

R-98-28

Översiktsstudie av Södermanlands län

Geologiska förutsättningar

Illdikó Antal, Torbjörn Bergman, Christer Persson,
Michael Stephens, Bo Thunholm, Magnus Åsman

Sammanställning och slutsatser

Michael Stephens och Rune Johansson

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)

Augusti 1998

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co
Box 5864

SE-102 40 Stockholm Sweden

Tel 08-459 84 00

+46 8 459 84 00

Fax 08-661 57 19

+46 8 661 57 19



Översiktsstudie av Södermanlands län

Geologiska förutsättningar

Ildikó Antal, Torbjörn Bergman, Christer Persson,
Michael Stephens, Bo Thunholm, Magnus Åsman

Sammanställning och slutsatser

Michael Stephens och Rune Johansson

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)

Augusti 1998

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

i

1	Inledning	1
2	Viktiga geologiska faktorer vid lokaliseringen av ett djupförvar	1
3	Södermanlands län i ett regionalt geologiskt perspektiv	5
	Berggrundsgeologi	5
	Jordartsgeologi och jordskalv	5
	Hydrogeologi	5
4	Bergarter och berggrundens homogenitet	5
	Ytbergarter	11
	Djupbergarter	14
	Gångbergarter	14
	Impaktstruktur	14
	Berggrundens homogenitet	15
5	Mineral- och bergartsresurser	15
	Översikt över mineral- och bergartsresurser	15
	Metalliska mineralresurser	17
	Icke-metalliska mineralresurser	17
	Nyttosten	17
	Pågående prospektering	18
	Potentiellt prospekteringsintressanta områden	18
6	Deformationszoner	18
	Definitioner och metodik	18
	Plastiska skjuvzoner	19
	Sprickzoner och förkastningar	23
	Deformationszoner i tid och rum	23
7	Jordarter, jorddjup samt sen- och postglaciala rörelser i jordskorpan	24
	Isavsmältning och postglacial utveckling	24
	Jordarter och jorddjup	24
	Sen- och postglaciala rörelser i jordskorpan inkluderande jordskalv	25
8	Hydrogeologi	30
	Grundvattnets bildning och strömning	30
	Grundvattentillgångar	33
	Berggrundens genomsläpplighet	35
	Grundvattnets kemi	35
9	Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar	38
	Sammanfattande slutsatser	38
	Områden lämpliga för vidare undersökning	39
	Förstudie Nyköping - en kommentar	43
10	Referenser	44
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 Södermanlands län, se Figur 1.

Länsöversikten baseras på befintlig, ibland ofullständig information i form av analoga eller digitala berggrundsgeologiska kartor, jordartskartor och tematiska kartor av olika slag samt beskrivningar till dessa kartor, se Figur 2. Digitala höjddata och flyggeofysisk information har använts framför allt för studier av deformationszoner, medan data från bland annat SGUs brunnsarkiv nyttjats för studier av jordmäktighet, hydrogeologi och vattenkemi. I de följande kapitlen redovisas i detalj vilka data som använts för respektive delstudie. Moderna berggrundsgeologiska kartor i skala 1:50 000 täcker lite över hälften av länets yta. Hela länet är täckt av jordartsgeologiska kartor i skalan 1:50 000 (även i digital form) och flyggeofysiska data täcker i stort sett hela länet. Omfattningen av länsöversikten har inte tillåtit att ta hänsyn till detaljstudier i enskilda områden, t.ex. SKBs undersökningar av typområdet Fjällveden beläget i Nyköpings kommun /1/.

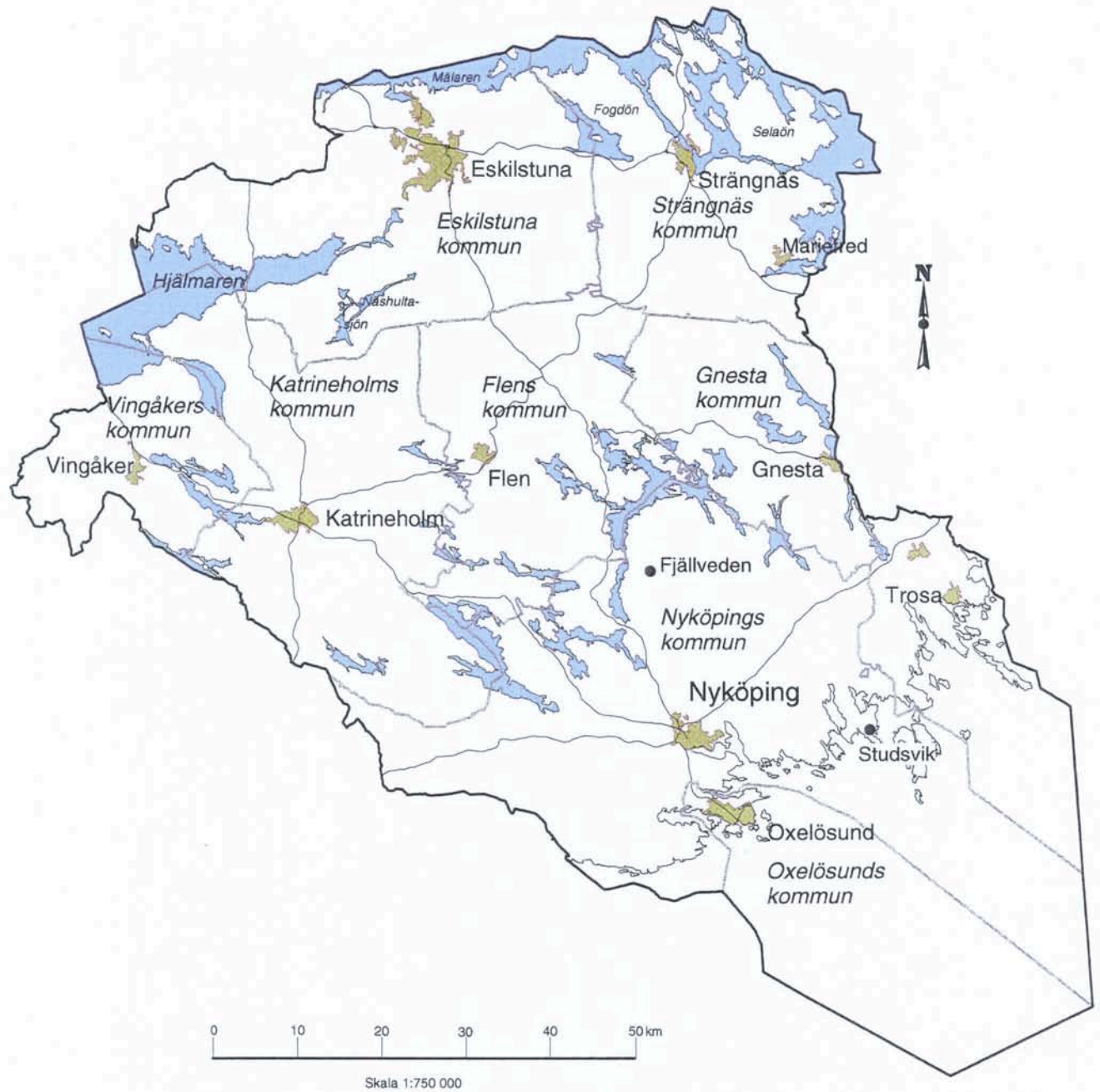
För att uppfylla kravet på vetenskaplig relevans kombinerad med rimlig förståelse för läsare utan geovetenskaplig bakgrund har förklaringar till facktermer inkluderats. Dels ges förklaringar till termerna i texten första gången de förekommer, dels har en geologisk ordlista bifogats, se Bilaga A. I flera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

2 Viktiga geologiska faktorer vid lokaliseringen av ett djupförvar

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

Berggrunden bör 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.

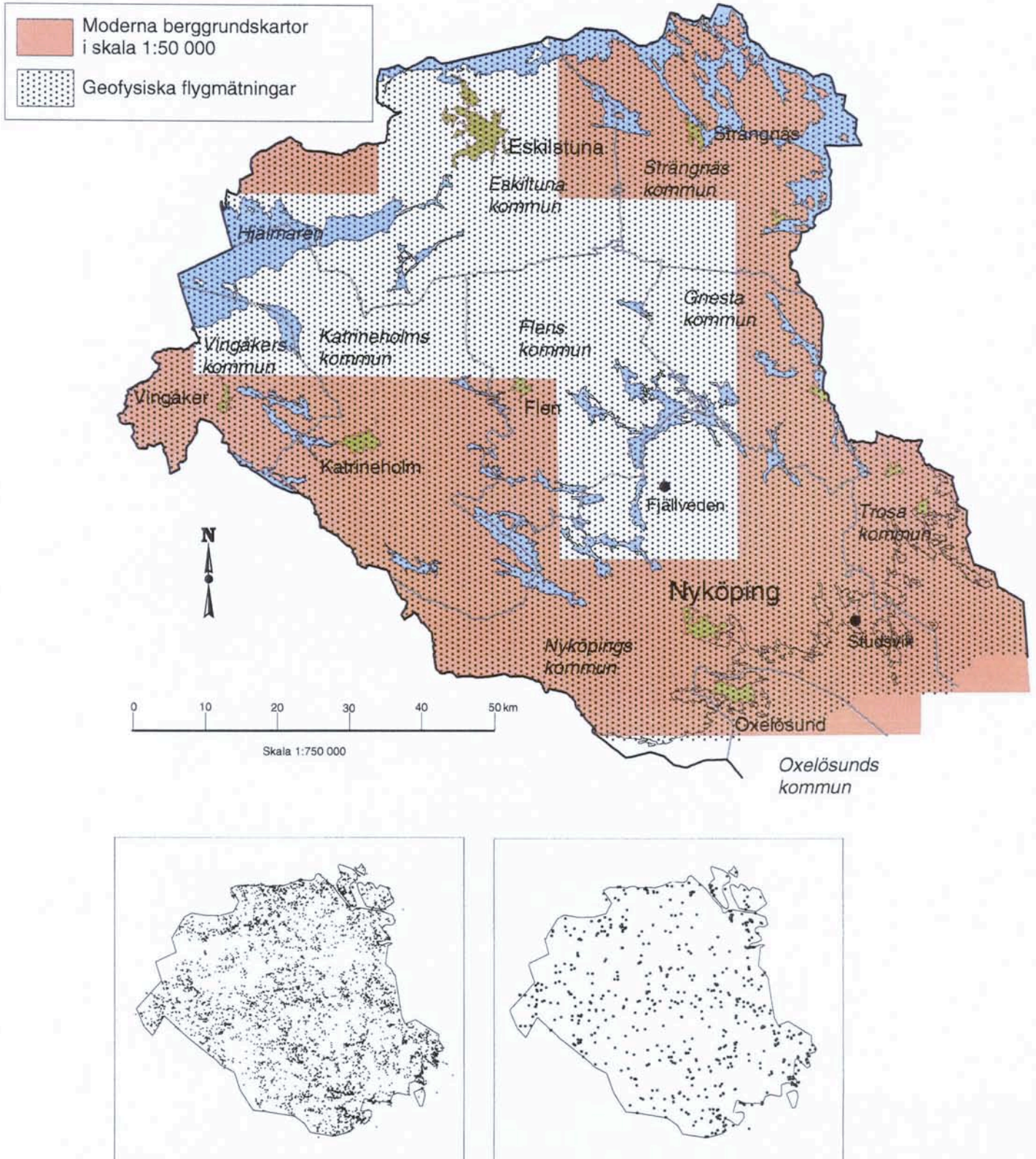
Uthålliga deformationszoner, som innefattar plastiska skjuvzoner samt spröda sprickzoner och förkastningar utefter vilka berggrunden rört sig, bör undvikas. Längs många zoner har de senaste rörelserna visserligen skett för många tiotals, ibland hundratals miljoner år sedan, men det finns en tendens att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



Figur 1. Södermanlands län med kommuner, tätorter och övriga geografiska namn som används i texten

Karta över basinformation i Södermanlands län. Hela länet är täckt av moderna jordartsgeologiska kartor (även i digital form), av äldre kombinerade berggrunds- och jordartskartor (SGUs serie Aa), samt höjddata.

Insättskartorna visar alla brunnar (t.v.) respektive brunnar med grundvattenkemiska analyser (t.h.).



Figur 2. Basgeologisk och geofysisk information i Södermanlands län (sammanställning juni 1997)

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

Med sen- och postglaciala rörelser i jordskorpan 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 bergrörelser kan utlösas efter nästa istid.

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

SGU saknar kompetens för att värdera påverkan av jordskalv på ett djupförvar. Emellertid finns en nyligen publicerad rapport som behandlar denna fråga /2/. 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 skalvet sker är minst 100 m. Studier i andra länder visar att skalv med magnitud 6 eller större sker i kilometerlånga sprickzoner. Zoner med en sådan uthållighet bör kunna identifieras vid platsundersökningar och därmed undvikas i ett djupförvars närområde.

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

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

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

3 Södermanlands län i ett regionalt geologiskt perspektiv

Berggrundsgeologi

Berggrunden i centrala Sverige bildades och omvandlades för ca 1900-1500 miljoner år sedan under och efter den s.k. svekokarelska orogenesen (bergskedjebildningen), se Figur 3 /3/. Under denna period bildades magmatiska yt- och djupbergarter samt sedimentära bergarter. De bergarter som idag återfinns vid ytan är vanligen mer eller mindre deformerade och omvandlade. Omvandling och deformation har skett på 10-15 km djup i jordskorpan och vid temperaturer i intervallet 400-800°C.

Berggrunden i Södermanlands län ligger inom den svekokarelska orogenen och utgörs till största delen av kraftigt omvandlade äldre djupbergarter (ca 1890-1870 miljoner år) och meta-sedimentära bergarter (ca 1900 miljoner år). Yngre graniter och pegmatiter (ca 1850-1750 miljoner år) och metavulkaniska bergarter (ca 1900 miljoner år) utgör underordnade komponenter. Prefixet "meta" betecknar att bergarten har genomgått omvandling (metamorfos).

Södermanlands län utgör en del av Mellansveriges malmprovins och inom länet förekommer ett flertal järn- zink-, bly-, kobolt- och silvreförekomster, men för närvarande sker ingen malmbrytning. Den sydligaste delen av länet är dock sedan ett par år förmål för prospektering efter zink.

Ett antal plastiska skjuvzoner i länet utgör en del av ett regionalt nätverk av skjuvzoner i östra Sverige. Viktiga yngre, spröda deformationszoner (sprickzoner och förkastningar) följer i många fall de äldre plastiska strukturerna, s.k. reaktivering, men bildar också egna system.

Jordartsgeologi och jordskalv

Största delen av området ingår i "Nordöstra Götalands och östra Svealands berg- morän- och lerområde", medan kustregionen i sydost tillhör "Östkustens berg- och lerområde" /4/. Berget är välblottat speciellt i länets sydöstra del. Morän har relativt stor utbredning, med undantag för området i sydost, där i stället finkorniga sediment dominerar, se Figur 4 /5/. Hela länet ligger öster om det bälte i Sverige, där jordskalv förekommer mer frekvent, se Figur 5.

Hydrogeologi

Landets grundvattentillgångar i jord och berg framgår av Figur 6 /6/ och kloridhalten i berggrunden för hela Sverige redovisas i Figur 7 /7/. Grundvattenförhållandena i både jord och berg styrs av de hydrologiska, topografiska och geologiska förhållandena. Södermanlands län kännetecknas av tämligen små höjdskillnader med en måttligt kuperad landskapsbild. De kustnära områdena domineras av kalt berg eller tunna jordlager. I de inre delarna av länet återfinns vanligtvis morän. Grundvattentillgångar för allmän vattenförsörjning återfinns i de stora sand- och grusavlagringarna. Berggrundsvattnet utgör en viktig tillgång för den enskilda vattenförsörjningen.

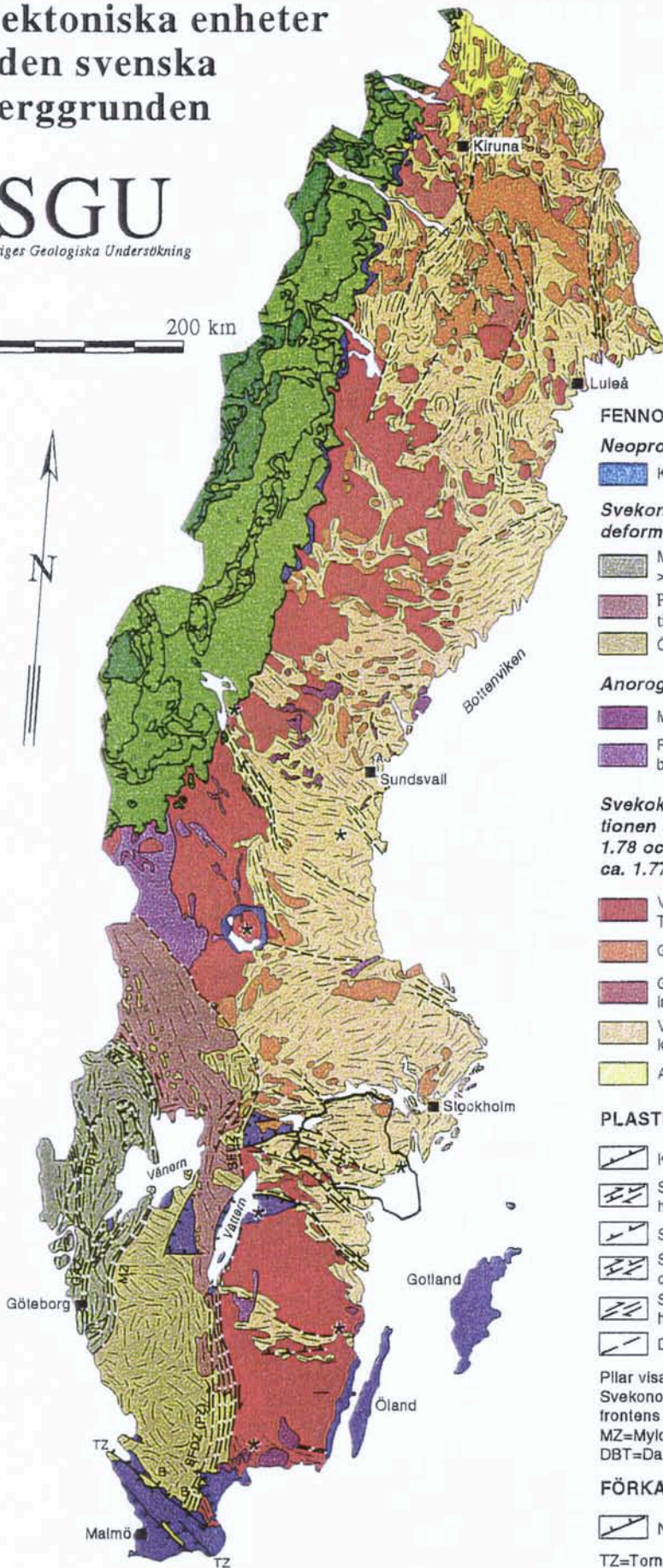
4 Bergarter och berggrundens homogenitet

Berggrunden inom Södermanlands län redovisas översiktligt på kartan i Figur 8, hämtad från Pousette m.fl. /8/. Den följande beskrivningen av länets bergarter grundar sig huvudsakligen på information hämtad från beskrivningarna till de moderna berggrundskartor i skala

Tektoniska enheter i den svenska berggrunden

SGU
Sveriges Geologiska Undersökning

0 200 km



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

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

FANEROZOISKA SEDIMENTÄRA OCH MAGMATISKA BERGARTER SAMT IMPAKTSTRUKTURER

- Fanerozoiska sedimentära bergarter och diabas
- B Jurassiska och kretaceiska basalkupper
- A Underkambriskt alkalint magmatiskt komplex (Ålnön)
- ★ 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 deforma- tionen 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 Protoginzonen, MZ=Mylonitzonen, GÅZ=Göta Älvzonen och DBT=Dalslandzonen

