

Översiktsstudie av Skåne län

(urbergsdelen)

Geologiska förutsättningar

Jonas Gierup, Lutz Kübler, Malin Pannert,
Magnus Persson, Bo Thunholm, Carl-Henric Wahlgren,
Hugo Wikman

Sammanställning och slutsatser

Michael Stephens och Rune Johansson

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)

Juni 1999

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 Skåne län

(urbergsdelen)

Geologiska förutsättningar

Jonas Gierup, Lutz Kübler, Malin Pannert,
Magnus Persson, Bo Thunholm, Carl-Henric Wahlgren,
Hugo Wikman

Sammanställning och slutsatser

Michael Stephens och Rune Johansson

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)

Juni 1999

	INNEHÅLLSFÖRTECKNING	i
1	Inledning	1
2	Viktiga geologiska faktorer vid lokaliseringen av ett djupförvar	1
3	Urbergsdelen av Skåne län i ett regionalt geologiskt perspektiv	5
	Berggrundsgeologi	5
	Jordartsgeologi och jordskalv	5
	Hydrogeologi	8
4	Bergarter och berggrundens homogenitet	8
	Ytbergarter	8
	Djupbergarter	13
	Gångbergarter	17
	Berggrundens homogenitet	17
5	Mineral- och bergartsresurser	18
	Metalliska mineralresurser	18
	Icke-metalliska mineralresurser	18
	Nyttosten	18
	Pågående prospektering	20
	Potentiellt prospekteringsintressanta områden	20
6	Deformationszoner	20
	Definitioner och metodik	20
	Plastiska skjuvzoner	21
	Sprickzoner och förkastningar	26
	Deformationszoner i tid och rum	27
7	Jordarter, jorddjup samt sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan	28
	Isavsmältning och postglacial utveckling	28
	Jordarter och jorddjup	29
	Sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan inkluderande jordskalv	32
8	Hydrogeologi	35
	Grundvattnets bildning och strömning	35
	Grundvattentillgångar	37
	Berggrundens genomsläpplighet	37
	Grundvattnets kemi	39
9	Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar	42
	Sammanfattande slutsatser	42
	Områden lämpliga för vidare undersökning	44
10	Referenser	48
	BILAGA	
A	Geologisk ordlista	

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 Skåne län, se Figur 1.

Länsöversikten baseras på befintlig information i form av analoga eller digitala berggrundsgeologiska kartor, jordartskartor och tematiska kartor av olika slag, beskrivningar till dessa kartor, se Figur 2, på andra publikationer och på publicerat material. Digitala höjddata och flyggeofysisk information har använts framför allt för studier av deformationszoner, medan data från bland annat SGUs brunnsarkiv nyttjats för studier av jordmättighet, hydrogeologi och vattenkemi. I de följande kapitlen redovisas i detalj vilka data som använts för respektive delstudie. Större delen av undersökningsområdet täcks av både modern berggrunds- och jordartsgeologisk information i skala 1:50 000 samt flyggeofysiska data, se Figur 2. Omfattningen av länsöversikten har inte tillåtit hänsynstagande till detaljstudier i enskilda områden.

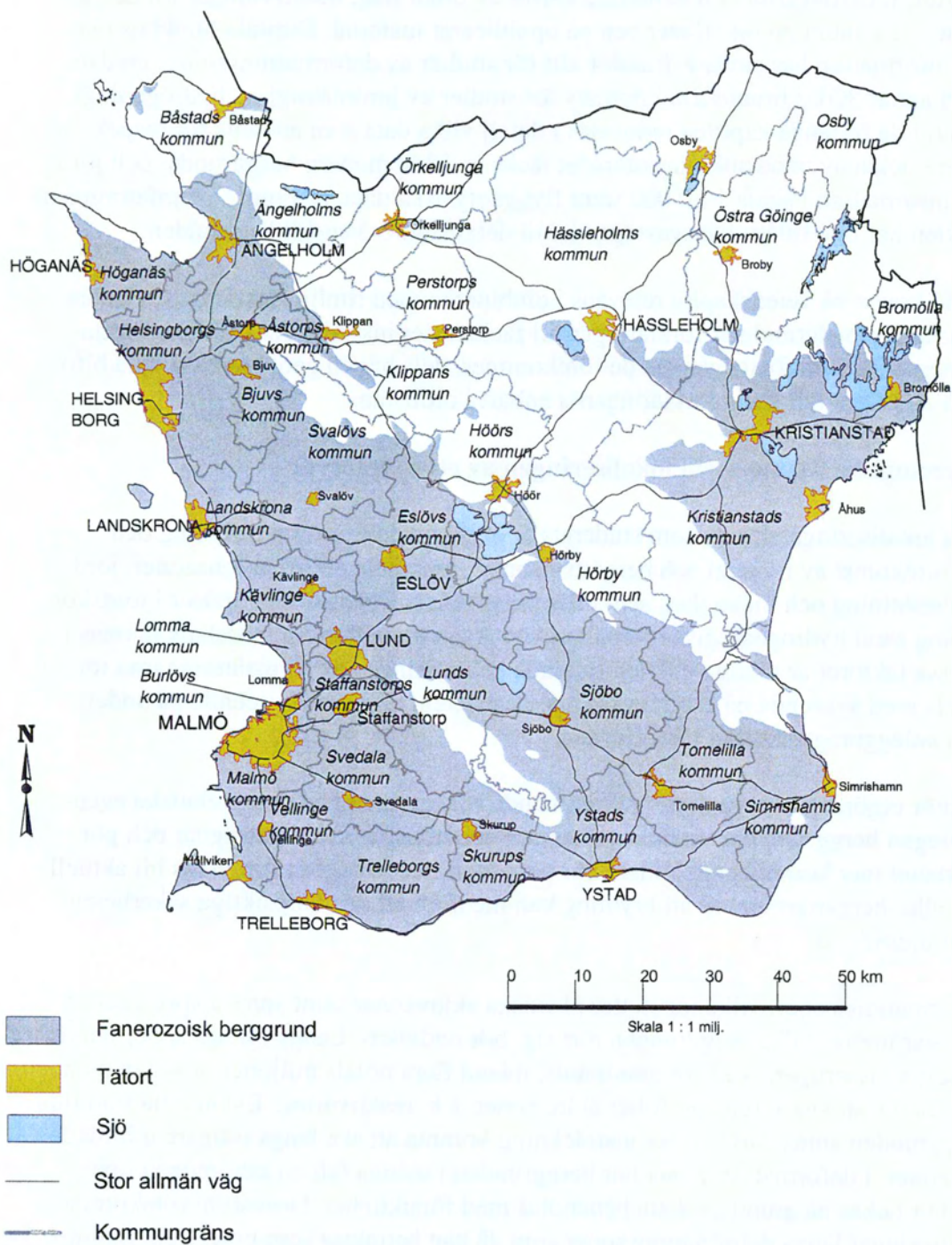
För att uppfylla kravet på vetenskaplig relevans kombinerad med rimlig förståelse för läsare utan geovetenskaplig bakgrund har förklaringar till facktermer inkluderats. Dels ges förklaringar till termerna i texten första gången de förekommer, dels har en geologisk ordlista bifogats, se Bilaga A. I flera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

2 Viktiga geologiska faktorer vid lokaliseringen av ett djupförvar

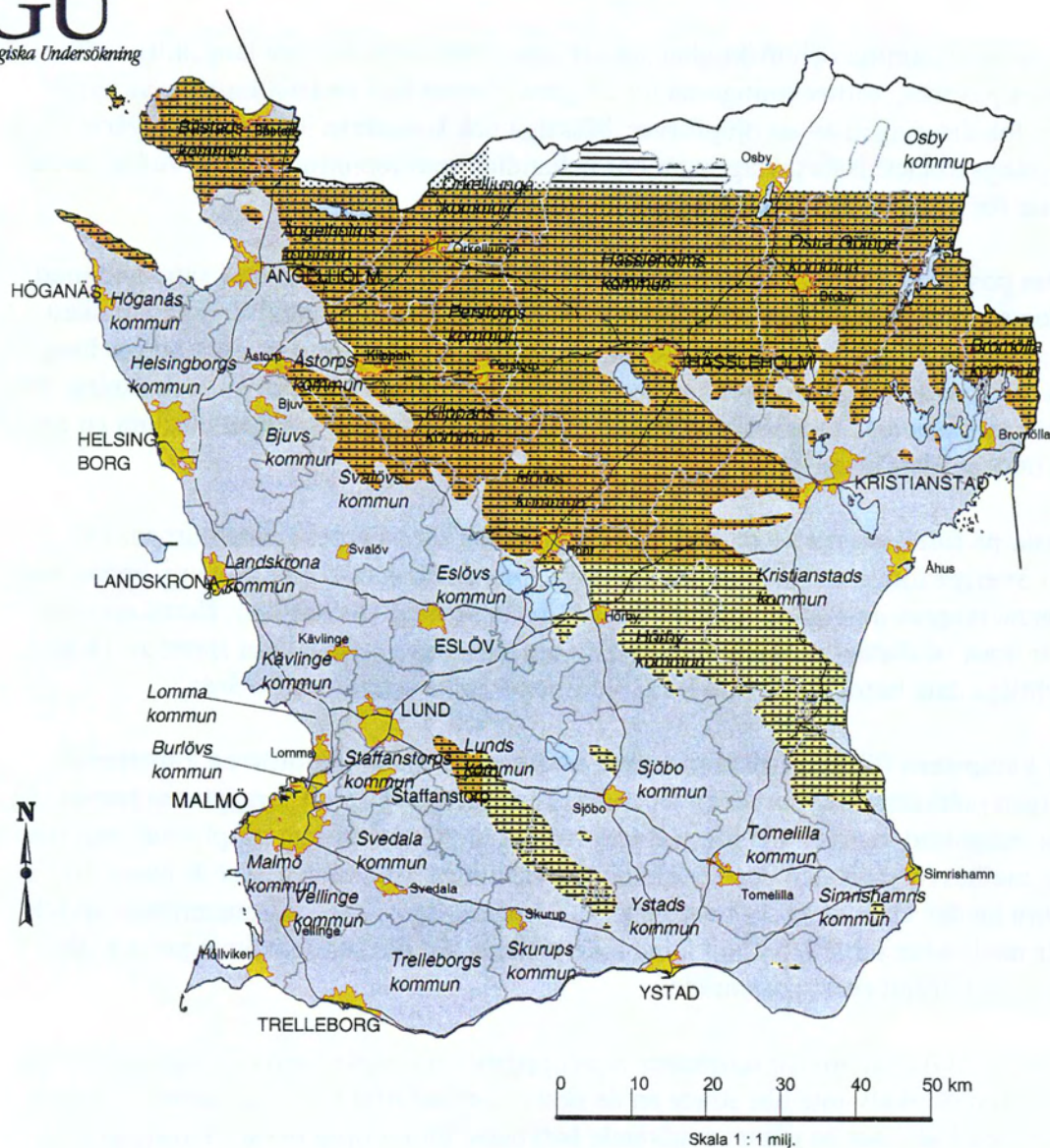
De geologiska lokaliseringsfaktorer som studerats är berggrundens sammansättning och homogenitet, förekomst av mineral och bergartsresurser, regionala deformationszoner, jordlagrens sammansättning och mäktighet, sen- eller postglaciala förkastningsrörelser i jordskorpan, landhöjning samt hydrogeologiska 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.



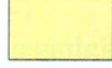

Berggrunden bör utgöras av en vanligt förekommande bergart med goda bergtekniska egenskaper. Inhomogen berggrund bör undvikas eftersom den oftast är svårförutsägbar och gör anläggningsarbetet mer komplicerat. Vidare bör bergarten inte vara eller förväntas bli aktuell som mineral- eller bergartsresurs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

Uthålliga deformationszoner, vilka 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 hundratals, ibland flera tiotals miljoner år sedan men det finns en tendens att yngre rörelser följer äldre zoner, s.k. reaktivering. Eventuella framtida rörelser i berggrunden antas därför i stor utsträckning komma att ske längs tidigare utbildade deformationszoner. I deformationszoner har berggrunden i många fall en inhomogen uppbyggnad och bör också på grund av detta behandlas med försiktighet. Dessutom förekommer vissa mineraliseringar längs deformationszoner som då kan betraktas som potentiellt malmintressanta. Zonerna kan också medföra bergtekniska komplikationer.



Figur 1. Skåne län med tätorter, sjöar och större allmänna vägar. De vita områdena på kartan markerar utbredningen av bergarter tillhörande urberget. Området täckt av fanerozoiska bergarter (grått på kartan) har inte behandlats i denna rapport.



-  Modern jordartsgeologisk information i skala 1 : 50 000
-  Modern berggrundskarta i skala 1 : 50 000
-  Pågående berggrundskartläggning
-  Geofysiska flygmätningar

Karta över basininformation i urbergsdelen av Skåne län. Höjddata finns över hela länet. Insättskartorna nedan visar alla brunnar (till vänster) respektive brunnar med grundvattenkemiska analyser (till höger).



Figur 2. Karta över basininformation i urbergsdelen av Skåne län (sammanställning februari 1999)

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 förkastningsrörelser 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 bergrörelser 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 innefattar 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 förekomst av betydligt större skalv. Dessa större skalv kan ha skett med intervaller av många tusen år och därmed inte kommit med i tillgänglig statistik. En viss försiktighet bör därför iakttas vid 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 till ett område med så liten grundvattengenomsättning som möjligt och där tiden för grundvattnets strömning från förvar till recipient är lång och recipienten stor, helst ett hav.

3 Urbergsdelen av Skåne län i ett regionalt geologiskt perspektiv

Berggrundsgeologi

Berggrunden inom Skåne län kan i stora drag indelas i en nordöstlig del dominerad av urberg, som har undersökts i denna studie, och en sydvästlig del där mäktiga lager av fanerozoisk (yngre än 545 miljoner år), sedimentär berggrund överlagrar urberget. Mellan dessa områden förekommer en ganska bred zon med urbergsåsar mellan vilka det nedsänkta urberget också överlagras av fanerozoiska sedimentära bergarter. Denna zon kallas Tornquistzonen, vilken utgör en del av en NV-lig, stortektonisk zon som kan följas ända ner till Svarta havet. Förutom av tektoniska störningar kännetecknas Tornquistzonen även av talrika unga diabaser (ca 300–270 miljoner år) vilka stryker i NV-lig riktning, samt av ett antal pluggar av ca 165–100 miljoner år gammal basalt.

Urberget kan i stora drag indelas i en östlig och en västlig, något större del. Den östra delen tillhör berggrunden i sydöstra Sverige som bildades och omvandlades för ca 1900–1400 miljoner år sedan under och efter den svekokarelska orogenesisen (bergskedjebildningen), se Figur 3 /2/. Under denna period bildades dels magmatiska yt- och djupbergarter samt sedimentära bergarter som är ca 1700 miljoner år gamla eller äldre, dels yngre graniter som är ca 1450 miljoner år gamla. Söder om Kristianstadsslätten finns ett parti med bl.a. gnejser och granitoider vars anknytning till det östra området är oklar.

Urberget inom den västra delen av länet tillhör den Sydvästsvenska gnejsregionen inom vilken berggrunden bildades för ca 1700–900 miljoner år sedan. Berggrunden präglas här av deformation och omvandling som skett för ca 1700–1590 miljoner år sedan under den gotiska orogenesisen, och för ca 1100–900 miljoner år sedan under den svekonorvegiska orogenesisen, se Figur 3. Starkt gnejsiga bergarter som ingår i det östra segmentet av den Sydvästsvenska gnejsregionen dominerar. Förutom kvarts-fältspatrika gnejser förekommer en hel del basiska bergarter, vilka i likhet med de förra varit utsatta för kraftig omvandling (metamorfos) och deformation. Vidare förekommer också områden med yngre, gnejsiga granitoider.

Urbergets båda delområden skiljs åt av en bred, tektonisk zon som löper i ungefär NNO-lig riktning och som brukar kallas Protoginzonen /3, 4/. Numera används även benämningen Svekonorvegiska frontens deformationszon eftersom zonen utgör en ungefärlig östgräns för den svekonorvegiska orogenesisen /5/. Det bör dock påpekas att mot söder är zonens utbredning oklar och diffus. Smala spröda deformationszoner följer Protoginzonen, men förekommer också i andra riktningar över hela undersökningsområdet.

Jordartsgeologi och jordskalv

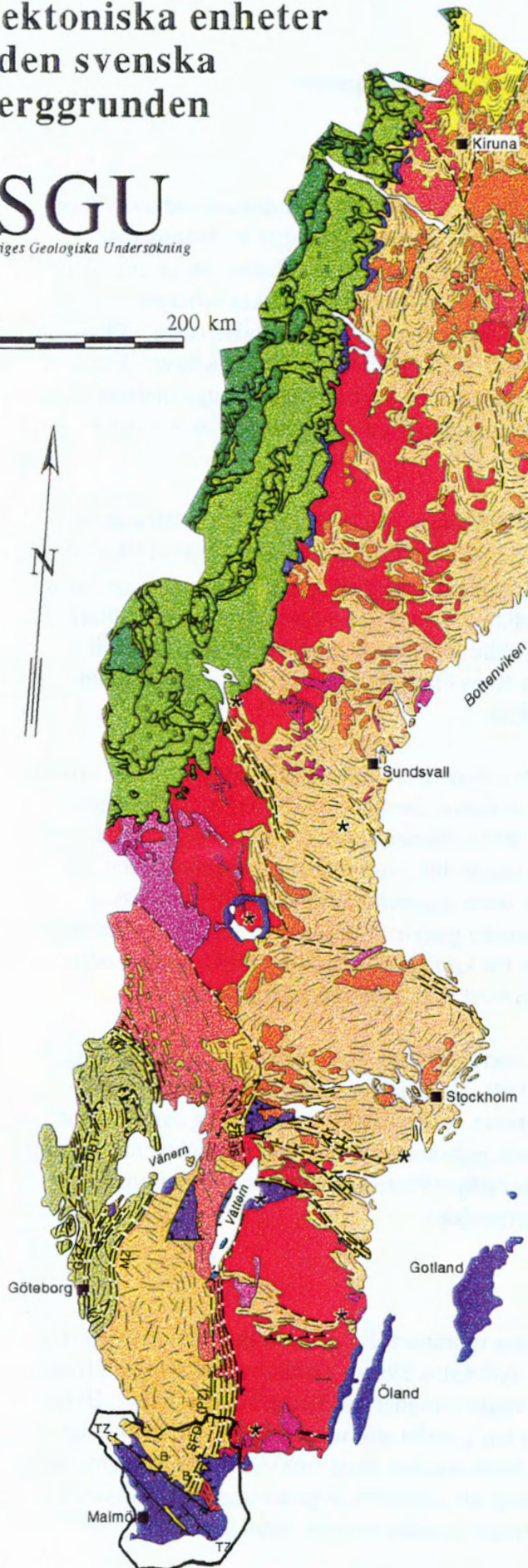
Nordöstra hälften av Skåne län tillhör Sydsveriges moränområde medan området sydväst om en linje från Ängelholm till Simrishamn ingår i sydvästra Skånes moränlerområde /6/. Linjen sammanfaller i stort sett med gränsen för det utvalda området för denna undersökning. Berggrunden är i allmänhet dåligt blottad och morän har ganska stor utbredning i undersökningsområdet, se Figur 4 /7/. Flera isälvsavlagringar förekommer, mest frekvent i länets norra, centrala del. Större jorddjup finns ställvis i anslutning till områdets avgränsning mot slättområdena kring Ängelholm och Kristianstad samt i några spridda mindre områden.

Tektoniska enheter i den svenska berggrunden

SGU

Sveriges Geologiska Undersökning

0 200 km



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

- Främmande lerrängar
- Tektoniskt ihoptryckt randzon till kontinenten Baltica. E=Eklolit, D=Diabas

FANEROZOISKA SEDIMENTÄRA OCH MAGMATISKA BERGARTER SAMT IMPAKTSTRUKTURER

- Fanerozoiska sedimentära bergarter och diabas
- Jurassiska och kretaceiska basalkupper
- Underkambriskt alkalint 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 lerrängar?)
- 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 basalt

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)
- Arkeiska 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 Protoginzonen, MZ=Mylonitzonen, GÄZ=Göta Älvzonen och DBT=Dalslandszonen

FÖRKASTNINGAR

- Normalförkastning
- TZ=Tornquistzonen

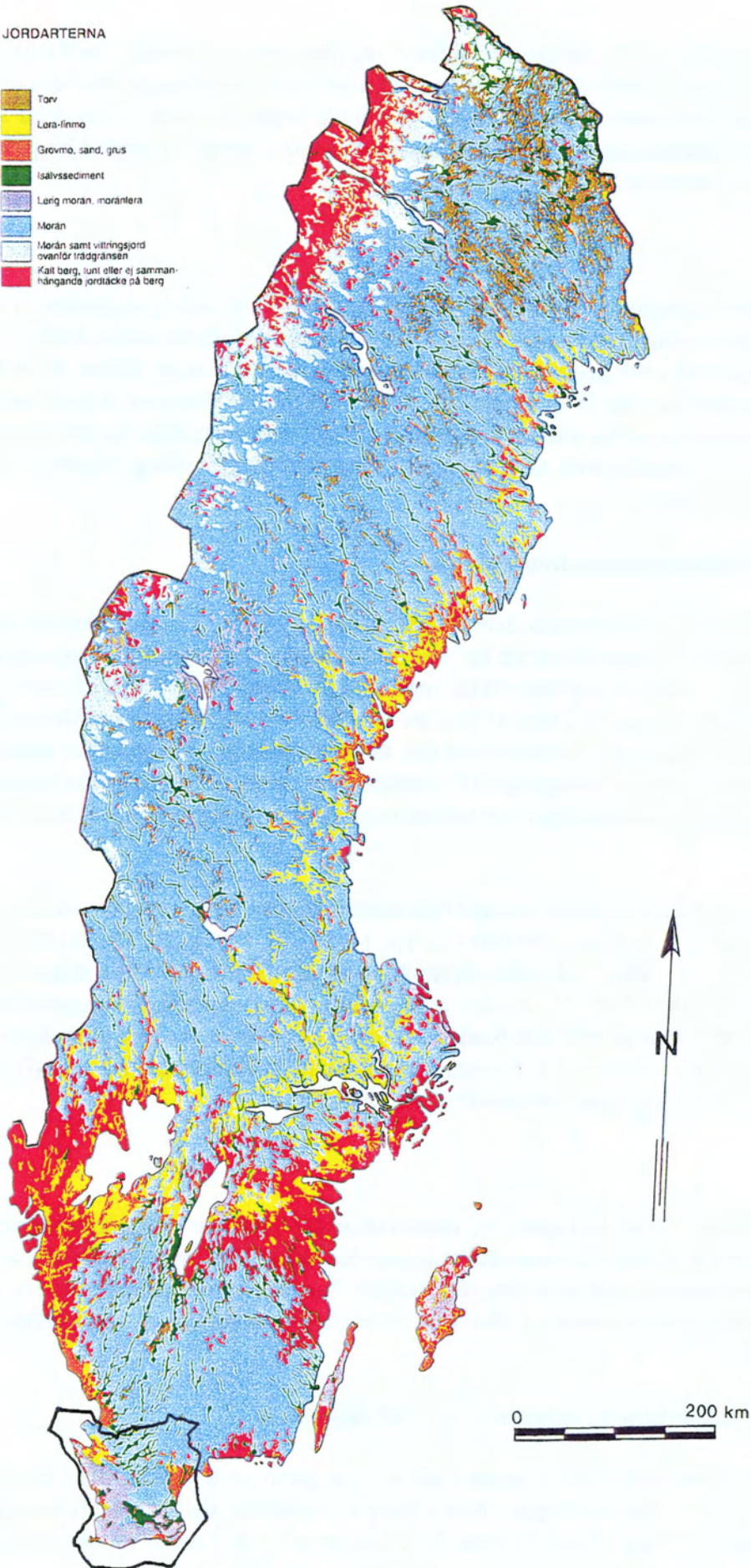
TMB*=Transskandinaviska magmatiska bältet
1 Ma=1 miljon år, 1 Ga=1000 miljoner år

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

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

JORDARTERNA

- Torv
- Lera-finmo
- Grovmo, sand, grus
- Isalvsediment
- Leriq moran, moranlera
- Moran
- Moran samt vittringsjord ovanför trädgränsen
- Kall berg, lunt eller ej sammanhängande jordtäckte på berg



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

Huvuddelen av länet ligger i ett område med relativt låg frekvens av jordskalv, se Figur 5. Emellertid tangerar länets nordvästra hörn ett område med huvudutbredning i Halland och Västra Götaland där frekvensen av registrerade jordskalv är högre än inom övriga delar av Götaland. Förhöjd seismisk aktivitet har också registrerats inom mindre områden längs länets sydkust och kring Kristianstad.

