

Översiktsstudie av

Kalmar län

Geologiska förutsättningar

Ildikó Antal, Torbjörn Bergman, Jonas Gierup,
Lars Rudmark, Bo Thunholm, Carl-Henric Wahlgren

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 Kalmar län

Geologiska förutsättningar

Ildikó Antal, Torbjörn Bergman, Jonas Gierup,
Lars Rudmark, Bo Thunholm, Carl-Henric Wahlgren

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	Kalmar län i ett regionalt geologiskt perspektiv	5
	Berggrundsgeologi	5
	Jordartsgeologi och jordskalv	5
	Hydrogeologi	5
4	Bergarter och berggrundens homogenitet	11
	Ytbergarter	11
	Djupbergarter	14
	Gångbergarter	15
	Impaktstruktur	15
	Berggrundens homogenitet	15
5	Mineral- och bergartsresurser	15
	Översikt över mineral- och bergartsresurser	16
	Metalliska mineralresurser	16
	Icke-metalliska mineralresurser	18
	Nyttosten	18
	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	24
7	Jordarter, jorddjup samt sen- och postglaciala rörelser i jordskorpan	24
	Isavsmältning och postglacial utveckling	24
	Jordarter och jorddjup	25
	Sen- och postglaciala rörelser i jordskorpan inkluderande jordskalv	29
8	Hydrogeologi	30
	Grundvattnets bildning och strömning	30
	Grundvattentillgångar	32
	Berggrundens genomsläpplighet	35
	Grundvattnets kemi	35
9	Geologiska förutsättningar för lokalisering av ett djupförvar	38
	Sammanfattande slutsatser	38
	Områden lämpliga för vidare undersökning	40
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 Kalmar 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 eller 1:100 000 täcker långt under hälften av länets yta, jordartsgeologiska kartor i skalan 1:50 000 knappt hälften av ytan och flyggeofysisk data lite mer än hälften av ytan. Omfattningen av länsöversikten har inte tillåtit att ta hänsyn till detaljstudier i enskilda områden, t.ex. SKBs försöksanläggning vid Äspö, området omkring Oskarshamns kärnkraftverk samt typområdena Ävrö, Klipperås och Kråkemåla, se Figur 1.

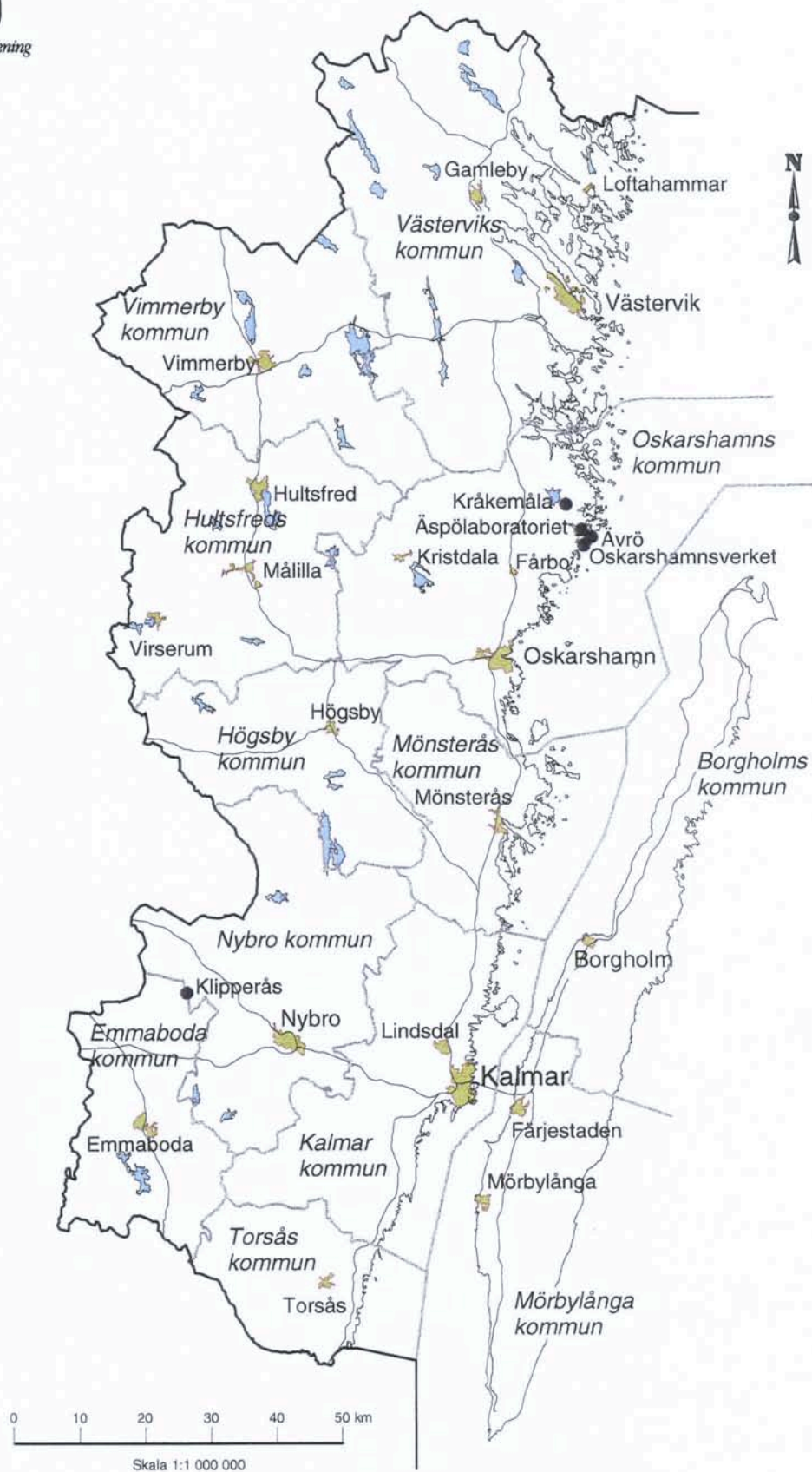
För att uppfylla kravet på vetenskaplig relevans kombinerad med rimlig förståelse för läsare utan geovetenskaplig bakgrund har förklaringar till facktermer inkluderats. Dels ges förklaringar till termerna i texten första gången de förekommer, dels har en geologisk ordlista bifogats, se Bilaga A. I flera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

2 Viktiga geologiska faktorer vid lokaliseringen av ett djupförvar

De geologiska lokaliseringsfaktorer som studerats är berggrundens sammansättning och homogenitet, förekomst av mineral och bergartsresurser, regionala deformationszoner, jordlagrens sammansättning och mäktighet, sen- 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.

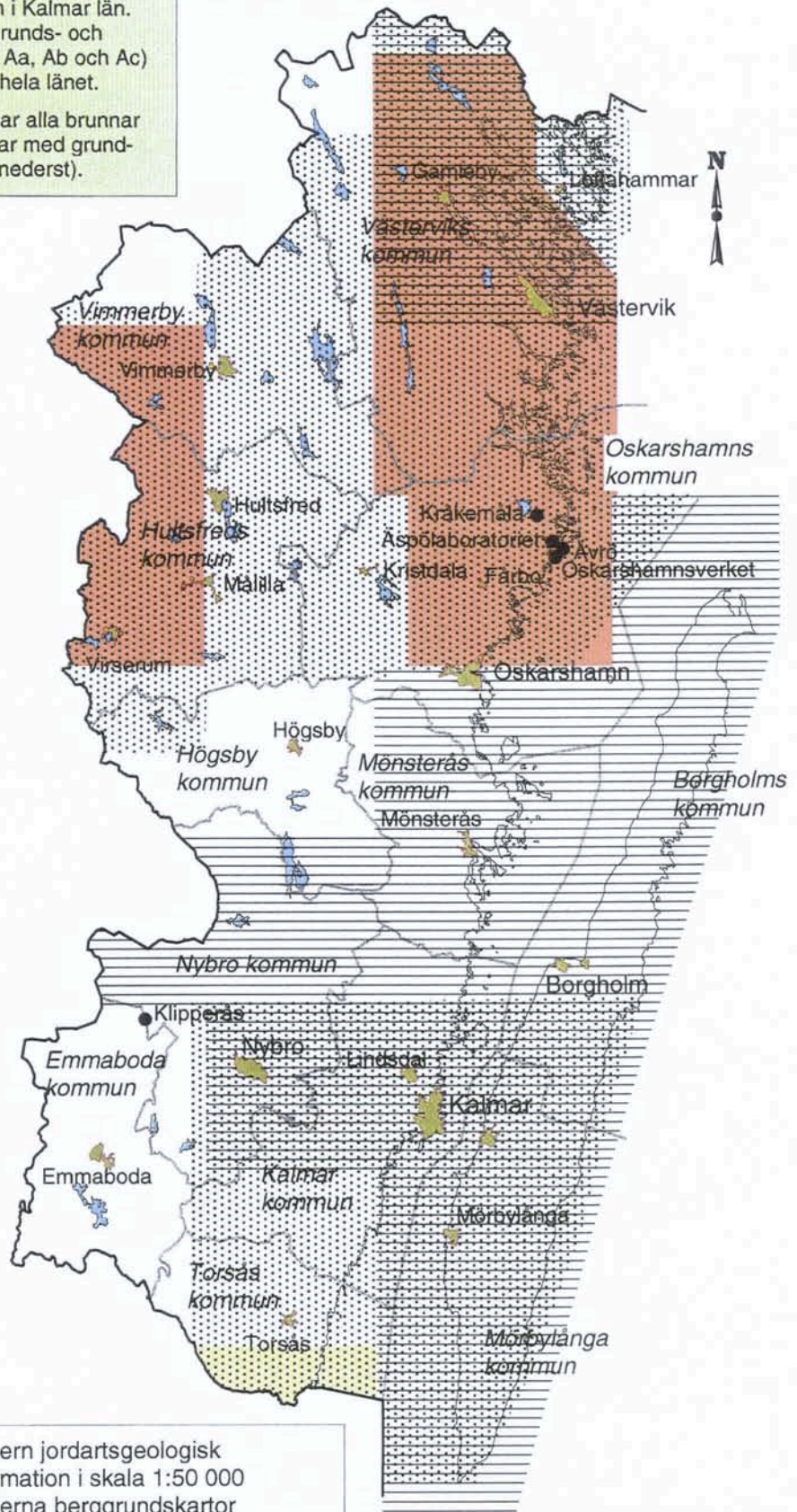
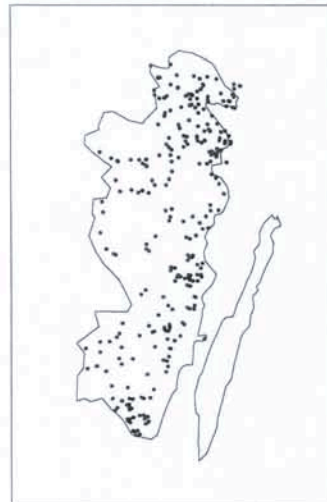
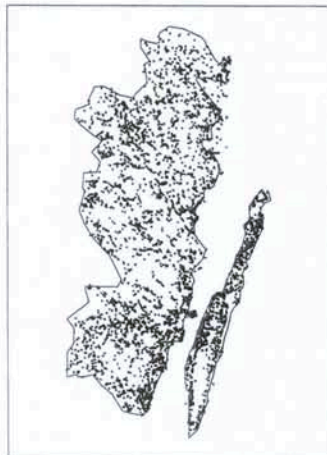
Uthålliga deformationszoner, som innefattar plastiska skjuvzoner samt spröda sprickzoner och förkastningar utefter vilka berggrunden rört sig, bör undvikas. Längs många zoner har de senaste rörelserna visserligen skett för många tiotals, ibland hundratals miljoner år sedan, men det finns en tendens att 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. Kalmar län med kommuner, tätorter och övriga geografiska namn som används i texten

Karta över basinformation i Kalmar län. Äldre kombinerade berggrunds- och jordartskartor (SGU serie Aa, Ab och Ac) samt höjddata finns över hela länet.

Insättskartorna nedan visar alla brunnar (överst) respektive brunnar med grundvattenkemiska analyser (nederst).



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

Figur 2. Basgeologisk och geofysisk information i Kalmar län (sammanställning maj 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 /1/. Enligt rapporten har ett skalv med en magnitud lägre än 6,5 ingen direkt påverkan på ett förslutet djupförvar, förutsatt att avståndet mellan förvaret och den sprickzon (förkastning) där 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 Kalmar län i ett regionalt geologiskt perspektiv

Berggrundsgeologi

Huvuddelen av berggrunden i sydöstra Sverige bildades och omvandlades för ca 1900-1400 miljoner år sedan under och efter den s.k. svekokarelska orogesen (bergskedjebildningen), se Figur 3 /2/. Under denna period bildades magmatiska yt- och djupbergarter samt sedimentära bergarter. De bergarter som idag återfinns vid ytan varierar från helt välbevarade till kraftigt deformerade och omvandlade. Dessa gamla bergarter, det s.k. urberget, är i vissa delar täckta av yngre sedimentära bergarter som tillhör den fanerozoiska, fossilförande berggrunden.

Berggrunden inom Kalmar län utgörs till största delen av massformiga graniter och felsiska vulkaniska bergarter (ca 1800-1770 miljoner år) som bildades sent under den svekokarelska orogesen. Dessa bergarter tillhör det s.k. "Transskandinaviska magmatiska bältet" som sträcker sig från sydöstra Sverige mot nordväst genom Småland och Dalarna in i Norge, se Figur 3. Tillsammans med dessa bergarter i Kalmar län förekommer också mindre områden av något äldre granitoider samt metavulkaniska och metasedimentära bergarter (ca 1900-1830 miljoner år). Prefixet "meta" betecknar att bergarten har genomgått stark omvandling (metamorfos). Massformiga eller endast svagt förskiffrade och betydligt yngre (ca 1400 miljoner år) graniter förekommer i ett flertal mindre massiv. Länets sydöstra del inklusive Öland täcks av fanerozoiska sedimentära bergarter, ca 545-450 miljoner år gamla.

Länets malmförekomster är huvudsakligen koncentrerade till den norra delen och brytning av järn och koppar har pågått på ett flertal platser fram till slutet av 1800-talet. Brytning av nyttosten har tidvis varit av mycket stor omfattning och har framförallt skett av de yngre graniterna nära kusten i länets östra del.

En bred, plastisk, NV-lig skjuvzon som är en av de mest betydande skjuvzonerna i Sverige förekommer i norra Kalmar län. Zoner med likartad riktning och liknande karaktär förekommer även i övriga delar av länet. Spröda deformationszoner (sprickor och förkastningar) följer i många fall de plastiska zonerna, s.k. reaktivering, men förekommer också i andra riktningar emellan de plastiska zonerna.

Jordartsgeologi och jordskalv

Kalmar län tillhör huvudsakligen sydsveriges moränområde, se Figur 4 /3/. Morän har stor utbredning, främst i de centrala och södra delarna. I den norra delen är jordtäcket tunnare och där förekommer kalt berg i ganska stor omfattning. Hela länet ligger öster om det bälte där jordskalv förekommer mer frekvent, se Figur 5.

Hydrogeologi

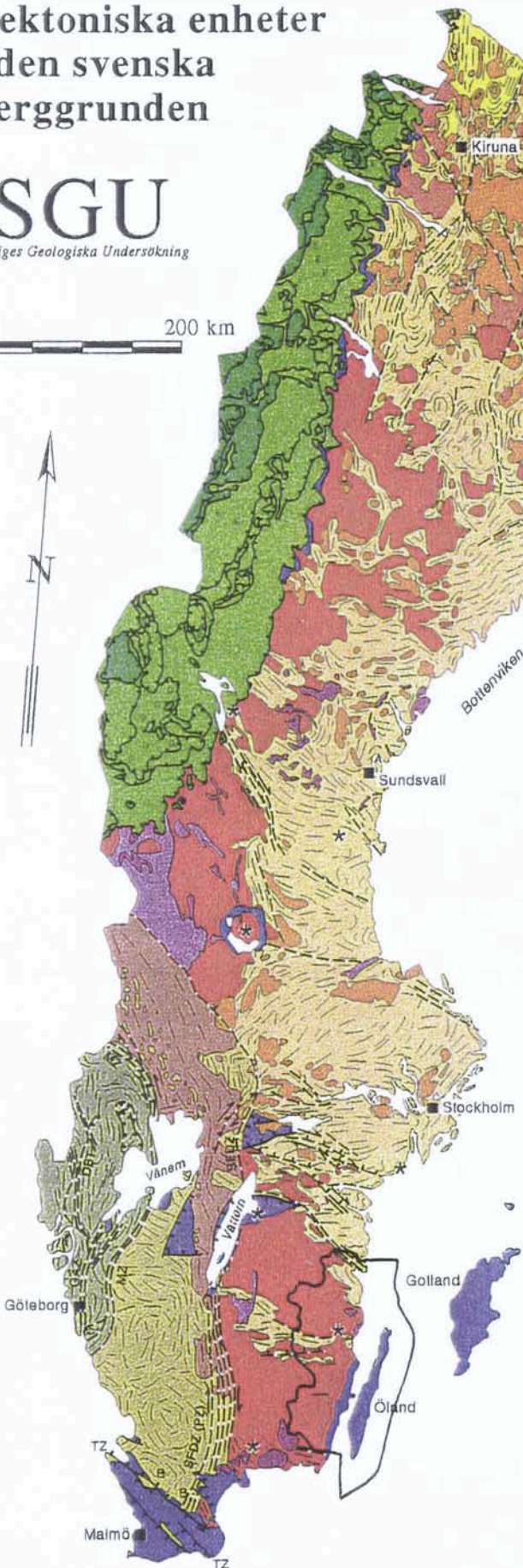
Landets grundvattentillgångar i jord och berg framgår av Figur 6 /4/ och kloridhalten i berggrundsvatten för hela Sverige redovisas i Figur 7 /5/. Grundvattenförhållandena i både jord och berg styrs av de hydrologiska, topografiska och geologiska förhållandena. Kalmar län kännetecknas av en varierande topografi. De låglänta områdena nära kusten har en förhållandevis utslätad topografi och domineras av morän och tunna jordlager eller kalt berg. De västra delarna av länet har en mer kuperad landskapsbild med morän som dominerande jordart.