FÖRKASTNINGAR

- Normalförcastning

TZ=Tomquistzonen

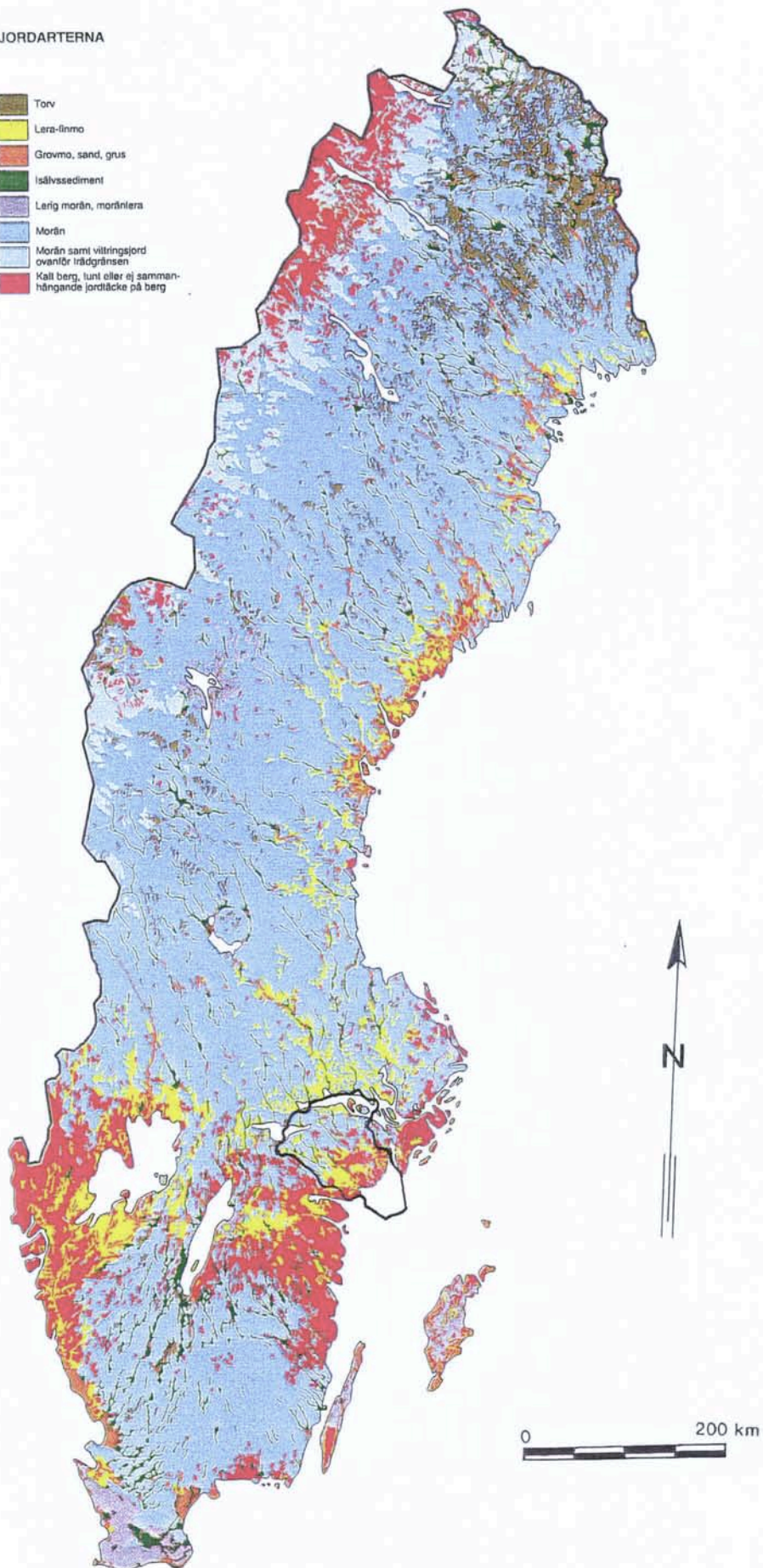
TMB*=Transskandinaviska magmatiska bältet
1 Ma=1 miljon år, 1 Ga=1000 miljoner år

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

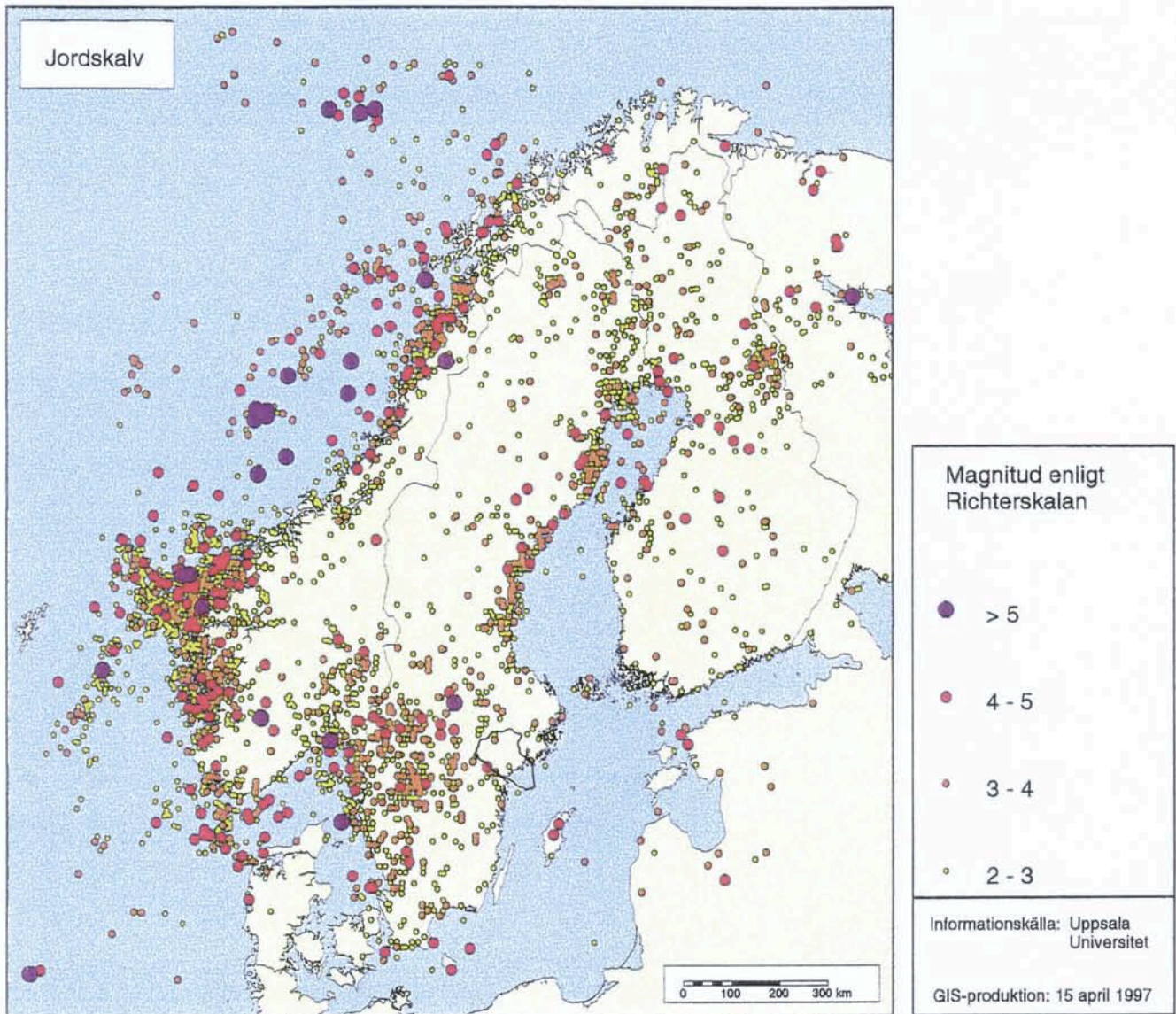
Figur 3. Huvudgeologiska enheter i den svenska berggrunden. Södermanlands län är markerat med en svart linje

JORDARTERNA

-  Torv
-  Lera-limmo
-  Grovmo, sand, grus
-  Isåvsediment
-  Lerig morän, moränlera
-  Morän
-  Morän samt vittringsjord ovanför trädgränsen
-  Kallt berg, lunt eller ej sammanhängande jordtäckte på berg

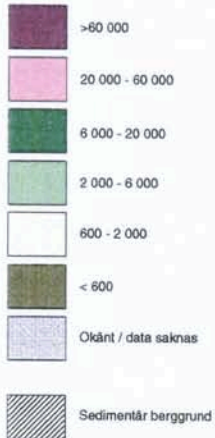


Figur 4. Jordartskarta över Sverige. Södermanlands län är markerat med en svart linje

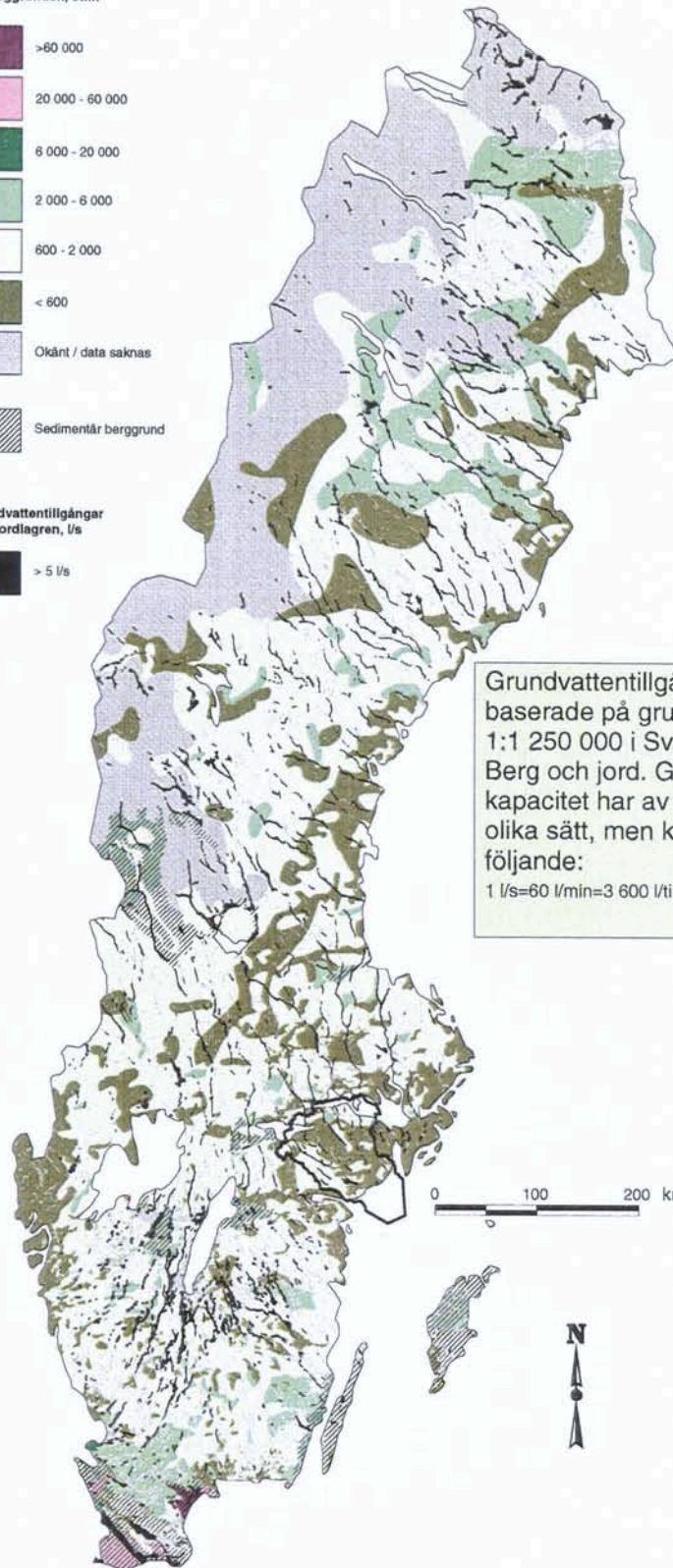


Figur 5. Registrerade jordskalv i Nordeuropa fram till 1993. Uppgifterna har hämtats från en databas vid Uppsala universitet. Södermanlands län är markerat med en svart linje

Grundvattentillgångar
i berggrunden, l/tim



Grundvattentillgångar
i jordlagren, l/s

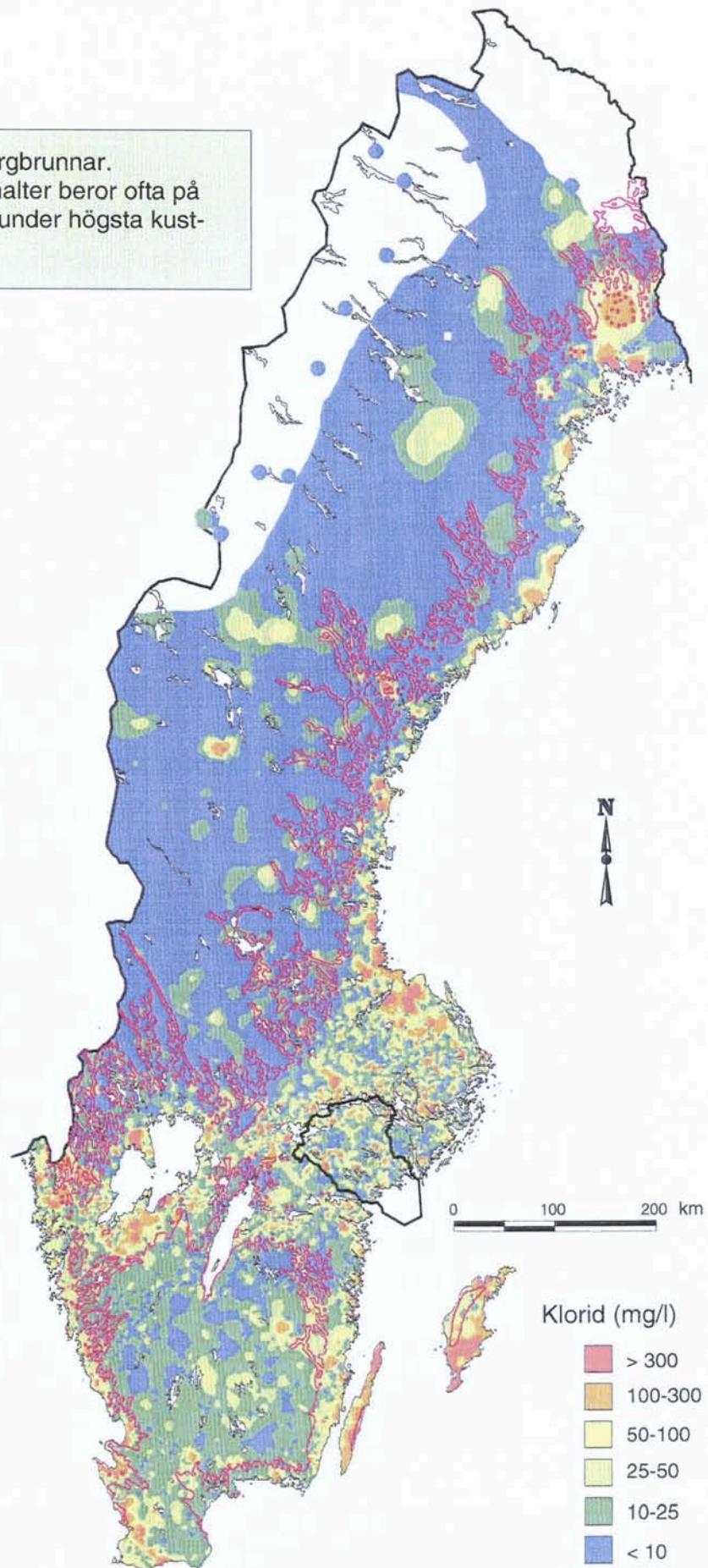


Grundvattentillgångar i jord och berg, baserade på grundvattenkartan i skala 1:1 250 000 i Sveriges Nationalatlas, Berg och jord. Grundvattentillgång och kapacitet har av tradition angivits på olika sätt, men kan lätt omräknas enligt följande:

1 l/s=60 l/min=3 600 l/tim=86,4 kbm/dygn

Figur 6. Grundvattentillgångar i jord och berg i Sverige. Södermanlands 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. Södermanlands län är markerat med en svart linje och högsta kustlinjen med en röd linje

1: 50 000 /9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19/, vilka finns att tillgå för lite över hälften av länets yta, se Figur 2. Fotografier på några av länets vanligaste bergarter visas i Figur 9.

Ytbergarter

Länets ytbergarter domineras av metasedimentära och metavulkaniska bergarter. Huvuddelen av dessa och stora delar av de äldre granitoiderna är kraftigt ådergnejsomvandlade, vilket gör det svårt att med säkerhet avgöra deras genetiska ursprung. Problemet är mest påtagligt mellan de metasedimentära gnejserna och de äldre granitoiderna.

Fanerozoiska sedimentära bergarter finns inte blottade inom Södermanlands län. Vid undersökningar inom Tvärenstrukturen (se nedan), vid Studsvik, har dock ett mindre område med ordovicisk sedimentär berggrund (kalk- silt- och sandsten) konstaterats i den centrala vattentäckta delen av strukturen /20/.

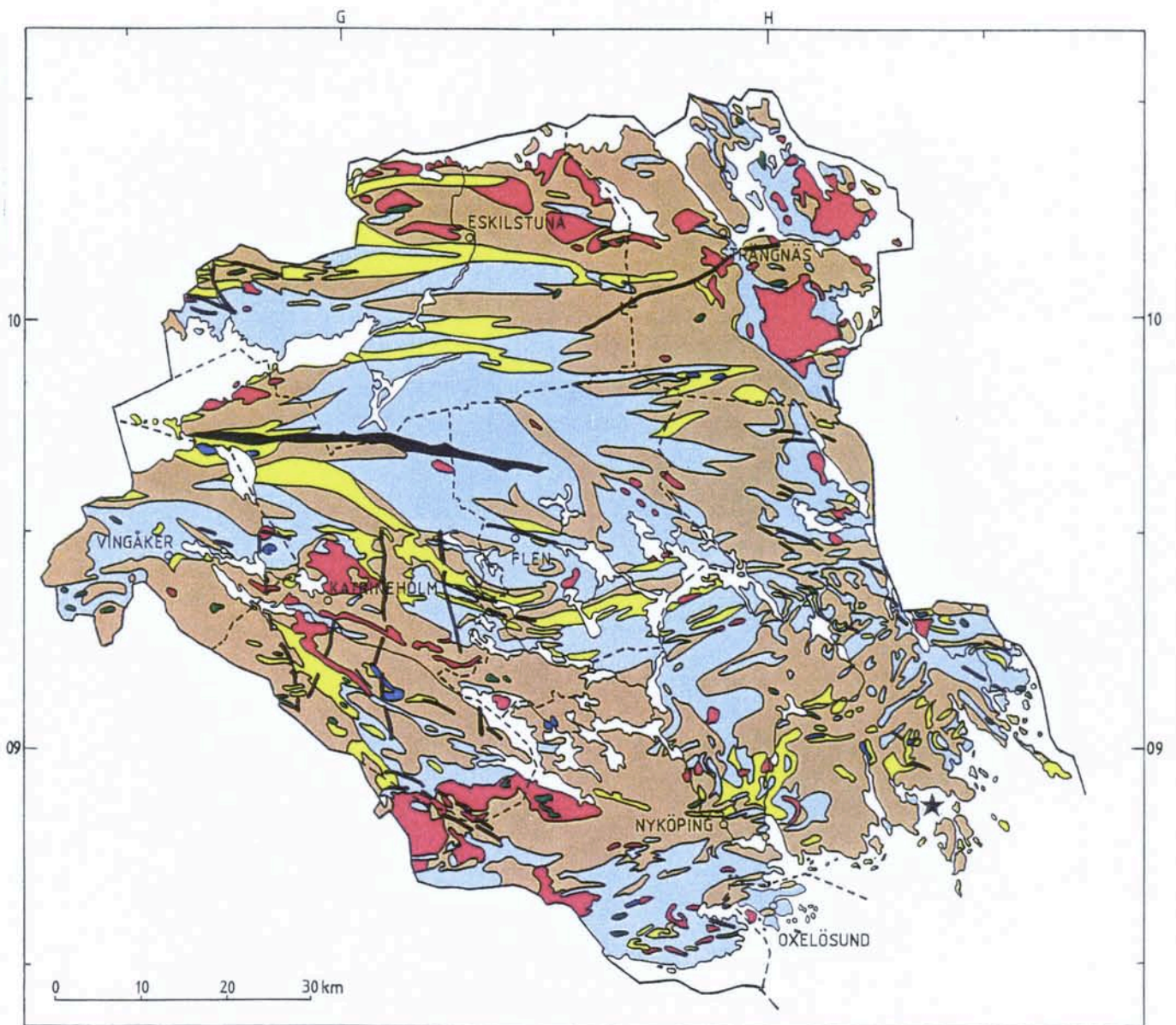
Metavulkaniska bergarter

De metavulkaniska bergarterna domineras av sura (kiselrika), skiktade, metavulkaniter, se Figur 9a. De är vanligtvis rumsligt associerade med de metasedimentära bergarterna och utgör sällan arealmässigt några större enheter (gul färg på kartan i Figur 8). Inom de vulkaniska stråken förekommer vanligen betydande inhomogeniteter, som t.ex. lager av kalksten, basisk metavulkanit och metasedimentära bergarter. I vissa områden finns en stark koppling mellan metavulkanit och mineralförekomster. Magnetit ingår också ofta som en betydande komponent i de metavulkaniska bergarterna, varför dessa bergartsstråk lätt går att följa på de flygmagnetiska kartorna, se Figur 11. Större områden av metavulkanit förekommer huvudsakligen i de centrala och nordvästra delarna av länet.

Metasedimentära bergarter

De metasedimentära bergarterna (ljus blå färg på kartan i Figur 8) utgör en betydande komponent inom Södermanlands län och är arealmässigt tillsammans med de äldre granitoiderna den vanligaste bergartstypen. Tillsammans täcker de mer än 80% av länet. De är huvudsakligen utbildade som ådergnejser och skiljer sig från de metavulkaniska bergarterna främst genom ett större glimmerinnehåll och tydlig bandning eller ådring, se Figur 9b. Ådringen definieras vanligtvis av ljusa kvarts- och fältspatdominerade lager omväxlande med mörkare, glimmerrika skikt. I hållskala uppvisar de metasedimentära gnejserna stora variationer i utseende och sammansättning. Lokalt förekommer granat i mm- till cm-stora kristaller, se Figur 9c. Bergarten benämns då ”granatådergnejs”, vilket är Södermanlands landskapssten.

Tillsammans med ovan beskrivna metavulkaniska och metasedimentära bergarter förekommer också mindre inlagringar av kristallin kalksten (marmor). Dessa uppvisar sällan större mäktigheter utan är i allmänhet endast några tiotals meter tjocka (mörkt blå färg på kartan i Figur 8). Ett fåtal större sammanhängande områden finns dock, t.ex. vid Forsby, sydost om Hjälmarén och i ett område sydost om Katrineholm samt vid Vagnhärad i länets östra del, se Figur 8.



