

R-00-11

Förstudie Hultsfred

Jordarter, bergarter och deformationszoner

Rune Johansson, Karl-Axel Kornfält, Anders H Lindén,
Sven-Ingemund Svantesson, Carl-Henric Wahlgren
Sveriges Geologiska Undersökning

Hans Isaksson
GeoVista AB

Hardy Lindroos
Mirab

Februari 2000

Svensk Kärnbränslehantering AB

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



Förstudie Hultsfred

Jordarter, bergarter och deformationszoner

Rune Johansson, Karl-Axel Kornfält, Anders H Lindén,
Sven-Ingemund Svantesson, Carl-Henric Wahlgren
Sveriges Geologiska Undersökning

Hans Isaksson
GeoVista AB

Hardy Lindroos
Mirab

Februari 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

Projektet "Förstudie Hultsfred – Jordarter, bergarter och deformationszoner" har genomförts av en grupp geovetare vid Sveriges geologiska undersökning (SGU), GeoVista AB och Mirab. Utredningen spänner över olika geovetenskapliga ämnesområden och gruppens sammansättning speglar detta.

Under det gemensamma arbetet har ansvaret fördelats på följande sätt:

Jordartsgeologi	Sven-Ingemund Svantesson, SGU
Berggrundsgeologi	Karl-Axel Kornfält, SGU
Deformationszoner	Carl-Henric Wahlgren, SGU Hans Isaksson, GeoVista AB
Exploateringsintressen	Hardy Lindroos, Mirab
Radon i jordarter och berggrund	Anders H Lindén, SGU
Sammanställning	Rune Johansson, SGU

Sammanställningar av befintlig information har gjorts för att kunna presenteras i skala 1:100 000 men redovisas i rapporten i skala 1:300 000. Kartor i originalskala eller i digital form tillhandahålls av SKB.

Sammanfattning

Mål och förutsättningar

På uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har en sammanställning och utvärdering gjorts av befintlig information rörande jordarter, bergarter och deformationszoner inom Hultsfreds kommun. Målet har varit att göra en översiktlig bedömning av de geologiska förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar.

Den befintliga informationen inom undersökningsområdet är varierande såväl när det gäller tätheten av observationer och mätningar som ålder och delvis kvalitet. Bedömningar av områden där underlaget är mindre tillfredställande måste därför användas med extra stor försiktighet.

De lokaliseringsfaktorer som studerats är främst berggrundens sammansättning och homogenitet, regionala deformationszoner, berggrundens malmpotential, samt jordlagrens mäktighet och sammansättning. Även faktorer som radiumhalten i berggrunden och förekomst av jordskalv har berörts.

Allmänna geologiska förhållanden

Jordarter

Jordartsförhållandena inom kommunen förväntas generellt sett inte medföra några särskilda problem vid undersöknings- och anläggningsarbeten. Jorddjupen är i allmänhet små och andelen berg i dagen stor. Mäktigheter på mer än fem meter, i vissa fall över 20 m, påträffas i begränsande områden, främst i dalgångarna och i isälvsavlagringarna. I de fall jordarterna är, eller kan förväntas bli, föremål för exploatering bedöms inte ett djupförvar påverka eller påverkas av sådana aktiviteter. Anläggningarna ovan jord bör dock lokaliseras på sådant sätt att nyttjandet av naturresurserna inte blockeras.

Bergarter inklusive exploateringsintressen

Berggrunden domineras av relativt välbevarade graniter (huvudsakligen Smålandsgranit) och, i mindre omfattning, av vulkaniska bergarter (huvudsakligen Smålandsvulkanit) samt av vanligen deformerade granitoider med associerade basiska djupbergarter. Vanligt förekommande är också olika gångbergarter, framför allt diabaser. Alla dessa bergartstyper är vanligt förekommande i Sveriges urberg och, bortsett från gångbergarterna, generellt sett gynnsamma ur förvarssynpunkt. Emellertid finns stora områden i kommunens nordvästra del, samt i söder och sydväst, där inslaget av större eller mindre massiv av gabbro och diorit, inneslutningar av dessa bergarter samt förekomst av olika gångbergarter gör att berggrunden är mycket inhomogen.

Information från geofysiska flygmätningar visar att radiumhalten i berggrunden generellt sett är låg. Endast i ett område vid Stora Hammarsjö och mot sydväst är halten måttligt, eller i några fall markant förhöjd.

Malmpotentiella områden utgör endast en liten del av kommunens berggrund och det finns i dag ingen aktiv prospekteringsverksamhet. Virserumsmassivet i kommunens sydvästra del bedöms dock ha en potential med avseende på nickel och koppar samt eventuellt platina.

Deformationszoner (plastiska skjuvzoner, sprickzoner och förkastningar)

Den södra delen av kommunen karakteriseras av ett storregionalt system av plastiska skjuvzoner och mellanliggande tektoniska linser som inte innehåller plastiska skjuvzoner eller där frekvensen av zoner tolkas vara låg. Längre norrut finns endast en mera betydande plastisk skjuvzon, i området sydost om Hultsfred.

Den mest framträdande spröttektoniska strukturen är det nord-sydliga system av sprickzoner som löper genom Storebro och Hultsfred till Målilla och vidare söderut genom Mörlunda till Högsby. Strukturen utgör en kombination av breda sänkor och smalare, mer markerade dalar. I övrigt bildar de tolkade regionala sprickzonerna ett sprickzonsmönster där nordvästliga- till ost-västliga riktningar dominerar. Vissa sprickzoner följer de äldre plastiska skjuvzonerna, s k reaktivering, men många bildar egna system. De regionala sprickzonerna avgränsar berggrundsblock som till ytan är upp till mer än 10 km² stora. Det finns därmed goda möjligheter att förlägga ett djupförvar till en bergvolym mellan de uthålliga sprickzonerna. Inom dessa bergvolymmer förekommer mindre sprickzoner som bör kartläggas om vidare undersökningar skulle bli aktuella.

Sen- eller postglaciala förkastningar och seismicitet

Några säkra tecken på sen- eller postglaciala förkastningar har inte rapporterats från kommunen. Exempel på fenomen som dock skulle kunna bli föremål för diskussion vad gäller sena rörelser i berggrunden är Lasse-Majagrottan norr om Järnforsen och sprickdalen vid More kastell. Om fortsatta undersökningar blir aktuella bör alla tecken på unga rörelser i berggrunden noga beaktas. Hultsfreds kommun ligger dock i ett i dag seismiskt stabilt område.

Berggrundens långsiktiga stabilitet

Den fennoskandiska skölden är mycket stabil och de rörelser som gett upphov till de regionala deformationszoner som beskrivs i föreliggande rapport är mycket gamla. Det finns ingen anledning att anta att några framtida rörelser av denna dignitet skall ske under den tid, ca 100 000 år, som behöver beaktas för ett djupförvar.

De först förväntade rörelserna i berggrunden är de som kan komma att utlösas i samband med avsmältningen av en framtida inlandsis, om tidigast flera tiotusentals år. Rörelserna antas då företrädesvis ske utefter äldre sprickzoner. Sådana zoner bedöms dock kunna undvikas vid lokaliseringen av djupförvaret.

Förutsättningar för att lokalisera ett djupförvar till Hultsfreds kommun

Med ett område av intresse för fortsatta studier avses ett område där det, utifrån de geologiska faktorer som studerats, bedöms möjligt att identifiera en bergvolym med de egenskaper och den storlek som behövs för att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle.

Resultatet av den utförda undersökningen visar med andra ord inom vilka områden det i första hand bedöms meningsfullt att bedriva mer detaljerade undersökningar.

Betydande delar av Hultsfreds kommun bedöms vara av intresse för fortsatta undersökningar. Vissa områden har dock bedömts vara mindre intressanta eftersom de omfattar; inhomogen berggrund, regionala plastiska skjuvzoner eller malmpotentiell berggrund. Ett framträdande N-S-ligt system av sprickzoner som sträcker sig genom hela kommunen har också bedömts mindre intressant för vidare studier.

Efter att hänsyn tagits till ovanstående faktorer kvarstår sex områden, se till sammanfattningen bifogad figur, som intressanta för vidare undersökningar. Gemensamt för områdena är att de uppvisar en homogen berggrund och att förekommande regionala sprickzoner avgränsar berggrundsblock som är tillräckligt stora för att rymma ett djupförvar. Berggrunden domineras helt av Smålandsgranit (Växjö- och Filipstadsgranit).

De aktuella områdena är:

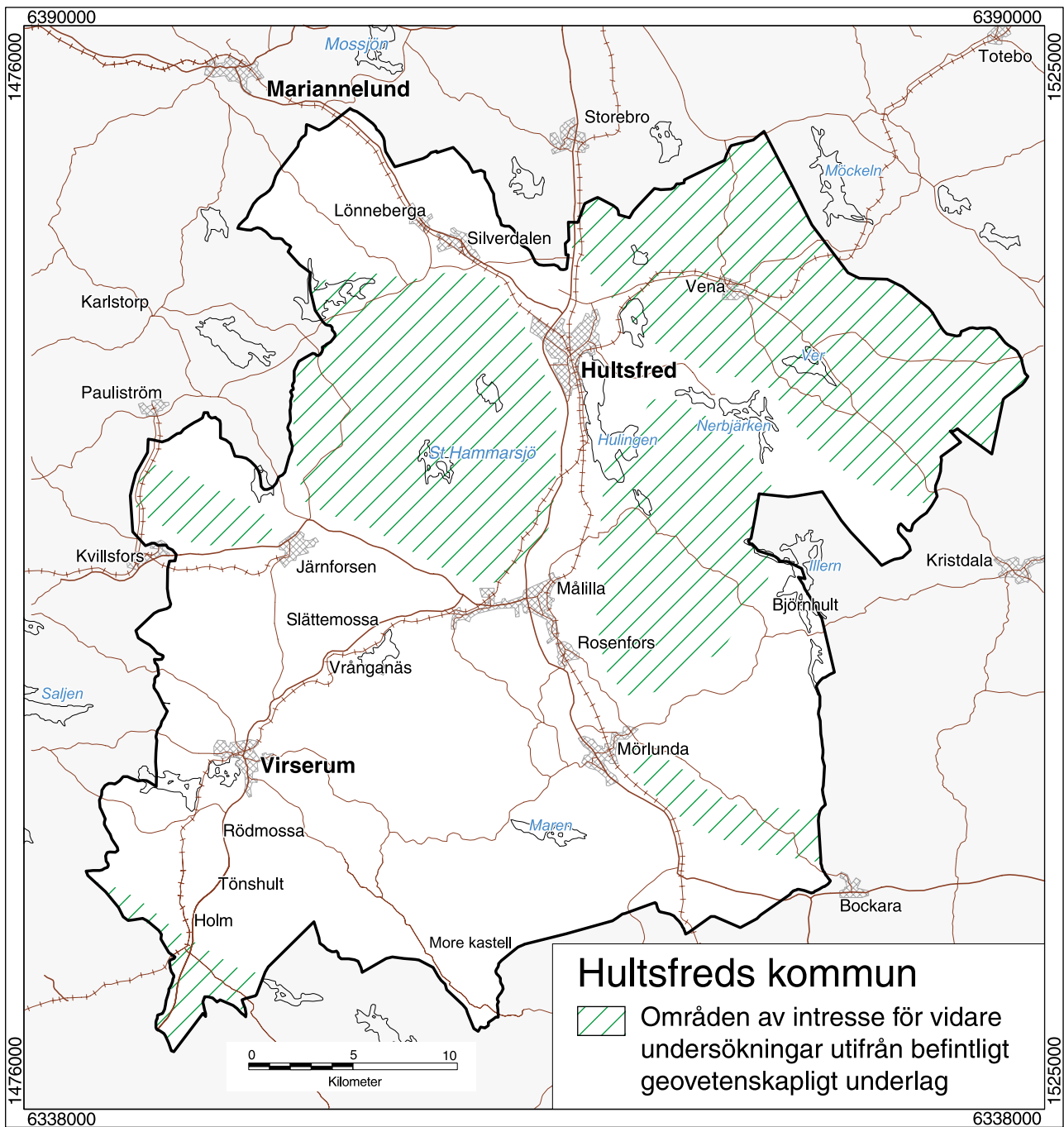
Ett område, väster och sydväst om Hultsfred, med Växjögranit. De tolkade regionala sprickzonerna uppvisar en dominerande NV-lig riktning och avgränsar stora block inom vilka ett djupförvar skulle kunna lokaliseras.

Ett område, sydsydost om Hultsfred, med Filipstadsgranit. Sprickzonernas orientering är här mera varierande och blocken mellan sprickzonerna är mindre än i området sydväst om Hultsfred.

Kommunens nordöstra del, som huvudsakligen utgörs av Smålandsgranit (Växjö- och Filipstadsgranit) men också, i området närmast Hultsfred, av Smålandsvulkanit. Dokumentation av vulkaniternas homogenitet saknas, men eftersom motsvarande berggrund längre mot nordväst är dokumenterat inhomogen, är det sannolikt att så är fallet även i detta område. Smålandsgraniten inom området påminner om graniten sydsydost om Hultsfred men det finns, inom vissa delar, en tendens till att blocken mellan sprickzonerna är något mindre.

Utöver ovan beskrivna områden finns tre mindre områden; två i västra delen av kommunen (Smålandsgranit) och ett i den sydöstra delen. Det sistnämnda området är en del av en tektonisk lins mellan storregionala plastiska skjuvzoner. Berggrunden utgörs av Smålandsgranit och äldre granitoid.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det, utifrån de geologiska faktorer som studerats i denna utredning, finns goda förutsättningar att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle till Hultsfreds kommun. Betydande områden bedöms i detta avseende vara av intresse för vidare studier. Om vidare undersökningar blir aktuella bör dessa i ett första steg inriktas på att genom fältkontroller kontrollera de nu presenterade slutsatserna. Detta gäller alla områden, men i synnerhet de som inte täcks av moderna, detaljerade berggrundskartor.



*Områden inom Hultsfreds kommun av intresse för vidare undersökningar.
Bedömningen är baserad på befintligt geovetenskapligt underlag.*

Innehåll

1	Inledning	11
2	Mål och förutsättningar	13
3	Befintlig information	17
3.1	Jordartsgeologisk information	17
3.2	Berggrundsgeologisk information	17
3.3	Geofysisk information	20
3.4	Övriga undersökningar av särskilt intresse	22
3.5	Informationstäthet och kvalitet	23
4	Hultsfreds kommun i ett regionalgeologiskt sammanhang	25
4.1	Kontinenternas rörelser	25
4.2	Regional tektonisk utveckling i Sverige	28
4.3	Deformationszoner från 1 850 miljoner år sedan till nutid	32
4.3.1	Plastisk deformation	32
4.3.2	Spröd deformation	34
4.3.3	Sen- eller postglaciala förkastningar	37
4.3.4	Seismicitet och rörelse i berggrunden i historisk tid	37
4.4	Meteoritkratrar	39
4.5	Malmprovinser	39
4.6	Hultsfreds kommun i ett nationellt perspektiv	41
5	Jordartsgeologi	43
5.1	Isavsmältning och isrörelser	43
5.2	Jordarter inom Hultsfreds kommun	44
5.2.1	Glaciala jordarter	48
5.2.2	Postglaciala jordarter	52
6	Berggrundsgeologi	55
6.1	Metodik	55
6.2	Bergartsindelning	55
6.3	Berggrunden inom undersökningsområdet	57
6.3.1	Ytbergarter	57
6.3.2	Djupbergarter	60
6.3.3	Gångbergarter	66
6.4	Berggrundens homogenitet	67
7	Radon och radiumhalter i jordarter och berggrund	69
7.1	Jordarter	69
7.2	Berggrund	69
8	Deformationszoner	73
8.1	Definitioner	73
8.2	Metodik	74
8.3	Bergartsgrupper i ett tektoniskt perspektiv	80

8.4	Tolkade deformationszoner	80
8.4.1	Delområde A	81
8.4.2	Delområde B	88
8.5	Deformationszoner i tid och rum	91
9	Exploateringsintressen	93
9.1	Nyttostensförekomster	93
9.2	Malmförekomster	96
10	Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar	99
10.1	Viktiga faktorer	99
10.2	Allmänna geologiska förutsättningar	100
10.3	Områden av intresse för fortsatta studier	101
10.4	Jämförelser med andra lokaliseringsstudier	104
11	Referenser	107
Bilaga 1	Geologisk ordlista	115

1 Inledning

På uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har en sammanställning och utvärdering gjorts av befintlig information rörande jordarter, bergarter och deformationszoner inom Hultsfreds kommun. Även exploateringsintressen av jord- och bergarter har beaktats, liksom var malmpotentiell berggrund kan förekomma. Rapporten är en del av det geovetenskapliga underlag som skall ligga till grund för att bedöma förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle till kommunen.

Förutom till SKB, berörda myndigheter och geovetare i olika sammanhang vänder sig rapporten också till en bredare krets av intressenter, däribland medborgarna i Hultsfreds kommun. Den breda målgruppen medför krav på ett lättläst språk samtidigt som rapporten skall vara vetenskapligt relevant. Det har dock inte varit möjligt att presentera vetenskapligt relevanta beskrivningar utan att i viss utsträckning använda geologiskt fackspråk. Förklaringar till geologiska termer ges då som regel första gången de förekommer i texten. Dessutom bifogas en geologisk ordlista. I vissa fall finns förklaringar enbart i ordlistan.

2 Mål och förutsättningar

Målet har varit att göra en översiktlig bedömning av de geologiska förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar. Detta innebär att utredningen redovisar berggrundens strukturella uppbyggnad samt visar om det inom kommunen kan finnas homogena, flera kvadratkilometer stora områden med få regionala deformationszoner där berggrunden saknar malmpotential. Dessutom diskuteras berggrundens långsiktiga stabilitet. Hydrogeologiska aspekter behandlas i en annan utredning (Axelsson m fl, 2000).

En förutsättning för studien var att den skulle grundas på befintlig information. Detta kan till exempel vara publicerade berggrunds- och jordartsgeologiska kartor samt särskilda undersökningar vilka sammanställts i olika publikationer och rapporter. När det gäller deformationszoner går emellertid studien ett steg längre genom att också tolkning av strukturella, geofysiska och topografiska data har utförts. Skälet till detta är att någon heltäckande tolkning av dessa data inte tidigare gjorts. Någon fältkontroll av de slutsatser som presenterats har inte genomförts, endast en mycket översiktlig rekognoscering i ett tidigt skede.

En utredning som på detta sätt huvudsakligen baseras på befintlig, mer eller mindre ofullständig, information får i första hand inriktas på att identifiera områden som bedöms olämpliga eller ogynnsamma för en lokalisering av ett djupförvar.

Sådana områden karaktäriseras exempelvis av:

- malmpotentiell berggrund,
- kända regionala deformationszoner och/eller påvisade bergrörelser i samband med inlandsisens avsmältning,
- heterogen och svårtolkad berggrund.

När det gäller gynnsamma faktorer som

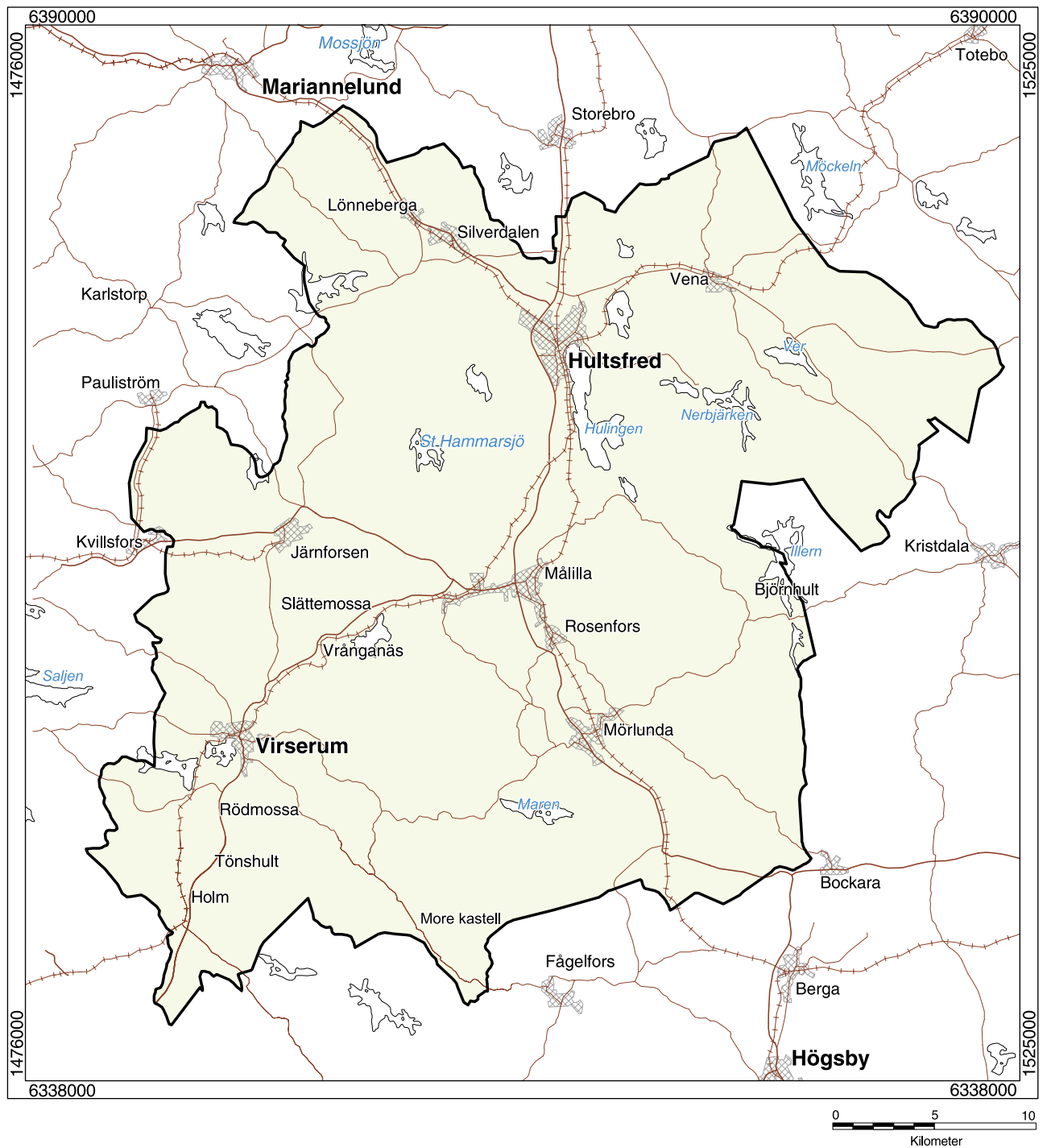
- vanlig bergart utan intresse för nyttjande som naturresurs,
- stort område med få större deformationszoner,
- enkla och homogena berggrundsförhållanden,
- hög blottningsgrad,

grundas bedömningen i många fall på frånvaron av indikationer. Exempelvis karaktäriseras ett "område med få större sprickzoner" i denna studie av att det inte finns några kända indikationer på att berggrunden i det aktuella området är rik på större sprickor eller sprickzoner. Bedömningen grundas med andra ord inte på information från någon systematisk kartering av just sprickzoner.

Det resultat som utredningen gett står i relation till den skala i vilken sammanställningar och tolkningar gjorts. Underlagsmaterialet föreligger huvudsakligen i skalintervallet från 1:50 000 till 1:250 000 och sammanställningarna blir därmed översiktliga i relation till ett djupförvars dimensioner. Vidare grundas de slutsatser som presenteras på ytinformation medan direkta observationer från förvarsdjup, ca 500 m under markytan, saknas.

Emellertid visar erfarenheter från jämförelser mellan ytinformation och information från borrhålsundersökningar att generella slutsatser om berggrunden som baseras på ytinformation vanligen är giltiga även på förvarsdjup. Sådana erfarenheter finns exempelvis från SKBs typområdesundersökningar och från Äspölaboratoriet i Oskarshamns kommun. Detaljerade förutsägelser om förhållandena på förvarsdjup kan emellertid inte göras utifrån enbart ytinformation.

För en tillförlitlig studie av geologiska förhållanden krävs att ett något större område än det egentliga intresseområdet beaktas. Undersökningsområdet (figur 2-1) omfattar därför inte bara själva kommunen utan även den närmaste omgivningen.



Figur 2-1. Undersökningsområdet (bela bilden) och Hultsfreds kommun.

3 Befintlig information

I detta kapitel beskrivs översiktligt den information som nyttjats i studien. I rapporten ges dessutom hänvisningar till referenslistan (kapitel 11), vilket underlättar för läsaren att själv ta del av underlagsmaterialet. Att den befintliga informationen är mycket varierande både vad gäller detaljeringsgrad och ålder, delvis också kvalitet, medför att utredningens tillförlitlighet i motsvarande grad kännetecknas av vissa variationer från en del av kommunen till en annan. Detta faktum tas upp i ett särskilt avsnitt (kapitel 3.5).

3.1 Jordartsgeologisk information

Jordartsinformationen, se figur 3-1, är genomgående omodern och därtill mycket översiktlig. Den är i huvudsak hämtad från SGUs kartserie Ab och Ac i skala 1:200 000 och 1:100 000, framtagen i slutet av 1800-talet (Holst, 1885, 1893; Svedmark, 1904). Framför allt är utbredningen av våtmarker inaktuell, och det finns stora brister bland annat i redovisningen av berg i dagen samt av lera och silt i dalstråken. En sammanställning baserad på dessa geologiska kartor har presenterats av Sahlström (1947).

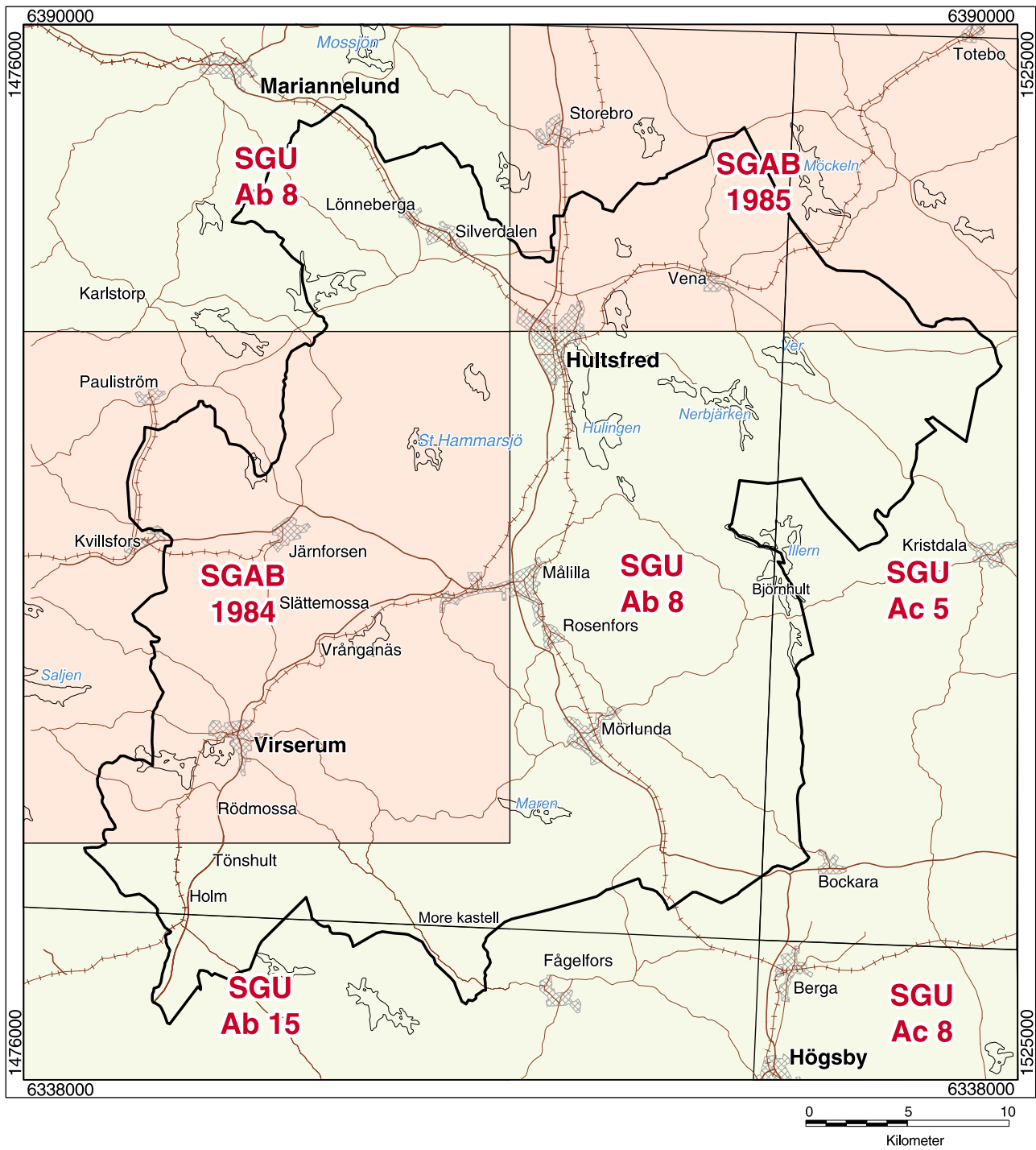
Från två delar av kommunen finns därutöver av SGAB (1983, 1984a) framtagna jordartskartor i skala 1:50 000 (figur 3-1), vilka grundas på flygbildstolkning och en gles kontroll längs vägnätet. Även dessa kartor är mycket översiktliga och jordarterna är grovt generaliserade, exempelvis ingår sand och lera i samma jordartsbeteckning.

En gles vägrekognosering av jordartsgeologin genomfördes i samband med den nu rapporterade utredningen.

3.2 Berggrundsgeologisk information

Berggrundsgeologisk information föreligger huvudsakligen i form av publicerade kartor, se figur 3-2. Hela området täcks av SGUs provisoriska översiktliga berggrundskartor (PÖB-kartor) i skala 1:250 000 (Lundegårdh m fl, 1985; Persson och Wikman, 1986). Dessa kartor grundar sig på äldre kartmaterial samt en viss insats i fält bestående av observationer av berggrundsblottningar längs vägar. Det äldre kartmaterialet utgörs av kombinerade jordarts- och berggrundskartor i skalorna 1:200 000, 1:100 000 och 1:50 000 (Holst, 1885, 1893; Svedmark, 1904, 1906; Munthe och Hedström, 1904; Svenonius, 1905).

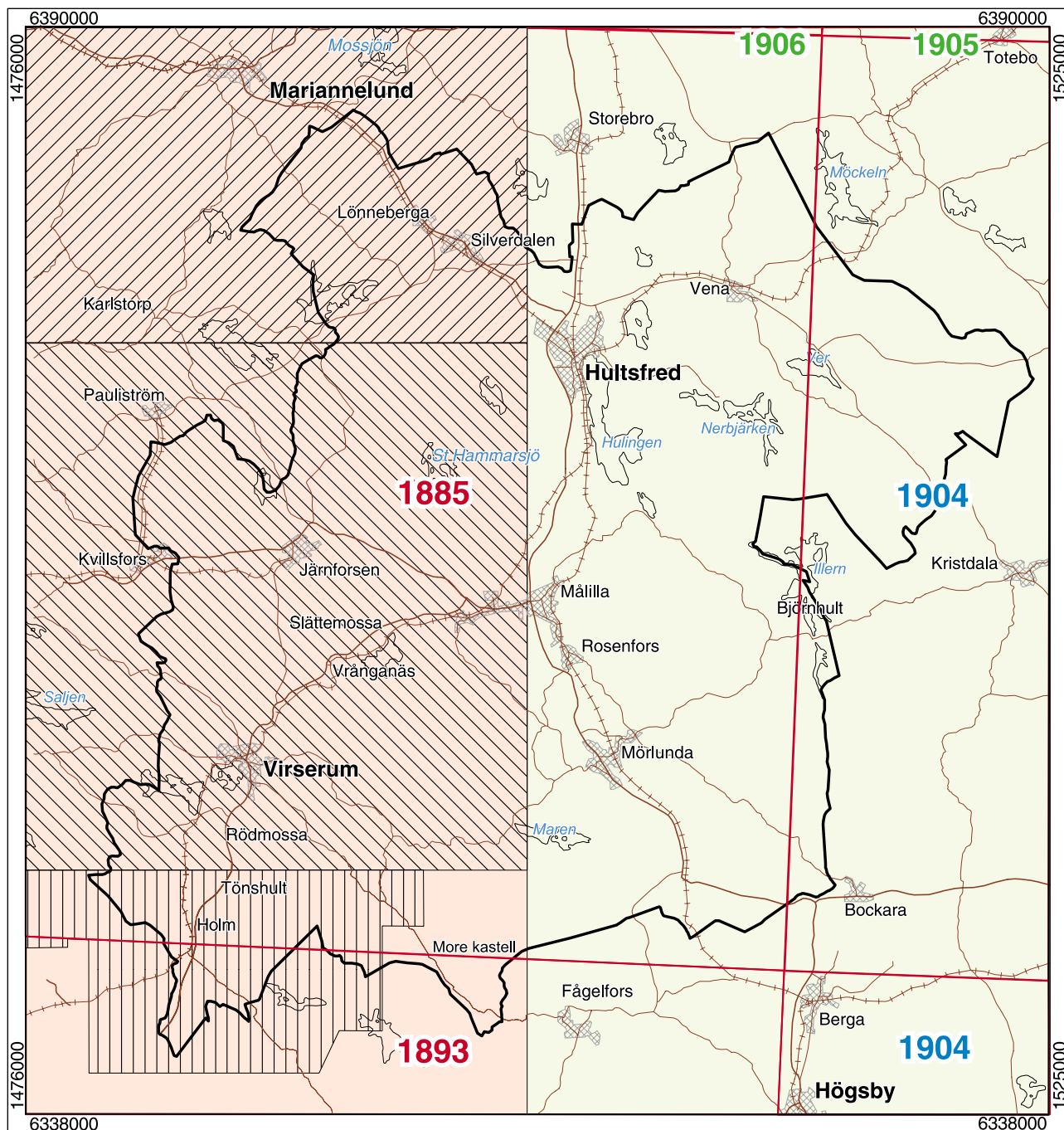
Områdets västra delar, inom de topografiska kartbladen Vetlanda NO och SO, täcks av SGUs moderna berggrundskartor i skala 1:50 000 (Persson, 1985, 1989). Över den sydvästligaste delen av området finns detaljerade skarbetskartor från fältkurser åren 1989–1999 framtagna av studenter från Stockholms universitet (M Särkinen, Institutionen för Geologi och Geokemi).



- Flygbildstolkade jordartskartor
- Äldre kombinerade jordarts- och berggrundskartor

SGU
Sveriges Geologiska Undersökning

Figur 3-1. Befintliga jordartskartor.



- | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|
|  | PÖB Oskarshamn 1:250 000, Lundegårdh m.fl. 1985 | 1885 | Ab-kartor 1:200 000 |
|  | PÖB Jönköping 1:250 000, Persson & Wikman 1986 | 1904 | Ac-kartor 1:100 000 |
|  | SGU Af 151 1:50 000, Persson 1985 | 1905 | Aa-kartor 1:50 000 |
|  | SGU Af 171 1:50 000, Persson 1989 | | |
|  | Fältkurser Stockholms universitet 1:10 000, Särkinen 1989-99 | | |

0 5 10
Kilometer

SGU
Sveriges Geologiska Undersökning

Figur 3-2. Befintliga berggrundskartor.

Vid studier av deformationszoner utgörs berggrundsgeologiska primärdata i första hand av planstrukturer som uppmätts i samband med den geologiska kartläggningen. Dessa definieras av planorienterade mineralkorn (s k förskiffring) samt av bandning. Vidare nyttjas fältiakttagelser av kraftigt deformerade bergarter, dels myloniter som är fin-körniga, dels krossbreccior vilka innehåller kantiga fragment vilka kan vara hopläkta av olika mineral.

Uppgifterna om malm- och nyttostensförekomster härrör huvudsakligen från SGUs publikationer och kartor samt från Länsstyrelsen i Kalmar län (täktdata). Information om den aktuella situationen rörande undersökningstillstånd för malmprospektering har hämtats från Bergsstaten via SGUs Mineralkontor i Malå.

3.3 Geofysisk information

Med geofysisk information avses här data från flygburna mätningar samt tyngdkraftsdata och höjdinformation (topografiska data). Informationen har framför allt använts för att identifiera deformationszoner. Vidare har den berggrundsgeologiska kartan kompletterats med ett antal diabasgångar framtolkade utifrån geofysiska data. Strålningsmätningar har använts för att bedöma berggrundens radiuminnehåll.

För att studera undersökningsområdet i en något mer regional skala har, utöver de data som beskrivs nedan, data med lägre upplösning studerats i en 25 km bred randzon.

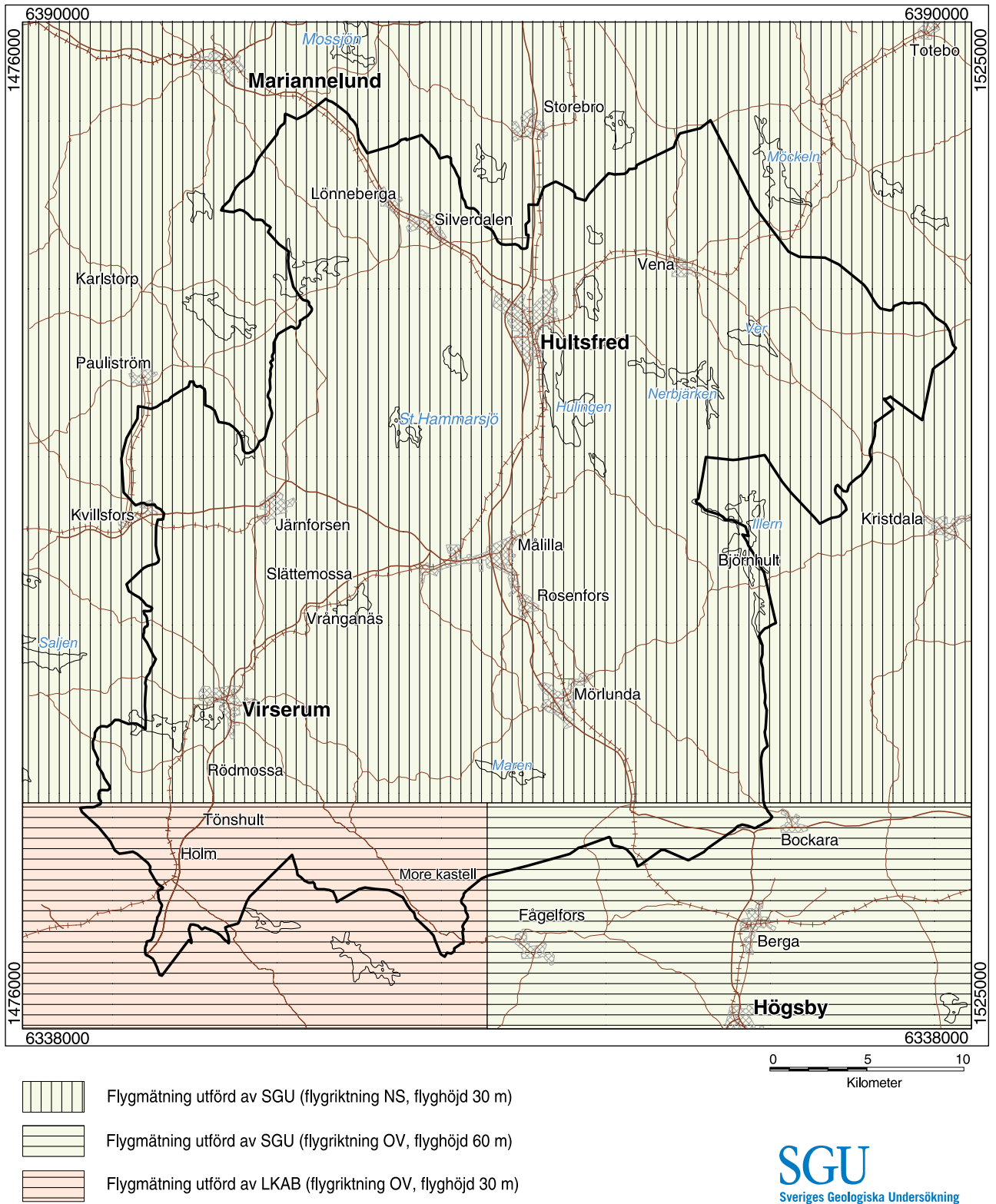
Flyggeofysisk information

Flygburna geofysiska mätningar utförs för att registrera variationer i jordens magnetfält, elektriska egenskaper och den naturliga gammastrålningen. Resultaten används bland annat vid kartering av berggrunden och vid prospektering efter värdefulla mineral. Som framgår av figur 3-3 finns information från flygburna mätningar över hela området. SGUs ordinarie kartbladsvisa mätningar täcker nästan hela området, men i sydvästra delen har data från mätningar utförda av LKAB nyttjats.