Hydrogeologi

Landets grundvattentillgångar i jord och berg framgår av Figur 6 /8/ och kloridhalten i berggrundsvatten för hela Sverige redovisas i Figur 7 /9/. Grundvattenförhållandena styrs av de hydrologiska, topografiska och geologiska förhållandena. Urbergsdelen av Skåne län är förhållandevis lågt belägen och har en tämligen flack topografi med morän som dominerande jordart. Grundvattentillgångar för allmän vattenförsörjning i undersökningsområdet återfinns främst i de stora isälvsavlagringarna. Grundvattnet i urberget utgör en viktig tillgång för den enskilda vattenförsörjningen.

4 Bergarter och berggrundens homogenitet

Berggrunden inom Skåne län redovisas översiktligt på kartan i Figur 8 som är baserad på Lundqvist m.fl. /10/. På berggrundskartan har den fanerozoiska, sedimentära berggrunden, vilken annars inte är av intresse i denna studie, indelats i en äldre och en yngre del (grå respektive ljus grå färg i Figur 8). Detta är bl.a. av betydelse för att förstå den tektoniska utvecklingen av Skånes berggrund. Urberget och den äldre sedimentära berggrunden genomkorsas nämligen av fanerozoiska diabasgångar till skillnad från de yngre, sedimentära bergarterna som överlagrar gångarna. Dessa gångar har tolkats med hjälp av flygmagnetiska data, se Figur 11.

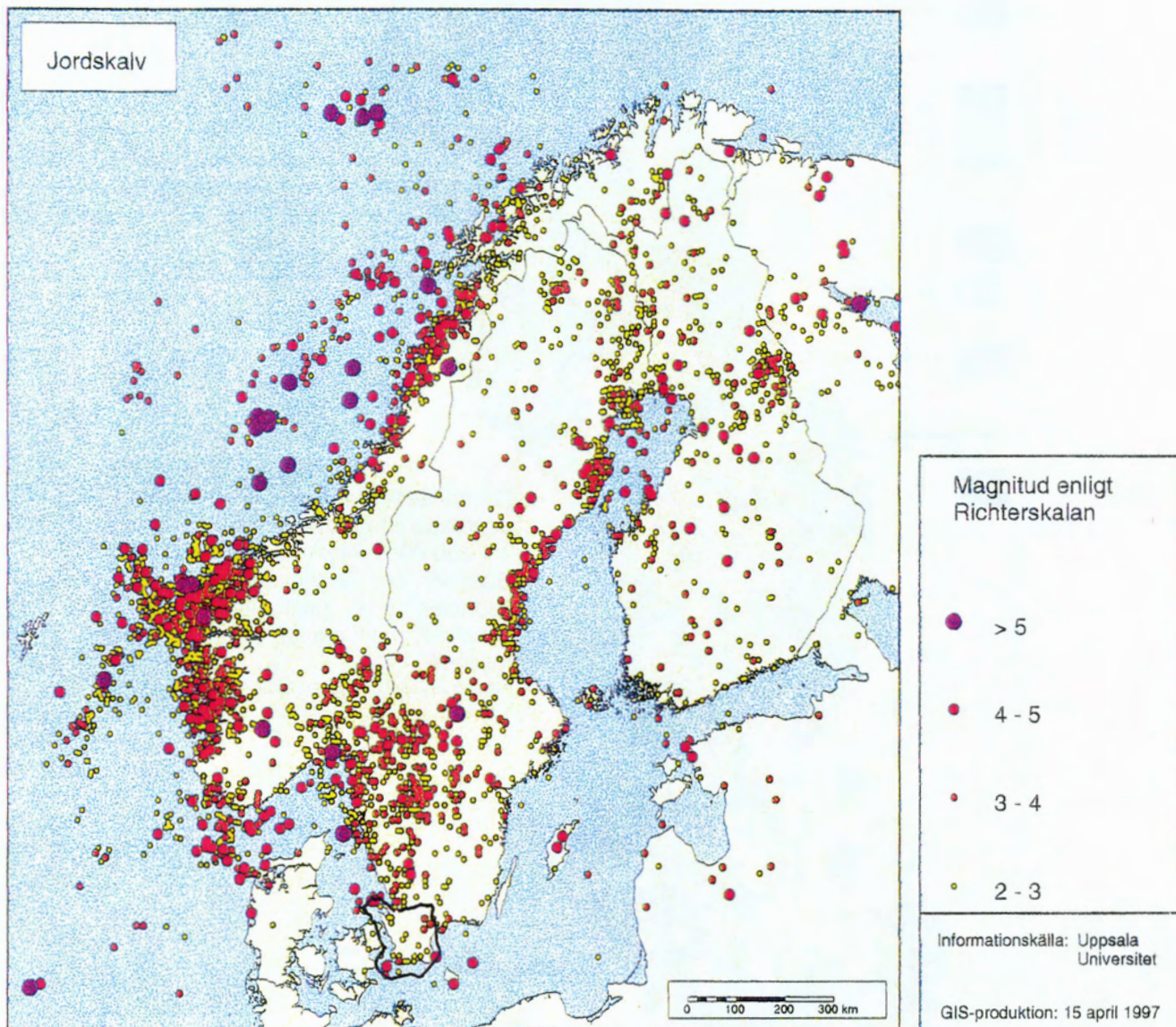
Beskrivningen bygger på information hämtad från äldre kartor i SGUs serie Ab i skala 1:250 000 /11/ och serie Aa i skala 1:50 000 /12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31/. Nyare information har hämtats från SGUs serie Af i skala 1:50 000 /32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43/, från provisoriska översiktliga berggrundskartorna i skala 1:250 000, Malmö /44/ och Karlskrona /45/ samt från översikter över malmer, industriella mineral och bergarter i f.d. Kristianstads respektive Malmöhus län /46, 47/. Fotografier på några av länets vanligaste bergarter visas i Figur 9.

Ytbergarter

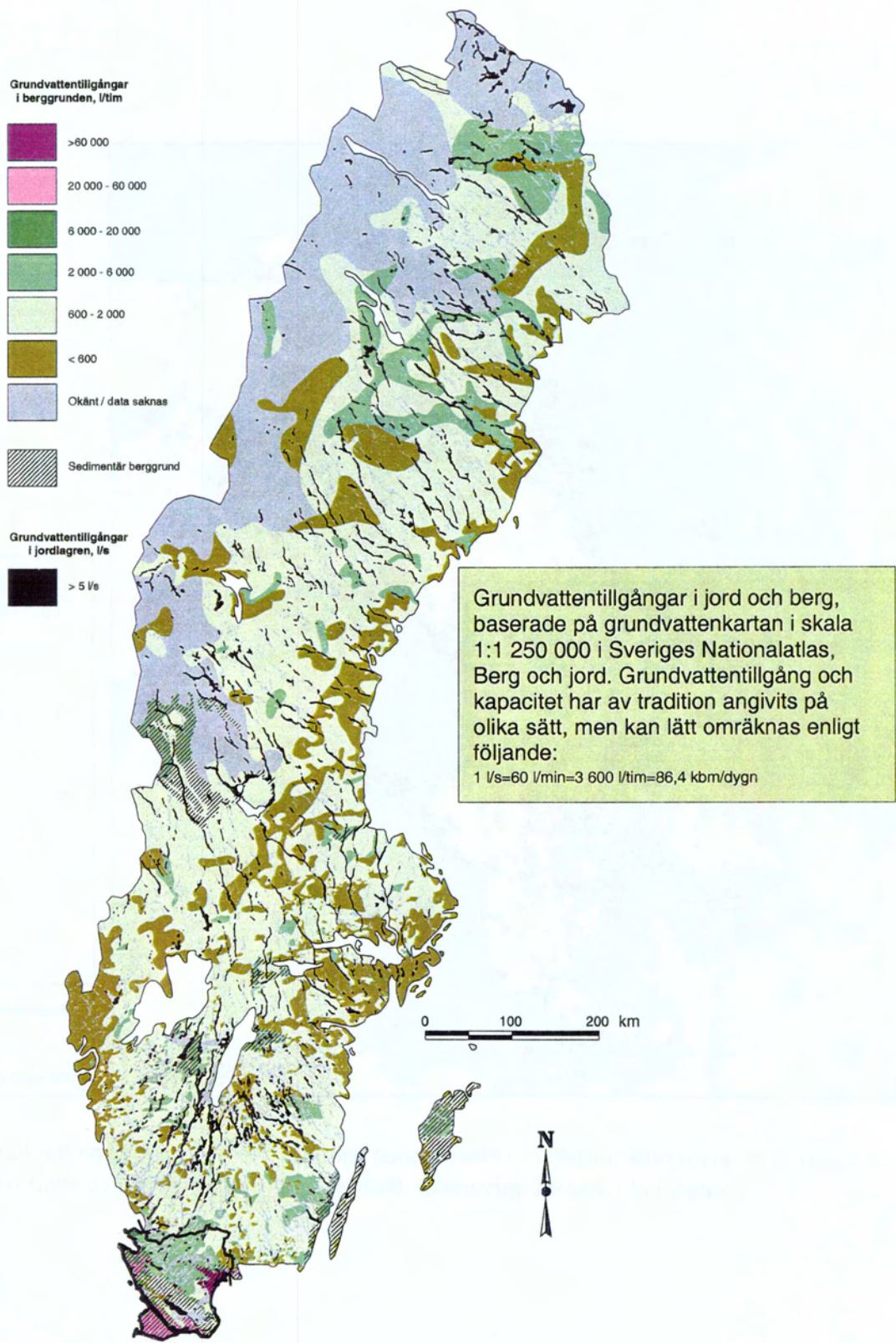
Ytbergarterna omfattar i länets östligaste del metavulkaniska bergarter, vilka är associerade med graniterna i det s.k. Transskandinaviska magmatiska bältet. Här förekommer också en del metasedimentära bergarter i form av kvartsiter. Prefixet "meta" betyder att bergarten har genomgått omvandling (metamorfos). I urbergets västra del förekommer ett antal pluggar av fanerozoisk basalt.

Sura och basiska metavulkaniska bergarter, ca 1700 miljoner år

Östligaste delen av länet upptas till en mindre del av ytbergarter som brukar betecknas Västanaformationen /33, 48/. Den uppbyggs i första hand av ryolitiska, delvis porfyriska, metavulkaniska bergarter (gul färg i Figur 8), men det förekommer också mera basiska led (grön

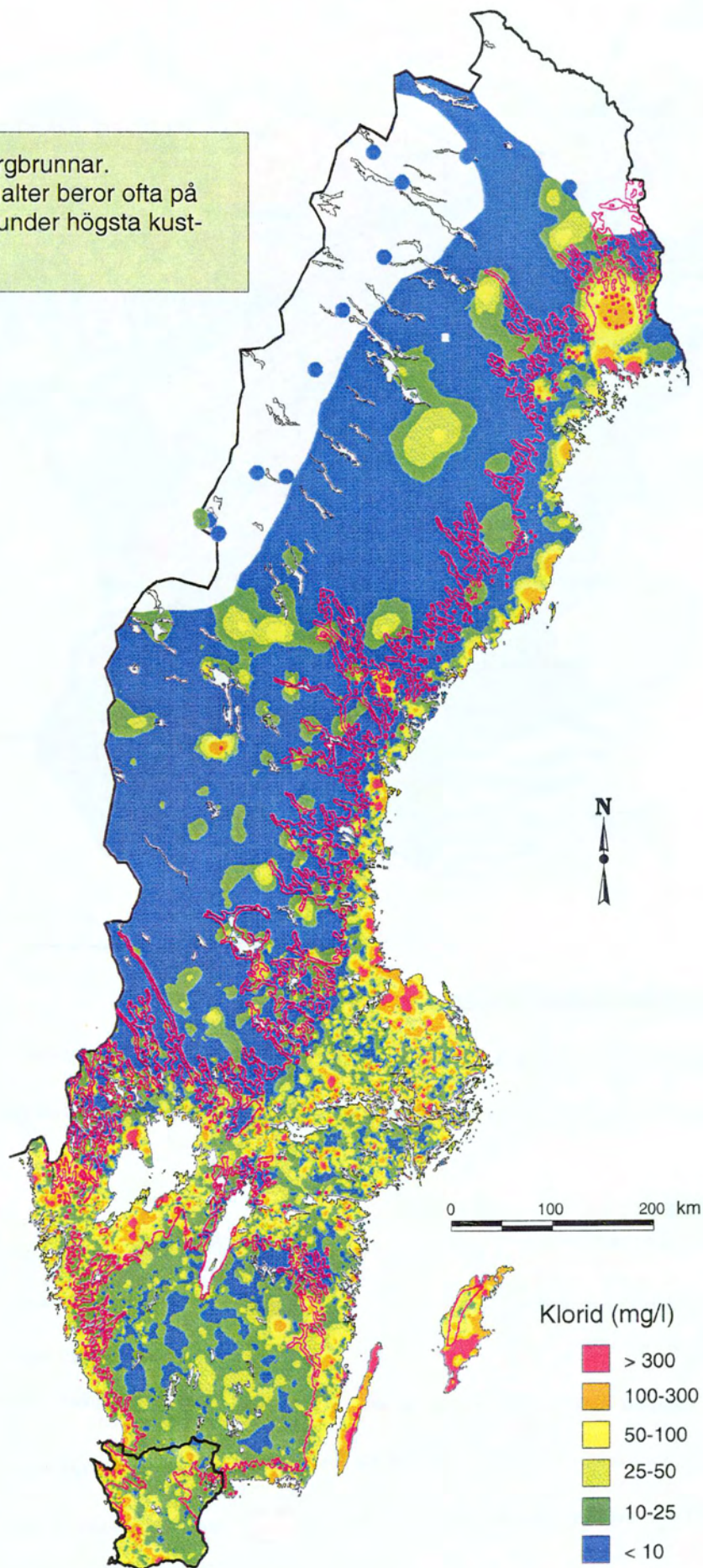


Figur 5. Registrerade jordskalv i Nordeuropa fram till 1993. Uppgifterna har hämtats från en databas vid Uppsala universitet. Skåne län är markerat med en svart linje

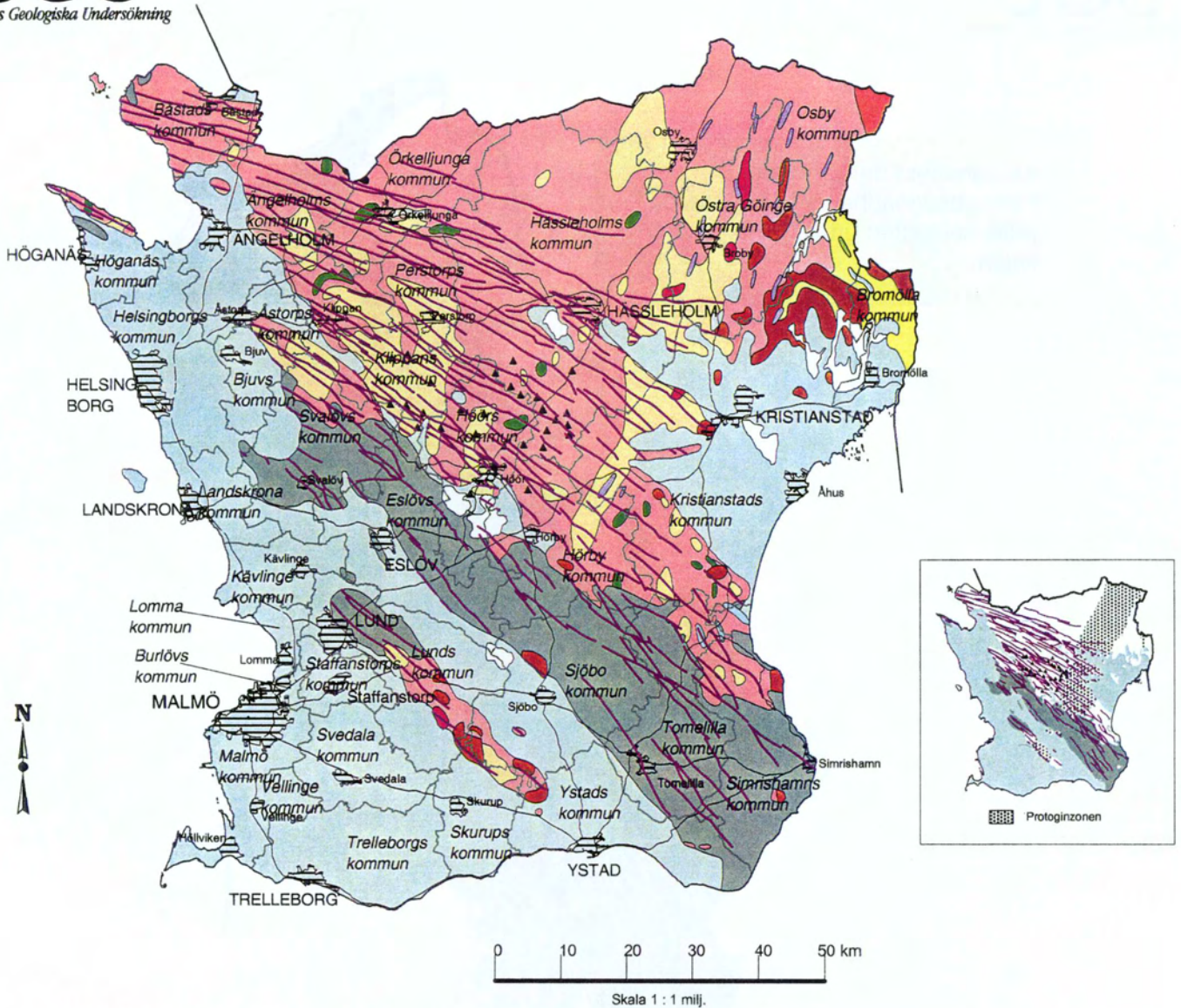


Figur 6. Grundvattentillgångar i jord och berg i Sverige. Skåne län är markerat med en svart linje





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



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




FANEROZOISKA BERGARTER




- | | |
|---|--|
|  Basalt (ca 165-100 milj. år) |  Diabas (ca 300-270 milj. år) |
|  Sedimentär bergart (yngre än ca 250 milj. år) |  Sedimentär bergart (ca 545-420 milj. år) |

URBERGET








GÅNGBERGARTER

-  Diabas ("hyperitdiabas")

YTBERGARTER

-  Metasedimentär bergart (ca 1700 milj. år)
-  Basisk metavulkanisk bergart (ca 1700 milj. år)
-  Sur metavulkanisk bergart (ca 1700 milj. år)

DJUPBERGARTER

-  Syenit (ca 1200 milj. år)
-  Charnockit (ca 1400 milj.år)
-  Granit, delvis gnejsig ("Karlskrongranitgruppen", ca 1450 milj.år)
-  Granitoid, delvis gnejsig (ca 1575-1450 milj. år)
-  Granitoid, gnejsig (ca 1700-1600 milj. år)
-  Granitoid, vanligen gnejsig ("Tvingsgranit", ca 1770 milj.år, ingår i "Transskandinaviska magmatiska bältet")
-  Gabbro, diorit, amfibolit, ultrabasisk bergart

Figur 8. Förenklad berggrundskarta över Skåne län

färg på kartan). En bestämning av ryolitens ålder har gett ca 1700 miljoner år /49/. De metavulkaniska bergarterna övergår gradvis i gnejsiga bergarter, vanligen benämnda Blekinge kustgnejs, som upptar större arealer inom Blekinge län. Kustgnejsen är mestadels grå till färgen och har en ryolitisk sammansättning. De metavulkaniska bergarterna i Skåne och Blekinge är av allt att döma något yngre än ”Smålandsporfyreerna” längre norrut, men de hör ändå troligen ihop med bergarterna inom det ”Transskandinaviska magmatiska bältet” /50, 51/.

Metasedimentär bergart, ca 1700 miljoner år

Till Västanåformationens ytbergarter hör också metasedimentära bergarter som uppträder inom ett ca 5 km långt och ca 0,5 km brett bälte sydöst om sjön Immeln. Dessa bergarter utgörs i första hand av kvartsit och glimmerkvartsit (blå färg i Figur 8). Sedimentära strukturer i form av korsskiktning, se Figur 9a, och strimmor av primärt avsatta tungmineral är vanliga. Kvarthalten i dessa sedimentära bergarter uppgår till 80–95 %. I mindre omfattning uppträder också ett konglomerat med bollar som till övervägande delen utgörs av samma kvartsit som den bergartsbildande kvartsiten i området. Söder om Kristianstadsslätten finns ett par smärre områden (blå färg i figur 8) med bergarter vars sedimentära karaktär och ålder är oklar.

Basalt, ca 165–100 miljoner år

Inom ett relativt begränsat område med centrum norr om Höör uppträder ett hundratal pluggar (även kallade kupper) av basalt (svarta trianglar i Figur 8). Flertalet är mycket begränsade till sin utbredning medan enstaka förekomster kan nå upp emot 500 meter. Basalten i Skåne är en olivinrik bergart som till sin sammansättning skiljer sig från diabaserna. Typisk för basalterna är uppsprickningen i långa pelare med fem- till sexsidigt tvärsnitt /36, 41/. Förutom basalt, som utgör stelnad lava, förekommer i det aktuella området här och var lager av lösa utbrottsprodukter i form av tuffer. Radiometrisk åldersbestämning pekar på att magmatisk aktivitet kan ha ägt rum under två perioder, den äldre under jura för ca 165 miljoner år sedan, och den yngre under krittid för drygt 100 miljoner år sedan /52/.

