

Översiktsstudie av Jönköpings län

Geologiska förutsättningar

Jonas Gierup, Rune Johansson, 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 Jönköpings län

Geologiska förutsättningar

Jonas Gierup, Rune Johansson, 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	Jönköpings län i ett regionalt geologiskt perspektiv	5
	Berggrundsgeologi	5
	Jordartsgeologi och jordskalv	5
	Hydrogeologi	9
4	Bergarter och berggrundens homogenitet	9
	Ytbergarter	9
	Djupbergarter	13
	Gångbergarter	16
	Berggrundens homogenitet	17
5	Mineral- och bergartsresurser	17
	Översikt över mineral- och bergartsresurser	17
	Metalliska mineralresurser	19
	Icke-metalliska mineralresurser	19
	Nyttosten	19
	Pågående prospektering	20
	Potentiellt prospekteringsintressanta områden	20
6	Deformationszoner	20
	Definitioner och metodik	20
	Plastiska skjuvzoner	25
	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	33
8	Hydrogeologi	33
	Grundvattnets bildning och strömning	33
	Grundvattentillgångar	37
	Berggrundens genomsläplighet	37
	Grundvattnets kemi	40
9	Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar	40
	Sammanfattande slutsatser	40
	Områden lämpliga för vidare undersökning	43
10	Referenser	47

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 Jönköpings län, se Figur 1.

Länsöversikten baseras på befintlig information i form av analoga eller digitala berggrundsgeologiska kartor, jordartskartor och tematiska kartor av olika slag samt beskrivningar till dessa kartor, se Figur 2, på andra publikationer och på opublicerat 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 jordmaktighet, hydrogeologi och vattenkemi. I de följande kapitlen redovisas i detalj vilka data som använts för respektive delstudie. Flyggeofysiska data samt modern berggrunds- och jordartsgeologisk information i skala 1:50 000 täcker bara en begränsad del av länet, se Figur 2. Omfattningen av länsöversikten har inte tillåtit hänsynstagande till detaljstudier i enskilda områden.

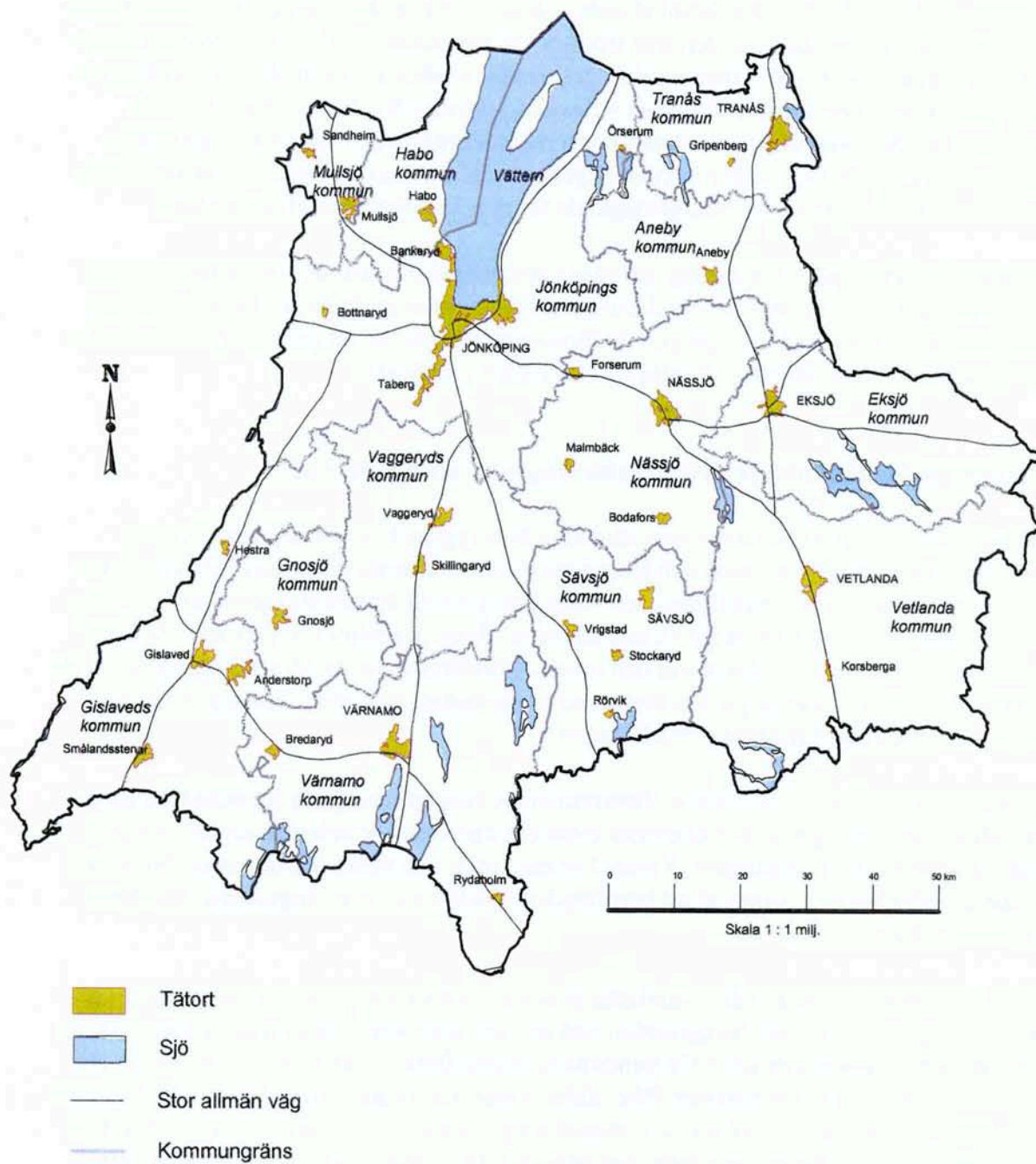
För att uppfylla kravet på vetenskaplig relevans kombinerad med rimlig förståelse för läsare utan geovetenskaplig bakgrund har förklaringar till facktermer inkluderats. Dels ges förklaringar till termerna i texten första gången de förekommer, dels har en geologisk ordlista bifogats, se Bilaga A. I flera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

2 Viktiga geologiska faktorer vid lokaliseringen av ett djupförvar

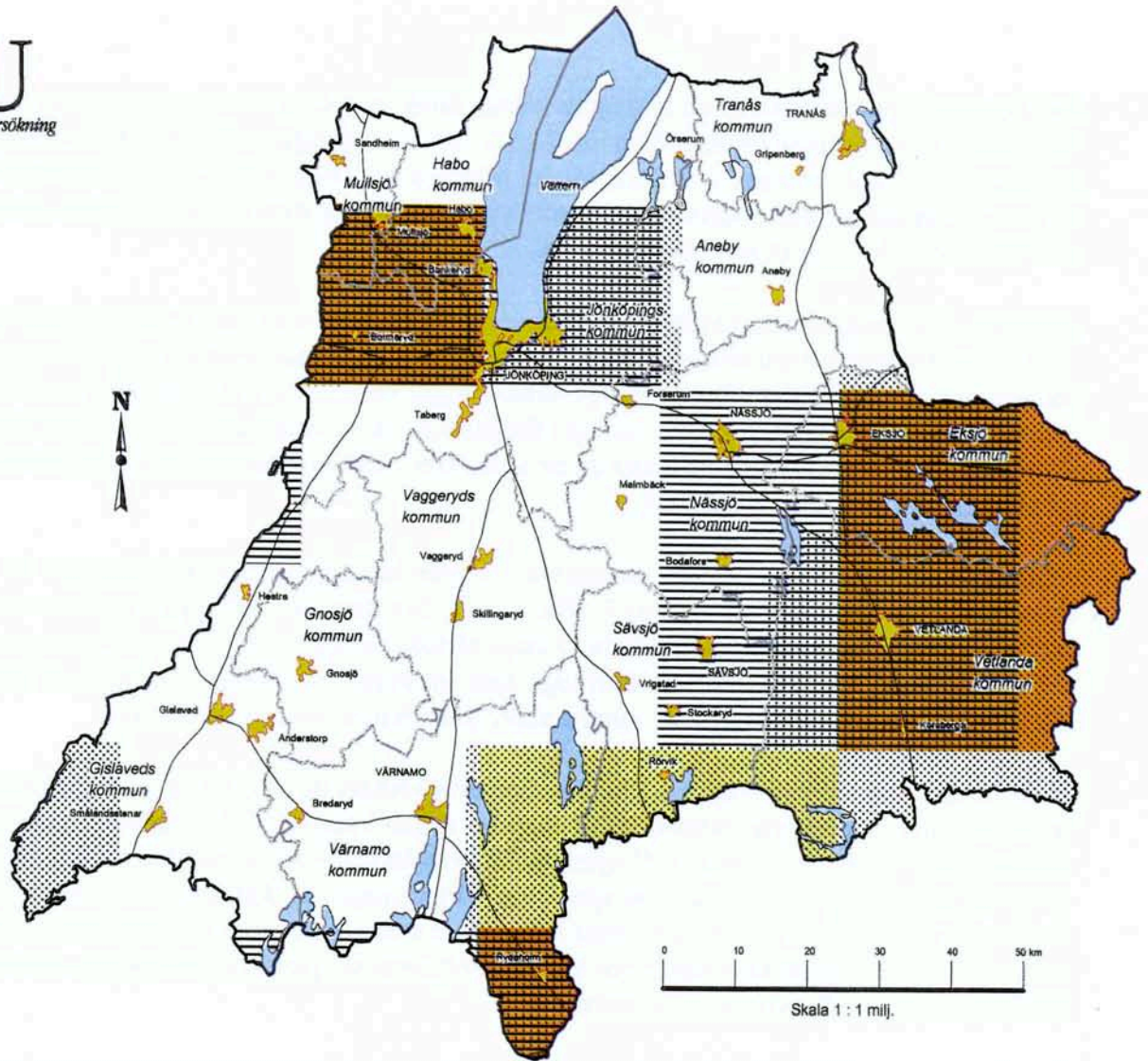
De geologiska lokaliseringsfaktorer som studerats är berggrundens sammansättning och homogenitet, förekomst av mineral och bergartsresurser, regionala deformationszoner, jordlagrens sammansättning och mäktighet, sen- eller postglaciala förkastningsrörelser i jordskorpan, landhöjning samt hydrogeologiska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



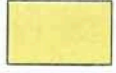

Berggrunden bör utgöras av en vanligt förekommande bergart med goda bergtekniska egenskaper. Inhomogen berggrund bör undvikas eftersom den oftast är svårförutsägbar och gör anläggningsarbetet mer komplicerat. Vidare bör bergarten inte vara eller förväntas bli aktuell som mineral- eller bergartsresurs 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.

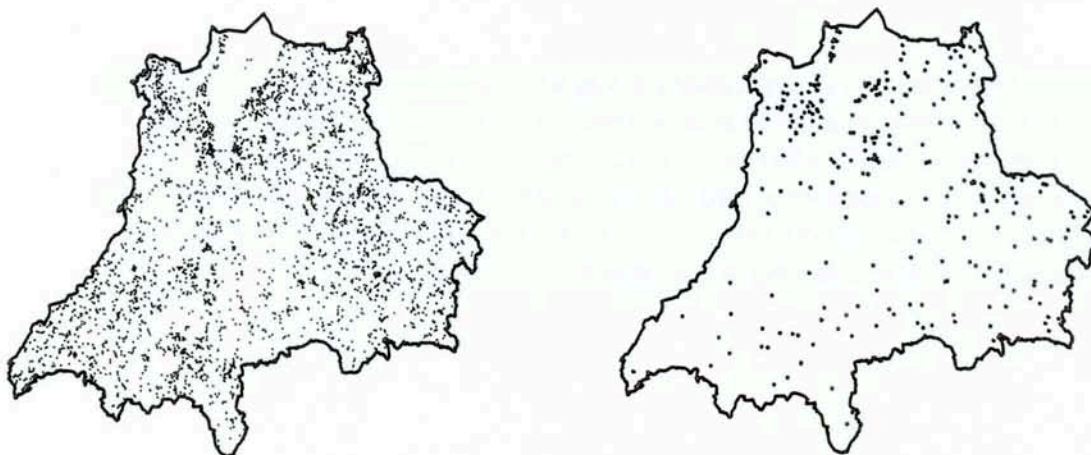


Figur 1. Jönköpings län med kommuner, tätorter, sjöar och större allmänna vägar



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

Karta över basinforma-tion i Jönköpings län. Höjddata finns över hela länet. Insättskartorna nedan visar alla brunnar (till vänster) respektive brunnar med grundvattenkemiska analyser (till höger).



Figur 2. Karta över basinforma-tion i Jönköpings län (sammanställning oktober 1998)

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 berg rörelser djupare ner i jordskorpan. De flesta skalv i Sverige förekommer på 5–20 km djup. Den databas från Uppsala universitet som används i denna rapport 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 Jönköpings län i ett regionalt geologiskt perspektiv

Berggrundsgeologi

Berggrunden inom Jönköpings län kan indelas i en östlig och en västlig del, vilka skiljer sig markant åt i flera avseenden. Bergarterna i länets östra del tillhör sydöstra Sveriges berggrund som bildades och omvandlades för ca 1900-1400 miljoner år sedan under och efter den s.k. svekokarelska orogenesen (bergskedjebildningen), se Figur 3 /2/. Berggrunden domineras av massformiga djupbergarter och associerade vulkaniska bergarter tillhörande det s.k. Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB), se Figur 3. Inom ett stråk från Vetlanda- mot Jönköpingstrakten ingår också äldre yt- och djupbergarter. Omkring Bodafors och Nässjö överlagras det äldre urberget av välbevarade, sedimentära bergarter, den s.k. Almesåkrgruppen. På Visingsö och i Jönköpingstrakten finns ytterligare något yngre sedimentära bergarter, den s.k. Visingsögruppen.

Bergarterna i länets västra del är bildade för ca 1700-900 miljoner år sedan och tillhör den svekonorvegiska orogenen, även kallad den Sydvästsvenska gnejsregionen. Berggrunden präglas här av deformation och omvandling som skett både för ca 1700-1590 miljoner år sedan under den gotiska orogenesen, och för ca 1100-900 miljoner år sedan under den svekonorvegiska orogenesen, se Figur 3. Området domineras av starkt gnejsiga bergarter. Förutom kvarts-fältspatrika gnejser förekommer en hel del basiska bergarter, vilka i likhet med de förra varit utsatta för kraftig omvandling (metamorfose), samt en del yngre djupbergarter.

Skiljelinjen mellan länets båda delområden utgörs av ett system av N-S-liga, plastiska deformationszoner som brukar kallas för Protoginonen, se Figur 3 /2/. Numera används även benämningen Svekonorvegiska frontens deformationszon (SFDZ) eftersom zonen utgör en ungefärlig östgräns för den svekonorvegiska orogenen, se Figur 3. Plastiska skjuvzoner som stryker i VNV- till NV-lig riktning förekommer i den östra delen av länet. Spröda deformationszoner följer ofta de plastiska skjuvzonerna, s.k. reaktivering, men förekommer också i andra riktningar.

Länets malmfyndigheter är främst koncentrerade till de östra delarna. Sulfidmalmsförekomster, ett fåtal järnmalmsförekomster, guld, vanadin-titanjärnmalm och manganmalm finns i detta område. Av icke-metalliska mineral är det framför allt kvarts och fältspat som utvunnits. De bergarter som brutits för nyttostensändamål är främst granit och diabas.

Jordartsgeologi och jordskalv

Jönköpings län tillhör Sydsveriges moränområde /3/. Berget är delvis välblottat och bland jordarterna har morän stor utbredning, se Figur 4 /4/. Stora isälvsavlagringar förekommer mest frekvent i länets västra del, medan finkorniga sediment har mycket liten utbredning. Större jorddjup finns framför allt i Vätternsänkans förlängning söderut, där även komplexa lagerföljder förekommer.

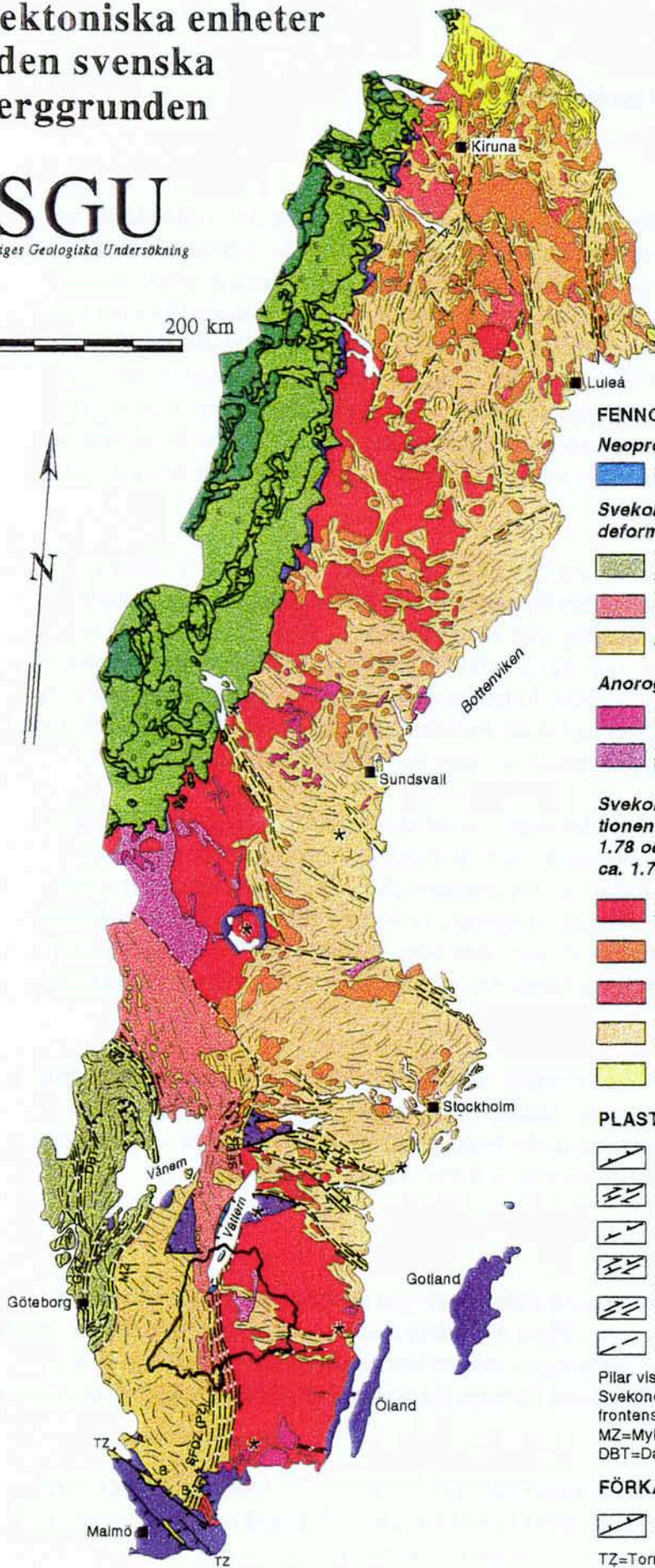
Huvuddelen av länet ligger i ett område med relativt låg frekvens av jordskalv. Länets allra västligaste del tangerar dock ett område med huvudutbredning i Halland och Västra Götaland där fler jordskalv registrerats än inom övriga delar av södra Sverige, se Figur 5.

Tektoniska enheter i den svenska berggrunden

SGU

Sveriges Geologiska Undersökning

0 200 km



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

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

FANEROZOISKA SEDIMENTÄRA OCH MAGMATISKA BERGARTER SAMT IMPAKTSTRUKTURER

- Fanerozoiska sedimentära bergarter och diabas
- Jurassiska och kretaceiska basaltkupper
- Underkambriskt alkalint magmatiskt komplex (Alnön)
- Impaktstruktur

FENNOSKANDISKA SKÖLDEN

Neoproterozoiska klastiska sedimentära bergarter

- Klastiska sedimentära bergarter

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

- Mellersta och västra segmentet (inkluderande >ca. 1.56 Ga främmande terränger?)
- 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 orogena (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 orogena, SFDZ (PZ)=Svekonorvegiska frontens deformationszon, delvis samma som Protoginizonen, MZ=Mylonitzonen, GÄZ=Göta Älvzonen och DBT=Dalslandszonen

FÖRKASTNINGAR

- Normalförkastning
- TZ=Tomquistzonen

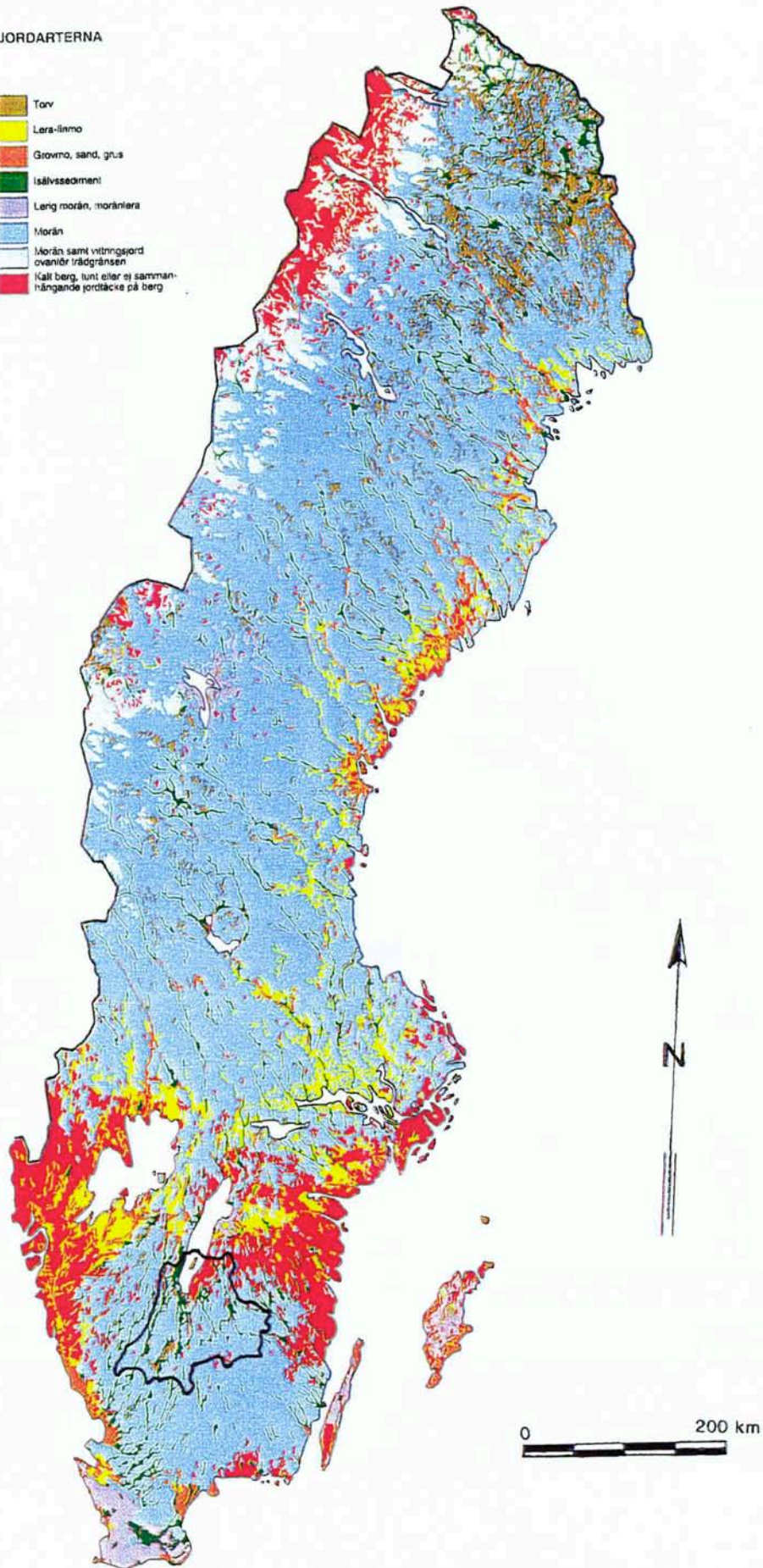
TMB*=Transskandinaviska magmatiska bättet
1 Ma=1 miljon år, 1 Ga=1000 miljoner år