Smala strukturer vinkelrätt mot flygriktningen framhävs i motsats till strukturer parallellt med flygriktningen. Detta har stor betydelse för vilken information som erhålles från mätningarna, se till exempel kapitel 8.4.2. I det aktuella området är flygriktningen N-S norr om koordinat 6350000 och O-V söder därom.

Magnetiska mätningar visar lokala variationer i jordens magnetfält. Dessa variationer återspeglar halten av magnetiska mineral, främst magnetit, i berggrunden. Eftersom olika bergarter ofta skiljer sig vad beträffar magnetithalt är magnetiska mätningar ett utmärkt hjälpmedel vid berggrundskartering. Genom att tolka magnetiska anomalier och anomalimönster erhålles också strukturgeologisk information.

Elektromagnetiska mätningar bygger på principen att ett elektromagnetiskt fält från en sändare, primärfältet, genom induktion ger upphov till elektriska strömmar i elektriskt ledande kroppar. Dessa strömmar ger i sin tur upphov till ett nytt elektromagnetiskt fält, sekundärfältet. Genom att mäta variationer i sekundärfältet kan elektriska ledare i berggrunden kartläggas. Dessa ledare utgörs vanligen av elektriskt ledande bergartsled (exempelvis grafitförande bergarter), kroppar med förhöjd halt av metalliska mineral eller av vatten- eller lermineralförande krosszoner.



Figur 3-3. Flygburna geofysiska mätningar.

Gammastrålning är en elektromagnetisk strålning som avges vid sönderfall av instabila atomkärnor. I vår omgivning förekommer naturligt gammastrålning (radioaktiva) isotoper av kalium, uran och torium. Mätning av naturlig gammastrålning ger därför information om halten av dessa element i det översta skiktet av berggrunden (om den är blottad) eller i de lösa avlagringarna. Mätningarna ger också information om radioaktivt nedfall, där cesium-137 från reaktorhaveriet i Tjernobyl är det mest aktuella exemplet.

Tyngdkraftsmätningar

Mätningar av jordens dragningskraft, s k tyngdkraftsmätningar, ger information om berggrundens densitet (täthet). Därigenom kan tyngre bergarter skiljas från lättare. Tyngdkraftsmätningar är också ett bra hjälpmedel för att studera lättare eller tyngre bergarters utbredning mot djupet. Exempelvis kan modellberäkningar av en granitkroppens utbredning mot djupet göras, förutsatt att dess densitet skiljer sig från omgivningen. Undersökningsområdet täcks av en gles mätning där fördelningen av mätstationer framgår av figur 6-5. Mätningarna har i detta skede endast tolkats kvalitativt.

Topografiska data

Genom att studera höjdinformation, även kallad terrängmodellen, erhålls viktig information i flera avseenden. Terrängmodellen visar var det finns hög- respektive låglänta områden, samt var terrängen är flack, mjukt kuperad eller starkt bruten. Denna grundläggande information ger i sin tur information om bland annat hydrologiska förhållanden (dräneringsmönster) och sprickzoner. Sprickzoner återspeglas ofta i terrängen som mer eller mindre uthålliga branter, dalgångar eller raviner.

Lantmäteriet tillhandahåller digitala höjddata i kvadratiska mätpunkter med 50, 200 och 500 m upplösning över hela landet. I detta projekt har data med 50 m upplösning använts.

3.4 Övriga undersökningar av särskilt intresse

I det befintliga underlagsmaterialet finns ett antal undersökningar som är av särskilt intresse och som direkt berör Hulfsfreds kommun. Dit hör en översiktlig studie av Kalmar län (Antal m fl, 1998) och SKBs förstudie av Oskarshamns kommun (Bergman m fl, 1998).

Studien av Kalmar län är en sammanställning av befintlig information och har, tillsammans med andra länsstudier, gett en regional översikt som bakgrund och jämförelsematerial till förstudierna i kommunskala. Den östra delen av det nu aktuella undersökningsområdet har tidigare behandlats inom ramen för motsvarande förstudie av Oskarshamns kommun. Fördjupningar i form av mer detaljerad tolkning och fältkontroller inriktades emellertid av naturliga skäl på att närmare klarlägga de geologiska förhållandena inom den då aktuella kommunen.

Av särskilt intresse är också de jämförelsevis mer detaljerade arbeten som utförts i områdena Äspö (Äspölaboratoriet), Simpevarp (Oskarshamns kärnkraftverk, CLAB), Ävrö, Kråkemåla och Laxemar i den nordöstra delen av Oskarshamns kommun. Resultaten har bland annat sammanställts i ett antal underlagsrapporter inom ramen för ovan nämnda förstudie av kommunen (Stanfors, 1998; Stanfors och Larsson, 1998; Stanfors

och Erlström, 1998; Follin m fl, 1998; Ekman, 1998). Mer detaljerade undersökningar har också genomförts i SKBs typområde Klipperås, på gränsen mellan Nybro och Emmaboda kommuner (ca 45 km söder om Hultsfreds kommun). Resultaten från dessa undersökningar har sammanfattats av Ahlbom m fl (1992).

Undersökningarna har visserligen inte utförts inom Hultsfreds kommun, men den kunskap som erhållits om berggrunden i en nära omgivning, och i likartade geologiska miljöer, är ändå mycket värdefull. Det är dessutom endast i samband med dessa studier som borrhning och anläggningsverksamhet till försvarsdjup utförts inom regionen.

3.5 Informationstäthet och kvalitet

Den befintliga informationen inom undersökningsområdet är högst varierande såväl när det gäller detaljeringsgrad och ålder som delvis också kvalitet. Detta medför att tillförlitligheten i de bedömningar i olika avseenden som presenteras i utredningen varierar från en del av kommunen till en annan.

Jordartsinformationen är genomgående omodern och därtill mycket översiktlig. Den är i huvudsak hämtad från kartor framtagna i slutet av 1800-talet. Även de kartor, över delar av kommunen, som framtagits under 1980-talet är mycket översiktliga och jordarterna är grovt generaliserade.

Modern berggrundsgeologisk kartläggning har endast utförts inom det område i väster som täcks av Af-kartor i skala 1:50 000 (figur 3-2). I övrigt är underlagsmaterialet mycket översiktligt och i många fall omodernt. Information om berggrundens strukturella karaktär och homogenitet saknas därför för en stor del av undersökningsområdet. Detsamma gäller mätningar av planstrukturer och observationer av kraftigt deformerade bergarter.

Flyggeofysiska och topografiska data, samt tyngdkraftsmätningar täcker hela undersökningsområdet. Tyngdkraftsmätningarna är dock utförda i ett glest nät av mätstationer.

Sammanfattningsvis kan konstateras att bedömningen av de geologiska förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar är mindre säker i östra delen av kommunen eftersom där saknas modernt, detaljerat berggrundsgeologiskt underlag. I övrigt är underlagsmaterialet antingen omodernt och översiktligt inom hela kommunen, som när det gäller jordartsgeologi, eller av genomgående hög kvalitet och heltäckande, som i fallet flyggeofysiska och topografiska data.

4 Hultsfreds kommun i ett regionalgeologiskt sammanhang

I detta kapitel presenteras, som bakgrund till beskrivningen av kommunens geologi, en regionalgeologisk översikt över Sverige. Översikten omfattar mer än 2 500 miljoner år och sträcker sig fram till nutid, dvs till och med den senaste geologiska perioden, kvartärtiden, som började för ca 2 miljoner år sedan och utmärks av återkommande istider. Tyngdpunkten har lagts på det tektoniska perspektivet. Med tektonik menas den geologiska delvetenskap som behandlar den storskaliga uppbyggnaden av jordklotets yttre skikt (jordskorpan). Termen innefattar geologiska processer och strukturer relaterade till rörelser i berggrunden. I den sista delen av detta kapitel placeras Hultsfreds kommun i ett nationellt perspektiv.

4.1 Kontinenternas rörelser

Jordskorpan är normalt 35–50 km tjock under kontinenterna och upp till 11 km tjock under oceanerna. Den är inte sammanhängande utan är tillsammans med den övre delen av manteln uppdelad i ett antal plattor (figur 4-1). Dessa plattor ”flyter” på den undre, delvis uppsmälta, manteln och rör sig i förhållande till varandra med en hastighet som uppgår till några centimeter per år. Rörelserna leder till att en kontinent kan kollidera med en ocean eller med en annan kontinent. En kontinent kan också spricka upp i två delar som glider isär. På så sätt bildas en ny ocean. Jordbävningar och vulkanutbrott förekommer företrädesvis i anslutning till plattgränserna.

En följd av plattornas rörelser är att också vårt landområde rört sig över jordklotet under den långa tidsrymd som förflutit sedan jorden bildades. Ett exempel på effekter av sådana rörelser är raukarna på Gotland, vilka utgör rester av gamla korallrev som bildades för ca 400 miljoner år sedan när ”Sverige” befann sig nära ekvatorn. Ett annat exempel på effekter av kontinenternas vandring är spår av nedisning i nuvarande Saharaöknen.

Särskilt i samband med plattkollisioner, deformeras och omvandlas bergarterna kraftigt. Bergarter som utsätts för deformation på stort djup och under hög temperatur deformeras plastiskt, dvs de beter sig som en trögflytande massa. Detta ger upphov till en mer eller mindre genomgripande deformation, som dock i vissa fall koncentreras till så kallade *plastiska skjuvzoner*. På högre nivåer i jordskorpan, där temperaturen är lägre, deformeras bergarterna sprött (genom uppsprickning), vilket ger upphov till *sprickor*, *sprickzoner* och *förkastningar*. Termen förkastning används för sprickor eller sprickzoner längs vilka rörelser har skett parallellt med zonen. Zoner längs vilka deformationen i berggrunden är kraftigare än i omgivningen kallas med ett gemensamt namn för *deformationszoner* och är av speciell betydelse vid val av plats för ett djupförvar.



Figur 4-1. Jordklotets viktigare, nu aktuella plattor och plattgränser. Efter Wikström (1994). Sverige ligger inom den Eurasiatiska plattan långt öster om den mittatlantiska ryggen där de Eurasiatiska och Nordamerikanska plattorna glider isär, och på stort avstånd från en aktiv plattkollisionszon i södra Europa.

Plattkollision, bergskedjebildning (orogenes) och tillväxt av kontinenter

Tillväxt av kontinenter sker huvudsakligen genom att bergartssmältor, såsom magmor, stiger från djupare delar av jordskorpan för att sedan på en högre nivå kristallisera till bergarter. Sådan magmatisk aktivitet präglar i dag randzonen till några kontinenter där plattor uppbyggda av kontinental och oceanisk jordskorpa kolliderar. Tillväxt kan också ske när två kontinenter som följd av de platttektoniska rörelserna kolliderar och slås samman.

Dessa storskaliga processer utmärker vad som inom den geologiska terminologin kallas för orogenes eller bergskedjebildning. Områden som berörs av en orogenes kallas för orogener eller orogena bälten. De orogena processerna pågår vanligtvis under flera tiotals till hundratals miljoner år och jordskorpan inom det orogena bältet är under denna period mycket instabil. Exempel på områden där orogena processer pågår i dag är bergskedjebildningen i Anderna som är ett resultat av en kollision mellan en kontinent (Sydamerika) och en ocean (Stilla Havet), och i Himalaya som är en produkt av att en kontinent (Indien) kolliderar med en annan (Asien). Kollisionen i Himalaya började för ca 65 miljoner år sedan och pågår fortfarande.

Efter hand som de orogena processerna upphör bildas en mer stabil jordskorpa, en så kallad kraton, som då även kan omfatta äldre orogena bälten. Större delen av Sverige tillhör en gammal kraton vilken kallas den fennoskandiska skölden eller urberget, och som huvudsakligen är uppbyggd av prekambrisk bergarter (äldre än 545 miljoner år). Inom begränsade områden täcks urberget av ett tunt täcke av fossilförande, fanerozoiska bergarter (yngre än 545 miljoner år). En successivt pågående upplyftning och erosion av jordskorpan leder till att bergarter som en gång bildades och/eller omvandlades djupt ner i jordskorpan, i dag kan utgöra den exponerade berggrundsytan.

Kontinentuppsprickning och bildning av en ny ocean

Ett annat så kallat tektoniskt scenario är när en stor kontinent förtunnas och spricker upp. En långtgående sådan process innebär att "kontinentfragment" glider ifrån varandra och nya ocean bildas mellan "fragmenten". Kontinentuppsprickning karakteriseras av vulkanism och förkastningsrörelser relaterade till förtunningen av jordskorpan.

Vid i stort sett samma tidpunkt som Indien började att kollidera med den asiatiska kontinenten, startade uppsprickningen och isärglidningen av den stora kontinent i vilken "Nordamerika" och "Europa" bildade viktiga komponenter. Så småningom ledde dessa processer till bildandet av en ny ocean (Nordatlanten). Gränsen mellan plattorna, där isärglidningen fortfarande pågår med en hastighet av ca 2 cm/år, kallas den mittatlantiska ryggen. Island ligger på den norra delen av denna rygg.

4.2 Regional tektonisk utveckling i Sverige

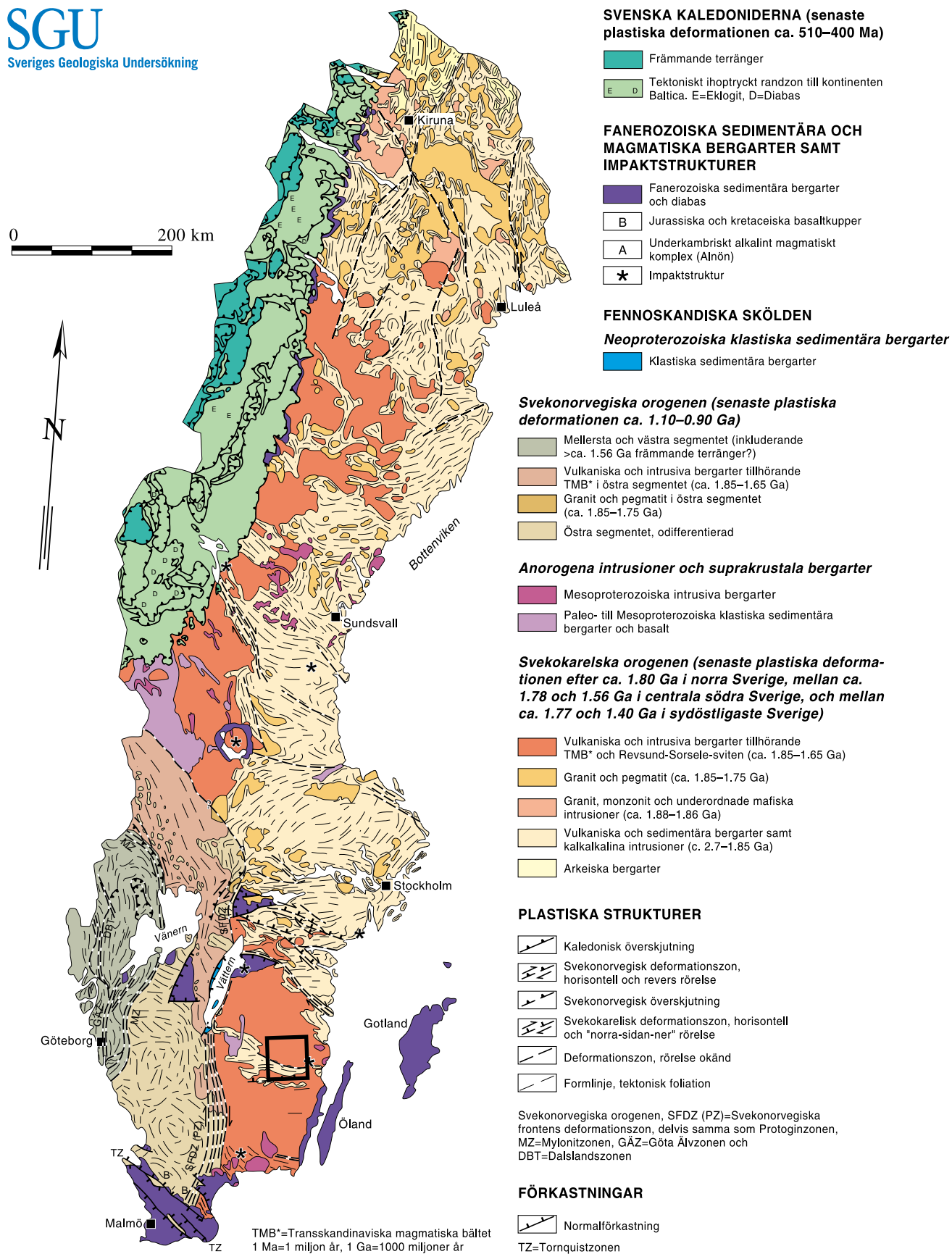
Bergskedjebildningar och etablering av en plan urbergsyta

Merparten av Sveriges berggrund kan hänföras till tre olika orogener (Stephens m fl, 1994), se figur 4-2. Den äldsta är den svekokarelska orogenen i östra Sverige. Den näst äldsta, den svekonorvegiska orogenen, har sin utbredning i sydvästra delen av landet och den yngsta, den kaledoniska orogenen, i nordväst. Större delen av den skandinaviska fjällkedjan tillhör den kaledoniska orogenen. De tre orogenerna ligger samtliga väster om, men har delvis påverkat en ännu äldre, mer än 2 500 miljoner år gammal kontinentkärna som exponeras i den nordligaste delen av Sverige samt i Finland, Norge och Ryssland. Den slutliga kratoniseringen, dvs stabiliseringen av jordskorpan efter det att de orogena processerna upphört, skedde i östra Sverige för ca 1 600 miljoner år sedan, i sydväst för ca 900 miljoner år sedan och i den nordvästra delen av landet för ca 400 miljoner år sedan.

Sedan de orogena bältena stabiliserats har de dock påverkats av ett flertal tektoniska skeenden och magmaintrusioner, av vilka de viktigaste är:

1. Injektion av magma, delvis i samband med kontinental uppsprickning, under ett flertal perioder, bl a för ca 1 600–1 400, 1 250–1 200, 700–600, 300–275 och 165–130 miljoner år sedan.
2. Avsättning av ett upp till 2 km tjockt, fossilförande sedimenttäckte, yngre än ca 545 miljoner år, på en kraftigt nederoderad och plan urbergsyta, det s k subkambriska peneplanet.
3. Bildandet av sprickor, sprickzoner och förkastningar. Några av dessa har varit aktiva senare än för ca 545 miljoner år sedan och har stört det subkambriska peneplanet. Relationen mellan dessa strukturer och vissa tektoniska skeenden i jordskorpan utveckling är i de flesta fall mycket svårbestämd.
4. Bildning av ett flertal runda strukturer efter meteoritnedslag från perioden 545–70 miljoner år sedan.

Det subkambriska peneplanet bildades under den senare delen av prekambrisk tid, för ca 700–545 miljoner år sedan, när det svenska urberget påverkades av upplyftning och erosion, vilket skapade en plan urbergsyta (se även kapitel 4.3.2, figur 4-5 och 4-6). Denna urbergsyta och andra liknande erosionsytor (t ex Lidmar-Bergström, 1993, 1994, 1996) utgör viktiga hjälpmedel för att tidsbestämma senare rörelser i jordskorpan. Rörelser som påverkat det subkambriska peneplanet är sålunda yngre än ca 700–545 miljoner år.



Figur 4-2. Tektoniska enheter i den svenska berggrunden. Modifierad efter Stephens m fl (1994). Rektangeln visar undersökningsområdet.

Nedisningar, postglacial utveckling och framtida klimatförändringar

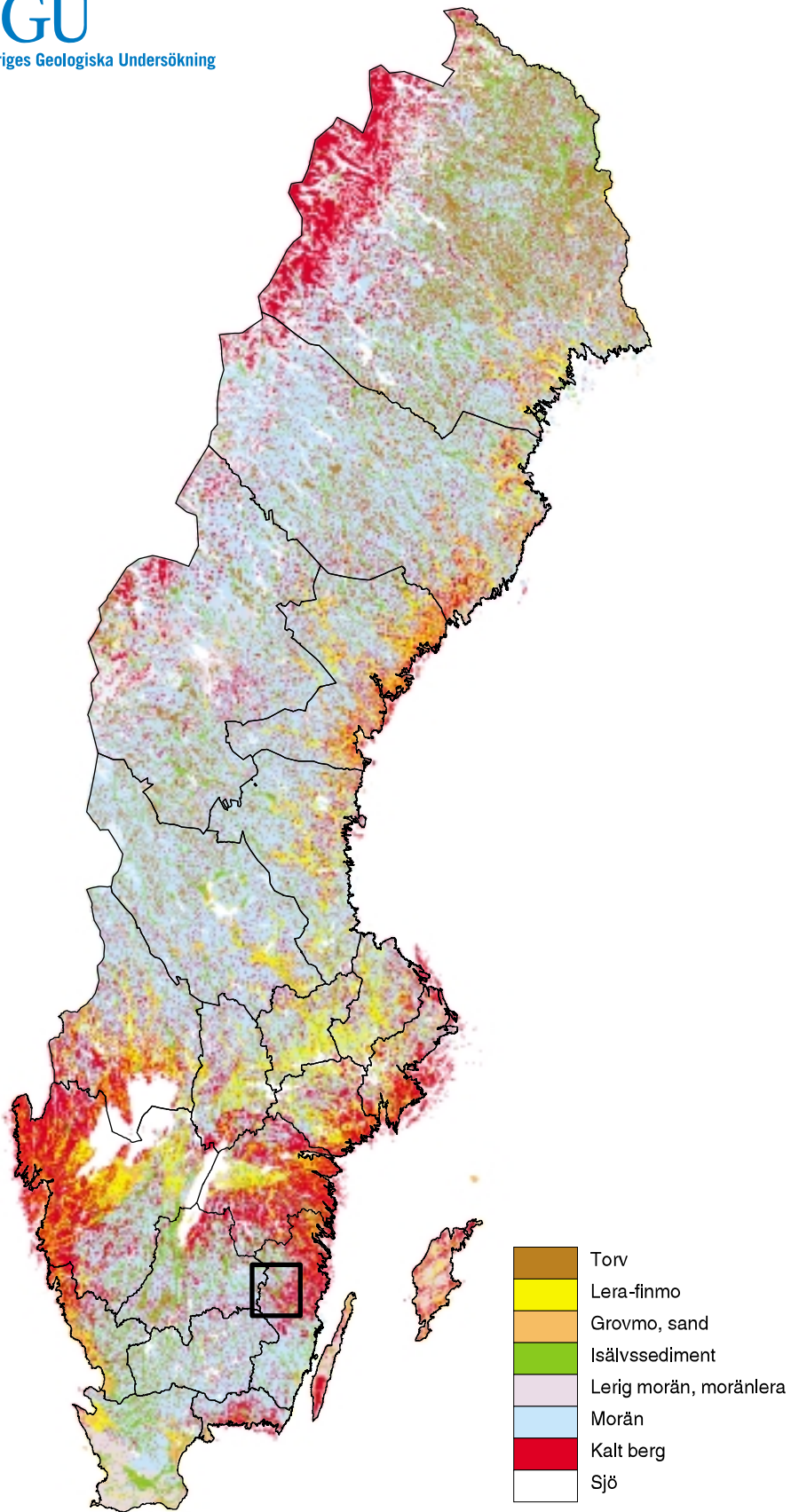
Den yngsta perioden i jordens utvecklingshistoria, kvartärtiden, omfattar de senaste ca två miljoner åren och kännetecknas av ett kallt klimat (Lindström m fl, 1991). Delar av bl a norra Europa, inklusive Sverige, har flera gånger under denna period täckts av inlandsisar. Redan för 15–10 miljoner år sedan skedde en markant klimaförsämring och temperaturen föll, samtidigt som svängningarna mellan kallare och varmare perioder blev allt mer markanta. Detta mönster tilltog sedan under kvartärtiden. Den senaste istiden, Weichsel-istiden, inleddes för ca 115 000 år sedan. För ca 20 000 år sedan var landisen som mäktigast och täckte hela Skandinavien. Enligt matematiska glaciologiska modeller var isen då 2–2,5 km mäktig (Boulton, 1985; Holmlund, 1993). Kortare perioder då iskanten drog sig tillbaka, s k interstadialer, har också förekommit under Weichselistiden.

Isen och smältvattnet från isen avsatte flertalet av de jordarter, t ex morän och isälvs-sediment, som förekommer i Sverige, se figur 4-3. En del jordarter har dock bildats efter landisens avsmältning och bildas fortfarande. Grus och sand avsätts längs havsstränder, sand och lera avsätts utmed vattendrag, lera och gyttja bildas i sjöar, och torv bildas genom att växter dör och förmultnar på platsen.

I samband med isavsmältningen började den av isen kraftigt nedtryckta jordskorpan att höja sig, först snabbt och sedan i allt långsammare takt, en rörelse som fortfarande pågår. Kraftigare s k sen- eller postglaciala rörelser, som gav upphov till större jordskalv, utlöstes däremot främst i samband med själva isavsmältningen eller kort därefter.

Analyser av borrhälor från inlandsisen i Antarktis har nyligen presenterats av ett internationellt forskarlag. Resultaten är entydiga och ger en unik insikt i hur jordens klimat skiftat under de senaste 420 000 åren (Petit m fl, 1999). Det mest slående är hur regelbundna svängningarna varit mellan kalla och varma perioder. Dessa undersökningar visar att klimatet styrs av jordens position i förhållande till solen, vilket förklarar den strikta periodiciteten i klimatets skiftningar. Genom att beräkna framtida variationer i jordens bana är det därför möjligt att göra vissa förutsägelser om klimatet i framtiden (se även Boulton, 1991).

Enligt Boulton och Payne (1992) kan en väsentlig tillväxt av glaciärer i fjällkedjan förväntas om ca 6 000 år, och istäcket skulle få sin maximala utbredning om ca 70 000 år, med isfronten liggande i Skåne. De studier som gjorts (Mörner, 1972; Boulton och Payne, 1992) visar att flera forskare förutser större kallfaser om 15 000 till 35 000 år och 54 000 till 70 000 år. I beräkningarna och spekulationerna bortses från mänsklig påverkan av förloppen. Den pågående meteorologiska forskningen visar att klimatutvecklingen under de kommande årtusendena sannolikt kommer att påverkas av växthuseffekten. Hur denna påverkan eventuellt förändrar de långsiktiga naturliga förlopp som nämns ovan är däremot inte klarlagt.



*Figur 4-3. Jordartskarta över Sverige. Efter Jonasson (1996).
Rektangeln visar undersökningsområdet.*

4.3 Deformationszoner från 1 850 miljoner år sedan till nutid

4.3.1 Plastisk deformation

Plastiska deformationszoner har anlagts under de orogener (bergskedjebildningar) som bildat de olika orogenerna. Beskrivningen görs utifrån kartan över tektoniska enheter (figur 4-2), samt en sammanställning av plastiska deformationszoner inom den prekambriiska berggrunden i Sverige (figur 4-4).

Svekokarelska orogenen

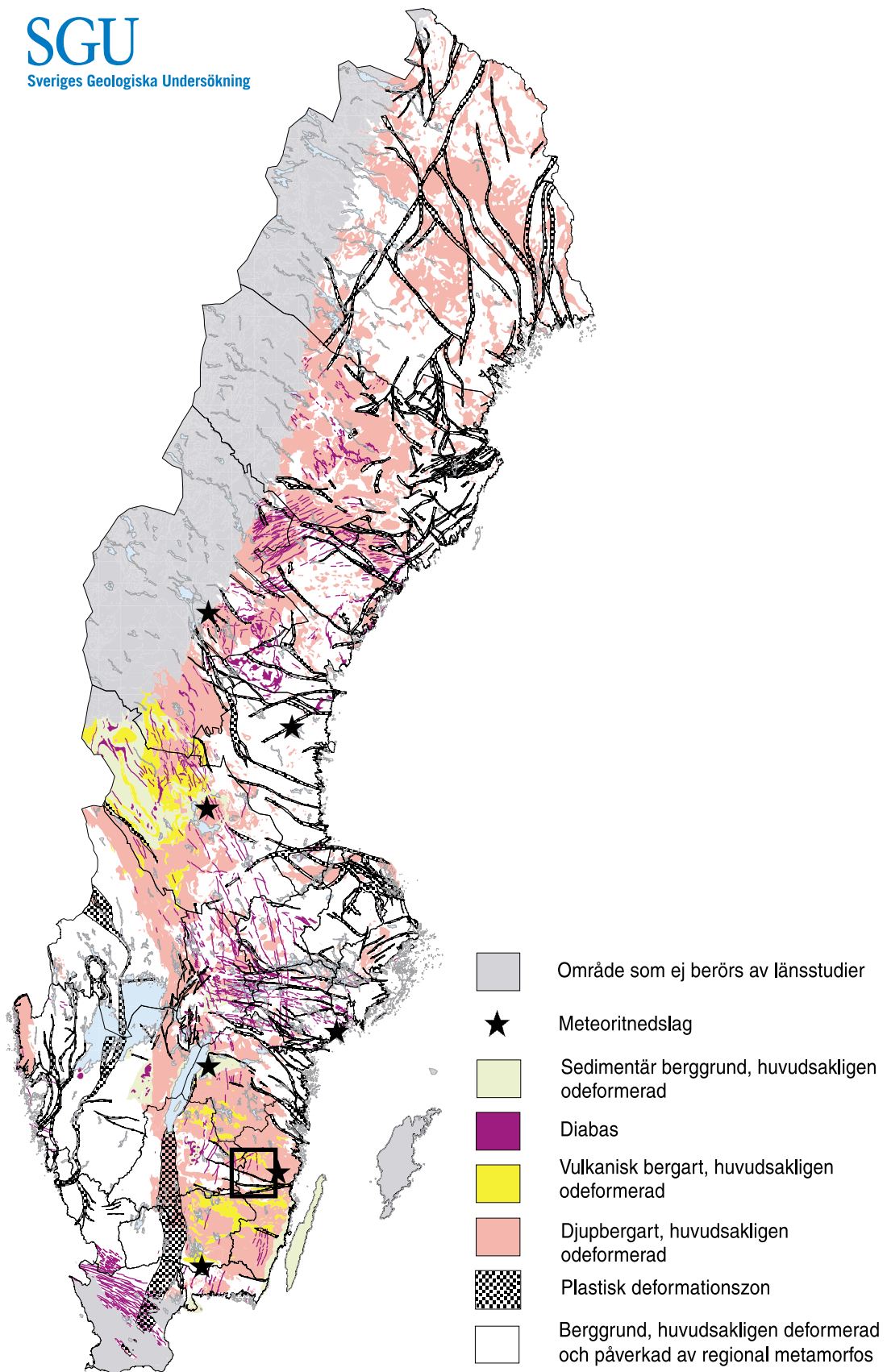
I norra Sverige utgörs den svekokarelska orogenen huvudsakligen av bergarter som är ca 1 960–1 800 miljoner år gamla. Allra längst i norr finns också bergarter tillhörande den gamla kontinentkärnan (äldre än ca 2 500 miljoner år) samt bergarter med åldrar mellan ca 2 500 och 1 960 miljoner år. Formlinjerna, som markerar den regionala trenden för plastiska planstrukturer (exempelvis berggrundens förskiffring eller gnejsighet), varierar kraftigt i riktning. Ett flertal plastiska skjuvzoner stryker i riktning NV, N-S till NNO och ONO. De flesta av dessa zoner har brant stupning och går att följa 100–200 km i strykningsriktningen.

Längre söderut utgörs den svekokarelska orogenen huvudsakligen av bergarter med åldrar på ca 1 900–1 750 miljoner år. Planstrukturer i bergarter som bildades för ca 1 900–1 850 miljoner år sedan har senare omställts i samband med storskalig veckning och bildandet av brantstupande plastiska skjuvzoner orienterade i riktning NV till O-V. Zonerna kan oftast följas minst 100 km och vissa är mer än 10 km breda. Ett exempel på en NV-lig zon finns mellan Östhammar och Skärplinge i norra Uppland, den s k Singö-skjuvzonen, medan ett system av skjuvzoner med O-V- till NV-lig orientering kan följas från trakten av Oskarshamn och västerut.

Den exakta åldern på den plastiska deformationen inom dessa skjuvzoner är ej känd. Baserat på åldersbestämningar av bergarter vilka är opåverkade av deformationen, tolkas den som äldre än ca 1 560 miljoner år i den centrala delen av Sverige, och äldre än ca 1 450 miljoner år i den södra delen av landet. Sannolikt anlades de plastiska deformationszonerna huvudsakligen för ca 1 850–1 750 miljoner år sedan, men många zoner har senare reaktiverats under spröda förhållanden. En rörelse där det södra blocket har rört sig åt väster eller uppåt och åt väster i förhållande till det norra blocket har konstaterats i flera plastiska skjuvzoner i de södra och centrala delarna av den svekokarelska orogenen (Skjernaa, 1992; Stephens och Wahlgren, 1993; Bergman och Sjöström, 1994; Talbot och Sokoutis, 1995; Beunk m fl, 1996).

Svekonorvegiska orogenen

Huvuddelen av bergarterna inom den svekonorvegiska orogenen bildades för ca 1 700–1 590 miljoner år sedan. Framför allt väster om Vänern hade bergarterna för ca 1 580 miljoner år sedan blivit deformerade och omvandlade under den gotiska orogenerna. Bergarterna påverkades sedan av ytterligare deformation och omvandling under den svekonorvegiska orogenerna för ca 1 100–900 miljoner år sedan.



Figur 4-4. Regionala plastiska deformationszoner i Sveriges urberg, enligt sammanställning av länsstudier. Rektangeln visar undersökningsområdet.

Inom den svekonorvegiska orogenen uppträder ett stort antal ungefärligen N-S-liga plastiska skjuvzoner, där åtminstone den sista rörelsen har skett för ca 1 000–900 miljoner år sedan. Dessa zoner bildar en stor vinkel mot de svekokarelska skjuvzonerna i öster. Ett bälte av plastiska deformationszoner utgör den östra begränsningen av den svekonorvegiska orogenen. Söder om Vättern är detta bälte flera tiotals kilometer brett och benämns traditionellt ”Protoginzonen”. Zonerna i bältet domineras av vertikala rörelser och berggrunden på den västra sidan av respektive zon har rört sig uppåt och åt öster i förhållande till berggrunden på den östra sidan (Park m fl, 1991; Wahlgren m fl, 1994). Horisontella rörelser, dvs rörelser parallellt med strykningsriktningen, har dock konstaterats inom flera av de svekonorvegiska plastiska skjuvzonerna. Detta gäller exempelvis ”Mylonitzonen” som sträcker sig genom Vänern (Stephens m fl, 1996).

Kaledoniska orogenen

Den kaledoniska orogenen i nordvästra Sverige motsvarar i princip den svenska fjällkedjan. Deformation och omvandling ägde rum för ca 510–400 miljoner år sedan och påverkade både äldre bergarter och de bergarter som bildades i samband med själva orogenesen.

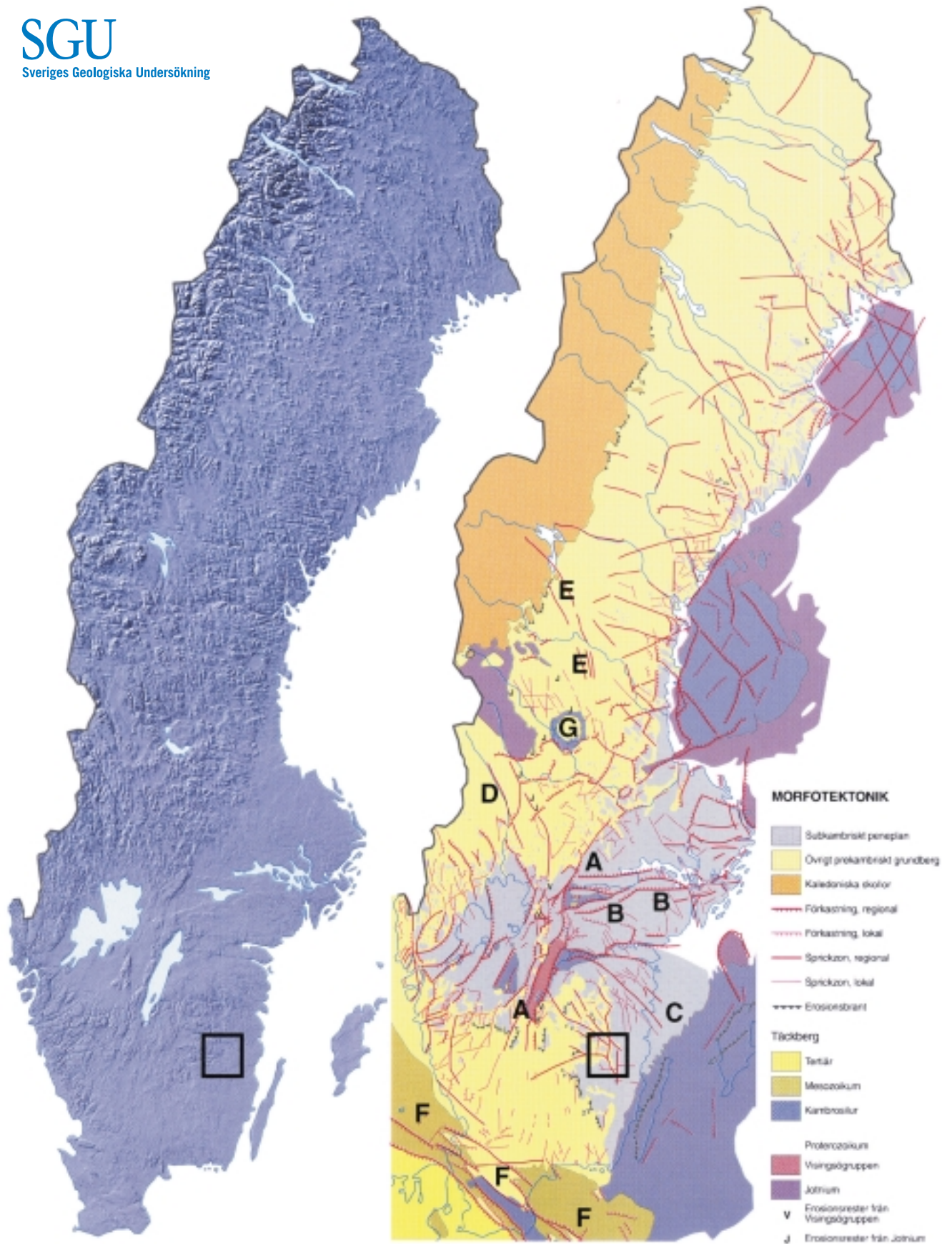
De dominerande strukturerna inom detta område är flackt liggande deformationszoner som skiljer stora berggrundspaket (skollor) från varandra. Utefter dessa zoner har ursprungligen lägre belägna bergartsenheter skjutits upp över vad som ursprungligen var högre belägna enheter. Detta kallas inom den geologiska terminologin för ”överskjutningar”. Skollorna har i många fall transporterats flera hundratals kilometer åt ostsydost, upp på varandra, och har även påverkats av storskalig veckning.

