

**R-00-45**

# **Förstudie Oskarshamn**

## **Kompletterande geologiska studier**

Torbjörn Bergman, Lars Rudmark,  
Carl-Henric Wahlgren, Rune Johansson  
Sveriges Geologiska Undersökning

Hans Isaksson  
GeoVista AB

Roy Stanfors  
R Stanfors Consulting AB

Oktober 2000

**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Swedish Nuclear Fuel  
and Waste Management Co  
Box 5864  
SE-102 40 Stockholm Sweden  
Tel 08-459 84 00  
+46 8 459 84 00  
Fax 08-661 57 19  
+46 8 661 57 19



ISSN 1402-3091

SKB Rapport R-00-45

# **Förstudie Oskarshamn**

## **Kompletterande geologiska studier**

Torbjörn Bergman, Lars Rudmark,  
Carl-Henric Wahlgren, Rune Johansson  
Sveriges Geologiska Undersökning

Hans Isaksson  
GeoVista AB

Roy Stanfors  
R Stanfors Consulting AB

Oktober 2000

Denna rapport har gjorts på uppdrag av SKB. Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarnas egna och behöver nödvändigtvis inte sammanfalla med SKB:s.

## Förord

De kompletterande geologiska studier som redovisas i denna rapport har genomförts av en grupp geovetare vid Sveriges geologiska undersökning (SGU), GeoVista AB och R Stanfors Consulting AB. Arbetet spänner över olika geovetenskapliga ämnesområden och gruppens sammansättning speglar detta.

Under det gemensamma arbetet har ansvaret fördelats på följande sätt:

Berggrundsgeologi	Torbjörn Bergman Carl-Henric Wahlgren
Deformationszoner	Torbjörn Bergman Carl-Henric Wahlgren Hans Isaksson
Geofysisk tolkning	Hans Isaksson
Jordartsgeologi	Lars Rudmark
Förbindelsetunnlar	Roy Stanfors
Sammanställning	Rune Johansson

# Sammanfattning

På uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB har Sveriges geologiska undersökning, GeoVista AB och R Stanfors Consulting AB utfört kompletterande geologiska studier inom Oskarshamns kommun. Målet har varit att kontrollera och förbättra det geovetenskapliga underlag som tas fram i förstudien för att bedöma förutsättningarna för en lokalisering av ett djupförvar för använt kärnbränsle. De kompletterande studierna har omfattat:

- Fältkontroll av berggrunden inom tre utvalda områden.
- Datering av Uthammar- och Virbogranit.
- Dokumentation av ett antal blockansamlingar.
- Synpunkter på lokalisering av förbindelsetunnlar.

## Fältkontroll av berggrunden inom tre utvalda områden

Fältkontroll har utförts inom tre områden: Laxemar, Simpevarpshalvön och Storskogen. Med Laxemar avses ett område som ungefärligen sträcker sig från Plittorp i väster till Simpevarpshalvön i öster och från Slåthult i söder till Misterhult i norr. Med Storskogen avses området från sydväst om Oskarshamn och vidare mot sydväst till kommungränsen.

Gemensamt för de tre områdena är att fältkontrollen i allt väsentligt bekräftat resultatet av förstudiens tidigare utredningar. Det befintliga underlaget medger ingen ytterligare prioritering eller begränsning och samtliga områden kvarstår därmed som intressanta för vidare undersökningar. Observationer som indikerar osäkerheter om lämpligheten i vissa delområden bör dock särskilt beaktas.

Berggrunden inom Laxemarområdet bedöms som huvudsakligen homogen, möjligen med undantag för den västligaste delen. Inhomogeniteter finns främst i form av rikligt förekommande röda granitgångar men fördjupade undersökningar krävs för att i detalj klarlägga förekomsten av gångar och deras egenskaper. Området bedöms ha en för välbevarade graniterränger normal sprickfrekvens. En NO-lig, plastisk skjuvzon (Åspöskjuvzonen) samt två ungefärligen O-V-liga regionala sprickzoner definierar ett berggrundsblock väster om Simpevarpshalvön, inom vilket dock zoner av mer lokal karaktär förekommer. På grund av låg blottningsgrad längs de regionala zonerna har de inte kunnat verifieras, men de utgör tydliga topografiska lineament varför de måste betraktas som potentiella svaghetszoner.

Berggrunden på Simpevarpshalvön är inhomogen med en blandning av olika bergartsled. Dessa är dock så intimt blandade att de kan betraktas som en homogen "bergmassa". De talrika, röda granitgångarna utgör däremot en viktig inhomogenitetsfaktor. Vidare bör de relativt vanligt förekommande plastiska till spröd-plastiska skjuvzonerna beaktas, även om de i varje enskilt fall har relativt begränsad bredd. Zonerna har i vissa fall konstaterats vara vattenförande. Genomförda anläggningsarbeten har visat på goda byggförhållanden även om det bör poängteras att detta är erfarenheter från ganska ytliga berganläggningar. Som konstaterats i tidigare utredningar kan det dock vara svårt att hitta tillräckligt stora volymer av berggrund som är lämplig för ett djupförvar.

Berggrunden i Storskogenområdet domineras av två var för sig mycket homogena, granitiska bergarter. Det homogena intrycket beror i första hand på den nästan totala avsaknaden av gångbergarter och inneslutningar, men även på en textuell och kornstorleksmässig homogenitet inom respektive granit. Den plastiska Oskarshamn-Fliserydszonen, som är den mest framträdande strukturen inom området och som utgör gränsen mellan de två granitvarieteterna, visar även tecken på spröd reaktivering. Ett flertal av de framtolkade sprickzonerna har verifierats under fältarbetet, men även de som inte bekräftats bör betraktas som potentiella svaghetszoner. Området bedöms ha en för relativt välbevarade graniterrängar normal sprickfrekvens, dock med undantag för den nordöstra delen där sprickfrekvensen är högre med en tendens till en allmän uppsprickning och stråkvis betydande "småsprickighet". I detta område har också malmmineralen pyrit, kopparkis, molybdenglans och scheelit noterats och det finns förhöjda guldhalter i moränen. Sammantaget kan konstateras att även om hela området Storskogen kvarstår som intressant för vidare undersökningar bedöms den västra till sydvästra delen som något mer gynnsam.

### **Datering av Uthammar- och Virbogranit**

Vid sammanställningen av berggrundskartan över Oskarshamns kommun med omnejd konstaterades en osäkerhet vad gäller den genetiska relationen mellan Uthammar- och Virbograniten. Osäkerheten gällde i första hand huruvida Virbograniten, som förekommer i området mellan Ekö och Glabo, åldersmässigt skulle relateras till Uthammargraniten eller till Smålandsgraniterna. För att försöka få klarhet i denna fråga, samt klarlägga om Uthammargraniten verkligen är likåldrig med Göttemargraniten, har två prover tagits för radiometrisk datering, ett från den egentliga Uthammargraniten och ett från Virbograniten. Analysen av provet från Virbograniten indikerar en ålder av ca 1 790 miljoner år vilket visar att den tillhör Smålandsgraniterna. Dateringen av Uthammargraniten visade sig vara komplicerad och någon entydig ålder har inte erhållits. Kombinerar data från tidigare dateringsförsök med data från de nya analyserna, fås en ålder på ca 1 450 miljoner år, vilket pekar på att Uthammargraniten tillhör en yngre granitgeneration än Virbograniten. Med stor sannolikhet tillhör den samma generation som Göttemargraniten.

### **Dokumentation av ett antal blockansamlingar**

I Oskarshamns kommun har tre kända blockansamlingar med grottbildningar studerats. Samtliga är belägna norr om sjön Göttemar, några kilometer norr och nordost om Misterhult, men det är inte osannolikt att liknande blockansamlingar kan förekomma på andra ställen inom kommunen. Denna typ av bildningar anses av vissa forskare vara förorsakade av sen- eller postglaciala rörelser i berggrunden, medan andra hävdar att det rör sig om ytliga fenomen orsakade av exempelvis inlandsisens påverkan i kombination med frostsprängning. Några tecken på unga rörelser i berggrunden har inte observerats, vilket dock inte betyder att unga rörelser i berggrunden kan uteslutas. Därtill krävs mer detaljerade undersökningar av både jordarter och underliggande berggrund.

## Synpunkter på lokalisering av förbindelsetunnlar

I förstudien har tre möjliga lägen för djupförvarets anläggningar ovan jord angetts: Simpevarp, Oskarshamns hamnområde och Storskogen sydväst om Oskarshamn. Prioriterade områden för själva förvaret är de områden som nu varit föremål för geologiska fältkontroller. De aktuella lokaliseringalternativen skulle sannolikt kräva förbindelsetunnlar, i det ena fallet från Simpevarpshalvön västerut till ett förvar i Laxemarområdet, i det andra fallet från hamnområdet i Oskarshamn till ett förvar i Storskogenområdet. En översiktlig rekognoscering har därför gjorts längs möjliga tunnelsträckningar.

De byggnadsgeologiska förutsättningarna för en tunnel västerut från Simpevarpshalvön bedöms vara goda. Några särskilda problem ur tunneldrivnings- eller vatteninläckningssynpunkt förväntas i allmänhet inte i tektoniskt ostörda partier, möjligen med undantag av lokala avsnitt, där extra förstärknings- och tätningssatser kan erfordras. Mera omfattande insatser kommer däremot att krävas i de avsnitt där tunneln passerar genom större deformationszoner.

Förutsättningarna för en förbindelsetunnel mellan Oskarshamn och Storskogenområdet bedöms också vara goda. I detta område finns ingen information från kärnborrhål eller berganläggningar, men en relativt stor andel blottat berg ger goda förutsättningar för en allmän geologisk bedömning. Några särskilda problem ur tunneldrivnings- eller vatteninläckningssynpunkt förväntas inte, annat än i lokala avsnitt. Noteras bör dock de observationer av spröd deformation som gjorts i området direkt väster om väg E 22.

I bägge fallen krävs kompletterande geoundersökningar, inklusive borrhningar, för att i detalj bestämma tunnelsträckningen.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Utfört arbete och mål</b>	11
<b>2</b>	<b>Allmän geologisk översikt</b>	13
<b>3</b>	<b>Fältkontroll av potentiellt gynnsamma områden</b>	19
3.1	Metodik	19
3.2	Undersökta områden	22
3.2.1	Laxemar	22
3.2.2	Simpevarpshalvön	32
3.2.3	Storskogen	36
<b>4</b>	<b>Radiometrisk datering av Uthammar- och Virbogranit</b>	45
<b>5</b>	<b>Dokumentation av blockansamlingar</b>	47
5.1	Göljhult	48
5.2	Vällehörva	48
5.3	Älmekärr	49
5.4	Diskussion	51
<b>6</b>	<b>Synpunkter på lokalisering av förbindelsetunnlar</b>	53
6.1	Simpevarpsområdet	53
6.1.1	Geologiska förhållanden	53
6.1.2	Bergbyggnadstekniska förhållanden	56
6.2	Oskarshamn-Storskogenområdet	57
6.2.1	Geologiska förhållanden	57
6.2.2	Bergbyggnadstekniska förhållanden	57
<b>7</b>	<b>Referenser</b>	59
<b>Bilaga 1</b>	<b>Geologisk ordlista</b>	63

# 1 Utfört arbete och mål

På uppdrag av Svensk kärnbränslehantering AB (SKB) har Sveriges geologiska undersökning, GeoVista AB och R Stanfors Consulting AB utfört kompletterande geologiska studier inom Oskarshamns kommun.

Det utförda arbetet har omfattat:

- Fältkontroll av berggrunden inom tre utvalda områden (kapitel 3).
- Datering av Uthammar- och Virbogranit (kapitel 4).
- Dokumentation av ett antal blockansamlingar (kapitel 5).
- Synpunkter på lokalisering av förbindelsetunnlar (kapitel 6).

Målet har varit att kontrollera och förbättra det befintliga geovetenskapliga underlaget för att bedöma förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle till kommunen. De kompletterande studierna har med andra ord inte syftat till att ta fram ett väsentligt mer detaljerat underlag, vilket gör att de presenterade slutsatserna fortfarande är av översiktlig natur.

För förklaringar och definitioner av geologiska termer som används i texten hänvisas till bifogad ordlista (bilaga 1), samt Bergman m fl (1998).



## 2 Allmän geologisk översikt

Berggrunden inom Oskarshamns kommun domineras av ca 1 800 miljoner år gamla djupbergarter tillhörande det transskandinaviska magmatiska bältet (TMB), vilket sträcker sig från sydöstra Sverige mot nordväst genom Småland, Värmland och Dalarna och vidare in i Norge (figur 1 och 2). Bergarterna utgörs till största delen av graniter till monzoniter, en grupp bergarter som i sydöstra Sverige brukar benämnas Smålandsgranit. Smålandsgraniten varierar i färg från grå till röd och i kornstorlek från medelkornig till grovkornig. Både jämnkorniga och porfyriska varieteter förekommer. I det senare fallet består bergarten av större fältspatkristaller i en finkornigare grundmassa. Tillsammans med Smålandsgraniten förekommer associerade, men underordnade vulkaniska bergarter och basiska djupbergarter.

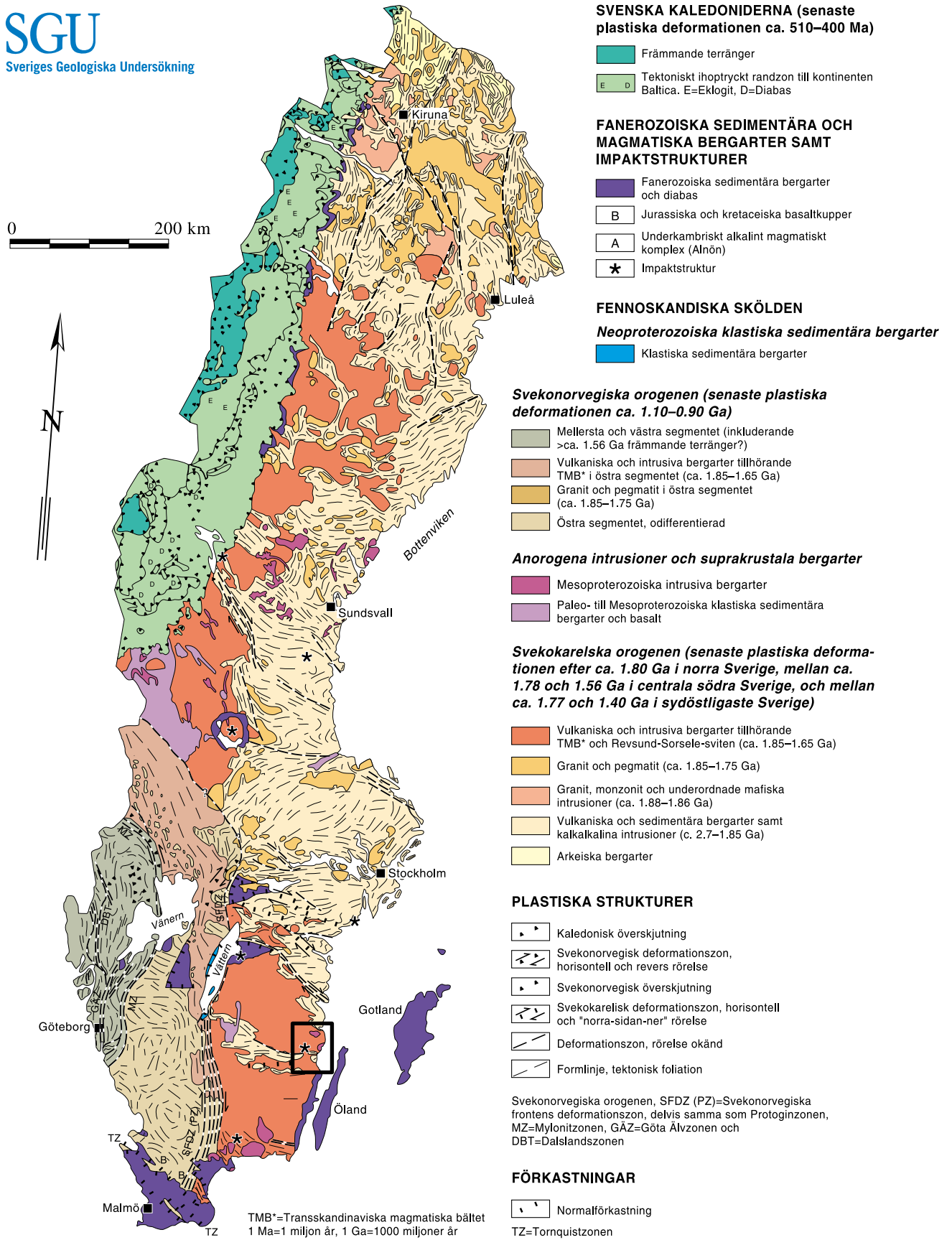
Förutom de ovan nämnda djupbergarterna och vulkaniska bergarterna, vilka i regel är relativt välbevarade, förekommer också äldre, ca 1 830 miljoner år gamla, vanligtvis deformerade så kallade metagranitoider. Dessa uppträder företrädesvis i ett bälte från trakten norr om Oskarshamn och västerut. Vidare förekommer ca 1 900 miljoner år gamla metasedimentära och metavulkaniska bergarter i kommunens nordöstligaste del. Prefixet ”meta” betecknar att bergarterna är omvandlade och vanligtvis har mycket av deras ursprungliga utseende och karaktär gått förlorad. Omvandlingen skedde för ca 1 850–1 800 miljoner år sedan i samband med den svekokarelska bergskedjebildningen.

Vid sjön Götemar samt utefter kusten mellan Uthammar och Virbo och på ön Blå Jungfrun förekommer yngre, ca 1 400 miljoner år gamla graniter. Dessa är mycket välbevarade och har efter de olika utbredningsområdena kallats Götemar-, Uthammar-, respektive Jungfrugranit.

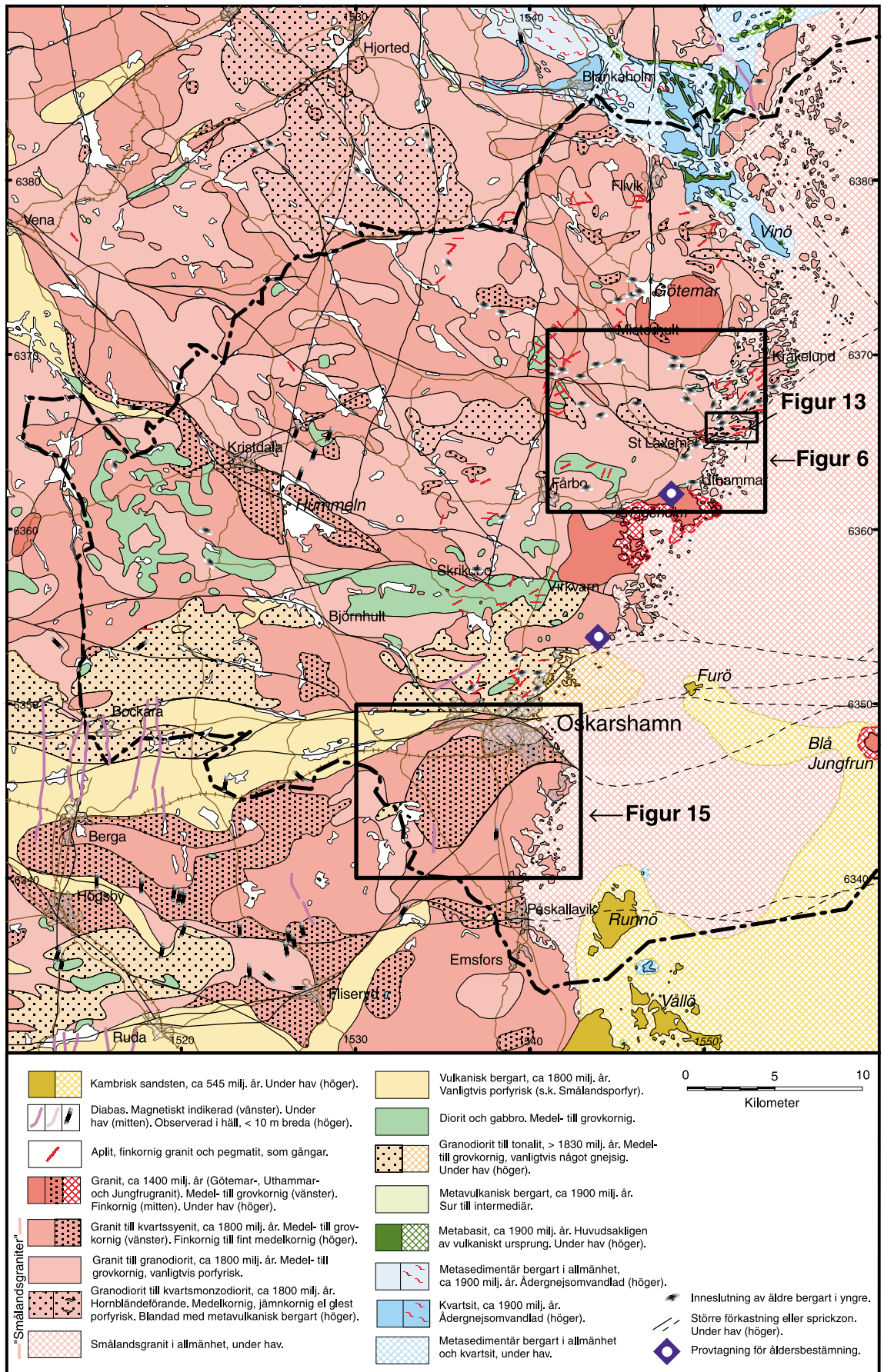
Gångbergarter är arealmässigt underordnade och utgörs huvudsakligen av diabas och finkornig granit. Diabaserna tillhör olika åldersgenerationer. De äldsta diabaserna, liksom det stora flertalet av de finkorniga granitgångarna, är i tiden relaterade till Smålandsgraniten, medan de yngsta diabaserna är ca 900 miljoner år gamla. Även ca 1 400 miljoner år gamla granitgångar förekommer. Dessa är relaterade till Götemargraniten och förekommer företrädesvis inom detta granitmassiv och dess närmaste omgivning.

