



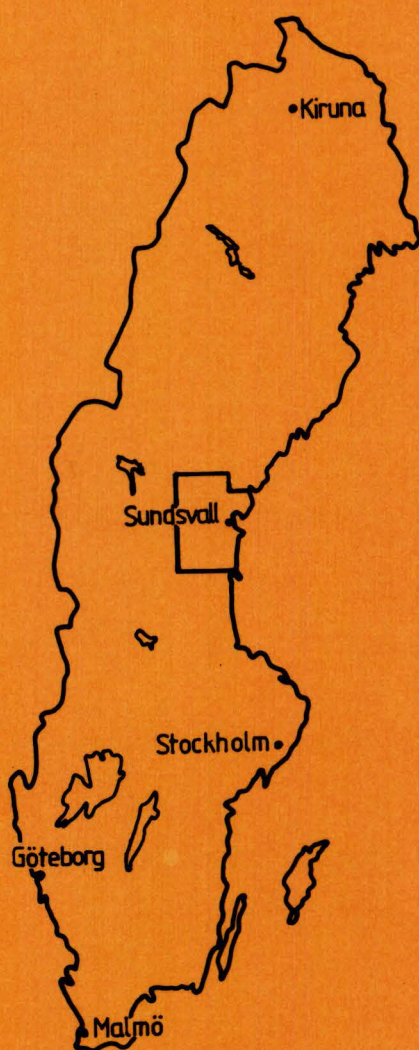
SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

Rapporter och meddelanden nr 59

Madelen Andersson

Kartor i skala 1:1 miljon och beskrivning till

Markgeokemiska kartan 16-18, G-I



Aluminium	(Al ₂ O ₃)
Arsenik	(As)
Barium	(BaO)
Bly	(Pb)
Fosfor	(P ₂ O ₅)
Järn	(Fe ₂ O ₃)
Guld	(Au)
Kalcium	(CaO)
Kalium	(K ₂ O)
Kisel	(SiO ₂)
Klor	(Cl)
Kobolt	(Co)
Koppar	(Cu)
Krom	(Cr)
Magnesium	(MgO)
Mangan	(MnO)
Natrium	(Na ₂ O)
Nickel	(Ni)
Svavel	(S)
Titan	(TiO ₂)
Vanadin	(V)
Zink	(Zn)

Uppsala 1989

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

Rapporter och meddelanden nr 59

Kartor och beskrivning till

**Markgeokemiska kartan
16-18, G-I**

Madelen Andersson

Uppsala 1989

ISBN 91-7158-468-4

ISSN 0349-2176

Omslaget anger de 22 element som ingår i rapporten och kartområdets läge i Sverige.

Innehållsförteckning

Geokemisk kartering vid SGU	4
Användning av de markgeokemiska kartorna	4
Morän — allmänt	5
Morän — geokemiskt	6
Morän i karteringen	7
Provberedning och analys	8
Databearbetning och kartframställning	8
Markgeokemiska kartprodukter	10
Utgivningsplan för de markgeokemiska kartorna	11
Färgkartor 1:1 milj för 21 element	12
Förminskad guldkarta i svart-vitt	33
Geologi och geokemi inom kartområdet	34
Referenser	35

Föreliggande rapport utgör andra delen i en presentation av fördelningen i morän av kemiska grundämnen i Sverige

GEOKEMISK KARTERING VID SGU

Den geokemiska karteringen av Sverige bedrivs i syfte att visa fördelningen av huvudämnen och tungmetaller i mark och vatten. Man använder sig i huvudsak av två provtyper för att åskådliggöra detta. Den ena är morän, som illustrerar markens naturliga kemiska sammansättning. Den andra provtypen är bäckvattenväxter, som visar metallupptagningen i växtrötter och vattenlevande mossor och som återspeglar den kemiska sammansättningen hos grundvattnet. Ett flertal sådana biogeokemiska kartor har utgivits i SGU:s serie "Rapporter och meddelanden" sedan karteringen började 1982. I samma serie publiceras den markgeokemiska kartan, där den första rapporten utkom 1988. Utgivningsplan över markgeokemiska kartor visas på sid 11.

En av förutsättningarna för de båda provtypernas kemi är den varierande mineral-sammansättningen hos de bergarter som utgör Sveriges berggrund. Som ett komplement till den reguljära karteringen och som stöd vid tolkningar, utförs därför berggrundsgeokemiska provtagningar över hela landet. SGU har även ett antal fasta referensstationer utplacerade i landet, där kontinuerliga provtagningar görs för att notera förändringar i de geokemiska provtagningsmaterialen.

ANVÄNDNING AV DE MARKGEOKEMISKA KARTORNA

Kartor som visar den naturliga fördelningen i marken av huvud- och spårämnen ger en värdefull basinformation som bör användas vid diskussioner om förändringar i vår nuvarande miljö och ge vägledning i beslutanden om markens framtida användning. Markens kemiska status bestämmer den miljö vår skog och gröda växer i, våra djur betar i och vi själva lever av. Genom marken får grundvattnet sin kemiska sammansättning, en nog så viktig aspekt på livshushållningen. Här nedan nämns några intresseområden inom vilka den markgeokemiska kartan kan ha en viktig funktion.

Inom jord- och skogsbruket. Den naturliga fördelningen av växtnäringsämnen i marken har stora regionala skillnader, som kan ge ojämn avkastning och dåligt ekonomiskt utbyte. Till exempel kan magnesiumbrist ge dålig förutsättning för överlevnad hos unga barrträdsplantor. Man kan även få en uppfattning om markens bonitet eller bördighet genom att studera spridningsmönstren för ämnen specifika för mörka mineral som ingår i basiska bergarter. Sådana ämnen är till exempel järn, krom, magnesium, nickel och vanadin.

I den medicinska forskningen framkommer allt mer hur viktig kunskapen om regionala förhöjningar av tungmetaller är, liksom vetskapen om var en naturlig brist förekommer på livsnödvändiga ämnen. Höga metallhalter kan i sig vara skadliga,

men man bör även ge akt på den additiva effekt som fås genom att flera ämnen inom en region kan ha måttliga förhöjningar.

Cirka 20 mineralämnen räknas som essentiella för människor och djur. En del av dem behöver vi mycket litet av, men både överskott och underskott kan orsaka skador, ofta likartade för människor och djur. Koppar och selen behövs bland annat för kroppens försvar mot s.k. fria radikaler som kan skada cellerna. Zinkbrist kan ge hudförändringar och försämrat immunförsvar. Kobolt är nödvändigt för boskap för att våmmen skall kunna producera vitamin B12. Brist på kobolt visar sig som aptitlöshet, avmagring och blodbrist. Krom är nödvändigt för omsättning av blodsockret. Listan över uppräknade ämnen kan göras mycket längre, men helt klart framstår hur viktig spårämnesbalansen är. Grundförutsättningen för denna balans ligger i markens naturliga beståndsdelar.

Inom *natur- och miljövården* har geokemiska kartor en given plats för att man skall kunna bedöma effekter av förorening och förorening. Ett ämne kan förekomma naturligt i mer koncentrerad form i jordlagren och ge så höga tungmetallhalter i t.ex. vattnet, att man får en påverkan på miljön som påminner om industriell aktivitet.

Beslutsfattande regionalpolitiker bör känna till den naturliga fördelningen av tungmetaller i sina verksamhetsdistrikt. Framför allt gäller det sådana ämnen som frigörs när den naturliga balansen rubbas. Hur mycket aluminium till exempel kommer att frigöras vid en grundvattensänkning som orsakas av ett bygge eller en väg? Och vilka effekter på miljön kan det bli om man exponerar en mark vars svavelinnehåll uppgår till 1 kg/m³? Vidare kan det vara olämpligt att göra nyetableringar av industri i områden som redan är belastade med naturliga förhöjningar av t.ex. arsenik, koppar och bly.

Inom *prospektering* efter såväl malmmineral som industrimineral har geokemiska kartor alltid spelat stor roll. Förhöjningar i moränens C-horisont beror ofta på att ämnet återfinns i bunden form antingen i bergartsbildande mineral eller i malmmineral. Bland malmmetallerna kan kartor över bl.a. arsenik, bly, guld, kobolt, koppar, svavel, vanadin och zink indikera prospekteringsintressanta områden. Bland industrimineralen kan nämnas barium i baryt och fosfor i apatit som särskilt intressanta. I framtiden kan även kartor med förhöjda områden av de sällsynta jordartsmetallerna yttrium och lantan bli högintressanta i jakten på ämnen till supraleddare.

MORÄN — ALLMÄNT

Benämningen morän betecknar en osorterad jordart som är transporterad och avsatt av inlandsisen. Transportlängd och ursprunglig berggrund bestämmer nedkrossningsgraden hos moränen, i princip blir den allt finkornigare ju längre den transporterats. Mjuka eller lättvittrade bergarter som gråvackor, skifferar, amfiboliter och diabas nöts ner snabbt och ger en finkornig morän med få block i ytan, även ganska nära moderbergarten. Hårda bergarter som granit, gnejs, kvartsit, sparagmit och sandsten ger i stället en morän som behöver längre transportsträcka för att nötas ner. Lokalt kan en sådan morän vara grusig eller sandig med stor blockrikedom i ytan.

Ursprunglig topografi har också betydelse för transportsträckan. På en starkt bruten yta dominerar det lokala bergartsmaterialet i moränen, medan långtransporterat material påträffas över flackare ytor. Har isen gått fram över en upphöjning i terrängen kan den ha deponerat sitt material i slutningen mot isrörelsen medan den "på andra sidan krönet" brutit loss nytt bergartsmaterial. En höjd i terrängen kan alltså ha långtransporterat material på den sida som vetter mot isrörelseriktningen, medan lokala bergarter kan dominera läsidan.

Jordarten morän, som ligger som ett täcke över berggrunden över så gott som hela Sverige, har genom inlandsisen också fått ytform och en inre struktur som beror på var i isen materialtransport har skett och hur och när deponeringen skedde. Moräner som bildats under en aktiv is är ofta finkornigare, tätare packade och har färre stora block i ytan än sådan morän vars material har transporterats i isens övre delar eller på isen. Ytligt bildade moräner är ofta luckra och mer vattengenomsläppliga än bottenmoräner. I båda typerna kan man påträffa strukturella avvikelser i form av linsbildning och presstruktur. Grundmassan kan också innehålla sedimentsliror och lokalvittrade block. Olika moränbäddar kan förekomma på samma lokal. De kan vara avsatta av olikriktade isströmmar och eventuellt åtskiljas av sedimentlager. Inom samma område kan man således träffa på moräner av flera slag med olika grundsammansättningar.

MORÄN — GEOKEMISKT

Moränen som jordart avspeglar berggrundens innehåll av metaller och andra ämnen, och därför varierar metallinnehållet i jordlagren beroende på vilka bergarter som ingår i grundmassan. Tungmetallhalterna är jämförelsevis låga i de sura, kiselsyrerika bergarter som dominerar den svenska berggrunden, dvs. i graniter, gnejser och porfyrer. I basiska bergarter, som ofta uppträder i små massiv i surare områden, är däremot tungmetallhalterna högre och man får förhöjningar bl.a. av kobolt, koppar, krom och nickel. Mycket höga tungmetallhalter kan påträffas i sådana jordlager där skiffrar ingår.

Även i markens olika skikt varierar innehållet av grundämnena. I översta markskiktet har kemisk och biologisk vittring lakat ur metaller som med vatten förts ner och åter lagts fast i lägre markskikt. Sådana processer har ägt rum ända sedan istiden och skapat skikt som kan urskiljas i vår vanliga svenska skogsmark. Nära markytan finns alltså ett blekt urlakningsskikt (A-horisonten) vars tungmetallinnehåll är betydligt lägre än i det roströda anrikningsskiktet (B-horisonten) som påträffas lite längre ned. Järnföreningar ger den roströda färgen, och tungmetallinnehållet är jämförelsevis högt av bl.a. järn, mangan, aluminium, bly och koppar. Metallinnehållet i dessa övre markskikt beror delvis på den ursprungliga bergartssammansättningen i jordlagren, men också på det metalltillskott som genom vått och torrt nedfall tillförts från biosfär och atmosfär. Lite längre ner, i C-horisonten, har de kemiska processerna stabiliserat sig, marken befinner sig i jämvikt och någon större påverkan på marken förekommer inte om inte balansen rubbas.

Vi befinner oss dock i ett ekosystem som vi ständigt ingriper i. Den kemiska balansen i naturen rubbas genom förändrad markanvändning, grundvattenförändringar, kalhuggning och skogsdikning och inte minst genom den allt surare nederbörden. Den pH-sänkning som orsakar markförsurningen har till följd att metallernas mobilitet förändras och metaller som t.ex. aluminium, arsenik, bly, koppar, mangan och zink får större rörlighet medan t.ex. fosfor och molybden binds hårdare i marken. Beroende på de skilda kemiska egenskaperna hos metallerna förflyttar de sig olika i marken. Bly, koppar och järn binds till humusämnen och läggs fast i anrikningsskiktet, medan t.ex. aluminium, kobolt, mangan, nickel och zink bibehåller sin rörlighet och transporteras med markvattnet till allt djupare jordlager, kanske också till grundvatten, sjöar och vattendrag.

Ett mått på olika metallers mobilitet är syralösligheten, eller lakbarheten, som varierar för de olika ämnena. Med en hög lakbarhet menas att en stor del av ämnet blir lösligt vid tillsats av en syra (i detta fall kungsvatten), och detta kan ange ämnets tillgänglighet för växterna, medan en låg procentuell andel innebär att ämnet är hårt bundet i marken och är svåråtkomligt för växternas rotupptagning. I tabell 1 anges den syralösliga andelen av ett ämne i förhållande till det totala innehållet av samma ämne.

Tabell 1. Lakbarheten för en del ämnen efter tillsats av kungsvatten (HCl+HNO₃)

SiO ₂	<1%	CaO	15%	Co	30%
Na ₂ O	<1%	MgO	40%	As	50%
K ₂ O	5%	Fe ₂ O ₃	50%	Pb	50%
TiO ₂	5%	MnO	70%	Ni	60%
BaO	10%			Zn	70%
Al ₂ O ₃	15%			Cu	80%

MORÄN I KARTERINGEN

För karteringsändamål provtas i princip all morän oberoende av bildningssätt och transportsträcka, men i praktiken utesluts grusiga, sandiga och om möjligt leriga moräner. Huvuddelen av de prover som insamlats är tagna i normalblockig, moig eller sandig-moig morän.

