden i den *västra delen av kommunen* (Smålandsgranit) har något lägre prioritet
 - ett mindre område liggandes i en tektonisk lins med Smålandsgranit och äldre bergarter inom Oskarshamn-Bockaraskjuvzonen i *kommunens sydöstra del* har lägre prioritet.

Diskussion om förläggning av förvar i Hultsfreds kommun

Fördelen med att förlägga förvaret till en inlandskommun är att förvaret kan komma att ligga i ett regionalt inströmningsområde (hur regional grundvattenströmning sker borde ha belysts ytterligare). Detta medför en möjlig fördröjning av att eventuellt läckage från förvaret att nå markytan. Stora områden med relativt enhetlig berggrund är en annan fördel.

Vi kan konstatera att endast halva den västra delen av kommunen täcks av moderna geologiska kartor i skala 1:50 000. Det ojämna geologiska underlaget kan därför vara en nackdel vid val av områden inom kommunen.

2.6 Jämförelse mellan områdesval i olika kommuner

2.6.1 Samtliga områden

Utvalda områden som presenteras i de geovetenskapliga delrapporterna är områden som enligt SKB anses ha berggrund som kan vara lämplig för att hysa ett slutförvar. I förstudiens slutrapporter sammanvägs de geovetenskapliga förutsättningarna med de lokaliseringsfaktorer som benämnes *Mark och Miljö* samt *Samhälle*.

Om man sätter samman kartor visande ”potentiellt gynnsamma områden ur geologisk synvinkel”, dvs. Älvkarleby-Tierp-Östhammars respektive Oskarshamn-Hultsfreds kommuner, så överensstämmer vanligen klassningen av berggrundens duglighet att hysa ett förvar. Det finns dock ett ställe i den preliminära slutrapporten för Oskarshamns kommun där skillnaden i bedömning är olika tvärs kommungränsen nämligen för det område som markerats norr om Oskarshamn-Bockarazonen i Oskarshamns kommun. Någon fortsättning in i Hultsfreds kommun finns ej. (Detta har dock åtgärdats i den slutliga förstudierapporten för Oskarshamn; SKB, 2000. Förstudie Oskarshamn Slutrapport).

2.6.1.1 Geovetenskaplig bedömning

Den geovetenskapliga bedömningen skärps i förstudiernas slutrapporter och viss prioriteringsordning anges. Basen för prioriteringen är de uppställda krav och kriterier (se ovan) som presenteras i varje slutrapport. Beroende på förutsättningarna, tidigare studier och befintligt underlag, kan olika bedömningsfaktorer få olika vikt i de olika kommunerna.

Vanligen uttrycks värderingar av olika lokaliseringsfaktorer i relativa termer, dvs. en absolut bedömning presenteras ej. Detta gäller t.ex. berggrundens homogenitet, som dessutom till stor del kan anses vara skalrelaterad. Referensskala, eller bättre uttryckt upplösning vid bedömning av bergarters homogenitet bör fastställas (jmf. bergartsinhomogeniteten i Simpevarpshalvön, se ovan). Homogenitet i berget bedöms enklast i väl blottade områden där bergarter har en magnetisk signatur så att flygmagnetiska mätningar avslöjar förekomsten av deformationszoner (låg magnetiska på grund av oxiderat berg) och basiska gångar (vanligen magnetiska). Vattenförande sprickzoner kan detekteras genom flygelektriska mätningar genom att de har förhöjd elektrisk ledningsförmåga i förhållande till t.ex. urberg bestående av gnejs och granit. Vad som är en vanlig bergart bör det ej råda något tvivel om, men den använda nomenklaturen för benämning av bergarter kan skapa en viss oklarhet. Detta gäller främst benämning på omvandlade bergarter och ibland är bergartsnamnen även lokala (gäller främst granittyper i Småland). Frekvensen av bergartsgångar har angivits i ett fåtal fall (t.ex. Simpevarp). Blockstorlekar, bergblock som kan rymma ett djupförvar, synes vara en av utgångsparametrarna i bedömningen av områden och denna parameter uttrycks i texten beskrivande gynnsamma förhållanden som ”stort område med få större sprickzoner”. Emellertid anges inte blockstorleken inom alla områden.

För att öka översikten över förstudiernas resultat borde de föreslagna områdena ha presenterats i tabellform. Läsaren skulle då snabbt kunna få en överblick över resultaten samtidigt som presentationen av områdena får en enhetlig utformning.

Från presentation i tabellform är steget ej långt till en jämförande bedömning av områden. En sådan bedömning måste göras på ett eller annat sätt, även om SKB ej vill klassa och poängsätta områden. En neutral jämförelse, t.ex. en bedömning av områdets säkerhet, måste ske med någon form av prognos avseende förhållanden på förvarsdjup. En sådan bedömning anser SKB vara mycket osäker och bör ej göras.

Vi menar att utsortering av områden utgående från lokaliseringsfaktorerna Mark och Miljö samt Samhälle endast får ske (se nedan, avsnitt 3) om prognosen för berggrunden är sådan att den långsiktiga säkerheten med hög sannolikhet kan tillgodoses. SKB menar att de platser där säkerhetsanalys har genomförts (t.ex. Finnsjön i norra Uppland) medger att risken för spridning av radioaktiva ämnen är acceptabel enligt normer uppställda av SSI (Statens strålskyddsinstitut) och SKI. Risker vid byggandet av själva anläggningen (t.ex. smällberg, ras, höga vattentryck, radon etc.) ska även vara acceptabla.

2.6.2 Områden i anslutning till kärnteknisk anläggning

För kärntekniska kommuner har SKB valt att undersöka förutsättningarna för att finna områden i anslutning till anläggningarna, som ett första alternativ intill den kärntekniska anläggningen och som ett andra alternativ inom ett avstånd av ca 10 km från den kärntekniska anläggningen.

Invid den kärntekniska anläggningen

För Östhammars och Oskarshamns kommuner har föreslagits området i direkt anslutning till de befintliga kärntekniska anläggningarna vid Forsmark och Simpevarp. Båda områdena är begränsade och SKB framför att det måste undersökas närmare för att kartlägga om tillräcklig bergvolym för ett förvar finns invid Forsmark respektive Simpevarp. Studsvikshalvön har enl. SKB mindre bra förutsättningar än motsvarande lägen i ovanstående kommuner. Detta p.g.a. bristfälliga kunskaper om berggrundens karaktär, meteoritnedslaget i fjärden Tvären öster om Studsvik samt den stora mäktigheten hos täckande jordlager.

Inom 10 km från kärnteknisk anläggning

För förläggning invid Forsmark anges samma område som för närlokalisering av slutförvaret. Området har en markerad utsträckning i NV-SO:lig led eftersom området sammanfaller med de inre delarna av en så kallad tektonisk lins. Ett fåtal sprickzoner skulle markant kunna reducera områdets möjligheter att rymma ett sammanhållet förvar.

Vid Studsvik finns två alternativa platser, en i väster och en i nordnordväst. Det senare är ett relativt litet område medan det föregående är betydande (ca 20 km² stort).