I den sydöstligaste delen av kommunen, på öarna Runnö och Furö, täcks urbergets prekambrisk bergarter av ca 545 miljoner år gammal kambrisk sandsten. Något yngre, ca 450 miljoner år gamla sedimentära bergarter utgör bottenbildningar i den centrala delen av sjön Hummeln.

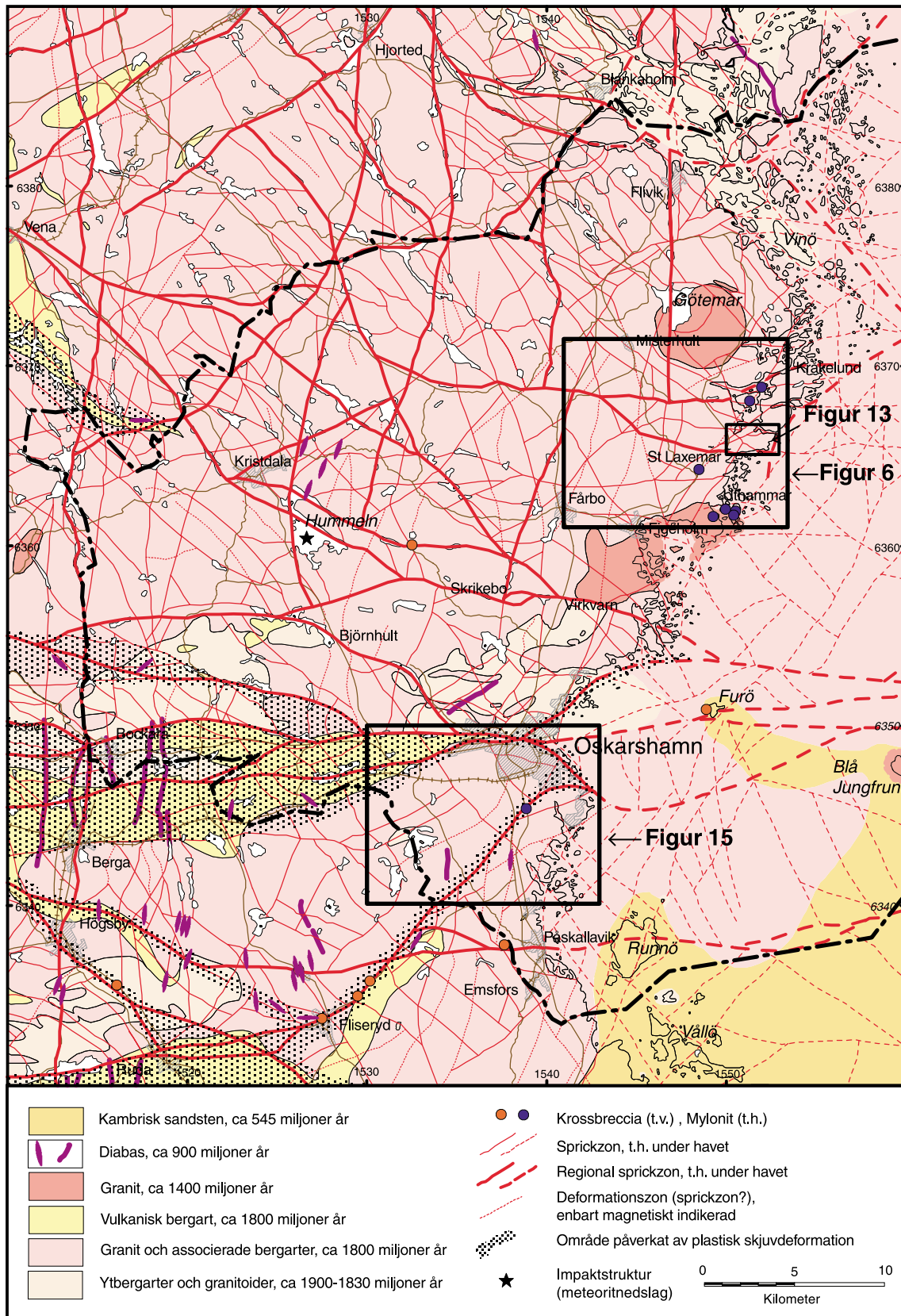
Ur deformationssynpunkt är bergarterna, som nämnts ovan, i de flesta fall relativt välbevarade. De äldre metasedimentära och metavulkaniska bergarterna samt metagranitoiderna är dock deformerade. Lokalt är även vissa varieteter av Smålandsgraniten mer eller mindre homogent folierad. Förutom frekvent förekommande spröda deformationszoner (sprickzoner eller förkastningar) i olika skalor, förekommer även vissa plastiska deformationszoner (figur 3).



**Figur 1.** Tektoniska enbeter i den svenska berggrunden. Modifierad efter Stephens m fl (1994). Rektangeln visar förstudiens undersökningsområde.



Figur 2. Berggrundskarta över Oskarshamns kommun med omgivning (efter Bergman m fl, 1998). Rektanglarna visar de tre områden där fältkontroll genomförts.



*Figur 3. Deformationszonskarta över Oskarshamns kommun med omgivning (efter Bergman m fl, 1998). Rektanglarna visar de tre områden där fältkontroll genomförts.*

De plastiska zonerna har förmodligen bildats i samband med intrusionerna av Smålandsgranit och associerade bergarter, för ca 1 800 miljoner år sedan eller något senare, medan de spröda zonerna har tillkommit i ett senare skede av den geologiska utvecklingen. Av de plastiska zonerna är den O-V-liga Oskarshamn-Bockarazonen den mest framträdande. Zonen utgör en del av ett storregionalt system av plastiska deformationszoner i sydöstra Sverige. I och utefter dessa zoner är även Smålandsgraniten och associerade bergarter mer eller mindre kraftigt förskiffrade. Det faktum att även spröda deformationszoner förekommer inom Oskarshamn-Bockarazonen indikerar att den reaktiverats, dvs att rörelser har skett en eller flera gånger efter det att den ursprungligen plastiska zonen anlades.

För en mer utförlig beskrivning av bergarterna och deformationszonerna inom Oskarshamns kommun hänvisas till Bergman m fl (1998).

### **3 Fältkontroll av potentiellt gynnsamma områden**

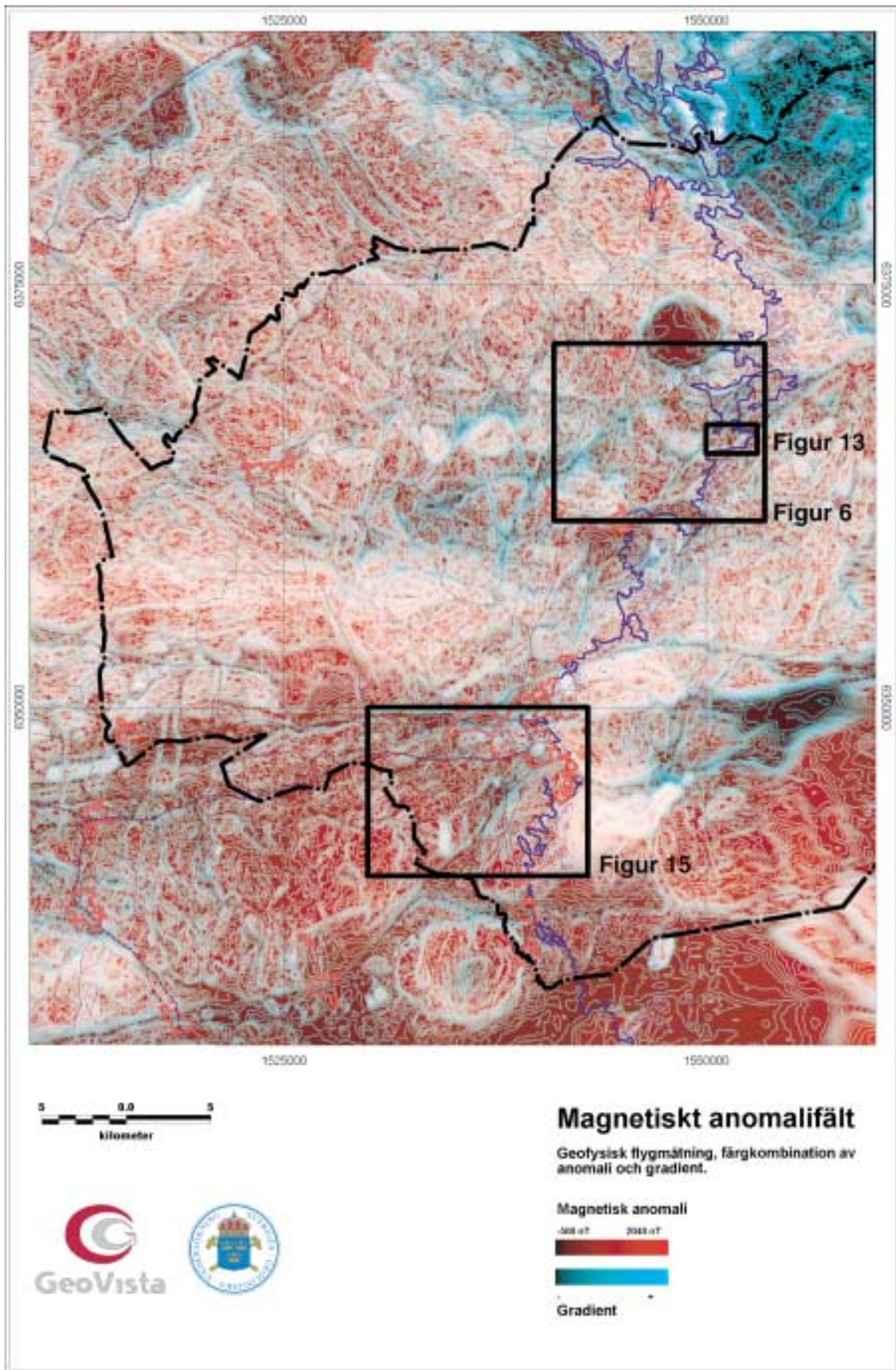
Fältkontroll har utförts av tre utvalda områden inom de delar av kommunen där berggrunden tidigare bedömts vara potentiellt gynnsam för vidare undersökningar (Bergman m fl, 1998). Valet av områden har gjorts av SKB utifrån en sammanvägd bedömning av samtliga förstudiesresultat innefattande bland annat geologiska och tekniska förutsättningar, markanvändningsintressen och miljöaspekter. Resultaten av dessa arbeten och prioriteringen av områden har presenterats i förstudies preliminära slutrapport (SKB, 1999).

#### **3.1 Metodik**

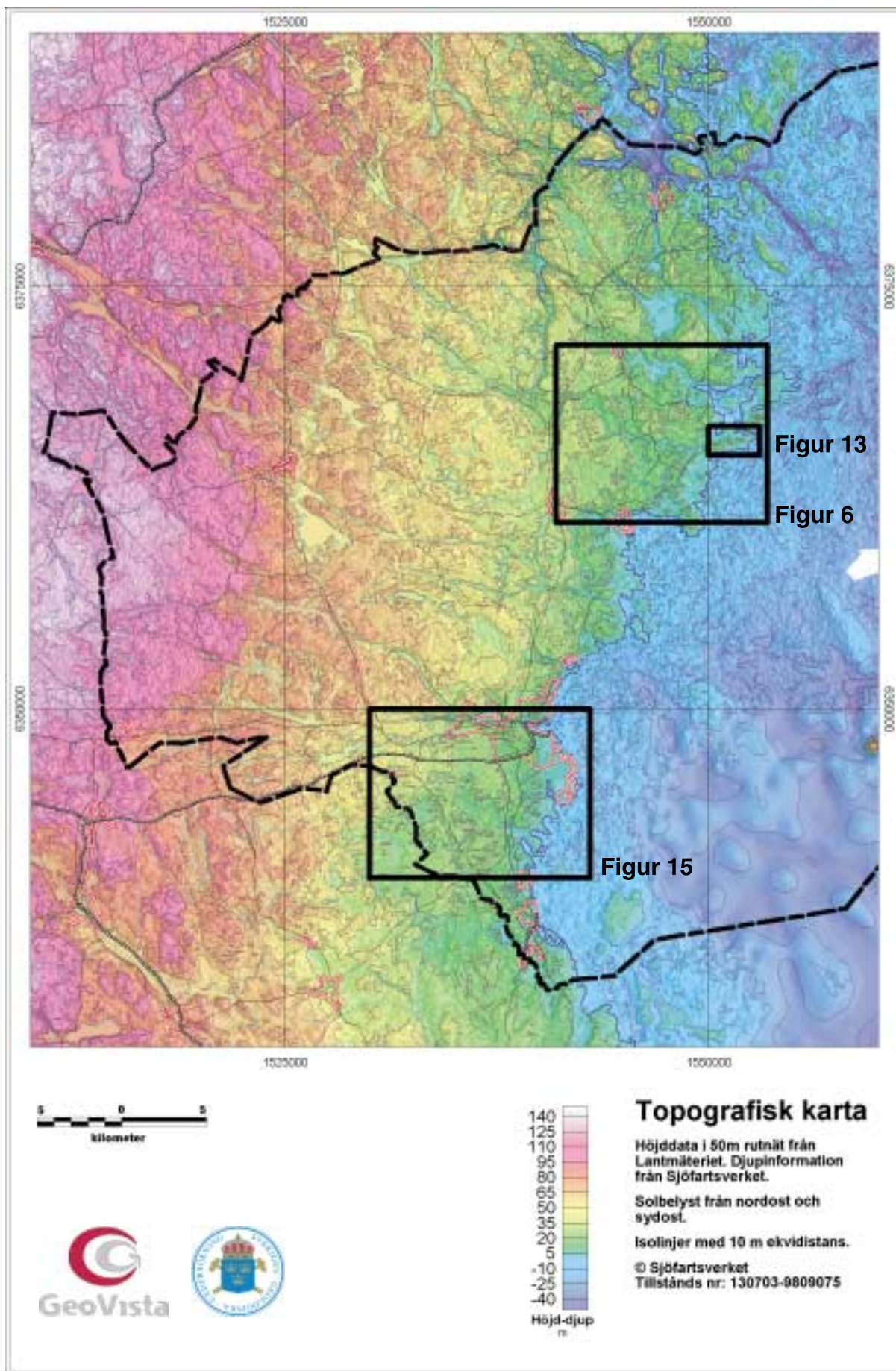
Fältkontrollen har omfattat punktvis dokumentation av berggrundens karaktär med avseende på bergartstyp, homogenitet, deformationsgrad och sprickfrekvens. Med sprickfrekvens avses i första hand förekomst av mer uthålliga sprickor, som kunnat följas flera meter, men även zoner med ”småsprickigt” berg har dokumenterats. Vid huvuddelen av observationspunkterna har också mätning av bergarternas magnetiska susceptibilitet utförts på hållar med en handhållen susceptimeter. Detta för att kunna göra en säkrare koppling mellan observerade bergarter och den magnetiska anomalkartan. Susceptibiliteten har dock inget direkt samband med bedömningen av ett område som potentiellt gynnsamt eller ej. Det bör understrykas att arbetet avsett punktvisa kontroller för att verifiera och förbättra det geologiska underlaget från tidigare utredningar, inte regelrätt geologisk kartering vilket skulle kräva betydligt större insatser.

Presentationsskalan för de olika kartprodukterna i föreliggande arbete är något mer detaljerad än i den tidigare förstudiesrapporten (Bergman m fl, 1998). Detta har föranlett en ny och mer detaljerad tolkning av deformationszoner i de aktuella områdena, vilket har resulterat i en viss modifiering av tidigare tolkningar, samt att nya tolkade zoner tillkommit. Tolkningen är i huvudsak baserad på data från flygburna magnetiska mätningar och topografiska data (figur 4 och 5), kompletterade med information från flygburna VLF-mätningar samt digitala ortofoton (geometriskt korrigerade flygbilder).

Tolkningen av deformationszoner presenteras på ett berggrundsgeologiskt underlag över respektive område. Kartorna över Laxemar- respektive Storskogenområdet är förstörade utsnitt ur den översiktliga berggrundskartan i Bergman m fl (1998) medan kartan över Simpevarpshalvön är modifierad efter Kornfält och Wikman (1987). Tolkade sprickzoner visas som linjer med olika tjocklekar och stil. De heldragna linjerna är de zoner som presenterades av Bergman m fl (1998), medan de streckade linjerna visar zoner, vanligen 1–5 km långa, som framkommit vid den mer detaljerade tolkning som nu gjorts. Zoner som är magnetiskt indikerade, men enbart obetydligt topografiskt eller elektriskt indikerade, markeras med glest streckade linjer. Beteckningen regionala sprickzoner används i föreliggande rapport för de zoner som är följbara flera 10-tals kilometer och som markerats på kartorna med kraftiga heldragna linjer. Plastiska skjuvzoner betecknas med ett grått raster.



*Figur 4. Magnetiskt anomalifält. Färgkombination av anomali och gradient. Rektanglarna visar de tre områden där fältkontroll genomförts.*



*Figur 5. Topografisk karta baserad på höjddata från Lantmäteriet och djupdata från Sjöfartsverket. Rektanglarna visar de tre områden där fältkontroll genomförts.*



Förutom resultatet av den mer detaljerade tolkningen av sprickzoner, har fältkontrollen inte föranlett någon modifiering av den tidigare presenterade berggrundskartan (Bergman m fl, 1998). Avvikelser och mindre korrigeringar av bergarternas utbredning behandlas i stället i texten.

## 3.2 Undersökta områden

Fältkontroll har utförts inom tre områden som här benämns Laxemar, Simpevarpshalvön och Storskogen (figur 2). Med Laxemar avses ett område som ungefärligen sträcker sig från Plittorp i väster till Simpevarpshalvön i öster och från Släthult i söder till Misterhult i norr. Med Storskogen avses området från sydväst om Oskarshamn och vidare mot sydväst till kommungränsen.

Resultaten av fältkontrollen, totalt 277 hällobservationer, samt en sammanfattande bedömning redovisas nedan för vart och ett av dessa områden. Vid bedömningen av respektive områdes lämplighet för vidare undersökningar har stor vikt lagts vid berggrundens homogenitet i "djupförvarsskala" (1–2 km<sup>2</sup>), förekomst av plastiska och spröda deformationszoner samt observerad sprickfrekvens i håll.

### 3.2.1 Laxemar

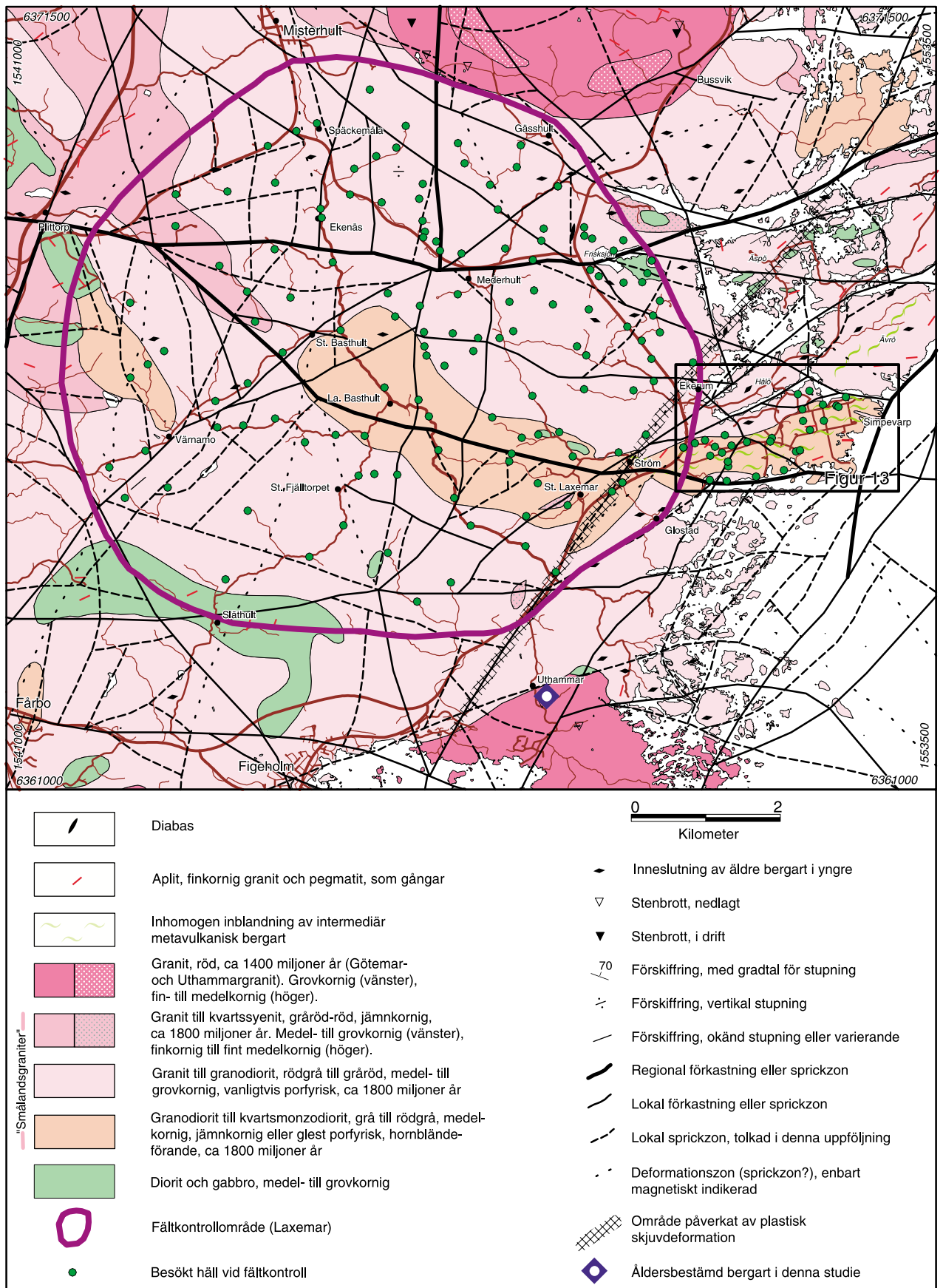
Området Laxemar är ca 50 km<sup>2</sup> stort och beläget ca 17 km norr om Oskarshamn (figur 2 och 6). Hällfrekvensen är mestadels hög, vilket underlättar geologiska undersökningar. Det måste dock poängteras att inom stora delar av området är hållarna kraftigt lav- och mossbevuxna, vilket försvårar dokumentationen, inte minst av sprickfrekvensen. Fältkontrollen har omfattat 137 hällobservationer vilkas läge framgår av figur 6.

