

**R-98-38**

**Översiktsstudie av  
Västerbottens län  
(urbergsdelen)**

**Geologiska förutsättningar**

Ildikó Antal, Lars Kristian Stølen, Martin Sundh,  
Bo Thunholm, Magnus Åsman

*Sammanställning och slutsatser*

Michael Stephens och Rune Johansson

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)

Augusti 1998

**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



# **Översiktsstudie av Västerbottens län (urbergsdelen**

## **Geologiska förutsättningar**

Ildikó Antal, Lars Kristian Stølen, Martin Sundh,  
Bo Thunholm, Magnus Åsman

*Sammanställning och slutsatser*  
Michael Stephens och Rune Johansson

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)

Augusti 1998

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

i

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Viktiga geologiska faktorer vid lokaliseringen av ett djupförvar</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Urbergsdelen av Västerbottens län i ett regionalt geologiskt perspektiv</b>	<b>5</b>
	Berggrundsgeologi	5
	Jordartsgeologi och jordskalv	5
	Hydrogeologi	9
<b>4</b>	<b>Bergarter och berggrundens homogenitet</b>	<b>9</b>
	Ytbergarter	9
	Djupbergarter	12
	Gångbergarter	14
	Berggrundens homogenitet	14
<b>5</b>	<b>Mineral- och bergartsresurser</b>	<b>14</b>
	Översikt över mineral- och bergartsresurser	16
	Metalliska mineralresurser	16
	Icke-metalliska mineralresurser	18
	Nyttosten	18
	Pågående prospektering	18
	Potentiellt prospekteringsintressanta områden	18
<b>6</b>	<b>Deformationszoner</b>	<b>19</b>
	Definitioner och metodik	19
	Plastiska skjuvzoner	23
	Sprickzoner och förkastningar	23
	Deformationszoner i tid och rum	23
<b>7</b>	<b>Jordarter, jorddjup samt sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan</b>	<b>23</b>
	Isavsmältning och postglacial utveckling	24
	Jordarter och jorddjup	24
	Sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan inkluderande jordskalv	30
<b>8</b>	<b>Hydrogeologi</b>	<b>30</b>
	Grundvattnets bildning och strömning	30
	Grundvattentillgångar	36
	Berggrundens genomsläpplighet	36
	Grundvattnets kemi	38
<b>9</b>	<b>Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar</b>	<b>40</b>
	Sammanfattande slutsatser	40
	Områden lämpliga för vidare undersökning	41
	Förstudier av Storumans och Malå kommuner - en kommentar	47
<b>10</b>	<b>Referenser</b>	<b>48</b>

## BILAGA

<b>A</b>	<b>Geologisk ordlista</b>	
----------	---------------------------	--

## 1 Inledning

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har på uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) gjort en översiktlig studie av de geologiska förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar till urbergsdelen av Västerbottens län, se Figur 1.

Länsöversikten baseras på befintlig information i form av analoga eller digitala berggrundsgeologiska kartor, jordartskartor och tematiska kartor av olika slag samt beskrivningar till dessa kartor, se Figur 2. Digitala höjddata och flyggeofysisk information har använts framför allt för studier av deformationszoner, medan data från bland annat SGUs brunnarkiv nyttjats för studier av jordmäktighet, hydrogeologi och vattenkemi. I de följande kapitlen redovisas i detalj vilka data som använts för respektive delstudie. Modern berggrundsgeologisk och jordartsgeologisk information samt flyggeofysiska data täcker i stort sett hela länet. Omfattningen av länsöversikten har inte tillåtit hänsynstagande till detaljstudier i enskilda områden. SKBs typområde vid Gallejaur vid gränsen mellan Norrbotten och Västerbotten visas i Figur 1.

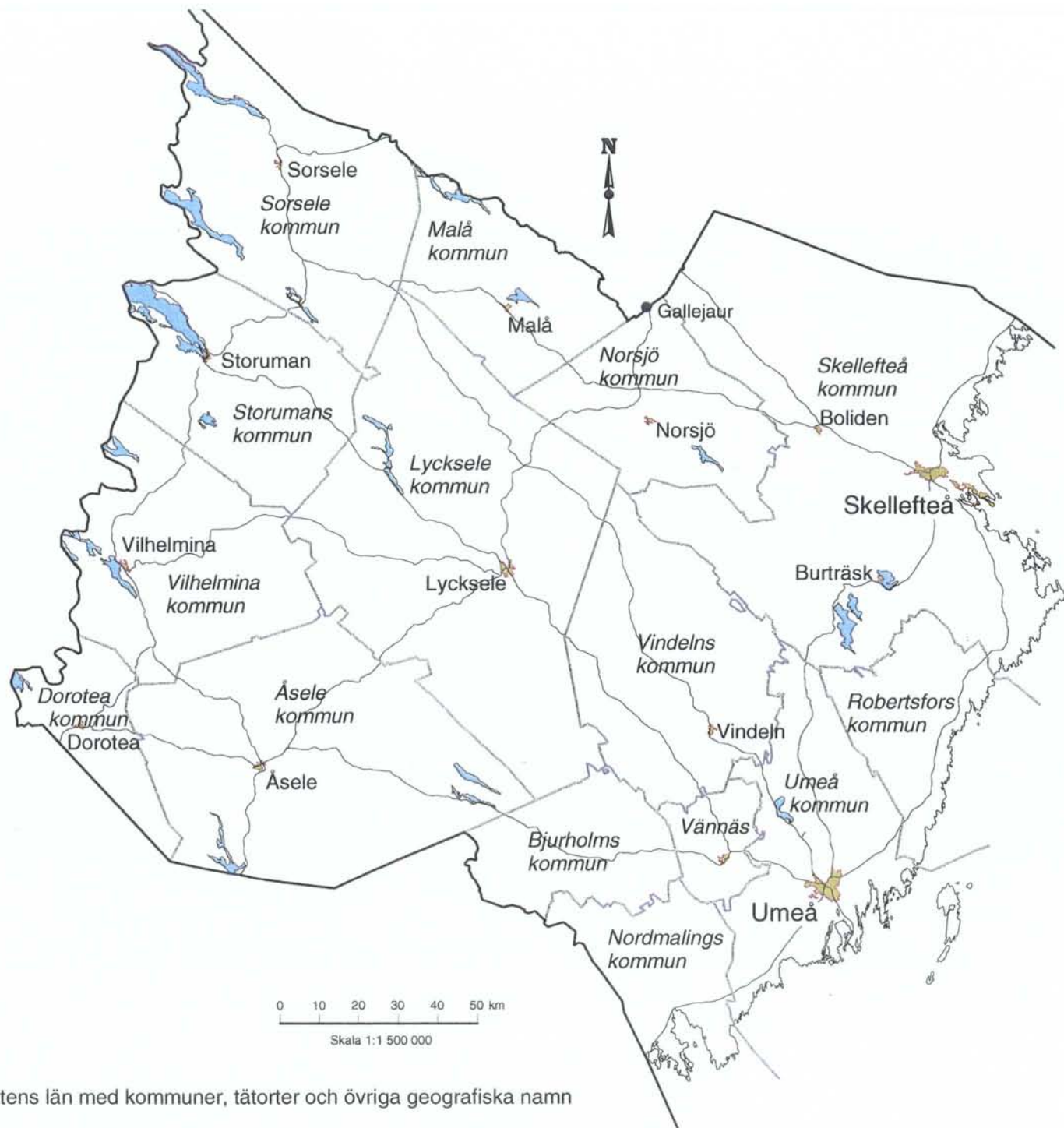
För att uppfylla kravet på vetenskaplig relevans kombinerad med rimlig förståelse för läsare utan geovetenskaplig bakgrund har förklaringar till facktermer inkluderats. Dels ges förklaringar till termerna i texten första gången de förekommer, dels har en geologisk ordlista bifogats, se Bilaga A. I flera fall finns förklaringarna enbart i ordlistan.

## 2 Viktiga geologiska faktorer vid lokaliseringen av ett djupförvar

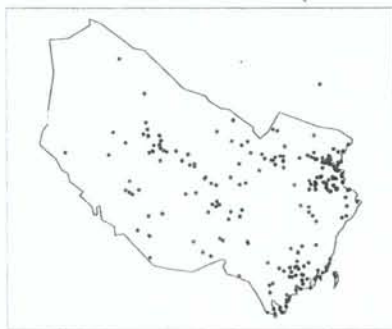
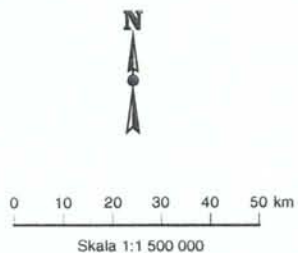
De geologiska lokaliseringsfaktorer som studerats är berggrundens sammansättning och homogenitet, förekomst av mineral och bergartsresurser, regionala deformationszoner, jordlagrens sammansättning och mäktighet, sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan, landhöjning samt hydrogeologiska förhållanden. Även uppgifter om jordskalv lämnas i rapporten. Dessa faktorer är viktiga vid den samlade bedömningen av förutsättningarna för ett djupförvar, dels med avseende på den långsiktiga säkerheten, dels med avseende på undersöknings- och anläggningstekniska förhållanden.

Berggrunden bör vara en vanligt förekommande bergart med goda bergtekniska egenskaper. Inhomogen berggrund bör undvikas eftersom den oftast är svårförutsägbar och gör anläggningsarbetet mer komplicerat. Vidare bör bergarten inte vara eller förväntas bli aktuell som mineral- eller bergartsresurs så att brytning kan medföra att den långsiktiga säkerheten försämras i ett djupförvar.

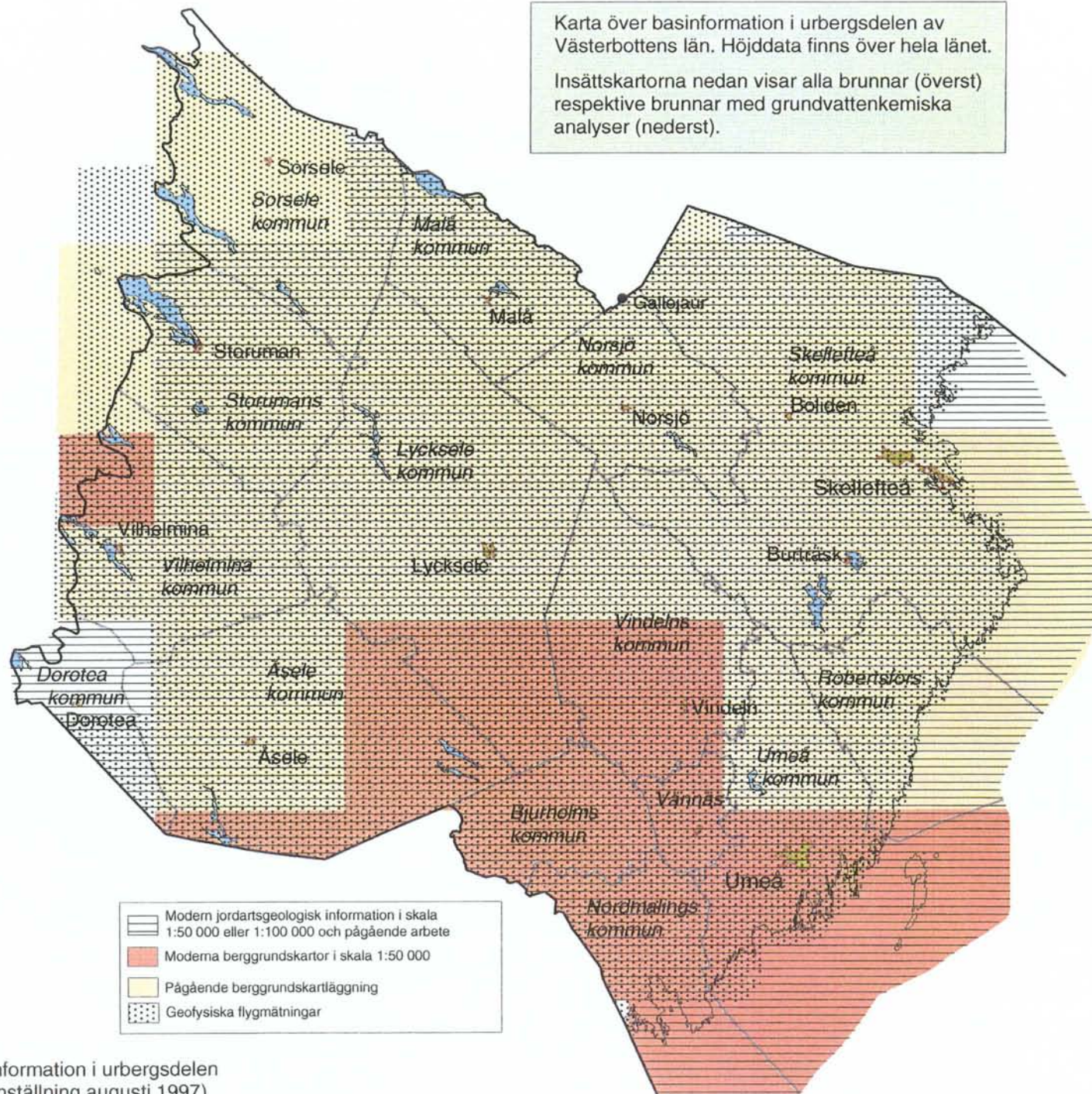
Uthålliga deformationszoner, som innefattar plastiska skjuvzoner samt spröda sprickzoner och förkastningar utefter vilka berggrunden rört sig, bör undvikas. Längs många zoner har de senaste rörelserna visserligen skett för många tiotals, ibland hundratals miljoner år sedan men det finns en tendens att yngre rörelser följer äldre zoner, s.k. reaktivering. Eventuella framtida rörelser i berggrunden kan därför antas i stor utsträckning komma att ske längs tidigare utbildade deformationszoner. I deformationszoner har berggrunden i många fall en inhomogen uppbyggnad och bör på grund av detta behandlas med försiktighet. Dessutom kan vissa mineraliseringar förekomma längs deformationszoner som då kan betraktas som potentiellt malmintressanta. Zonerna kan också medföra bergtekniska komplikationer.



**Figur 1.** Urbergsdelen av Västerbottens län med kommuner, tätorter och övriga geografiska namn som används i texten



Karta över basinformation i urbergsdelen av Västerbottens län. Höjddata finns över hela länet.  
Insättskartorna nedan visar alla brunnar (överst) respektive brunnar med grundvattenkemiska analyser (nederst).



- Modern jordartsgeologisk information i skala 1:50 000 eller 1:100 000 och pågående arbete
- Moderna berggrundskartor i skala 1:50 000
- Pågående berggrundskartläggning
- Geofysiska flygmätningar

**Figur 2.** Basgeologisk och geofysisk information i urbergsdelen av Västerbottens län (sammanställning augusti 1997)

Jordlagrens sammansättning och mäktighet saknar direkt betydelse för den långsiktiga säkerheten. Däremot påverkas förutsättningarna för att göra nödvändiga undersökningar av berggrunden inför lokaliseringen av ett djupförvar. Mäktiga och komplexa jordlager försvårar även själva anläggningsarbetet. Isälvsavlagringar bör behandlas med försiktighet på grund av deras stora betydelse för grundvattenförsörjningen.

Med sen- eller postglaciala rörelser menas rörelser som har skett i samband med, eller efter, den senaste inlandsisens avsmältning. Vanligtvis menas företeelser som har skett momentant, d.v.s. plötsliga rörelser längs förkastningar, men det är även möjligt att två berggrundsblock under lång tid gradvis rör sig i förhållande till varandra utefter en förkastning. Ett djupförvar bör inte placeras i närheten av en sådan zon eftersom man inte kan utesluta att nya rörelser kan utlösas efter nästa istid.

Jordskalv visar på förekomsten av momentana berg rörelser djupare ner i jordskorpan. De flesta skalv i Sverige förekommer på 5-20 km djup. Den databas från Uppsala universitet som används i denna rapport beskriver skalv så långt tillbaka som till medeltiden. Kunskapen om äldre skalv är dock ofullständig. Tillförlitliga data om större skalv finns från slutet av 1800-talet. Tillförlitliga data beträffande mindre skalv finns från de senaste ca 30 åren.

SGU saknar kompetens för att värdera påverkan av jordskalv på ett djupförvar. Emellertid finns en nyligen publicerad rapport som behandlar denna fråga /1/. Enligt rapporten har ett skalv med en magnitud lägre än 6,5 ingen direkt påverkan på ett förslutet djupförvar, förutsatt att avståndet mellan förvaret och den sprickzon (förkastning) där skalven sker är minst 100 m. Studier i andra länder visar att skalv med magnitud 6 eller större sker i kilometerlånga sprickzoner. Zoner med sådan uthållighet bör kunna identifieras vid platsundersökningar och därmed undvikas i ett djupförvars närområde.

Den databas som SGU har använt innehåller inga uppgifter om skalv med en magnitud större än ca 5. Om framtida skalv inte blir större än de skalv som inträffat i Sverige under historisk tid bör därför jordskalv inte ha någon avgörande betydelse för ett djupförvar. Samtidigt kan man inte bortse från möjligheten att en förhöjd frekvens av jordskalv även kan vara en indikation på förhöjd frekvens av betydligt större skalv än vad som inträffat under historisk tid. Dessa större skalv kan ha skett med intervaller av många tusen år och därmed missats i statistiken. En viss försiktighet bör därför iaktas vid en lokalisering av ett djupförvar till ett seismiskt mer aktivt område. Om en sådan lokalisering blir aktuell bör kompletterande studier genomföras.

Till skillnad från jordskalv är landhöjning en kontinuerligt pågående rörelse. Landhöjningen påverkar de hydrogeologiska förhållandena genom att grundvattnets strömningsmönster ändras.

De hydrogeologiska förhållandena är avgörande för vad som sker om radioaktiva ämnen från ett djupförvar kommer ut i grundvattnet. Vattnets strömning i berggrunden avgör hur fort dessa ämnen kan komma att spridas eftersom spridningen antas ske via grundvattnet. Den optimala lokaliseringen av ett djupförvar med hänsyn till grundvattenförhållandena är ett område med så liten grundvattengenomsättning som möjligt och där tiden för grundvattnets strömning från förvar till recipient skall vara lång och recipienten stor, helst ett hav.

### 3 Urbergsdelen av Västerbottens län i ett regionalt geologiskt perspektiv

#### *Berggrundsgeologi*

Huvuddelen av berggrunden i norra Sverige bildades och omvandlades för ca 1950-1500 miljoner år sedan under och efter den s.k. svekokarelska orogenesisen (bergskedjebildningen), se Figur 3 /2/. Under denna period bildades magmatiska yt- och djupbergarter samt sedimentära bergarter. De bergarter som idag återfinns vid ytan är vanligen mer eller mindre deformerade och omvandlade. Omvandling och deformation har skett när bergarterna låg på 10-15 km djup i jordskorpan och vid en temperatur i intervallet 400-800°C.

Berggrunden i urbergsdelen av Västerbottens län är välblottad i kustområdet och inom vissa begränsade områden i inlandet. Denna del av länet ligger inom den svekokarelska orogenen och berggrunden utgörs huvudsakligen av metasedimentära bergarter vilka är vanliga i Sverige. Prefixet "meta" betecknar att en bergart genomgått omvandling (metamorfos). I länets västra delar finns större områden med djupbergarter, huvudsakligen graniter. Metavulkaniska bergarter finns i ett ca 200 km långt stråk längs Skellefteälven från kusten till Malå medan gångbergarter utgör ett betydande inslag i berggrunden i studieområdets västra delar.

De flesta mineralförekomster inom urbergsdelen av Västerbottens län finns i det s.k. Skelleftefältet som utbreder sig kring Skellefteälven från kusten och ca 200 km inåt landet i VNV-lig riktning. Detta är landets viktigaste malmprovins.

Plastiska skjuvzoner i huvudsakligen ONO-, NO- och VNV-liga riktningar uppträder i länets östra delar, i norr dock även i N-S-lig riktning. Yngre spröda deformationszoner (sprickzoner och förkastningar) följer i många fall de äldre plastiska zonerna, s.k. reaktivering, men bildar också egna system.

#### *Jordartsgeologi och jordskalv*

Urbergsdelen av Västerbottens län kan indelas i tre jordartsområden /3/. Kustområdet söder om Umeå tillhör "Mellersta Norrlandskustens berg- och sedimentområde". Området sträcker sig ca 25 km in i landet och är till största delen beläget under den s.k. högsta kustlinjen (HK), d.v.s. de högst belägna strandmärken som bildades under isavsmältningsskedet. Kalt berg har stor utbredning. Jordarterna domineras av svallgrus och svallsand samt finkorniga sediment, se Figur 4 /4/. Kustområdet norr om Robertsfors, upp till ca 25 km in i landet, tillhör "Norra Norrlandskustens berg- morän- och sedimentområde". Området är beläget under HK och har hög andel blottat berg dock lägre än inom föregående område. Jordarterna domineras av morän men även svallsediment har stor utbredning, se Figur 4. I dalgångarna dominerar isälvsediment, älvsediment och finkorniga sediment. Inlandet samt kuststräckan mellan Umeå och Robertsfors tillhör "Södra och mellersta Norrlands inlands morän- och myrområde". Andelen berg är vanligen låg och jordarterna domineras av morän och torv utom i de större dalgångarna där isälvsediment och älvsediment dominerar, se Figur 4.