Det är således endast för lokalisering invid, men skilt från Studsvik, som ett större område angivits. I Studsvikområdet har ej själva området i omedelbar anslutning till den kärntekniska anläggningen bedömts som prioriterad. För att en sådan bedömning ska kunna göras anser SKB att omfattande undersökningar krävs.

Vid Simpevarp har inga alternativa delområden prioriterats utan ett par sektorer med intressant berggrund har angivits. Den ena sektorn innebär ett landbaserat förvar i området från Göttemargraniten i nordväst till kustområdet sydväst om Simpevarpshalvön (Misterhult till Figeholm). Den andra lokaliseringssektorn ligger i havet. Närmare lokalisering av intressant område har ej angivits.

2.6.3 Jämförelse mellan områden i anslutning till kärntekniska anläggningar och i övriga kommuner

Utredningar utförda inom kommuner med kärnteknisk aktivitet är mer omfattande och därmed mer detaljerade än utredningar utförda inom områden och kommuner som saknar kärnteknisk verksamhet. Frågan inställer sig naturligt om kraven är desamma för övriga delar av kommunerna som de är för områden invid de kärntekniska anläggningarna.

Vad som skiljer rapporter beskrivande kommuner med kärnteknisk verksamhet och kommuner utan sådan är främst sammanfattningar med tekniskt innehåll (bergbyggande etc.) men även att det finns mer omfattande kompletterande studier utförda i kärntekniska kommuner (både fältstudier och omtolkning av befintliga data). Till detta kommer även att det har framtagits separata rapporter behandlande ekonomisk geologi för de kärntekniska kommunerna Östhammar och Nyköping.

Beaktas storleken på områden som prioriteras och ligger invid kärntekniska anläggningar och områden som ligger på avstånd från kärntekniska anläggningar, Tabell 2.1, föreligger en viss skillnad. Områden som ligger i kommuner utan sådana anläggningar är i vissa fall mer än 10 gånger större än områden som ligger invid sådana anläggningar. Vidare så har kommuner med kärntekniska anläggningar även mindre områden som prioriterats och som ligger på avstånd från anläggningarna. Ett undantag är ett större område, Fjällveden-Tunsätterområdet, i nordvästra delen av Nyköpings kommun. Noteras bör att det ej finns något högt prioriterat område i inlandsdelen av Oskarshamns kommun trots att stora sådana områden har identifierats i angränsande Hultsfreds kommun. För Oskarshamn har SKB uppenbarligen prioriterat områden som kan nå direkt eller med tunnel från en ovanjordanläggning vid Simpevarp eller i Oskarshamns hamn.

Tabell 2.1 Storlek på områden som är geovetenskapligt högst prioriterade.

Kommun eller del av kommun utan kärnteknisk aktivitet	Del av kommun med kärnteknisk aktivitet	Antal områden/ områdets storlek (km ²)
Älvkarleby		1 50
Tierp		2 100, 200
Hultsfred		2 150, 170
Östhammar		1 20
Nyköping		4 7, 15, 25, 50
Oskarshamn*		1 specifikt område
	Östhammar	1, invid Forsmark 10
	Nyköping	2, skilda från Studsvik 7, 20
	Oskarshamn**	regionen invid Simpevarp x

* Större delen av kommunen och havsregionen anges som potentiellt gynnsamt område ur geologisk synvinkel, prioriterad plats styrs av ickegeologiska kriterier, inga områden i inlandet.

** Området ej specifikt angivet, styrs av att ett område ska tas fram i anslutning till kommunens kärntekniska anläggning.

Det kan finnas flera orsaker till storleksskillnaden på områden som ligger avsidet respektive invid kärntekniska anläggningar och som ej förklarats av SKB. En kan vara att de kärntekniska anläggningarna ligger placerade utgående från geografiska förhållanden och de prioriterade områdena i inlandet har selektivt valts där större enhetliga bergartsmassiv finns. En annan orsak kan vara att kunskapen om berggrunden är bättre invid de platser som har kärntekniska anläggningar, dvs. vad som bedöms som t.ex. homogent berg beror till viss del på omfattningen av kunskapen om berget. Detta ger sammantaget att utgångspunkterna för val av områden beror på områdets läge, dvs. friheten att välja är mer begrän-

sad för områdena invid de kärntekniska anläggningarna. Därmed synes som om att val av områden sker på olika villkor.

Om val av områden generellt skulle ske på samma sätt överallt och om ett område valts ut, t.ex. invid Forsmark så skulle antalet områden inom kommunerna vara betydligt fler. Skulle förutsättningen å andra sidan vara att områden ska vara större än t.ex. 15 km² så skulle Björkveden invid Studsvik godkännas, medan det ej är klarlagt om ett sådant stort område finns vid Simpevarp. Vid Forsmark är det klart att inget sådant område finns.

Tabeller för övriga parametrar som ingår i platsvalsfaktorerna skulle säkerligen ge upphov till ytterligare frågor. Eftersom kvantifierade parametervärden endast föreligger i begränsad omfattning i förstudierapporterna har SKB inte gjort detta på annat sätt än genom ”plus och minus” för olika alternativ i rapporten ”Samlad redovisning, platsval och program inför platsundersökningsskedet” (SKB, 2000). Det hade varit önskvärt för transparensen i platsvalet om SKB hade kunnat göra detta i samtliga förstudierapporter.

2.6.4 Översiktlig jämförelse mellan äldre platsval och områdesval i SKB:s förstudie

De platsval som utfördes i samband med KBS-3 projektet inriktades på att direkt finna en plats som uppfyllde formulerade krav. Detta gjorde att mycket stora områden kom att sällas bort av en eller annan anledning. Avgörande var då i många fall tillgängligheten till området, dvs. markägarens/-nas inställning till undersökningar. Av denna anledning sorterades många platser bort på grund av att antalet markägare var stort. Dock ska sägas att många av de av denna anledning bortsorterade områdena uppfyllde de geovetenskapliga kriterierna för att inleda en undersökning av platsen. Före det att borrhningar utfördes så hade områdets regionalgeologiska inramning beaktats, området översiktligt karterats och geofysiska profilomätningar utförts. Platsvalskriterier som uppställdes sorterade automatiskt bort områden som låg i anslutning till malmfält, kända mineraliseringar, deformationszoner och komplext uppbyggd berggrund. Platsvalet var med andra ord direkt inriktat på att ta fram vad som benämndes kandidatplatser.

Områdesval i förstudien och den inledande översiktstudien inriktas först på att sortera bort icke lämpliga områden. Dock anger SKB i förstudien att dess underlag ej är tillfyllest för utsortering med hjälp av ett antal av de parametrar som ansågs diskriminerande i KBS-3-platsvalet, t.ex. tätheten av strukturer på så kallade lineamentskartor i nationell skala och dagens utbredning av jordskalv. På sätt och vis kommer bortsorteringen av områden i översiktsstudier och förstudier i ett inledande skede att bli en icke-valsprincip, resultatet blir det som blir över efter bortsorteringen.

Som vi påvisat i länsöversikten i avsnitt 2.3 så har vissa av de i förstudierna geovetenskapligt prioriterade områdena helt eller delvis hamnat inom de delar som betecknats som sannolikt olämpliga eller olämpliga för vidare undersökning i översiktsstudien. Där förstudierna varit i stort sett avklarade före det att de länsvisa översiktsstudierna slutförts så har resultaten från förstudierna inkluderats i översiktsstudierna. Härigenom får de länsvisa översiktsstudierna olika detaljeringsgrad genom att olika underlag nyttjats.