Delar av området har tidigare varit föremål för geovetenskapliga undersökningar. I samband med förstudien har resultaten av dessa undersökningar sammanfattats av Ekman (1998).

### ***Bergarter och berggrundens homogenitet***

Berggrunden domineras av Smålandsgranit, i detta fall en rödgrå-gråröd, medel- till grovkornig, mer eller mindre massformig, porfyrisk granit-granodiorit (figur 6 och 7a). Fältspatströkornen är ca 1–3 cm stora och vanligen relativt glest fördelade. Ställvis förekommer dock mer jämnkorniga varieteter. I området mellan Gässhult och Späckemåla dominerar röd-gråröd, jämnkornig granit vilken vanligtvis är fin- till medelkornig (figur 7b). Utbredningen av de senare bergarterna framgår inte av den befintliga berggrundskartan över området. I figur 8 har dock samtliga observationspunkter med röd-gråröd, jämnkornig granit markerats.

I området mellan Ström och Stora Basthult utgörs ett ca 4 km<sup>2</sup> stort område av en rödgrå-grå, jämnkornig, medelkornig, massformig bergart (figur 6 och 7c) med en kvartsmonzodioritisk-granodioritisk sammansättning (Wikman och Kornfält, 1995). På äldre berggrundskartor betecknas denna bergart som "hornbländegranit" på grund av dess rika innehåll av mineralet hornblände (Svedmark, 1904). Lokalt förekommer inneslutningar av en finkornig, grå bergart, vilken av Wikman och Kornfält (1995) tolkats som en vulkanisk bergart med andesitisk-dacitisk sammansättning. De båda bergarternas likartade kemiska sammansättning antyder att andesiten-daciten utgör en vulkanisk motsvarighet till den kvartsmonzodioritiska-granodioritiska bergarten.



**Figur 6.** Berggrundskarta över Laxemarområdet. Utsnitt ur Bergman m fl (1998), kompletterad med punkter för fältkontroll samt en reviderad och mer detaljerad tolkning av deformationszoner.



**a)** Rödgrå, grovkornig, massformig, glesporfyrisk Smålandsgranit. Häll ca 1 km väster om Mederhult (RAK 1546129/6367657).

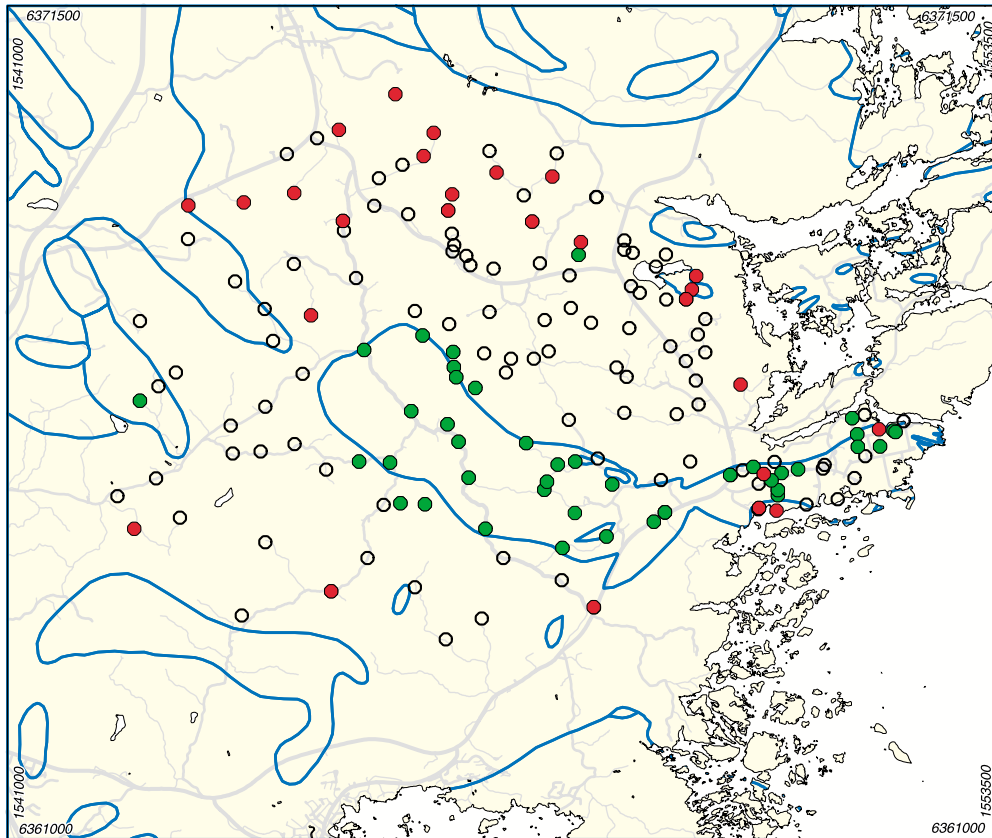


**b)** Gråröd, medelkornig jämnkornig Smålandsgranit. Häll ca 1 km sydväst om Gässhult (RAK 1547160/6369400).



**c)** Grå, medelkornig, massformig kvartsmonzodiorit-granodiorit ("hornbländegranit"). Häll ca 1 km nordost om Stora Basthult (RAK 1546226/6367345).

*Figur 7. Typiska bergarter i Laxemarområdet.*



-  Bergartsgräns
-  Observerad förekomst av röd-gråröd, jämnkornig granit
-  Observerad förekomst av kvartsmonzodiorit-granodiorit
-  Övriga observationspunkter

**Figur 8.** Vid fältkontrollen observerade förekomster av röd-gråröd, jämnkornig granit respektive kvartsmonzodiorit-granodiorit i Laxemarområdet och på Simpevarpshalvön. Bergartsgränser efter Bergman m fl (1998).

Vidare förekommer ett rumsligt samband mellan dessa bergarter vilket ytterligare antyder ett genetiskt släktskap. Detta förhållande accentueras på Simpevarpshalvön (kapitel 3.2.2). Utbredningen av kvartsmonzodioriten-granodioriten stämmer relativt väl med den som presenterades av Bergman m fl (1998). Vissa mindre avvikelser framgår av figur 8.

I ovan nämnda bergarter förekommer lokala mafiska inslag, vanligen av gabbro-diorit, både i form av mindre kroppar och som decimeter- till meterstora inneslutningar, så kallade enklaver (figur 9a). Gabbro-dioriten är vanligen blandad med omkringliggande Smålandsgranit, vilket antyder att de bildats mer eller mindre samtidigt.

I området mellan Ström och Stora Basthult sammanfaller en magnetisk anomali med kontakten mellan kvartsmonzodioriten-granodioriten och den porfyriska Smålandsgraniten. Vid Ström sammanfaller anomalin med gabbrohällar med hög magnetisk susceptibilitet,  $10\ 000\text{--}20\ 000 \times 10^{-5}$  SI-enheter. Genom att den magnetiska anomalin



**a)** Inneslutningar (enklaver) av gabbro i glesporfyrisk Smålandsgranit. Häll ca 600 m sydsydväst om Frisksjön (RAK 1548830/6367441).

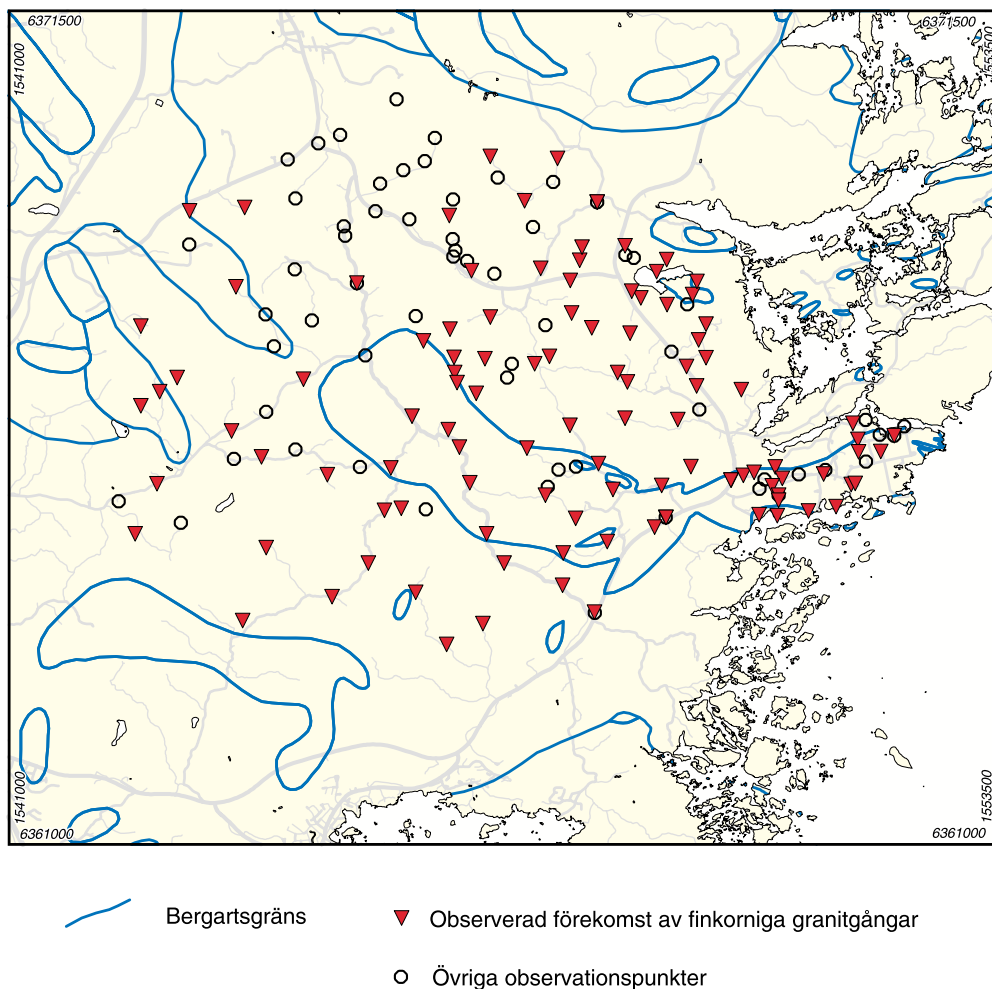


**b)** Röd, ojämnkornig granitgång i glesporfyrisk Smålandsgranit. Häll ca 600 m sydsydväst om Frisksjön (RAK 1548830/6367441).

*Figur 9. Exempel på inhomogeniteter i berggrunden i Laxemarområdet.*

kan antas representera en randzon mellan dessa bergarter skulle magnetiska data kunna användas för att studera kontaktens stupning och bergarternas utbredning mot djupet. Mätningarna (O-V) vid de utförda geofysiska flygmätningarna är dock ogynnsam för en sådan studie och vid framtida arbeten i området rekommenderas därför magnetiska profilmätningar, gärna tillsammans med tyngdkraftsmätningar, då gabbro också har en väsentligt högre täthet än granit.

Ett karakteristiskt inslag i de ovan beskrivna bergarterna är den rikliga förekomsten av röda, fin- till medelkorniga granitiska gångar (figur 9b och 10). Gångarna har åldersbestämts till ca 1 800 miljoner år (Kornfält m fl, 1997), vilket indikerar att de är relaterade till Smålandsgraniten. De är vanligen decimeter- till meterbreda, men både smalare och bredare gångar förekommer. Ställvis är de ojämnkorniga och glidande övergångar till pegmatitiska (grovkorniga) och aplitiska (mycket finkorniga) varieteter förekommer. Gångarna är vanligtvis mer uppspruckna än omgivande Smålandsgranit (till exempel Stanfors och Larsson, 1998). I den nordligaste delen av området, ca 1 km nordost om Späckemåla, förekommer också pegmatitgångar, vilka dock sannolikt är åldersmässigt relaterade till den intilliggande Götemarkgraniten.



**Figur 10.** Vid fältkontrollen observerade förekomster av finkorniga granitgångar i Laxemarområdet och på Simpevarpsbalvön. Bergartsgränser efter Bergman m fl (1998).

Kvartsmonzodioriten-granodioriten i Ström-Stora Basthultområdet bedöms som mycket homogen, bortsett från ovan nämnda granitiska gångar, samt en och annan inneslutning av en vulkanisk bergart. Den inom Laxemarområdet som helhet dominerande porfyriska Smålandsgraniten uppvisar något större variationer i kornstorlek och textur. Framför allt är det mängden fältspatströkorn och storleken av dessa som varierar i både lokal och regional skala, dvs bergarten varierar från att vara jämnkornig, till ojämnkornig, glesporfyrisk och även tätporfyrisk. Detta gäller exempelvis i områdets västra del där även de litologiska variationerna är större än i övriga delar av området. Den viktigaste inhomogenitetsfaktorn i Laxemarområdet utgörs annars av de röda granitgångarna. Omkring Ström och ca 1 km västerut samt omedelbart sydost om Frisksjön är dessutom inslaget av gabbro-diorit relativt stort. Dessa begränsade områden bedöms därför som litologiskt inhomogena.

Den dominerande, vanligen glesporfyriska Smålandsgraniten och kvartsmonzodioriten-granodioriten uppvisar bägge relativt hög magnetisk susceptibilitet. Uppmätta värden ligger vanligen inom intervallet  $500\text{--}3\ 500 \times 10^{-5}$  SI-enheter, men både lägre och högre susceptibilitet förekommer. Låga susceptibilitetsvärden,  $0\text{--}100 \times 10^{-5}$  SI-enheter, är i första hand relaterade till spröda och/eller plastiska deformationszoner, eller till hållar eller delar av hållar vilka visar tecken på sekundära omvandlingar utan att någon uppenbar tektonisk påverkan har konstaterats. Det senare fallet indikerar dock närheten till en tektonisk zon. Gabbro-dioritkropparna är, när de inte är omvandlade eller tektoniskt påverkade, högmagnetiska med typiska susceptibilitetsvärden i intervallet  $4\ 000\text{--}10\ 000 \times 10^{-5}$  SI-enheter. De röda granitgångarna är däremot vanligtvis relativt lågmagnetiska med susceptibilitetsvärden  $400\text{--}600 \times 10^{-5}$  SI-enheter.

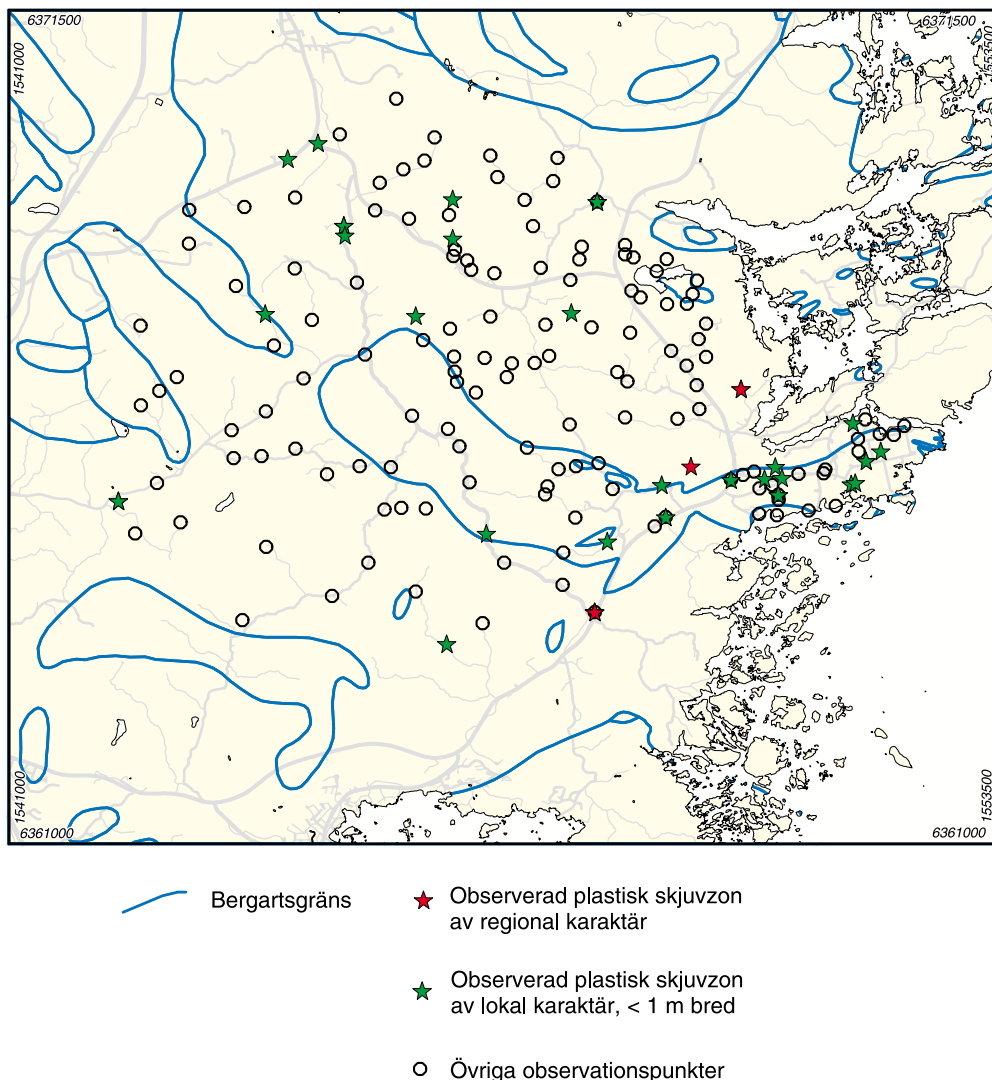
### **Deformationszoner**

Bergarterna inom området är, förutom i och utefter plastiska skjuvzoner, mycket välbevarade och mer eller mindre massformiga, även om en svag foliation ibland förekommer. Om den senare är relaterad till intrusionen av bergarten (magmatisk flytfoliation), eller till en senare tektonisk överprägling är dock ofta svårt att avgöra.

Plastiska skjuvzoner av regional karaktär har identifierats i framför allt Ström-Stora Laxemarområdet och söder därom (figur 11). Zonerna har en NO-lig orientering, bredden varierar från någon meter upp till uppskattningsvis 50–100 m och stupningen är brant till vertikal. De kan betecknas som ”spröd-plastiska”, dvs bildade under medelvarma förhållanden ( $250\text{--}350$  °C) på ett djup av ca 10–15 km i jordskorpan, och karakteriseras av en tydlig foliation, vilken i vissa fall är mycket kraftig med lokal bildning av mylonit. Epidot är relativt vanligt förekommande, både i mellanmassan och som ådror eller sprickfyllnader. Vanligtvis förekommer även en förhöjd frekvens av kvartsådror och kvartskörtlar i dessa zoner. Zonerna tillhör samma system som den NO-liga väldokumenterade skjuvzonen genom Äspö (Nisca, 1987; Gustafson m fl, 1989). Med kännedom om denna och på grundval av ovan beskrivna fältakttagelser, har en kontinuerlig zon markerats från Äspö och vidare mot sydväst, inom vilken bergarterna är påverkade av plastisk skjuvdeformation (figur 6). Zonen avgränsar i princip Simpevarpshalvön från Laxemarområdet.

Plastiska till spröd-plastiska skjuvzoner av mera lokal karaktär har observerats på spridda ställen inom området (figur 11). De är vanligtvis decimeter- till meterbreda, medelbranta till vertikala och av samma strukturella karaktär som de NO-liga zonerna i Äspö-Ström-Stora Laxemarområdet (figur 12a). NO- och NV-liga riktningar dominerar men även N-S- och O-V-liga zoner förekommer.

Den tolkning av sprickzoner som presenterades av Bergman m fl (1998) visade att området karakteriseras av ett tvärkorsande sprickzonsmönster (figur 3). Vissa regionala zoner, följbara 10-tals kilometer, urskiljdes. Bland dessa kan nämnas den ungefärligen O-V-liga zonen genom Mederhult, den O-V- till VNV-liga zonen från området söder om Simpevarpshalvön i öster till Plittorp i väster, och den N-S-liga förkastningen genom Götamargraniten. Vid fältkontrollen har dessa zoner inte kunnat bekräftas genom direkta hällobeskrivningar, men då de utgör tydliga topografiska sänkor med en bredd på ca 50–100 m är deras existens relativt odiskutabel. Förutom de zoner som presenterades i Bergman m fl (1998) har ytterligare ett antal zoner framkommit som resultat av den mer detaljerade tolkning som gjorts i samband med detta arbete (figur 6). Flera av de tolkade zonerna har bekräftats under fältarbetet. Zoner vars existens inte har kunnat bekräftas kvarstår dock som potentiella svaghetszoner då de oftast utgör tydliga svackor i terrängen. Denna slutsats styrks av nyligen utförda reflektionsseismiska studier (Bergman m fl, 2000) där de flesta reflektorer som skär ytan har kunnat korreleras med tidigare tolkade sprickzoner och topografiska sänkor.



**Figur 11.** Vid fältkontrollen observerade förekomster av plastiska skjuvzoner i Laxemarområdet och på Simpevarpshalvön. Bergartsgränser efter Bergman m fl (1998).





**a)** Spröd-plastisk skjuvzon i medel- till grovkornig Smålandsgranit. Deformationsstilen är jämförbar med den som noterats på flera platser mellan Figeholm och Äspö inom den s k Äspöskjuvzonen. Håll ca 1 km västsydväst om Mederhult (RAK 1546129/6367657).



**b)** Flathäll av kvartsmonzodiorit-granodiorit med en för Laxemarområdet relativt typisk sprickfrekvens. Håll ca 150 m norr om Lilla Basthult (RAK 1546084/6366394).



**c)** En ca 1 m bred zon av kraftigt uppsprucken granit, vilken indikerar förekomst av en mindre sprickzon av lokal karaktär. Håll ca 800 m nordost om Späckemåla (RAK 1545886/6370387).