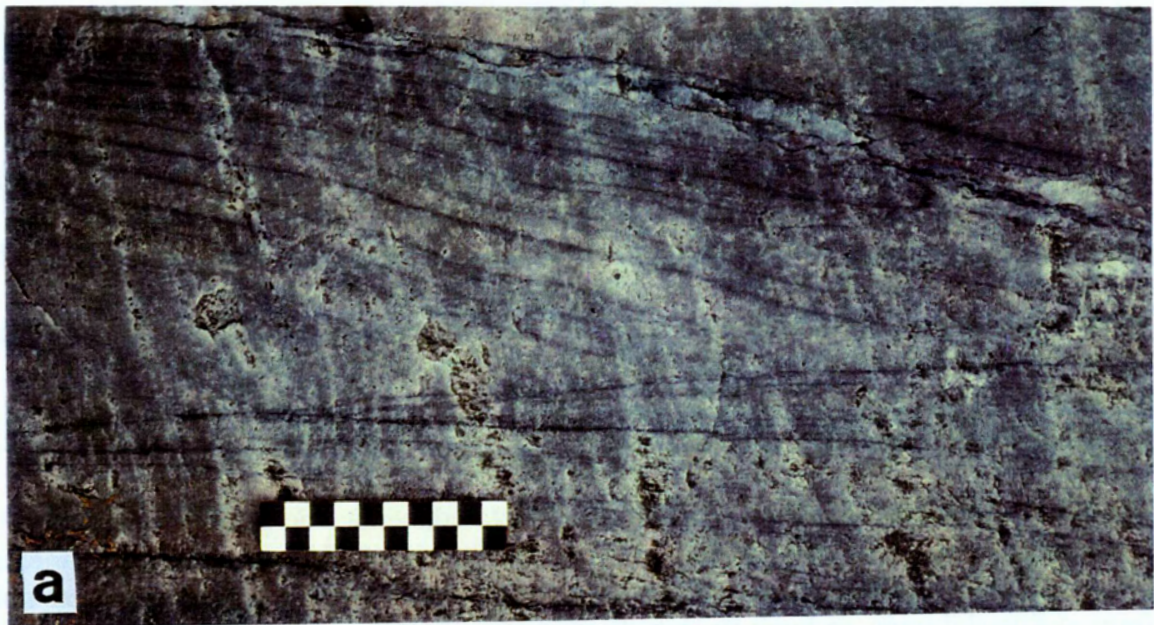
Djupbergarter

”Tvingsgranit”, ca 1770 miljoner år, tillhörande det ”Transskandinaviska magmatiska bältet”

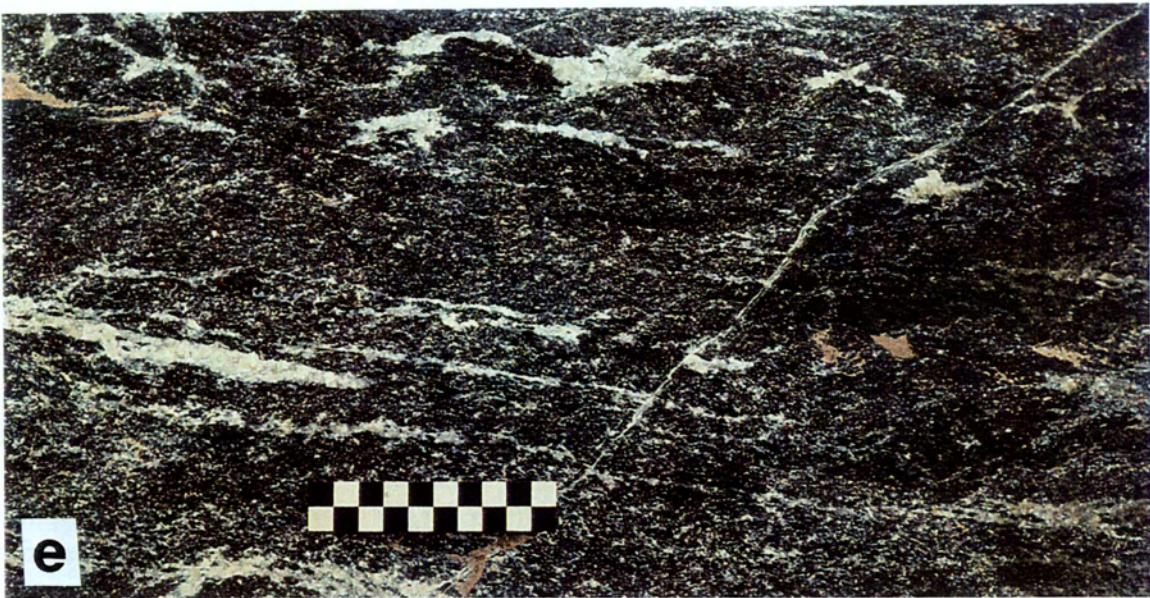
I länets nordöstligaste del förekommer granitoider (orange färg i Figur 8) som sannolikt tillhör det ”Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB)”. De är dock mera deformerade än TMB-bergarter i allmänhet och har en något avvikande kemisk sammansättning. De brukar sammanfattas under benämningen ”Tvingsgranit” och har en ålder av ca 1770 miljoner år /53/. Till sitt utseende och sin ålder är ”Tvingsgraniten” mycket lik de bergarter i Växjötrakten i Kronobergs län som ibland kallas grå Växjögranit /54/.

Granitoid, gnejsig, ca 1700–1600 miljoner år

Som framgår av kartan i Figur 8 består urberget främst av gnejser (rosa färg på kartan). Framför allt i länets västra del utgör de en mycket heterogen bergartsgrupp. I allmänhet rör det sig om finkorniga bergarter men grövre varianter förekommer också. Färgen växlar från grå till röd och många av gnejserna är kraftigt omvandlade /55, 56/, se Figur 9b. Färgen varierar vanligen med sammansättningen så att de rödare gnejserna är rika på kvarts och fältspat men



Figur 9. Exempel på bergarter i urbergsdelen av Skåne län. a) Korsskiktad kvartsit i Västanaåformationen. Glasbruket, nordväst om Näsrum. Foto Karl-Axel Kornfält. b) Finkornig, grå ådergnejs. Hovdala söder om Hässleholm. Foto Hugo Wikman. c) Grå ådergnejs intruderad av grå gnejsig granit. Öster om Gumlösa. Foto Hugo Wikman.



Figur 9, forts. Exempel på bergarter i urbergsdelen av Skåne län. d) Flackt liggande ådergnejs med sliror och gångar av amfibolit. I bildens högra del förekommer en fanerozoisk diabas med NV-lig strykning. Dalby stenbrott sydost om Dalby. Foto Hugo Wikman. e) Ådrad amfibolit. Stoby nordost om Hässleholm. Foto Hugo Wikman. f) Stenbrott i röd Vångagranit. Vångaberget mellan Arkelstorp och Näsium. Foto Karl-Axel Kornfält.

relativt fattiga på mörka mineral som glimmer och hornblände. För de grå gäller det omvända förhållandet. Vilka ursprungsbergarterna varit är oftast svårt att fastställa, men i de flesta fall förefaller det röra sig om granitoider av olika slag. Ytbergarter kan tänkas ingå men omvandlingarna i berggrunden har varit så kraftiga att detta inte säkert går att klarlägga.

Inom den del av det skånska urberget som ligger söder om Kristianstadsslätten är den pågående geologiska kartläggningen inte slutförd varför kunskapen om bergarternas sammansättning och åldersrelationer är oklar. En del av gnejserna är grå och kan eventuellt utgöras av kraftigt omvandlade bergarter liknande Blekinge kustgnejs /33/.

Granitoid, delvis gnejsig, ca 1575–1450 miljoner år

Inom länets västra delar och i anslutning till Protoginzonen förekommer en hel del områden med granitoider (ljusbrun färg i Figur 8) som är bättre bevarade än gnejserna och vars ursprung som djupbergarter är otvetydigt, se Figur 9c. En del av dessa bergarter är relativt grovkorniga och ögonförande. Att döma av åldersbestämningar som sprider sig i tidsintervallet ca 1575–1450 miljoner år /57/ är åtminstone en del av dessa graniter ungefär likåldriga med ”Karlshamnsgranitgruppen” öster om Protoginzonen (se nedan). Söder om Kristianstadsslätten förekommer också en del smärre områden med graniter som eventuellt tillhör samma generation.

”Karlshamnsgranitgruppen”, ca 1450 miljoner år

Den yngre granitgruppen på östra sidan om Protoginzonen utgörs av den s.k. Karlshamnsgranitgruppen vars ålder är ca 1450 miljoner år (brunröd färg i Figur 8) /58, 59/. Den vanliga graniten i denna grupp är en rödaktigt grå, i allmänhet grovkornig, porfyrisk bergart med röda ögon av kalifältspat. Andra varianter är den röda, biotitstrimmiga, s.k. Vångagraniten med glest förekommande kalifältspatögon samt de i allmänhet finkorniga, gråaktiga, s.k. Spinkamålagraniterna. Även söder om Kristianstadsslätten och på Romeleåsen finns graniter som förts till denna grupp.

Charnockit, ca 1400 miljoner år

Den kraftiga metamorfos som drabbat den västra delen av länet har resulterat i utbildning av s.k. charnockiter inom smärre områden från Skåne och vidare upp genom Hallands län till Varbergstrakten (svart färg i Figur 8). Charnockiten liknar en del av granitoiderna i området men skiljer sig från dessa genom sin grönaktigt grå färg och något annorlunda mineralinnehåll (innehåller pyroxen med rombisk kristallstruktur). Graniten i Varbergstrakten, som delvis är charnockitisk, bildades för ca 1400 miljoner år sedan /60/. En förnyad metamorfos har sedan kulminerat under den svekonorvegiska orogenesisen för ca 1000–900 miljoner år sedan /56, 61/.

Syenit, ca 1200 miljoner år

I själva Protoginzonen förekommer en del syenitkroppar, av vilka den s.k. Glimåkrasyeniten är den mest kända inom länet (rödlila färg i Figur 8). Åldern på syeniten är ca 1200 miljoner år /52, 62/. I stråket med syeniter finns också granitoider som tidigare betraktades som äldre än exempelvis ”Karlshamnsgranitgruppen”. Åldersbestämning har dock visat att åtminstone en del av dessa granitoider är ca 1200 miljoner år /62/ och därmed likåldriga med syeniterna.

Sannolikt rör det sig om mindre förekomster, vilka inte skiljts ut på kartan från gruppen granitoider som är 1575–1450 miljoner år.

Gabbro, diorit, amfibolit

Basiska bergarter förekommer främst i länets västra del (mörkt grön färg i Figur 8). Mestadels är det fråga om kraftigt omvandlade bergarter i form av amfiboliter vars uppträdande är konformt med gnejsernas strukturer och för vilka man inte helt säkert kan avgöra ursprunget, se Figur 9d och e. Åtskilliga utgörs sannolikt av djupbergarter medan andra från början har varit gångar eller vulkaniska bergarter.

Gångbergarter

Basiska gångbergarter av olika ålder förekommer inom undersökningsområdet. Väster om Protoginzonen uppträder de mestadels i form av amfiboliter (se ovan). ”Hyperitdiabaser” är i första hand koncentrerade till Protoginzonen eller strax öster därom. I Tornquistzonen uppträder en omfattande svärm med fanerozoiska diabaser, vilka är ca 300–270 miljoner år gamla.

”Hyperitdiabas”, ca 1200 och ca 930 miljoner år

Längs med Protoginzonen uppträder i huvudsak N–S-ligt orienterade s.k. hyperitdiabaser (blekt lila färg i Figur 8) /63, 64, 65/ som, bl.a. på grund av sin mycket mörka färg, utnyttjats stenindustriellt i stor skala. Att döma av åldersbestämningar förekommer åtminstone två åldersgrupper, den äldre ca 1200 och den yngre ca 930 miljoner år.

Fanerozoisk diabas, ca 300–270 miljoner år

Inom de delar av den skånska berggrunden som drabbats av störningarna längs Tornquistzonen uppträder talrika, brantstående diabasgångar (mörkt lila färg i Figur 8), vilka är ca 300–270 miljoner år /52/. Bredden på gångarna varierar men överstiger sällan 50 meter. På den magnetiska anomalikartan, se Figur 11, syns gångarna som välavgränsade, positiva anomalier. Den vanligaste diabastypen är en grå, fin- och jämnkornig bergart som ibland kallas kvartsdiabas eller Kongadiabas. Andra varianter kan vara porfyrisk, hålrumrika eller t.o.m. röda, som den s.k. kullaiten. Till NV-diabaserna brukar också en speciell diabastyp som kallas melafyr föras. Den är dock sannolikt något yngre och dessutom till sin kemiska sammansättning mer lik den skånska basalten /44/.

Berggrundens homogenitet

Berggrunden är sällan helt homogen över större områden och inhomogeniteter förekommer i form av t.ex. sprickor, gångbergarter och inneslutningar. Generellt sett är det stor skillnad mellan berggrunden i den nordostligaste delen jämfört med resten av länet. I nordost är de ursprungliga bergarterna inte så omvandlade medan berggrunden i övrigt och framförallt väster om Protoginzonen har påverkats av kraftig metamorf omvandling i flera omgångar.

I väster dominerar ådergnejsomvandlade bergarter med betydande inslag av kraftigt omvandlade basiter. Växlingen mellan olika bergarter kan vara påtaglig. Flacka strukturer medför också att gnejsbergarter i ytan kan underlagras av t.ex. metabasitlager redan på måttligt djup.

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 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.

En ekonomisk mineral- eller bergartsfyndighet kan förekomma i vilken bergart som helst. Malmer är dock vanligen knutna till vulkaniska bergarter även om fyndigheter också förekommer i djupbergarter och sedimentära bergarter. Industriella mineral och nyttosten kan uppträda i alla berggrundsmiljöer. Krossberg av god kvalitet kan erhållas från såväl djup- som ytbergarter.

Information om länets gruvor och bergtäkter har huvudsakligen hämtats från översikter över malmer, industriella mineral och bergarter i f.d. Kristianstads respektive Malmöhus län /46, 47/ samt SGUs register över bergtäkter och uppgifter från länsstyrelsen. Uppgifter om pågående prospektering kommer från Bergsstaten via SGUs mineralkontor i Malå. All denna information har sammanställts i Figur 10.

Metalliska mineralresurser

Inom urberget i Skåne län finns endast blygsamma koncentrationer av metalliska mineral. Den enda fyndigheten av intresse är Västanå gruva ca 1 mil norr om Bromölla /32, 46/. Lagret av fjällig blodstensmalm är knappt 3 m mäktigt och uppträder i kvartsit nära gränsen till underlagrande metavulkaniska bergarter. Västanå gruva är känd på grund av de sällsynta mineral (aluminiumfosfater) som förekommer i mineraliseringen.

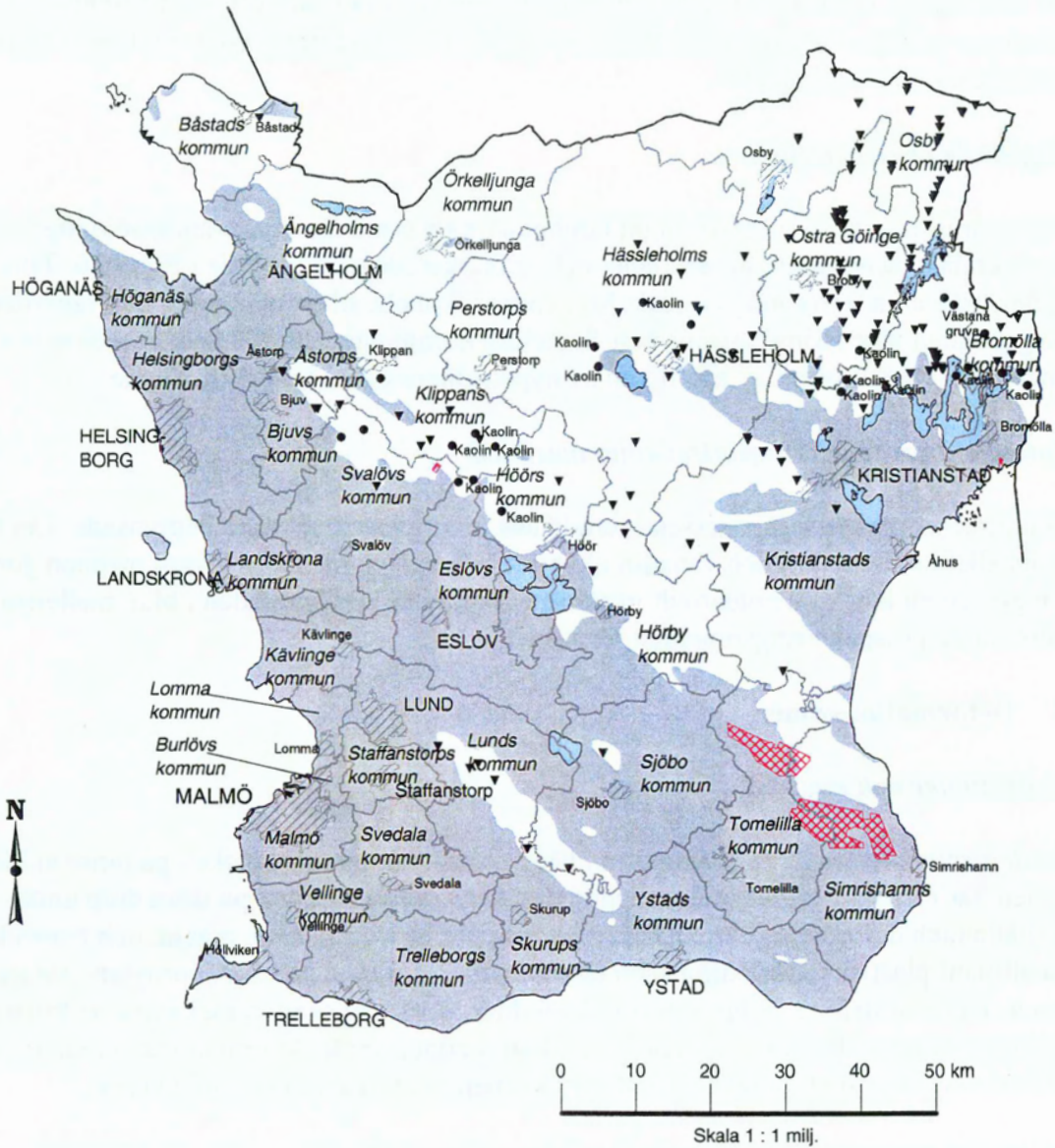
Icke-metalliska mineralresurser

De icke-metalliska råvarorna i undersökningsområdet utgörs i huvudsak av fältspat och kvarts. Båda mineralen har brutits i pegmatiter som uppträder i form av smala, vanligen några meter breda gångar. Till de icke-metalliska mineralresurserna kan också räknas den vittringsmantel av kaolinlera som täcker urberget och finns bevarad på många ställen i länet. Kända förekomster är bl.a. de tidigare brutna fyndigheterna vid Ryssberget norr om Bromölla /33/. I Billingområdet mellan Höör och Klippan har tillstånd beviljats för brytning av kaolin för användning främst inom pappersindustrin.

Nyttosten

En stor del av bergarterna i länets urberg samt yngre diabaser och basalter har nyttjats av stenindustrin. I urberget har brytningen i första hand varit inriktad på framställning av krossberg och främst har gnejser bearbetats. Av de mera kända stenbrotten kan nämnas Åstorp, Båstad och Dalby. I de gnejsiga granitbergarterna finns mindre stenbrott här och var i princip över hela länet. I de yngre graniterna i "Karlshamnsgranitgruppen" är brytningen främst inriktad mot blocksten. Den finkorniga Spinkamålagraniten har brutits bl.a. vid Bokalyckan söder om Hanaskog. En bergart som tilldrar sig stort intresse som fasadbeklädnad är den röda Vångagraniten som bryts i ett antal stora stenbrott på Vångaberget, se Figur 9f.

Mineral- och bergartsresurskarta över urbergsdelen av Skåne län. Informationen är hämtad från SGUs kartor, beskrivningar och databaser. Uppgifter om pågående prospektering kommer från Bergsstaten via SGUs Mineralkontor i Malå.



- Område där tillstånd beviljats för undersökning eller brytning av malm eller industrimineral
- ▼ Nyttostensförekomst
- Malm- eller industrimineralförekomst

Figur 10. Mineral- och bergartsresurs karta över urbergsdelen av Skåne län (sammanställning januari 1999)

Av de bergarter som uppträder i själva Protoginzonen har syenit tidigare brutits i ganska stor omfattning i Glimåkraområdet norr om Broby. Inom stenindustrin kallas denna bergart grön granit. Under benämningen svart granit har ett stort antal av Protoginzonens hyperitdiabasgångar brutits till monumentsten eller byggnadssten /66/. De betydligt yngre, fanerozoiska diabaserna har inte utnyttjats i samma utsträckning. Endast ett par diabaser i nordvästra delen av länet har brutits för makadamframställning.

De för Sverige så unika, unga basalerna i mellersta Skåne har även varit föremål för brytning på ett par platser. Det största brottet var i drift vid Ynglingarum söder om Hässleholm för framställning av stenuull /41/.

Pågående prospektering

Skåne är ur prospekteringssynpunkt tämligen ointressant. Beviljade undersökningstillstånd finns endast på ett fåtal platser i länet och är markerade med röd färg i Figur 10. Tillstånden gäller främst undersökning av zink, bly, koppar, kobolt, silver och guld i den fanerozoiska berggrunden inom Simrishamns och Tomelilla kommuner. Ett tillstånd har också beviljats att undersöka förekomsten av apatit i en av hyperitdiabaserna i nordöstra Skåne.

Potentiellt prospekteringsintressanta områden

Framtida prospekteringsintressen inom länets urberg kan antas vara begränsade. Det höga innehållet av titan, järn och vanadin i hyperitdiabasgångarna längs Protoginzonen gör dock att gångsvärmen kan vara potentiellt intressant. Vidare är vissa områden i bl.a. mellersta Skåne intressanta prospekteringsområden för kaolin.

6 Deformationszoner

Definitioner och metodik

En *deformationszon* är en svaghetszon längs vilken berggrundsblocken på ömse sidor av zonen har rört sig i förhållande till varandra. Sker deformationen på stora djup under varma förhållanden deformeras bergarterna plastiskt, likt 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 *formlinje* markerar en strukturell trend i terrängen. Formlinjer för planstrukturer som bildades under varma, plastiska förhållanden, d.v.s. förskiffring och bandning, har sammanställts genom interpolation av fältmätningar av sådana strukturer. Dessa mätningar har hämtats ifrån SGUs publicerade berggrundskartor /22, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 67/. Formlinjerna har kompletterats med tolkning av bandade anomalimönster på den magnetiska anomalikartan, s.k. *magnetiska konnektioner*, se Figur 11. Flygmätningarna som i princip täcker hela länet, se Figur 2, har utförts av SGU.

Formlinjer och magnetiska konnektioner 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

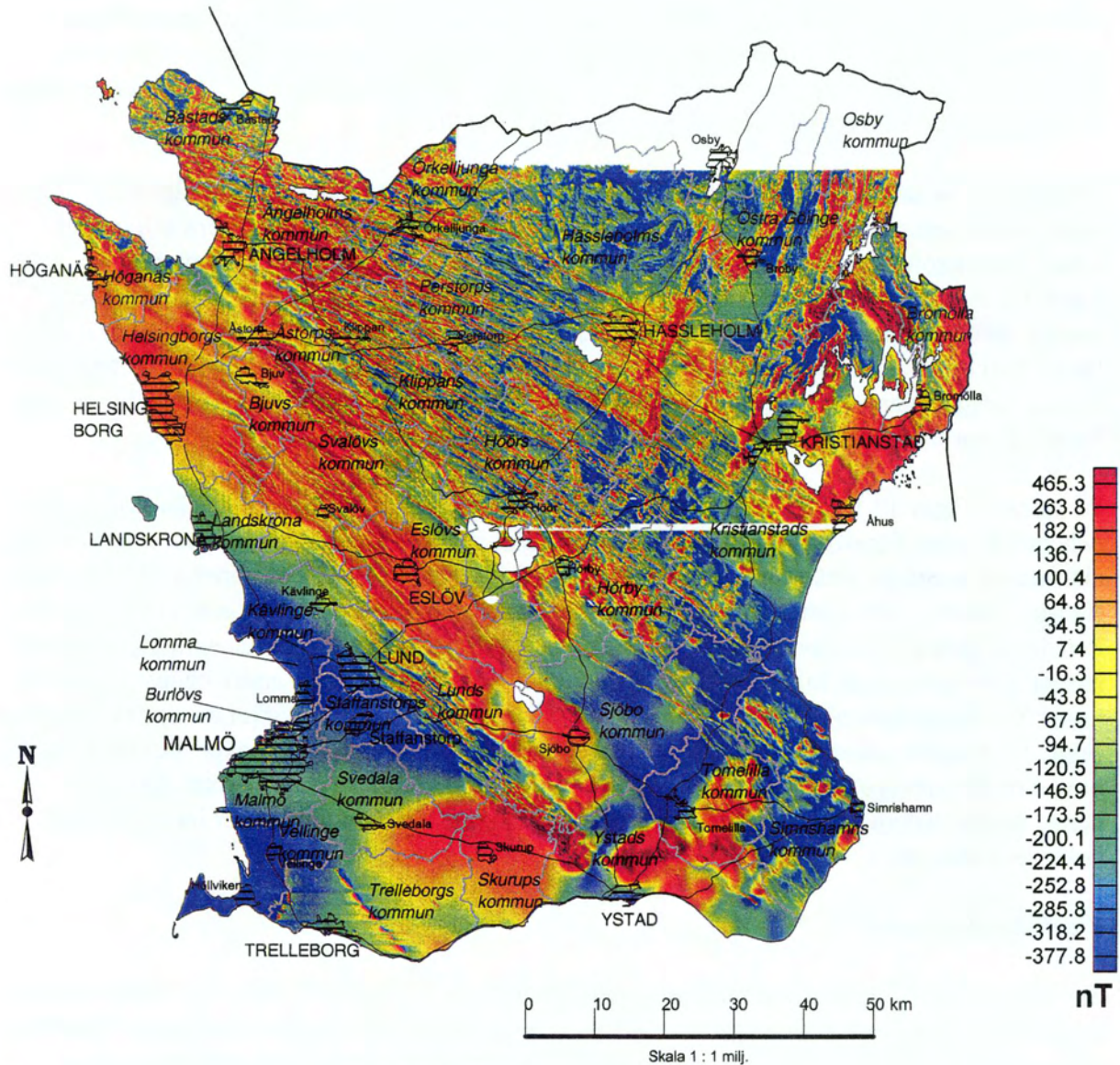
områden med regionalt mer homogen deformation, egna strukturmönster eller områden med odeformerade bergarter. Plastiska skjuvzoner har markerats där deformation dokumenterats i långsträckta stråk. Zonerna utmärks också av att planstrukturerna i den omgivande berggrunden ofta är inböjda mot skjuvzonerna. Förekomst av starkt förskiffrade bergarter och myloniter är karakteristisk och sådana bergarter har dokumenterats i de zoner som markerats på deformationszonskartan, se Figur 13. Vid identifiering och begränsning av plastiska skjuvzoner har information från tryckta berggrundskartor och magnetisk information, se Figur 11, använts. De fåtaliga formlinjerna och avsaknaden av magnetiska konnektioner i den nordligaste delen av deformationszonskartan beror på att modern berggrundsgeologisk information och flyggeofysiska data saknas i denna del av länet, se Figur 2.