★ Impaktstruktur (meteoritnedslag)

GÅNGBERGARTER

■ Diabas (ca 1550 och 900 milj. år)

DJUPBERGARTER

■ Yngre granit och pegmatit (ca 1850-1750 milj. år)

■ Äldre granitoid, vanligtvis gnejsig (ca 1890-1870 milj. år)

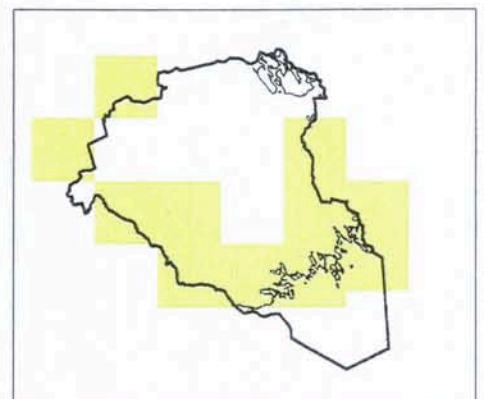
■ Gabbro och basisk bergart av osäkert ursprung

YTBERGARTER

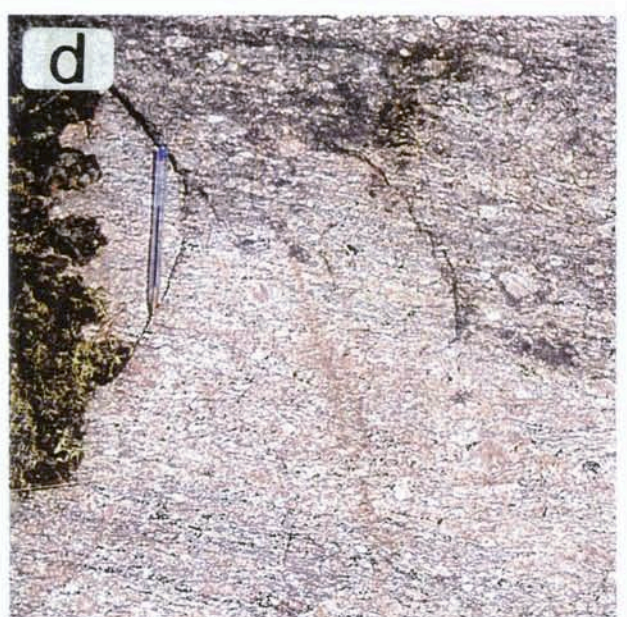
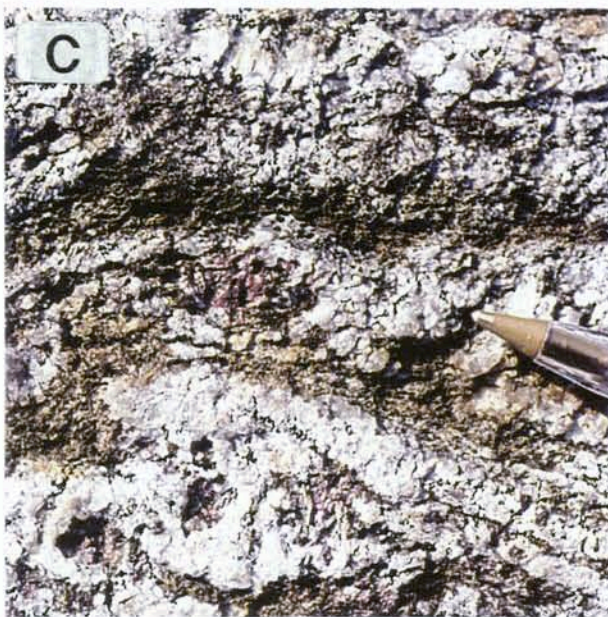
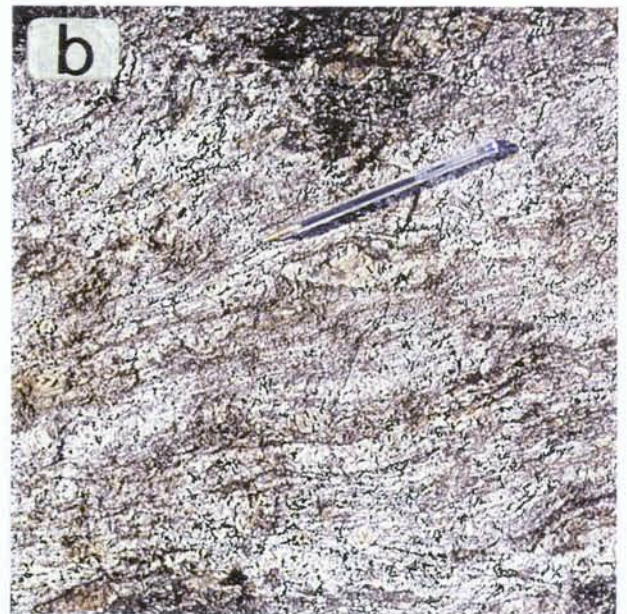
■ Metavulkanisk bergart

■ Kristallin kalksten

■ Metasedimentär bergart, vanligtvis gnejsig



Figur 8. Förenklad berggrundskarta över Södermanlands län. Kartan baseras på modern berggrundskartering i skala 1:50 000 huvudsakligen i länets södra delar, se insättskarta. Övriga delar baseras på äldre undersökningar med varierande kvalitet



Figur 9. Bergarter i Södermanlands län. a) Diffust skiktad metavulkanit från Nyköpingsområdet. b) Granatådergnejs från Byggningen strax norr om Studsvik. c) Närbild av granat (röd) i granatådergnejs från Byggningen strax norr om Studsvik. d) Homogen äldre granit från Björksund nordväst om Studsvik e) Jämnkornig, massformig yngre granit från Björksund nordväst om Studsvik. Fotografierna är tagna av Torbjörn Bergman

Djupbergarter

Djupbergarter utgörs av äldre (ca 1890-1870 miljoner år) och yngre (ca 1850-1750 miljoner år) huvudsakligen sura bergarter som bildades under olika stadier av den svekokarelska orogensen.

Äldre djupbergarter (ca 1890-1870 miljoner år)

De äldre djupbergarterna indelas i granitoider (brun färg i Figur 8) och gabbro (grön färg i Figur 8). Granitoiderna karaktäriseras vanligtvis av betydande gnejsighet samt stor variation i utseende och sammansättning, se Figur 9d. Dominerande är dock granit, granodiorit och tonalit. Som tidigare nämnts är dessa i stor utsträckning kraftigt ådergnejsomvandlade och större områden med homogena äldre granitoider är relativt ovanligt i Södermanlands län. Gabbro och basiska bergarter av osäkert ursprung förekommer endast i liten omfattning i länet och uppträder som mindre (< 5 km²) massiv.

Yngre graniter och pegmatiter (ca 1850-1750 miljoner år)

De yngre graniterna (röda på kartan i Figur 8) upptar en betydligt större del av berggrunden inom länet än vad som åskådliggörs på kartan, då de också i stor utsträckning förekommer som små kroppar och ådror inom företrädesvis de metasedimentära gnejserna. Dessa graniter benämns vanligen "migmatitgraniter" och anses vara bildade genom uppsmältning av den lokala berggrunden i samband med den svekokarelska orogensen. De mindre områdena är i allmänhet pegmatitiska och mycket inhomogena med betydande inslag av icke uppsmälta rester av sedimentådergnejs i graniten. Flytande övergångar till de metasedimentära gnejserna är vanliga. I länets norra och sydvästra delar förekommer dock större områden med mer homogen, fin- till medelkornig, jämnkornig, ibland porfyrisk, yngre granit. De yngre graniterna är i allmänhet massformiga eller endast svagt förskiffrade, se Figur 9e.

Gångbergarter

Yngre än ovan beskrivna bergarter är området diabasgångar. Dessa uppträder i mindre omfattning inom större delen av länet, dels som tunna gångar med mäktigheter från någon decimeter upp till några meters bredd, dels som mäktigare kilometerbredda gångar. De mäktigare gångarna förekommer huvudsakligen i två rikningar, VNV och N-S. Den mäktigaste av dessa är den s.k. "Hälleforsgången" i länets centrala, västra del, vilken har daterats till ca 1550 miljoner år /21/. De N-S-liga gångarna är vanligtvis något tunnare, men är ofta mycket uthålliga och kan följas över långa sträckor i terrängen. Dessa gångar har daterats till ca 1000-900 miljoner år och utgör del av ett stråk av gångar som med avbrott går att följa från Blekinge till Dalarna. I länets nordöstra del uppträder också en större gång med ONO-lig riktning.

Impaktstruktur

Tvären, den cirka 14 km² stora cirkulära fjärden utanför Studsvik i Nyköpings kommun, har tolkats som resultatet av ett meteoritnedslag för ca 450 miljoner år sedan /20/. Inom Förstudie Nyköping studerades meteoritnedslaget i en särskild delutredning /22/.

Berggrundens homogenitet

Berggrunden är sällan helt homogen över större områden och inhomogeniteter kan förekomma i form av t.ex. sprickor, gångbergarter och inneslutningar. Generellt sett är områden med granitoider mer homogena i jämförelse med områden med ytbergarter. De äldre granitoiderna i Södermanlands län är dock i allmänhet kraftigt ådergnejsomvandlade och inhomogena. Vissa områden i länets västra och norra delar framstår emellertid som mer välbevarade och relativt homogena, t.ex. i Katrineholmsområdet /18/ och i Strängnäsområdet /16/. Inom Förstudie Nyköping /23/ framhölls också vissa områden norr och nordost om Nyköping som relativt homogena.

De metasedimentära bergarterna är i dm-skala vanligtvis mycket varierande i sammansättningsvariationer och ådring. Den generellt uppträdande ådringen gör dock att bergarten i ett större perspektiv (10-100 m-skala), inom vissa områden, kan betraktas som relativt homogen. Undersökningar från bl.a. Fjällveden visar att bergarten uppvisar god intern sammanhållning och goda bergmekaniska egenskaper /1, 24/.

De yngre graniterna inom länet uppträder företrädesvis i mindre områden vilka i många fall är pegmatitiska och inhomogena. Några större områdena av yngre granit i länets norra och sydvästra delar är dock mer homogena och i allmänhet massformiga eller endast svagt förskiffrade. Lokalt förekommer dock betydande inhomogeniteter i graniterna i länets sydvästliga del.

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.

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

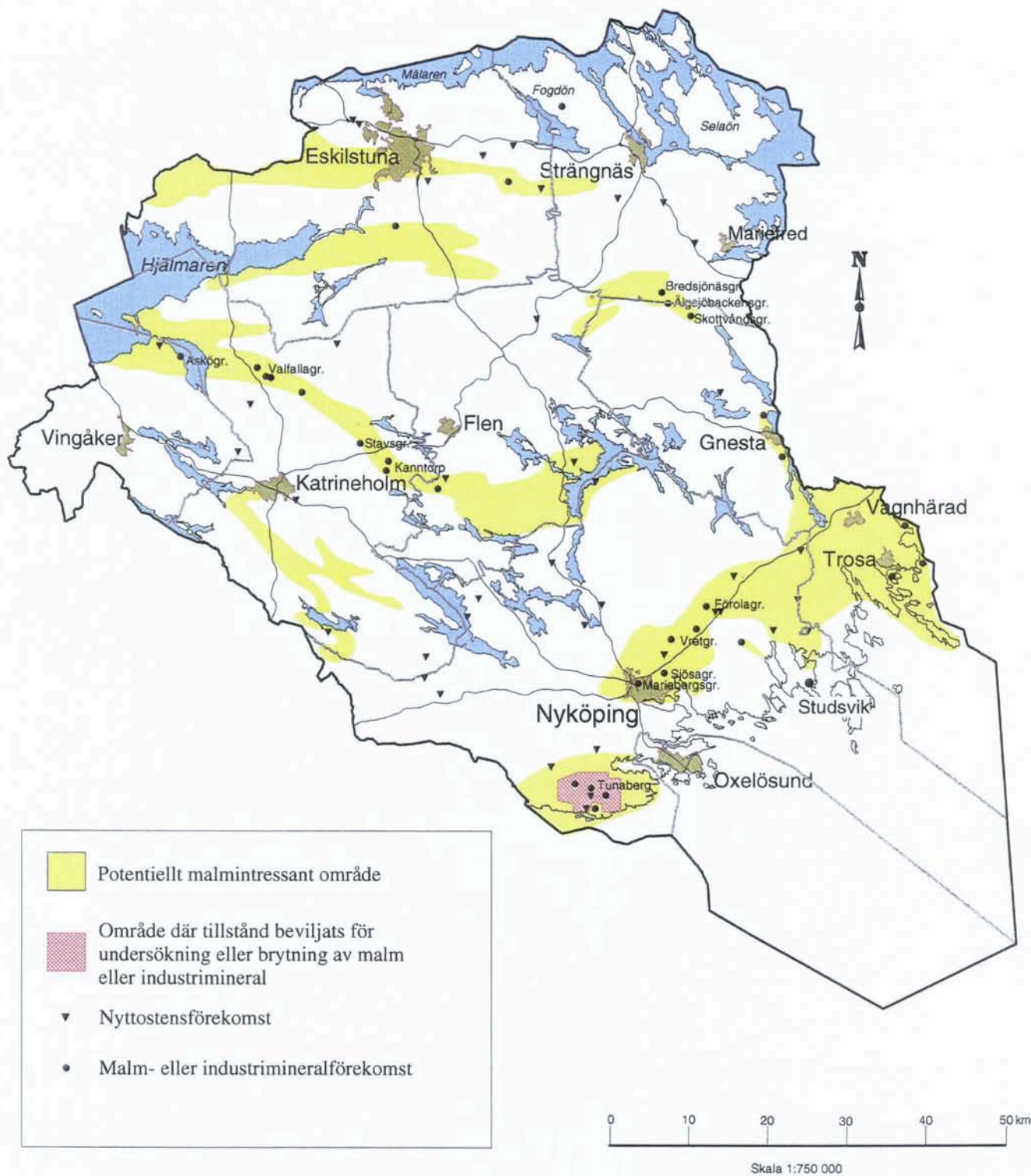
Information om länets gruvor och bergtäkter har huvudsakligen hämtats från de befintliga berggrundskartorna i skala 1:50 000, SKB rapporten "Malmer och mineral inom Nyköpings kommun" /25/, Malm i Sverige del 1 /26/, SGAB-inventering av industrimineral och nyttosten i Södermanland /27/ samt SGUs register över bergtäkter som är baserat på uppgifter från länsstyrelsen. Uppgifter om pågående prospektering kommer från Bergmästarämbetet via SGUs Mineralkontor i Malå.

Översikt över mineral- och bergartsresurser

Länets malmfyndigheter utgörs huvudsakligen av järnmalmer lokaliserade till de metavulkaniska bergartsstråken i länets centrala och sydöstra delar, Figur 10. I den sydostligaste delen

Mineral- och bergartsresurskarta över Södermanlands län.

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



Figur 10. Mineral- och bergartsresurskarta över Södermanlands län (sammanställning juni 1997)

av länet, i Tunaberg söder om Nyköping, förekommer också några mindre bly-zinkmineraliseringar samt kobolt och koppar i kristallin kalksten. Från länets östra del är ett flertal mindre silverförekomster kända, även dessa i kristallin kalksten.

För närvarande pågår ingen malmbrytning i Södermanlands län, men intresset för malmprospektering inom länet har ökat de senaste åren och i Tunaberg söder om Nyköping är sedan ett par år ett större undersökningstillstånd beviljat för zinkprospektering, se Figur 10.

Kristallin kalksten har brutits på ett flertal platser inom länet men för närvarande sker endast produktion vid Bondökna sydväst om Strängnäs. Ett stort antal producerande krossbergstäkter finns dock över hela länet.

Metalliska mineralresurser

Järnmalmsbrytning finns dokumenterad från ett tiotal platser inom länet och följer utbredningen av de sura metavulkaniska bergarterna. De största järnmalmerna är Kanntorps och Stavs gruvor i länets centrala del, Figur 10. Malmerna vid Kanntorp utgörs huvudsakligen av s.k. pegmatitjärnmalmer och skarn-pegmatitjärnmalmer, d.v.s. grovkorniga malmer huvudsakligen bestående av skarnmineral, kvarts, fältspat, hematit och magnetit. Stavs gruvor nordväst om Kanntorp utgörs av både kvartsbandade järnmalmer och skarnjärnmalmer. Gruvorna bröts långt in på 1960-talet. Den malmförande zonen med Kanntorps och Stavs gruvor kan följas åt nordväst till Hjälmaran via ett flertal mindre gruvor, bl.a. Valfallagruvorna och Askögruvan, se Figur 10. Sydväst om Mariefred, i ett annat stråk av sura metavulkaniska bergarter, ligger ytterligare ett flertal mindre järngruvor, bl.a. Skottvångs, Älgsjöbackens och Bredsönäs gruvor. Inom stråket uppträder både kvartsbandade malmer och skarnjärnmalmer. I vulkaniterna i området vid Nyköping finns ett flertal manganrika järnmalmer (t.ex. Förola, och Vretgruvorna) och kvartsbandade hematit-magnetitmalmer samt skarnmagnetitmalmer (t.ex. Mariebergs- och Sjösagruvorna).

I Tunaberg sydväst om Nyköping har gruvbrytning skett sedan 1400-talet, främst på koppar och kobolt i kristallin kalksten. Inom området förekommer också ett flertal järnmalmer och zink-blymalmer. Under 1980-talet genomförde staten en större prospekteringskampanj efter silver i kristallin kalksten. Detta resulterade i att ett flertal mindre förekomster påvisades i framförallt länets sydöstra del /28/.

Icke-metalliska mineralresurser

Inga kända förekomster av icke-metalliska råvaror har konstateras inom länet bortsett från några uranförande pegmatiter strax sydväst om Jönåker i Nyköpings kommun som har brutits i liten skala /11/. Inom länet finns dock en stor potential för kvarts och fältspat i pegmatit, vilket har brutits strax utanför länsgränsen i Östergötlands län.

Nyttosten

Inom Södermanland finns ett stort antal nyttostensförekomster, se Figur 10. Huvuddelen av av dessa är bergtäkter för krossberg /29/. På ett flertal platser har också kristallin kalksten brutits i liten skala för tillverkning av bränd kalk till cement och som jordförbättringsmedel. Kristallin kalksten har också brutits som byggnadssten för tillverkning av t.ex. fönsterbänkar och fasadbeklädnad. För närvarande sker endast brytning vid Bondökna sydväst om Strängnäs.

Underordnat har också granit brutits för byggnadsändamål t.ex. vid Ålberga väster om Nyköping samt på Selaön i länets nordöstra del. Idag sker endast brytning vid Ålberga, av gråröd, jämnkornig, medelkornig granit. Brytning av sten för krossbergstillverkning sker idag på ett 40-tal platser inom länet, se Figur 10.

Pågående prospektering

Intresset för prospektering inom Södermanlands län har under de senaste åren ökat och för närvarande är ett större undersökningstillstånd söder om Nyköping (Tunaberg) beviljat för prospektering efter zink. I länets centrala del finns också ett par mindre äldre utmål på järn, se Figur 10.

Potentiellt prospekteringsintressanta områden

Potentiellt prospekteringsintressanta områden har markerats med gul färg i Figur 10. Områdena följer huvudsakligen utbredningen av kristallin kalksten och metavulkaniska bergarter där mineraliseringar eller tidigare kända malmförekomster uppträder. Större delen av dessa har brutits under 1700- och 1800-talen för sitt innehåll av järn, koppar, bly, zink och kobolt. Fyndigheterna har visserligen aldrig varit av ekonomisk betydelse i modern tid, men de vittnar om att malmbildande processer har varit aktiva inom dessa områden som därmed också hyser en potential för ännu ej upptäckta malmer.

6 Deformationszoner

Definitioner och metodik

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

En *formlinje* markerar en strukturell trend i terrängen. Formlinjer för planstrukturer som bildades under varma, plastiska förhållanden, d.v.s. förskifring och bandning, har sammanställts genom interpolation av fältmätningar av sådana strukturer. Dessa mätningar har hämtats från SGUs publicerade berggrundskartor /9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40/. Hänsyn har också tagits till redan utförda sammanställningar av dessa mätningar i länet /23 samt pågående arbete av M.B. Stephens och C.-H. Wahlgren/. I områden där befintlig fältinformation är sparsam, t.ex. i den nordvästra delen av länet, har formlinjerna kompletterats med tolkning av bandade anomalimönster på den flygmagnetiska kartan, se Figur 11, s.k. *magnetiska konnektioner*. Flygmätningarna har utförts av SGU och NSG.

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 emellan skjuvzonerna kan utgöras av områden med regionalt mer homogen deformation eller områden med odeformerade bergarter.

Plastiska skjuvzoner har markerats där stråkvis kraftigt deformerade bergarter förekommer. Dessa zoner utmärks också av att planstrukturerna i den omgivande berggrunden ställvis är inböjda mot skjuvzonerna. Förekomsten av starkt förskiffrade bergarter och myloniter är karakteristiskt för plastiska skjuvzoner och sådana bergarter har ställvis dokumenterats i vissa av de zoner som markerats i länet. Vid identifieringen och begränsningen av plastiska skjuvzoner har också flygmagnetiska data, se Figur 11, använts.

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

På kartan i Figur 13 visas tolkade sprickzoner och plastiska skjuvzoner, formlinjer och magnetiska konnektioner. Vidare visas yngre graniter och pegmatiter (ca 1850-1750 miljoner år) samt diabaser. Kartan över deformationszoner återspeglar bristen på information i de centrala och nordvästra delarna av länet. Den visar både zoner som är väl belagda (se nedan) och zoner som är tolkade i samband med denna studie. De sistnämnda behöver kontrolleras i fält innan deras existens och utbredning kan fastställas. Kartan bör därför tills vidare betraktas med försiktighet.