Vidare så framgår det ej klart om alla områden inom en kommun som uppfyller uppställda kriterier har presenterats. Beroende på industriella faktorer är det t.ex. en klar skillnad mellan hur prioriterade områden anges i Oskarshamns och Hultsfreds kommuner.

Noteras kan att erfarenheter vunna vid detaljerade studier har i vissa fall beaktats och finns med i den slutliga förstudierapporten (t.ex. undersökningar vid SFR i Forsmark, Östhammars kommun). I andra fall synes detta ej ha påverkat den strukturgeologiska kartan i förstudiens slutrapport (t.ex. undersökningar vid Äspölaboratorier, SKB:s berglaboratorium norr om Oskarshamn, Oskarshamns kommun). Om tillgängliga data utnyttjats från utförda undersökningar i Simpevarpsområdet och Äspö hade en annan strukturgeologisk kartbild erhållits i jämförelse med den som presenteras i förstudien. Detta visar för Oskarshamns kommun på osäkerheten i förstudiens sammanställningar. I de områden som välj ut för fortsatta studier kommer denna osäkerhet att minska.

2.7 Underlag för val av områden för inledande platsundersökningar

Av speciellt intresse är att det finns tre typer av underlag för valet av de områden (minst två områden, liggande i minst två kommuner) inom vilka platsundersökningar ska utföras:

- urvalsunderlaget (de områden i kommuner som framtagits under förstudien)
- jämförelsematerialet (sammanställning av platser som detaljstuderats tidigare och områden som tagits fram under förstudien)
- bakgrundsunderlaget (översiktliga eller speciella utredningar av i synnerhet geovetenskapliga frågor som kan vara av betydelse vid lokalisering).

Att områden som tagits fram under själva förstudien ingår i jämförelsematerialet borde innebära att de geologiska egenskaperna/förutsättningarna för varje förstudieområde kommer att jämföras och graderas på något sätt i relation till varandra. Detta har ej genomförts av SKB. Man betonar i stället att sådan gradering inte kan göras med den information som finns från förstudierna. Det är således oklart vad SKB menar med begreppet jämförelsematerial.

3. Industrietablering och samhällsfrågan

3.1 Lokaliseringsfaktorer

SKB har fr.o.m. kompletteringen till FUD-Program 1992 redovisat ett relativt stort antal platsvalsfaktorer indelade i fyra grupper:

- Säkerhet
- Teknik
- Mark och miljö
- Samhällsaspekter.

Vid FUD - granskningar har SKB:s faktorer av SKI och regeringen bedömts vara en rimlig utgångspunkt för det fortsatta arbetet samtidigt som man efterlyst en precisering av hur de skulle användas i platsvalet. I förstudierna har underlaget genomgående sammanställts och analyserats med utgångspunkt från dessa lokaliseringfaktorer. Senare (SKB, 2000) överges de emellertid till förmån för en ny gruppering:

- *Berggrunden*
Berggrundens egenskaper avgör förutsättningarna för långsiktig säkerhet och de tekniska förutsättningarna för att bygga och driva slutförvarets underjordsdelar.
- *Industrietableringen*
Slutförvarsprojektet måste kunna genomföras som industriprojekt betraktat. Det ställer krav på att bygge och drift ska kunna fungera väl rent tekniskt, att resurser finns tillgängliga och att alla krav på skydd och varsamhet mot människa och miljö kan uppfyllas.
- *Samhällsfrågan*
För att slutförvarsprojektet ska bli genomfört krävs enligt SKB ett politiskt och opinionsmässigt stöd. Den berörda kommunen, miljödomstolen och regeringen måste acceptera lokaliseringen. I praktiken innebär det att det krävs ett förtroende för SKB och kärnavfallsprogrammet hos de folkvalda, lokalt och nationellt, samt hos allmänheten, i synnerhet bland närboende.

SKB menar att man har omarbetat materialet till ”en struktur som bättre motsvarar de olika krav och förutsättningar i övrigt som är styrande för både SKB:s egna värderingar av underlaget, och för andra parters granskning därav”. Oss veterligt har dock inte de nya lokaliseringfaktorererna varit föremål för andra parters bedömning t.ex. i de samråd som pågått under arbetet med förstudierna. SKB (SKB, 2000) visar i en tabell (Figur 8-3) hur de mer detaljerade faktorerna passar in i den nya strukturen. Därav framgår bl.a. att miljöpåverkan i den nya strukturen samordnas med t.ex. tillgång till befintlig industrimark och befintliga transportmedel.

3.2 Metodik

SKB (SKB, 2000) beskriver sin metodik för förstudierna så att den innefattar följande tre steg:

1. Områden som uppvisar potentiellt negativa geologiska förhållanden utesluts
2. Speciellt intressanta områden väljs för fältkontroll och kompletterande studier
3. Värdering av lokaliseringsalternativ.

Under steg 1 har SKB uteslutande beaktat geologiska faktorer som vi behandlat i avsnitt 2. Efter att de områden som uppvisar potentiellt olämpliga geologiska förhållanden har avförts från vidare studier kvarstår stora delar av kommunerna. Ett eller flera områden som SKB bedömt vara intressanta lokaliseringsalternativ med avseende på tekniska och miljömässiga förutsättningar har valts ut för fältkontroller och andra kompletterande studier.

I steg 3 har SKB (SKB, 2000) gjort en samlad värdering av vilka alternativ som har särskilt goda förutsättningar att uppfylla krav och önskemål, såväl ur aspekten långsiktig säkerhet som med avseende på andra aspekter. I värderingen ligger även en bedömning av möjligheterna att genom vidare undersökningar avgöra om så är fallet. Vid värderingen har följande förhållanden bedömts som önskvärda:

- En vanlig bergart utan intresse för annat nyttjande av naturresurser
- Ett stort område med få större sprickzoner
- Högt andel berg i dagen och/eller ringa jorddjup, enkla och homogena berggrunds-förhållanden samt regelbundet system av sprickor/sprickzoner
- Tillgång till erforderlig infrastruktur och goda transportmöjligheter
- Få konkurrerande markanvändnings- och miljöintressen
- Lokalt positivt intresse.

Om vi följer denna strukturering av platsvalet i tre steg kan vi först dra följande slutsatser av SKB:s redovisning:

- I Steg 1 används berggrunden som enda lokaliseringsfaktor
- I Steg 2 utnyttjas enbart industrietableringen
- I Steg 3 används i huvudsak industrietableringen och samhällsfrågan även om berggrunden finns med i redovisningen.

Liksom fallet med lokaliseringsfaktorerna är uppläggningsen av platsvalet i tre steg något som preciseras först år 2000 (SKB, 2000). Metodiken har inte presenterats på detta sätt i tidigare FUD redovisningar eller under förstudier, i varje fall inte på ett enhetligt sätt. Man skulle därför kunna se metodiken som en efterhandskonstruktion. Kanske mer rättvisande är att se redovisningen i (SKB, 2000) som en sammanfattning av hur platsvalsarbetet har vuxit fram under förstudierna, till stor del i samverkan med kommunerna. Vi kommer i det följande att behandla SKB:s redovisning enligt de tre stegen i syfte att se om den är systematisk, enhetlig och tydlig.