Sprickzoner är sällan blottade utan vanligen täckta av glaciala-postglaciala avlagringar, eller utgör moss- och myrmarker eller vattendrag, varför direkta observationer mera sällan kan göras. Sprickzoner har i första hand tolkats med hjälp av höjddata från Lantmäteriet, se Figur 12, och från magnetiska data, se Figur 11. På magnetiska anomalikartor framträder spröda deformationszoner i regel som smala, lågmagnetiska stråk. Endast sprickzoner med en längd över ca 10 km har markerats. De flesta av sprickzonerna som är markerade i den fanerozoiska berggrunden och i kontakterna mellan den fanerozoiska berggrunden och urberget, se Figur 13, har överförts från kartan över Skånes berggrund /68/.

På kartan i Figur 13 visas formlinjer, magnetiska konnektioner, tolkade plastiska skjuvzoner och sprickzoner, fanerozoiska basalter, diabaser och sedimentära bergarter, samt massformiga eller delvis gnejsiga prekambrika bergarter som är yngre än ca 1450 miljoner år. Vidare visas Bolmentunneln, vilken sträcker sig från sjön Bolmen i Kronobergs län till området söder om Perstorp i Skåne. Vissa av de tolkade sprickzonerna är väl belagda, t.ex. de som utgör gräns mellan urberget och de fanerozoiska, sedimentära bergarterna, medan andra behöver kontrolleras. Av denna anledning bör existensen och utbredningen av flera markerade sprickzonerna i Figur 13, framför allt inom urbergsdelen av länet, betraktas som något osäker. Beroende på att områden där urberget är täckt av fanerozoiska, sedimentära bergarter är undantagna från denna studie, behandlas i nedanstående text i första hand deformationszoner inom urbergsdelen av Skåne län.

Plastiska skjuvzoner

Som framgår av Figur 13 uppträder ett ca 20 km brett, NNO-ligt bälte med hög koncentration av plastiska skjuvzoner i urbergsdelen av Skåne län, från Romeleåsen i sydväst upp till gränsen mot Kronobergs län i nordost. I området väster om Kristianstad och i området mellan Hörby och Romeleåsen är zonen helt eller delvis täckt av fanerozoiska, sedimentära bergarter. Denna zon benämns vanligen Protoginzonen men kallas även den Svekonorvegiska frontens deformationszon /5, 69/. Protoginzonen utgör ett av de mäktigaste systemen av plastiska deformationszoner i hela den Fennoskandiska urbergsskölden, och är följbär från Skåne i söder till Vättern och vidare norrut genom östra Värmland och in i Norge, se Figur 3. På den magnetiska anomalikartan, se Figur 11, framträder Protoginzonen relativt tydligt som ett bandat anomalimönster med NNO-lig orientering mellan Kristianstad och Hässleholm. Inom zonen uppvisar formlinjerna och de magnetiska konnektionerna en mycket konstant NNO-lig trend, vilken avviker från trenden i omgivande berggrund. På Romeleåsen, sydost om Lund,

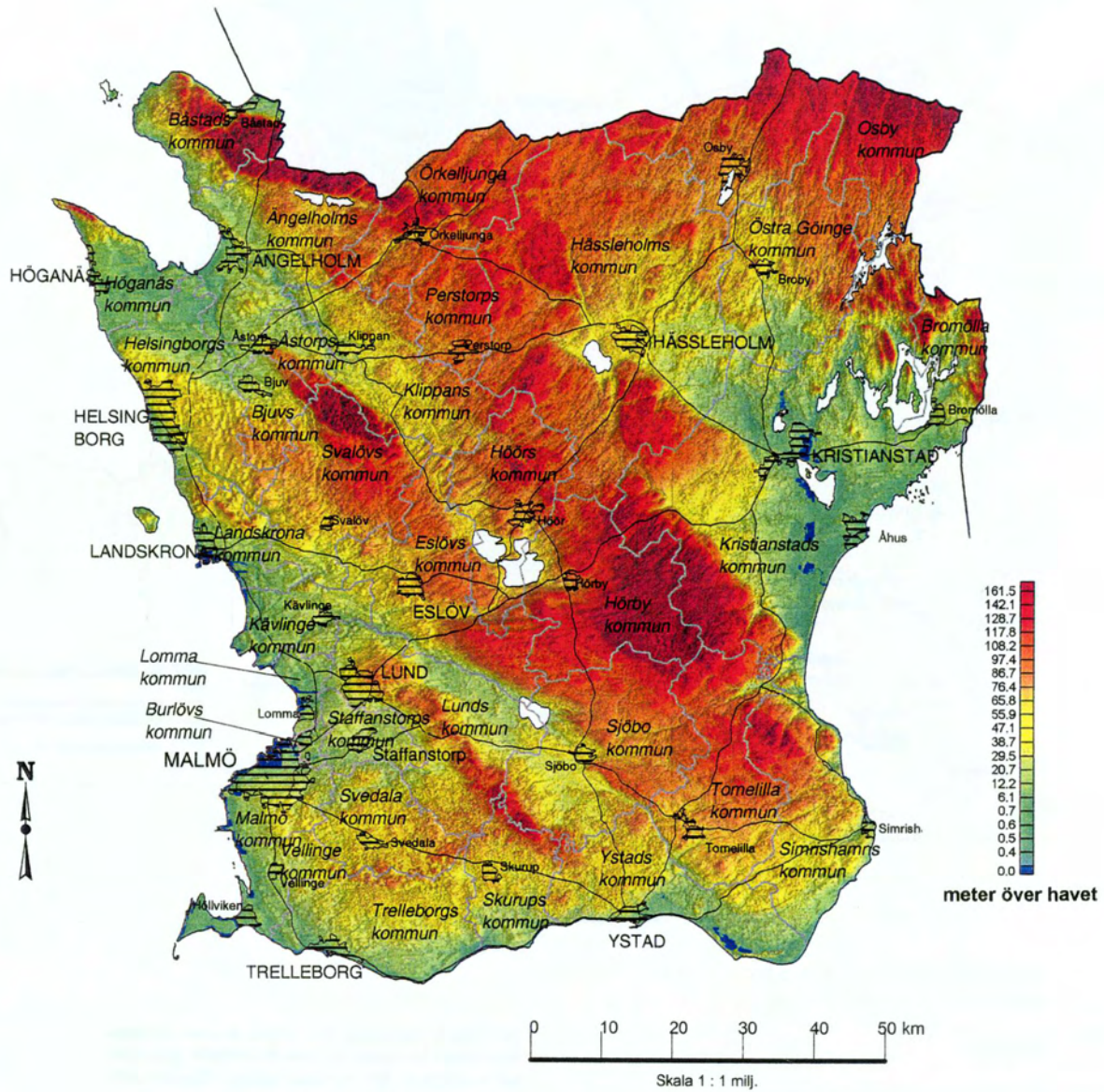


Magnetisk anomalikarta över Skåne län. Kartan är baserad på data i 50 meters rutnät och visar variationer i det jordmagnetiska fältet vilka huvudsakligen orsakas av halten magnetiska mineral i berggrunden.

Flygmätningarna, som förutom den nordligaste delen täcker hela länet, har utförts av SGU.

Det tydligt framträdande NV-ligt orienterade anomalimönstret i mellersta delen av länet orsakas av ca 300-270 miljoner år gamla diabaser, medan det NNO-ligt orienterade, bandade anomalimönstret mellan Kristianstad och Hässleholm åter speglar plastisk skjuvdeformation i den s.k. Protoginzone.

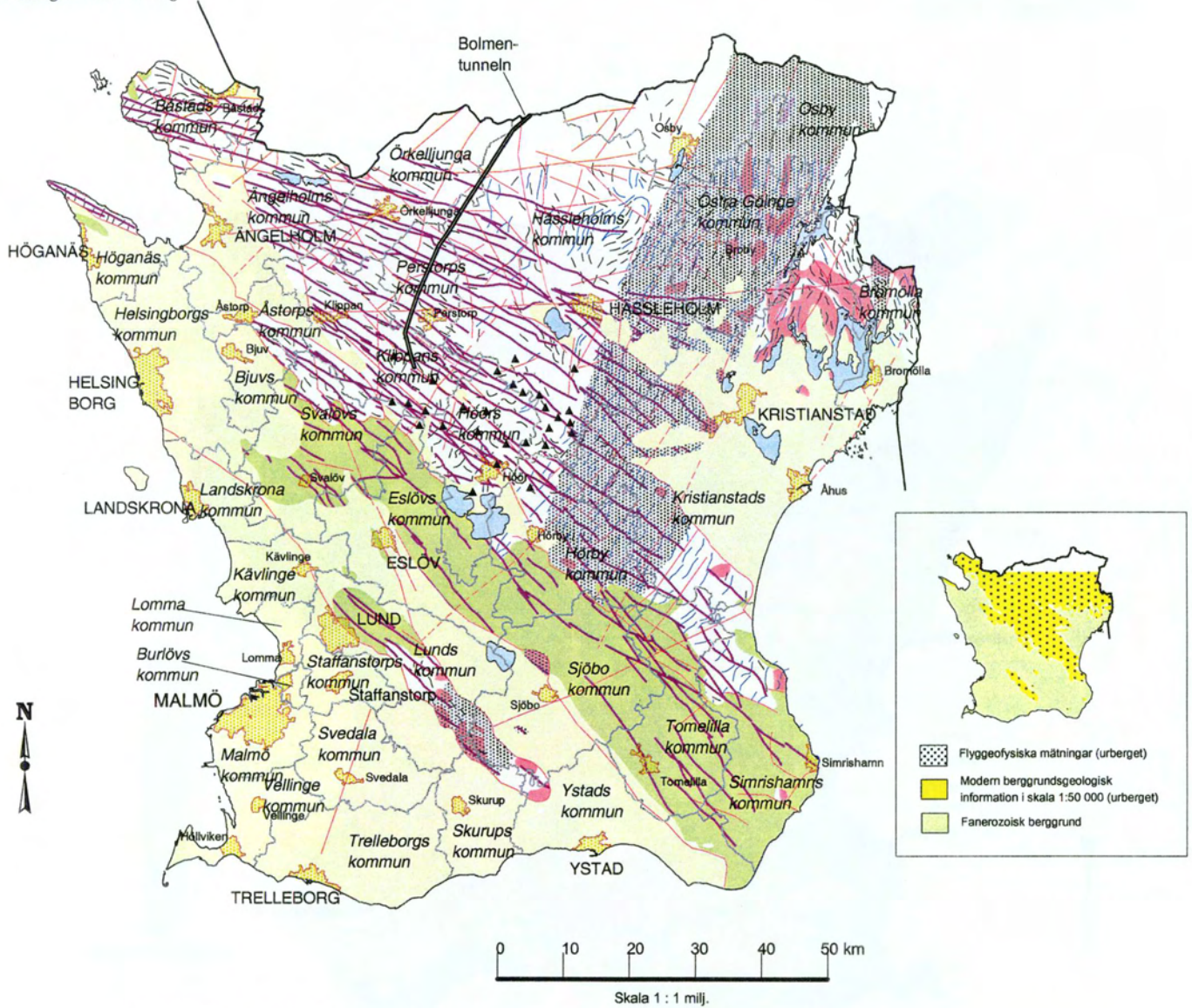
Figur 11. Magnetisk anomalikarta över Skåne län














Höjdreliëfkarta över Skåne län, baserad på digitala höjddata i 200 meters rutnät från Lantmäteriet.

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

Figur 12. Höjdreliëfkarta över Skåne län



-  Sprickzon under fanerozoiska sedimentära bergarter, magnetiskt indikerad
-  Sprickzon
-  Plastisk skjuvzon eller område som är påverkat av plastisk skjuvdeformation
-  Formlinjer
-  Magnetiska konnektioner
-  Basalt (ca 165-100 milj. år)
-  Sedimentär bergart (yngre än ca 250 milj. år)
-  Diabas (ca 300-270 milj. år)
-  Sedimentär bergart (ca 545-420 milj. år)
-  Diabas (ca 1180 och ca 930 milj. år)
-  Djupebergart, massformig eller delvis gnejsig (ca 1450 och ca 1200 milj. år)

Deformationszonskarta över Skåne län med formlinjer, magnetiska konnektioner, tolkade plastiska skjuvzoner och sprickzoner, fanerozoiska basalter, diabaser och sedimentära bergarter, samt massformiga eller delvis gnejsiga prekambriiska bergarter som är yngre än ca 1450 miljoner år.

I de vita områdena på kartan dominerar mer eller mindre penetrativt deformerade, i regel gnejsiga bergarter.

Formlinjerna visar berggrundens strukturella riktningar. Den breda NNO-liga, plastiska skjuvzonen är den s.k. Protogin-zonen, vilken utgör ett bälte av stråkvisa, plastiska skjuvzoner.

Sprickzonerna följer i många fall de äldre strukturellriktningarna i berggrunden, men bildar också egna blockmönster. De NV-liga sprickzonerna, som bl.a. begränsar de skånska urbergshorstarna tillhör den s.k. Tornquistzonen.

Tolkningen är baserad på data från SGUs berggrundskartor, magnetiska data och höjddata.

Figur 13. Deformationszonskarta över Skåne län

har emellertid formlinjerna en NV-lig orientering. Området är relativt dåligt blottat och utbredningen av Protoginzonen är här baserad på förekomsten av syeniter och "hyperitdiabaser", se Figur 8, vilka erfarenhetsmässigt från områdena norrut i Skåne och Småland förefaller vara knutna till Protoginzonen.

Deformationen inom Protoginzonen är inte homogen, utan zonen utgörs av ett bälte av stråk-visa, plastiska skjuvzoner av varierande bredd, mellan vilka berggrunden är betydligt mindre påverkad eller opåverkad av svekonorvegisk skjuvdeformation. De kraftigast deformerade zonerna varierar dessutom i bredd från någon cm upp till flera 100-tals meter, ibland upp till någon kilometer. Den plastiska deformationen domineras av vertikallrörelser utefter i regel vertikala till brant stupande zoner, där det västra blocket rört sig uppåt i förhållande till det östra, men zonerna karakteriseras även av en underordnad dextral horisontallrörelse, d.v.s. det östra blocket har rört sig söderut i förhållande till det västra /3, 5, 70, 71/. Den dextrala horisontallrörelsen framgår av att de NV-liga formlinjerna i området norr om Bromölla, vilka representerar en äldre foliation, böjer in mot Protoginzonen och blir gradvis mer N-S-liga. I området omedelbart väster om Protoginzonen uppvisar formlinjerna ingen konsekvent inböjning mot Protoginzonen, utan har en betydligt mer oregelbunden orientering, se Figur 13, vilket indikerar att den tektoniska foliationen är veckad.

I det nordostligaste hörnet av Skåne är en NNV-ligt orienterad zon markerad, vilken utgör en förmodad gren av Protoginzonen. Zonen fortsätter söderut genom Blekinge till området norr om Bromölla, där den sedan är täckt av de fanerozoiska, sedimentära bergarterna. Tolkningen överensstämmer med den som presenteras i en tidigare SKB-rapport, där olika aspekter rörande Protoginzonen och dess relation till omgivande berggrund behandlas /71/.

Protoginzonens regionalgeologiska betydelse och dess kraftiga vertikallrörelser framgår av det brott den utgör vad gäller utbredningen av svekonorvegisk deformation och metamorfos. Väster om zonen förekommer svekonorvegiska, plastiska deformationer, och en svekonorvegisk metamorfos under mycket högt tryck och hög temperatur har dokumenterats /56/. Öster om zonen är berggrunden däremot mer eller mindre opåverkad av svekonorvegiska orogena processer. En kraftig upplyftning måste följaktligen ha skett av berggrunden i sydvästra i förhållande till sydöstra Sverige i slutskedet av den svekonorvegiska orogenesisen, då Protoginzonen idag skiljer två ur strukturell och metamorf synvinkel helt olika berggrundsterränger /61/.

I Perstorp-Örkelljunga-Ängelholmsområdet uppvisar formlinjerna en relativt konstant NV-lig orientering, vilken i området sydost om Båstad gradvis blir mer N-S-lig och slutligen NO-lig, se Figur 13. På södra delen av Hallandsåsen, liksom på Kullaberg norr om Höganäs, har formlinjerna en NNO- till NO-lig orientering, medan formlinjerna utmed norra delen av Hallandsåsen har en relativt konstant NV-lig orientering. Den snabba förändringen i foliationens orientering på Hallandsåsen kan indikera förekomsten av en NV- och NO-lig, plastisk skjuvzon väster respektive öster om Båstad, men den kan också vara orsakad av en storskalig veckning.

Det bör påpekas att stora delar av urberget inom Skåne är dåligt blottat, vilket försvårar möjligheten att i fält observera plastiska skjuvzoner. Vidare försvåras den strukturella tolkningen av den magnetiska anomalikartan av de mycket talrika ca 300–270 miljoner år gamla diabasgångarna (se nedan), vilka helt dominerar anomalimönstret i centrala och nordvästra Skåne, se Figur 11.

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 magnetiska data. I håll kan dock små, flacka sprickzoner påträffas. Även inom de berggrundsblock som definieras av ett särskilt sprickzonsmönster förekommer sannolikt ännu mindre sprickzoner och sprickor.

Sprickzonerna i nordöstra Skåne uppvisar en relativt enhetlig NNO-lig orientering, d.v.s. de har samma trend som den plastiska deformationen inom Protoginzonen, vilket tyder på en reaktivering av den senare under sprödtektoniska förhållanden. Som framgår av Figur 13 är NNO-liga sprickzoner magnetiskt indikerade även under de fanerozoiska sedimentära bergarterna, t.ex. i Kristianstadsområdet och sydväst om Hörby. I området väster om Protoginzonen har de dominerande sprickzonerna NNO- till NO- och NV-lig orientering, men ungefärligen O–V-liga sprickzoner förekommer också. En uthållig tolkad sprickzon löper i O–V-lig riktning från Klippan i väster via Hässleholm och vidare österut mot gränsen till Blekinge län, se Figur 13. Sålunda föreligger en uppenbar skillnad mellan sprickzonsriktningarna inom Protoginzonen och området väster därom.

I Bolmentunneln dominerar sprickzoner med NNO- och VNV-lig orientering /72/, vilket överensstämmer relativt väl med de sprickzonsriktningar som indikerats i Figur 13. Tunneln passerar två km-breda, regionala sprickzoner i vilka berggrunden är kraftigt uppkrossad. Den ena löper i NNO-lig riktning och motsvaras rimligen av den tolkade sprickzon som från länsgränsen i norra delen av Hässleholms kommun fortsätter söderut ett par kilometer för att sedan vika av i SSO-lig riktning ner mot Hässleholmstrakten. Den andra har VNV-lig orientering och korsas av tunneln ca 10 km öster om Örkelljunga. Den i tunneln dokumenterade zonen motsvaras förmodligen av den i Figur 13 markerade sprickzonen som löper i VNV-lig riktning öster om Örkelljunga.

Ett framträdande inslag i deformationszonskartan utgörs av de mycket talrika, NV-liga, ca 300–270 miljoner år gamla diabasgångarna, vilka framträder mycket tydligt som NV-ligt orienterade, långsträckta anomalier på den magnetiska anomalikartan, se Figur 11. Diabaserna återspeglar en mycket viktig sprödtektonisk händelse i utvecklingen av Skånes berggrund. En kraftig isärdragning av jordskorpan har gett upphov till ett NV-ligt spricksystem som gett plats för de smältor som sedermera stelnat till diabasgångar. Det finns dock inga tecken på att storskaliga rörelser har ägt rum när spricksystemet öppnades /73/. Av praktiska skäl har endast ca 20% av det totala antalet diabasgångar som tolkats utifrån flygmagnetiska data markerats i Figur 13. Den mycket rikliga förekomsten av diabasgångar bekräftas av den geologiska dokumentation som utfördes vid byggnationen av den ovan nämnda Bolmentunneln /72/. I de sydligaste 30 kilometrarna av tunneln dokumenterades ca 120 st diabasgångar vilka varierade i bredd från ca 1 till 80 m. Av dessa var 40 st mer än 15 m breda.

Sprickzonerna inom den fanerozoiska, sedimentära berggrunden och zonerna som utgör gräns mellan den sedimentära berggrunden och urberget har en dominerande NV-lig orientering. De

tillhör den s.k. Tornquistzonen som utgör ett 20–50 km brett system av sprickzoner (förkastningar), vilka varit aktiva ett flertal gånger under de senaste ca 400 miljoner åren /73, 74, 75/. Även de NV-liga sprickzonerna i urberget sydväst om en ungefärlig linje genom Båstad och Hässleholm tillhör Tornquistzonen. Den senare utgör en del av gränsszonen mellan den Fenno-skandiska urbergsskölden och den yngre fanerozoiska berggrunden i sydvästra Skåne och vidare söderut i Europa.

Karaktären på rörelser i sprickzoner är ofta svår att bestämma. Detta beror i första hand på att zonerna i regel inte är blottade vilket omöjliggör direkta observationer. I de flesta av sprickzonerna i sydvästra Skåne har kraftiga vertikala rörelser skett. Sådana rörelser har bl.a. gett upphov till de skånska urbergshorstarna ("åsarna"), Romeleåsen, Söderåsen, Linderödsåsen, Kullaberg och Hallandsåsen, vilka sticker upp genom de omgivande, fanerozoiska, sedimentära bergarterna. Även horisontalrörelser har dock skett, såväl dextrala som sinistrala, under olika perioder av den tektoniska utvecklingen i Tornquistzonen /76/. Karaktären på rörelserna i sprickzonerna inom urbergsdelen av Skåne är mer osäker. Rimligen har rörelsen i de VNV-till NV-liga zonerna varit likartad den i motsvarande zoner som påverkat den fanerozoiska, sedimentära berggrunden, d.v.s. vertikala rörelser har dominerat men horisontalrörelser kan också ha förekommit.