*Figur 12. Exempel på spröd och plastisk deformation i Laxemarområdet.*

Den i hällskala dokumenterade sprickfrekvensen kan anses vara normal för områden med relativt välbevarade granitiska bergarter. Den är i medeltal ca 4–6 sprickor/10 m hälllyta (figur 12b), men både högre och lägre sprickfrekvens förekommer. I kanterna av vissa morfologiskt väl framträdande hällar är frekvensen högre, vilket indikerar förekomsten av mindre sprickzoner av lokal karaktär (figur 12c). Några dominerande sprickriktningar har inte kunnat fastställas, förutom i vissa fall, utan sprickor i både NV-, NO-, N-S- och O-V-lig riktning förekommer.

Laxemarområdet, samt även Simpevarpshalvön, ligger inom det område som omfattas av den strukturgeologiska modell som upprättats i samband med säkerhetsanalys SR 97 (Saksa och Nummela, 1998). En jämförelse mellan resultaten från förstudien och de regionala zonerna från SR 97 visar att det finns vissa skillnader mellan modellerna. Att i detalj diskutera dessa låter sig inte göras inom ramen för föreliggande arbete. För detta skulle bland annat krävas en ingående analys av de olika tolkningar och urvalskriterier som legat till grund för den generaliserade modell som använts i SR 97. Viktigt att konstatera är i stället att de skillnader som föreligger inte ändrar den bedömning som gjorts i förstudien av vilka områden som är intressanta för vidare undersökningar. Däremot måste, om vidare undersökningar blir aktuella, de avvikelser som finns nogg utredas.

### **Sammanfattande bedömning**

Den dominerande delen av berggrunden inom Laxemarområdet, framför allt kvartsmonzodioriten-granodioriten, bedöms som homogen, möjligen med undantag för den västligaste delen. Inhomogeniteter finns också i form av rikligt förekommande röda granitgångar. Fördjupade undersökningar krävs för att i detalj klarlägga förekomsten av gångar och deras egenskaper. Området bedöms ha en för välbevarade graniterränger normal sprickfrekvens, i medeltal 4–6 sprickor/10 meter hälllyta.

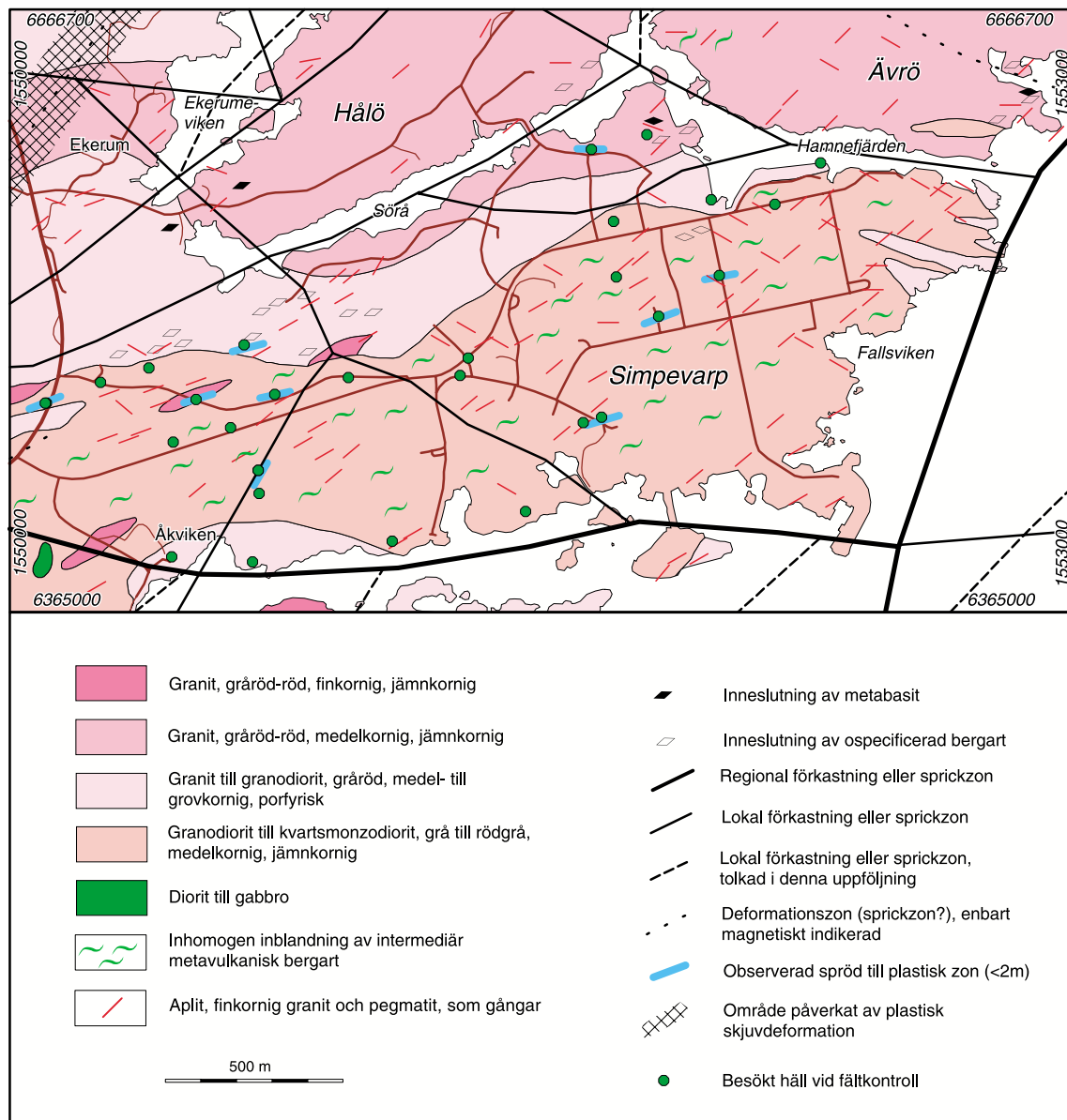
En NO-lig, plastisk skjuvzon (Äspöskjuzonen) avgränsar området från Simpevarpshalvön. Två ungefärligen O-V-liga regionala sprickzoner förekommer, en utmed Simpevarphalvöns södra strand och vidare västerut och en annan genom Mederhult och norr om Äspö. Dessa definierar ett berggrundsblock väster om Simpevarpshalvön, inom vilket dock zoner av mer lokal karaktär förekommer. På grund av låg blottningsgrad längs de regionala zonerna har de inte kunnat verifieras, men de utgör tydliga topografiska lineament varför de definitivt måste betraktas som potentiella svaghetszoner. Ett flertal zoner av mer lokal karaktär har däremot bekräftats under fältarbetet.

Fältkontrollen har i allt väsentligt bekräftat de slutsatser som tidigare presenterats av Bergman m fl (1998). Det har inte framkommit någon information som medför att området måste begränsas i något avseende och hela Laxemarområdet kvarstår därför som intressant för vidare undersökningar. Förekommande granitgångar, skjuvzoner och sprickzoner samt den något ökande graden av inhomogenitet i den västra delen av området är viktiga faktorer som i så fall måste studeras. Någon prioritering av delområden med avseende på geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar kan inte göras utifrån nu befintlig information.

### 3.2.2 Simpevarpshalvön

Simpevarpshalvön är en relativt välblottad, ca 3 km<sup>2</sup> stor halvö, belägen ca 20 km nordost om Oskarshamn och direkt öster om det ovan beskrivna Laxemarområdet (figur 2 och 6). Vid fältkontrollen gjordes 26 hällobservationer vilkas läge framgår av figur 13.

På Simpevarpshalvön har detaljerade geovetenskapliga undersökningar gjorts i samband med byggnationen av Oskarshamnsverket och CLAB 1 (Stanfors och Larsson, 1998), samt den pågående utbyggnaden av CLAB (CLAB 2). I samband med fältkontrollen gjordes även ett kort studiebesök i CLAB 2.



**Figur 13.** Berggrundskarta över Simpevarpshalvön. Modifierad efter Kornfält och Wikman (1987), kompletterad med punkter för fältkontroll samt en reviderad och mer detaljerad tolkning av deformationszoner.

## **Bergarter och berggrundens homogenitet**

Enligt den av Kornfält och Wikman (1987) presenterade berggrundskartan över Simpevarpshalvön dominerar en vulkanisk bergart den södra, centrala delen, medan berggrunden i den östligaste delen av halvön utgörs av kvartsmonzodiorit-granodiorit ("tonalit"). I det inledande förstudiearbetet (Bergman m fl, 1998) modifierades kartbilden, efter en viss fältrekognoscering, så till vida att kvartsmonzodioriten-granodioriten ansågs utgöra den dominerande bergarten och förekomst av den vulkaniska bergarten markerades med överbeteckningar för inhomogen inblandning (figur 6).

Den nu genomförda fältkontrollen har visat att berggrunden på de södra och östra delarna av Simpevarpshalvön utgörs av en komplex blandning av samma kvartsmonzodiorit-granodiorit och dacitiska-andesitiska vulkaniska bergart som i Laxemarområdet, (figur 14a). Denna blandning är omnämnd av Stanfors och Larsson (1998), och har också dokumenterats under byggnationen av CLAB 2 (Johan Berglund, muntlig uppgift). Mängdförhållandet varierar och det är för det mesta svårt att på ett entydigt sätt avgränsa bergarterna från varandra. Det senare beror bland annat på bergarternas likartade kemiska sammansättning, samt på att den vulkaniska bergarten visar tydliga tecken på termisk omvandling (kontaktmetamorfos) i form av diffust avgränsade förgrovningar och nybildningar av mineral i den annars finkorniga bergarten (se också Kornfält och Wikman, 1987). Förgrovningarna och mineralomvandlingarna förekommer i allt från centimeter- till flera meter stora partier och är förmodligen resultaten av ett värmetillskott i samband med intrusionen av kvartsmonzodioriten-granodioriten. Lokalt har även mineralet granat observerats i de omvandlade partierna.

Den norra delen av halvön utgörs av röd, jämnkornig granit och rödgrå, porfyrisk granit. Fältkontrollen har visat att utbredningen av dessa bergarter är något mer komplex än vad berggrundskartan visar. Mindre områden av röd, medelkornig granit förekommer även där berggrundskartan visar förekomst av porfyrisk granit och vice versa. Den porfyriska graniten förekommer också i ett par mindre områden på halvöns södra sida.

Den rikliga förekomsten av röda, fin- till medelkorniga granitgångar (figur 10) utgör ett lika karakteristiskt inslag i berggrunden på Simpevarpshalvön som i Laxemarområdet. Ställvis är de ojämnkorniga och även aplitiska och pegmatitiska varieteter förekommer, de senare dock mestadels som körtlar eller sliror. Gångarna är även i detta område vanligtvis mer uppspruckna än sidoberget.

Den komplexa blandningen av bergarter på Simpevarpshalvön innebär att berggrunden måste betraktas som litologiskt inhomogen. De röda granitgångarna utgör den största inhomogenitetsfaktorn, medan kvartsmonzodioriten-granodioriten och den vulkaniska bergarten är så intimt blandade att de, om större volymer beaktas, kan behandlas som en homogen "bergmassa". Vid byggnationerna på Simpevarpshalvön, dvs Oskarshamnswerken, CLAB 1 och 2, har den litologiska inhomogeniteten inte haft några negativa konsekvenser. Informationen från borrhningar och berganläggningar är dock begränsad till ett djup av knappt 100 m.

Blandningen av kvartsmonzodioriten-granodioriten och den vulkaniska bergarten uppvisar varierande magnetisk susceptibilitet. De erhållna värdena ligger vanligen inom intervallet  $300\text{--}3\,000 \times 10^{-5}$  SI-enheter, men både lägre och högre värden förekommer. De lägre värdena,  $0\text{--}200 \times 10^{-5}$  SI-enheter, är i regel relaterade till plastiska till sprödpastiska skjuvzoner, men låga susceptibiliteter har i vissa fall också erhållits utan att någon uppenbar tektonisk påverkan kunnat observeras.



**a)** Inhomogen blandning av medelkornig kvartsmonzodiorit-granodiorit (rödgrå) och finkornig, dacitisk-andesitisk, vulkanisk bergart (mörkt grå). Vägskärning ca 100 m norr om reaktor 3 på Simpevarpshalvön (RAK 1552285/6366267).



**b)** Spröd-plastisk skjuvzon i kvartsmonzodiorit-granodiorit med finkorniga, röda granitgångar. Vägskärning ca 50 m väster om reaktor 3 på Simpevarpshalvön (RAK 1551990/6365950).

*Figur 14. Exempel på bergartsvariationer och spröd-plastisk deformation på Simpevarpshalvön.*

## **Deformationszoner**

Den tidigare gjorda sprickzonstolkningen (Bergman m fl, 1998) visade att Simpevarpshalvön begränsas av sprickzoner både i norr, söder, öster och väster. Den NNO-liga tolkade zonen genom viken omedelbart öster om Åkviken i den sydvästra delen sammanfaller med en observerad spröd-plastisk skjuvzon.

Ur strukturell synvinkel är bergarterna inom området annars vanligtvis relativt välbevarade och mer eller mindre massformiga. Dock förekommer låggradiga, branta, decimeter- till meterbreda, plastiska till spröd-plastiska skjuvzoner med NO- till ONO-lig orientering (figur 14b). Zonerna karakteriseras av en kraftig foliation vilken ställvis är mylonitisk. I de mer spröd-plastiska zonerna finns ofta epidot, men även kvartsådror och kvartskörtlar förekommer. Zonerna har observerats på ett flertal ställen (figur 11 och 13) och är av samma strukturella karaktär som den kontinuerliga skjuvzonen genom Äspö-Ström-Stora Laxemarområdet (figur 6). Detta indikerar att de är relaterade till och förmodligen likåldriga med denna skjuvzon. Vid anläggandet av CLAB 2 visade sig en zon av denna typ vara vattenförande (Johan Berglund, muntlig uppgift), vilket bör beaktas i eventuella framtida arbeten.

Bergarterna, och då i första hand den komplexa blandningen av kvartsmonzodioriten-granodioriten och den vulkaniska bergarten, uppvisar en betydligt större småsprickighet än exempelvis bergarterna i Laxemarområdet. Som nämnts tidigare är också de röda granitgångarna kraftigt uppspruckna. Den dokumenterade frekvensen av mer uthålliga sprickor är däremot ungefär av samma storleksordning som i Laxemarområdet med i medeltal ca 5–7 sprickor/10 m. Lokalt förekommer dock både lägre och högre sprickfrekvens. De dokumenterade sprickorna har huvudsakligen en NNO- till ONO-lig orientering, men underordnade VNV- till NV-liga sprickor förekommer också. I befintliga tunnlar och bergrum är sprickfrekvensen i medeltal 5–6 sprickor/m (Stanfors och Larsson, 1998). I det senare fallet har dock sprickor med betydligt kortare uthållighet beaktats.

## **Sammanfattande bedömning**

Berggrunden på Simpevarpshalvön är inhomogen med en blandning av olika bergartsled. Detta gäller i första hand den vulkaniska bergarten och kvartsmonzodioriten-granodioriten, vilka dock är så intimt blandade att de, om större volymer beaktas, kan betraktas som en homogen ”bergmassa”. De talrika, röda granitgångarna utgör dock en viktig inhomogenitetsfaktor. Vidare bör de relativt frekvent förekommande plastiska till spröd-plastiska skjuvzonerna beaktas, även om de i varje enskilt fall har relativt begränsad bredd. Zonerna har i vissa fall konstaterats vara vattenförande.

Trots den inhomogena litologiska blandningen, förekomsten av plastiska till spröd-plastiska skjuvzoner och relativt hög frekvens av framför allt småsprickor, har genomförda anläggningsarbeten visat på goda byggförhållanden (Stanfors och Larsson, 1998). Det bör dock poängteras att detta är erfarenheter från anläggningar på ca 50 meters djup med lägre grundvattentryck och bergspänningar än vad som kan förväntas råda på djupförvarsdjup (Röshoff m fl, 1983).

En lokalisering av ett djupförvar till Simpevarpshalvön kan vara möjlig, men det kan vara svårt att identifiera en tillräckligt stor volym lämpligt berg. Slutlig ställning kan endast tas efter mer detaljerade studier, inklusive borrhning till förvarsdjup.

### 3.2.3 Storskogen

Området Storskogen är relativt välblottat, ca 55 km<sup>2</sup> stort och beläget direkt sydväst om Oskarshamn (figur 2). Vid fältkontrollen gjordes 114 hållobservationer vilkas läge framgår av figur 15.

Till skillnad från i Laxemarområdet och på Simpevarpshalvön har inga detaljerade undersökningar tidigare utförts i Storskogenområdet.

#### **Bergarter och berggrundens homogenitet**

Berggrunden domineras helt av två mycket homogena varieteter av Smålandsgranit (figur 15). Bägge är röda, men medan den ena är finkornig till fint medelkornig är den andra medel- till grovkornig (figur 16a och 16b). I områdets sydöstra del utgörs gränsen mellan de båda bergarterna till största delen av en NO-lig plastisk skjuvzon, den s k Oskarshamn-Fliserydszonen. Den finkorniga till fint medelkorniga graniten är, till skillnad från den medel- till grovkorniga, vanligtvis homogent folierad. I anslutning till Oskarshamn-Fliserydszonen är dock bägge bergarterna kraftigt folierade.

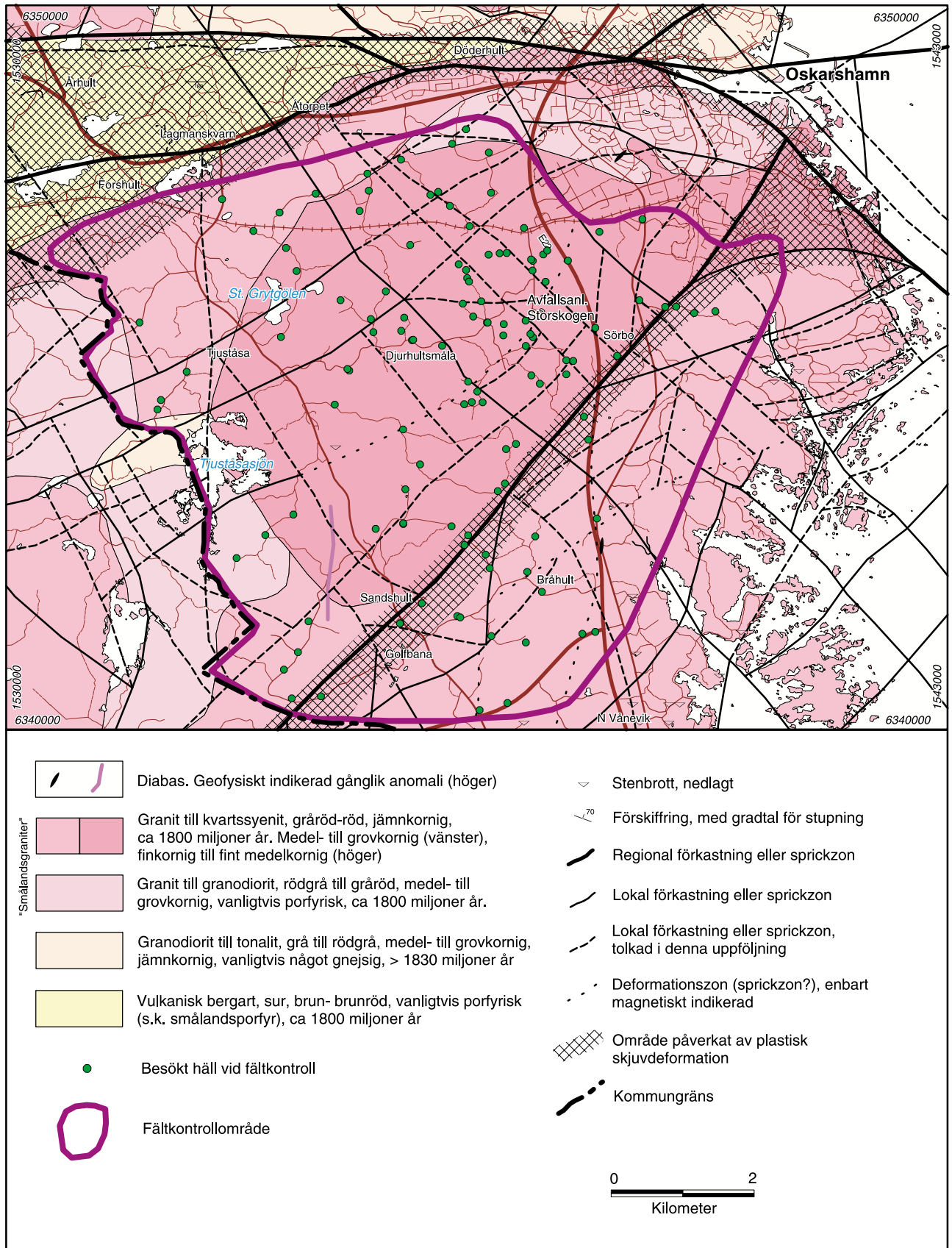
I sydväst, kring Tjuståsjön, förekommer även en porfyrisk granit samt ett mindre område med en äldre granitoid av samma typ som norr om Oskarshamn. Eftersom blottningsgraden är låg har dock utbredningen av den äldre granitoiden inte kunnat närmare bestämmas. I undersökningsområdets norra del förekommer en porfyrisk granit, vars utbredning sträcker sig vidare österut till kusten.

I Storskogenområdet saknas nästan helt de röda granitgångar som är vanliga i Laxemarområdet och på Simpevarpshalvön. Över huvud taget är gångbergarter ovanliga inom området. Utöver de fåtaliga diabaser som markerats på berggrundskartan (figur 15) kan nämnas en meterbred, vertikal diabasgång med NO-lig orientering som observerats i sydöstra delen av området i en vägskärrning utmed vägen till Fliseryd, ca 250 m väster om väg E 22. Orsaken till en N-S-lig, kraftig magnetisk anomali av gångkaraktär nordväst om Sandshult har inte kunnat fastställas i håll men direkt anslutning till anomalin finns ett stort antal lokala, magnetiska block av en hornbländeförande, grov gabbrobergart. Blockens susceptibilitet är 2 000–10 000 x 10<sup>-5</sup> SI-enheter.