Tektoniska enheter i den svenska berggrunden

SGU

Sveriges Geologiska Undersökning

0 200 km



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

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

FANEROZOISKA SEDIMENTÄRA OCH MAGMATISKA BERGARTER SAMT IMPAKTSTRUKTURER

- Fanerozoiska sedimentära bergarter och dlabas
- Jurassiska och kretaceiska basallkupper
- Underkambriskt alkalint magmatiskt komplex (Alnöen)
- Impaktstruktur

FENNOSKANDISKA SKÖLDEN

Neoproterozoiska klastiska sedimentära bergarter

- Klastiska sedimentära bergarter

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

- Mellersta och västra segmentet (inkluderande >ca. 1.56 Ga främmande 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 orogenen (senaste plastiska deformationen efter ca. 1.80 Ga i norra Sverige, mellan ca. 1.78 och 1.56 Ga i centrala södra Sverige, och mellan ca. 1.77 och 1.40 Ga i sydöstligaste Sverige)

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

PLASTISKA STRUKTURER

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

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

FÖRKASTNINGAR

- Normalförkastning

TZ=Tornquistzonen

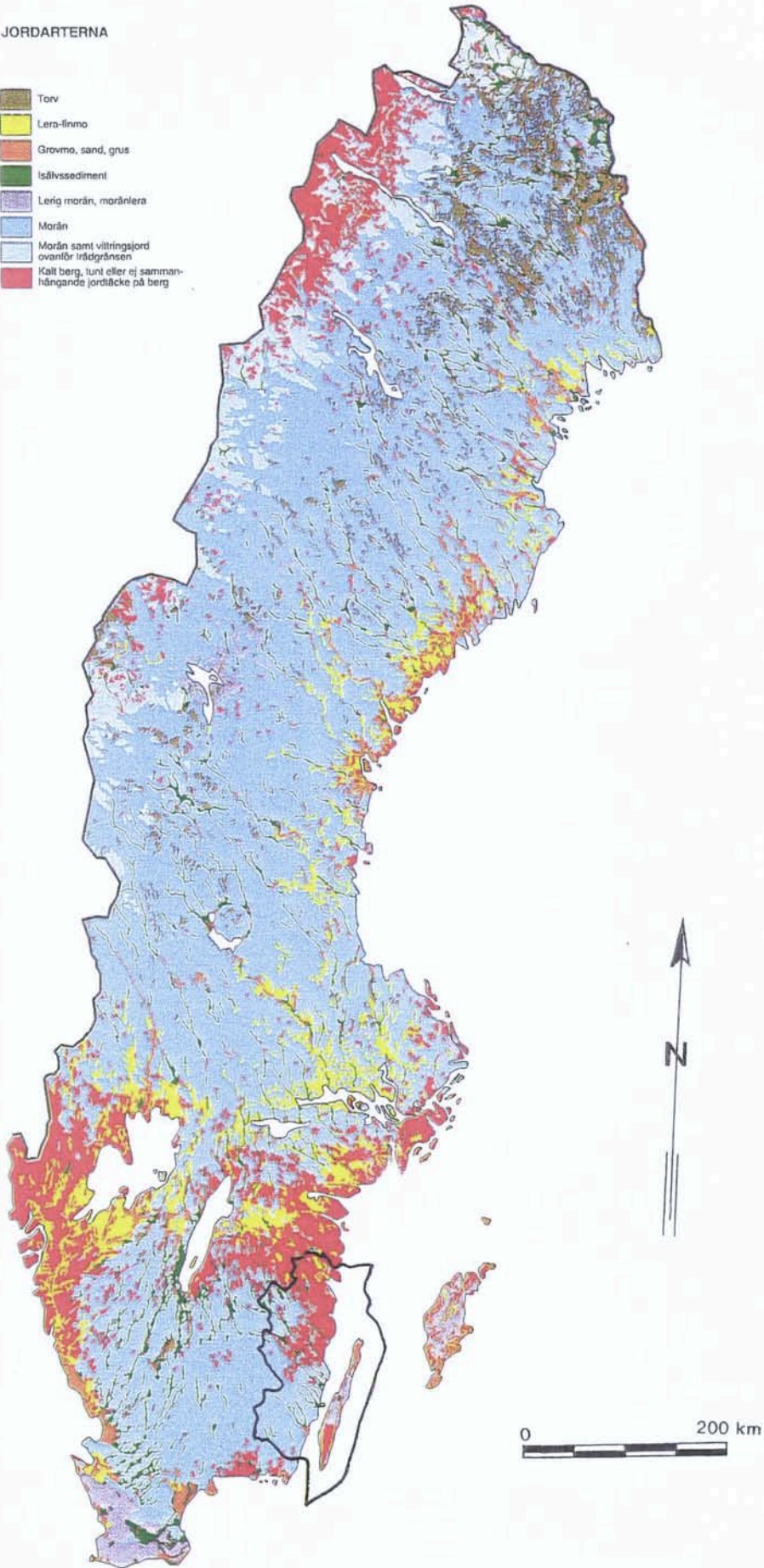
TMB*=Transskandinaviska magmatiska bältet
1 Ma=1 miljon år, 1 Ga=1000 miljoner år

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

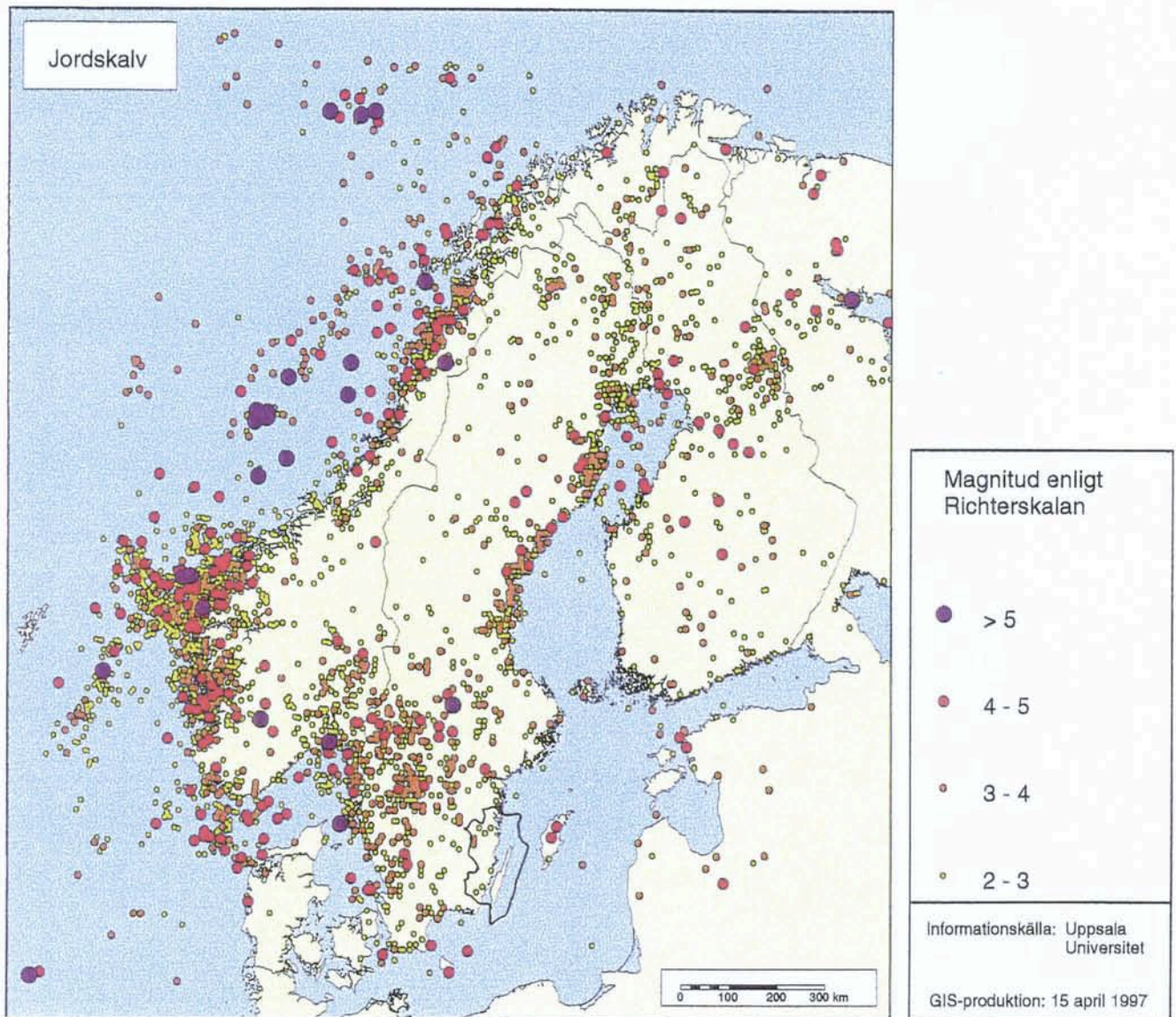
Figur 3. Huvudgeologiska enheter i den svenska berggrunden. Kalmar län är markerat med en svart linje

JORDARTERNA

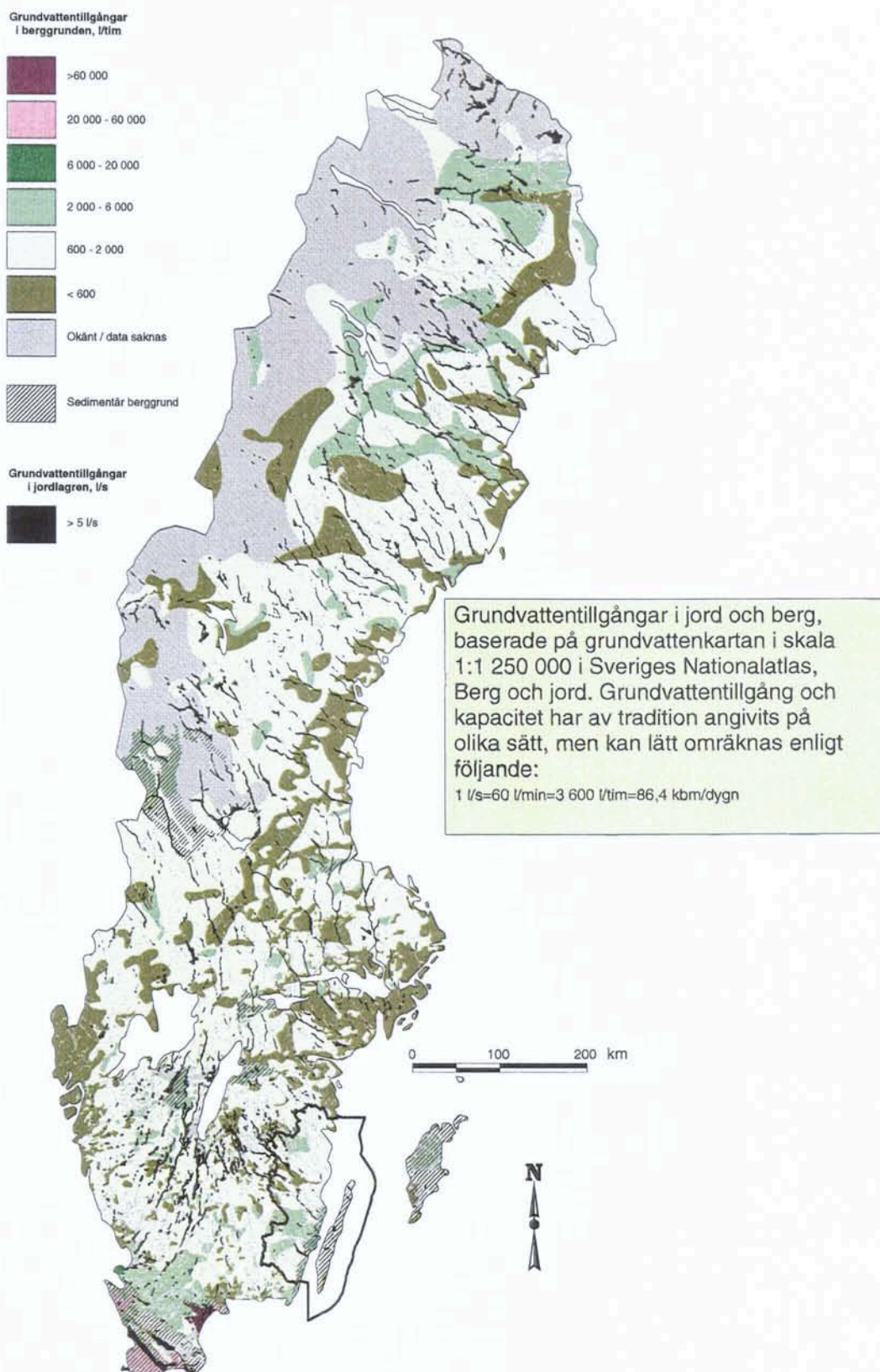
-  Torv
-  Lera-limmo
-  Grovmo, sand, grus
-  Isåvsediment
-  Lårig morän, moränlera
-  Morän
-  Morän samt vittringsjord ovanför iridgränsen
-  Kall berg, luti eller ej sammanhängande jordtäckte på berg



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

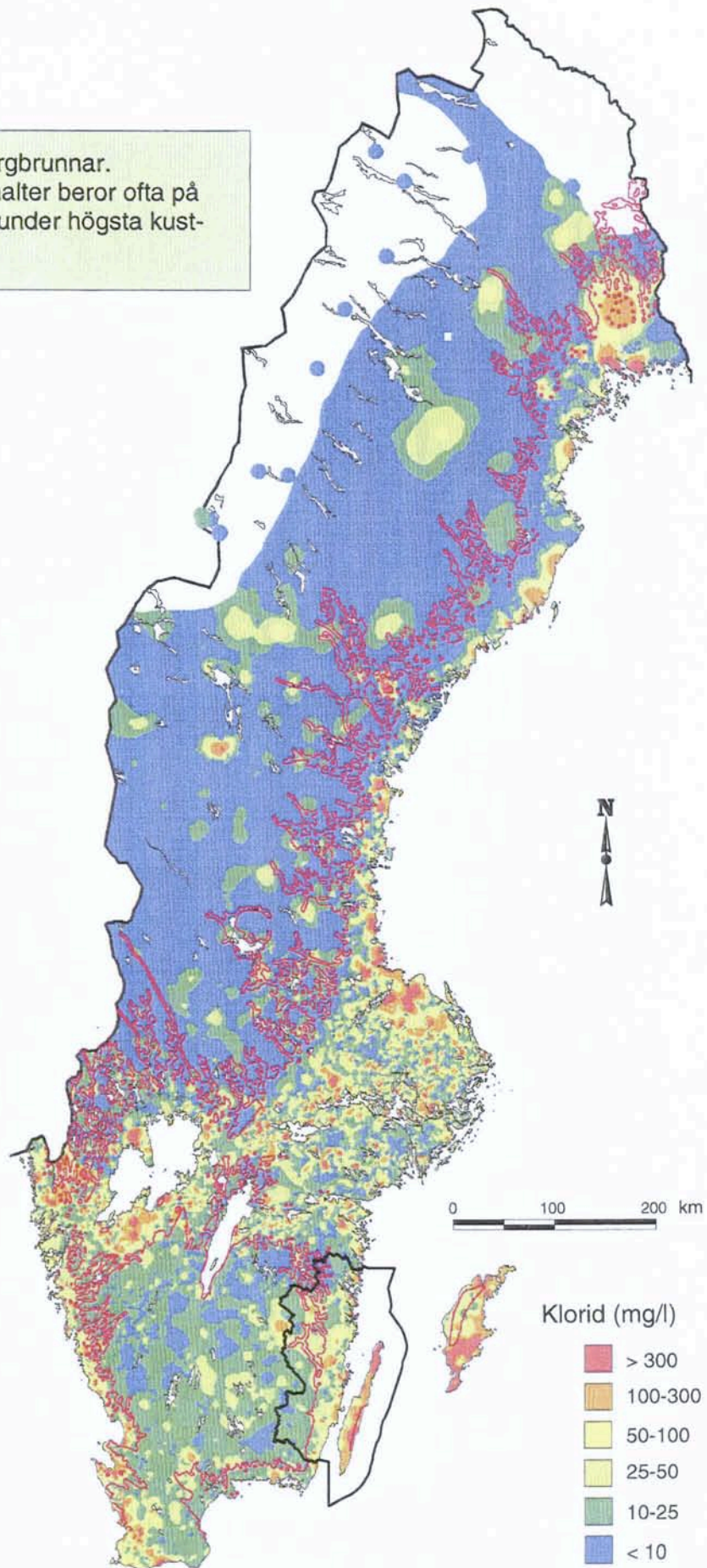


Figur 5. Registrerade jordskalv i Nordeuropa fram till 1993. Uppgifterna har hämtats från en databas vid Uppsala universitet. Kalmar län är markerat med en svart linje



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

Grundvattentillgångar för allmän vattenförsörjning återfinns i de stora sand- och grusavlagringarna samt i de fanerozoiska (ca 545-450 miljoner år gamla) sedimentära bergarterna längs kusten och på Öland. Grundvattnet i både den sedimentära och den kristallina berggrunden utgör en viktig tillgång för den enskilda vattenförsörjningen.

4 Bergarter och berggrundens homogenitet

Berggrunden inom Kalmar län redovisas översiktligt på kartan i Figur 8 som är baserad på Lundqvist m.fl. /6/. Den följande beskrivningen bygger på information hämtad från de provisoriska översiktliga berggrundskartorna i skala 1:250 000, Oskarshamn /7/, Jönköping /8/ och Kalmar /9/ samt en översikt över malmer och industriella mineral och bergarter i länet /10/. Moderna berggrundskartor i skala 1:50 000 och 1:100 000 finns endast över ett litet område i länets nordvästliga del /11, 12/ samt vid kustområdet i länets nordöstliga del /13, 14/, se Figur 2. Fotografier på några av länets vanligaste bergarter visas i Figur 9.

Ytbergarter

Länets ytbergarter kan åldersmässigt indelas i prekambrisk och fanerozoiska bergarter. De äldre (ca 1900 miljoner år) prekambrisk ytbergarterna utgörs till största delen av metavulkaniska bergarter och kvartsiter med sin huvudsakliga utbredning i länets norra del. De yngre (ca 1800 miljoner år) prekambrisk ytbergarterna utgörs av sura, porfyriska vulkaniska bergarter (s.k. "Smålandsporfyr") vilka är associerade med graniterna (ca 1800-1770 miljoner år) i Transskandinaviska magmatiska bältet. De fanerozoiska bergarterna (ca 545-450 miljoner år) utgörs av sedimentära bergarter med sin utbredning i länets sydöstra del och på Öland.

Metavulkaniska och metasedimentära bergarter

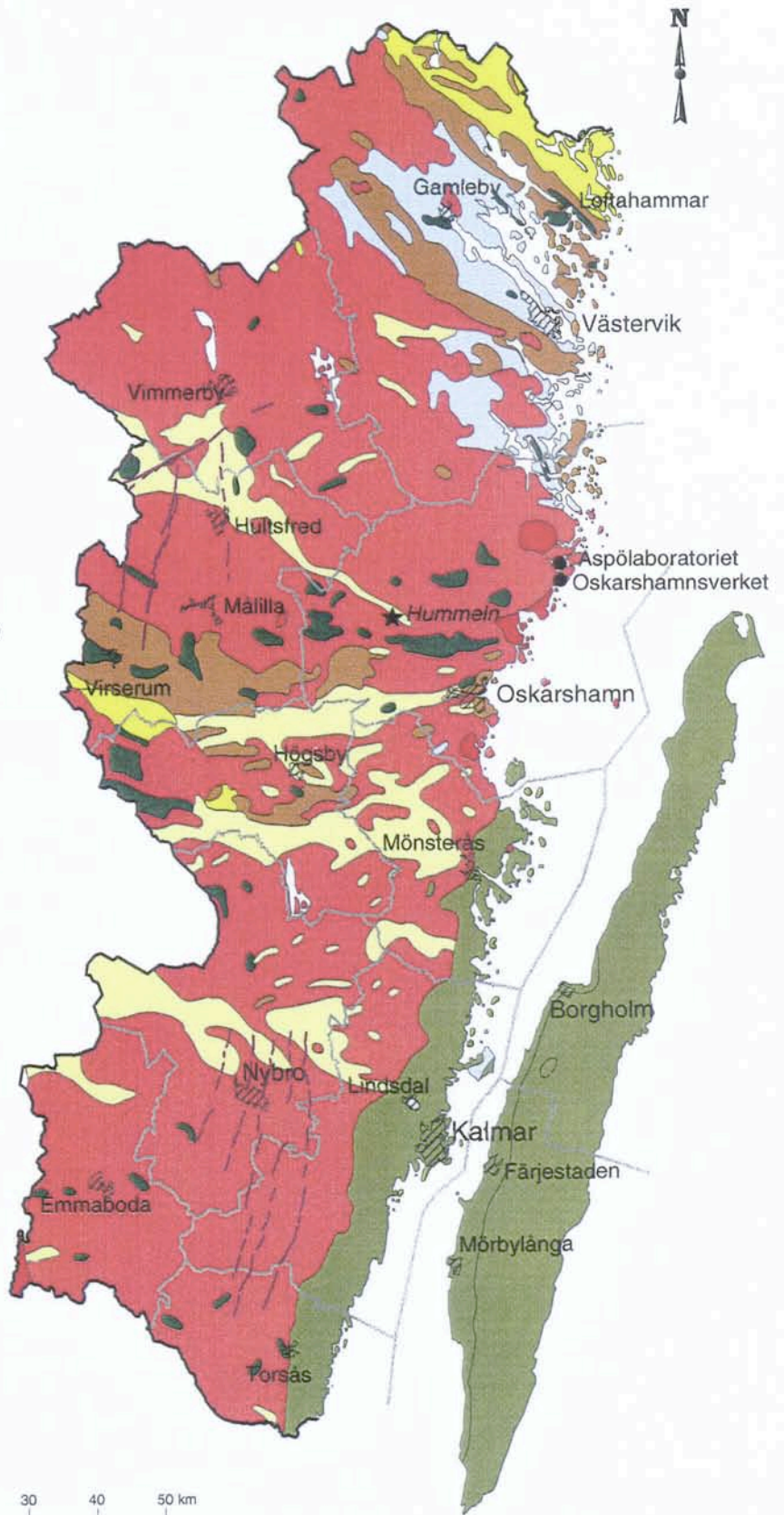
De äldre metavulkaniska bergarterna (mörkt gul i Figur 8) har sin största utbredning i länets nordligaste del inom Västerviks kommun och domineras av intermediära till basiska, kraftigt omvandlade, gnejsiga och vanligtvis migmatitiska metavulkaniter, Figur 9a. Underordnat förekommer också i detta område granitoider som är äldre än ca 1830 miljoner år samt sura metavulkaniska och metasedimentära bergarter. Utmärkande för länets norra del är den höga omvandlingsgraden och bergarternas inhomogena karaktär. Ett flertal malmfyndigheter (huvudsakligen järnmalmer) förekommer också i detta område.