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

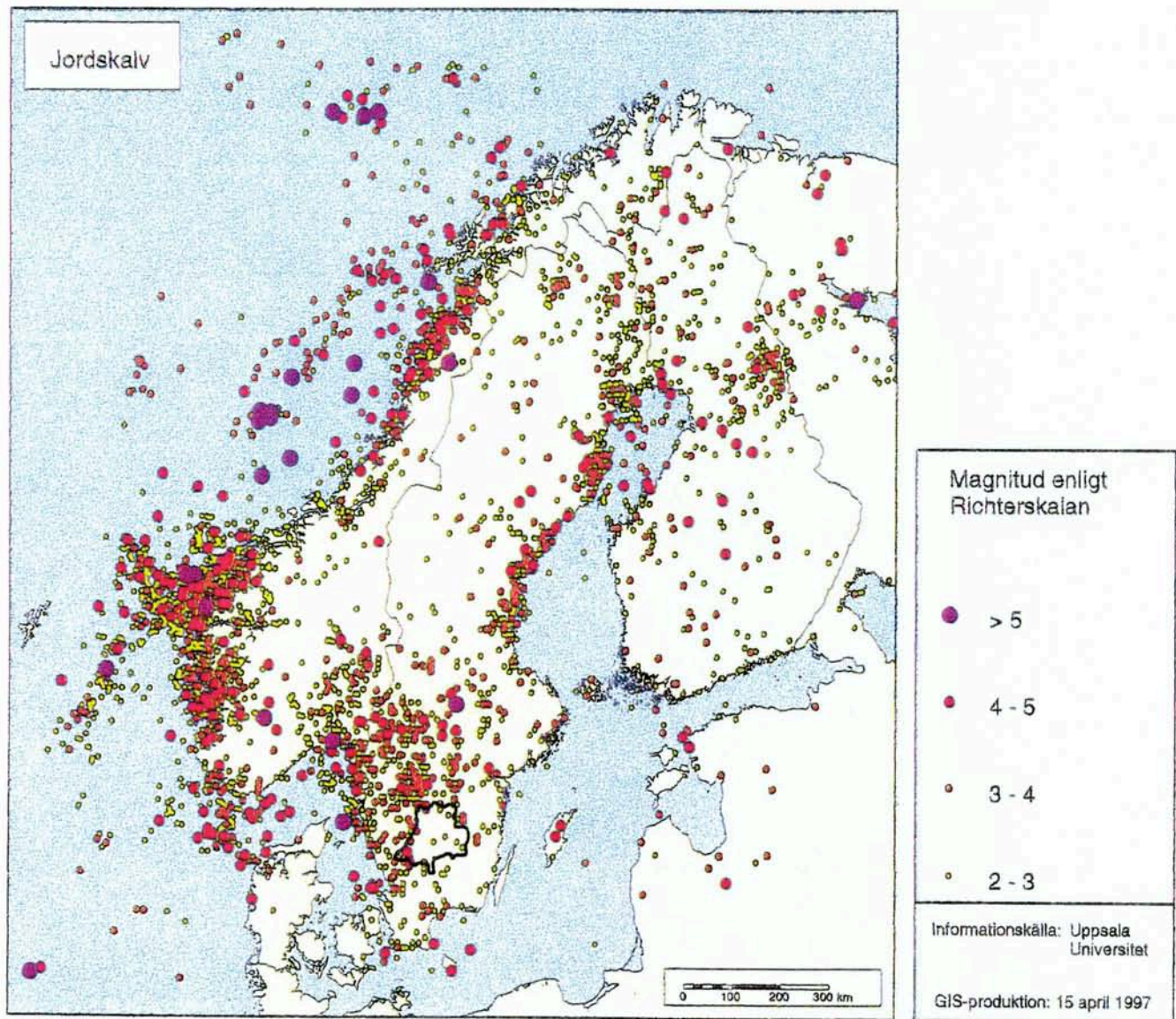
Figur 3. Huvudgeologiska enheter i den svenska berggrunden. Jönköpings län är markerat med en svart linje

JORDARTERNA

-  Torv
-  Lera-limo
-  Grövm, sand, grus
-  Isälvsediment
-  Leric morän, moränlera
-  Morän
-  Morän samt vittringsjord ovanför rådgårnsen
-  Kall berg, tunt eller ej sammanhängande jordtäcke på berg



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



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

Hydrogeologi

Landets grundvattentillgångar i jord och berg framgår av Figur 6 /5/ och kloridhalten i berggrundsvatten för hela Sverige redovisas i Figur 7 /6/. Grundvattenförhållandena styrs av de hydrologiska, topografiska och geologiska förhållandena. Jönköpings län har en förhållandevis kuperad landskapsbild med morän som dominerande jordart. Områden med tunna jordlager eller kalt berg återfinns främst i de nordöstra och östra delarna av länet. Stråk med sand- och grusavlagringar återfinns främst i anslutning till Nissans och Lagans dalgångar. Dessa isälvsavlagringar utgör en viktig resurs för den allmänna vattenförsörjningen. Berggrundsvattnet utgör en viktig tillgång för den enskilda vattenförsörjningen.

4 Bergarter och berggrundens homogenitet

Berggrunden inom Jönköpings län redovisas översiktligt på kartan i Figur 8 som är baserad på Lundqvist m.fl. /7/. Den följande beskrivningen bygger på information hämtad från äldre kartor i SGUs serie Aa i skala 1:50 000 /8, 9, 10, 11, 12, 13, 14/, serie Ab i skala 1:200 000 /15, 16, 17, 18, 19, 20/, serie Ac /21/, de provisoriska översiktliga berggrundskartorna i skala 1: 250 000, Jönköping /22/ och Borås /23/ samt en översikt över malmer, industriella mineral och bergarter i länet /24/. Moderna berggrundskartor i skala 1:50 000 finns endast över Vetlandaområdet i sydöstra delen av länet samt i området väster om Jönköping, se Figur 2 /25, 26, 27, 28/. Ytterligare ett par kartor norr om Växjö kommer att vara klara runt sekelskiftet.

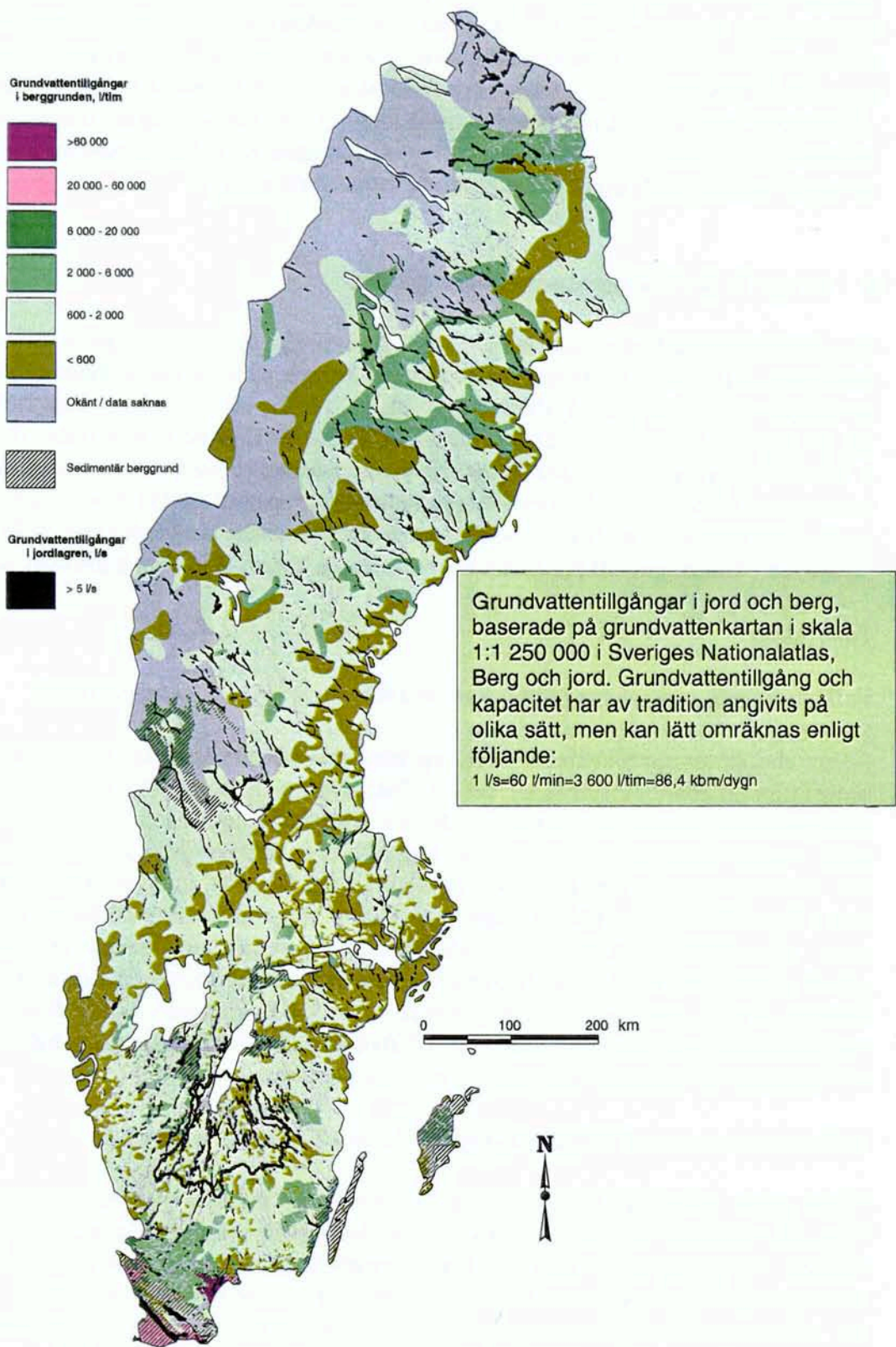
Ytbergarter

Vulkaniska och sedimentära bergarter, ca 1900 miljoner år eller något yngre

Äldre ytbergarter uppträder i ett brett, uppdelat stråk i länets östra del, från Vetlandaområdet i sydost upp till Jönköpingstrakten, det s.k. Oskarshamn-Jönköpingsbältet. De ingående ytbergarterna brukar sammanföras till den s.k. Vetlandagruppen som innehåller både mekaniskt avsatta sedimentära bergarter (blå färg i Figur 8) och bergarter av vulkanisk natur /25, 26/. De senare kan vara både basiska (ljusgrön färg i Figur 8), se Figur 9a, och sura (mörkt gul färg i Figur 8). Åldern på Vetlandagruppen brukar anges till ca 1900 miljoner år eller något yngre. Nya undersökningar i bl.a. Fröderydsområdet sydväst om Vetlanda pekar mot att gruppen är yngre än och skild från de övriga ca 1900 miljoner år gamla ytbergarterna i sydöstra Sverige, den s.k. svekofenniska berggrunden /29/. Vid övergången söderut från Fröderydsområdet till den yngre berggrunden i det ”Transskandinaviska magmatiska bältet” förekommer kraftigt deformerade berggrundspartier, se Figur 9b.

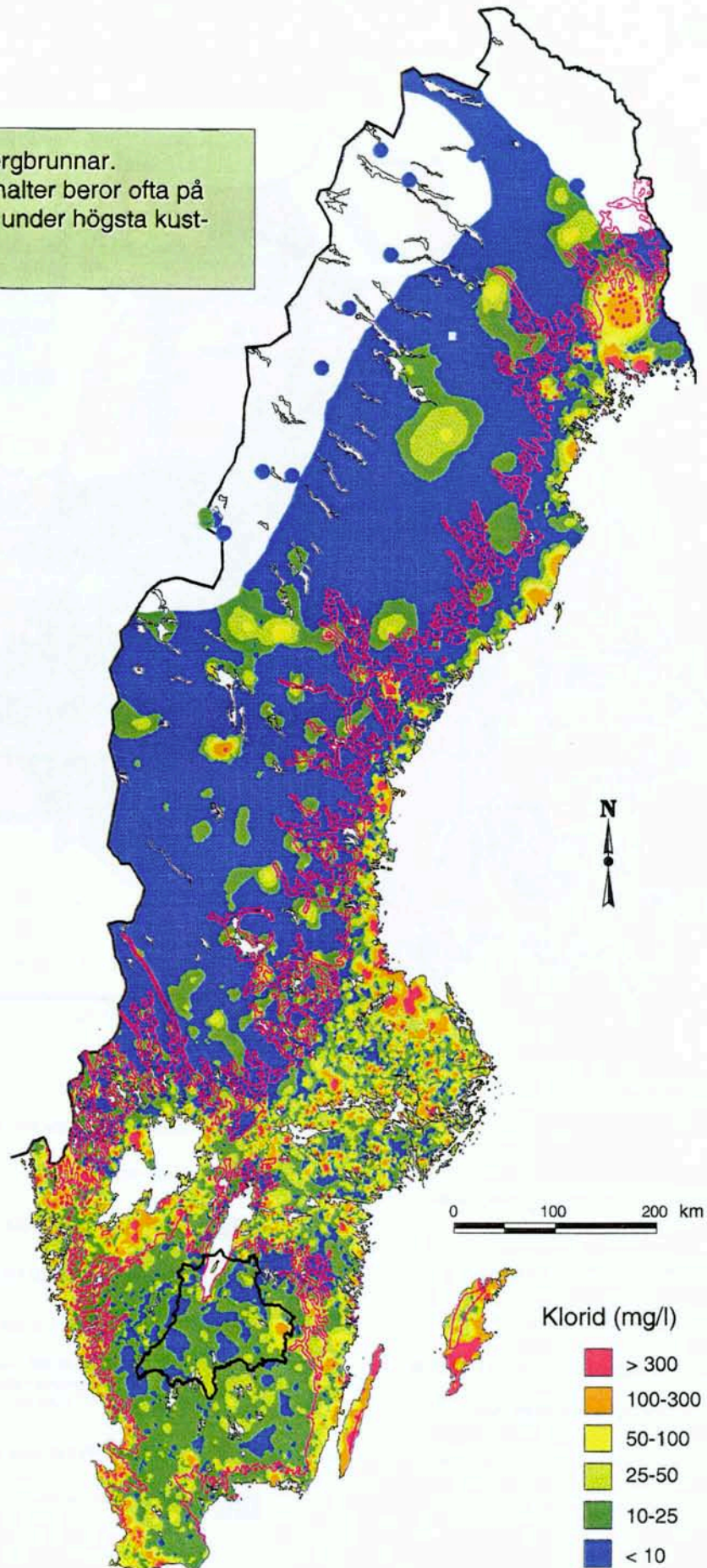
Vulkaniska bergarter (”Smålandsporfyre”), ca 1800-1770 miljoner år

Något yngre vulkaniska bergarter inom länets östra del utgörs av porfyre m.m. (ljusgul färg i Figur 8), vilka hör ihop med graniterna inom det ”Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB)”. De upptar stora områden i länets nordöstra del och finns även i sydost, söder om de ovan omtalade ytbergarterna i Fröderydsområdet. Förutom porfyre förekommer s.k. ignimbriter, vilka sannolikt representerar pyroklastiska flöden, se Figur 9c. Åldersbestämningar av Smålandsporfyre pekar mot åldrar runt 1800-1770 miljoner år /29, 30, 31/.

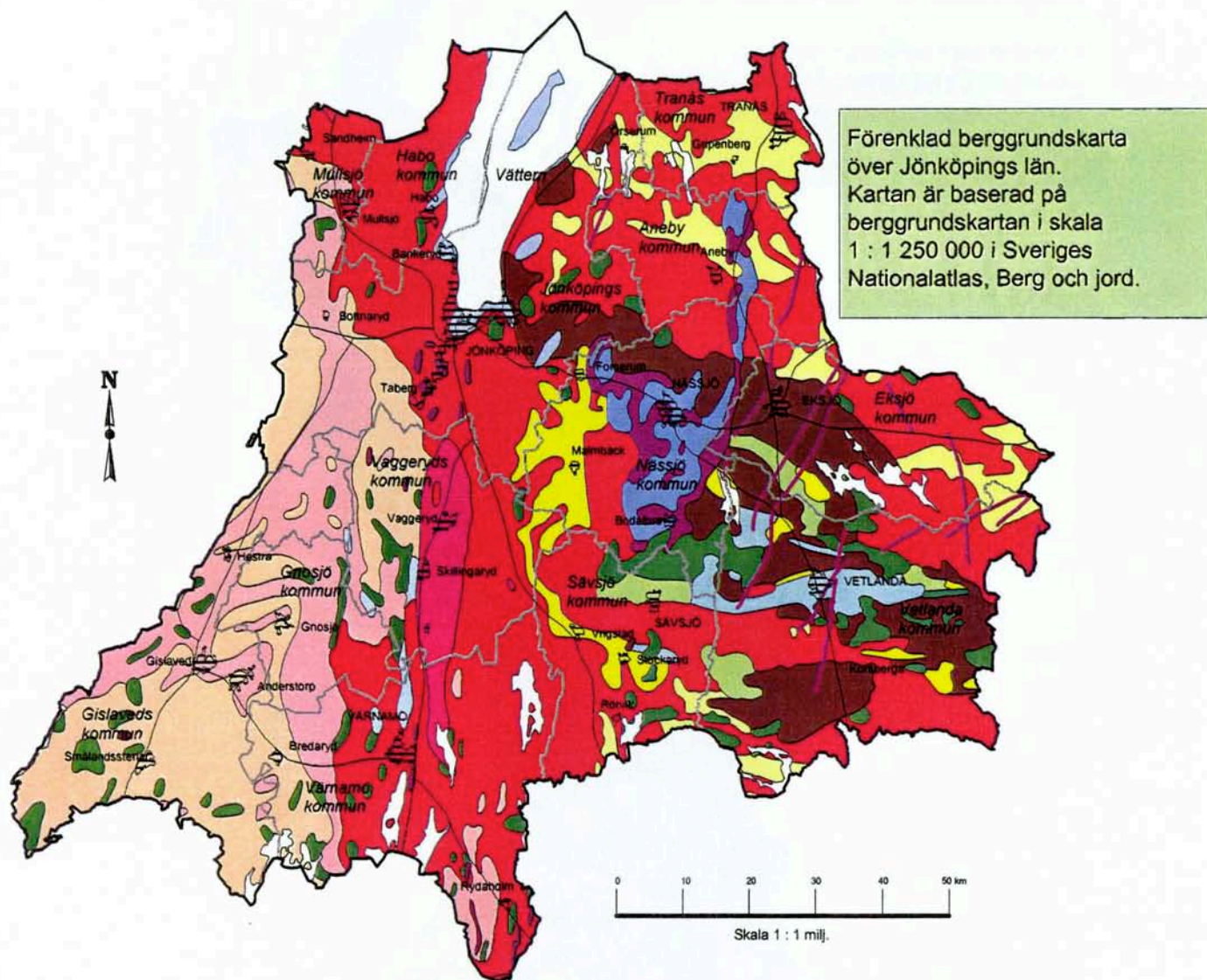


Figur 6. Grundvattentillgångar i jord och berg i Sverige. Jönköpings län är markerat med en svart linje

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



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



LAGERGÅNG- OCH GÅNGBERGARTER

Diabas

YTBERGARTER

- Sandsten, konglomerat, skiffer, kalksten ("Visingsögruppen", ca 800-700 milj. år)
- Sandsten, konglomerat, skiffer ("Almesåkrgruppen")
- Metasedimentär bergart, gnejsig (ca 1700 milj. år)
- Sur vulkanisk bergart ("Smålandsporfyr", ca 1800-1770 milj. år)
- Sedimentär bergart (ca 1900 milj. år eller något yngre)
- Basisk vulkanisk bergart (ca 1900 milj. år eller något yngre)
- Sur vulkanisk bergart (ca 1900 milj. år eller något yngre)

DJUPBERGARTER

- Syenit ("Vaggerydssyenit", ca 1200 milj.år)
- Alkalin bergart (ca 1550 milj. år)
- Granit, delvis ögonförande och gnejsig (ca 1560-1400 milj.år)
- Granitoid, vanligen röd och gnejsig (ca 1700-1600 milj. år)
- Granitoid, vanligen grå och gnejsig (ca 1700-1600 milj. år)
- Granit, kvartsmonzonit, kvartssyenit ("Transskandinaviska magmatiska bältet", ca 1850-1650 milj. år)
- Granitoid, ställvis gnejsig (ca 1830 milj. år eller något äldre)
- Gabbro, diorit, amfibolit, ultrabasisk bergart

Figur 8. Förenklad berggrundskarta över Jönköpings län

Metasedimentära bergarter ("Skillingarydsgruppen"), ca 1700 miljoner år

I länets västra del, mellan Skillingaryd och Värnamo, förekommer starkt omvandlade sedimentära bergarter tillhörande den s. k. Skillingarydsgruppen (ljusblå färg i Figur 8) /23/. Gruppen utgörs av finkorniga, bandade, övervägande ljusa, kvarts- och fältspatrika bergarter som till stor del är ådergnejsomvandlade. Inslag av mörka metabasiska bergarter förekommer stråkvis. Åldern på dessa gnejser, vars sedimentära ursprung inte är helt klarlagt, torde vara ca 1700 miljoner år.