4.3.2 Spröd deformation

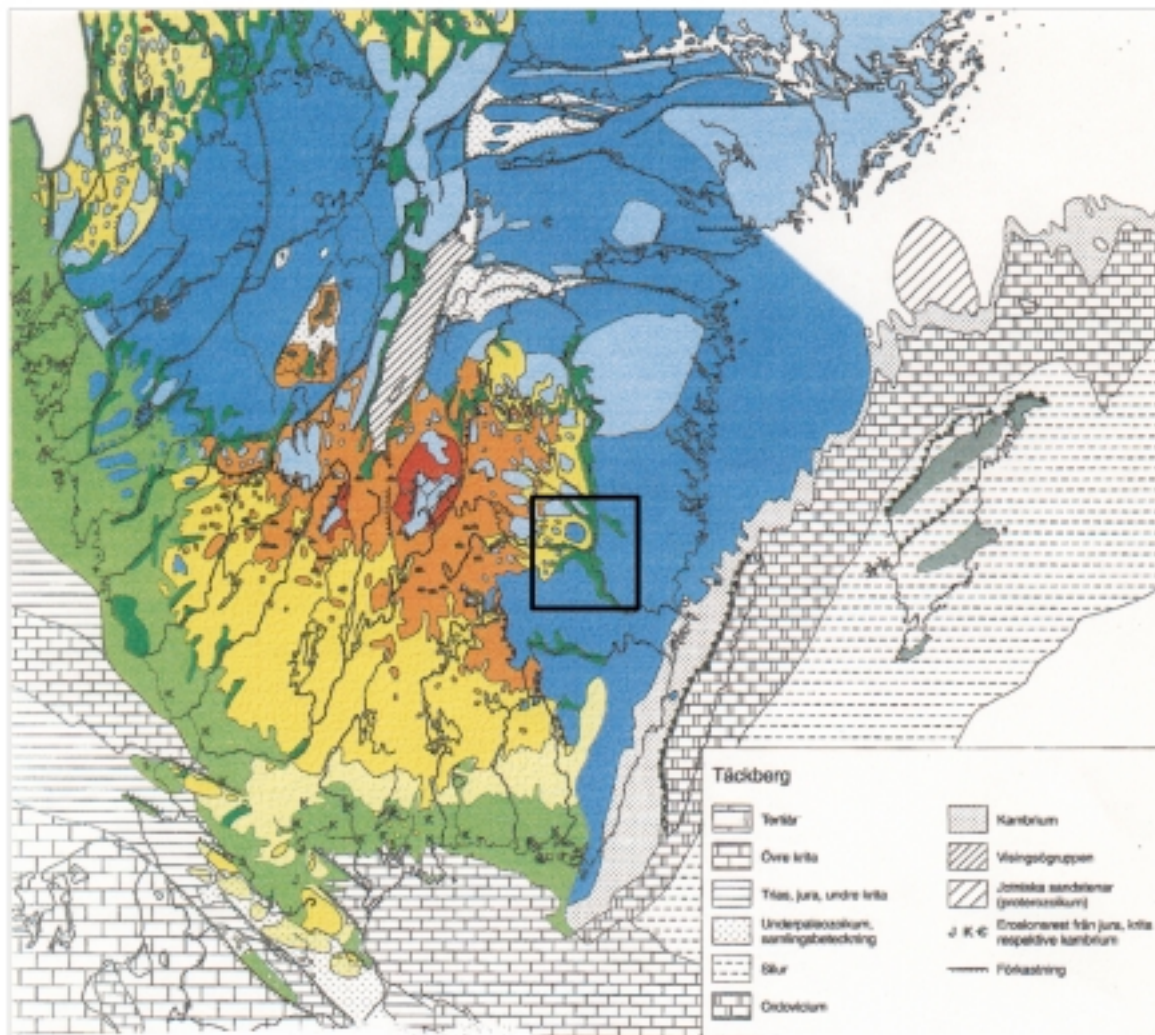
Spröda deformationszoner har anlagts antingen i ett sent skede av en orogenes, när jordskorpan börjat stabiliseras, eller efter det att de orogena processerna upphört. Den spröda tektoniken är därför inte på ett enkelt sätt relaterad till respektive orogenes och spröda deformationszoner kan även övertvåra flera orogener. Nedanstående beskrivning av spröda deformationszoner görs utifrån figur 4-5 som visar relief och regionala sprickzoner/förkastningar samt bl a utbredningen av det subkambriska peneplanet. Figur 4-6 visar mer i detalj utbredningen av det subkambriska peneplanet i södra Sverige.

Ett större förkastningssystem i riktning NNO kan följas mer eller mindre kontinuerligt från sydväst om Vättern via Kilsbergen till södra norrlandskusten (A i figur 4-5). De flesta av dessa förkastningar är yngre än ca 400 miljoner år. Rörelser som skett för ca 800–700 miljoner år sedan har dock påvisats längs Vättern. I området öster om Vättern-Kilsbergen förekommer ett flertal förkastningar i riktning O-V till ONO, varav många varit aktiva för ca 400 miljoner år sedan eller senare. Dessa förkastningar begränsar ett större uppskjutet berggrundsblock mellan Linköping och Örebro (B i figur 4-5). Många av de yngre förkastningarna följer äldre plastiska skjuvzoner (t ex Loftahammar-förkastningen norr om Västervik; C i figur 4-5, jämför med figur 4-4).

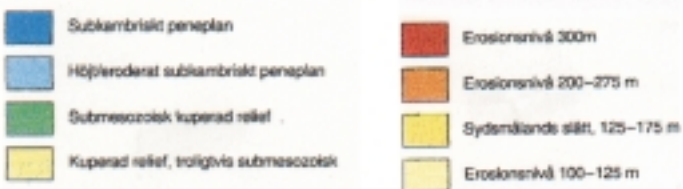
Väster om Vättern förekommer ett flertal förkastningar vilka ändrar riktning från NO i söder till NNV i norr. Klarälvens dalgång (D i figur 4-5) följer en förkastning som fortsätter in i Norge där den klipper skollorna i den kaledoniska orogenen. Även denna förkastning har således varit aktiv för ca 400 miljoner år sedan eller senare. Förkastningssystemet som kan följas från Edsbyn i söder i NNV-lig riktning till Storsjön i norr (E i figur 4-5), följer en äldre plastisk skjuvzon (jämför figur 4-4 och 4-5).



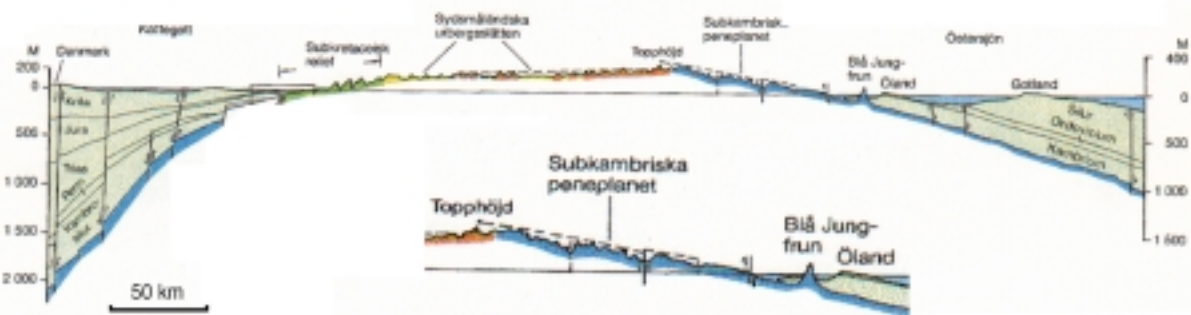
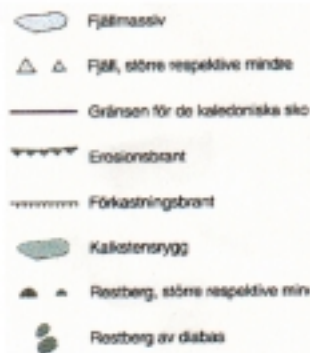
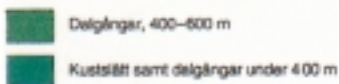
Figur 4-5. Sverigekarta som visar relief (till vänster) och några regionala sprickzoner/förkastningar (till höger). Efter Lidmar-Bergström (1994). Rektangeln visar undersökningsområdet. A-G refereras till i texten.



Avtäckta denudationsytor



Trappstegsrelief, meter över havet



Figur 4-6. Karta över södra Sverige som visar utbredningen av bland annat det subkambriska peneplanet. Den östra delen av vertikalprofilen går genom Hulfsfredsområdet. Figuren sammanställd efter Lidmar-Begström (1994).

I sydligaste Sverige finns övergången mellan de äldre prekambrisk bergarterna (äldre än ca 545 miljoner år) i norra Europa och de yngre sedimentära bergarterna som dominerar i Centraleuropa. Övergången utgörs av en komplex zon med förkastningar orienterade i NV-lig riktning (F i figur 4-5) och unga magmatiska bergarter vilka är ca 300–275 och 165–130 miljoner år gamla (Bergström m fl, 1992). Förkastningarna utgör en del av den sk Tornquistzonen som sträcker sig från Nordsjön i nordväst till Svarta havet i sydost.

Tornquistzonen är en av Europas mest tydliga deformationszoner och har under de senaste 300 miljoner åren varit aktiv ett flertal gånger. Förkastningarna i sydligaste Sverige är förmodligen de yngsta deformationszoner som bildats i Sverige i samband med storskaliga tektoniska rörelser i jordskorpan.

4.3.3 Sen- eller postglaciala förkastningar

Väldokumenterade sen- eller postglaciala förkastningsrörelser, dvs rörelser som skett i samband med eller efter inlandsisens avsmältning, finns i norra Skandinavien och Finland (Lagerbäck, 1979; Bäckblom och Stanfors, 1989; Stanfors och Ericsson, 1993; Muir Wood, 1993), se figur 4-7. Dessa rörelser utlöste kraftiga jordskalv för ca 9 000 år sedan. I de flesta fall har berggrunden på den östra sidan av de östligt stupande förkastningarna rört sig upp över berggrunden på den västra sidan (Lagerbäck, 1979; 1990). När effekterna av rörelserna studerats, bland annat genom grävning, har det visat sig att de företrädesvis skett utefter äldre förkastningar, s k reaktivering (t ex Bäckblom och Stanfors, 1989; Stanfors och Ericsson, 1993).

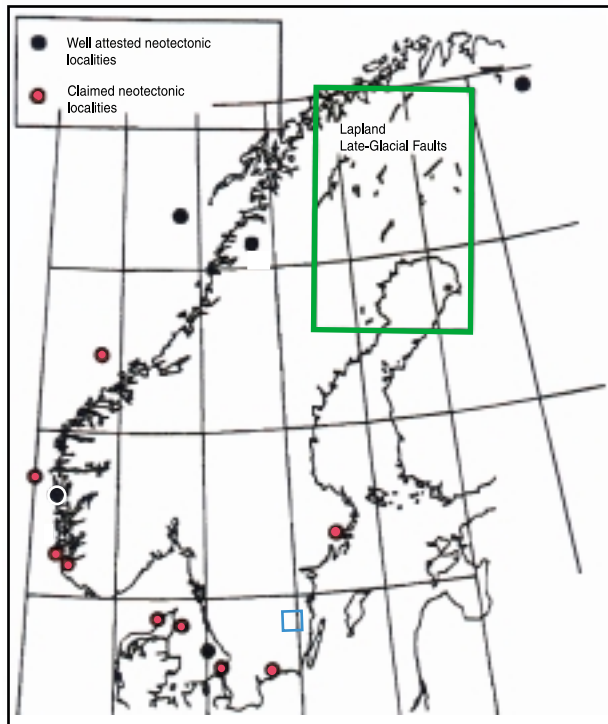
Beträffande södra Sverige finns delade meningar om förekomsten av sen- eller postglaciala förkastningsrörelser. Några belagda rörelser i samma storleksordning som de förkastningsrörelser som beskrivits från norra Skandinavien är dock inte kända. Däremot finns exempelvis en mindre förkastningsrörelse, som av allt att döma inträffat under inlandsisen i slutskedet av den senaste glaciationen, beskriven från de södra delarna av Östergötlands skärgård (Svantesson, 1989).

Vidare har vissa blockansamlingar, sprickor och grottor i berget samt störningar i jordlagerföljder tolkats som resultat av kraftiga, sen- eller postglaciala rörelser i berggrunden (Mörner, 1979a, 1979b och 1989; Mörner m fl, 1989). Andra forskare är dock tveksamma till dessa tolkningar och hävdar att fenomenen kan vara orsakade av helt andra processer (SKB, 1990; Muir Wood, 1993). Exempel på företeelser inom Hultsfreds kommun, som skulle kunna bli föremål för diskussion vad gäller sena rörelser i jordskorpan, är Lasse-Majagrottan norr om Järnforsen och sprickdalen med de piedestal-liknande bildningarna vid More kastell nordväst om Fågelfors.

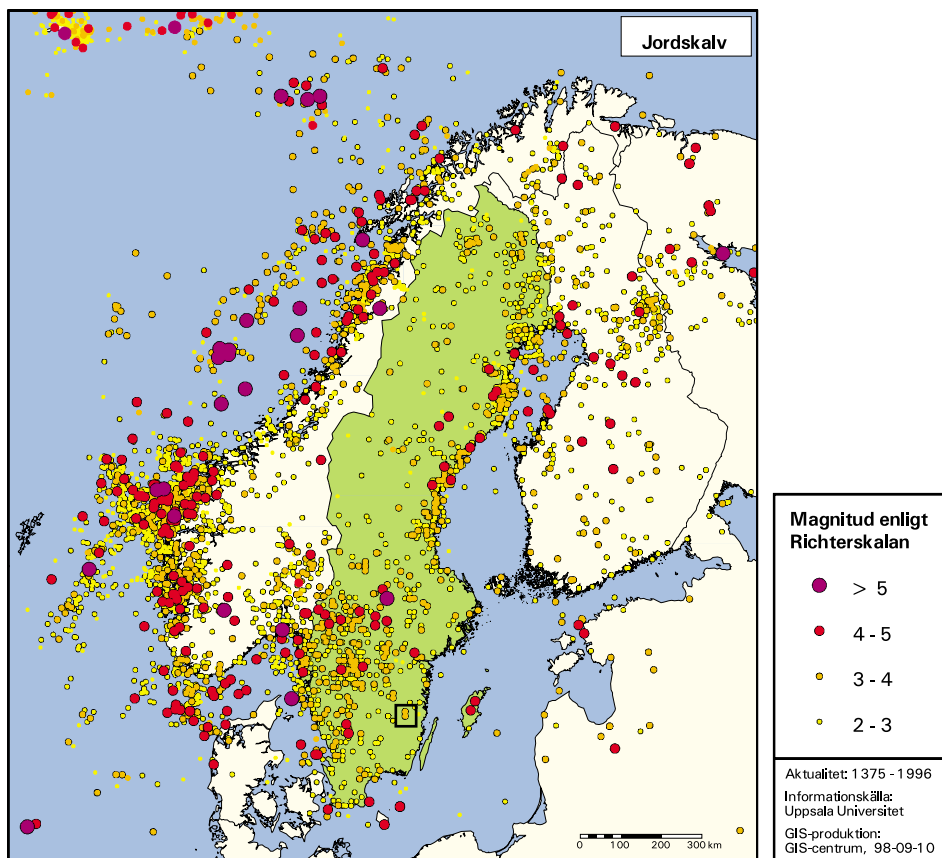
4.3.4 Seismicitet och rörelse i berggrunden i historisk tid

Figur 4-8 visar en karta över epicentra och magnituder för registrerade jordskalv i Skandinavien och Finland under perioden 1375–1996. En nyligen genomförd undersökning av den seismiska aktiviteten i Sverige (Muir Wood, 1993) visar dock att fel på upp till 10–15 km kan förekomma när det gäller platsangivelsen för många av de jordskalv som registrerats. Osäkerhet råder också när det gäller djupangivelsen men huvuddelen av skalven har skett 10–20 km ner i jordskorpan.

Kartan illustrerar tydligt att Sverige utgör ett område med låg seismisk aktivitet jämfört med t ex området längs Norges västkust. Hela Skandinavien (inklusive Norges västkust) tillhör dock, i det globala perspektivet, ett mycket stabilt område. I Sverige förekommer



Figur 4-7. Sen- eller postglaciala förkastningar i Skandinavien och Finland, vilka i figuren benämns neotektoniska förkastningar. Efter Muir Wood (1993). Förutom sen- eller postglaciala förkastningar i Lappland (rektangeln med grön färg) visar figuren väldokumenterade (svarta cirklar) och föreslagna men icke belagda (röda cirklar) områden med sådana förkastningar. Den blå rektangeln visar undersökningsområdet.



Figur 4-8. Jordskalv i Skandinavien och Finland 1375–1996. Data från Uppsala Universitet. Rektangeln visar undersökningsområdet.

en förhöjning av seismisk aktivitet i den sydvästra delen av landet, längs Norrlandskusten och i ett område i norra Norrbotten med fortsättning in i Finland och Norge. Lagerbäck (1979) konstaterar att det föreligger ett nära samband mellan sen- eller postglaciala förkastningar och seismisk aktivitet i Norrbotten. Muir Wood (1993) menar att en stor del av dagens seismiska aktivitet troligen kan kopplas till landhöjningen. Nya beräkningar visar mer entydigt att de stora sen- eller postglaciala förkastningszonerna i Norrbotten fortfarande är seismiskt aktiva (Arvidsson, 1996) och att den nutida seismiciteten i regionen till stor del är knuten till dessa zoner.

4.4 Meteoritkratrar

På flera ställen i Sverige förekommer mer eller mindre runda strukturer i berggrunden av storleksordningen 2–55 kilometer i diameter, vilka har tolkats som meteoritkratrar, så kallade impaktstrukturer, se figur 4-2. De anses vara mellan 545 och 70 miljoner år gamla (Wickman, 1988; Henkel och Pesonen, 1992). Den bäst dokumenterade strukturen är Siljanstrukturen i Dalarna (Siljansringen, G i figur 4-5). Dokumentation av äldre meteoritnedslag saknas men detta beror inte på att nedslag inte skulle ha förekommit, utan på att spåren suddats ut till följd av senare tektoniska rörelser och erosion.

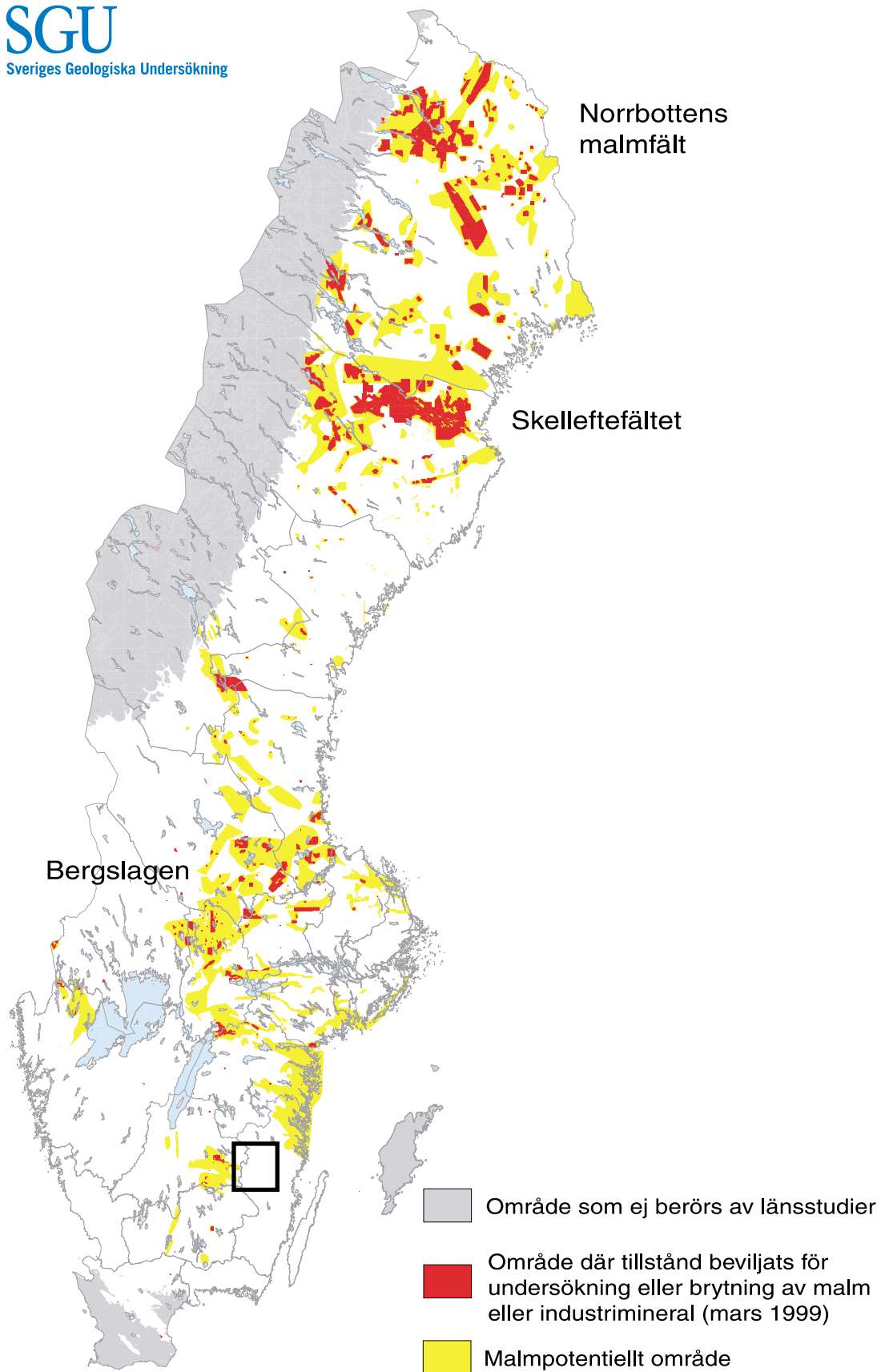
4.5 Malmprovinser

En malm är definitionsmässigt en mineralförekomst som kan brytas med ekonomisk vinning och ett malmfält är ett område inom vilket flera malmförekomster av samma typ uppträder. När flera malmfält täcker ett större landområde brukar man tala om en malmprovins. I Sveriges urberg finns tre betydande malmprovinser; Bergslagen i mellersta Sverige, Skelleftefältet i Västerbotten och de Norrbottniska malmfälten, se figur 4-9.

Bergslagen är den historiskt sett mest betydelsefulla malmprovinsen och omfattar flera malmfält med sammanlagt flera hundra malmförekomster varav de flesta innehåller metallerna järn, zink, bly, koppar, silver och guld. Brytning av järn, koppar och silver har skett sedan medeltiden och när Falu koppargruva stängdes i början av 1990-talet avslutades en mer än 700-årig bearbetning av denna fyndighet.

Under det senaste århundradet har nya malmfält upptäckts och exploaterats i det svenska urberget. Hit hör de Norrbottniska malmfälten med bl a järnmalm i Kiruna och Malmberget samt kopparfyndigheten Aitik. I Aitik utvinns även guld och silver. Hit hör också Skelleftefältet med sina förekomster av massiva och komplexa sulfidmalmer (koppar, zink, bly och guld) i metavulkaniska bergarter samt rena guldförekomster, vanligen i kvartsgångar.

Av de över 400 större gruvor som varit i drift i Sverige återstår i dag bara 14 stycken, de flesta i Skelleftefältet. Medan antalet gruvor i drift under senare tid minskat drastiskt har dock den sammanlagda produktionen hela tiden ökat. I dag är malmprospekteringen fokuserad framför allt till Skelleftefältet och Norrbotten. Detta framgår också av att flertalet beviljade undersökningstillstånd, se figur 4-9, ligger inom dessa områden.



Figur 4-9. Malmprovins i Sveriges urberg, enligt sammanställning av länsstudier. Rektangeln visar undersökningsområdet.

4.6 Hultsfreds kommun i ett nationellt perspektiv

Den aktuella undersökningsområdet, dvs Hultsfreds kommun med omgivning, ligger inom den svekokarelska orogenen (figur 4-2). Berggrunden i den norra delen av området domineras av relativt välbevarade, ca 1 800 miljoner gamla graniter ("Smålandsgraniter") och vulkaniska bergarter ("Smålandsvulkaniter") tillhörande det transskandinaviska magmatiska bältet. Den södra delen av området domineras av äldre, ca 1 830 miljoner år gamla, vanligen deformerade granitoider med associerade basiska djupbergarter. Alla dessa bergartstyper är vanligt förekommande i Sveriges urberg.

Deformationen och omvandlingen av de ca 1 830 miljoner år gamla granitoiderna skedde när dessa låg på ca 10–15 km djup i jordskorpan och vid en temperatur sannolikt över 550 °C, för mellan 1 830 och 1 800 miljoner år sedan. De regionala, plastiska deformationszonerna inom undersökningsområdet har en O-V- till NV-lig orientering. De är förmodligen resultatet av tektoniska rörelser i samband med bildningen av bergarterna i det transskandinaviska magmatiska bältet, och förmodas sålunda vara bildade för ca 1 800–1 750 miljoner år sedan. Dessa zoner tillhör ett regionalt system av sensvekokarelska plastiska deformationszoner i sydöstra och centrala Sverige (figur 4-4).

Längs i stort sett alla de plastiska zonerna finns tolkade regionala, spröda deformationszoner (sprickzoner och förkastningar), vilket tyder på att de plastiska zonerna har reaktiverats en eller flera gånger. För övrigt uppvisar undersökningsområdet ett typiskt varierande sprickzonsmönster, men VNV- till NV-liga zoner dominerar i den södra till sydvästra delen. Många av dessa förkastningar har troligen varit aktiva senare än för ca 545 miljoner år sedan, vilket ur ett geologiskt perspektiv motsvarar relativt unga rörelser. Några säkra tecken på sen- eller postglaciala rörelser i berggrunden har inte rapporterats från kommunen som dessutom ligger inom en region med låg seismisk aktivitet (figur 4-8).

Jordartsförhållandena inom kommunen är normala för sydöstra Sverige i övergångszonen mellan en supraakvatisk avsmältningssmiljö (över havsytans nivå) på Småländska höglandet och en subakvatisk miljö (under havsytan) längs kusten. Utanför dalstråken är andelen berg i dagen stor och jordlagren är relativt tunna, i allmänhet högst några meter. De består nästan helt av morän och spridda torvavlagringar. I dalstråken är berggrunden blottad i mer begränsad omfattning och jordlagrens mäktighet kan vara betydande. Jordmäktigheter på mer än 10 m är allmänt förekommande, och jordlagren domineras av lera, silt, sand och torv. I dalstråken finns flera stora stråk av isälvsavlagringar, däribland ett mycket stort isälvsdelta, Hultsfredsdeltat, samt Virserumsåsen norr om Virserum. Virserumsåsen är en av södra Sveriges högsta och mäktigaste åsbildningar.

Sett i ett nationellt perspektiv framstår de geologiska förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar till Hultsfreds kommun som generellt sett goda. En översiktlig studie av Kalmar län (Antal m fl, 1998) pekade också ut den norra delen av kommunen som lämplig för vidare undersökning. En faktor som dock måste beaktas är den N-S-liga sprickzonen (förkastningen) som sträcker sig genom hela undersökningsområdet, från Högsby i söder, förbi Storebro och vidare norrut. Zonen framträder i terrängen som en diskontinuerlig, mycket markant topografisk sänka.

5 Jordartsgeologi

Den långsiktiga säkerheten i ett djupförvar påverkas normalt inte av de jordartsgeologiska förhållandena. Hög blottningsgrad och tunt jordtäckte underlättar dock geologiska undersökningar och anläggningsarbeten, medan mäktiga och komplexa jordlager är en försvårande omständighet.

Med en jordart avses de lösa avlagringar som täcker berggrunden. Vanliga jordarter är exempelvis sand, grus, lera, torv och morän. Jordartsdefinitioner och bildningssätt samt principer för kartläggning av jordarter, finns redovisade i "Metodik och jordartsindelning" (SGU, 1979).

Jordarterna i Hultsfreds kommun har bildats under och efter den senaste istiden. Äldre bildningar från tidigare istider eller mellanistider, interglacialer, är inte kända i kommunen.

5.1 Isavsmältning och isrörelser

För ca 13 500 år sedan hade den senaste landisen börjat smälta över södra Sverige, och isfronten nådde Hultsfreds kommun söderifrån för omkring 12 800 år sedan enligt den svenska tidsskalan grundad på lervarvskronologi. Tidsskalan genomgår emellertid en revision för närvarande, grundad på årsringar i träd och årsmåttade iskärnor från Grönlandsisen. Enligt senaste rön nådde isfronten kommunen för omkring 13 800 år sedan (Lundqvist, 1998). Kommunen blev helt isfri drygt 100 år senare, men var då delvis täckt av vattnet i Östersjösänkan. Avsmältningstakten var enligt lervarvmätningar ganska snabb över denna del av Småland och isfronten drog sig tillbaka ca 300 meter per år (Kristiansson, 1986).

Inlandsisens rörelser visas av bl a isräfflor på berghällar. De flesta räfflor visar isrörelserna vid eller nära isfronten under den senaste inlandsisens tillbakaryckande, och de ger därmed även en uppfattning om isfrontens ungefärliga sträckning. Räfflorna i undersökningsområdet visar att isen, under slutskedet av isavsmältningen, rört sig från i stort sett NV-NNV mot SO-SSO. Små lokala avvikelser beror på att sprickdalarna i viss mån styr isrörelsen, liksom att det uppkommit små oregelbundenheter i iskantens frontlinje som isrörelserna anpassat sig till. Äldre isrörelser inom området finns dokumenterade från ett fåtal lokaler med korsande räfflor. Dessa observationer ger dock ingen entydig bild av de äldre isrörelserna. Andra isrörelseindikationer av typen drumliner, rullstensåsar och lervarvskronologiska mätningar visar i stora drag samma isrörelseriktning.

Allteftersom trycket av den smältande ismassan började lätta höjde sig jordskorpan, först snabbt och senare i allt långsammare takt. Större delen av kommunen låg över Baltiska issjöns yta vid isavsmältningen, dvs över den högsta kustlinjen (HK) som är den högsta nivå som vattenytan i Östersjösänkan har nått. Som framgår av figur 5-1 har Baltiska issjön nått in i de större dalgångarna till i höjd med Virserum, Kvillefors och Silverdalen, liksom att stora delar av den nordostligaste delen av kommunen vid Vena varit täckt av vatten. HK ligger ca 105 m över havet i den södra kommundelen (Friberg, 1957; Persson, 1971; Johansson, 1975; Agrell, 1976) och ca 118 m över havet i norra kommundelen (Johansson, 1975; Agrell, 1976).

Vattnets tillbakadragande har styrts och styrs av en samverkan mellan landhöjningen (isostatiska rörelser) och vattenytans förändringar (eustatiska rörelser) i Östersjön, vilket resulterar i en relativ landhöjning. Enligt strandförskjutningskurvan för regionen (Svensson, 1989, 1991a, 1991b) och lervarvsserier (SGU, 1976) drog sig Baltiska issjön snabbt tillbaka, och de sista inträngande resterna av havet hade lämnat kommunens lägst belägna delar i nordost ca 500 år efter det att inlandsisen lämnade området. Den nuvarande relativa landhöjningen i området uppgår till ca 15 cm per 100 år (Ekman, 1988).

Enligt bl a Mörner (1977, 1978, 1979b) är landhöjningen orsakad av två helt skilda komponenter, en glacial-isostatisk komponent som upphörde för ca 2 000 år sedan, och en nu verkande linjär "tektonisk" komponent, möjligen orsakad av förändringar av massbalansen i jordskorpan. Den senare skulle då svara för dagens landhöjning.

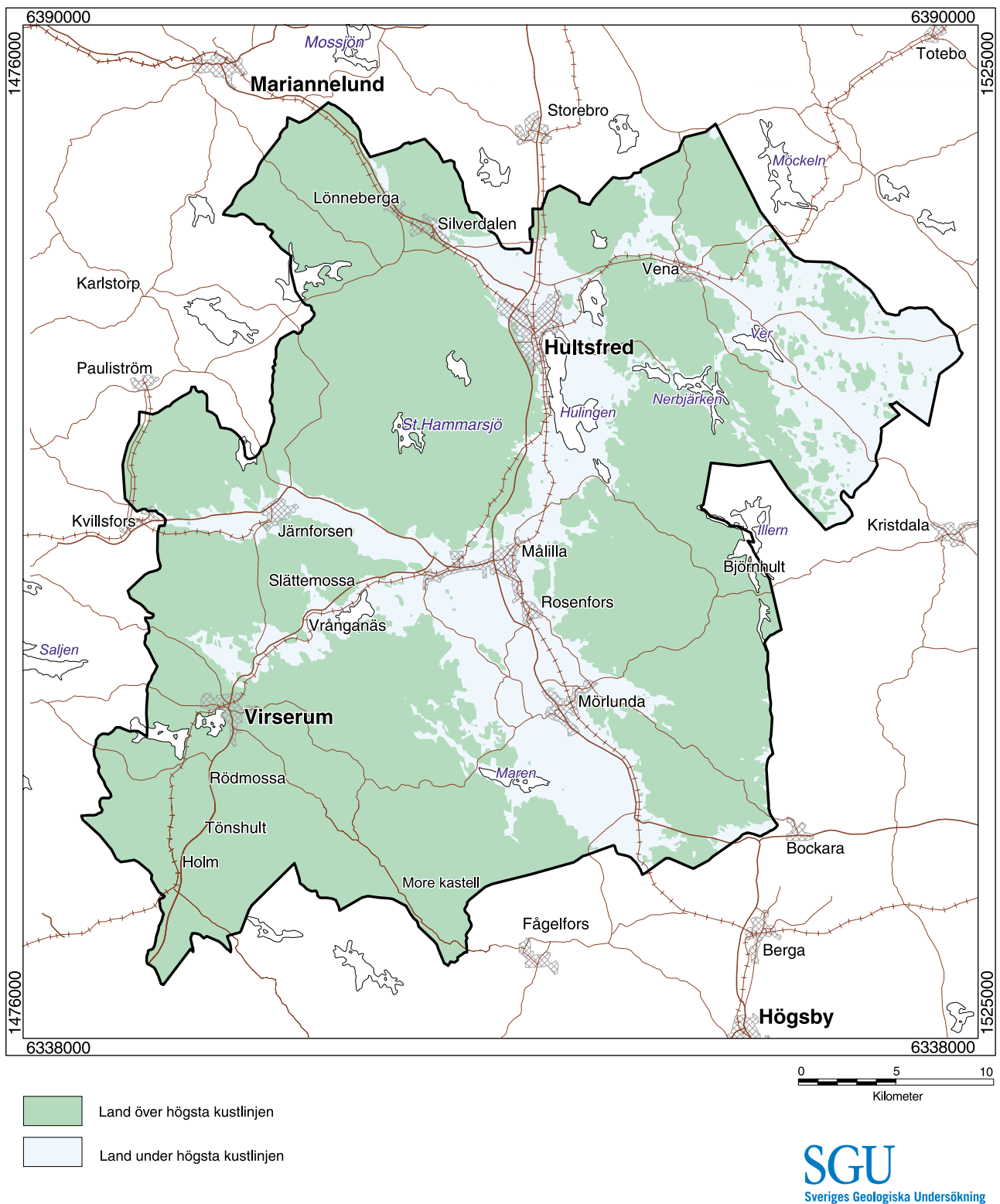
5.2 Jordarter inom Hultsfreds kommun

Ingen del av Hultsfreds kommun har kartlagts med modern teknik, se kapitel 3.5, utan den jordartskarta i skala 1:300 000 som presenteras i denna rapport, figur 5-2, grundar sig på en sammanställning (Sahlström, 1947) av gamla geologiska kartor från området.

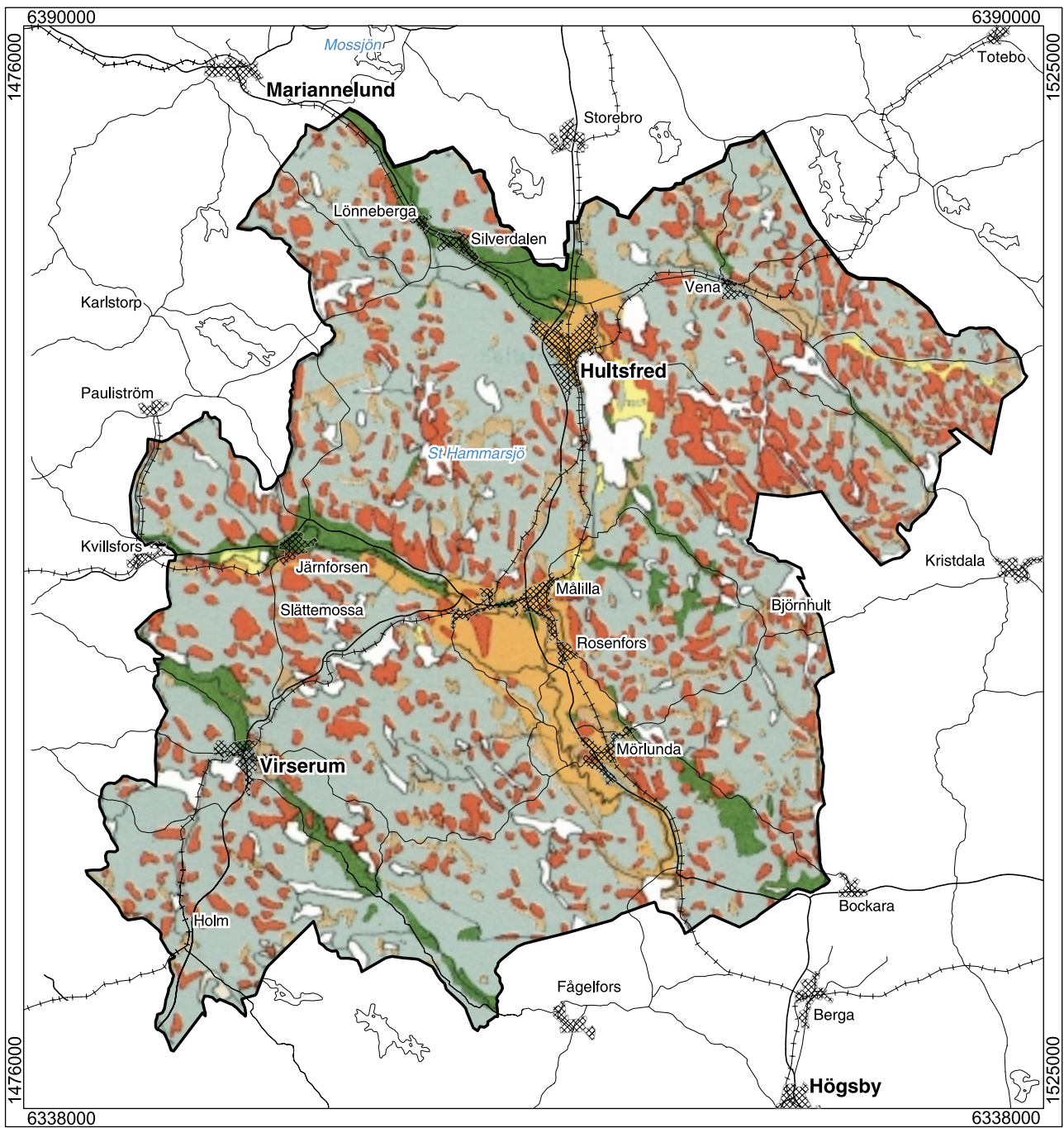
Jordartskartan visar att jordarter täcker den underliggande berggrunden i tämligen stor utsträckning, men i höjdområdena är jordtäcknet nästan genomgående tunt och andelen berg i dagen stor. Några små områden, som märkbart skiljer ut sig genom en förhållandevis stor andel berg i dagen, är området mellan Stora Öjasjön, Kronobo och Morebo längst i söder, samt ett område väster om Hultsfred, mellan Lilla Hammarsjön och Silverdalen. I de större dalstråken är bergblottningarna i huvudsak knutna till dalsidorna och ur sedimentplanen uppstickande höjder, men kan ibland även uppträda längsmed vattendragen, då frameroderade av det strömmande vattnet.