Provtagningsnätet läggs i förväg ut på topografiska kartor så att man får en jämn fördelning av proverna, cirka 15 prov per kvadratmil, och med god täckning mot isrörelseriktningen. Kvantärgeologiska kartor används som hjälp vid utläggandet av provpunkterna, men provets slutliga läge avgörs i fält. Proverna tas ett stycke ner i moränens C-horisont, cirka en meter under marknivån. Provgroparna grävs för hand med spade, vilket gör det lätt att undvika lokalvittrade block och sedimentlinser som kan ge avvikande analysresultat. Från ett par ställen i provgropen tas totalt ca 2 hg morän ut, stenar rensas bort och materialet läggs i plastpåse som förseglas direkt.

PROVBEREDNING OCH ANALYS

Sedan proverna frystorkats, siktas de på nylonsikt med maskvidden 0.06 mm. Denna gräns är delvis vald för att man vill analysera omalda prover. Malning av prov medför oönskat elementtillskott från malfaten och risk för kontaminering. Fraktionen <0.06 mm är så att säga mald av naturen, och elementvariationen i ett prov är låg vid upprepad provtagning och analys. Analyserar man däremot grövre fraktioner i omalt skick, är variationen ganska hög. Grovfraktionen sparas tills vidare och den fraktion som analyseras består av finmo – mjäla – ler, där andelen ler i regel ligger mellan 5 och 10%. Detta innebär att andelen sekundära lermineral i provet är lågt, eftersom mjäla och finmo nästan uteslutande består av primära mineral, vars metallinnehåll är geologiskt betingat. Lermineralens elementhalter bestäms av flera yttre faktorer vilket försvårar tolkningen av de geokemiska mönstren. Proverna analyseras med röntgenfluorescens (XRF) varvid totalhalter från drygt 30 ämnen erhålls. Guldanalyserna är gjorda med atomabsorption (AAS), där 5 gram prov behandlas med kungsvatten före haltbestämning. För att undvika kontaminering hanteras proven efter väl inarbetade rutiner. En omfattande kvalitetskontroll är nödvändig både vid hantering av prov och av analysdata. I den fortlöpande analyseringen finns därför kontrollprover inlagda för att resultaten skall bli jämförbara år från år.

DATABEARBETNING OCH KARTFRAMSTÄLLNING

Alla analysresultat lagras tillsammans med lägeskoordinater i databanker med kort åtkomsttid. Data bearbetas statistiskt och matematiskt innan kartframställning sker. Data från de två första årens kartering ligger som grund för de percentilindelningar som använts på såväl cirkel- som färgkartor. Rutinmässigt framställs cirkelkartor för spårelementen i skala 1:250 000. Dessa kan beställas hos Geokemiska sektionen, SGU.

För cirkelkartorna har de 40% högsta analysvärdena markerats med cirkelsymboler i ökande storlek ju högre elementhalt som uppmätts. (För Au de 30% högsta och för As de 20% högsta). På dessa kartor anges provpunktens geografiska läge med totalhalten intill, angivet i procent, ppm eller ppb beroende på ämne. I tabell 2, sid 9, anges percentilvärden samt en del statistiska parametrar.

Vad gäller guldkartorna skiljer sig dessa något från de övriga. Alla guldvärden som ligger över detektionsgränsen omfattas av cirkelsymboler. För övriga element motsvarar den största cirkelsymbolen 99:e percentilen, medan denna markeras med den näst största cirkeln på guldkartorna. Som gräns för den största cirkeln har guldvärdet 20 ppb valts.

De färgkartor i skala 1:1 miljon som medföljer rapporten ger en övergripande bild av områden med såväl höga som låga värden. Färgklassernas indelning är även här gjorda enligt percentilberäkning, men lite annorlunda valda jämfört med cirkelkartorna. Tekniken för färgframställning är med ett UNIRAS-relaterat dataprogram, som räknar om den geografiskt oregelbundet placerade informationen som analys-

värdena utgör, till ett regelbundet punktnät med interpolerade värden. Percentilgränserna på färgkartorna är uträknade från dessa värden och skiljer sig därför något från percentilgränserna på cirkelkartorna.

De klassindelningar som gjorts baseras för de flesta elementen på årets karterade areal. För As och S har tidigare klassindelningar använts på färgkartorna och för Au på cirkelkartan. Indelningarna kommer att förändras när den karterade arealen växer och vi får kännedom om geokemin i övriga Sverige.

TABELL 2. Numeriska medelvärden (\bar{m}) percentiler och maxvärden för respektive karta och ämne. På cirkelkartorna är 60–99:e percentilerna använda. Värden anges i %, ppm eller ppb.

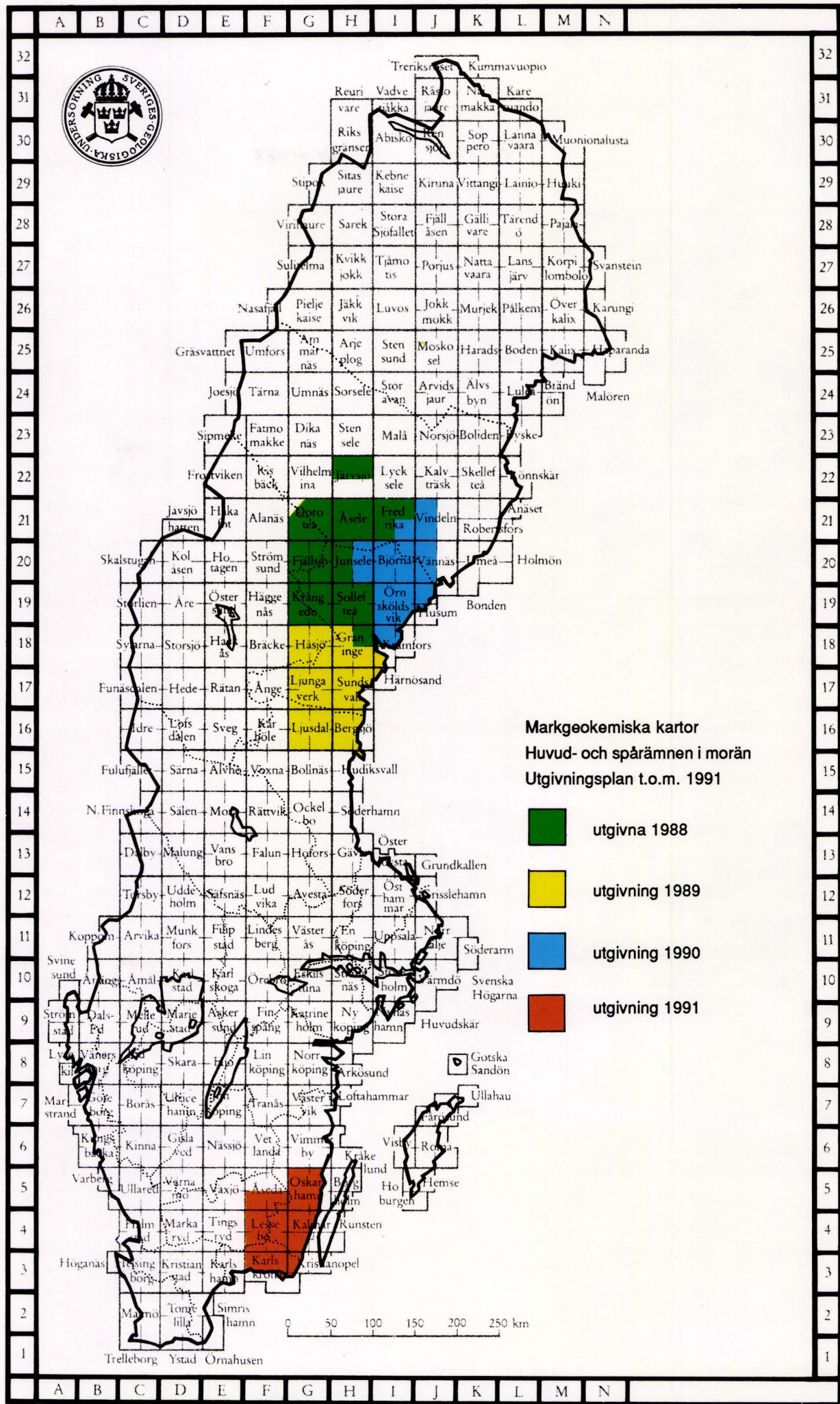
Element sort detektions- gräns	område	antal analyser	\bar{m}	percentiler							max
				30	60	70	80	90	95	99	
Al ₂ O ₃ % 0.05	kartan 16–18, G–I	1986	15	14	15	15.5	16	16.5	17	18	21
BaO % 0.005	kartan 16–18, G–I	1986	0.048	0.044	0.049	0.052	0.054	0.057	0.060	0.066	0.101
CaO % 0.01	kartan 16–18, G–I	1986	2.1	1.9	2.1	2.2	2.3	2.5	2.6	2.9	4.6
Fe ₂ O ₃ % 0.01	kartan 16–18, G–I	1986	4.0	3.5	4.2	4.5	4.9	5.3	5.7	6.8	10.5
K ₂ O % 0.01	kartan 16–18, G–I	1986	3.1	2.9	3.2	3.3	3.4	3.6	3.8	4.2	4.8
MgO % 0.02	kartan 16–18, G–I	1986	1.5	1.3	1.6	1.7	1.8	2.0	2.2	3.0	5.0
MnO % 0.005	kartan 16–18, G–I	1986	0.063	0.054	0.064	0.068	0.074	0.083	0.092	0.117	0.289
Na ₂ O % 0.03	kartan 16–18, G–I	1986	2.4	2.2	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.5
P ₂ O ₅ % 0.005	kartan 16–18, G–I	1986	0.20	0.19	0.22	0.23	0.24	0.26	0.28	0.33	0.64
SiO ₂ % 0.05	kartan 16–18, G–I	1986	73	71	75	76	78	80	81	83	85
TiO ₂ % 0.005	kartan 16–18, G–I	1986	0.78	0.71	0.82	0.86	0.90	0.95	0.98	1.07	1.13
As ppm 10	kartan 16–18, G–I	1986	<10	<10	<10	<10	10	12	15	31	100
Au ppb 1	kartan 16–18, G–I	1986	<1	<1	<1	1	2	2	3	7	100
	karterad areal t.o.m. 1986	2333	<1	<1	<1	1	2	3	4	10	120

Element sort detektions- gräns	område	antal analyser	\bar{m}	percentiler							max
				30	60	70	80	90	95	99	
Cl ppm 50	kartan 16-18, G-I	1986	84	56	75	85	110	150	184	282	568
Co ppm 5	kartan 16-18, G-I	1986	22	19	23	24	26	28	31	36	67
Cr ppm 5	kartan 16-18, G-I	1986	56	46	57	61	66	74	83	133	383
Cu ppm 2	kartan 16-18, G-I	1986	20	15	21	23	27	33	38	53	190
Ni ppm 5	kartan 16-18, G-I	1986	24	19	26	28	31	37	41	58	101
Pb ppm 10	kartan 16-18, G-I	1986	24	22	25	26	27	30	33	42	120
S ppm 50	kartan 16-18, G-I	1986	140	109	133	146	165	209	263	455	1130
V ppm 10	kartan 16-18, G-I	1986	61	52	64	68	73	80	87	107	151
Zn ppm 2	kartan 16-18, G-I	1986	56	46	57	61	67	75	84	111	209





MARKGEOKEMISKA KARTPRODUKTER

Cirkelkartor i skala 1:250 000 utges för spårelementen As, Au, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, S, V och Zn. Dessa kartor visar provpunktens geografiska läge och analysvärde. Kartan 16-18, G-I omfattar de topografiska kartbladen 18G, 18H NV, SV, SO, delar av 18I SV, 17G, 17H, 16G och 16H. Cirkelkartorna kan beställas för 40 kronor per karta och element hos Geokemiska enheten, SGU, Box 670, 751 28 Uppsala eller per telefon 018-17 90 00. Ange kartor enligt ovan med underrubrik "Tungmetaller i morän". Förminskade exempel på kartan visas på sid. 33. Guldkartan är här förminskade till skala 1:1 miljon. Till självkostnadspris kan dessutom specialbeställningar göras om man önskar annan kartskala eller andra element än de ovan uppräknade.

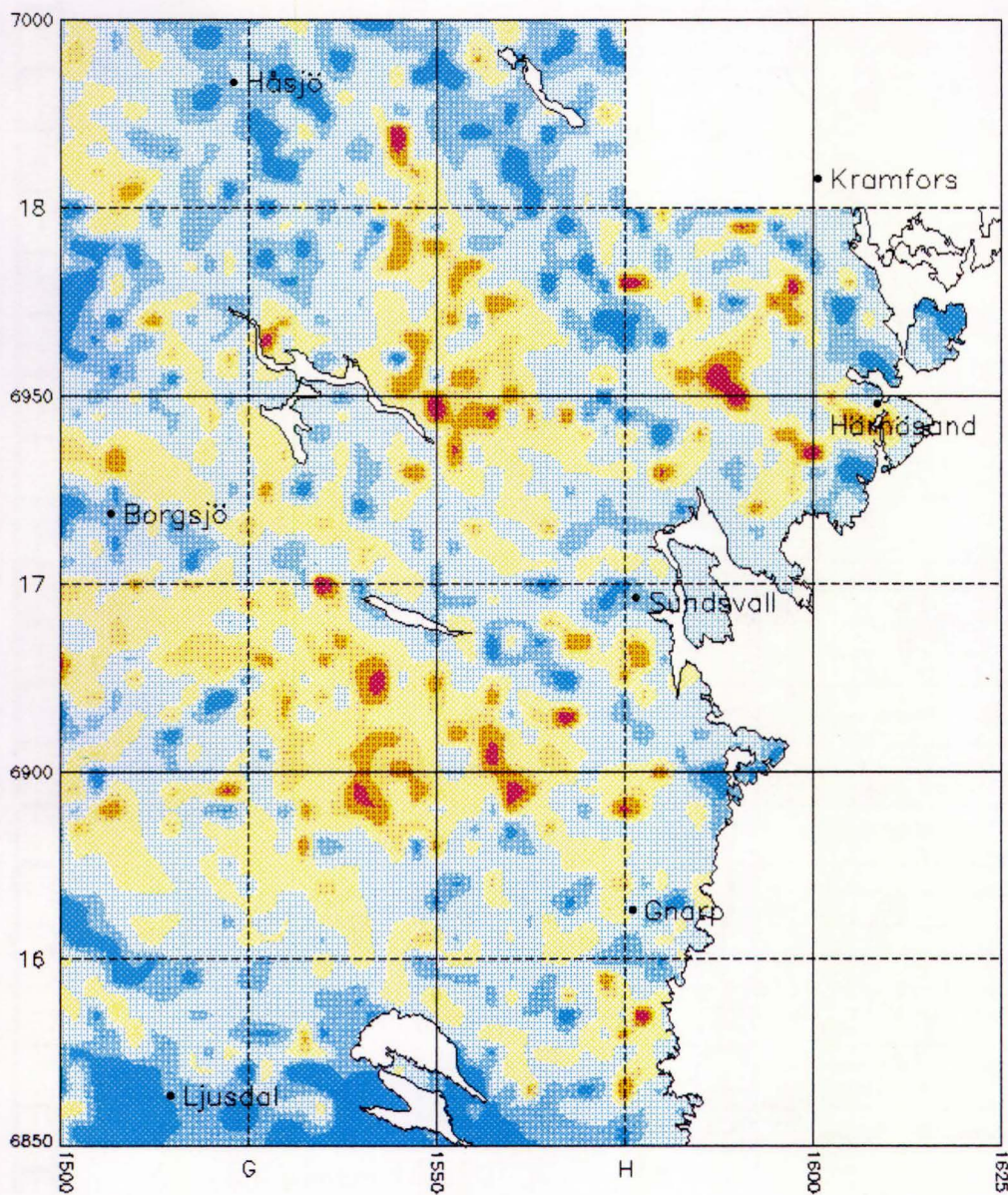
De färgkartor som finns inbundna i rapporten i skala 1:1 miljon omfattar 21 st huvud- och spårelement. De geokemiska mönstren visas för oxiderna av Al, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Si och Ti samt för spårämnen As, Cl, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, S, V och Zn.