3.3 Uteslutning av områden med potentiellt negativa geologiska förhållanden

Som del av förstudiearbetet har SKB genomfört geologiska undersökningar med hjälp av befintligt kartmaterial och kompletterande undersökningar från ytan. Denna del av SKB:s redovisning har vi behandlat i avsnitt 2.4-2.5.

Vad gäller Simpevarpshalvön, som är den del av det område som SKB benämner Simpevarpsområdet, konstaterar SKB i förstudien att det är tveksamt om berggrunden uppfyller kraven. ”Direkta undersökningar krävs innan områdets lämplighet för ett slutförvar kan avgöras” (Förstudie Slutrapport, sid. 111). Uppenbarligen har de industriella och samhällsliga faktorerna här haft betydelse redan i detta steg så att området finns kvar efter den geologiska bortsällningen.

Den tektoniska linsen vid Forsmark är ett annat område som förtjänar särskild uppmärksamhet. SKB menar att området tillmötesgår de geologiska kraven för fortsatta undersökningar. Av skäl som anförs i avsnitt 2.5.3 menar vi att denna fråga bör genomlysas närmare. Området har liknande industriella och samhällsliga egenskaper som Simpevarpshalvön. Rent logiskt kan man därför hävda att det i fortsättningen bör behandlas på samma sätt vid urvalet inför en eventuell platsundersökning. Även om områdena hade sällats bort om de inte hade legat intill kärntekniska anläggningar så kan ju geologin vid ingående undersökningar visa sig möta kraven.

3.4 Val av områden för fältkontroll

I valet av områden för fältkontroll har SKB genomgående och mycket konsekvent använt krav och önskemål med avseende på industrietablering och transporter som utslagsgivande faktorer.

Slutförvarets ovanjordsanläggning ställer inte några speciella krav på markens bärighet eller markförhållanden i övrigt i jämförelse med annan industri. Ur teknisk synvinkel finns det enligt SKB goda möjligheter att anpassa anläggningens utformning till de förhållanden som råder på den aktuella platsen. Goda kommunikationer och närhet till övrig infrastruktur ger fördelar, men är inte något krav vid en etablering.

I detta avsnitt återger vi för varje kommun en sammanfattning av aktuella områdets egenskaper och SKB:s motiveringar för val av platser för fältkontroll. Texten utgörs till stora delar av utdrag från valda delar av SKB:s förstudierapporter och kapitel 11 i FUD-K (SKB, 2000).

Tierps kommun

SKB:s bedömning är att det finns två stora områden i Tierps kommun som med avseende på berggrunden är potentiellt intressanta. Det är två granitmassiv vid Karlholmsbruk respektive mellan Mehedeby och Söderfors. SKB har studerat tre alternativ för slutförvarets ovanjordsanläggning - Karlholmsbruk och Svartviken, samt en icke specificerad lokalisering i området Mehedeby-Söderfors.

Vid en lokalisering av slutförvarets underjordsanläggning till granitmassivet vid Karlholmsbruk kan dess huvudsakliga ovanjordsanläggning förläggas till ett idag obebyggt skogsområde några kilometer från tätortens centrum, väster om riksväg 76. Om avståndet mellan slutförvarets anläggningar ovan och under jord blir stort förläggs delar av verksamheten ovan jord till ett mindre område rakt ovanför slutförvarets underjordsanläggning.

Närheten till tätorten och dess industriella verksamheter gör att infrastrukturen är väl utbyggd. En utbyggnad av järnvägen skulle dock behövas, eller alternativt ombyggnad och förstärkningar av vägnätet. Närheten till tätorten gör att personalens arbetsresor begränsas. Sammantaget sågs en lokalisering av slutförvarets ovanjordsanläggning till Karlholmsbruk först som intressant för vidare studier. Fältkontrollerna visade emellertid på betydande tveksamheter vad gäller lämpligheten för vidare studier. Området är inte fortsättningsvis intressant för SKB.

Ett annat alternativ som har studerats i anslutning till granitmassivet vid Karlholmsbruk är en lokalisering av ovanjordsanläggningen till Svartviken vid Lövstabuktens östra strand. Området utgörs i dag av skogsmark med fritidsbebyggelse närmast stranden. Alternativet innebär att en hamn nyanläggs för slutförvarets transporter och att den huvudsakliga ovanjordsanläggningen förläggs i anslutning till denna. Liksom när det gäller en lokalisering vid Karlholmsbruk kan en del av verksamheten i detta fall förläggas rakt ovanför slutförvaret. Eftersom området idag i huvudsak består av fritidsbebyggelse skulle en slutförvarsetablering emellertid innebära en stor förändring av dagens förhållanden och detta skulle kunna ses som ett ingrepp i ett relativt oexploaterat kustområde. Svartviken är därför inte ett intressant alternativ i dagsläget, och kommer därmed inte att studeras vidare i de kompletterande utredningarna.

När det gäller granitmassivet vid Mehedeby-Söderfors i kommunens inland finns det enligt SKB goda förutsättningar att förlägga ovanjordsanläggningen till områden så att det inte uppstår konflikter med konkurrerande intressen för markens användning och som tillgodoser de tekniska behoven. En lokalisering till ett sedan tidigare oexploaterat område skulle innebära att teknisk försörjning behöver byggas ut till området. Det finns goda förutsättningar för transporter, med större väg och järnväg genom området som förbindelse med närliggande hamnar, närhet till tätorter. Området Mehedeby-Söderfors är enligt SKB ett intressant alternativ för vidare studier av lokaliseringsmöjligheterna för ett slutförvar.

Efter geologiska fältkontroller kvarstod delar av området som intressant för en platsundersökning. Sammantaget finns enligt SKB ett lokaliseringsalternativ av intresse i Tierps kommun. Eventuella platsundersökningar förutsätter medverkan även av Älvkarleby kommun. Skälet är att Skutskärs industrihamn då är förstahandsalternativ som hamn för slutförvarets transporter.

Östhammars kommun

De geologiska utredningarna identifierade nio områden som intressanta för vidare studier. SKB fann dock flera av dessa direkt olämpliga ur främst miljö- och markanvändningssynpunkt. En särskilt faktor är Miljöbalken som anger att anläggningar för kärnteknisk verksamhet inte får lokaliseras till kommunens kustområde, utom vid Forsmark.

När områden som på grund av detta avförts återstår det, förutom Forsmark, tre områden i den södra delen av kommunen som kan vara intressanta för vidare studier. Det är området söder om Hargshamn, området sydväst om Gimo och området öster om Österbybruk. Inom dessa tre områden finns olika typer av särskilda markanvändningsintressen men SKB bedömer att ett slutförvar kan samsas med dessa intressen förutsatt att det som avses att skyddas inte påverkas.