Yngre prekambryska sedimentära bergarter

Inom ett stort område inom främst Nässjö kommun överlagras Vetlandagruppen och "TMB-graniterna" av den s.k. Almesåkrgruppen (mörkt blålila färg i Figur 8) som utgörs av över 1500 meter mäktiga, sandstensdominerade sedimentära bergarter /32/. Sena rörelser, som troligen är relaterade till den svekonorvegiska orogenesisen i väster, har orsakat svaga veckningar eller överskjutningar. Gruppens ålder är inte till fullo känd men sannolikt är den ca 1200 miljoner år.

De yngsta ytbergarterna i länet, den över 1000 meter mäktiga s.k. Visingsögruppen (ljus blå-lila färg i Figur 8), påträffas främst i Vätternsänkan /23/. Bergarterna i Visingsögruppen domineras av gulaktiga till brokigt färgade sandstenar med inslag av extremt grova fragmentbergarter samt kalkstenar med stromatoliter. Dessa bergarter avsattes för ca 800-700 miljoner år sedan /33/.

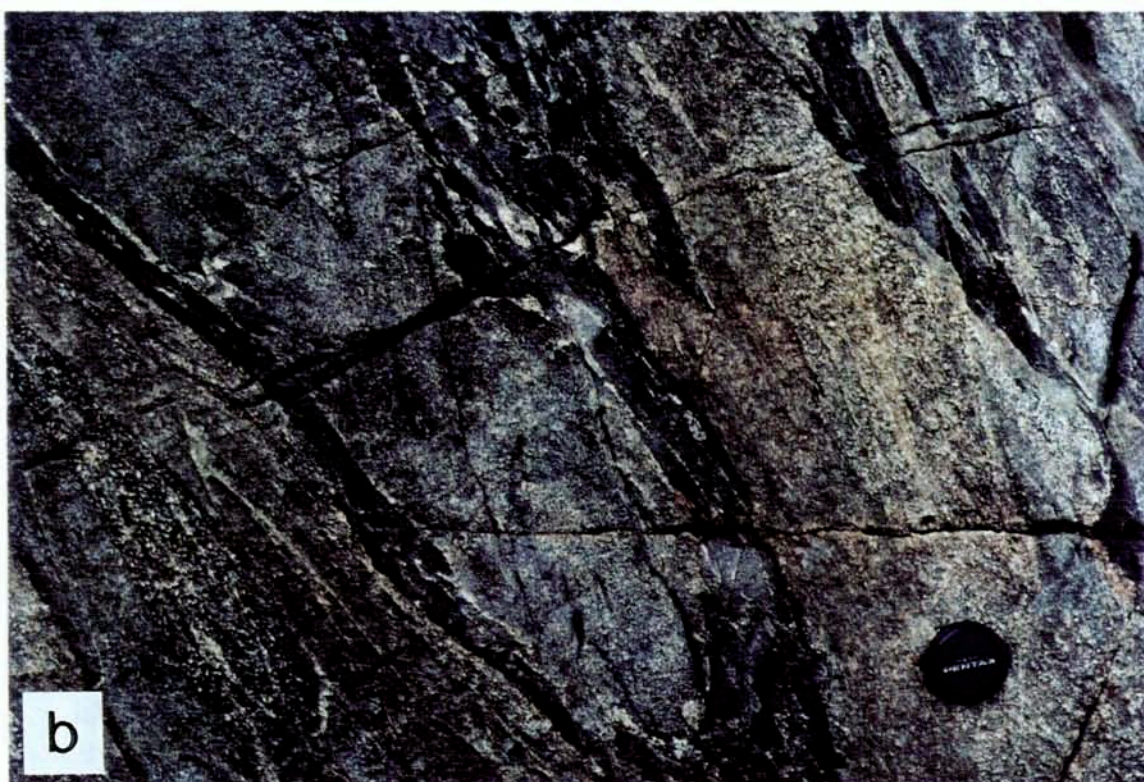
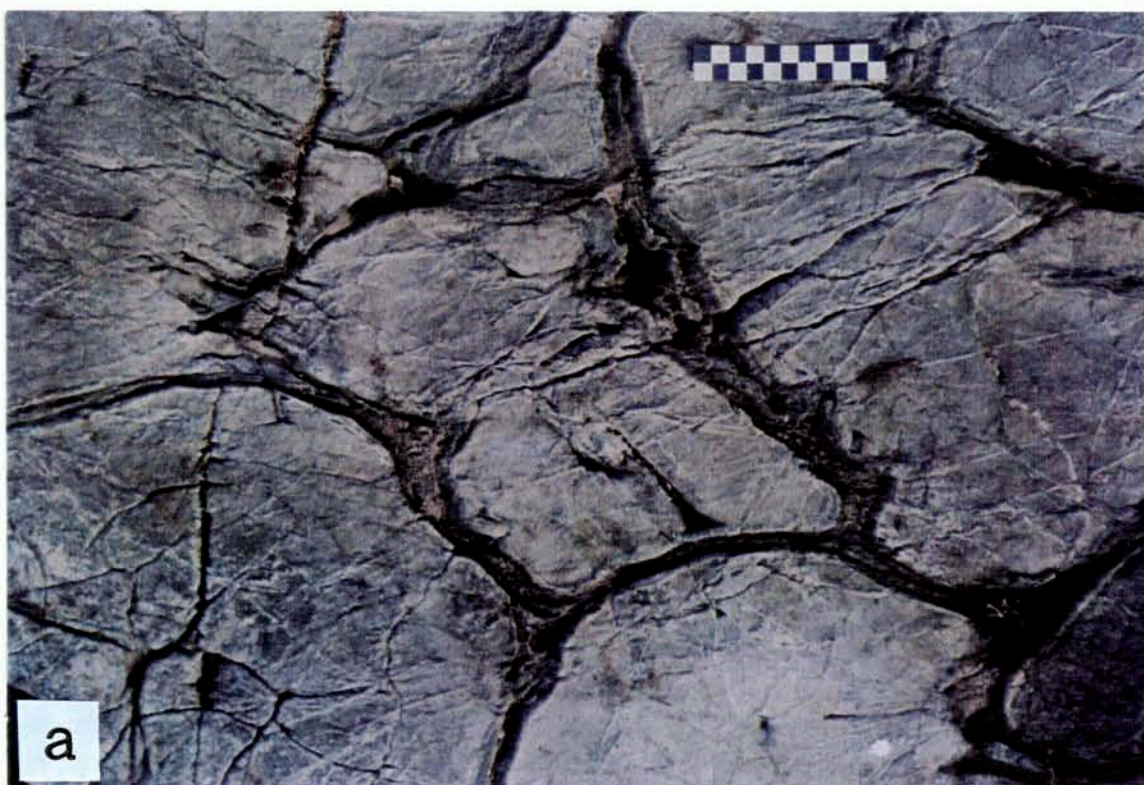
Djupbergarter

Granitoider, ca 1830 miljoner år eller något äldre

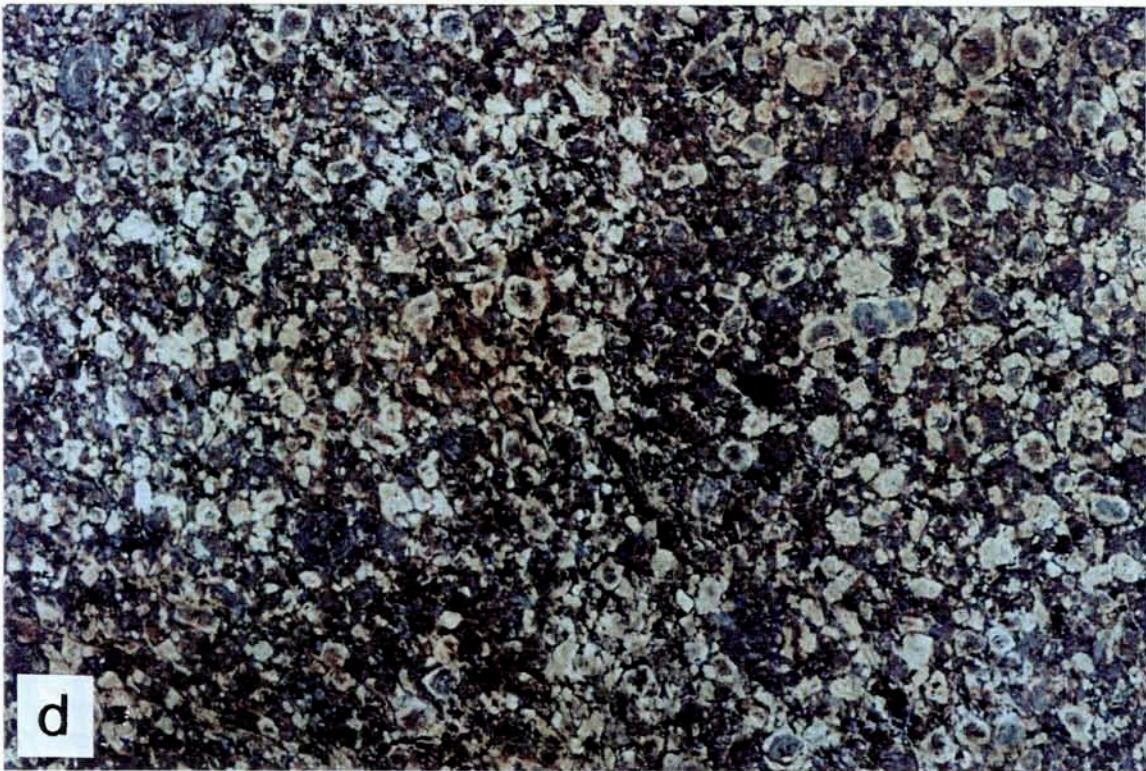
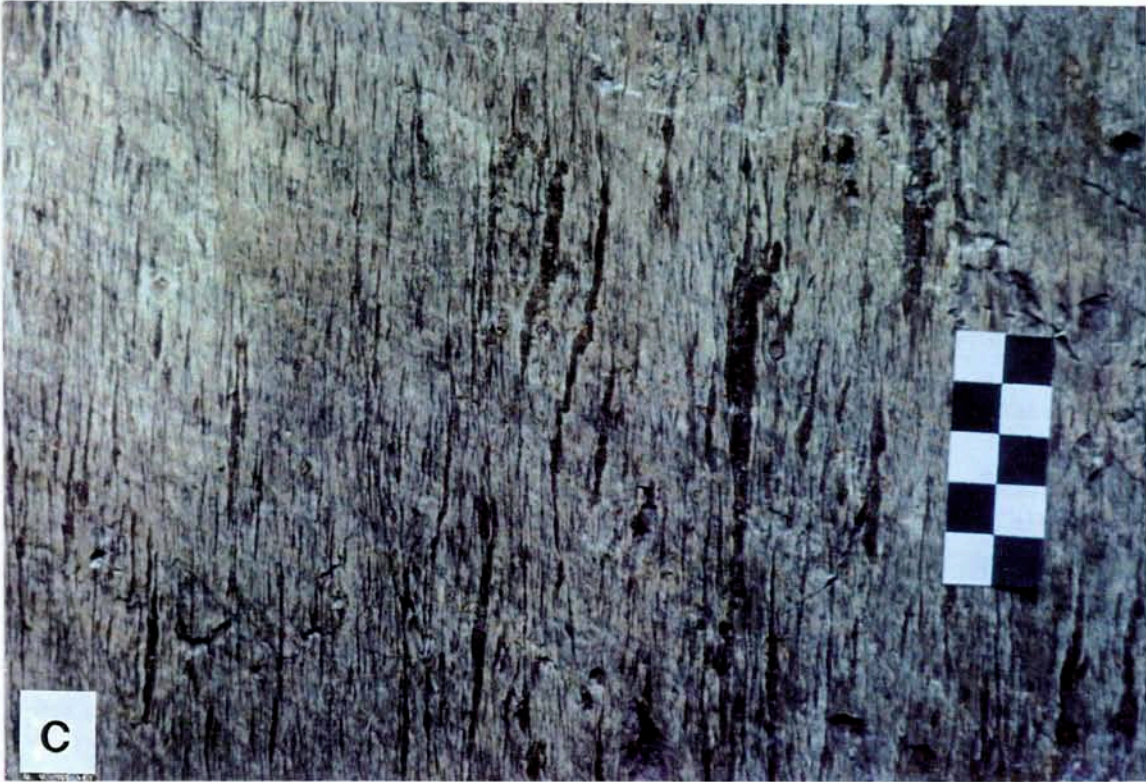
Äldre granitoider (brun färg i Figur 8), ca 1830 miljoner år eller något äldre, förekommer främst inom det tidigare omtalade Oskarshamn-Jönköpingbältet där de slår igenom Vetlandagruppens bergarter /25, 26/. Intrusiven som domineras av tonaliter och granodioriter har i allmänhet en relativt svag förskiffring.

Sura djupbergarter ("Transskandinaviska magmatiska bältet – TMB"), ca 1850-1650 miljoner år

Större delen av berggrunden öster om Protoginzonen utgörs av en yngre grupp av djupbergarter, s.k. Smålandsgraniter, som ingår i det "Transskandinaviska magmatiska bältet" ("TMB", röd färg i Figur 8). Variationen inom gruppen är mycket stor och den omfattar allt från röda graniter, vanligen kallad röd "Växjögranit", till grovkorniga, ögonförande varianter, s.k. Filipstadsgranit, se Figur 9d. Åldersmässigt omfattar gruppen också ett mycket stort tidsintervall, sannolikt från ca 1850 till omkring 1650 miljoner år sedan /31, 34, 35, 36, 37/. I anslutning till Protoginzonen och i övergångsområdet från länets östra till dess västra del förekommer djupbergarter som sannolikt hör till "TMB-bergarterna" men som delvis utsatts för deformation och omvandling under den svekonorvegiska orogenesisen /37, 38/.



Figur 9. Exempel på bergarter i Jönköpings län. a) Basisk vulkanisk lavabergart (s.k. pillowlava), 2 mil sydväst om Vetlanda. Foto H. Wikman. b) Kraftigt folierade och veckade metabasiter vid övergången mellan TMB i söder och äldre bergarter i Fröderydsområdet, 1 mil öster om Rörvik. Foto H. Wikman.



Figur 9, forts. Exempel på bergarter i Jönköpings län. c) Sur vulkanisk bergart (s.k. ignimbrit) vid Dansarebacken, 25 km sydväst om Vetlanda. Foto H. Wikman. d) Porfyrisk "Smålandsgranit" (s.k. Filipstadsgranit) med fältspatkorn som visar en mantlad textur, 1 mil nordost om Vaggeryd. Fältspat korn är ca 2-3 cm. Foto H. Wikman.

Gnejsiga granitoider, ca 1700-1600 miljoner år

Berggrunden i länets västra del domineras av gnejser som utgör en mycket heterogen bergartsgrupp. I allmänhet rör det sig om finkorniga bergarter men grövre varieteter förekommer också. Färgen växlar från grå till röd (ljusbrun respektive skär färg i Figur 8) och i många fall är bergarterna kraftigt ådergnejsomvandlade. Ursprunget är oftast svårt att fastställa men i de flesta fall förefaller det röra sig om starkt omvandlade granitoider. Gnejsernas ålder är inte till fullo känd men sannolikt är de ca 1700-1600 miljoner år gamla. Enstaka mindre kroppar av yngre granit (vinröd färg i Figur 8) förekommer.

Basiska och metabasiska bergarter

Basiska och metabasiska bergarter (mörkgrön färg i Figur 8) förekommer inom både länets östra och västra del. I öster förekommer åtskilliga små kroppar av gabbroida bergarter men i Oskarshamns-Jönköpingsstråket finns också en del större gabbromassiv. Även inom områden som domineras av Smålandsgraniter förekommer en hel del basiska intrusiv som sannolikt är likåldriga med graniterna eftersom det finns exempel på att den sura och basiska magman blandats med varandra (s.k. magmablandning) /28/. I väster utgörs de basiska bergarterna främst av amfiboliter, vilka ligger parallellt med gnejsernas strukturer och för vilka man inte säkert kan avgöra ursprunget.

Alkalin bergart, ca 1550 miljoner år

Vid Norra Kärr, intill länsgränsen strax öster om Vättern, förekommer ett litet område med en alkalin djupbergart, s.k. nefelinsyenit (svart färg i Figur 8), i vilken bl.a. ingår en del sällsynta zirkoniummineral. Liknande bergarter finns på ett fåtal platser i Sverige och antas vara bildade till följd av djupgående sprickbildning i jordskorpan. Bergarten vid Norra Kärr har daterats till ca 1550 miljoner år /39/.

Syenit, ca 1200 miljoner år

I själva Protoginzonen uppträder en lång, smal intrusivkropp med syenit och närbesläktade bergarter (mörkt rosa färg i Figur 8). Stora partier av massivet ("Vaggerydssyeniten") är odeformerat medan vissa zoner drabbats av en intensiv svekonorvegisk deformation och är kraftigt folierade. Syeniten är en i allmänhet ganska mörkt grönaktig, rödgrå, granitliknande bergart med en ålder av ca 1200 miljoner år.

Gångbergarter

Gångbergarterna (lila färg i Figur 8) inom Jönköpings län är i första hand koncentrerade till Protoginzonen samt till "Almesåkrgruppen". Längs Protoginzonen uppträder i huvudsak N-S-ligt orienterade s.k. hyperitdiabaser som tillhör åtminstone två åldersgrupper, den ena ca 1200 och den andra ca 930 miljoner år /40, 41, 42, 43/. "Almesåkrgruppens" sandstenar sätts också igenom av diabaser av vilka en hel del uppträder horisontellt som lagergångar. Dessa diabaser ingår i ett gångsystem som kan följas från Blekinge till Dalarna och vars ålder enligt tillgängliga dateringar är ca 930 miljoner år /40/.

En tämligen lokal, i huvudsak basisk gångsvärm (ej markerad i Figur 8) med en ålder av ca 1410 miljoner år, finns vid Axamo väster om Jönköping /44/. I östligaste delen av länet upp-

träder också en del gångporfyreer samt blandade gångar (ej markerade i Figur 8) /45/. De är sannolikt likåldriga med de närliggande "Smålandsgraniterna", d.v.s. ca 1800 miljoner år /46/.

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 östra, respektive västra delen av länet. I öster är de urprungliga bergarterna inte så omvandlade medan berggrunden i väster har påverkats av kraftiga metamorfa omvandlingar. I öster är det framför allt granitområden som är de i stora drag mest homogena. I detalj kan emellertid även graniterna vara inhomogena och innehålla ganska rikligt med små basiska inneslutningar. I kontaktområden mellan "Smålandsgraniterna" och "Smålandsporfyreerna" förekommer en hel del blandbergarter som är mer inhomogena. De flesta mineralförekomster i länet återfinns i stråket med äldre ytbergarter, gabbrokroppar och granitoider omkring Vetlanda upp mot Jönköping. Stråket som helhet är också relativt heterogent.

I väster dominerar ådergnejsomvandlade bergarter med betydande inslag av metabasiska bergarter. Växlingen mellan olika bergarter inom detta område kan vara snabb. Eftersom gnejserna i allmänhet har en flack skiffrihet medför detta att den bergart man ser i berggrundsytan snabbt kan ersättas av t.ex. metabasitlager på djupet.

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.

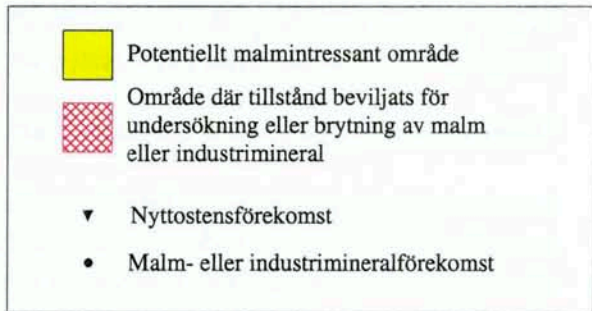
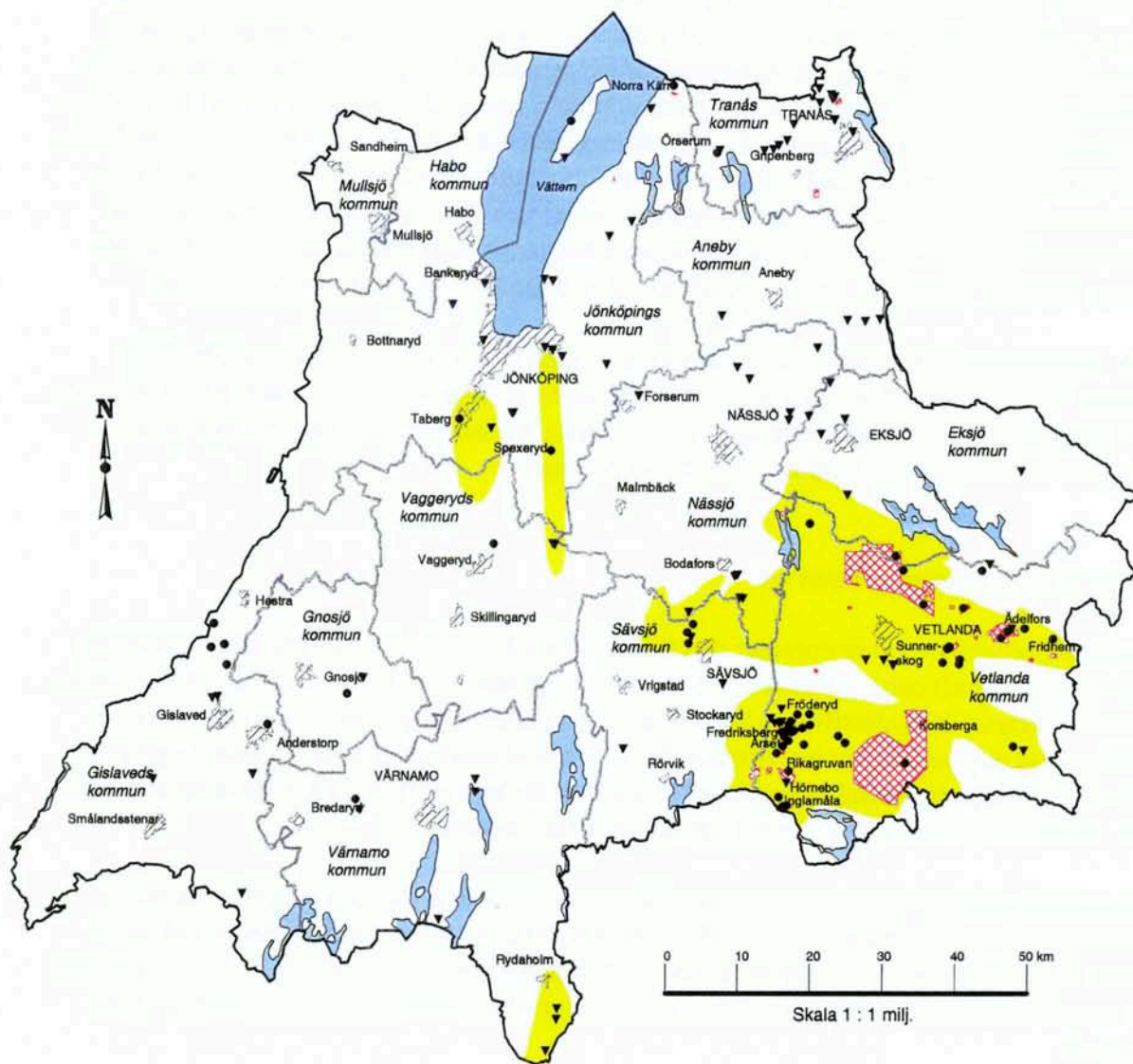
En ekonomisk mineral- eller bergartsfyndighet kan förekomma i vilken bergart som helst. Malmer är dock vanligen knutna till vulkaniska bergarter även om fyndigheter också förekommer i djupbergarter och sedimentära bergarter. Industriella mineral och nyttosten kan uppträda i alla berggrundsmiljöer. Krossberg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

Information om länets gruvor och bergtäkter har framförallt hämtats från Shaikh m.fl. /24/, SGUs register över bergtäkter samt uppgifter från länsstyrelsen. Uppgifter om pågående prospektering kommer från Bergsstaten via SGUs mineralkontor i Malå.