Markgeokemiska kartor
Huvud- och spårämnen i morän
Utgivningsplan t.o.m. 1991

-  utgivna 1988
-  utgivning 1989
-  utgivning 1990
-  utgivning 1991

0 50 100 150 200 250 km



MARKGEOKEMISK KARTA

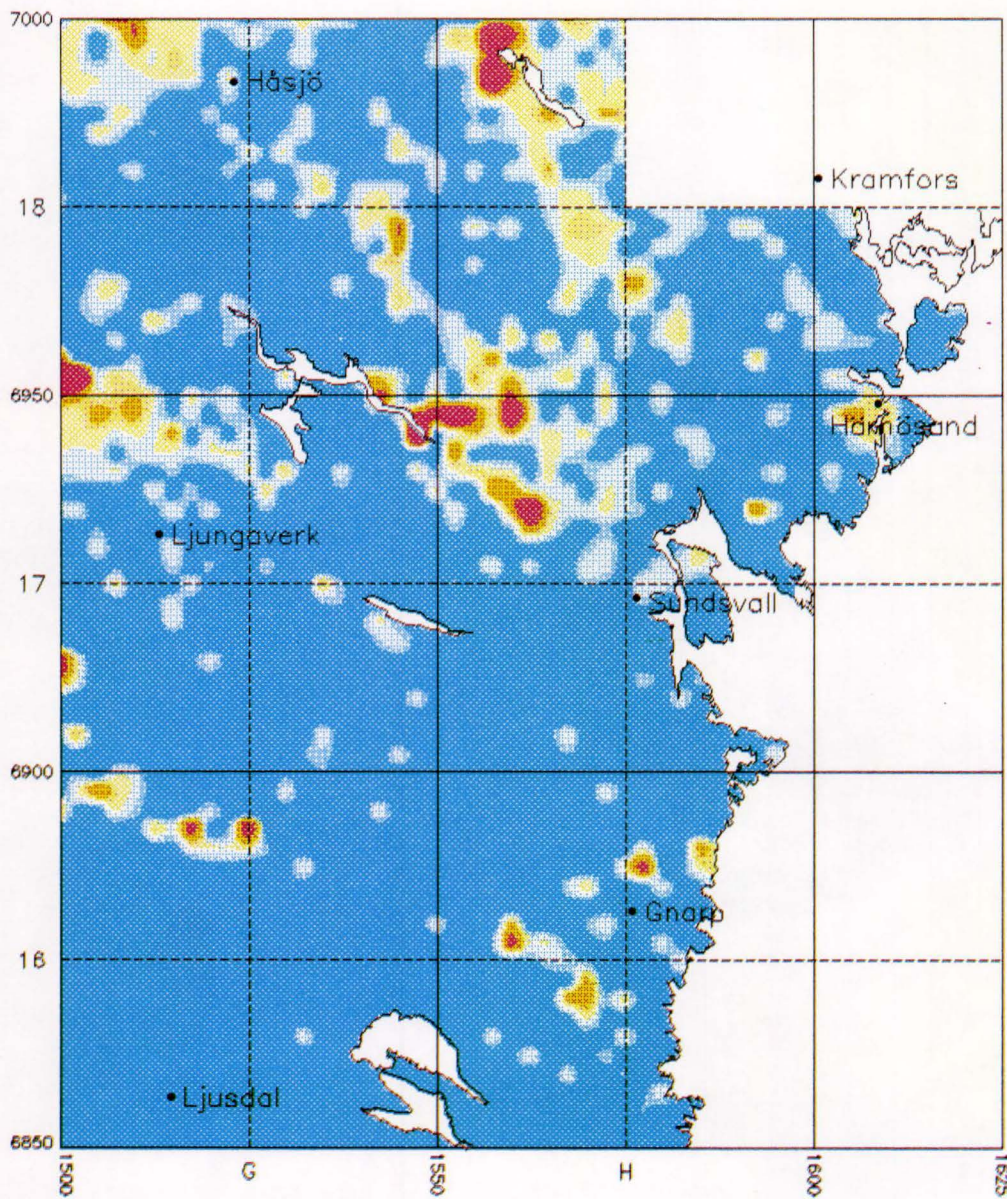
ALUMINIUM (Al₂O₃)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	18
95	17
90	16
70	15
30	14
10	13



MARKGEOKEMISK KARTA

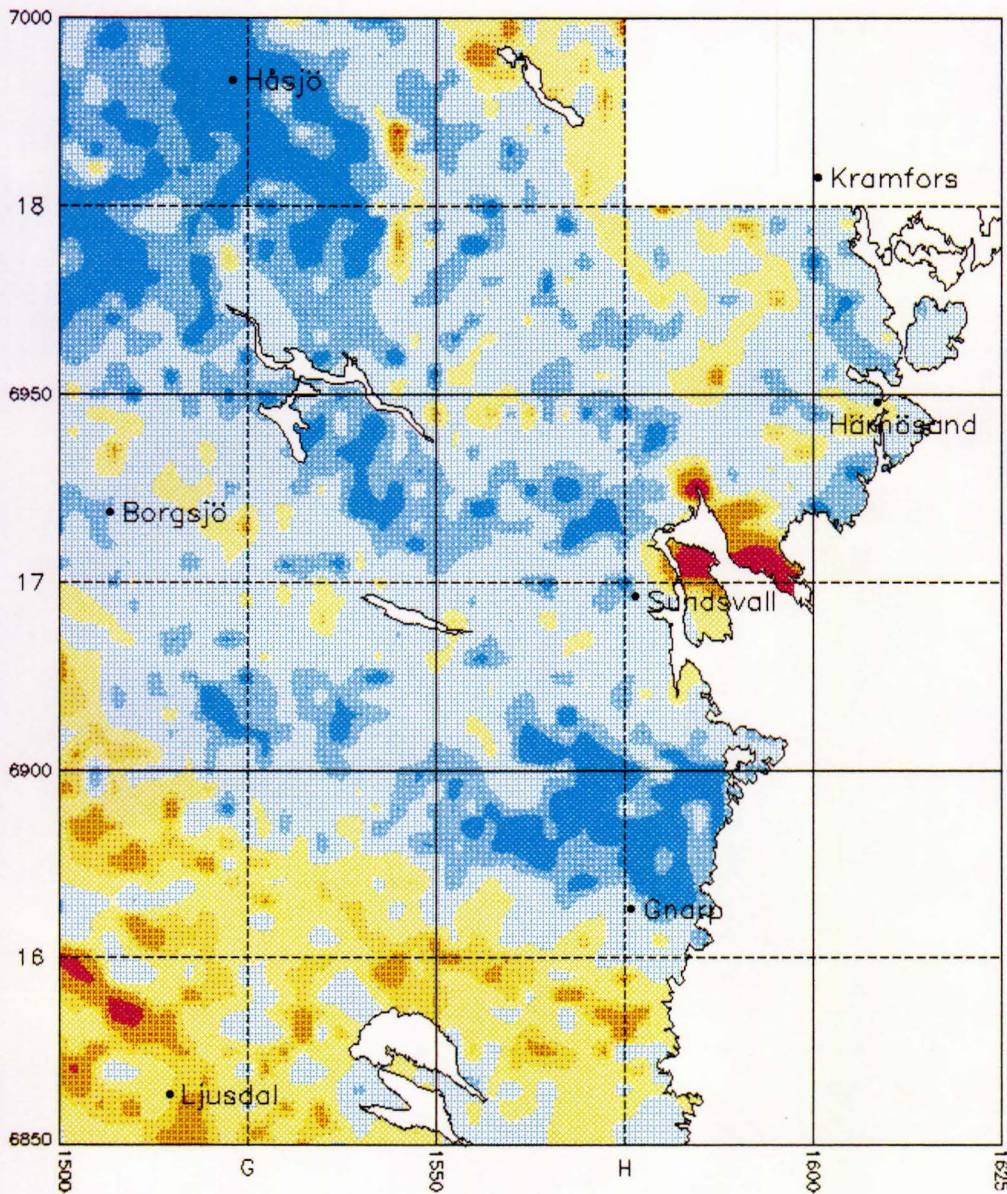
ARSENIK (As)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	28
95	19
90	16
70	12
30	8
10	5



MARKGEOKEMISK KARTA

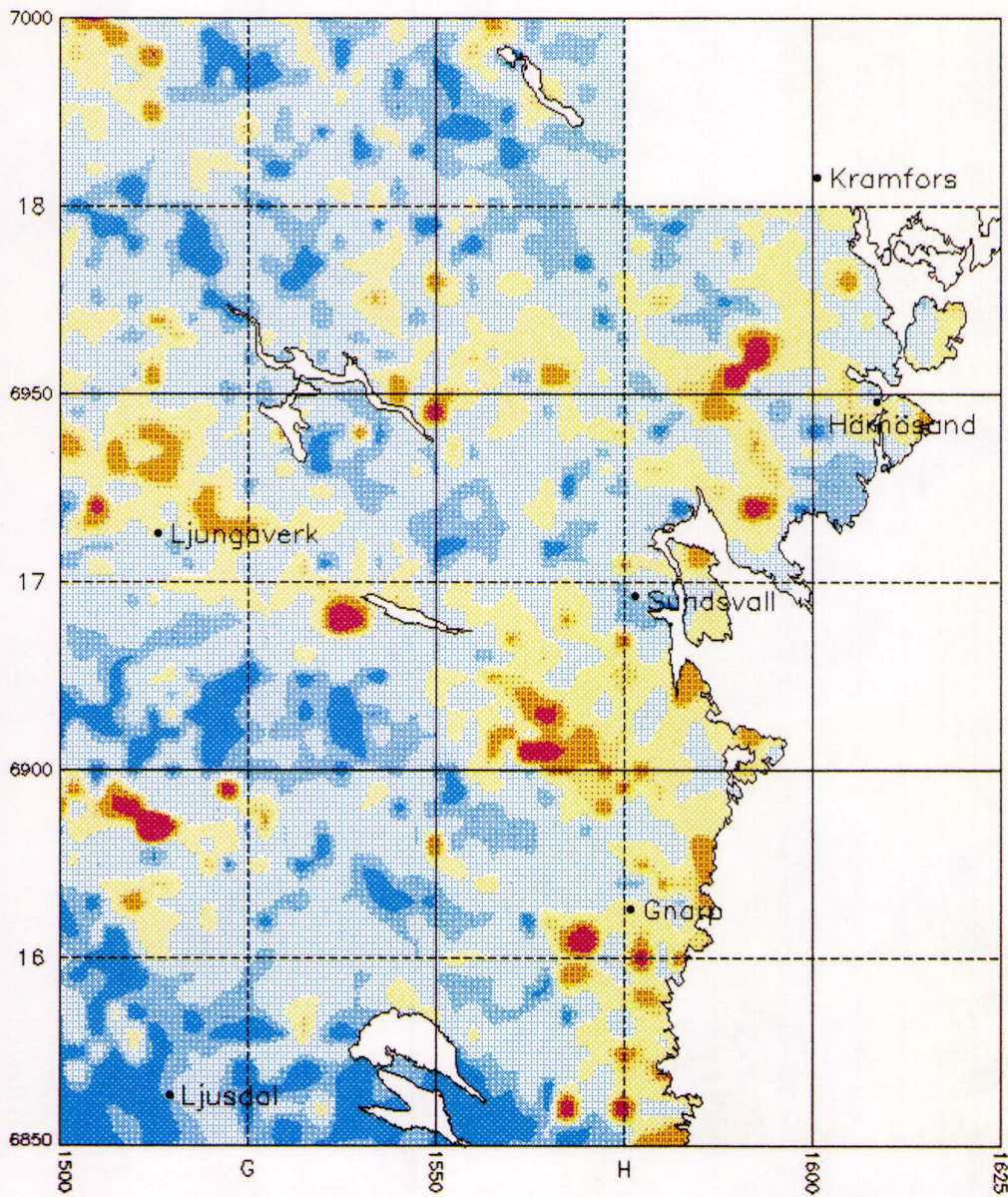
BARIUM (BaO)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	0.069
95	0.060
90	0.057
70	0.052
30	0.045
10	0.041