Jordmäktigheterna i området varierar avsevärt. Utanför dalstråken är jordlagren i allmänhet högst någon till några meter, men i dalgångarna kan mäktigheten vara betydande. Jordmäktigheter på mer än 10 m är allmänt förekommande enligt brunnsborringar, se figur 5-3, och även mäktigheter över 20 m är vanligt förekommande, bl a i Hultsfred, Målilla och längs Gårdvedaån norr om Virserum.

Jordarterna kan indelas i glaciala och postglaciala. De glaciala jordarterna har avlagrats av inlandsisen och dess smältvatten, medan de postglaciala jordarterna har bildats efter det att isen dragit sig tillbaka. De glaciala jordarterna utgörs av morän, isälvssediment och glaciala finkorniga sediment. Exempel på postglaciala jordarter är svallsediment, älv- och svämsediment, postglaciala leror och organiska jordarter, huvudsakligen torv.



Figur 5-1. Baltiska issjöns (dåvarande Östersjöns) största utbredning inom Hultsfreds kommun strax efter inlandsisens avsmältning från området för ca 13 700 år sedan. Nivån benämns högsta kustlinjen eller HK.

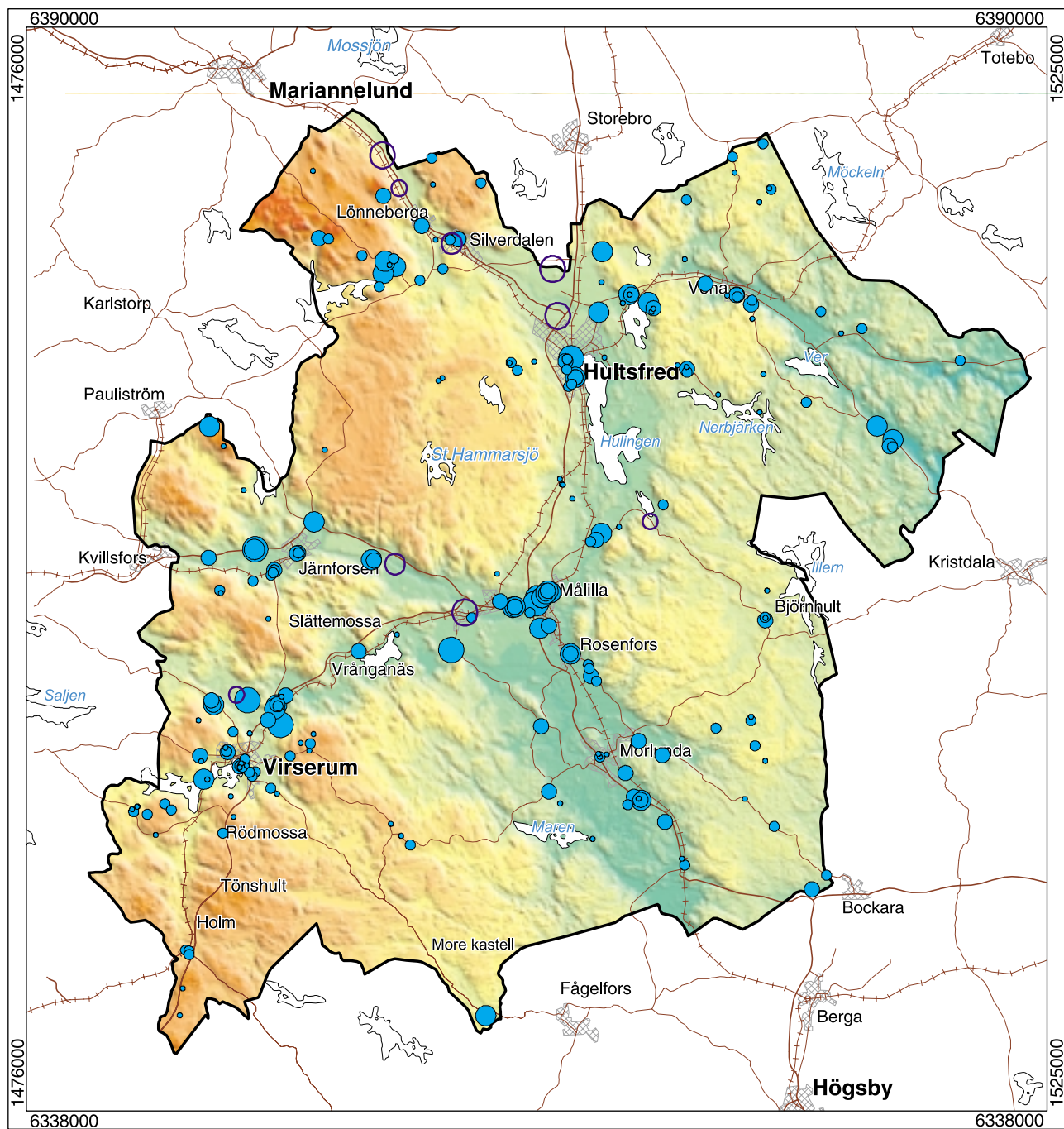


- | | |
|--|---|
|  Torv och gytja |  Isälvs sediment |
|  Postglacial sand |  Morän |
|  Lera och silt |  Berg i dagen |



SGU
Sveriges Geologiska Undersökning

Figur 5-2. Jordartskarta över Hultsfreds kommun. Efter Sablström (1947).



- <2 meter
- 2-5 meter
- 5-10 meter
- 10-20 meter
- >20 meter
- Borrningen har ej nått bergytan



SGU
Sveriges Geologiska Undersökning

Figur 5-3. Karta som visar jorddjup (jordlagrens mäktighet) enligt brunnborrningar inom Hultsfreds kommun. Borrningarna som visar stora jorddjup är knutna till dalstråkens sedimentområden.

5.2.1 Glaciala jordarter

Morän

Materialet som inlandsisen rev loss bakades in i isen, och vid avsmältningen kom detta material att avsättas som en osorterad jordart, morän, på underlaget. Oftast ligger moränen direkt på berggrunden och har stor utbredning. Inom ytor med täta hållblottningar, vilket är helt dominerande inom kommunen, är moränens mäktighet vanligen endast någon till några få meter. Större mäktigheter uppträder dock ofta i vissa terränglägen, speciellt på läsidan (i förhållande till isrörelsen) av berg. Större mäktigheter uppträder också där egenformer (drumliner, småkullig morän) hos moränen förekommer. Väl utbildade egenformer hos moränen är dock förhållandevis sällsynta, se nedan.

Moränen fyller vanligen ut sänkor i berggrunden och ligger som uppåt uttunnande täcken på bergsidorna. Landskapets morfologi bestäms således i hög grad av berggrundsytan. Egenformer såsom drumliner (spolformade moränbildningar uppkomna mellan inlandsisen och underlaget), är dåligt utbildade. De till synes drumlinlika ytformer som förekommer här och där består för det mesta av rena bergskärnor (bergdrumliner) med föga moränmäktighet. De är dock ibland utbildade som så kallade stötsides- och läsidesmoräner med uppstickande berg i ena änden. Exempel på sådana finns vid Ävlingebo OSO om Virserum, vid Slättemossa och i höjdområdet väster om Hultsfred. Småkullig morän, benämningen på morän avsatt i en miljö av kvarliggande rester av inlandsisen (s k dödis), förekommer i spridda områden men är i regel tämligen dåligt utbildad inom kommunen. Den småkulliga moränen kännetecknas av oregelbundet riktade ryggar och kullar uppbyggda av morän, ofta med en tämligen blockrik yta (figur 5-4a). Sådana ytor är vanligt förekommande i ett stråk mellan Järnforsen och kommungränsen norr om Fågelfors, och förekommer väl utbildade bl a väster om Försjön i trakten av Bockara.

Moräntyperna inom området är dåligt kända, men av de observationer som finns kan man sluta sig till att den dominerande moräntypen är sandig morän. Grusig morän förekommer sannolikt främst inom en del små områden med småkullig morän i anslutning till de större stråken med isälvsavlagringar. Moränmaterialet härrör i regel från berggrunden i närområdet, dvs moränen är korttransporterad och innehåller olika graniter, vulkaniter m fl prekambriiska bergarter. Normalblockiga morännytor dominerar helt, men speciellt i en del sluttningar och vissa områden med småkullig morän, är det vanligt med blockrika till storblockiga ytor (figur 5-4a).

Isälvs sediment

Isälvs sedimenten har transporterats och sorterats av isälvar och smältvattenströmmar i och under landisen för att slutligen avlagras vid isfronten eller i dalstråk nedströms isfronten. Huvuddelen av isälvs sedimenten utgörs av blockigt och stenigt grus, grus samt sand.

Inom Hultsfreds kommun finns fyra klart urskiljbara stråk med isälvsavlagringar som främst följer områdets markerade dalstråk. Vissa av dem är påverkade av svallning i samband med landhöjningen, och en del är också påverkade genom erosion av de sen- och postglaciala vattendragen. Isälvs sedimenten pålagras eller omges då av svall- samt älv- och svämsediment. En inventering av naturgrustillgångarnas utbredning, sammansättning och skyddsvärde inom kommunen finns redovisad av Johansson (1963, 1968). Stora uttag av naturgrus har skett på många ställen och i samtliga stråk inom kommunen. På senare tid har naturgruset i viss utsträckning ersatts av krossberg.



a) Område med blockrik till storblockig morän söder om sjön Ver.



b) Isälvsavlagring med grustag norr om Virserum. Avlagringen uppbyggs i stor utsträckning av grovt, stenigt isälvsgrus.



c) Emån söder om Ö Årena. Ån meandrar där fram i dalgångens sediment som består av sand, silt och lera.

Figur 5-4. Exempel på jordarter från Hultsfreds kommun.

Stråket vid Virserum, benämnt Virserumsåsen, bildar ett i stort sammanhängande åsstråk inom kommunen. Åsen är inom vissa partier imponerande hög och sedimenten mycket mäktiga. Den s k Kärringryggen alldeles norr om Virserum är en av södra Sveriges absolut mäktigaste åsbildningar med krönet 40 meter över åsens fot. Förutom markerade åsar (figur 5-4b) bildas stråket av dalfyllnader, terrasser och kulliga isälvsavlagringar. Avlagringarna i stråket är huvudsakligen uppbyggda av grovt isälvsgrus.

Virserumsåsen har ett dräneringsmässigt samband med Moredalen i den sydligaste delen av kommunen. Moredalen är Småländska höglandets mest magnifika "skura" eller kanjon genomfluten av isälvar. Den har, tillsammans med anslutande isälvsavlagringar, beskrivits av Olvmo (1989).

Nästa stora stråk med isälvsavlagringar inom kommunen sträcker sig från Bockara i sydost över Målilla och vidare i Emåns dalgång till Kvillsfors. Stråket benämns inom Hultsfreds kommun Järedaåsen och ingår i samma stråk som Högsbyåsen, vilken är benämningen mellan Bockara och kusten. Järedaåsen ingår därmed i ett av de största åsstråken i sydöstra Sverige. De enskilda avlagringarna i Järedaåsen är skiftande till karaktär och bildningssätt. Mellan Bockara och Målilla bildas stråket i huvudsak av åsar, terrasser och kullar. Åsarna har i vissa avsnitt karaktären av breda planåsar som i en del fall har hög blockhalt i sidorna. Avlagringarna är till synes mäktiga inom vissa avsnitt, som t ex mellan Rosenholm och Hult, där åsen sträckvis är hög och markerad. Mellan Vämmesjö och Målilla är avlagringarnas ytformer föga markerade, och det är långa uppehåll mellan de enskilda avlagringarna. Sannolikt finns mer sammanhängande isälvs-sediment på djupet i dalstråkets sandiga och siltiga sediment.

Mellan Målilla och Kvillsfors utgörs Järedaåsen i stor utsträckning av utbredda dalfyllnader, inom stora partier täckta av senare avsatta finkorniga, sandiga och siltiga sediment, i vilka Emån meandrar fram (figur 5-4c). Avlagringarna som ingår i dalfyllnaderna bildar åsar, svagt välvda ryggar samt kullar, platåer och terrasser i dalsidorna. Mycket vackra åspartier med förgreningar går fram mellan Årena och Hörtingen.

Ett tredje stråk, benämnt Silverdalsåsen (Johansson, 1968) eller Fagerhultsåsen (Holst, 1885) börjar på ett diffust sätt i trakten av Björnhult i form av spridda avlagringar i höjdområdet mellan Björnhult och Rosenfors. Stråket har sannolikt ursprungligen börjat i ett biflöde till den stora Högsby-Järedaåsens stråk. Avlagringarna längst i söder har avsatts och spritt ut sig i en miljö av dödis. I dalstråket nordväst om Björnhult samlar sig avlagringarna till ett sammanhängande stråk, där avlagringarna övergår i ett mäktigt komplex av åsar, kullar och terrasser med dödishålor söder om Lillsjön. Från detta komplex sträcker sig en markerad rullstensås över Lillsjön och sjön Hulingen i riktning mot isälvsdeltat vid Hultsfred.

Hultsfredsdelat har avsatts som ett israndsdelta vid mynningen av Silverdalen. Det är imponerande stort, fyra km brett i sitt bredaste parti, och därtill mäktigt, och innehåller mycket stora sedimentmängder. Deltat har matats med material dels från nordväst av en tillförselås i Silverdalen, dels från norr av en tillförselås vid Storebro. Större delen av deltat byggdes inte upp till Baltiska issjöns yta (HK), men i norra delen finns ett deltaplan som når 115–117 meter över havet, vilket nära motsvarar HK (Johansson, 1975). Detta deltaplan har en del dödishålor, dvs lämningar efter kvarliggande dödis. Hultsfredsdeltat höjde sig sedermera över Baltiska issjöns yta, innan tillförseln av isälvs-material

upphörde, och de ytliga delarna övergick till ett sandurfält med strömrännor som genomsätter deltat. Enligt borrhningar är isälvsedimenten i allmänhet mer än 15 meter mäktiga (Pousette m fl, 1981). Hultsfredsdelatets bildningssätt har undersökts genom skärningsstudier av Johansson (1965, 1975).

Avlagringarna i Silverdalen består av flera generationer isälvsavlagringar genom att sediment tillförts ända till dess att inlandsisens kant stod flera mil uppströms i dalgången. Första generationens isälvsavlagringar består i huvudsak av åsar centralt i dalgången och terrasser i dalsidorna (jämför Nyman, 1954, 1955). Åsarna är sträckvis höga och markerade, som den som sträcker sig genom samhället Silverdalen. Det först avsatta isälvs materialet kom senare att eroderas och omformas av isälven, och en ny generation avlagringar av skiftande typ avsattes. Avlagringarna består av sandurfält och kullar och ryggar bildade i en miljö av kvarliggande dödisrester.

Det fjärde stråket med isälvsavlagringar inom kommunen, benämnd Kärebyåsen av Holst (1885), går fram i Vena socken mellan sjöarna Näjern i sydost och Solnen i nordväst. Avlagringarna som ingår i detta stråk är förhållandevis små och därtill utspridda. Den mest betydelsefulla delen finns i dalstråket mellan sjöarna Näjern och Ver, där avlagringarna är sammanhängande och delvis består av en markerad rullstensås, delvis av kullar och ryggar liksom terrasser i den västra dalsidan. Avlagringen norr om Vena kyrka består av ett plåtårtat delta uppbyggt av sand (Johansson, 1968).

Glaciala finkorniga sediment

På jordartskartan (figur 5-2) har de glaciala finkorniga sedimenten ej särskilts från de postglaciala, utan båda typerna finns under beteckningen lera och silt. Därtill måste framhållas att de finkorniga sedimenten har en betydligt större utbredning inom kommunen än vad som framgår av denna karta. Speciellt de glaciala finkorniga sedimenten finns som utbredda och ibland mäktiga lager i dalstråken inom de ytor som markerats som postglacial sand, och ibland torv och gyttja, på jordartskartan. Förhållandena kan exemplifieras genom resultatet av de omfattande borrhningar som genomfördes i dalgången sydost om Vena i den nordöstra kommundelen, se figur 5-5, och vid Ryngen söder om Ryningsnäs i den sydligaste kommundelen (SGU, 1976). På dessa platser finns glaciala finkorniga sediment ställvis som mer än 10 m mäktiga lager under postglaciala sediment och torv.

De glaciala finkorniga sedimenten har avsatts av smältvatten från den tillbakadragande inlandsisen och i Baltiska issjön (figur 5-1). Sedimenten består av lera och silt och är för det mesta varviga med väl utbildade sommar- och vinterskikt. I lagerserien från en av borrhningarna vid Vena uppmättes inte mindre än 488 varv, vilket med andra ord motsvarar 488 års smältning av inlandsisen.

Vissa smärre störningar i varvserierna påträffades. Den mest sannolika förklaringen till störningarna är sättningar och glidningar i samband med avsättningen, eller vid det skede då platsen i fråga genom landhöjningen övergick till ett landområde. Den glaciala leran var då vattenmättad och kunde lätt glida ut till lägre partier.

5.2.2 Postglaciala jordarter

Postglaciala sediment

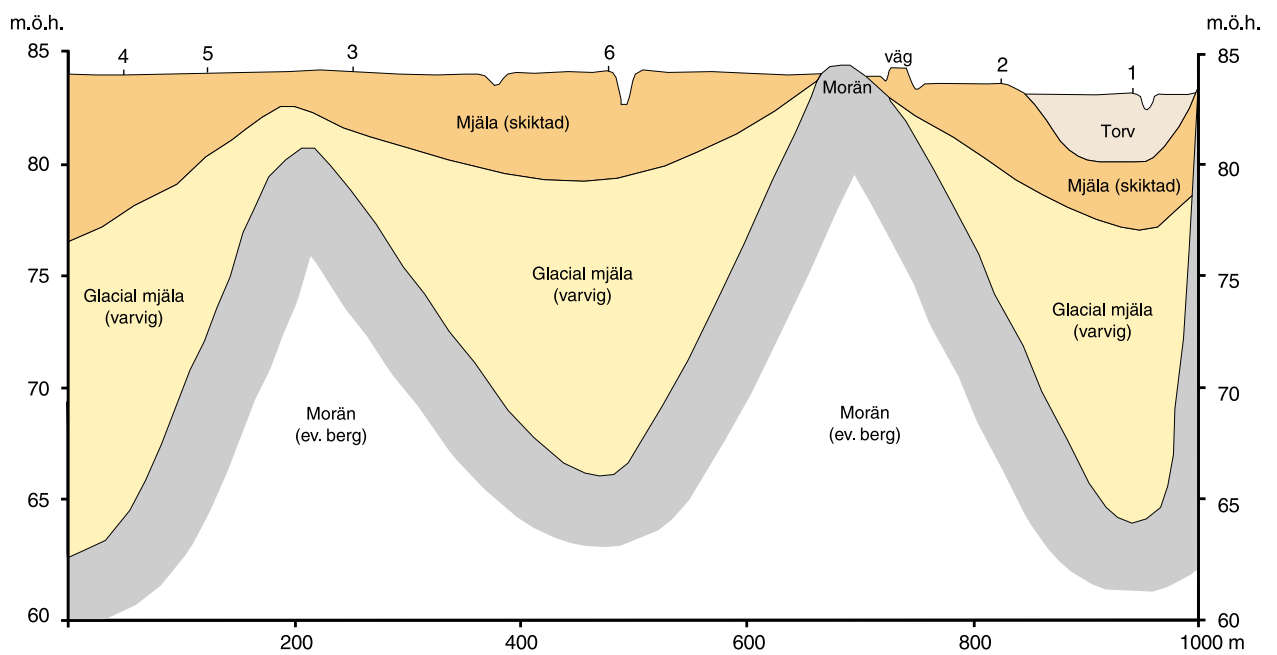
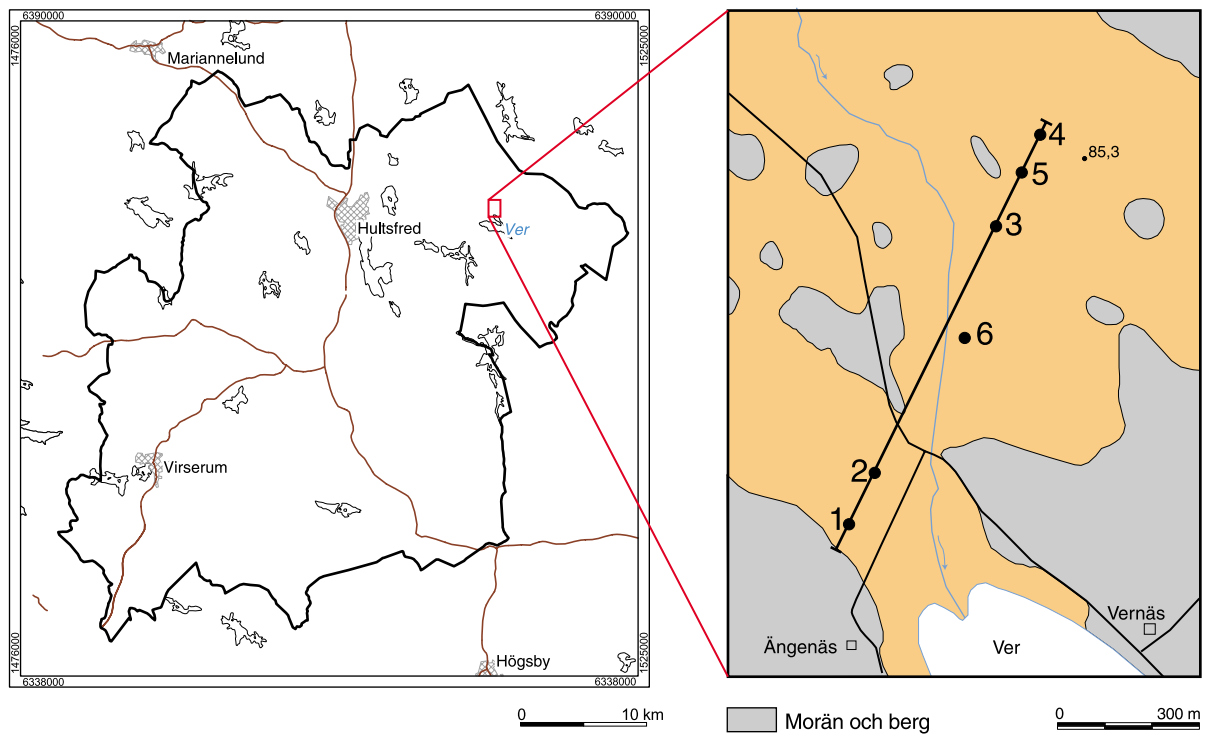
Postglaciala sediment utgör omlagringsprodukter av glaciala jordarter och har bildats efter det att inlandsisen lämnat området.

De postglaciala sedimenten i området redovisas på jordartskartan med orange färg och under beteckningen postglacial sand. De består dels av svallsediment, dels av älv- och svämsediment. Svallsedimenten, som består av grus och sand, har bildats genom vågor-
nas svallning i Baltiska issjön och har inte så stor utbredning och mäktighet. Detta beror dels på att större delen av kommunen ligger över högsta kustlinjen, dels på att Baltiska issjön i stor utsträckning intog långa, smala vikar där vågbildningen blev förhållandevis liten. Rena svallsediment påträffas framför allt som tunna kappor av grus och sand på en del isälvsvavlagringar, eller som en del tunna sandlager i dalgångarna. Dalstråken har genomflutits av åar som eroderat tidigare avsatta jordarter och fortgående sökt sig nya banor i dalgångarna. Älv- och svämsediment är därför allmänna i dalstråken och har stor utbredning. De äldre sedimenten finns utspridda i dalstråken där åarna tidigare haft sitt lopp, de yngre bildar sedimentplan i omedelbar anslutning till de nuvarande vattendragen (figur 5-4c). Älv- och svämsedimenten består i stor utsträckning av sand och silt, men lokalt där åarna eroderat i grovt isälvsmaterial har älvgrus bildats.

Organiska jordarter

Organiska jordarter domineras av torv. Inom kommunen har torvmarker en ganska liten utbredning, och till följd av den småbrutna morfologin är torvmarkerna i regel små. Jordartskartan ger en felaktig bild av arealen torvmarker. Många av de ursprungliga torvmarkerna är utdikade och uppodlade, framför allt i dalstråken, och torvtäcket har sedan jordartskartan upprättades försvunnit eller reducerats kraftigt till följd av oxidation och bortblåsning av torven. Ett bra exempel utgör den forna, mycket stora torvmarken i dalgången mellan Vena och sjön Näjern, där nu inom större delen av ytan endast ett tunt torvtäcke återstår.

Inom kommunen förekommer såväl kärr som mossar. Kärrarna i höjdområdena är i stor utsträckning utbildade som s k fattigkärr (starrmossar). Mossarna är vanligen av typen tall-rismossar. I kärrarna är kärrtorven vanligen högst två meter mäktig, medan mossarna i allmänhet uppvisar torvmäktigheter på tre till fyra meter. Två tämligen stora mossar inom kommunen är Stormossen nordost om Stora Hammarsjö och Orremossen nord-nordost om Järnforsen. I Stormossen alternerar mosse- och fattigkärrpartier. Gytta räknas också till de organiska jordarterna och förekommer som tunna lager under torven i en del av dalstråkens torvmarker.



Figur 5-5. Profil över lagerföljden i dalgången 4,5 km ostsydost om Vena kyrka. Observera att profilens skala i djupled är väsentligt förstorad. Figur enligt SGU (1976).

6 Berggrundsgeologi

Berggrundens sammansättning och homogenitet är av stor vikt vid lokaliseringen av ett djupförvar och i detta kapitel redovisas befintlig kunskap i dessa avseenden. Djupförvaret bör förläggas i en vanligt förekommande, homogen bergart.

6.1 Metodik

Befintlig information om berggrunden inom Hultsfredsområdet (Hultsfreds kommun med närmaste omgivningar) har sammanställts till en berggrundskarta avsedd att presenteras i skala 1:100 000. Till föreliggande rapport har bifogats en förminskad version i skala 1:300 000, se figur 6-1.

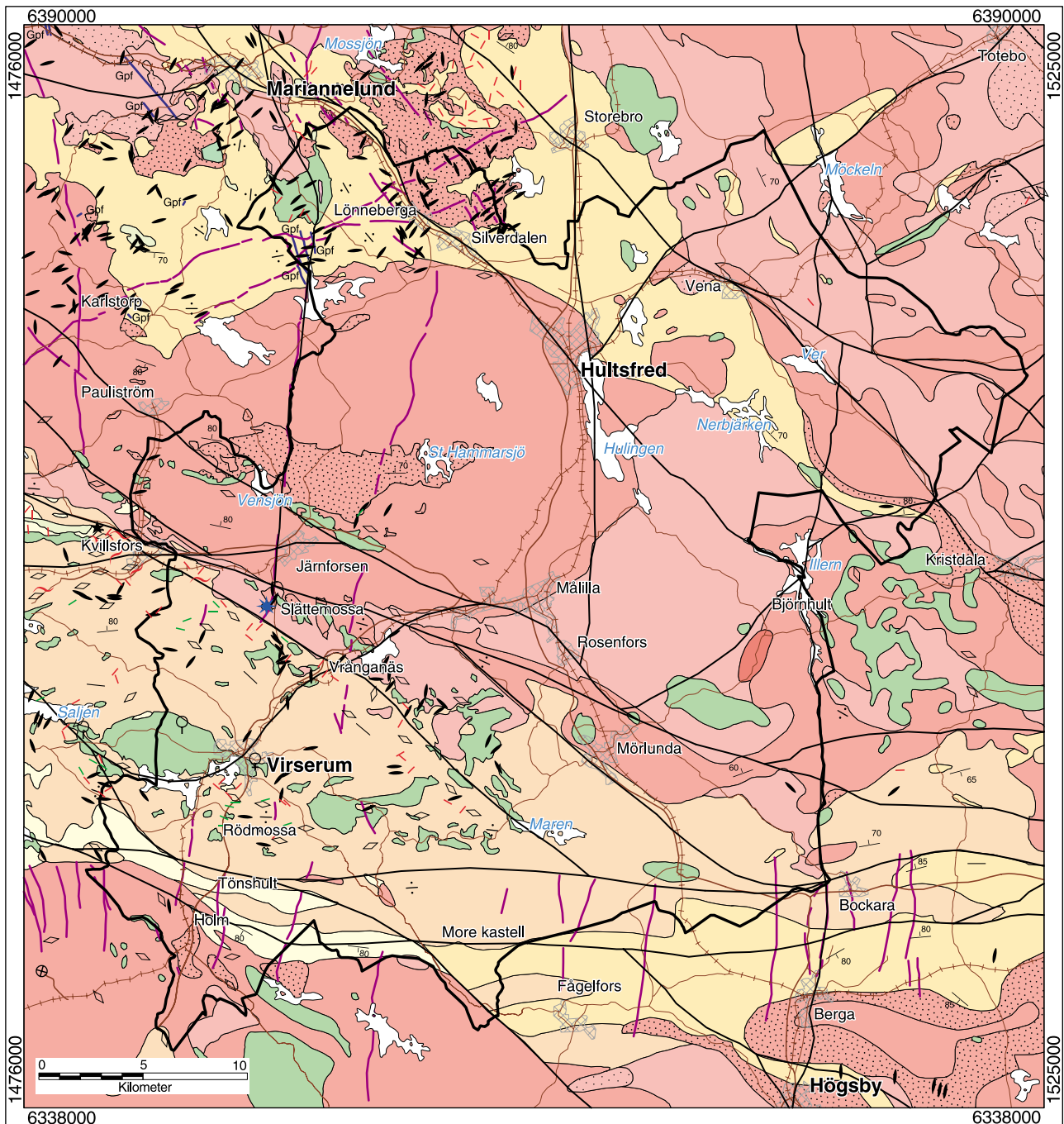
På berggrundskartan visas också utbredningen av mer betydande spröda deformationszoner. Dessa härrör från den tektoniska tolkning som gjorts inom ramen för förstudien. Deformationszonerna inom undersökningsområdet diskuteras i kapitel 8.

6.2 Bergartsindelning

Bergarterna indelas efter bildningssätt i magmatiska, sedimentära och metamorfa bergarter. De magmatiska bergarterna har bildats ur en mer eller mindre flytande bergartsmälta (magma) som stelnat nere i jordskorpan eller på jordens yta och kan i sin tur indelas i ytbergarter, djupbergarter och gångbergarter. De magmatiska ytbergarterna har stelnat fort och är därför mycket finkornigare än djupbergarterna som stelnat långsammare.

Förutom de magmatiska ytbergarter som bildats på jordytan ur lava eller ur lösa vulkaniska utbrottsprodukter som aska, finns också ytbergarter som bildats genom att lösa avlagringar (sediment), t ex sand och lera, omvandlats till fasta bergarter på större djup i jordskorpan.

Djupbergarterna bildas nere i jordskorpan ur magmor med olika sammansättning. Basaltisk magma ger upphov till mörka, tunga bergarter, t ex gabbro, som är fattiga på kisel och rika på järn och magnesium. Omvänt är den granitiska magman rik på kisel och fattig på järn och magnesium. En granitisk magma ger därför upphov till kvartsrika bergarter, medan en basaltisk magma bildar kvartsfattiga bergarter. Med hjälp av kvartshalten (egentligen SiO_2 -halten) kan man göra en indelning i sura (=kvartsrika), intermediära och basiska (=kvartsfattiga) bergarter. Bergarter som kristalliserat i en "magma-kammare" djupt nere i jordskorpan kan genom landhöjning och erosion i dag utgöra berggrundens överyta.



—	Kommungräns	—	Diabas, t.v. smalare än 10 m; t.h. bredare än 10 m, huvudsakligen magnetiskt indikerad	■	Vulkanisk bergart, intermediär till basisk, gråsvart, finkornig, ca 1800 miljoner år
♀	Gruva, nedlagd, sulfidmalm	■	Granit, röd, medel- till grovkornig, ca 1400 miljoner år	■	Vulkanisk bergart, sur till intermediär, röd till grå, finkornig, vanligen porfyrisk, ca 1800 miljoner år
○	Sulfidmineralisering	—	Gångporfyr, ca 1780 miljoner år	■	Kvartsdiorit till gabbro, mörkfärgad, fin- till medelkornig, t.v.; amfibolitgång, t.h.
★	Gruva, nedlagd, guldmalm	—	Finkornig granit, aplit och pegmatit som gångar eller mindre massiv	★	Klotdiorit
⊕	Volframmineralisering	■	Granit, grå till röd, finkornig till fint medelkornig, ställvis glest porfyrisk	■	Granit, granodiorit och tonalit, ofta gnejsig, grå till rödgrå, i allmänhet medelkornig, > 1830 miljoner år
70	Skiffrighet, gradtal för stupning	■	Granit till kvartsmonzonit, röd till gråröd, medel- till grovkornig ("Våxjögranit")	■	Vulkanisk bergart, grå till röd, finkornig, förskiffrad, vanligen porfyrisk, >1830 miljoner år
∟	Skiffrighet, vertikal stupning	■	Granit till kvartsmonzodiorit, röd till rödgrå, medel- till grovkornig, ögonförande ("Filipstadsgranit")		
∟	Skiffrighet, okänd eller starkt varierande stupning	■	Granodiorit till kvartsmonzodiorit, grå till rödgrå, medelkornig		
—	Sprickzon, större				
∠	Inneslutning				
~	Ådergnejsomvandlad				

Figur 6-1. Berggrundskarta över Hultsfreds kommun med omgivning.

Gångbergarter kan härstamma både från granitiska och basaltiska magmor, som vid perioder med sprickbildning i jordskorpan kan tränga in och stelna i sprickor så att bergarten bildar en ”gång”. Granitiska magmor ger upphov till skaplit-, granit- och pegmatitgångar, medan basaltiska magmor stelnar till bergarten diabas.

Metamorfa eller omvandlade bergarter bildas på stort djup i jordskorpan genom en mer eller mindre kraftig omvandling (utan uppsmältning) av de sedimentära eller magmatiska bergarterna. Exempel på metamorfa bergarter är gnejs och amfibolit.

6.3 Berggrunden inom undersökningsområdet

En stor del av berggrunden inom Hultsfredsområdet utgörs av Smålandsgranit. Beteckningen Smålandsgranit omfattar bergarter med huvudsakligen granitisk till kvartsmonzonitisk sammansättning, tillhörande det ca 1 850–1 650 miljoner år gamla transskandinaviska magmatiska bältet (TMB). Detta vidsträckta bälte med granitiska intrusioner sträcker sig från sydostligaste Sverige mot norr och nordnordväst till sydvästligaste Lappland (figur 4-2). Tillsammans med Smålandsgraniten förekommer också en del väsentligen sura, vulkaniska bergarter, huvudsakligen Smålandsporfyrier, samt diorit- och gabbromassiv av varierande storlekar.

I den södra delen av undersökningsområdet uppträder även något äldre (mer än 1 830 miljoner år gamla) granitoider och bergarter av vulkaniskt ursprung, sk vulkaniter, som i allmänhet är gnejsiga. Även tillsammans med de äldre granitoiderna uppträder rikligt med större eller mindre diorit- och gabbromassiv.

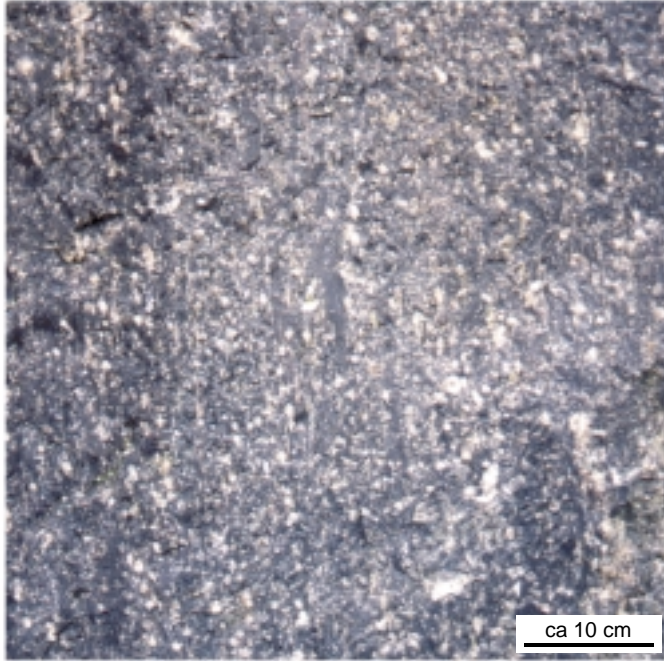
I norra delen av området, samt omkring Virserum, genomslås berggrunden av ett stort antal diabasgångar varav flertalet är tämligen smala och korta. Därutöver uppträder ett antal långa, något bredare gångar som framtolkats utifrån främst flygmagnetiska data.

I följande avsnitt ges en beskrivning av kommunens berggrund med utgångspunkt från den berggrundsgeologiska kartan (figur 6-1).

6.3.1 Ytbergarter

Äldre vulkaniska bergarter (mer än 1 830 miljoner år gamla)

I sydvästra delen av undersökningsområdet uppträder huvudsakligen sura till intermediära, i allmänhet porfyriska vulkaniter. De är vanligen tydligt förskiffrade i O-V-, VNV- och ONO-liga riktningar, oftast med vertikal stupning. Svarta, bruna och rödaktiga, ställvis mycket välbevarade porfyrier dominerar (figur 6-2a). Dessa är till utseendet helt lika de yngre vulkaniterna (ca 1 800 miljoner år gamla) som beskrivs nedan. Den äldre vulkaniten genomslås dock av en ca 1 830 miljoner år gammal granitoid och måste alltså vara äldre än denna (Persson, 1989). De äldre vulkaniterna skiljer sig från de yngre genom att de är förskiffrade. De benämns metavulkaniter på berggrundskartan Vetlanda SO (Persson, 1989).



a) Sur till intermediär vulkanisk bergart med vita strökorn. (Tönshult, söder om Virserum, RAK 6348600, 1485200).



b) Magmablandning. Rundade enklaver av gabbro eller diorit i fint medelkornig, hybridartad granitoid. (Vrånganäs, nordost om Virserum, RAK 6358700,1489700).