Den inom förstudien presenterade berggrundskartan över Storskogenområdet (figur 15) har, med få undantag, bekräftats under fältarbetet. Endast mindre avvikelser har observerats, exempelvis att berggrunden nordväst om Tjuståsjön utgörs av den finkorniga till fint medelkorniga graniten. De avvikelser i bergarternas utbredning som framkommit under fältarbetet framgår av figur 17.

Den magnetiska susceptibiliteten uppvisar mer eller mindre samma variation i både den röda, finkorniga till fint medelkorniga och den röda, medel- till grovkorniga graniten. Susceptibilitetsvärdena ligger vanligen inom intervallet 300–1 500 x 10<sup>-5</sup> SI-enheter. Både lägre och högre värden förekommer dock, där de lägre huvudsakligen är relaterade till plastiska och spröda deformationszoner.

Någon tydlig orsak till det förhöjda radiuminnehållet i berggrunden vid Storskogens avfallsanläggning (Bergman m fl, 1998) har inte kunnat iakttas. Detta bör undersökas närmare vid eventuella kommande arbeten i området, varvid även en förtätning av den regionala tyngdkraftsmätningen söder om Oskarshamn rekommenderas. Den är i nuläget mycket gles och ger ingen information om eventuellt avvikande bergartsenheter mot djupet.



**Figur 15.** Berggrundskarta över Storskogenområdet. Utsnitt ur Bergman m fl (1998), kompletterad med punkter för fältkontroll samt en reviderad och mer detaljerad tolkning av deformationszoner.





**a)** Röd, finkornig till fint medelkornig, svagt folierad granit. Vägskäring ca 500 m norr om avfallsanläggningen Storskogen (RAK 1537272/6346471).

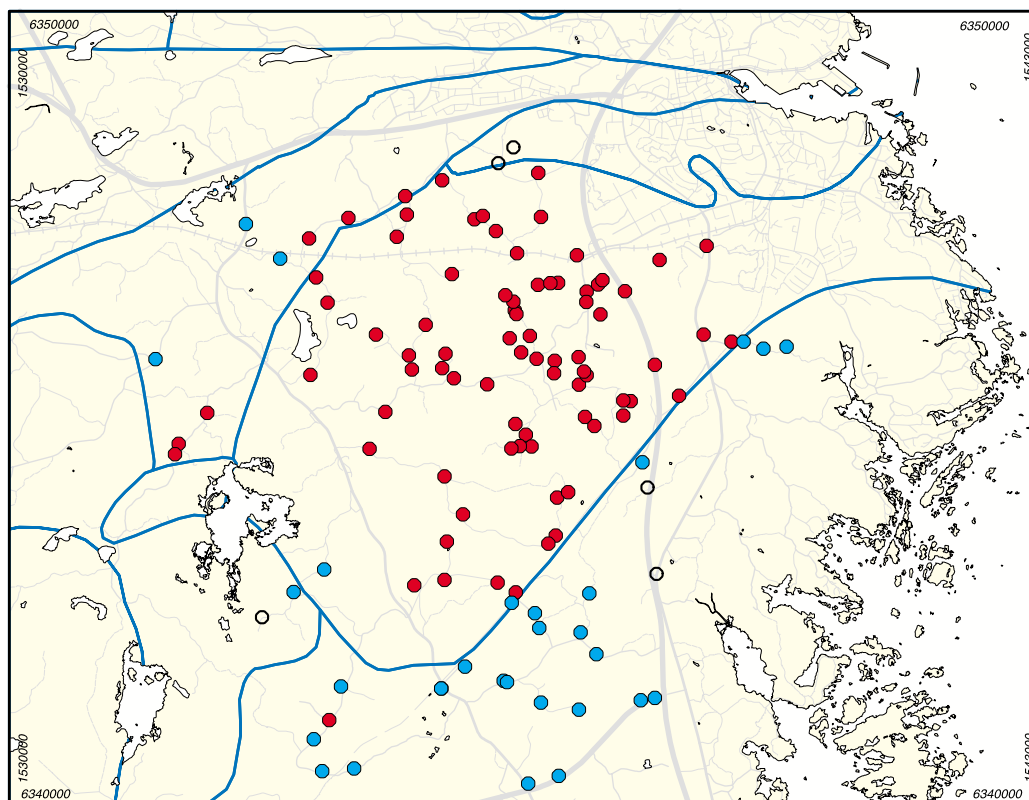



**b)** Röd, medel- till grovkornig, massformig granit. Häll ca 2 km nordnordväst om avfallsanläggningen Storskogen (RAK 1536160/6348086).



**c)** Röd, medel- till grovkornig, kraftigt folierad till mylonitisk granit i Oskarshamn-Fliseryd-zonen. Häll ca 1 km sydväst om Oskarshamns golfbana (RAK 1534345/6340461).

*Figur 16. Typiska bergarter i Storskogenområdet.*



-  Bergartsgränns
-  Observerad förekomst av medel- till grovkornig, jämnkornig granit
-  Observerad förekomst av finkornig till fint medelkornig, jämnkornig granit
-  Övriga observationspunkter

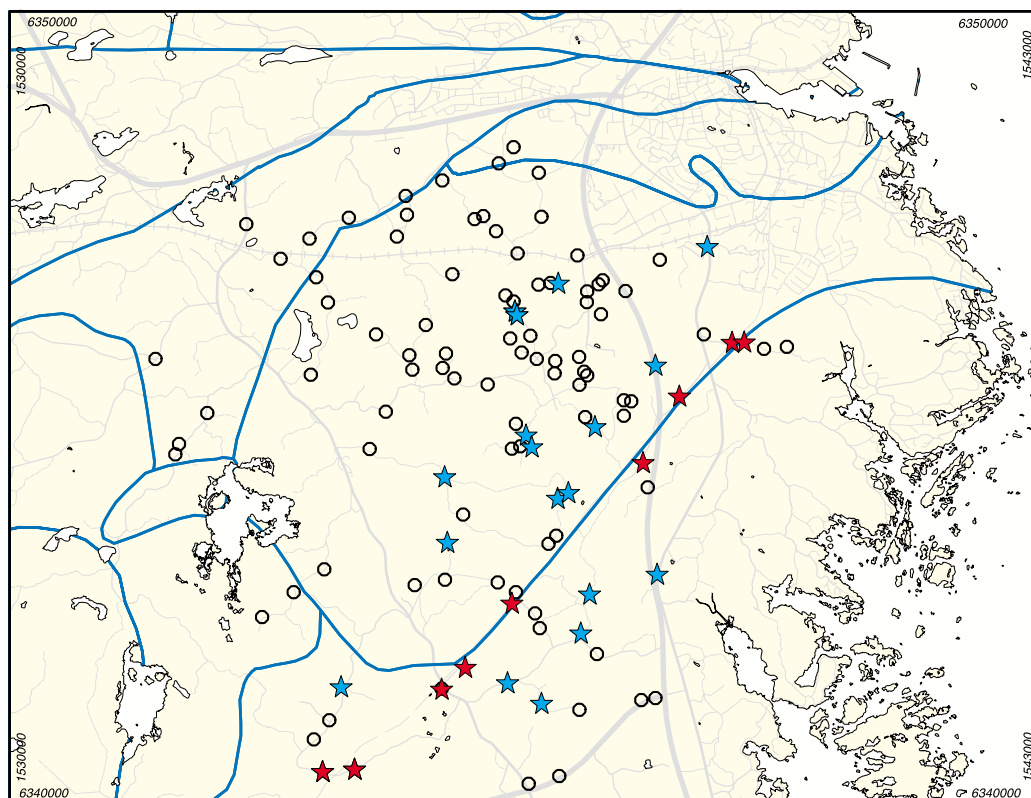
**Figur 17.** Observerade förekomster av medel- till grovkornig respektive finkornig till fint medelkornig, jämnkornig granit i området Storskogen. Bergartsgränser efter Bergman m fl (1998).





### **Deformationszoner**

Ur strukturell synvinkel uppvisar de två inom området dominerande graniterna olika karaktär. Som nämnts ovan är den röda, finkorniga till fint medelkorniga graniten vanligtvis homogent folierad, om än inte så kraftigt, medan den röda, medel- till grovkorniga graniten vanligtvis är massformig. Foliationen i den finkornigare graniten har en relativt konstant NO-lig orientering och en vertikal till brant SO-lig stupning.

Storskogenområdet begränsas i norr av den storregionala Oskarshamn-Bockarazonen och den mest framträdande regionala strukturen inom området är den plastiska Oskarshamn-Fliserydszonen med NO-lig riktning (figur 3 och 15).

Oskarshamn-Fliserydszonen är markerad som en plastisk skjuvzon på deformationszonskartan i förstudien (figur 3) och dess existens och regionala karaktär har bekräftats under fältarbetet (figur 18). Zonen är ca 100–200 m bred och framträder som en mycket tydlig linjär, lågmagnetisk anomali på den magnetiska anomalikartan (figur 4). Den är emellertid inte lika tydligt topografiskt indikerad beroende på den allmänt flacka terrängen söder och sydväst om Oskarshamn, men framträder ändå som en 10–30 m



-  Bergartsgräns
-  Observerad plastisk skjuvzon av regional karaktär
-  Observerad plastisk skjuvzon av lokal karaktär, < 1 m bred
-  Övriga observationspunkter

**Figur 18.** Vid fältkontrollen observerade förekomster av plastiska skjuvzoner i Storskögenområdet. Bergartsgränser efter Bergman m fl (1998).

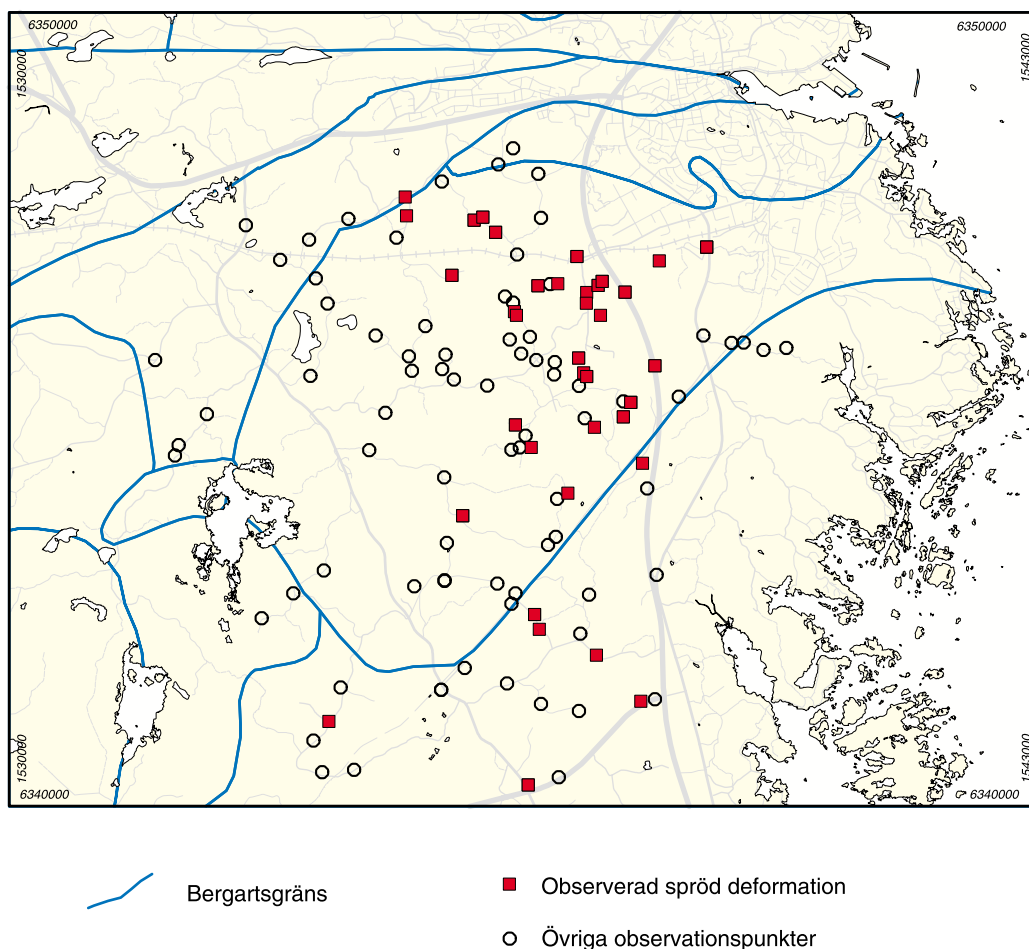
bred topografisk svacka. Förmodligen har zonen ursprungligen bildats för ca 1 800–1 700 miljoner år sedan, i samband med intrusionerna av Smålandsgranit, och den karakteriseras av en kraftig foliation vilken stråkvis är mylonitisk (figur 16c). Den är i första hand utbildad i den medel- till grovkorniga graniten, och kontakten mot den finkornigare röda graniten förefaller följa den nordvästra kanten av zonen. Den topografiska svackan, vilken också är lokaliserad till den nordvästra kanten av zonen, tyder på en spröd reaktivering. Detta indikeras också av en observerad, ställvis kraftigt kvartsläkt, breccierad mylonit i zonens sydvästra förlängning i trakten av Fliseryd (figur 3).

NO-liga, decimeter- till meterbredda plastiska skjuvzoner, vilka sannolikt är relaterade till Oskarshamn-Fliserydszonen, har observerats på spridda ställen (figur 18). Omedelbart nordost om Bråhult har NO-liga, stråkvisa, plastiska skjuvzoner observerats, vilket tyder på att den magnetiskt indikerade, NO-liga deformationszonen är av plastisk karaktär (figur 15 och 18).

Den tidigare gjorda sprickzonstolkningen visade att Storskogenområdet genomkorsas av ett system av NO- och NV-liga sprickzoner. De ytterligare zoner som framkommit vid den mer detaljerade tolkningen i samband med detta arbete bekräftar detta mönster. Även om bara vissa zoner har kunnat observeras vid fältkontrollen bör alla de i figur 15 markerade zonerna betraktas som potentiella svaghetszoner.

Den i hällskala dokumenterade sprickfrekvensen är i allmänhet ungefär densamma som i Laxemarområdet med i medeltal 4–7 sprickor/10 m hälllyta, men lokalt förekommer både högre och lägre frekvens av sprickor. NO- och NV-liga sprickriktningar dominerar, men även NNV- till NNO- och VNV- till ONO-liga sprickor har observerats. De enskilda sprickorna uppvisar sålunda inte samma enhetliga mönster som sprickzonernas NO- och NV-liga orientering.

I figur 19 redovisas observerade tecken på sprödtekonisk påverkan av berggrunden. Sådana tecken utgörs exempelvis av markant ökad sprickfrekvens med flera sprickor per meter hälllyta, förekomst av epidot och/eller kvarts som sprickfyllnader, samt mindre zoner med spröd deformation. Som framgår av figuren är observationerna koncentrerade till den nordöstra delen av undersökningsområdet, och framför allt till området kring Oskarshamns avfallsanläggning. I detta område förekommer zoner med betydande ”småsprickighet” och större områden med förhöjd sprickfrekvens (figur 20a och 20b).



**Figur 19.** Vid fältkontrollen gjorda observationer av spröd deformation i Storskogenområdet. Bergartsgränser efter Bergman m fl (1998).



**a)** En flera meter bred zon med betydande "småsprickighet" i röd, finkornig till fint medelkornig granit. Häll i bergtäkten vid avfallsanläggningen Storskogen (RAK 1537171/6345646).



**b)** En ca 1 m bred zon med betydande "småsprickighet" i röd, finkornig till fint medelkornig granit. Häll i bergtäkten vid avfallsanläggningen Storskogen (RAK 1537150/6345660).



**c)** Kvartsådra med mineralen pyrit, kopparkis, molybdenglans och scheelit. Block från bergtäkten vid avfallsanläggningen Storskogen (RAK 1537140/6345680).

**Figur 20.** Exempel på spröd deformation och mineralisering i bergtäkten vid avfallsanläggningen Storskogen.

I bergtäkten i anslutning till avfallsanläggningen har också kvartsådror med mineralen kopparkis, pyrit, molybdenglans och scheelit (volframmineral) noterats (figur 20c). Dessa är malmmineral och kan, om de skulle förekomma i större mängd, vara av ekonomiskt intresse. Kvartsådror med molybdenglans har också noterats i mindre omfattning i en vägsärning (E 22) öster om avfallsanläggningen. I området väster om avfallsanläggningen Storskogen och mot sydost visar den markgeokemiska kartan några provtagningspunkter med förhöjda guldhalter i moränen (Andersson och Nilsson, 1992).

### **Sammanfattande bedömning**

Berggrunden i Storskogenområdet domineras av två var för sig mycket homogena, granitiska bergarter. Den ena är röd, finkornig till fint medelkornig och den andra är också röd, men i stället medel- till grovkornig. De åtskiljs av Oskarshamn-Fliserydszonen som är en regional, plastisk skjvzon. Det homogena intrycket beror i första hand på den nästan totala avsaknaden av gångbergarter och inneslutningar, men även på en textuell och kornstorleksmässig homogenitet inom respektive granit. Den finkornigare graniten är i regel homogent folierad medan den grövre graniten vanligtvis är massformig. Längs med Oskarshamn-Fliserydszonen, samt i densamma, är dock bägge bergarterna kraftigt folierade.

Den plastiska Oskarshamn-Fliserydszonen, som även visar tecken på spröd reaktivering, utgör den mest framträdande strukturen inom området, och måste sålunda beaktas i framtida arbeten. Ett flertal av de sprickzoner som markerats i figur 15 har verifierats under fältarbetet. De som inte bekräftats bör dock ändå betraktas som potentiella svaghetszoner och beaktas vid eventuella framtida undersökningar.

Storskogenområdet bedöms ha en för relativt välbevarade graniterränger normal sprickfrekvens, med i medeltal 4–7 sprickor/10 m hållyta. Ett undantag utgör dock den nordöstra delen av området, kring Oskarshamns avfallsanläggning, där sprickfrekvensen är betydligt högre med en tendens till en allmän, homogen uppsprickning och stråkvis betydande "småsprickighet". I detta område har också malmmineralen pyrit, kopparkis, molybdenglans och scheelit noterats som sprickfyllnader i den röda, finkorniga till fint medelkorniga graniten. Dessa mineral kan vara ekonomiskt brytvärda om de förekommer i större mängd. I trakten av avfallsanläggningen och mot sydost har även förhöjda guldhalter i moränen konstaterats i tidigare undersökningar.

Sammantaget kvarstår hela Storskogenområdet som intressant för vidare undersökningar, men den västra till sydvästra delen framstår som något mer gynnsam. Där har inga observationer av ökad småsprickighet eller deformationszoner av plastisk karaktär gjorts. Den översiktliga fältkontrollen medger emellertid ingen definitiv avgränsning.

## 4 Radiometrisk datering av Uthammar- och Virbogranit

Vid den i förstudien utförda sammanställningen av berggrundskartan över Oskarshamns kommun med omnejd konstaterades en osäkerhet huruvida Virbograniten, som förekommer i området mellan Ekö och Glabo, åldersmässigt skulle relateras till Uthammargraniten eller till Smålandsgraniterna (figur 2). Uthammargraniten har ansetts utgöra en ekvivalent till den ca 1 400 miljoner år gamla Götamargraniten, även om en U-Pb-zirkondatering av Åberg (1986) inte resulterade i en tillförlitlig ålder. Virbograniten har ömsom klassificerats som tillhörande Uthammar-Götamarsviten (t ex Kornfält och Wikman, 1987, Åberg, 1986, Bruun m fl, 1991) och ömsom som en varietet av Smålandsgranit (Lundegårdh m fl, 1985).

Baserat på skillnader i strålningssignatur och magnetisk signatur mellan Uthammar- och Virbograniten, har Virbograniten i förstudien bedömts vara en Smålandsgranit (Bergman m fl, 1998). En viktig faktor vid bedömningen var också förekomsten av gabbrokroppar samt observationer av plastisk deformation i Virbograniten. Varken förekomst av associerad gabbro eller plastisk deformation har observerats i Götemar- och Uthammargraniterna.

Eftersom Götamargraniten, bland annat beroende på en viss malmpotential, ansågs mindre intressant för vidare undersökningar (Bergman m fl, 1998), har det bedömts motiverat att utreda om Virbograniten utgör en del av Uthammargraniten eller om den bör klassificeras som Smålandsgranit. I syfte att försöka få klarhet i denna fråga, samt att klarlägga huruvida Uthammargraniten verkligen är likåldrig med Götamargraniten, har två prover tagits för radiometrisk datering, ett från den egentliga Uthammargraniten och ett från Virbograniten (figur 2, 21a och 21b). Proverna har analyserats med U-Pb-metoden av Kjell Billström vid Laboratoriet för isotopgeologi, Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm.

I provet från Virbograniten har mineralen zirkon och titanit analyserats. Analyserna indikerar en ålder av ca 1 790 miljoner år. Detta visar sålunda att Virbograniten är en varietet av Smålandsgranit, och att den bedömning som gjordes i förstudien var riktig.

Även i provet från Uthammargraniten analyserades både zirkon och titanit. Dateringen visade sig emellertid vara komplicerad och någon entydig ålder har inte erhållits. Detta beror troligen på att zirkonerna, men även titaniterna, inte är helt nybildade vid granitens kristallisation utan utgör en komplex blandning av äldre och nybildade komponenter. Problemet är detsamma som vid det tidigare försöket att datera Uthammargraniten (Åberg, 1986). Om man emellertid kombinerar data från Åberg (1986) och data från de nya analyserna, indikeras en ålder av ca 1 450 miljoner år. Även om denna ålder är osäker, pekar resultaten entydigt på att Uthammargraniten tillhör en yngre granit-generation än den ca 1 790 miljoner år gamla Virbograniten. Med stor sannolikhet tillhör den samma generation som Götamargraniten.