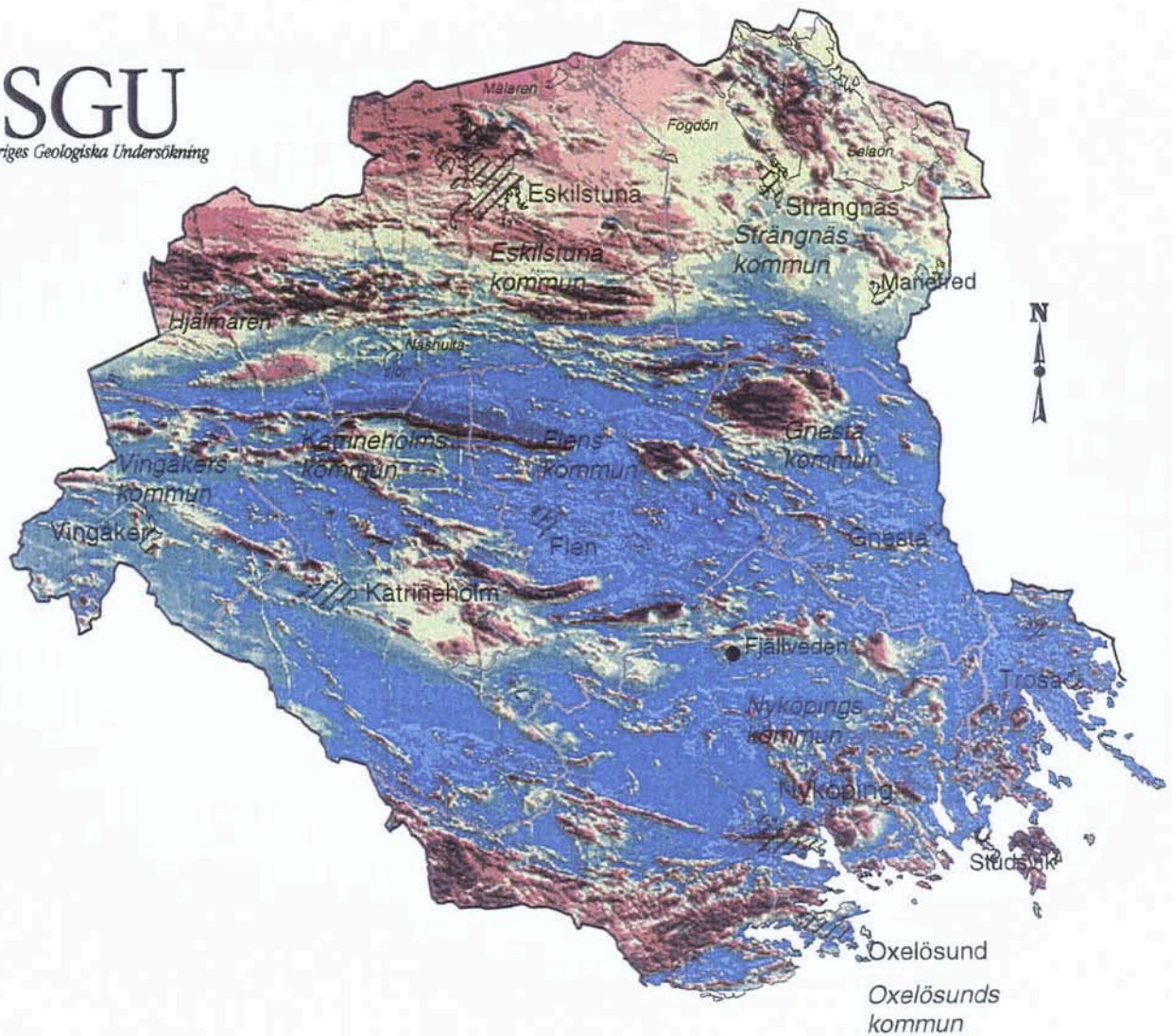
Plastiska skjuvzoner

Som framgår av Figur 13 har ett antal plastiska skjuvzoner markerats i Södermanlands län. De tillhör ett regionalt betydelsefullt system av plastiska deformationszoner i den östra delen av centrala Sverige /41, 42/. Storskaliga veckstrukturer uppträder inom de mellanliggande domänerna, särskilt i den östra delen av länet.

Plastiska skjuvzoner som stryker O-V till NV uppträder i länets sydvästra delar. Zonerna är från flera hundra meter upp till 2-3 km breda. De bildar ett sammanflätat nätmönster kring tektoniska linser. I de senare stryker formlinjerna i O-V-lig riktning, och man kan förutsäga att deformationen generellt är lägre här än i de omgivande plastiska skjuvzonerna. Yngre graniter ser också ut att vara lokaliserade till dessa mellanliggande linser. Fältarbeten i den sydvästra delen av länet har bekräftat förekomsten av stråkvis hög koncentration av plastisk deformation i dessa zoner /42 samt pågående arbete av M.B. Stephens och C.-H. Wahlgren/. Det har också påvisats att berggrundsblocket söder om en enskild zon har rört sig uppåt och åt väster i förhållande till berggrundsblocket på den norra sidan av zonen.

I den norra delen av länet förekommer flera plastiska skjuvzoner som stryker O-V eller VNV. Formlinjer i de mellanliggande domänerna stryker i O-V, NO och NV eller är kraftigt veckade. Betydande osäkerhet råder avseende den laterala utbredningen hos de plastiska skjuvzoner som markerats norr och söder om Eskilstuna, och det är möjligt att det i området mellan Hjälmaran och Mälaren finns många fler zoner än vad som visas i Figur 13.

Bortsett från en tolkad plastisk skjuvzon, som stryker i ONO-lig riktning, sydost om Flen, förefaller sydöstra delen av länet, norr om Nyköping, att sakna plastiska deformationszoner. Detta område domineras istället av storskaliga veckstrukturer.



Skala 1:750 000



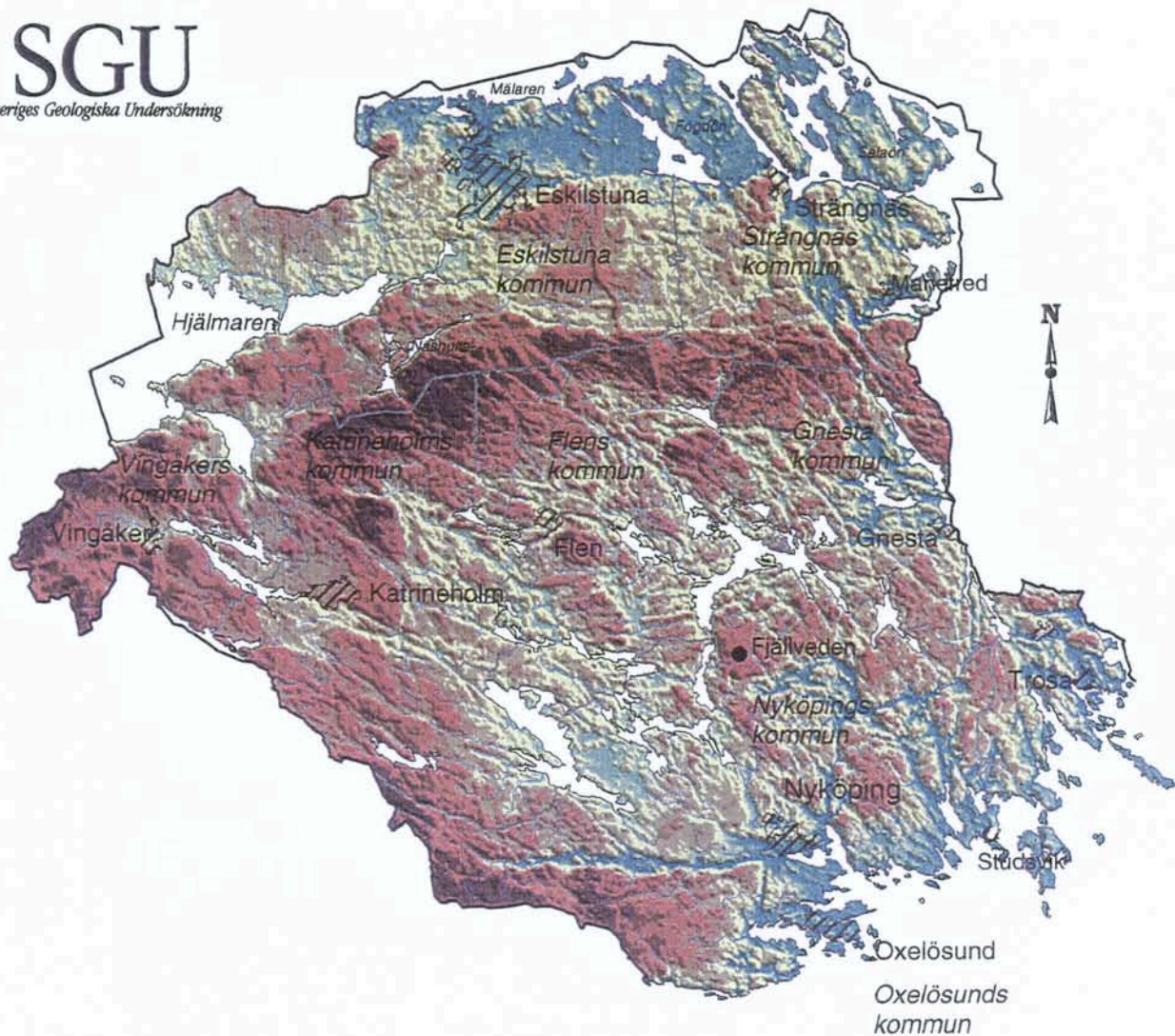
Jordskorpans magnetfält över Södermanlands län. Kartan baseras på data i 200 meters rutnät. Flygmätningarna har utförts av SGU och NSG. Kartan visar variationer i det jordmagnetiska fältet som orsakas huvudsakligen av halten magnetiska mineral i berggrunden.

Ytbergarterna i de norra och mellersta delarna av länet ger upphov till högmagnetiska anomalier som sträcker sig huvudsakligen i ONO-, O-V- och NV-liga riktningar.

En rad diabasgångar i VNV-, ONO- och N-S-liga riktningar förorsakar smala, högmagnetiska anomalistråk.

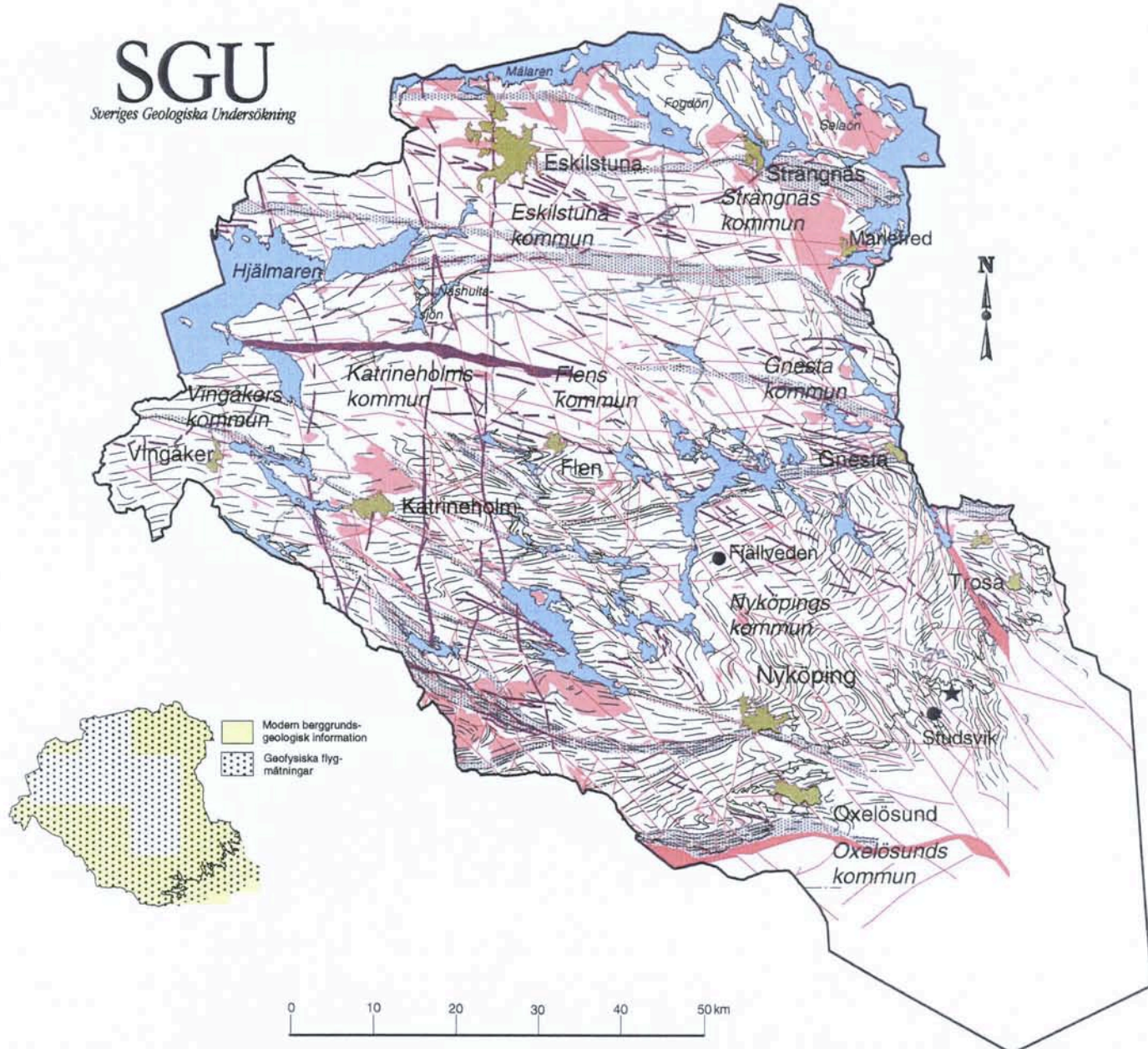
Spröda deformationszoner framträder som smala, lågmagnetiska anomalier huvudsakligen i VNV-, NV och NNV-liga riktningar.

Figur 11. Flygmagnetisk karta över Södermanlands län



Höjdreliëfkarta över Södermanlands län, baserad på digitala höjddata i 200 meters rutnät från Lantmäteriverkets databas. Digitala höjddata är mycket användbara vid tolkning av spröda deformationszoner som ofta framträder i terrängen som dalgångar eller branter.

Figur 12. Höjdreliëfkarta över Södermanlands län



- ★ Impakt struktur (meteoritnedslag)
- Sprickzon
- Sprickzon, bred
- Plastisk skjuvzon
- Formlinjer
- Magnetiska konnektioner
- Diabasgång
- Granit och pegmatit (ca 1850 -1750 milj. år)

Deformationszonskarta över Södermanlands län med formlinjer, magnetiska konnektioner, tolkade plastiska skjuvzoner och sprickzoner, samt områden med bergarter yngre än ca 1850 miljoner år.

I de vita områdena på kartan dominerar äldre, regionalt deformerade bergarter.

Formlinjer visar berggrundens strukturella riktningar. Plastiska skjuvzoner har markerats där strukturerna i långsmala stråk avviker från omgivande områden.

Plastiska skjuvzoner i O-V- till NV-iga riktningar uppträder i länet. De tillhör ett regionellt betydelsefullt system av plastiska deformationszoner i den östra delen av centrala Sverige.

Sprickzoner följer dels äldre strukturer i berggrunden, dels bygger de egna system. Sprickzoner som varierar i riktning från O-V till N-S dominerar.

Tolkningen är baserad på data från SGUs berggrundskartor, pågående arbeten, flygmagnetiska data och höjddata. Kartan återspeglar delvis bristen på detaljerad berggrundsinformation i de centrala och nordvästra delarna av länet.

Figur 13. Deformationszonskarta över Södermanlands län

Sprickzoner och förkastningar

Spröda deformationszoner utgörs vanligen av krossat berg vilket gör dem lättroderade. De uppträder vanligen som långsmala sänkor eller branter i terrängen och varierar i riktning huvudsakligen kring NV-liga, från O-V- till N-S-liga. Flera O-V- och NV-ligt strykande spröda deformationszoner kan följas flera tiotal kilometer. Bredden kan vara upp till flera hundra meter.

Sprickzonerna i Södermanlands län kan vara öppna och oläkta eller läkta och cementerade av t.ex. kalcit, klorit och olika lermineral. Stupningen på sprickzonerna är i regel svår att avgöra, men antas i de flesta fall vara brant till vertikal. Flacka sprickzoner är generellt sett svåra att upptäcka med hjälp av höjddata och flygmagnetiska data. I häll kan dock små, flacka sprickzoner påträffas. Sådana zoner har också identifierats under detaljerade geologiska och bergtekniska undersökningar i Studsviksområdet, /t.ex. 43/. Även inom de berggrundsblock som definieras av ett särskilt sprickzonsmönster förekommer sannolikt mindre sprickor och sprickzoner, vilkas utbredning måste klarläggas vid mer detaljerade studier.

Deformationszoner i tid och rum

De äldsta deformationszonerna i Södermanlands län är de plastiska skjuvzoner i vilka deformationen kan begränsas till tidsintervallet ca 1850-1600 miljoner år. Som framgår av Figur 13 förekommer sprickzoner utmed flera av de plastiska skjuvzonerna, vilket tyder på att dessa reaktiverats vid senare spänningsutlösningar när bergarterna låg högre upp i jordskorpan. Den exakta åldern på sprickzonerna i Södermanlands län är svårbestämd. De bildades under den långa tidsrymden från ca 1600 till mindre än för ca 470 miljoner år sedan. Rörelser har förmodligen skett åtskilliga gånger längs vissa förkastningar.

Den nuvarande berggrundsytan i länet motsvarar i grova drag den plana erosionsyta som utbildades i senprekambrisk tid (för mer än 545 miljoner år sedan), det s.k. subkambriska peneplanet. Stora nivåskillnader över korta avstånd i denna berggrundsytan beror på senare förkastningsrörelser. Detta ger möjlighet att avgöra de relativa rörelserna vid några av de större förkastningarna och begränsar delvis även tiden när rörelsen kan ha skett. Förskjutningar av diabasgångar kan på samma sätt hjälpa till att bestämma typen av och åldern på rörelser längs några av förkastningarna.

I Figur 12 syns tydligt att det norra blocket har rört sig nedåt längs förkastningszonerna, som stryker i O-V-lig riktning, dels väster om Nyköping (Kilaåns dalgång), dels söder om Mälaren, i Eskilstuna-Strängnästrakten. De O-V-liga förkastningarna i den norra delen av länet markerar norra gränsen på ett stort upplyft berggrundsblock mellan Bråviken-Roxenområdet i söder och Mälaren i norr. Förekomsten av fanerozoiska, sedimentära bergarter väster om länet (i Örebrotrakten), som är begränsade av samma O-V-liga förkastningar, bekräftar förekomsten av rörelser under fanerozoisk tid i Södermanland, senare än för ca 470 miljoner år sedan. I ett geologiskt perspektiv är sådana rörelser relativt unga. Även vissa av sprickzonerna med NNW-lig riktning, t.ex. ett flertal sprickzoner norr om Strängnäs, påverkar tydligt det subkambriska peneplanet. Horizontella förskjutningar, som måste skett senare än för ca 1550 och lokalt även ca 1000 miljoner år sedan eftersom de påverkat vissa diabaser, har dokumenterats längs några förkastningar i Nyköpings kommun /1, 11, 13, 17, 18, 23/.

I kapitlet om jordarter behandlas sen- till postglaciala rörelser i jordskorpan, inklusive jordskalv.

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

Kännedomen om jordartsgeologin i Södermanlands län grundar sig främst på den kartläggning som SGU har genomfört i området efter 1972 /44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61 samt pågående arbete av A. Lindén/ och på olika specialarbeten.

Isavsmältning och postglacial utveckling

Den senaste inlandsisen avsmälte från området mellan 11 400 och 10 300 år sedan /62, 63/, och isfronten var i stort sett orienterad i VSV-lig riktning. I områdets södra del var isavsmältningen långsam, 20-50 m/år. Tidvis stod fronten där stilla eller t.o.m. ryckte fram. Den långsamma isavsmältningen, som orsakades av ett kallare klimat, varade 800 till 1 000 år och perioden benämns Yngre Dryas. För ca 10 700 år sedan inträdde en markant klimatförbättring, och isavsmältningen ökade till ca 200 m/år i områdets mellersta och norra delar. Under nedisningens huvudskede beräknas istäckets mäktighet ha varit mellan 2 000 och 2 500 m /64/, medan mäktigheten vid fronten var avsevärt mindre. När landisen avsmälte, började den av landisen nedtryckta jordskorpan att höja sig, först snabbt, senare i allt långsammare takt. Den högsta nivå till vilken Baltiska Issjön nådde var ca 154 m över nuvarande havsytan /65/. Strandförskjutningen var i början snabb. För ca 6 500 år sedan var under en kortare tid havsytans stigning större än landhöjningen och havsytan steg ca 4 m /66/. Strandförskjutningen har därefter varit jämn och är i dag omkring 0,4 m/100 år.

Jordarterna i området har bildats i samband med den senaste landisens avsmältning, s.k. glaciala jordarter, och tiden därefter, s.k. postglaciala jordarter. På en lokal i Nyköping påträffades i glaciala mo en lerklump, som sannolikt bildats under värmetiden före den senaste nedisningen /67/.