Vid framtida mer detaljerade studier måste både stupningen av och karaktären på rörelsen i sprickzonerna klarläggas, liksom utbredningen av flacka samt kortare sprickzoner vilka inte har kunnat beaktas i denna översiktliga sammanställning. Detta gäller också de ännu mindre sprickzoner som sannolikt uppträder inom de berggrundsblock som avgränsas av regionala sprickzoner.

Deformationszoner i tid och rum

Åldern på den äldsta plastiska deformationen i berggrunden öster om Protoginzonen kan avgränsas till ca 1760–1450 miljoner år. Sannolikt är den dock utbildad i den äldre delen av detta tidsintervall. Deformationen präglar de äldsta yt- och djupbergarterna öster om Protoginzonen. Den regionala, plastiska deformationen väster om Protoginzonen präglas delvis av den svekonorvegiska orogenesen, men den gnejsiga berggrunden anses ha omvandlats redan i samband med den gotiska orogenesen för ca 1700–1590 miljoner år sedan /3, 77/.

Protoginzonen anses av många utgöra en långlivad svaghetszon i jordskorpan /3, 55, 70, 71/, vilken, förutom svekonorvegisk deformation /78/, omfattar såväl presvekonorvegisk plastisk deformation som yngre, senprekambrisk till fanerozoisk spröd deformation. Vidare anses intrusioner av t.ex. ca 1500, ca 1200 och ca 900 miljoner år gamla diabaser samt ca 1200 miljoner år gamla syeniter och graniter vara tektoniskt kontrollerade av Protoginzonen. Huruvida zonen bildats tidigt under den geologiska utvecklingen och enbart reaktiverats senare är svårt att avgöra. Rörelserna i slutfasen av den svekonorvegiska orogenesen, d.v.s. för ca 1000–900 miljoner år sedan, har dock varit så kraftiga att det är dessa som idag helt karakteriserar den plastiska skjuvdeformationen. Efter den svekonorvegiska orogenesen höjdes berggrunden och deformationen övergick p.g.a. kallare förhållanden högre upp i jordskorpan från att ha varit plastisk till att bli spröd.

Att exakt bestämma åldern på sprickzoner/förkastningar är svårt. I regel kan endast en relativ ålder anges, d.v.s. om sprickzonen är äldre eller yngre än någon väldokumenterad bergart eller

struktur. I de fall zonerna har reaktiverats är det den sista rörelsen som är viktig att tidsbestämma.

Spröd reaktivering inom den norra delen av Protoginzonen, i Vätternområdet och området söder därom, har skett för ca 420 miljoner år sedan eller senare. Enligt Månsson /79/ är huvudfasen av förkastningsrörelserna i Vätternområdet permisk, d.v.s. ca 290–250 miljoner år gammal. Att permiska rörelser förmodligen har skett utefter sprickzonerna/förkastningarna inom Protoginzonen har också påpekats av Andréasson & Rodhe /70/. Enligt samma källa har rörelser förmodligen även ägt rum i samband med Alpernas bildning under tertiär tid, d.v.s. för ca 65 miljoner år sedan och senare. En extrapolation av dessa tolkningar söderut innebär att även den södra delen av Protoginzonen i Skåne kan ha reaktiverats en eller flera gånger under fanerozoisk tid. I den sydligaste delen av Bolmentunneln har man observerat att NNO-liga sprickzoner, vilka är parallella med zonerna inom Protoginzonen, även påverkar de ca 300–270 miljoner år gamla NV-liga diabaserna /72/, vilket tyder på att rörelser skett för ca 270 miljoner år sedan eller senare.

Tornquistzonen och omgivande områden har genomgått en lång och komplex sprödtektonisk utveckling under de senaste ca 400 miljoner åren, även innefattande basaltisk, vulkanisk aktivitet och intrusioner av diabaser. Eventuellt har rörelser skett så sent som i tertiär tid, d.v.s. under de senaste 65 miljoner åren /80/. Det är ett rimligt antagande att rörelser inte bara har skett i de förkastningar som är markerade i den fanerozoiska berggrunden, se Figur 13, utan även i många av sprickzonerna inom urbergsdelen av länet. Vidare information om den sprödtektoniska fanerozoiska utvecklingen av Skånes berggrund och när i tiden olika sprickzoner varit aktiva presenteras i Bergström m.fl. /73/, Norling & Bergström /74/ och Erlström m.fl. /75/.

I följande kapitel om jordarter behandlas sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan, inklusive jordskalv.

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

Kännedomen om kvartärgeologin inom Skåne läns urbergsområde, d.v.s. den geologiska utvecklingen från ca 2 miljoner år sedan till nutid, grundar sig på SGUs jordartskartor samt olika specialarbeten. Över större delen av undersökningsområdet föreligger moderna jordartskartor i SGU serie Ae /81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90/ samt i databaser över kartområdena Tomelilla NO, Kristianstad NO och Karlshamn NV. Moderna kartor saknas i den nordligaste delen av länet. Över detta område finns äldre och/eller översiktliga jordartskartor utgivna i slutet av 1800-talet /11, 12, 13, 17, 24, 25, 26, 27/, samt en översiktlig länssammansättning som är under arbete.

Isavsmältning och postglacial utveckling

Landisens avsmältning inleddes i länets västra och sydvästra delar för mer än 15 000 år sedan /91/. Isavsmältningen i sydvästra Skåne är komplicerad med nya isframstötter från sydliga och ostliga riktningar. Inom större delen av det aktuella området skedde avsmältningen mot nordost och över den nordostligaste delen ökade avsmältningshastigheten på grund av en inledande klimatförbättring. Delar av isen blev avsnörda från den aktiva isen och smälte som dödis. Isräfflor visar att reträtten i sydvästra delen av området var nordostlig, med en vridning mot norr i den nordostliga delen. Området kring Kristianstadsslätten intogs av Baltiska issjön, vars

vattenyta nådde 45–60 m över den nuvarande vattenytan längs den s.k. högsta kustlinjen (HK), medan Västerhavet nådde ca 55 m över nuvarande vattenyta kring Ängelholmsslätten. Isavsmältningen över länet tog mer än 1000 år, och över urbergsdelen ca 600 år. Avsmältningstakten i det undersökta området var i genomsnitt ca 125 m/år /91/.

Istäckets mäktighet under nedisningens huvudskede i området beräknas ha varit 1500–2000 m /92/, medan ismäktigheten vid fronten under avsmältningen var avsevärt mindre. Vid istidens slutskede började den av landisen kraftigt nedtryckta jordskorpan att höja sig, vilket skedde som snabbast då isen lämnade trakten och därefter i allt långsammare takt. Idag uppgår landhöjningen till ca -0,5 mm/år i de södra delarna av undersökningsområdet, d.v.s. landet sjunker, och ca +0,5 mm/år i de nordöstra delarna av området. Jämviktslinjen går ungefär mellan Ängelholm och Åhus. Största delen av området ligger över det forntida havets högsta nivå (HK).

Jordarter och jorddjup

Jordarterna i länet, se Figur 14 /93/, har bildats i samband med den senaste landisens avsmältning, s.k. glaciala jordarter, och under tiden därefter, s.k. postglaciala jordarter. Vissa jordarter nybildas fortfarande. Avlagringar äldre än senaste istiden har påträffats på Romeleåsen och inom det fanerozoiska berggrundsområdet söder därom.

Glaciala jordarter

Morän består av det av landisen uppluckade, bearbetade och avlagrade materialet. Denna osorterade jordart har stor utbredning och ligger vanligen under lagren av yngre jordarter. I länet förekommer flera olika moräntyper och den dominerande moränsammansättningen är sandig. Moränleror och leriga moräner finns huvudsakligen utanför urbergsområdet men tangerar det aktuella undersökningsområdet. Moränens ytblockighet varierar, men är som regel normalblockig. Storblockig och blockrik morän förekommer mer frekvent i det av granitberggrund dominerade området längs gränsen mot Blekinge län.

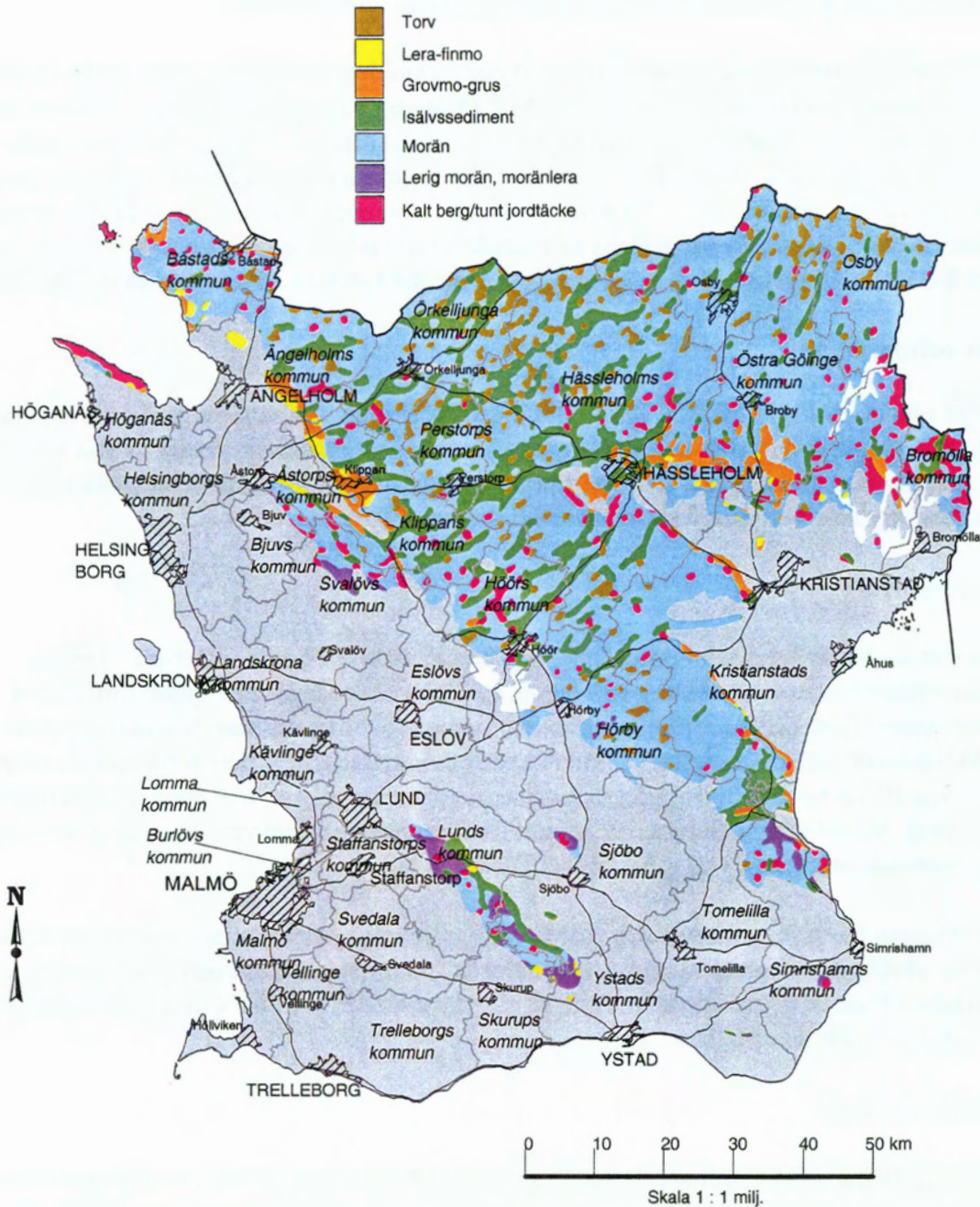
Isälvsedimenten har transporterats och sorterats av isälvarnas smältvatten i och under landisen och har slutligen avlagrats vid isfronten under avsmältningen. Sand och grus dominerar och uppträder i form av åsar, deltan, m.fl. avlagringstyper, se Figur 15a. I mindre omfattning avsattes sand, silt och lera i issjöar.

Postglaciala jordarter

Svallsediment bildades vid stränder utmed hav och större sjöar genom vågors och strömmars omlagring av glaciala jordarter, varvid svallsand, svallgrus och klapper avsattes. De finaste partiklarna avsattes i vikar och lugna bassänger i form av postglacial lera eller silt samt gyttjelera. I senare tid har svämsediment bildats utmed större vattendrag, vilket fortgår än idag. Organiska jordarter domineras av torv. Torvmarkerna utgörs av både kärr och mossar.

Jordartsfördelning och jorddjup

Jordartsfördelningen i urbergsdelen av länet visas översiktligt på kartan i Figur 14. Nordöstra hälften av Skåne län tillhör Sydsveriges moränområde medan området sydväst om en linje från Ängelholm till Simrishamn, alltså ungefär längs med gränsen för det utvalda området för denna undersökning, ingår i Sydvästra Skånes moränlerområde /6/. Undersökningsområdet



Jordarter och berg i dagen inom urbergsdelen av Skåne län. Kartan, som är en förstoring av jordartskartan i Sveriges Nationalatlas och grundar sig på SGUs kartläggningar, visar huvuddragen av länets jordartsgeologi. Jordartsindelningen är förenklad och kartans skala har medfört kraftig generalisering, t.ex. är isålvssedimenten i åsarna kraftigt överdrivna för att de skall framträda tydligt.

Figur 14. Översiktskarta över hållmarker och jordarter inom urbergsdelen av Skåne län. Grå färg indikerar fanerozoisk berggrund



Figur 15. Exempel på jordarter i urbergsdelen av Skåne län. a) Isälvsavlagring ca 4 km öster om Hässleholm. Avlagringen är en deltabildning och består huvudsakligen av sand med inslag av silt. Foto M. Persson 1993. b) Skärning i småkulligt moränlandskap, ca 10 km öster om Broby. Jorddjupet är ca 10 m. Foto E. Daniel 1995.

domineras av sandig morän. Kalt berg eller berg med mycket tunt jordtäckte dominerar endast inom mindre områden, t.ex. Kullen i Höganäs kommun och vid gränsen mot Blekinge. I övrigt är berggrunden relativt dåligt blottad. Inom spridda områden med moränegenformer, som t.ex. småkulliga utsmältningsmoräner, är jorddjupet större, se Figur 15b.

Isälvsavlagringar genomkorsar hela länet, men har större utbredning i mellersta norra delen. De är vanligen lokaliserade till dalgångar och sänkor, där stråk av rullstensåsar och andra isälvsavlagringar löper i ONO- till NNO-lig riktning. Vanligen har de måttlig mäktighet, mindre än 20 m. Utbredda och mäktiga isälvsavlagringar finns t.ex. mellan Perstorp och Hässleholm.

Finkorniga sediment såsom lera och silt förekommer i större utsträckning på Kristianstads- och Ängelholmsslätterna som endast tangerar undersökningsområdet. Torvmarker förekommer rikligt i norra delen av området. Söderut är torvarealerna vanligen små till ytan.

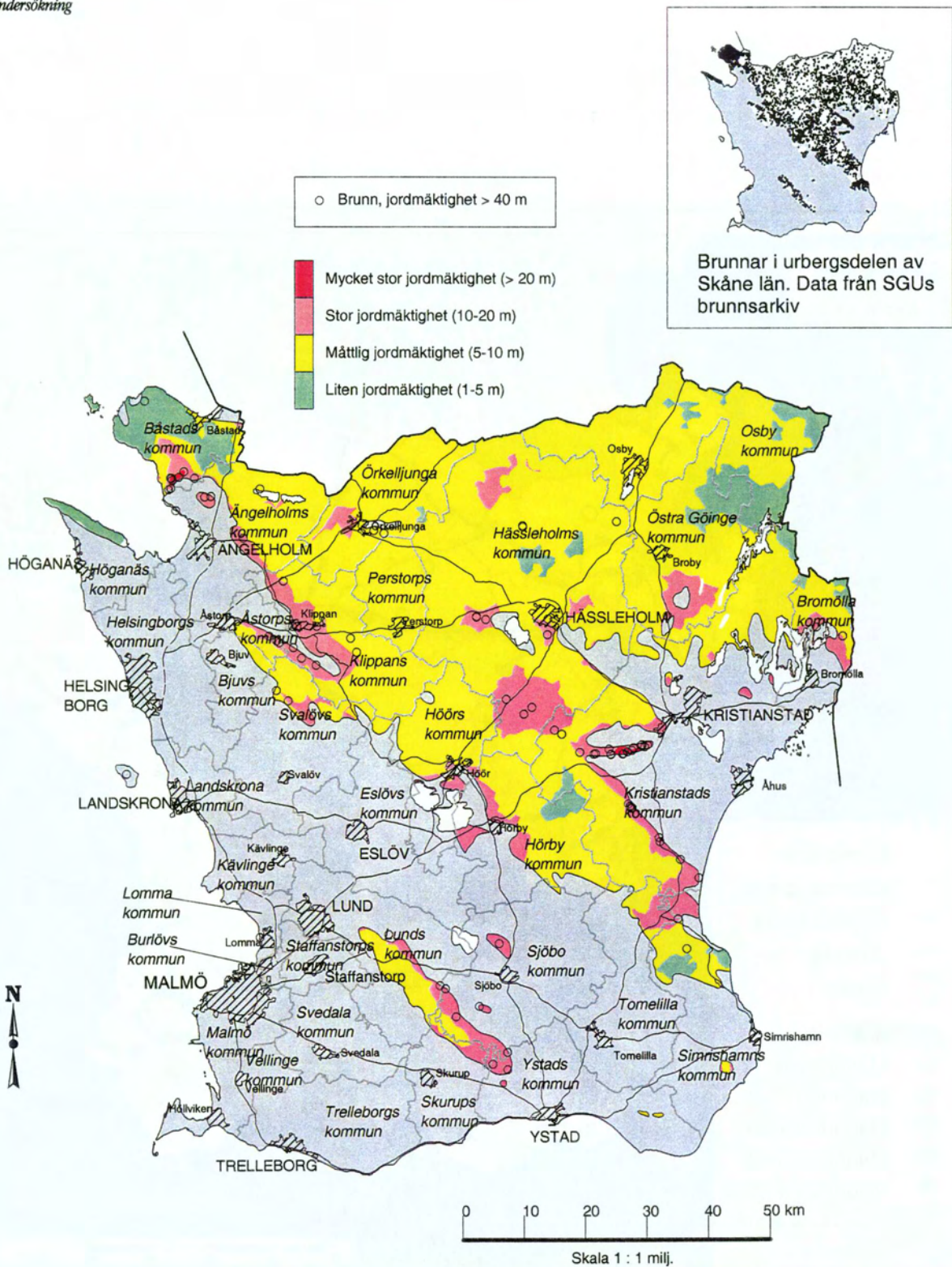
Jordmäktigheten är måttlig (5–10 m) inom stora delar av undersökningsområdet, se Figur 16. Områden med liten jordmäktighet (1–5 m) finns på Hallandsåsen, Kullen, gränsområdet till Blekinge och andra mindre ytor. Områden med större jorddjup (>10 m) finns ställvis i anslutning till urbergsområdets avgränsning mot slättområdena kring Ängelholm och Kristianstad samt i några spridda mindre områden. I övrigt finns stora jorddjup endast lokalt, vanligen i större morän- eller isälvsavlagringar eller sprickdalgångar.

Sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan inkluderande jordskalv

Från norra Sverige har rapporterats observationer av sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan /94, 95/ i form av förkastningar, sprickbildningar och seismisk aktivitet. I södra Sverige har bl.a. Mörner /96, 97, 98/ redovisat iakttagelser, vilka tolkas som relativt sentida rörelser i jordskorpan orsakade av landhöjningen. En sammanfattande analys av det nuvarande kunskapsläget beträffande rörelser i jordskorpan och seismisk aktivitet har presenterats av Muir Wood /99/.

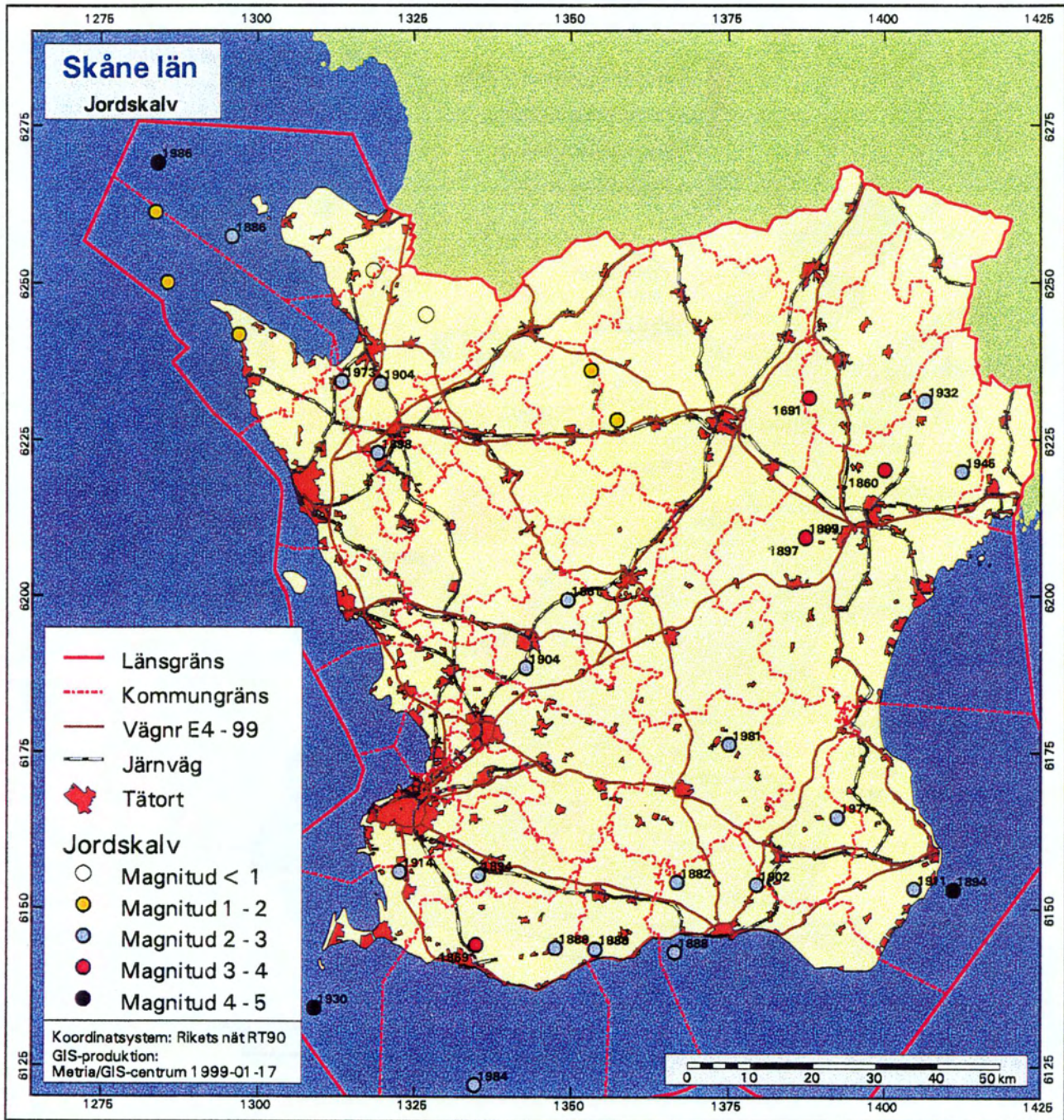
Från Skåne län finns, bortsett från ett antal registreringar av jordskalv, en iakttagelse från Kullen i Höganäs kommun, vilken tolkas som ett resultat av sen- eller postglaciala rörelse /100/. Lokalt har i isälvsavlagringar små förkastningar, veckningar, förskjutningar m.m. observerats. Dessa strukturer och lagringsförhållanden har vid SGUs jordartskartering tolkats som orsakade av antingen växlande rörelser (oscillationer) i landisens frontzon vid avsmältningen eller av infrusna, kvarlämnade ispartier som smält senare. För närvarande utförs mätningar med hjälp av GPS för att utröna om pågående rörelser förekommer i berggrunden i Skåne län /101/. Horisontalrörelser på upp till 4-5 mm/år har registrerats inom Tornquistzonen. Vidare har rörelser på ca 2 mm/år registrerats inom den södra delen av Protoginzonen. För att säkerställa dessa påstådda kraftiga rörelser behövs dock en längre tidsserie av upprepade mätningar.