Ett av de geologiskt intressanta områdena utöver de redan nämnda (väster om Österbybruk) ligger i direkt anslutning till Dannemora gruva där stora påvisade malmreserver finns kvar i berggrunden. En framtida gruvbrytning till stora djup skulle möjligen kunna påverka grundvattenförhållandena i detta område varför SKB inte bedömer det som intressant för vidare studier. Påverkan av en sådan gruvbrytning anser SKB ej skulle påverka området öster om Österbybruk.

Två av områdena, Forsmarksområdet och Hargshamnområdet, bedömer SKB som särskilt intressanta genom att de båda är belägna i närheten av befintliga industrihamnar.

En möjlighet som har diskuterats i förstudien är att förlägga ovanjordsanläggningen i Hargshamn medan underjordsanläggningen (förvaret) skulle kunna förläggas i det geologiskt intressanta området söder om Hargshamn. I detta alternativ skulle en tunnel förbinda ovan- och underjordsdelen av slutförvaret. Innan detta alternativ kan bli aktuellt för närmare lokaliseringsbedömning bör en noggrann genomgång göras av om, och i så fall under vilka omständigheter, en sådan lokalisering skulle vara förenlig med Miljöbalken och kommunens översiktsplan.

Vid en samlad bedömning utifrån geologiska faktorer, markanvändningsintressen, miljöpåverkan och transportmöjligheter bedömer SKB området i Forsmark som det mest intressanta. För detta alternativ kan slutförvarets ovanjordsanläggningen förläggas intill den befintliga SFR-anläggningen. Områdets känsliga naturvärden kan därigenom skyddas från större ingrepp. Med denna lokalisering kan även vissa funktioner hos Forsmarksverket och SFR utnyttjas och slutförvaret få direkt tillgång till den kompetens som finns där.

Sammanfattningsvis valde SKB i Östhammars kommun två områden för fältkontroller, det ena i anslutning till Forsmark och det andra väster om Hargshamn. Dessa områden bedömdes preliminärt intressanta för vidare studier ur geologisk synpunkt. Dessutom ligger de nära Forsmarks respektive Hargshamns hamnar, båda med kapacitet för Sigyn och hennes efterföljare. I fallet Forsmark tillmättes även närheten till kärnkraftverket och SFR stor betydelse. Alternativet skulle ge fördelar med avseende på tillgång till industrimark och infrastruktur, samt driftsmässiga samordningsmöjligheter. Även Hargshamn bedömdes ha goda infrastrukturella förutsättningar.

Fältkontrollerna (av ringa omfattning väster om Hargshamn) bekräftade den tidigare bedömningen av de båda områdena som potentiellt lämpliga för ett slutförvar. Därmed kvarstod Forsmark och Hargshamn som intressanta alternativ för platsundersökningar.

Nyköpings kommun

SKB har i förstudien närmare studerat två lokaliseringsalternativ: ett med ovanjordsanläggningen vid Studsvik med förvaret i Björksundsområdet, och ett med ovanjordsanläggningen vid Skavsta med förvaret i Fjällveden – Tunsätterområdet.

Med den befintliga hamnen och den kärntekniska verksamheten som grund ger Studsvik goda etableringsförutsättningar ur teknisk synvinkel, menar SKB. Vägarna kan behöva rustas upp för den ökade trafik som ett slutförvar skulle innebära. I övrigt finns erforderlig infrastruktur i huvudsak redan etablerad.

Både SKB och kommunen menade att förstudien borde kompletteras med en utredning av förutsättningarna för en lokalisering till kommunens inland. Efter publiceringen av den preliminära slutrapporten har SKB därför dels gjort fältkontroller av intressanta områden, dels sammanställt kompletterande studier avseende förutsättningarna för att lokalisera slutförvarets ovanjordsanläggning till Skavsta.

Skavsta/Fjällveden bedöms preliminärt som ett genomförbart alternativ ur etableringssynpunkt. Det återstår dock att klargöra förutsättningarna mer i detalj, särskilt för transporter. Det utpekade området vid Skavsta är avsett för industriverksamhet. Det finns bra kommunikationer som sannolikt kommer att byggas ut ytterligare i framtiden.

Båda områdena kvarstod efter SKB:s fältkontroller.

Oskarshamns kommun

Förstudien visade att huvuddelen av kommunens norra del, och betydande områden i dess södra, har berggrund som ur geologisk synvinkel bedöms vara intressanta för vidare studier. Några prioriteringar på geologiska grunder inom eller mellan dessa områden bedömdes inte vara möjliga på basis av underlaget från förstudien. Utgångspunkten för att välja vissa områden för fältkontroller var därför (förutom kravet på potentiellt lämplig berggrund) de tekniska och miljömässiga förutsättningarna.

På dessa grunder valde SKB två områden för fältkontroller, benämnda Simpevarpsområdet respektive Oskarshamn södra. Simpevarpsområdet innehåller Simpevarpshalvön och stora områden väster därom. Valet av Simpevarpsområdet bygger på att slutförvarets industriverksamhet kan samlokaliseras med de befintliga anläggningarna på Simpevarpshalvön och att förvaret kan förläggas till lämplig berggrund på så nära avstånd som möjligt. Området i den södra kommundelen (Oskarshamn södra) valdes därför att det öppnar för ett lokaliseringsalternativ med förvaret inom det aktuella området, sjötransporter till Oskarshamns hamn, och driftverksamheten ovan jord antingen i anslutning vid hamnen eller vid slutförvaret.

Resultaten från fältkontrollerna och andra kompletterande utredningar ändrade inte på den tidigare bedömningen av de båda områdena som intressanta för vidare studier. Av de två alternativen prioriterades Simpevarp på grund av fördelarna med befintlig infrastruktur och samordningsmöjligheter.

Hultsfreds kommun

Förstudien i Hultsfred visade på ett antal områden där berggrunden bedömdes potentiellt lämplig för ett slutförvar. Underlaget från förstudien medgav ingen inbördes prioritering av områdena på geologiska grunder. Några sågs dock som mindre intressanta på grund av att de är jämförelsevis små. På basis av infrastrukturella och miljömässiga förutsättningar valdes två stora områden för fältkontroller, det ena väster om Hultsfred och det andra öster om Målilla.

Fältkontrollerna verifierade bedömningen av områdena som intressanta ur geologisk synpunkt. Med stöd av detta och underlag om tekniska och miljömässiga förutsättningar har det område som betecknas som Hultsfred östra prioriterats för eventuella platsundersökningar. En lokalisering av slutförvaret till detta område skulle innebära transporter, i första hand på järnväg, från en lämplig hamn vid kusten, samt nyetablering av industrianläggningar för slutförvarets behov inom det angivna området.

3.5 Värdering av lokaliseringsalternativ

Efter förstudierna återstod följande lokaliseringsalternativ:

- Tierp Norra / Skutskär.
- Forsmark och Hargshamn i Östhammar, Forsmark är prioriterat.
- Skavsta / Fjällveden och Studsvik / Björksund i Nyköping. Skavsta / Fjällveden är prioriterat.
- Simpevarp och Oskarshamn södra i Oskarshamn. Simpevarp är prioriterat.
- Hultsfred östra.

Den värdering som görs av SKB (SKB, 2000) resulterar i att följande tre områden kvarstår som prioriterade:

- Tierp Norra / Skutskär
- Forsmark i Östhammar
- Simpevarp i Oskarshamn.