I området kring Gamleby och Västervik uppträder ett större område av kvartsitiska bergarter (ljus blå i Figur 8). Bergarterna uppvisar vanligtvis välbevarade sedimentära strukturer som t.ex. strömskiktning och böljeslagsmärken, se Figur 9b. Trots bergartens välbevarade karaktär är metamorfosgraden lokalt relativt hög och mineral som sillimanit, cordierit och andalusit förekommer /13/.

Sura metavulkaniska bergarter förekommer också i mindre områden sydväst om Högsby och söder om Virserum i länets centrala del. Vulkaniterna söder om Virserum är vanligtvis porfyriska och tämligen välbevarade. Den norra delen av detta område präglas dock av kraftig förskifring i anslutning till en betydande plastisk deformationszon (se avsnittet om deformationszoner). Ett mindre område av äldre metavulkaniter förekommer också strax söder om Oskarshamnsverket.

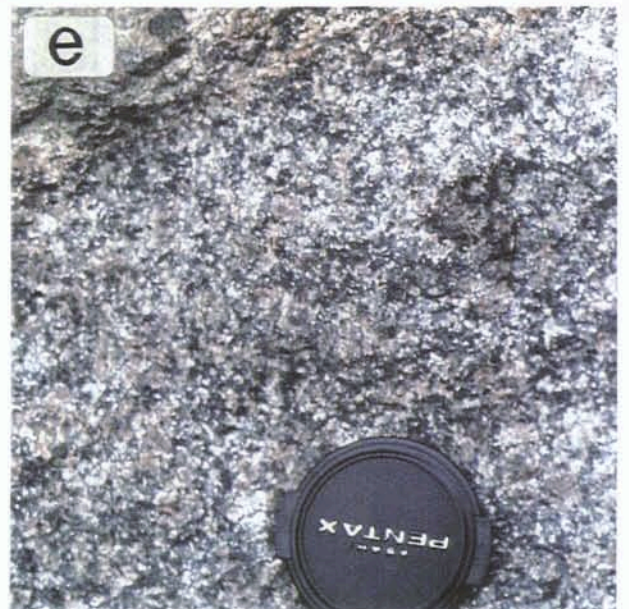
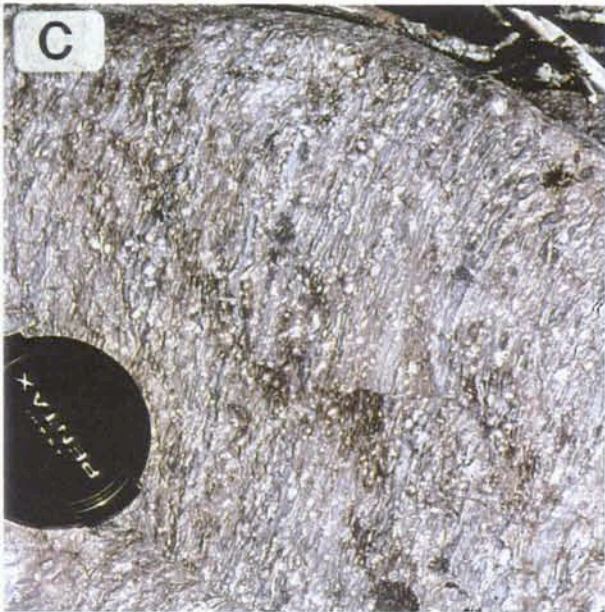
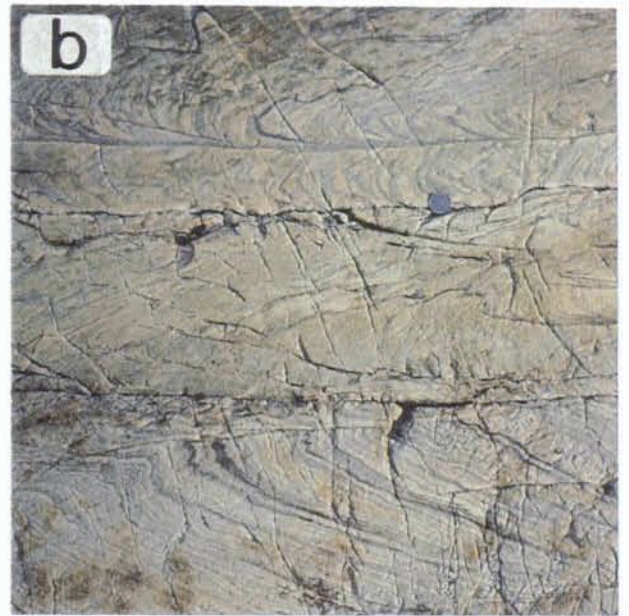
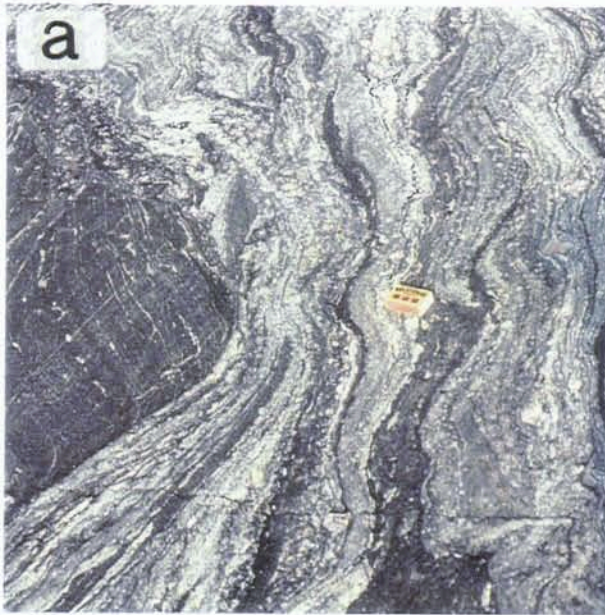
Förenklad berggrundskarta över Kalmar län. Kartan är baserad på berggrundskartan i skala 1: 1 250 000 i Sveriges Nationalatlas "Berg och jord". Diabasgångar har också tolkats från flygmagnetiska data.

- ★ Impaktstruktur (Meteoritnedslag)
- GÅNGBERGARTER**
- Diabas (1000-900 milj. år)
- DJUPBERGARTER**
- Granit (ca 1400 milj. år)
- Granit, monzonit och kvartsmonzonit (ca 1800-1770 milj. år)
- Gabbro och ospecifierad basisk bergart
- Granitoid (äldre än 1830 milj. år)
- YTBERGARTER**
- Sandsten, lerskiffer, kalksten (ca 545-450 milj. år)
- Sur vulkanisk bergart ("Smålandsporfyr", ca 1800 milj. år)
- Metasedimentär bergart (ca 1900 milj. år)
- Metavulkanisk bergart (ca 1900 milj. år)



Skala 1:1 000 000

Figur 8. Förenklad berggrundskarta över Kalmar län



Figur 9. Bergarter i Kalmar län. a) Migmatitisk metavulkanit från Loftahammarområdet. b) Strömskiktad kvartsit från Västerviksområdet. c) "Smålandsporfyr" från Hultsfredsområdet. d) Kraftigt deformerad granit från Loftahammarområdet ("Loftahammargranit"). e) Porfyrisk yngre granit från området nordost om Vimmerby ("Filipstadsganit"). Fotografi a är taget av Anders Wikström, b av Thomas Lundqvist, d av Carl-Henric Wahlgren samt fotografierna c och e av Lars Persson

Vulkaniska bergarter ("Smålandsporfyr")

De något yngre vulkaniska bergarterna (ljus gul i Figur 8) har sin största utbredning i länets centrala och södra delar och utgörs vanligtvis av finkorniga, kvarts- och fältspatporfyriska bergarter, se Figur 9c. Dessa vulkaniter är i stor utsträckning associerade med graniterna som är 1800-1770 miljoner år gamla och övergår till granitporfyr och/eller aplitiska bergarter förekommer /12/. Vanligtvis är de yngre vulkaniterna massformiga. I ett flertal områden har dock en stråkvis kraftig förskiffring noterats i anslutning till deformationszoner.

Fanerozoiska sedimentära bergarter

Öland samt kuststräckan i länets sydöstra del täcks av fossilförande, fanerozoisk sedimentär berggrund (olivgrön färg i Figur 8), vilken utgörs av sandsten, lerskiffer och kalksten avsatta direkt på de gamla prekambriiska bergarterna (urberget). Dessa sedimentära bergarter stupar 2-3° mot öster och är ca 200 m mäktiga på Ölands östra sida.

Djupbergarter

Äldre granitoider (ca 1830 miljoner år gamla eller äldre) förekommer huvudsakligen i två större områden (brun färg i Figur 8), dels i länets norra del i direkt anslutning till Västerviks-kvartsiterna, dels i ett större sammanhängande område mellan Oskarshamn och Virserum. Mindre områden förekommer också associerade med metavulkaniterna i länets nordligaste del.

Bergarterna inom de större områdena är huvudsakligen massformiga eller svagt förskiffrade, jämn- och medelkorniga, och varierar i sammansättning från granit till tonalit. Kraftig förskiffring har dock noterats i övergången till vulkaniter i det södra området. De mindre områdena av äldre granitoider i länets nordligaste del är också i de flesta fall kraftigt förskiffrade och delvis migmatitiserade. I området nordväst om Loftahammar förekommer en gnejsig, grovporfyrisk granit, s.k. "Loftahammargranit", se Figur 9d, som på den geologiska kartan i Figur 8 har inkluderats i gruppen av granitoider äldre än 1830 miljoner år. Dess sammansättning liknar dock den yngre granitgenerationens (ca 1800-1770 miljoner år) bergarter.

Yngre djupbergarterna som är ca 1800-1770 miljoner år gamla (röd färg i Figur 8) täcker stora delar av länet och utgörs huvudsakligen av grov- till medelkorniga graniter, kvartsmonzoniter och monzoniter. Två typer dominerar, en jämnkornig, vanligtvis röd granit, s.k. "Växjögranit", och en rödgrå, fältspatporfyrisk granit-kvartsmonzonit-monzonit, s.k. "Filipstadsgranit", se Figur 9e. Båda typerna sammanfattas ibland under namnet "Smålandsgraniter". I den norra delen av länet dominerar den porfyriska varianten och SKBs försöksanläggning vid Äspö strax norr om Oskarshamn är lokaliserad till denna bergartstyp, se Figur 8.

I området strax norr och söder om Oskarshamn uppträder ett flertal mindre granitintrusioner (mörkt röda i Figur 8), de s.k. "Götemar-, Uthammar- och Jungfrungraniterna", vilka jämfört med ovan beskrivna graniter utgör en ytterligare yngre generation av djupbergarter (ca 1400 miljoner år). Dessa är mestadels grovkorniga och massformiga graniter. Bergarterna har i mycket stor utsträckning använts som fasad- och monumentsten och har brutits på ett flertal platser. I länets sydvästligaste del på gränsen mot Blekinge uppträder en likartad homogen

granit, den s.k. "Karlshamnsgraniten". Ett gemensamt karaktärsdrag för dessa unga graniter är ett relativt högt uraninnehåll jämfört med de omgivande graniterna.

Mindre intrusioner av mer basisk karaktär, d.v.s. gabbro och diorit, förekommer i större delen av länet. De flesta och största av dessa basiska kroppar förekommer i området väster till norr om Oskarshamn. Vissa av dem, t.ex. gabbroen i centrala Virserum, har under 1800-talet och i början av detta sekel brutits i liten skala för sitt innehåll av koppar och nickel.

Gångbergarter

Utbredningen av gångbergarter inom Kalmar län är av relativt underordnad betydelse. Inom ett fåtal områden förekommer dock diabasgångar i sådan mängd att det i detta sammanhang är värt att notera. Sådana områden förekommer t.ex. i den nordvästra delen av länet, på gränsen mellan Hultsfreds- och Vimmerby kommun, och i länets södra del, inom Nybro- och Kalmar kommun, se Figur 8. Dessa N-S-liga 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 den sydligaste delen av länet, i Torsås kommun, är också mindre kroppar och gångar av ospecificerade basiska bergarter relativt vanligt förekommande tillsammans med de yngre graniterna.

Impaktstruktur

Sjön Hummeln strax nordväst om Oskarshamn har tolkats som resultatet av ett meteoritnedslag, p.g.a. närvaron av kraftigt breccierade bergarter i området samt sjöns geometriska form och betydande djup på ca 60 m /15/.

Berggrundens homogenitet

Berggrunden är sällan helt homogen över större områden och inhomogeniteter kan förekomma i form av t.ex. sprickor, gångbergarter och inneslutningar. Eftersom detaljerad geologisk kartläggning saknas för större delen av länet är det i detta skede mycket svårt att göra en bedömning av berggrunden inom Kalmar län med utgångspunkt från dessa aspekter. Generellt sett kan man dock säga att de yngre graniterna inom Kalmar län vanligtvis är mer homogena jämfört med de äldre granitoiderna vilka vanligtvis är rikare på pegmatitiska inslag och inneslutningar av ytbergarter. Bergarterna i länets nordöstra del präglas av kraftig omvandling och betydande bergartsvariationer. I detta område förekommer också ett stort antal mineralförekomster (se nedan).

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 och 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 djupbergarter och sedimentära bergarter. Industriella mineral och nyttosten kan

uppträda i alla berggrundsmiljöer. Krossberg av god kvalitet kan erhållas från såväl djupbergarter som ytbergarter.

Information om länets gruvor och bergtäkter har huvudsakligen hämtats från en översikt över malmer och industriella mineral och bergarter i länet /10/ och 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

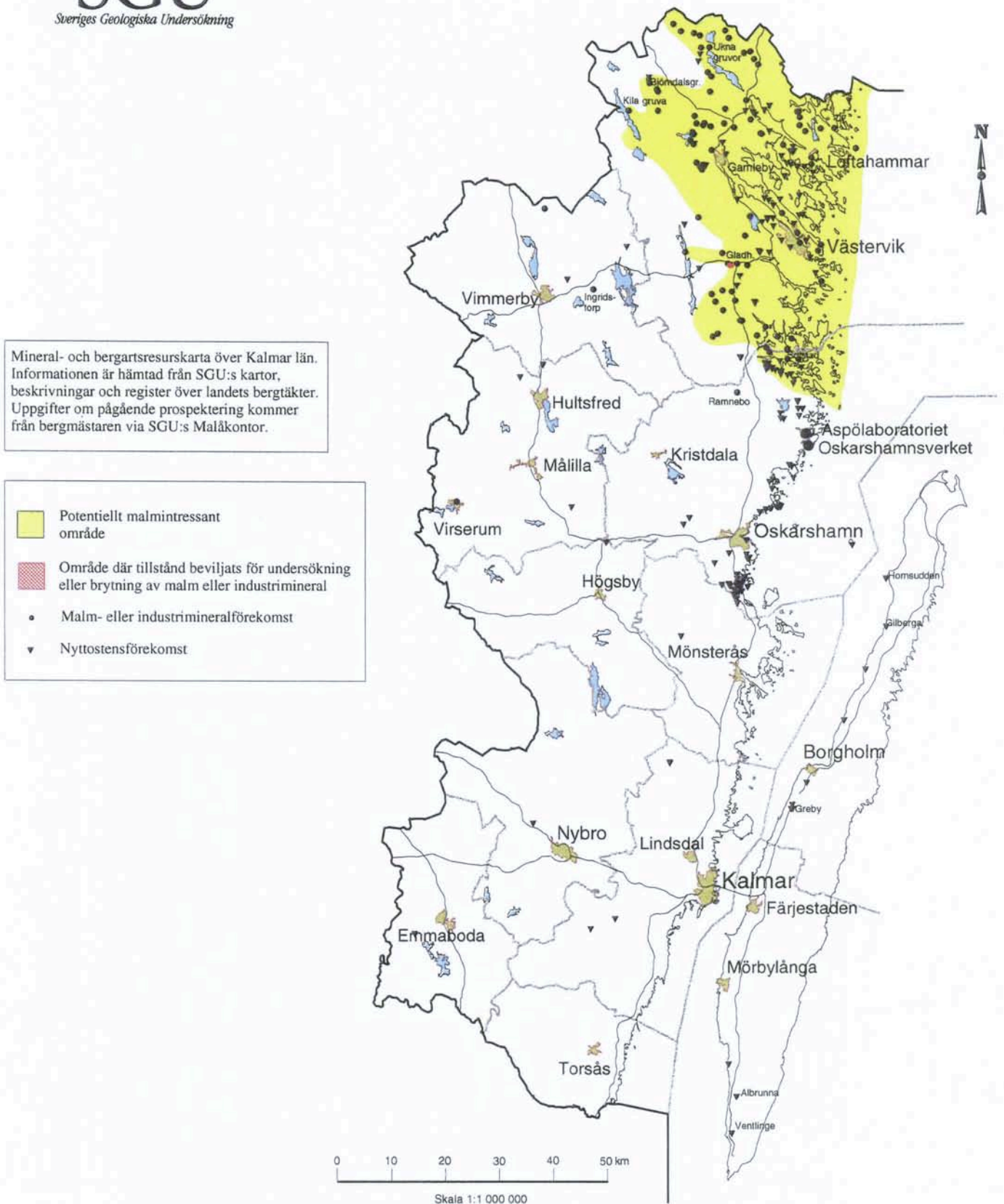
Huvuddelen av länets malmfyndigheter ligger i den norra delen, se Figur 10, och utgörs huvudsakligen av järn och kopparmineraliseringar. Länet centrala och södra delar saknar nästan helt kända metallfyndigheter med undantag för en försöksbrytning på nickel i gabbro (Virserum) och ett fåtal mindre basmetallfyndigheter. För närvarande pågår ingen malmbrytning i länet. Ett mindre område i Gladhammarområdet är dock sedan länge utmålsbelagt, se Figur 10. Vad det gäller icke-metalliska förekomster har kvarts och fältspat brutits i liten omfattning på några platser i länets norra del.

Stenindustrin i länet har haft mycket stor betydelse och stenbrytning sker alltså på ett flertal platser. Det är framförallt de yngre graniterna som brutits, se Figur 10. Kalksten har i stor utsträckning brutits på Öland och brytning sker fortfarande på ett flertal platser.

Metalliska mineralresurser

Järnmalm har brutits på ett 30-tal platser inom länet och huvuddelen av dessa är knutna till ytbergarterna i länets norra del, se Figur 10. Ett flertal av dessa har främst bearbetats under 1600-, 1700- och 1800-talen. Den senast bearbetade järnmalmen i Kalmar län är den vid Ukna, vilken bröts fram till 1875. Fyndigheterna i länets nordligaste del, nordväst om Lofthammar, är huvudsakligen magnetitmalmer knutna till metavulkaniska bergarter till skillnad från de som förekommer i Västerviksområdet, vilka huvudsakligen är hematitfyndigheter knutna till metasedimentära bergarter. Ett par av järnfyndigheterna i Västerviksområdet är också anrikade på uran. Anomala mängder uran har också noterats på ett flertal platser i de metasedimentära bergarterna söder om Västervik. Ett flertal av dessa påvisades i samband med en större prospekteringsinsats i området på 1970-talet.