Jordarter och jorddjup

Bergblottningsgrad och jordartsfördelning

Bergblottningsgrad och jordartsfördelning framgår av översiktskartan i Figur 14. Berget är välblottat i länets södra och sydöstra delar. Också i andra områden finns stora bergmassiv, t.ex. ca 15 km sydväst om Mariefred och sydost om Näshultasjön. Morän dominerar i områdets norra och västra delar. I de södra delarna är morän i huvudsak begränsad till vissa randstråk. Isälvsediment förekommer dels som stora deltaliknande avlagringar, malmar, huvudsakligen i länets södra delar, dels som åsar, t.ex. Katrineholmsåsen och Eskilstunaåsen. Finkorniga sediment, övervägande leror, dominerar i söder och i Mälardalen i norr, medan utbredningen däremellan är koncentrerad till sänkor och dalgångar. Stora torvmarker finns i Kolmården sydväst om Nyköping och i området kring Katrineholm finns rikligt med torvmarker. En schematisk karta över jorddjupen i länet presenteras i Figur 15.

Glaciala jordarter

Morän är det av landisen upplockade, bearbetade och avlagrade osorterade materialet. Moränen i området är sandig, och moränytorna är i regel normalblockiga, se Figur 16a, i vissa begränsade områden blockrika. I området kring Strängnäs har lerig morän observerats. Moränytorna är vanligen jämna eller småkuperade, men i Mälardalsregionen förekommer rikligt med små moränryggar av typ De Geermoräner, t.ex. på Fogdön och väster om Eskilstuna. Moränens mäktighet varierar. Inom områden med täta hållblottningar är moräntäcket i regel endast några meter, medan inom stora sammanhängande moränområden kan mäktigheten vara

omkring 5 m. Lokalt har noterats moränmäktigheter på 10 till 20 m. Den leriga moränen var på en lokal 14 m mäktig.

Isälvsedimenten har transporterats och sorterats i isälvar i och under isen och avlagrats vid isfronten under avsmältningen. Grus och sand dominerar. Deltaliknande isälvsavlagringar förekommer i områdets södra del. De har avsatts under perioder då isfronten var i det närmaste stillastående och kan ha komplex uppbyggnad med inslag av såväl morän som finkorniga sediment. Den totala mäktigheten är ofta 10 till 20 m, men kan vara 40 till 50 m. I övrigt har isälvsavlagringarna ofta formen av åsar, se Figur 16b, som kan följas långa sträckor och vara av betydande storlek. I de stora åsarna är mäktigheten ofta 10 till 20 m och ibland större. I Badelundaåsen, ca 12 km sydost om Eskilstuna, noterades vid geoelektriska mätningar 40 till 60 m isälvsediment.

Glacial lera, se Figur 16c, har avsatts av smältvatten från den retirerande isen och på ett visst avstånd från fronten. Den glaciala leran har mycket stor utbredning i området. Mäktigheten varierar. I små sänkor är leran vanligen omkring 5 m. I stora dalgångar och inom slättområden är mäktigheten ofta 10 till 15 m, lokalt 15 till 25 m. Den största kända mäktigheten på glaciala finkorniga sediment, 50 m, är från dalgången VNV om Nyköping.

Postglaciala jordarter

Postglaciala sediment utgör omlagringsprodukter av glaciala jordarter och har bildats efter det att landisen lämnat området. Svallsediment, klapper, grus och sand uppträder i anslutning till isälvsavlagringar och exponerade moränhöjder. Mäktigheten är vanligen några meter, men kan ibland vara större, som på Larslundsmalmen 8 km VNV om Nyköping, där svallsedimenten är närmare 12 m mäktiga.

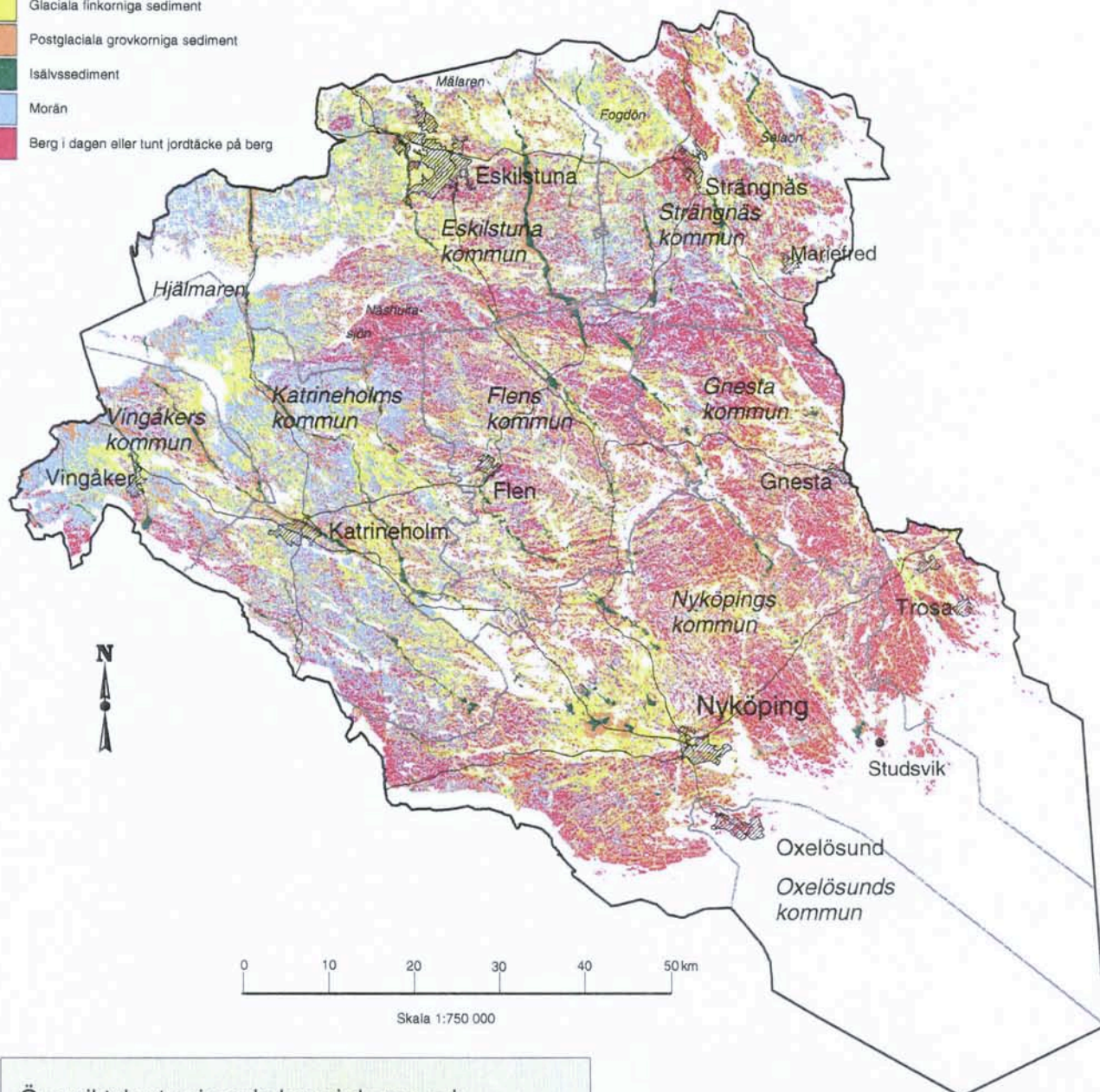
Postglaciala finkorniga sediment, vanligen olika leror, har avsatts i vikar och från havet avsnörda bassänger. Dessa leror, som är grå till färgen och sällan mer än 5 m mäktiga, överlagras i regel glacial lera och förekommer i lågt liggande delar av sänkor och dalgångar, se Figur 16d. Stor utbredning har postglaciala leror främst i områdets norra del i anslutning till Mälaren.

Organiska jordarter domineras av torv. Både kärr och mossar förekommer och torvmäktigheten är i regel några meter, i de stora torvmarkerna upp till 5 m.

Sen- och postglaciala rörelser i jordskorpan inkluderande jordskalv

Sen- och postglaciala rörelser i jordskorpan, som ger sig tillkänna som sprickbildningar, förkastningar och seismisk aktivitet, har dokumenterats från norra Sverige /68, 69/. En granskning och sammanfattning av denna typ av rörelser i Sverige har gjorts av Muir Wood /70/. Mörner /71, 72, 73/ anser att sådana rörelser förekommit också i andra delar av landet, huvudsakligen som en följd av den snabba landhöjningen i samband med landisens avsmältning, och bl.a. att det i Kolmårdenområdet förekommit cykliska rörelser i jordskorpan. Bortsett från ett

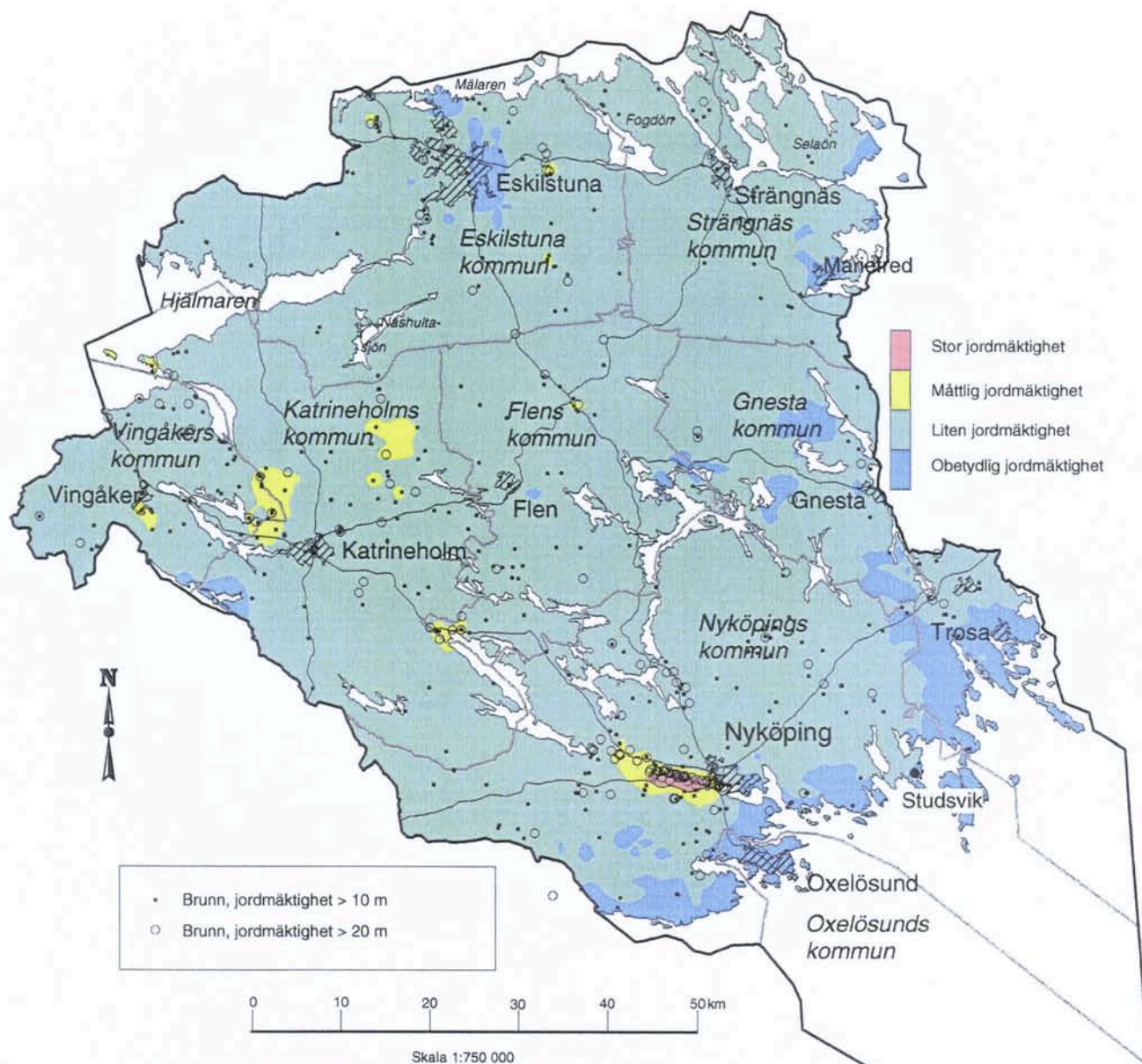
Jordarter



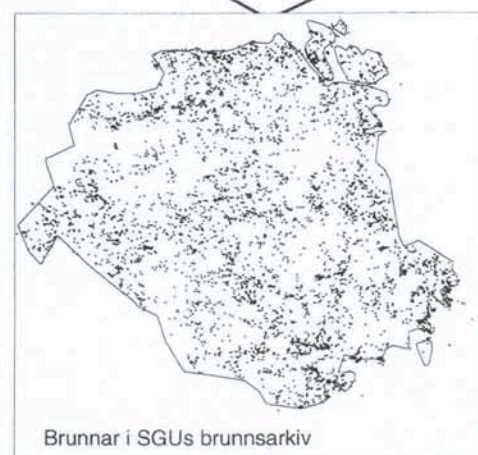
Översiktsskarta visande berg i dagen och jordartsfördelningen i Södermanlands län. Kartan grundar sig på den jordartsgeologiska kartläggningen i skala 1:50 000 som SGU genomfört i området mellan åren 1972 och 1997 och som publicerats i serie Ae.

Vissa förändringar i den ursprungliga jordartsindelningen har gjorts. Jordartsinformationen finns digitalt lagrad.

Figur 14. Översiktsskarta visande berg i dagen och jordartsfördelningen i Södermanlands län (sammanställning juni 1997)



Karta visande jordmäktighet baserad på interpolation av ca 6800 brunnar i SGUs brunnarsarkiv. Den lilla kartan visar antalet brunnar och deras geografiska fördelning. Med obetydlig jordmäktighet avses huvudsakligen mäktigheter mindre än 1 m, med liten jordmäktighet 1 till 5 m, med måttlig jordmäktighet 5 till 10 m och med stor jordmäktighet mer än 10 m. Lokala avvikelser förekommer. Brunnar med jordmäktighet större än 10 m respektive 20 m har markerats i svart.



Figur 15. Jordmäktighet i Södermanlands län (sammanställning juni 1997)



Figur 16. Jordarter i Södermanlands län. a) Den sandiga moränen har vanligen normalblockig yta. Bilden är tagen ca 5 km söder om Katrineholm och visar en typisk normalblockig moränyta. Foto Ch. Persson 1976. b) I södra Södermanland bildar isälvsedimenten ofta deltaliknande avlagringar, medan i övriga delar av länet isälvsavlagringarna vanligen har åsform. Bilden visar ett åsavsnitt vid Djulfors, ca 12 km sydost om Katrineholm. Foto Ch. Persson 1979



Figur 16. Jordarter i Södermanlands län. c) I anslutning till landisens avsmältning avsattes på ett visst avstånd från isfronten det finkornigaste materialet som glacial lera. Den glaciala leran i området är i regel tydligt varvig beroende på årstidsväxlingar i isavsmältningen. Varje varv representerar ett år och består av ett sommar- och ett vinterskikt. Bilden är tagen vid St. Malm ca 10 km sydost om Katrineholm. Foto Ch. Persson 1979. d) Den postglaciala lerans övre del innehåller i regel en del organiskt material och benämns då gyttjelera. Områden med gyttjelera är svårbrukade och används ofta som betesmark. Bilden visar ett område med gyttjelera vid Dagöholm, ca 11 km sydväst om Flen. Foto Ch. Persson 1979

antal registrerade jordskalv har inga sådana rörelser påvisats i området vid SGUs geologiska kartläggning. De störningar i form av förkastningar och moräninlagringar som noterats i isälvsediment, främst i länets södra del, har tolkats som orsakade av rörelser i isfronten i samband med den i området mycket oroliga isavsmältningen.

Sammanställningen av jordskalv i Norden i Figur 5 visar att Södermanlands län ligger öster om ett bälte inom vilket relativt många jordskalv har registrerats. Bältet sträcker sig från sydvästra Sverige till södra Norrlandskusten och vidare norrut längs kusten. Enligt uppgifter från samma databas finns 8 skalv registrerade från länet, se Figur 17. Det äldsta registrerade skalvet inträffade 1754 strax söder om Eskilstuna och hade magnitud 3,0. Under 1800-talet inträffade fyra skalv med magnituder mellan 2,4 och 3,1. Skalven uppträdde norr om Nyköping, 25 km väster om Katrineholm, strax norr om Eskilstuna och ca 30 km VSV om Nyköping i Kolmården. Under 1900-talet har hittills tre skalv registrerats. Två av dessa ägde rum strax norr om Nyköping och Eskilstuna 1909 och hade magnitud 2,2. Det tredje skalvet uppträdde drygt 15 km söder om Flen och hade magnitud 0.

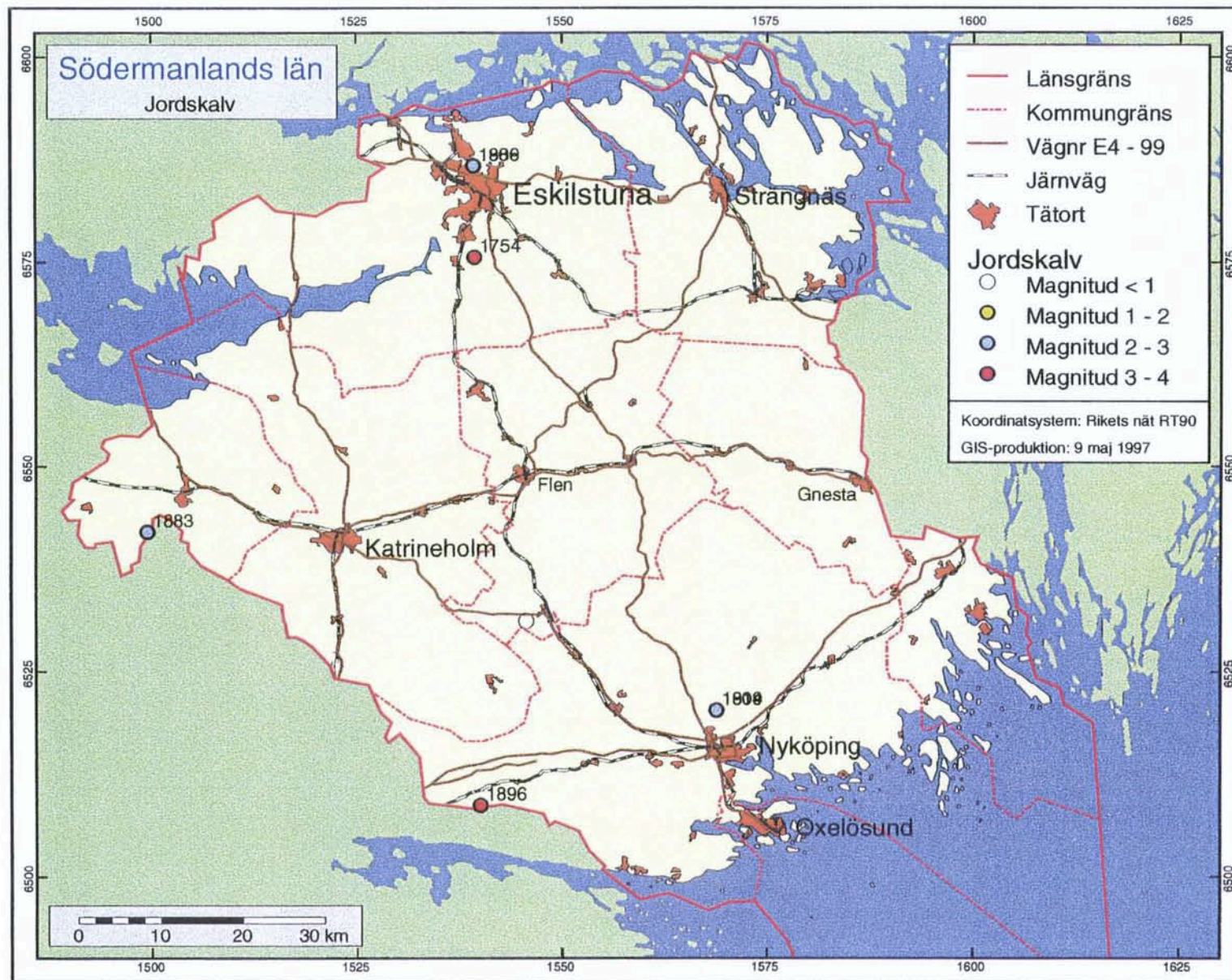
8 Hydrogeologi

I grundvattenkartan med beskrivning över Södermanlands län /8/ redovisas bl.a. grundvatten-tillgångar, grundvattnets kvalitet, hydrologi, vattenförsörjning och insamlade grundvatten-utredningar. I föreliggande sammanställning av de hydrogeologiska förhållandena i länet har detta material kompletterats med analyser av Lantmäteriverkets höjddata, SMHIs avrinnings-data och data från SGUs brunnsarkiv. Syftet har varit att beskriva grundvattnets strömnings-mönster och berggrundens hydrauliska konduktivitet (genomsläpplighet). För att beskriva grundvattnets kemiska status i Södermanlands län jämfört med övriga landet har även grundvattenkemiska data från SGUs brunnsarkiv bearbetats.