Översikt över mineral- och bergartsresurser

Länets malmfyndigheter är främst koncentrerade till de östra delarna, se Figur 10. I första hand är det bergarter i Fröderyds- och Vetlandaområdet som är malmförande. Sulfidmalmsförekomster, som innehåller koppar, järn och ibland volfram, zink, bly och silver, samt ett fåtal järnmalmsförekomster finns i dessa områden. Vid Ädelfors, öster om Vetlanda, har guld brutits. Sveriges största kända vanadin-titanjärnmalm finns vid Taberg och vid Spexeryd finns en av landets största manganmalmsfyndigheter.

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



Figur 10. Mineral- och bergartsresurskarta över Jönköpings län (sammanställning oktober 1998)

Av icke-metalliska mineral är det framför allt kvarts och fältspat som nyttjats. De bergarter som brutits som nyttosten är främst granit och diabas. Granit har tidigare använts till gat- och kantsten men även som monumentsten. Numera krossas också graniter för användning vid vägbyggen och anläggningsarbeten. Hyperitdiabasen har främst använts till monumentsten.

Metalliska mineralresurser

Sulfidmalmsförekomster är i huvudsak koncentrerade till Fröderyds- samt till Vetlandaområdet. De vanligaste malmmineralen som brutits är koppar-, svavel- och magnetkis. Förutom främst koppar finns vid dessa förekomster en del volfram, zink, bly och silver. Av de mera kända förekomsterna inom Fröderydsområdet kan nämnas Fredriksbergsgruvorna, upptäckta 1765, samt Karl XV:s gruva vilken bearbetades i början av 1900-talet. I Vetlandaområdet är Sunnerskogs sulfidgruva den mest kända.

Järnmalmsförekomsterna inom länet är få och de mest kända är förekomsterna vid Klevabergen nordost om Vaggeryd och Inglamåla sydväst om Korsberga. Nickel och koppar har brutits i den kända gruvan vid Kleva. Ädelfors guldfyndighet, öster om Vetlanda, är Sveriges första guldmalmsgruva och var under lång tid också den enda guldmalmsgruvan i landet. Ädelforsfyndigheten har brutits i liten skala under ett flertal perioder från 1738 och fram till 1916. Under denna period utvanns ca 150 kg guld /47/. Ädelforsfyndigheten antas vara bildad genom hydrotermal aktivitet i berggrunden, i samband med tektoniska rörelser längs en större, VNV-lig deformationszon som påverkar berggrunden i området /48/. Av övriga metallförekomster kan nämnas kopparanrikningen i "Visingsögruppens" sandsten.

I Jönköpings län finns inom två begränsade områden stora koncentrationer av metalliska mineral, nämligen vanadin-titanjärn vid Taberg och mangan vid Spexeryd sydsydost om Jönköping. Malmen i Taberg utgörs av en järn-titan-vanadinförande hyperitdiabas. Förekomsten började bearbetas redan under 1400-talet för utvinning av järn. Idag är hela berget naturskyddat och någon gruvbrytning tillåts inte. De totala tillgångarna uppskattas till ca 150 miljoner ton. Spexeryd upptäcktes 1825 varefter brytning skett periodvis fram till 1954 med ett totalt uttag av 400 000 ton manganmalm.

Icke-metalliska mineralresurser

Länets icke-metalliska råvaror utgörs i huvudsak av kvarts och fältspat. Båda mineralen bryts i pegmatiter och kvarts dessutom i smala kvartsgångar. Kvarts har tidigare bl.a. använts vid de många glasbruken i Småland, men numera använts kvarts främst inom den keramiska industrin, metallindustrin samt inom dataindustrin och fiberoptiken.

Nyttosten

I länets västra delar finns ett antal stenbrott i gnejs, vilka bryts för användning som krossberg. Inom de östra delarna bryts olika graniter i samma syfte i ett ganska stort antal stenbrott. Graniterna har dessutom använts för produktion av gat- och kantsten liksom för monumentsten och till fasadbeklädnad. Det största antalet brott finns i trakten av Tranås. Inom länets östra del har kalkstenslinser i Vetlandaformationen brutits på ett flertal platser. Även yngre kalksten i "Almesåkrgruppen" har tidigare utnyttjats industriellt. Vid Hörnebo gruva har en förskiffrad vulkanisk bergart tidigare brutits för framställning av skifferplattor till bl.a. takbeläggning.

Diabaserna i länet har nyttjats dels för produktion av krossberg, dels som monumentsten och byggnadssten. De diabaser som bearbetats för produktion av krossberg är främst belägna i länets östra del i anslutning till "Almesåkrgruppen". Ett av de största brotten finns vid Forse-rum där en horisontell lagergång bryts. De stenbrott som tidigare producerat monumentsten är mestadels lokaliserade till hyperitdiabaserna.

Pågående prospektering

Det största antalet undersökningstillstånd finns beviljade i den sydöstra delen av länet nära Fröderyd och Vetlanda samt, i mindre omfattning, även i Tranåstrakten och vid Norra Kärr. Beviljade undersökningstillstånd är markerade med röd färg i Figur 10. Det stora flertalet av tillstånden gäller guld men bl.a. koppar och zink är också av intresse.

Potentiellt prospekteringsintressanta områden

Som framgår av de med gul färg markerade områdena i Figur 10 kan framtida prospekteringsintressen förutses främst inom den sydöstra delen av länet där äldre vulkaniska bergarter och gabbrokroppar förekommer. Inom detta område finns redan ett stort antal malmfyndigheter av olika slag. Som tidigare nämnts antas guldet i Ädelfors vara bildat i samband med rörelser i en närbelägen deformationszon. Med utgångspunkt från detta antagande kan således även andra områden i länet i anslutning till deformationszoner betraktas som potentiellt prospekteringsintressanta. Hyperitdiabasgångarna längs Protoginzonen, till vilka Smålands Taberg hör, är mycket intressanta på grund av sitt höga innehåll av vanadin, titan och järn. En av landets största manganmalmsfyndigheter vid Spexeryd kan också ge anledning till fortsatt prospektering i första hand längs Protoginzonen.

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 deformerar bergarterna plastiskt, likt en trögflytande massa, och zonen benämns då allmänt plastisk deformationszon eller *plastisk skjvuzon*. 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 bildats 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 /8, 10, 12, 14, 23, 25, 26, 27/. Vidare har strukturell information hämtats från SGUs pågående arbeten (H. Wikman) samt från Andréasson & Rodhe /49/. Formlinjerna har kompletterats med tolkning av bandade anomalimönster på den magnetiska anomalikartan, s.k. *magnetiska konnektioner*, se Figur 11. Flygmätningarna, som endast täcker en begränsad del av länet, har utförts av SGU, förutom i den sydostligaste delen av länet, sydost om Korsberga, där mätningarna har utförts av LKAB.

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 plastisk skjuvdeformation dokumenterats i långsträckta stråk. Dessa zoner utmärks också av att planstrukturerna i den omgivande berggrunden ofta är inböjda mot skjuvzonerna. Förekomst av starkt förskiffrade bergarter och myloniter är karakteristiskt för plastiska skjuvzoner 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, SGUs pågående arbeten (H. Wikman samt M.B. Stephens och C.-H. Wahlgren), publicerade artiklar och magnetisk information, se Figur 11, använts. Den ojämna fördelningen av formlinjer och magnetiska konnektioner på deformationszonskartan, se Figur 13, avspeglar inte en reell skillnad i deformationsgrad, utan beror i första hand på avsaknaden av modern berggrundsgeologisk information och flyggeofysiska data i huvuddelen av länet. Det bör dock påpekas att berggrunden öster om Protoginzonen, framförallt i den nordöstra delen av länet, utgörs av välbevarade, mer eller mindre massformiga "TMB-bergarter".

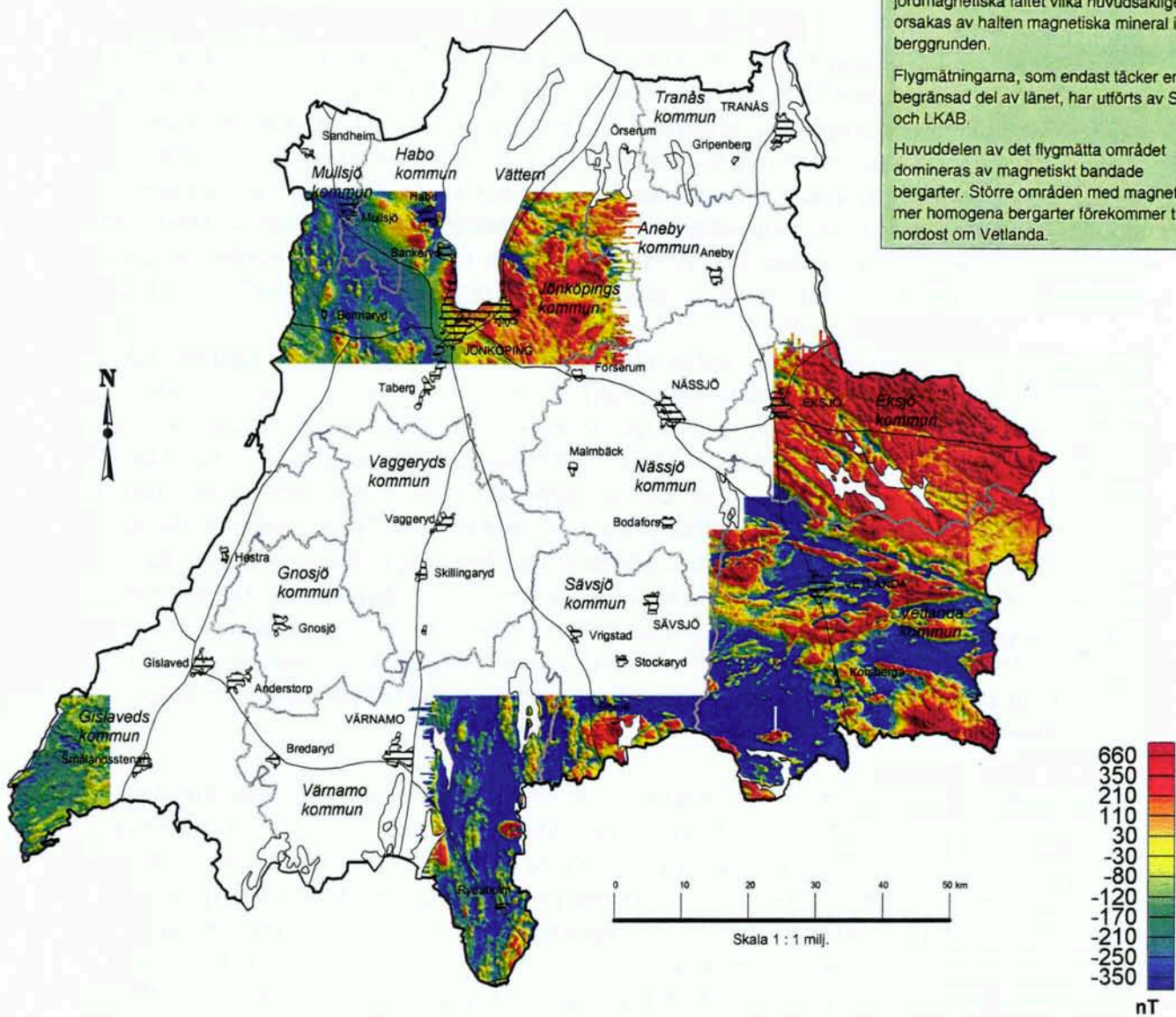
Sprickzoner är sällan blottade utan vanligen täckta av glaciala-postglaciala avlagringar, eller utgör moss- och myrmarker eller vattendrag, varför direkta observationer mera sällan kan göras. Sprickzoner har i första hand tolkats med hjälp av höjddata framtaget av Lantmäteriet, se Figur 12, och från 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. Avsaknaden av ett heltäckande flyggeofysiskt underlag, framförallt den magnetiska anomalikartan, gör att tolkningen av sprickzoner i länet är något bristfällig. Ett stort antal arbeten rörande sprickzoner och sprickzonsmönstret i berggrunden i södra Sverige innefattande Jönköpings län har utförts, se t.ex. Röshoff & Lagerlund /50/, Röshoff /51/, Tirén & Beckholmen /52/ och litteraturhänvisningar i dessa arbeten. En sammanfattning av den tektoniska utvecklingen i Vätternområdet, framförallt den sprödtektoniska, presenteras i Månsson /53/.

På kartan i Figur 13 visas formlinjer, magnetiska konnektioner, tolkade plastiska skjuvzoner och sprickzoner, områden med huvudsakligen massformiga eller endast stråkvis förskiffrade magmatiska bergarter som är yngre än ca 1800 miljoner år, samt ca 1200 och ca 800-700 miljoner år gamla sedimentära bergarter. Beroende på att modern berggrundsgeologisk information i skala 1:50 000 enbart täcker en begränsad del av länet, och att magnetiska flygmätningar, med undantag för området öster och nordost om Jönköping, enbart finns i motsvarande områden, se Figur 2, måste antalet markerade plastiska skjuvzoner betraktas som ett minimum. Vissa av de tolkade sprickzonerna är väl belagda, medan andra behöver kontrolleras vid eventuella mer detaljerade undersökningar. Av denna anledning bör förekomsten och utbredningen av de markerade sprickzonerna i Figur 13 betraktas som något osäker. Beroende på dessa omständigheter bör kartans innehåll därför tills vidare betraktas med försiktighet.

Magnetisk anomalikarta över Jönköpings län. Kartan är baserad på data i 200 meters rutnät och visar variationer i det jordmagnetiska fältet vilka huvudsakligen orsakas av halten magnetiska mineral i berggrunden.

Flygmätningarna, som endast täcker en begränsad del av länet, har utförts av SGU och LKAB.

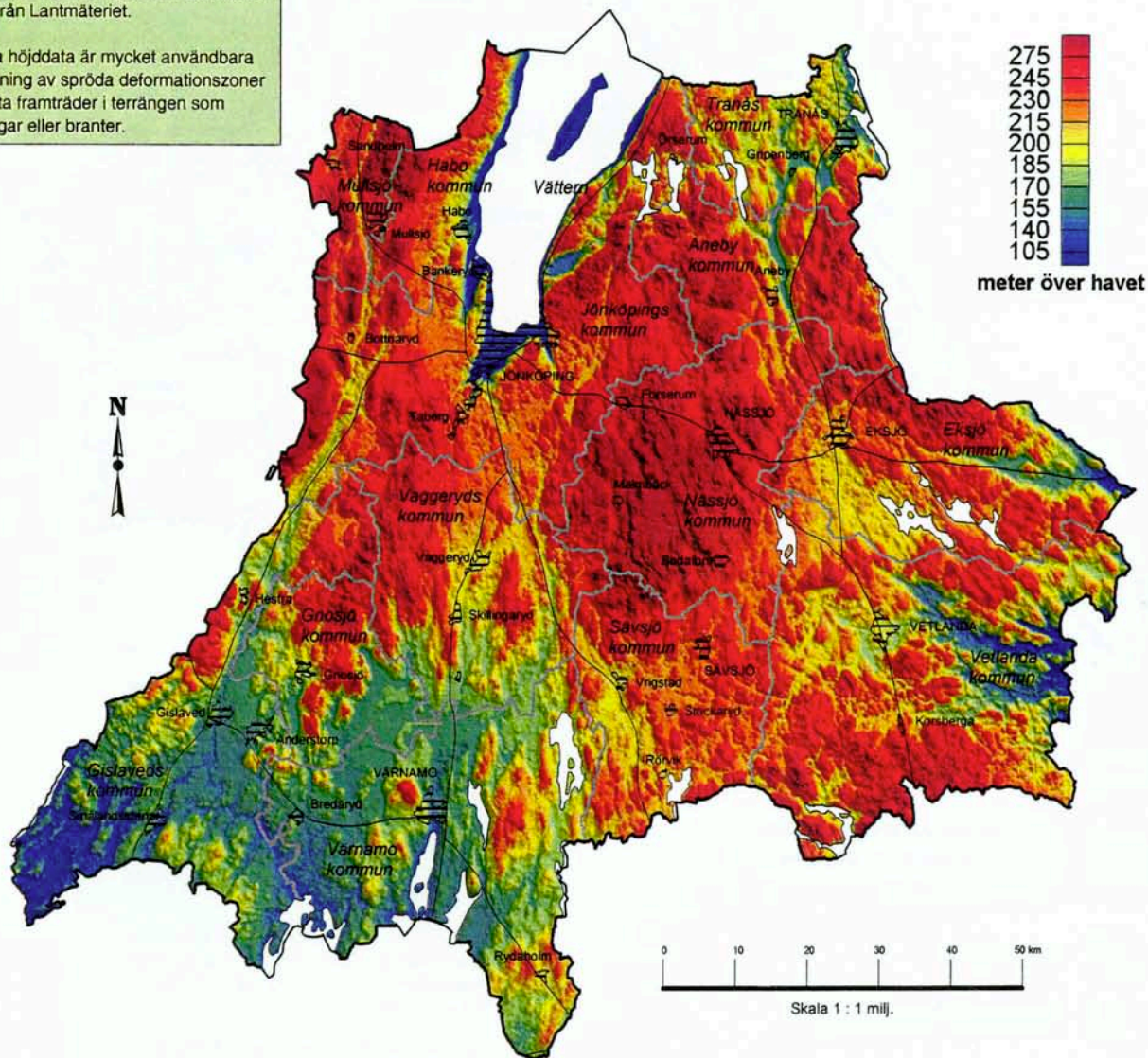
Huvuddelen av det flygmätta området domineras av magnetiskt bandede bergarter. Större områden med magnetiskt mer homogena bergarter förekommer t.ex. nordost om Vetlanda.



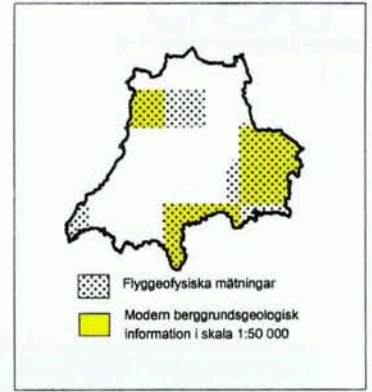
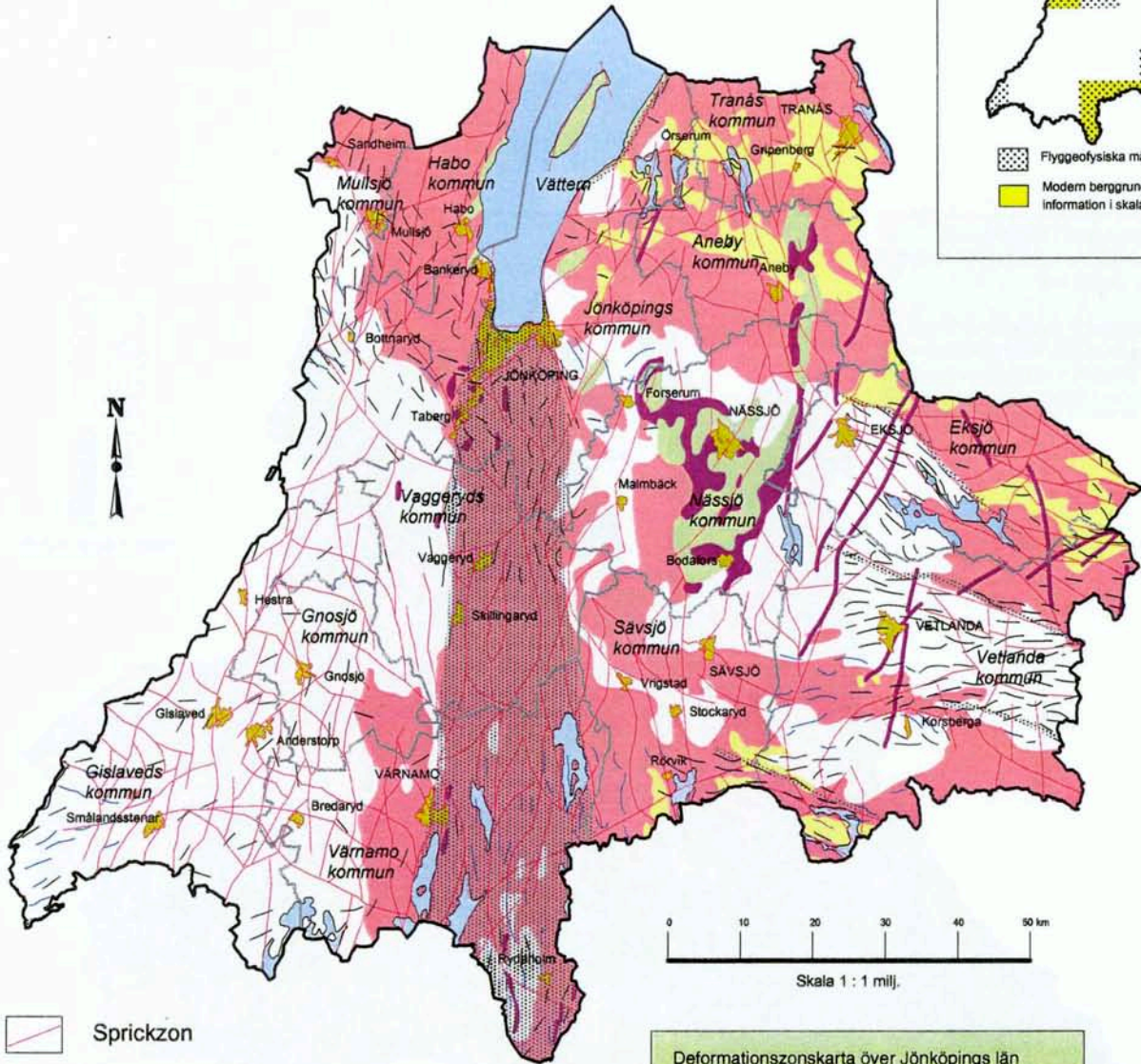
Figur 11. Magnetisk anomalikarta över Jönköpings län

Höjdreliëfkarta över Jönköpings 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 Jönköpings län



-  Sprickzon
-  Plastisk skjvzon eller område som är påverkat av plastisk skjvdeformation
-  Formlinjer
-  Magnetiska konnektioner
-  Diabas
-  Sedimentär bergart, ca 1200 och ca 800-700 miljoner år gammal
-  Vulkanisk bergart, huvudsakligen massformig eller endast stråkvis förskifrad
-  Djupbergart, massformig eller endast stråkvis förskifrad

0 10 20 30 40 50 km
Skala 1 : 1 milj.