Ca ett 30-tal fyndigheter i länet har brutits på koppar. De flesta av dessa är liksom järnfyndigheterna knutna till ytbergarterna i länets norra del i Västerviks kommun. Bland dessa är gruvorna vid Gladhammar de största och var i produktion fram till slutet av 1800-talet. Fyndigheter brutna för sitt innehåll av kobolt är också kända från området sydväst och söder om Västervik, t.ex. Gladhammar- och Solstadsgruvor. I några av dessa fyndigheter har också guld noterats i relativt höga halter, t.ex. 70 g/ton i Gladhammar /16/. Nickel har brutits i mindre skala i ett par av länets gabbrointrusioner norr om Västervik och i Virserum i länets centrala västra del. Molybden har noterats i mindre mängder i flera av länets koppar och järnmalmer men har endast brutits i större omfattning i Björndalens gruva nordväst om Gamleby, se Figur 10.



Figur 10. Mineral- och bergartsresurskarta över Kalmar län (sammanställning maj 1997)

Icke-metalliska mineralresurser

Länet är relativt fattigt på icke-metalliska råvaror. I länets norra delar har dock kvarts och fältspat brutits i liten omfattning, se Figur 10. Kvarts bröts så sent som 1985 vid Ingridstorp strax öster om Vimmerby. Fältspat har bl.a. brutits på Bastuholmen i Gamlebyviken samt i anslutning till Loftahammargraniten.

Nyttosten

Inom Kalmar län har stenindustrin tidvis haft en mycket stor omfattning. Det är framförallt de yngre graniterna norr och söder om Oskarshamn som varit föremål för brytning, se Figur 10. En stor del av den brutna stenen har exporterats för vidare bearbetning. Idag sker brytning på ett 10-tal platser inom länet. I anslutning till Västerviksområdet har också diorit och gabbro brutits i ett flertal mindre brott. Kalksten bryts på Öland, och brytning har i varierande omfattning fortgått alltsedan medeltiden. För närvarande sker brytning vid ett par platser på södra Öland (Ventlinge och Albrunna), i Grebyområdet på mellersta Öland och vid Gillberga och Hornsudden på norra Öland, se Figur 10.

Pågående prospektering

På grund av de geologiska förutsättningarna (övervägande granitberggrund) är Kalmar län inte ett av de mest prospekteringsintressanta länen i landet. För närvarande pågår ingen känd prospektering inom länet och endast tre mindre och gamla utmål finns registrerade (utmål på koppar och kobolt i anslutning till Gladhammars gruvor, se Figur 10). I området nordväst om Virserum, strax utanför länsgränsen i Jönköpings län, föreligger dock ansökningar om undersökningstillstånd för guld i anslutning till en NV-gående deformationszon.

Potentiellt prospekteringsintressanta områden

Framtida prospekteringsintressen kan förutses främst i områden med ytbergarter och i närheten av redan kända förekomster. Ett sådant område är markerat med gul färg i Figur 10. Inom detta förekommer ett stort antal malmfyndigheter. De flesta av dessa har aldrig varit av någon ekonomisk betydelse i modern tid men visar dock att malmbildande processer har varit aktiva i området. Det är därmed möjligt att hittills icke kända fyndigheter kan finnas och att även andra metaller kan ha anrikats i berggrunden. Som tidigare nämnts har guld påvisats i anomala halter i ett flertal fyndigheter inom detta område och man har på senare tid visat att dessa guldmineraliseringar kan vara bildade i samband med rörelser i deformationszoner /17/. Man kan således även betrakta länets deformationszoner som potentiellt prospekteringsintressanta.

6 Deformationszoner

Definitioner och metodik

En *deformationszon* är en svaghetszon utefter vilken berggrunden på ömse sidor av zonen har rört sig i förhållande till varandra. Sker deformationen på stora djup under varma förhållanden deformerar bergarterna plastiskt, likt en trögflytande massa, och zonen benämns då allmänt plastisk deformationszon eller *plastisk skjuvzon*. Närmare jordytan, där temperaturen är lägre,

är deformationen av spröd karaktär, d.v.s. det sker en mekanisk nedbrytning och uppsprickning av bergarterna. I detta fall kallas zonen 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. förskiffring och bandning, har sammanställts genom interpolation av fältmätningar av sådana strukturer. Dessa mätningar har hämtats dels från SGUs publicerade berggrundskartor /7, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27/, dels från SGUs pågående arbeten (K.-A. Kornfält). Vidare har fältmätningar från Gavelin /13/ använts. I områden där befintlig fältinformation är sparsam, har formlinjer kompletterats med tolkning av bandade anomalimönster på den flygmagnetiska kartan, se Figur 11, s.k. *magnetiska konnektioner*. Flygmätningarna utfördes av SGU, SKB och LKAB. Observera att flygmätningar till stor del saknas för södra delen av länet.

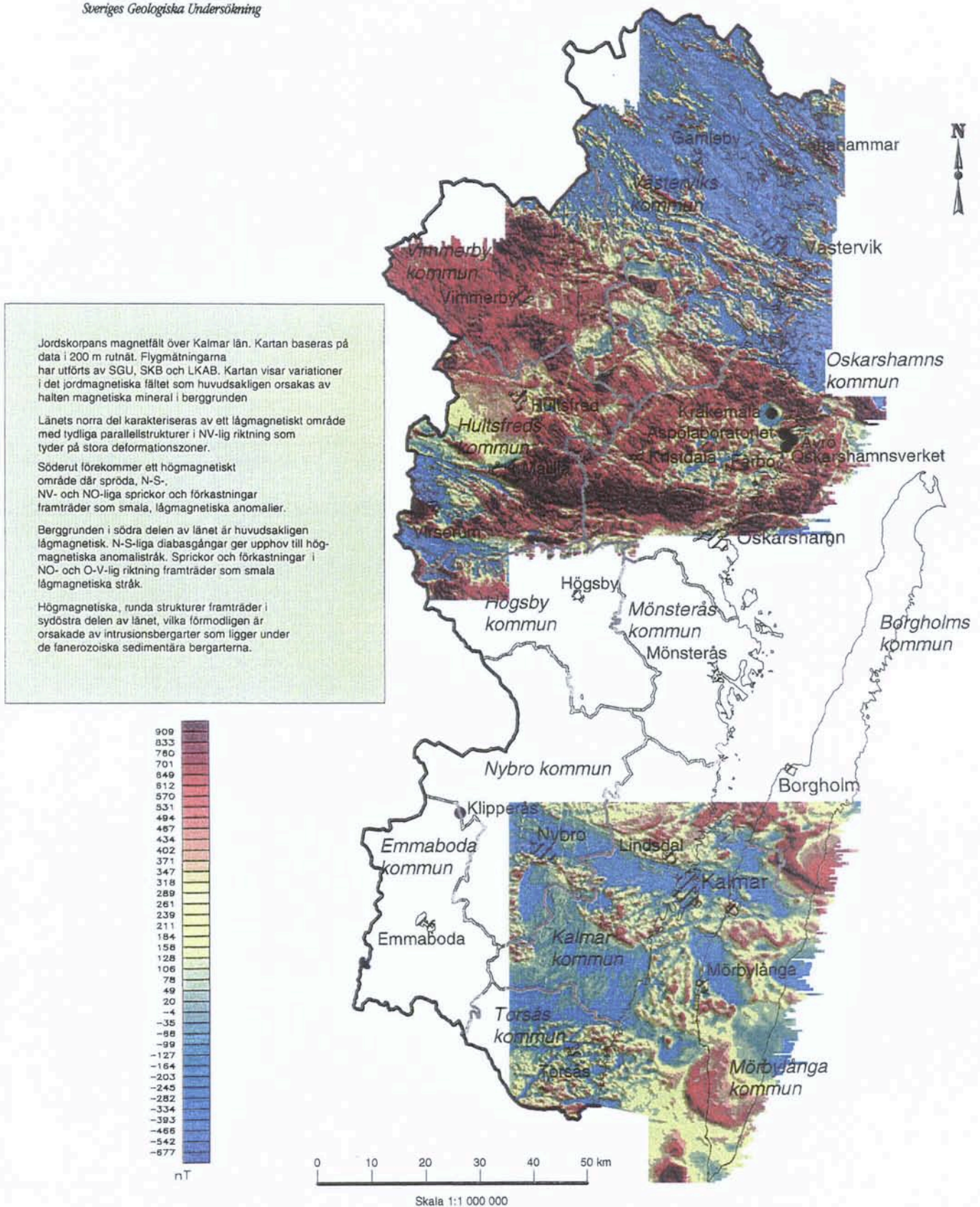
Formlinjer och magnetiska konnektioner återspeglar berggrundens storskaliga strukturriktningar. Sammanställning av dessa linjer ger ofta en antydning om förekomsten av plastiska skjuvzoner och mellanliggande domäner. Domänerna emellan skjuvzonerna kan utgöras av områden med regionalt mer homogen deformation eller områden med odeformerade bergarter. Plastiska skjuvzoner har markerats där stråkvist kraftigt deformerade bergarter förekommer. Dessa zoner utmärks också av att planstrukturen 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 framtaget 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.

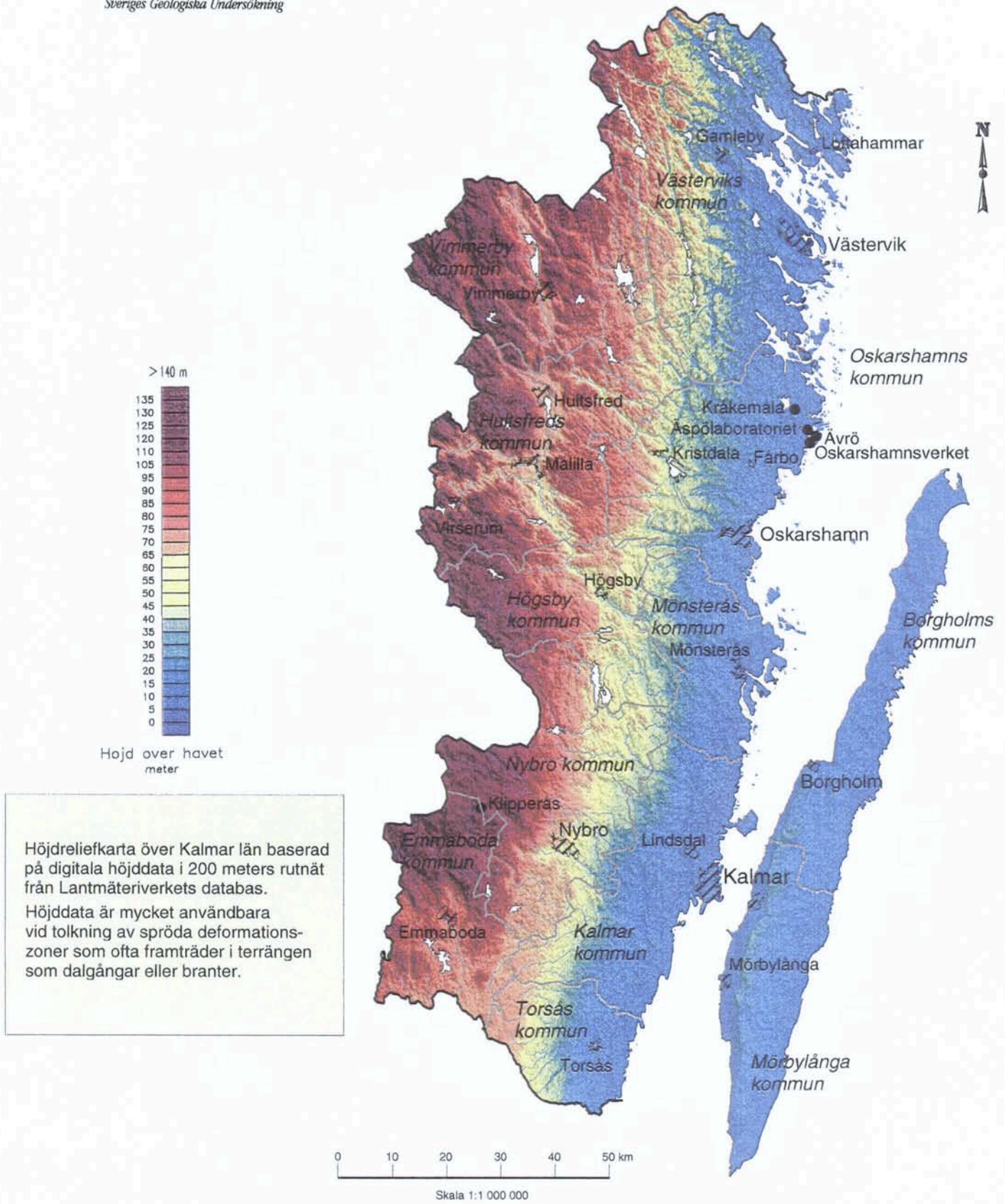
På kartan i Figur 13 visas tolkade sprickzoner och plastiska skjuvzoner, formlinjer och magnetiska konnektioner. Vidare visas områden täckta av fanerozoiska sedimentära bergarter, diabaser, djupbergarter och vulkaniska bergarter vilka huvudsakligen är massformiga, samt en förmodad impaktstruktur. Djupbergarterna omfattar både ca 1400 miljoner år gamla graniter och ca 1800-1770 miljoner år gamla granit-kvartsmonzonit-monzonit-gabbrobergarter. Kartan över deformationszoner, se Figur 13, återspeglar zoner som är tolkade i samband med denna studie. Några av dessa är väl belagda (se nedan) medan andra zoner behöver kontrolleras i fält innan deras existens och utbredning kan fastställas. Kartan bör därför tills vidare betraktas med försiktighet.

Plastiska skjuvzoner

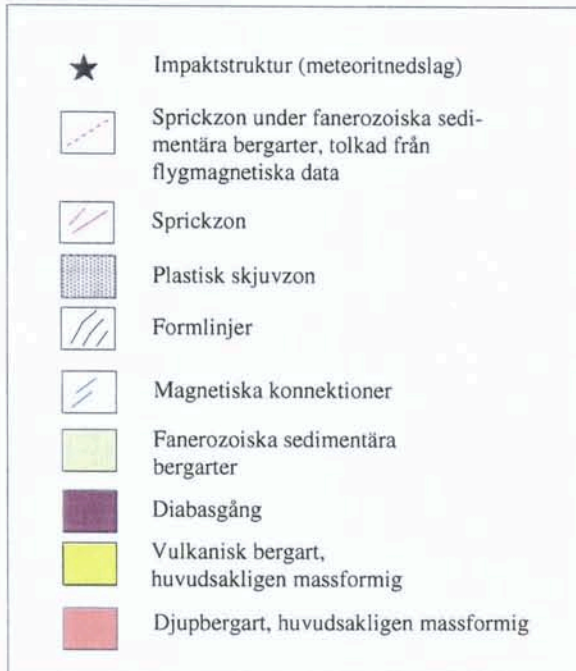
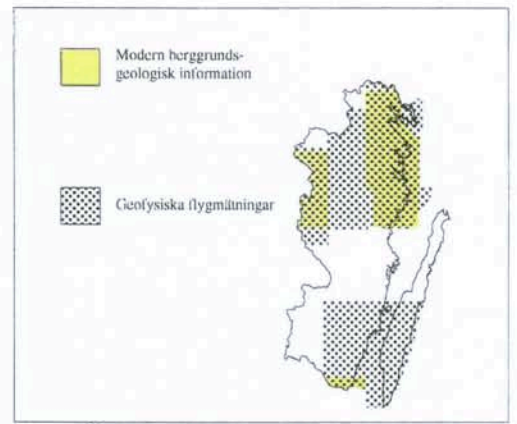
Som framgår av Figur 13 har ett antal plastiska skjuvzoner, tillhörande ett regionalt system i sydöstra Sverige med ca O-V- till NV-lig riktning /28, 29, 30/ markerats i Kalmar län. Den mäktigaste är den flera kilometer breda zonen i Loftahammartrakten, vilken utgör gränsen mellan de metasedimentära bergarterna i Västerviksområdet och nordost därom förekommande djupbergarter och gnejser /29/. Utmed de metasedimentära bergarternas sydvästra kontakt, söder om Västervik, är också en plastisk skjuvzon markerad, se Figur 13. Området



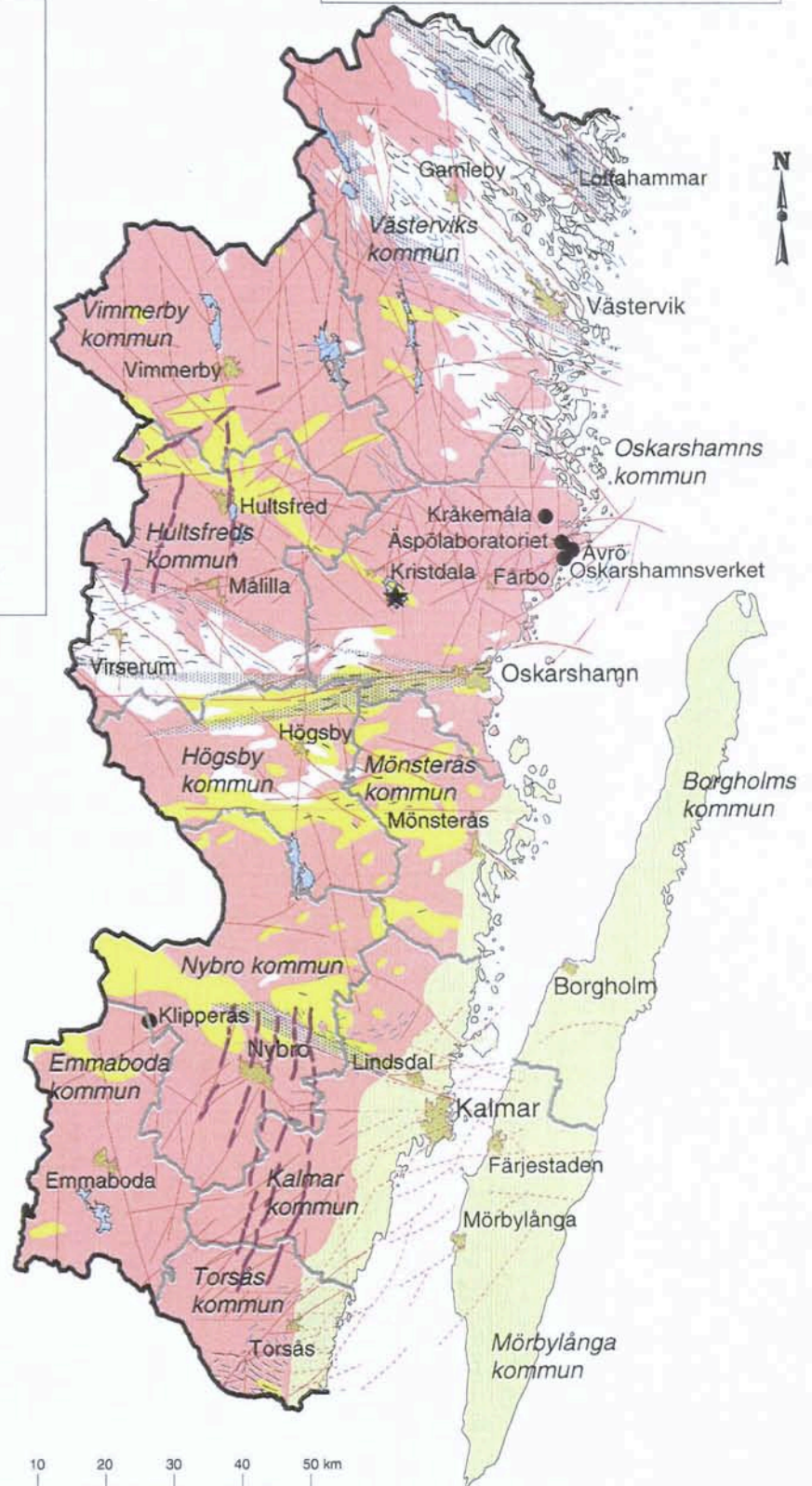
Figur 11. Flygmagnetisk karta över Kalmar län



Figur 12. Höjdreliefkarta över Kalmar län.