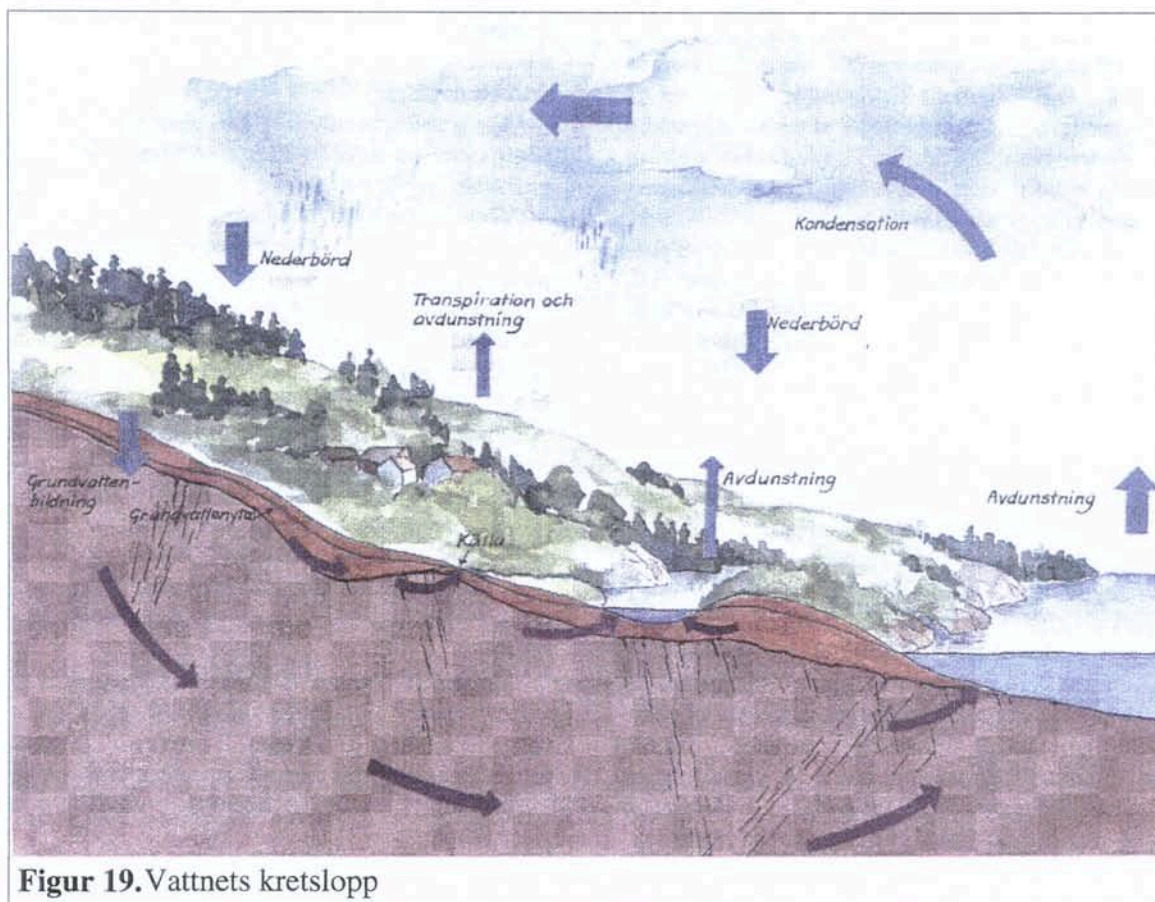
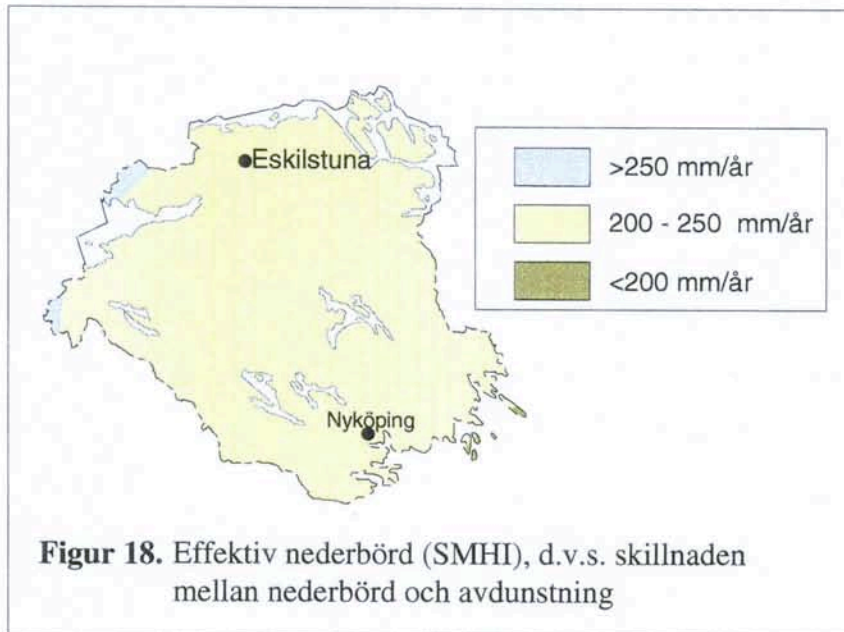
Grundvattnets bildning och strömning

Grundvattnet ingår i det hydrologiska kretsloppet /6, 74/. Av den nederbörd som faller i länet avdunstar ungefär två tredjedelar /8/. Återstoden tillförs grundvattnet, med undantag för en mindre del, som rinner av från markytan till sjöar och vattendrag. När de övre marklagren har nått en viss vattenmättnad, sjunker överskottet vidare ned i marken och bildar grundvatten. Genom tyngdkraftens inverkan rör sig sedan grundvattnet från högre terrängavsnitt mot lägre. Vilka vägar det tar och hur fort strömningen sker, beror på grundvattenytans lutning samt jordlagrens och berggrundens genomsläpplighet. Områden där grundvattnets strömning är uppåtriktad benämns utströmningsområden. I de fall trycknivån ligger högre än marknivån kan källor och våtmarker bildas. Grundvatten strömmar också ut i botten av sjöar och vattendrag.

Grundvattenbildningen bestäms av markens infiltrationskapacitet och den effektiva nederbörden (skillnaden mellan nederbörd och avdunstning). Den effektiva nederbörden i Södermanlands län framgår av Figur 18. Den har beräknats utifrån en vidareutveckling av den metod som använts för beräkning av avrinning /75/. Endast en mindre del av det vatten som infiltreras i marken tillförs berggrunden beroende på dess, i förhållande till jordlagrens, mycket låga genomsläpplighet och obetydliga magasinerande förmåga.



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



Den ytliga grundvattenströmningen i jordlagren och berggrundens övre delar styrs till största delen av de lokala topografiska förhållandena, se Figur 19 /74/. 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 (hydrauliska konduktivitet). 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.

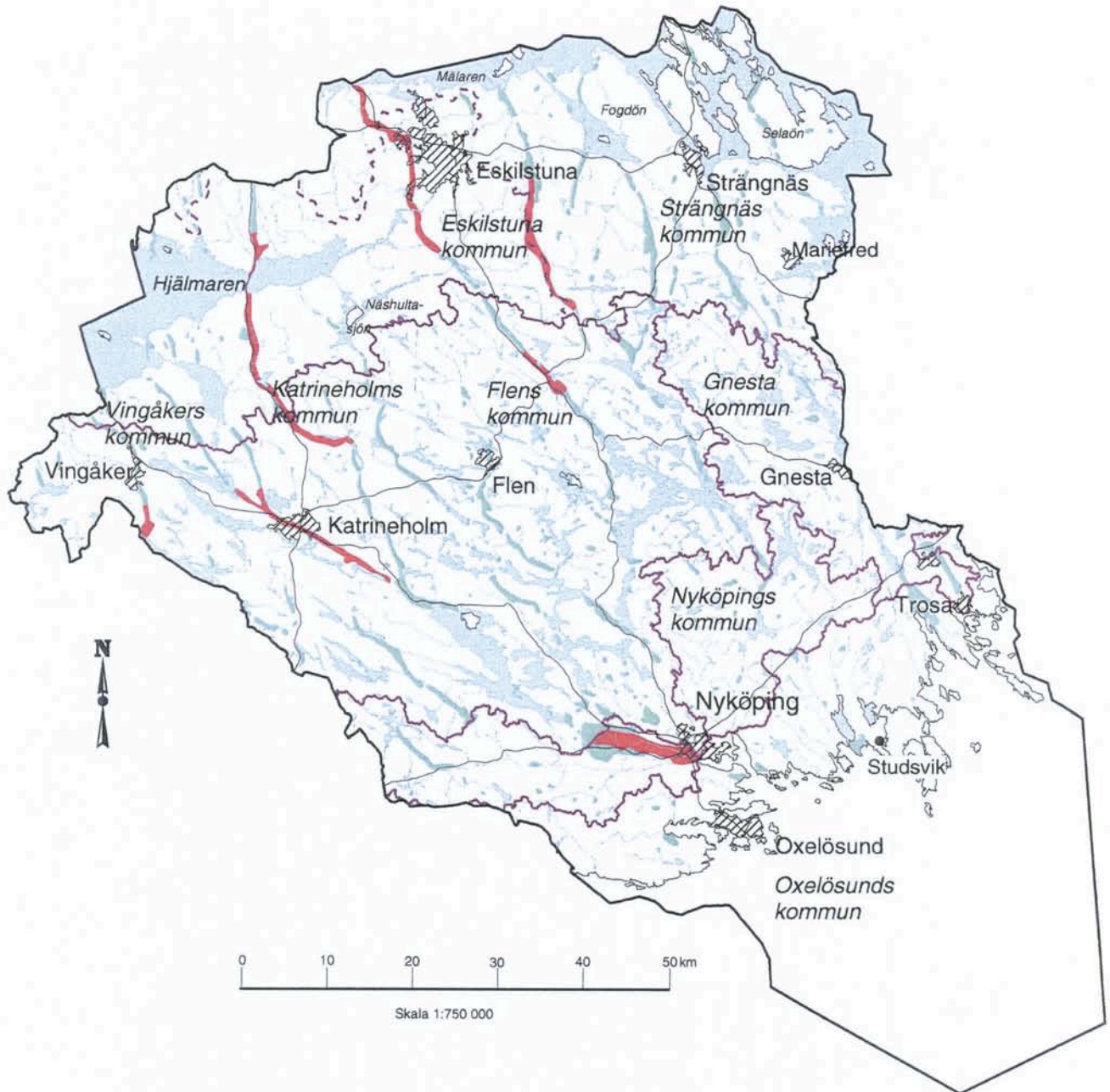
Höjdskillnaderna i Södermanlands län är små, se Figur 12, med en högsta marknivå 123 m.ö.h. Höjdområdena i de centrala och sydvästra delarna av länet kan betraktas som inströmningsområden av regional karaktär. Det är i första hand i dessa delar av länet som grundvattnets djupa, långa strömbanor kan utbildas. Grundvattnets strömning i det regionala perspektivet sker sedan mot de låglänta delarna av länet och mot kusten där de långväga strömbanorna istället blir uppåtriktade. Utströmningen av grundvatten sker i första hand till större vattendrag och sjöar samt till Östersjön.

En faktor som påverkar grundvattnets utströmning i det långsiktiga perspektivet är den landhöjning som pågått sedan den senaste nedisningen. Landets höjning medför att landytan ökar och att strandnivån förskjuts utåt, s.k. strandförskjutning. Strandförskjutningen är i dag omkring 0,4 m/100 år.

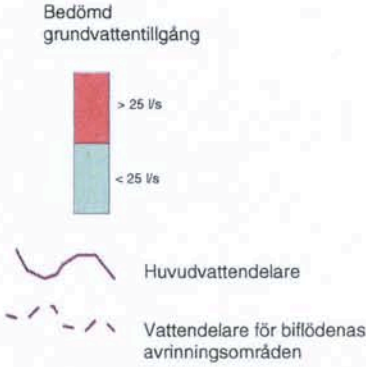
Länets sjöar, vattendrag och avrinningsområden med tillhörande vattendelare framgår av Figur 20 /75/. Avrinningsområdena delas in i huvudavrinningsområden och biflödenas avrinningsområden. Huvudavrinningsområden har sin utloppspunkt i havet och är större än 200 km². Biflödenas avrinningsområden är större än 1000 km² och har sin utloppspunkt i ett större vattendrag. Av Figur 20 framgår att i en stor del av Södermanlands län sker ytvattnets avrinning via Nyköpingsån. I de nordvästra delarna av länet sker avrinningen till Hjälmaren och Mälaren. Grundvattnets lokala och regionala strömning följer i huvudsak ytvattnets avrinningsvägar. Det kan dock inte uteslutas att grundvatten som bildas i höjdområden utanför länet, utbildar djupa, långa strömbanor som avviker från det regionala avrinningsmönstret, d.v.s. som skär huvudvattendelarna.

Grundvattentillgångar

Grundvattentillgångar av regional betydelse i Södermanlands län återfinns i de stora stråken med isälvsavlagringar, t.ex. Enköpingsåsen, Badelundaåsen och Katrineholmsåsen /8/. Genom att stora grundvattenmängder kan lagras och transporteras i isälvsavlagringarna, har dessa fått stor betydelse för den kommunala vattenförsörjningen i länet. I Figur 20 redovisas bedömda grundvattentillgångar i åsarna enligt SGUs grundvattenkarta över Södermanlands län /8/. 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.



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



Figur 20. Grundvattentillgångar och vattendelare i Östergötlands län

Berggrundens genomsläpplighet

Berggrundens genomsläpplighet (hydrauliska konduktivitet, K) i Södermanlands län har beräknats /76/ med hjälp av uppgifter om brunnsdjup, avsänkning och uttagskapacitet från ca 4200 brunnar i SGUs brunnarkiv. Den beräknade hydrauliska konduktiviteten för brunnarna varierar i allmänhet mellan 10^{-6} och 10^{-9} m/s. Medianvärde för beräknat K är $2,2 \times 10^{-8}$ m/s. Vid beräkningen har brunnar med mindre djup än 20 m i den kristallina berggrunden samt brunnar med större totaldjup än 140 m uteslutits. Vidare har samtliga energibrunnar uteslutits eftersom de vanligtvis är mycket djupa. Koncentrationen av energibrunnar till tätorter skulle därmed ge skenbart lägre genomsläpplighet i dessa områden. Beräknade värden bedöms vara representativa för berggrundens genomsläpplighet ned till ca 100 m djup.

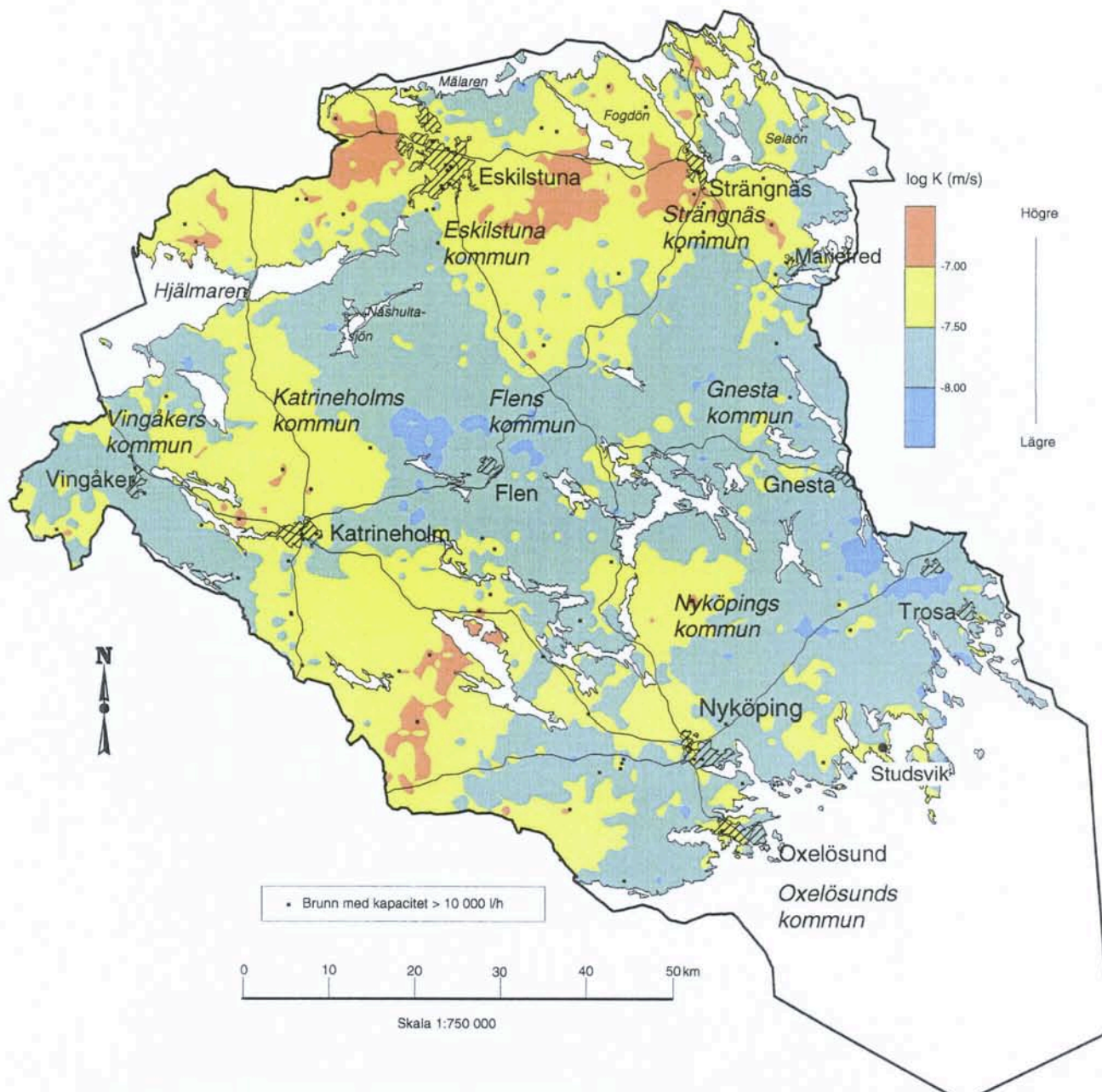
Berggrundens hydrauliska konduktivitet har, baserat på en geostatistisk analys, interpolerats över länet, se Figur 21. Resultatet visar de regionala skillnaderna i genomsläpplighet. Lägsta värden erhålls i de centrala och östra delarna av länet. Lokalt kan dock variationerna vara stora, främst beroende på om vattenförande sprickzoner påträffats vid brunnborrningen. Av figuren framgår därför även läget för samtliga registrerade brunnar i länet med en bedömd uttagskapacitet överstigande 10 000 l/tim (166 st).

Erfarenheter från borrhålsundersökningar visar att genomsläppligheten i den kristallina berggrunden avtar med djupet /77/. Skillnaden i hydraulisk konduktivitet mellan nivån 100 m och 500 m under markytan kan uppgå till flera tiopotenser, vilket har stor betydelse för grundvattnets uppehållstid och strömningsvägar. Dessutom kan förhöjda salthalter i grundvattnet förväntas inom hela länet på de djup som är aktuella för ett förvar. 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.

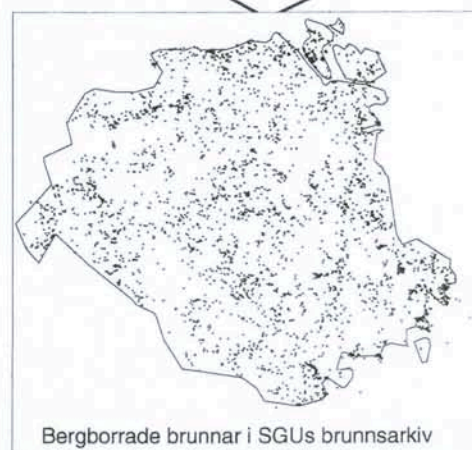
Grundvattnets kemi

Beskrivningen av grundvattnets kemiska status baseras på en jämförelse mellan ca 600 bergborrade brunnar i Södermanlands län och ca 10 000 brunnar från övriga delen av landet /7/, 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.

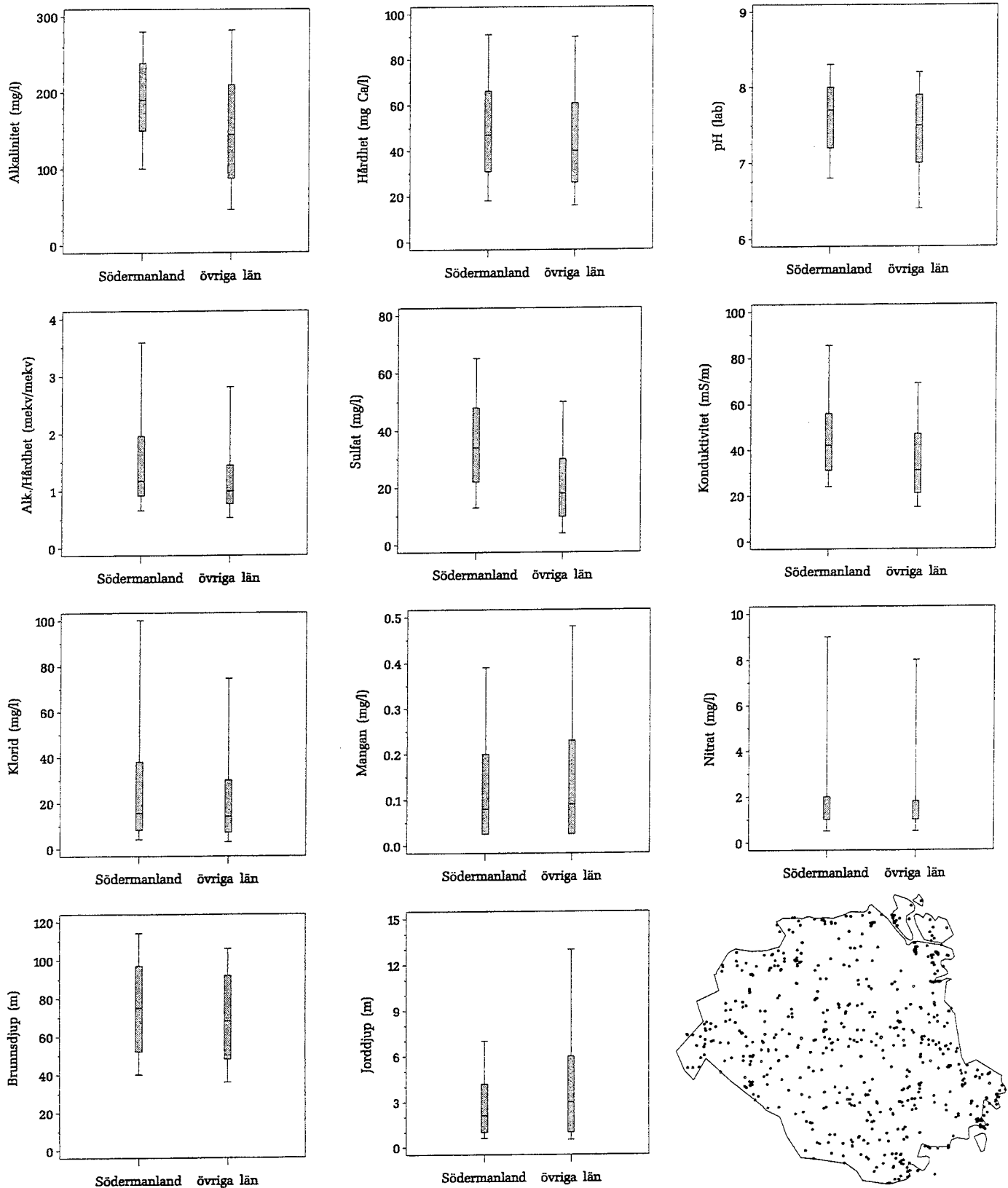
Vittringsberoende variabler som alkalinitet, totalhårdhet (Ca + Mg), pH och konduktivitet har högre värden i Södermanlands län än i övriga landet. Huvudorsaken till detta är att länet befinner sig under högsta kustlinjen vilket bl.a. innebär att områden med finkorniga jordarter ger stort tillskott av vittringsbenägna variabler. Kvoten mellan alkalinitet och totalhårdhet är något större än riksgenomsnittet vilket tyder på att antropogen påverkan av starka syror från nederbörden är mindre än i övriga län. Under "naturliga" förhållanden är kvoten nära 1, d.v.s. alkaliniteten och totalhårdheten är ungefär lika. Liten försurningspåverkan kan vara en förklaring till de höga pH-värdena. Nitrathalten har ungefär samma medianvärde som övriga delar av landet.