**a)** Röd, massformig Uthammargranit (RAK 1548232/6362116).



**b)** Gråröd, massformig Virbogranit (RAK 1543959/6353848).

*Figur 21. Bergarter som provtagits för radiometrisk åldersdatering.*



## 5 Dokumentation av blockansamlingar

Väldokumenterade sen- eller postglaciala förkastningsrörelser, dvs rörelser i berggrunden som skett i samband med eller efter inlandsisens avsmältning, finns beskrivna från norra Skandinavien och Finland (Lagerbäck, 1979, 1990; Bäckblom och Stanfors, 1989; Stanfors och Ericsson, 1993; Muir Wood, 1993). Dessa rörelser skedde för ca 9 000 år sedan i samband med den senaste inlandsisens avsmältning. I södra Sverige finns inga kända tecken på rörelser av samma storleksordning. Däremot hävdar vissa forskare att förekommande störningar i jordlagerföljder, sprickor i berget samt blockansamlingar är resultat av sen- eller postglaciala rörelser i berggrunden (Mörner, 1979, 1989; Mörner m fl, 1989; Sjöberg, 1994). Dessa tolkningar har emellertid ifrågasatts (SKB, 1990; Muir Wood, 1993). I Oskarshamns kommun finns tre kända blockansamlingar med grottbildningar (figur 22). Samtliga är belägna norr om sjön Götemar, några kilometer norr och nordost om Misterhult, men det är inte osannolikt att liknande blockansamlingar kan förekomma på andra ställen inom kommunen.

De tre lokalerna har undersökts i fält och dokumenterats. Inget arbete har dock gjorts inne i själva grottbildningarna och därför bygger samtliga uppgifter om grottornas storlek, förekomst av droppstenar med mera på tidigare undersökningar som gjorts av grottforskare (speleologer).



*Figur 22. Kända blockansamlingar med grottbildningar inom Oskarshamns kommun.*

## 5.1 Göljhult

Vid vägskälet 200 m nordost om gården Göljhult, belägen 4,4 km norr om Misterhults kyrka (figur 22), finns en bergplint som är drygt 1 hektar stor och till viss del uppsprucken i block av olika storlekar. Området är mest bekant för sina väl utbildade grottbildningar och finns upptaget i länsstyrelsens handlingsprogram som ett av drygt 70 områden i kommunen med värdefull naturmiljö (Länsstyrelsen i Kalmar län, 1997). Grottan har uppmätts av speleologer och har enligt uppgift minst två ingångar. Den anses vara villsam med sammanlagt 180 meter gångar i ett labyrintliknande spricksystem (Åström, 1986). Speleologer har även observerat små utfällningar av kalcit, så kallade stalaktiter eller droppstenar. Den största stalaktiten mäter ca 15 mm.

Bergplinten ligger alldeles invid en tolkad NNO-lig sprickzon och mycket nära två andra sprickzoner. De senare är orienterade i NV-lig riktning, i stort sett vinkelrätt mot den förstnämnda zonen.

Jordartsgeologin i området är typisk för trakten med postglacial lera och torv i dalgångarna och kalt berg i högre terräng. Huruvida de postglaciala sedimenten underlagras av glaciala jordarter är okänt och kan endast fastställas genom undersökningar i form av grävning och borrhning. Morän förekommer på sina håll och har avsatts som ett utjämnande täcke direkt på berggrundsytan. De kala berghällarna är mycket tydligt slipade av inlandsis och på ett flertal ställen utformade som större och mindre rundhällar.

Själva bergplinten har ganska branta sidor och höjer sig drygt 10 m över omgivningen. Överytan är flack och jämn och har enligt nivåkurvor en höjd av ca 20 meter över havet (m ö h). Den är uppsprucken i större och mindre block och det framgår ganska tydligt att mindre förskjutningar av blocken skett på flera ställen. Förskjutningarna har ägt rum både horisontellt och vertikalt och har gett upphov till håligheter (grottor). Inga isräfflor observerades på plinten men det måste framhållas att vädret vid dokumentationstillfället var otjänligt för att observera räfflor. Bergplinten visar tecken på kraftig glacial plockning.

## 5.2 Vällehorva

I byn Vällehorva, ca 3,5 km NNO om Misterhults kyrka (figur 22), finns en låg uppsprucken berghäll som delvis är täckt av morän samt bevuxen med buskar och lövträd. Hällen ligger 50 m söder om allmänna vägen och 200 m nordväst om sjön Götemars nordvästligaste del, mitt i en markant dalgång och omgiven av postglacial lera. Dalgången indikerar förekomsten av en sprickzon i NV-lig riktning mellan sjöarna Götemar och Viksjön. Grottan vid Vällehorva har uppmätts av speleologer och kan karaktäriseras som ett blockgryt med en kryplängd av ca 40 m (Åström, 1986). Inne i själva grottan förekommer enligt uppgift centimeterstora droppstenar (Göran Grönhammar, Vällehorva, muntlig uppgift).

Jordartsgeologin är normal för regionen. De flacka höjderna utgörs av kalt berg med tunna moräntäcken i skrevor och mindre sänkor. I dalgångarna har postglaciala leror avsatts, vilka på sina håll överlagras av torv. En mindre rullstensås, Gässhultåsen, sträcker sig från byn Gässhult i NV-lig riktning upp till området vid Snäckedal. I Vällehorva korsar åsen den ovan nämnda sprickzonen.

Den uppspruckna berghällen är 50 m lång och 30 m bred och höjer sig upp till 3 m över den omgivande leran. Vid en första anblick verkar hällen vara en för trakten typisk glacialeroderad rundhäll med brant sida i nordväst (proximalsida) och en svagt sluttande yta mot sydost. Vid ett närmare studium av hällen ser man att den är delvis uppsprucken i större och mindre block, men att den ursprungliga rundhällsformen lätt kan förnimmas. Inga isräfflor observerades på hällen.

Hällens högsta del ligger knappt 5 m ö h. Den nuvarande landhöjningen är 1,1 mm per år vilket innebär att hällen var täckt av vatten i Östersjösänkan från deglaciationsperioden för drygt 12 000 år sedan fram till för ca 4 000 år sedan.

Vid dokumentationstillfället undersöktes de postglaciala jordlagren ett 20-tal meter norr om den uppspruckna berghällen. Ett schakt maskingrävdes för att se om de postglaciala lagren utsatts för störningar. I schaktet påträffades svallsand under 1 m postglacial lera. Kontakten var skarp och eventuellt erosiv till sin natur. Sanden blev nedåt i schaktet allt grövre och övergick på ca 2 m djup till grus. Även gruset blev mot djupet allt grövre. Att det i botten av schaktet trängde fram rikligt med vatten kan tyda på att allt mer genomsläppliga lager vidtar mot djupet. På grund av rikligt vattenflöde avbröts grävningen på ca 3 m djup. Inga tecken på störningar i jordlagren kunde iakttas.

### 5.3 Älmekärr

Norr om Tjustgölen, ca 5 km NNO om Misterhults kyrka och ca 100 m norr om vägen mellan Misterhult och Klintemåla (figur 22), finns ett ca 1 hektar stort bergsparti som till viss del är uppsprucket i block av olika dimensioner. Det uppspruckna bergspartiet utgör östra kanten av en lång, markant dalgång med NS-lig utsträckning. Gården Älmekärr ligger ca 650 m längre mot ONO.

Grottan vid Älmekärr har uppmätts av speleologer och är enligt uppgift den längsta urbergsgrottan i södra Sverige. Egentligen är det fråga om tre grottor, varav den mellersta, Skallegrötan, är den största. De två andra, Eskedalsgrottan i norr och Storängsgrottan i söder, är betydligt mindre. Den sammanlagda kryplängden i de tre grottorna anses vara ca 500 m. Huruvida stalaktiter förekommer i Älmekärrsgrottorna är oklart.

Två större dalstråk stryker förbi platsen med grottbildningen. Det ena stråket har en N-S-lig riktning och kan inom kommunen följas från Flivik i norr via sjön Götemar ned till Mederhult i söder. I förstudien har stråket tolkats som en regional förkastning med vertikal rörelse. Det andra stråket har en ONO-lig orientering och har tolkats som en sprickzon vars totala längd är mer än 10 km.

Jordartsgeologin är typisk för trakten med postglacial lera samt torv i dalgångarna och kalt berg och morän i högre terräng. Moräntäcket är något mäktigare än vid exempelvis Göljhult och morän har en relativt stor utbredning. De kala berghällarna är tydligt glacialslipade och utformade som större och mindre rundhällar.

Det uppspruckna bergspartiet (figur 23) är ca 70 m långt med en brant, ca 5 m hög västsida mot dalgången. Vid branten är berget kraftigt uppbrutet i block av olika storlekar. Blocken är förskjutna både horisontellt och vertikalt vilket gett upphov till håligheter (grottor). Det uppspruckna berget sträcker sig ett 25-tal meter mot öster men sprickigheten avtar successivt och berget uppvisar längre österut inga ovanliga



**a)** Den markanta och ca 5 m höga västra sidan av blockansamlingen vid Älmekärr. En av flera grottmynningar skymtar i bilden (RAK 1546800/6376800).



**b)** De enskilda blocken vid Älmekärr är kraftigt uppspruckna med förskjutningar både horisontellt och vertikalt (RAK 1546800/6376800).

*Figur 23. Blockansamlingen vid Älmekärr.*

sprickbildningar. Ännu längre österut täcks berggrunden av normalblockig morän. Moräntäcket är tunt, vilket framgår i vägsärningen och områdets morfologi är helt betingad av berggrundsytan. Inga isräfflor observerades vid dokumentationstillfället.

Grottorna vid Älmekärr är liksom de övriga dokumenterade grottorna belägna på låga nivåer, i detta fall 5–10 m ö h. Detta innebär att området var täckt av vatten i Östersjö-sänkan under lång tid efter det att landisen försvunnit från området. Några få årtusenden före Kristi födelse utgjorde bergets högsta del en ö i Littorinahavet, ett förstadium till nuvarande Östersjön.

## 5.4 Diskussion

Kunskapen om företeelser som störningar i jordlagerföljder och blockansamlingar är idag ofullständig. Det finns därför ingen allmänt accepterad förklaring till hur de nu studerade blockansamlingarna med grottbildningar uppkommit. De olika förklaringar som föreslagits utesluter heller inte varandra, utan en kombination av flera företeelser är fullt tänkbar.

Man kan i huvudsak särskilja tre olika förklaringsmodeller:

- 1) grottorna är mycket gamla och bildade långt före postglacial tid
- 2) grottorna har bildats i sen- eller postglacial tid men är ytnära fenomen till följd av exempelvis inlandsisens eroderande förmåga i kombination med frostsprängning, eller lokala sprödbrott genererade av höga horisontella bergspänningar
- 3) grottorna har bildats i sen- eller postglacial tid till följd av rörelser i berggrunden

Den förstnämnda förklaringsmodellen, att grottorna bildats långt före postglacial tid, styrks bland annat av att det i Västervikstrakten finns flera grottor med utfällning av bergkristaller som anses vara mycket gamla (Svantesson, 1999). Undersökningar från Finland har visat att en grotta i Kristinestad har bevarats under minst 200 000 år och således ej kollapsat under trycket från glaciärerna under den senaste istiden.

Om bildningarna antas vara sen- eller postglaciala kvarstår diskussionen om de är förorsakade av rörelser i berggrunden eller av andra, mer ytnära fenomen. När det gäller störningar i jordlagren och vissa sprickor råder ingen tvekan om att det är unga företeelser, men inte nödvändigtvis till följd av rörelser i berggrunden. Här kan nämnas en undersökning från Äspö (Mörner, 1989) där 120 lokaler med sprickor framhölls som bevis för rörelser under sen- eller postglacial tid. En granskning av detta arbete, som genomfördes av flera forskare, kom till slutsatsen att förekommande sprickor och bergkanter skall betraktas som ytliga företeelser vilka tillkommit genom exempelvis frostsprängning eller som ett resultat av inlandsisens eroderande förmåga i ett sent skede (SKB, 1990). Även när det gäller grottor finns olika uppfattningar där exempelvis Sjöberg (1994) hävdar att stora blockansamlingar (ibland med grottbildningar) kan vara ett resultat av unga rörelser i berggrunden, medan en mer traditionell tolkning är att de bildats genom inlandsisens påverkan och frostsprängning. Ett annat alternativ kan vara lokala sprödbrott till följd av förhållanden av liknande typ som de som orsakar ytnära bankningsplan, dvs höga horisontella belastningar i kombination med sprött, sprickfattigt berg och en fri yta (markytan) som medger vertikal extension. Skillnaden, jämfört med utvecklingen av bankningsplan, skulle vara att brottet sker plötsligt och progressivt till följd av att upplagrad töjningsenergi frigörs. Liknande fenomen, dock i mindre skala, är vanliga vid tunneldrivning i hårt belastat berg, och brukar då benämnas smällberg.

Ur djupförvarssynpunkt är den viktigaste frågan huruvida grottbildningarna kan vara orsakade av unga rörelser i berggrunden. Zoner där sådana rörelser skett måste undvikas vid lokaliseringen av förvaret. Några betydelsefulla iakttagelser i detta sammanhang diskuteras nedan:

Samtliga tre undersökta lokaler med uppsprucket berg är belägna i direkt anslutning till tolkade, mycket gamla sprickzoner. Den största grottbildningen (Älmekärr) ligger vid en regional, N-S-lig förkastningszon och de två övriga vid mindre, men väl framträdande sprickzoner. Att bildningarna återfinns i anslutning till tolkade sprickzoner skulle kunna tolkas som att yngre rörelser skett längs de äldre zonerna (reaktivering) vilket gett upphov till blockansamlingar och grottbildning. Emellertid kan även påverkan av inlandsis och frostsprängning vara särskilt intensiv i anslutning till de äldre sprickzonerna.

Vid de tre undersökta lokalerna kunde inga isräfflor observeras. Sådana observationer kan annars ge en relativ åldersbestämning av sprickor. Sprickor som skär över isräfflor är bevisligen yngre än räfflor eller, om sprickbildningen skett i samband med att isen rört sig över området, i det närmaste likåldriga. Däremot kan sprickorna fortfarande vara antingen ytliga fenomen eller orsakade av unga rörelser i berggrunden.

Grottorna i Oskarshamns kommun har undersökts av speleologer och det kanske mest uppseendeväckande resultatet är uppgiften om stalaktiter (droppstenar) i åtminstone två fall. Om det verkligen är fråga om stalaktiter återstår dock att slutgiltigt fastställa. Om så är fallet, eller om det är någon annan typ av bildning som skett i grottorna, skulle en datering med uran-thoriummetoden ge en lägsta ålder på dessa grottor.

En ytterligare angreppspunkt är att med hjälp av grävning undersöka de glaciala och postglaciala sedimenten i anslutning till de uppspruckna hållpartierna. Om postglaciala rörelser ägt rum i området borde exempelvis den varviga glaciala leran uppvisa kraftiga störningar i lagerföljden. Alternativt kan störningar uppkomma som följd av exempelvis tryckavlastning eller avsmältning av infrusna isblock i samband med landisens avsmältning. I Vällehorva, där en mindre grävningsinsats gjordes, observerades inga tecken på störningar i jordlagren.

Sammantaget kan konstateras att inga tecken på sen- eller postglaciala rörelser i berggrunden har observerats. De uppspruckna bergspartierna kan mycket väl vara orsakade av en glacial bearbetning av ett hållparti i kombination med bland annat frostsprängning. Eftersom det många gånger är svårt att med säkerhet tolka observationer av sprickor, blockansamlingar och störningar av jordlagren kan det dock inte uteslutas att unga rörelser skett i berggrunden. För att slutgiltigt förklara de aktuella grottbildningarna krävs omfattande undersökningar. Sådana undersökningar bör omfatta grävning, eventuellt kombinerat med borrhning, för att studera inte bara de lösa jordlagren utan också underliggande berggrund.

## 6 Synpunkter på lokalisering av förbindelsetunnlar

I förstudiens preliminära slutrapport anges tre möjliga lägen för djupförvarets anläggningar ovan jord: Simpevarp, Oskarshamns hamnområde och Storskogen sydväst om Oskarshamn. Som prioriterade områden för själva förvaret anges de områden som nu varit föremål för geologiska fältkontroller. Motsvarande systemutformningar skulle sannolikt kräva förbindelsetunnlar, i det ena fallet från Simpevarpshalvön till ett förvar väster därom, i det andra fallet från hamnområdet i Oskarshamn till ett förvar i området sydväst om Oskarshamn.

Som en del av de kompletterande studierna har därför en översiktlig rekognoscering gjorts längs möjliga tunnelsträckningar från:

- a) Simpevarpshalvön, inom en sektor i huvudsak västerut.
- b) Oskarshamns hamn, inom en sektor i sydväst mot Storskogen och området söder därom.

Som underlag har, förutom geologiska resultat från förstudien, även data från berganläggningar på Simpevarpshalvön och Äspö använts.

### 6.1 Simpevarpsområdet

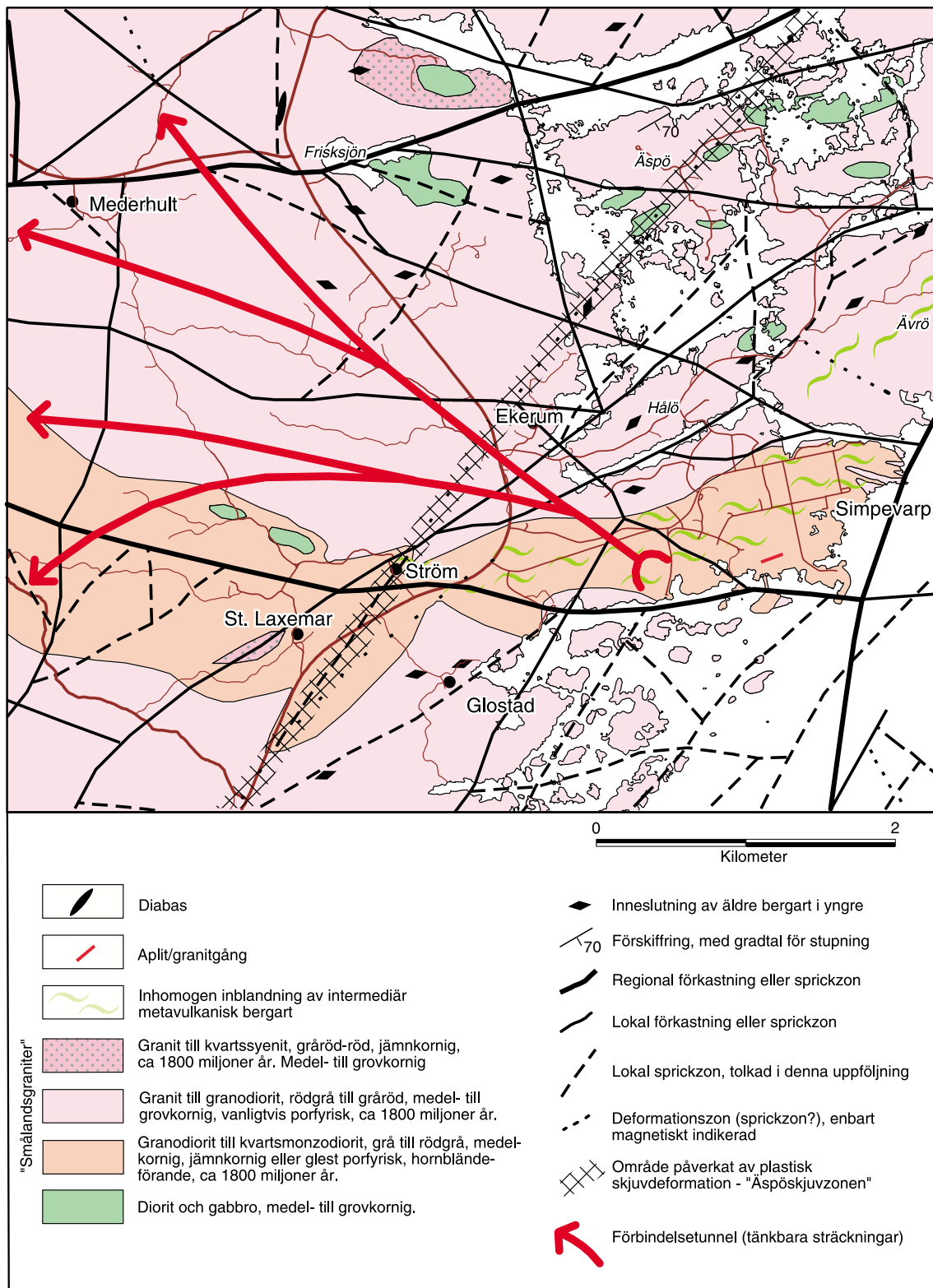
Förbindelsetunneln antas utgå från ett påslag vid en ovanjordsanläggning på Simpevarpshalvön, i något av de två lägen som identifierats i förstudien. Figur 24 visar fallet att tunneln börjar nära CLAB (förstudiens Läge B). Det andra fallet (Läge A) innebär att påslaget görs ca 1 km längre mot nordost. Med avseende på tunnelbyggnad bedöms de två alternativen vara likvärdiga.

Från Simpevarpshalvön leder förbindelsetunneln till ett förvar, på ca 500 m djup, nägonstans inom Laxemarområdet, på ett avstånd av 3 till 10 km från påslaget (figur 24).

#### 6.1.1 Geologiska förhållanden

En tunnel från Simpevarpshalvön bör i sin första del få en sträckning tillräckligt långt mot norr för att med marginal undvika den regionala sprickzon som löper från Lilla Basthult österut genom Stora Laxemar-Ström och därefter avgränsar Simpevarpshalvön söderut. Zonen har sannolikt en bredd på något hundratal meter och är en parallell gren till den mycket distinkta Mederhultzonen som har sin utsträckning i riktning O-V några kilometer norrut.

Enligt den i figur 24 föreslagna sträckningen passerar tunneln i sin första del ca 0,5 km genom den varietet av Smålandsgranit som utmärks av sitt innehåll av metavulkaniska bergarter och talrika gångar av finkornig granit. I de båda bergrummen CLAB 1 och 2 finns stora inslag av denna inhomogena blandbergart. Erfarenheterna från dessa drygt



**Figur 24.** Skisserade sträckningar för en förbindelsetunnel från Simpevarpshalvön till ett förvar i Laxemarområdet.



100 m långa och 20 m breda bergrum är ur byggnadsgeologisk synpunkt mycket positiva. Sprickfrekvensen är visserligen något högre än i omgivande, mera homogena Smålandsgraniter, men har inte vållat några problem ur anläggnings- och förstärknings-synpunkt. Viktigt är också att vatteninläckningen varit ringa.