Deformationszonskarta över Kalmar län med tolkade sprickzoner och plastiska skjuvzoner, formlinjer, magnetiska konnektioner, fanerozoiska sedimentära bergarter, diabasgångar och huvudsakligen massformiga vulkaniska bergarter och djupbergarter. I de vita områdena på kartan dominerar regionalt deformerade bergarter äldre än ca 1830 miljoner år. Formlinjerna visar berggrundens strukturella riktningar. Plastiska skjuvzoner har markerats där formlinjerna sammanfaller med breda bälten av lågmagnetiska anomalier. Sprickzonerna följer i många fall de äldre strukturriktningarna i berggrunden. Sprickzonernas utbredning har tolkats från höjddata (topografiska sänkor) och flygmagnetiska data (småa, lågmagnetiska stråk). Sprickzonerna som är markerade med streckade linjer i områden täckta av fanerozoiska sedimentära bergarter är enbart tolkade från flygmagnetiska data. Höjddata i dessa topografiskt flacka områden ger ingen information huruvida de flygmagnetiskt indikerade sprickzonerna även påverkar de yngre sedimentära bergarterna. Tolkningen är baserad på data från SGUs berggrundskartor, pågående arbeten, flygmagnetiska data och höjddata.



Skala 1:1 000 000

Figur 13. Deformationszonskarta över Kalmar län

emellan de nu nämnda plastiska skjuvzonerna utgör dock inte en skjuvzonsfri mellanliggande domän, men zonerna är här av mindre dimension och har därför inte markerats.

De i Figur 13 markerade plastiska skjuvzonerna, dels från Oskarshamn och västerut, dels i Lindsdal-Nybrotrakten är i första hand flygmagnetiskt indikerade. Förekomsten av skjuvzoner stöds emellertid också av att de vanligtvis massformiga, yngre vulkaniska bergarterna och djupbergarterna är deformerade i dessa områden. En västlig förlängning i Kronobergs län av den södra zonen i Oskarshamntrakten är beskriven av Skjernaa /28/, medan den västliga förlängningen av den mellersta zonen har beskrivits av Mansfeld & Sturkell /31/. Den västra delen av den norra zonen och dess fortsättning i nordvästlig riktning i Jönköpings län är dokumenterad av SGUs pågående arbete (M. B. Stephens & C.-H. Wahlgren). I området söder om Torsås i sydligaste delen av länet är de vanligtvis massformiga djupbergarterna och vulkaniska bergarterna förskiffrade. Denna förskiffring böjer in mot den ca VNV-liga plastiska skjuvzon som förekommer precis söder om länsgränsen i Blekinge.

Förekomsten av en potentiell plastisk skjuvzon söder om Högsby indikeras av ONO-liga förskiffringar i den vulkaniska bergarten, se Figur 13, samt dennas uthålliga, raka, ONO-liga, nordliga kontakt mot omgivande djupbergart. Denna zon är dock inte markerad i Figur 13 då flygmagnetisk information som stöd för tolkningen saknas i centrala delen av Kalmar län, se Figur 11 och den infällda kartan i Figur 13.

Förutom ovan nämnda plastiska skjuvzoner och den regionala deformationen i bergarterna i den norra delen av länet utgörs berggrunden i Kalmar län av bergarter som är huvudsakligen massformiga. Bristen på moderna berggrundskartor i skala 1:50 000, se den infällda kartan i Figur 13, kan delvis förklara avsaknaden av formlinjer i stora delar av länet. I dessa områden är därför tolkningen av plastiska skjuvzoner något bristfällig.

Sprickzoner och förkastningar

Spröda deformationszoner utgörs vanligen av krossat berg vilket gör dem lättroderade. De uppträder vanligen som långsmala sänkor eller branter i terrängen. Bredden kan vara upp till flera hundra meter. Sprickzoner kan vara öppna och oläkta eller läkta och cementerade av t.ex. kvarts eller kalcit. Stupningen av sprickzonerna är i regel svår att avgöra, men antas i de flesta fall vara brant till vertikala. Flacka sprickzoner är generellt sett svåra att upptäcka med hjälp av höjddata och flygmagnetiska data. I håll kan dock små, flacka sprickzoner påträffas.

Som framgår av Figur 13 har sprickzonerna i Västerviks- Loftahammar- Gamlebyområdet en mycket enhetlig NV-lig orientering, d.v.s. de följer de regionala plastiska strukturerna. Det senare gäller även sprickzoner som förekommer utefter de övriga markerade plastiska skjuvzonerna. I övriga delar av Kalmar län, där bergarterna huvudsakligen är massformiga, är berggrunden relativt kraftigt uppsprucken i riktningar N-S, NV, NO och O-V. Även inom de block som definieras av detta sprickzonsmönster förekommer sannolikt mindre sprickzoner och sprickor, vilkas utbredning måste klarläggas vid mer detaljerade studier.

Berggrunden i centrala delen av länet är skenbart fattig på sprickzoner, se Figur 13. Detta beror dock på avsaknaden av flygmagnetiskt underlag för tolkning av sprickzoner, samt att höjddata inte heller ger mycket information beroende på den flacka topografin i ett 5-7 km brett område utmed kusten, från Oskarshamn i norr och söderut, samt på Öland. Ett stort antal arbeten rörande sprickmönstret i berggrunden i södra Sverige innefattande Kalmar län har

utförts, se t.ex. Tirén & Beckholmen /32/ och litteraturhänvisningar i detta arbete. Ett stort antal detaljerade undersökningar föreligger också i och runt Äspöområdet.

Flygmagnetiskt indikerade sprickzoner i områden täckta av fanerozoiska sedimentära bergarter är också markerade i Figur 13. Beroende på den flacka topografin i dessa områden är topografiska lineament otydliga och därmed är möjligheten liten att säkrare påvisa huruvida de flygmagnetiskt indikerade sprickzonerna påverkar de yngre sedimentära bergarterna. Emellertid finns det några sprickzoner tolkade endast från höjddata som påverkar dessa bergarter.

Inga uppenbara sidoförskjutningar eller nivåskillnader föreligger utefter de markerade sprickzonerna, varför karaktären på rörelserna inte går att bestämma.

Deformationszoner i tid och rum

De äldsta deformationszonerna i Kalmar län är plastiska skjuvzonerna i vilka deformationen kan begränsas till tidsintervallet ca 1850-1400 miljoner år. Som framgår av Figur 13 och som nämnts ovan förekommer sprickzoner utmed de plastiska skjuvzonerna, vilket tyder på att dessa reaktiverats vid spänningsutlösningar senare när bergarterna låg högre upp i jordskorpan. Den exakta åldern av sprickzonerna i Kalmar län är svårbestämd. Åtminstone de som påverkar de fanerozoiska sedimentära bergarterna, se Figur 13, är utbildade eller reaktiverade i sen geologisk tid, d.v.s. efter ca 545 miljoner år. Detta gäller förmodligen även andra sprickzoner i övriga delar av länet. Paleomagnetiska analyser och isotopanalyser av bergarts-material från sprickzoner i Äspöområdet är svårtolkade, men ger indikationer på åldrar yngre än 545 miljoner år, eventuellt så unga åldrar som 270-190 miljoner år /33/. Studier av spricksystem på västra delen av norra Öland /34/ visar att berggrunden i detta område inte deformeras märkbart under de senaste 500 miljoner åren. Detta kan tyda på att de flygmagnetiskt tolkade sprickzonerna i området med fanerozoiska sedimentära bergarter bildades tidigare än för ca 545 miljoner år sedan.

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 Kalmar län grundar sig främst på den moderna kartläggning som SGU har gjort /35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42/ eller för närvarande genomför i området (pågående arbete L. Rudmark, S.-I. Svantesson). Den påbörjades 1975 och hittills har knappt hälften av länets yta undersökts. Stora delar av länet är således relativt okända, eftersom det geologiska underlagsmaterialet där är av översiktlig karaktär och föråldrat.

Isavsmältning och postglacial utveckling

Den senaste inlandsisen avsmälte från området mellan 12 800 och 11 900 år sedan /43/. Isräfflor visar att isfronten i stort var orienterad i NO-SV. Avsmältningstakten var enligt lervarvs-mätningar 125 till 300 m per år /44, 45, 46/. Frontens läge är något osäker speciellt i de inre delarna av länet och över Öland. Högst sannolikt bröts isen upp snabbt ute i Östersjösänkan genom kalvning. Under nedisningens huvudskede beräknas istäckets mäktighet ha varit mellan 2 000 och 2 500 m /47/, medan ismäktigheten vid fronten under avsmältningen 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 dåtida havet nådde var i länets södra del ca 65 m och dess norra del ca 135 m. De västra och högst belägna områdena är således belägna över högsta kustlinjen och har ej varit täckta av vatten. Landhöjningen, eller egentligen strandförskjutningen som betecknar samspelet mellan landets och havsytans rörelser är i dag ca 5 cm/100 år i söder och ca 20 cm/100 år i norr.

Jordarterna i området har bildats i samband med den senaste landisens avsmältning, s.k. glaciala jordarter, och tiden därefter, s.k. postglaciala jordarter. Inga lokaler med äldre jordarter är kända från länet.

Jordarter och jorddjup

Bergblottningsgrad, jordartsfördelning och jorddjup

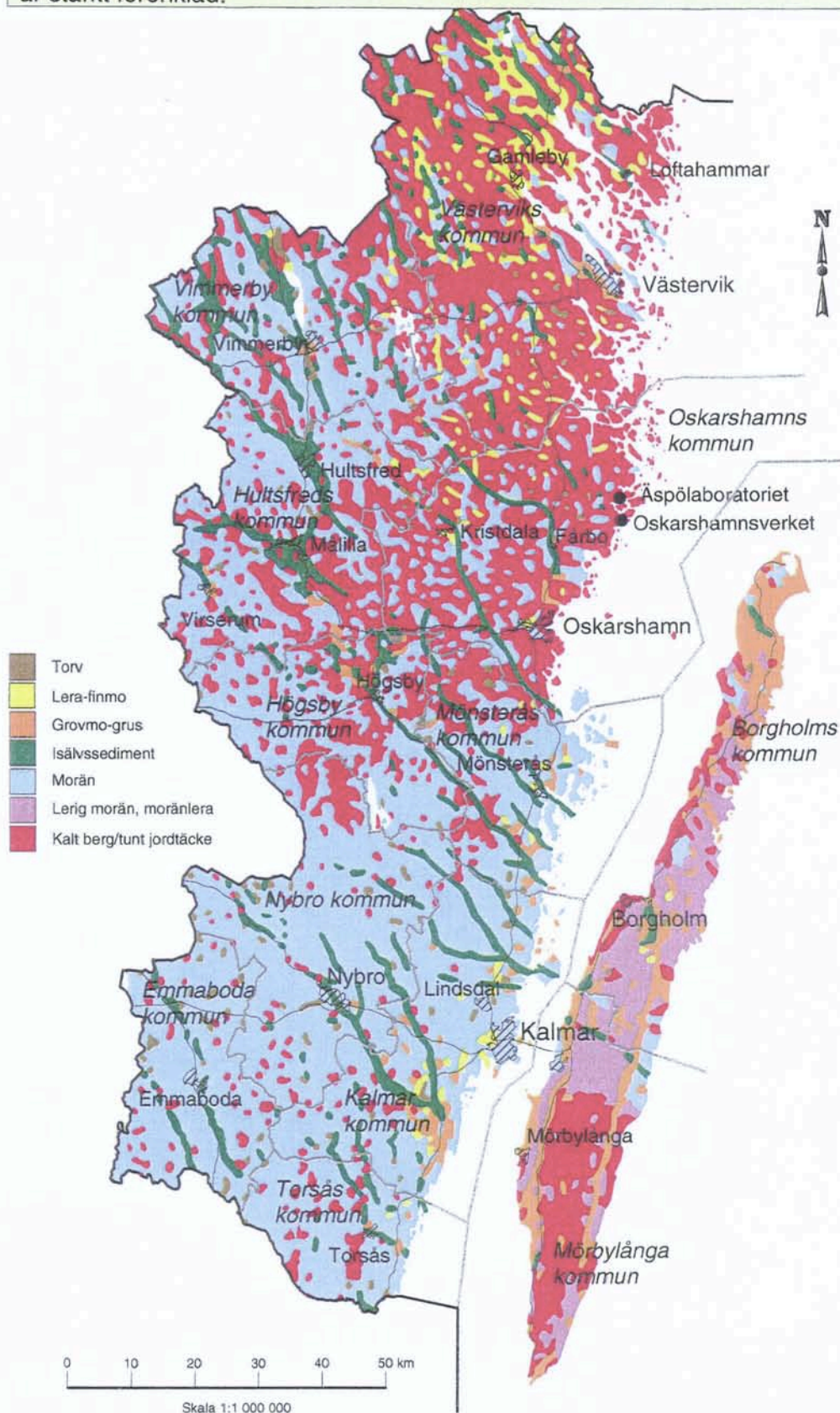
Bergblottningsgrad och jordartsfördelning i området framgår av översiktskartan, se Figur 14, som är baserad på Fredén /48/. Denna visar att blottningsgraden är mycket varierande i Kalmar län. I skärgårdskommunerna Västervik och Oskarshamn är berget blottat i stor omfattning, också i de västra kommundelarna. Hög blottningsgrad finns också på Öland med de för ön så karakteristiska alvarmarkerna, se Figur 15a. Kalt berg saknas däremot nästan helt i en ca milsbred zon väster om Kalmarsund. Där finns mäktig morän på den sedimentära sandstenen. Morän har även stor utbredning i framför allt länets södra och sydvästra delar samt på mellersta Öland. Isälvsediment, sand och grus, bildar välformade åsar i söder och komplext uppbyggda deltan och fält i norr. Väster om Vimmerby förekommer även isälvsediment som dalfyllnad. Finkorniga leror fyller till viss del ut de markanta dalgångarna i norr medan dessa jordarter praktiskt taget saknas helt i övriga länsdelar. På framför allt Öland finns upp till 8 m mäktiga och utbredda svallsediment som uppträder både som flacka fält och ryggar. På nordligaste Öland förekommer relativt mycket flygsand. Torvmarker finns i ringa omfattning i länet.

Inom stora delar av länet är jordmäktigheten obetydlig eller liten. Måttliga och stora jordmäktigheter förekommer framför allt på kustslätten kring Kalmar och norrut till Mönsterås samt vid Hultsfred och norr om Vimmerby. Figur 16 visar en schematisk bild över jorddjupen i länet. Eftersom denna karta enbart grundar sig på interpolerade brunnsuppgifter, ger den i vissa områden en något missvisande bild. Detta gäller främst återgivningen av liten och obetydlig jordmäktighet kring Oskarshamn och på södra Öland. Det kala berget, där jordtäckte helt saknas, har en större utbredning än vad kartan visar.

Glaciala jordarter

Morän, som har stor utbredning, är det av landisen upplockade, bearbetade och avlagrade sorterade materialet. Vanligen är moränen sandig utom på Öland där den är lerig. Större ytor med grusig morän förekommer ca 2 mil söder om Högsby. Moränens ytblockighet varierar. Vanligen är den normalblockig, se Figur 15b, men stora områden med blockiga ytor uppträder någon mil norr om Nybro. På kustslätten från Torsås i söder till Mönsterås i norr är moränytorna relativt blockfattiga men ganska stenrika. Detsamma gäller även de öländska moränerna. Det finns ett samband mellan moränens innehåll av sten och block och den underliggande berggrunden. Vissa bergarter, exempelvis porfyrisk vulkaniter, sandsten och kalksten, ger oftast upphov till en stenrik morän. På Öland är moränen helt präglad av kalksten

Översiktskarta visande berg i dagen och jordartsfördelningen i Kalmar län. Kartan är en förstoring av jordartskartan i Sveriges Nationalatlas och grundar sig på SGUs kartläggningar. Dessa har presenterats i olika skalor och serier. Kartunderlagets kvalitet varierar därför och jordartsindelningen är starkt förenklad.



Figur 14. Översiktskarta visande berg i dagen och jordartsfördelningen i Kalmar län



Figur 15. Jordarter i Kalmar län.

a) Tunt jordtäckte på kalkstenen ute på Greby alvar vid Borgholm. Foto C. Fredén 1977.

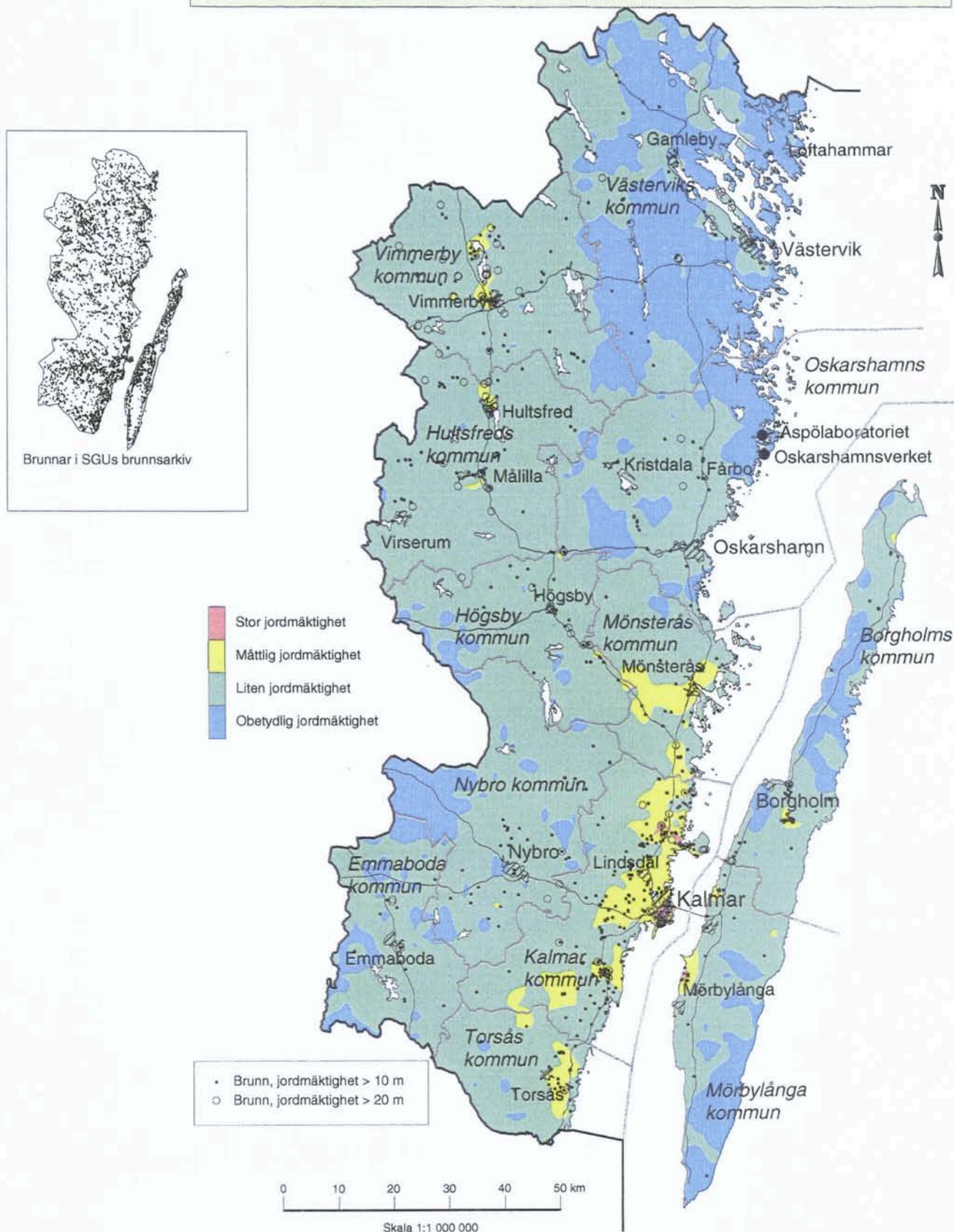


b) Normalblockig moränyta vid Emmaboda. Foto C. Fredén 1977.



c) Grovt och lokalt präglat svallsediment från mellersta Öland, ca 8 km ONO brofästet. Foto C. Fredén 1977.

Karta visande jordmäktighet baserad på interpolation av ca 7 300 brunnar i SGUs brunnarsarkiv. Den lilla kartan visar brunnarnas geografiska fördelning. Med obetydlig jordmäktighet avses huvudsakligen mäktigheter mindre än 1 m, med liten jordmäktighet 1 till 5 m, med måttlig mäktighet 5 till 10 m och med stor mäktighet mer än 10 m. Lokala avvikelser förekommer (jfr jordartskartan och se texten). Brunnar med jordmäktighet större än 10 m respektive 20 m har markerats.