Deformationszonskarta över Jönköpings län med formlinjer, magnetiska konnektioner, tolkade plastiska skjvzoner och sprickzoner, samt huvudsakligen massformiga eller endast stråkvis förskifrade bergarter som är yngre än ca 1800 miljoner år.

I de vita områdena på kartan dominerar mer eller mindre penetrativt deformerade bergarter. I den västra delen av länet är bergarterna i regel gnejsiga.

Formlinjerna visar berggrundens strukturella riktningar. Plastiska skjvzoner har markerats där plastisk skjvdeformation dokumenterats i långsträckta, i regel lågmagnetiska stråk. Den breda N-S-liga zonen är den s.k. Protoginzonen, vilken utgör ett bälte av stråkvisa, plastiska skjvzoner.

Sprickzonerna följer i många fall de äldre strukturriktningarna i berggrunden men bildar också egna blockmönster.

Tolkningen är baserad på data från SGUs berggrundskartor, pågående arbeten, publicerade artiklar, flygmagnetiska data och höjddata.

Figur 13. Deformationszonskarta över Jönköpings län

Plastiska skjuvzoner

Som framgår av Figur 13 har ett antal plastiska skjuvzoner markerats i Jönköpings län. De VNV- till NV-liga zonerna i östra delen av länet tillhör ett regionalt system av branta till vertikala, plastiska skjuvzoner i sydöstra Sverige /54, 55, 56, 57, 58/. Den mäktigaste av dessa zoner är den flera kilometer breda zonen i Loftahammartrakten i nordligaste delen av Kalmar län /55, 59/. Regionalt sett karakteriseras zonerna av en kombination av huvudsakligen dextrala (medurs) horisontalrörelser och vertikallrörelser där det södra blocket åtminstone delvis har rört sig uppåt i förhållande till det norra. Detta gäller även zonerna i östra delen av Jönköpings län, vilka utgör en västlig förlängning av de O-V- och VNV-liga skjuvzonerna från Oskarshamn och västerut i Kalmar län /58, 59/.

Av deformationszonskartan, se Figur 13, framgår det att de VNV- till NV-liga skjuvzonerna i första hand är utbildade i kontakterna mellan de äldre yt- och djupbergarterna och de yngre bergarterna i det ”Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB)”. I zonerna förekommer därför kraftigt förskiffrade till mylonitiska varieteter av både äldre yt- och djupbergarter samt ”TMB-bergarter”, t.ex. i Hörnebo skifferbrott ca 17 km öster om Rörvik. Av deformationszonskartan framgår det vidare att skjuvzonerna i den östra delen av länet är diskordanta mot, d.v.s. ej parallella med, de i omgivande områden markerade formlinjerna, vilka representerar äldre deformationsstrukturer.

Yngre än de ovan nämnda skjuvzonerna är det ca 15-25 km breda bälte av plastiska skjuvzoner som löper i N-S-lig riktning från Vättern och söderut, se Figur 13. Detta bälte benämns vanligen Protoginzonen, men kallas även den Svekonorvegiska frontens deformationszon eller SFDZ /60, 61/. I den södra delen av länet, i området norr och söder om Rydaholm, framträder Protoginzonen relativt tydligt på den magnetiska anomalikartan, se Figur 11. 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. Den är behandlad i en speciell SKB-rapport där olika aspekter rörande zonen och dess relationer till omgivande berggrundsterrängar diskuteras /62/, se även Andréasson & Rodhe /49/.

Den plastiska deformationen i Protoginzonen domineras av vertikallrörelser utefter vertikala till brant västligt stupande zoner, där det västra blocket rört sig uppåt i förhållande till det östra, men zonerna karakteriseras även av en underordnad dextral horisontalrörelse, d.v.s. det östra blocket har rört sig söderut i förhållande till det västra /49, 61, 62, 63/. Protoginzonen utgör den östra gränsen för den svekonorvegiska orogena, se Figur 3. Väster om zonen förekommer svekonorvegiska plastiska deformationer, och en svekonorvegisk metamorfos under mycket högt tryck och hög temperatur (granulitfacies) har dokumenterats /64/. 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 orogena, då Protoginzonen idag skiljer två ur strukturell och metamorf synvinkel helt olika berggrundsterrängar.

Deformationen i Protoginzonen är inte homogen utan upp till flera kilometer stora tektoniska linser förekommer inom vilka berggrunden är betydligt mindre deformerad till massformig. Även i området väster om den i Figur 13 markerade Protoginzonen förekommer svekonorvegiska skjuvzoner, ofta som västligt stupande överskjutningar, t.ex. väster om Vättern /27/, men dessa har inte kunnat markeras på ett entydigt sett i deformationszonskartan i Figur 13.

Många av bergarterna väster om Protoginzonen är mer eller mindre kraftigt deformerade, och deformationen skulle i många fall kunna klassas som skjuvzonsrelaterad. I de flesta fall har dock en omkristallisation skett efter det att deformationen upphört beroende på varma förhållanden på relativt stora djup i jordskorpan, vilket leder till att zonerna i regel inte framträder på den magnetiska anomalikartan. Detta innebär att plastiska skjuvzoner eller skjuvbälten är svårare att urskilja i den gnejsiga berggrunden väster om Protoginzonen, även om den nuvarande strukturella karaktären kan vara resultatet av skjuvzonsrelaterad deformation. Utifrån resultat av liknande länsundersökningar i Hallands och Västra Götalands län /65, 66/ har en tolkad plastisk skjuvzon markerats i den sydvästligaste hörnet av Gislaveds kommun respektive sydväst om Bottnaryd.

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, vilkas utbredning måste klarläggas vid mer detaljerade studier.

Sprickzonerna öster och väster om Protoginzonen uppvisar ett relativt oregelbundet mönster, se Figur 13, medan zonerna i Protoginzonen söder om Vättern uppvisar en relativt konstant N-S-lig trend. Den N-S-liga orienteringen av regionala sprickzoner söder om Vättern framgår tydligt i t.ex. Röshoff /51/ och Tirén & Beckholmen /52/. Det framgår dock i Figur 13 att många av sprickzonerna i östra delen av länet har en VNV- till NV-lig orientering som ungefärligen följer den plastiska deformationstrenden. I området strax öster om Protoginzonen ser man att sprickzonerna gradvis blir mer N-S-liga, för att slutligen sammanfalla med den N-S-liga huvudtenden i Protoginzonen. Väster om Protoginzonen är korrelationen mellan den plastiska deformationstrenden, d.v.s. formlinjerna, och sprickzonernas orientering inte lika uppenbar, utom i området direkt väster till sydsydväst om Mullsjö där såväl formlinjer som sprickzoner har en ca N-S-lig orientering. En markant sprickzon går att följa från trakten av Smålandsstenar, i sydvästligaste delen av länet, i NNO-lig riktning upp till Bottnaryd, varifrån den fortsätter i N-S-lig riktning in i Västra Götalands län, se Figur 12 och 13. Att sprickzoner följer äldre plastiska zoner tyder på att de äldre zonerna reaktiverats under spröd-tektoniska förhållanden högre upp i jordskorpan i ett senare stadium av den geologiska utvecklingen.

Karaktären på rörelsen i sprickzoner/förkastningar är ofta svår att bestämma. Detta beror i första hand på att zonerna i regel inte är blottade, vilket omöjliggör direkta observationer. Förekomsten av förkastningsbevarade, yngre sedimentära bergarter i Vätternområdet, den s.k. Visingsögruppen, indikerar dock att berggrunden i Vätternområdet sjunkit ner i förhållande till omgivande berggrund.

Deformationszoner i tid och rum

Den stora variationen i formlinjernas orientering framförallt väster om Vättern, men även öster därom, beror i huvudsak på att formlinjerna representerar planstrukturer av olika ålder. Vidare representerar formlinjerna öster och väster om Protoginzonen strukturer som är bildade under olika orogener.

Den äldsta plastiska deformationen i länets berggrund är ca 1830-1800 miljoner år gammal och utbildad under den svekokarelska orogesen. Deformationen präglar de äldsta yt- och djupbergarterna öster om Protoginzonen. Den regionala, plastiska deformationen väster om Protoginzonen präglas av den svekonorvegiska orogesen, men den gnejsiga berggrunden anses ha omvandlats redan i samband med den gotiska orogesen för ca 1700-1590 miljoner år sedan /63, 67/.

De äldsta deformationszonerna inom länet utgörs av de plastiska skjuvzonerna i den östra delen. Zonerna är förmodligen bildade i samband med intrusionerna av de magmor som gett upphov till de ca 1800 miljoner år gamla bergarterna i det ”Transskandinaviska magmatiska bältet”.

Protoginzonen anses av många utgöra en långlivad svaghetszon i jordskorpan /38, 49, 62, 63/, vilken, förutom svekonorvegisk deformation /68/, omfattar såväl presvekonorvegisk plastisk deformation som yngre, senprekambrisk till fanerozoisk spröd deformation. Vidare anses intrusioner av t.ex. diabaser samt ca 1200 miljoner år gamla syeniter och graniter söder om Vättern 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 orogesen har dock varit så kraftiga att det är dessa som idag helt karakteriserar den plastiska skjuvdeformationen. Efter den svekonorvegiska orogesen 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 de fall zonerna har reaktiverats är det den sista rörelsen som är viktigt att tidsbestämma. I regel kan endast en relativ ålder i bästa fall anges, d.v.s. är sprickzonen äldre eller yngre än någon väldokumenterad bergart eller struktur. Inom Jönköpings län är det framförallt i Vätternområdet och söderut utmed Protoginzonen som åldern på sprickzonerna/förkastningarna kan begränsas.

Eftersom de senprekambriska bergarterna i Vätternområdet är förkastningsbevarade, står det klart att rörelser har skett utefter dessa förkastningar/sprickzoner efter avsättningen av de ursprungliga sedimenten för ca 800-700 miljoner år sedan. Längre norrut utmed östra Vätternstranden, i Östergötlands län, förekommer dessutom fanerozoiska sedimentära bergarter, vilka västerut begränsas av en ca N-S-lig förkastning. Detta innebär att sprödtektoniska rörelser skett i Vätternområdet, och förmodligen även söderut i de ca N-S-liga sprickzonerna inom Protoginzonen, för ca 420 miljoner år sedan eller senare. Enligt Månsson /53/ 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 /62/. Enligt Andréasson & Rodhe /62/ 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. Vätternområdet och området söderut

inom Protoginzonen förefaller sålunda ha varit tektoniskt aktivt upprepade gånger under den geologiska utvecklingen, åtminstone under de senaste ca 900 miljoner åren, men kanske även tidigare.

I övriga delar av länet är det svårare att begränsa åldern på den spröda deformationen. I Nässjötrakten påverkar dock sprickzoner/förkastningar de ca 1200 miljoner år gamla bergarterna i Almesåkrgruppen, vilket tyder på att rörelser skett efter dessa bergarters bildning. Med tanke på de rörelser som förmodas ha skett i Vätternområdet och söderut i relativt sen geologisk tid, är det rimligt att anta att rörelser skett i berggrunden även i övriga delar av länet under fanerozoisk tid, d.v.s. under de senaste 545 miljoner åren. Vilka zoner som rört sig, när rörelsen i så fall skedde och hur stort rörelsebeloppet varit är svårt att avgöra.

I kapitlet 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 Jönköpings län, d.v.s. den geologiska utvecklingen från ca 2 miljoner år sedan till nutid, grundar sig på studier av SGUs jordartskartor samt olika specialarbeten. Över delar av länet föreligger moderna jordartskartor i SGUs serie Ae /69, 70, 71, 72, 73, 74 samt i databaser över kartområdena Nässjö NO och SO samt Vetlanda NV och SV/. Moderna kartor saknas i övriga delar av länet. Över dessa områden finns äldre och översiktliga jordartskartor utgivna huvudsakligen i slutet av 1800-talet och början av 1900-talet /8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21/.

Isavsmältning och postglacial utveckling

Landisens avsmältning nådde länets södra delar för ca 12 900 år sedan, varefter avsmältningen över länet tog ca 1 000 år med en takt av i genomsnitt ca 130 m/år /75/. En snabb klimatförbättring gjorde att isen retirerade över länet med en bågformad isfront samtidigt som dödis blev liggande kvar söderut. Korta avbrott i avsmältningen förekom då isfronten tillfälligt gjorde halt /76/. Isräfflor visar att reträtten i öster var nordvästlig, i mellersta delen nordlig och i väster nordostlig. Smältvatten samlades till issjöar i av isen uppdämda sänkor. För ca 11 800 år sedan hade merparten av isen smält från länet men var kvar i Vätternsänkan ytterligare en tid och den dämde upp mindre issjöar söder därom. Dödisrester fanns kvar när Baltiska issjön något senare trängde in i Vätternsänkan /69, 77/.

Istäckets mäktighet under nedisningens huvudskede i området beräknas ha varit 2 000-2 500 m /78/, 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 0,1 m/100 år i de södra och ca 0,2 m/100 år i de norra delarna av länet. Det totala landhöjningsbeloppet har uppskattats till runt 300 m /79/. Nästan hela länet ligger över det forntida havets högsta nivå (högsta kustlinjen eller HK), bildad av den s.k. Baltiska issjön. Endast i Vätternsänkan har HK nått 100-120 m.ö.h. /69/.

Jordarter och jorddjup

Jordarterna i länet 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 är inte kända från länet.

Glaciala jordarter

Morän består av det av landisen upplockade, bearbetade och avlagrade materialet. Denna sorterade jordart har stor utbredning och förekommer även under lagren av yngre jordarter. I länet finns flera olika moräntyper och den dominerande moränsammansättningen är sandig. Moränens ytblockighet varierar, men är som regel normalblockig. Storblockig och blockrik morän förekommer mer frekvent i områden med granitberggrund, d.v.s. i länets sydöstra och norra delar.

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

Postglaciala jordarter

I senare tid har svämsediment bildats, vilket sker än idag utmed större vattendrag. Organiska jordarter domineras av torv och torvmarkerna. Dessa utgörs av både kärr och mossar.

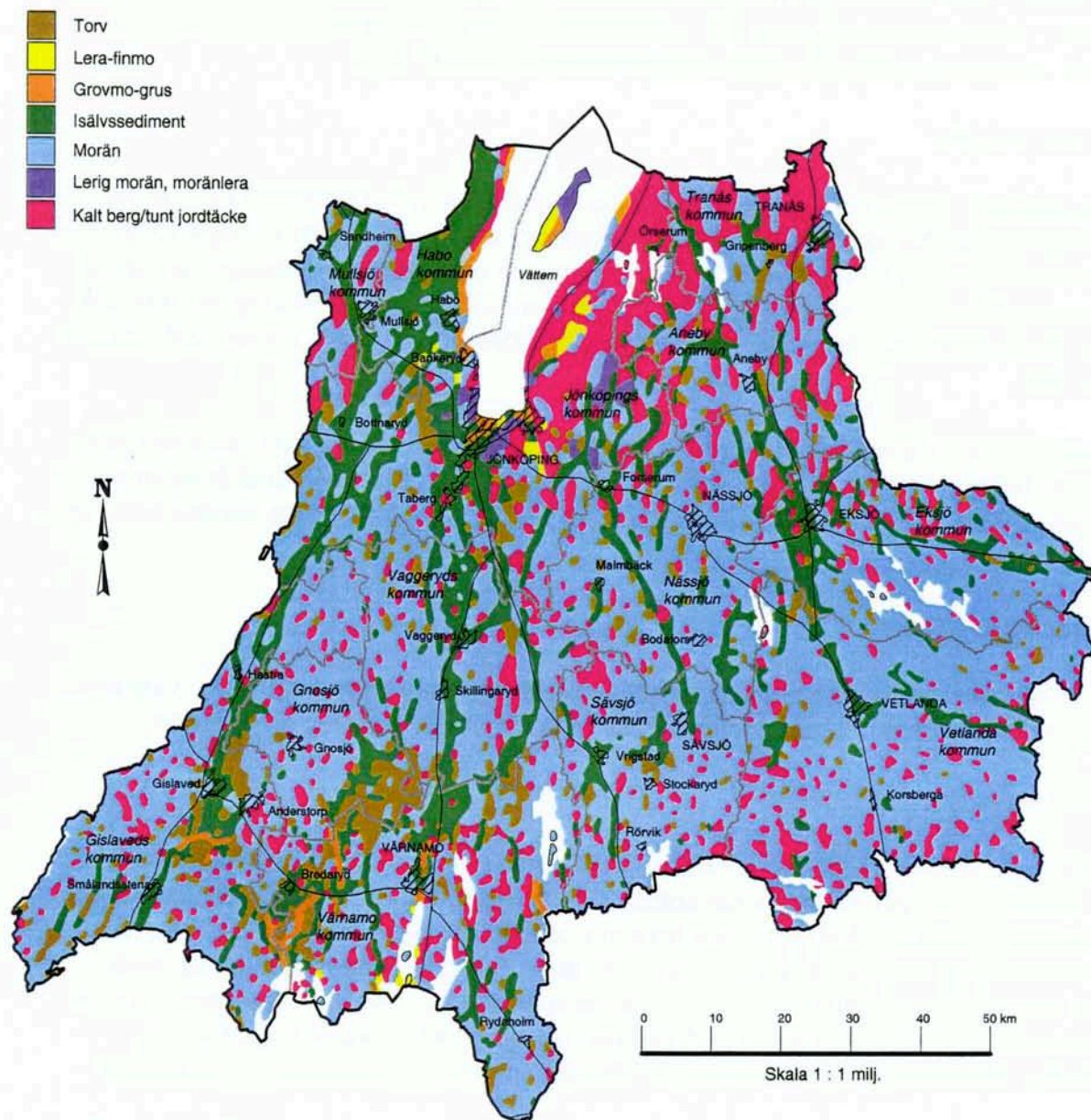
Jordartsfördelning och jorddjup

Jordartsfördelningen i länet visas översiktligt på kartan i Figur 14 som är baserad på Fredén /80/. Länet tillhör Sydsveriges moränområde /3/ och ligger, Vätternsänkan undantagen, över högsta kustlinjen (HK). Kalt berg eller berg med mycket tunt jordtäckte, se Figur 15a, har större utbredning i nordöstra och östra delen av länet. Bland jordarterna dominerar sandig morän som vanligen är relativt tunn och följer berggrundsytan. Det finns emellertid mindre områden med moränegenformer som drumliner, stötsides- och läsidesackumulationer, småkulliga utsmältningmoräner, se Figur 15b, samt moränryggar där jorddjupet är större.

Framför allt i västra, men även i norra delen har isälvsediment relativt stor utbredning. De är vanligen lokaliserade till dalgångar och sänkor, där stråk av rullstensåsar och andra isälvsavlagringar löper i ungefär N-S-lig riktning. I de flesta fall har de måttlig mäktighet, mindre än 20 m, se Figur 15c.

Finkorniga sediment såsom lera och silt förekommer där lokala issjöar funnits. Dessa sediment har liten utbredning och oftast ringa mäktighet. Torvmarker förekommer på många ställen i länet, i västra delen i form av stora torvarealer. I övrigt är torvmarkerna vanligen ytmäsigt små.

Jordmäktigheten är liten (1-5 m) eller måttlig (5-10 m) inom stora delar av länet, se Figur 16. Stora jorddjup (>10 m) förekommer allmänt inom ett område söder och sydväst om Vättern i Vätternsänkans förlängning. I Jönköpingstrakten finns jorddjup över 100 m. Stora jorddjup

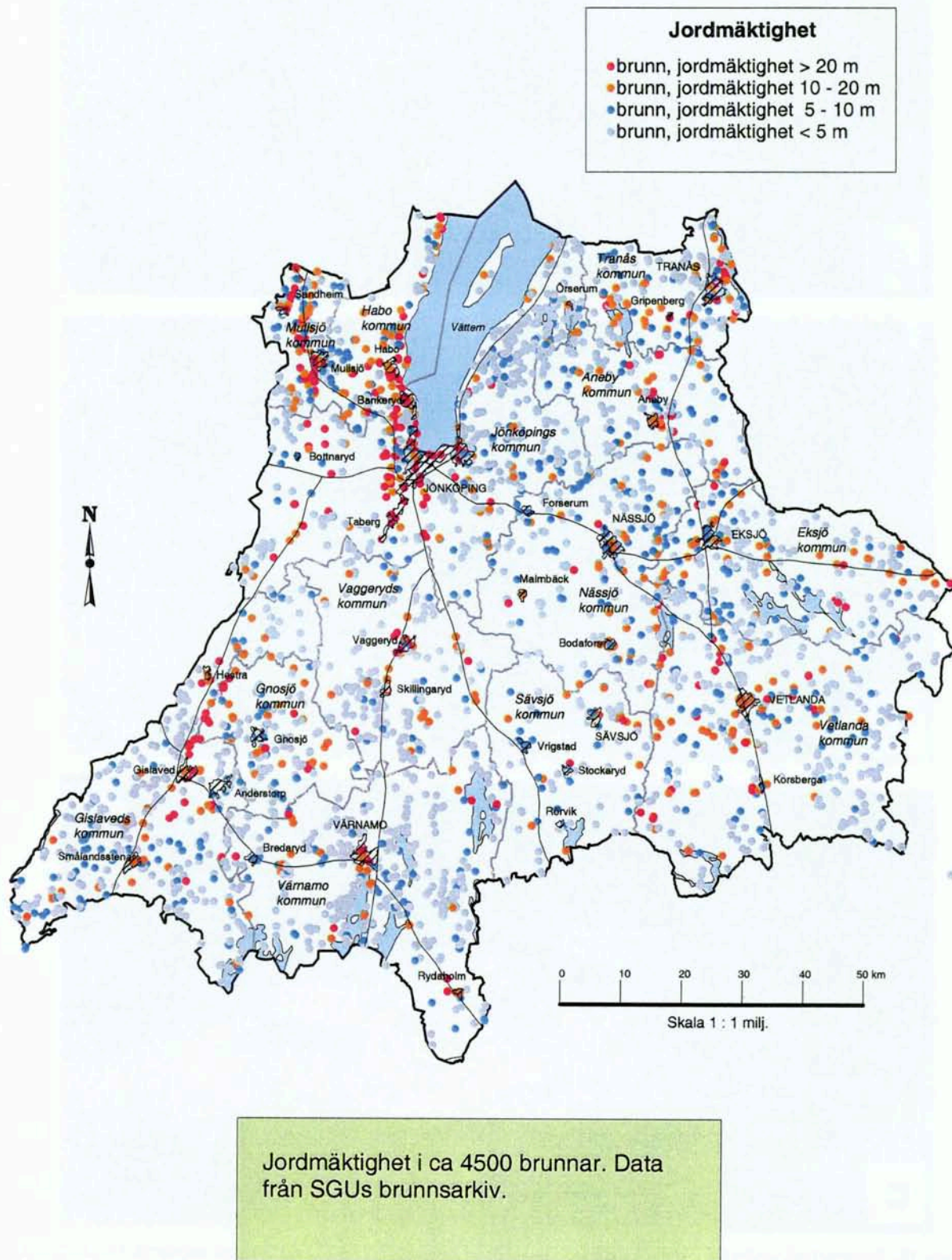


Jordarter och berg i dagen inom Jönköpings län. Kartan, som är en förstoring av jordartskartan i Sveriges Nationalatlas och grundar sig på SGUs kartläggningar, visar huvuddragen av länets jordartsgeologi. Jordartsindelningen är förenklad och kartans skala har medfört kraftig generalisering, t.ex. är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

Figur 14. Jordartsfördelningen i Jönköpings län



Figur 15. Exempel på jordarter i Jönköpings län. a) Hällrikt höjdområde med relativt tunt moräntäcke ca 15 km sydost om Vetlanda. Foto M. Persson. b) Småkulligt moränområde präglat av dödisavsmältning vid Rågångsgölen, ca 10 km öster om Eksjö. Foto S-I. Svantesson. c) Liten rullstensås innehållande stenigt grus, ca 4 km nordväst om Eksjö. Foto E. Daniel.