MARKGEOKEMISK KARTA

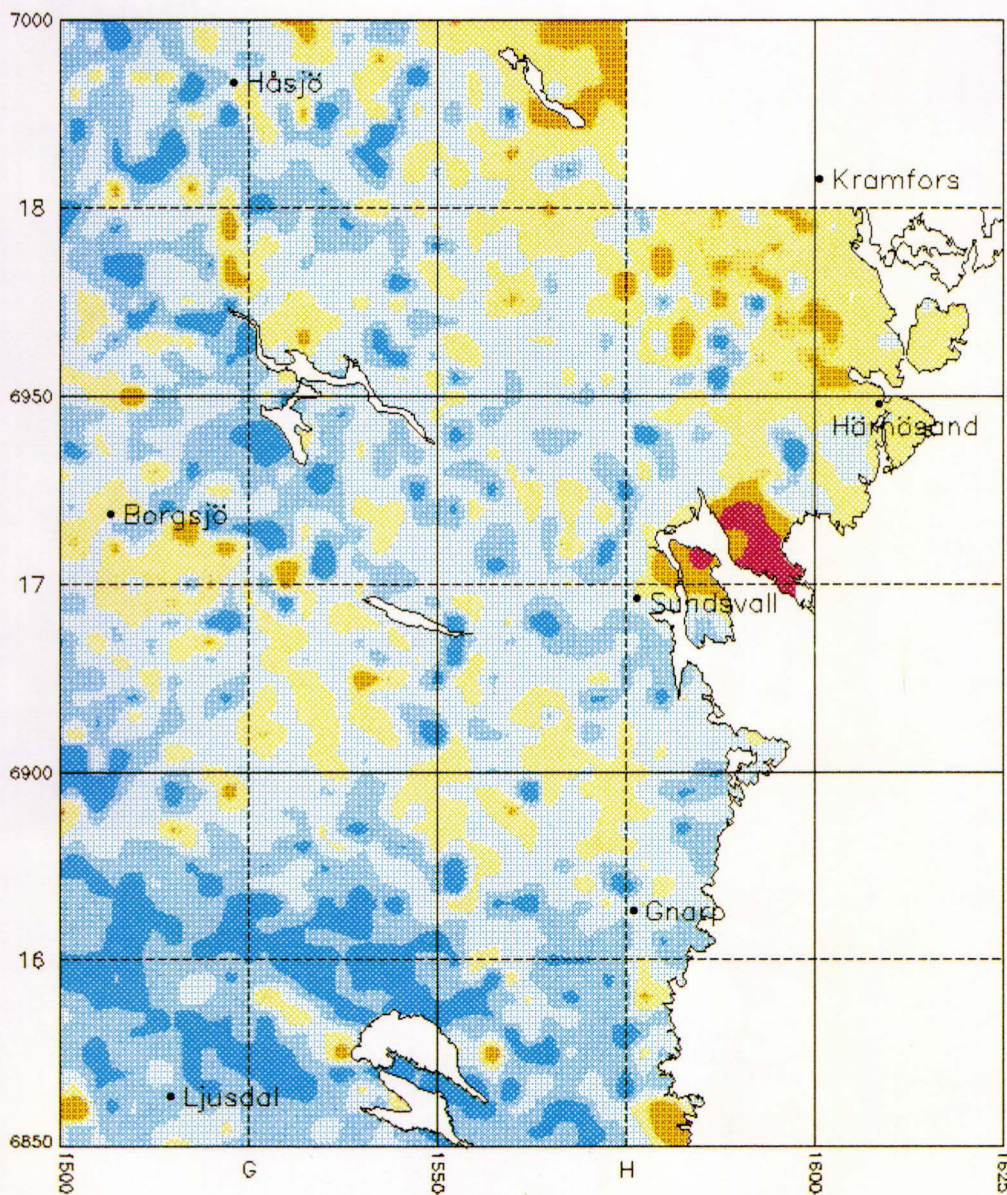
BLY (Pb)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	38
95	32
90	30
70	26
30	22
10	20



MARKGEOKEMISK KARTA

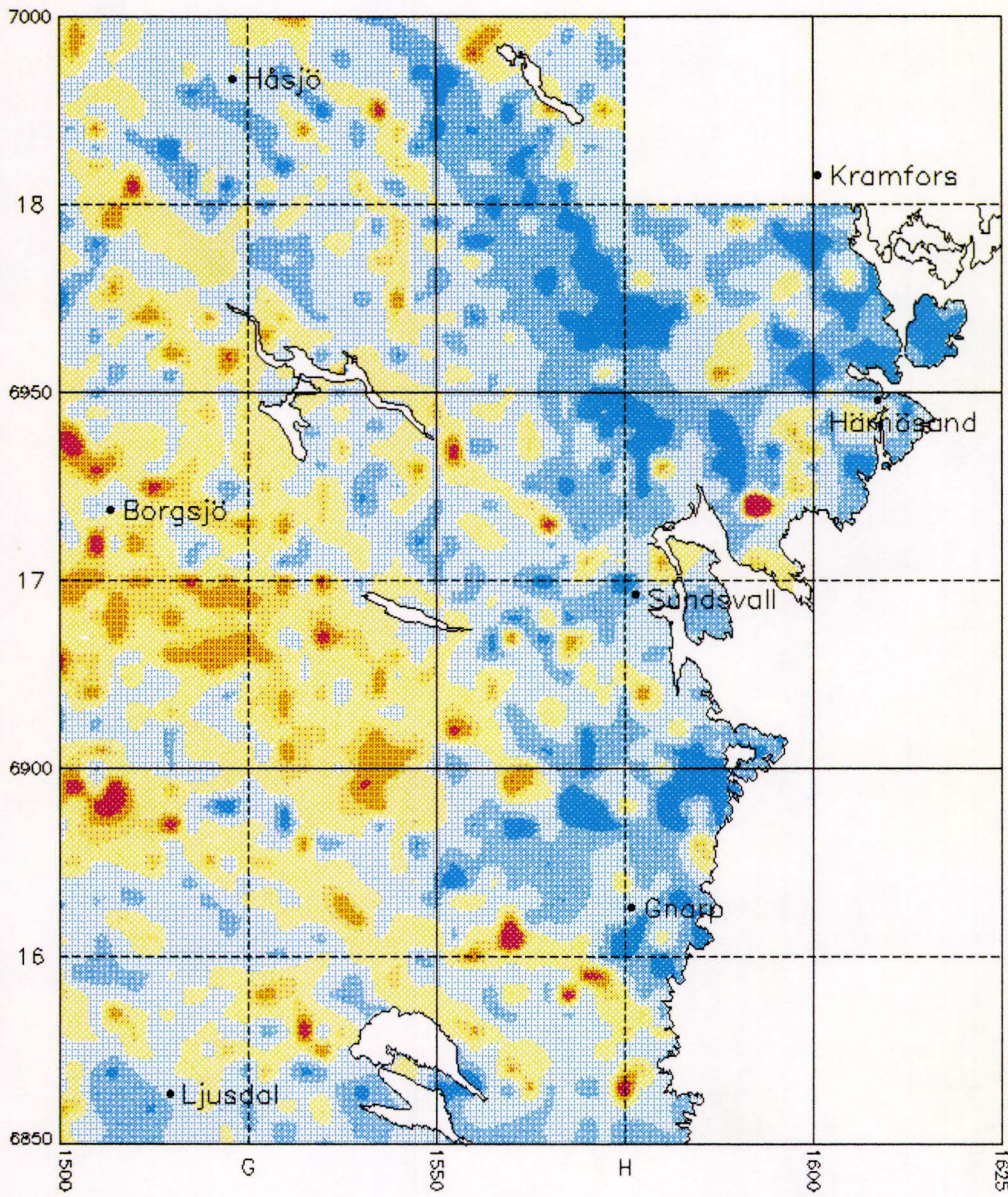
FOSFOR (P205)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.		%
99		0.41
95		0.28
90		0.27
70		0.23
30		0.20
10		0.17



MARKGEOKEMISK KARTA

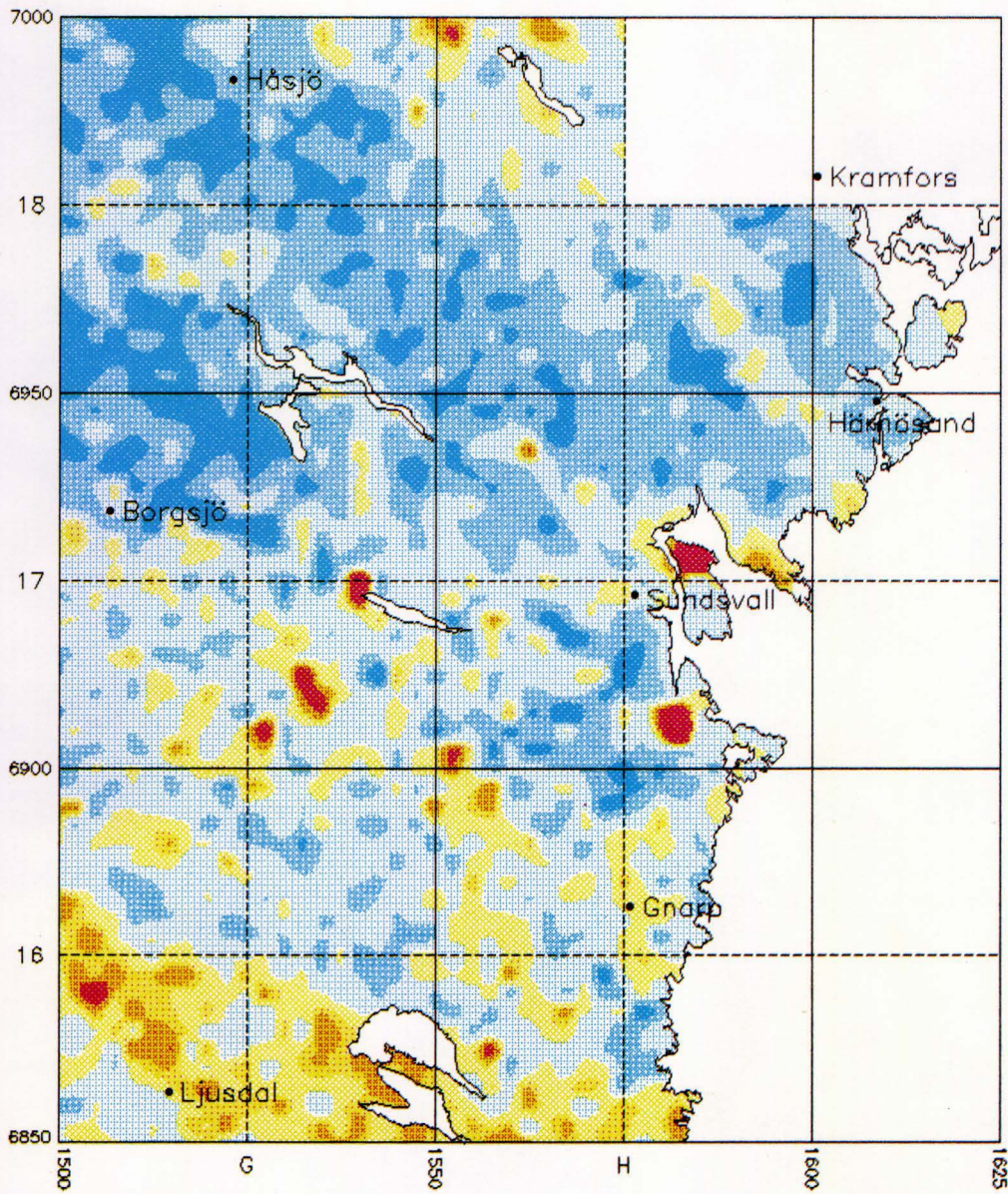
JÄRN (Fe_2O_3)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	6.1
95	5.5
90	5.1
70	4.3
30	3.5
10	2.9



MARKGEOKEMISK KARTA

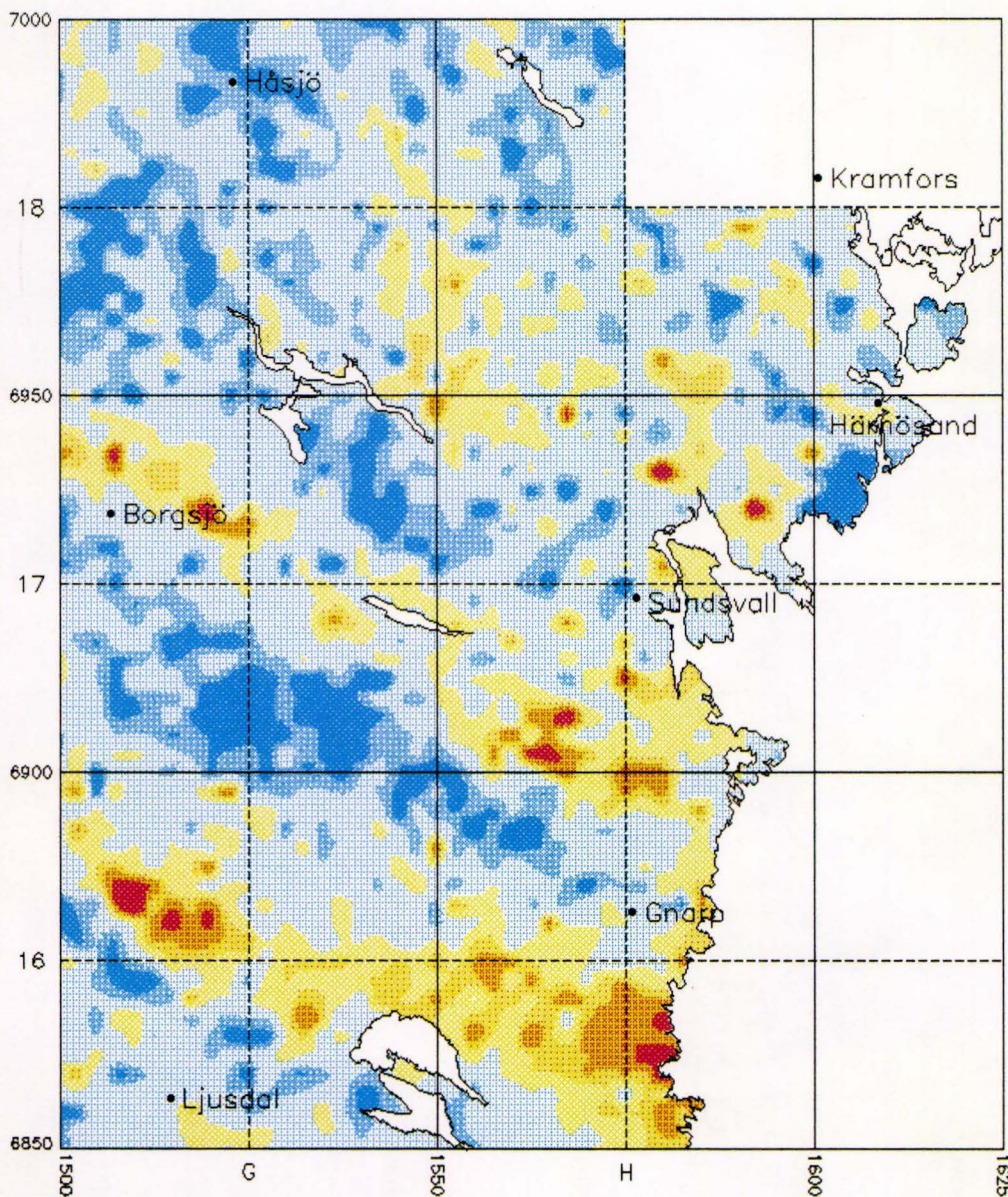
KALCIUM (CaO)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	2.8
95	2.6
90	2.5
70	2.3
30	2.0
10	1.7