I Sverige finns några områden där seismisk aktivitet är vanligare än inom övriga delar av landet. Dessa områden framgår av den sammanställning av jordskalv som har registrerats fram till 1993, se Figur 5. Ett sådant område, med centrum kring Vänern, tangerar den nordvästra delen av Skåne län. Längs den skånska sydkusten och kring Kristianstad finns mindre områden med förhöjd seismisk aktivitet. I länet är 41 skalv kända sedan år 1691, se Figur 17. De



Jordmäktighet i urbergsdelen av Skåne län. Analys baserad på data i SGUs brunnarsarkiv (ca 5600 brunnar). Den lilla kartan visar brunnarnas geografiska fördelning.

Figur 16. Jordmäktighet i urbergsdelen av Skåne län (sammanställning februari 1999)



Figur 17. Registrerade jordskalv i Skåne län fram till 1993. Årtal då skalvet inträffade finns angivet på kartan. Uppgifterna har hämtats från en databas vid Uppsala universitet

flesta har haft en magnitud på mellan 2 och 3. Tre skalv med magnitud mellan 4 och 5 har registrerats, med epicentrum i havet utanför Båstad, Höllviken och Simrishamn. Av dessa var de kraftigaste de två förstnämnda med en magnitud på 4,2 registrerade år 1986 respektive 1930.

8 Hydrogeologi

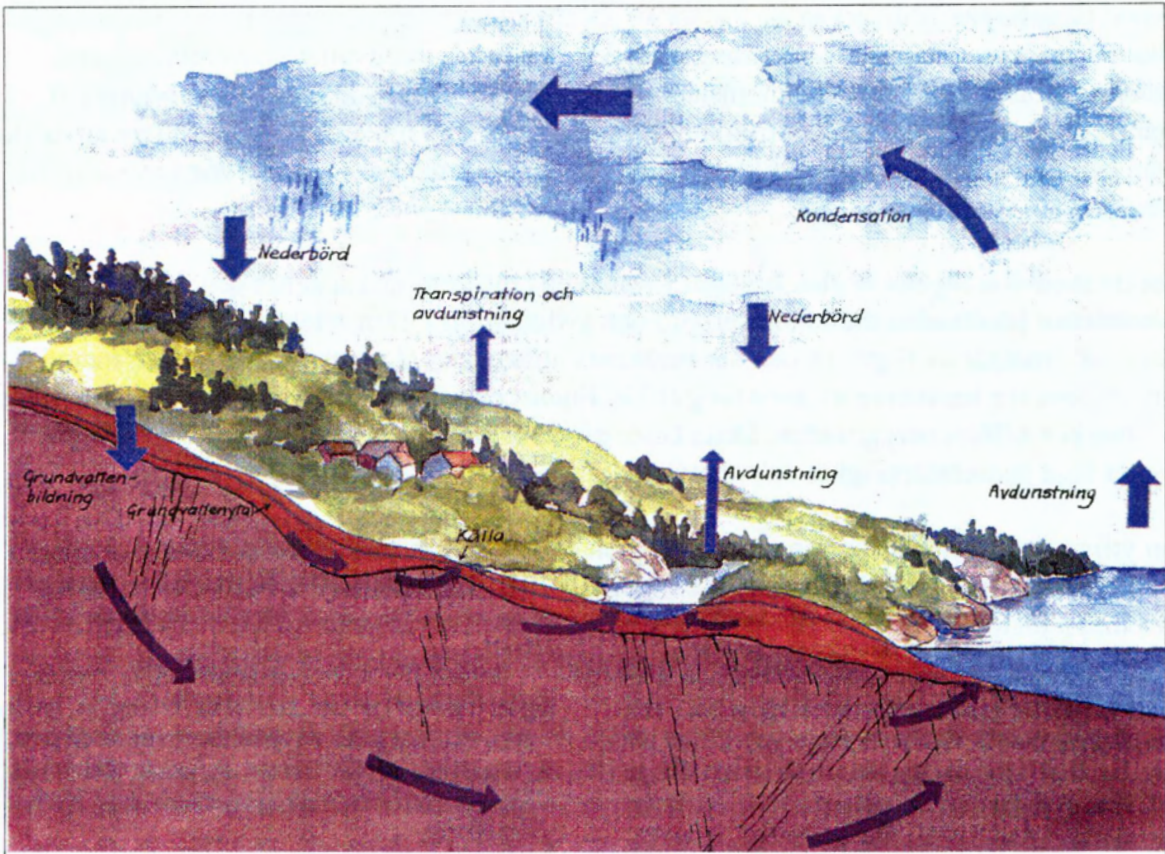
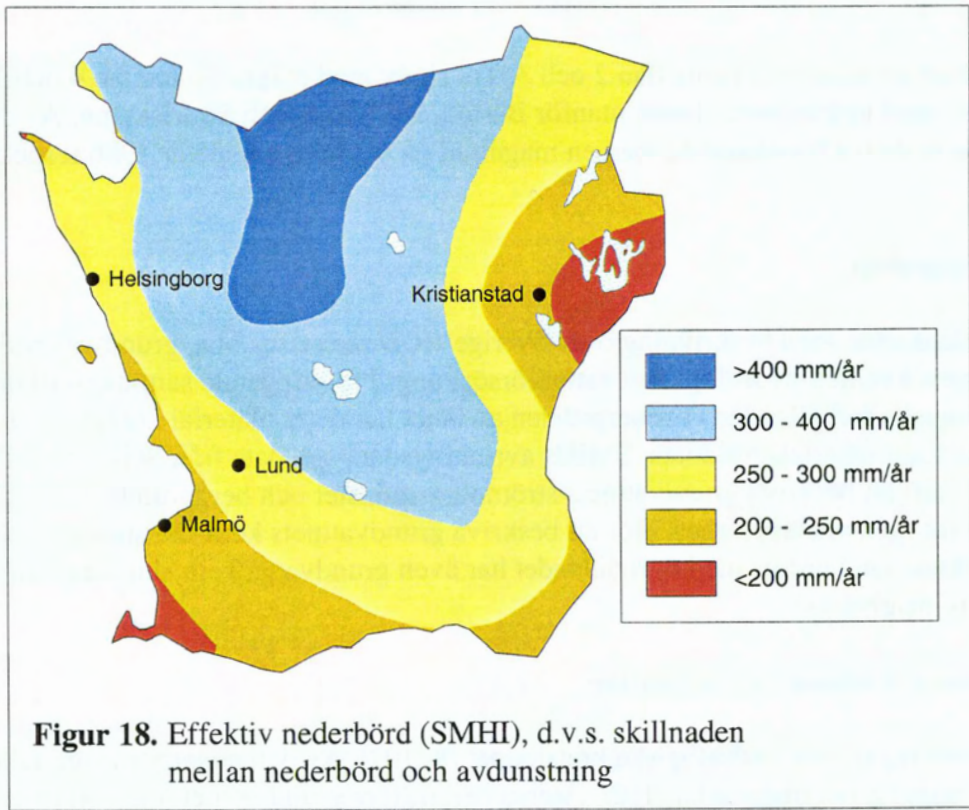
I grundvattenkartan med beskrivning över Sverige /102/ redovisas bl.a. grundvattentillgångar, grundvattnets kvalitet, hydrologi och vattenförsörjning. I föreliggande sammanställning av de hydrogeologiska förhållandena i urbergsdelen av länet har detta material kompletterats med analyser av Lantmäteriets höjddata, SMHI:s 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 Skåne län jämfört med övriga landet har även grundvattenkemiska data från SGUs brunnarsarkiv bearbetats.

Grundvattnets bildning och strömning

Grundvattnet ingår i det hydrologiska kretsloppet /8, 102/. Av den nederbörd som faller i länet avdunstar ungefär två tredjedelar /102/. 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 vägar det tar och hur fort strömningen sker, beror på grundvattenytans lutning samt jordlagrens och berggrundens genomsläpplighet. Områden där grundvattnets strömning är uppåtriktad brukar benämnas 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 Skåne län framgår av Figur 18 och har beräknats utifrån en vidareutveckling av den metod som använts för beräkning av avrinning /103/. 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 magasinande förmåga.

Den ytliga grundvattenströmningen i jordlagren och berggrundens övre delar styrs främst av de lokala topografiska förhållandena, se Figur 19 /102/. 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.



Figur 19. Vattnets kretslopp

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 Skåne län (inklusive de delar som täcks av fanerozoiska bergarter) är relativt små med en högsta marknivå 212 m.ö.h., se också Figur 12. Höjdområdena i de norra delarna av länet och inom horstarna 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 där de långväga strömbanorna i stället blir uppåtriktade.

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 i länet är dock mycket liten och i större delen av länet är landhöjningen negativ, d.v.s. landytan sjunker något. Idag uppgår landhöjningen till ca -0,5 mm/år i de södra delarna av undersökningsområdet och ca +0,5 mm/år i nordost. Jämviktslinjen går ungefär mellan Ängelholm och Åhus.

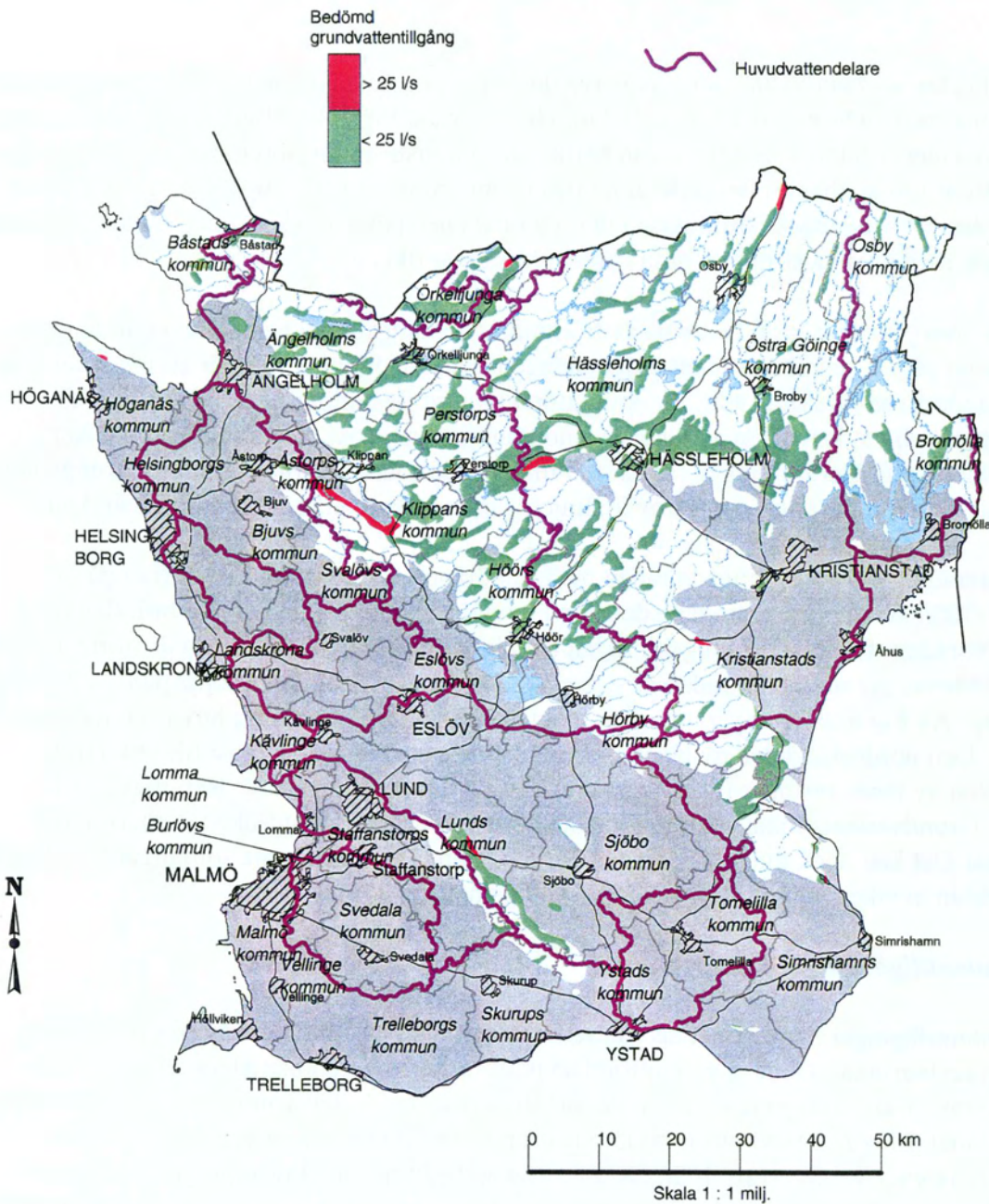
Sjöar, vattendrag och avrinningsområden med tillhörande vattendelare i länet framgår av Figur 20 /103/. Avrinningsområdena delas in i huvudavrinningsområden och biflödenas avrinningsområden. Huvudavrinningsområden har sin utloppspunkt i havet och är större än 200 km². Biflödenas avrinningsområden är större än 1000 km² och har sin utloppspunkt i ett större vattendrag. Av Figur 20 framgår att i Skåne län sker ytvattnets avrinning huvudsakligen via ett antal åar. Den nordöstra delen av länet avrinner huvudsakligen via Helge å till Östersjön. Större delen av länet avrinner till Västerhavet där några betydande åar är Kävlinge å och Rönne å. Grundvattnets lokala och regionala strömning följer i huvudsak ytvattnets avrinningsvägar. Det kan dock inte uteslutas att de djupa, långa strömbanorna som utgår från länets höjdområden avviker från det regionala avrinningsmönstret.

Grundvattentillgångar

Grundvattentillgångar av regional betydelse i urbergsdelen av Skåne län återfinns i stråken med isälvsavlagringar. Genom att jämförelsevis stora grundvattenmängder kan lagras och transporteras i isälvsavlagringarna, har dessa fått betydelse för den kommunala vattenförsörjningen i länet. I Figur 20 redovisas bedömda grundvattentillgångar i åsarna enligt SGUs grundvattenkarta över Sverige /102/. 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 genomsläpplighet

Berggrundens genomsläpplighet (hydrauliska konduktivitet, K) i urbergsdelen av Skåne län har beräknats /104/ med hjälp av uppgifter om brunnsdjup, avsänkning och uttagskapacitet från ca 4000 brunnar i SGUs brunnarkiv. Den beräknade hydrauliska konduktiviteten för



Grundvattentillgångar av regional betydelse i urbergsdelen av Skåne län finns i de stora isälvsvlagringarna. Sjöar och vattendrag utgör recipienter för grundvattnet i både jordlagren och berggrunden. Vattendelare enligt SMHI.

Figur 20. Grundvattentillgångar i urbergsdelen av Skåne län och vattendelare i hela länet. Grå färg indikerar fanerozoisk berggrund

brunnarna varierar i allmänhet mellan 10^{-6} och 10^{-8} m/s. Medianvärde för beräknat K är $2,74 \times 10^{-7}$ m/s, vilket är förhållandevis högt. 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 genomsläpplighet i dessa områden. Beräknade värden bedöms vara representativa för berggrundens genomsläpplighet ned till ca 100 m djup.

Berggrundens hydrauliska konduktivitet har, baserat på en geostatistisk analys, interpolerats över urbergsdelen av länet, se Figur 21. Resultatet visar de regionala variationerna i vattengenomsläpplighet, där de nordöstra delarna i allmänhet har något lägre värden. Områden med hög vattengenomsläpplighet förekommer särskilt i ett NV-ligt stråk från Båstad till Hörby, se Figur 21. Lokalt kan dock variationerna vara stora, främst beroende på om vattenförande sprickzoner påträffats vid brunnborrningen. Av figuren framgår därför även läget för samtliga registrerade brunnar i länet med en bedömd uttagskapacitet överstigande 10 000 l/tim (533 st).

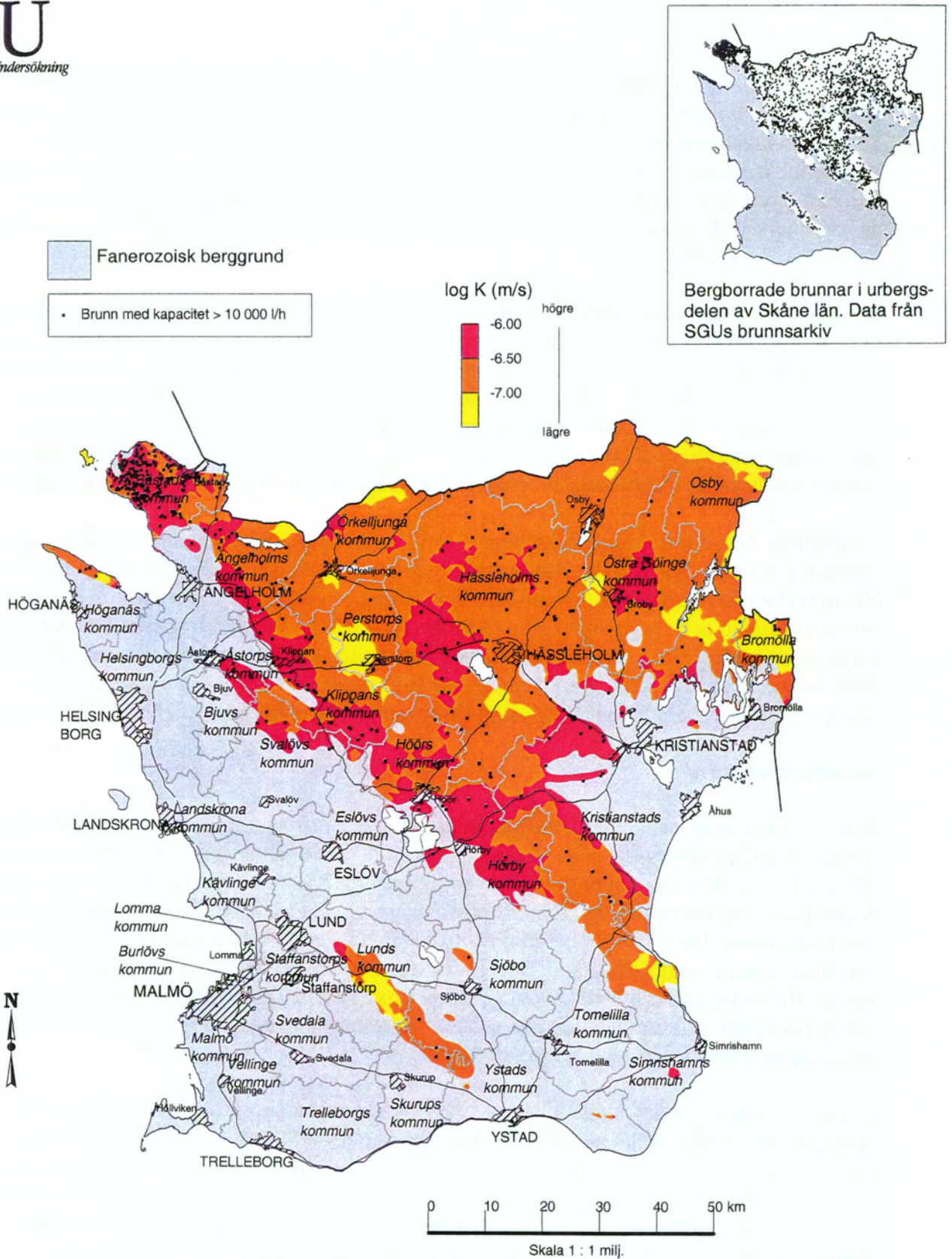
Erfarenheter från borrhålsundersökningar visar att genomsläppligheten i den kristallina berggrunden avtar med djupet /105/. Skillnaden i hydraulisk konduktivitet mellan nivån 100 m och 500 m under markytan kan uppgå till flera tiopotenser, vilket har stor betydelse för grundvattnets uppehållstid och strömningsvägar. Den densitetsskillnad som föreligger mellan det söta, ytliga vattnet och det djupare, salta medför att grundvattensättningen ytterligare reduceras. Även på stora djup kan dock grundvattnets strömning påverkas av enskilda vattenförande sprickor och sprickzoner med en betydligt större genomsläpplighet än omgivande berggrund.

Grundvattnets kemi

Beskrivningen av grundvattnets kemiska status baseras på en jämförelse mellan ca 380 bergborrade brunnar i urbergsdelen av Skåne län och ca 11 000 brunnar från övriga delen av landet /9/, se Figur 22. Brunnar i lättvittrade, huvudsakligen sedimentära bergarter har inte beaktats. Brunnarna är ojämnt fördelade inom undersökningsområdet och främst koncentrerade till den nordvästra delen. Detta medför 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.

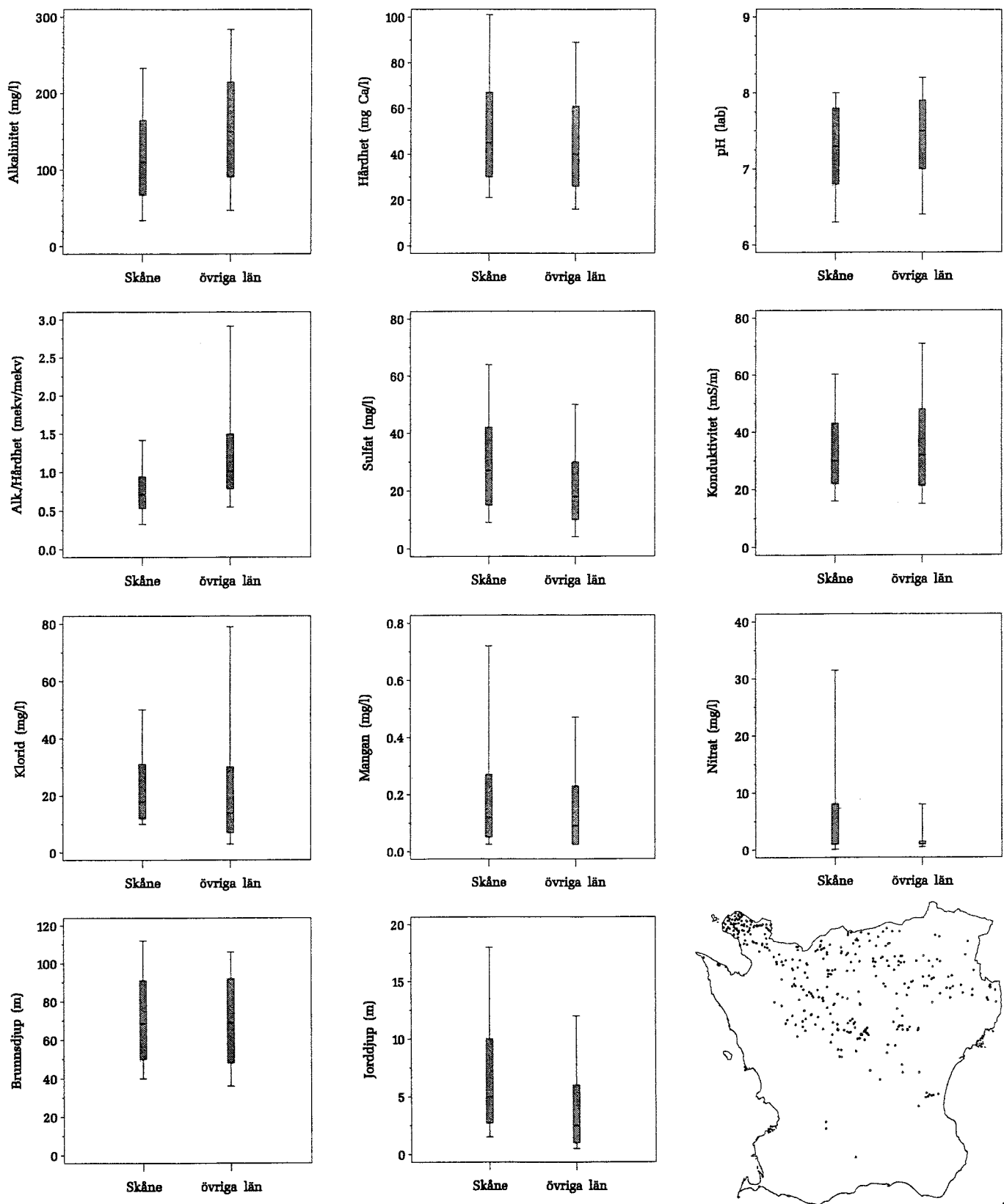
Vitringsberoende variabler som alkalinitet och pH har något lägre värden i urbergsdelen av Skåne län än i övriga landet medan totalhårdheten har något högre värden. Kvoten mellan alkalinitet och totalhårdhet är mindre än riksgenomsnittet vilket tyder på att antropogen påverkan av starka syror från nederbörden är större än i övriga delar av landet. Under ”naturliga” förhållanden är kvoten nära 1, d.v.s. alkaliniteten och totalhårdheten är ungefär lika. Nitrathalten är högre än i övriga delar av landet vilket sannolikt beror på jordbrukspåverkan.