Figur 16. Jordmäktighet i Jönköpings län (sammanställning november 1998)

finns även i Tidans och Nissans dalgångar, d.v.s. vid Mullsjö och mellan Hestra och Smålandsstenar. I övrigt finns stora jorddjup lokalt, t.ex. i större drumlinlika bildningar eller sprickdalgångar.

Sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan inkluderande jordskalv

Från norra Sverige har rapporterats observationer av sen- eller postglaciala rörelser i jordskorpan /81, 82/ i form av förkastningar, sprickbildningar och seismisk aktivitet. I södra Sverige har bl.a. Mörner /79, 83, 84/ och Svantesson /85/ redovisat iakttagelser vilka tolkas som relativt sentida rörelser i jordskorpan orsakade av landhöjningen. En sammanfattande analys av det nuvarande kunskapsläget beträffande jordskorperörelser och seismisk aktivitet har presenterats av Muir Wood /86/.

Bortsett från ett antal registreringar av jordskalv finns inga säkra bevis för sen- eller postglaciala rörelser inom Jönköpings län (se t.ex. Röshoff & Lagerlund /50/). Lokalt i isälvsavlagringar i länet har 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, vilket medfört tryckförändringar m.m.

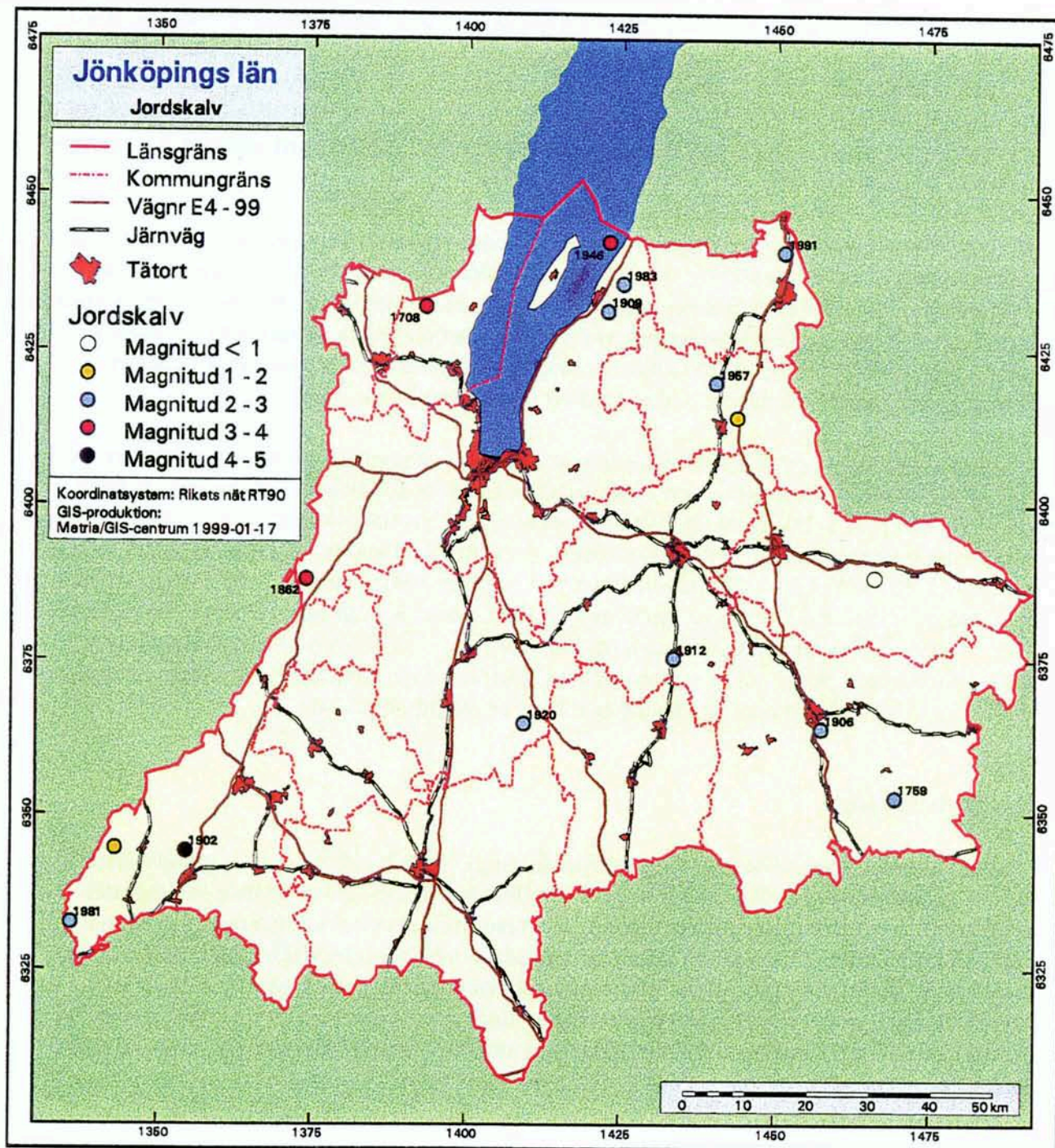
I Sverige finns några områden där seismisk aktivitet är vanligare än inom övriga delar av landet. Dessa områden framgår av den sammanställning av jordskalv som har registrerats fram till 1993, se Figur 5. De ligger dels inom ett stråk utmed Norrlandskusten, dels i Västsverige, runt Väneren samt väster och omedelbart öster om Vättern. I Jönköpings län är 19 skalv kända sedan år 1708, se Figur 17. De har vanligen haft en magnitud på mellan 2 och 3 men jordskalv med magnitud mellan 3 och 4 har noterats i fyra fall. Dessa har ägt rum i länets västligaste del och i Vättern. Det kraftigaste skalvet inträffade 1902 ca 5 km norr om Smålandsstenar och hade en magnitud på 4,0. Det senaste skalvet i länet som finns upptaget i ovannämnda databas ägde rum 1991 ca 5 km norr om Tranås och hade en magnitud på 2,04.

8 Hydrogeologi

I grundvattenkartan med beskrivning över Jönköpings län /87/ redovisas bl.a. grundvattentillgångar, grundvattnets kvalitet, hydrologi och vattenförsörjning. I föreliggande sammanställning av de hydrogeologiska förhållandena i länet har detta material kompletterats med analyser av Lantmäteriets höjddata, SMHIs avrinningsdata och data från SGUs brunnsarkiv. Syftet har varit att beskriva grundvattnets strömningsmönster och berggrundens hydrauliska konduktivitet (genomsläpplighet). För att beskriva grundvattnets kemiska status i Jönköpings län jämfört med övriga landet har även grundvattenkemiska data från SGUs brunnsarkiv bearbetats.

Grundvattnets bildning och strömning

Grundvattnet ingår i det hydrologiska kretsloppet /5, 88/. Av den nederbörd som faller i länet avdunstar ungefär hälften i de västra delarna och ungefär två tredjedelar i de östra delarna /87/. Återstoden tillförs grundvattnet, med undantag för en mindre del som rinner av från



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

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 Jönköpings län framgår av Figur 18. Den har beräknats utifrån en vidareutveckling av den metod som använts för beräkning av avrinning /89/. 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 magasinierande förmåga.

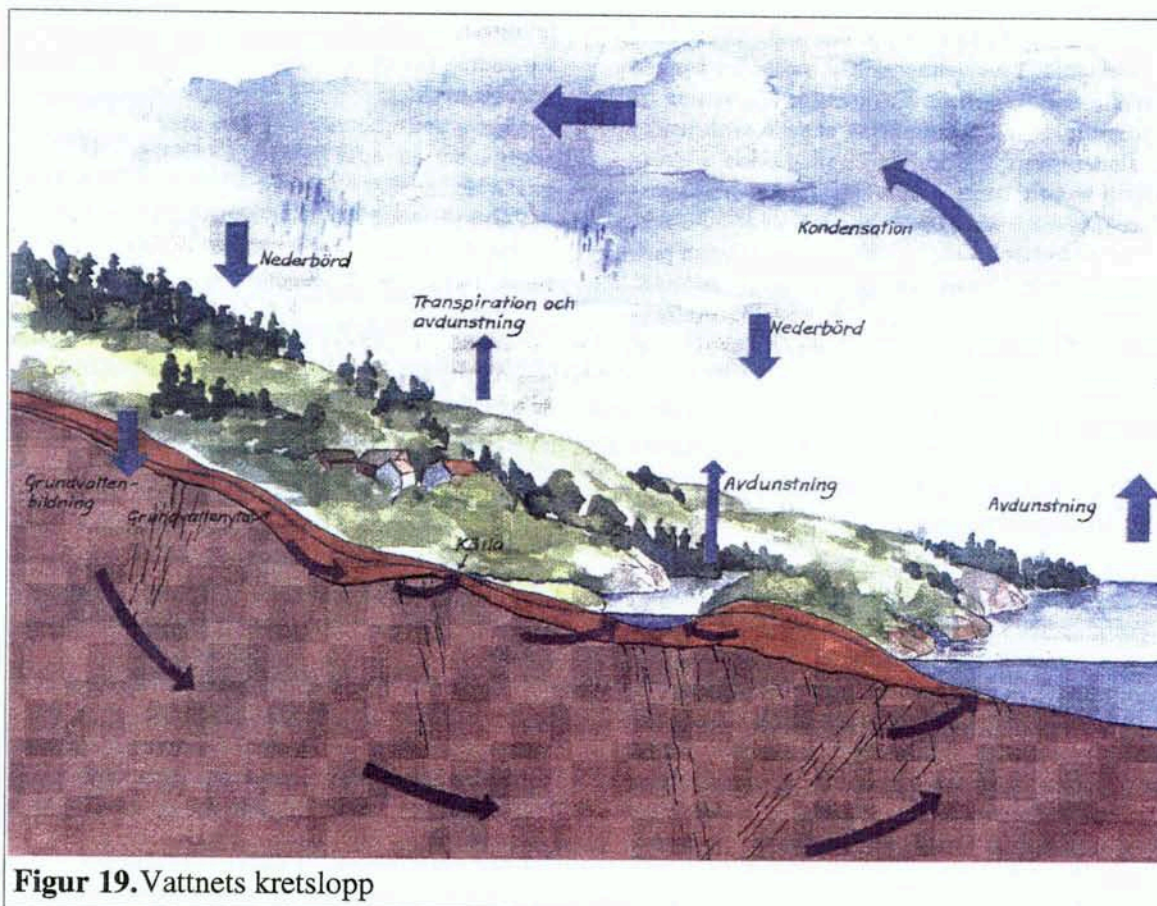
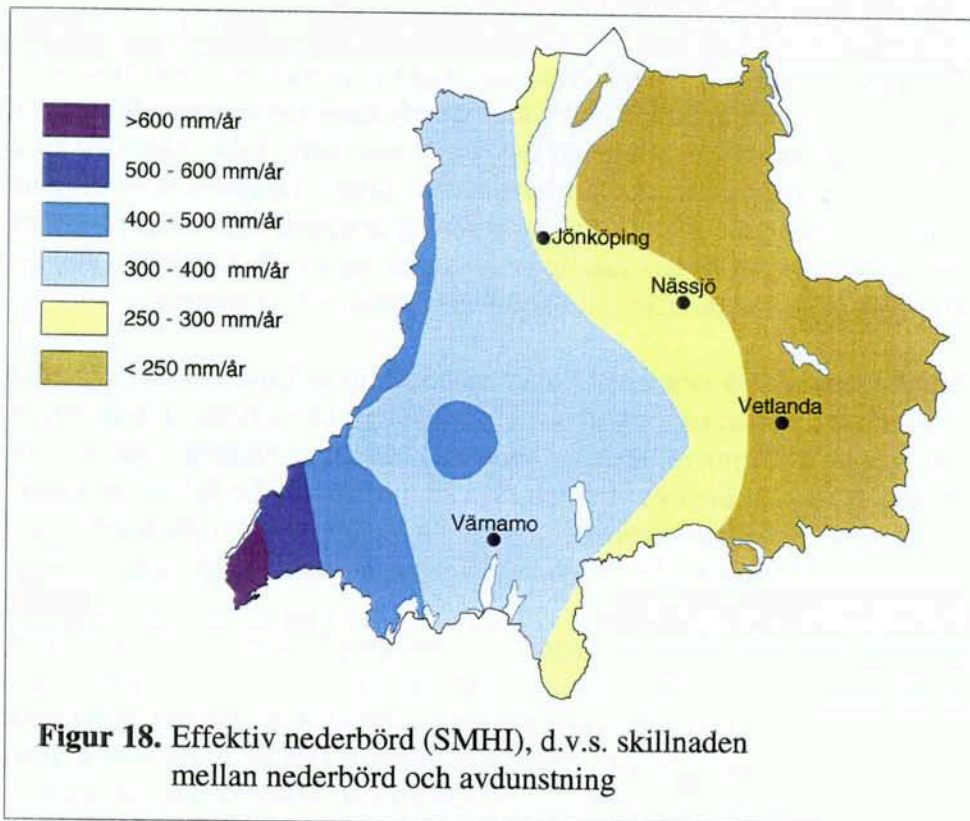
Den ytliga grundvattenströmningen i jordlagren och berggrundens övre delar styrs främst av de lokala topografiska förhållandena, se Figur 19 /88/. Uppehållstiden för grundvattnet är kort, innan utströmning sker till lågpunkter i terrängen som våtmarker, källor och recipienter. Den djupare grundvattenströmningen i berggrunden styrs däremot mer av de regionala, storskaliga topografiska förhållandena. Regionalt sett sker huvuddelen av grundvattenbildningen i höjdområden och utströmningen av grundvatten till större sjöar och vattendrag i lågområden, alternativt till havet. Ett djupförvar på 500 m djup berörs i huvudsak av dessa regionala, långsamma grundvattenrörelser.

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

Höjdskillnaderna i Jönköpings län är relativt stora med en högsta marknivå 378 m.ö.h., se också Figur 12. Stora höjdskillnader medför att grundvattnets flödes hastighet ökar och att omsättningstiden blir jämförelsevis kortare. Höjdområdena 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 i sydväst samt utanför länet där de långväga strömbanorna i stället blir uppåtriktade.

En faktor som påverkar grundvattnets utströmning i det långsiktiga perspektivet är den landhöjning som pågått sedan avsmältningen av den senaste inlandsisen. Landets höjning medför att landytan ökar och att strandnivån förskjuts utåt, s.k. strandförskjutning. Detta medför att länet i ett långt tidsperspektiv alltmer får karaktären av ett regionalt inströmningsområde. Idag uppgår landhöjningen till ca 0,1 m/100 år i de södra och ca 0,2 m/100 år i de norra delarna av länet.

Sjöar, vattendrag och avrinningsområden med tillhörande vattendelare i länet framgår av Figur 20 /89/. 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 Jönköpings län sker ytvattnets avrinning till Vättern och



Motala ström i norr, till Emån i öster, samt till Tidan, Lagan och Nissan i väster. Det kan här vara värt att notera att avrinningen i länets nordöstra delar sker mot Östersjön medan den i de sydvästra delarna sker mot Nordsjön. 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

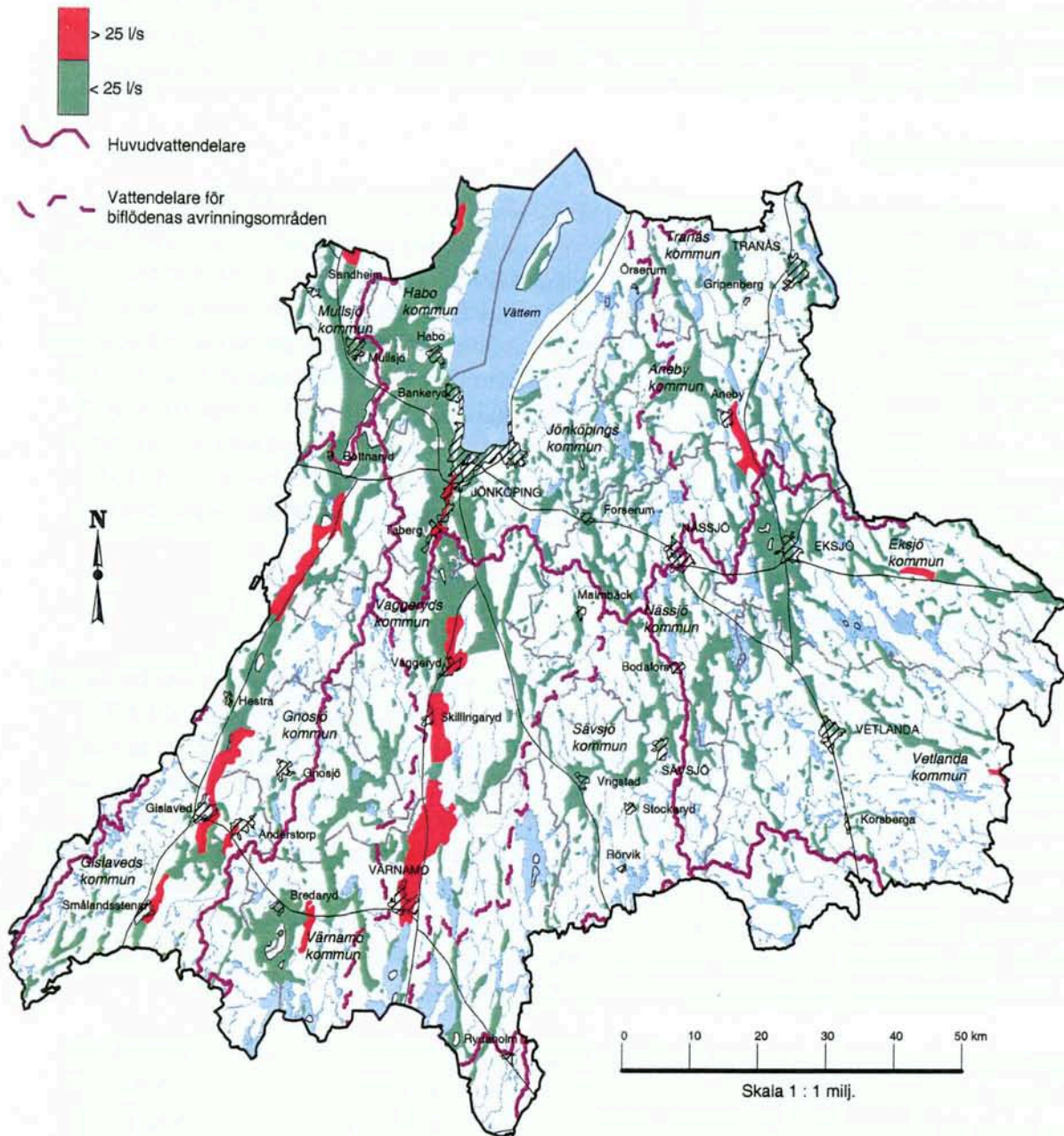
Grundvattentillgångar av regional betydelse i Jönköpings län återfinns i stråken med isälvsavlagringar, t.ex. i anslutning till Nissans och Lagans dalgångar. Genom att jämförelsevis stora grundvattenmängder kan lagras och transporteras i isälvsavlagringarna, har dessa fått stor betydelse för den kommunala vattenförsörjningen, främst i de västra delarna av länet. I Figur 20 redovisas bedömda grundvattentillgångar i åsarna enligt SGUs grundvattenkarta över Jönköpings län /87/. 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 Jönköpings län har beräknats /90/ med hjälp av uppgifter om brunnsdjup, avsänkning och uttagskapacitet från ca 3 500 brunnar i SGUs brunnarkiv. Områden med låg brunnstäthet har sämre noggrannhet hos de interpolerade ytorna. Den beräknade hydrauliska konduktiviteten för brunnarna varierar i allmänhet mellan 10^{-6} och 10^{-8} m/s. Medianvärde för beräknat K är $5,0 \times 10^{-8}$ m/s. Vid beräkningen har brunnar med mindre djup än 20 m i den kristallina berggrunden samt brunnar med större totaldjup än 140 m uteslutits. Vidare har samtliga energibrunnar uteslutits eftersom de vanligtvis är mycket djupa. Koncentrationen av energibrunnar till tätorter skulle därmed geskenbart lägre genomsläpplighet i dessa områden. Beräknade värden bedöms vara representativa för berggrundens genomsläpplighet ned till ca 100 m djup.