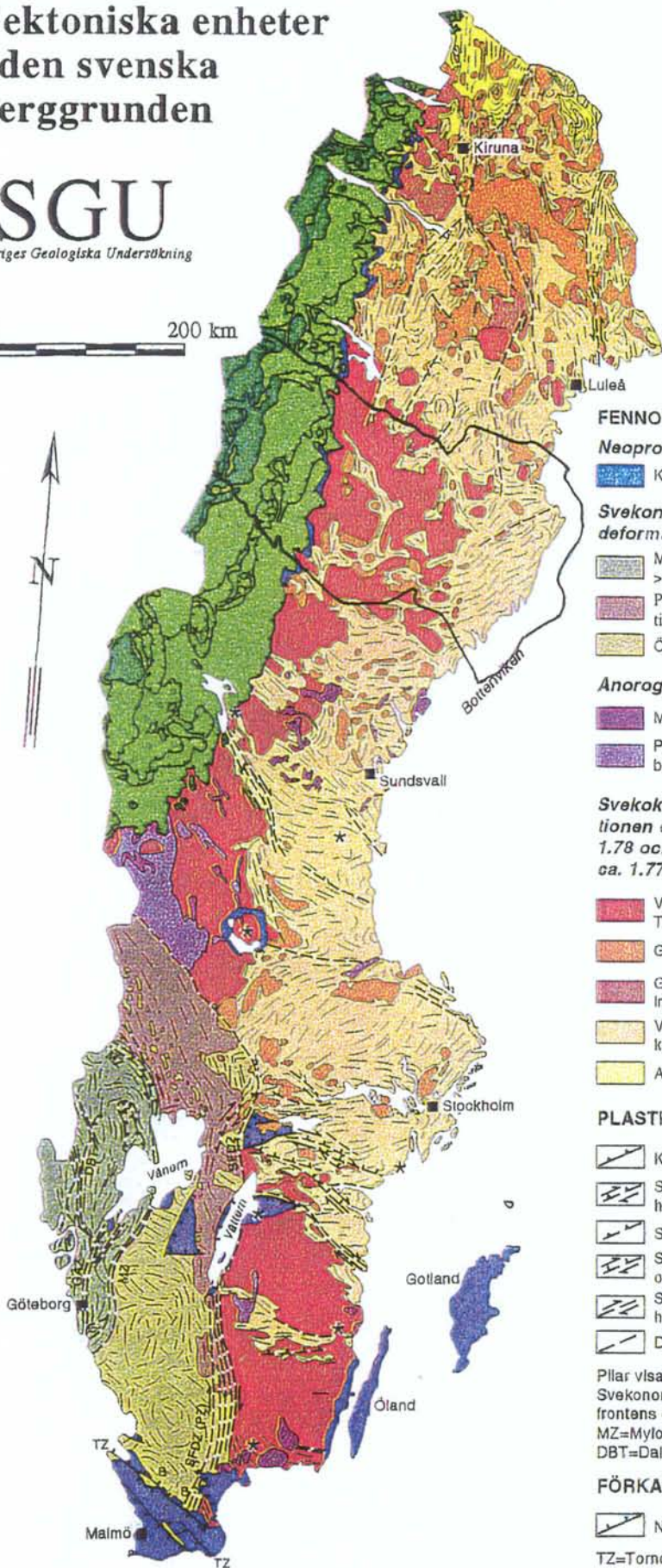
De kustnära delarna av länet ligger inom ett bälte med förhöjd jordskalvsfrekvens längs Norrlandskusten, se Figur 5. Förkastningsbranter, jordskredsärr i flack moränterräng och kraftiga störningar av primära sedimentstrukturer i finkorniga glaciala sediment har observerats på flera platser inom länet. Företeelserna förekommer mest frekvent inom länets östra delar och



# Tektoniska enheter i den svenska berggrunden

**SGU**  
Sveriges Geologiska Undersökning

0 200 km



## SVENSKA KALEDONIDERNA (senaste plastiska deformationen ca. 510–400 Ma)

- Främmande terränger
- Tektoniskt ihoptryckt randzon till kontinenten Baltica. E=Ektogit, D=Diabas

## FANEROZOISKA SEDIMENTÄRA OCH MAGMATISKA BERGARTER SAMT IMPAKTSTRUKTURER

- Fanerozoiska sedimentära bergarter och diabas
- Jurassiska och kretaceiska basaltkupper
- Underkambriskt alkaliskt magmatiskt komplex (Alnö)
- Impaktstruktur

## FENNOSKANDISKA SKÖLDEN

### Neoproterozoiska klastiska sedimentära bergarter

- Klastiska sedimentära bergarter

### Svekonorvegiska orogenen (senaste plastiska deformationen ca. 1.10–0.90 Ga)

- Mellersta och västra segmentet (Inkluderande >ca. 1.56 Ga främmande terrängar?)
- Paleoproterozoiska vulkaniska och intrusiva bergarter tillhörande TMB\* i östra segmentet
- Östra segmentet exklusive TMB\*

### Anorogena intrusioner och suprakrustala bergarter

- Mesoproterozoiska intrusiva bergarter
- Paleo- till Mesoproterozoiska klastiska sedimentära bergarter och basall

### Svekokarelska orogenen (senaste plastiska deformationen efter ca. 1.80 Ga i norra Sverige, mellan ca. 1.78 och 1.56 Ga i centrala södra Sverige, och mellan ca. 1.77 och 1.40 Ga i sydöstligaste Sverige)

- Vulkaniska och intrusiva bergarter tillhörande TMB\* och Revsund-Sorsele-sviten (ca. 1.85–1.65 Ga)
- Granit och pegmatit (ca. 1.85–1.75 Ga)
- Granit, monzonit och underordnade mafiska intrusioner (ca. 1.88–1.86 Ga)
- Vulkaniska och sedimentära bergarter samt kalkalkalina intrusioner (c. 2.7–1.85 Ga)
- Arkelska bergarter

## PLASTISKA STRUKTURER

- Kaledonisk överskjutning
- Svekonorvegisk deformationszon, horisontell och revers rörelse
- Svekonorvegisk överskjutning
- Svekokarelsk deformationszon, horisontell och "norra-sidan-ner" rörelse
- Svekokarelsk deformationszon med horisontell rörelse
- Deformationszon, rörelse okänd

Pilar visar den horisontella rörelsekomponenten. Svekonorvegiska orogenen, SFDZ (PZ)=Svekonorvegiska frontens deformationszon, delvis samma som Protoginizonen, MZ=Mylonitzonen, GÄZ=Göta Älvzonen och DBT=Dalslandszonen

## FÖRKASTNINGAR

- Normalförcastning
- TZ=Tornquistzonen

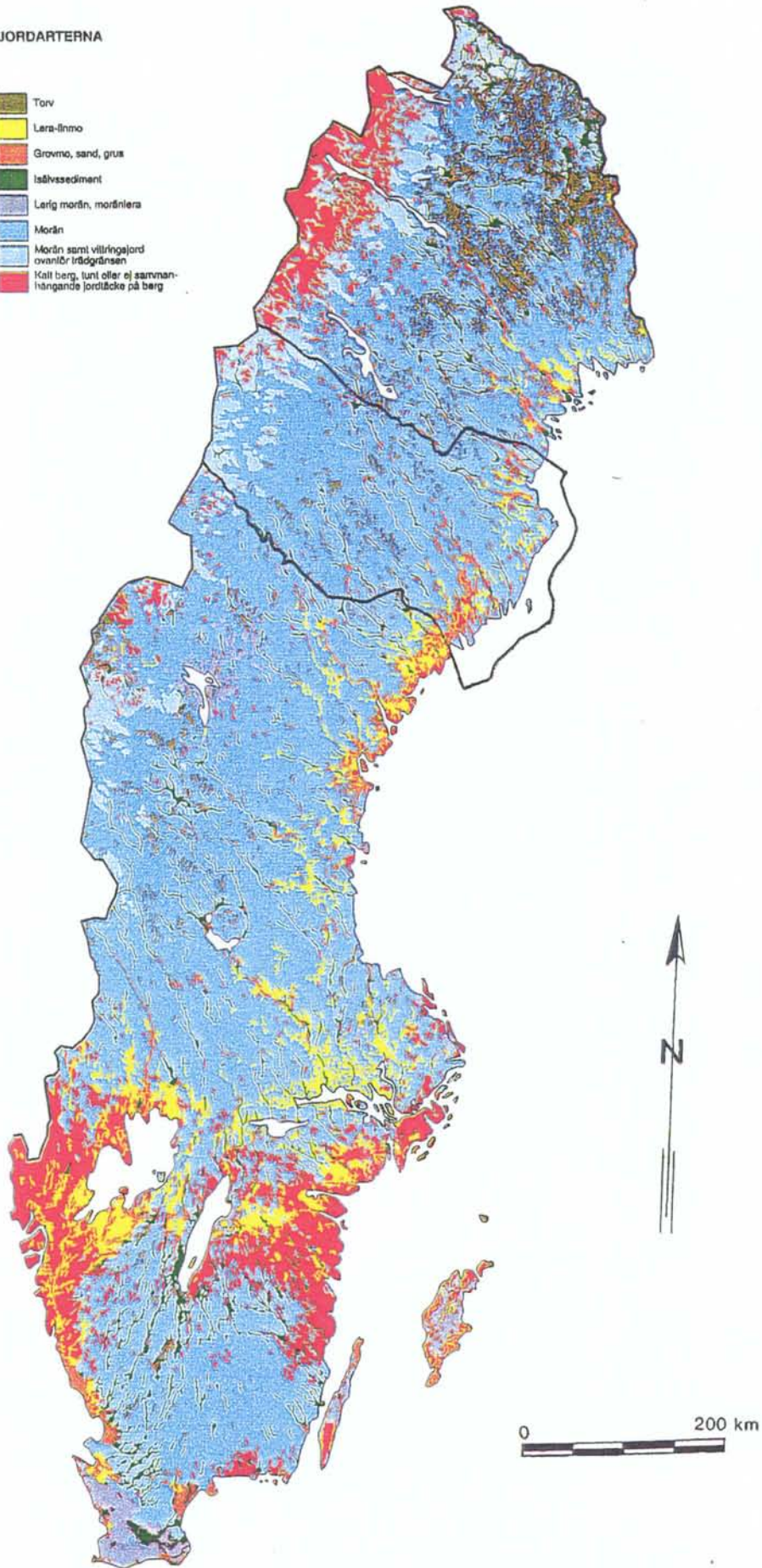
TMB\*=Transskandinaviska magmatiske bältet  
1 Ma=1 miljon år, 1 Ga=1000 miljoner år

Sammanställd av Michael B. Stephens, Carl-Henric Wahlgren och Pär Weihed, 1994

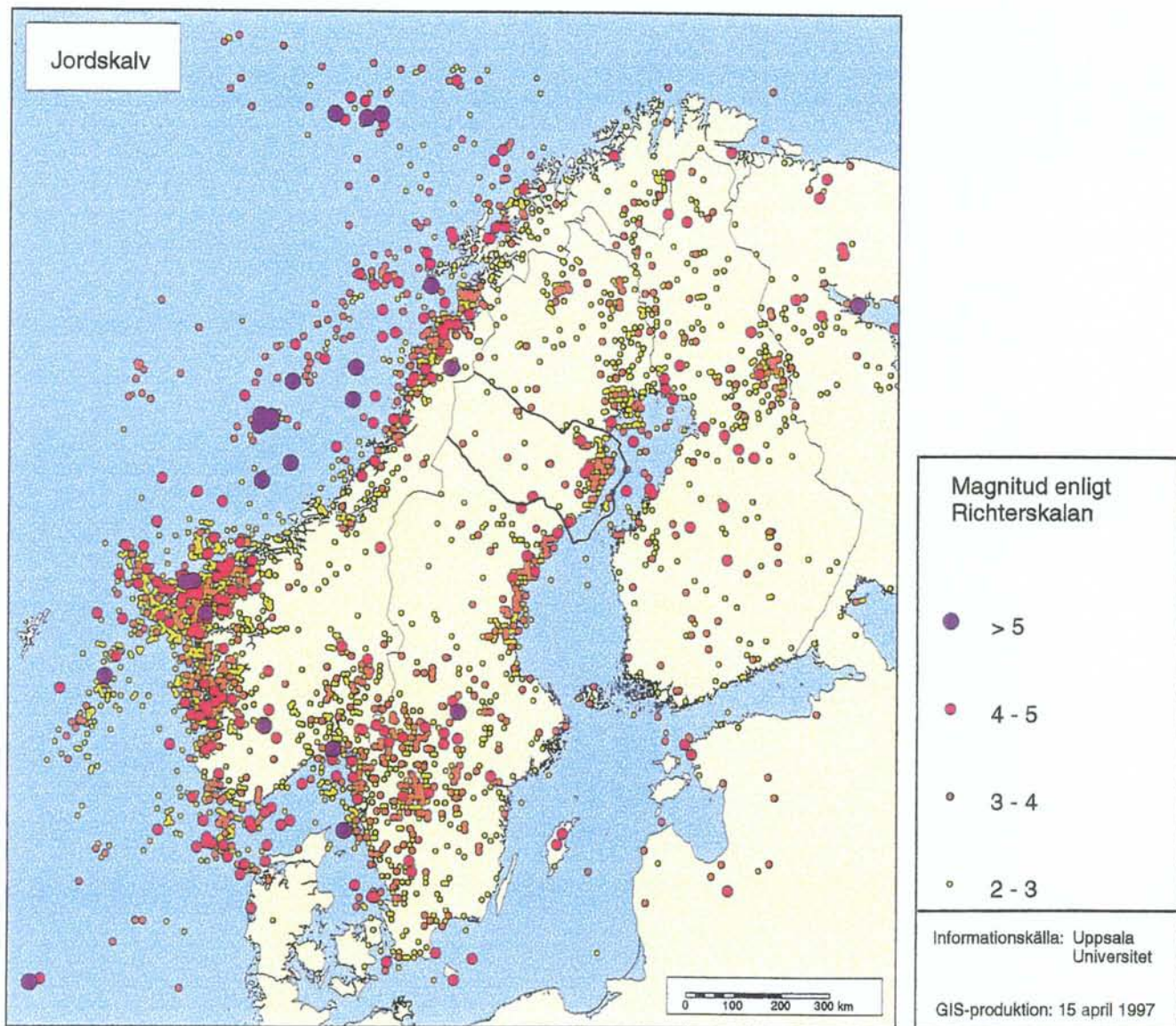
Figur 3. Huvudgeologiska enheter i den svenska berggrunden. Västerbottens län är markerat med en svart linje

JORDARTERNA

-  Torv
-  Lera-limo
-  Grvmo, sand, grus
-  Isåvssediment
-  Lårig morån, morånlera
-  Morån
-  Morån samt villringjord ovanför trädgränsen
-  Kall berg, lunt eller ej sammanhängande jordtäckte på berg



Figur 4. Jordartskarta över Sverige. Västerbottens län är markerat med en svart linje



**Figur 5.** Registrerade jordskalv i Nordeuropa fram till 1993. Uppgifterna har hämtats från en databas vid Uppsala universitet. Västerbottens län är markerat med en svart linje

är tolkade som sen- eller postglacialt utbildade i samband med inlandsisens avsmältning. Jordskreden och störningarna i sedimenten antas vara en följd av jordbävningar i samband med förkastningsrörelserna.

### *Hydrogeologi*

Landets grundvattentillgångar i jord och berg framgår av Figur 6 /5/ och kloridhalten i berggrundsvatten för hela Sverige redovisas i Figur 7 /6/. Grundvattenförhållandena styrs av de hydrologiska, topografiska och geologiska förhållandena. Urbergsdelen av Västerbottens län kännetecknas av en varierande topografi. De låglänta områdena nära kusten och längs älvdalarna har en förhållandevis utslätad topografi och domineras av berg, morän och postglaciala jordarter. De andra delarna av länet har en mer kuperad landskapsbild med morän och torv som dominerande jordarter. Grundvattentillgångar för allmän vattenförsörjning återfinns i de stora sand- och grusavlagringarna. Berggrundsvattnet utgör en viktig tillgång för den enskilda vattenförsörjningen.

## **4 Bergarter och berggrundens homogenitet**

Urbergsdelen av berggrunden i Västerbottens län visas översiktligt på kartan i Figur 8, vilken är baserad på nationalatlasens berggrundskarta i skala 1:1 250 000 /7/. Länet täcks även av Mittnorden projektets berggrundskarta i skala 1:1 000 000 /8/. Dessa kartor baseras på mer detaljerade kartor, beskrivningar och rapporter publicerade av SGU under tiden 1955-1997 /9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37/ samt pågående arbete (I. Antal, L. Björk, U. Bergström, T. Eliasson, B. Kathol, L. Kero, I. Lundström, G. Nilsson, T. Sträng, L. K. Stølen, T. Thelander, C.-A. Triumpf och P. Weihed). Fotografier av några av länets vanligaste bergarter visas i Figur 9.

### *Ytbergarter*

Ytbergarterna utgörs av äldre metavulkaniska och metasedimentära bergarter (ca 1950-1870 miljoner år) samt yngre vulkaniska bergarter (ca 1800 miljoner år).

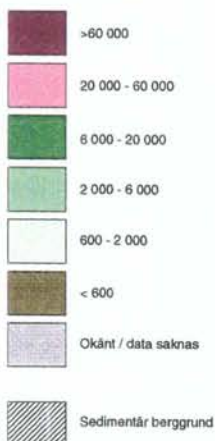
#### *Äldre metavulkaniska bergarter*

Basiska metavulkaniska bergarter (ljusgrön färg i Figur 8) finns främst i länets norra del i ett stråk från Boliden till öster om Sorsele samt i Knaftenområdet söder om Lycksele. I vissa områden finns välbevarade tuffer och kuddlavor, se Figur 9a. Sura till intermediära metavulkaniska bergarter (gul färg i Figur 8) har stor utbredning i länets norra del. De utgörs dels av lavor eller subvulkaniska intrusioner, dels av vulkanoklastiska bergarter, se Figur 9b.

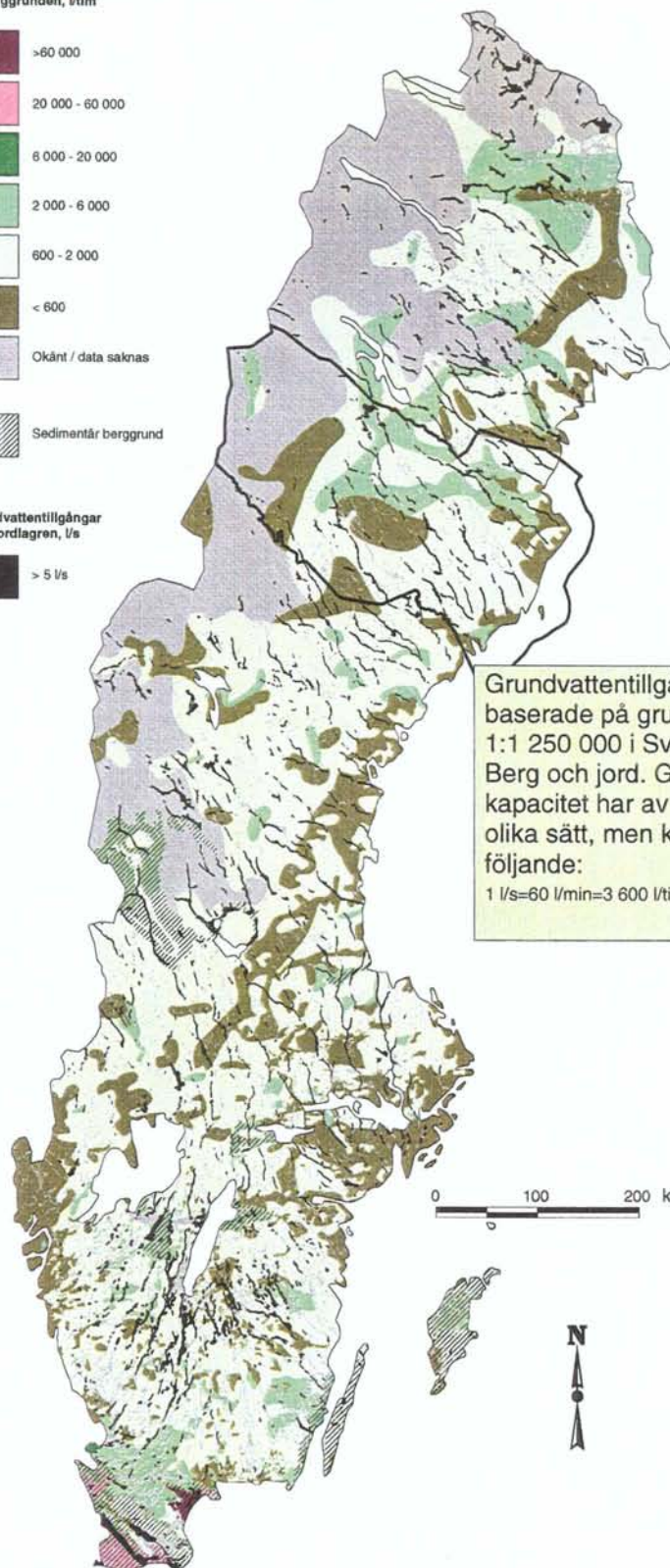
#### *Äldre metasedimentära bergarter*

Bergarter som bildats genom förstening av sediment finns spridda över hela länet (blå färg i Figur 8). De mest betydande förekomsterna finns i länets östra delar. Variationen i berggrundens omvandlingsgrad ger sig särskilt väl tillkänna i dessa bergarter. De metasedimentära bergarterna i kustområdet är starkt omvandlade, se Figur 9c, och rikligt genomslagna av kvartsfältspatådror samt gångar av granit och pegmatit, se Figur 9d. Detta gäller i synnerhet metaargilliterna, ursprungligen leriga sediment. Metasedimentära bergarter i länets sydöstra del är vanligen grafit- och magnetkisförande.

Grundvattentillgångar  
i berggrunden, l/tim



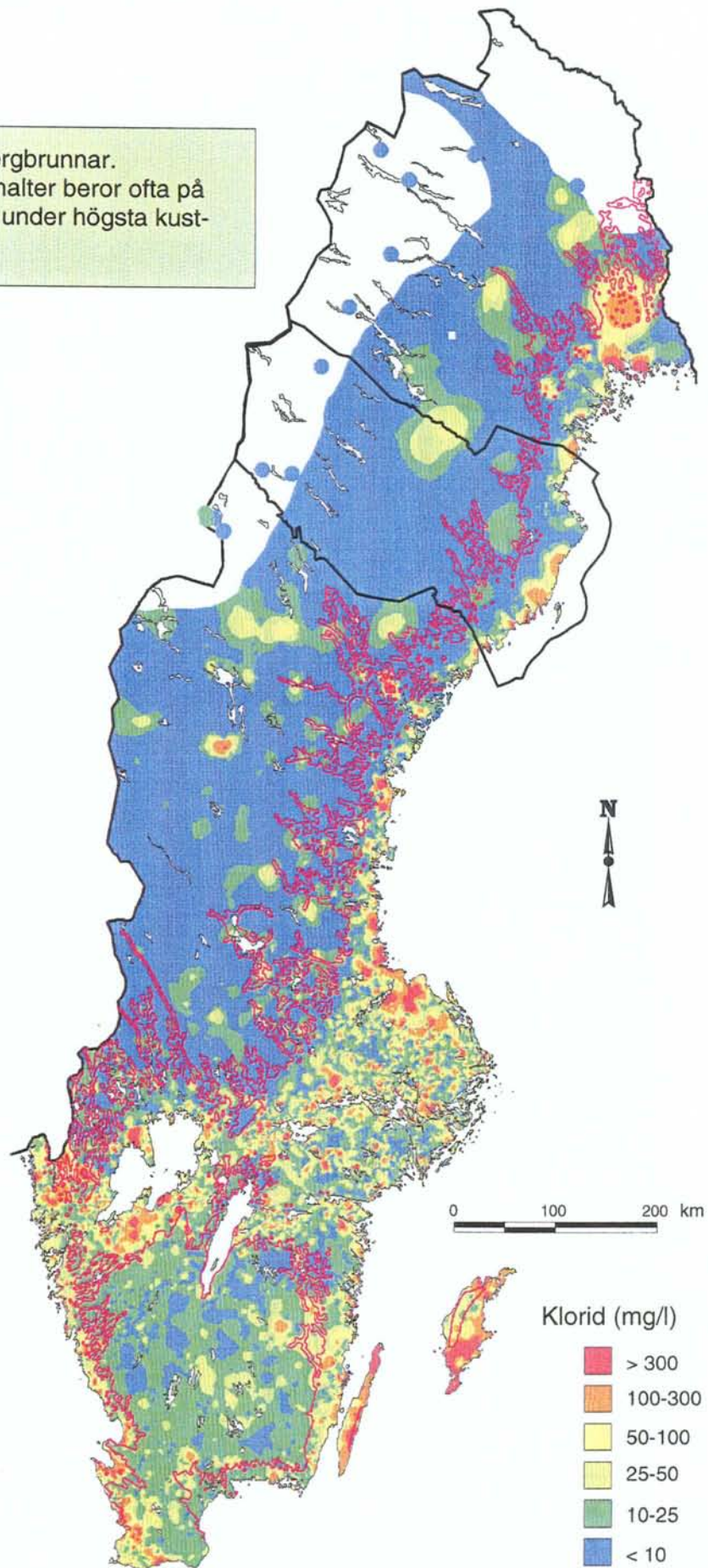
Grundvattentillgångar  
i jordlagren, l/s



Grundvattentillgångar i jord och berg, baserade på grundvattenkartan i skala 1:1 250 000 i Sveriges Nationalatlas, Berg och jord. Grundvattentillgång och kapacitet har av tradition angivits på olika sätt, men kan lätt omräknas enligt följande:  
1 l/s=60 l/min=3 600 l/tim=86,4 kbm/dygn

**Figur 6.** Grundvattentillgångar i jord och berg i Sverige. Västerbottens län är markerat med en svart linje

Kloridhalter i bergbrunnar.  
Förhöjda kloridhalter beror ofta på  
relikt saltvatten under högsta kust-  
linjen.



**Figur 7.** Kloridhalter i bergbrunnar i Sverige. Västerbottens län är markerat med en svart linje och högsta kustlinjen med en röd linje

Inom områden med metavulkaniska bergarter finns också inslag av metasedimentära bergarter. De kan inte urskiljas i den aktuella kartskalen, men finns redovisade på mer detaljerade kartor.

### *Yngre vulkaniska bergarter*

I studieområdets nordvästligaste del, vid Duobblon väster om Sorsele, förekommer ett mindre område med yngre, vanligen sura vulkaniska bergarter (ljusgul färg i Figur 8). Associerade med de yngre vulkaniska bergarterna finns bl.a. konglomerat. Dessa sedimentära bergarter har inte medtagits på kartan i Figur 8, men finns redovisade på mer detaljerade kartor.

### **Djupbergarter**

Djupbergarter bildas genom stelning av bergartssmältor djupt nere i jordskorpan. I urbergsdelen av Västerbottens län bildades djupbergarter för ca 1950-1770 miljoner år sedan, d.v.s. under olika stadier av den svekokarelska orogenesisen.