MARKGEOKEMISK KARTA

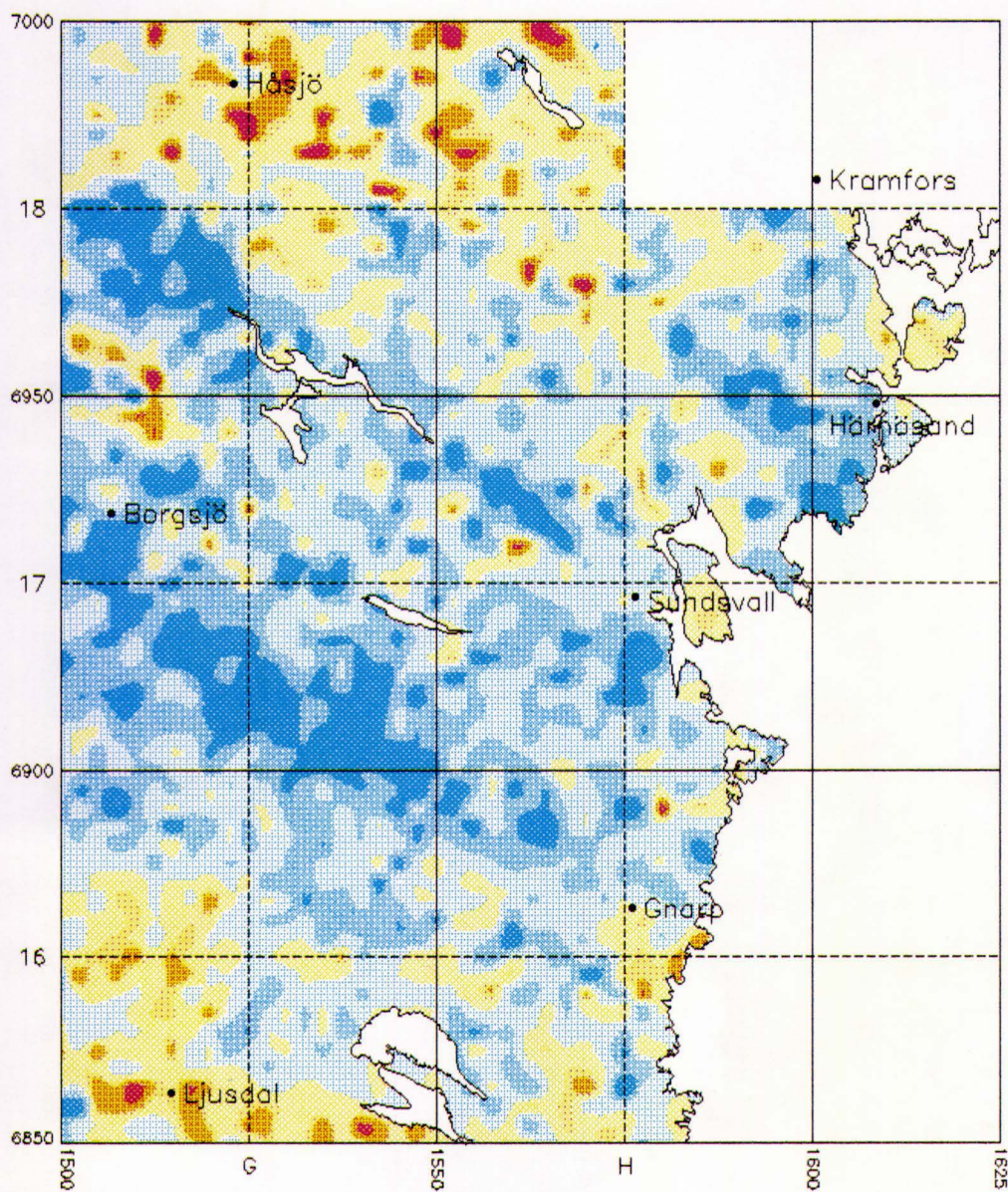
KALIUM (K₂O)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	4.1
95	3.8
90	3.6
70	3.3
30	2.9
10	2.7



MARKGEOKEMISK KARTA

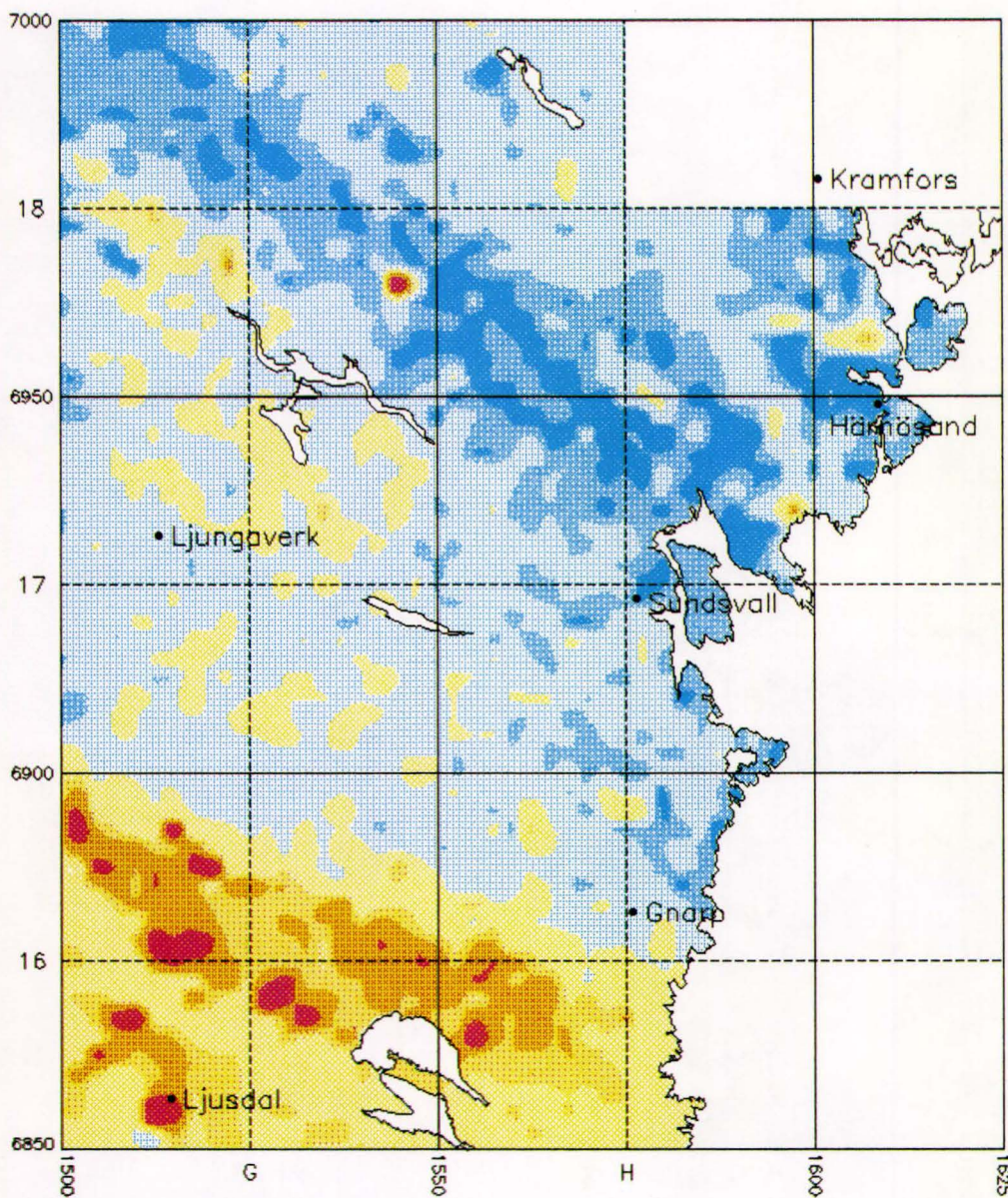
KISEL (SiO₂)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	82
95	80
90	79
70	76
30	72
10	68



MARKGEOKEMISK KARTA

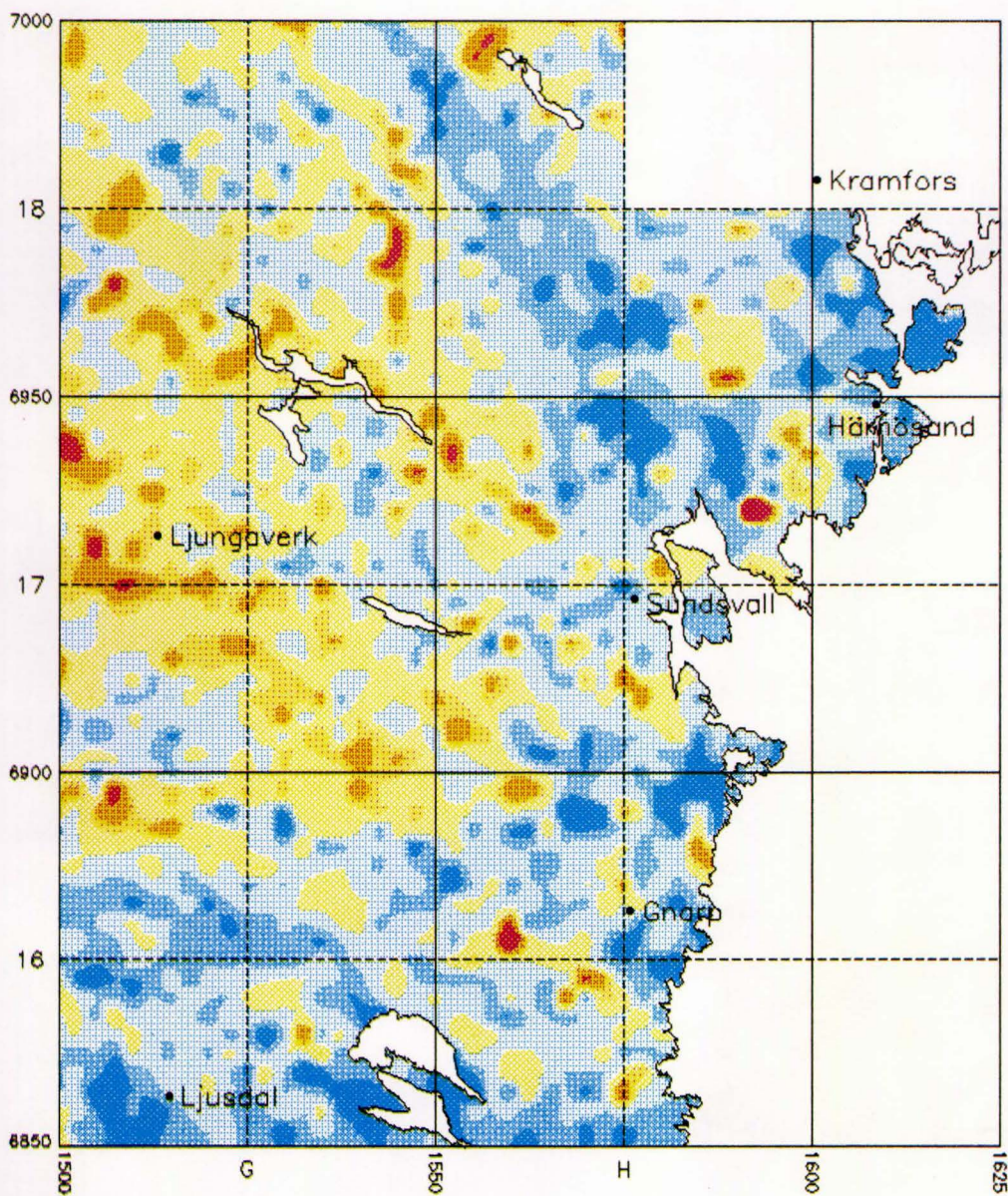
KLOR (Cl)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	259
95	177
90	142
70	82
30	54
10	43



MARKGEOKEMISK KARTA

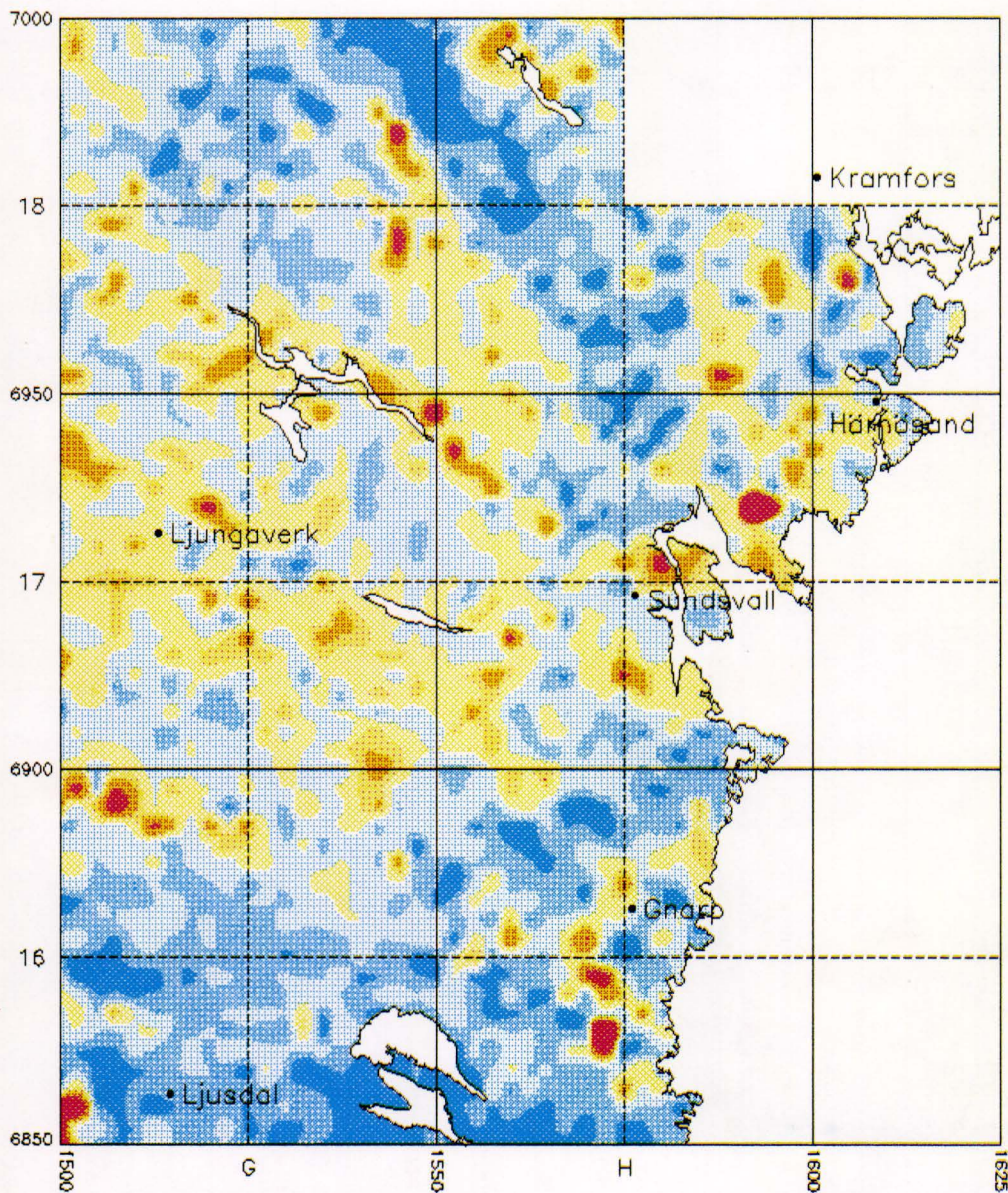
KOBOLT (Co)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	34
95	29
90	27
70	23
30	19
10	16