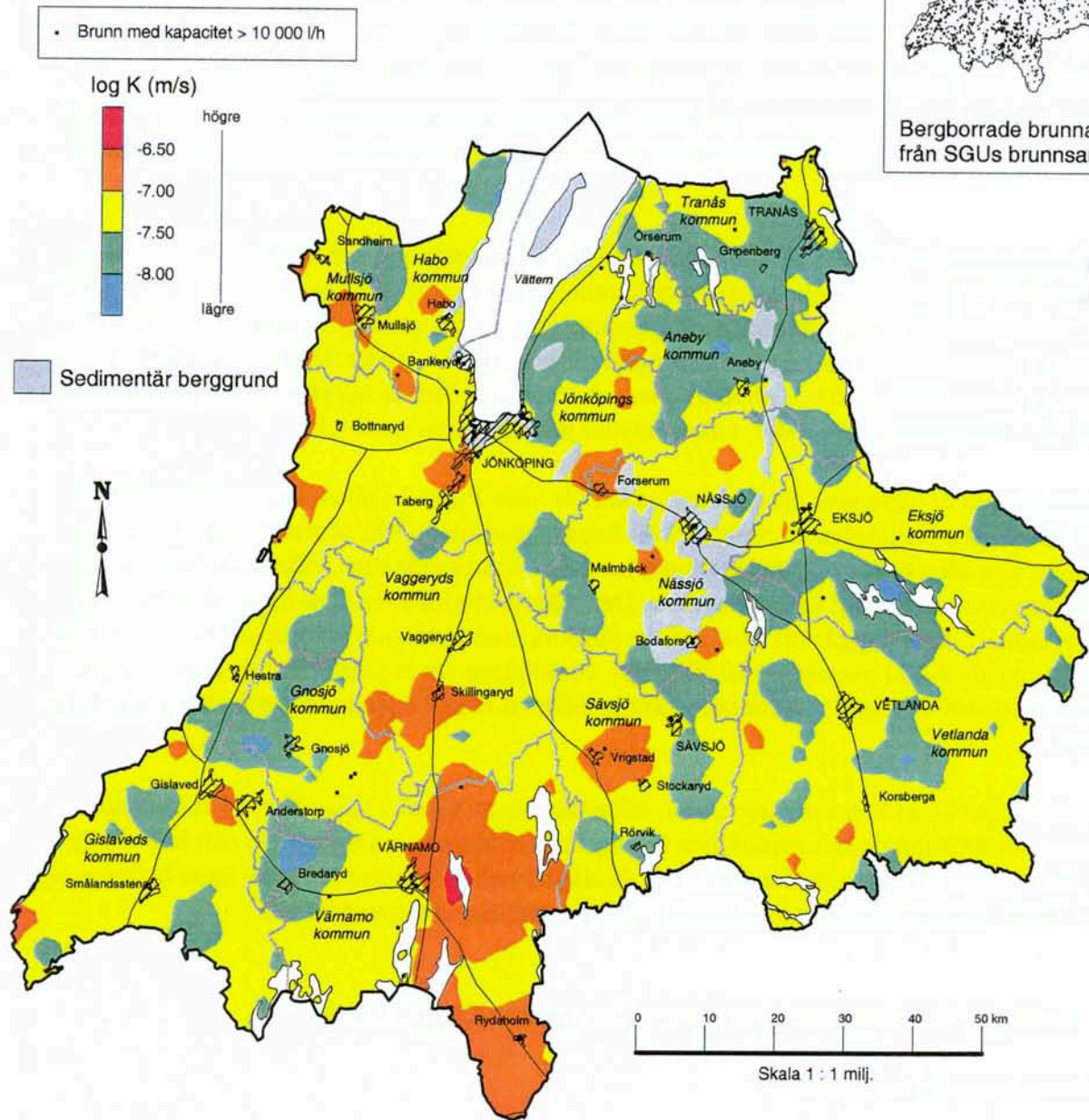
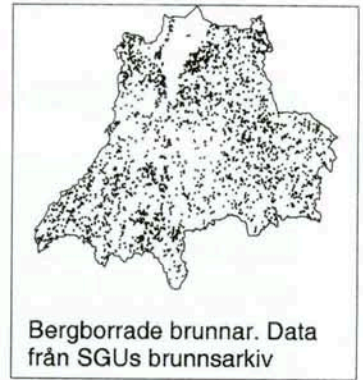
Berggrundens hydrauliska konduktivitet har, baserat på en geostatistisk analys, interpolerats över länet, se Figur 21. Resultatet visar de regionala variationerna i genomsläpplighet. Den södra delen av länet har förhållandevis hög genomsläpplighet. Möjligen kan det bero på att Protoginzonen finns i denna del. Vad som talar emot detta är att motsvarande samband saknas för zonens fortsättning mot norr, se Figur 21. I länet som helhet kan konstateras att de lokala variationerna i genomsläpplighet är 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 (104 st.).

Erfarenheter från borrhålsundersökningar visar att genomsläppligheten i den kristallina berggrunden avtar med djupet /91/. 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 grundvattenomsättningen 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.



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

Figur 20. Grundvattentillgångar och vattendelare i Jönköpings län



Berggrundens genomsläpplighet (hydrauliska konduktivitet, K) i Jönköpings län. Analys baserad på data i SGUs brunnarsarkiv (ca 3500 bergborrade brunnar).

Figur 21. Berggrundens genomsläpplighet i Jönköpings län (sammanställning november 1998)

Grundvattnets kemi

Beskrivningen av grundvattnets kemiska status baseras på en jämförelse mellan ca 300 bergborrade brunnar i länet och ca 11 000 brunnar från övriga delen av landet /6/, se Figur 22. Brunnar i lättvittrade, huvudsakligen sedimentära bergarter har inte beaktats. Den grafiska presentationen utgörs av så kallade "box-plottar" där den undre och övre kanten på varje "box" visar undre respektive övre kvartilen. Den horisontella markeringen inom varje "box" visar medianvärdet. Den understa och översta markeringen visar 10- respektive 90-percentilen.

Vittringsberoende variabler som alkalinitet, pH och konduktivitet har lägre värden i Jönköpings län än i övriga landet medan totalhårdheten är ungefär lika hög. Kvoten mellan alkalinitet och totalhårdhet är mindre än riksgenomsnittet, vilket innebär 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 antyder påverkan från jordbruk.

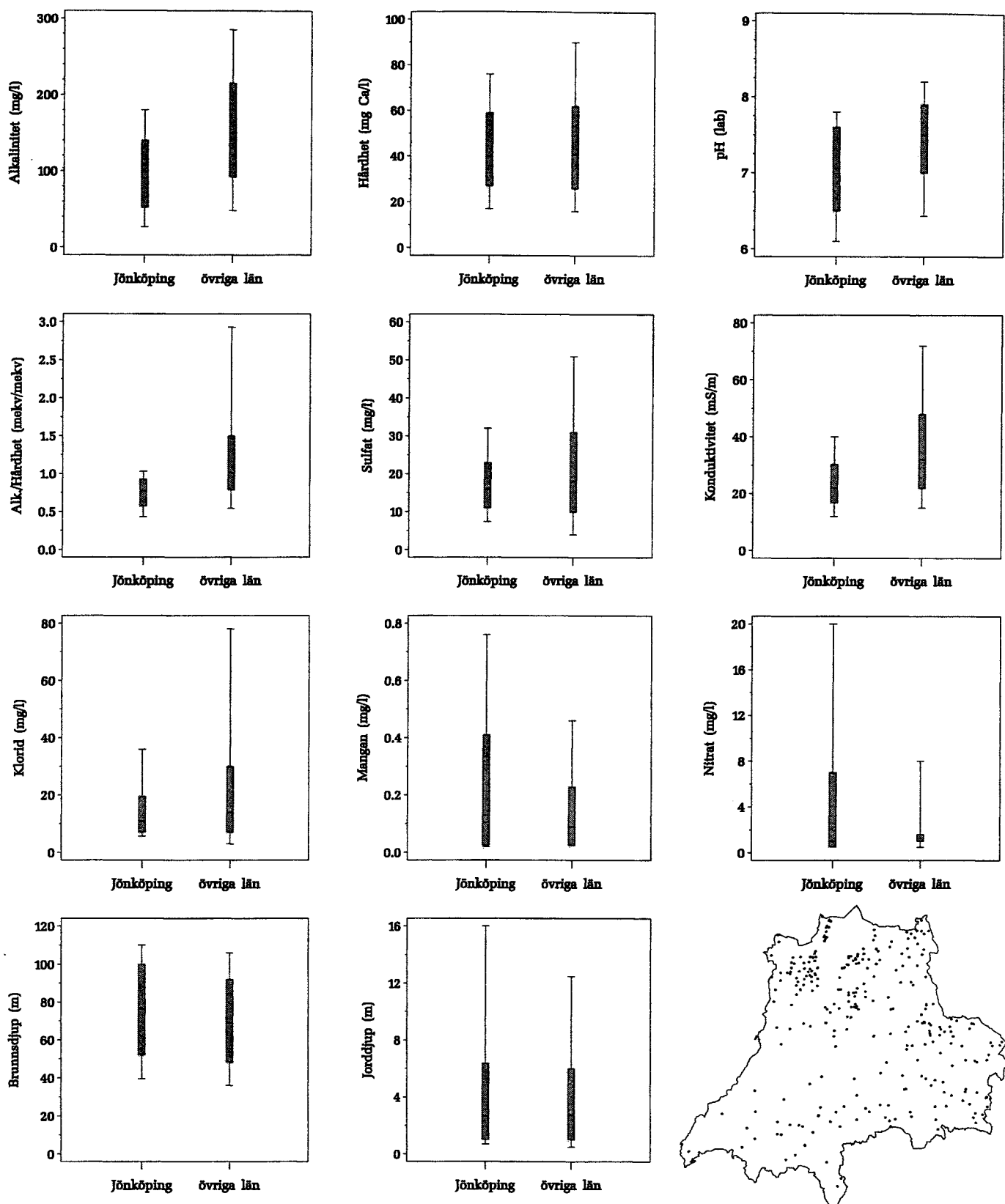
Kloridhalterna är lägre jämfört med övriga län (se även Figur 7 i inledningen). Låga kloridhalter är typiska för höglänta områden över högsta kustlinjen (HK, se röd linje på Figur 7). Låglänta områden under högsta kustlinjen har ofta höga kloridhalter, vilket kan bero på att relict saltvatten är vanligt förekommande. Den högsta kloridhalten som uppmätts i bergborrade brunnar i länet uppgår till 214 mg/l att jämföra med Östersjön och världshaven som har halter omkring 4 000 respektive 20 000 mg/l. Jönköpings län är jämförelsevis högt beläget, i allmänhet ovanför högsta kustlinjen, vilket innebär att risken för höga kloridhalter i allmänhet är liten.

Grundvattnet i länet kan vara aggressivt, vilket antyds av relativt låga pH-värden i många brunnar. Brunnsdjupen och jorddjupen är ungefär lika stora som i övriga län och kan därför inte bidra till att förklara skillnader i t.ex. alkalinitet och pH. Större delen av länet befinner sig över högsta kustlinjen vilket kan bidra till lägre jonstyrka hos grundvattnet.

9 Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar

Sammanfattande slutsatser

Berggrunden inom Jönköpings län domineras i öster av massformiga djupbergarter och associerade vulkaniska bergarter tillhörande det s.k. Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB). Inom ett stråk från Vetlanda- mot Jönköpingstrakten ingår också äldre yt- och djupbergarter. Omkring Bodafors och Nässjö överlagras det äldre urberget av välbevarade, sedimentära bergarter. På Visingsö och i Jönköpingstrakten finns ytterligare något yngre sedimentära bergarter. Den västra delen av länet domineras av gnejser. Förutom kvartsfältspatrika gnejser förekommer där basiska bergarter, vilka i likhet med de förra varit utsatta för kraftig omvandling, samt en del yngre graniter. Granitoider och andra djupbergarter, även när de är kraftigt omvandlade, är generellt sett gynnsamma ur säkerhets- och byggnadsteknisk synpunkt. Metasedimentära bergarter kan också vara gynnsamma. Äldre vulkaniska bergarter och gångbergarter är generellt sett olämpliga i detta sammanhang.



Antal analyser i Jönköpings län och övriga delen av landet:

	HCO ₃	Hårdhet	pH	HCO ₃ /Hårdhet	SO ₄	Konduktivitet	Cl	Mn	NO ₃	Jorddjup	Brunnsdjup
Jönköping	310	297	310	297	182	296	284	253	213	184	310
Övriga län	11437	10771	11760	10752	7008	8970	10516	9165	8542	8210	11775

Figur 22. Grundvattnets kemi samt brunnsdjup och jorddjup för bergborrade brunnar i Jönköpings 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 brunnarkivets kemiarkiv och visas i insättskartan. Sammanställningen gjordes i november 1998.

Utifrån den information som föreligger är det svårt att med säkerhet uttala sig om *berggrundens homogenitet*. Allmänt sett kan dock sägas att djupbergarterna tillhörande TMB i öster utgör länets mest homogena berggrund även om dessa områden lokalt kan vara inhomogena. Stråket med äldre ytbergarter, gabbrokroppar och granitoider omkring Vetlanda upp mot Jönköping är relativt inhomogent. I väster dominerar ådergnejsomvandlade bergarter med betydande inslag av metabasiska bergarter och berggrunden måste där betraktas som jämförelsevis inhomogen.

Länets *malmfyndigheter* (sulfidmalmer innehållande koppar, järn och ibland volfram, zink, bly och silver samt ett fåtal järnmalmsförekomster) är främst koncentrerade till de östra delarna. Vid Ädelfors, öster om Vetlanda, har guld brutits. Sveriges största kända vanadintitanjärnmalm finns vid Taberg och vid Spexeryd finns en av landets största manganfyndigheter. Av *icke-metalliska mineral* är det framför allt kvarts och fältspat som nyttjats. De bergarter som brutits som *nyttosten* är främst granit och diabas.

Genom Jönköpings län löper ett ca 15-25 km brett bälte av *plastiska skjuvzoner* i N-S-lig riktning från Vättern och söderut. Detta bälte benämns vanligen Protoginzonen och utgör ett av de mäktigaste systemen av plastiska deformationszoner i den Fennoskandiska urbergsskölden. Därutöver finns ytterligare ett antal plastiska skjuvzoner. De VNV- till NV-liga zonerna i öster tillhör ett regionalt system av plastiska skjuvzoner i sydöstra Sverige.

De *spröda deformationszonerna* (*sprickzoner och förkastningar*) inom Protoginzonen har en tämligen konstant N-S-lig trend och följer därmed den plastiska deformationstrenden. Många av sprickzonerna i östra delen av länet har en VNV- till NV-lig orientering som också ungefärligen följer den plastiska trenden, medan i området väster om Protoginzonen är korrelationen inte lika uppenbar. Att sprickzoner följer äldre plastiska zoner tyder på att de äldre zonerna reaktiverats under sprödtektoniska förhållanden.

Jönköpings län tillhör Sydsveriges moränområde. Berget är delvis välblottat och bland *jordarterna* har morän stor utbredning. Stora isälvsavlagringar förekommer mest frekvent i länets västra del medan finkorniga sediment har mycket liten utbredning. Torvmarker förekommer på många ställen, i västra delen i form av stora torvarealer men annars i form av små arealer. Större *jorddjup* finns framför allt i Vätternsänkans förlängning söderut, där även komplexa lagerföljder förekommer.

Huvuddelen av länet ligger i ett område med relativt låg frekvens av jordskalv. Länets allra västligaste del tangerar dock ett område där fler jordskalv registrerats än inom övriga delar av södra Sverige. Bortsett från de registrerade jordskalven finns inga säkra bevis för *sen- eller postglaciala rörelser* inom länet. *Landhöjningen* uppgår till ca 0,1 m/100 år i de södra och ca 0,2 m/100 år i de norra delarna av länet.

Ur *hydrogeologisk synvinkel* kan konstateras att berggrundens genomsläpplighet är förhållandevis hög i de södra delarna av länet även om de lokala variationerna är betydande. Höjdskillnaderna är relativt stora vilket medför att grundvattnets flödes hastighet ökar och att omsättningstiden blir jämförelsevis kort. Det är i första hand i länets höjdområden som grundvattnets djupa, långa strömbanor kan utbildas. Utströmning sker sedan till de låglänta delarna i sydväst samt utanför länet. Det är värt att notera att avrinningen i länets nordöstra delar sker mot Östersjön medan den i de sydvästra delarna sker mot Nordsjön. Grundvattentillgångar av stor betydelse för den kommunala vattenförsörjningen återfinns i stråken med isälvsavlagringar.

Även berggrundsvatten nyttjas i den kommunala vattenförsörjningen men utgör i första hand en viktig tillgång för den enskilda vattenförsörjningen.

Jönköpings län är jämförelsevis högt beläget, i allmänhet ovanför högsta kustlinjen, vilket innebär att risken för höga kloridhalter är liten. Vattnets kemiska sammansättning i övrigt tyder på större påverkan av syror från nederbörden än i övriga landet samt på viss påverkan från jordbruket. Grundvattnet i länet kan vara aggressivt, vilket antyds av relativt låga pH-värden i många brunnar.

Områden lämpliga för vidare undersökning

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

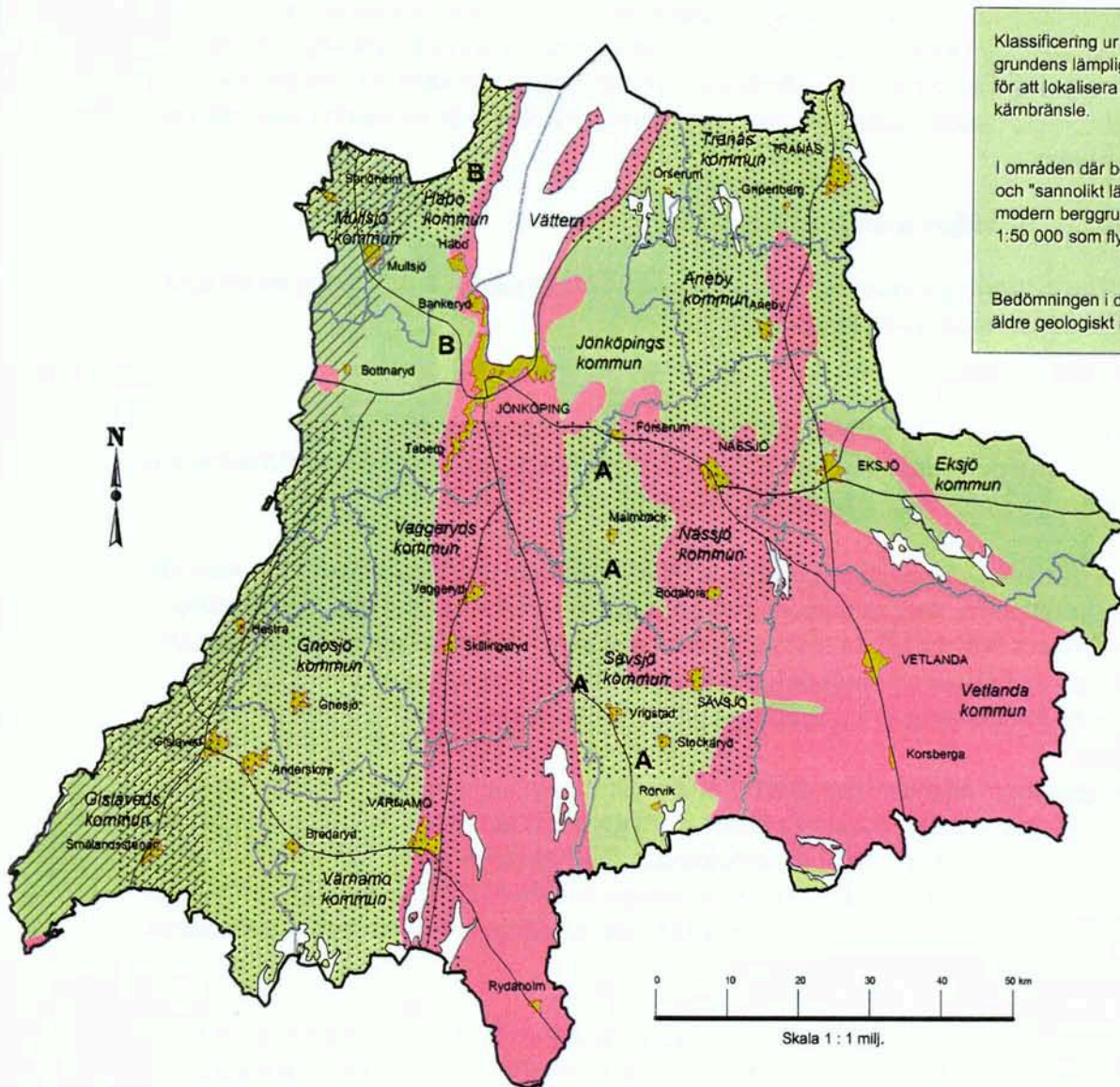
- En homogen berggrund.
- En berggrund som inte utgör en potentiell mineral- eller bergartsresurs.
- Avsaknad av större deformationszoner (plastiska skjuvzoner, sprickzoner och förkastningar).
- Inga indikationer på sen- eller postglaciala rörelser.

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 iakttas vid en lokalisering av ett djupförvar till ett seismiskt mer aktivt område.

Områden som uppfyller sådana villkor återfinns inom stora domäner mellan plastiska skjuvzoner samt relativt opåverkade tektoniska linser inom de större skjuvzonerna. Dessa domäner och linser 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.

Jönköpings 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 som 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 Kronobergs, Hallands, Västra Götalands, Östergötlands och Kalmar län har resultaten av motsvarande undersökningar av dessa län beaktats.







Bedömningen i länet baseras på undersökningsområdets förutsättningar med avseende på berggrundens sammansättning, framtida prospekteringsintresse och tolkade deformationszoner. Länet allra västligaste del tangerar ett område, med huvudutbredning i Halland och Västra Götaland, där antalet registrerade jordskalv är högre än inom övriga delar av södra



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

I områden där bedömningen "sannolikt olämpligt" och "sannolikt lämpligt" har gjorts saknas såväl modern berggrundsgelogisk information i skala 1:50 000 som flyggeofysisk information.

Bedömningen i dessa områden baseras på äldre geologisk information och är mer osäker.

-  Område lämpligt för vidare undersökning
-  Område lämpligt för vidare undersökning men med hög frekvens av jordskalv
-  Område sannolikt lämpligt för vidare undersökning
-  Område sannolikt lämpligt för vidare undersökning men med hög frekvens av jordskalv
-  Område sannolikt olämpligt för vidare undersökning
-  Område olämpligt för vidare undersökning

Figur 23. Översiktlig bedömning ur geologisk synvinkel av berggrundens lämplighet för vidare undersökning i Jönköpings län. Områdena A och B refereras till i texten.

Sverige. Andra sen- eller postglaciala rörelser har inte indikerats vid gjorda undersökningar i 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 ovan nämnda förutsättningar och andra krav som ställs på ett djupförvar.