Berggrundens genomsläpplighet (hydrauliska konduktivitet, K) i Södermanlands län. Analys baserad på ca 4200 bergborrade brunnar i SGUs brunnarsarkiv.



Figur 21. Berggrundens genomsläpplighet i Södermanlands län (sammanställning juni 1997)



Antal analyser i Södermanlands län och övriga delen av landet:

	HCO ₃	Hårdhet	pH	HCO ₃ /Hårdhet	SO ₄	Konduktivitet	Cl	Mn	NO ₃	Jorddjup	Brunnsdjup
Södermanland	664	656	665	655	235	637	664	515	514	511	665
Övriga län	11083	10412	11405	10394	6955	8629	10136	8903	8241	7883	11420

Figur 22. Grundvattnets kemi samt brunnsdjup och jorddjup för bergborrade brunnar i Södermanlands län jämfört med övriga delar av landet. Brunnar i lättvittrade, huvudsakligen sedimentära bergarter har inte beaktats. 10-percentil, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och 90-percentil redovisas i form av "box-plottar". Uppgifter från brunnsarkivets kemiarkiv som visas i insättskantan.

Kloridhalterna är ungefär lika höga som i övriga län (se även Figur 7 i inledningen). Höga kloridhalter är typiska för låglänta områden under högsta kustlinjen (HK, se röd linje på Figur 7), där relik saltvatten är vanligt förekommande. Förhöjda kloridhalter vid uttag av grundvatten i kustnära områden kan också orsakas av inträngning av salt vatten från Östersjön. Den högsta kloridhalten som uppmätts i bergborrade brunnar i länet uppgår till 2100 mg/l att jämföra med Östersjön och världshaven som har halter omkring 4000 respektive 20 000 mg/l. Sannolikt styrs förekomsten av relik saltvatten under HK till stor del av de topografiska betingelserna. I flacka och låglänta områden är grundvattnets omsättning generellt sett långsammare än i kuperad terräng med omväxlande höjd och lågområden, vilket påverkar takten av "ursköljning" av det salta vattnet med sött grundvatten. Södermanlands län ligger under högsta kustlinjen och har förhållandevis flack terräng. Jämfört med t.ex. Uppsala län, som också ligger under högsta kustlinjen, har Södermanlands län något lägre kloridhalt. Detta kan förklaras av en något mer kuperad landskapsbild i Södermanlands län.

Grundvattnet i länet bedöms i allmänhet ej vara aggressivt med hänsyn till höga pH-värden, hög totalhårdhet samt en tämligen hög alkalinitet i förhållande till sulfathalten. Jorddjup och brunnsdjup avviker inte nämnvärt från övriga delar av landet och bidrar därför inte till att förklara skillnader i grundvattenkemi.

9 Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar

Sammanfattande slutsatser

Berggrunden i Södermanlands län utgörs huvudsakligen av kraftigt omvandlade äldre (ca 1890-1870 miljoner år) djupbergarter och metasedimentära bergarter. Massiv av yngre granit återfinns i länets sydvästra och norra delar, medan metavulkaniska bergarter förekommer mycket sparsamt. Diabasgångar uppträder i vissa stråk, främst med VNV-lig strykningsriktning, samt som enstaka gångar i N-S. De dominerande bergarterna är generellt sett gynnsamma ur säkerhets- och byggnadsteknisk synpunkt. Större massiv av yngre granit kan utgöra en lämplig värdbergart för ett djupförvar medan metavulkaniska bergarter och diabasgångar är generellt sett olämpliga.

Information om *berggrundens homogenitet* föreligger från ungefär hälften av länet, från de delar som täcks av modern geologisk kartläggning, se Figur 2. Inhomogeniteter förekommer i form av t.ex. gångbergarter, ådror, inneslutningar och sprickor. De dominerande bergarterna, äldre djupbergarter och metasedimentära bergarter, är i dessa delar sällan helt homogena över större områden. Dock förekommer områden som är i stort sett homogena i ett större perspektiv (10 - 100 m-skala) även om de i dm-skala är inhomogena. Några större områden med yngre granit i norra och sydvästra delarna av länet är i vissa fall tämligen homogena, i övrigt är de yngre graniterna ofta pegmatitiska och inhomogena.

Beträffande *mineral- och bergartsresurser* inom Södermanlands län kan konstateras att även om ingen malmbrytning pågår för närvarande finns flera potentiellt malmförande stråk i länet. Det mest betydande av dessa stråk utgörs av ett område från Tunaberg i SV till Vagnhärad i NO. I Tunabergsområdet har för övrigt undersökningstillstånd beviljats för prospektering efter framför allt zink inom betydande arealer. Den berggrund som bedöms vara potentiellt malmförande är i huvudsak de metavulkaniska bergarterna. Bland bergartsresurserna kan nämnas bergtäkter för krossberg samt kalksten som brutits i liten skala. Vidare finns potential för brytning av kvarts och fältspat i pegmatit.

Flera *plastiska skjuvzoner* som tillhör ett viktigt system av skjuvzoner i östra delen av centrala Sverige uppträder i länet. I söder varierar riktningarna från O-V till NV medan i norra hälften av länet är riktningarna O-V till VNV. Zonerna är från några hundra meter upp till 2-3 km breda. I sydväst bildar de ett sammanflätat nätmönster runt mera välbevarade tektoniska linser. *Sprickzoner* med i huvudsak riktningar mellan O-V och N-S (NV är den dominerande riktningen) återfinns i hela länet. Flera av zonerna kan följas flera tiotal kilometer och bredden kan vara upp till några hundra meter. Vissa förkastningar har påverkat det s.k. subkambriska peneplanet samt begränsar i sin förlängning västerut, utanför länet, fanerozoiska sedimentära bergarter. Dessa förkastningar är därmed yngre än ca 470 miljoner år, vilket i ett geologiskt perspektiv kan betraktas som tämligen unga rörelser.

Bland *jordarterna* har morän stor utbredning framför allt i länets norra och västra delar. I söder samt i Mälardalen i norr dominerar finkorniga sediment, övervägande leror. I övrigt förekommer finkorniga sediment framför allt i sänkor och dalgångar. Berget är välblottat framför allt i kustområdet och i övriga delar av länet är jordmäktigheten obetydlig till liten, d.v.s. mindre än 5 m. Endast inom några få mindre områden, exempelvis nordväst om Nyköping och norr om Katrineholm har jordmäktigheter över 20 m noterats.

Hela länet ligger öster om ett bälte där *jordskalv* förekommer mer frekvent. Bortsett från ett mycket litet antal jordskalv har i samband med SGUs geologiska kartläggning inga observationer gjorts som indikerar att några andra *sen- och postglaciala rörelser* skett. *Landhöjningen*, eller egentligen strandförskjutningen som betecknar samspelet mellan landets höjning och havsytans höjning eller sänkning, uppgår till 0,4 m per 100 år.

Ur *hydrogeologisk synvinkel* kan konstateras att berggrundens genomsläpplighet i Södermanlands län visar på normala förhållanden, d.v.s. stora lokala variationer och mindre regionala skillnader. De lägsta värdena har erhållits i de centrala och östra delarna av länet. Grundvattnets djupa, långa strömbanor utbildas i höjdområdena i de centrala och västra delarna av länet. Utströmning sker i första hand till större vattendrag och sjöar samt till Östersjön. Grundvattentillgångar av regional betydelse i länet återfinns i de stora stråken med isälvsavlagringar. Grundvattnets kemiska sammansättning är i stort sett normal jämfört med övriga områden under högsta kustlinjen. Relativt höga pH-värden tyder på liten försurningspåverkan.

Områden lämpliga för vidare undersökning

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

- En homogen berggrund.
- En berggrund som inte utgör en potentiell mineral- eller bergartsresurs.
- Avsaknad av större deformationszoner (plastiska skjuvzoner, sprickzoner och förkastningar).
- Inga indikationer på sen- och 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 dessa villkor återfinns inom stora domäner mellan plastiska skjuvzoner. Dessa domäner genomkorsas dock av uthålliga sprickzoner som också måste 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.

Södermanlands län har, ur geologisk synvinkel, indelats i områden som bedöms lämpliga eller olämpliga för vidare studier med syfte att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle, se Figur 23. 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 befintligt material.

Bedömningen baseras på länets förutsättningar med avseende på berggrundens sammansättning, framtida prospekteringsintresse och tolkade deformationszoner. Detaljerade undersökningar, exempelvis förstudier av enskilda kommuner och platsundersökningar, krävs dock för att identifiera var berggrundsblock finns som uppfyller ovannämnda förutsättningar och andra krav som ställs på ett djupförvar. Generellt kan konstateras att frekvensen av jordskalv är låg i hela länet och några tecken på andra sen- och postglaciala rörelser har inte observerats vid SGUs geologiska kartläggning av länet. Dock hävdar vissa forskare att sådana rörelser har förekommit. Jordtäckets sammansättning och mäktighet samt de hydrogeologiska förhållandena är generellt sett gynnsamma i hela länet och har inte legat till grund för att gradera områden med olika geologiska förutsättningar. Någon rangordning mellan intressanta områden är inte möjlig på befintligt material.

I samband med förstudien i Nyköpings kommun /78/ gjordes en bedömning ur geologisk synvinkel av områden inom kommunen som ansågs lämpliga för vidare undersökning, se Figur 24. Dessa områden finns även redovisade i Figur 23.

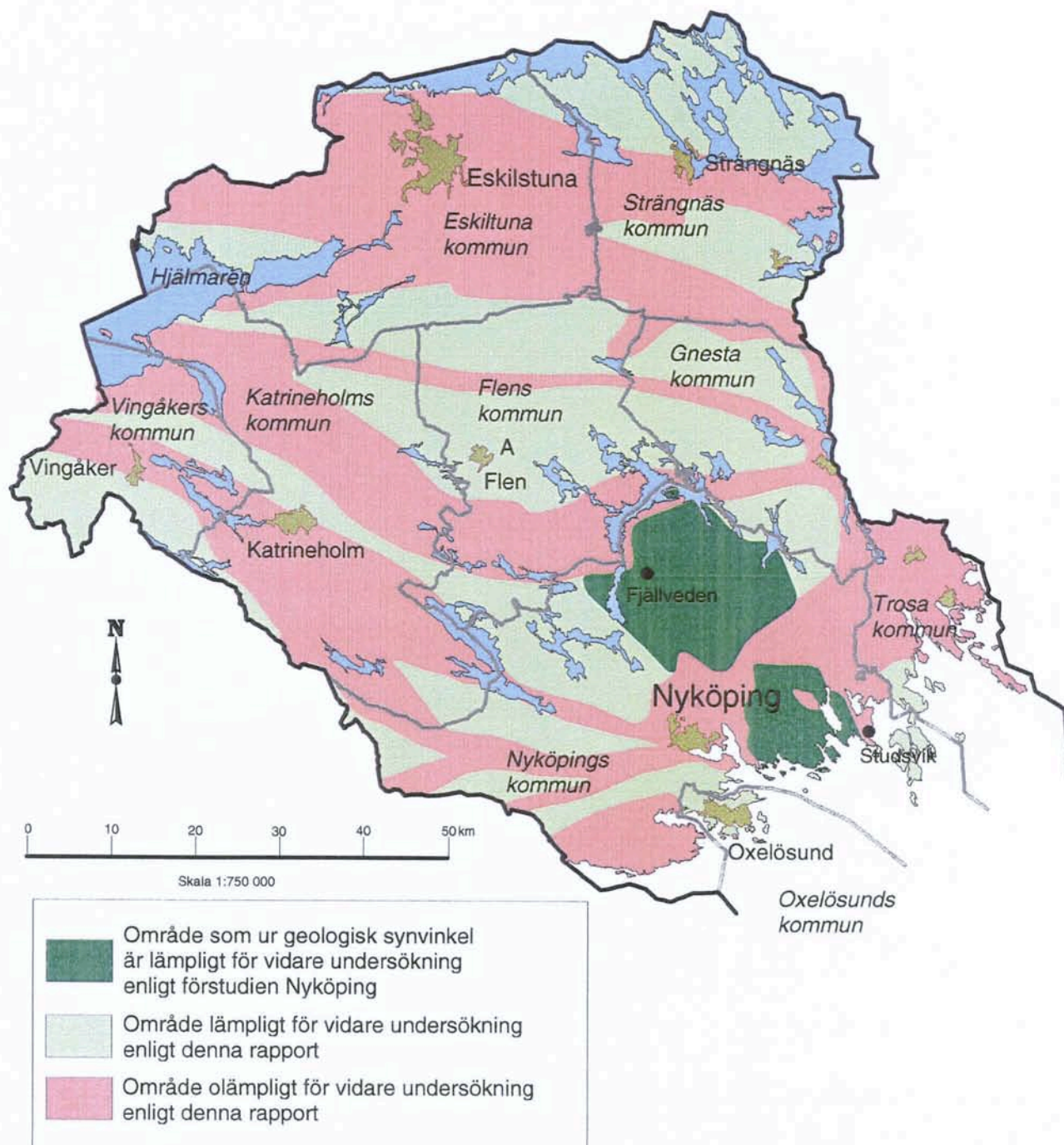
De områden inom Södermanlands län som ur geologisk synvinkel har bedömts vara **olämpliga** för vidare undersökning, se Figur 23, är följande:

- Flera större områden mellan Hjälmarens och Mälarens, mellan Katrineholm och Flen samt mellan Vingåker och söder om Katrineholm ned till sydvästra delen av Nyköpings kommun. Inom dessa områden uppträder metavulkaniska bergarter som kan vara av intresse för mineralprospektering. Områdena genomkorsas också av flera plastiska skjuvzoner. Det bedöms dessutom att det inom området mellan Hjälmarens och Mälarens finns fler sådana skjuvzoner än vad som indikerats i denna studie.
- Områdena från Trosa till nordost om Nyköping samt sydväst om Oxelösund vilka är potentiellt intressanta för mineralprospektering. Både norr om Trosa och söder om Oxelösund uppträder dessutom framtolkade plastiska skjuvzoner.
- Ett smalt område som sträcker sig från Hjälmarens österut mot Gnesta. I väster återfinns en mäktig diabasgång och längre österut en framtolkad plastisk deformationszon.

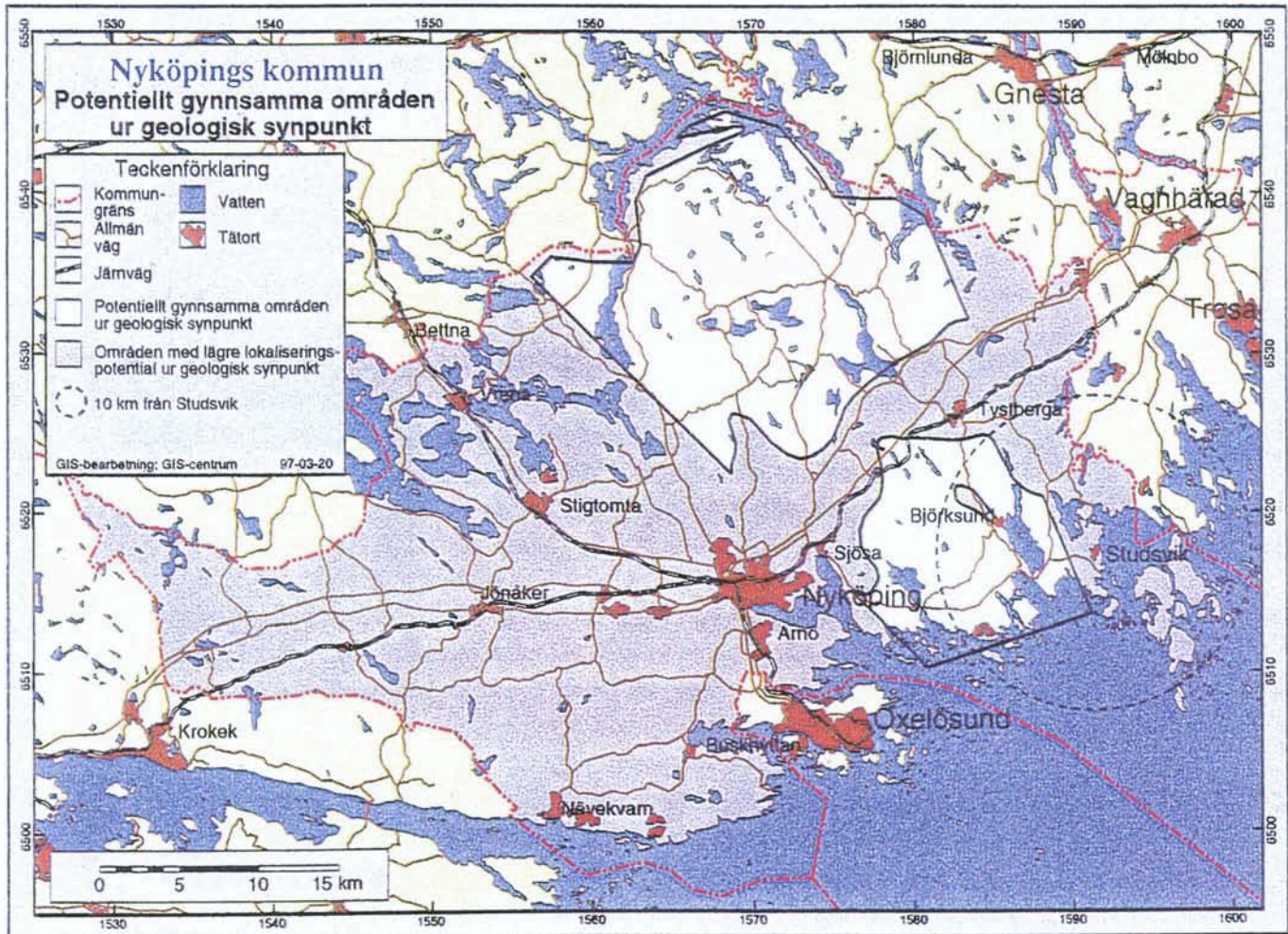
Som framgår av Figur 23 finns det ett tiotal större områden i länet som bedöms att vara **lämpliga** för vidare undersökning. Områdena är i huvudsak orienterade i O-V- till VNV-lig riktning vilket avspeglar mönstret av deformationszoner och bergartsgränser. Bergarterna i dessa

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

Områden som ur geologisk synvinkel är intressanta för vidare undersökning enligt förstudien Nyköping har tagits från SKBs preliminära slutrapport för kommunen /78/.



Figur 23. Översiktlig bedömning ur geologisk synvinkel av berggrundens lämplighet för vidare undersökning i Södermanlands län. Området A refereras till i texten



Figur 24. Områden i Nyköpings kommun vilka, ur geologisk synvinkel, är intressanta för vidare undersökningar för att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle, enligt förstudien Nyköping /78/. Avståndet 10 km från Studsvik är också markerat i kartan.

områden består av omvandlade, äldre granitoider och metasedimentära bergarter (huvudsakligen ådergnejser). I något fall förekommer även yngre granit. Regionalt betydande plastiska skjuvzoner har inte påvisats i dessa områden och bergarterna är inte intressanta ur prospekterings synpunkt. Som tidigare påpekats är det berggrundsblocken mellan de uthålliga sprickzonerna och stråken av isälvsavlagringar som kan bli aktuella för lokalisering av ett djupförvar.

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

- I närheten av Flen (A i Figur 23) finns ett mindre område med metavulkaniska bergarter.
- Gångbergarter förekommer inom större delen av länet. De kan medföra problem i form av inhomogen berggrund och ökad vattengenomsläpplighet längs kontakterna till omgivande bergarter.
- Berggrundens homogenitet bör noggrant studeras inom alla de områden som eventuellt blir föremål för fortsatta undersökningar.