### *Äldre djupbergarter*

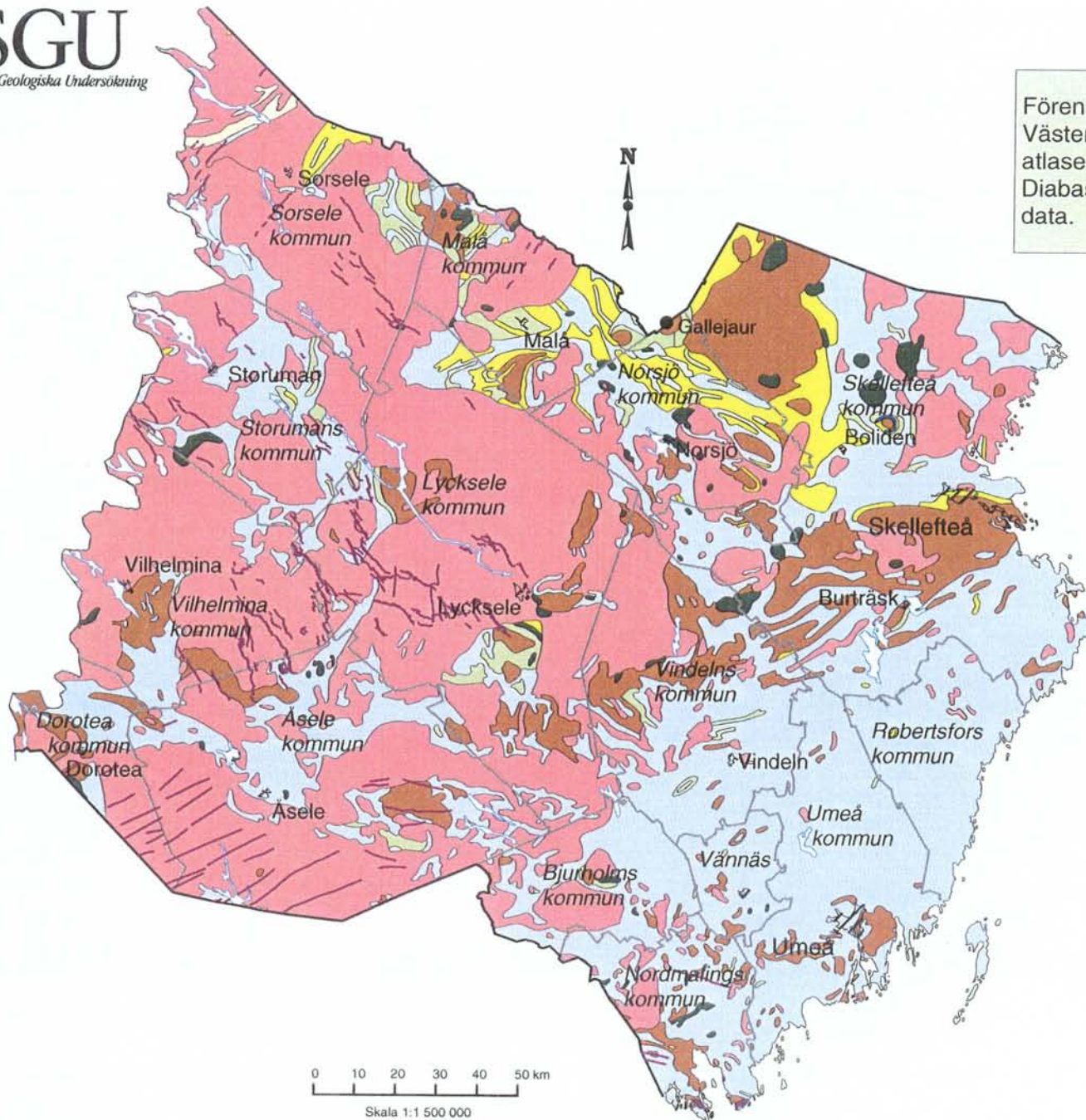
De äldsta djupbergarterna (ca 1950-1850 miljoner år) utgörs av gabbro, diorit och ultramafit. På kartan, se Figur 8, visas dessa bergarter med mörkgrön färg. De största massiven finns i den norra delen av länet. Likåldriga eller något yngre än de basiska djupbergarterna är de stora volymer av tonalit, granodiorit och granit, vilka markerats med brun färg i Figur 8. Mineralogiskt skiljer dessa granitoider sig genom varierande proportioner av mineralen plagioklas, kalifältspat och kvarts. Bergarterna finns som större eller mindre massiv över hela länet men de största kropparna finns i den norra delen av länet, se Figur 9e. Bergarterna har senare delvis förgnejsats, migmatitiserats och veckats tillsammans med ytbergarterna. Dessa djupbergarter innehåller brottstycken av de äldre ytbergarterna och är alltså något yngre än dessa.

### *Yngre djupbergarter*

I samband med den svekokarelska omvandlingen och deformationen skedde omfattande uppsmältning av den äldre berggrunden. Smältorna stelnade till granitiska djup- och gångbergarter.

De yngre djupbergarterna delas in i två grupper: granit av "Härnö- och Skelleftety" (1825-1780 miljoner år) och granit av "Revsund- och Sorseletyp" (1800-1770 miljoner år). Dessa graniter (röd färg i Figur 8) uppträder i ett stort antal massiv över hela länet och är ej skilda i Figur 8. På mer detaljerade kartor är dessa bergarter separerade. Granit av "Revsund- och Sorseletyp" är klart dominant.

Granit av "Härnö- och Skelleftety", i vilken pegmatiter är betydligt vanligare än i granit av "Revsund- och Sorseletyp", finns huvudsakligen i studieområdets södra och östra delar. Den är ljus och muskovitförande. Dessa graniter skiljer sig från de äldre granitoiderna genom att de i stort sett saknar deformationsstrukturer som skiffrihet och stänglighet och inte är migmatitiserade. Ett vanligt drag är förekomsten av talrika inneslutningar av äldre bergarter, främst metagråvacka och äldre granitoider.



Förenklad berggrundskarta över urbergsdelen av Västerbottens län. Kartan är baserad på nationalatlasens berggrundskarta i skala 1 : 1 250 000. Diabasgångar har också tolkats från flygmagnetiska data.

- GÅNGBERGARTER**
- Diabas (ca 1270 - 1215 milj. år)
- DJUPBERGARTER**
- Yngre djupbergarter*
- Granit, kvartsmonzonit och pegmatit (ca 1825 - 1770 milj. år)
- Äldre djupbergarter*
- Granit, granodiorit och tonalit (ca 1950 - 1850 milj. år)
  - Gabbro (ca 1950 - 1850 milj. år)
- YTBERGARTER**
- Kalksten
  - Sur vulkanisk bergart (Duobblon) (ca 1800 milj. år)
  - Sur och intermediär metavulkanisk bergart (ca 1950 - 1870 milj. år)
  - Basisk metavulkanisk bergart (ca 1950 - 1870 milj. år)
  - Metasedimentär bergart (ca 1950 - 1870 milj. år)

Figur 8. Förenklad berggrundskarta över urbergsdelen av Västerbottens län



Granit av "Revsund- och Sorseletyp", som är massformig, grå till rödgrå och ögonförande, se Figur 9f, förekommer huvudsakligen i de västra delarna av studieområdet. Även dessa graniter är opåverkade av den regionala svekokarelska veckningen och metamorfosen.

### ***Gångbergarter***

För ca 1250 miljoner år sedan, efter den huvudsakliga bergartsbildningen i området, trängde basiska bergartsmältor upp genom befintliga eller nybildade svaghetszoner och bildade gångbergarten diabas (violett färg i Figur 8). De ingående mineralen är plagioklas, pyroxen, klorit och järnoxider. Brantstående NO- och NV-ligt strykande diabasgångar finns främst i den västra delen av länets urbergsområdet.

### ***Berggrundens homogenitet***

Berggrunden är sällan helt homogen över större områden. Inhomogeniteter kan förekomma i form av t.ex. sprickor, gångar eller inneslutningar.

Gångar och små massiv av granit och pegmatit förekommer rikligt i vissa delar av studieområdet, främst i kustregionen. Den ådergnejsomvandling som skett i områden med meta-sedimentära bergarter innebär i allmänhet inte att en större bergvolym kan betraktas som inhomogen. Stark migmatitisering kan däremot medföra att berggrunden får inhomogen karaktär. Större områden av den typen återfinns i kustområdena. I djupbergarterna förekommer allmänt inneslutningar av äldre bergarter men inga större områden som är särskilt rika på inneslutningar har noterats. En grov klassificering av berggrundsområden kan göras utifrån betydande inslag av följande inhomogeniteter:

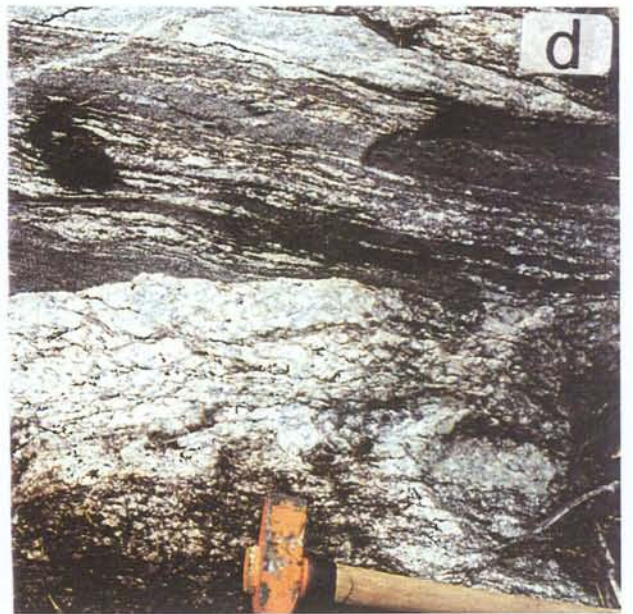
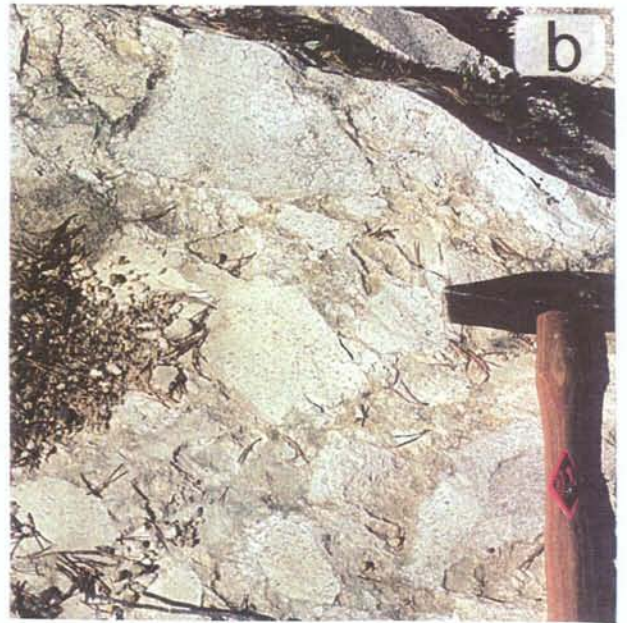
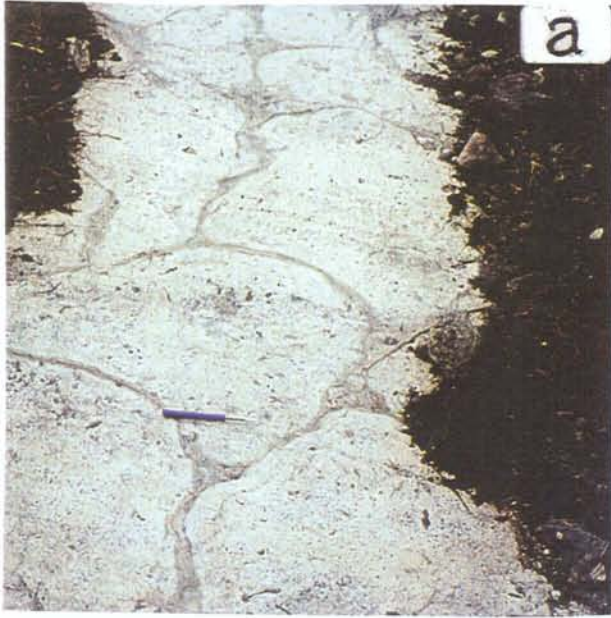
- 1) Pegmatiter, apliter och sliror i flertalet granitområden, särskilt i graniter av "Härnö- och Skelleftetyt".
- 2) Inneslutningar (från cm-stora till hundratals meter stora) av äldre berggrund i yngre djupbergarter, både i mindre massiv och i randzonerna av större massiv.
- 3) Områden med stora inslag av diabasgångar särskilt i studieområdets sydvästra och centrala delar.

## **5 Mineral- och bergartsresurser**

Mineral- och bergartsresurser omfattar metalliska mineral (malmer), icke-metalliska mineral (industriella mineral) och nyttosten (bergarter för byggnads-, prydnads- och industriella ändamål samt bergarter för ballastframställning, d.v.s. krossberg). Begreppet malm är enligt en

---

**Figur 9.** Bergarter i urbergsdelen av Västerbottens län. a) Basisk metavulkanisk bergart med kuddlavastruktur. Maurliden, 15 km norr om Norsjö. Foto Pär Weihed. b) Grovklastisk, sur metavulkanisk bergart. Granbergsliden, 20 km norr om Norsjö. Foto Pär Weihed. c) Ådergnejsomvandlad metasedimentär bergart. Lövånger, 30 km sydost om Skellefteå. Foto Lars Kristian Stölen. d) Starkt deformerad ådergnejs med pegmatitsliror. Vindeln-Ånäset, 20 km öster om Vindeln. Foto Lars Kristian Stölen. e) Äldre granit tillhörande Jörnmassivet. Jörnträsket, 20 km nordväst om Boliden. Foto Benno Kathol. f) Ögonförande Revsundsgranit. Renfors, 10 km väster om Boliden. Foto Benno Kathol.



allmänt spridd uppfattning en metallfyndighet i största allmänhet, och så används begreppet också i denna rapport. Definitionsmässigt är dock en malm egentligen en förekomst som kan brytas med ekonomisk vinning; annars är det en mineralisering.

Generellt sett kan en ekonomisk mineral- eller bergartsfyndighet förekomma i vilken bergart som helst. Malmer är vanligen knutna till vulkaniska bergarter, men vissa typer förekommer även i djup- och sedimentära bergarter. Industriella mineral och nyttosten kan uppträda i alla berggrundsmiljöer. Krossberg av god kvalitet kan erhållas från såväl djupbergarter som vulkaniska och sedimentära bergarter.

Information om länets gruvor och bergtäkter har hämtats från en utredning av Statens Industrierverk /38/, från rapporter i samband med inventeringar /39, 40/ och från databaser på SGU. Uppgifter om pågående prospektering kommer från Bergmästarämbetet via SGUs Mineralkontor i Malå.

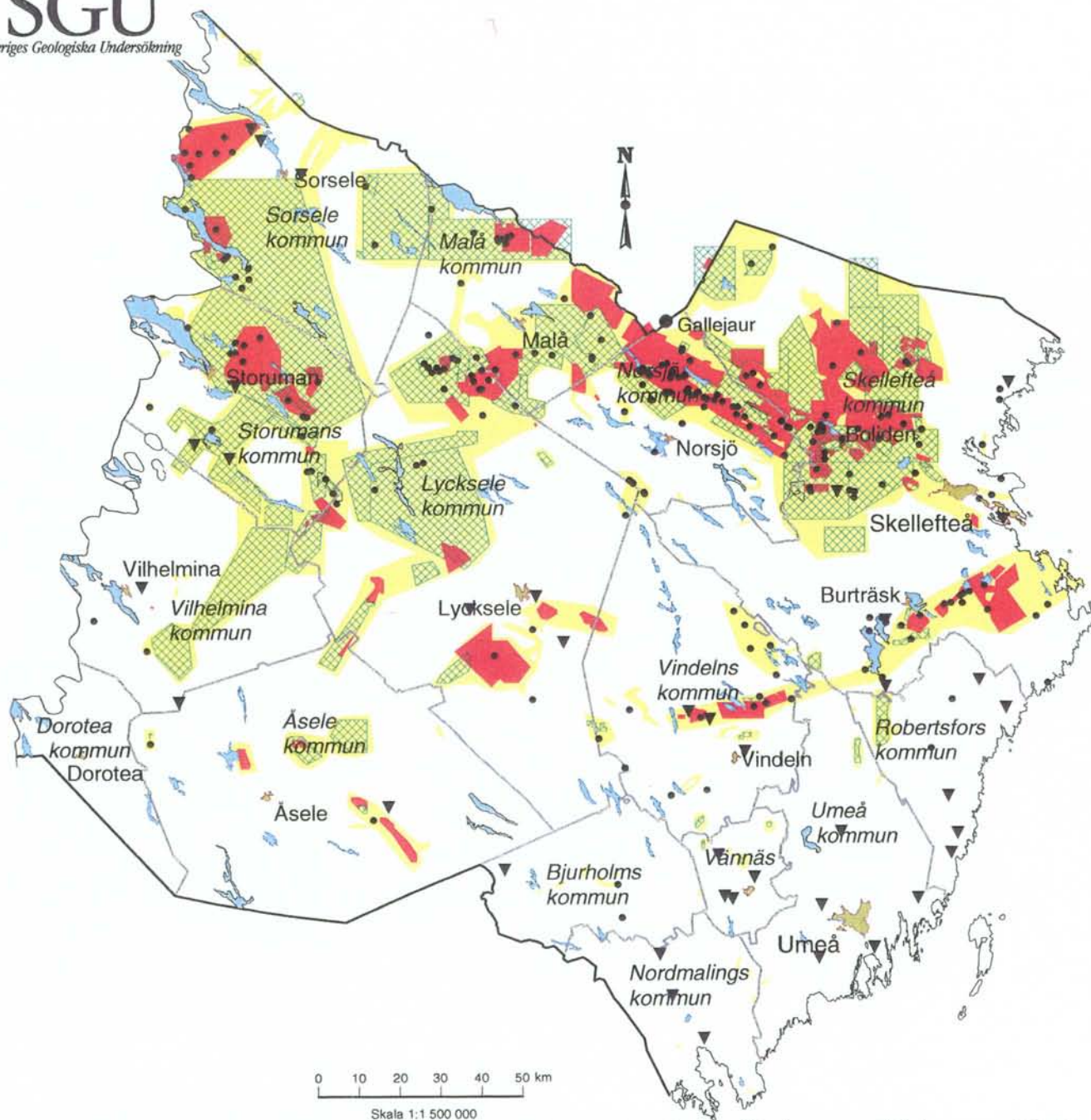
### ***Översikt över mineral- och bergartsresurser***

De flesta mineralförekomster inom urbergsdelen av Västerbottens län finns i det s.k. Skelleftefältet /41/. Detta område utbreder sig kring Skellefteälven från kusten och ca 200 km inåt landet. Skelleftefältet begränsas av gnejs- och granitområden i söder, väster och öster samt ett stort granitiskt massiv ("Jörnmassivet"), som tillhör de äldre djupbergarterna i norr. Viss gruvverksamhet i Västerbottens län förekom redan på 1600 talet. Under 1900 talet har ett stort antal malmer brutits, huvudsakligen i metavulkaniska bergarter. Granitoiderna har sin största användning som krossberg.

### ***Metalliska mineralresurser***

Inom Skelleftefältet känner man till ett hundratal malmkroppar av växlande storlek och kvalitet. I dagsläget finns 5 gruvor i drift, 24 gruvfyndigheter är nedlagda och 15 är vilande. Komplex sulfidmalm med zink, koppar, bly m.m., och ofta med höga halter av guld och silver, är den dominerande malmtypen inom Skelleftefältet. Vid Björkdalsgruvan och Åkerberg nordost om Boliden finns guldförande kvartsgångar och kvartsådror i granodiorit respektive gabbro. I Figur 10 visas mineralförekomster, inklusive gruvor, som svarta punkter.

I den nordvästra delen av "Jörnmassivets" äldre graniter finns impregnationer av koppar och molybden. Uranförekomster finns i ett område som sträcker sig från fjällranden och ca 8 mil österut i urbergsområdet. Vid Duobblon, 20 km VNV om Sorsele, finns en uranmineralisering i vulkaniska bergarter. Nickelförekomsterna i Västerbottens urberg är bundna till basiska och ultrabasiska bergarter. Förekomsterna finns bl.a. i ett ONO-ligt stråk mellan Vindeln och Burträsk, den s.k. Nickelzonen, i vilken förekomsten vid Lappvattnet, 28 km söder om Skellefteå, är den mest kända. Litium- och tennförande pegmatiter finns associerade med graniter av "Härnö- och Skelleftetyt" och har brutits vid Varuträskpegmatiten, 22 km öster om Boliden medan förekomster av wolfram finns vid Svartträsk och Bäckmyrbäcken nordost om Storuman.



Mineral- och bergartsressurskarta över Västerbottens län med malm- och nyttostensförekomster, undersökningstillstånd och potentiellt malminträsanta områden.

Informationen är hämtad från SGUs kartor, beskrivningar och register över landets bergtakter samt diverse rapporter. Uppgifter om pågående prospektering kommer från Bergmästarämbetet via SGUs Mineralkontor i Malå.



Figur 10. Mineral- och bergartsressurskarta över urbergsdelen av Västerbottens län (sammanställning augusti 1997)

### ***Icke-metalliska mineralresurser***

Industrimineral har tidigare brutits på ett flertal ställen i urbergsdelen av Västerbottens län. Stora prospekteringsinsatser gjordes på 1980-talet för att hitta nya förekomster men i dagsläget förekommer ingen brytning inom länet.

Kvarts och fältspat har brutits i mindre skala på flera håll, bl.a. vid Varuträsk 22 km öster om Boliden, och vid Ytterklinten, 50 km sydost om Burträsk. Under andra världskriget bröts andalusit i Bolidengruvan. Grafit har en mycket stor utbredning i Västerbottens gnejsområden. Dock finns det endast ett par ställen där grafit förekommer i sådan mängd att det föranlett provbrytning, t.ex. vid Flarken, 50 km söder om Skellefteå.

### ***Nyttosten***

Några stenbrott för brytning av byggnadssten är för närvarande inte i drift. Kalksten har brutits tidigare på flera håll i den östra delen av Skelleftefältet, bl.a. i området nordväst, norr och öster om Skellefteå.

Förekomsten av krossberg är inte lika hårt knuten till en specifik bergart som malmer och andra mineralförekomster. Den ökande efterfrågan på krossberg gör att antalet bergtäkter också förväntas öka inom en snar framtid. De flesta krossbergstäkterna finns i länets kustområden, d.v.s. i befolkningstäta regioner. I Figur 10 visas nyttostensförekomster som trianglar.

### ***Pågående prospektering***

Urbergsdelen av Västerbotten län är ett av de mest prospekteringsintressanta områden i Sverige. För närvarande har undersökningstillstånd beviljats till en stor mängd svenska och internationella företag samt ett antal privatpersoner, se Figur 10. Därutöver finns ett mycket stort antal ännu ej behandlade ansökningar, se Figur 10. De flesta undersökningar gäller basmetaller (Cu, Zn, Pb) eller guld men även exempelvis nickel och beryll. Hela länet omfattas för närvarande av en ansökan om undersökningstillstånd med avseende på diamanter.

### ***Potentiellt prospekteringsintressanta områden***

Framtida prospekteringsintresse kan främst förutses i områden med vulkaniska bergarter och i närheten av redan kända förekomster. Sådana områden är markerade med gul färg i Figur 10. På senare tid har man funnit att vissa typer av malm, t.ex. guld i kvartsgångar och kvartsådror, är knutna till deformationszoner. Man kan således även betrakta deformationszoner som potentiellt malmintressanta. Gabbro och ultrabasiska bergarter kan förmodas bli av intresse för dess potentiella innehåll av krom, nickel och platinagruppernas metaller medan diabaser kan bli av intresse för användning som stenu råvara. Det ökande behovet av krossberg i samhället gör att fler bergtäkter sannolikt kommer att öppnas i länet, främst i kustområdet.

I samband med diamantprospektering undersöks ofta först mycket stora områden varefter intresseområdet sedan reduceras till en bråkdel av det ursprungliga. Den nu aktuella ansökan om undersökningstillstånd med avseende på diamanter över hela länet påverkar därför inte definitionen av potentiellt prospekteringsintressanta områden.