Figur 6-2. Exempel på bergarter från Hultsfredsområdet.

**Yngre vulkaniska bergarter: "Smålandsvulkanit"
(ca 1 800 miljoner år gamla)**

I den norra och den sydöstra delen av Hultsfredsområdet förekommer större sammanhängande områden med bergarter av vulkaniskt ursprung. Det södra området sträcker sig österut till Oskarshamn. De vulkaniska bergarter som uppträder tillsammans med Smålandsgraniterna och som huvudsakligen utgörs av Smålandsporfyr ges ibland den sammanfattande beteckningen Smålandsvulkanit, att jämföra med Smålandsgranit nedan.

Av de yngre vulkaniska bergarterna är porfyryer med ryolitisk sammansättning, s k Smålandsporfyr, vanligast. Porfyryerna kännetecknas av en mycket finkornig grundmassa där de enskilda mineralkornen inte kan urskiljas med blotta ögat. I den täta grundmassan ligger utspridda 5–6 mm stora kristaller, s k strökorn, av kvarts och fältspat. Dessa utgör normalt 10–20 % av bergartens volym. Porfyrens färg varierar från röd över brun och gråsvart till svart, där den svarta är den bäst bevarade. I de mer välbevarade porfyryerna finns på sina ställen primära strukturer, bl a ask- och pimpstensfragment, som går att urskilja med hjälp av mikroskop. Tämmligen stora områden upptas av en gråaktig porfyr som har en mer intermediär sammansättning och där frekvensen av strökorn är högre.

Delar av området med vulkaniska bergarter utgörs av tuff, vilket är en bergart som bildats genom avlagring och "förstening" av vulkanisk aska. Om även från vulkanen utkastade lavaklumpar (s k vulkaniska bomber) ligger inbäddade i askan, bildas bergarten agglomerat som också uppträder här och var inom området. Tufferna, vars färg vanligen är grå till grönaktig, innehåller mm-stora strökorn. Strökornen utgör 20–50 % av bergarten. I en del fall kan en svag VNV-lig stänglighet spåras. Enligt Persson (1973, 1974) är tufferna sannolikt de yngsta bergarterna i vulkanitsekvensen, fränsett vissa intermediära till basiska led som kan vara ännu yngre.

Den röda porfyren som gränsar till de finkorniga graniterna, t ex i området öster om Mossjön, har ungefär samma kornstorlek som dessa och bergarterna övergår i varandra, varför gränsen dem emellan blir mycket osäker. Persson (1985) kallar de finkorniga graniterna för "subvulkaniter" i beskrivningen till berggrundskartan Vetlanda NO, men har på kartan betecknat dem som graniter. Även på kartan till nu föreliggande rapport (figur 6-1) har de betecknats som granit. Subvulkaniterna antas utgöra en övergångsform mellan de tydligt identifierbara vulkaniska ytbergarterna och de granitiska djupbergarterna.

Smärre områden inom vulkanitsekvensen utgörs av gråsvarta, mycket finkorniga, basiska till intermediära bergarter.

Smålandsvulkaniterna i området har normalt en låg till måttlig magnetisering och en densitet på i medeltal 2 660 kg/m³ (Hesselström i Persson, 1985).

6.3.2 Djupbergarter

Äldre djupbergarter: granit, granodiorit, tonalit och gabbro (1 830 miljoner år gamla eller äldre)

Den södra delen av Hultsfredsområdet genomdras av det långsträckta bälte med äldre granitoider som sträcker sig från Oskarshamn till Huskvarna, se figur 4-2. Bergarterna utgörs av granit, granodiorit och tonalit. Söder om Kvillsfors och sydväst och söder om Vireserum dominerar tonalit, medan granit dominerar bl a i en sektor NV till NO om Virserum. Framför allt i graniten förekommer på en del ställen glest fördelade, grå till skära, cm-stora ögon av fältspat. De äldre granitoiderna är i allmänhet förskiffrade och innehåller, liksom de yngre Smålandsgraniterna, rikligt med större och mindre inneslutningar samt massiv av diorit och gabbro. På en del ställen, till exempel i de nya vägskärningarna NO om Virserum, finns vackra exempel på magmablandning mellan en basisk och en sur magma. Figur 6-2b visar exempel på detta. Svarta, basiska enklaver med gabbro- till dioritsammansättning ligger i en gråröd granit. Den äldre granitoiden är i allmänhet medelkornig till grovt medelkornig och vanligen grå till färgen (figur 6-3a). De mer basiska varieteterna innehåller hornblände, i regel dock mindre än 10 %.

Tillsammans med den äldre granitoiden uppträder rikligt med diorit- och gabbromassiv. Ett av de större ligger vid Virserum. Detta gabbromassiv, som huvudsakligen består av mineralen plagioklas, pyroxen och olivin, innehåller på en del ställen även malmineral som tidigare brutits i en gruva i Virserums samhälle.

Gabbron har i allmänhet en hög magnetisering (innehåller 2–3 volymprocent magnetit) och hög densitet, 2 880 kg/m³ (Hesselström i Persson, 1985). Gabbromassiven framträder därför på kartan över det magnetiska anomalifältet som positiva anomalier och ger också upphov till positiva anomalier på tyngdkraftskartan (jämför figur 6-1, 6-4 och 6-5). Anomaliernas storlek beror dock inte bara på massivens magnetisering och densitet utan också på deras storlek, form och djup.

En datering av en äldre granitoid från Holm, ca 8 km söder om Virserum (som beskrivits av Hjelmqvist, 1969) har gett en mycket osäker ålder på 1 830 miljoner år (Åberg och Persson, 1984). En senare och bättre datering av en tonalit från Bäckaby, ca 40 km VSV om Virserum, gav åldern 1 834 miljoner år (Mansfeld, 1996).

Yngre djupbergarter: "Smålandsgranit" och gabbro (ca 1 800 miljoner år gamla)

De yngre djupbergarterna vilka kan sammanfattas i benämningen Smålandsgranit-gruppens bergarter, eller endast Smålandsgranit, upptar en stor del av Hultsfredsområdet. Största utbredningen har en röd till gråröd, medel- till grovkornig, i allmänhet jämnkornig, granit som brukar kallas Växjögranit (figur 6-3b) och som förekommer i ett band västerut från Hultsfred-Målilla. Växjögraniten, som lokalt övergår i kvartsmonzonit, kan ställvis ha glest fördelade ögon av kalifältspat. Kvartsen har ofta en blåaktig färg. Inom undersökningsområdet är graniten i allmänhet homogen och relativt sprickfattig. I Kvillsfors-Järnforsområdet är den dock förskiffrad i den plastiska skjuvzonen (se kapitel 8).

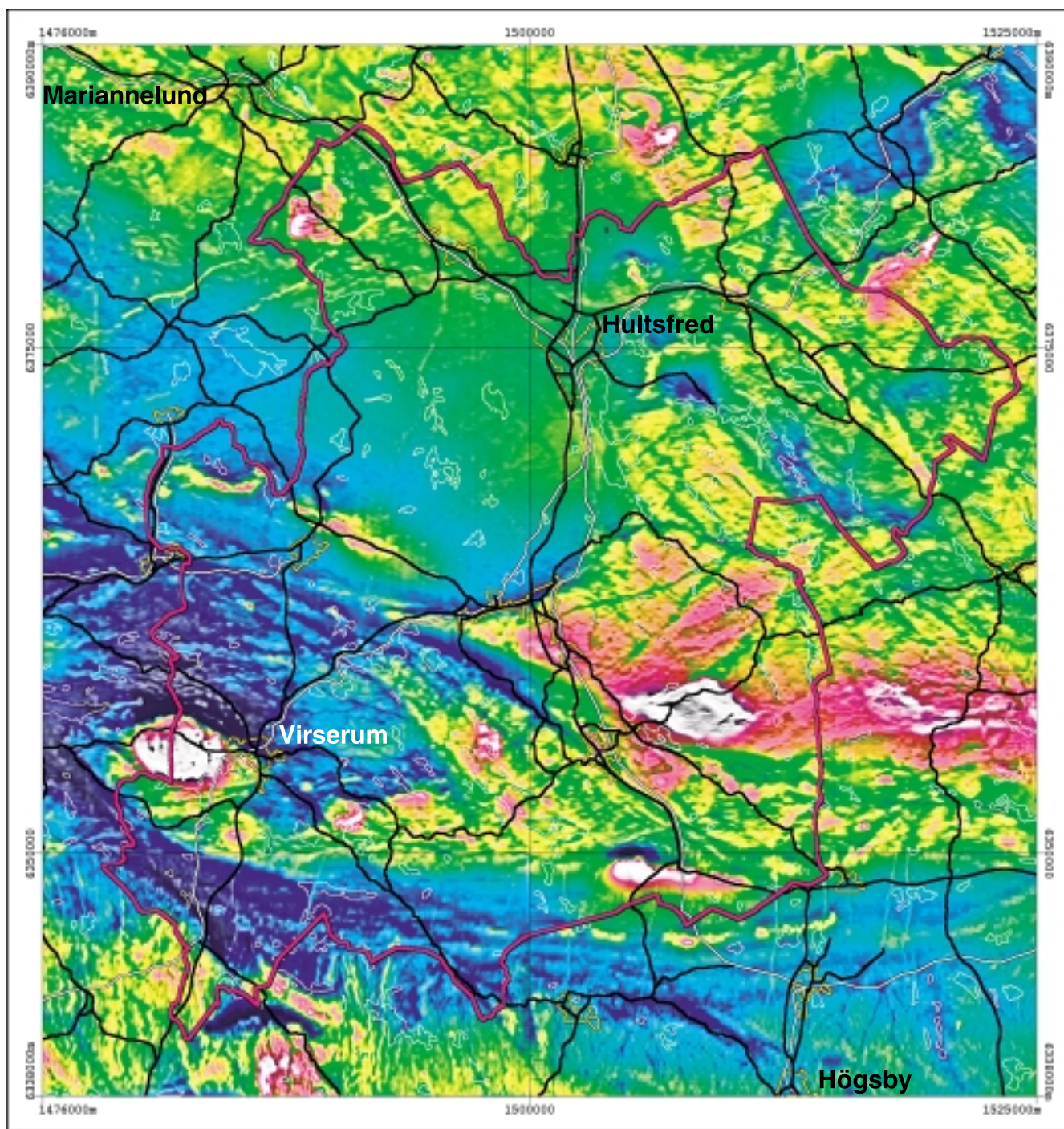


a) Medelkornig, gnejsig äldre granitoid. (Rödmossa, söder om Virserum, RAK 6351150,1485550).



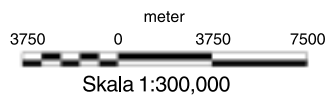
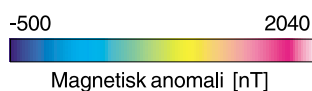
b) Medelkornig, jämnkornig Smålandsgranit, så kallad Växjögranit. (Målilla, RAK 6363250,1500150).

Figur 6-3. Exempel på bergarter från Hultsfredsområdet.

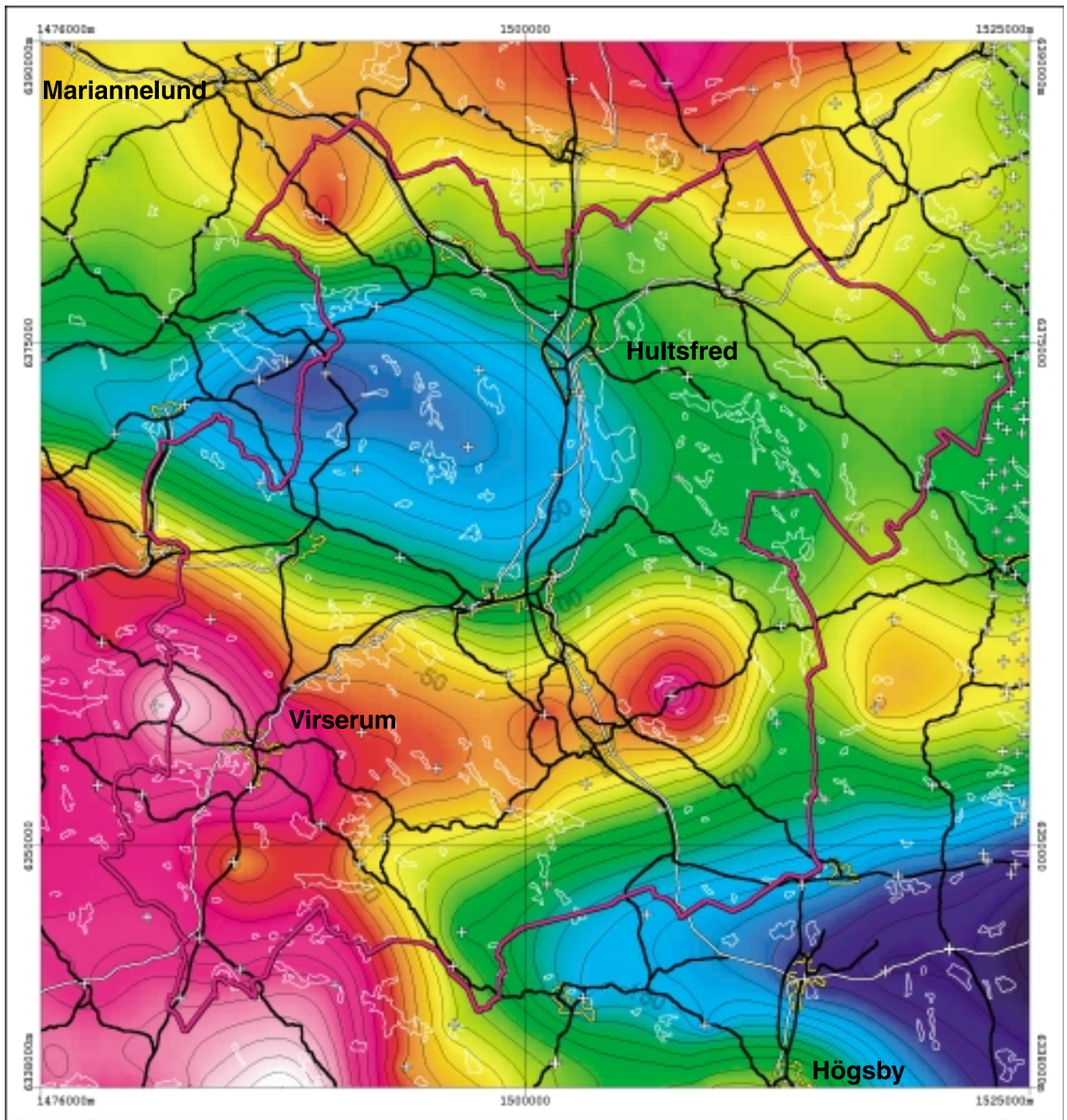


Magnetiskt anomalifält

Geofysisk flygmätning, SGU
 Anomalifält i nanoTesla, gradienter förstärkta
 genom skuggning med vertikaldervatan

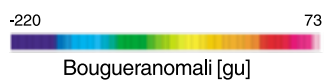
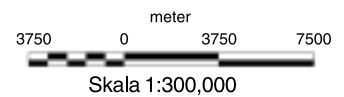


Figur 6-4. Magnetiskt anomalifält. Violetta-ljusa färger visar hög magnetisering och blå färger visar låg magnetisering.



Tyngdkraft

Tyngdkraftskarta, baserad på interpolation av mätvärden i markerade mätstationer (+). 10 gu isolinjer.



Figur 6-5. Tyngdkraft i gu (gravity unit, "gravitationsenhet"). Violetta-ljusa färger visar massöverskott och blå färger visar massunderskott.

Det stora massivet av Växjögranit som förekommer sydväst om Hultsfred framträder på den magnetiska anomalikartan (figur 6-4) som ett mycket "lugnt" område, dvs med låg, homogen magnetisering (genomgående låga magnetithalter). Graniten är också, att döma av den glesa tyngdkraftsmätningen, lättare än omgivande bergarter.

Efter Växjögraniten är den ögonförande, i allmänhet rödgrå djupbergart som brukar kallas granit av Filipstadstyp den vanligaste. Filipstadsgraniten är medel- till grovkornig och porfyrisk med ögon som kan vara upp till 3 cm stora. Varieteter som innehåller hornblände är ofta småporfyriska. Ögonen består i allmänhet av kalifältspat. Filipstadsgraniten övergår ställvis i mer basiska varieteter och områden med granodiorit och kvartsmonzodiorit har skiljts ut med en särskild beteckning på kartan. Dessa bergarter återfinns framför allt i området väster om Mariannelund och utgörs av finkorniga till medelkorniga, gråsvarta, ställvis lätt rödaktiga, fläckiga bergarter med hornblände. De kan ha porfyrisk utbildning med ögon av fältspat och kvarts. Filipstadsgraniten har allmänt en hög magnetisering (jämför i figur 6-1 och 6-4 Växjögraniten sydväst om Hultsfred med Filipstadsgraniten sydsydost om samhället). Densiteten i porfyriska varieteter är $2\,660\text{ kg/m}^3$ och något högre, $2\,720\text{ kg/m}^3$ för kvartsmonzodiorit (Hesselström i Persson, 1985).

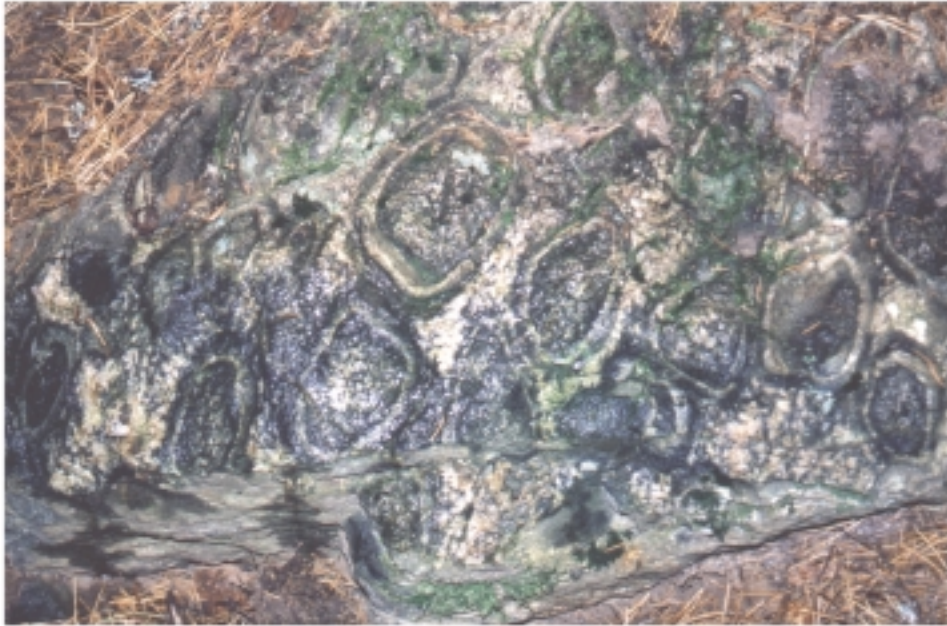
De olika typerna av Smålandsgranit går ofta över i varandra, varför gränserna dem emellan i allmänhet är oskarpa. Filipstadsgraniten är ställvis förskiffrad, i skjuvzoner mycket kraftigt, och är då svår att skilja från den äldre granitoiden.

Den berggrund som på kartan betecknats som finkornig till fint medelkornig granit utgörs dels av gångar och mindre massiv i äldre bergarter, dels av större, sammanhängande områden. Ett tämligen stort område med finkornig granit återfinns väster om Stora Hammarsjö, i Växjögraniten. Persson (1989) beskriver denna förekomst under rubriken "subvulkaniter" och uppger att den har stora variationer i kornstorlek, strökornsmängd och struktur. Persson menar att bl a äldre ytbergarter kan ingå i denna finkorniga granit. Bergarterna har i allmänhet låg magnetisering samt låg densitet (Hesselström i Persson, 1985). Radiumhalten är svagt eller i vissa fall markant förhöjd (se vidare kapitel 7.2).

Öster om Storebro och väster om Lönneberga samt mellan Mörlunda och Kristdala uppträder tämligen stora, basiska massiv med diorit- och gabbrobergarter i Smålandsgraniterna. Något mindre massiv förekommer t ex norr om Kvillsfors samt norr och söder om Järnforsen. I området mellan Kvillsfors och Pauliström finns exempel på sannolik magmablandning (Persson, 1989). Persson anser att dioriten och gabbbron som förekommer tillsammans med de äldre granitoiderna har samma ålder som de senare, medan dioriten och gabbbron i Smålandsgraniterna är av Smålandsgranitålder. Eftersom båda generationerna basiska bergarter dock har samma utseende har de fått samma beteckning på berggrundskartan. De har även likartade fysikaliska egenskaper.

Klotdiorit

En geologisk kuriositet inom Hultsfredsområdet är den s k klotdiorit som finns vid Slättemossa, ca 7 km norr om Virserum (figur 6-6a). Bergarten består av dioritiska, klotformiga bildningar i ögongranit. Innerst i bollarna finns en kärna av hornbländefattig diorit eller hornbländegranit omgiven av ett tredubbelt skal. Därefter kommer omväxlande diorit och granitskikt. Bollarna som vanligen mäter 0,6–1 dm i genomskärning, är vackert rundade, någon gång klotrunda men vanligen utdragna eller spolformade. Hur denna bergart har bildats är ännu ej klarlagt.



a) Klottediorit. (Slättemossa, RAK 6361850,1487800).



b) Diabasgång, knappt meterbred, genom finkornig "subvulkanit" till granit. (Vrånganäs, RAK 6358700,1489700).

Figur 6-6. Exempel på bergarter från Hultsfredsområdet.

Granit (ca 1 400 miljoner år gammal)

Söder om Björnhult uppträder en gråröd, grovt medelkornig granit, som vid rekognosceringen för den översiktliga berggrundskartan Oskarshamn (Lundegårdh m fl, 1985) uppfattats som en yngre granit. Vid en ny fältkontroll i samband med föreliggande arbete har det dock visat sig att bergarten i fråga sannolikt utgörs av Smålandsgranit.

6.3.3 Gångbergarter

Gångporfyr

I området uppträder ett antal gångar med porfyr, s k gångporfyr. De stryker vanligen i NNV- till NV-liga riktningar. Bredden varierar från ett par meter till ca 10 m. Färgen är oftast gråröd med 1–15 mm stora fältspatströkorn. Kvartsströkornen är ca 1 mm. Grundmassan är finkornig eller mycket finkornig. Gångarnas ålder har bestämts till ca 1 780 miljoner år (Nilsson och Wikman, 1997), vilket visar att de är nära besläktade med Smålandsgraniterna.

Diabas

Diabasgångar av olika åldrar genomsätter området. De utgör inhomogeniteter i berggrunden och kan till viss del styra lokaliseringen av sprickor och sprickzoner till kontakterna mot omgivande bergarter. De är därmed också av betydelse för det lokala grundvattenflödet. Yngst är de långa diabasgångar som stryker i N-S- till NNO-lig riktning. De är 10 till 100 m breda, har en hög magnetisering och framträder därför som regel på den magnetiska anomalikartan, framför allt i den sydligaste delen av Hultsfredsområdet (figur 6-4). Diabasen är gråsvart och fint medelkornig till medelkornig. Sannolikt tillhör dessa diabasgångar de s k Blekinge-Dalarnadiabaserna, vars ålder bestämts till ca 930 miljoner år (Johansson och Johansson, 1990). De ONO-liga (icke blottade) gångar som har lokaliserats med hjälp av flygmagnetiska data i området mellan Karlstorp och Storebro har samma geofysiska egenskaper som de N-S-liga diabasgångarna och hör förmodligen till samma generation som dessa. Den flyggeofysiska informationen visar också på en god elektrisk ledningsförmåga längs de ONO-liga diabaserna vilket tyder på en god vattenföring.

De äldre diabaserna som uppträder i ett stort antal nära kontakterna mellan graniter och vulkaniter i nordvästra delen av Hultsfredsområdet är i allmänhet relativt smala och korta och framträder inte i den magnetiska anomalibilden. Dessa diabaser är i allmänhet finkorniga till fint medelkorniga och gråsvarta (figur 6-6b). De har ibland porfyrisk utbildning med cm-stora plagioklasströkorn och kallas då diabasporfyr.

Många av de äldre diabaserna är mer eller mindre amfibolitomvandlade. Det har vid kartläggningen inte varit möjligt att i varje enskilt fall avgöra om gångbergarten är en amfibolit eller en diabas. Vid en mer detaljerad undersökning skulle förmodligen antalet amfibolitgångar öka på bekostnad av diabasgångarna. Det är också viktigt att poängtera att förekomsten av diabasgångar är dåligt känd i de områden (i stort sett östra halvan av undersökningsområdet) som ej täcks av de moderna berggrundskartorna. Sannolikt är frekvensen gångar där lika stor som i det västra området. Detta kan dock bara klarläggas vid en mer detaljerad undersökning.

6.4 Berggrundens homogenitet

I de delar av Hultsfredsområdet där detaljerade, moderna berggrundskartor saknas är det svårt att bedöma berggrundens homogenitet. Som inhomogeniteter räknas i detta sammanhang t ex mindre intrusioner, gångbergarter och inneslutningar. Moderna berggrundskartor i skala 1:50 000 (Persson 1985, 1989) täcker dock i stort sett den västra halvan av Hultsfredsområdet. Av dessa framgår läget och frekvensen av inneslutningar och gångbergarter, vilka visas på berggrundskartan (figur 6-1). Inhomogeniteter av samma typ kan förekomma även i den östra halvan av undersökningsområdet, särskilt i kontaktområdena mellan Smålandsgraniterna och de yngre vulkaniska bergarterna, samt i den äldre gnejsiga granitoiden.

Mycket inhomogen berggrund inom Hultsfredsområdet återfinns i den nordvästra delen i Mariannelund-Silverdalen-Karlstorpsområdet. Där uppträder ett stort antal diabaser, men även granit- och pegmatitgångar förekommer och området uppvisar generellt en relativt stor bergartsvariation. I kontaktområden mellan ovanstående bergarter förekommer även rikligt med inhomogena blandbergarter.

Ett annat område med mycket inhomogen berggrund utgörs av området mellan Kvillsfors, Virserum och Bockara. I den dominerande äldre granitoiden förekommer mycket talrika inslag av större eller mindre massiv av gabbro och diorit. Även inneslutningar av dessa bergarter förekommer rikligt, och bergarterna uppvisar ofta blandförhållanden. Diabasgångar uppträder också i stort antal. Även i den yngre Smålandsgraniten söder om nu nämnda område förekommer relativt rikligt med diabasgångar.

I området mellan Mörlunda och Kristdala är inslaget av gabbro-dioritbergarter i den dominerande Smålandsgraniten också relativt stort och berggrunden i detta område är av denna anledning också bedömd som inhomogen. Denna blandning av Smålandsgranit och gabbro-dioritbergarter fortsätter österut genom Oskarshamns kommun.

Den generellt sett mest homogena berggrunden återfinns i de större massiven av medelkornig till grovkornig Smålandsgranit, dvs Växjögranit och Filipstadsgranit. Av dessa varieteter är Växjögraniten i allmänhet jämnkornig, medan Filipstadsgraniten är porfyrisk. Delar av massivet med Växjögranit väster om Hultsfred bedöms vara relativt homogent, bortsett från förekomsten av vissa diabaser. Massivet med Filipstadsgranit mellan Hultsfred och Björnhult är sannolikt relativt homogent, men bedömningen försvåras av bristen på moderna berggrundskartor över detta område.

Även den nordöstligaste delen av undersökningsområdet förefaller vara relativt homogent, då varken gabbro-dioritbergarter, diabaser eller inneslutningar verkar förekomma i någon större mängd. Vad gäller bedömningen av homogeniteten i detta område måste dock återigen bristen på moderna berggrundskartor beaktas.

7 Radon och radiumhalter i jordarter och berggrund

Över Hultsfreds kommun finns radiometriska flygmätningar, se figur 7-1, som möjliggör bestämning av det översta marklagrets radiumhalt. Radium ingår i urans sönderfallskedja och är modernuklid till radon. Radon är en gas som, om halterna är höga, utgör ett miljöproblem i bostäder och på arbetsplatser. Däremot påverkas inte den långsiktiga säkerheten i ett djupförvar.

Kartan i figur 7-1 visar den relativa fördelningen av kalium, uran och torium i jordlagrens eller den blottade berggrundens ytskikt. En jämförelse med den berggrundsgeologiska kartan (figur 6-1) visar att de äldre granitoiderna och med dem associerade basiska djupbergarter i kommunens sydvästra del innehåller mycket låga halter av radioaktiva element. Smålandsgraniterna och -vulkaniterna längre norrut uppvisar däremot något högre halter. De högsta värdena har erhållits inom den sydvästra delen av det stora massivet av Växjögranit som återfinns väster och sydväst om Hultsfred. I området med förhöjda halter dominerar en finkornig varietet av Smålandsgranit som av Persson (1989) beskrivits som "subvulkanit", se kapitel 6.3.2.

Följande beskrivning av radon och radiumhalter i jordarter och berggrund inom Hultsfreds kommun baseras på de mätningar som beskrivits ovan. I detta fall är det dock endast halten av uran som är av betydelse.

7.1 Jordarter

Radonhalten i de lösa jordlagren är av intresse både vid planering av nybyggnation och för det befintliga bostadsbeståndet. Detta gäller även radiumhalten i berggrunden om hus är, eller avses bli, byggda på krossberg.

För Hultsfreds kommun har en utredning gjorts som baseras på en kombination av flyg- och markmätningar (Åkerblom och Kullman, 1986). Utredningen visar att högriskområden huvudsakligen finns inom områden som täcks av isälvsediment. Även några mindre områden med morän, främst inom området runt Stora Hammarsjö och mot väster och sydväst (jämför kapitel 7.2 nedan), har klassats som högriskområden för radon. Generellt sett är markradonhalten högre i norra delen av kommunen.

7.2 Berggrund

Radiumhalten i berggrunden kommer att avgöra radonavgången i en underjordsanläggning och påverkar ventilationsbehovet både under byggnation och drift (Åkerblom och Lindén, 1994). Ett djupförvar kommer att tillföras radon genom avgång från bergytter, lossbrutet berg och från inläckande grundvatten. Kunskap om vilka radonhalter som kan förväntas är därför av stort värde för att kunna anpassa konstruktionen till de krav som

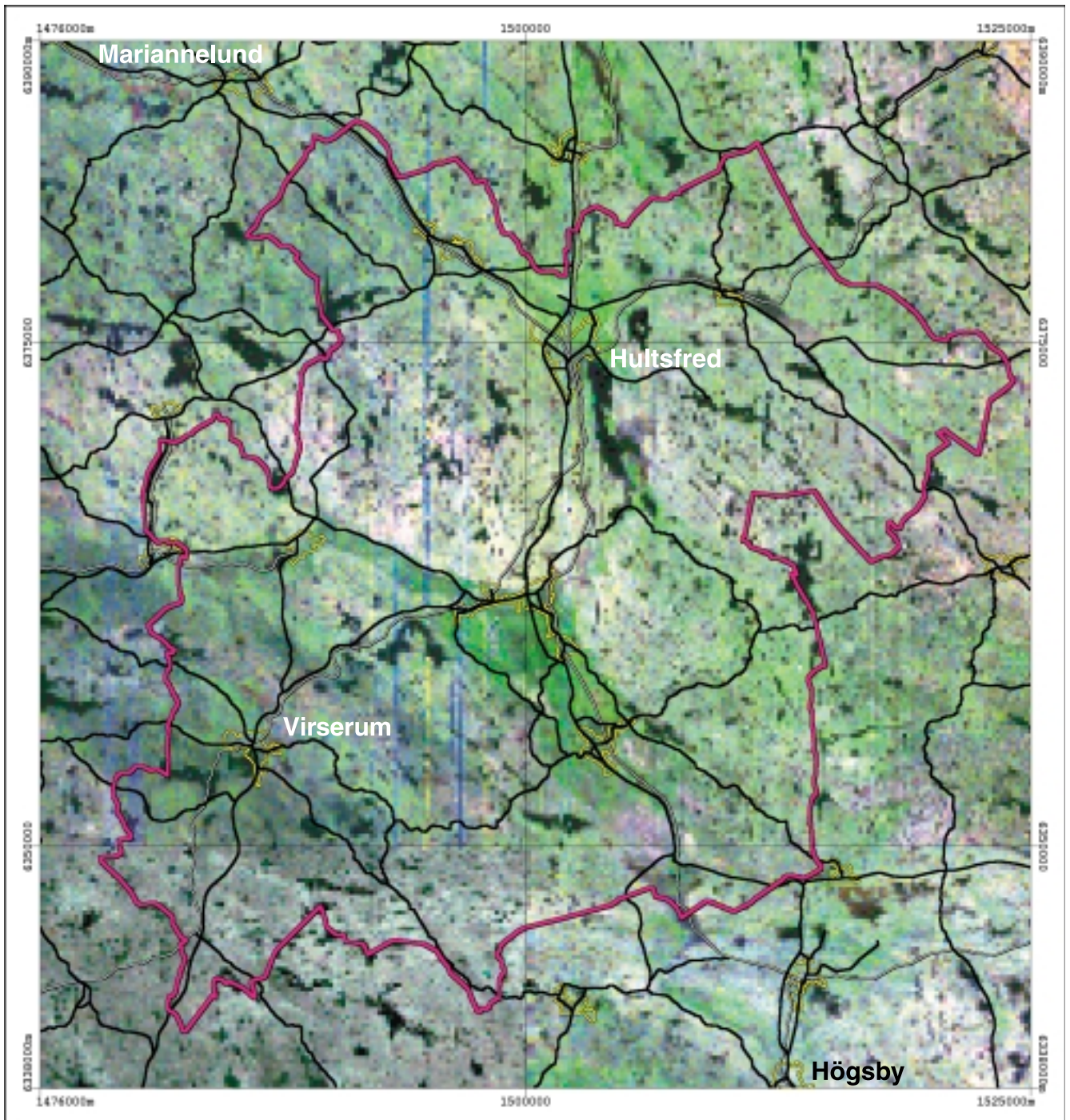
måste ställas med hänsyn till radonförhållandena. Förhöjda radiumhalter i det utsprängda materialet kan också medföra begränsningar av möjliga användningsområden för detta, exempelvis som ballastmaterial.

Radiometriska flygmätningar över blottad berggrund möjliggör beräkning av bergartens radiumhalt. Blottad berggrund utgör normalt ganska små ytor, men den morän som täcker stora delar av Sverige avspeglar relativt väl den underliggande berggrundens sammansättning. Genom att slå samman områden med morän och områden med blottad berggrund kan man därför göra beräkningar över större sammanhängande ytor.

Flygmätningarna har, tillsammans med information om bergarternas och jordarternas utbredning, använts för att översiktligt bedöma berggrundens radiumhalt. Underlagsmaterialet har utgjorts av de berggrunds- och jordartsgeologiska kartor som sammanställts i föreliggande utredning. Information har också hämtats från den ovan nämnda radonutredningen (Åkerblom och Kullman, 1986). Eftersom digitalt jordartsgeologiskt underlag saknas har bearbetning och bedömning gjorts manuellt.

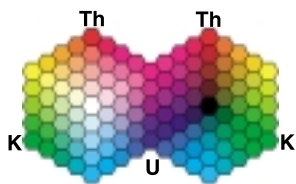
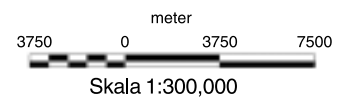
Resultatet av bedömningen framgår av figur 7-2. Berggrunden har indelats i tre klasser med hänsyn till bedömda radiumhalter, utgående från gjorda markmätningar (Åkerblom och Kullman, 1986). Områdesbegränsningarna följer delvis berggrundskartan men avviker i en del områden där flygmätningarna visar ett annat mönster. Bedömningen är översiktlig och betydande lokala variationer kan förekomma.

Radiumhalter i berggrunden på upp till ca 50 becquerel per kilo (Bq/kg) är normala halter medan radiumhalter över ca 50 Bq/kg kan betecknas som anomala. Sett ur den synpunkten är radiumhalten inom huvuddelen av kommunens berggrund låg till normal (figur 7-2). Svagt till måttligt förhöjda radiumhalter finns inom ett område runt Stora Hammarsjö och mot väster och sydväst. Området sammanfaller i huvudsak med en finkornig granit (jämför figur 6-1 och 7-2). Inom detta område finns några små områden med markant förhöjda radiumhalter. Områdena motsvarar de som på strålningskartan i figur 7-1, framstår som nästan vita, dvs med förhöjda halter av inte bara uran, utan även av kalium och torium. Uppföljning med markmätningar krävs för att närmare utreda utbredningen och karaktären av dessa områden.

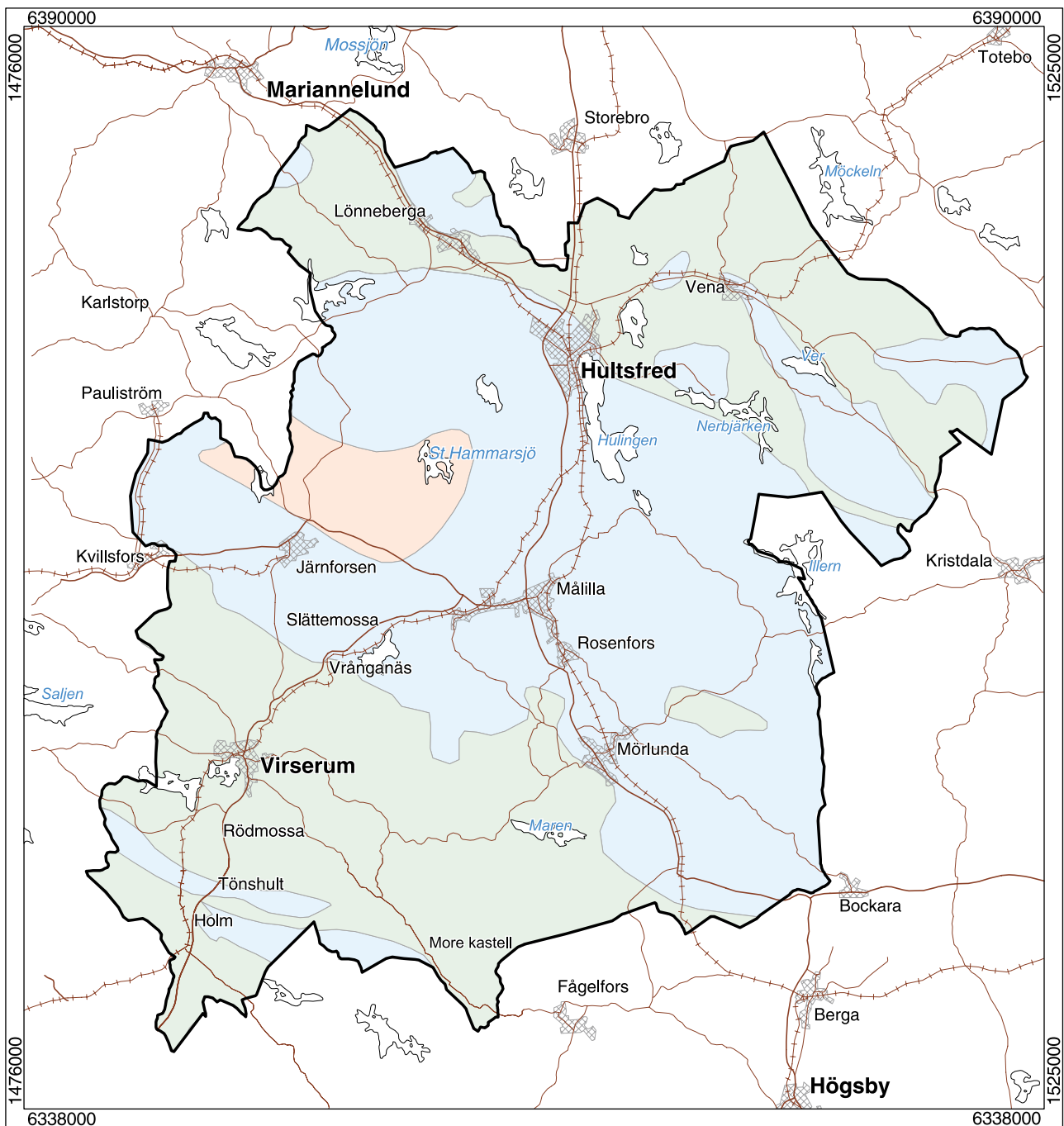


Naturlig gammastrålning

Geofysisk flygmätning, SGU
Färgkombination av torium (röd), kalium (grön) och uran (blå)

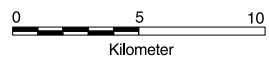


Figur 7-1. Naturlig gammastrålning. Relativa fördelningen av kalium, uran och torium. Ljusa nyanser visar förhöjda halter av samtliga element medan mörka nyanser visar låga halter.