MARKGEOKEMISK KARTA

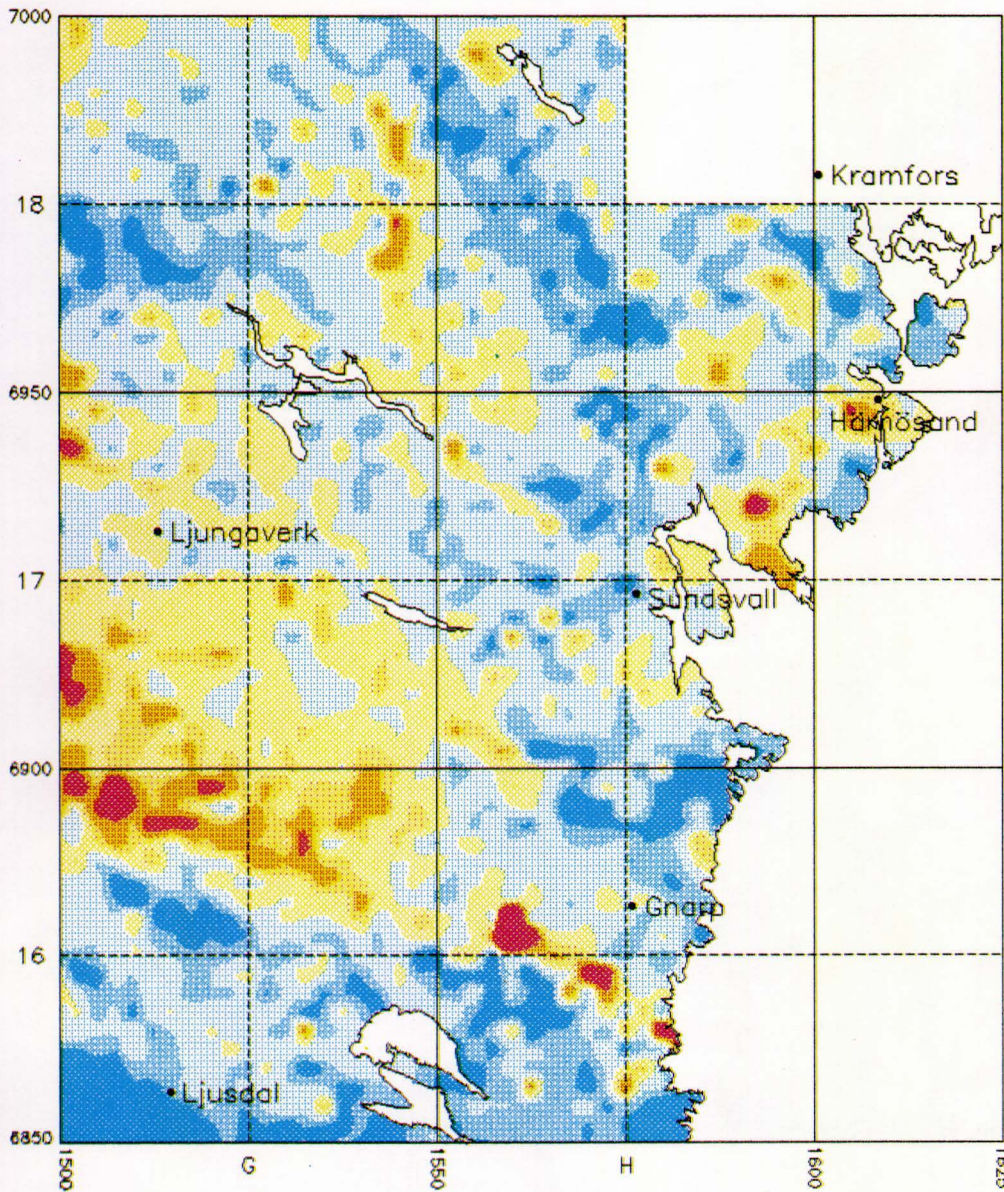
KOPPAR (Cu)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	48
95	36
90	31
70	23
30	16
10	11



MARKGEOKEMISK KARTA

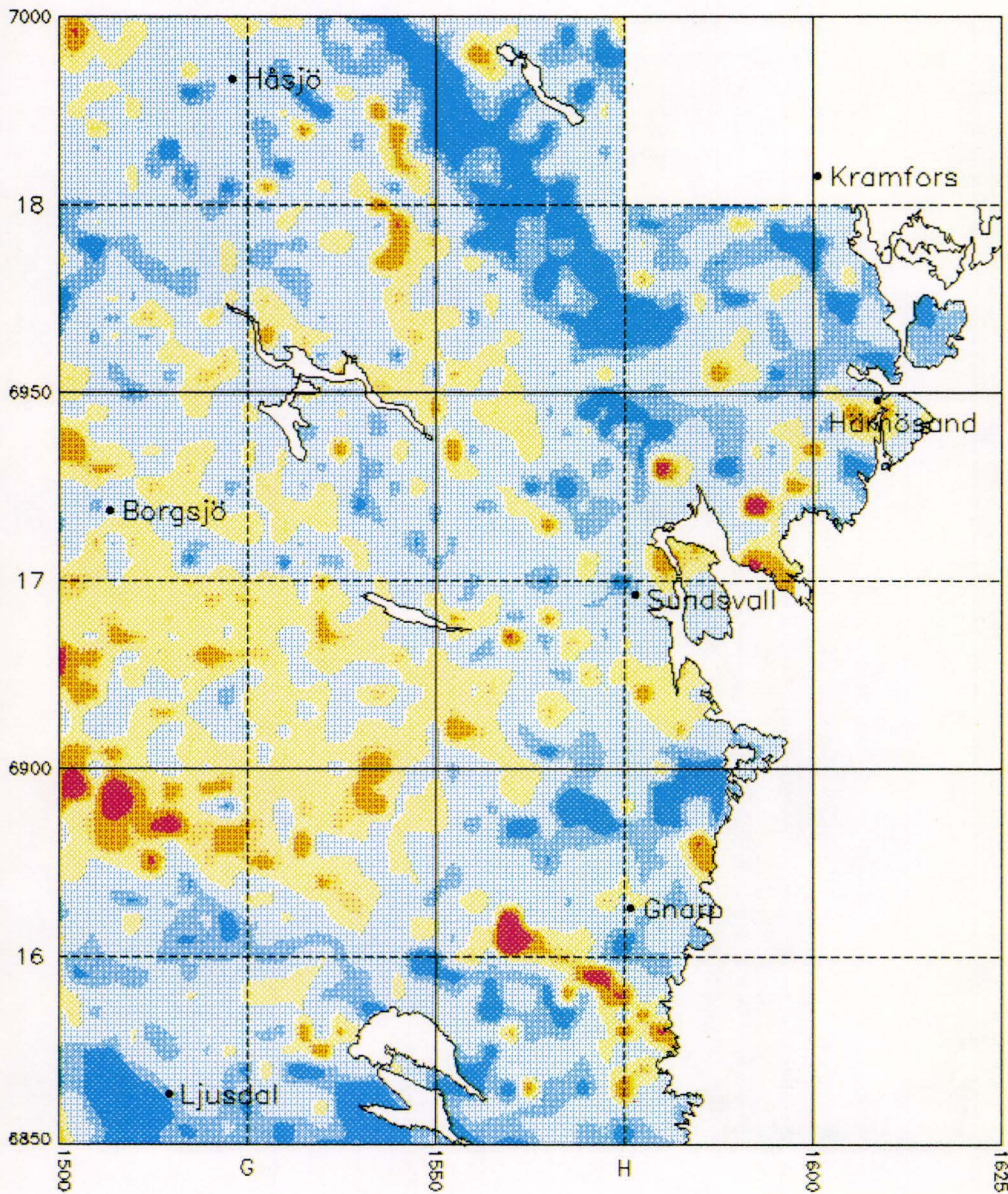
KROM (Cr)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	98
95	81
90	72
70	60
30	47
10	39



MARKGEOKEMISK KARTA

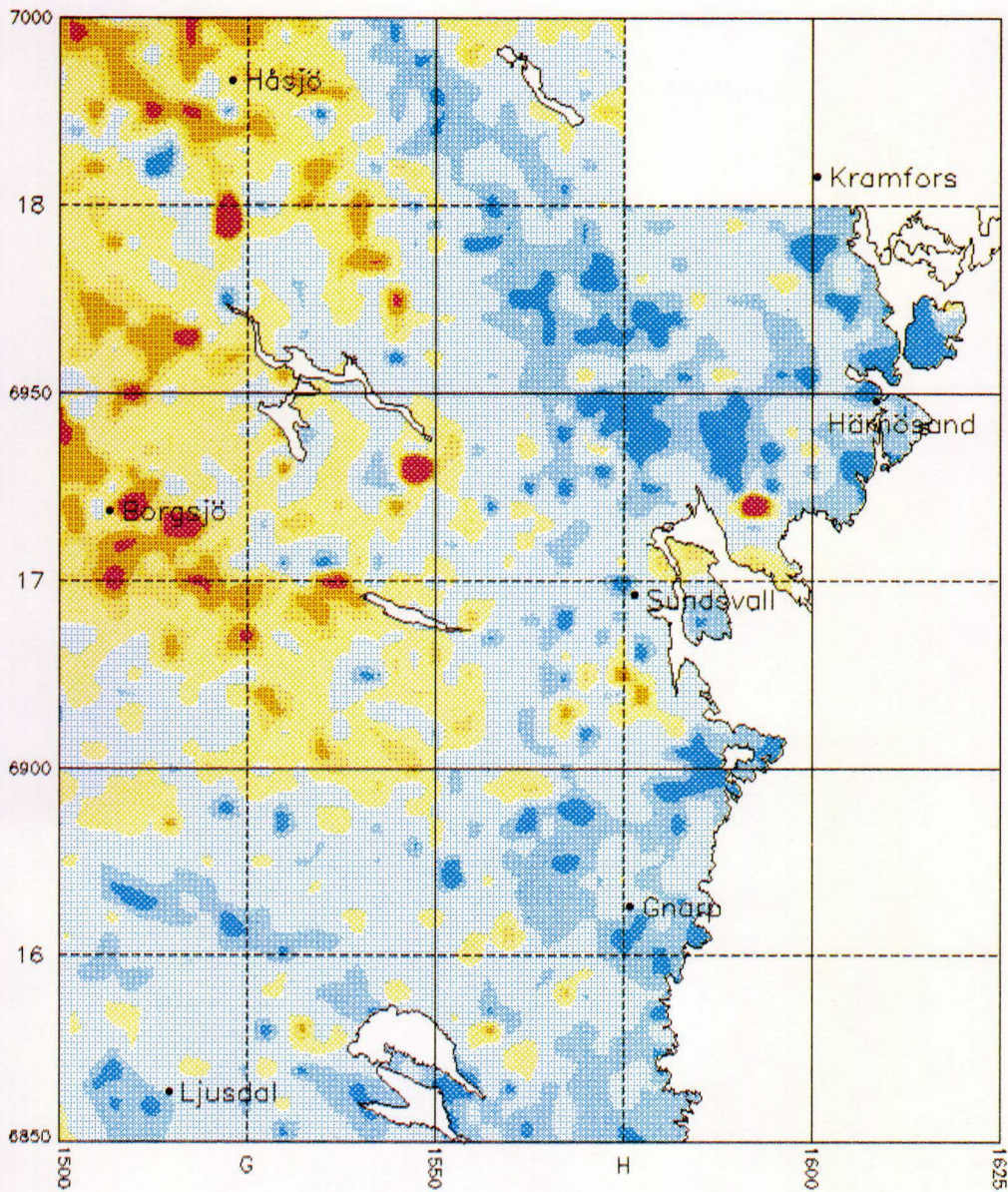
MAGNESIUM (MgO)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	2.5
95	2.1
90	2.0
70	1.7
30	1.3
10	1.1



MARKGEOKEMISK KARTA

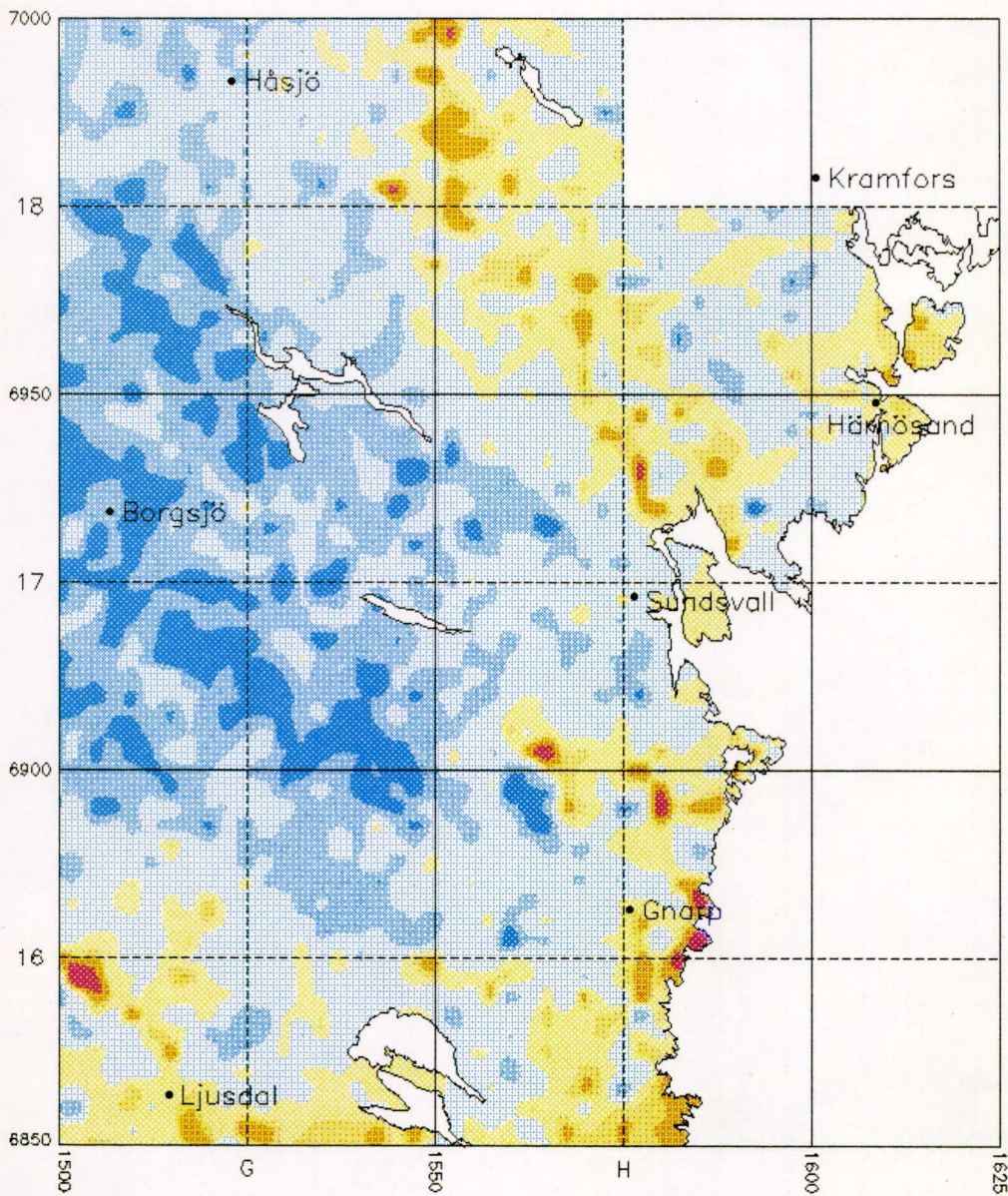
MANGAN (MnO)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	0.109
95	0.090
90	0.081
70	0.067
30	0.053
10	0.046