## 6 Deformationszoner

### *Definitioner och metodik*

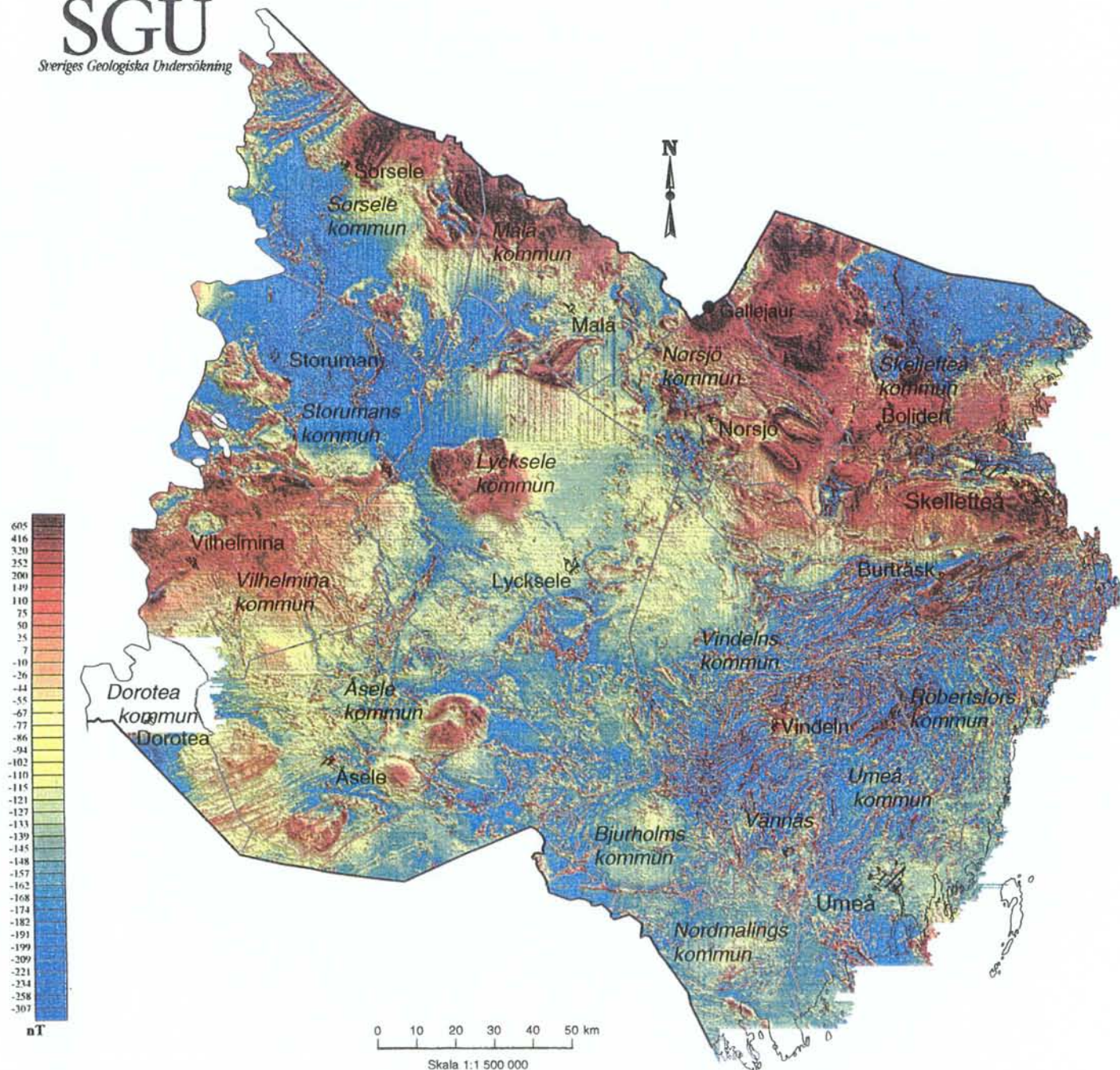
En *deformationszon* är en svaghetszon utefter vilken berggrunden på ömse sidor av zonen har rört sig i förhållande till varandra. Sker deformationen på stora djup under varma förhållanden deformerar bergarterna plastiskt, liksom en trögflytande massa, och zonen benämns då allmänt plastisk deformationszon eller *plastisk skjuvzon*. Närmare jordytan, där temperaturen är lägre, är deformationen av spröd karaktär, d.v.s. det sker en mekanisk nedbrytning och uppsprickning av bergarterna. I detta fall kallas zonen spröd deformationszon eller *sprickzon*. Om rörelsen har skett parallellt med sprickzonen talar man om en *förkastning*.

En *magnetisk konnektion* länkar ihop magnetiska anomalier som bedöms representera strukturella trender på den flygmagnetiska kartan, se Figur 11. Sådana linjer i digital form har tagits fram med hjälp av data från Mittnordenprojektet (pågående arbete av T. Lundqvist m.fl.) och från SGUs berggrundskartering (pågående arbete av I. Antal, L. Kero, T. Sträng och C.-A. Triumf). Flygmätningar har utförts av SGU, NSG och Boliden Mineral AB. En *formlinje* markerar en strukturell trend i terrängen. Formlinjer för planstrukturer som bildades under varma, plastiska förhållanden, d.v.s. förskifring och bandning, har sammanställts genom interpolation av fältmätningar av sådana strukturer gjorda under pågående arbeten vid SGU (G. Nilsson och L. K. Stölen).

Magnetiska konnektioner och formlinjer återspeglar berggrundens storskaliga strukturriktningar. Sammanställning av dessa linjer ger ofta en antydning om förekomsten av plastiska skjuvzoner och mellanliggande domäner. Domänerna mellan skjuvzonerna kan utgöras av områden med regionalt mer homogen deformation eller områden med odeformerade bergarter. Plastiska skjuvzoner har markerats där planstrukturerna i långsmala stråk avviker i riktning från omgivande områden. Dessa zoner utmärks också av att planstrukturerna i den omgivande berggrunden ofta är inböjda mot skjuvzonerna. Förekomsten av starkt förskifrade bergarter och myloniter är karakteristiskt för plastiska skjuvzoner och sådana bergarter har dokumenterats i vissa av de zoner som markerats i urbergsdelen av länet.

Sprickzoner är sällan blottade utan vanligen täckta av glaciala-postglaciala avlagringar, moss- och myrmarker eller utgör vattendrag, varför direkta studier är begränsade. Sprickzoner har i första hand tolkats med hjälp av höjddata framtagna av Lantmäteriverket, se Figur 12, och från flygmagnetiska data, se Figur 11. På flygmagnetiska kartor framträder spröda deformationszoner i regel som smala, lågmagnetiska stråk. Endast sprickzoner med en längd över ca 10 km har markerats.

På kartan i Figur 13 visas magnetiska konnektioner, formlinjer, tolkade plastiska skjuvzoner och sprickzoner samt djupbergarter som är yngre än 1825 miljoner år och gångbergarter. Kartan över deformationszoner återspeglar zoner som är väl belagda (se nedan) och zoner som är tolkade endast i samband med denna studie. De sistnämnda behöver kontrolleras i fält innan deras existens och utbredning kan fastställas. Kartan bör därför tills vidare betraktas med försiktighet.



Jordskorpans magnetfält över urbergsdelen av Västerbottens län. Kartan baseras på data i 200 meters rutnät. Flygmätningarna har utförts av SGU, NSG och Boliden Mineral AB.

Kartan visar variationer i det jordmagnetiska fältet som orsakas huvudsakligen av halten magnetiska mineral i berggrunden

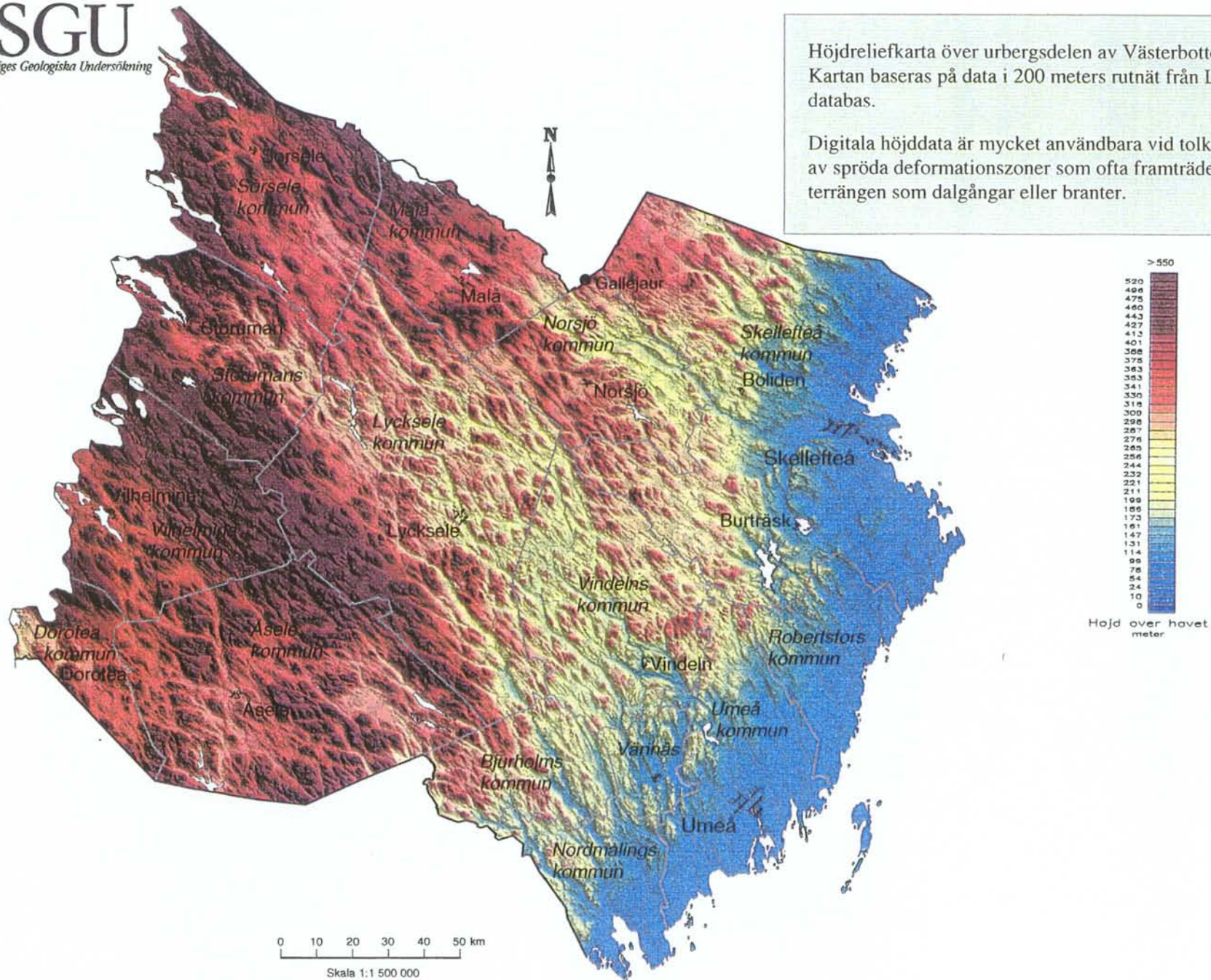
I norra delen av länet uppträder runda intrusionsstrukturer både som låg och högmagnetiska. Skelleftefältets vulkaniter och sedimentära bergarter framgår som bandat anomalimönster huvudsakligen i NV-lig riktning.

Revsundsgrenit i Storuman och Lyckseletrakterna är i regel lågmagnetisk medan runt Vilhelmina uppträder den som högmagnetisk. Flackt liggande diabasgångar runt Lycksele ger upphov till bågformade anomalimönster.

Grafit och magnetisförande sedimentära bergarter ger upphov till kraftiga anomalier med bandat mönster mellan Burträsk och Umeå. Söder om Burträsk sträcker sig nickelzonen i ONO-lig riktning.

I sydvästra delen av länet framträder en svärm av NO-liga diabaser som långa magnetiska stråk.

Figur 11. Flygmagnetisk karta över urbergsdelen av Västerbottens län

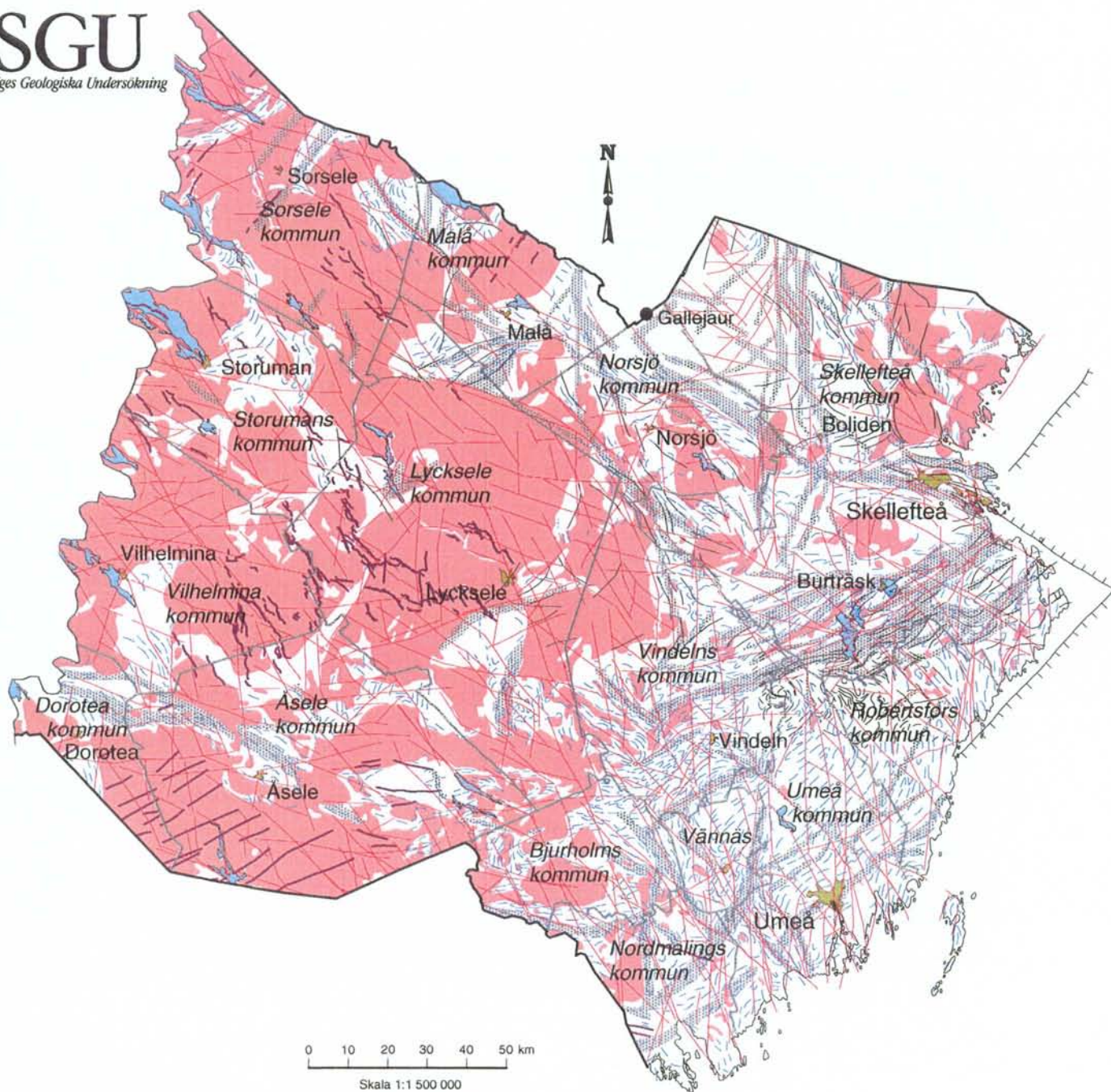


Höjdreliëfkarta över urbergsdelen av Västerbottens län.  
Kartan baseras på data i 200 meters rutnät från Lantmäteriverkets databas.

Digitala höjddata är mycket användbara vid tolkning av spröda deformationszoner som ofta framträder i terrängen som dalgångar eller branter.

Figur 12. Höjdreliëfkarta över urbergsdelen av Västerbottens län



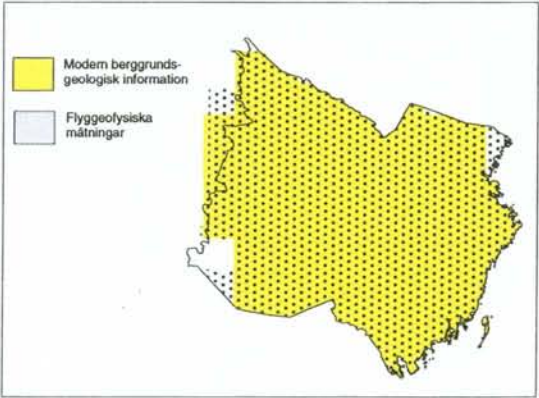


Deformationszonskarta över urbergsdelen av Västerbottens län med formlinjer, magnetiska konnektioner, tolkade sprickzoner och plastiska skjuvzoner samt djupbergarter yngre än ca 1825 milj. år.

Formlinjerna och magnetiska konnektioner visar berggrundens strukturella riktningar. Plastiska skjuvzoner har markerats där dessa linjer i långsmala stråk avviker från omgivande områden.

Sprickzoner följer dels de äldre strukturriktningarna i berggrunden, dels bygger de egna system.

Tolkningen är baserad på data från SGU:s berggrundskartor, pågående arbete, flygmagnetiska data och höjddata.



Modern berggrundsgeologisk information  
Flyggeofysiska mätningar

- Förkastningar på Bottenhavets botten
- ▨ Sprickzon
- ▨ Plastisk skjuvzon
- ▨ Magnetiska konnektioner
- ▨ Formlinjer
- Gångbergarter
- Djupbergarter yngre än ca 1825 milj. år

**Figur 13.** Deformationszonskarta över urbergsdelen av Västerbottens län

### *Plastiska skjuvzoner*

Plastiska skjuvzoner i VNV-lig riktning har markerats i t.ex. Skelleftefältet och Åsele-Dorotea trakten medan ONO- och NO-liga zoner finns i kustregionen i östra delen av länet. Den s.k. Nickelzonen är ett markant ONO-ligt stråk av plastiska skjuvzoner mellan Vindeln och Burträsk /42/. N-S-liga zoner finns i ett stråk norr och söder om Boliden samt öster om Malå /42/. Zonerna är upp till flera kilometer breda. Vissa plastiska skjuvzoner uppträder med mindre deformerade tektoniska linser mellan skjuvzonsförgreningar, som t.ex. norr om Boliden och söder om Skellefteå i "Nickelzonen". I domänerna mellan de plastiska skjuvzonerna dominerar ungefär NO-liga strukturriktningar söder om "Nickelzonen" och NNV-liga riktningar norr om Skelleftefältet.

### *Sprickzoner och förkastningar*

Spröda deformationszoner utgörs vanligen av krossat berg vilket gör dem lättroderade. De uppträder vanligen som långsmala sänkor eller branter i terrängen. Bredden kan vara upp till flera hundra meter. Sprickzoner kan vara öppna och oläkta eller läkta och cementerade av t.ex. kvarts eller kalcit. Stupningen av sprickzonerna är i regel svår att avgöra, men antas i de flesta fall vara brant till vertikal. Flacka sprickzoner är generellt sett svåra att upptäcka med hjälp av höjddata och flygmagnetiska data. Även inom de berggrundsblock som definieras av ett särskilt sprickzonsmönster förekommer sannolikt ännu mindre sprickzoner och sprickor vilkas utbredning måste klarläggas vid mer detaljerade studier.

Sprickzonsmönstret i urbergsdelen av Västerbottens län består väsentligen av VNV- till NV-liga och ONO- till O-V-liga sprickzoner. Storleken av de berggrundsblock som avgränsas av uthålliga sprickzoner är i stort sett konstant. En viss tendens till mindre block mot öster kan dock skönjas.

### *Deformationszoner i tid och rum*

De äldsta deformationszonerna i urbergsdelen av Västerbottens län är plastiska skjuvzoner som bildades för ca 1850-1600 miljoner år sedan på mer än 10-15 kilometers djup. Efter ca 1600 miljoner år hade berggrunden höjts och svalnat tillräckligt för att deformationen skulle kunna ske under spröda förhållanden och bilda sprickzoner och förkastningar. Det finns flera exempel som visas i Figur 13 på att dessa zoner följer de äldre plastiska strukturerna, s.k. reaktivering, och rörelser har förmodligen skett åtskilliga gånger senare än för ca 1600 miljoner år sedan längs vissa förkastningar. Utanför kusten finns förkastningar, se Figur 13, som varit aktiva senare än för ca 545 miljoner år sedan. I nästföljande kapitel behandlas sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan inklusive jordskalv.

## **7 Jordarter, jorddjup samt sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan**

Kännedomen om jordartsgeologin inom urbergsdelen av Västerbottens län grundar sig på SGUs kartläggning under åren 1920-1933 /43/, på den sedan 1983 pågående kartläggningen inom SGUs Serie Ak /44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51 och pågående arbete av H. Dittrich, B.-M. Ek, A. Eklund, K. Johansson, J. Norrlin, G. Ransed, M. Sundh, B. Sundqvist, J. E. Wahlroos och B. Wiberg/ samt på olika specialarbeten, se Figur 2.

## *Isavsmältning och postglacial utveckling*

Då klimatet vid den senaste istidens slut blev varmare avsmälte inlandsisen. Isen smälte bort från den nuvarande kusten upp till högsta kustlinjen (HK) för ca 9600–9200 år sedan /52/. Isen mynnade i "havet" (Baltiska issjön) och isfronten drog sig tillbaka i huvudsak genom kalvning /53/. De södra delarna av kustområdet smälte fram först men i stora drag kom iskan- ten att dra sig tillbaka från sydost mot nordväst genom en snabb uppbrytning av isfronten inom områden med större vattendjup. Isavsmältningen inom inlandet ovanför HK är mer vanskelig att datera. Det förefaller dock som om den förlöpte mycket snabbt under inflytande av ett allt mildare klimat för 9000–8000 år sedan /52/. Under nedisningens huvudskede beräk- nas istäckets mäktighet ha varit mellan 2000 och 2500 m /54/, medan ismäktigheten vid fron- ten under isavsmältningen har beräknats till som mest ca 300 m.

När inlandsisen smälte bort, började den av ismassan nedtryckta jordskorpan att höja sig, först mycket snabbt men sedan i allt långsammare takt. Under tiden närmast efter isavsmältning- skedet täckte havet stora delar av det nutida kustlandet. Den högsta nivå till vilken det dåtida havet nådde (HK) ligger inom länets södra del på ca 270 m.ö.h. men sjunker till ca 230 m.ö.h. inom den norra /43/. HK sjunker även mot väster.

Landhöjningen inom den södra delen av Västerbottens kustland är idag ca 0,8 m/100 år och inom den nordöstra delen ca 0,9 m/100 år, vilket utgör det högsta landhöjningsbeloppet i lan- det. Mot inlandet sjunker värdena och ligger inom den västra delen av länets urbergsområde på ca 0,65 m/100 år.

Länets jordarter har till stor del bildats i samband med den senaste inlandsisens avsmältning och under tiden därefter. På flera platser har dock äldre jordarter konstaterats. Under den ytliga moränen har på flera håll i länet observerats en mörk lerig morän, ställvis med brott- stycken av mörk varvig lera /55/. Leran innehåller ibland pollen med en sammansättning som tyder på såväl interglacialt som interstadialt ursprung. Denna leriga moräntyp, tidigare beskri- ven från Västernorrlands län, tycks ha stor utbredning och anses vara av interstadial ålder /56/. Påträffade moräntäckta jordlager med organiskt innehåll vid Boliden och Gallejaure antas vara från den ca 100 000 år gamla Brörupinterstadialen /57/.

I flera av länets större dalgångar har moräntäckta isälvsediment observerats. Sedimenten, främst sand och silt, kan ha stor mäktighet och utbredning. En brunnborrning väster om Fredrika anger mäktigheter på mer än 40 m sand under 4 m morän. Delvis moräntäckta sedi- ment i närheten av Malå har daterats till ca 100 000 år /58/.

Veikimoränen, en speciell moräntyp vars ytform kännetecknas av moränplatåer åtskilda av torvmarker och runda sjöar, förekommer spridd i länets inland men är tydligast utbildad i gränzonen mot Norrbottens län. Veikimoränen har visats vara äldre än den senaste inlands- isen och har i mycket liten grad påverkats av yngre isrörelser /59/.

## *Jordarter och jorddjup*

### *Bergblottningsgrad, jordartsfördelning och jorddjup*

Bergblottningsgraden och jordartsfördelningen framgår av översiktskartan, Figur 14. I en ca 25 km bred kustzon söder om Umeå är blottningsgraden mycket hög, något lägre i kust-

zonen från Robertsfors och norrut medan blottningsgraden i mellanliggande kustområde och i inlandet vanligen är låg. Moränen har stor utbredning ovanför HK och i ovan nämnda kustområde under HK. Isälvs sediment, huvudsakligen sand och grus, bildar åsar och stora deltan i de större dalgångarna. Nedanför HK har svallningen varit intensiv och nedanför bergbranterna ligger stora volymer svallsediment – klapper, grus, sand. De finkorniga sedimenten förekommer främst kring isälvsstråken och i de större dalgångarna som de delvis fyller ut. De kan uppnå stora mäktigheter och ravinbildning är vanligt förekommande längs djupt nedskurna älvar. Risken för jordskred i denna typ av terräng kan vara hög /60/.