I sin fortsättning västerut passerar tunneln olika varieteter av mera homogen Smålandsgranit. Dessa varieteter, vilka inte särskiljts i figur 24, bedöms ur bergteknisk synpunkt vara sinsemellan likvärdiga. Erfarenheter från Äspölaboratoriet visar till exempel att någon signifikant skillnad mellan den grå, mera basiska varieteten "Äspödiorit" och den rödaktiga något surare "Ävrö-graniten" inte föreligger vad avser sprickfrekvens, vittrings-benägenhet eller vattenföring.

Ett vanligt inslag i berggrunden är gångar eller sliror av finkornig granit samt i underordnad mängd grovkornig pegmatit. Erfarenheter från Äspö visar att den finkorniga graniten ofta är mera uppsprucken och vattenförande än övriga bergarter i området. Lokalt förekommer mindre massiv eller linser av de basiska bergarterna gabbro och diorit. Dessa bergarter är inte förknippade med förhöjd vattenföring eller några byggnadstekniska problem i övrigt.

Med den föreslagna sträckningen passerar tunneln tre lokala, tolkade sprickzoner innan den skär den regionala så kallade Äspöskjuvzonen, som med NO-lig riktning kan följas från Figeholmsviken i söder över Stora Laxemar-Ekerum genom Äspö och vidare mot nordost.

Den första zon som tunneln passerar är Glostadzonen, som har en utsträckning från Uthammar via Glostad i NO-lig riktning genom Simpevarpshalvön. I samband med förundersökningarna för CLAB 2 lokaliserades denna zon med hjälp av geofysiska mätningar och påträffades i borrhålen KSI29 och HSI04 (Stanfors m fl, 1998). Zonen fick beteckningen SZ6 och beskrivs som mycket vattenförande. Uppgifter om bredd och stupning saknas. Seismiska data talar dock för delvis hög sprickfrekvens längs en sträcka av flera tiotals meter.

Nästa zon som passeras har en utbredning i riktning ONO från Ström i väster genom havsviken som begränsar Hålö i söder. Den är dokumenterad ca 1,5 km österut i Äspötunneln på sträckan ca 0/300–0/350 m (Stanfors m fl, 1992) Den mest intensiva delen av zonen var ca 30 m bred och krävde förstärkning med sprutbetong samt viss förinjektering.

Efter ytterligare några hundra meter påträffas zon nr 3. Den har en sträckning från Stora Laxemar via Ström i havsviken längs Hålös norra del i riktning ONO. Zonen har också påträffats i Äspötunneln ca 2 km österut, inom sektion ca 0/960–1/000 m och betecknades där NE-3 (Stanfors m fl, 1997). Den krävde förstärknings- och tättnings-insatser längs en ca 40 m lång sträcka i tunneln. Zonens stupning är subvertikal.

Nästa zon som tunneln ska passera, den tidigare nämnda Äspöskjuvzonen, är väl dokumenterad på Äspö, såväl genom geologiska observationer som genom kärnbörning (Stanfors m fl, 1994). På Äspö har zonen fått beteckningen EW-1 och har där en bredd, i berggrundsytan, av ca 100 m. I kärnborrhål har konstateras två subvertikala grenar, 10 respektive 40 m breda, med hög sprickfrekvens och visst innehåll av mylonit. Vattenföringen i EW-1 är relativt måttlig.

Efter passage av Äspöskjuvzonen når tunneln ett område med mera homogen Smålandsgranit där endast ett fåtal mer betydande sprickzoner lokaliserats (figur 24). Lokala sprickzoner förekommer dock sannolikt även i detta område, men dessa kan lokaliserats först i samband med de mera detaljerade geundersökningar som förutsätts ske i samband med projekteringen av ett djupförvar.

### **6.1.2 Bergbyggnadstekniska förhållanden**

De olika bergartstyperna längs tunnelsträckningen bedöms ur bergteknisk synpunkt vara sinsemellan i stort sett likvärdiga och lämpliga för tunnelbyggnad. Några särskilda problem ur tunneldrivnings- eller vatteninläckningssynpunkt förväntas i allmänhet inte i de tektoniskt ostörda partierna, möjligen med undantag av lokala avsnitt med förhöjd sprickighet och vatteninläckning, där vissa förstärknings- och tättningsinsatser kan erfordras. Mera omfattande insatser kommer däremot att krävas i de avsnitt där tunneln passerar genom regionala, och större lokala deformationszoner. I några fall kan avsevärd vattenföring förväntas.

Om djupförvaret förläggs norr om Mederhultzonen eller söder om Basthult-Stora Laxemarzonen måste en av dessa zoner passeras med tunneln. Zonerna kan förväntas vara kraftigt uppspruckna och vittrade med risk för stabilitetsproblem och stor vattenföring som följd. Eventuell passage bör därför göras i ungefärligen rät vinkel. För att begränsa tättningsarbetet kan det också vara fördelaktigt att göra passagen så tidigt som möjligt innan tunneln har nått så stort djup. Insatser i form av förstärknings- och tättningsarbeten kan ändå bli stora.

Om tunnelns längd kommer att överstiga ca 4 km kan ett ventilationsschakt till markytan bli erforderligt efter 2 till 3 km. Alternativt kan ett sänkschakt utföras vid djupförvarets centralområde och en del av tunneln drivas därifrån. En tredje möjlighet är att driva hela tunneln utan extra schakt med tunnelborrningsmaskin.

Sammanfattningsvis bedöms de byggnadsgeologiska förutsättningarna för en tunnel västerut från Simpevarpshalvön vara goda. Passage av regionala, och större lokala zoner kan dock komma att erfordra betydande insatser, här som annorstädes. Omfattande geundersökningar, inklusive börning krävs som underlag för att i detalj bestämma tunnelns sträckning.

## 6.2 Oskarshamn-Storskogenområdet

För detta alternativ antas tunnelpåslaget göras inom Oskarshamns hamnområde, på sydsidan av inloppet till hamnbassängen (figur 25). Därifrån går tunneln 5–10 km i SV-lig riktning till ett tänkt förvar i Storskogenområdet.

### 6.2.1 Geologiska förhållanden

Inledningsvis bör påpekas att bedömningen av de geologiska förhållandena i Oskarshamn-Storskogenområdet enbart baseras på de iakttagelser som kan göras av berg i dagen samt på flyggeofysisk och topografisk information. Till skillnad från Simpevarp-Laxemarområdet, föreligger alltså ingen information från kärnborrhål eller berganläggningar. En relativt stor andel blottat berg ger dock goda förutsättningar för en allmän geologisk bedömning.

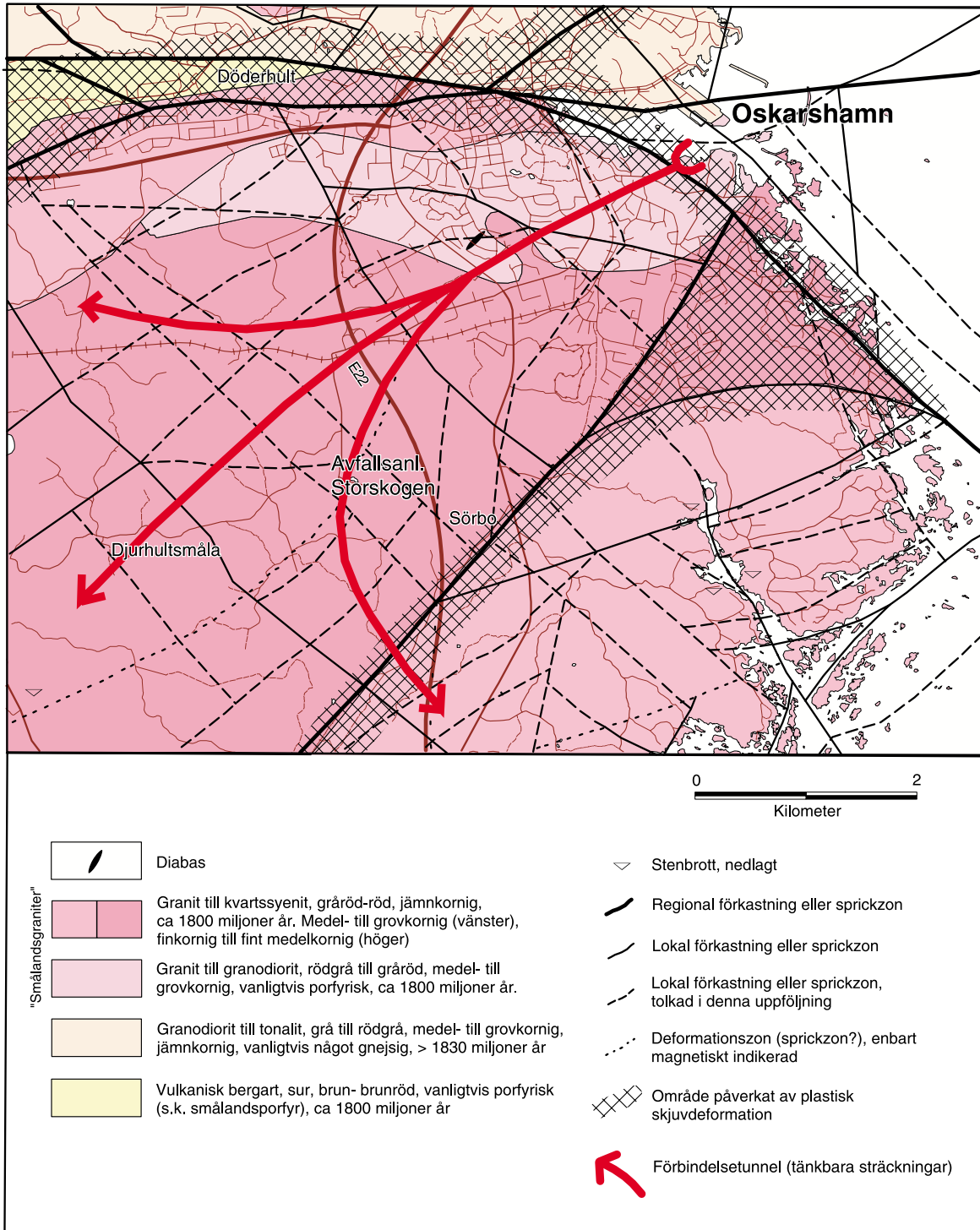
Berggrunden i området domineras av två varieteter av Smålandsgranit, en fin- till medelkornig och en annan mera grovkornig. Ur byggnadsgeologisk synpunkt bedöms dessa bergarter vara likvärdiga. Gångar och sliror av finkornig granit, som är så vanliga i Simpevarp-Laxemarområdet, har inte observerats. De enda gångbergarter som är kända är ett fåtal vertikala diabaser i sydvästra delen av området. Ur bergartssynpunkt kan därmed Oskarshamn-Storskogenområdet betraktas som mycket homogent.

### 6.2.2 Bergbyggnadstekniska förhållanden

Smålandsgraniterna i området bedöms ge mycket goda förutsättningar för tunnelbyggande. Förbindelse-tunnelns sträckning i sydvästlig riktning bör i första hand anpassas så att de båda regionala deformationszonerna, Oskarshamn-Bockarazonen och Oskarshamn-Fliserydzonen, undviks. I dessa zoner är berget kraftigt förskiffrat och uppsprucket, med risk för hög vattenföring. Vidare i sydvästlig riktning skär tunneln med gynnsam vinkel ett antal lokala, tolkade sprickzoner med NV-lig orientering. Närmare uppgifter om dessa zoners karaktär föreligger inte men de bör allmänt betraktas som potentiella svaghetszoner. I sin första del måste tunnelns sträckning under tätbebyggelsen i Oskarshamn givetvis anpassas till lokala förhållanden.

Om tunneln blir längre än ca 4 km kan ett ventilationsschakt till markytan eller ett mellansänke behövas i närheten av korsningen med E 22. Alternativt kan ett sänkschakt utföras vid djupförvarets centralområde och en del av tunneln drivas härifrån. En tredje möjlighet är att driva hela tunneln utan extra schakt med tunnelborrningsmaskin.

Sammanfattningsvis bedöms de byggnadsgeologiska förutsättningarna för en förbindelse-tunnel mellan Oskarshamn och Storskogenområdet vara goda. Noteras bör dock de observationer av spröd deformation som gjorts i området väster om E 22 (figur 19). Kompletterande undersökningar krävs för att i detalj bestämma tunnelns sträckning. Om tunneln ska fortsätta ner i området sydost om Oskarshamn-Fliserydzonen bör passagen av zonen ske under närmast rät vinkel.



**Figur 25.** Skisserade sträckningar för en förbindelsetunnel från hamnområdet i Oskarshamn till ett förvar i Storskögenområdet.

## 7 Referenser

- Andersson M och Nilsson C-A, 1992:** Markgeokemiska kartan 3-7, F-H. Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden 73, 63 s.
- Bergman B, Juhlin C och Palm H, 2000:** Reflektionsseismiska studier inom Laxemarområdet. SKB Under produktion.
- Bergman T, Johansson R, Lindén A H, Lindgren J, Rudmark L, Wahlgren C-H, Isaksson H och Lindroos H, 1998:** Förstudie Oskarshamn – Jordarter, bergarter och deformationszoner. SKB R-98-56, 1-111.
- Bruun Å, Kornfält K-A, Sundberg A, Wik N-G, Wikman H och Wikström A, 1991:** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kalmar län. Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden 65, 1-176.
- Bäckblom G och Stanfors R, 1989:** Interdisciplinary study of post-glacial faulting in the Lansjärv area, northern Sweden 1986-1988. SKB Technical Report 89-31.
- Ekman L, 1998:** Förstudie Oskarshamn. Laxemar – Sammanställning av befintlig geoinformation. SKB Arbetsrapport L-98-21, 1-58.
- Gustafson G, Stanfors R och Wikberg P, 1989:** Swedish Hard Rock Laboratory. First evaluation of 1988 year pre-investigations and description of the target area, the island of Äspö. SKB Technical Report 89-16, 1-152.
- Kornfält K-A och Wikman H, 1987:** Description of the map of solid rocks around Simpevarp. SKB Progress Report 25-87-02, 1-45.
- Kornfält K-A, Persson P-O och Wikman H, 1997:** Granitoids from the Äspö area, southeastern Sweden – geochemical and geochronological data. GFF 119, 109-114.
- Lagerbäck R, 1979:** Neotectonic structures in northern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 100, 263-269.
- Lagerbäck R, 1990:** Late Quaternary faulting and paleoseismicity in northern Fennoscandia, with particular referens to the Lansjärv area, northern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 112, 333-354.
- Lundegårdh P H, Wikström A och Bruun Å, 1985:** Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Oskarshamn. Sveriges geologiska undersökning Ba 34, 1-26.
- Länsstyrelsen i Kalmar län, 1997:** Natur i Östra Småland – Värdefulla naturmiljöer i Östra Småland.
- Muir Wood R, 1993:** A review of the seismotectonics of Sweden. SKB Technical Report 93-13.
- Mörner N-A, 1979:** Earth movements in Sweden, 20 000 BP to 20 000 AP. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 100, 279-286.

- Mörner N-A, 1989:** Postglacial faults and fractures on Äspö. SKB Progress Report 25-89-24.
- Mörner N-A, Somi E och Zuchiewicz W, 1989:** Neotectonics and paleoseismicity within the Stockholm intracratonal region in Sweden. *Tectonophysics* 163, 289–303.
- Nisca, D H, 1987:** Aerogeophysical interpretation, bedrock and tectonic analysis, SKB PR 25-87-04.
- Röshoff K, Stephansson O, Larsson H, Stanfors R och Eriksson K, 1983:** CLAB – an intermediate storage for spent nuclear fuel in Sweden. 5<sup>th</sup> International Congress of Rock Mechanics, Melbourne. E151–159.
- Saksa P och Nummela J, 1998:** Geological-structural models used in SR 97. SKB TR-98-12, 1–102 + Appendices.
- Sjöberg R, 1994:** Bedrock caves and fractured rock surfaces in Sweden. Occurrence and origin. Stockholm University, 110 s.
- SKB, 1990:** Granskning av Nils-Axel Mörners arbete avseende postglaciala strukturer på Äspö. SKB Arbetsrapport 90-18.
- SKB, 1999:** Förstudie Oskarshamn, preliminär slutrapport, 1–297.
- Stanfors, R. och Ericsson, L.O., 1993:** Post-glacial faulting in the Lansjärv area, northern Sweden. Comments from the expert group on a field visit at the Molberget post-glacial fault area, 1991. SKB Technical Report 93-11.
- Stanfors R, Gustafsson G, Munier R, Olsson P, Rhen I, Stille H och Wikberg P, 1992:** Evaluation of geological predictions in the access ramp 0–0/700 metres. SKB, PR 25-92-02.
- Stanfors R och Larsson H, 1998:** Förstudie Oskarshamn. Simpevarpshalvön – Sammanställning av befintlig geoinformation. SKB Arbetsrapport L-98-24, 1–33.
- Stanfors R, Olsson P och Stille H, 1997:** Äspö HRL-Geoscientific evaluation 1997/3. Results from a pre-investigation and detailed site characterization. Comparison of predictions and observations. Geology and mechanical stability. SKB, TR 97-04.
- Stanfors R, Rhen I, Forsmark T och Wikberg P, 1994:** Evaluation of the fracture zone EW-1, based on the cored boreholes KA 1755A, KA 1754A and KA S04. SKB, PR 25-94-39.
- Stanfors R, Stille H, Rhen I och Larsson H, 1998.** Berggrundsundersökningar 1995 och 1997. Clab etapp 2. SKB, PR 97-06.
- Stephens M B, Wahlgren C-H och Weihed P, 1994:** Karta över Sveriges berggrund. Sveriges geologiska undersökning Ba 51.
- Svantesson S-I, 1999:** Beskrivning till jordartskartan 7G Västervik SO/7H Loftahammar SV. Sveriges geologiska undersökning Ae 124.
- Svedmark E, 1904:** Beskrifning till kartbladet Oskarshamn. Sveriges geologiska undersökning Ac 5, 1–85.

**Wikman H och Kornfält K-A, 1995:** Updating of a lithological model of the bedrock of the Äspö area. SKB Progress Report 25-95-04, 1–42.

**Åberg G, 1986:** Further radiometric dating of some young granites and a Småland dike porphyry in southeastern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 108, 57–61.

**Åström L-E, 1986:** Grottor i Sverige. Svenska Turistföreningen, publ. 2586, 96 s.

## Geologisk ordlista

Förklaringarna bygger i huvudsak på ordlistan i Sveriges Nationalatlas, Band 12, Berg och jord, ordlistan i Bengt E H Loberg: Geologi, 4:e upplagan samt TNC 86 Geologisk ordlista.

**Albit.** Natriumrik plagioklasfältspat.

**Alkalin bergart.** Magmatisk bergart karakteriserad av hög halt av natrium och kalium i förhållande till kisel och aluminium.

**Alkalinitet.** Förmåga hos vatten att binda syror.

**Amfibol.** En grupp av silikater med prisma-tisk kristallform. De viktigaste mineralen i gruppen är hornblände och aktinolit-tremolit.

**Amfibolit.** Metamorf bergart bestående av huvudsakligen amfibol och plagioklas.

**Anatektisk.** Bildad genom uppsmältning av äldre bergarter.

**Andalusit.** Aluminiumsilikat.

**Andesit.** Intermediär vulkanisk bergart som domineras av plagioklas och mörka mineral t ex hornblände, pyroxen, biotit.

**Anomali.** Lokal avvikelser.

**Antiform.** En ryggformad upphöjning som uppkommit genom veckning av en lagerserie. Motsats till synform.

**Antropogen.** Orsakad eller påverkad av människan.

**Aplit.** Finkornig, granitisk bergart med låg halt av mörka mineral. Uppträder vanligtvis som gångar.

**Arenit (sandsten).** Sedimentär bergart med kornstorlek 0,06–2 mm.

**Argillit.** Finkornig sedimentär bergart som bildats ur lera och silt.

**Arkos.** Sandsten som innehåller minst 25 % fältspatfragment.

**Aureol.** Område med speciell karaktär kring en bergartsintrusion.

**Axialplan.** Se veckaxelplan.

**Baltiska Issjön.** En av flera isdämda sjöar som bildades i nuvarande Östersjö-området i samband med inlandsisens avsmältning. Baltiska Issjön dränerades för ca 11 200 år sedan.

**Bandning.** Omväxlande mer eller mindre parallella lager med olika färg, kornstorlek, mineralsammansättning osv.

**Basalt.** Basisk vulkanisk bergart.

**Basisk bergart.** Bergart med 45–52 viktprocent SiO<sub>2</sub>.

**Bergart.** Sammanhållet aggregat av ett eller vanligen flera mineral.

**Bentonit.** Mjuk, plastisk lera.

**Biotit.** Mörkt glimmermineral.

**Blyglans.** Sulfidmineral. Blyglans är det viktigaste blymineralet.

**Breccia.** Bergart som består av kantiga bitar i en mer finkornig mellanmassa.

**Böljeslagsmärke.** Symmetrisk, vågliknande struktur i sediment bildad genom vattnets vågrörelser över sedimenten.

**Charnockit.** Granit som innehåller mineralen ortopyroxen (en pyroxen med rombisk kristallstruktur).

**Cordierit.** Ett silikatmineral vanligt i metamorfa bergarter.

**Dacit.** Intermediär vulkanisk bergart som domineras av plagioklas, kvarts och mörka mineral.

**Deformationszon.** En svaghetszon i berggrunden utefter vilken berggrunden på ömse sidor rört sig i förhållande till varandra.

**Diabas.** En gångbergart som bildar mer eller mindre branta skivor i berggrunden.

**Diabasgång.** Se diabas.

**Diamantborrning.** Undersökningsborrning med diamantsatt borrkrona. Borrningen syftar till att ta upp en serie prov, borrkärna, av berggrunden.