Kloridhaltens medianvärde är något högre jämfört med övriga län (se även Figur 7 i inledningen), vilket bl.a. kan bero på inträngning av salt havsvatten i kustnära områden. Andra orsaker kan vara tillskott genom den relativt höga depositionen av klorid med nederbörden och att relik saltvatten kan förekomma i de delar av länet som är belägna under högsta kustlinjen (HK, se röd linje på Figur 7). Den högsta kloridhalten som uppmätts i bergborrade



Berggrundens genomsläpplighet (hydrauliska konduktivitet, K) i urbergsdelen av Skåne län. Analys baserad på data i SGUs brunnarsarkiv (ca 4000 bergborrade brunnar).

Figur 21. Berggrundens genomsläpplighet i urbergsdelen av Skåne län (sammanställning februari 1999)



Antal analyser i Skåne län och övriga delen av landet:

	HCO ₃	Hårdhet	pH	HCO ₃ /Hårdhet	SO ₄	Konduktivitet	Cl	Mn	NO ₃	Jorddjup	Brunnsdjup
Skåne	379	373	380	373	327	250	376	313	300	286	380
Övriga län	11368	10695	11690	10676	6863	9016	10424	9105	8455	8108	11705

Figur 22. Grundvattnets kemi samt brunnsdjup och jorddjup för bergborrade brunnar i Skåne 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 har sammanställts från brunnsarkivets kemiarkiv och visas i insättskartan. Sammanställningen gjordes i februari 1999.

brunnar i länet uppgår till 870 mg/l att jämföra med Östersjön och världshaven som har halter omkring 4 000 respektive 20 000 mg/l. Skåne län är förhållandevis lågt beläget och är dessutom ett utpräglad kustlän, vilket ökar risken för höga kloridhalter.

Grundvattnet i länet bedöms vanligtvis inte vara aggressivt med hänsyn till pH-värden samt en tämligen hög alkalinitet i förhållande till sulfathalten. Brunnsdjupen är ungefär lika stora som i övriga län medan jorrdjupen är större än i övriga län. Skillnaderna i grundvattenkemin kan dock inte förklaras av skillnaden i jorrdjup.

9 Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar

Sammanfattande slutsatser

Berggrunden i urbergsdelen av Skåne län kan i stora drag indelas i en östlig och en, något större, västlig del. Det östra området domineras av gnejsiga granitoider och yngre graniter. Söder om Kristianstadsslätten finns ett parti med bl.a. gnejser och granitoider vars anknytning till det östra området dock är oklar. I den västra delen dominerar gnejsiga granitoider även om en hel del basiska bergarter förekommer. Urbergets båda delområden skiljs åt av en bred, NNO-lig tektonisk zon som brukar kallas Protoginzonen eller Svekonorvegiska frontens deformationszon (se nedan). Gångbergarter är mycket rikligt förekommande, främst i och i anslutning till Tornquistzonen som genomkorsar Skåne i NV-lig riktning. Tornquistzonen utgör en del av gränzonen mellan den Fennoskandiska urbergsskölden och den yngre fanerozoiska berggrunden i sydvästra Skåne och vidare söderut i Europa. Granitoider och andra djupbergarter är, även när de är kraftigt omvandlade, generellt sett gynnsamma ur säkerhets- och byggnadsteknisk synpunkt medan gångbergarter är olämpliga i detta sammanhang.

Utifrån den information som föreligger är det svårt att i detalj uttala sig om *berggrundens homogenitet*. I väster dominerar gnejsomvandlade bergarter med betydande inslag av metabasiska bergarter. Växlingen mellan olika bergarter kan vara påtaglig och berggrunden måste där betraktas som jämförelsevis inhomogen. De rikligt förekommande diabasgångarna gör berggrunden mycket inhomogen inom stora delar av undersökningsområdet.

Inom urberget i Skåne län finns endast blygsamma koncentrationer av *metalliska mineral*. De *icke-metalliska råvarorna* utgörs i huvudsak av fältspat, kvarts och kaolinlera. Emellertid har en stor del av länets bergarter utnyttjats inom *stenindustrin*. Av bergarterna inom Protoginzonen har syenit, s.k. grön granit, tidigare brutits i ganska stor omfattning. Under benämningen svart granit har ett stort antal av Protoginzonens hyperitdiabasgångar brutits till monumentsten och byggnadssten. Den röda Vångagraniten bryts i ett antal stora stenbrott och används som fasadbeklädnad. De unga basalterna i mellersta Skåne har även varit föremål för brytning på ett par platser. Ur prospekterings synpunkt är länet tämligen ointressant. Det höga innehållet av titan, järn och vanadin i hyperitdiabasgångarna längs Protoginzonen gör dock dessa potentiellt intressanta. Vidare är vissa områden i bl.a. mellersta Skåne intressanta prospekteringsområden för kaolin.

Protoginzonen, som utgör ett ca 20 km brett, NNO-ligt bälte med en hög koncentration av *plastiska skjuvzoner*, är ett av de mäktigaste systemen av plastiska deformationszoner i hela den Fennoskandiska urbergsskölden. Den är följbär från Skåne i söder till Vättern och vidare norrut genom östra Värmland och in i Norge. I det nordostligaste hörnet av Skåne finns en NNV-lig plastisk skjuvzon markerad, vilken tolkas som en gren av Protoginzonen.

Sprickzonerna i nordöstra Skåne uppvisar en relativt enhetlig NNO-lig orientering, d.v.s. de har samma trend som den plastiska deformationen inom Protoginzonen, vilket tyder på en reaktivering av den senare under sprödtektioniska förhållanden. Väster om Protoginzonen förekommer också mer NV- och O-V-liga riktningar. Sprickzonerna inom den fanerozoiska sedimentära berggrunden och zonerna som utgör gräns mellan den sedimentära berggrunden och urberget har en dominerande NV-lig orientering. De tillhör den s.k. Tornquistzonen som utgör ett 20–50 km brett system av sprickzoner (förkastningar). Även de NV-liga sprickzonerna i urberget sydväst om en ungefärlig linje genom Båstad och Hässleholm tillhör Tornquistzonen.

Huvuddelen av undersökningsområdet ligger inom Sydsveriges moränområde. Berggrunden är i allmänhet dåligt blottad och bland *jordarterna* dominerar morän. Isälvsavlagringar genomkorsar hela länet, men har större utbredning i mellersta norra delen. De är vanligen lokaliserade till dalgångar och sänkor och har vanligen måttlig mäktighet, mindre än 20 m. Utbredda och mäktiga isälvsavlagringar finns t.ex. mellan Perstorp och Hässleholm. Finkorniga sediment såsom lera och silt förekommer i större utsträckning på Kristianstads- och Ängelholmsslätterna som endast tangerar undersökningsområdet. Torvmarker förekommer rikligt i norra delen av området.

Jordmäktigheten är i allmänhet måttlig (5–10 m). Områden med liten jordmäktighet (1–5 m) finns på Hallandsåsen, Kullen, gränsområdet till Blekinge och andra mindre ytor. Områden med större jorddjup (>10 m) finns ställvis i anslutning till urbergsområdets avgränsning mot slättområdena kring Ängelholm och Kristianstad samt i några spridda mindre områden. I övrigt finns stora jorddjup endast lokalt, vanligen i större morän- eller isälvsavlagringar eller sprickdalgångar. Kalt berg eller berg med mycket tunt jordtäckte återfinns endast inom mindre områden.

Skåne län ligger i ett område med relativt låg frekvens av *jordskalv*. Emellertid tangerar länets nordvästra del ett område med förhöjd frekvens av registrerade skalv. Förhöjd seismisk aktivitet har också registrerats inom mindre områden längs länets sydkust och kring Kristianstad. Utöver jordskalven finns en iakttagelse från Kullen i Höganäs kommun, vilken tolkas som ett resultat av *sen- eller postglaciala rörelser*. För närvarande utförs mätningar med hjälp av GPS för att utröna om pågående rörelser förekommer i berggrunden i Skåne län. *Landhöjningen* uppgår till ca -0,5 mm/år i de södra delarna av undersökningsområdet, d.v.s. landet sjunker, och ca +0,5 mm/år i de nordöstra delarna av området.

Ur *hydrogeologisk synvinkel* kan konstateras att berggrundens vattengenomsläpplighet är något lägre i de nordöstra delarna av undersökningsområdet och högre särskilt i ett NV-ligt stråk från Båstad till Hörby. Lokalt kan dock variationerna vara stora, främst beroende på om vattenförande sprickzoner påträffats vid brunnsborrningen. Höjdskillnaderna i Skåne län är relativt små, vilket sänker flödes hastigheten och förlänger omsättningstiden för grundvattnet. Höjdområdena i de norra delarna av länet och inom horstarna kan betraktas som inströmningsområden av regional karaktär. Det är i första hand där som grundvattnets djupa, långa strömbanor kan utbildas. Utströmning sker sedan mot de låglänta delarna där de långväga strömbanorna i stället blir uppåtriktade. Grundvattentillgångar av stor betydelse för den kommunala vattenförsörjningen i urbergsdelen av Skåne län återfinns i stråken med isälvsavlagringar. Även berggrundsvatten nyttjas i den kommunala vattenförsörjningen men utgör i första hand en viktig tillgång för den enskilda vattenförsörjningen.

Skåne län är förhållandevis lågt beläget och är dessutom ett utpräglat kustlän, vilket ökar risken för höga kloridhalter. Grundvattnets kemiska sammansättning i övrigt tyder på att antropogen påverkan av starka syror från nederbörden är större än i övriga delar av landet. Nitrathalten är jämförelsevis hög, vilket sannolikt beror på jordbrukspåverkan. Grundvattnet i länet bedöms inte generellt sett vara aggressivt.

Områden lämpliga för vidare undersökning

Ett område med potentiellt gynnsamma geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar av använt kärnbränsle karaktäriseras av:

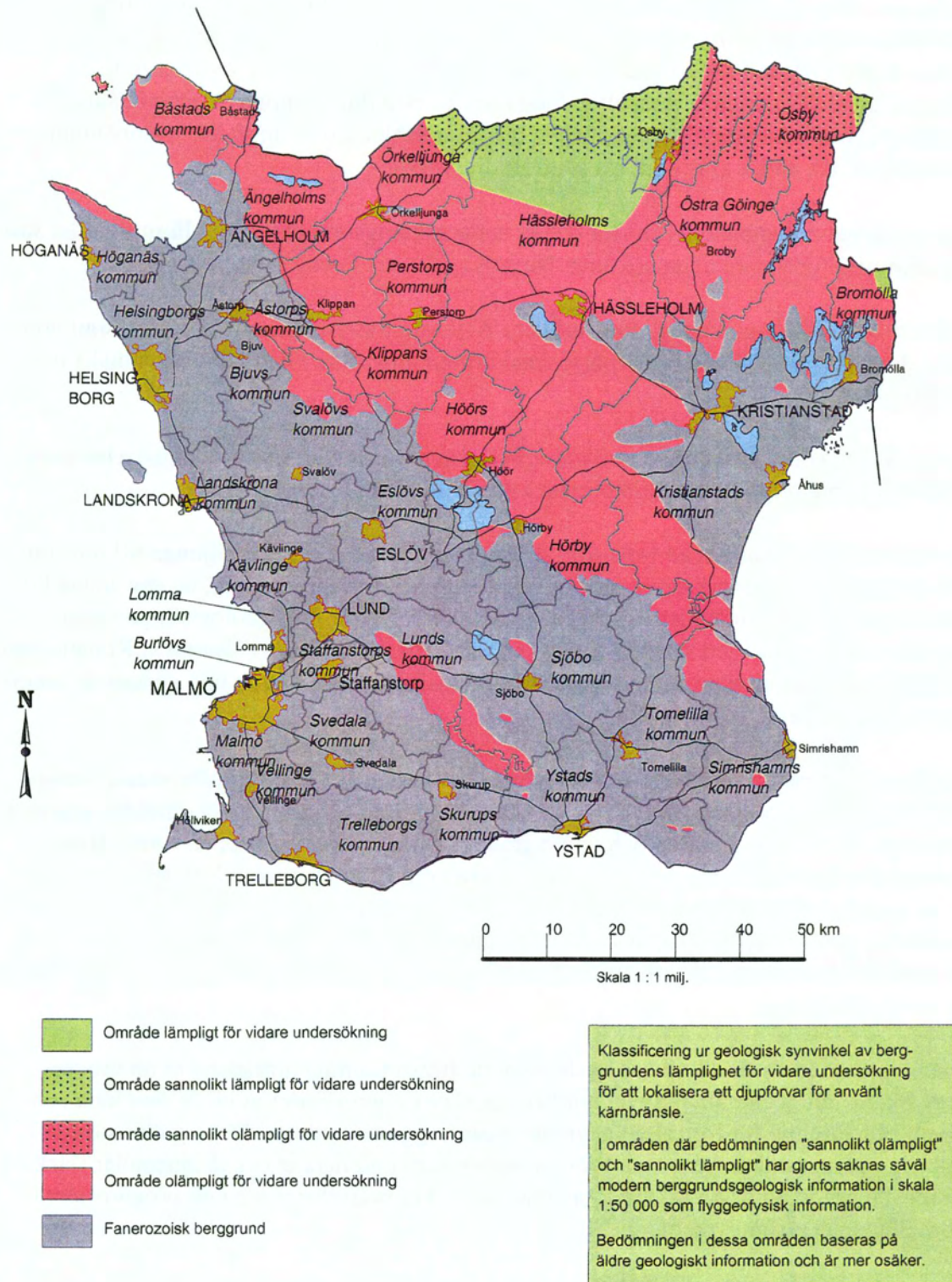
- En homogen berggrund.
- En berggrund som inte utgör en potentiell mineral- eller bergartsresurs.
- Avsaknad av större deformationszoner (plastiska skjuvzoner, sprickzoner och förkastningar).
- Inga indikationer på sen- eller postglaciala förkastningsrörelser.

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 förvaret bör ske till en stor recipient, helst havet. Isälvsavlagringar bör behandlas med försiktighet på grund av deras betydelse som grundvattentillgångar. Försiktighet bör även iaktas vid en lokalisering av ett djupförvar till ett seismiskt mer aktivt område.

Områden som uppfyller sådana villkor återfinns inom stora domäner mellan plastiska skjuvzoner. Dessa domäner genomkorsas dock av uthålliga sprickzoner. Sådana zoner måste också undvikas. Detta innebär att gynnsamma områden 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 Skåne län har, ur geologisk synvinkel, indelats i områden som bedöms olämpliga respektive lämpliga för vidare studier med syfte att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle, se Figur 23. 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. Modern jordartsgeologisk information i skala 1:50 000 saknas också i stort sett i dessa områden och bedömningen baseras då huvudsakligen på äldre geologiskt material och är mindre säker. Områden som bedömts olämpliga har utökats med en ca 1 km bred randzon för att undvika att olämpliga områden på grund av osäker gränsdragning klassificeras som lämpliga. Någon rangordning mellan intressanta områden är inte möjlig på grundval av befintlig information. I gränsområdet mot Hallands, Kronobergs och Blekinge län har resultaten av motsvarande undersökningar av dessa län beaktats.

Bedömningen baseras på undersökningsområdets förutsättningar med avseende på berggrundens sammansättning, framtida prospekteringsintresse och tolkade deformationszoner. Länet ligger i ett område med relativt låg frekvens av registrerade jordskalv men den nordvästligaste



Figur 23. Översiktlig bedömning ur geologisk synvinkel av berggrundens lämplighet för vidare undersökning i urbergsdelen av Skåne län

delen tangerar ett område, med huvudutbredning i Halland och Västra Götaland, där frekvensen är högre än inom övriga delar av södra Sverige. Längs den skånska sydkusten och kring Kristianstad finns också mindre områden med förhöjd seismisk aktivitet. En observation finns som har tolkats som att sen- eller postglaciala rörelser har skett i berggrunden. Några tecken på andra sen- eller postglaciala rörelser har inte dokumenterats under SGUs kartering av länet. Jordtäcket sammansättning och mäktighet samt de hydrogeologiska förhållandena har i denna skala inte legat till grund för att gradera områden med olika geologiska förutsättningar. Detaljerade undersökningar, exempelvis förstudier av enskilda kommuner och platsundersökningar, krävs för att slutgiltigt identifiera berggrundsblock som uppfyller ovannämnda förutsättningar och andra krav som ställs på ett djupförvar.

Ur geologisk synvinkel bedöms en stor del av undersökningsområdet vara **olämplig** eller **sannolikt olämplig** för vidare undersökning. Negativa faktorer i detta sammanhang är:

- Ett brett bälte (Protoginzonen) som stryker i NNO-lig riktning genom länet och som utgör ett av de mäktigaste systemen av plastiska deformationszoner i den Fennoskandiska urbergsskölden.
- Ett område norr om Bromölla i nordöstra Skåne som innehåller metavulkaniska bergarter. Länets enda malmfyndighet förekommer i dessa bergarter.
- Ett stort område söder om en linje som sträcker sig från norr om Örkelljunga till norr om Hässleholm, vilket påverkats av förkastningstektonik (Tornquistzonen), en stor mängd diabasintrusioner samt vulkanism under fanerozoisk tid. Sådan, i ett geologiskt perspektiv, ung tektonik har bl.a. gett upphov till de skånska urbergshorstarna ("åsarna"), Romeleåsen, Söderåsen, Linderödsåsen, Kullaberg och Hallandsåsen, vilka sticker upp genom de omgivande, fanerozoiska, sedimentära bergarterna.

De begränsade områden som bedömts **lämpliga** eller **sannolikt lämpliga** för vidare undersökning återfinns i den nordligaste delen av länet. Berggrunden inom dessa områden utgörs av den gnejsiga, s.k. Tvingsgraniten och yngre graniter öster om Protoginzonen samt bergarter tillhörande den Sydvästsvenska gnejsregionen väster om Protoginzonen. För dessa områden gäller att regionalt betydande plastiska skjuvzoner inte har påvisats och att bergarterna inte är intressanta ur prospekteringsynpunkt. Som tidigare påpekats är det berggrundsblocken mellan de uthålliga sprickzonerna och stråken av isälvsavlagringar som kan bli aktuella för lokalisering av ett djupförvar.

Om mer detaljerade undersökningar av de potentiellt gynnsamma områdena inom urbergsdelen av Skåne län skulle bli aktuella bör berggrundens homogenitet inom de områden som eventuellt blir föremål för fortsatta undersökningar noggrant studeras. Detta gäller särskilt den gnejsiga berggrunden väster om Protoginzonen som i allmänhet också innehåller flacka strukturer. På grund av dessa faktorer kan man förutsäga svårigheter med att prognosticera djupförhållandena utifrån ytgeologin.

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. Mer detaljerade undersökningar kan i vissa fall komma att påvisa gynnsamma 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 göra mer detaljerade undersökningar.

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 **Larson, S.Å., Berglund, J., Stigh, J. & Tullborg, E.-L., 1990:** The Protogine Zone, southwest Sweden: a new model – an old issue. *I: C.F. Gower, T. Rivers, B. Ryan (red.), Mid-Proterozoic Laurentia-Baltica.* — Geological Association of Canada, Special Paper 38, 317-333.
- 4 **Meeting Proceedings Geologiska Föreningens Förhandlingar, 1992:** The Protogine Zone of southern Scandinavia. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 114, 335-365.
- 5 **Wahlgren, C.-H., Cruden, A.R. & Stephens, M.B., 1994:** Kinematics of a major fan-like structure in the eastern part of the Sveconorwegian orogen, Baltic Shield, south-central Sweden. *Precambrian Research* 70, 67-91.
- 6 **Persson, C., 1994:** Sveriges jordartsregioner. *I: C. Fredén (red.), Berg och jord.* — Sveriges Nationalatlas, 143-149.
- 7 **Jonasson, C., 1996:** Landet. *I: S. Helmfrid (red.), Sveriges Geografi.* — Sveriges Nationalatlas, 16-41.
- 8 **Aastrup, M., Engqvist, P., Müllern, C.-F. & Söderholm, H., 1994:** Grundvattnet. *I: C. Fredén (red.), Berg och Jord.* — Sveriges Nationalatlas, 154-171.
- 9 **Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995:** Grundvattnets kemi i Sverige. Naturvårdsverket, rapport 4415, 1-52.
- 10 **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.
- 11 **Hummel, D., 1877:** Beskrifning till kartbladet Huseby. Sveriges geologiska undersökning Ab 1, 1-27.
- 12 **Hummel, D., 1877:** Beskrifning till kartbladet Båstad. Sveriges geologiska undersökning Aa 60, 1-35.
- 13 **Lindström, A., 1877:** Beskrifning till kartbladet Hessleholm. Sveriges geologiska undersökning Aa 61, 1-59.

- 14 **Lindström, A., 1878:** Beskrifning till kartbladet Herrevadskloster. Sveriges geologiska undersökning Aa 67, 1-38.
- 15 **Lindström, A., 1880:** Beskrifning till kartbladen Kullen och Höganäs. Sveriges geologiska undersökning Aa 77 och 78, 1-30.
- 16 **Lindström, A., 1882:** Beskrifning till kartbladet Engelholm. Sveriges geologiska undersökning Aa 76, 1-45.
- 17 **Lindström, A., 1898:** Beskrifning till kartbladet Ulricehamn. Sveriges geologiska undersökning Ac 34, 1-36.
- 18 **Karlsson, V., 1879:** Beskrifning till kartbladet Linderöd. Sveriges geologiska undersökning Aa 68, 1-32.
- 19 **Erdmann, E., 1881:** Beskrifning till kartbladet Helsingborg. Sveriges geologiska undersökning Aa 74, 1-160.
- 20 **Nathorst, A.G., 1882:** Beskrifning till kartbladet Kristianstad. Sveriges geologiska undersökning Aa 85, 1-37.
- 21 **Nathorst, A.G., 1885:** Beskrifning till kartbladet Trolleholm. Sveriges geologiska undersökning Aa 87, 1-109.
- 22 **Tullberg, S.A., 1882:** Beskrifning till kartbladet Övedskloster. Sveriges geologiska undersökning Aa 86, 1-50.
- 23 **De Geer, G., 1887:** Beskrifning till kartbladet Lund. Sveriges geologiska undersökning Aa 92, 1-78.
- 24 **De Geer, G., 1889:** Beskrifning till kartbladen Vidtsköfle, Karlshamn (Skånedelen) och Sölvesborg (Skånedelen). Sveriges geologiska undersökning Aa 105, 106 och 107, 1-88.
- 25 **De Geer, G., 1889:** Beskrifning till kartbladet Bäckaskog. Sveriges geologiska undersökning Aa 103, 1-109.
- 26 **Blomberg, A., 1892:** Beskrifning till kartbladet Glimåkra. Sveriges geologiska undersökning Aa 108, 1-36.
- 27 **Blomberg, A., 1895:** Beskrifning till kartbladet Vittsjö. Sveriges geologiska undersökning Aa 113, 1-20.
- 28 **Holst, N.O., 1892:** Beskrifning till kartbladet Simrishamn. Sveriges geologiska undersökning Aa 109, 1-73.
- 29 **Holst, N.O., 1902:** Beskrifning till kartbladet Ystad. Sveriges geologiska undersökning Aa 117, 1-38.