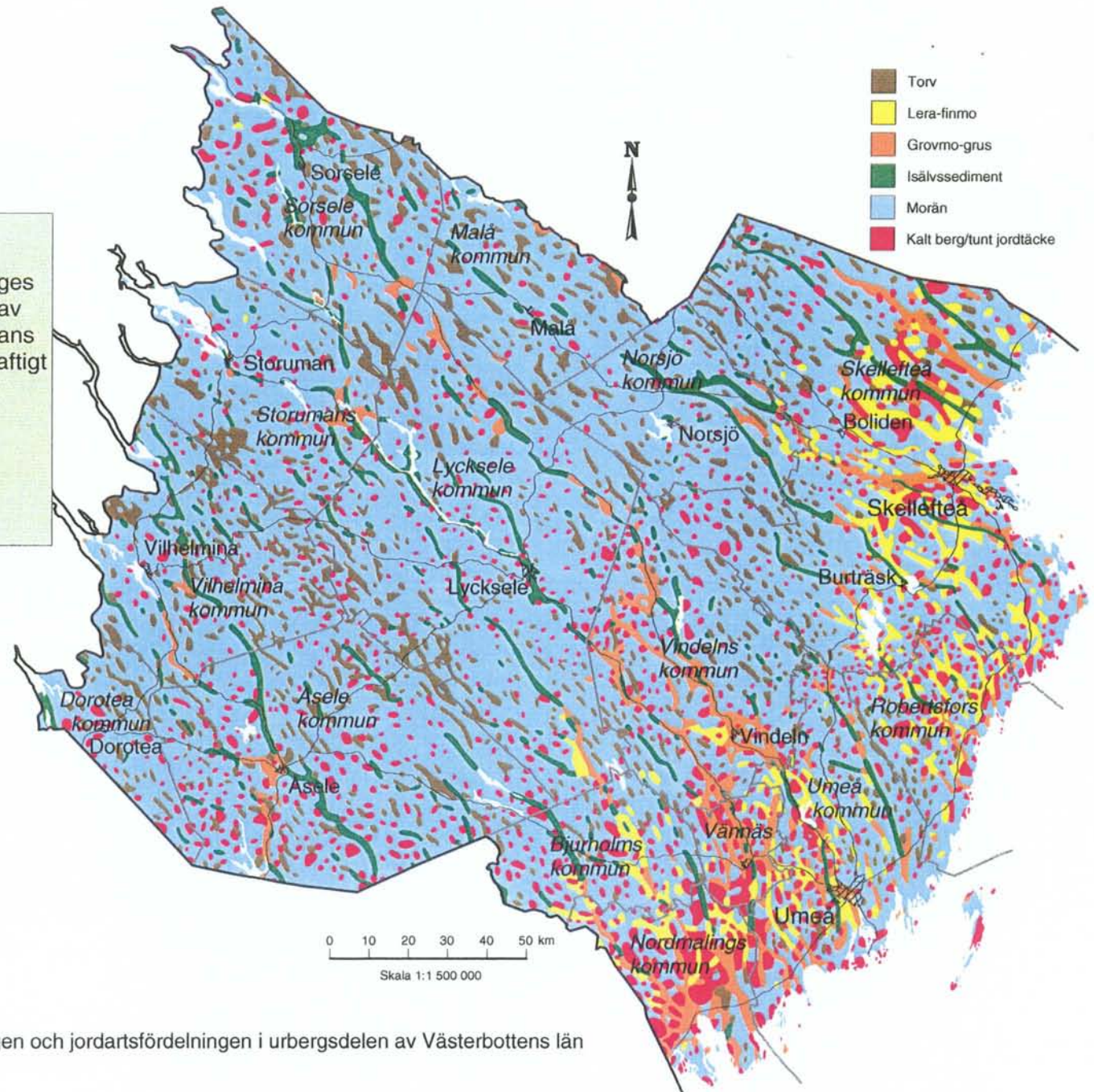
Jordtäcket mäktighet växlar starkt från plats till plats. Generellt gäller att jorddjupet avtar mot höjderna. Utöver uppgifter från SGUs brunnarkiv som ligger till grund för Figur 15, har mäktighetsuppgifter erhållits från Boliden Mineral AB. Stora jordmäktigheter, 40-60 m, förekommer i de stora älvdalarna. Lokalt finns mycket stora jorddjup, t.ex. 82 m i Petikåns dalgång, väster om Boliden. Utanför dalgångarna är jorddjupet i regel mindre och torde i snitt röra sig om ca 10-15 m, undantaget Veikimoränområdena där jorddjup över 30 m är vanliga. Det från brunnborringar största rapporterade jorddjupet, 60 m, har noterats vid Fredrika i södra delen av länet.

### *Glaciala jordarter*

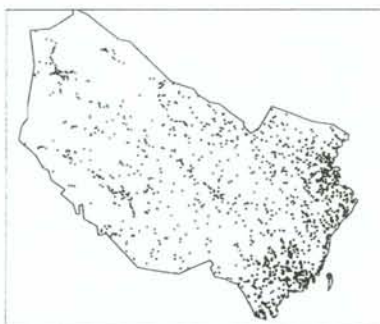
Moränen är den vanligaste jordarten inom länet och underlagrar ofta övriga förekommande jordarter, se Figur 16a. Moräntäcket tunnare i allmänhet ut mot höjderna och de flesta bergblottningarna återfinns i sluttningar och stup samt på bergstoppar. Hällområden i lägre terräng har ofta uppkommit genom isälvserosion. Under HK är blottningsgraden betydligt större till följd av att moränkappan där till stora delar är bortsvallad. Sandig-moig morän dominerar. Inom de västra och centrala delarna av urbergsdelen i Västerbottens län har moig morän stor utbredning men där förekommer också grusig-sandig morän i dalfören med tvärorienterade moränryggar. Inom de västra delarna finns även enstaka förekomster av lerig morän. Moränens ytblockighet varierar. Rikblockig till ibland storblokkig morän har stor utbredning inom delar av kommunerna Malå, Sorsele och Stensele samt vid södra länsgränsen inom kommunerna Åsele och Fredrika. Blockfattiga moräner återfinns främst i flack och drumliniserad moränterräng i de centrala och västra delarna av urbergsdelen i länet. Ytformer som moränbacklandskap och moränryggar är vanliga i sänkor och dalgångar medan drumlinier återfinns inom höjdområden och i flack terräng såväl över som under HK, se Figur 16b. Under HK förekommer även talrika ändmoräner, d.v.s. låga ryggar bildade framför den forna iskanten.

När inlandsisen smälte frigjordes väldiga mängder smältvatten som sköljde med jord från såväl isen som underlaget. Materialet transporterades och sorterades i isälvar och avlagrades efterhand längs sprickor och tunnlar i isen och framför isfronten. Isälvarna har vanligen följt dalgångarna. I en isälvsavlagring är sedimenten oftast skiktade och välsorterade men kornstorleksammansättningen kan växla från lager till lager. Grus och sand är de vanligaste kornstorlekarna men lokalt kan silt dominera. Inom länet finns ett flertal avlagringsformer. Åsar är vanligt förekommande. De följer de stora dalstråken, dock ej strikt då det inte är ovanligt att de växlar från en dal till en annan. I de stora dalgångarna kan åsarna täckas av yngre sediment, främst glaciala finsediment och postglaciala älsediment. Isälvsdeltan och deltakomplex är vanliga i anslutning till HK i de större dalstråken. I de ofta utdragna deltakomplexen finns förutom deltaytor även olika typer av åsryggar, åsnät, kames, åsgropar m.m.. Under HK förekommer ibland även åsansvällningar i form av randdeltan i de stora åsstråken.

Jordartskarta över urbergsdelen av Västerbottens län baserad på jordartskarta i Sveriges Nationalatlas, Berg och jord. Huvuddragen av länets jordartsgeologi återges i kartan. Kartans skala innebär att jordarter generaliserats kraftigt - isälvssedimenten i åsarna är t.ex. kraftigt överdrivna för att de skall framträda tydligt. Vidare omfattar beteckningen "kalt berg" såväl helt blottad berggrund som områden med tunt jordtäckte och med tätt liggande hållar.

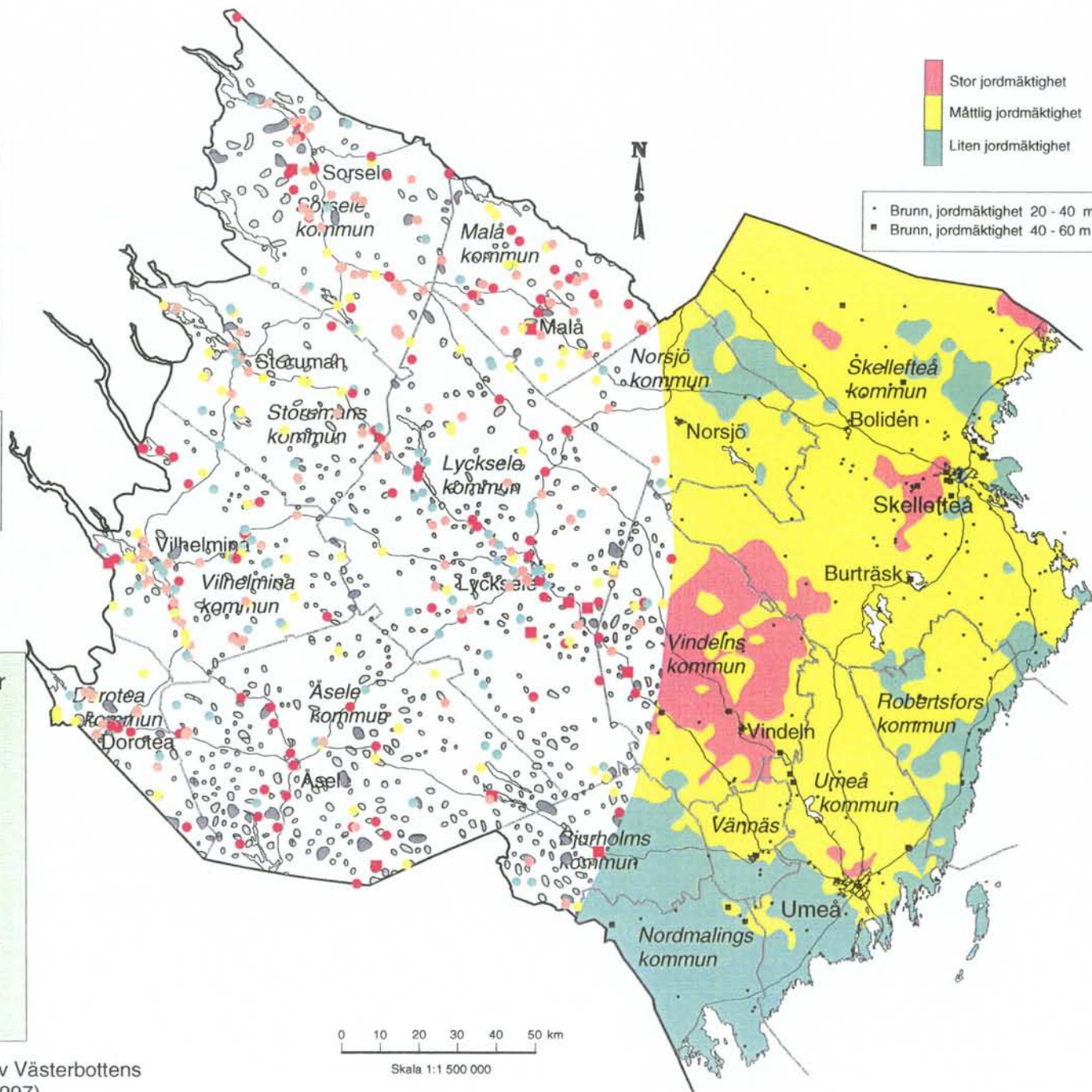


**Figur 14.** Översiktskarta visande berg i dagen och jordartsfördelningen i urbergsdelen av Västerbottens län



Kalt berg/tunt jordtäckte

Jordmäktighet baserad på ca 3300 brunnar i SGUs brunnarkiv. Jordmäktighet i östra delen bygger på interpolation av ca 2300 brunnar. I den glesbefolkade västra delen redovisas de registrerade jorddjupen i intervall tillsammans med utbredningen av kalt berg/tunt eller osammanhängande jordtäckte. Den lilla kartan visar antalet brunnar och deras geografiska fördelning. Vanligen ligger inga gårdar i den centrala delen av en stor dal varför brunnsuppgifter om de stora jorddjupen i dalen saknas. Med liten jordmäktighet avses 0-5 m, måttlig 5-10 och stor mer än 10 m.



**Figur 15.** Jordmäktighet i urbergsdelen av Västerbottens län (sammanställning augusti 1997)

Glacial lera och silt har avsatts från det finkorniga slam som fördes ut i hav och issjöar av smältvatten från inlandsisen. Silt, eller lera med hög silthalt, avsattes invid de stora isälvsavlagringarna. Styvare leror avsattes på djupt vatten och i skyddade lägen längre bort från isälvsavlagringarna. På lägre nivåer överlagras ofta de finkorniga glaciala sedimenten av postglacial lera och silt samt längs vattendragen av älvsand.

### *Postglaciala jordarter*

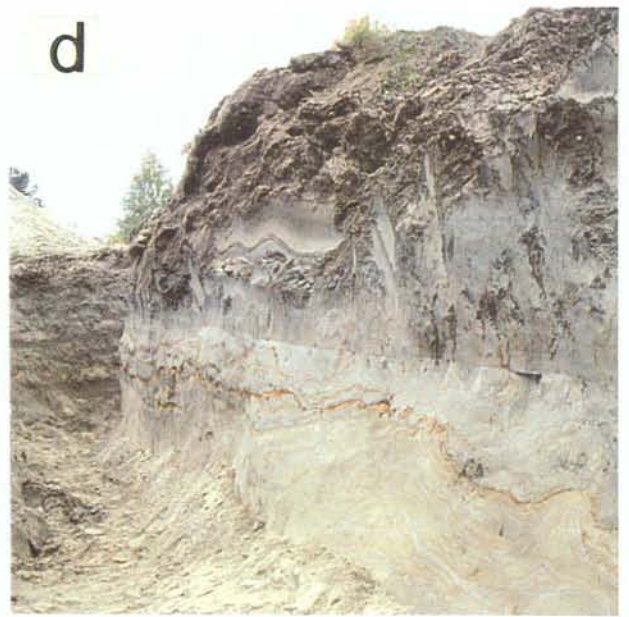
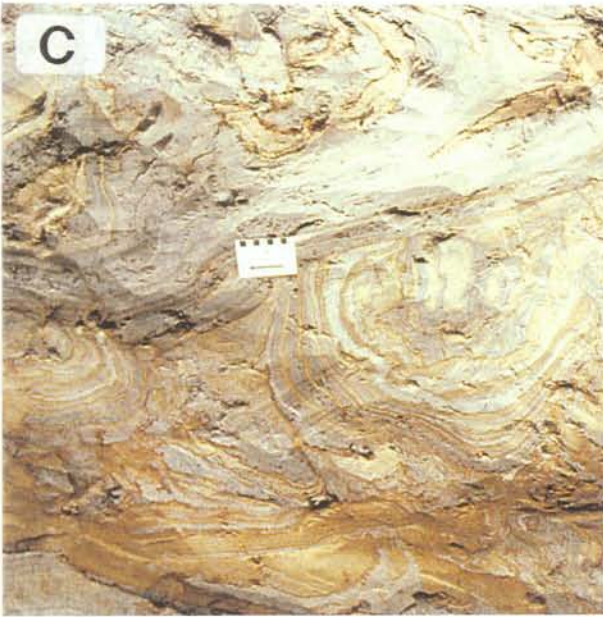
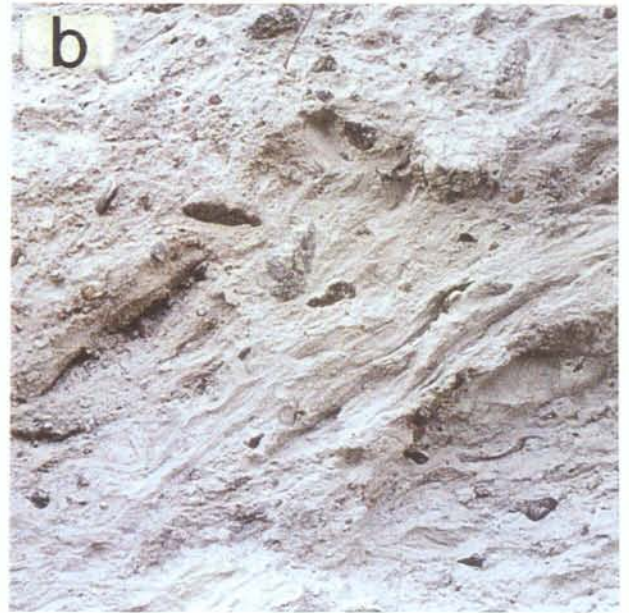
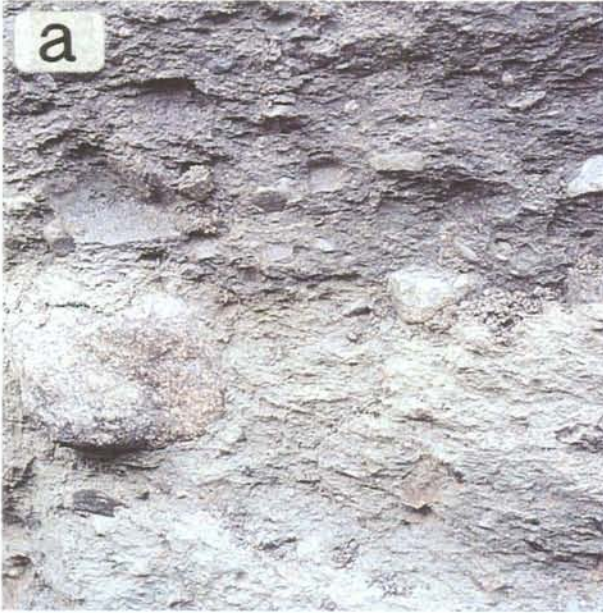
Postglaciala sediment har bildats efter det att inlandsisen lämnat området och utgör oftast omlagringsprodukter av glaciala jordarter. De grova sedimenten, klapper, grus och sand, återfinns i princip inom hela området nedanför HK. Större volymer förekommer framförallt där terrängen är kraftigt bruten. I flackare terräng är mäktigheterna oftast mindre. Svallsedimenten förekommer främst inom två olika områden, dels närmast under HK i relativt väl exponerad terräng, dels i exponerade lägen ut mot den nutida kusten. De finkorniga sedimenten, silt och lera, förekommer främst på lägre nivåer. På många håll är de postglaciala finsedimenten svartfärgade av järnsulfid och kallas då svartmocka. Oxidation av svavlet, t.ex. orsakad av utdikning eller av landhöjningen, ger upphov till extremt sura jordar. Svartmocka är löst lagrad och kan vid schaktningsarbeten ge upphov till stabilitetsproblem. Utmed älvarna täcks vanligen de finkorniga sedimenten av älvsediment, inte minst gäller detta inom de lägre och mer kustnära områdena.

Vindomlagrade sediment förekommer relativt rikligt inom länet. De förekommer främst inom tre typer av lägen; på eller i nära anslutning till de stora deltaplanen invid HK, på älvdeltan längs främst Ume-, Vindel- och Byskeälvarnas dalgångar samt på sandstränder längs den nutida kusten. Vindavlagringarna bildar ofta dyner som kan vara upp till 15 m höga.

20% av hela arealen nedanför odlingsgränsen upptas av torv och Västerbotten är därmed ett av landets torvrikaste län /43/. Avgränsningen mellan olika torvmarkstyper är ofta glidande. Kärr och blandmyrar dominerar och verkliga högmossor påträffas enbart i södra delen av kustlandet.

---

**Figur 16.** Jordarter i urbergsdelen av Västerbottens län. a) Moränbäddar av olika utseende och materialinnehåll från olika nedisningsskeden i en moränskärning ca 10 km nordost om Åsele. Båda moränbäddarna har tillkommit under skeden då isen varit stadd i rörelse över underlaget (aktiv is). Foto J.-O. Svedlund 1986. b) Skärning i kullig morän inom ett moränbacklandskap vid Kvarnåsen ca 20 km väster om Norsjö. Morän med stort inslag av vattensorterade, ofta veckade skikt och linser av grovsilt-finsand är karakteristiskt för dessa former. Foto M. Sundh 1995. c) Starkt deformerade och hårt kompakterade glaciala, sandig-siltiga sediment vid Botsmark. De störda sedimenten överlagras av ca 1 m mäktiga, ostörda, horisontellt skiktade, siltiga sediment. Foto M. Sundh 1990. d) Deformerad och kompakterad lagerföljd av glacial silt och varvig lera i flack åkermark vid Flarken. De störda sedimenten överlagras med skarp kontakt av siltiga sediment som mot ytan övergår till horisontellt skiktad lera. Foto M. Sundh 1992. e) Detaljbild från Figur X-16d. Foto M. Sundh 1992. f) Schakt upptaget vinkelrätt över förkastningsbranten vid Stensberget ca 40 km väster om Skellefteå. Bilden tagen mot väster med det höjda blocket av morän och orange färgad, kemiskt vittrad berggrund i förgrunden. Förkastningen är revers och hängväggen stupar ca 45° mot öster. Förkastningens vertikala språnghöjd uppmättes till ca 7 m. Samtliga moränlager befanns vara avskurna i förkastningshakets vilket daterar förkastningsrörelsen till sen- eller postglacial ålder. Foto M. Sundh 1991.





## *Sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan inkluderande jordskalv*

Sen- eller postglaciala förkastningsrörelser i jordskorpan och seismisk störda sediment har dokumenterats från Norrbottens och östra Västerbottens län /47, 61, 62, 63/. En granskning och sammanfattning av denna typ av tektoniska rörelser i Sverige har gjorts av Muir Wood /64/.

Vid jordartskarteringen har, förutom de tidigare beskrivna förkastningsbranterna i Skellefteområdet, se Figur 16f, observerats jordskredsärr i flack moränterräng på flera platser. I samband med SKBs förstudier i Malå och Storumans kommuner har ytterligare några kortare förkastningslika strukturer och jordskredsärr rapporterats /58, 65, 66/. Förkastningsbranter, förkastningsliknande strukturer och jordskredsärr är sammanställda i Figur 17. I ett forsknings- och dokumentationsprojekt inom SGU har finkorniga glaciala sediment i östra Västerbotten undersökts med avseende på sedimentära strukturer och eventuella störningar av dessa (pågående arbete av R. Lagerbäck och M. Sundh). På flera platser observerades kraftiga deformationer av de primära sedimentstrukturerna, se Figur 16c, d och e. Starkt deformerade finkorniga glaciala sediment tycks ha stor regional utbredning vilket, tillsammans med störningarnas art och uppträdande gör att störningarna tolkas vara seismiskt genererade.

En sammanställning av jordskalv i Nordeuropa för tiden fram till 1993 visar att länets östra del ligger inom ett bälte med förhöjd seismisk aktivitet, se Figur 5. Bältet sträcker sig från sydvästra Sverige mot nordost och norrut längs Norrlandskusten till Finland. Uppgifter från samma databas om skalv som registrerats inom länet framgår av Figur 18. Totalt har 172 skalv registrerats varav flertalet ligger i kustområdet. 35 registreringar har gjorts av jordskalv med magnitud 3,0 eller högre. Det kraftigaste kända skalvet, magnitud 4,4, inträffade 26 maj 1907 i trakten av Bygdsiljum. Skalvet inträffade därmed i närheten av en av de längre post- eller senglaciala förkastningarna inom länet. Det äldsta kända skalvet, med magnituden 3,0, inträffade 7 augusti 1747 i trakten av Robertsfors. Under den senaste 10-årsperioden har enligt sammanställningen totalt 47 skalv registrerats i länet. Det kraftigaste av dessa med magnitud 3,9 inträffade 5 januari 1993 väster om Järvsjö, i länets centrala del.