Figur 16. Jordmäktighet i Kalmar län (sammanställning maj 1997)

och är kalkhaltig. Moränens mäktighet varierar. I områden med täta hållblottningar är moränen i allmänhet endast någon meter tjock. Inom stora sammanhängande ytor med sandig morän förekommer moränmäktigheter på omkring 5 m. Kring och norr om Västervik finns några komplext uppbyggda moränbildningar med mäktigheter på mellan 5 och 20 m.

Isälvsedimenten har transporterats och sorterats av isälvar i och under isen och avlagrats vid isfronten under avsmältningen. Grus och sand dominerar. I de södra och mellersta länsdelarna har isälvsavlagringarna vanligen utbildats som välformade åsar med mäktigheter på i allmänhet 5-10 m, lokalt över 20 m. De största åsarna är Nybroåsen, Bäckeboåsen, Högsbyåsen och Tunaåsen. Åsarna har huvudriktning i NV vinkelrätt mot isfrontens sträckning vid deglaciationen. Förutom dessa åsar förekommer isälvsediment i stora deltan och fält spridda över hela länet. De mäktigaste är belägna vid Högsby, Målilla och Vimmerby. På Öland finns ett par större fält, ett sydost om Borgholm och ett andra någon mil norr om brofästet.

Glacial lera har avsatts av smältvatten från den retirerande isen och på ett visst avstånd från fronten. Inom länet har den glaciala leran begränsad utbredning. Den förekommer dock allmänt i dalstråken i det kuperade landskapet kring Västervik och Gamleby på nivåer upp till ca 100 m.ö.h. Leran uppträder där som ett heltäckande lager med mäktigheter på lokalt ca 10 m.

Postglaciala jordarter

Postglaciala sediment utgör omlagringsprodukter av glaciala jordarter eller har nybildats efter det att landisen lämnat området. Svallsediment, klapper, grus, se Figur 15c, och sand, uppträder ofta i anslutning till isälvsavlagringar och exponerade moränhöjder. På fastlandet är mäktigheten vanligen högst ett par meter, men kan lokalt vara större. På Öland, som ligger mycket exponerat för Östersjöns vågor, är svallsediment vanliga. Mäktigheten är ofta ett par meter, ställvis mer än 5 m.

Postglaciala, finkorniga sediment, vanligen olika leror, har avsatts i vikar och från havet avsnörda bassänger. Dessa sediment, som i allmänhet har en grå färgton, är relativt ovanliga i länet.

Organiska jordarter domineras av torv. Torvmarker har en relativt begränsad utbredning i länet. I kustnära områden är de ofta utdikade och uppodlade.

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 /49, 50/. Mörner /51, 52, 53/ anser att sådana rörelser förekommit också i andra delar av landet, huvudsakligen beroende på den snabba landhöjningen. En granskning och sammanfattning av denna typ av rörelser i Sverige har gjorts av Muir Wood /54/. Bortsett från ett antal registreringar av jordskalv finns inga uppgifter om sen- och postglaciala rörelser från Kalmar län. I samband med SGUs jordartskartering har dock en sannolik sådan rörelse dokumenterats på en ö alldeles norr om länsgränsen /41/.

En sammanställning av jordskalv i Nordeuropa fram till 1993 visar att länet ligger öster om det bälte inom vilket många jordskalv registrerats, se Figur 5. Bältet sträcker sig från sydvästra Sverige mot nordost till södra norrlandskusten och vidare norrut längs kusten. Enligt uppgifter

från samma databas har jordskalv under denna tid förekommit totalt 11 gånger i länet, se Figur 17. De två äldsta registrerade skalven skedde på exakt samma plats med 3 månaders mellanrum. Magnituden var densamma båda gångerna, 2,7, och platsen ligger drygt 1 mil väster om Västervik. Åren 1883 och 1888 registrerades 2 skalv med magnituden 3,0 från trakten av Hultsfred. Dessa skalv är de kraftigaste som noterats från länet. I Torsås kommun ägde ett skalv rum 1909. Magnituden var 2,2.

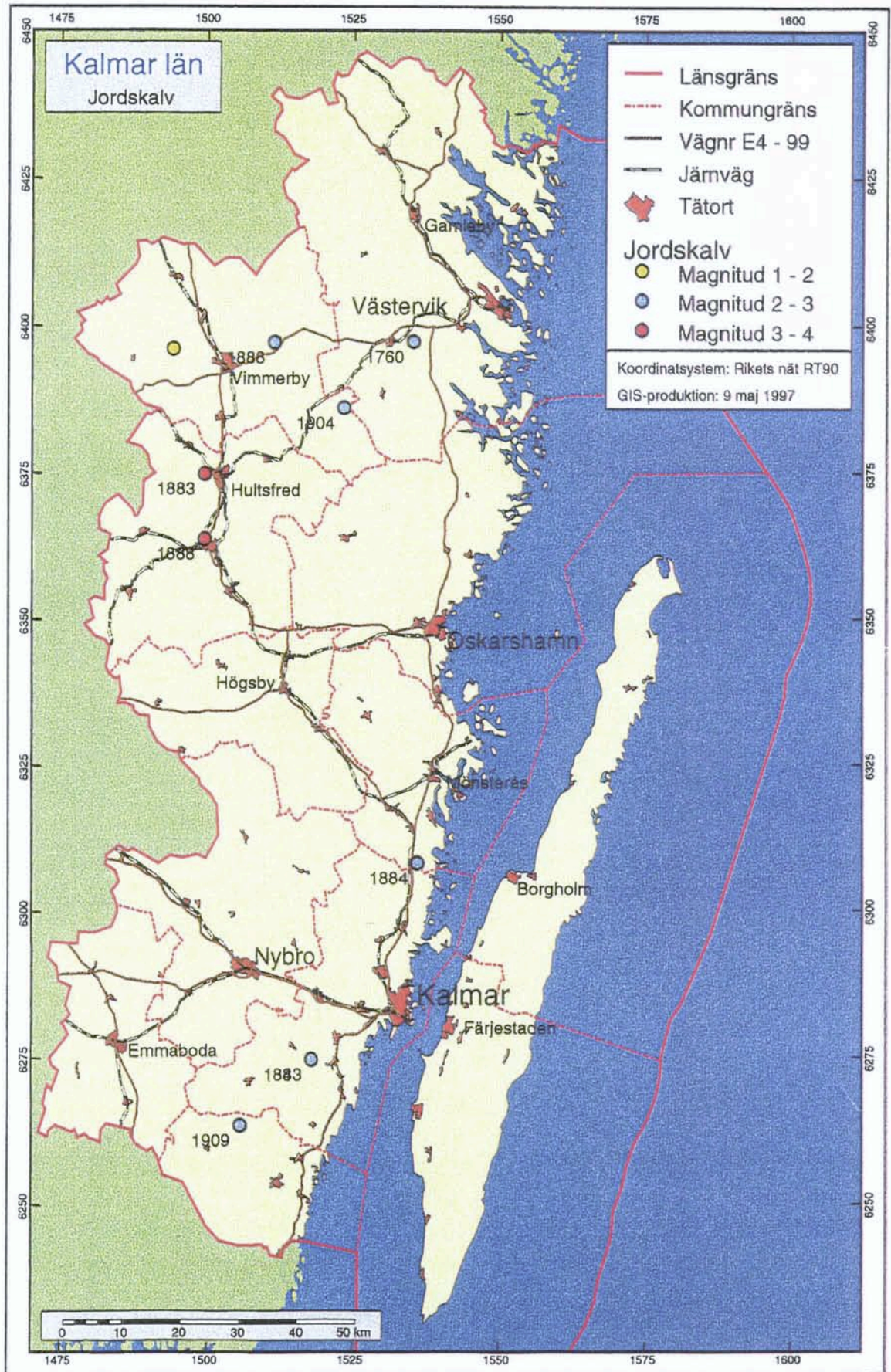
8 Hydrogeologi

I grundvattenkartan med beskrivning över Kalmar län /55/ redovisas bl.a. grundvattentillgångar, grundvattnets kvalitet, hydrologi, vattenförsörjning och insamlade grundvattenutredningar. I föreliggande sammanställning av de hydrogeologiska förhållandena i länet har detta material kompletterats med analyser av Lantmäteriverkets höjddata, SMHIs avrinningsdata och SGUs brunnsarkivsdata. Syftet har varit att beskriva grundvattnets strömningsmönster och berggrundens hydrauliska konduktivitet (genomsläpplighet). För att beskriva grundvattnets kemiska status i Kalmar län jämfört med övriga landet har även grundvattenkemiska data från SGUs brunnsarkiv bearbetats.

Grundvattnets bildning och strömning

Grundvattnet ingår i det hydrologiska kretsloppet /4, 56/. Av den nederbörd som faller i länet avdunstar ungefär två tredjedelar /55/. 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.

Grundvattenbildningens storlek bestäms av markens infiltrationskapacitet och den effektiva nederbördens storlek (skillnaden mellan nederbörd och avdunstning). Den effektiva nederbördens storlek i Kalmar län framgår av Figur 18. Den har beräknats utifrån en vidareutveckling av den metod som använts för beräkning av avrinning /57/. 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 Kalmar 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 /56/. 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.

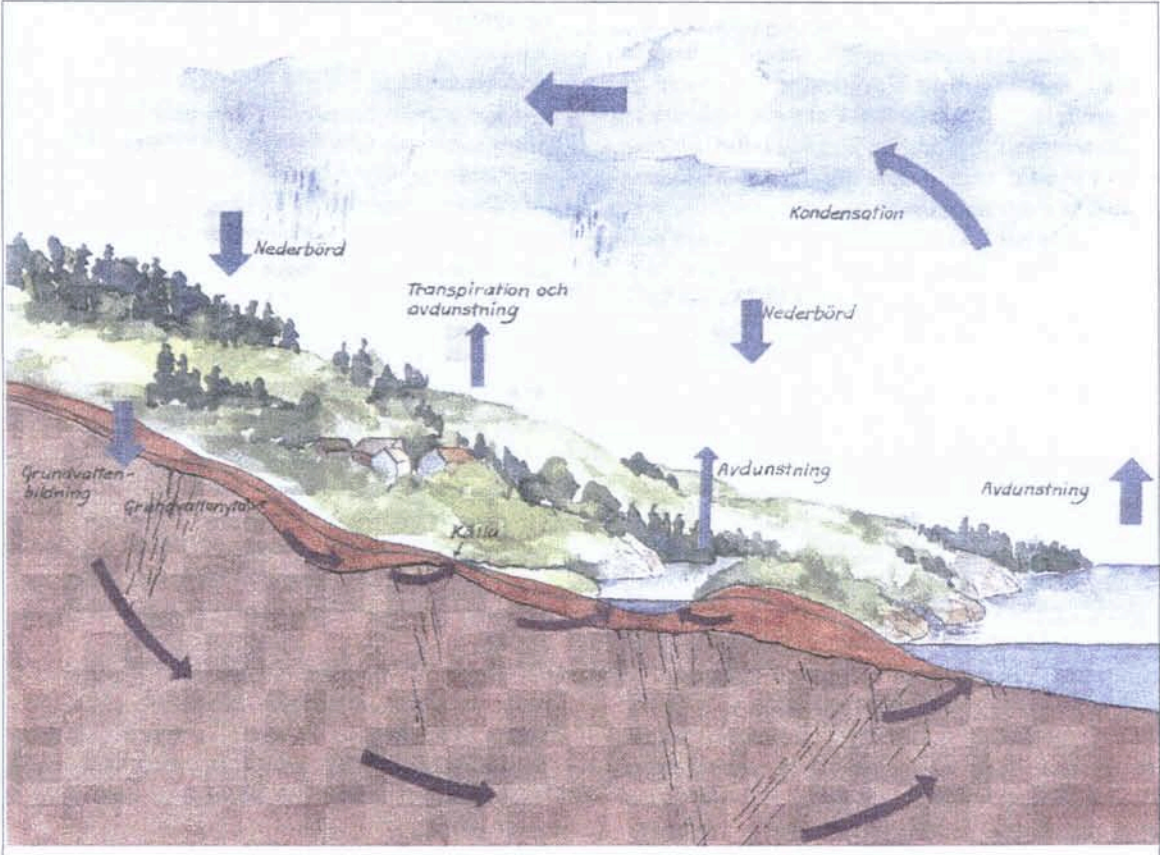
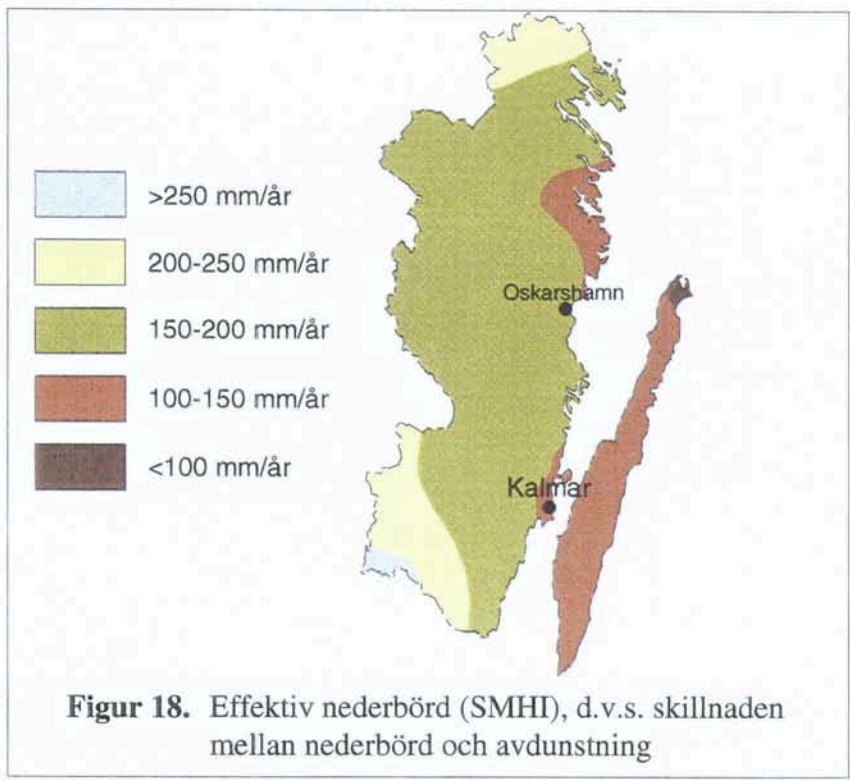
Höjdskillnaderna i Kalmar län är måttliga med en högsta marknivå ca 300 m.ö.h. Regionala skillnader kan med utgångspunkt från de topografiska förhållandena, se Figur 12, tydligt påvisas i länet. Höjdområdena i de västra delarna av länet utgör inströmningsområden av regional karaktär. Det är i första hand i dessa delar av länet som grundvattnets djupa, långa strömbanor kan utbildas. Grundvattnets strömning i det regionala perspektivet sker sedan mot de låglänta delarna närmast kusten där de långväga strömbanorna i stället 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 ca 5 cm/100 år i söder och ca 20 cm/100 år i norr.

Länets sjöar, vattendrag och avrinningsområden med tillhörande vattendelare framgår av Figur 20 /57/. Avrinningsområdena delas in i huvudavrinningsområden och biflödenas avrinningsområden. Huvudavrinningsområden har sina utloppspunkter i havet och är större än 200 km². Biflödenas avrinningsområden är större än 1000 km² och har sina utloppspunkter i större vattendrag. Av Figur 20 framgår att i större delen av Kalmar län sker ytvattnets avrinning via ett antal åar som har större delen av sina avrinningsområden inom länet. Emån har dock en stor del av sitt avrinningsområde utanför länet och Lyckebyåns avrinningsområde har sin fortsättning i Blekinge län. 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.

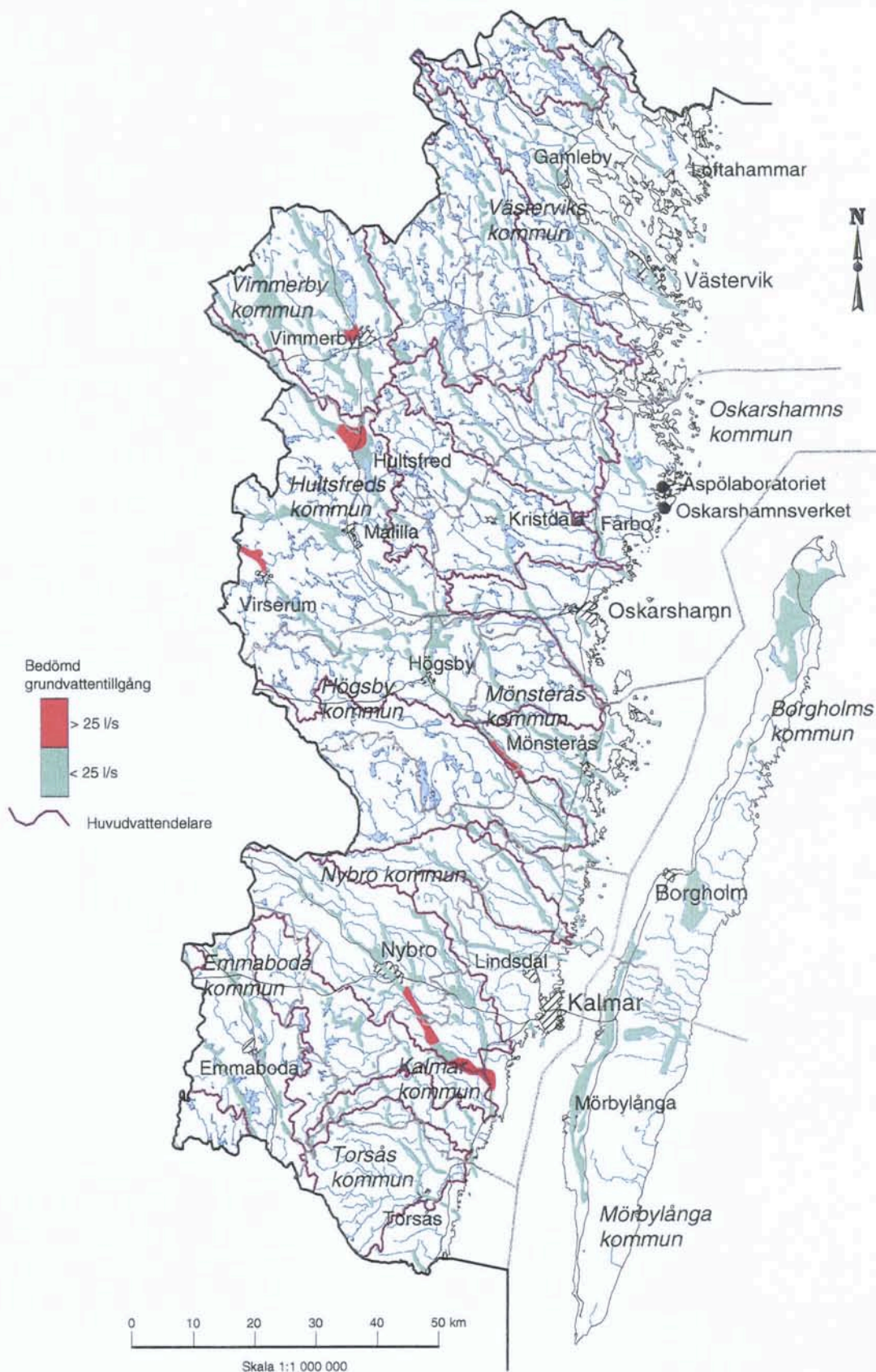
Grundvattentillgångar

Grundvattentillgångar av regional betydelse i Kalmar län återfinns i de stora stråken med isälvsavlagringar, t.ex. Nybroåsen /55/. 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 Kalmar län /55/. De avsnitt som bedöms ha uttagsmöjligheter överstigande 25 l/s utgör i allmänhet viktiga regionala tillgångar men även andra åsavsnitt utgör vik



Figur 19. Vattnets kretslopp

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



Figur 20. Grundvattentillgångar och huvudvattendelare i Kalmar län.

tiga tillgångar lokalt. Även grundvatten från de sedimentära bergarterna i de östra delarna av länet nyttjas i den kommunala vattenförsörjningen. Grundvattnet i den kristallina berggrunden används i viss utsträckning men några stora tillgångar av regional betydelse bedöms inte förekomma. Berggrundsvattnet utgör dock en viktig tillgång för den enskilda vattenförsörjningen.