Förekomst och utsträckning av områden som är av intresse för vidare undersökning har definierats utifrån ett översiktligt och delvis ofullständigt underlag. Som redan påpekats krävs stegvis mer detaljerade undersökningar för att med säkerhet avgöra om ett område är geologiskt lämpligt för ett djupförvar. Det kan förväntas att potentiellt gynnsamma områden som framkommer i en mer detaljerad studie är mindre och mera väldefinierade än de större, mera generaliserade områden som länsöversikten ger (se också nedan). Mer detaljerade undersökningar kan i vissa fall komma att visa på 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 bedöms meningsfullt att påbörja sådana mer detaljerade undersökningar.

Förstudie Nyköping - en kommentar

En förstudie av Nyköpings kommun har tidigare genomförts av SKB /78/. Inom ramen för denna mer detaljerade studie definierades två områden i den centrala delen av kommunen där berggrunden bedömdes som potentiellt gynnsam för vidare undersökning ur geologisk synvinkel, se Figurer 23 och 24. Dessa områden är något mindre och mera väldefinierade jämfört med de större och mera generaliserade områden som identifierats inom övriga kommuner i denna studie. Skillnaden beror framför allt på att vid den mer detaljerade förstudien beaktades att deformationszonerna bildar ett mer komplext och tätare mönster i sydvästra och östra delarna av Nyköpings kommun jämfört med den centrala delen. Resultaten från Nyköpings kommun ger en antydning om hur resultaten från en förstudie av andra delar av länet skulle kunna gestalta sig.

När de bägge undersökningarna jämförs är det viktigt att ha i minnet att ett djupförvars dimensioner, och därmed den bergvolym som erfordras, är mycket små även i relation till de områden som definierats vid förstudien.

10 Referenser

- 1 **Ahlbom, K., Andersson, J.-E., Nordqvist, R., Ljunggren, C., Tirén, S. & Voss, C., 1991:** Fjällveden study site. Scope of activities and main results. SKB Teknisk Rapport 91-52, 1-104.
- 2 **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.
- 3 **Stephens, M.B., Wahlgren, C.-H. & Weihed, P., 1994:** Karta över Sveriges berggrund, skala 1:3 000 000. Sveriges geologiska undersökning, Ba 51.
- 4 **Persson, C., 1994:** Sveriges jordartsregioner. *I:* C. Fredén (red.), *Berg och Jord*. — Sveriges Nationalatlas, 143-149.
- 5 **Jonasson, C., 1996:** Landet. *I:* S. Helmfrid (red.), *Sveriges Geografi*. — Sveriges Nationalatlas, 16-41.
- 6 **Aastrup, M., Engqvist, P., Müllern, C.-F. & Söderholm, H., 1994:** Grundvattnet. *I:* C. Fredén (red.), *Berg och Jord*. — Sveriges Nationalatlas, 154-171.
- 7 **Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995:** Grundvattnets kemi i Sverige. Naturvårdsverket, rapport 4415, 1-52.
- 8 **Pousette, J., Müllern, C.-E. & Engqvist, P., 1984:** Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Södermanlands län. Sveriges geologiska undersökning, Ah 7, 1-76.
- 9 **Lundegårdh, P.H., 1974:** Beskrivning till berggrundskartan Eskilstuna NV. Sveriges geologiska undersökning, Af 111, 1-75.
- 10 **Lundegårdh, P.H., Karis, L. & Magnusson, E., 1973:** Beskrivning till berggrundskartan Örebro SO. Sveriges geologiska undersökning, Af 104, 1-76.
- 11 **Lundström, I., 1974:** Beskrivning till berggrundskartan Nyköping SV. Sveriges geologiska undersökning, Af 109, 1-123.
- 12 **Lundström, I., 1976:** Beskrivning till berggrundskartan Nyköping SO. Sveriges geologiska undersökning, Af 114, 1-81.
- 13 **Stålhös, G., 1975:** Beskrivning till berggrundskartan Nyköping NO. Sveriges geologiska undersökning, Af 115, 1-99.
- 14 **Stålhös, G., 1979:** Beskrivning till berggrundskartan Nynäshamn NV/SV. Sveriges geologiska undersökning, Af 125, 1-106.
- 15 **Stålhös, G., 1982:** Beskrivning till berggrundskartan Strängnäs SO. Sveriges geologiska undersökning, Af 142, 1-78.

- 16 **Stålhös, G., 1984:** Beskrivning till berggrundskartorna Strängnäs NV och NO. Sveriges geologiska undersökning, Af 144/145, 1-96.
- 17 **Wikström, A., 1979:** Beskrivning till berggrundskartan Katrineholm SO. Sveriges geologiska undersökning, Af 123, 1-101.
- 18 **Wikström, A., 1983:** Beskrivning till berggrundskartorna Katrineholm NV och NO. Sveriges geologiska undersökning, Af 131/137, 1-88.
- 19 **Wikström, A. & Karis, L., 1991:** Beskrivning till berggrundskartorna Finspång NO, SO, NV, SV. Sveriges geologiska undersökning, Af 162/163/164/165, 1-216.
- 20 **Lindström, M., Flodén, T., Grahn, Y. & Kathol, B., 1994:** Post-impact deposits in Tvären, a marine Middle Ordovician crater south of Stockholm, Sweden. *Geological Magazine* 131, 91-103.
- 21 **Patchett, P.J., 1978:** Rb-Sr ages of Precambrian dolerites and syenites in southern and central Sweden. Sveriges geologiska undersökning, C 747, 1-63.
- 22 **Juhlin, C. & Tullborg, E.-L., 1996:** Förstudie Nyköping. Meteoritnedslaget i havsfjärden Tvären vid Studsvik. SKB PR D-96-015, 1-32.
- 23 **Bergman, T., Isaksson, H., Johansson, R., Lindén, A., Persson, C. & Stephens, M., 1996:** Förstudie Nyköping. Jordarter, bergarter och deformationszoner. SKB PR D-96-013, 1-81.
- 24 **Leijon, B., Windelhed, K. & Ekman, L., 1996:** Förstudie Nyköping. Erfarenheter från berganläggningar i regionen samt undersökningar från Björksund. SKB PR D-96-023, 1-38.
- 25 **Lindroos, H., 1996:** Förstudie Nyköping. Malmer och mineral inom Nyköpings kommun. SKB PR D-96-008, 1-35.
- 26 **Magnusson, N.H., 1973:** Malm i Sverige. 1. Mellersta och södra Sverige. . Almqvist & Wiksell, 320 s.
- 27 **Thelander, T., 1988:** Industrimineral och nyttosten i Södermanlands län, Södertörn och Östergötlands län. PRAP 88520, 1-22.
- 28 **Mether, L. & Sandahl, K.-A., 1984:** Silver i Södermanland. Sammanställning 1984. Sveriges Geologiska AB, PRAP 84547, 1-20.
- 29 **Snäll, S., 1991:** Krossbergsinventering inom delar av Södermanlands län. Sveriges geologiska undersökning, Regionala inventeringar av grus m.m. Rapport 1991:3, 1-48.

- 30 **Hummel, D., 1867:** Några ord till upplysning om bladet "Eriksberg". Sveriges geologiska undersökning, Aa 22, 1-63.
- 31 **Karlsson, V., 1863:** Några ord till upplysning om bladet "Eskilstuna". Sveriges geologiska undersökning, Aa 5, 1-38.
- 32 **Karlsson, V. & Fries, J.O., 1865:** Några ord till upplysning om bladet "Strengnäs". Sveriges geologiska undersökning, Aa 18, 1-50.
- 33 **Kugelberg, O.F., 1864:** Några ord till upplysning om bladet "Hellefors". Sveriges geologiska undersökning, Aa 12, 1-42.
- 34 **Magnusson, N.H. & Assarsson, G., 1929:** Beskrivning till kartbladet Nyed. Sveriges geologiska undersökning, Aa 144, 1-108.
- 35 **Munthe, H., Johansson, H.E. & Grönwall, K.A., 1920:** Beskrivning till kartbladet Sövdeborg. Sveriges geologiska undersökning, Aa 142, 1-188.
- 36 **Sandegren, R. & Johansson, H.E., 1916:** Beskrivning till kartbladet Otterbäcken. Sveriges geologiska undersökning, Aa 145, 1-48.
- 37 **Sidenbladh, E., 1862:** Några ord till upplysning om bladet "Arboga". Sveriges geologiska undersökning, Aa 2, 1-56.
- 38 **Sidenbladh, E., 1864:** Några ord till upplysning om bladet "Säfstaholm". Sveriges geologiska undersökning, Aa 9, 1-55.
- 39 **Sidenbladh, E., 1867:** Några ord till upplysning om bladet "Tärna". Sveriges geologiska undersökning, Aa 24, 1-100.
- 40 **Törnebohm, A.E., 1865:** Några ord till upplysning om bladet "Malmköping". Sveriges geologiska undersökning, Aa 17, 1-48.
- 41 **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.
- 42 **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.
- 43 **Landström, O., Klockars, C.-E., Holmberg, K.-E. & Westerberg, S., 1978:** In situ experiments on nuclide migration in fractured crystalline rocks. KBS TR 110.
- 44 **Bergh, G., 1982:** Beskrivning till jordartskartan Nyköping NV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 52, 1-70.

- 45 **Björnbom, S., 1981:** Beskrivning till jordartskartan Strängnäs SO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 39, 1-72.
- 46 **Björnbom, S., 1983:** Beskrivning till jordartskartan Strängnäs NV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 60, 1-62.
- 47 **Björnbom, S., 1985:** Beskrivning till jordartskartan Strängnäs NO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 68, 1-48.
- 48 **Magnusson, E., 1972:** "Kvartära bildningar" i Beskrivning till geologiska kartbladet Örebro SO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 8, 1-96.
- 49 **Magnusson, E., 1975:** Beskrivning till jordartskartan Eskilstuna NV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 18, 1-83.
- 50 **Magnusson, E., 1986:** Beskrivning till jordartskartan Eskilstuna SV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 79, 1-68.
- 51 **Magnusson, E., 1987:** Beskrivning till jordartskartan Eskilstuna SO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 89, 1-61.
- 52 **Magnusson, E., 1989:** Beskrivning till jordartskartan Eskilstuna NO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 103, 1-73.
- 53 **Möller, H., 1987:** Beskrivning till jordartskartan Strängnäs SV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 82, 1-60.
- 54 **Persson, C., 1972:** "Kvartära bildningar" i Beskrivning till geologiska kartbladet Nyköping SV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 11, 1-73.
- 55 **Persson, C., 1973:** "Kvartära bildningar" i Beskrivning till geologiska kartbladet Nyköping SO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 12, 1-56.
- 56 **Persson, C., 1975:** Beskrivning till jordartskartan Nyköping NO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 21, 1-83.
- 57 **Persson, C., 1977:** Beskrivning till jordartskartorna Nynäshamn NV/SV och Nynäshamn NO/SO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 31/32, 1-83.
- 58 **Persson, C., 1980:** Beskrivning till jordartskartan Katrineholm NV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 41, 1-61.
- 59 **Persson, C., 1982:** Beskrivning till jordartskartan Katrineholm SO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 46, 1-56.
- 60 **Persson, C., 1982:** Beskrivning till jordartskartan Katrineholm NO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 47, 1-64.

- 61 **Svantesson, S.-I., 1988:** Beskrivning till jordartskartan Arkösund NV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 91, 1-56.
- 62 **Fredén, C., 1994:** Jordarterna. I: C. Fredén (red.), *Berg och jord*. — Sveriges Nationalatlas, 104-119.
- 63 **Brunnberg, L., 1995:** Clay-varve chronology and deglaciation during the Younger Dryas and Preboreal in the easternmost part of the Middle Swedish Ice Marginal Zone. *Quaternaria A*:2, 1-94.
- 64 **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.
- 65 **Persson, C. & Svantesson, S.-I., 1972:** The highest shore-line on Jakobsdalsberget in Kolmården, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 94, 353-356.
- 66 **Persson, C., 1973:** Indications of a Litorina transgression in the Nyköping area. *Sveriges geologiska undersökning*, C 680, 1-23.
- 67 **Miller, U. & Persson, C., 1973:** A lump of clay embedded in glacial intermorainic sand. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 95, 342-346.
- 68 **Lagerbäck, R., 1979:** Neotectonic structures in northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 100, 263-269.
- 69 **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.
- 70 **Muir Wood, R., 1993:** A review of the seismotectonics of Sweden. SKB TR 93-13, 1-225.
- 71 **Mörner, N.-A., 1978:** Faulting, fracturing, and seismicity as functions of glacioisostasy in Fennoscandia. *Geology* 6(1), 41-45.
- 72 **Mörner, N.-A., 1979:** Earth movements in Sweden, 20 000 BP to 20 000 AP. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 100, 279-286.
- 73 **Mörner, N.-A., 1979:** The Fennoscandian Uplift and Late Cenozoic Geodynamics: Geological Evidence. *GeoJournal* 3.3, 287-318.
- 74 **SGU, 1994:** Grundvattnet i Sverige. Sveriges geologiska undersökning, Ah 17 (karta, 1:1 miljon).

- 75 **SMHI, 1995:** Sveriges Vattensystem. I: B. Raab & H. Vedin (red.), *Klimat, sjöar och vattendrag*. — Sveriges Nationalatlas, 116-123.
- 76 **Carlsson, L. & Carlstedt, A., 1977:** Estimation of transmissivity and permeability in Swedish bedrock. *Nordic Hydrology* 8, 103-116.
- 77 **SKB, 1992:** SKB 91. Slutlig förvaring av använt kärnbränsle. Berggrundens betydelse för säkerheten.
- 78 **SKB, 1997:** Förstudie Nyköping. Preliminär slutrapport, 1-186.

BILAGA A

GEOLOGISK ORDLISTA

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

Albit. Natriumrik fältspat.

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

Amfibolit. Metamorf bergart bestående av huvudsakligen amfibol och plagioklas.

Anatektisk. Bildad genom uppsmältning av äldre bergarter.

Andalusit. Aluminiumsilikat.

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

Anomali. Lokal avvikelse.

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

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

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

Aureol. Område med speciell karaktär kring en bergartsintrusion.

Axialplan. Se veckaxelplan.

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

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

Basalt. Basisk vulkanisk bergart.

Basisk bergart. Bergart med 45-52 viktprocent 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.

Cordierit. Ett silikatmineral vanligt i metamorfa bergarter.

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

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

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

Diabasgång. Se diabas.

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

Digital. Representation av data med hjälp av siffror.

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

Diopsid. Se pyroxen.

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

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

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

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

Eem. Värmeperioden före Weichsel-istiden.

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

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

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

Fanerozoikum. Geologisk tidsålder, yngre än 545 miljoner år.

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

Finno. Jordart med kornstorleken 0.02-0.06 mm.

Flyttblock. Stora av inlandsisen transporterade block.

Formlinjer. Linjer som markerar en trend.

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

Fossil. Förstenade lämningar efter djur och växter.

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

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

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

Gabbro. Basisk djupbergart.

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

Glaciation. Nedisning.

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

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

Gnejsgranit. Omvandlad (förgnejsad) granit.

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

Granatådergnejs. Granatförande ådergnejs.

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

Granitoid. Samlingsnamn för kvartsrika djupbergarter, t.ex. granit, granodiorit, tonalit.

Grus. Jordart med kornstorlek 2-20 mm.

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

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

Hematit. Järnoxidmineral.

HK = Högsta Kustlinjen

Hornblände. Se amfibol.

Hybridbergart. Blandbergart

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

Illit. Glimmerliknande lermineral.

Inlandsis. Ismassa som täcker stora delar av en kontinent.

Interglacial. Tiden mellan två istider.

Intermediär bergart. Bergart med 52-65 viktprocent SiO₂.

Interstadial. Tiden mellan två kallare perioder inom samma istid.

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

Isostasi. Jämviktstillstånd i jordskorpan.

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

Isälvsavlagring. Se isälvs sediment.

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

Jordart. Lösa avlagringar på jordytan.

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

Kalcit. Kalciumkarbonat. Huvudmineral i kalksten.

Kalifältspat. Se fältspat.

Kalksten. Bergart bestående av i huvudsak kalcit.

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

Kaolinit. Ett lermineral. Se kaolin.

Kaolin. Grå eller vit lera huvudsakligen bestående av kaolinit.

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

Klorit. Glimmerliknande, vanligen grönt, silikatmineral.

Koboltglans. Ett silvervitt kobolthaltigt sulfidmineral.

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

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

Kraton. Konsoliderad och stabil del av den kontinentala jordskorpan.

Kratonisering. Konsolidering och stabilisering av jordskorpan.

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

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

Kvarts. Kiseldioxid (SiO₂).

Kvartsitisk. Omvandlad kvartsrik bergart.

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

Landhöjning. Höjning av landytan i förhållande till havsytan.

Laumontit. Silikatmineral bildat genom omvandling av fältspat.

Lava. Magma som trängt ut på jordytan.

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

Lera. Jordart med kornstorlek < 0.002 mm.

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

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

Lineament. Rak eller svagt böjd långsträckt struktur.

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

Magma. Smält berg.

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

Magnetiska konnektioner. Se formlinjer.

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

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

Magnitud. Mått på styrkan av en jordbävning.

Malm. En mineralkoncentration som är ekonomiskt brytvärd.

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

Marmor. Genom metamorfos omkristalliserad kalksten eller dolomit.

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

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

Metabasit. Omvandlad basisk bergart.

Metamorf. Omvandlad.

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

Metasedimentär bergart. Omvandlad, ursprungligen sedimentär bergart.

Metavulkanisk bergart. Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

Metavulkanit. Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

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

Migmatitgranit. Granit bildad genom uppsmältning av äldre berggrund.

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

Mikroklin. Vanligen ljusröd fältspat. Ett av de vanligaste bergartsbildande mineralen.

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

Mjåla. Jordart med kornstorlek 0.002-0.02 mm.

Mo. Jordart med kornstorlek 0.02-0.2 mm.

Monzodiorit. En djupbergart.

Monzonit. En djupbergart.

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

Moränbacklandskap. Kuperad terräng av morän.

Muskovit. Ljust glimmermineral.

Mylonit. Finkornig bergart bildad genom mycket stark plastisk deformation.

Mylonitzonen. En starkt mylonitiserad zon i Sydvästsveriges gnejsberggrund.

Nefelin. Ett fältspatliknande mineral rikt på natrium.

Neosom. Nybildat (rekristalliserat) material i en migmatit.

Neotektonik. Unga tektoniska rörelser i jordskorpan.

Norit. Basisk djupbergart.

Olivin. Järn-magnesiumsilikat som främs förekommer i basiska bergarter.

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

Orogen. Se orogent bälte.

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

Orogenes. Bergskedjebildning.

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

Paleosom. Rester av moderbergarten i en migmatit.

Pechblände. Uranmineral.

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

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

Permeabel. Genomsläpplig.

Plagioklas. Se fältspat.

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

Plastisk skjuvzon. Se plastisk deformation.

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

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

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

Postglacial. Efter istiden (post=efter)

Prehnit. Silikatmineral.

Prekambrium. Geologisk tidsålder, äldre än 545 miljoner år.

Primorogen. Se tidigrogen.

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

Pyroxen. Mineralgrupp med prismatisk kristallform.

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

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

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

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

Resistivitet. (Elektriskt) motstånd.

Ryolit. Sur vulkanit (ytbergart) med granitisk sammansättning.

Rörelsebelopp. Mått på storleken av t ex en förkastning.

Sand. Jordart med kornstorlek 0.2-2.0 mm.

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

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

Sedimentgnejs. Gnejsomvandlad sedimentär bergart.

Sedimentär bergart. Till en bergart hopläkt sediment.

Seismicitet. Stötstågor (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 tvåaktigt glatta mineral. Vanligen bildade genom omvandling av t ex olivin och pyroxen.

Siljansringen. Rund struktur vid Siljan bildad vid meteoritnedslag.

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

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

Sillimanit. Aluminiumsilikat.

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

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

Skjuvzon. Se plastisk deformation.

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

Sköl. Zon med svagare berg än omgivningen.

Slira. Ett oregelbundet slingrande parti i en bergart.

Smektit. Ett lermineral. Viktig beståndsdel i bentonit.

Susceptibilitet. En bergarts förmåga att magnetiseras.

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

Sprickzon. Se spröd deformation.

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

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

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

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

Strukturella formlinjer. Se formlinjer.

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

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

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

Sur bergart. Bergart med > 65 viktprocent SiO₂.

Svallning. Vågornas eroderande verkan på en strand.

Svallsediment. Genom svallning frigt material som sedan avsatts.

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

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

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

Tidigorogen. Beteckning på de äldsta djupbergarterna i en orogenes.

Tonalit. Se granitoid.

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

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

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

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

Tremolit. Se amfibol.

Tuff. Bergart bestående av bl a vulkanisk aska.

Tuffit. Bergart bestående av vulkanisk aska blandad med sediment.

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

Ultrabasit. Djupbergart med extremt låg (< 45 viktprocent) SiO₂.

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

Ur. Se units of radiation.

Urbergssköld. Se kraton.

Urgranit. Äldre benämning på tidigorogena sura djupbergarter.

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

Veckaxel. Omböjningslinjen för ett veck.

Veck. Böjd planstruktur i berg.

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

Vulkanisk aska. Finkornig produkt vid vulkanutbrott.

Vulkanisk bergart. Bergart bildad genom vulkaniska processer.

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

Vulkanit. Se vulkanisk bergart.

Weichsel-Istiden. Den senaste istiden i Sverige.

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

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

Ådergnejs. En form av migmatit med ådrig struktur.

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