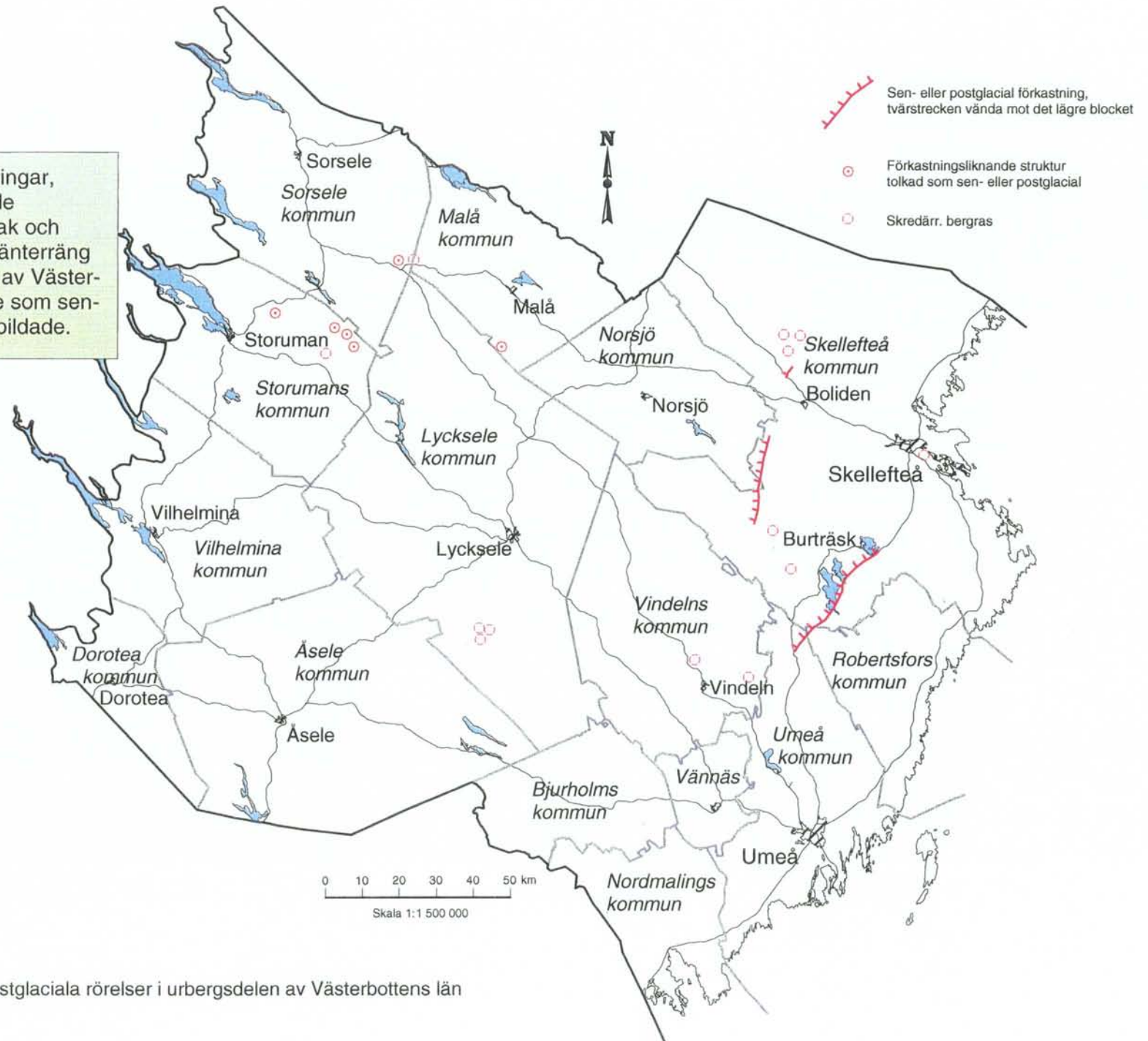
## **8 Hydrogeologi**

I grundvattenkartan med beskrivning över Sverige /67/ redovisas bl.a. grundvattentillgångar, grundvattnets kvalitet, hydrologi och vattenförsörjning. I föreliggande sammanställning av de hydrogeologiska förhållandena i länet har detta material kompletterats med analyser av Lantmäteriverkets höjddata, SMHIs avrinningsdata och data från SGUs brunnarsarkiv. Syftet har varit att beskriva grundvattnets strömningsmönster och berggrundens hydrauliska konduktivitet (genomsläpplighet). För att beskriva grundvattnets kemiska status i urbergsdelen av Västerbottens län jämfört med övriga landet har även grundvattenkemiska data från SGUs brunnarsarkiv bearbetats

### ***Grundvattnets bildning och strömning***

Grundvattnet ingår i det hydrologiska kretsloppet /5, 67/. Av den nederbörd som faller i länet avdunstar ungefär hälften /67/. Återstoden tillförs grundvattnet, med undantag för en mindre del, som rinner av från markytan till sjöar och vattendrag. När de övre marklagren har nått en viss vattenmättnad, sjunker överskottet vidare ned i marken och bildar grundvatten. Genom tyngdkraftens inverkan rör sig sedan grundvattnet från högre terrängavsnitt mot lägre. Vilka

Karta över förkastningar, förkastningsliknande strukturer/terränghak och jordskredsårr i moränterräng inom urbergsdelen av Västerbottens län, tolkade som sen- eller postglacialt utbildade.



**Figur 17.** Sen- eller postglaciala rörelser i urbergsdelen av Västerbottens län



vägar det tar och hur fort strömningen sker, beror på grundvattenytans lutning samt jordlagrens och berggrundens genomsläpplighet. Områden där grundvattnets strömning är uppåtriktad benämns utströmningsområden. I de fall trycknivån ligger högre än marknivån kan källor och våtmarker bildas. Grundvatten strömmar också ut i botten av sjöar och vattendrag.

Grundvattenbildningens storlek bestäms av markens infiltrationskapacitet och den effektiva nederbörden (skillnaden mellan nederbörd och avdunstning). Den effektiva nederbörden i Västerbottens län framgår av Figur 19. Den har beräknats utifrån en vidareutveckling av den metod som använts för beräkning av avrinning /68/. Endast en mindre del av det vatten som infiltreras i marken tillförs berggrunden. Detta beror på berggrundens, i jämförelse med jordlagrens, mycket låga genomsläpplighet och obetydliga magasinering förmåga.

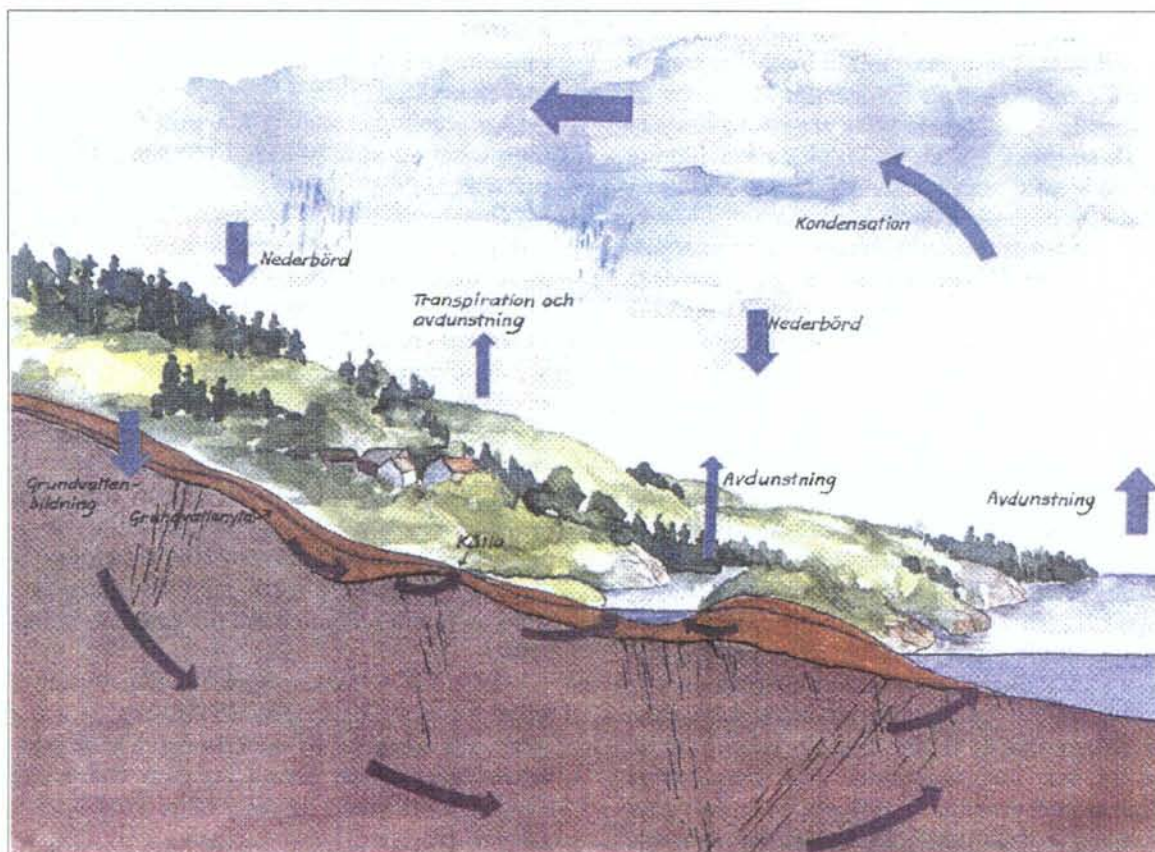
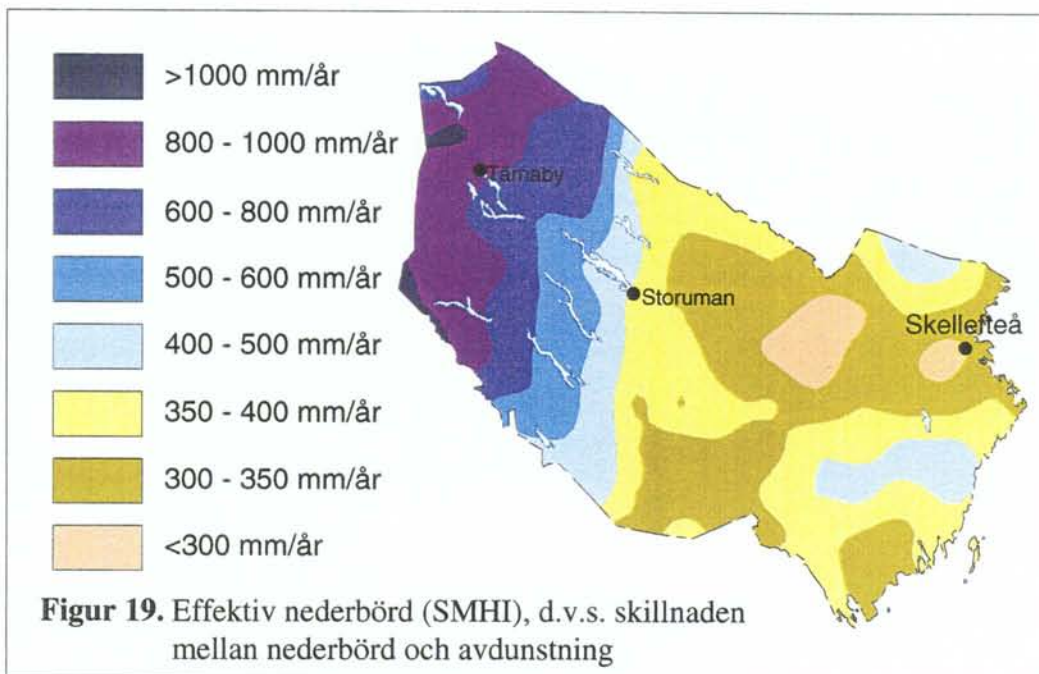
Den ytliga grundvattenströmningen i jordlagren och berggrundens övre delar styrs till största delen av de lokala topografiska förhållandena, se Figur 20 /67/. Uppehållstiden för grundvattnet är kort, innan utströmning sker till lågpunkter i terrängen som våtmarker, källor och recipienter. Den djupare grundvattenströmningen i berggrunden styrs däremot mer av de regionala, storskaliga topografiska förhållandena. Regionalt sett sker huvuddelen av grundvattenbildningen i höjdområden och utströmningen av grundvatten till större sjöar och vattendrag i lågområden, alternativt till havet. Ett djupförvar på 500 m djup berörs i huvudsak av dessa regionala, långsamma grundvattenrörelser.

Grundvattnets strömningsmönster styrs också av skillnader i berggrundens genomsläpplighet. Enskilda sprickor och sprickzoner med en betydligt större genomsläpplighet än omgivande bergmassa utgör de huvudsakliga transportvägarna för grundvattnet i berggrunden. Förekomsten av regionalt viktiga sprickzoner har tidigare redovisats under avsnittet deformationszoner.

Höjdskillnaderna i hela Västerbottens län (inklusive de västra delarna som täcks av fjällbergarter) är stora med en högsta marknivå 1767 m.ö.h., se också Figur 12. Stora höjdskillnader medför att grundvattnets flödes hastighet ökar och att omsättningstiden blir jämförelsevis kort. Höjdområdena i de västra delarna av länet kan betraktas som inströmningsområden av regional karaktär. Det är i första hand i dessa delar av länet som grundvattnets djupa, långa strömbanor kan utbildas. Grundvattnets strömning i det regionala perspektivet sker sedan mot de låglänta delarna närmast kusten och mot älvdalarna där de långväga strömbanorna i stället blir uppåtriktade. Utströmningen av grundvatten sker i första hand till större vattendrag och sjöar samt till Bottenhavet.

En faktor som påverkar grundvattnets utströmning i det långsiktiga perspektivet är den landhöjning som pågått sedan den senaste nedisningen. Landets höjning medför att landytan ökar och att strandnivån förskjuts utåt, s.k. strandförskjutning. Landhöjningen inom den södra delen av Västerbottens kustland är idag ca 0,8 m/100 år och inom den nordöstra delen ca 0,9 m. Mot inlandet sjunker värdena och ligger inom den västra delen av länets urbergsområde på ca 0,65 m/100 år.

Sjöar, vattendrag och avrinningsområden med tillhörande vattendelare i länets urbergsdel framgår av Figur 21 /68/. Avrinningsområdena delas in i huvudavrinningsområden och biflödenas avrinningsområden. Huvudavrinningsområden har sin utloppspunkt i havet och är större än 200 km<sup>2</sup>. Biflödenas avrinningsområden är större än 1000 km<sup>2</sup> och har sin utloppspunkt i ett större vattendrag. Av Figur 21 framgår att i urbergsdelen av Västerbottens län sker ytvattnets avrinning via Ängermanälven, Ume älv och Skellefteälven. Närmare kusten sker avrinningen även via ett antal åar och mindre älvar. Grundvattnets lokala och regionala strömning

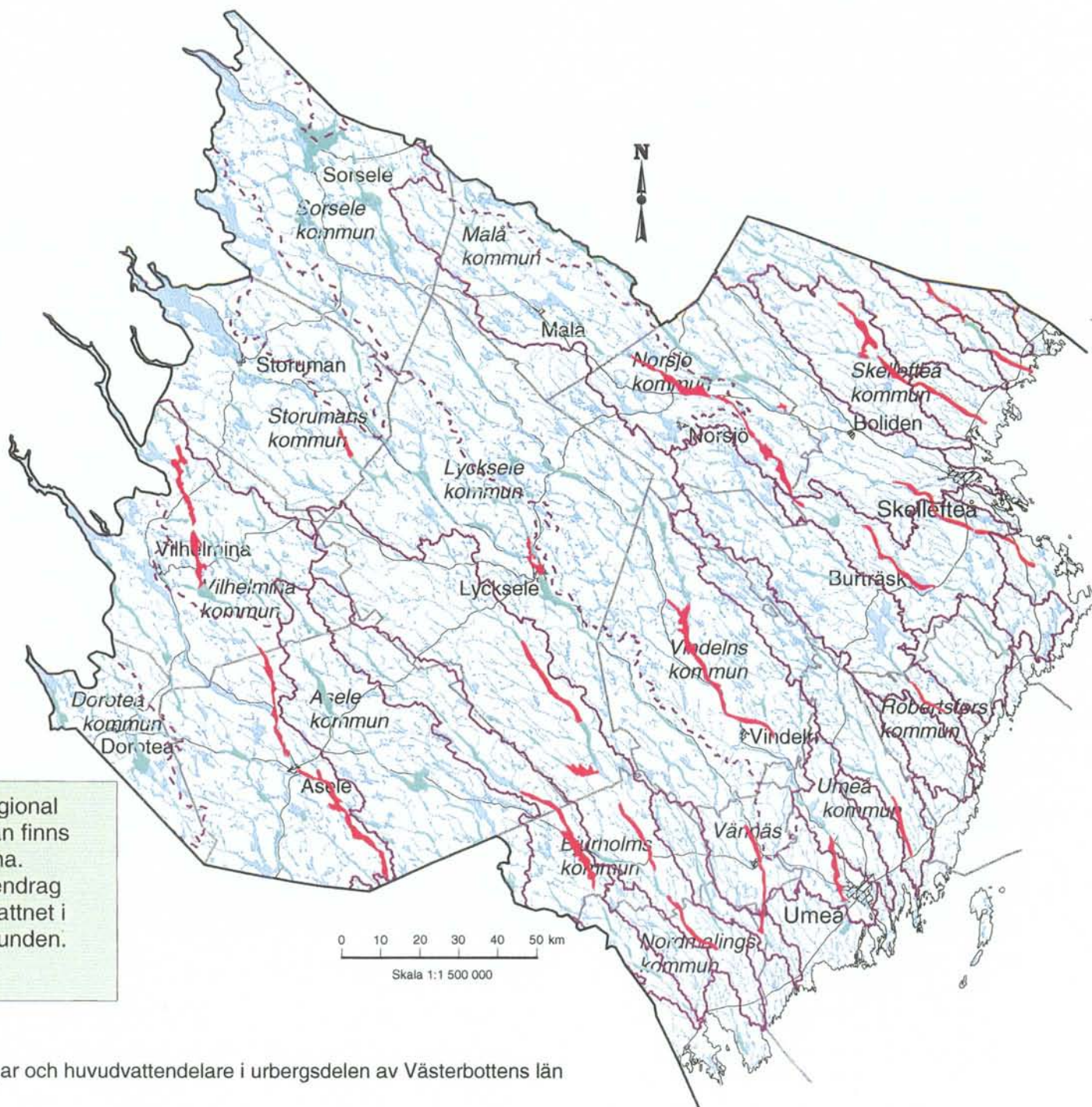


**Figur 20.** Vattnets kretslopp

**Bedömd grundvattentillgång**



- Huvudvattendelare
- Vattendelare för bilödenas avrinningsområden



Grundvattentillgångar av regional betydelse i Västerbottens län finns i de stora isälvsavlagringarna. Bottenviken, sjöar och vattendrag utgör recipienter för grundvattnet i både jordlagren och berggrunden. Vattendelare enligt SMHI.

**Figur 21.** Grundvattentillgångar och huvudvattendelare i urbergsdelen av Västerbottens län

följer i huvudsak ytvattnets avrinningsvägar. Det kan dock inte uteslutas att grundvatten som bildas i höjdområden inom eller utanför länet, även utbildar djupa, långa strömbanor som avviker från det regionala avrinningsmönstret.

### ***Grundvattentillgångar***

Grundvattentillgångar av regional betydelse i urbergsdelen av Västerbottens län återfinns i de stora stråken med isälvsavlagringar av vilka de största väsentligen följer de större älvdalarna. Genom att stora grundvattenmängder kan lagras och transporteras i isälvsavlagringarna, har dessa fått stor betydelse för den kommunala vattenförsörjningen i länet. I Figur 21 redovisas bedömda grundvattentillgångar i åsarna enligt SGUs grundvattenkarta över Sverige /67/. De avsnitt som bedöms ha uttagsmöjligheter överstigande 25 l/s utgör i allmänhet viktiga regionala tillgångar. Övriga åsavsnitt utgör på flera håll viktiga tillgångar för den kommunala vattenförsörjningen lokalt. Även berggrundsvatten nyttjas i den kommunala vattenförsörjningen men några stora tillgångar av regional betydelse bedöms inte förekomma. Däremot utgör berggrundsvattnet en viktig tillgång för den enskilda vattenförsörjningen.

### ***Berggrundens genomsläplighet***

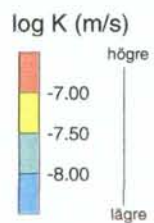
Berggrundens genomsläplighet (hydrauliska konduktivitet, K) i urbergsdelen av Västerbottens län har beräknats /69/ med hjälp av uppgifter om brunnsdjup, avsänkning och uttagskapacitet från ca 950 brunnar i SGUs brunnsarkiv. Brunnarna är ojämnt fördelade inom länet med flertalet brunnar belägna närmast kusten. Områden med låg brunnstäthet har sämre noggrannhet hos de interpolerade ytorna. Den beräknade hydrauliska konduktiviteten för brunnarna varierar i allmänhet mellan  $10^{-7}$  och  $10^{-8}$  m/s. Medianvärde för beräknat K är  $6,4 \times 10^{-8}$  m/s. Vid beräkningen har brunnar med mindre djup än 20 m i den kristallina berggrunden samt brunnar med större totaldjup än 140 m uteslutits. Vidare har samtliga energibrunnar uteslutits eftersom de vanligtvis är mycket djupa. Koncentrationen av energibrunnar till tätorter skulle därmed ge skenbart lägre genomsläplighet i dessa områden. Beräknade värden bedöms vara representativa för berggrundens genomsläplighet ned till ca 100 m djup.

Berggrundens hydrauliska konduktivitet har, baserat på en geostatistisk analys, interpolerats över urbergsdelen av länet, se Figur 22. Resultatet visar de regionala skillnaderna i genomsläplighet. Några påtagliga regionala skillnader kan inte noteras. Lokalt kan dock variationerna vara stora, främst beroende på om vattenförande sprickzoner påträffats vid brunnsborrningen. Av figuren framgår därför även läget för samtliga registrerade brunnar i länet med en bedömd uttagskapacitet överstigande 10 000 l/tim (52 st).

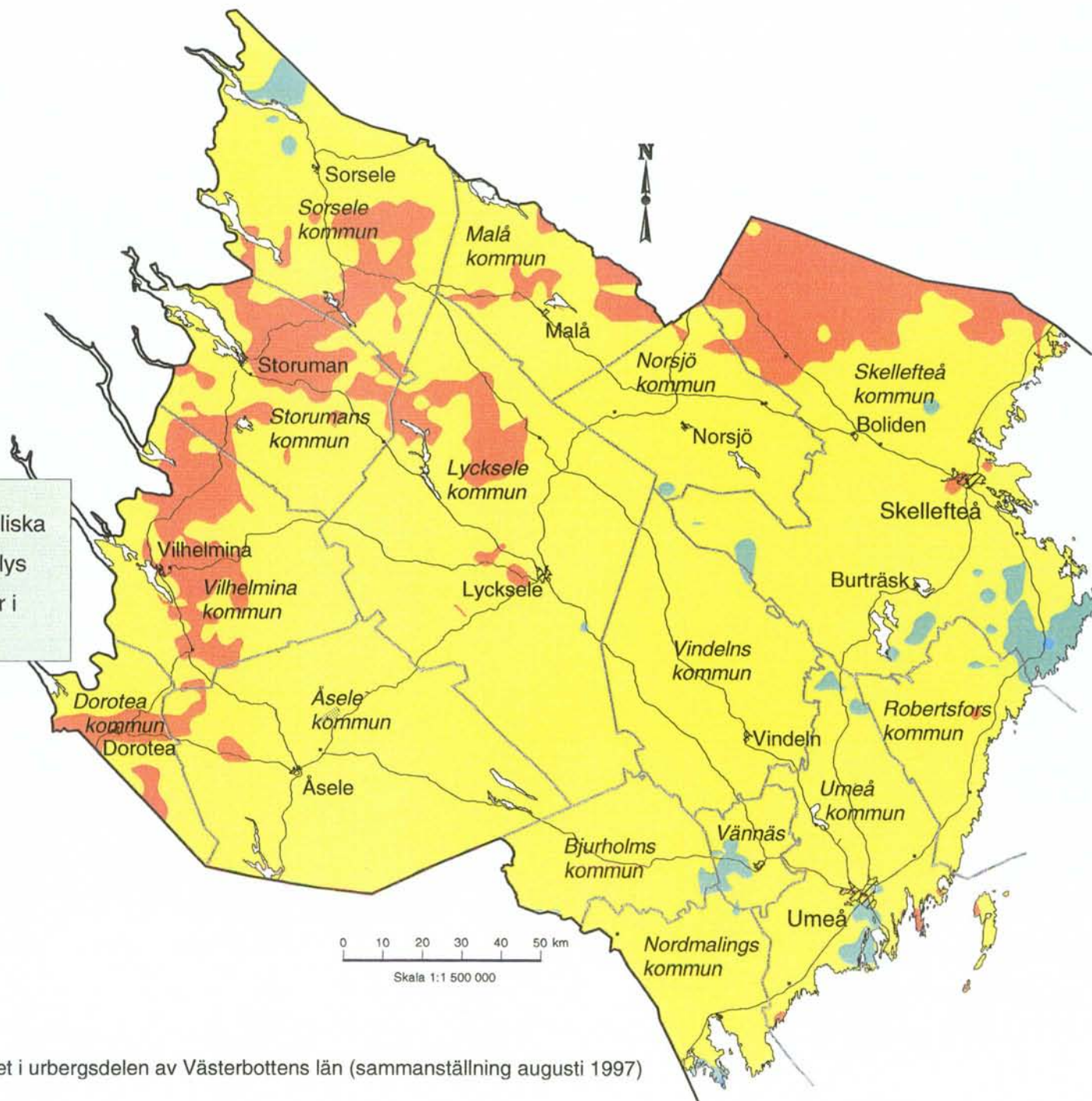
Erfarenheter från borrhålsundersökningar visar att genomsläpligheten i den kristallina berggrunden avtar med djupet /70/. Skillnaden i hydraulisk konduktivitet mellan nivån 100 m och 500 m under markytan kan uppgå till flera tiopotenser, vilket har stor betydelse för grundvattnets uppehållstid och strömningsvägar. Dessutom kan förhöjda salthalter i grundvattnet förväntas på de djup som är aktuella för ett förvar, särskilt i de kustnära områdena och längs älvdalarna. Den densitetsskillnad som föreligger mellan det söta, ytliga vattnet och det djupare, salta medför att grundvattenomsättningen ytterligare reduceras. Även på stora djup kan dock grundvattnets strömning påverkas av enskilda vattenförande sprickor och sprickzoner med en betydligt större genomsläplighet än omgivande berggrund.



Berggrundens genomsläpplighet (hydrauliska konduktivitet, K) i Västerbottens län. Analys baserad på ca 2700 bergborrade brunnar i SGUs brunnarsarkiv.