Tillgången till industriområde har haft stor betydelse t.ex. för valet mellan Hargshamn och Forsmark i Östhammars kommun och mellan Simpevarp och Oskarshamn södra i Oskarshamns kommun. Detta framgår t.ex. av följande citat: "Minsta intrång och påverkan på miljön erhålls om befintlig industrimark kan nyttjas och om landtransporter kan undvikas. En förläggning till platser med befintlig kärnteknisk verksamhet ger ytterliggare fördelar i och med att dessa har infrastruktur som passar djupförvarets behov."

Även samhällsfaktorn har haft betydelse då den enligt SKB kan användas för att rangordna dessa alternativ.

SKB drar slutsatsen att Forsmark och Simpevarp har tydliga fördelar ur etablerings- och samhällssynpunkt. ”De har även god prognos när det gäller berggrunden”, anser SKB. ”Det är därför svårt att se några argument för att inte gå vidare med dessa alternativ.”

SKB vill dock ha större bredd i alternativen (sid. 199; SKB, 2000) ”För att programmet ska vara robust menar SKB att de fortsatta lokaliseringsstudierna bör inkludera fler alternativ än dessa två. Därför bör nästa skede omfatta studier av alternativ som har goda förutsättningar, men är olika i förhållande till Forsmark och Simpevarp. I första hand bör tillkommande platser representera andra geologiska förhållanden samt ligga i andra kommuner”. Det kan noteras att kriteriet med geologisk bredd som grund för att välja områden inte tidigare förts fram, i varje fall inte med någon större tydlighet, under förstudierna eller i de senaste FUD redovisningarna.

Därefter gör SKB sitt val av ett tredje område (sid. 199; SKB, 2000): ”Av lokaliseringsalternativen är det Tierp norra och Fjällveden som kan bidra till större bredd på det geologiska underlaget. Dessa bör därför enligt SKB:s mening ingå bland de alternativ som studeras vidare. Tierp norra ger, tillsammans med Skutskär, goda industriella etableringsmöjligheter. SKB bedömer detta alternativ som fullt realistiskt ur alla aspekter. För Fjällveden finns en större grad av osäkerhet vad beträffar genomförbarheten”.

Inför det slutliga valet av platser redovisar SKB en tabell som sammanställer utmärkande egenskaper och viktiga osäkerheter avseende berggrunden på aktuella platser. Det är dock enligt SKB inte möjligt att använda geologisk information i denna del av platsvalet.

4. Diskussion och slutsatser

Vi har i denna rapport sökt sammanfatta hur SKB i olika skeden av sitt platsvalsprogram har redovisat sina geovetenskapliga kriterier för platsval och hur de har tillämpats. Särskilt har vi uppmärksammat förstudiearbetet i dess olika skeden och det påföljande valet av platser för platsundersökningar som gjorts av SKB (SKB, 2000). Vi har också granskat hur geologiska faktorer, industriella faktorer och samhällsliga faktorer samverkat i SKB:s förstudier och platsval med avseende på systematik och enhetlighet.

SKB (SKB, 2000) har bedrivit förstudierna i tre steg:

Steg 1: Uteslutning av områden med potentiellt negativa geologiska förhållanden

Steg 2: Val av områden för fältkontroll

Steg 3: Värdering av lokaliseringalternativ.

Vår övergripande värdering är att SKB i huvudsak på ett konsekvent sätt har genomfört förstudierna enligt denna metodik. Här nedan sammanfattar vi våra slutsatser i enlighet med dessa tre steg.

4.1 Uteslutning av områden med potentiellt negativa geologiska förhållanden

Det första steget handlar enbart om geologiska faktorer. Vår genomgång av underlaget föranleder följande kommentarer:

- Faktorerna redovisas på ett enhetligt sätt i slutrapporterna från respektive förstudie. Det hade dock varit till fördel om SKB på ett tydligare sätt visat hur de har härletts t.ex. från säkerhetsanalysen.
- Faktorerna är allmänt definierade och lämnar stort utrymme för tolkningar (t.ex. ”starkt heterogen” och ”svårtolkad” berggrund). Den rapport som SKB har tagit fram om geologiska platsvalskriterier har publicerats i ett förhållandevis sent skede av arbetet med förstudierna, och kopplingen mellan denna rapport och förstudierna är inte helt klar.
- Det är också oklart hur vissa parametrar har använts i praktiken. Detta gäller särskilt utströmningsområden, för vilka det hade underlättat om SKB presenterat kartor för förstudiekommunerna. Till saken hör också att SKI och SSI vid ett flertal tillfällen har framfört att SKB borde redovisa betydelsen av in- och utströmningsområden för platsvalet.

- Jämförelser mellan regioner, och mellan olika kommuner inom regioner, visar att SKB i stor sett har använt de geologiska faktorerna på ett enhetligt sätt.

För SKI:s fortsatta granskning kan det vara värt att särskilt uppmärksamma den tektoniska linsen vid Forsmark med tanke på SKB:s ovan angivna metodik. I jämförelse med övriga områden som kvarstår efter steg 1 kan man diskutera områdets egenskaper med avseende på SKB:s egna geologiska urvalskriterier (möjligheten att finna bergarter av intresse för mineralutvinning, homogenitet och deformationszoner). Det skulle därför kunna ifrågasättas om inte de industriella och samhällsliga faktorerna har påverkat platsvalet redan i steg 1. Detta gäller för övrigt även alternativet med slutförvaret direkt vid Simpevarpshalvön i Oskarshamn, som dock är en del av det större område som SKB (SKB, 2000) benämner Simpevarp.

4.2 Val av områden för fältkontroll

När områden sorterats bort (steg 1) är det enligt SKB inte motiverat att rangordna platser från säkerhetssynpunkt med tanke på det begränsade dataunderlag om berggrunden som finns i dag (SKB, 2000;sid. 186).

Det bör observeras att SKB i (SKB, 2000) valt en annan struktur för platsvalsfaktorerna än i förstudierapporter och i tidigare FUD redovisningar. De platsvalsfaktorer (Säkerhet, Teknik, Mark och miljö och Samhälle), som SKI och regeringen tidigare uttalat vara en god utgångspunkt för platsvalsarbetet, ersätts av de nya faktorerna Berggrund, Industrietablering och Samhälle. Enligt SKB motsvarar den nya strukturen bättre ”de olika krav och förutsättningar i övrigt som är styrande för både SKB:s egna värderingar av underlaget, och för andra parter granskning därav” (SKB, 2000; sid. 116).

I steg 2 – val av område för fältkontroll – har SKB genomgående och mycket konsekvent använt krav och önskemål med avseende på industrietablering som utslagsgivande faktorer. Detta gäller i första hand tillgång till industriområde och goda transportmässiga förutsättningar. Man har också om möjligt velat undvika landtransporter, och etablering inom ett kärntekniskt område har varit en fördel. Möjligheten att förlägga slutförvarets ovanjordsdel på en annan plats än själva förvaret (med en tunnel däremellan) har givit SKB en extra frihetsgrad i val av platser.