De områden som ur geologisk synvinkel bedömts vara **olämpliga** eller **sannolikt olämpliga** för vidare undersökning är följande:

- Ett stort område i den östra delen av länet som dels täcks av sandsten ("Almesåkra-gruppen") och lagergångar av diabas, dels kan vara av intresse ur prospekteringsynpunkt. Sandstenen tillhör en bergartssekvens som överlagrar äldre prekambrisk bergarter och visar en tendens till förhöjd vattengenomsläpplighet jämfört med andra prekambrisk bergarter. Regionala, plastiska skjuvzoner förekommer också i den delen av området som är av potentiellt intresse för mineralprospektering.
- Ett brett bälte, Protoginonen, som stryker i N-S-lig riktning genom den centrala delen av länet och vidare norrut vid Vättern utgör ett av de mäktigaste systemen av plastiska deformationszoner i hela den Fennoskandiska urbergsskölden. Delar av detta område är också av potentiellt intresse för mineralprospektering. Dessutom utgörs berggrunden i området omkring Vättern av sandsten ("Visingsögruppen") som visar en tendens till förhöjd vattengenomsläpplighet jämfört med andra prekambrisk bergarter.
- Relativt smala områden längs med dokumenterade eller tolkade plastiska skjuvzoner i Eksjö och Gislaveds kommun samt sydväst om Bottnaryd i Jönköpings kommun.

Något mindre än hälften av Jönköpings län utgörs av områden vilka tolkats som **lämpliga** eller **sannolikt lämpliga** för vidare undersökning. Sådana gynnsamma områden i den östra delen av länet domineras av sura djupbergarter och associerade vulkaniska bergarter, tillhörande en stor, relativt homogen geologisk provins i Sveriges berggrund, det s.k. Transskandinaviska magmatiska bältet. Basiska bergarter och äldre granitoider förekommer också. Inom gynnsamma områden i den västra delen av länet domineras berggrunden av olika gnejser tillhörande den s.k. Sydvästsvenska gnejsregionen. Inom de gynnsamma områdena, d.v.s områden som bedömts lämpliga eller sannolikt lämpliga för vidare undersökning, har regional betydande plastiska skjuvzoner inte påvisats och bergarterna är inte intressanta ur prospekteringsynpunkt. Som tidigare påpekats är det berggrundsblocken mellan de uthålliga sprickzonerna och stråken av isälvsavlagringar i dessa områden som kan bli aktuella för lokalisering av ett djupförvar. Det är viktigt att notera koncentrationen av isälvsavlagringar som utgör grundvattentillgångar av regional betydelse i de västra delarna av länet.

Om mer detaljerade undersökningar skulle bli aktuella i de gynnsamma områden i Jönköpings län bör några faktorer särskilt beaktas:

- Berggrundens homogenitet inom alla de områden som eventuellt blir föremål för fortsatta undersökningar bör noggrant studeras. Detta gäller särskilt för den gnejsiga berggrunden i den västra delen av länet som i allmänhet också innehåller flacka strukturer. På grund av dessa faktorer kan man förutsäga svårigheter med att prognosticera djupförhållandena utifrån ytgeologin.

- Förekomsten av vulkaniska bergarter i området mellan Forserum och Stockaryd (A i Figur 23). Dessa bergarter har tolkats tillhöra en bergartssekvens där det längre österut finns mineralförekomster och i vilken det därför finns intresse för prospektering.
- Förekomsten av flera mindre, plastiska skjuvzoner väster om Vättern (B i Figur 23), vilka inte har markerats i denna översiktliga studie.
- Länets västligaste del tangerar ett område, med huvudutbredning i Halland och Västra Götaland, där frekvensen av registrerade jordskalv är något högre än inom övriga delar av södra Sverige. Kompletterande studier avseende jordskalvens betydelse för ett djupförvar bör göras om en lokalisering till detta område övervägs.
- Avrinningen i länets nordöstra delar sker mot Östersjön medan den i de sydvästra delarna sker mot Nordsjön.
- Länets grundvatten kan vara aggressivt, vilket antyds av relativt låga pH-värden i många brunnar.

Förekomst och utsträckning av områden som är av intresse för vidare undersökning har definierats utifrån ett översiktligt och delvis ofullständigt underlag. Som redan påpekats krävs stegvis mer detaljerade undersökningar för att med säkerhet avgöra om ett område är geologiskt lämpligt för ett djupförvar. Det kan förväntas att potentiellt gynnsamma områden som framkommer i en mer detaljerad studie är mindre och mera väldefinierade än de större, mera generaliserade områden som länsöversikten ger. Mer detaljerade undersökningar kan i vissa fall komma att påvisa ogynnsamma förhållanden i områden som har bedömts som lämpliga i denna studie. På samma sätt kan detaljerade undersökningar identifiera gynnsamma förhållanden i delar av länet som inte bedöms som lämpliga i länsundersökningen. Resultatet av den utförda länsstudien visar endast inom vilka områden det i första hand bedöms meningsfullt att 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 **Persson, C., 1994:** Sveriges jordartsregioner. I: C. Fredén (red.), *Berg och jord*. — Sveriges Nationalatlas, 143-149.
- 4 **Jonasson, C., 1996:** Landet. I: S. Helmfrid (red.), *Sveriges Geografi*. — Sveriges Nationalatlas, 16-41.
- 5 **Aastrup, M., Engqvist, P., Müllern, C.-F. & Söderholm, H., 1994:** Grundvattnet. I: C. Fredén (red.), *Berg och Jord*. — Sveriges Nationalatlas, 154-171.
- 6 **Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995:** Grundvattnets kemi i Sverige. Naturvårdsverket, rapport 4415, 1-52.
- 7 **Lundqvist, T., Bygghammar, B., Stephens, M.B., Beckholmen, M. & Norling, E., 1994:** Sveriges berggrund i skala 1:1 250 000. I: C. Fredén (red.), *Berg och jord*. — Sveriges Nationalatlas.
- 8 **Blomberg, A., 1906:** Beskrifning till kartbladet Gällö. Sveriges geologiska undersökning Aa 131, 1-38.
- 9 **Blomberg, A., 1907:** Beskrifning till kartbladet Boxholm. Sveriges geologiska undersökning Aa 140, 1-37.
- 10 **Munthe, H. & Gavelin, A., 1907:** Beskrifning till kartbladet Jönköping. Sveriges geologiska undersökning Aa 123, 1-166.
- 11 **Svedmark, E., 1907:** Beskrifning till kartbladet Svinhult. Sveriges geologiska undersökning Aa 134, 1-48.
- 12 **Gavelin, A., 1912:** Beskrivning till kartbladet Tranås. Sveriges geologiska undersökning Aa 135, 1-75.
- 13 **Hedström, H., 1917:** Beskrivning till kartbladet Eksjö. Sveriges geologiska undersökning Aa 129, 1-107.
- 14 **Geijer, P., Collini, B., Munthe, H. & Sandegren, R., 1951:** Beskrivning till kartbladet Gränna. Sveriges geologiska undersökning Aa 193, 1-100.
- 15 **Hummel, D., 1877:** Beskrifning till kartbladet Vexjö. Sveriges geologiska undersökning Ab 3, 1-31.

- 16 **Blomberg, A., 1879:** Beskrifning till kartbladet Ölmestad. Sveriges geologiska undersökning Ab 5, 1-27.
- 17 **Blomberg, A., 1880:** Beskrifning till kartbladet Nissafors. Sveriges geologiska undersökning Ab 6, 1-31.
- 18 **Holst, N.O., 1885:** Beskrifning till kartbladet Hvetlanda. Sveriges geologiska undersökning Ab 8, 1-63.
- 19 **Holst, N.O., 1893:** Beskrifning till kartbladet Lenhofda. Sveriges geologiska undersökning Ab 15, 1-48.
- 20 **Stolpe, M., 1892:** Beskrifning till kartbladet Nydala. Sveriges geologiska undersökning Ab 14, 1-69.
- 21 **Lindström, A., 1898:** Beskrifning till kartbladet Ulricehamn. Sveriges geologiska undersökning Ac 34, 1-36.
- 22 **Persson, L. & Wikman, H., 1986:** Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Jönköping. Sveriges geologiska undersökning Ba 39, 1-25.
- 23 **Samuelsson, L., Larson, S.-Å., Åhäll, K.I., Lundqvist, I., Brouzell, J. & Berglund, J., 1988:** Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Borås. Sveriges geologiska undersökning Ba 41, 1-32.
- 24 **Shaikh, N.A., Persson, L., Sundberg, A. & Wik, N.-G., 1989:** Malmer, industriella mineral och bergarter i Jönköpings län. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 50, 1-125.
- 25 **Persson, L., 1985:** Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda NV och NO. Sveriges geologiska undersökning Af 150/151, 1-138.
- 26 **Persson, L., 1989:** Beskrivningen till berggrundskartorna Vetlanda SV och SO. Sveriges geologiska undersökning Af 170/171, 1-130.
- 27 **Larson, S.-Å. & Berglund, J., 1995:** Berggrundskartan Ulricehamn SO. Sveriges geologiska undersökning Af 178.
- 28 **Wikman, H., 1998:** Beskrivning till berggrundskartorna Växjö SV och SO. Sveriges geologiska undersökning Af 188/200, 1-90.
- 29 **Mansfeld, J., 1996:** Geological, geochemical and geochronological evidence for a new Paleoproterozoic terrane in southeastern Sweden. *Precambrian Research* 77, 91-103.
- 30 **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.

- 31 **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.
- 32 **Rodhe, A., 1987:** Depositional environments and lithostratigraphy of the middle Proterozoic Almesåkra group, southern Sweden. Sveriges geologiska undersökning Ca 69, 1-80.
- 33 **Persson, L., Bruun, Å. & Vidal, G., 1985:** Beskrivning till berggrundskartan Hjo SO. Sveriges geologiska undersökning Af 134, 1-143.
- 34 **Jarl, L.-G. & Johansson, Å., 1988:** U-Pb zircon ages of granitoids from the Småland-Värmland granite porphyry belt, southern and central Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 110, 21-28.
- 35 **Larson, S.Å. & Berglund, J., 1992:** A chronological subdivision of the Transscandinavian Igneous Belt - three magmatic episodes? Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114, 459-461.
- 36 **Persson, P.-O. & Wikström, A., 1993:** A U-Pb dating of the Askersund granite and its marginal augen gneiss. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 115, 321-329.
- 37 **Wikman, H., 1997:** U-Pb zircon ages of three granitoids from the Växjö region, south central Sweden. *I: T. Lundqvist (red.), Radiometric dating results 3.* — Sveriges geologiska undersökning C 830, 63-72.
- 38 **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, 237-258.
- 39 **Blaxland, A.B., 1977:** Agpaitic magmatism at Norra Kärr? Rb-Sr isotopic evidence. *Lithos* 10, 1-8.
- 40 **Johansson, L. & Johansson, Å., 1990:** Isotope geochemistry and age relationships of mafic intrusions along the Protogine Zone, southern Sweden. *Precambrian Research* 48, 395-414.
- 41 **Johansson, L., 1992:** Plagioclase clouding in mafic intrusions along the Protogine Zone in southern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114, 353-358.
- 42 **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.

- 43 **Ask, R., 1996:** Single zircon evaporation Pb-Pb ages from the Vaggeryd syenite and dolerites in the SE part of the Sveconorwegian orogen, Småland, S Sweden. GFF Jubilee Issue 118, A8.
- 44 **Lundqvist, L., 1996:** 1.4 Ga mafic-felsic magmatism in Southern Sweden: a study of the Axamo Dyke Swarm and a related Anorthosite-Gabbro Intrusion. Göteborg University, Earth Sciences Centre, Thesis A 11, 1-93.
- 45 **Nilsson, M., 1992:** Geochemistry of Middle Proterozoic mafic and composite mafic-felsic dykes in southeastern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114, 113-130.
- 46 **Nilsson, M. & Wikman, H., 1997:** U-Pb zircon ages of two Småland dyke porphyries at Påskallavik and Alsterbro, south-eastern Sweden. *I:* T. Lundqvist (red.), *Radiometric dating results 3*. — Sveriges geologiska undersökning C 830, 31-40.
- 47 **Tegengren, F.R., m.fl., 1924:** Sveriges ädlare malmer och bergverk. Sveriges geologiska undersökning Ca 17, 1-406.
- 48 **Gaál, G. & Sundblad, K., 1990:** Metallogeny of gold in the Fennoscandian Shield. *Mineralium Deposita* 25, 104-114.
- 49 **Andréasson, P.-G. & Rodhe, A., 1990:** Geology of the Proterogine Zone south of Lake Vättern: a reinterpretation. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 112, 107-125.
- 50 **Röshoff, K. & Lagerlund, E., 1977:** Tektonisk analys av södra Sverige. Vättern - Norra Skåne. KBS Teknisk Rapport 20, 1-67.
- 51 **Röshoff, K., 1979:** The tectonic-fracture pattern in southern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 100, 255-261.
- 52 **Tirén, S.A. & Beckholmen, M., 1992:** Rock block analysis of southern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114, 253-269.
- 53 **Månsson, A.G.M., 1996:** Brittle reactivation of ductile basement structures; a tectonic model for the Lake Vättern basin, SW Sweden. GFF Jubilee Issue 118, A19.
- 54 **Skjernaa, L., 1992:** Microstructures in the Nyatorp shear zone, southeastern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114, 195-208.
- 55 **Rieffe, E.C., van Lil, R., Verweij, P.M. & Beunk, F.F., 1993:** Preliminary data from the Loftahammar Shear Zone, southeastern Sweden. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 76, 16.

- 56 **Stephens, M.B. & Wahlgren, C.-H., 1993:** Oblique-slip, right-lateral ductile deformation zones in the Svecokarelian orogen, south-central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 76, 18-19.
- 57 **Stephens, M.B. & Wahlgren, C.-H., 1996:** Post-1.85 Ga tectonic evolution of the Svecokarelian orogen with special reference to central and SE Sweden. *GFF Jubilee Issue* 118, A26-27.
- 58 **Mansfeld, J. & Sturkell, E.F.F., 1996:** Geological and geophysical investigation of a major shear zone in southeastern Sweden. *GFF Jubilee Issue* 118, A18-19.
- 59 **Antal, I., Bergman, T., Gierup, J., Johansson, R., Rudmark, L., Stephens, M.B., Thunholm, B. & Wahlgren, C.-H., 1998:** Översiktsstudie av Kalmar län. *Geologiska förutsättningar*. SKB R 98-24, 1-48.
- 60 **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.
- 61 **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.
- 62 **Andréasson, P.-G. & Rodhe, A., 1992:** The Protogine Zone. Geology and mobility during the last 1.5 Ga. SKB TR 92-21, 1-60.
- 63 **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.
- 64 **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.
- 65 **Antal, I., Berglund, J., Eliasson, T., Gierup, J., Hilldén, A., Johansson, R., Stephens, M.B., Stølen, L.K. & Thunholm, B., under tryckning:** Översiktsstudie av Västra Götalands län. *Geologiska förutsättningar*. SKB R.
- 66 **Antal, I., Berglund, J., Gierup, J., Johansson, R., Lundqvist, I., Påsse, T., Stephens, M.B., Stølen, L.K. & Thunholm, B., under tryckning:** Översiktsstudie av Hallands län. *Geologiska förutsättningar*. SKB R.
- 67 **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.

- 68 **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.
- 69 **Svantesson, S.-I., 1985:** Beskrivning till jordartskartan Jönköping SV. Sveriges geologiska undersökning Ae 59, 1-171.
- 70 **Daniel, E., 1986:** Beskrivning till jordartskartan Värnamo SO. Sveriges geologiska undersökning Ae 80, 1-60.
- 71 **Daniel, E., 1989:** Beskrivning till jordartskartan Växjö SV. Sveriges geologiska undersökning Ae 101, 1-77.
- 72 **Fredén, C., 1988:** Beskrivning till jordartskartan Värnamo SV. Sveriges geologiska undersökning Ae 93, 1-58.
- 73 **Hilldén, A., 1988:** Beskrivning till jordartskartan Gislaved NV. Sveriges geologiska undersökning Ae 75, 1-59.
- 74 **Hilldén, A., 1992:** Beskrivning till jordartskartan Ulricehamn SO. Sveriges geologiska undersökning Ae 109, 1-73.
- 75 **Lundqvist, J., 1994:** Inlandsisens avsmältning. *I: C. Fredén (red.), Berg och jord.* — Sveriges Nationalatlas, 124-135.
- 76 **Bjelm, L., 1976:** Deglaciationen av Småländska höglandet, speciellt med avseende på deglaciationsdynamik, ismäktighet och tidsställning. Lund University, Department of Quaternary Geology. Thesis 2, 1-77.
- 77 **Waldemarsson, D., 1986:** Weichselian lithostratigraphy, depositional processes and deglaciation pattern in the southern Vättern basin, south Sweden. Lund University, Department of Quaternary Geology. Thesis 17, 1-128.
- 78 **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.
- 79 **Mörner, N.-A., 1979:** The Fennoscandian Uplift and Late Cenozoic Geodynamics: Geological Evidence. *GeoJournal* 3.3, 287-318.
- 80 **Fredén, C., 1994:** Jordarterna. *I: C. Fredén (red.), Berg och jord.* — Sveriges Nationalatlas, 104-119.
- 81 **Lagerbäck, R., 1979:** Neotectonic structures in northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 100, 263-269.

- 82 **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.
- 83 **Mörner, N.-A., 1978:** Faulting, fracturing, and seismicity as functions of glacioisostasy in Fennoscandia. *Geology* 6(1), 41-45.
- 84 **Mörner, N.-A., 1979:** Earth movements in Sweden, 20 000 BP to 20 000 AP. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 100, 279-286.
- 85 **Svantesson, S.-I., 1989:** Beskrivning till jordartskartan Loftahammar NV. Sveriges geologiska undersökning Ae 97, 1-58.
- 86 **Muir Wood, R., 1993:** A review of the seismotectonics of Sweden. SKB TR 93-13, 1-225.
- 87 **Pousette, J., Fogdestam, B. & Engqvist, P., 1989:** Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Jönköpings län. Sveriges geologiska undersökning Ah 11, 1-82.
- 88 **SGU, 1994:** Grundvattnet i Sverige. Sveriges geologiska undersökning Ah 17 (karta, 1:1 miljon).
- 89 **SMHI, 1995:** Sveriges Vattensystem. I: B. Raab & H. Vedin (red.), *Klimat, sjöar och vattendrag*. — Sveriges Nationalatlas, 116-123.
- 90 **Carlsson, L. & Carlstedt, A., 1977:** Estimation of transmissivity and permeability in Swedish bedrock. *Nordic Hydrology* 8, 103-116.
- 91 **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 prismetisk kristallform. De viktigaste mineralen i gruppen är hornblände och aktinolit-tremolit.

Amfibolit. Metamorf bergart bestående av huvudsakligen amfibol och plagioklas.

Anatektisk. Bildad genom uppsmältning av äldre bergarter.

Andalusit. Aluminiumsilikat.

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

Anomali. Lokal avvikelse.

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

Antropogen. Orsakad eller påverkad av människan.

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

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

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

Arkos. Sandsten som innehåller minst 25% fältspatfragment.

Aureol. Område med speciell karaktär kring en bergartsintrusion.

Axialplan. Se veckaxelplan.

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

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

Basalt. Basisk vulkanisk bergart.

Basisk bergart. Bergart med 45-52 viktprocent SiO₂.

Bergart. Sammanhållet aggregat av ett eller vanligen flera mineral.

Bentonit. Mjuk, plastisk lera.

Biotit. Mörkt glimmermineral.

Blyglans. Sulfidmineral. Blyglans är det viktigaste blymineralet.

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

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

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

Cordierit. Ett silikatmineral vanligt i metamorfa bergarter.

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

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

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

Diabasgång. Se diabas.

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

Digital. Representation av data med hjälp av siffror.

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

Diopsid. Se pyroxen.

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

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

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

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

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

Eem. Värmepreioden före Weichsel-istiden.

Epicentrum. Punkt på jordytan belägen rakt ovanför en jördbävnings centrum.

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

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

Fanerozoikum. Geologisk tidsålder, yngre än 545 miljoner år.

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

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

Finmo. Jordart med kornstorleken 0.02-0.06 mm.

Flygsand. Sand avlagrad av vinden.

Flyttblock. Stora av inlandsisen transporterade block.

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

Fossil. Förstenade lämningar efter djur och växter.

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

Förskiffring. Planstruktur i en bergart definierad av parallellorientering av 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 isälvsediment.

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

Jordart. Lösa avlagringar på jordytan.

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

Kalcit. Kalciumkarbonat. Huvudmineral i kalksten.

Kalifältspat. En kaliumrik fältspat.

Kalksten. Bergart bestående av i huvudsak kalcit.

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

Kaolinit. Ett lermineral. Se kaolin.

Kaolin. Grå eller vit lera huvudsakligen bestående av kaolinit.

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

Klorit. Glimmerliknande, vanligen grönt, silikatmineral.

Koboltglans. Ett silvervitt kobolthaltigt sulfidmineral.

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 kontinental jordskorpan.

Kratonisering. Konsolidering och stabilisering av jordskorpan.

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

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

Kvarts. Kiseldioxid (SiO_2).

Kvartsit. Mycket hård, kvartsrik, sedimentär bergart.

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

Landhöjning. Höjning av landytan i förhållande till havsytan.

Laumontit. Silikatmineral bildat genom omvandling av fältspat.

Lava. Magma som trängt ut på jordytan.

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

Lera. Jordart med kornstorlek < 0.002 mm.

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

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

Lineament. Rak eller svagt böjd långsträckt struktur.

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

Magma. Smält berg.

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

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

Magnetiska konnektioner. Se formlinjer.

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

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

Magnitud. Mått på styrkan av en jordbävning.

Malm. En mineralkoncentration som är ekonomiskt brytvärd.

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

Marmor. Genom metamorfos omkristalliserad kalksten eller dolomit.

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

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

Metabasit. Omvandlad basisk bergart.

Metamorf. Omvandlad.

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

Metasedimentär bergart. Omvandlad, ursprungligen sedimentär bergart.

Metavulkanisk bergart. Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

Metavulkanit. Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

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

Migmatitgranit. Granit bildad genom uppsmältning av äldre berggrund.

Migration. 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 hundradel"

Postglacial. Efter istiden (post=efter)

Prehmit. Silikatmineral.

Prekambrium. Geologisk tidsålder, äldre än 545 miljoner år.

Primorogen. Se tidigorogen.

Protoginonen. 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 rycktt 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.

Tidigorgen. 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.

Urborgssköld. Se kraton.

Urgranit. Äldre benämning på tidigorogena sura djupbergarter.

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

Veckaxel. Omböjningslinjen för ett veck.

Veck. Böjd planstruktur i berg.

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

VLF (Very Low Frequency) -mätning.

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

Vulkanisk aska. Finkornig produkt vid vulkanutbrott.

Vulkanisk bergart. Bergart bildad genom vulkaniska processer.

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

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

Vulkanit. Se vulkanisk bergart.

Weichsel-Istiden. Den senaste istiden i Sverige.

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

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

Ådergnejs. En form av migmatit med ådrig struktur.

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