Radiumhalt i berggrunden (Bq/kg)

- mer än 50
- 25 - 50
- mindre än 25



SGU
Sveriges Geologiska Undersökning

Figur 7-2. Översiktlig bedömning av berggrundens radiumhalt i Hultsfreds kommun. Kartan visar huvuddragen och de lokala variationerna kan vara betydande.

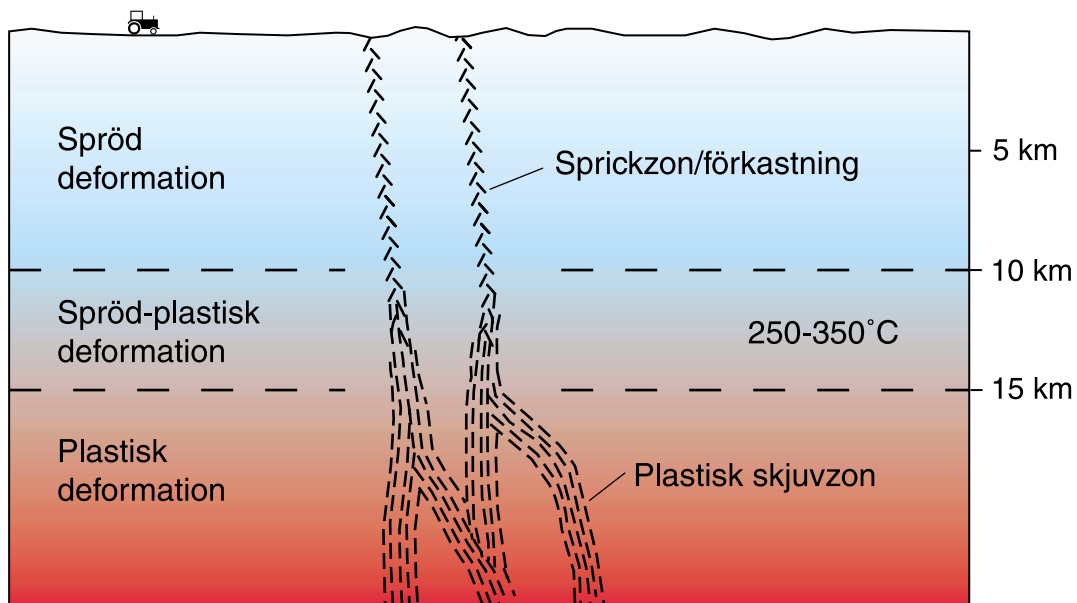
8 Deformationszoner

I detta kapitel ges först några viktiga definitioner av olika typer av deformationszoner och hur de bildas. Vidare beskrivs metodiken för hur deformationszoner har identifierats utifrån befintlig information och hur de karakteriseras. Därefter ges en beskrivning av de dominerande deformationszonerna inom Hultsfreds kommun med omgivning och en sammanfattning av hur de uppträder i tid och rum.

Regionala deformationszoner måste undvikas vid lokaliseringen av ett djupförvar, dels för att de i sig kan medföra säkerhetsmässigt ogynnsamma förhållanden, dels för att eventuella framtida rörelser i berggrunden företrädesvis förväntas ske längs sådana zoner.

8.1 Definitioner

En *deformationszon* är en svaghetszon i berggrunden, i vilken deformationen är betydligt kraftigare än i omgivande bergmassa, och utefter vilken berggrunden på ömse sidor om zonen har rört sig. Deformationszoner kan vara av både plastisk och spröd karaktär, beroende på hur djupt ned i jordskorpan som deformationen skett, se figur 8-1.



Figur 8-1. Principskiss som visar relationen mellan spröd och plastisk deformation i jordskorpan. Övergången från spröd till plastisk deformation är i första hand temperaturberoende och sker gradvis på ett djup av 10-15 km.

Sker deformationen på stora djup (mer än 10–15 km) och under varma förhållanden (över 250–350 °C) deformerar bergarterna plastiskt, liksom en trögflytande massa, och zonen benämns då allmänt plastisk deformationszon eller *plastisk skjuvzon*. Dessa zoner kan variera i bredd från mindre än en decimeter till flera kilometer. Deformationen är vanligtvis inhomogen, dvs den varierar i intensitet, och bergarterna uppvisar kraftig förskiffring eller bandning samt stänglighet. I denna rapport används termen plastisk skjuvzon vanligen för områden som bedöms innehålla en hög koncentration av enskilda plastiska zoner. Inom större system av sådana skjuvzoner är de mellanliggande, mindre deformerade områdena ofta linsformade och benämns då *tektoniska linser*.

Högre upp i jordskorpan (mindre än 10–15 kilometer) där temperaturen är lägre (under 250–350 °C) är deformationen av spröd karaktär, dvs det sker en mekanisk nedbrytning och uppsprickning av berggrunden. I detta fall kallas zonen allmänt för en spröd deformationszon eller *sprickzon*. En *förkastning* är en sprickzon längs vilken rörelser skett parallellt med zonen. Sprickzoner avgränsar *berggrundsblock*, vars storlek är beroende av med vilket inbördes avstånd zonerna uppträder. I östra Sverige skedde övergången från plastisk till spröd deformation för ca 1 600 miljoner år sedan, när jordskorpan stabiliserats efter det att den svekokarelska orogenesisen avklingat.

Termen *lineament* används för en ospecificerad, topografiskt och/eller magnetiskt framträdande, linjär (långsträckt) struktur.

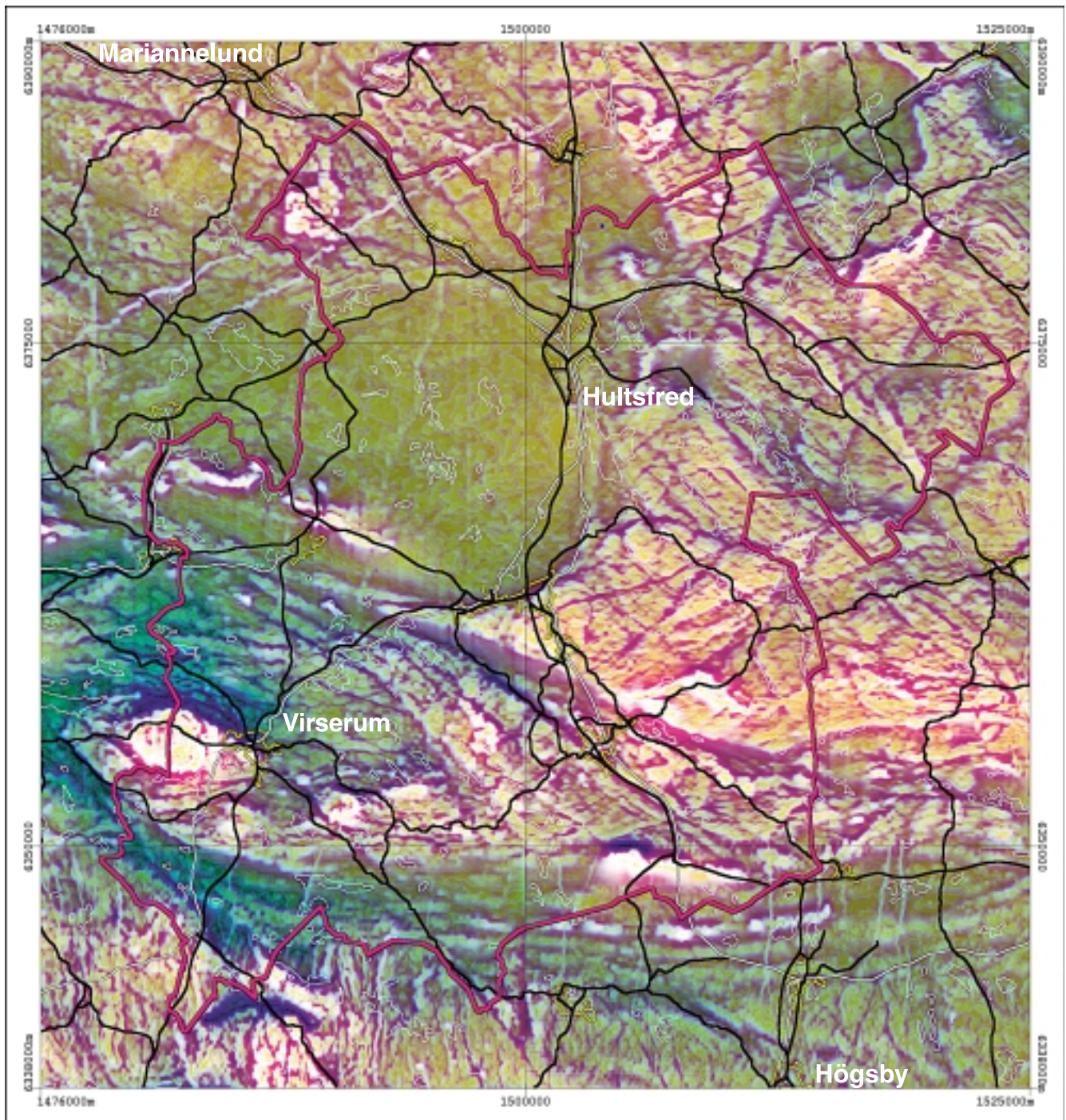
8.2 Metodik

För att identifiera och beskriva deformationszonerna har mätningar av plastiska planstrukturer (förskiffring, gnejsighet, bandning) från utförd geologisk kartering inom området använts. Vidare har i huvudsak magnetiska och topografiska data (figur 8-2 och 8-3) använts vid tolkningsarbetet. Rapporterade fältiakttagelser av kraftigt deformerade bergarter (myloniter och krossbreccior) har också nyttjats.

För att på ett effektivt sätt kunna nyttja informationen i de olika datamängderna har en stor del av tolkningsarbetet skett med hjälp av digitala presentations- och bildanalys-system. En integrering har skett direkt i tolkningsprocessen där flera informationskällor har kunnat studeras samtidigt. Ett flertal mellanprodukter har framtagits av vilka kan nämnas *formlinjer*, *magnetiska konnektioner* samt *topografiska och magnetiska lineament*.

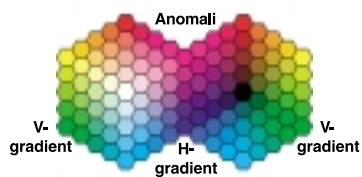
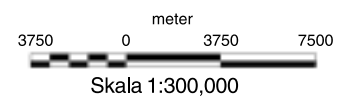
Formlinjer visar den regionala trenden av plastiska planstrukturer som är äldre än ca 1 600 miljoner år, sannolikt bildade för ca 1 830–1 750 miljoner år sedan. Formlinjerna som presenteras på deformationszonskartan (figur 8-4) är baserade på en interpolation av fältmätningar av planstrukturer. I västra delen av undersökningsområdet har information hämtats från SGUs publicerade berggrundskartor (se kapitel 3), i den sydvästra delen från opublicerat material (M Särkinen, Institutionen för Geologi och Geokemi, Stockholms Universitet) och i övrigt från den sammanställning av information som presenterats av Bergman m fl (1998). I områden där fältinformationen är sparsam, dvs de östra delarna av undersökningsområdet, har de strukturella formlinjerna kompletterats med magnetiska konnektioner (se nedan).

Magnetiska konnektioner sammanlänkar bandade, magnetiska anomalimönster av likartad karaktär (jämför figur 8-2 och 8-4). Anomalier som förmodas vara orsakade av gångbergarter, t ex diabas, är undantagna. I området som begränsas av koordinaterna 1476000 och 1510000 (figur 8-2), har magnetiska konnektioner tolkats fram i samband med denna undersökning. Öster därom har motsvarande tolkning hämtats från Bergman m fl (1998).

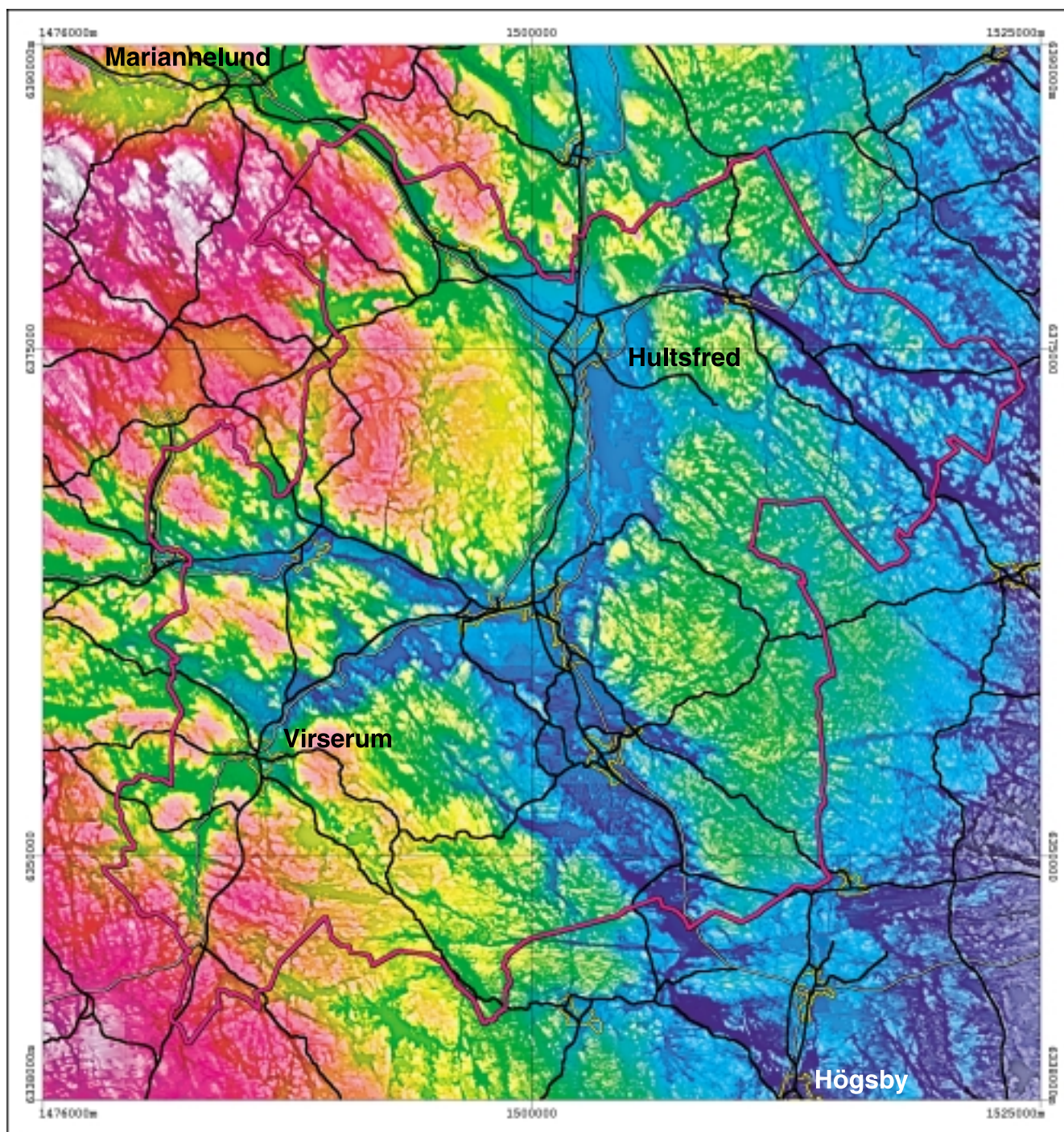


Magnetiskt anomalifält

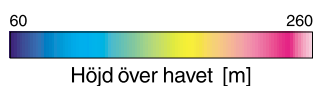
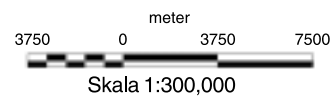
Geofysisk flygmätning, SGU
Färgkombination av anomalifält, vertikal- och horisontalgradient



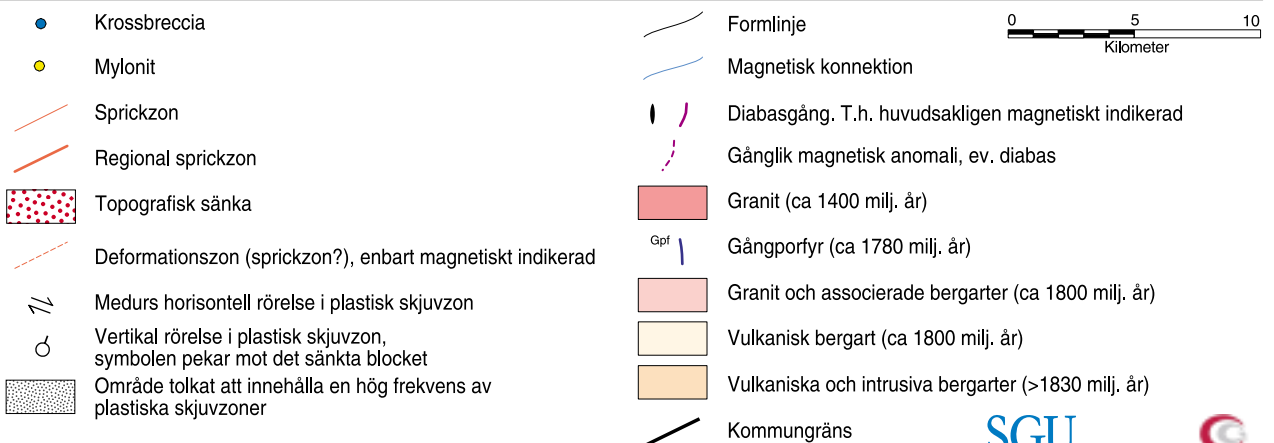
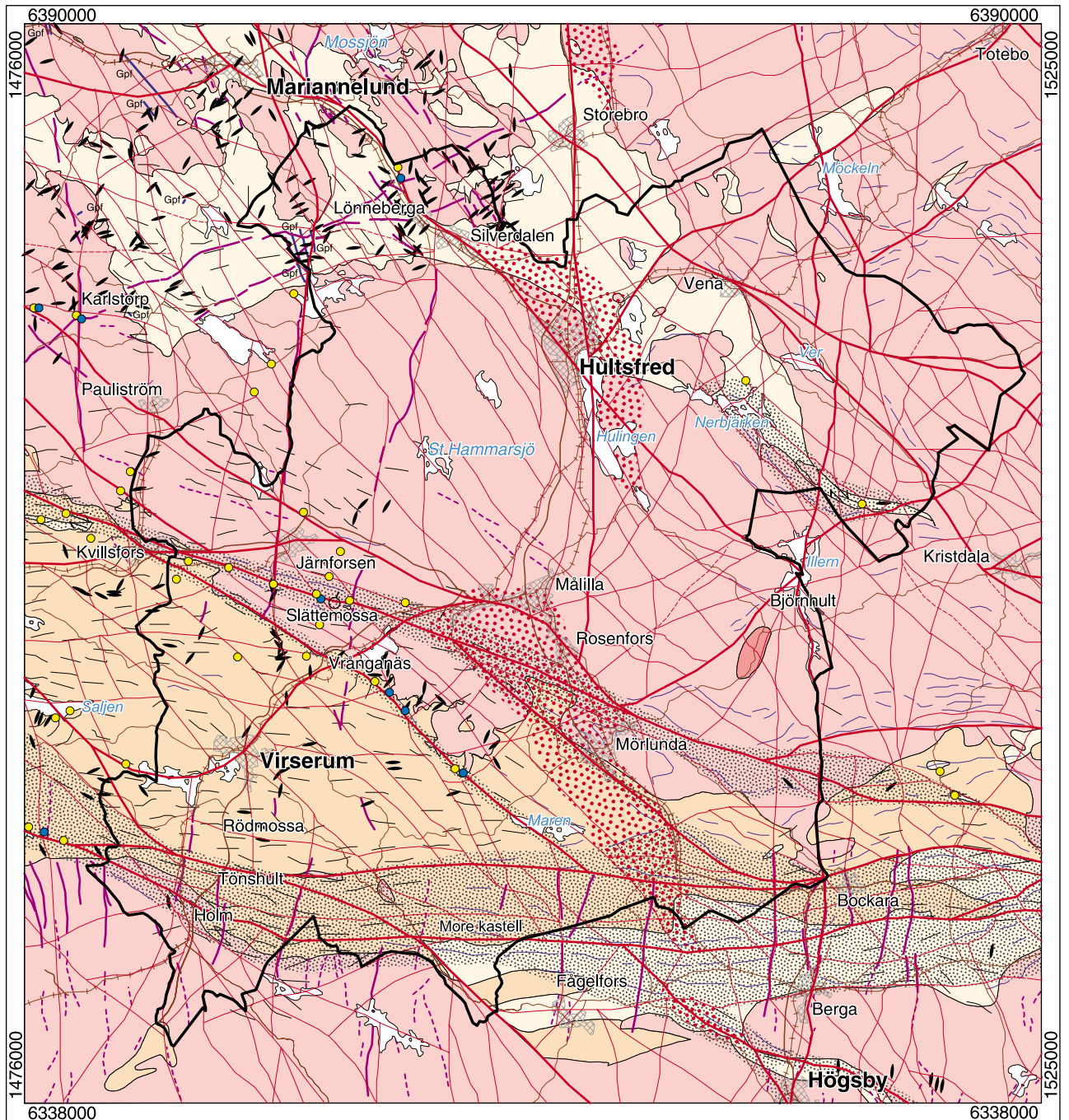
Figur 8-2. Magnetiskt anomalifält över Hultsfreds kommun med omgivning. Kontrastförstärkt för att framhäva strukturer. Ljusa nyanser visar högt anomalifält och kraftiga gradienter medan mörka nyanser visar lågt anomalifält och svaga gradienter.



Topografisk karta
 Höjddata (Lantmäteriet),
 gradienter förstärkta genom skuggning med vertikalkalderivatan



Figur 8-3. Topografisk karta över Hultsfreds kommun och omgivning.



Figur 8-4. Deformationszonskarta över Hultsfreds kommun och omgivning.

Formlinjer och magnetiska konnektioner återspeglar berggrundens storskaliga strukturriktningar. Sammanställning av dessa linjer ger ofta en antydning om förekomsten av plastiska skjuvzoner. Mellan skjuvzonerna finns områden med mer homogen och mindre intensiv plastisk deformation eller med odeformerade bergarter. Utmärkande är också att planstrukturerna i den omgivande berggrunden ställvis är inböjda mot de plastiska skjuvzonerna. Längs zonerna påträffas ofta starkt förskiffrade eller bandade samt stängliga bergarter, t ex myloniter.

Topografiska och magnetiska lineament som kan följas minst 4–5 km i strykningsriktningen har tolkats och sammanställts, se figur 8-4. Längden på dessa storskaliga lineament, tillsammans med att de vanligtvis skär över och ställvis även förskjuter bergartsgränser (jämför figur 8-4 med figur 6-1), tyder på att de oftast utgör sprickzoner och förkastningar. Dessa spröda deformationszoner har bildats senare än för ca 1 600 miljoner år sedan.

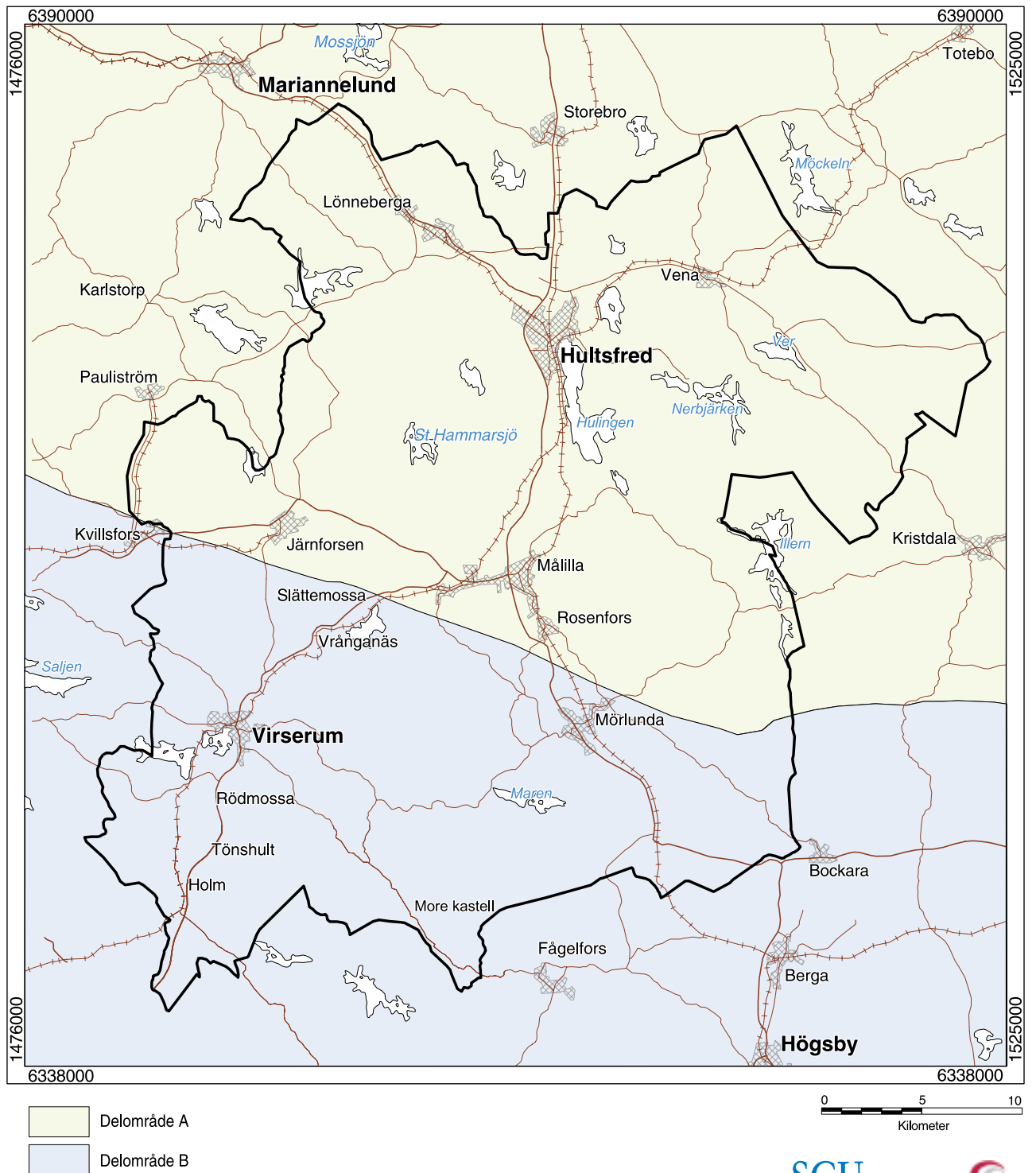
Storskaliga spröda deformationszoner utgör vanligen sänkor fyllda med glaciala och/eller postglaciala avlagringar, moss- och myrmarker eller vattendrag, varför direkta studier sällan är möjliga. Att de utgör sänkor beror på att det uppspruckna berget i sprickzonerna är betydligt mer lättroderat än omgivande berg. Zonerna mejslas därför ofta ur av inlandsis och erosion och framstår då som topografiska sänkor eller branter. På den magnetiska anomalikartan framträder de i regel som smala, distinkta, lågmagnetiska stråk beroende på att magnetit oxiderats till omagnetiska mineral. Alternativt ger zonerna upphov till avbrott i anomalimönstret. Sprickzoner har därför i huvudsak tolkats med hjälp av höjddata och magnetiska data med stöd av andra geofysiska data (elektriska data och gammastrålningsdata). Tolkningen bekräftas ibland av att krossbreccior, bildade under relativt låg temperatur, påträffas längs sådana zoner.

De tolkade spröda zonerna i denna utredning motsvarar första och andra ordningens sprickzoner (diskontinuiteter) i terminologin enligt Almén m fl (1996), dvs zoner som kan följas minst några kilometer och ligger minst flera hundra meter från varandra. Vad gäller tolkningen av småskaliga lineament i berggrundsblocken mellan de större zonerna, är det svårt att avgöra om de indikerar mindre sprickzoner eller endast något mer lättroderad berggrund. Vid eventuella framtida studier bör förekomsten av mindre sprickzoner utredas.

Det bör noteras att flacka eller horisontella strukturer är betydligt svårare att identifiera än branta strukturer med de metoder som beskrivits. För att identifiera flacka deformationszoner krävs i allmänhet detaljerade undersökningar där fältkontroll, seismik och borrhning är de bäst lämpade metoderna.

Resultatet av tolkningarna tillsammans med tidigare känd information har sammanställts till en digitalt lagrad deformationszonskarta som är avsedd att presenteras i skala 1:100 000 och som tillhandahålls av SKB. Till denna rapport har bifogats en karta i skala 1:300 000, se figur 8-4. Kartan visar olika bergartsgrupper inom området, utvalda från ett tektoniskt perspektiv (se nedan) samt förekomster av myloniter och krossbreccior. Vidare presenteras tolkade formlinjer, magnetiska konnektioner, skjuvzoner ("områden påverkade av kraftig plastisk deformation"), sprickzoner och förkastningar samt tydligt framträdande topografiska sänkor.

I de följande avsnitten beskrivs först de viktigaste bergartsgrupperna i ett tektoniskt perspektiv och sedan deformationszonerna utifrån den indelning i delområde A och B som framgår av figur 8-5. De bägge delområdenas speciella karaktär sammanfattas i samband med beskrivningen nedan.



Figur 8-5. Karta som visar delområden för beskrivning av deformationszoner.

8.3 Bergartsgrupper i ett tektoniskt perspektiv

Berggrunden inom undersökningsområdet har indelats i tre huvudgrupper med utgångspunkt från deformationsstil och grad av omvandling, se deformationszonskartan (figur 8-4). De tre grupperna, rangordnade efter den ytmässiga fördelningen, är:

Grupp 1: Vulkaniska och intrusiva bergarter som är ca 1 800 miljoner år gamla. Dessa bergarter är relativt välbevarade eller endast mycket svagt deformerade och omvandlade. Kraftigare deformation och omvandling, vilken är utbildad i slutskedet av den svekokarelska orogenesisen (se kapitel 4), förekommer endast lokalt och i plastiska skjuvzoner.

Grupp 2: Vulkaniska och intrusiva bergarter som är ca 1 830 miljoner år gamla eller äldre. Bergarterna har påverkats av plastisk deformation och omvandling för ca 1 830–1 800 miljoner år sedan, och delvis senare, under den svekokarelska orogenesisen.

Grupp 3: Granit, ca 1 400 miljoner år gammal och diabas, ca 900 miljoner år gammal. Dessa bergarter har bildats efter det att den plastiska deformationen och omvandlingen av berggrunden upphört. De är således opåverkade av den plastiska deformation som drabbat bergarterna i grupp 2 och delvis även grupp 1, och är endast påverkade av spröd deformation.

8.4 Tolkade deformationszoner

Som framgår av deformationszonskartan (figur 8-4) är formlinjerna ojämnt fördelade inom undersökningsområdet, med en koncentration i den sydvästra delen. Detta beror i första hand på att berggrunden i detta område domineras av ca 1 830 miljoner år gamla, vanligtvis deformerade, granitoider samt förekomsten av plastiska skjuvzoner. I övriga delar av området beror avsaknaden av formlinjer, dels på att berggrunden till den största delen domineras av yngre, ca 1 800 miljoner år gamla magmatiska bergarter, dels på avsaknaden av modernt berggrundsgeologiskt kartunderlag i skala 1:50 000.

Plastiska skjuvzoner, dvs områden som tolkas innehålla en hög koncentration av enskilda plastiska skjuvzoner, har markerats med ett svart prickraster, se figur 8-4. Zonerna kan följas flera tiotals kilometer, och är sannolikt av ett komplext tektoniskt ursprung då även framtolkade spröda deformationszoner förekommer utmed de plastiska.

Tolkade sprickzoner av regional karaktär, som är tydligt framträdande och huvudsakligen följbara 10-tals kilometer, visas med tjocka röda linjer på kartan, medan zoner som är mindre tydligt framträdande men framför allt inte lika ihållande är markerade med tunna röda linjer, se figur 8-4. Dessa linjer markerar zoner där i de flesta fall lågmagnetiska anomalier eller avbrott i det magnetiska mönstret sammanfaller med topografiska sänkor eller branter, dvs det finns både en magnetisk och topografisk indikation på en svaghetszon i berggrunden. Större topografiska sänkor är markerade med rött prickraster. Rapporterade fältiakttagelser av myloniter och krossbreccior visas med gula respektive blå punkter. När dokumentation finns om i vilken riktning berggrunden längs en deformationszon har rört sig visas detta också på deformationszonskartan.

Höjdskillnaden inom undersökningsområdet är ca 235 m mellan högsta (ca 287 m över havet) och lägsta (ca 52 m över havet) punkten, och terrängen uppvisar en relativt bruten topografi. Inom kommunen är höjdskillnaden ca 200 m med den högsta punkten ca

269 m över havet och den lägsta ca 69 m över havet. Hela området utom den nordvästra delen utgör en del av det sammanhängande, subkambriska peneplanet (kapitel 4, figur 4-6 och Lidmar-Bergström, 1994).

8.4.1 Delområde A

Delområde A, se figur 8-5, utgör den norra delen av undersökningsområdet och omfattar drygt hälften av Hultsfreds kommun. Området domineras av ca 1 800 miljoner år gamla magmatiska bergarter, så kallad Smålandsgranit och Smålandsvulkanit. Djupbergarterna dominerar, men även de vulkaniska bergarterna intar större sammanhängande områden (se även kapitel 6 och figur 6-1). I framför allt den västra delen av delområdet utgör diabaser ett viktigt inslag i berggrunden.

En karakteristisk struktur utgör den N-S-liga, topografiskt välmarkerade sprickzon, i vilken Hultsfred är belägen. Gränsen mellan delområde A och B följer en betydelsefull VNV-lig plastisk deformationszon som sträcker sig från Oskarshamn i öster, genom Hultsfreds kommun och vidare i VNV-lig riktning.

Plastisk deformation

I den sydvästra delen av delområdet, i trakten av Järnforsen och Kvillsfors, har formlinjerna en regelbunden VNV- till O-V-lig orientering, dvs de har en likartad orientering som den intilliggande plastiska skjuvzonen som begränsar delområdet mot söder. Detta antyder att utbildningen av foliationen i den ca 1 800 miljoner år gamla Smålandsgraniten i området är relaterad till den plastiska skjuvzonen. Enligt publicerade berggrundskartor representerar formlinjerna en foliation med brant till vertikal stupning, och är dessutom mer eller mindre parallell med bergartsgränserna, (jämför figur 6-1 och 8-4). Formlinjerna i den nordvästra delen av området representerar också en brant till vertikal foliation, vilken dock uppvisar en mer oregelbunden, VNV- till ONO-lig orientering. Formlinjerna i detta område är mestadels relaterade till deformationsstrukturer i de yngre, vulkaniska bergarterna. Smålandsgraniten är däremot, till skillnad från i området mellan Järnforsen och Kvillsfors, mer eller mindre massformig.

Generellt gäller dock att det ställvis är svårt att avgöra om foliationen i de ca 1 800 miljoner år gamla vulkaniska och intrusiva bergarterna är av tektoniskt ursprung, dvs är resultatet av en deformation efter bergarternas bildning, eller om den är av primär karaktär, dvs är relaterad till bildningen av bergarterna.

De magnetiska konnektionerna inom området uppvisar samma trend som formlinjerna, utom i området sydost om linjen Vena-Totebo där konnektionerna uppvisar ett mer oregelbundet mönster.

Den mest framträdande plastiska deformationszonen inom området är den regionala zonen som utgör gräns mellan delområde A och B. Zonen framträder som en tydligt bandad, i huvudsak lågmagnetisk anomali på den magnetiska anomalikartan (figur 8-2). Den är en västlig fortsättning på den s k Oskarshamn-Bockarazonen (Bergman m fl, 1998), och utgör en del av ett storregionalt system av NV- till O-V-liga plastiska skjuvzoner i sydöstra Sverige (Skjernaa, 1992; Stephens och Wahlgren, 1993; Beunk m fl, 1996; Mansfeld och Sturkell, 1996), se även figur 4-4 och Antal m fl (1998).

Zonen har en brant till vertikal stupning och enligt pågående arbeten inom SGU i Järnforsen-Kvillsforsområdet (M Stephens och C-H Wahlgren) karakteriseras den av vertikallrörelser där det södra blocket har rört sig uppåt och åt väster i förhållande till det norra blocket. De pågående arbetena visar dessutom att zonen är följbar i VNV- till NV-lig riktning till trakterna av Vetlanda och Eksjö. Deformationen är, som i de flesta plastiska skjuvzoner, inte homogen. Zonen utgörs i stället av ett system av enskilda zoner mellan vilka bättre bevarade partier, s k tektoniska linser, förekommer. Som framgår av figur 8-4 utgör zonen i princip gräns mellan de äldre granitoiderna och de yngre Smålandsgraniterna. Den kraftiga deformationen inom zonen framgår av figur 8-6a och 8-6b.

Utmed stråket av vulkaniska bergarter sydost om Hultsfred förekommer också en tolkad plastisk skjuvzon. Utbredningen av denna är inte lika väldokumenterad och därför något osäker, men ca 2,5 km nordost om sjön Illern är den vulkaniska bergarten kraftigt plastiskt deformerad (figur 8-6c). Även vid Brunsvik, omedelbart nordost om sjön Nerbjärken, är spröd-plastisk deformation dokumenterad (figur 8-6d). En observerad mylonit, ca 5 km NNV om Lönneberga (Persson, 1985) indikerar en eventuell fortsättningen av zonen åt nordväst till Silverdalen-Lönneberga-Mariannelundsområdet. Ytterligare studier krävs dock för att klargöra detta. Tillgänglig information är sålunda inte tillräcklig för att i figur 8-4 markera en NV-lig förlängning av den plastiska skjuvzonen från området OSO om Hultsfred.

Förutom de ovan nämnda zonerna förefaller inga plastiska skjuvzoner av regional karaktär förekomma inom delområdet. Stråkvisa, smala zoner har dock observerats direkt sydost om sjön Flen, mellan Pauliström och Lönneberga (Persson, 1989; Stephens och Wahlgren, pågående SGU-arbeten). Det kan sålunda inte uteslutas att fler plastiska skjuvzoner (decimeter- till meterbreda) kan förekomma, vilket indikeras av att myloniter har dokumenterats inom området (Persson, 1985, 1989), se figur 8-4.