Om man jämför de områden som SKB valt ut för fältkontroller i de olika kommunerna ur ett rent geologiskt perspektiv så framstår vissa skillnader. Bland annat är de områden som anges i kommuner utan kärntekniska anläggningar betydligt större än de områden som ligger invid sådana anläggningar. Förklaringen till detta är sannolikt en kombination av olika faktorer. För det första är kunskapen om berggrunden större i närheten av anläggningarna vilket innebär att potentiellt lämpliga områden kan preciseras mer i detalj. En andra faktor kan vara att de kärntekniska anläggningarnas placering har gjorts utifrån andra faktorer än geologiska medan prioriteringen av områden i andra kommuner mer har kunnat bygga på just områdenas storlek.

En tredje förklaring, som särskilt gäller Oskarshamn, är att man från kommunens sida velat att SKB så långt möjligt borde precisera områden så att berörda kommunmedborgare ska kunna identifieras inför eventuellt beslut om platsundersökningar.

4.3 Värdering av lokaliseringsalternativ

När det gäller den slutliga värderingen av områden inför val av platser för platsundersökningar redovisar SKB olika områden inom respektive kommuner som likvärdiga ur geologisk synpunkt, medan tillgången till industriområde tycks ha haft stor betydelse t.ex. för valet mellan Hargshamn och Forsmark i Östhammars kommun och mellan Simpevarp och Oskarshamn södra i Oskarshamns kommun. Även samhällsfaktorn har haft betydelse då den enligt SKB kan användas för att rangordna dessa alternativ.

Referenser

Platsval (i tidsföljd)

SOU, 1976. Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Betänkande av Aka-utredningen. Statens Offentliga Utredningar (SOU), SOU: 1986:30, 31 och 41, Stockholm.

SKBF/KBS, 1983. Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle – KBS-3, Svensk Kärnbränsleförsörjning AB/ Avdelningen för Kärnkraftens Behandling och Slutförvaring, Stockholm.

Thoregren, U., 1983. Final disposal of spent nuclear fuel – Standard programme for site investigations. Svensk Kärnbränsleförsörjning AB/ Avdelningen för Kärnkraftens Behandling och Slutförvaring (SKBF/KBS), SKBF/KBS teknisk rapport TR 83-31, Stockholm.

Ahlbom, K., Carlsson, L., 1984. Final disposal of spent nuclear fuel –Standard program for site investigations. Svensk Kärnbränsleförsörjning AB/ Avdelningen för Kärnkraftens Behandling och Slutförvaring (SKBF/KBS), SKBF/KBS arbetsrapport AR. 84-15, Stockholm.

SKB, 1986. Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring, Program för forskning, utveckling och övriga åtgärder. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB FUD-Program 86, Stockholm.

Almén, K.-E., Zellman, O., 1991. Äspö Hard Rock Laboratory. Field investigation methodology and instruments used in the pre-investigation phase , 1986-1990. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB teknisk rapport TR 91-21, Stockholm.

Wikberg, P., Gustafson, G., Rhén, I., Stanfors, R., 1991. Äspö Hard Rock Laboratory. Evaluation and conceptual modelling based on the pre-investigations 1986-1990. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB teknisk rapport TR 91-22, Stockholm.

SKB, 1992. Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring, Lokalisering av slutförvar. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB Underlagsrapport till FUD-Program 92, Stockholm.

SKB, 1992. SKB 91, Final disposal of spent nuclear fuel. Importance of the bedrock safety. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB teknisk rapport TR 92-20, Stockholm.

SKB, 1994. Kärnkraftavfallens behandling och slutförvaring, Komplettering till 1992 års program , sammanställd med anledning av regeringsbeslut 1993-12-16. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB FUD-Program 92 Kompletterande Redovisning, Stockholm.

Andersson, J., Almén, K.-E., Ericsson, L. O., Fredriksson, A., Karlsson, F., Stanfors, R., Ström, A., 1997. Parametrar av betydelse att bestämma vid geovetenskaplig platsundersökning. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB rapport R-97-03, Stockholm.

Andersson, J., Almén, K.-E., Ericsson, L. O., Fredriksson, A., Karlsson, F., Stanfors, R., Ström, A., 1997. Parameters of importance to determine during geoscientific site investigation. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB teknisk rapport TR 98-02, Stockholm.

SKB, 1998. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvar, Lokalisering av djupförvaring, Program för forskning samt utveckling och demonstration av inkapsling och geologisk djupförvaring. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB FUD-Program 98, Stockholm.

Ström, A., Almén, K.-E., Andersson, J., Ericsson, L. O., Svemar, C., 1999. Geoscientific evaluation factors and criteria for siting and site evaluation. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB rapport R-99-07, Stockholm.

SKB, 1999. Djupförvar för använt kärnbränsle SR 97 – Säkerhet och förslutning. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Huvudrapport del I och II, Stockholm.

Andersson, J., Ström, A., Svemar, C., Almén, K.-E., Ericsson, L. O., 2000a. Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsfaktorer och kriterier för lokalisering och platsval. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB rapport R-00-15, Stockholm.

Andersson, J., Ström, A., Svemar, C., Almén, K.-E., Ericsson, L. O., 2000b. What requirements does the KBS-3 repository make on the host rock? Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB teknisk rapport TR-00-12, Stockholm.

SKB, 2000f. Geovetenskapligt inriktat program för undersökning och utvärdering av platser för djupförvaret. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB rapport R-00-30, Stockholm.

SKB, 2000. Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningskedet. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm, December 2000. (Benämnes i föreliggande rapport som FUD-K).

Översiktsstudien

Sverige

SKB, 1995. Översiktsstudie 95, Lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB teknisk rapport TR 92-20, Stockholm.

Län

Antal, I., Bergman, S., Gierup, J., Persson, C., Thunholm, B., Sammanställningar och slutsatser: Stephens, M, Johansson, R., 1998a. Översiktsstudie av Uppsala län, Geologiska förutsättningar. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB rapport R.98-32, Stockholm.

Antal, I., Bergman, S., Persson, C., Stephens, M., Thunholm, B., Åsman, Sammanställningar och slutsatser: Stephens, M., Johansson, R., 1998b. Översiktsstudie av Sörmlands län, Geologiska förutsättningar. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB rapport R.98-28, Stockholm.

Antal, I., Bergman, T., Gierup, J., Rudmark, L., Thunholm, B., Wahlgren, C.-H., Sammanställningar och slutsatser: Stephens, M., Johansson, R., 1998c. Översiktsstudie av Kalmar län, Geologiska förutsättningar. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), SKB rapport R-98-24, Stockholm.

Förstudien Delrapporter

Älvkarleby kommun

Bergman, T., Johansson, R., Lindén, A. H., Rudmark, L., Stephens, M., Isaksson, H., Lindroos, H., 2000. Förstudie Älvkarleby. Jordarter, bergarter och deformationszoner. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-00-04, Stockholm.

Axelsson, C.-A., Follin, S., Årebäck, M., Stigsson, M., Isgren, F., Jacks, G., 2000. Förstudie Älvkarleby. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-00-03, Stockholm.

Tierps kommun

Bergman, T., Johansson, R., Lindén, A. H., Rudmark, L., Stephens, M., Isaksson, H., Lindroos, H., 1999. Förstudie Tierp. Jordarter, bergarter och deformationszoner. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-99-53, Stockholm.