Berggrundens genomsläpplighet

Berggrundens genomsläpplighet (hydrauliska konduktivitet, K) i Kalmar län har beräknats /58/ med hjälp av uppgifter om brunnsdjup, avsänkning och uttagskapacitet från ca 2500 brunnar i SGUs brunnarkiv. Data från sedimentära bergarter har inte tagits med. Den beräknade hydrauliska konduktiviteten för brunnarna varierar i allmänhet mellan 10^{-6} och 10^{-8} m/s. Medianvärde för beräknat K är $5,9 \times 10^{-8}$ 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. Lägst värden erhålls i de norra 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 (101 st).

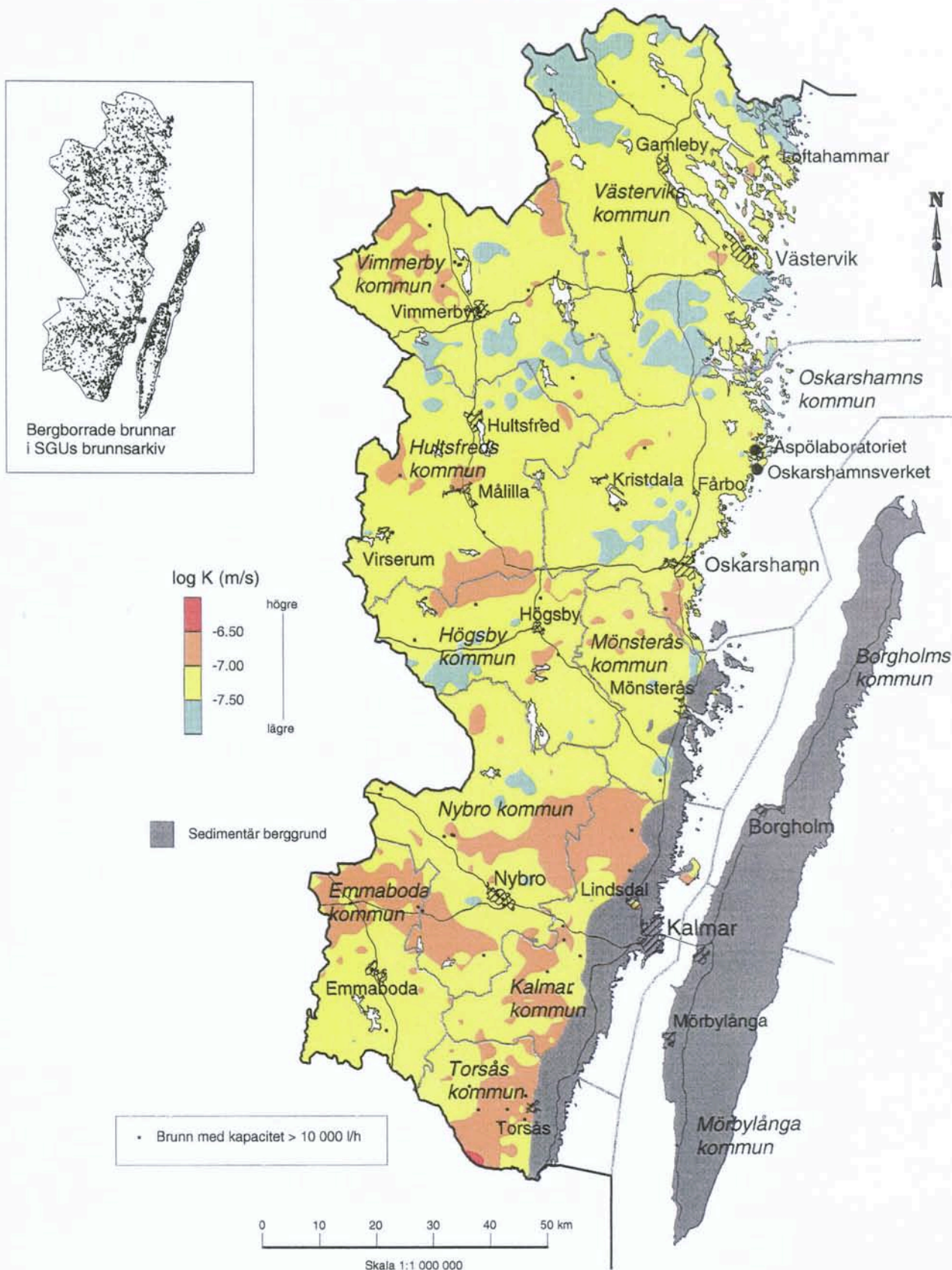
Erfarenheter från borrhålsundersökningar visar att genomsläppligheten i den kristallina berggrunden avtar med djupet /59/. Skillnaden i hydraulisk konduktivitet mellan nivån 100 m och 500 m under markytan kan uppgå till flera tiopotenser, vilket har stor betydelse för grundvattnets uppehållstid och strömningsvägar. Dessutom kan förhöjda salthalter i grundvattnet förekomma inom hela länet på de djup som är aktuella för ett förvar, framförallt inom de delar av länet som ligger under högsta kustlinjen (HK). 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

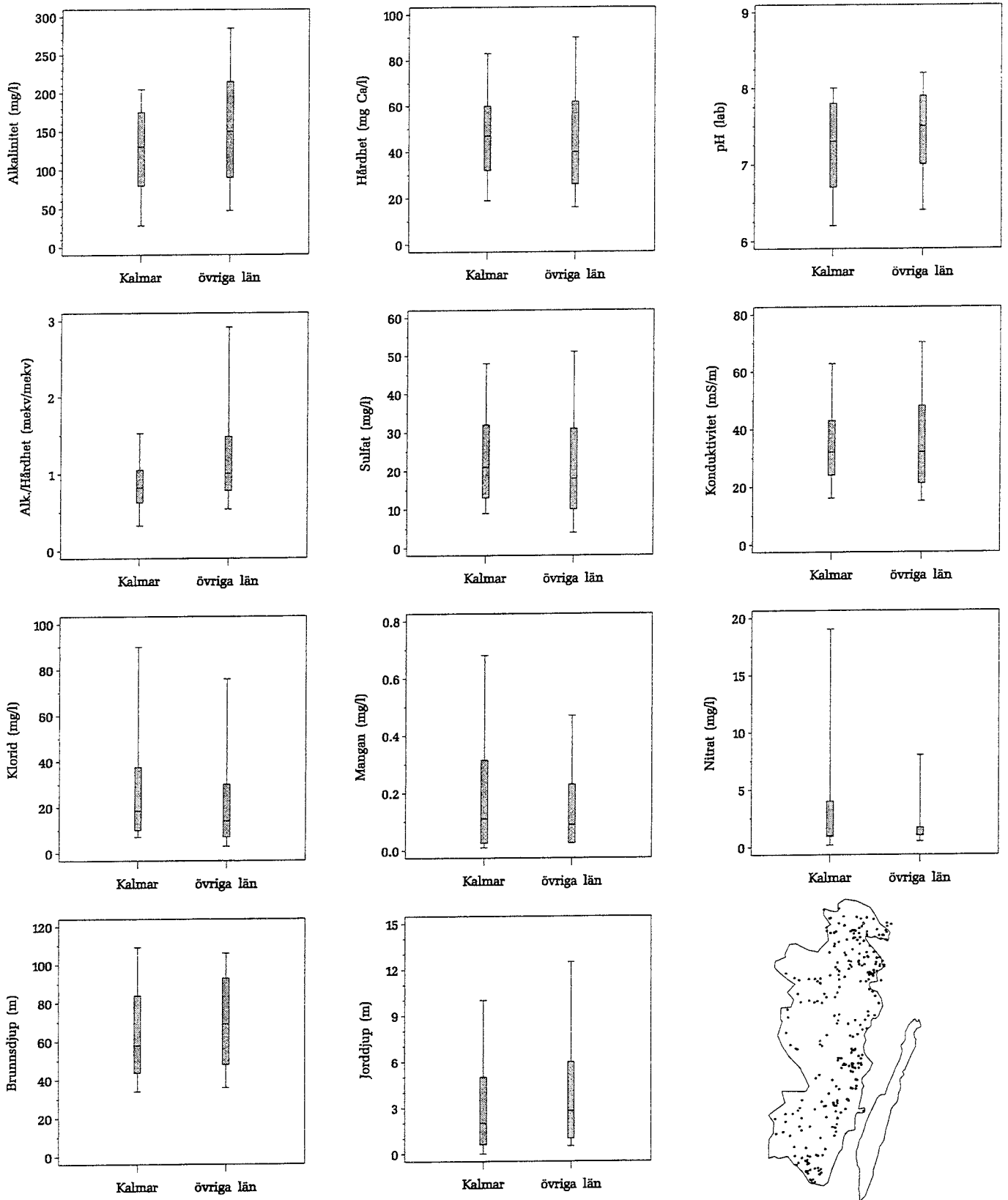
Beskrivningen av grundvattnets kemiska status baseras på en jämförelse mellan ca 300 bergborrade brunnar i Kalmar län och ca 10 000 brunnar från övriga delen av landet /5/, se Figur 22. Brunnar i lättvittrade, huvudsakligen sedimentära bergarter har inte beaktats. Den grafiska presentationen utgörs av 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 totalhårdhet (Ca + Mg) och konduktivitet har tämligen normala värden jämfört med övriga landet medan alkalinitet och pH har något lägre värden. Dessa värden är dock höga jämfört med ytligt grundvatten som kan ha alkalinitet nära 0 och

Berggrundens genomsläpplighet (hydrauliska konduktivitet, K) i Kalmar län. Analys baserad på ca 2500 brunnar i SGUs brunnarkiv.



Figur 21. Berggrundens genomsläpplighet i Kalmar län (sammanställning maj 1997)



Antal analyser i Kalmar län och övriga delen av landet:

	HCO ₃	Hårdhet	pH	HCO ₃ /Hårdhet	SO ₄	Konduktivitet	Cl	Mn	NO ₃	Jorddjup	Brunnsdjup
Kalmar	296	301	302	295	222	273	296	296	203	193	302
Övriga län	11451	10767	11768	10754	6968	8993	10504	9122	8552	8201	11783

Figur 22. Grundvattnets kemi samt brunnsdjup och jorddjup för bergborrade brunnar i Kalmar 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 insättskarta. Sammanställning maj 1997.

pH omkring 5 - 6. Kvoten mellan alkalinitet och totalhårdhet är lägre än riksgenomsnittet vilket tyder på att antropogen påverkan av starka syror från nederbörden är relativt hög i länet. Under "naturliga" förhållanden är kvoten nära 1, d.v.s. alkaliniteten och totalhårdheten är ungefär lika. Försumningspåverkan kan också vara en förklaring till de lägre värdena för både alkalinitet och pH.

Nitrathalten har ungefär samma medianvärde som övriga delar av landet. Risken för höga nitrathalter är något större än för övriga län.

Kloridhaltens medianvärde är marginellt högre jämfört med 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 relict 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 bergboreade brunnar i länet uppgår till 1940 mg/l att jämföra med Östersjön och världshaven som har halter omkring 4000 respektive 20000 mg/l. Sannolikt styrs förekomsten av relict 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. De topografiska förhållandena i Kalmar län varierar, med flack terräng under högsta kustlinjen i östra delarna och mer kuperad terräng i de västra delarna.

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 är mindre än i övriga län vilket kan bidra till lägre alkalinitet och pH. 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 Kalmar län domineras av granit, kvartsmonzonit, monzonit och sura vulkaniska bergarter som är ca 1800-1770 miljoner år gamla. I trakten av Oskarshamn uppträder flera mindre graniter av en yngre generation (ca 1400 miljoner år). Längst i nordost finns metavulkaniska och metasedimentära bergarter samt även granitoider äldre än c. 1830 miljoner år. Vidare uppträder sådana granitoider samt basiska djupbergarter i ett stråk från Oskarshamn västerut till Virserum. Slutligen återfinns längs kusten från Mönsterås och söderut samt på Öland sedimentära bergarter av fanerozoisk ålder (ca 545-450 miljoner år).

Graniter och andra djupbergarter som är yngre än 1800 miljoner år är vanligt förekommande i Sverige och är generellt sett gynnsamma från säkerhets- och byggnadsteknisk synpunkt. Dock kan förhöjd sprickfrekvens och inhomogeniteter i form av exempelvis inneslutningar och/eller gångar lokalt göra graniterna mindre lämpade för lokalisering av ett djupförvar. Äldre granitoider är visserligen generellt sett gynnsamma men i Kalmar län uppträder de i relativt smala stråk och i nära anslutning till betydande deformationszoner och har därför bedömts vara mindre lämpade. Äldre ytbergarter i länet samt fanerozoiska, sedimentära bergarter bedöms som ogynnsamma.

Berggrundens homogenitet kan bara grovt uppskattas eftersom detaljerad kartläggning saknas för större delen av länet. Generellt kan sägas att graniter som är yngre än ca 1800 miljoner år gamla är mer homogena än de äldre granitoider som vanligtvis är rikare på pegmatitiska inslag och inneslutningar av ytbergarter. Bergarterna i länets nordöstra del präglas av betydande bergartsvariationer. Stora bergartsvariationer förekommer också i området som sträcker sig från norr om Oskarshamn till Virserum. Gångbergarter är däremot mindre vanliga i länet. Endast inom två områden, Vimmerby-Virserum och Nybro-Torsås är gångbergarter kända i nämnvärd omfattning.

Mineral- och bergartsresurser i Kalmar län förekommer i form av metalliska mineralresurser (malmfyndigheter) huvudsakligen i ytbergarterna i länets norra del. Icke-metalliska råvaror (industriella mineral) i form av kvarts och fältspat har också brutits i norra delen av länet. Graniterna norr och söder om Oskarshamn samt kalksten på Öland är exempel på råvaror till den stenindustri som tidvis haft stor omfattning.

Betydande *plastiska skjuvzoner* med NV-riktning förekommer i norr vid Loftahammar och Västervik. Den förstnämnda är för övrigt en av de mest betydande skjuvzonerna i Sverige. Plastiska skjuvzoner med O-V- till VNV-lig riktning återfinns vid Oskarshamn-Högsby samt vid Nybro-Lindsdal. Just söder om länsgränsen, i Blekinge, finns ytterligare en plastisk skjuvzon. *Sprickzoner* uppträder med varierande riktningar. I norr dominerar NV-liga riktningar, i den centrala delen N-S-, NV- och O-V-liga riktningar och i söder NO-liga riktningar. I området begränsat av Högsby i norr och Nybro i söder är antalet sprickzoner skenbart få vilket kan beror på att flyggeofysisk information och detaljerade geologiska kartor saknas.

Bland *jordarterna* har morän stor utbredning i länets södra och sydvästra delar samt på mellersta Öland. Isälvsediment bildar i söder åsar och i norr deltan och fält. Finkorniga leror finns i dalgångarna i norr men saknas i söder. Blottningsgraden är mycket hög i Västerviks och Oskarshamns kommuner samt på södra Öland. Även i övrigt är jordmäktigheten obetydlig eller liten inom stora delar av länet. Måttliga och stora jorddjup förekommer kring Kalmar och norrut till Mönsterås samt vid Hultsfred och norr om Vimmerby.

Länet ligger öster om det bälte med förhöjd frekvens av registrerade *jordskalv* som sträcker sig från sydvästra Sverige mot NO och vidare norrut längs Norrlandskusten. Endast ett fåtal skalv har registrerats inom Kalmar län. I övrigt har vid SGUs jordartskartering inte några observationer gjorts som tolkats som att *sen- eller postglaciala rörelser* skett. En sådan observation finns dock från en ö just norr om länsgränsen. *Landhöjningen*, eller egentligen strandförskjutningen som betecknar samspelet mellan landets och havsyntans rörelser, är 5 cm/100 år i södra delen av länet och 20 cm/100 år i den norra delen.

De *hydrogeologiska förhållandena* i Kalmar län avviker inte nämnvärt från andra delar av landet. Höjdområdena i väster är regionala inströmningsområden och grundvattnets strömning sker mot den låglänta kustregionen. Utströmning sker till större sjöar och vattendrag samt till Östersjön. Grundvattentillgångar av regional betydelse i länet återfinns i de stora stråken med isälvsavlagringar. Berggrundens genomsläpplighet visar regionala skillnader med lägst värden i de norra delarna av länet men lokalt kan stora variationer förekomma. Grundvattnet bedöms inte vara aggressivt.

Områden lämpliga för vidare undersökning

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

- En homogen berggrund.
- En berggrund som inte utgör en potentiell mineral- eller bergartsresurs.
- Avsaknad av större deformationszoner (plastiska skjuvzoner, sprickzoner och förkastningar).
- Inga indikationer på sen- 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 iaktas vid en lokalisering av ett djupförvar till ett seismiskt mer aktivt område.

Områden som uppfyller sådana villkor återfinns inom stora domäner mellan plastiska skjuvzoner. Dessa domäner genomkorsas dock av uthålliga sprickzoner 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.

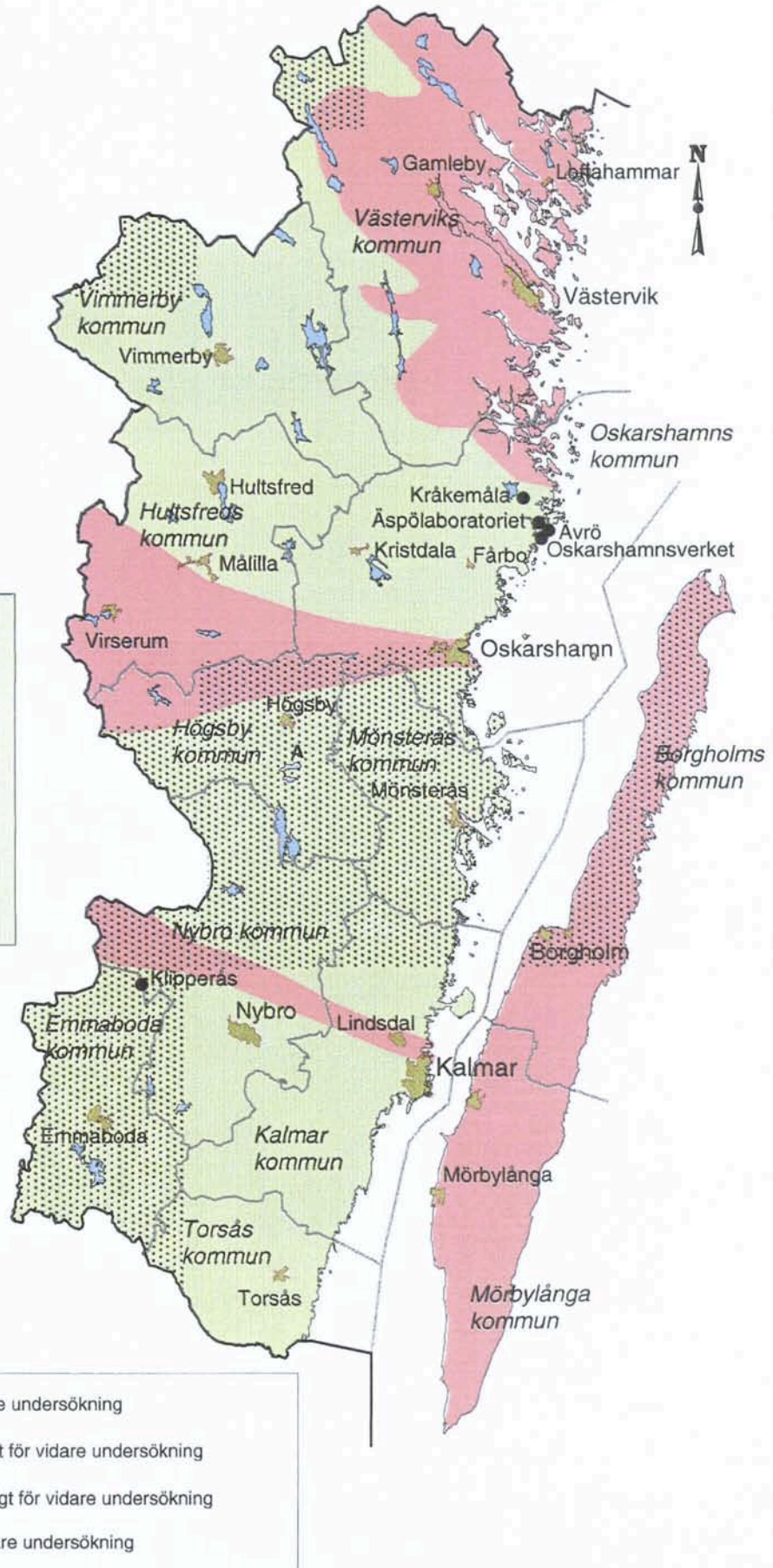
En första översiktlig bedömning över var sådana områden kan tänkas finnas ges i Figur 23. Bedömningen baseras på länets förutsättningar med avseende på berggrundens sammansättning, framtida prospekteringsintresse och tolkade deformationszoner. Detaljerade undersökningar, exempelvis förstudier av enskilda 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 jordskalv är låg inom hela länet och några tecken på andra sen- och postglaciala rörelser har inte observerats vid SGUs kartläggning av länet. Noteras bör dock att en observation finns från en ö omedelbart norr om Kalmar län och att vissa forskare anser att sådana rörelser är relativt vanliga även i södra Sverige. Jordtäckets sammansättning och mäktighet samt de hydrogeologiska förhållandena är generellt sett gynnsamma och har inte legat till grund för att gradera områden med olika geologiska förutsättningar.