De ovan nämnda plastiska skjuvzonerna är låggradiga, dvs de har utbildats relativt högt upp i jordskorpan, och uppvisar tendenser till spröd-plastisk deformation, ställvis med inslag av kvartsådror. Förekommande tolkade sprickzoner längs de regionala zonerna tyder på reaktivering under spröda förhållanden.

Spröd deformation

De tolkade regionala sprickzonerna inom delområde A bildar ett sprickzonsmönster där både NV-, NO-, O-V- och N-S-liga riktningar förekommer, se figur 8-4.

Mest framträdande är den N-S-liga sprickzonen som löper från Vimmerby, norr om undersökningsområdet, söderut genom Storebro, Hultsfred till Målilla och vidare söderut genom Mörlunda till Högsby i delområde B, varefter den fortsätter vidare mot sydost. Zonen, som förmodligen är ett system av individuella sprickzoner, utgör ett mycket markant morfologiskt lineament (figur 8-3), men är inte lika tydligt magnetiskt indikerad (figur 8-2). Topografiskt sett utgör den en kombination av breda sänkor, t ex norr om Storebro, i Hultsfredsområdet och söder om Målilla, och smalare, mer markerade dalar, t ex norr om Målilla och mellan Hultsfred och Storebro. De breda sänkorna är förmodligen resultatet av ett system av sprickzoner/förkastningar av olika dignitet, vilka dessutom antas utgöra sänkornas begränsningar. Den något diffusa morfologiska karaktären kan, åtminstone delvis, bero på att den nuvarande morfologin är ett resultat av en interferens mellan den N-S-liga zonen och NV-liga sprickzoner.



a) Kraftigt förskiffrad Växjögranit i den plastiska skjuvzonen mellan Mörlunda och Kvillsfors. Förskiffringen har västnordvästlig orientering och stupar brant mot norr. (Ca 2 km öster om Kvillsfors, RAK 6364100, 1483900). Jämför med Figur 6-3b som visar odeformerad Växjögranit.



b) Kraftigt förskiffrad Växjögranit i den plastiska skjuvzonen mellan Mörlunda och Kvillsfors. Förskiffringen har västnordvästlig orientering och stupar brant mot norr. (Ca 4 km sydost om Järnforsen, RAK 6362050, 1491450). Jämför med Figur 6-3b som visar odeformerad Växjögranit.

Figur 8-6 a-b. Exempel på plastiska strukturer inom undersökningsområdet.



c) Kraftigt förskiffrad, vulkanisk bergart i den plastiska skjuvzonen nordväst om Kristdala. Förskiffringen har västnordvästlig orientering och stupar brant mot norr. (Ca 8 km västnordväst om Kristdala, RAK 6367000,1516000).



d) Spröd-plastiskt förskiffrad, vulkanisk bergart i den nordvästligaste delen av den plastiska skjuvzonen nordväst om Kristdala. Förskiffringen har västnordvästlig orientering och stupar brant mot norr. (Vägsränning vid Brunsvik norr om sjön Nerbjärken, RAK 6372305,1510763).

Figur 8-6 c-d. Exempel på plastiska strukturer inom undersökningsområdet

Enligt Lidmar-Bergström (1994) utgör den N-S-liga sprickzonen (förkastningen) den västra begränsningen av det subkambriska peneplanet från Målilla och norrut genom undersökningsområdet, se figur 4-6 (profil över Sydsverige). Området väster om zonen är topografiskt betydligt högre än området i öster.

Det mest homogena sprickzonsmönstret inom delområdet förekommer i den röda till gråröda Växjögraniten i området mellan Hultsfred och Järnforsen. Förutom de N-S-liga sprickzonerna, dvs den stora zonen genom Hultsfred, zonen från Järnforsen till Mariannelund samt zonen genom Stora Hammarsjö, har sprickzonerna i området en enhetlig NV-lig orientering (figur 8-4). I likhet med den stora N-S-liga zonen, avskiljer även zonen genom Stora Hammarsjö ett område i väster som är topografiskt högre än området öster om zonen. Övriga delar av undersökningsområdet uppvisar ett mer oregelbundet sprickzonsmönster.

Ett exempel på en annan N-S-lig sprickzon av regional karaktär, är zonen genom sjön Möckeln och söderut till Högsby i delområde B.

Andra tydliga sprickzoner av regional karaktär utgörs t ex av den NV- till VNV-liga zon som följer den plastiska zonen genom Järnforsen och Kvillsfors, och som utgör gräns mellan delområde A och B. Exempel på NV-liga zoner är vidare den som löper mellan Mariannelund och Silverdalen och ansluter till den markanta N-S-liga zonen i Hultsfredstrakten, samt zonen från Kristdala i sydost genom Storebro (figur 8-3, 8-4 och 8-7a), där den korsar den N-S-liga zonen och fortsätter vidare i NV-lig riktning. Bland de NO-liga zonerna kan som exempel nämnas den mellan Hultsfred och Tötebo och vidare mot nordost.

Stupningen av sprickzonerna/förkastningarna är osäker beroende på att de sällan är blottade. De flesta förmodas dock stupa relativt brant till vertikalt. Det är dock först vid mer ingående studier i form av geofysiska markmätningar, borrhningar eller underjordsarbeten som detta kan fastställas, samt den eventuella förekomsten av flacka zoner.

Dokumentationen av breccior och myloniter i samband med berggrundskarteringen (Persson, 1985, 1989) har markerats i figur 8-4. En kraftig uppkrossning av berggrunden förekommer utmed Silverån i sprickzonen mellan Silverdalen och Mariannelund. Detta har också indikerats i en seismisk undersökning (se referens till Timje, 1978 i Persson, 1985). Förekomsten av kraftigt deformerade bergarter (t ex breccior) och brott i det subkambriska peneplanet bekräftar att många av de tolkade zonerna utgör sprickzoner/förkastningar. Generellt stödjer detta tolkningen att de flesta tolkade zonerna utgör reella svaghetszoner i berggrunden.

De regionala sprickzonerna avgränsar berggrundsblock som till ytan är upp till över 10 km² stora. Blocken innehåller dock i sig mindre och kortare zoner av mer lokal karaktär. Dessa zoner bör kartläggas om vidare undersökningar skulle bli aktuella.

De inom området, ställvis frekvent, förekommande diabasgångarna och även gångporfyreerna är också att betrakta som potentiella svaghetszoner, då de representerar bergarter som trängt upp i sprickor eller alternativt bildat sprickor i samband med intrusionen. Många av diabaserna har samma orientering som de tolkade sprickzonerna och vissa sammanfaller med sådana, t ex den N-S-liga gången norr om Järnforsen utmed kommungränsen (figur 8-4). Relationen mellan diabasernas orientering och sprickzonsmönstret har också påpekats av Persson (1985).



a) Kraftigt uppsprucken, röd granit nära två tolkade, regionala nordvästliga sprickzoner. (Vägsränning mellan Versnäs och Tälleryd, nordost om sjön Ver, ca 11 km öster om Hultsfred, RAK 6375148,1514790).



b) Vy över den öst-västliga sprickdalen vid More kastell. Sprickdalen är utbildad i en förskiffrad vulkanisk bergart. Bilden är tagen från toppen av More kastell mot öster. (RAK 6347455,1493892).

Figur 8-7 a-b. Exempel på spröda strukturer inom undersökningsområdet.



c) Sprickzon i vulkanisk bergart nära en tolkad regional ost-västlig sprickzon. (Nära Holm, ca 8 km sydsydväst om Virserum, RAK 6347300,1484010).



d) Sprickzoner i grå granitoid med inslag av gabbro. Sprickzoner med både västnordväst- och ostnordostlig riktning förekommer. (Vägskärning ca 5 km nordost om Virserum utmed vägen mellan Virserum och Målilla, RAK 6359482,1490402).

Figur 8-7 c-d. Exempel på spröda strukturer inom undersökningsområdet.

Inom området förekommer vissa zoner som är enbart magnetiskt indikerade, t ex väster om Lönneberga, och deras karaktär, dvs om de är plastiska eller spröda, är oklar. Den O-V-liga zonen väster om Lönneberga är dock omväxlande topografiskt och enbart magnetiskt indikerad, vilket antyder att även de delar av zonen som enbart är magnetiskt indikerade är orsakade av spröd deformation.

8.4.2 Delområde B

Delområde B, se figur 8-5, omfattar den södra delen av undersökningsområdet, varav knappt hälften av Hultsfreds kommun. Området domineras av granitoider och associerade diorit-gabbrobergarter som är ca 1 830 miljoner år gamla eller äldre. Underordnat förekommer också likåldriga vulkaniska bergarter. Den sydligaste delen, vilken i huvudsak ligger utanför kommunen, domineras av ca 1 800 miljoner år gamla magmatiska bergarter, dvs Smålandsgraniter och -vulkaniter. I denna del av området utgör även diabaser ett karakteristiskt inslag i berggrunden. För en mer ingående beskrivning av bergarterna, se kapitel 6 och figur 6-1.

Delområdet karakteriseras av O-V- till VNV-liga plastiska deformationszoner, där den norra, VNV-liga zonen, utgör gräns till delområde A och har beskrivits ovan. Dessa zoner bildar ett system inom vilket det förekommer tektoniska linser som bedöms vara mindre påverkade av plastisk deformation. En karakteristisk sprödtektonisk struktur utgörs av den södra fortsättningen på det inom delområde A beskrivna N-S-liga sprickzonssystemet genom Hultsfred, vilket inom delområde B kan följas som en kombination av topografiska sänkor och sprickzoner mot sydsydost till Högsby.

Plastisk deformation

Formlinjerna inom området uppvisar, med vissa variationer, en regelbunden ca O-V-till VNV-lig orientering, dvs samma orientering som de plastiska skjuvzonerna och bergartsgränserna, se figur 8-4. Detta antyder, som i delområde A, att utbildningen av foliationen kan vara relaterad till de plastiska deformationszonerna. Enligt publicerade berggrundskartor representerar formlinjerna en foliation med brant till vertikal stupning. Foliationen är företrädesvis utbildad i de äldre granitoida och vulkaniska bergarterna, men även i den yngre Smålandsvulkaniten och -graniten. Den strukturella trend som formlinjerna uppvisar är följbär österut till trakten av Oskarshamn (Bergman m fl, 1998) och västerut till Vetlanda-Eksjöområdet (Gierup m fl, 1999). De magnetiska konnektionerna, inom de delar av området som saknar strukturmätningar, uppvisar samma trend som formlinjerna.

Strukturellt karakteriseras området av ett system av O-V- till VNV-liga, brant till vertikalt stupande, plastiska skjuvzoner (figur 8-4). Områdena mellan zonerna utgörs av tektoniska linser, dvs berggrundsblokk som inte innehåller plastiska skjuvzoner eller där frekvensen av dylika zoner tolkas vara låg. Systemet av plastiska skjuvzoner och mellanliggande tektoniska linser framträder tydligt på den magnetiska anomalikartan (figur 8-2). Den stora gabbrokroppen i Virserum ligger i den sydvästra delen av den största av linserna. Observerade myloniter inom den senare indikerar att plastiska skjuvzoner av mer lokal karaktär även förekommer inom linserna (Persson, 1989), se figur 8-4.

Deformationen inom zonerna är inte homogen, utan mindre deformerade eller relativt välbevarade partier förekommer även inom zonerna, vilka definieras av en koncentration av stråkvisa plastiska skjuvzoner. Detta system av plastiska skjuvzoner utgör den västliga

fortsättningen på den sk Oskarshamn-Bockarazonen (Bergman m fl, 1998). Som nämnts ovan tillhör denna zon och dess västliga till nordvästliga förlängningar ett regionalt system av plastiska skjuvzoner i sydöstra Sverige.

I den tolkade plastiska skjuvzonen mellan Kvillsfors, Vrångeån och sjön Maren, vilken följer kontakten mellan de äldre, söder därom förekommande bergarterna och de yngre Smålandsgraniterna, har spröd-plastisk till plastisk deformation observerats (Persson, 1989; M Stephens och C-H Wahlgren, pågående SGU-arbeten). Den O-V-liga zonen genom Bockara och Tönshult är också utbildad i gränsområdet mellan de äldre bergarterna och de söder därom förekommande yngre Smålandsgraniterna och -vulkaniterna. Mellan Fågelfors och Berga ansluter två NV-ligt orienterade zoner vilka har en sydostlig fortsättning genom Högsbytrakten. Vid Tönshult, ca 7 km söder om Virserum, har zonen dokumenterats och undersökts, både genom karteringsarbeten och magnetiska och gravimetriska markmätningar (Mansfeld och Sturkell, 1996). Kraftigt deformerade bergarter är dokumenterade, och foliation i zonen stupar brant. Vid More kastell (figur 8-4) har i föreliggande studie också observerats en relativt kraftig förskifring i den vulkaniska bergarten.

Kinematiken, dvs hur rörelsen varit i de plastiska zonerna är inte dokumenterad inom området, förutom i zonen som utgör gräns mellan delområdena (se ovan). I den östra förlängningen av den O-V-liga zonen, i Oskarshamnstrakten, karakteriseras den av sinistrala (moturs) rörelser, dvs det södra blocket har rört sig österut i förhållande till det norra blocket. I trakten av Åseda förekommer en O-V- till ONO-lig, plastisk skjuvzon, vilken förmodligen utgör en västlig del av Oskarshamn-Bockara-Tönshultssystemet. Enligt Skjerna (1992) karakteriseras zonen av vertikala rörelser där det södra blocket rört sig uppåt i förhållande till det norra.

De i deformationszonskartan (figur 8-4) markerade plastiska skjuvzonerna i södra delen av Hulfsfreds kommun, utgör sålunda delar av ett storregionalt skjuvzonssystem som sträcker sig flera 10-tals km åt både öster och väster. Zonerna har förmodligen reaktiverats ett flertal gånger under den geologiska utvecklingen, inte minst under sprödtektoniska förhållanden då sprickzoner och förkastningar i regel förekommer utmed och överpräglar de plastiska skjuvzonerna.

Spröd deformation

De tolkade sprickzonerna, både regionala och lokala, har en dominerande NV- till O-V-lig riktning, framförallt i den västra delen av delområdet, se figur 8-4. Även N-S- och NO-liga sprickzoner förekommer dock. Utefter den O-V-liga regionala sprickzonen som löper från området ostsydost om Bockara och västerut genom hela delområdet, förekommer norr om Fågelfors en av de mest framträdande och välkända sprickdalarna inom området. Sprickdalen kan beskådas bl a vid More kastell, precis intill kommungränsen nordväst om Fågelfors (figur 8-7b). Den O-V-liga sprickzonen ligger inom det plastiska skjuvzonssystemet, vilket innebär att det senare är sprödtektoniskt reaktiverat (figur 8-7c).

Den mest framträdande sprödtektoniska strukturen inom området är den stora topografiska sänkan väster och söder om Mörlunda. Den utgör en del av det inom delområde A beskrivna N-S-liga systemet av topografiska sänkor och sprickzoner vilket fortsätter ner till Högsby (figur 8-3 och 8-4), och därefter vidare mot sydost. Utefter den NV-liga zonen mellan Kvillsfors och Vrångeån och vidare mot sydost, vilken följer den tidigare beskrivna skjuvzonen, har breccior observerats (Persson, 1989). Detta visar att den

plastiska zonen har reaktiverats under spröda förhållanden. Exempel på sprickzoner i hällskala inom den tektoniska linsen i Virserumsområdet kan studeras i nya vägskärningar mellan Virserum och Målilla. Sprickzoner med både VNV- och ONO-lig orientering förekommer (figur 8-7d), men som framgår av deformationszonskartan (figur 8-4) dominerar NV-liga zoner i Virserumsområdet.

Avståndet mellan de tolkade sprickzonerna i delområde B är ca 1–3 km, om hänsyn tas även till sprickzoner av mer lokal karaktär. Bortser man från vissa mindre och kortare zoner kan större berggrundsblock definieras.

Stupningen på sprickzonerna/förkastningarna antas i de flesta fall vara relativt brant till vertikal. Flackt orienterade sprickzoner är dock svåra att identifiera med hjälp av den befintliga informationen. I de flesta fall krävs borrhningar, geofysiska markmätningar eller underjordsarbeten för att fastlägga zonernas stupning samt förekomsten av flacka zoner.

För att bestämma rörelsen i sprickzoner/förkastningar krävs antingen direkta observationer av strukturer och/eller texturer, eller av lämpliga referensstrukturer eller referensbergarter som förskjutits. Stora delar av delområde B utgör en del av det subkambriska peneplanet (Lidmar-Bergström, 1994). Emåns dalgång har utbildats i sprickzoner i peneplanet, dels den framträdande N-S-liga zonen upp till Målilla och dels zonen mellan Målilla, Järnforsen och Kvillsfors. Även mindre framträdande sprickzoner (dalgångar) utgör tektoniska brott i peneplanet och bör beaktas i eventuella framtida arbeten. Några säkra observationer av rörelseriktningar finns dock inte från området.

I södra delen av området förekommer relativt frekventa ca N-S-liga diabasgångar, se figur 8-4. De flesta har tolkats utifrån den magnetiska anomalikartan (figur 8-2), där de framträder som högmagnetiska, långsträckta anomalier. Vidare förekommer smalare gångar vilka dock har en mer oregelbunden orientering. Förutom att diabaserna bidrar till en ökad inhomogenitet i berggrunden, utgör de också potentiella svaghetszoner då den ursprungliga magman antingen trängt upp i sprickor eller själv bidragit till sprickbildning i samband med intrusionen. Vissa av diabaserna förekommer dessutom i tydliga lineament (sprickzoner), t ex väster om Berga och i Fågelforsområdet. Som framgår av deformationszonskartan (figur 8-4), förekommer diabaserna framförallt i Smålandsgraniterna och -vulkaniterna, söder om och inom det plastiska skjuvzonsbältet, medan betydligt färre är magnetiskt indikerade i de äldre granitoiderna och relaterade gabbrobergarterna inom den tektoniska linsen.

Det måste dock påpekas att flygriktningen vid de geofysiska flygmätningarna var N-S-lig norr om koordinat 6350000 och O-V-lig söder om koordinat 6350000, se även kapitel 3.3. N-S-liga diabasgångar är därför betydligt svårare att påvisa norr om 6350000, eftersom flygriktningen är parallell med diabasernas orientering. Vidare är det magnetiska bakgrundsfältet högre inom området med de granitoida-gabbroida bergarterna, vilket får till följd att diabaserna inte är lika tydligt magnetiskt avvikande och till och med kan ge negativa anomalier. Det kan sålunda inte uteslutas att fler diabaser än de som markerats kan förekomma norr om koordinat 6350000.

8.5 Deformationszoner i tid och rum

Den föreliggande dokumentationen av plastiska skjuvzoner samt av yngre sprickzoner och förkastningar ger en möjlighet att uppskatta berggrundens stabilitet i ett längre tidsperspektiv. Inte minst är det viktigt att försöka avgöra graden av reaktivering för att därmed kunna göra en bedömning av framtida rörelser i jordskorpan.

De äldsta deformationszonerna i Hultsfredsområdet bildades i form av plastiska skjuvzoner på mer än 10–15 km djup under varma förhållanden, sannolikt omkring 500 °C. Områden som bedöms innehålla en hög frekvens av sådana plastiska skjuvzoner är upp till flera kilometer breda och kan följas över flera tiotals kilometer. Inom dessa zoner dominerar en starkt förskiffrad, men även stänglig och ofta inhomogen berggrund. De plastiska zonerna inom Hultsfreds kommun utgör, som nämnts ovan, en del av ett storregionalt system av O-V- till NV-liga plastiska skjuvzoner i sydöstra och mellersta Sveriges berggrund. Detta system bildades förmodligen i samband med intrusionerna av Smålandsgraniterna och associerade basiska bergarter för ca 1 800 miljoner år sedan i slutskedet av den svekokarelska bergskedjebildningen. Eftersom dessa bergarter dock är påverkade av de plastiska skjuvzonerna är det uppenbart att deformationen fortsatt efter bergarternas bildning. Ett rimligt antagande är dock att ingen plastisk deformation av regional karaktär ägt rum senare än för ca 1 700 miljoner år sedan.

I samband med och efter den plastiska deformationen i området höjdes berggrunden och blev då med tiden allt kallare. För ca 1 700 miljoner år sedan började deformationen ske under spröda förhållanden, dvs deformationen koncentrerades till betydligt smalare stråk, och ledde till en mekanisk nedbrytning och uppsprickning av berggrunden. Flera av sprickzonerna kan följas flera tiotals kilometer och är upp till ca 200 m breda.

I stort sett alla de plastiska skjuvzonerna har reaktiverats en eller flera gånger när berggrunden senare under den geologiska utvecklingen deformerades under spröda förhållanden. Detta är ett viktigt skäl till att dokumentera var i terrängen de gamla, uthålliga deformationszonerna förekommer. Det finns emellertid också många sprickzoner som bildar egna system och övertvårar de äldre plastiska skjuvzonerna och tektoniska linserna, exempelvis sprickzonerna med N-S- och NO-lig riktning.

När i tiden sprickzonerna och förkastningarna har bildats är i regel svårt att avgöra. Detta beror dels på att sprickzoner är svåra att datera med radiometrisk metod, och dels på bristen på bergarter som är yngre än ca 1 800 miljoner år. Den viktigaste referensbergarten och referensstrukturen för att kunna åldersbestämma sprickzonerna är diabasen respektive det subkambriska peneplanet. Stora nivåskillnader eller markerade topografiska sänkor i peneplanet utefter sprickzoner, indikerar att rörelser skett efter dess utbildning, dvs senare än för ca 700–545 miljoner år sedan. Vidare är det relativa åldersförhållandet mellan sprickzonerna/förkastningarna svårbestämt, framförallt beroende på reaktiveringar. Exempelvis kan sprickzoner med olika orientering ha bildats samtidigt, medan enbart sprickzoner i en viss orientering senare har reaktiverats.

Den stora N-S-liga zonen genom Hultsfred utgör, som beskrivits ovan, en mycket markerad sänka i det subkambriska peneplanet, och har tolkats som en förkastning vilken förskjuter peneplanet (t ex Lidmar-Bergström, 1994). Den är sålunda bildad eller åtminstone reaktiverad senare än för 700–550 miljoner år sedan. Generellt bör alla sprickzoner som utgör markerade sänkor, eller utefter vilka markerade nivåskillnader förekommer i peneplanet betraktas som potentiella zoner i vilka rörelser skett efter ca 700–545 miljoner år. Inom det nu aktuella undersökningsområdet gäller detta ett flertal av de tolkade zonerna. Även om dessa zoner reaktiverats senare under den geologiska utvecklingen, innebär det inte nödvändigtvis att berggrundsblocken mellan zonerna har påverkats.

Som framgår av deformationszonskartan (figur 8-4), är de ca 900 miljoner år gamla diabasgångarna parallella med, och förekommer delvis i, N-S-liga sprickzoner. Denna rumsliga relation är dock inte helt entydig, utan följande tolkningsalternativ föreligger: 1) diabaserna har följt existerande svaghetszoner i berggrunden, 2) sprickzonerna har bildats i samband med diabasintrusionerna, eller 3) sprickzonerna är yngre än diabaserna och har följt de svaghetszoner som dessa representerar. De O-V-liga sprickzonerna i Oskarshamn-Bockara-Tönshultstråket har inte nämnvärt påverkat de N-S-liga diabasgångarna (jämför figur 6-1 och 8-4), vilket indikerar att inga större horisontalförskjutningar ägt rum senare än för ca 900 miljoner år sedan. Beroende på gångarnas branta stupning kan dock inte vertikallrörelser i zonerna uteslutas.

I de berggrundsblock som definieras av de äldre, plastiska skjuvzonerna och de yngre, regionala sprickzonerna, förekommer mindre sprickzoner med en utsträckning på någon eller några kilometer. Dessa bör i eventuella framtida undersökningar, tillsammans med de regionala zonerna, närmare studeras och karakteriseras genom geologiska och geofysiska undersökningar.

Beträffande de allra yngsta, sen- eller postglaciala, rörelserna i berggrunden kan konstateras att inga säkra sådana har dokumenterats i undersökningsområdet och att området dessutom ligger inom en del av Sverige med låg seismisk aktivitet. Vissa företeelser, såsom sprickor och grottor i berget samt störningar i jordlagerföljder har tolkats som resultat av sen- eller postglaciala rörelser i berggrunden (Mörner, 1979a, 1979b och 1989; Mörner m fl, 1989). Andra forskare är dock tveksamma till dessa tolkningar (SKB, 1990; Muir Wood, 1993). Företeelser av denna typ inom Hultsfreds kommun, som skulle kunna bli föremål för diskussion vad gäller sena rörelser, är Lasse-Majagrottan och sprickdalen med de piedestalliknande bildningarna vid More kastell (se kapitel 5).

De först förväntade framtida rörelserna av betydelse i berggrunden inom Hultsfreds kommun är de som kan komma att utlösas i samband med avsmältningen av nästa landis, om tidigast flera tiotusentals år. Rörelserna antas då företrädesvis ske längs med äldre förkastningar (Bäckblom och Stanfors, 1989; Stanfors och Ericsson, 1993).

9 Exploateringsintressen

I detta kapitel ges en kortfattad beskrivning av bergbundna naturresurser inom Hultsfreds kommun, vilka här benämns malm- och nyttostensförekomster.

Ett djupförvar bör inte förläggas till en bergart eller inom ett område där mineralutvinning kan tänkas bli aktuell i en framtid eftersom nyttjandet av denna naturresurs då blockeras. Genom att undvika malmpotentiella områden minskar dessutom risken för att människor i samband med framtida mineralprospektering eller mineralutvinning oavsiktligt tränger in i djupförvaret.

9.1 Nyttostensförekomster

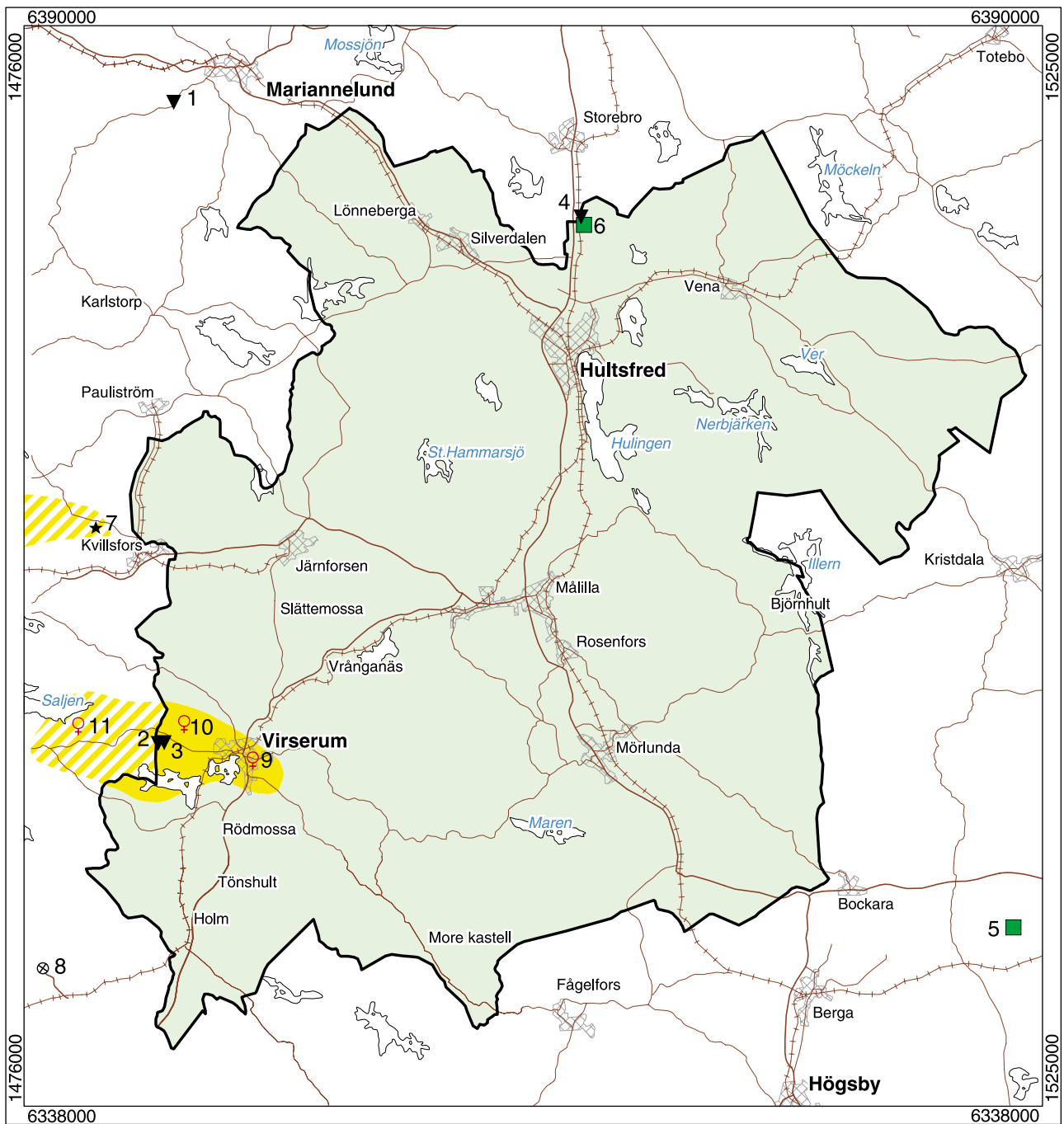
Med nyttosten menas en bergart som kan användas i byggnads- eller tillverkningsindustrin. Exempelvis kan en granit brytas och säljas som blocksten, eller den kan sågas och slipas till mindre block och plattor. Den kan även krossas och används då övervägande som ballastmaterial. Ballast är fyllnadsmaterial i t ex vägar och den vanligaste ballastprodukten är krossberg. Oavsett användningsområde benämns förekomsterna nyttostens- eller naturstensförekomster.

En stor del av den svenska stenindustrin är koncentrerad till Sydsverige, nära den europeiska marknaden dit exporten i huvudsak skett. Tillgång till naturliga hamnar och till den eftertraktade röda graniten har gjort delar av länets kustområden särskilt lämpliga för brytning och förädling av natursten. I en inlandskommun som Hultsfred har däremot stenindustrin varit mindre omfattande.

Nedan beskrivs dels *bergtäkter* som producerar krossberg, dels ges en kort sammanfattning av större, i dag nedlagda *stenbrott* där brytning av prydnadssten förekommit på 1980- och 90-talet. I Kalmar län producerades ca 850 000 ton krossberg år 1998 varav ca 5 900 ton härrör från Hultsfreds kommun (SGU, 1999). I dag (januari 2000) finns endast en bergtäkt i drift inom kommunen. All brytning av prydnadssten är nedlagd (Länsstyrelsen i Kalmar län, 2000).

Brytning av prydnadssten och krossberg

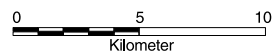
Granit, gabbro och porfyr är bergarter som brutits som prydnadssten i små grunda dagbrott. Brytningen har sannolikt varit kortvarig eftersom verksamheten är ganska konjunkturkänslig samtidigt som den lätt påverkas av trender och moderiktningar. En länsinventering av stenbrott i Kalmar län (SGU, 1991) samt i Jönköpings län (SGU, 1989) visade på tre då nedlagda stenbrott inom kommunen (tabell 9-1). Vidare finns ett nedlagt stenbrott i Nydala, ca 2 km sydväst om Hässleby, på kartbladet 6F Vetlanda SO (nr 1 i tabell 9-1 och figur 9-1).



- ▼ Äldre nedlagt stenbrott
- Bergtäkt i drift
- ★ Guldmineralisering
- ⊗ Volframmineralisering
- ♀ Sulfidmineralisering innehållande nickel och koppar

- Malm potentiellt område
- ▨ Malm potentiellt område (utanför kommunen)

Nummer på kartan hänvisar till tabellerna i kapitel 9
 Källa: SGU, Länsstyrelsen, Mirab



Figur 9-1. Malm potentiella områden i Hultsfreds kommun med omgivning.

Tabell 9-1. Större nedlagda stenbrott inom Hultsfreds kommun eller nära kommungränsen. Numreringen hänvisar till figur 9-1. Koordinatangivelsen avser förekomstens ungefärliga mittpunkt.

Nr	Täktnamn	Koordinater i rikets nät (RAK)	Bergart	Tillståndsmängd (ton)
1	Nydala	6386350/1483200	Granit	Okänd
2	Hässlid 1	6355500/1482450	Gabbro	Okänd
3	Hässlid 2	6355550/1482750	Gabbro	Okänd
4	Ytterbo	6380700/1502700	Porfyr	35–50 000/år (1990)

De två mindre stenbrotten i Hässlid (nr 2 och 3) är belägna inom ett större gabbromassiv, Virserumsmassivet, som även är känt för sina koppar- och nickelmineraliseringar (se vidare kapitel 9.2). Den brutna gabbbron användes troligen till grav- och prydnadsstenar. En rödbrun, tät porfyrbergart har brutits vid Ytterbo strax öster om sjön Mjältens nordspets (nr 4). Sannolikt användes det mesta som krossberg till främst vägbeläggning eftersom porfyren här var särskilt sprickrik och därmed mindre lämplig som blocksten (SGU, 1991).

Sammantaget har brytningen av prydnadssten varit av relativt liten omfattning inom Hultsfreds kommun, men det finns sannolikt ett flertal områden inom kommunens gränser som är lämpliga för detta ändamål.

Även brytningen av krossberg är i dag av liten omfattning i kommunen. Ett brott ca 4 km norr om Hultsfred (nr 6 i tabell 9-2 och figur 9-1) bryts av LBC-bolagen med en tillståndsmängd på knappt 0,5 miljoner ton. Ett annat brott vid Hammarsbo ca 6 km öster om Bockara i Oskarshamns kommun (nr 5) är även det i drift. Sammanlagt produceras årligen omkring 5 000–6 000 ton krossberg i kommunen vilket är mindre än en procent av produktionen i länet.

Krossberg från bergtäkter är en naturresurs med stor framtida potential är. Även om denna potential inte är närmare kartlagd kan man förmoda att kommunen har god tillgång till lämpligt berg för detta ändamål. Eftersom täktverksamheten bedrivs i ytliga dagbrott stör inte en sådan verksamhet ett djupförvar i dess närhet. Omvänt torde lokaliseringen av ett djupförvar i kommunen knappast påverka den förhållandevis gynnsamma situationen vad gäller den framtida tillgången på krossberg och ballast.

Tabell 9-2. Bergtäkter inom Hultsfreds kommun samt nära kommungränsen, januari 2000. Numreringen hänvisar till figur 9-1. Koordinatangivelsen avser förekomstens ungefärliga mittpunkt.

Nr	Täktnamn	Koordinater i rikets nät (RAK)	Tillståndsmängd (ton)	Tillståndsinnehavare
5	Hammarsbo 1.1	6346660/1523610	200 000	Swerock AB
6	Norrhult 12:2	6380560/1502750	492 900	LBC-bolagen

9.2 Malmförekomster

Definitionsmässigt är malm ett ekonomiskt begrepp och avser en fyndighet som kan exploateras med vinst. Bergbundna naturresurser som i dag är oekonomiska kan därför bli ekonomiska, dvs malm, i framtiden. Detta avgörs av faktorer såsom metallpriser samt brytnings-, anriknings- och miljövårdskostnader.

I dagligt tal avses dock med malm, t ex järnmalm eller kopparmalm, en större koncentration av en eller flera metaller, oavsett fyndighetens ekonomiska värde. I den följande beskrivningen används begreppet på detta sätt.

Malmförekomster och mineraliseringar samt prospektering

De flesta malmer i Kalmar län förekommer i den norra delen, i bergarter av vulkaniskt ursprung (Antal m fl, 1998), och de innehåller metallerna järn, koppar, bly, zink, silver och guld. Hultsfreds kommun berörs ej av detta malmfält. Kommunens västra del gränsar dock till ett annat malmfält med huvudsaklig utsträckning västerut mot Vetlanda. Detta malmfält omfattar malmer innehållande koppar och guld, där den välkända guldmalmen i Ädelfors ingår. Guldet är här knutet till ett flertal kvartsgångar i en glimmerskiffer (SGU, 1989). En liknande, men väsentligt mindre guldförekomst finns vid Fridhem ca 1 km nordväst om Kvillsfors, strax utanför kommungränsen (nr 7 i tabell 9-3 och figur 9-1). En undersökning av moränens gulddinnehåll visar att förhöjda guldhalter förekommer i ett stråk räknat ungefär från Kvillsfors och västerut mot Ädelfors och Vetlanda (SGU, 1990). Det är troligt att Fridhem tillhör samma guldmalmsfält som Ädelfors.

Nickel är en legeringsmetall som upptäcktes redan år 1751 av svensken A F Cronstedt. Ett av de viktigaste nickelmineralen är pentlandit, en nickel-järnsulfid. Nickel kan även finnas i magnetkis, en vanligt förekommande järnsulfid. Nickelmalmer är ofta knutna till basiska eller ultrabasiska bergarter. Regionens mest kända nickelförekomst är Kleva-gruvan i Jönköpings län som brutits på nickel från 1840-talet fram till 1919 (SGU, 1989). I Hultsfreds kommun finns en annan sedan länge känd nickelgruva, Virserumsgruvan (nr 9) där ur "... 1 369 ton malm erhöles 214 ton smältmalm med 0,88 % nickel och 0,69 % koppar ..." (Tegengren, 1924). Gruvan är såvitt känt den enda i kommunen. Brytningen av nickel och koppar var dock relativt småskalig och 1918 upphörde hanteringen (Tegengren, 1924).

Tabell 9-3. Malmförekomster inom Hultsfreds kommun samt nära kommungränsen. Numreringen hänvisar till figur 9-1. Koordinatangivelsen avser förekomstens ungefärliga mittpunkt.

Nr	Namn	Koordinater i rikets nät (RAK)	Malmtyp	Relativ storlek
7	Fridhem	6365850/1479450	Guld	Liten
8	Hultanäs	6344700/1476900	Volfram	Liten
9	Virserum 1 Virserumsgruvan	6354500/1487000	Nickel, koppar	Ca 2 400 ton utbruten malm
10	Virserum 2	6356250/1483700	Nickel, koppar	Liten
11	Virserum 3	6356150/1478600	Nickel, koppar	Liten

En obetydlig mineralisering innehållande en annan legeringsmetall, volfram, påträffades vid Hultånäs (nr 8) i samband med en regional prospekteringsinsats (SGAB, 1984a). Det volframhaltiga mineralet scheelit uppträder i form av en svag impregnation samt som sprickfyllnader i en granit.

Kända malmförekomster och mineraliseringar (tabell 9-3) är sålunda relativt små och de har i dag inget ekonomiskt värde. Inom Virserumsmassivet finns, förutom den gamla gruvan i massivets östra kant, minst två mindre skärpningar (nr 10 och 11) med nickel. Dessa innehåller dock relativt låga nickelhalter (SGAB, 1984b) i jämförelse med Virserumgruvan. Det dominerande malmmineralet är magnetkis men även svavelkis, kopparkis och pentlandit förekommer (SGU, 1991). Nyare analysresultat anger att nickelhalten i sulfidfasen är låg (SGAB, 1984b) vilket är en negativ faktor när det gäller att med dagens teknik anrika nickel. Vidare förekommer en viss lagring i gabbbron samt ett flertal olika gabbroida bergartstyper såsom hornblände-gabbro, pyroxen-hornblände-gabbro och olivingabbro. Denna variation i sammansättning är inte ovanlig för större gabbromassiv. Gabbrokroppar som visar en intern variation i sammansättning kan, liksom lagrade basiska-ultrabasiska intrusioner, vara av malmgeologiskt intresse främst vad gäller platinametaller. Det finns emellertid inga uppgifter om förekomst av platina i Virserumsmassivet.