MARKGEOKEMISK KARTA

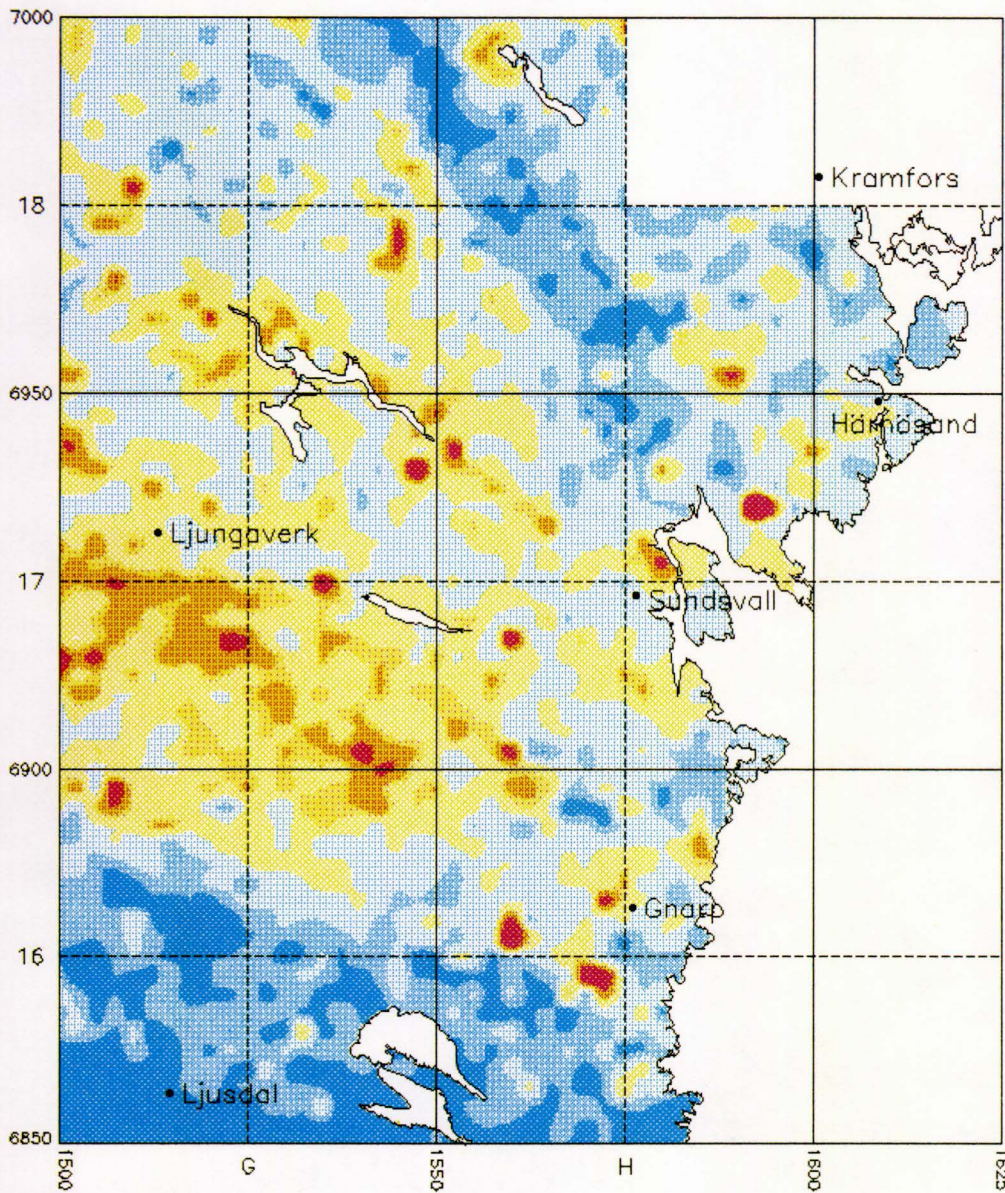
NATRIUM (Na_2O)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	3.1
95	2.9
90	2.8
70	2.6
30	2.2
10	1.9



MARKGEOKEMISK KARTA

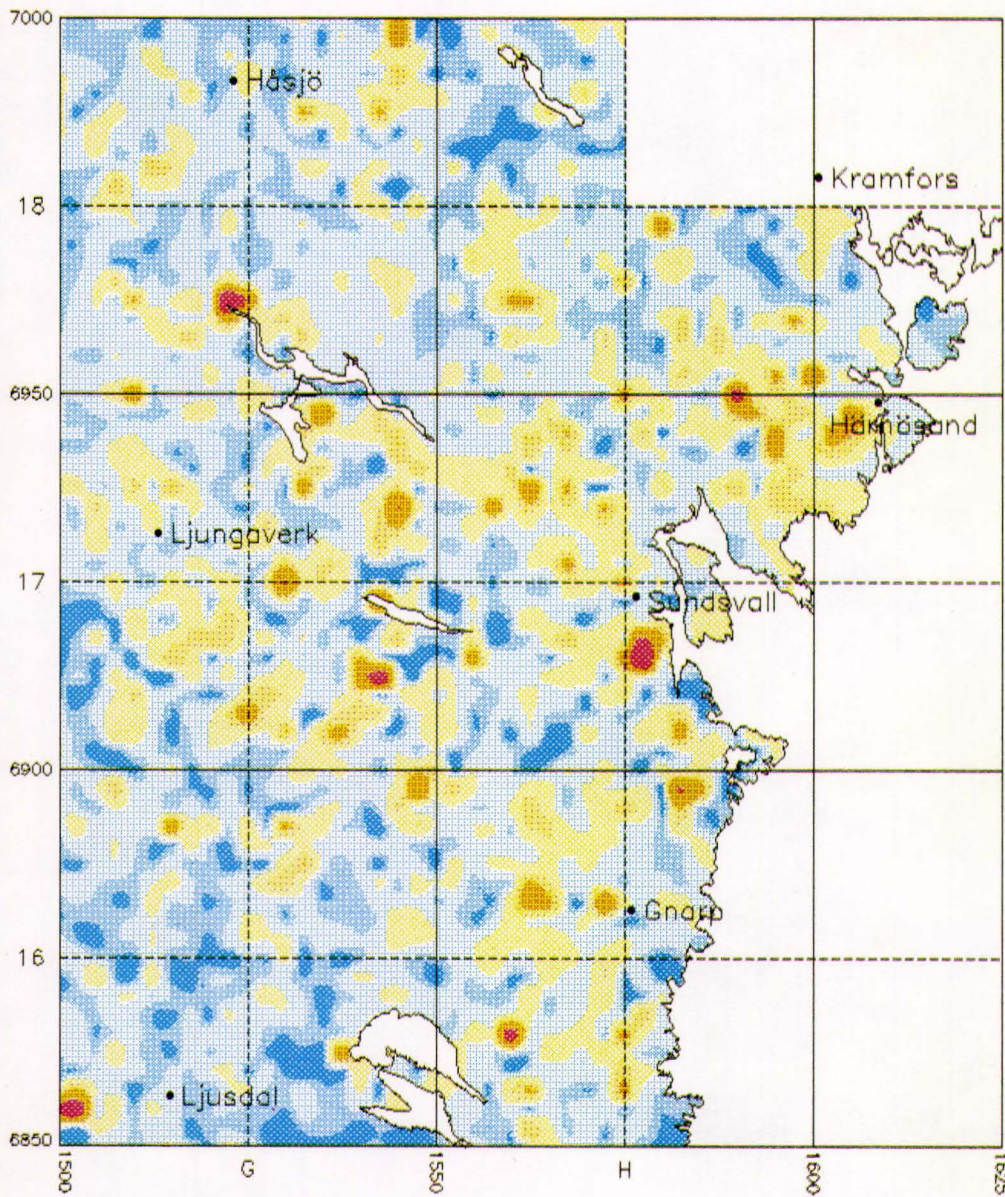
NICKEL (Ni)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	45
95	38
90	35
70	27
30	19
10	14



MARKGEOKEMISK KARTA

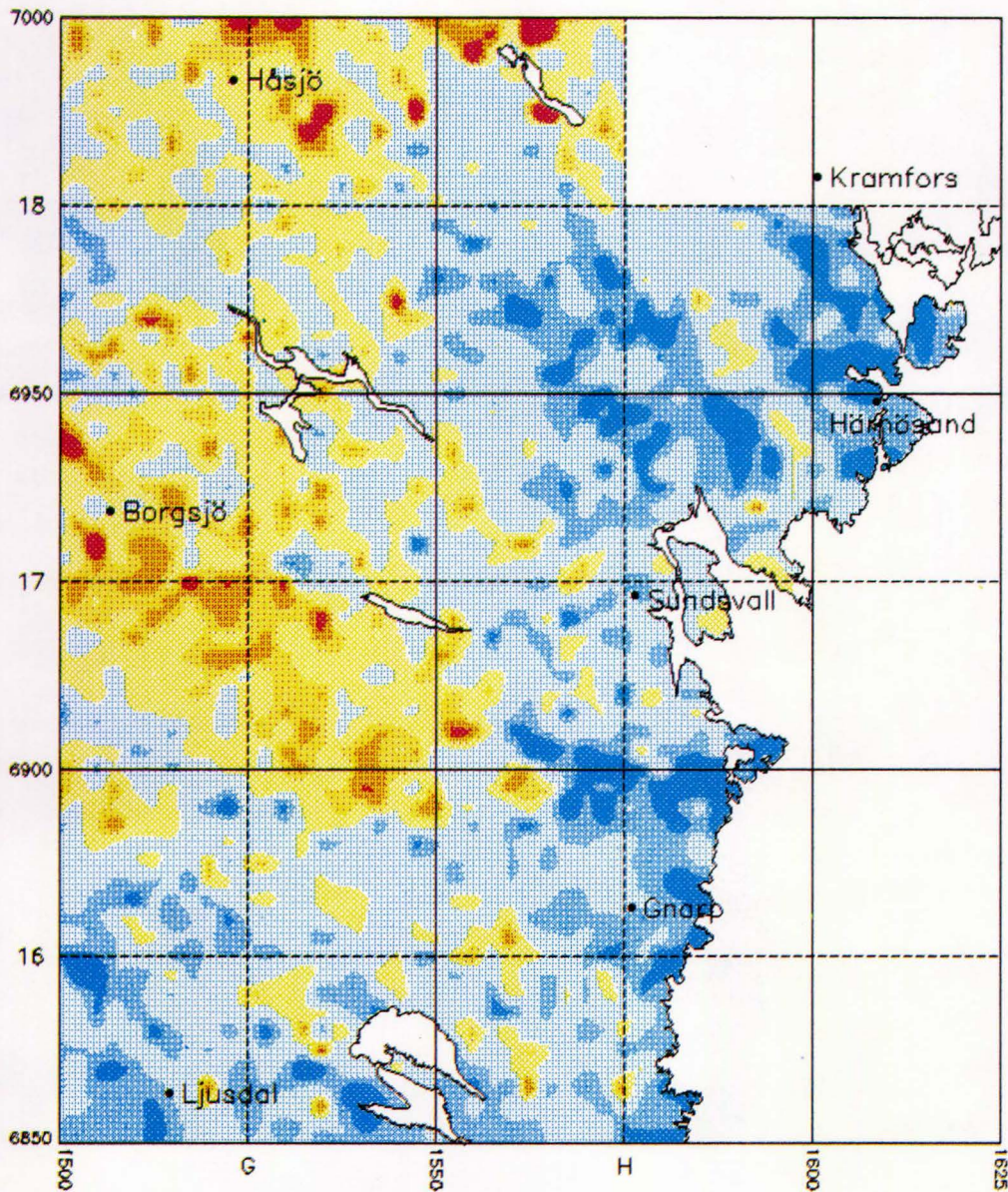
SVAVEL (S)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	600
95	293
90	221
70	149
30	114
10	99