**Digital.** Representation av data med hjälp av siffror.

**Diorit.** Intermediär djupbergart som domineras av plagioklas och mörka mineral.

**Diopsid.** Se pyroxen.

**Diskordans.** Avbrott i en lagerserie där lagren över och under avbrottet bildar vinkel mot varandra.

**Dissemination.** Spridd fördelning i bergart av ett eller flera mineral.

**Djupbergart.** Magmatisk bergart som kristalliserat (stelnat) i djupare delar av jordskorpan.

**Dolomit.** Bergart huvudsakligen bestående av mineralet dolomit (Kalcium-magnesium-karbonat).



**Drumlin.** I inlandsisens eller glaciärs rörelseriktning utsträckt elliptisk rygg, huvudsakligen bestående av morän.

**Eem.** Värmeperioden före Weichsel-istiden.

**Epicentrum.** Punkt på jordytan belägen rakt ovanför en jordbävningens centrum.

**Epidot.** Ett mossgrönt vattenhaltigt silikat med kalcium, aluminium och järn. Mineralet är vanligt som sprickfyllnad.

**Erosion.** Nednötning. Den process vid vilken material på jordytan lösgörs och förs bort av vatten, rörlig is, vind eller vågor.

**Fanerozoikum.** Geologisk tidsålder, yngre än 545 miljoner år.

**Fennoskandiska skölden.** Urbergsområde som omfattar Sverige med undantag av fjällkedjan och sydvästra Skåne, större delen av Finland, nordvästra Ryssland och delar av Sydnorge.

**Finmo.** Jordart med kornstorleken 0,02-0,06 mm.

**Flygsand.** Sand avlagrad av vinden.

**Flyttblock.** Stora av inlandsisen transporterade block.

**Formlinjer.** Linjer som markerar en trend. Strukturella formlinjer visar trenden av planstrukturer i berggrunden. Magnetiska konnektioner länkar ihop magnetiska anomalier som bedöms representera strukturella trender.

**Fossil.** Förstenade lämningar efter djur och växter.

**Fältspat.** Sammanfattande namn för en grupp bergartsbildande mineral. De viktigaste är kalifältspat och plagioklas.

**Förskiffring.** Planstruktur i en bergart definierad av parallellorientering av mineral-korn. Bildad under högt tryck och temperatur.

**Förkastning.** En spricka eller sprickzon parallellt med vilken berggrunden har rört sig.

**Gabbro.** Basisk djupbergart som består av mineralen plagioklas, pyroxen, hornblände och i vissa fall även olivin.

**Glacial.** Istid. Betecknar även företeelser och bildningar relaterade till en inlandsis.

**Glaciation.** Nedisning.

**Glimmer.** Silikat som kristalliserar i bladiga eller fjälliga former. Vanligast är biotit och muskovit.

**Gnejs.** Högmetamorf bergart med mer eller mindre välutvecklad planstruktur, ofta också med bandning.

**Gnejsgranit.** Omvandlad (förgnejsad) granit.

**Granat.** Sammanfattande namn för en grupp av silikatmineral med kubisk kristallform och varierande sammansättning.

**Granatådergnejs.** Granatförande ådergnejs.

**Granit.** Djupbergart bestående av huvudsakligen mineralen kvarts, fältspat, glimmer och/eller hornblände.

**Granitoid.** Samlingsnamn för kvartsrika djupbergarter, dvs granit, granodiorit, tonalit.

**Grus.** Jordart med kornstorlek 2–20 mm.

**Granodiorit.** En sur djupbergart som domineras av kvarts och fältspat. Plagioklas dominerar över kalifältspat.

**Gråvacka.** Sandsten med varierande kornstorlek och 15 % eller mer lerigt material.

**Gyttjelera.** Jordart (lera) med 2–6 % organiskt material.

**Gångbergart.** En magmatisk bergart i form av en skiva. Utgör sprickfyllnader och har vanligen bildats i övre delen av jordskorpan.

**Hematit.** Järnoxidmineral.

**HK** = Högsta Kustlinjen

**Hornblände.** Se amfibol.

**Hybridbergart.** Blandbergart.

**Hydraulisk konduktivitet.** En jord- eller bergarts förmåga att släppa igenom vatten.

**Hyperitdiabas.** Svart diabas som vanligen innehåller två pyroxener och järnoxidpigmenterad plagioklas.

**Högsta Kustlinjen.** Den högsta nivå dit havet nådde i samband med den senaste isavsmältningen. Denna ligger olika högt i skilda delar av landet bl a beroende på hur stor landhöjningen varit.

**Ignimbrit.** Vulkanisk bergart avlagrad av ett pyroklastiskt flöde.

**Ignimbritstruktur.** Struktur i ignimbrit vari pimpstens- och andra fragment kraftigt plattats ut.

**Illit.** Glimmerliknande lermineral.

**Inlandsis.** Ismassa som täcker stora delar av en kontinent.

**Interglacial.** Tiden mellan två istider.

**Intermediär bergart.** Bergart med 52–65 viktprocent SiO<sub>2</sub>.

**Interstadial.** Tiden mellan två kallare perioder inom samma istid.

**Intrusiv.** Magmatisk bergart som trängt in i och stelnat i jordskorpan som massiv eller som gångar.

**Isostasi.** Jämviktstillstånd i jordskorpan.

**Isräffla.** Repa i fast berg orsakad av block eller sten som transporterats i undre delen av inlandsisens.

**Isälvsavlagring.** Se isälvs sediment.

**Isälvs sediment.** Sediment som transporterats av isälvar och smältvattenströmmar för att sedan avlagras vid isfronten i samband med avsmältningen.

**Jordart.** Lösa avlagringar på jordytan.

**Jordskorpa.** Den yttersta delen av jordklotet, ned till 5–10 km under oceanerna och till ca 35 km under kontinenterna.

**Kalcit.** Kalciumkarbonat. Huvudmineral i kalksten.

**Kalifältspat.** En kaliumrik fältspat.

**Kalksten.** Bergart bestående av i huvudsak kalcit.

**Kame.** Kulle med markanta sidor eller oregelbunden rygg, huvudsakligen uppbyggd av isälvssediment i kontakt med inlandsis.

**Kaolinit.** Ett lermineral. Se kaolin.

**Kaolin.** Grå eller vit lera huvudsakligen bestående av kaolinit.

**Kaxborrning.** Undersökningsborrning i berg utan att något prov i form av borrhärna erhålles (jfr diamantborrning). Det finkorniga material som bildas vid borrningen kallas borrhärax. Kaxet kan studeras på olika sätt och ge information om berggrunden i borrhålet.

**Klorit.** Glimmerliknande, vanligen grönt, silikatmineral.

**Koboltglans.** Ett silvervitt kobolthaltigt sulfidmineral.

**Konduktivitet.** Elektrisk ledningsförmåga hos vatten.

**Konglomerat.** Sedimentär bergart som består av rundade stenar i en oftast sandig eller grusig mellanmassa.

**Kopparkis.** Ett kopparsulfidmineral. Det i Sverige viktigaste mineralet för utvinning av koppar.

**Kraton.** Konsoliderad och stabil del av den kontinentala jordskorpan.

**Kratonisering.** Konsolidering och stabilisering av jordskorpan.

**Krossbreccia.** Bergart bildad genom mycket kraftig spröd deformation. Består av kantiga fragment i en finkornig mellanmassa.

**Kuddlavestruktur.** Kuddliknande struktur i basisk bergart, bildad genom att lava flutit ut på havsbotten.

**Kvarts.** Kiseldioxid ( $\text{SiO}_2$ ).

**Kvartsit.** Mycket hård, kvartsrik, sedimentär bergart.

**Kvartärtid.** Den senaste geologiska tidsperioden, vilken omfattar tiden från ca 2 milj år sedan till nutid.

**Landhöjning.** Höjning av landytan i förhållande till havsytan.

**Laumontit.** Silikatmineral bildat genom omvandling av fältspat.

**Lava.** Magma som trängt ut på jordytan.

**Leptit.** Äldre beteckning, särskilt i Bergslagen, på en omvandlad sur vulkanisk bergart (metavulkanit).

**Lera.** Jordart med kornstorlek  $< 0.002$  mm.

**Lermineral.** Olika grupper av mineral som bygger upp leriga sediment.

**Lervarvmätningar.** Studier av varvig lera. Ett varv motsvarar avsättningen under ett år.

**Lineament.** Rak eller svagt böjd långsträckt struktur.

**Läsidemorän.** Moränrygg avsatt längs med isrörelseriktningen. I allmänhet sydost om en håll.

**Magma.** Smält berg.

**Magmatisk bergart.** Bergart bildad ur en bergarts-smälta (magma).

**Magnetisk susceptibilitet (magnetiserbarhet).** Parameter som beskriver ett geologiskt materials magnetiska egenskaper.

**Magnetiska konnektioner.** Se formlinjer.

**Magnetiskt lineament.** Rak eller svagt böjd långsträckt struktur som kan ses på en magnetisk karta.

**Magnetit.** Magnetiskt mineral (järnoxid). Viktigt mineral för utvinning av järn.

**Magnitud.** Mått på styrkan av en jordbävning.

**Malm.** En mineralkoncentration som är ekonomiskt brytvärd.

**Mantel.** Den del av jordklotet som ligger under jordskorpan, ned till ca 2 900 m djup.

**Marmor.** Genom metamorfos omkristalliserad kalksten eller dolomit.

**Massformig.** Slumpmässig fördelning och orientering av mineralen i en bergart.

**Meta-** Prefix som används framför bergartsnamn för att indikera omvandlad karaktär (t ex metavulkanit). Jämför metamorfos.

**Metabasit.** Omvandlad basisk bergart.

**Metamorf.** Omvandlad.

**Metamorfos.** Den omvandling som en bergart genomgår när den utsätts för ändrat tryck och/eller ändrad temperatur.

**Metasedimentär bergart.** Omvandlad, ursprungligen sedimentär bergart.

**Metavulkanisk bergart.** Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

**Metavulkanit.** Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

**Migmatit.** Bergart bildad genom delvis uppsmältning och rekristallisation av äldre berggrund.

**Migmatitgranit.** Granit bildad genom uppsmältning av äldre berggrund.

**Migration.** Vandring. Exempelvis ett ämnes rörelse i ett medium.

**Mikroclin.** En varietet av kalifältspat. Ett av de vanligaste bergartsbildande mineralen.

**Mineral.** Fast, oorganisk substans som är definierad genom sin kemiska sammansättning och kristallsymmetri.

**Mjåla.** Jordart med kornstorlek 0,002–0,02 mm.

**Mo.** Jordart med kornstorlek 0,02–0,2 mm.

**Monzodiorit.** En intermediär djupbergart som innehåller fältspat och mörka mineral. Plagioklas dominerar över kalifältspat.

**Monzonit.** En intermediär djupbergart som innehåller huvudsakligen kalifältspat och plagioklas. Kvartsförande varianten kallas kvartsmonzonit.

**Morän.** Jordart som avlagrats av inlandsisen. Moränen har varierande sammansättning av block, sten, grus, sand, mo, mjåla och ler.

**Moränbacklandskap.** Kuperad terräng av morän.

**Muskovit.** Ljust glimmermineral.

**Mylonit.** Finkornig bergart bildad genom mycket stark plastisk deformation.

**Mylonitzonen.** En starkt mylonitiserad zon i Sydvästsveriges gnejsberggrund.

**Nefelin.** Ett fältspatliknande mineral rikt på natrium.

**Nefelinsyenit.** Intermediär alkalisk djupbergart som domineras av kalifältspat, nefelin och mörka mineral.

**Neosom.** Nybildat (rekristalliserat) material i en migmatit.

**Neotektonik.** Unga tektoniska rörelser i jordskorpan.

**Norit.** Basisk djupbergart.

**Olivin.** Järn-magnesiumsilikat som främst förekommer i basiska bergarter.

**Ordovicisk.** Från den tidsperiod ca 495–443 miljoner år sedan som benämns ordovicium.

**Orogen.** Se orogent bälte.

**Orogent bälte.** Vanligen långsmalt område av jordskorpan inom vilket bergskedjebildning sker eller har skett.

**Orogenes.** Bergskedjebildning.

**Ortofoto.** En bild av marken där hela bilden gjorts skalriktig.

**Paleosom.** Rester av moderbergarten i en migmatit.

**Pechblände.** Uranmineral.

**Pegmatit.** En grovkristallin granitisk bergart som vanligen bildar gångar eller mindre massiv.

**Peneplan.** En utbredd flack, relativt jämn berggrundsytta bildad genom långvarig erosion.

**Permeabel.** Genomsläpplig.

**pH.** Surhetsgrad hos vatten.

**Pimpsten.** Ljus, porös, pyroklastisk bergart.

**Plagioklas.** En fältspat rik i sodium och kalcium.

**Plastisk deformation.** Deformation vid vilken berggrunden reagerar plastiskt, dvs beter sig som en trögflytande massa. Vid denna deformation bildas t ex plastiska skjuvzoner med kraftig förskifning och linjärstruktur.

**Plastisk skjuvzon.** Se plastisk deformation.

**Plattekttonik.** Modell som beskriver jordskorpan uppdelning i plattor och hur plattorna rör sig.

**Porfyr.** Bergart som karaktäriseras av att enskilda större kristaller (strökorn) ligger spridda i en finkornig mellanmassa (matrix).

**ppm.** Parts per million. "en miljondel"  
Vanligt sätt att uttrycka låga halter.  
Jfr procent = "en hundradel"

**Postglacial.** Efter istiden (post=efter)

**Prehnit.** Silikatmineral.

**Prekambrium.** Geologisk tidsålder, äldre än 545 miljoner år.

**Primorogen.** Se tidigorogen.

**Protoginzone.** En ungefär nord-sydlig zon från Skåne till norra Värmland. Den östra begränsningen av den svekonorvegiska orogenerna.

**Pyroklastisk bergart.** Bergart bestående av brottstycken och andra partiklar bildade som ett direkt resultat av vulkanism.

**Pyroklastiskt flöde.** En kraftigt upphettad blandning av vulkaniska gaser och utbrottsprodukter. Flyter som laviner nedför vulkansidorna.

**Pyroklastiskt fall.** Nedfall av vulkaniska utbrottsprodukter från luften.

**Pyroxen.** Mineralgrupp med prismatisk kristallform.

**Radioaktivitet.** Spontan sönderfall av ett radioaktivt ämne, ofta via en sönderfallskedja, till ett stabilt ämne. Vid sönderfallet utsänds olika typer av strålning

**Radon.** En färg- och luktlös radioaktiv ädelgas som bildas genom sönderfall av radium.

**Randzon.** Område där isfronten tidvis har stått stilla eller ryckt fram.

**Rapakivigranit.** Lättvitträd granit karakteriserad av större korn av kalifältspat klädda med tunna skal av plagioklas.

**Refraktionsseismik.** Geofysisk metod som utnyttjar seismiska vågors brytning (refraktion) i kontakten mellan olika media som t ex jord-berg i marken.

**Regression.** När havet successivt drar sig tillbaka med resulterande ökning av ett landområde. Motsats till transgression.

**Resistivitet.** (Elektriskt) motstånd.

**Ryolit.** Sur vulkanisk bergart (ytbergart) med granitisk sammansättning.

**Rörelsebelopp.** Mått på storleken av t ex en förkastning.

**Sand.** Jordart med kornstorlek 0,06–2,0 mm.

**Sandsten.** Se arenit.

**Sandur.** Sand- och grusavlagring bildad av smältvattenflöden från glaciär eller inlandsis.

**Satellitdata.** Mätningar, vanligen av elektromagnetisk strålning, gjorda från satelliter som cirklar runt jorden.

**Sediment.** Från luft, vatten eller is avlagrat fast material samt material som ackumulerats genom kemisk utfällning.

**Sedimentgnejs.** Gnejsomvandlad sedimentär bergart.

**Sedimentär bergart.** Till en bergart hopläkt sediment.

**Seismicitet.** Stötvågor (jordskalv) i berg orsakade av elastiska vågor alstrade genom rörelser på relativt stort djup i jordskorpan.

**Sen-glacial förkastning.** Se neotektonik.

**Serpentin.** Grupp av vanligen gröna och vid beröring tvålaktigt glatta mineral. Vanligen bildade genom omvandling av t ex olivin och pyroxen.

**Siljansringen.** Rund struktur vid Siljan bildad vid meteoritnedslag.

**Silikat.** Kemisk förening mellan kisel (Si) och syre (O). Se även silikatmineral.

**Silikatmineral.** Den typ sv silikat som förekommer i naturen. Över 90 % av jordskorpan består av bergartsbildande silikatmineral, främst amfiboler, pyroxener, oliviner och kvarts.

**Sillimanit.** Aluminiumsilikat.

**Silt, -ig.** Jordart med kornstorlek 0,002–0,06 mm.

**Skarn.** Äldre svensk benämning på mineral som hör ihop med järn- och sulfidmalmer. Det ofyndiga berget inom en malmförekomst.

**Skjuvdeformation.** Deformation vid vilken rörelser har skett inom och mellan berggrundsblocken.

**Skjuvzon.** Ett linjärt berggrundsområde som kännetecknas av intensiv deformation.

**Skolla, skollkomplex.** Ett bergartspaket som skjutits fram över den underliggande berggrunden längs en flack yta.

**Sköl.** Zon med svagare berg än omgivningen.

**Slira.** Ett oregelbundet slingrande parti i en bergart.

**Smektit.** Ett lermineral. Viktig beståndsdel i bentonit.

**Susceptibilitet.** En bergarts förmåga att magnetiseras.

**Spektralmätning.** Strålningsmätning som till skillnad från totalmätning mäter strålningen fördelad på olika våglängder.

**Sprickzon.** Se spröd deformation.

**Spröd deformation.** Deformation vid vilken berggrunden reagerar genom uppsprickning. Vid denna deformation bildas enskilda sprickor och ansamlingar av sprickor till sk sprickzoner.

**Stadial.** Kallare period under en istid, när inlandsisen tillväxer.

**Stratigrafiska (undersökningar).** Undersökningar som syftar till att utreda bergarternas inbördes åldersförhållanden.

**Stromatoliter.** Skiktade kupolformade strukturer i kristallin kalksten troligtvis bildade av alger.

**Strukturella formlinjer.** Se formlinjer.

**Strykning.** Riktning av en planstruktur (t ex förskiffring, sprickzon, bergartskontakt).

**Stupning.** Vinkel som en planstruktur (t ex förskiffring, sprickzon, bergartskontakt) bildar med horisontalplanet.

**Stänglighet.** Linjär, ”käppliknande” struktur i en bergart, beroende på att långsträckta mineralkorn eller aggregat är orienterade parallellt.

**Subkambriska peneplanet.** Ett peneplan (jämn berggrundsytta) som hade bildats innan för 545 miljoner år sedan.

**Subvulkanisk intrusion.** En vulkanitliknande bergart som dock visar klart intrusivt utträdande mot omgivande bergarter.

**Sur bergart.** Bergart med > 65 viktprocent SiO<sub>2</sub>.

**Svallning.** Vågornas eroderande verkan på en strand.

**Svallsediment.** Genom svallning frigjort material som sedan avsatts.

**Syenit.** Intermediär djupbergart som domineras av kalifältspat och mörka mineral. Kvartsförande varianten kallas kvartssyenit.

**Synform.** En trågformad sänka i jordskorpan. Motsats till antiform.

**Tektonik.** Den storskaliga uppbyggnaden av jordskorpan. Termen omfattar geologiska processer och strukturer relaterade till rörelser i berggrunden.

**Textur.** Mineralkornens orientering (”mönster”) i en bergart.

**Tidigorogen.** Beteckning på de äldsta djupbergarterna i en orogenes.

**Tonalit.** En sur djupbergart som domineras av kvarts och plagioklas.

**Topografiskt lineament.** Rak eller svagt böjd långsträckt struktur i naturen.

**Torkspricka.** Spricka uppkommen genom uttorkning av en finkornig sediment.

**Tornquistzonen.** En zon av förkastningar i nordväst-sydost mellan Svarta Havet och Nordsjön. Zonen går genom Skåne och markerar där sydvästra randen av den Baltiska skölden.

**Torv.** Organisk jordart som bildas genom nedbrytning av döda växt- och djurdelar.

**Totalhårdhet.** Sammanlagda halten av kalcium och magnesium i vatten.

**Transgression.** När havet successivt tränger in över ett landområde. Motsats till regression.

**Tremolit.** Se amfibol.

**Tuff.** Bergart bestående av bl a vulkanisk aska.

**Tuffit.** Bergart bestående av vulkanisk aska blandad med sediment.

**Täljsten.** Mjuk bergart som består av klorit och talk (ett magnesiumsilikat)

**Ultrabasisk bergart.** Djupbergart med extremt låg (< 45 viktprocent) SiO<sub>2</sub>.

**Units of radiation (ur).** 1 ur motsvarar strålningen från 1 ppm uran i en bergart.

**Ur.** Se units of radiation.

**Urbergssköld.** Se kraton.

**Urgranit.** Äldre benämning på tidigorogena sura djupbergarter.

**Veckaxelplan.** Det plan som sammanbinder veckaxlarna för varje lager i en veckad bergartsserie.

**Veckaxel.** Omböjningslinjen för ett veck.

**Veck.** Böjd planstruktur i berg.

**Vittring.** Sönderdelning och omvandling av berg och jord genom mekaniska och kemiska processer.

**VLF (Very Low Frequency) -mätning.** Elektromagnetisk mätmetod som kan användas för påvisning av brantstående kroppar eller strukturer med hög elektrisk ledningsförmåga.

**Vulkanisk aska.** Finkornig produkt vid vulkanutbrott.

**Vulkanisk bergart.** Bergart bildad genom vulkaniska processer.

**Vulkanisk breccia.** Vulkanisk bergart bestående av kantiga brottstycken större än 64 mm.

**Vulkanisk process.** Utströmning vid jordytan av magma, fragment, aska, gaser etc.

**Vulkanit.** Se vulkanisk bergart.

**Weichsel-Istiden.** Den senaste istiden i Sverige.

**Ytbergart.** Bergart bildad på eller nära jordens yta genom sedimentära eller vulkaniska processer.

**Zinkblände.** Ett gult, brunt eller svart diamantglänsande sulfidmineral (zinksulfid).

**Ådergnejs.** En form av migmatit med ådrig struktur.

**Överskjutning.** Den process vid vilken berggrundsskivor (skollor) skjuts upp över ursprungligen högre belägna lager.