Kalmar län har, ur geologisk synvinkel, indelats i områden som bedöms lämpliga, sannolikt lämpliga, sannolikt olämpliga respektive olämpliga för vidare studier med syfte att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle, se Figur 23. I de områden där bedömningen sannolikt olämpligt och sannolikt lämpligt har gjorts saknas såväl modern berggrundsgeologisk information i skala 1:50 000 eller 1:100 000 som flyggeofysisk information och modern jordartsgeologisk information täcker bara hälften av denna yta. Bedömningen i dessa områden baseras huvudsakligen på äldre geologiskt material och är mer osäker. Områden som bedömts som olämpliga eller sannolikt olämpliga har utökats med en ca 1 km bred randzon för att undvika att olämpliga områden på grund av osäker gränsdragning klassificeras som lämpliga. Någon rangordning mellan intressanta områden är inte möjlig på befintligt material.

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

I områden där bedömningen "sannolikt olämpligt" och "sannolikt lämpligt" har gjorts saknas såväl modern berggrundsgelogisk information i skala 1:50 000 eller 1:100 000 som flyggeofysisk information.

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



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

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

- Huvuddelen av Västerviks kommun samt den nordöstra delen av Oskarshamns kommun. Detta område är intressant ur prospekteringssynpunkt och därmed olämpligt för lokalisering av ett djupförvar. I Västerviks kommun uppträder dessutom flera regionala plastiska skjuvzoner.
- Ett område i centrala delen av länet från Oskarshamn och västerut samt en relativt smal zon från Kalmar österut till strax norr om Nybro. Här återfinns regionala, plastiska skjuvzoner vilka dessutom kan vara av intresse för mineralprospektering. Vidare är berggrunden i den norra zonen, mellan Oskarshamn och Virserum, inhomogen till sin sammansättning.

Huvuddelen av länet utgörs av områden vilka tolkats som **lämpliga** eller **sannolikt lämpliga** för vidare undersökning. Dessa områden domineras av magmatiska bergarter (ca 1800-1770 miljoner år), huvudsakligen djupbergarter men även vulkaniska bergarter. Bergarterna tillhör en stor, relativt homogen geologisk provins i Sveriges berggrund, det s.k. Transskandinaviska magmatiska bältet. I Oskarshamn kommun förekommer mindre massiv som tillhör en yngre granitgeneration (ca 1400 miljoner år). Regionalt betydande plastiska skjuvzoner har inte påvisats och bergarterna är inte intressanta ur prospekteringssynpunkt. Som tidigare påpekats är det berggrundsblocken mellan de uthålliga sprickzonerna och stråken av isälvsavlagringar i dessa områden som kan bli aktuella för lokalisering av ett djupförvar.

Berggrunden i länets södra kustområdet täcks av fanerozoiska sedimentära bergarter. Dessa bergarter bedöms inte vara lämpliga som förvarsbergarter. Däremot kan det finnas goda förhållanden för ett djupförvar i det underliggande urberget. I en SKN-rapport /60/ anges att sedimentära bergarter under vissa förutsättningar kan fungera som en "hydraulisk skärm" som medför mycket låga grundvattenrörelser i det underliggande urberget. Det är även förhållandevis enkelt att identifiera berggrundsblock där inga väsentliga berggrörelser har förekommit sedan de sedimentära bergarterna avsattes (för ca 545-450 miljoner sedan). En nackdel är att urberget under de sedimentära bergarterna är dåligt känt.

I denna översiktsstudie har även områden med sedimentära bergarter inkluderats bland potentiellt intressanta områden i den mån det kan anses troligt att de gynnsamma urbergsförhållandena fortsätter under sedimenttäcket. Detta gäller en stor del av de sedimentära bergarterna på fastlandet där dessa bergarters mäktighet inte överstiger ca 25 m. Öland har dock inte medtagits, beroende på att mäktigheten där är betydligt större, upp till 200 m, vilket innebär att kunskap om det underliggande urberget i stort sett saknas.

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

- En möjlig potentiell plastisk skjuvzon har framkommit i området söder om Högsby (A i Figur 23).
- I Oskarshamns kommun är frekvensen av uthålliga sprickzoner högre i öster, från Kristdala ned till kusten.

- Vissa områden nordväst om Äspölaboratoriet och söder om Oskarshamn är av intresse ur nyttostenssynpunkt. Nyttostensförekomster medför visserligen ingen ökad risk för intrång på det djup som är aktuellt för ett djupförvar och den långsiktiga säkerheten påverkas inte men särskild hänsyn kan ändå behöva tas för att möjliggöra ett framtida nyttjande av denna resurs.
- De gångbergarter som uppträder i den södra delen av länet på grund av att de kan skapa problem genom ökad inhomogenitet i berggrunden samt ökad vattengenomsläpplighet längs kontakterna.

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

10 Referenser

- 1 **La Pointe, P., Wallman, P., Thomas, A. & Follin, S., 1997:** A methodology to estimate earthquake effects on fractures intersecting canister holes. SKB TR 97-07, 1-61.
- 2 **Stephens, M.B., Wahlgren, C.-H. & Weihed, P., 1994:** Karta över Sveriges berggrund, skala 1:3 000 000. Sveriges geologiska undersökning, Ba 51.
- 3 **Jonasson, C., 1996:** Landet. I: S. Helmfrid (red.), *Sveriges Geografi*. — Sveriges Nationalatlas, 16-41.
- 4 **Aastrup, M., Engqvist, P., Müllern, C.-F. & Söderholm, H., 1994:** Grundvattnet. I: C. Fredén (red.), *Berg och Jord*. — Sveriges Nationalatlas, 154-171.
- 5 **Aastrup, M., Thunholm, B., Johnson, J., Bertills, U. & Berntell, A., 1995:** Grundvattnets kemi i Sverige. Naturvårdsverket, rapport 4415, 1-52.
- 6 **Lundqvist, T., Bygghammar, B., Stephens, M.B., Beckholmen, M. & Norling, E., 1994:** Sveriges berggrund i skala 1:1 250 000. I: C. Fredén (red.), *Berg och jord*. — Sveriges Nationalatlas.
- 7 **Lundegårdh, P.H., Wikström, A. & Bruun, Å., 1985:** Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Oskarshamn. Sveriges geologiska undersökning, Ba 34, 1-26.
- 8 **Persson, L. & Wikman, H., 1986:** Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Jönköping. Sveriges geologiska undersökning, Ba 39, 1-25.
- 9 **Bruun, Å., Kornfält, K.-A. & Wikman, H., 1997:** Beskrivning till provisoriska, översiktliga berggrundskartan över Kalmar. Sveriges geologiska undersökning, Ba 46, 1-33.
- 10 **Bruun, Å., Kornfält, K.-A., Sundberg, A., Wik, N.-G., Wikman, H. & Wikström, A., 1991:** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kalmar län. Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden 65, 1-176.
- 11 **Persson, L., 1985:** Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda NV och NO. Sveriges geologiska undersökning, Af 150/151, 1-138.
- 12 **Persson, L., 1989:** Beskrivningen till berggrundskartorna Vetlanda SV och SO. Sveriges geologiska undersökning, Af 170/171, 1-130.
- 13 **Gavelin, S., 1984:** The Västervik area in south-eastern Sweden. Studies in Proterozoic sedimentation, high-grade metamorphism and granitization. Sveriges geologiska undersökning Ba 32, 1-171.

- 14 **Kornfält, K.-A. & Wikman, H., 1987:** Description of the map of solid rocks around Simpevarp. SKB PR 25-87-02, 1-45.
- 15 **Svensson, N.B., 1966:** Lake Hummeln a possible astrobleme in southern Sweden. 1. The bottom topography. Sveriges geologiska undersökning, C 608, 1-18.
- 16 **Meier, O., 1932:** Redogörelse rörande förekomsten av guld vid Gladhammar. Sveriges geologiska undersökning, BRAP 95021.
- 17 **Söderhielm, J. & Sundblad, K., 1996:** The Solstad Cu-Co-Au mineralization and its relation to post-Svecofennian regional shear zones in southeastern Sweden. GFF 118, A47.
- 18 **Munthe, H., 1902:** Kartbladet Kalmar. Sveriges geologiska undersökning, Ac 6.
- 19 **Svedmark, E., 1904:** Kartbladet Oskarshamn. Sveriges geologiska undersökning, Ac 5.
- 20 **Gavelin, A., 1904:** Beskrifning till kartbladet Loftahammar. Sveriges geologiska undersökning, Aa 127, 1-91.
- 21 **Munthe, H. & Hedström, H., 1904:** Kartbladet Mönsterås med Högby. Sveriges geologiska undersökning, Ac 8.
- 22 **Hedström, H. & Wiman, C., 1906:** Beskrifning till kartbladet Lessebo, Kalmar, Karlskrona, Ottenby (samt Utklipporna). Sveriges geologiska undersökning, A1a 5, 1-124.
- 23 **Svenonius, F., 1905:** Kartbladet Ankarsrum. Sveriges geologiska undersökning, Aa 126.
- 24 **Svenonius, F., 1907:** Kartbladet Västervik. Sveriges geologiska undersökning, Aa 137.
- 25 **Svenonius, F., 1914:** Kartbladet Gamleby. Sveriges geologiska undersökning, Aa 147.
- 26 **Sandegren, R. & Sundius, N., 1926:** Beskrivning till kartbladet Skrikerum. Sveriges geologiska undersökning, Aa 157, 1-102.
- 27 **Sandegren, R. & Sundius, N., 1928:** Beskrivning till kartbladet Valdemarsvik. Sveriges geologiska undersökning, Aa 158, 1-68.
- 28 **Skjernaa, L., 1992:** Microstructures in the Nyatorp shear zone, southeastern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114, 195-208.

- 29 **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.
- 30 **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.
- 31 **Mansfeld, J. & Sturkell, E.F.F., 1996:** Geological and geophysical investigation of a major shear zone in southeastern Sweden. GFF 118, A18-19.
- 32 **Tirén, S.A. & Beckholmen, M., 1992:** Rock block analysis of southern Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114, 253-269.
- 33 **Maddock, R.H., Hailwood, E.A., Rhodes, E.J. & Muir Wood, R., 1993:** Direct fault dating trials at the Äspö Hard Rock Laboratory. SKB TR 93-24, 1-189.
- 34 **Milnes, A.G. & Gee, D.G., 1992:** Bedrock stability in southeastern Sweden. Evidence from fracturing in the Ordovician limestones of northern Öland. SKB TR 92-23, 1-63.
- 35 **Rudmark, L., 1980:** Beskrivning till jordartskartan Kalmar NO/Runsten NV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 43, 1-100.
- 36 **Rudmark, L., 1981:** Beskrivning till jordartskartan Borgholm SV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 45, 1-67.
- 37 **Rudmark, L., 1983:** Beskrivning till jordartskartan Borgholm NV/NO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 55, 1-73.
- 38 **Rudmark, L., 1984:** Beskrivning till jordartskartan Kalmar NV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 62, 1-103.
- 39 **Rudmark, L., 1986:** Beskrivning till jordartskartorna Kalmar SO/Runsten SV, Kristianopel NO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 70/71, 1-72.
- 40 **Rudmark, L., 1988:** Beskrivning till jordartskartan Oskarshamn SO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 84, 1-90.
- 41 **Svantesson, S.-I., 1989:** Beskrivning till jordartskartan Loftahammar NV. Sveriges geologiska undersökning, Ae 97, 1-58.
- 42 **Svantesson, S.-I., 1993:** Beskrivning till jordartskartan Västervik NO. Sveriges geologiska undersökning, Ae 112, 1-97.
- 43 **Lundqvist, J., 1994:** Inlandsisens avsmältning. I: C. Fredén (red.), *Berg och Jord*. — Sveriges Nationalatlas, 124-135.

- 44 **Rudmark, L., 1975:** The deglaciation at Kalmarsund, south-eastern Sweden. Sveriges geologiska undersökning, C 713, 1-88.
- 45 **Ringberg, B. & Rudmark, L., 1985:** Varve chronology based upon glacial sediments in the area between Karlskrona and Kalmar, southeastern Sweden. *Boreas* 14, 107-110.
- 46 **Kristiansson, J., 1986:** The ice recession in the south-eastern part of Sweden. Kvantärgeologiska institutionen, Stockholms universitet, Report 7, 1-132.
- 47 **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.
- 48 **Fredén, C., 1994:** Jordarterna. I: C. Fredén (red.), *Berg och jord*. — Sveriges Nationalatlas, 104-119.
- 49 **Lagerbäck, R., 1979:** Neotectonic structures in northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 100, 263-269.
- 50 **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.
- 51 **Mörner, N.-A., 1978:** Faulting, fracturing, and seismicity as functions of glacioisostasy in Fennoscandia. *Geology* 6(1), 41-45.
- 52 **Mörner, N.-A., 1979:** Earth movements in Sweden, 20 000 BP to 20 000 AP. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 100, 279-286.
- 53 **Mörner, N.-A., 1979:** The Fennoscandian Uplift and Late Cenozoic Geodynamics: Geological Evidence. *GeoJournal* 3.3, 287-318.
- 54 **Muir Wood, R., 1993:** A review of the seismotectonics of Sweden. SKB TR 93-13, 1-225.
- 55 **Pousette, J., Müllern, C.-F., Engqvist, P. & Knutsson, G., 1981:** Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Kalmar län. Sveriges geologiska undersökning, Ah 1, 1-111.
- 56 **SGU, 1994:** Grundvattnet i Sverige. Sveriges geologiska undersökning, Ah 17 (karta, 1:1 miljon).
- 57 **SMHI, 1995:** Sveriges Vattensystem. I: B. Raab & H. Vedin (red.), *Klimat, sjöar och vattendrag*. — Sveriges Nationalatlas, 116-123.
- 58 **Carlsson, L. & Carlstedt, A., 1977:** Estimation of transmissivity and permeability in Swedish bedrock. *Nordic Hydrology* 8, 103-116.

- 59 **SKB, 1992:** SKB 91. Slutlig förvaring av använt kärnbränsle. Berggrundens betydelse för säkerheten.
- 60 **Ahlbom, K., Andersson, J.-E., Carlsson, L., Tirén, S. & Winberg, A., 1990:** Sedimentär berggrund som hydraulisk barriär. SKN Rapport 39, 1-97.

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 avvikelset.
- 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.
- Finmo.** Jordart med kornstorleken 0.02-0.06 mm.
- Flyttblock.** Stora av inlandsisen transporterade block.
- Formlinjer.** Linjer som markerar en trend. Strukturella formlinjer visar trenden av planstrukturer i berggrunden. Magnetiska konnektioner länkar ihop magnetiska anomalier som bedöms representera strukturella trender.
- Fossil.** Förstenade lämningar efter djur och växter.
- Fältspat.** Sammanfattande namn för en grupp bergartsbildande mineral. De viktigaste är kalifältspat och plagioklas.
- Förskiffring.** Planstruktur i en bergart definierad av parallellorientering av mineral Korn. Bildad under högt tryck och temperatur.
- Förkastning.** En spricka eller sprickzon parallellt med vilken berggrunden har rört sig.
- Gabbro.** Basisk djupbergart.

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

Glaciation. Nedisning.

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

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

Gnejsgranit. Omvandlad (förgnejsad) granit.

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

Granatådergnejs. Granatförande ådergnejs.

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

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

Grus. Jordart med kornstorlek 2-20 mm.

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

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

Hematit. Järnoxidmineral.

HK = Högsta Kustlinjen

Hornblände. Se amfibol.

Hybridbergart. Blandbergart

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

Illit. Glimmerliknande lermineral.

Inlandsis. Ismassa som täcker stora delar av en kontinent.

Interglacial. Tiden mellan två istider.

Intermediär bergart. Bergart med 52-65 viktprocent 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. Repå i fast berg orsakad av block eller sten som transporterats i undre delen av inlandsisen.

Isälvsavlagring. Se isälvsediment.

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

Jordart. Lösa avlagringar på jordytan.

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

Kalcit. Kalciumkarbonat. Huvudmineral i kalksten.

Kalifältspat. Se fältspat.

Kalksten. Bergart bestående av i huvudsak kalcit.

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

Kaolinit. Ett lermineral. Se kaolin.

Kaolin. Grå eller vit lera huvudsakligen bestående av kaolinit.

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

Klorit. Glimmerliknande, vanligen grönt, silikatmineral.

Koboltglans. Ett silvervitt kobolthaltigt sulfidmineral.

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.

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

Magma. Smält berg.

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

Magnetiska konnektioner. Se formlinjer.

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

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

Magnitud. Mått på styrkan av en jordbävning.

Malm. En mineralkoncentration som är ekonomiskt brytvärd.

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

Marmor. Genom metamorfos omkristalliserad kalksten eller dolomit.

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

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

Metabasit. Omvandlad basisk bergart.

Metamorf. Omvandlad.

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

Metasedimentär bergart. Omvandlad, ursprungligen sedimentär bergart.

Metavulkanisk bergart. Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

Metavulkanit. Omvandlad, ursprungligen vulkanisk bergart.

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

Migmatitgranit. Granit bildad genom uppsmältning av äldre berggrund.

Migration. 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. Nybildad (rekristalliserat) material i en migmatit.

Neotektonik. Unga tektoniska rörelser i jordskorpan.

Norit. Basisk djupbergart.

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

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

Orogen. Se orogent bälte.

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

Orogenes. Bergskedjebildning.

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

Paleosom. Rester av moderbergarten i en migmatit.

Pechblände. Uranmineral.

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

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

Permeabel. Genomsläpplig.

Plagioklas. Se fältspat.

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

Plastisk skjuvzon. Se plastisk deformation.

Plattektonik. Modell som beskriver jordskorpans uppdelning i plattor och hur plattorna rör sig.

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

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

Postglacial. Efter istiden (post=efter)

Prehnit. Silikatmineral.

Prekambrium. Geologisk tidsålder, äldre än 545 miljoner år.

Primorogen. Se tidigorogen.

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

Pyroxen. Mineralgrupp med prismatisk kristallform.

Radioaktivitet. Spontant 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 ryckat fram.

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

Resistivitet. (Elektriskt) motstånd.

Ryolit. Sur vulkanit (ytbergart) med granitisk sammansättning.

Rörelsebelopp. Mått på storleken av t ex en förkastning.

Sand. Jordart med kornstorlek 0.2-2.0 mm.

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

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

Sedimentgnejs. Gnejsomvandlad sedimentär bergart.

Sedimentär bergart. Till en bergart hopläkt sediment.

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

Sen-glacial förkastning. Se neotektonik.

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

Siljansringen. Rund struktur vid Siljan bildad vid meteoritnedslag.

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

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

Sillimanit. Aluminiumsilikat.

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

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

Skjuvzon. Se plastisk deformation.

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

Sköl. Zon med svagare berg än omgivningen.

Sliira. 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. förskiffning, sprickzon, bergartskontakt).

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

Subkambriska peneplanet. Ett peneplan (jämna berggrundsytan) 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 frigjort material som sedan avsatts.

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

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

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

Tidigogen. 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.