\* Brunn med kapacitet > 10 000 l/h



**Figur 22.** Berggrundens genomsläpplighet i urbergsdelen av Västerbottens län (sammanställning augusti 1997)



## *Grundvattnets kemi*

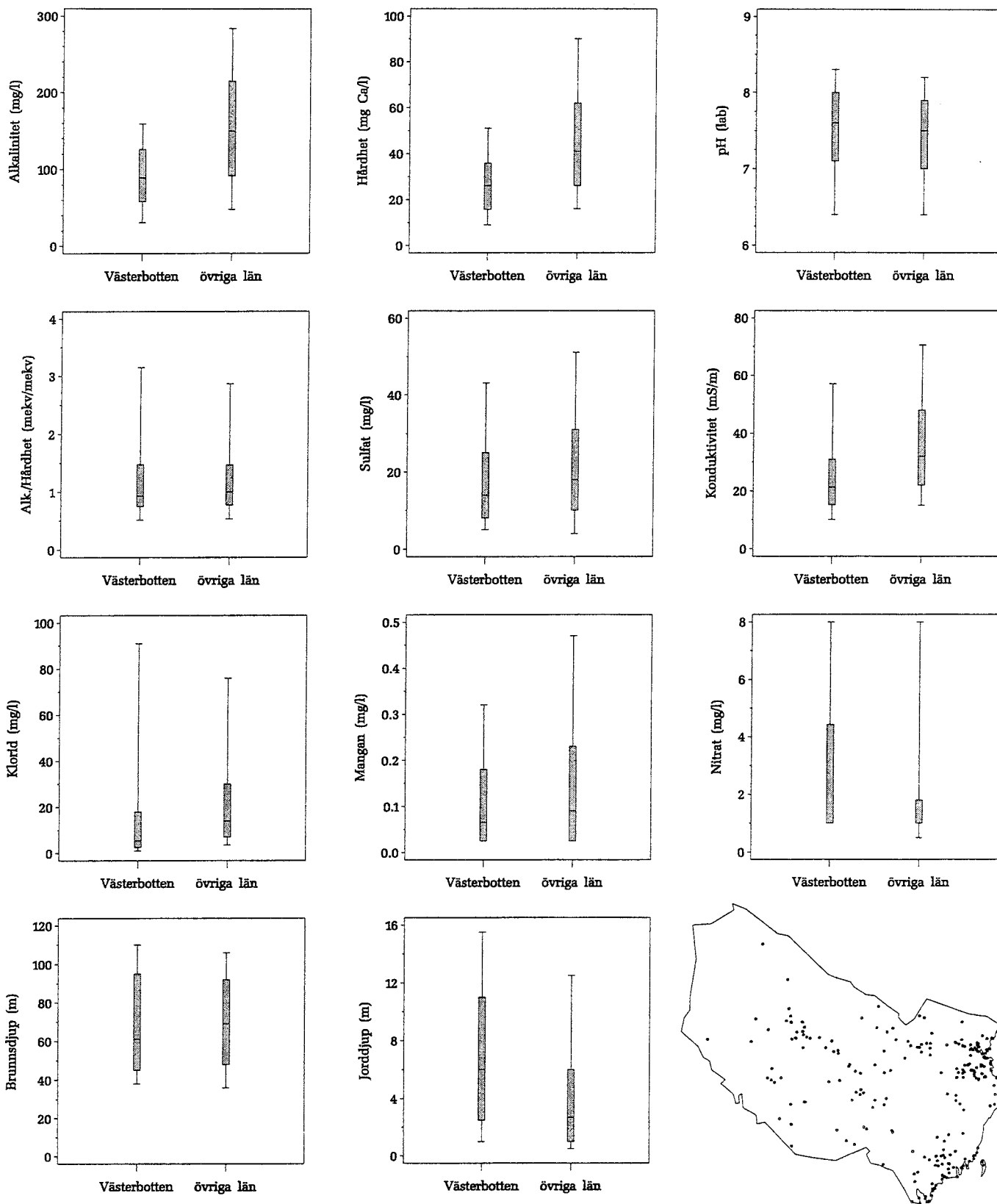
Beskrivningen av grundvattnets kemiska status baseras på en jämförelse mellan ca 200 bergborrade brunnar i urbergsdelen av Västerbottens län och ca 11 000 brunnar från övriga delen av landet /6/, se Figur 23. Brunnar i lättvittrade, huvudsakligen sedimentära bergarter har inte beaktats. Brunnarna är ojämnt fördelade inom länet och främst koncentrerade till kustzonen. Detta kan medföra att grundvattenkemin i de utvalda brunnarna kan avvika något från länets genomsnittliga tillstånd. Den grafiska presentationen utgörs av så kallade "box-plottar" där den undre och övre kanten på varje "box" visar undre respektive övre kvartilen. Den horisontella markeringen inom varje "box" visar medianvärdet. Den understa och översta markeringen visar 10- respektive 90-percentilen.

Vittringsberoende variabler som alkalinitet, totalhårdhet och konduktivitet har lägre värden i urbergsdelen av Västerbottens län än i övriga landet medan pH har något högre värden. Kvoten mellan alkalinitet och totalhårdhet är ungefär lika stor som riksgenomsnittet. Eftersom antropogen påverkan av starka syror från nederbörden sannolikt är lägre än riksgenomsnittet borde kvoten vara högre. Att så inte är fallet kan exempelvis bero på syrapåverkan genom oxidation av sulfidhaltiga mineral. Nitrathalten är ungefär lika hög som i övriga delar av landet.

Kloridhaltens medianvärde är lägre jämfört med övriga län (se även Figur 7 i inledningen). Låga kloridhalter är typiska för höglänta områden över högsta kustlinjen (HK, se röd linje på Figur 7). Låglänta områden under högsta kustlinjen har ofta höga kloridhalter, eftersom reliktsaltvatten är vanligt förekommande. Förhöjda kloridhalter vid uttag av grundvatten i kustnära områden kan också orsakas av inträngning av salt vatten från Bottenhavet. Den högsta kloridhalten som uppmätts i bergborrade brunnar i länet uppgår till 2000 mg/l att jämföra med Bottenhavet och världshaven som har halter omkring 3000 respektive 20000 mg/l. Sannolikt styrs förekomsten av reliktsaltvatten under HK till stor del av de topografiska betingelserna. I kuperad och höglänt terräng är grundvattnets omsättning generellt sett snabbare än i flacka och låglänta områden, vilket påverkar takten av "ursköljning" av det salta vattnet med sött grundvatten. Västerbottens län har mer kuperad terräng jämfört med andra kustlän.

Grundvattnet i länet bedöms i allmänhet ej vara aggressivt med hänsyn till höga pH-värden. I enstaka fall kan dock en förhållandevis hög kvot mellan sulfat och alkalinitet medföra risk för aggressivt grundvatten.

Brunnsdjupen är ungefär lika stora som i övriga län medan jorddjupen är något större än i övriga län vilket kan bidra till höga pH-värden. Stora jorddjup borde också resultera i höga värden hos alkalinitet, totalhårdhet och konduktivitet vilket inte är fallet. Norra delen av Sverige har allmänt jonsvagt grundvatten vilket bl.a. kan vara ett resultat av kort omsättningstid hos grundvattnet och stor grundvattenbildning. Stora delar av länet befinner sig också över högsta kustlinjen vilket kan bidra till lägre jonstyrka hos grundvattnet.



Antal analyser i Västerbottens län och övriga delen av landet:

	HCO <sub>3</sub>	Hårdhet	pH	HCO <sub>3</sub> /Hårdhet	SO <sub>4</sub>	Konduktivitet	Cl	Mn	NO <sub>3</sub>	Jorddjup	Brunnsdjup
Västerbotten	266	252	266	252	252	226	230	180	121	63	266
Övriga län	11481	10816	11804	10797	6938	9040	10570	9238	8634	8331	11819

**Figur 23.** Grundvattnets kemi samt brunnsdjup och jorddjup för bergborrade brunnar i Västerbottens län jämfört med övriga delar av landet. Brunnar i lättvittrade, huvudsakligen sedimentära bergarter har inte beaktats. 10-percentil, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och 90-percentil redovisas i form av "box-plottar". Uppgifter från brunnsarkivets kemiarkiv som visas i insättskantan.

## 9 Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar

### *Sammanfattande slutsatser*

*Berggrunden* inom urbergsdelen av Västerbottens län utgörs huvudsakligen av ofta kraftigt omvandlade äldre (ca 1950-1870 miljoner år) metasedimentära bergarter och yngre (1825-1770 miljoner år) djupbergarter, vanligen granit. I området från Skellefteå mot VNV upp till Malå-Sorsele finns stora volymer av metavulkaniska bergarter. Diabasgångar uppträder i betydande mängd i vissa stråk, främst sydväst om Åsele och väster om Lycksele.

Yngre graniter är generellt sett gynnsamma ur säkerhets- och byggnadsteknisk synpunkt. Metasedimentära bergarter kan visserligen inte allmänt anses vara ogynnsamma men inom det stora området i länets sydöstra del är bergarterna vanligen grafit- och magnetkisförande, vilket gör att en lokalisering av ett djupförvar till detta område bedöms som mindre aktuell. Meta-vulkaniska bergarter och diabasgångar är generellt sett olämpliga i detta sammanhang.

Information om *berggrundens homogenitet* föreligger mycket sparsamt och inga systematiska undersökningar har utförts. Dock kan konstateras att berggrunden sällan är helt homogen över större områden. Inhomogeniteter förekommer i form av t.ex. gångbergarter, inneslutningar och sprickor. Berggrunden i kustområdet är ofta inhomogen till följd av stark migmatisering och i övrigt kan nämnas inneslutningar av äldre berggrund i de yngre graniterna, både i små massiv och i randzonerna till de större. Vidare förekommer, som tidigare påpekats, rikligt med diabasgångar i några områden.

Urbergsdelen av Västerbottens län är mycket rikt på *mineral- och bergartsresurser*. Här återfinns Sveriges i dag viktigaste malmfält, Skelleftefältet, som sträcker sig från Skellefteå mot VNV upp till och förbi Malå. I Skelleftefältet uppträder ett mycket stort antal malmer och mineraliseringar. De viktigaste malmtyperna utgörs av komplexa sulfidmalmer (koppars, zink, bly), ofta guldförande, i metavulkaniska bergarter. Dessutom finns rena guldförekomster. Även industrimineral såsom kvarts, fältspat och grafit förekommer och flera fyndigheter har tidigare bearbetats. Prospekteringsaktiviteten är mycket hög och inom stora områden har tillstånd beviljats för undersökning eller brytning. Därutöver är många ansökningar om undersökningstillstånd under behandling. Inte bara Skelleftefältet berörs utan också stora områden främst från nordväst om Sorsele söderut via Storuman till Lycksele. Områden inom vilka undersökningstillstånd sökts har i denna utredning betraktats som malmpotentiell berggrund. Emellertid är det vanligt att ansökningarna inledningsvis omfattar större områden och att dessa, i samband med att tillstånd beviljas, begränsas av det prospekterande företaget. Arealen malmpotentiell berggrund i länet kan därmed ha överskattats.

*Plastiska skjuvzoner* är vanligt förekommande i östra delen av Västerbottens län. I västra delen av urbergsområdet, där yngre graniter dominerar, är antalet plastiska skjuvzoner betydligt färre. Riktningarna är huvudsakligen VNV och NO till ONO. Norr om Skelleftefältet, men också i några fall söder därom, uppträder plastiska skjuvzoner i riktning N-S. Inom breda system av plastiska skjuvzoner finns ibland tektoniskt i stort sett opåverkade linser. *Sprickzoner* uppträder med riktningar VNV till N-V, ONO till O-V och i de östra delarna av länet N-S. Storleken av de berggrundsblock som avgränsas av uthålliga sprickzoner är i stort sett konstant. En viss tendens till mindre block (ökad frekvens av sprickzoner) mot öster kan dock skönjas.

Med avseende på *jordarter* kan urbergsdelan av Västerbottens län indelas i tre områden. Inlandet och kuststräckan mellan Umeå-Robertsfors domineras av morän och torv samt isälvs-sediment och älvsediment i dalgångarna. Andelen berg i dagen är låg. Övriga delar, kust-sträckorna söder om Umeå samt norr om Robertsfors karaktäriseras av hög (i söder mycket hög) andel blottat berg. Inom bägge områdena är svallsediment vanligt förekommande, i norr dessutom morän. Liksom inom undersökningsområdet i övrigt förekommer i dalgångarna isälvs-sediment och älvsediment. Jordjupen varierar starkt från plats till plats men avtar gene-rellt mot höjderna. Stora mäktigheter (40-60 m, lokalt över 80 m) förekommer främst i älv-dalarna. Utanför dalgångarna är jorddjupet i allmänhet 10-15 m.

De kustnära delarna av länet ligger inom ett bälte längs norrlandskusten där *jordskalv* före-kommer mer frekvent. Vidare finns dokumenterade *sen- eller postglaciala rörelser* främst från länets östra delar. Förkastningsliknande strukturer samt spår av jordskred, av möjlig sen-eller postglacial ålder, har även rapporterats från inlandet, exempelvis från Malå och Stor-umans kommuner. Den nuvarande *landhöjningen*, eller egentligen strandförskjutningen som betecknar samspelet mellan landets höjning och havsyntans höjning eller sänkning, uppgår till 0,8-0,9 m/100 år längs kusten samt något lägre, 0,65 m/100 år, i inlandet. Värdena för den östra delen av länet är de högsta i landet.

Ur *hydrogeologisk synvinkel* kan konstateras att berggrundens genomsläpplighet i urbergs-delen av Västerbottens län visar på små regionala skillnader men betydande lokala variationer. Grundvattnets djupa, långa strömbanor utbildas i höjdområdena i de västra delarna av länet. Utströmning sker i första hand till större vattendrag och sjöar samt till Bottenhavet. Stora höjdskillnader i länet medför att grundvattnets flödes-hastighet ökar och att omsättningstiden blir jämförelsevis kort. Grundvattentillgångar av regional betydelse i länet återfinns i stråken med isälvsavlagringar. Grundvattnets kemiska sammansättning är i stort sett normal jämfört med övriga landet. Noterbart är att sammansättningen tyder på försurningspåverkan. Förmod-ligen beror detta inte på sur nederbörd utan snarare på oxidation av sulfidhaltiga mineral.

### ***Områden lämpliga för vidare undersökning***

Ett område med potentiellt gynnsamma geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djup-förvar av använt kärnbränsle karaktäriseras av:

- En homogen berggrund.
- En berggrund som inte utgör en potentiell mineral- eller bergartsresurs.
- Avsaknad av större deformationszoner (plastiska skjuvzoner, sprickzoner och förkast-ningar).
- Inga indikationer på sen- eller postglaciala förkastningsrörelser.

Vidare är det en fördel om jordmäktigheten är måttlig. Vattengenomsläppligheten bör vara låg vilket vanligen är fallet om berggrunden är homogen och sprickfrekvensen låg. Utströmning av vatten från det område där förvaret är beläget bör ske till en stor recipient. Isälvsavlagringar bör behandlas med försiktighet på grund av deras betydelse som grundvattentillgångar. För-siktighet bör iaktas vid en lokalisering av ett djupförvar till ett seismiskt mer aktivt område.

Områden som uppfyller dessa villkor återfinns inom stora domäner mellan plastiska skjuv-zoner samt relativt opåverkade tektoniska linser inom de större plastiska skjuvzonerna. Dessa domäner och linser genomkorsas dock av uthålliga sprickzoner som också måste undvikas.

Detta innebär att de mest gynnsamma områdena utgörs av berggrundsblock mellan uthålliga sprickzoner inom regioner som inte är påverkade av plastisk skjuvdeformation och som uppfyller de andra villkoren noterade ovan.

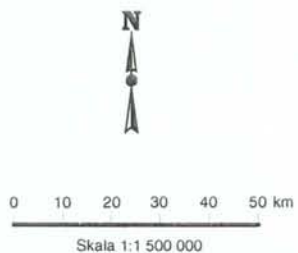
Urbergsdelen av Västerbottens län har, ur geologisk synvinkel, indelats i första hand i områden som bedöms olämpliga, sannolikt olämpliga, sannolikt lämpliga respektive lämpliga för vidare studier med syfte att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle, se Figur 24. Områden som har bedömts vara lämpliga för vidare studier, men visar en förhöjd frekvens av registrerade jordskalv, har också urskiljats, se Figur 24. I de områden där bedömningen sannolikt olämpligt och sannolikt lämpligt har gjorts saknas såväl modern berggrundsgeologisk information i skala 1:50 000 som flyggeofysisk information. Bedömningar i dessa områden baseras på översiktligt geologiskt material och är därför mer osäker. Områden som bedömts som olämpliga eller sannolikt olämpliga har utökats med en ca 1 km bred randzon för att undvika att olämpliga områden på grund av osäker gränsdragning klassificeras som lämpliga.

Bedömningen baseras på länets förutsättningar med avseende på berggrundens sammansättning, framtida prospekteringsintresse och tolkade deformationszoner. Detaljerade undersökningar, exempelvis förstudier av enskilda kommuner och platsundersökningar, krävs dock för att slutgiltigt identifiera berggrundsblock som uppfyller ovannämnda förutsättningar och andra krav som ställs på ett djupförvar. Generellt kan konstateras att frekvensen jordskalv är förhöjd i den östra delen av länet. I denna del finns även flera fall av dokumenterade sen- eller postglaciala berggrörelser. Jordtäcketets sammansättning och mäktighet samt de hydrogeologiska förhållandena har inte i denna skala legat till grund för att gradera områden med olika geologiska förutsättningar. Någon rangordning mellan intressanta områden är inte möjlig på befintligt material.

I samband med förstudierna i Storumans och Malå kommuner /71, 72/ gjordes en bedömning ur geologisk synvinkel av områden inom dessa kommuner som ansågs lämpliga för vidare undersökning, se Figurer 25 och 26. Dessa områden finns också redovisade i Figur 24.

De områden inom urbergsdelen av Västerbottens län som ur geologisk synvinkel bedömts att vara **olämpliga** eller **sannolikt olämpliga** för vidare undersökning är följande:

- Ett stort område i norra delen av länet, från Skellefteå mot nordväst till Norsjö och Sorsele, inkluderande det s.k. Skelleftefältet. Detta område är ett av de mest prospekteringsintressanta områden i Sverige och genomkorsas dessutom av flera plastiska skjuvzoner med både VNV- och NS-lig riktning. På några ställen finns strukturer som har tolkats som sen- eller postglaciala.
- Två områden nordväst respektive söder om Lycksele. Bägge områdena är intressanta ur prospekteringssynpunkt och tolkningen påvisar ett antal plastiska skjuvzoner.
- En betydande del av kustområdet från Skellefteå till Umeå. Området genomkorsas av ett komplext nätverk av plastiska skjuvzoner, inkluderande den s. k. Nickelzonen som även är prospekteringsintressant. Strukturer tolkade som sen- eller postglaciala finns också i området. Omvandlingsgraden är hög vilket medför att berggrunden får en inhomogen karaktär och bergarterna är vanligen grafit- och magnetkisförande.

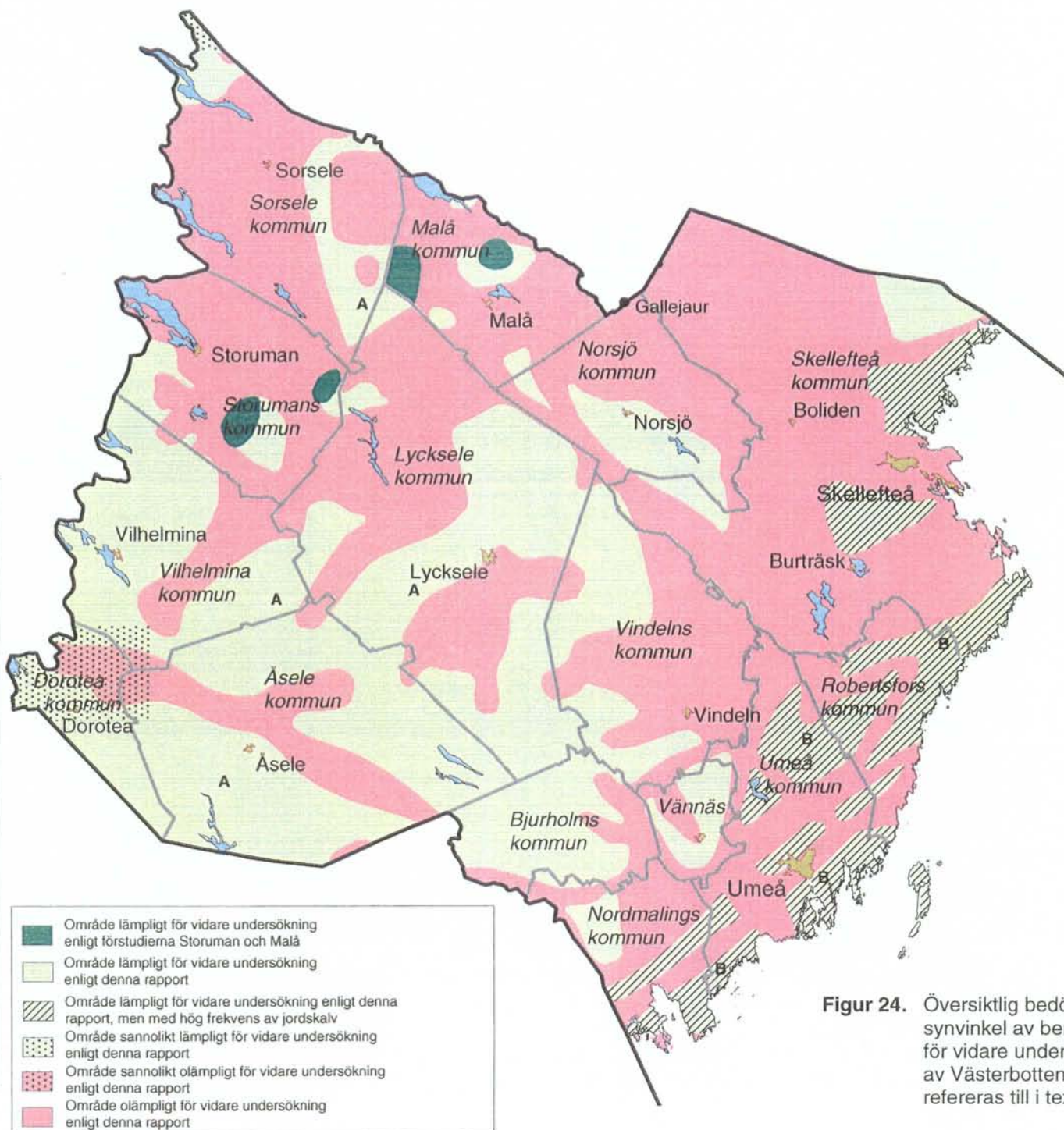


Klassificering ur geologisk synvinkel av berggrundens lämplighet för vidare undersökning för att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle.

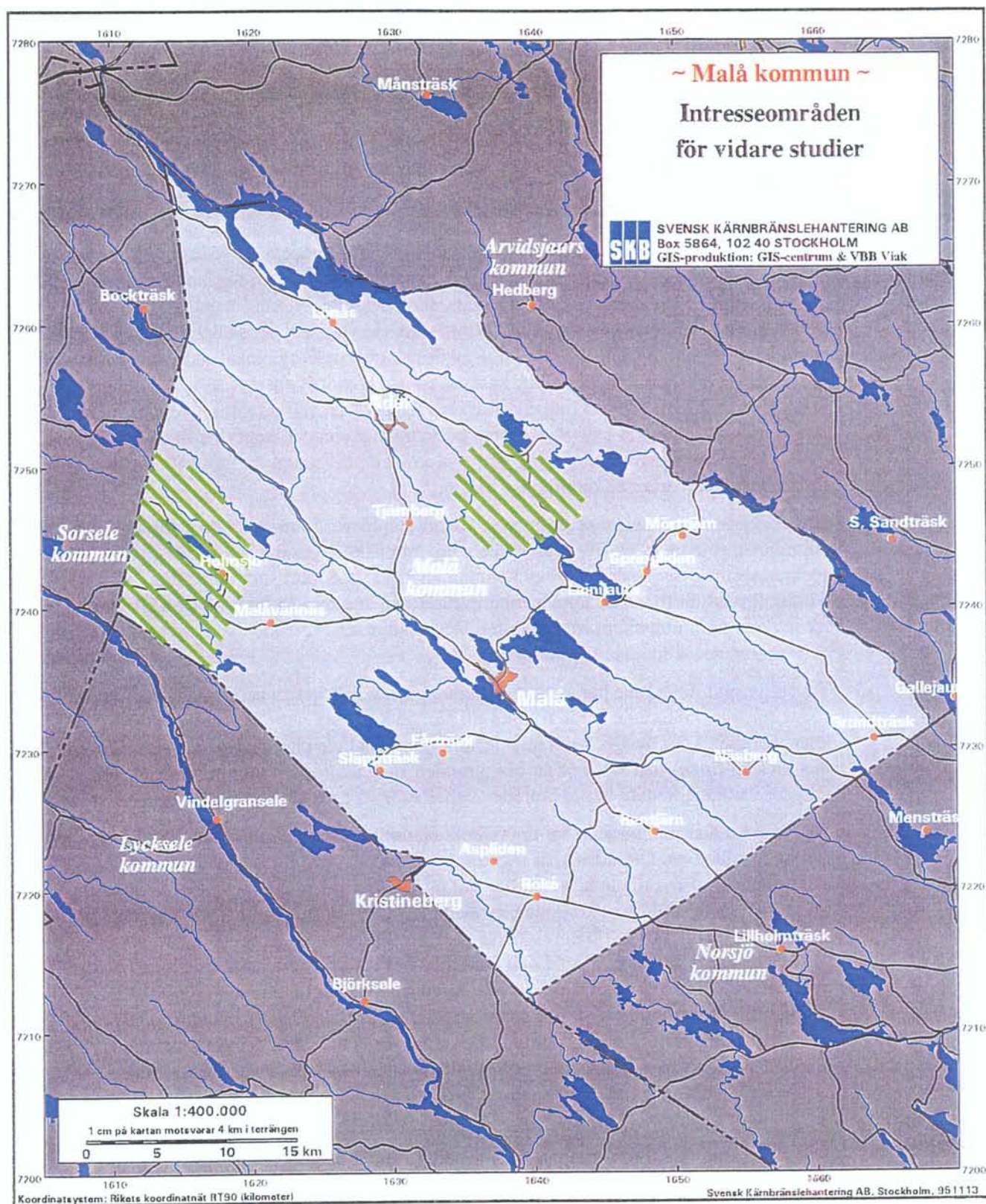
I områden där bedömningen "sannolikt olämpligt" och "sannolikt lämpligt" har gjorts saknas såväl modern berggrundsgeologisk information i skala 1:50 000 som flyg-geofysisk information.