Follin, S., Årebäck, M., Stigsson, M., Isgren, F., Jacks, G., 1999. Förstudie Älvkarleby. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-99-57, Stockholm.

Östhammars kommun

Bergman, S., Isaksson, H., Johansson, R., Lindén, A. H., Persson, C., Stephens, M., 1996. Förstudie Östhammar. Delprojekt jordarter, bergarter och deformationszoner. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-016, Stockholm.

Lindros, H., 1996. Förstudie Östhammar. Malmer och mineral inom Östhammars kommun. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-012, Stockholm.

Follin, S., Årebäck, M., Jacks, G., 1996. Förstudie Östhammar. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-017, Stockholm.

Bergman, T., Ekman, L., Isaksson, H., Larsson, H., Leijon, B., 1996. Förstudie Östhammar. Samlingsrapport avseende bergtekniska erfarenheter i regionen, sammanställning av geoinformation vid Forsmarksverket och data från kärnborrhål KFO01 vid Forsmark. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-025, Stockholm.

Bergman, S., Bergman, T., Johansson, R., Stephens, M., Isaksson, H., 1998. Förstudie Östhammar - Delprojekt jordarter, bergarter och deformationszoner. Kompletterande arbeten 1998. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-98-57, Stockholm

Axelsson, C.-L., Hansen, L- M., 1998: Update of structural models at SFR nuclear waste repository, Forsmark, Sweden. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-98-05, Stockholm

Nyköpings kommun

Bergman, T., Isaksson, H., Johansson, R., Lindén, A. H., Persson, C., Stephens, M., 1996: Förstudie Nyköping. Jordarter, bergarter och deformationszoner. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-013, Stockholm.

Lindros, H., 1996. Förstudie Nyköping. Malmer och mineral inom Östhammars kommun. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-008, Stockholm.

Follin, S., Årebäck, M., Jacks, G., 1996. Förstudie Nyköping. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-014, Stockholm.

Leijon, B., Windelhed, K., Ekman, L., 1996. Förstudier Nyköping. Erfarenheter från berganläggningar i regionen samt undersökningsresultat från Björksund. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-023, Stockholm.

Juhlin, C., Tullborg, E.-L., 1996. Förstudie Nyköping. Meteoritnedslaget i havsfjärden Tvären vid studsvik. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-015, Stockholm.

Bergman, T., Isaksson, H., 1996. Förstudie Nyköping. Sammanställning av befintlig geoinformation vid Studsvik. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB projektrapport PR D-96-026, Stockholm.

Bergman, T., Johansson, R., Lindén, A. H., Lundström, I., Stephens, M., Isaksson, H., 1999: Förstudie Nyköping. Fältkontroll av berggrunden inom potentiellt gynnsamma områden. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-99-61, Stockholm.

Oskarshamns kommun

Bergman, T., Johansson, R., Lindén, A. H., Lindgren, J., Rudmark, L., Wahlgren, C.-H., Isaksson, H., Lindroos, H., 2000. Förstudie Oskarshamn. Jordarter, bergarter och deformationszoner. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-98-56., Stockholm

Follin, S., Årebäck, M., Axelsson, C.-L., Stigsson, M., Jacks, G., 1998. Förstudie Oskarshamn. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-98-55, Stockholm.

Bergman, T., Johansson, R., Lindén, A. H., Rudmark, L., Wahlgren, C.-H., Follin, S., Isaksson, H., Lindroos, H., Stanfors, R., 1999. Förstudie Oskarshamn. Erfarenheter från geovetenskapliga undersökningar i nodöstra delen av kommunen. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-99-04, Stockholm.

Stanfors, R., 1998. Förstudie Oskarshamn, geovetenskapligt underlag. Äspölaboratoriet – Kortfattad sammanställning av geodata. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB arbetsrapport AR L-98-20, Stockholm.

Ekman, L., 1998. Förstudie Oskarshamn, geovetenskapligt underlag. Laxemar – Kortfattad sammanställning av befintlig geoinformation. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB arbetsrapport AR L-98-21, Stockholm.

Stanfors, R., Erlström, N., 1998. Förstudie Oskarshamn, geovetenskapligt underlag. Ävrö - Kortfattad sammanställning av befintlig geoinformation. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB arbetsrapport AR L-98-22, Stockholm.

Follin, S., Hansen, M. L., Hermansson, J., 1998. Förstudie Oskarshamn, geovetenskapligt underlag. Kråkemåla - Kortfattad sammanställning av befintligt geologisk och hydrogeologisk information. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB arbetsrapport AR L-98-23, Stockholm.

Stanfors, R., Larsson, H., 1998. Förstudie Oskarshamn, geovetenskapligt underlag. Simpevarp. Kortfattad sammanställning av befintlig geoinformation. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB arbetsrapport AR L-98-24, Stockholm.

Hultsfreds kommun

Johansson, R., Kornfält, K.-A., Lindén, A. H., Svantesson, S.-I., Wahlgren, C.-H., Isaksson, H., Lindroos, H., 2000. Förstudie Hultsfred, bergarter och deformationszoner. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-00-11, Stockholm.

Axelsson, C.-L., Follin, S., Årebäck, M., Stigsson, M., Isgren, F., Jacks, G., 2000. Förstudie Hultsfred. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB rapport R-00-12, Stockholm.

Slutrapporter

Älvkarleby kommun

SKB, 2000c. Förstudie Älvkarleby Slutrapport, Preliminär. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm.

Tierps kommun

SKB, 2000a. Förstudie Tierp Slutrapport, Preliminär. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm.

Östhammars kommun

SKB, 1997. Förstudie Östhammar Slutrapport, Preliminär. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm.

SKB, 2000e. Förstudie Östhammar Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm.

Nyköpings kommun

SKB, 1997. Förstudie Nyköping Slutrapport, Preliminär. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm.

SKB, 2000d. Förstudie Nyköping Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm.

Oskarshamns kommun

SKB, 1999. Förstudie Oskarshamn Slutrapport, Preliminär. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm.

Hultsfreds kommun

SKB, 2000b. Förstudie Hultsfred Slutrapport, Preliminär. Svensk Kärnbränslehantering (SKB), Stockholm.

Övriga referenser

Ahlbom K., Andersson, J.-E., Andersson, P., Nordquist, R., Ljunggren, C., Tirén, S., Voss, C., 1991. Fjällveden study site. Scope of activities and main results. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB teknisk rapport TR91-52, Stockholm.

Ahlbom K., Andersson, J.-E., Andersson, P., Ittner, T., Ljunggren, C., Tirén, S., 1992. Finnsjön study site. Scope of activities and main results. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), SKB teknisk rapport TR92-33, Stockholm.

Lager, I., 1986: The Dannemora iron ore deposit. In Lundström, I., and Papunen, H. (Eds.): Mineral deposits of southwestern Finland and the Bergslagen Province, Sweden. Excursion guide no. 3.7. IAGOD Symposium, 1986. Geological Survey of Sweden, SGU Ca 61, 26-30.

Tirén, S. A., 1991. Geological setting and deformation history of a low-angle fracture zone at Finnsjön, Sweden. *Journal of Hydrology*, 126, 17-43.