- 30 **Holst, N.O., 1911:** Beskrifning till kartbladet Börringe Kloster. Sveriges geologiska undersökning Aa 138, 1-135.
- 31 **Munthe, H., Johansson, H.E. & Grönwall, K.A., 1920:** Beskrivning till kartbladet Sövdeborg. Sveriges geologiska undersökning Aa 142, 1-188
- 32 **Kornfält, K.-A., Bergström, J., Carsrud, L., Henkel, H. & Sundqvist, B., 1978:** Beskrivning till berggrundskartan och flygmagnetiska kartan Kristianstad SO. Sveriges geologiska undersökning Af 121, 1-120.
- 33 **Kornfält, K.-A. & Bergström, J., 1983:** Beskrivningen till berggrundskartan Karlshamn NV. Sveriges geologiska undersökning Af 135, 1-173.
- 34 **Kornfält, K.-A. & Bergström, J., 1990:** Beskrivningen till berggrundskartan Karlshamn SV och SO. Sveriges geologiska undersökning Af 167/168, 1-74.
- 35 **Wikman, H., Bergström, J. & Lidmar-Bergström, K., 1983:** Beskrivning till berggrundskartan Kristianstad NO. Sveriges geologiska undersökning Af 127, 1-165.
- 36 **Wikman, H., Bergström, J. & Sivhed, U., 1993:** Beskrivning till berggrundskartan Helsingborg SO. Sveriges geologiska undersökning Af 180, 1-114.
- 37 **Sivhed, U. & Wikman, H., 1986:** Beskrivning till berggrundskartan Helsingborg SV. Sveriges geologiska undersökning Af 149, 1-108.
- 38 **Wikman, H. & Bergström, J., 1987:** Beskrivning till berggrundskartan Halmstad SV. Sveriges geologiska undersökning Af 133, 1-79.
- 39 **Norling, E. & Wikman, H., 1990:** Beskrivning till berggrundskartan Höganäs NO/Helsingborg NV. Sveriges geologiska undersökning Af 129, 1-123.
- 40 **Wikman, H. & Sivhed, U., 1992:** Beskrivning till berggrundskartan Helsingborg NO. Sveriges geologiska undersökning Af 148, 1-83.
- 41 **Wikman, H. & Sivhed, U., 1993:** Beskrivning till berggrundskartan Kristianstad SV. Sveriges geologiska undersökning Af 155, 1-106.
- 42 **Wikman, H. & Sivhed, U., 1993:** Beskrivning till berggrundskartan Kristianstad NV. Sveriges geologiska undersökning Af 181, 1-67.
- 43 **Sivhed, U., Wikman, H. & Erlström, M., 1998:** Berggrundskartan 2C Malmö SO, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning Af 194.
- 44 **Wikman, H. & Bergström, J., 1987:** Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Malmö. Sveriges geologiska undersökning Ba 40, 1-42.

- 45 **Kornfält, K.-A. & Bergström, J., 1991:** Beskrivning till provisoriska, översiktliga berggrundskartan Karlskrona. Sveriges geologiska undersökning Ba 44, 1-33.
- 46 **Bergström, J. & Shaikh, N.A., 1980:** Malmer, mineral och industriella bergarter i Kristianstads län. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 22, 1-89.
- 47 **Bergström, J. & Shaikh, N.A., 1982:** Malmer, mineral och industriella bergarter i Malmöhus län. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 31, 1-82.
- 48 **Andersson, W., 1975:** Precambrian geology of the Västanå area, southern Sweden. Doktorsavhandling, Geologiska Institutionen, Lunds Universitet.
- 49 **Johansson, Å. & Larsen, O., 1989:** Radiometric age determinations and Precambrian geochronology of Blekinge, southern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 111, 35-50.
- 50 **Wikman, H., 1993:** U-Pb ages of Småland granites and a Småland volcanic rock from the Växjö region, southern Sweden. *I: T. Lundqvist (red.), Radiometric dating results.* — Sveriges geologiska undersökning C 823, 65-72.
- 51 **Persson, P.-O. & Wikman, H., 1997:** U-Pb zircon ages of two volcanic rocks from the Växjö region, Småland, south central Sweden: *I: T. Lundqvist (red.), Radiometric dating results 3 – Sveriges geologiska undersökning C 830, 50-56.*
- 52 **Klingspor, I., 1976:** Radiometric age determination of basalts, dolerites and related syenite in Skåne, southern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 98, 195-216.
- 53 **Kornfält, K.-A., 1993:** U-Pb zircon ages of three granite samples from Blekinge County, south-eastern Sweden. *I: T. Lundqvist (red.), Radiometric dating results.* — Sveriges geologiska undersökning C 823, 17-23.
- 54 **Wikman, H., 1998:** Beskrivning till berggrundskartorna Växjö SV och SO. Sveriges geologiska undersökning Af 188/200, 1-90.
- 55 **Larson, S.Å., Stigh, J. & Tullborg, E.-L., 1986:** The deformation history of the eastern part of the southwest Swedish gneiss belt. *Precambrian Research* 31, 237-257.
- 56 **Johansson, L., Lindh, A. & Möller, C., 1991:** Late Sveconorwegian (Grenville) high-pressure granulite facies metamorphism in southwest Sweden. *Journal of Metamorphic Geology* 9, 283-292.
- 57 **Johansson, Å., Meier, M., Oberli, F. & Wikman, H., 1993:** The early evolution of the Southwest Swedish Gneiss Province: geochronological and isotopic evidence from southernmost Sweden. *Precambrian Research* 64, 361-368.

- 58 **Kornfält, K.-A., 1996:** U-Pb zircon ages of six granite samples from Blekinge County, southeastern Sweden. *I: T. Lundqvist (red.), Radiometric datings results 2.* — Sveriges geologiska undersökning C 828, 15-31.
- 59 **Kornfält, K.-A. & Vaasjoki, M., 1999:** U-Pb zircon datings of Småland and Karlshamn granites from southeasternmost Sweden. *I: S. Bergman (red.), Radiometric dating results 4.* — Sveriges geologiska undersökning C 831, 32-41.
- 60 **Åhäll, K.-I., Samuelsson, L. & Persson, P.-O., 1997:** Geochronology and structural setting of the 1.38 Ga Torpa granite; implications for charnockite formation in SW Sweden. *GFF 119*, 37-43.
- 61 **Johansson, L., 1993:** The late Sveconorwegian metamorphic discontinuity across the Protogine Zone. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114*, 350-353.
- 62 **Johansson, Å., 1990:** Age of the Önnestad syenite and some gneissic granites along the southern part of the Protogine Zone, southern Sweden. *I: C.F. Gower, T. Rivers & B. Ryan (red.), Mid-Proterozoic Laurentia-Baltica.* — Geological Association of Canada, Special Paper 38, 131-148.
- 63 **Johansson, L., 1992:** Plagioclase clouding in mafic intrusions along the Protogine Zone in southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114*, 353-358.
- 64 **Johansson, L. & Johansson, Å., 1990:** Isotope geochemistry and age relationships of mafic intrusions along the Protogine Zone, southern Sweden. *Precambrian Research 48*, 395-414.
- 65 **Solyom, Z., Lindqvist, J.-E. & Johansson, I., 1992:** The geochemistry, genesis and geotectonic setting of Proterozoic mafic dyke swarms in southern and central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114*, 47-65.
- 66 **ABF, 1981:** Stenindustrins historia i Örkened 1890-1980. ABF Nord-Skåne, Hässleholm.
- 67 **Lindström, A., 1898:** Beskrifning till kartbladet Örkelljunga. Sveriges geologiska undersökning Aa 114, 1-39.
- 68 **Bergström, J., Kornfält, K.-A., Sivhed, U. & Wikman, H., 1988:** Skånes berggrund. Sveriges geologiska undersökning Ba 43.
- 69 **Berthelsen, A., 1980:** Towards a palinspastic analysis of the Baltic shield. *I: J. Cogné & M. Slansky (red.), Geology of Europe from Precambrian to Post-Hercynian Sedimentary Basins.* — International Geological Congress Colloquium C6, Paris, 5-21.

- 70 **Andréasson, P.-G. & Rodhe, A., 1990:** Geology of the Protogine Zone south of Lake Vättern: a reinterpretation. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 112, 107-125.
- 71 **Andréasson, P.-G. & Rodhe, A., 1992:** The Protogine Zone. Geology and mobility during the last 1.5 Ga. *SKB TR 92-21*, 1-60.
- 72 **Stanfors, R., 1987:** The Bolmen tunnel project. Evaluation of geophysical investigation methods. *SKB TR 87-25*, 1-52.
- 73 **Bergström, J., Holland, B., Larsson, K., Norling, E. & Sivhed, U., 1982:** Guide to excursions in Scania. *Sveriges geologiska undersökning Ca 54*, 1-95.
- 74 **Norling, E. & Bergström, J., 1987:** Mesozoic and Cenozoic tectonic evolution of Scania, southern Sweden. *Tectonophysics* 137, 7-19.
- 75 **Erlström, M., Thomas, S.A., Deeks, N. & Sivhed, U., 1997:** Structure and tectonic evolution of the Tornquist Zone and adjacent sedimentary basins in Scania and the southern Baltic Sea area. *Tectonophysics* 271, 191-215.
- 76 **Sivhed, U., 1991:** A pre-Quaternary, post-Paleozoic erosional channel deformed by strike-slip faulting, Scania, southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 113, 139-143.
- 77 **Connelly, J.N., Berglund, J. & Larson, S.Å., 1996:** Thermotectonic evolution of the Eastern Segment of southwestern Sweden: tectonic constraints from U-Pb geochronology. *I: T.S. Brewer (red.), Precambrian Crustal Evolution in the North Atlantic Region.* — Geological Society Special Publication, 112, 297-313.
- 78 **Andréasson, P.-G. & Dallmeyer, R.D., 1995:** Tectonothermal evolution of high-alumina rocks within the Protogine Zone, southern Sweden. *Journal of Metamorphic Geology* 13, 461-474.
- 79 **Månsson, A.G.M., 1996:** Brittle reactivation of ductile basement structures; a tectonic model for the Lake Vättern basin, southern Sweden. *GFF Jubilee Issue* 118, A19.
- 80 **Japsen, P., 1993:** Landhaevning i Sen Kridt och Tertiaer i det nordlige Danmark. *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1990-1991*, 169-182.
- 81 **Daniel, E., 1978:** Beskrivning till jordartskartan Höganäs NO/Helsingborg NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 25*, 1-92.
- 82 **Daniel, E., 1980:** Beskrivning till jordartskartan Helsingborg NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 42*, 1-120.
- 83 **Daniel, E., 1986:** Beskrivning till jordartskartan Tomelilla SO/Simrishamn SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 65*, 1-151.

- 84 **Daniel, E., 1992:** Beskrivning till jordartskartorna Tomelilla SV/Ystad NV. Sveriges geologiska undersökning Ae 99/100, 1-149.
- 85 **Ringberg, B., 1984:** Beskrivning till jordartskartan Helsingborg SO. Sveriges geologiska undersökning Ae 51, 1-174.
- 86 **Ringberg, B., 1986:** Beskrivning till jordartskartan Kristianstad SV. Sveriges geologiska undersökning Ae 78, 1-69.
- 87 **Ringberg, B., 1991:** Beskrivning till jordartskartan Kristianstad SO. Sveriges geologiska undersökning Ae 88, 1-76.
- 88 **Ringberg, B., 1991:** Beskrivning till jordartskartan Karlshamn SV. Sveriges geologiska undersökning Ae 106, 1-75.
- 89 **Ringberg, B., 1992:** Beskrivning till jordartskartan Kristianstad NV. Sveriges geologiska undersökning Ae 111, 1-55.
- 90 **Ringberg, B., 1995:** Beskrivning till jordartskartan Halmstad SV. Sveriges geologiska undersökning Ae 121, 1-52.
- 91 **Lundqvist, J., 1994:** Inlandsisens avsmältning. *I: C. Fredén (red.), Berg och jord.* — Sveriges Nationalatlas, 124-135.
- 92 **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.
- 93 **Fredén, C., 1994:** Jordarterna. *I: C. Fredén (red.), Berg och jord.* — Sveriges Nationalatlas, 104-119.
- 94 **Lagerbäck, R., 1979:** Neotectonic structures in northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 100, 263-269.
- 95 **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.
- 96 **Mörner, N.-A., 1978:** Faulting, fracturing, and seismicity as functions of glacioisostasy in Fennoscandia. *Geology* 6(1), 41-45.
- 97 **Mörner, N.-A., 1979:** Earth movements in Sweden, 20 000 BP to 20 000 AP. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 100, 279-286.
- 98 **Mörner, N.-A., 1979:** The Fennoscandian Uplift and Late Cenozoic Geodynamics: Geological Evidence. *GeoJournal* 3.3, 287-318.
- 99 **Muir Wood, R., 1993:** A review of the seismotectonics of Sweden. SKB TR 93-13, 1-225.

- 100 **Lagerlund, E., 1977:** Förutsättningar för moränstratigrafiska undersökningar på Kullen i Nordvästskåne – teoriutveckling och neotektonik. Lund University, Department of Quaternary Geology, Thesis 5, 1-106.
- 101 **Pan, M., Sjöberg, L.E., Talbot, C.J. & Asenjo, E., 1999:** GPS measurements of crustal deformation in Skåne, Sweden, between 1989 and 1996. GFF 121, 67-72.
- 102 **SGU, 1994:** Grundvattnet i Sverige. Sveriges geologiska undersökning Ah 17 (karta, 1:1 miljon).
- 103 **SMHI, 1995:** Sveriges Vattensystem. I: B. Raab & H. Vedin (red.), *Klimat, sjöar och vattendrag*. — Sveriges Nationalatlas, 116-123.
- 104 **Carlsson, L. & Carlstedt, A., 1977:** Estimation of transmissivity and permeability in Swedish bedrock. Nordic Hydrology 8, 103-116.
- 105 **SKB, 1992:** SKB 91. Slutlig förvaring av använt kärnbränsle. Berggrundens betydelse för säkerheten.

BILAGA A

GEOLOGISK ORDLISTA

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

Albit. Natriumrik plagioklasfältspat.

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

Alkalinitet. Förmåga hos vatten att binda syror.

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

Amfibolit. Metamorf bergart bestående av huvudsakligen amfibol och plagioklas.

Anatektisk. Bildad genom uppsmältning av äldre bergarter.

Andalusit. Aluminiumsilikat.

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

Anomali. Lokal avvikelser.

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

Antropogen. Orsakad eller påverkad av människan.

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

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

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

Arkos. Sandsten som innehåller minst 25% fältspatfragment.

Aureol. Område med speciell karaktär kring en bergartsintrusion.

Axialplan. Se veckaxelplan.

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

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

Basalt. Basisk vulkanisk bergart.

Basisk bergart. Bergart med 45-52 viktprocent SiO₂.

Bergart. Sammanhållet aggregat av ett eller vanligen flera mineral.

Bentonit. Mjuk, plastisk lera.

Biotit. Mörkt glimmermineral.

Blyglans. Sulfidmineral. Blyglans är det viktigaste blymineralet.

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

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

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

Cordierit. Ett silikatmineral vanligt i metamorfa bergarter.

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

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

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

Diabasgång. Se diabas.

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

Digital. Representation av data med hjälp av siffror.

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

Diopsid. Se pyroxen.

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

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

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

Dolomit. Bergart huvudsakligen bestående av mineralet dolomit (Kalcium-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. Nednötning. Den process vid vilken material på jordytan lösgörs och förs bort av vatten, rörlig is, vind eller vågor.

Fanerozoikum. Geologisk tidsålder, yngre än 545 miljoner år.

Fennoskandiska skölden. Urbergsområde som omfattar Sverige med undantag av fjällkedjan och

sydvästra Skåne, större delen av Finland, nordvästra Ryssland och delar av Sydnorge.

Finmo. Jordart med kornstorleken 0.02-0.06 mm

Flygsand. Sand avlagrad av vinden.

Flyttblock. Stora av inlandsisen transporterade block.

Formlinjer. Linjer som markerar en trend.

Strukturella formlinjer visar trenden av planstrukturer i berggrunden. Magnetiska konnektioner länkar ihop magnetiska anomalier som bedöms representera strukturella trender.

Fossil. Förstenade lämningar efter djur och växter.

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

Förskiffning. Planstruktur i en bergart definierad av parallellorientering av mineralkorn. Bildad under högt tryck och temperatur.

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

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

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

Glaciation. Nedisning.

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

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

Gnejsgranit. Omvandlad (förgnejsad) granit.

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

Granatådergnejs. Granatförande ådergnejs.

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

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

Grus. Jordart med kornstorlek 2-20 mm.

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

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

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

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

Hematit. Järnoxidmineral.

HK = Högsta Kustlinjen

Hornblände. Se amfibol.

Hybridbergart. Blandbergart.

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

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

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

Ignimbrit. Vulkanisk bergart avlagrad av ett pyroklastiskt flöde.

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

Illit. Glimmerliknande lermineral.

Inlandsis. Ismassa som täcker stora delar av en kontinent.

Interglacial. Tiden mellan två istider.

Intermediär bergart. Bergart med 52-65 viktprocent SiO₂.

Interstadial. Tiden mellan två kallare perioder inom samma istid.

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

Isostasi. Jämviktstillstånd i jordskorpan.

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

Isälvsavlagring. Se isälvs sediment.

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

Jordart. Lösa avlagringar på jordytan.

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

Kalcit. Kalciumkarbonat. Huvudmineral i kalksten.

Kalifältspat. En kaliumrik fältspat.

Kalksten. Bergart bestående av i huvudsak kalcit.

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

Klorit. Glimmerliknande, vanligen grönt, silikatmineral.

Koboltglans. Ett silvervitt kobolthaltigt sulfidmineral.

Konduktivitet. Elektrisk ledningsförmåga hos vatten.

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

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

Kraton. Konsoliderad och stabil del av den kontinentala jordskorpan.

Kratonisering. Konsolidering och stabilisering av jordskorpan.

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

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

Kvarts. Kiseldioxid (SiO₂).

Kvartsit. Mycket hård, kvartsrik, sedimentär bergart.

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

Landhöjning. Höjning av landytan i förhållande till havsytan.

Laumontit. Silikatmineral bildat genom omvandling av fältspat.

Lava. Magma som trängt ut på jordytan.

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

Lera. Jordart med kornstorlek < 0.002 mm.

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

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

Lineament. Rak eller svagt böjd långsträckt struktur.

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

Magma. Smält berg.

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

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

Magnetiska konnektioner. Se formlinjer.

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

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

Magnitud. Mått på styrkan av en jordbävning.

Malm. En mineralkoncentration som är ekonomiskt brytvärd.

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

Marmor. Genom metamorfos omkristalliserad kalksten eller dolomit.

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

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

Metabasit. Omvandlad basisk bergart.

Metamorf. Omvandlad.

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

Metasedimentär bergart. Omvandlad, ursprungligen sedimentär bergart.

Metavulkanisk bergart. Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

Metavulkanit. Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

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

Migmatitgranit. Granit bildad genom uppsmältning av äldre berggrund.

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

Mikroklin. En varietet av kalifältspat. Ett av de vanligaste bergartsbildande mineralen.

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

Mjåla. Jordart med kornstorlek 0.002-0.02 mm.

Mo. Jordart med kornstorlek 0.02-0.2 mm.

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

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

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

Moränbacklandskap. Kuperad terräng av morän.

Muskovit. Ljust glimmermineral.

Mylonit. Finkornig bergart bildad genom mycket stark plastisk deformation.

Mylonitzonen. En starkt mylonitiserad zon i Sydvästsveriges gnejsberggrund.

Nefelin. Ett fältspatliknande mineral rikt på natrium.

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

Neosom. Nybildat (rekristalliserat) material i en migmatit.

Neotektonik. Unga tektoniska rörelser i jordskorpan.

Norit. Basisk djupbergart.

Olivin. Järn-magnesiumsilikat som 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.

pH. Surhetsgrad hos vatten.

Pimpsten. Ljus, porös, pyroklastisk bergart.

Plagioklas. En fältspat rik i sodium och kalcium.

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

Plastisk skjuvzon. Se plastisk deformation.

Plattekonik. 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)

Prehntit. Silikatmineral.

Prekambrium. Geologisk tidsålder, äldre än 545 miljoner år.

Primorogen. Se tidigorogen.

Protoginzonen. En ungefär nord-sydlig zon från Skåne till norra Värmland. Den östra begränsningen av den svekonorvegiska orogenen.

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

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

Pyroklastiskt fall. Nedfall av vulkaniska utbrottsprodukter från luften.

Pyroxen. Mineralgrupp med prismatisk kristallform.

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

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

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

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

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

Regression. När havet successivt drar sig tillbaka med resulterande ökning av ett landområde.

Motsats till transgression.

Resistivitet. (Elektriskt) motstånd.

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

Rörelsebelopp. Mått på storleken av t ex en förkastning.

Sand. Jordart med kornstorlek 0,06-2.0 mm.

Sandsten. Se arenit.

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

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

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

Sedimentgnejs. Gnejsomvandlad sedimentär bergart.

Sedimentär bergart. Till en bergart hopläkt sediment.

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

Sen-glacial förkastning. Se neotektonik.

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

Siljansringen. Rund struktur vid Siljan bildad vid meteoritnedslag.

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

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

Sillimanit. Aluminiumsilikat.

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

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

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

Skjuvzon. Ett linjärt berggrundsområde som kännetecknas av intensiv deformation.

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

Sköl. Zon med svagare berg än omgivningen.

Slira. Ett oregelbundet slingrande parti i en bergart.

Smektit. Ett lermineral. Viktig beståndsdel i bentonit.

Susceptibilitet. En bergarts förmåga att magnetiseras.

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

Sprickzon. Se spröd deformation.

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

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

Stratigrafiska (undersökningar).

Undersökningar som syftar till att utreda bergarternas inbördes åldersförhållanden.

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

Strukturella formlinjer. Se formlinjer.

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

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

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

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

Sur bergart. Bergart med > 65 viktprocent SiO₂.

Svallning. Vågornas eroderande verkan på en strand.

Svallsediment. Genom svallning frigjort material som sedan avsatts.

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

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

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

Tidigrogen. Beteckning på de äldsta djupbergarterna i en orogenes.

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

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

Torkspricka. Spricka uppkommen genom uttorkning av en finkornig sediment.

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

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

Totalhårdhet. Sammanlagda halten av kalcium och magnesium i vatten.

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

Tremolit. Se amfibol.

Tuff. Bergart bestående av bl a vulkanisk aska.

Tuffit. Bergart bestående av vulkanisk aska blandad med sediment.

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

Ultrabasisisk bergart. Djupbergart med extremt låg (< 45 viktprocent) SiO₂.

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

Ur. Se units of radiation.

Urbergssköld. Se kraton.

Urgranit. Äldre benämning på tidigrogena sura djupbergarter.

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

Veckaxel. Omböjningslinjen för ett veck.

Veck. Böjd planstruktur i berg.

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

VLF (Very Low Frequency) -mätning.

Elektromagnetisk mätmetod som kan användas för påvisning av brantstående kroppar eller strukturer med hög elektrisk ledningsförmåga.

Vulkanisk aska. Finkornig produkt vid vulkanutbrott.

Vulkanisk bergart. Bergart bildad genom vulkaniska processer.

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

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

Vulkanit. Se vulkanisk bergart.

Weichsel-Istiden. Den senaste istiden i Sverige.

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

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

Ådergnejs. En form av migmatit med ådrig struktur.

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