Bedömningen i dessa områden baseras huvudsakligen på äldre geologiskt material och är mer osäker.

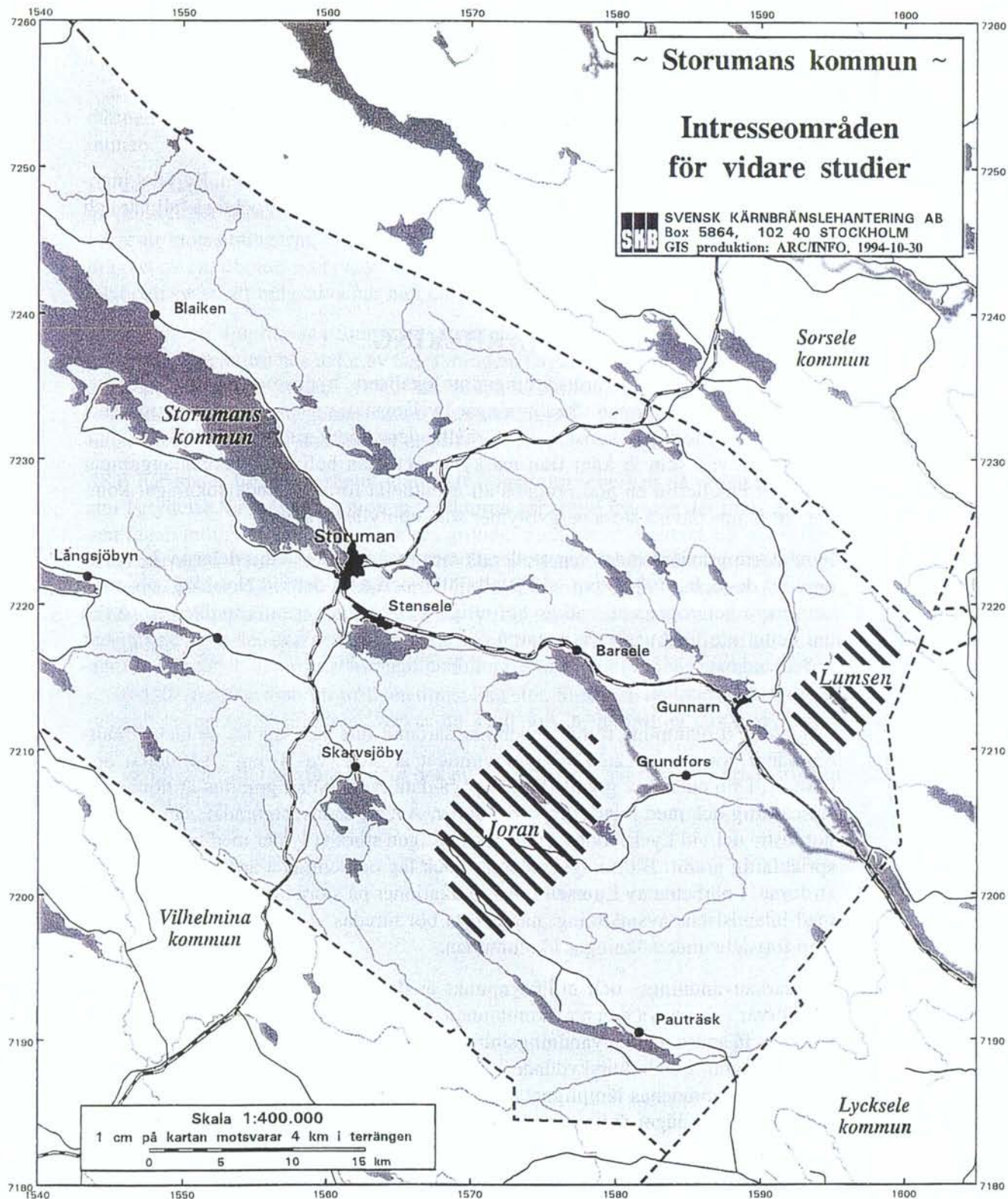
Områden som är intressanta för vidare undersökning enligt förstudierna Storuman och Malå har tagits från SKBs slutrapporter för dessa kommuner /71, 72/.



**Figur 24.** Översiktlig bedömning ur geologisk synvinkel av berggrundens lämplighet för vidare undersökningar i urbergsdelen av Västerbottens län. Områdena A-B refereras till i texten



**Figur 25.** Intressanta områden i Malå kommun för vidare undersökning för att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle enligt förstudien Malå /72/



**Figur 26.** Intressanta områden i Storumans kommun för vidare undersökning för att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle enligt förstudien Storuman /71/



- Ett relativt smalt område i sydväst, norr om Åsele och Dorotea längs en tolkad plastisk skjuvzon som dessutom är potentiellt malmförande.

Områden vilka tolkats som **lämpliga** eller **sannolikt lämpliga** för vidare undersökning utgör ungefär hälften av länets yta. De områden som bedömts som gynnsamma inom den centrala och västra delarna av studieområdet domineras av yngre granit. Intressanta områden i kustregionen i den östra delen av länet domineras av starkt omvandlade metasedimentära bergarter med inslag av granitoider och yngre graniter. Regionalt betydande plastiska deformationszoner har inte kunnat påvisas i dessa områden och bergarterna är inte intressanta ur prospekteringssynpunkt. Som tidigare påpekats är det berggrundsblocken mellan de uthålliga sprickzonerna och stråken av isälvsavlagringar som är intressanta.

Om mer detaljerade undersökningar skulle bli aktuella i de gynnsamma områdena i urbergsdelen av Västerbottens län bör några faktorer särskilt beaktas:

- Den relativt höga frekvensen av diabasgångar i västra delen av studieområdet (A i Figur 24) och de problem som detta kan medföra i form av inhomogen berggrund och ökad vattengenomsläpplighet längs kontakterna till dessa gångar.
- Den ofta inhomogena berggrunden i kustområdet där bergarterna är starkt omvandlade och vanligen grafit- och magnetisförande (B i Figur 24).
- De stora höjdskillnaderna i länet i sin helhet som medför att grundvattnets flödes hastighet ökar och att omsättningstiden blir jämförelsevis kort.
- Slutligen bör, om vidare studier skulle bli aktuella i något av de områdena som visar en förhöjd frekvens av registrerade jordskalv, kompletterande studier göras avseende jordskalvens betydelse för ett djupförvar.

Förekomst och utsträckning av områden som är av intresse för vidare undersökning har definierats utifrån ett översiktligt och delvis ofullständigt underlag. Som redan påpekats krävs stegvis mer detaljerade undersökningar för att med säkerhet avgöra om ett område är geologiskt lämpligt för ett djupförvar. Det kan förväntas att potentiellt gynnsamma områden som framkommer i en mer detaljerad studie är mindre och mera väldefinierade än de större, mera generaliserade områden som länsöversikten ger (se också nedan). Mer detaljerade undersökningar kan påvisa ogynnsamma förhållanden i områden som har bedömts som lämpliga i denna studie. På samma sätt kan detaljerade undersökningar identifiera gynnsamma förhållanden i delar av länet som inte bedöms som lämpliga i länsundersökningen. Resultatet av den utförda länsstudien visar endast inom vilka områden det i första hand bedöms meningsfullt att påbörja mer detaljerade undersökningar.

### *Förstudier av Storumans och Malå kommuner - en kommentar*

De potentiellt gynnsamma områden som framkommit i förstudierna av Storumans och Malå kommuner /71, 72/ är mindre och mera väldefinierade än de större, mera generaliserade områden som länsöversikten ger, se Figur 24. Det beror på att förstudierna bygger på mer detaljerade studier i en mer detaljerad skala och att större hänsyn har tagits till faktorer som frekvens av sprickzoner, berggrundens homogenitet samt även berggrundens sammansättning mot djupet. Förstudierna i Storumans och Malå kan därmed ge en antydning om hur resultaten från eventuella förstudier av andra kommuner i länet skulle kunna gestalta sig.

I Storumans kommun berörs ett av de två potentiellt gynnsamma granitområdena av en an sökning om mineralundersökningstillstånd som gjorts efter det att förstudien genomförts. Området ligger emellertid just i utkanten av det område som undersökningstillståndet omfattar och det är, som tidigare berörts, mindre sannolikt att själva granitområdet kommer att bli föremål för mineralprospektering.

## 10 Referenser

- 1 **La Pointe, P., Wallman, P., Thomas, A. & Follin, S., 1997:** A methodology to estimate earthquake effects on fractures intersecting canister holes. SKB TR 97-07, 1-61.
- 2 **Stephens, M.B., Wahlgren, C.-H. & Weihed, P., 1994:** Karta över Sveriges berggrund, skala 1:3 000 000. Sveriges geologiska undersökning, Ba 51.
- 3 **Persson, C., 1994:** Sveriges jordartsregioner. I: C. Fredén (red.), *Berg och Jord*. — Sveriges Nationalatlas, 143-149.
- 4 **Jonasson, C., 1996:** Landet. I: S. Helmfrid (red.), *Sveriges Geografi*. — Sveriges Nationalatlas, 16-41.
- 5 **Aastrup, M., Engqvist, P., Müllern, C.-F. & Söderholm, H., 1994:** Grundvattnet. I: C. Fredén (red.), *Berg och Jord*. — Sveriges Nationalatlas, 154-171.
- 6 **Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995:** Grundvattnets kemi i Sverige. Naturvårdsverket, rapport 4415, 1-52.
- 7 **Lundqvist, T., Bygghammar, B., Stephens, M.B., Beckholmen, M. & Norling, E., 1994:** Sveriges berggrund i skala 1:1 250 000. I: C. Fredén (red.), *Berg och jord*. — Sveriges Nationalatlas.
- 8 **Lundqvist, T., Bøe, R., Kousa, J., Lukkarinen, H., Lutro, O., Roberts, D., Solli, A., Stephens, M. & Weihed, P., 1996:** Bedrock map of central Fennoscandia. Scale 1:1 000 000. Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden. .
- 9 **Gavelin, S. & Kulling, O., 1955:** Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. Sveriges geologiska undersökning, Ca 37, 1-296.
- 10 **Nilsson, G. & Kero, L., 1986:** Berggrundskartan 21J Vindeln NV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 9.
- 11 **Nilsson, G. & Kero, L., 1986:** Berggrundskartan 21J Vindeln NO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 10.
- 12 **Nilsson, G. & Kero, L., 1986:** Berggrundskartan 21J Vindeln SV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 11.
- 13 **Nilsson, G. & Kero, L., 1986:** Berggrundskartan 21J Vindeln SO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 12.
- 14 **Nilsson, G. & Kero, L., 1989:** Berggrundskartan 20K Umeå NV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 37.

- 15 **Nilsson, G. & Kero, L., 1989:** Berggrundskartan 20K/20L Umeå NO/ Holmön NV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 38.
- 16 **Nilsson, G. & Kero, L., 1989:** Berggrundskartan 19K Bonden NV/20K Umeå SV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 39.
- 17 **Björk, L. & Kero, L., 1988:** Berggrundskartan 20I Björna SV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 25.
- 18 **Björk, L. & Kero, L., 1988:** Berggrundskartan 20I Björna SO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 26.
- 19 **Björk, L. & Kero, L., 1988:** Berggrundskartan 20I Björna NO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 24.
- 20 **Björk, L. & Kero, L., 1988:** Berggrundskartan 20I Björna NV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 23.
- 21 **Björk, L. & Kero, L., 1988:** Berggrundskartan 21I Fredrika SO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 32.
- 22 **Björk, L. & Kero, L., 1988:** Berggrundskartan 21I Fredrika NV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 29.
- 23 **Björk, L. & Kero, L., 1988:** Berggrundskartan 21 Fredrika NO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 30.
- 24 **Björk, L. & Kero, L., 1988:** Berggrundskartan 21I Fredrika SV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 31.
- 25 **Björk, L. & Kero, L., 1992:** Berggrundskartan 19J/20J Husum NO/Vännäs SO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 55.
- 26 **Björk, L. & Kero, L., 1992:** Berggrundskartan 20J Vännäs NV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 52.
- 27 **Björk, L. & Kero, L., 1992:** Berggrundskartan 20J Vännäs NO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 53.
- 28 **Björk, L. & Kero, L., 1992:** Berggrundskartan Vännäs SV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 54.
- 29 **Sukotjo, S. & Kero, L., 1992:** Berggrundskartan 20H Junsele NV, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 71.
- 30 **Sukotjo, S. & Kero, L., 1992:** Berggrundskartan 20H Junsele NO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 72.

- 31 **Lundqvist, T., (red.), 1993:** Radiometric dating results, Division of Bedrock Geology, Geological Survey of Sweden. Sveriges geologiska undersökning, C 823, 1-76.
- 32 **Lundqvist, T., (red.), 1996:** Radiometric dating results 2, Division of Bedrock Geology, Geological Survey of Sweden. Sveriges geologiska undersökning, C 828, 1-71.
- 33 **Lundqvist, T., (red.), 1997:** Radiometric results 3, Division of Bedrock Geology, Geological Survey of Sweden. Sveriges geologiska undersökning, C 830, 1-88.
- 34 **Greiling, R.O., Zachrisson, E., Björk, L. & Kero, L., 1995:** Berggrundskartan 22G Vilhelmina NO, 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning, Ai 86.
- 35 **Wahlgren, C.-H., (red), 1995:** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående undersökningar 1994. Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden nr 79, 1-132.
- 36 **Wahlgren, C.-H., (red), 1996:** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående undersökningar 1995. Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden nr 84, 1-154.
- 37 **Wahlgren, C.-H., (red.), 1997:** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående undersökningar 1996. Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden nr 89, 1-116.
- 38 **Statens Industriverk, 1979:** Berg och malm i Västerbottens län. SIND PM 1979:9, 1-154.
- 39 **Lindroos, H., 1994:** Förstudie Malå. Malmer och mineral inom Malå kommun. SKB PR 44-94-028.
- 40 **Lindroos, H., 1994:** Förstudie Storuman. Malmer och mineral inom Storumans kommun. SKB PR 44-94-008.
- 41 **Högbom, A.G., 1899:** Skelleftefältets geologi och bergarter. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 21, 636-638.
- 42 **Bergman Weihed, J., 1997:** Regional deformation zones in the Skellefte and Arvidsjaur areas. Opublicerad FoU-rapport (SGU), 1-35.
- 43 **Granlund, E., 1943:** Beskrivning till jordartskarta över Västerbottens län nedanför odlingsgränsen. Sveriges geologiska undersökning, Ca 26, 1-165.
- 44 **Svedlund, J.-O., 1985:** Kvartärgeologiska kartan 21K Robertsfors/21L Ånäset. Sveriges geologiska undersökning, Ak 1.

- 45 **Hellström, G., 1987:** Kvartärgeologiska kartan 22J Kalvträsk. Sveriges geologiska undersökning, Ak 4.
- 46 **Eklund, A., Sundh, M. & Wiberg, B., 1989:** Kvartärgeologiska kartan 20I Björna/21I Fredrika. Sveriges geologiska undersökning, Ak 7.
- 47 **Rodhe, L., Sundh, M. & Wiberg, B., 1990:** Beskrivning till kvartärgeologiska kartorna 22K/22L Skellefteå/Rönnskär och 23K/23L Boliden/Byske. Sveriges geologiska undersökning, Ak 2-3, 1-32.
- 48 **Svedlund, J.-O. & Wiberg, B., 1990:** Kvartärgeologiska kartan 20H Junsele/21H Åsele. Sveriges geologiska undersökning, Ak 8.
- 49 **Eklund, A., 1991:** Beskrivning till kvartärgeologiska kartorna 19J/20J Husum/Vännäs och 20K/20L Umeå/Holmön. Sveriges geologiska undersökning, Ak 5-6, 1-35.
- 50 **Eklund, A., 1992:** Kvartärgeologiska kartan 21G Dorotea. Sveriges geologiska undersökning, Ak 10.
- 51 **Rodhe, L., 1995:** Kvartärgeologiska kartan 21J Vindeln. Sveriges geologiska undersökning, Ak 19.
- 52 **Lundqvist, J., 1994:** Inlandsisens avsmältning. I: C. Fredén (red.), *Berg och Jord*. — Sveriges Nationalatlas, 124-135.
- 53 **Bergström, R., 1968:** Stratigrafi och isrecession i södra Västerbotten. Sveriges geologiska undersökning, C 634, 1-76.
- 54 **Boulton, G.S., Smith, G.D., Jones, A.S. & Newsome, J., 1985:** Glacial geology and glaciology of the last mid-latitude ice sheets. *Journal of the Geological Society of London* 142(3), 447-474.
- 55 **Eklund, A., Hellström, G., Rodhe, L., Sundh, M., Svedlund, J.-O. & Wiberg, B., 1991:** Till stratigraphic studies in Västerbotten, northern Sweden - some preliminary results. *Striae* 34, 99-102.
- 56 **Björnbom, S., 1979:** Clayey basal till in central and northern Sweden. A deposit from an old phase of the Würm glaciation. Sveriges geologiska undersökning, C 573, 1-62.
- 57 **Robertsson, A.-M. & Garcia Ambrosiani, K., 1992:** The Pleistocene in Sweden - a review of research, 1960-1990. I: A.-M. Robertsson, Ringberg, B., Miller, U., Brunnberg, L. (red.), *Quaternary stratigraphy, glacial morphology and environmental changes*. — Sveriges geologiska undersökning, Ca 81, 299-306.
- 58 **Johansson, K., Ransed, G. & Rodhe, L., 1993:** Förstudie Storuman. Beskrivning till jordartskarta över Storumanområdet. SKB PR 44-94-004, 1-8.

- 59 **Lagerbäck, R., 1988:** The Veiki moraines in northern Sweden - widespread evidence of an Early Weichselian deglaciation. *Boreas* 17, 469-486.
- 60 **Fredén, C., 1996:** Erosionsrisker längs älvarna i Sollefteå kommun. I: O. Selinus (red.), *Miljögeologi*. — Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och Meddelanden 86, 23-28.
- 61 **Lagerbäck, R., 1979:** Neotectonic structures in northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 100, 263-269.
- 62 **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.
- 63 **Lagerbäck, R., 1991:** Seismically deformed sediments in the Lansjärv area, Northern Sweden. SKB TR 91-17, 1-58.
- 64 **Muir Wood, R., 1993:** A review of the seismotectonics of Sweden. SKB TR 93-13, 1-225.
- 65 **Lagerbäck, R., 1994:** Fältkontroll av neotektoniska indikationer inom Storumanområdet. I Lindroos, H., Isaksson, H., Johansson, R. & Lagerbäck, R., Förstudie Storuman. *Geologiska fältkontroller och geofysisk tolkning av intressanta områden*. SKB PR 44-94-035, 1-6.
- 66 **Ransed, G., Rodhe, L. & Sundh, M., 1994:** Förstudie Malå. Jordarter i Malåområdet. SKB PR 44-94-030, 1-13.
- 67 **SGU, 1994:** Grundvattnet i Sverige. Sveriges geologiska undersökning, A4 17 (karta, 1:1 miljon).
- 68 **SMHI, 1995:** Sveriges Vattensystem. I: B. Raab & H. Vedin (red.), *Klimat, sjöar och vattendrag*. — Sveriges Nationalatlas, 116-123.
- 69 **Carlsson, L. & Carlstedt, A., 1977:** Estimation of transmissivity and permeability in Swedish bedrock. *Nordic Hydrology* 8, 103-116.
- 70 **SKB, 1992:** SKB 91. Slutlig förvaring av använt kärnbränsle. Berggrundens betydelse för säkerheten.
- 71 **SKB, 1995:** Förstudie Storuman. Slutrapport, 1-108.
- 72 **SKB, 1995:** Förstudie Malå. Slutrapport, 1-129.

## BILAGA A

## GEOLOGISK ORDLISTA

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

**Albit.** Natriumrik fältspat.

**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.

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

**Arenit.** Sedimentär bergart med dominerande kornstorlek 2-0,06 mm (sand).

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

**Axialplan.** Se veckaxelplan.

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

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

**Basalt.** Basisk vulkanisk bergart.

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

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

**Bentonit.** Mjuk, plastisk lera.

**Biotit.** Mörkt glimmermineral.

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

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

**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.

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

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

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

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

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

**Finmo.** Jordart med kornstorleken 0.02-0.06 mm.

**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.



**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, t.ex. granit, granodiorit, tonalit.

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

**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

**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.

**Illit.** Glimmerliknande lermineral.

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

**Interglacial.** Tiden mellan två istider.

**Intermediär bergart.** Bergart med 52-65 viktprocent  $\text{SiO}_2$ .

**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.** Se fältspat.

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

**Kame.** Kulle med markanta sidor eller oregelbunden rygg, huvudsakligen uppbyggd av isälvs sediment 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 borrkärna erhålles (jfr diamantborrning). Det finkorniga material som bildas vid borrningen kallas borrkax. Kaxet kan studeras på olika sätt och ge information om berggrunden i borrhålet.

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

**Koboltglans.** Ett silvervitt kobolthaltigt sulfidmineral.

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

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

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

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

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

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

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

**Kvartsitisk.** Omvandlad kvartsrik bergart.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Magma.** Smält berg.

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

**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.** Vanligen ljusröd fältspat. 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 djupbergart.
- Monzonit.** En djupbergart.
- 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 zōn i Sydvästsveriges gnejsberggrund.
- Nefelin.** Ett fältspatliknande mineral rikt på natrium.
- Neosom.** Nybildat (rekristalliserat) material i en migmatit.
- Neotektonik.** Unga tektoniska rörelser i jordskorpan.
- Norit.** Basisk djupbergart.
- Olivin.** Järn-magnesiumsilikat som främs 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.
- Plagioklas.** Se fältspat.
- Plastisk deformation.** Deformation vid vilken berggrunden reagerar plastiskt, dvs betar sig som en trögflytande massa. Vid denna deformation bildas t ex plastiska skjuvzoner med kraftig förskiffring 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 hundraedel"
- Postglacial.** Efter istiden (post=efter)
- Prehnit.** Silikatmineral.
- Prekambrium.** Geologisk tidsålder, äldre än 545 miljoner år.
- Primorogen.** Se tidigorogen.
- Protoginizonen.** En ungefär nord-sydlig zon från Skåne till norra Värmland. Den östra begränsningen av den svekonorvegiska orogenerna
- 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.
- Refraktionsseismik.** Geofysisk metod som utnyttjar seismiska vågors brytning (refraktion) i kontakten mellan olika media som t ex jord-berg i marken.
- Resistivitet.** (Elektriskt) motstånd.
- Ryolit.** Sur vulkanit (ytbergart) med granitisk sammansättning.
- Rörelsebelopp.** Mått på storleken av t ex en förkastning.
- Sand.** Jordart med kornstorlek 0.2-2.0 mm.
- 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 med järn- och sulfidmalmer. Det ofyndiga berget inom en malmförekomst.

**Skjuvzon.** Se plastisk deformation.

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

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

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

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

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

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

**Sprickzon.** Se spröd deformation.

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

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

**Stratigrafiska (undersökningar).**

Undersökningar som syftar till att utreda bergarternas inbördes åldersförhållanden.

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

**Strukturella formlinjer.** Se formlinjer.

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

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

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

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

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

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

**Syenit.** Intermediär djupbergart som domineras av kalifältspat och mörka mineral.

**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.

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

**Tonalit.** Se granitoid.

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

**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.

**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)

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

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

**Ur.** Se units of radiation.

**Urbergssköld.** Se kraton.

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

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

**Veckaxel.** Omböjningslinjen för ett veck.

**Veck.** Böjd planstruktur i berg.

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

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

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

**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.