Några mera omfattande prospekteringsinsatser har inte bedrivits i modern tid inom kommunen. Det avspeglas även i statistik rörande inmutningar eller undersöknings-tillstånd. I nuläget finns det inga aktiva inmutningar inom kommunen. I det närbelägna Vetlandaområdet är förutsättningarna för att göra nyfynd dock större och intresset i första hand inriktat på guld.

Malmpotentiella områden i Hultsfreds kommun

Med malmpotentiellt område menas ett område där berggrunden har de geologiska förutsättningarna för att malmer av ett visst slag kan förekomma. Ett område där flera närliggande malmförekomster av samma typ uppträder brukar benämnas malmfält. Malmpotentiell berggrund kan även förekomma på större djup under markytan, och i vissa fall kan malmpotentiell berggrund vara övertäckt av t ex graniter.

Flera malmpotentiella områden i Sverige är i dag föremål för prospektering såsom i Vetlanda-området, där intresset för att finna nya guldmalmer är fortsatt högt. En försiktig bedömning är att prospekteringsintresset även i framtiden kommer att koncentreras kring de områden där man redan i dag har konstaterat malmförekomster och där de geologiska förutsättningarna finns för att upptäcka nya malmer. Ur denna aspekt kan två malmpotentiella områden definieras inom kommunen och i de närmaste omgivningarna, se figur 9-1:

- 1) Virserumsmassivet i kommunens sydvästra del, med avseende på nickel och koppar samt eventuellt platina.
- 2) Ett område från Kvillfors och västerut mot Ädelfors i Vetlanda kommun, med avseende på guld.

I bedömningen av vad som är malmpotentiell berggrund har hänsyn tagits även till olika typer av geokemiska undersökningar som utförts i första hand av SGU. Sålunda framträder det ovannämnda guldpotentiella området tydligt på geokemiska kartor där guld analyserats i prov tagna från morän (SGU, 1990). Virserumsområdet uppvisar i sin tur förhöjda halter av dels metaller som kan relateras till berggrundens basiska sammansättning, exempelvis magnesium, dels på metaller som även kan relateras till mineraliseringar, exempelvis nickel (Andersson och Nilsson, 1992). Den översiktliga markgeokemiska kartan visar bland annat att förhöjda nickelhalter förekommer i moränen, både i Virserumsområdet och i ett område från Virserum mot söder utanför kommungränsen. Andra områden inom kommunen med basiska bergarter framträder ej på dessa kartor.

I andra delar av Sverige förekommer basiska till ultrabasiska bergarter som även innehåller krom samt platinametaller. Såvitt känt finns inga uppgifter om detta i Virserumsmassivets olika sulfidmineraliseringar.

Sammanfattningsvis kan konstateras att endast en liten del av kommunens yta kan antas ha en malmpotential. Detta beror på att huvuddelen av kommunens berggrund består av äldre granitoider och yngre Smålandsgranit (se kapitel 6, figur 6-1) där det inte finns geologiska förutsättningar för malmförekomster. Det finns i dag ingen aktiv prospekteringsverksamhet inom kommunen. I ett längre tidsperspektiv är det dock inte omöjligt att intresse åter kan uppstå om tekniska och ekonomiska faktorer blir mer gynnsamma. De här redovisade malmpotentiella områden bedöms därvid vara de mest attraktiva.

10 Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar

Målet med föreliggande utredning var att bedöma de geologiska förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle till Hultsfreds kommun. I det följande diskuteras först vilka faktorer som är betydelsefulla för denna bedömning. Därefter beskrivs de generella geologiska förutsättningarna i kommunen och redovisas de områden som bedöms vara av intresse för fortsatta studier. Slutligen görs en jämförelse med resultaten från en mer översiktlig studie av Kalmar län och med motsvarande förstudie av Oskarshamns kommun.

10.1 Viktiga faktorer

De lokaliseringsfaktorer som studerats är främst berggrundens sammansättning och homogenitet, regionala deformationszoner, berggrundens malmpotential, samt jordlagrens mäktighet och sammansättning. Även faktorer som radiumhalten i berggrunden och förekomst av jordskalv har berörts. Andra viktiga geologiska faktorer som tas upp i en särskild utredning är grundvattenkemi och grundvattnets rörelser.

Det är en fördel om berggrunden är homogen eftersom detta underlättar tolkningen av undersökningsresultat både från ytundersökningar och borrhål. En stor andel inhomogeniteter i form av till exempel gångar eller inneslutningar kan även leda till en ökad vattenföring och ogynnsamma bergtekniska förhållanden. Radiumhalten i berggrunden är viktig eftersom den kommer att avgöra radonavgången i en underjordsanläggning och påverka behovet av ventilation både under byggnation och drift. Den långsiktiga säkerheten i ett djupförvar påverkas däremot inte.

Deformationszoner förekommer i olika skalor och med varierande egenskaper. I ett djupförvar bör breda, uthålliga och starkt deformerade zoner undvikas. Mellan olika förvarsdelar kan mindre zoner accepteras men kommer då att påverka utformning och utrymmesbehov. Däremot påverkas inte den långsiktiga säkerheten om tunneln från ovanjordsanläggningen ned till djupförvaret korsar regionala deformationszoner.

Ett djupförvar bör inte lokaliseras till ett område med malmpotentiell berggrund eftersom nyttjandet av denna naturresurs då blockeras. I ett långsiktigt perspektiv föreligger dessutom risk för oavsiktligt intrång eller annan påverkan.

Jordlagrens mäktighet och sammansättning påverkar inte den långsiktiga säkerheten, men däremot förutsättningarna för att genomföra nödvändiga undersökningar inför anläggningen av djupförvaret. Hög blottningsgrad underlättar sådana undersökningar medan mäktiga och komplexa jordlager är en försvårande omständighet.

Om berggrunden inom ett område uppvisar gynnsamma förhållanden är det en klar fördel om det gynnsamma området är stort, eftersom detta ger ökad flexibilitet i den fortsatta lokaliseringsprocessen. Om fortsatta, mer detaljerade undersökningar visar att delar av området är mindre gynnsamt kvarstår då ändå betydande områden med lämplig berggrund.

10.2 Allmänna geologiska förutsättningar

Jordarter

Jordartsförhållandena inom kommunen förväntas generellt sett inte medföra några särskilda problem vid undersöknings- och anläggningsarbeten. Jorddjupen är i allmänhet små och andelen berg i dagen är stor. Mäktigheter på mer än fem meter påträffas bara i begränsade områden, främst i dalgångarna och i isälvsavlagringarna. Jorddjup överstigande 20 m, rapporterade från brunnborrningar, återfinns framför allt norr om Hultsfred (Hultsfredsdelat), väster om Målilla och norr om Virserum (Virserumsåsen).

I de fall jordarterna är eller kan förväntas bli föremål för exploatering (t ex grus- eller vattentäkt i isälvsavlagringarna) bedöms inte ett djupförvar påverka eller påverkas av sådana aktiviteter. Anläggningarna ovan jord bör dock lokaliseras på sådant sätt att nyttjandet av naturresurserna inte blockeras.

Bergarter inklusive exploateringsintressen

Berggrunden i den centrala och norra delen av Hultsfreds kommun domineras av relativt välbevarade graniter (Smålandsgranit) och, i mindre omfattning, vulkaniska bergarter (Smålandsvulkanit). I den södra delen av kommunen dominerar i stället äldre, vanligen deformerade granitoider med associerade basiska djupbergarter. Vanligt förekommande är också olika gångbergarter, framför allt diabaser. I kommunens östra del är påvisade diabaser mindre vanliga, men detta kan bero på att underlagsmaterial i form av modern, detaljerad berggrundsgeologisk kartering saknas i detta område.

Ovan nämnda bergartstyper är vanligt förekommande i Sveriges urberg och, bortsett från gångbergarterna, är de generellt sett gynnsamma ur förvarssynpunkt. Emellertid finns stora områden, i kommunens nordvästra del samt i söder och sydväst, där inslaget av större eller mindre massiv av gabbro och diorit, inneslutningar av dessa bergarter samt förekomst av olika gångbergarter gör att berggrunden blir mycket inhomogen. Starkt inhomogen berggrund bör undvikas i detta sammanhang.

Information från flygmätningarna visar att radiumhalten i berggrunden generellt sett är låg. Endast i några små, spridda områden sydväst om Stora Hammarsjö är halten tydligt förhöjd.

Malmpotentiella områden utgör endast en liten del av kommunens berggrund och det finns i dag ingen aktiv prospekteringsverksamhet. Virserumsmassivet i kommunens sydvästra del bedöms dock ha en potential med avseende på nickel och koppar samt eventuellt också platina. Ett område som har guldpotential finns strax utanför kommungränsen, från Kvillsfors och västerut.

Deformationszoner (plastiska skjuvzoner, sprickzoner och förkastningar)

Den södra delen av kommunen karakteriseras av ett storregionalt system av O-V- till VNV-liga, brant till vertikalt stupande, plastiska skjuvzoner och mellanliggande tektoniska linser. De tektoniska linserna utgörs av berggrundsblock som inte innehåller plastiska skjuvzoner eller där frekvensen av zoner tolkas vara låg. Längre norrut finns endast en mera betydande plastisk skjuvzon, i området sydost om Hultsfred. Zonen kan ha en fortsättning mot nordväst från Hultsfred räknat, men mera ingående studier krävs för att klarlägga detta.

Den mest framträdande sprödtektoniska strukturen inom området är det N-S-liga system av sprickzoner som löper genom Storebro och Hultsfred till Målilla och vidare söderut genom Mörlunda till Högsby. Topografiskt sett utgör den en kombination av breda sänkor och smalare, mer markerade dalar. I övrigt bildar de tolkade regionala sprickzonerna ett nätverk bestående av zoner i många olika riktningar, även om NV- till O-V-liga riktningar dominerar. Vissa sprickzoner följer de äldre plastiska skjuvzonerna, så k reaktivering, men många bildar egna system. De regionala sprickzonerna avgränsar berggrundsblock som till ytan är upp till över 10 km² stora och det finns därmed goda möjligheter att förlägga ett djupförvar till en bergvolym mellan de uthålliga sprickzonerna. Inom dessa bergvolymmer förekommer dock mindre sprickzoner som bör kartläggas om vidare undersökningar skulle bli aktuella.

Sen- eller postglaciala förkastningar och seismicitet

Några säkra tecken på sen- eller postglaciala förkastningar har inte rapporterats från kommunen, som dessutom ligger i ett seismiskt stabilt område. Ett antal företeelser i regionen, exempelvis blockansamlingar, sprickor och grottor, har dock av vissa forskare tolkats som resultat av kraftiga, sen- eller postglaciala rörelser även om tolkningarna är omtvistade. Exempel från Hultsfreds kommun, som skulle kunna bli föremål för diskussion vad gäller sena rörelser i berggrunden, är Lasse-Majagrottan norr om Järnforsen och sprickdalen vid More kastell. Om fortsatta undersökningar blir aktuella bör alla tecken på unga rörelser i berggrunden noga beaktas.

Berggrundens långsiktiga stabilitet

Den fennoskandiska skölden är mycket stabil och de rörelser som gett upphov till de regionala deformationszoner som beskrivs i föreliggande rapport är mycket gamla. Det finns ingen anledning att anta att några framtida rörelser av denna dignitet skall ske under den tid, ca 100 000 år, som behöver beaktas för ett djupförvar.

De först förväntade rörelserna i berggrunden är de som kan komma att utlösas i samband med avsmältningen av en framtida inlandsis, om tidigast flera tiotusentals år. Rörelserna antas då företrädesvis komma att ske utefter äldre sprickzoner. Sådana zoner bedöms dock kunna undvikas vid lokaliseringen av djupförvaret.

10.3 Områden av intresse för fortsatta studier

Med ett område av intresse för fortsatta studier avses ett område där det, utifrån de geologiska faktorer som studerats, bedöms möjligt att identifiera en bergvolym med de egenskaper och den storlek som behövs för att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle.

Sådana områden har i denna utredning definierats utifrån ett översiktligt och delvis ofullständigt underlag. Det krävs därför stegvis mer detaljerade undersökningar för att med säkerhet avgöra om ett område är geologiskt lämpligt för ett djupförvar. Mer detaljerade undersökningar kan i vissa fall komma att påvisa ogynnsamma förhållanden i områden som här bedömts vara av intresse för fortsatta studier. Omvänt skulle detaljerade undersökningar kunna identifiera gynnsamma förhållanden i delar av kommunen som inte bedömts vara primärt intressanta.

Resultatet av den utförda undersökningen visar var det i första hand bedöms meningsfullt att bedriva mer detaljerade undersökningar. Det är endast när sådana mera detaljerade undersökningar genomförts som det går att slutgiltigt bedöma om det finns lämplig berggrund för ett djupförvar.

Betydande delar av Hultsfreds kommun bedöms vara av intresse för fortsatta undersökningar, se figur 10-1. Vissa områden har dock bedömts vara mindre intressanta eftersom de omfattar:

- inhomogen berggrund (jfr figur 6-1),
- regionala plastiska skjuvzoner (jfr figur 8-4) eller
- malmpotentiell berggrund (jfr figur 9-1).

Det framträdande N-S-liga systemet av sprickzoner som löper genom hela kommunen och som består av omväxlande breda sänkor och smalare dalar (figur 8-3), har också bedömts mindre intressant för vidare studier.

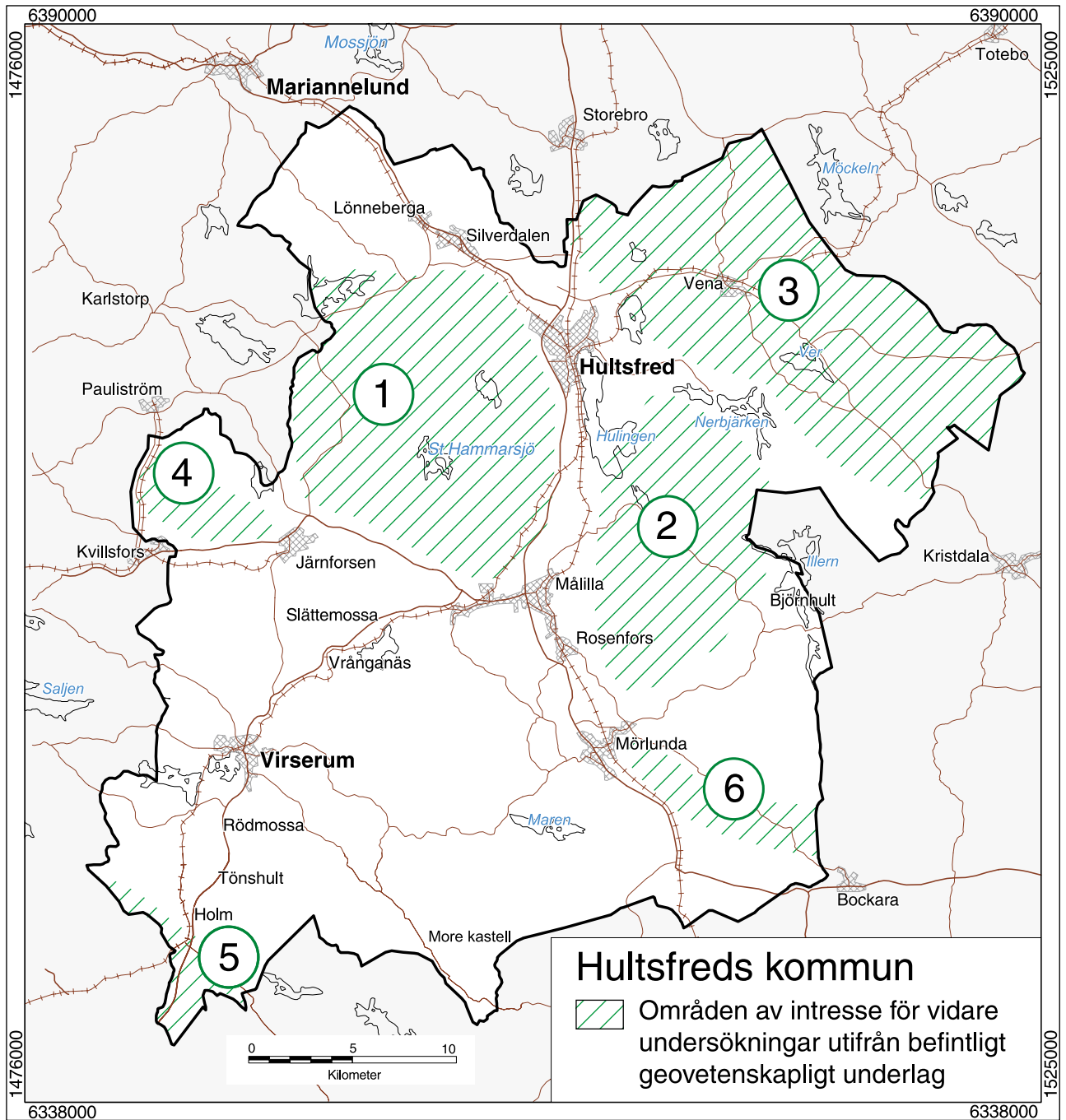
Efter att hänsyn tagits till ovanstående faktorer kvarstår sex områden, nummer 1–6 i figur 10-1, som intressanta för vidare undersökningar. Gemensamt för områdena är att de uppvisar en homogen berggrund och att förekommande regionala sprickzoner avgränsar berggrundsblock som är tillräckligt stora för att rymma ett djupförvar. Berggrunden utgörs nästan undantagslöst av Smålandsgranit (Växjö- och/eller Filipstadsgranit), men en mindre del av område 3 består av Smålandsvulkanit och en del av område 6 av äldre granitoid.

Områdena 1 (utom den allra östligaste delen) och 4 ligger i den del av kommunen som täcks av SGUs moderna, detaljerade berggrundskartor. Område 5 täcks av detaljerade arbetskartor gjorda av studenter vid Stockholms universitet. När det gäller övriga områden saknas detaljerade kartor.

Bedömningen är baserad på befintligt geovetenskapligt underlag.

Nedan ges en kortfattad beskrivning av de aktuella områdena där numreringen hänvisar till figur 10-1:

1. Ett stort område väster och sydväst om Hultsfred. Berggrunden består av Smålandsgranit (Växjögranit) och de tolkade sprickzonerna med dominerande NV-lig riktning avgränsar stora block inom vilka ett djupförvar skulle kunna lokaliseras. I den sydvästra delen av området finns ett mindre område med finkornig granit där radiumhalten är något förhöjd och i vissa fall tydligt förhöjd.
2. Ett nästan lika stort område, beläget sydsydost om Hultsfred. Berggrunden består även här av Smålandsgranit (Filipstadsgranit). Sprickzonerna domineras av ungefärligen NV- och NO-liga riktningar, och blocken mellan sprickzonerna är mindre än i område 1. Fortfarande finns dock goda möjligheter att lokalisera ett djupförvar inom ett och samma block. Filipstadsgraniten i område 2 är mer magnetisk än Växjögraniten i område 1 vilket underlättar tolkning av sprickzoner utifrån magnetiska data. Detta skulle, åtminstone delvis, kunna förklara det till synes tätare mönstret av sprickzoner i område 2.



Figur 10-1. Områden inom Hultsfreds kommun av intresse för vidare undersökningar.

3. Kommunens nordöstra del, som huvudsakligen utgörs av Smålandsgranit (omväxlande Växjö- och Filipstadsgranit) men också, i området närmast Hultsfred, av Smålandsvulkanit. Vulkaniterna kan inte, baserat på befintlig information, avfärdas som ointressanta för vidare undersökningar. Däremot kan konstateras att längre mot nordväst har den detaljerade kartläggningen visat att vulkaniterna ofta är genomsatta av diabaser samt granit- och pegmatitgångar. Det är inte osannolikt att så är fallet även inom område 3. Smålandsgraniten inom området påminner om den som återfinns inom område 2. Inom vissa delar finns dock en tendens till att blocken mellan sprickzonerna är något mindre.
- 4–5. Två små områden där berggrunden består av Smålandsgranit.
6. Ett litet område som utgör en del av en tektonisk lins i det storregionala system av plastiska skjuvzoner som återfinns i kommunens södra del. Berggrunden består av Smålandsgranit och äldre granitoid.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det, ur geologisk synvinkel, finns goda förutsättningar att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle till Hultsfreds kommun, eftersom betydande områden bedöms vara av intresse för vidare undersökningar. Eventuella vidare undersökningar bör i ett första steg inriktas på att genom fältkontroller kontrollera de nu presenterade slutsatserna. Detta gäller alla områden, men i synnerhet de som inte täcks av moderna, detaljerade berggrundskartor. Faktorer som bör beaktas är förekomst av inhomogeniteter (inneslutningar, diabaser m m), regionala sprickzoner samt sprickfrekvens i hållskala. Inom område 1 bör även beaktas de förhöjda radiumhalterna i den sydvästra delen av området.

10.4 Jämförelser med andra lokaliseringsstudier

Det underlag som kan användas för att bedöma de geologiska förutsättningarna för ett djupförvar i Hultsfreds kommun finns tillgängligt i olika skalor. I riks- och regionskala finns översikter publicerade. Den sistnämnda i form av en översiktsstudie av Kalmar län (Antal m fl, 1998). I en mer lokal skala finns data från SKBs förstudie av Oskarshamns kommun (Bergman m fl, 1998) som har berört den östra delen av Hultsfreds kommun. Nedan görs en jämförelse med resultaten från länsstudien och med resultaten från förstudien av Oskarshamns kommun.

Översiktsstudien av Kalmar län

I översiktsstudien av Kalmar län tolkades ett område omfattande drygt halva Hultsfreds kommun som lämpligt för vidare undersökningar. I kommunstudien har lämpliga områden kunnat definieras mer i detalj och det stora området från länsstudien har då delats upp i tre områden, område 1–3 i figur 10-1. Mellanliggande partier har avfärdats som mindre intressanta. Omvänt har kommunstudien resulterat i att några mindre områden av intresse för vidare undersökningar framkommit inom den del av kommunen som i länsstudien bedömdes som primärt ointressant.

Resultaten från de bägge studierna överensstämmer mycket väl och jämförelsen illustrerar betydelsen av i vilken skala som undersökningarna gjorts.

Förstudien av Oskarshamns kommun

Inom stora delar av Oskarshamns kommun är det befintliga geovetenskapliga underlaget jämförbart med det som finns inom den östra delen av Hultsfreds kommun. Detaljeringsgraden och tillförlitligheten av de bedömningar som kan göras blir då också jämförbara. I bägge fallen har relativt stora områden bedömts vara av intresse för fortsatta undersökningar men bedömningarna baseras på ett översiktligt och delvis omodernt underlag.

I den nordöstra delen av Oskarshamns kommun finns däremot detaljerad information från undersökningar bland annat på Äspö (Äspölaboratoriet), Simpevarpshalvön (Kärnkraftverket och CLAB) samt ytterligare detaljarbeten i Laxemar, Kråkemåla och på Ävrö. I denna del av kommunen kunde därför mera detaljerade bedömningar göras.

11 Referenser

Ahlbom K, Andersson J-E, Andersson P, Ittner T, Ljunggren C och Tirén S, 1992. Klipperås study site. Scope of activities and main results. SKB Technical Report 92-22.

Andersson M och Nilsson C A, 1992. Markgeokemiska kartan 3-7, F-H. Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden 73, 63 s.

Agrell H, 1976. The highest coastline in south-eastern Sweden. *Boreas* 5. 143-154.

Almén K-E, Stanfors R och Svemar C, 1996. Nomenklatur och klassificering av geologiska strukturer vid platsundersökningar för SKB:s djupförvar. SKB Projekt Rapport PR D-96-029, 52 s.

Antal I, Bergman T, Gierup J, Rudmark L, Thunholm B, Wahlgren C-H, Stephens M och Johansson R, 1998. Översiktsstudie av Kalmar län. Geologiska förutsättningar. SKB R-98-24.

Arvidsson R, 1996. Fennoscandian earthquakes: whole crustal rupturing related to postglacial rebound. *Science* 274, 744-746.

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

Bergman S och Sjöström T, 1994. The Storsjön-Edsbyn deformation zone, central Sweden. Opublicerad forskningsrapport (SGU) 1-46.

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.

Bergström J, Holland B, Larsson K, Norling E och Sivhed U, 1992. Guide to excursions in Scania. Sveriges geologiska undersökning Ca 54, 1-95.

Beunk F F, Page L M, Wijbrans J R och Barling J, 1996. Deformational, metamorphic and geochronological constraints from the Loftahammar-Linköping Deformational Zone (LLDZ) in SE Sweden: implications for the development of the Svecofennian Orogen. *GFF* 118, Jubilee Issue, A9.

Boulton G S, 1985. Glacial geology and glaciology of the last mid-latitude ice sheets. *Journal of the Geological Society* 142, 447-474.

Boulton G S, 1991. Proposed approach to time-dependent or "event-scenario" modelling of future glaciation in Sweden. SKB Arbetsrapport 91-27.

Boulton G S och Payne A, 1992. Simulation of the European ice sheet through the last glacial cycle and prediction of future glaciation. SKB Technical Report 93-14.

- 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, geovetenskapligt underlag. Laxemar – Sammanställning av befintlig geoinformation, SKB AR L-98-21.
- Ekman M, 1988.** The impact of geodynamic phenomena on systems for height and gravity. National Land Survey, Professional Papers 1988:26, 59 s.
- Follin S, Hansen L M och Hermanson J, 1998.** Förstudie Oskarshamn, geovetenskapligt underlag. Kråkemåla-Utvärdering av befintlig geologisk och hydrogeologisk information, SKB AR L-98-23.
- Friberg N, 1957.** Skvalrännorna vid Rumsquilla-Hult. Ett bidrag till frågan om Baltiska issjögränsen inom nordöstra randzonen av Sydsvenska höglandet. Ymer 77, 81-107.
- Gierup J, Johansson R, Pannert M, Persson M, Thunholm B, Wahlgren C-H, Wikman H och Stephens M B, 1999.** Översiktsstudie av Jönköpings län. Geologiska förutsättningar. SKB R-99-35.
- Henkel H och Pesonen L J, 1992.** Impact craters and craterform structures in Fennoscandia. Tectonophysics 216, 31-40.
- Hjelmqvist S, 1969.** En pålagringskontakt mot äldre Smålandsgranit. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 91, 149-158.
- Holmlund P, 1993.** Den senaste istiden i Skandinavien. En modellering av Weichselisen. SKI Teknisk Rapport 93:44.
- Holst N O, 1885.** Beskrifning till kartbladet Hvetlanda. Sveriges geologiska undersökning Ab 8, 1-63.
- Holst N O, 1893.** Beskrifning till kartbladet Lenhofda. Sveriges geologiska undersökning Ab 15, 1-48.
- Johansson C-E, 1963.** Grusinventering i Kalmar län. Del III. Grusavlagringar i mellersta och norra länsdelen. Länsstyrelsen i Kalmar län.
- Johansson C-E, 1965.** Structural studies of sedimentary deposits. Orientation analyses, literature digest, and field investigations. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 87, 3-61.
- Johansson C-E, 1968.** Grusinventering i Kalmar län. Del IV. Mellersta fastlandsdelen. Länsstyrelsen i Kalmar län, 170 s.
- Johansson C-E, 1975.** Some Aspects on Delta Structures. Laboratory and Field Studies. Svensk Geografisk Årsbok 51, 87-99.
- Johansson L och Johansson Å, 1990.** Isotope geochemistry and age relationships of mafic intrusions along the protogine Zone, southern Sweden. Precambrian Research 48, 395-414.
- Jonasson C, 1996.** Landet. I: S Helmfrid (red), *Sveriges Geografi*. Sveriges Nationalatlas, Bra Böcker, Höganäs, 16-41.

- Kristiansson J, 1986.** The ice-recession in the south-eastern part of Sweden. A varve-chronological time scale for the latest part of the Late Weichselian. Thesis. University of Stockholm, Department of Quaternary Research, Report 7, 149 s.
- 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 reference to the Lansjärv area, northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 112, 333-354.
- Lidmar-Bergström K, 1993.** Denudation surfaces and tectonics in the southernmost part of the Baltic Shield. *Precambrian Research* 64, 337-345.
- Lidmar-Bergström K, 1994.** Berggrundens ytformer. I: C Fredén (red), *Berg och Jord*. Sveriges Nationalatlas, Bra Böcker, Höganäs, 44-54.
- Lidmar-Bergström K, 1996.** Long term morphotectonic evolution in Sweden. *Geomorphology* 16, 33-59.
- Lindström M, Lundqvist J och Lundqvist T, 1991.** Sveriges geologi från urtid till nutid. Studentlitteratur, Lund, 398 s.
- Lundegårdh P H, Wikström A och Bruun Å, 1985.** Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Oskarshamn. Sveriges geologiska undersökning Ba 34, 1-26.
- Lundqvist J, 1994.** Inlandsisens avsmältning. I: C Fredén (red), *Berg och Jord*. Sveriges Nationalatlas, Bra Böcker, Höganäs, 124-142.
- Lundqvist J, 1998.** Weichsel-istidens huvudfas. I: C Fredén (red), *Berg och Jord*. Sveriges Nationalatlas, Andra utgåvan. SNA Förlag, Stockholm, 124-135.
- Länsstyrelsen i Kalmar län, 2000.** Tåktuppgifter.
- Mansfeld J, 1996.** Geological, geochemical and geochronological evidence for a new Palaeoproterozoic terrane in southeastern Sweden. *Precambrian Research* 77, 91-103.
- Mansfeld J och Sturkell E F F, 1996.** Geological and geophysical investigation of a major shear zone in southeastern Sweden. *GFF* 118, Jubilee Issue, A18-19.
- Muir Wood R, 1993.** A review of the seismotectonics of Sweden. SKB Technical Report 93-13, 1-225.
- Munthe H och Hedström H, 1904.** Beskrifning till kartbladet Mönsterås med Högbj. Sveriges geologiska undersökning Ac 8, 1-132.
- Mörner N-A, 1972.** When Will the Present Interglacial End? *Quaternary Research* 2, 341-349.
- Mörner N-A, 1977.** Past and present uplift in Sweden: glacial isostasy, tectonism and bedrock influence. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 99:1, 48-54.
- Mörner N-A, 1978.** Faulting, fracturing and seismicity as functions of glacioisostasy in Fennoscandia. *Geology* 6 (1), 41-45.

- Mörner N-A, 1979a.** Earth movements in Sweden, 20 000 BP to 20 000 AP. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 100, 279-286.
- Mörner N-A, 1979b.** The Fennoscandian Uplift and Late Cenozoic Geodynamics: Geological Evidence. *GeoJournal* 3, 287-318.
- 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.
- Nilsson M och Wikman H, 1997.** U/Pb zircon ages of two Småland dyke porphyries at Påskallavik and Alsterbro, southeastern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C* 830, 31-39.
- Nyman S, 1954.** Några undersökningar i Silveråns dal. Bröderna Olofssons Tryckeri, Stockholm, 6 s.
- Nyman S, 1955.** Några iakttagelser inom Hultsfred-Målilla-Järnforsenområdet. Bröderna Olofssons Tryckeri, Stockholm, 4 s.
- Olvmo M, 1989.** Meltwater Canyons in Sweden. A study of canyons of the "kursu"-, "skura"- and "grav"-type. *GUNI Rapport* 27, 134 s.
- Park R G, Åhäll K-I och Boland M P, 1991.** The Sveconorwegian shear-zone network of SW Sweden in relation to Mid-Proterozoic plate movements. *Precambrian Research* 49, 245-260.
- Persson L, 1973.** Sura vulkaniter, graniter och associerade bergarter i en del av nord-östra Småland. Manuskript. Lunds universitet, 1-160.
- Persson L, 1974.** Precambrian rocks and tectonic structures of an area in northeastern Småland, southern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C* 703, 1-55.
- Persson L, 1985.** Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda NV och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 150 och 151, 1-138.
- Persson L, 1989.** Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 170 och 171, 1-130.
- Persson L och Wikman H, 1986.** Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Jönköping. *Sveriges geologiska undersökning Ba* 39, 1-25.
- Persson T, 1971.** Några HK-indikationer i södra Sverige. *Svensk Geografisk Årsbok* 47, 73-91.
- Petit J R, Jouzel J, Raynaud D, Barkov N I, Barnola J-M, Basile I, Bender M, Chappelaz J, Davis M, Delaygue G, Delmotte M, Kotlyakov V M, Legrand M, Lipenkov V Y, Lorius C, Pepin L, Ritz C, Saltzman E och Stievenard M, 1999.** Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* 399, 429-436.
- Pousette J, Müllern C-F, Engqvist P och Knutsson G, 1981.** Beskrivning och bilagor till hydrogeologisk karta över Kalmar län. *Sveriges geologiska undersökning Ah* 1, 111 s.

- Sahlström K E, 1947.** Jordartskarta över södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen av K E Sahlström. Mellersta bladet. Sveriges geologiska undersökning Ba 14.
- SGAB (Sveriges Geologiska AB), 1983.** Vetlandaområdet. Bedömning av prospekteringsförhållandena inom området. Prospekteringsrapport PRAP 83561, 42 s.
- SGAB (Sveriges Geologiska AB), 1984a.** Småland 1984. Sveriges geologiska AB, Studsvik – Analytica AB och LKAB Prospektering. Prospekteringsrapport PRAP 84554, 138 s.
- SGAB (Sveriges Geologiska AB), 1984b.** Virserumsmassivet. Prospekteringsrapport PRAP 84507.
- SGAB (Sveriges Geologiska AB), 1985.** Norra Kalmar län. Prospekteringsrapport PRAP 85504, 61 s.
- SGU, 1976.** Rapport angående utredning av tektoniska störningar i SO-Sverige med lervarskronologi. Uppdrag för Oskarshamnsverkets Kraftgrupp Aktiebolag. SGU Dnr 464/76. Uppdrag 541036-0. 25 s.
- SGU, 1979.** Metodik och jordartsindelning tillämpad vid geologisk kartläggning i serie Ae, skala 1:50 000. Reviderade upplagor 1983 och 1994, 26 s.
- SGU, 1989.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Jönköpings län. Rapporter och meddelanden nr 50.
- SGU, 1990.** Geokemisk karta. Tungmetaller i morän. Markgeokemiska kartan 6-7, F-H.
- SGU, 1991.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kalmar län. Rapporter och meddelanden nr 65.
- SGU, 1999.** Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 1998. Per publ 1999:3.
- SKB, 1990.** Granskning av Nils-Axel Mörners arbete avseende postglaciala strukturer på Äspö. SKB Arbetsrapport 90-18.
- Skjernaa L, 1992.** Microstructures in the Nyatorp Shear Zone, southeastern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114, 195-208.
- Stanfors R, 1998.** Förstudie Oskarshamn, geovetenskapligt underlag. Äspölaboratoriet – Kortfattad sammanställning av geodata, SKB AR L-98-20.
- Stanfors R och Erlström M, 1998.** Förstudie Oskarshamn, geovetenskapligt underlag. Ävrö – Sammanställning av befintlig geoinformation, SKB AR L-98-22.
- 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 och Larsson H, 1998.** Förstudie Oskarshamn, geovetenskapligt underlag. Simpevarps halvön – Sammanställning av befintlig geoinformation, SKB AR L-98-24.

- Stephens M B och Wahlgren C-H, 1993.** Oblique-slip, right-lateral ductile deformation zones in the Sveconorwegian orogen, south-central Sweden. *In: M B Stephens & C-H Wahlgren (eds), Ductile shear zones in the Swedish segment of the Baltic Shield. Abstracts and excursion guide.* Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden 76, 18-19.
- Stephens M B, Wahlgren C-H och Weihed P, 1994.** Karta över Sveriges berggrund. Sveriges geologiska undersökning Ba 51.
- Stephens M B, Wahlgren C-H, Weijermars R och Cruden A R, 1996.** Left-lateral transpressive deformation and its tectonic implications, Sveconorwegian orogen, Baltic Shield, southwestern Sweden. *Precambrian Research* 79, 261-279.
- Svantesson S-I, 1989.** Beskrivning till jordartskartan Loftahammar NV. Sveriges geologiska undersökning Ae 97, 58 s.
- Svedmark E, 1904.** Beskrifning till kartbladet Oskarshamn. Sveriges geologiska undersökning Ac 5, 1-85.
- Svedmark E, 1906.** Beskrifning till kartbladet Vimmerby. Sveriges geologiska undersökning Aa 133, 1-39.
- Svenonius F, 1905.** Beskrifning till kartbladet Ankarsrum. Sveriges geologiska undersökning Aa 126, 1-111.
- Svensson N-O, 1989.** Late Weichselian and early Holocene shore displacement in the central Baltic, based on stratigraphical and morphological records from eastern Småland and Gotland, Sweden. *Lundqua Thesis* 25, 195 s.
- Svensson N-O, 1991a.** Postglacial land uplift pattern of south Sweden and the Baltic Sea region. *Terra Nova* 3, 369-378.
- Svensson N-O, 1991b.** Late Weichselian and early Holocene shore displacement in the Central Baltic Sea. *Quaternary International* 9, 7-26.
- Talbot C J och Sokoutis D, 1995.** Strain ellipsoids from incompetent dykes: application to volume loss during mylonitization in the Singö gneiss zone, central Sweden. *Journal of Structural Geology* 17, 921-948.
- Tegengren F R, 1924.** Sveriges ädlare malmer och bergverk. SGU Ser Ca 17.
- Wahlgren C-H, Cruden A R och Stephens M B, 1994.** Kinematics of a major fan-like structure in the eastern part of the Sveconorwegian orogen, Baltic Shield, south-central Sweden. *Precambrian Research* 70, 67-91.
- Wickman F E, 1988.** Possible impact structures in Sweden. *I: A Bodén och K-E Eriksson (red), Deep Drilling in Crystalline Bedrock. Volume 1: The Deep Gas Drilling in the Siljan Impact Structure, Sweden and Astroblemes.* Springer-Verlag, Berlin, 298-327.
- Wikström A, 1994.** Jordklotets uppbyggnad. *I: C Fredén (red), Berg och Jord.* Sveriges Nationalatlas, Bra Böcker, Höganäs, 44-54.
- Åberg G och Persson L, 1984.** Radiometric dating of Precambrian rocks in Småland, southeastern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 106, 319-325.

Åkerblom G och Kullman F, 1986. Markradonutredning för Hultsfreds kommun.
SGAB IRAP 86034.

Åkerblom G och Lindén A, 1994. Förstudie Storuman. Radon i djupförvar.
SKB PR 44-94-039.

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 prismatisk 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 avvikelse.

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 SiO₂.

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.

Finno. 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 SiO₂.

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 inlandsisen.

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 isälvsediment 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 borrhär. 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 (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.

Lervarvsmätningar. Studier av varvig lera.

Ett varv motsvarar avsättningen under ett år.

Lineament. Rak eller svagt böjd långsträckt struktur.

Läsidesmorän. Moränrygg avsatt längs med isrörelseriktningen. I allmänhet sydost om en häll.

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. Vandrings. 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 förskifring och linjärstruktur.

Plastisk skjuvzon. Se plastisk deformation.

Plattektonik. 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.

Sandurfält. Slätt uppbyggd av material som transporterats med 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.

Skärpning. Mindre uttag av berg. Ofta i form av provbrytning i samband med malmletning.

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, ”kåppliknande” 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 uppträdande mot omgivande bergarter.

Sur bergart. Bergart med > 65 viktprocent SiO₂.

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) SiO₂.

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.