MARKGEOKEMISK KARTA

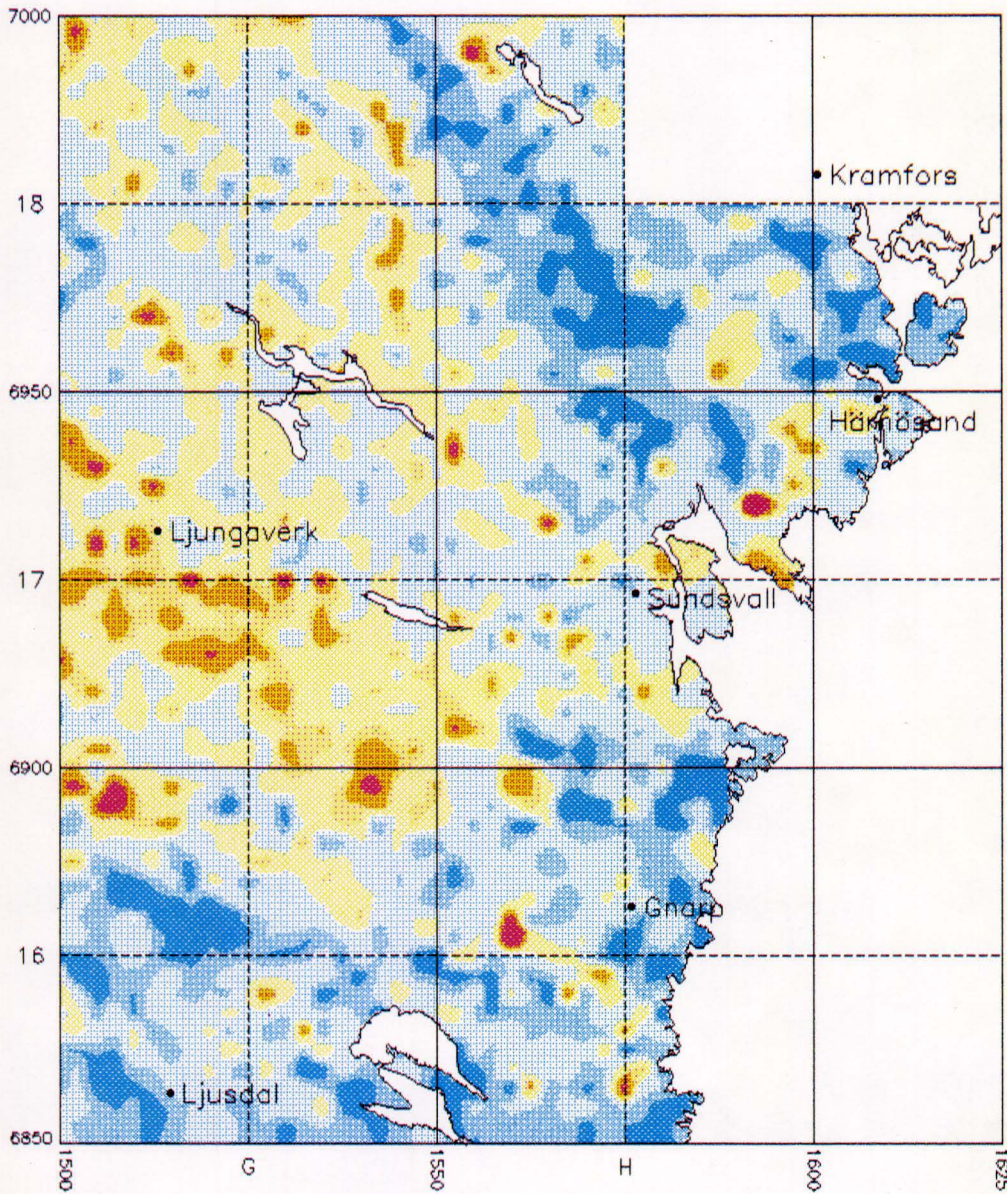
TITAN (TiO₂)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I %
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	%
99	1.01
95	0.96
90	0.92
70	0.84
30	0.69
10	0.60



MARKGEOKEMISK KARTA

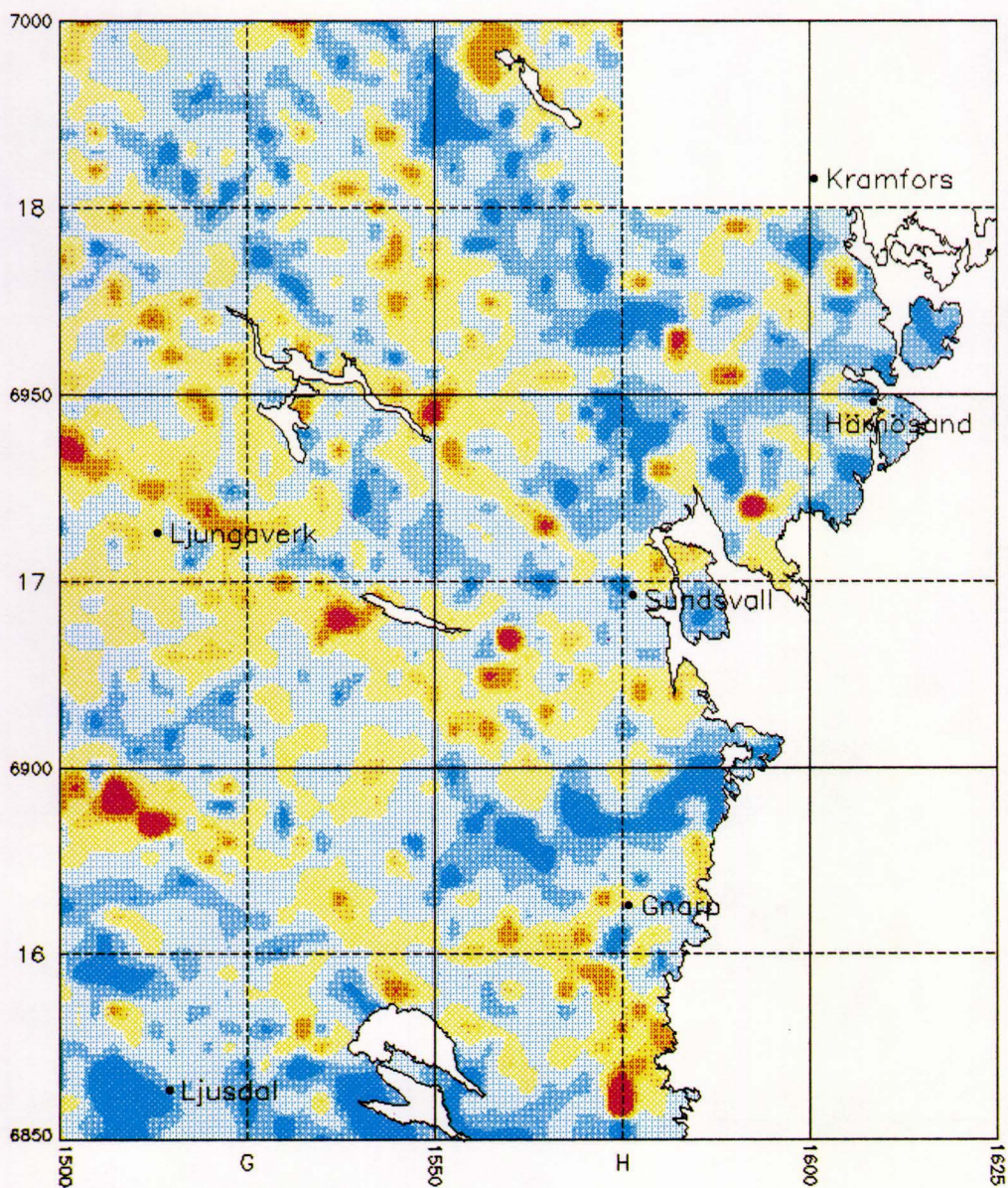
VANADIN (V)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	95
95	83
90	78
70	66
30	52
10	44



MARKGEOKEMISK KARTA

ZINK (Zn)
MORÄN -0.06mm

SKALA 1:1 MILJON

ANALYSMETOD:XRF

HALTERNA ANGES I PPM
MED KLASSINDELNING
ENLIGT PERCENTILER

PERC.	PPM
99	101
95	80
90	72
70	59
30	47
10	39



Markgeokemisk karta för elementet guld.
Kartan är förminskad 4 gånger till skalan 1:1 miljon.

GEOLOGI OCH GEOKEMI INOM KARTOMRÅDET

Kartområdets äldsta berggrund består av förgnejsade sedimentbergarter med olika ursprung. Främst är det gråvackor och skiffrar som omvandlats och nu utgör de gnejsiga områden av migmatit och fyllit som dominerar området.

I söder uppträder granit av äldre typ, i nordväst yngre granit av Revsundstyp. Över kartområdet finns också diabas i brant stupande skivor eller gångar.

Kartområdets landformer präglas av urbergets sprickmönster, med tätt liggande bergkullar som skiljs av trånga dalgångar.

Den ursprungliga reliefen har eroderats av inlandsisen och fått mjukare former och det bergartsmaterial som transporterats med isen har avsatts i form av morän. Den huvudsakliga riktning som haft betydelse för bergartsmaterialets transport är från västnordväst med en måttlig medsolsvridning. Både äldre och yngre isrörelser finns dock påvisade med riktningar från väster och norr. Långtransporterat kambrosiluriskt material från fjällrandens unga bergarter kan undantagsvis finnas i moränerna främst på topo-bladen 18G, 17G och H. Till största delen är det dock granit och gnejs som bestämmer moränsammansättningen.

När inlandsisen avsmälte intogs östra delen av kartområdet av hav, som i de nuvarande älvdalgångarna även trängde in västerut. Dåtida havsyta låg i nordväst ca 240 m ö.h. Längre ner mot kusten är landhöjningen kraftigare och högsta kustlinjen återfinns på högre nivåer.

Vid moränprovtagningen har sådana områden undantagits, som varit direkt påverkade av havets svallning, vilket innebär att det på vissa håll kan finnas luckor i kartbilden.

Geokemin i området återspeglar till största delen berggrundens graniter och gnejser. I det centrala gnejsområdet återfinns således element av mer basisk karaktär (t.ex. Al, Fe och Mg) jämfört med granitområdet i söder där Ba, K och Na är förhöjt. Moränerna i nordväst har ej den elementsammansättning man väntar sig med tanke på den underliggande Revsundsgraniten. Här är det förmodligen bergarterna strax utanför kartan som dominerar moränsammansättningen.

Ett flertal sulfidmineraliseringar är kända inom kartområdet där sulfidmineralen (dvs. svavel förenat med t.ex. koppar, bly, zink, arsenik, kobolt) oftast uppträder i kvartsgångar eller som impregnationer i pegmatiter och gnejsiga bergarter. Kopparbly- och zinkförhöjningarna 5 mil nordväst om Sundsvall härrör troligen från mineraliseringar i Kväcklinge, Järkvissle och Storskälsjön. Norr om Sundsvall ligger Kalamäki och Lunde koppargruvor, sydväst om Sundsvall finns Saggmyrgruvan. I Gnarp-trakten ligger Baståsens gruvfält och Gruvmon. Längst i sydväst tangerar Ljusnanzonen kartbladet med leptitiska bergarter. Här ligger Vallåsens gruva som brutits på koppar.

I en del sulfidförhöjda områden återfinns inmutningar, t.ex. i norra delen av topo-bladet 16G NV.

Moränens innehåll av elementen är, med avseende på bergarterna, normala. En del element förekommer dock med något högre halter än man kan förvänta sig. Bland dem återfinns de vi kan förknippa med någon typ av mineralisering. Sådana element är arsenik, bly, guld, kobolt, koppar med flera. Vid bedömningar av den

information de geokemiska mönstren ger är det värdefullt att studera flera element samtidigt. Speciellt gäller detta guld, där en enstaka punkt med detekterbart guld kanske inte skall tillmätas något större intresse. Återfinns däremot punkten i ett område där andra element, t.ex. As och Cu, också är förhöjda kan informationen vara av större värde. De guldvärden som anges på kartorna skall inte heller ses som absoluta för den geografiska lokalen i fråga. Värdet kan variera med tiotals ppb i prover tagna från samma lokal. Detta beror på den s.k. "nugget-effekten", dvs. varje litet miniatyrstänk av guld som finns i provet påverkar det avlästa analysvärdet kraftigt. Har man dock fått ett detekterbart guldvärde, så kvarstår ju det faktum att guld faktiskt finns i provet, även om mängden är liten.

REFERENSER

- Troedsson, T. och Nykvist, N., 1973: Marklära och markvård. Almqvist & Wiksell.
- Grip, H. och Rodhe, A., 1985: Vattnets väg från regn till bäck. Forskningsrådets förlagstjänst.
- Monitor 1987: Naturvårdsverkets årsbok.
- Ek, J., Ohlsson, S.-Å. och Selinus, O., 1988: Bly, kadmium, selen — Hela Sverige kartläggs. Forskning och Framsteg 2/88.
- Ressar, H., Ohlsson, S.-Å. och Ekelund, L., 1987: Geokemiska kartan. SGU Rapport och meddelanden nr 49.
- Ressar, H., Ohlsson, S.-Å. och Ekelund, L. (under tryckning): Geokemiska kartan. SGU Rapport och meddelanden nr 58.
- Lundegårdh, P.H., 1967: Berggrundskarta över Gävleborgs län. SGU serie Ba nr 22.
- Lundqvist, J., 1969: Jordartskarta över Jämtlands län. Karta och beskrivning. SGU Serie Ca nr 45.
- Lundqvist, J., 1987: Jordartskarta över Västernorrlands län. Karta och beskrivning. SGU serie Ca nr 55.
- Lundqvist, G., 1963: Jordartskarta över Gävleborgs län. SGU serie Ca nr 42.
- Lundqvist, Th., 1987: Berggrundskarta över Västernorrlands län. SGU Serie Ba nr 31.
- Strömberg, A. m. fl., 1984: Berggrundskarta över Jämtlands län. SGU Serie Ca nr 53.
- Berg och Malm i Jämtlands län, SIND PM 1980:4: Sammanställning utförd av Statens Industriverk.
- Berg och Malm i Västernorrlands län, SIND PM 1980:18: Sammanställning utförd av Statens Industriverk.
- Berg och Malm i Gävleborgs län, SIND 1980:19: Sammanställning utförd av Statens Industriverk.
- Gold Schmidt, V. M., 1958: Geochemistry. Oxford University Press.

I SGU:s serie Rapporter och meddelanden har tidigare utgivits:

- *1. Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1—2. 1931.
- *2. **Sahlström, K. E.** Sveriges lodade sjöar. 1945.
- *3. **Ödman, O. H.** Rapport över manganmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940—48.
4. **Stålhös, G.** Bidrag till kännedomen om den radioaktiva strålningens fördelning inom den svenska berggrunden. 1959.
5. **Johansson, H. G., och Ericsson, B.** Grusutredningen -74. Översiktlig inventering av sand- och grusförekomster — Försöksverksamhet. 1976.
- *6. **Knutsson, G., m fl.** Grustillgångarna i Östersundsområdet. Del 1 inventering. 1976.
- *7. **Ericsson, B.** Svallgrustillgångar längs Kilsbergen, Örebro län. 1977.
8. **Gustafsson, O., och De Geer, J.** Skånes större grundvattentillgångar. 1977.
9. **Knutsson, G., och Fagerlind, T.** Grundvattentillgångar i Sverige. 1977.
10. **Modig, S., Knutsson, G., Nordberg, L., och Persson, G.** Särtryck ur Ymer 1978 — Bebyggelsen och vattnet. 1978.
11. **Guy-Ohlson, D.** Jurassic biostratigraphy of three borings in NW Scania. (A brief palynological report.) 1978.
12. **Gustafsson, O., Andersson, J.-E., och De Geer, J.** Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. 1979.
13. **Hörnsten, Å.** Sand och övriga jordarter i Öresund. Kommentarer till SGU:s maringeologiska karta över Öresund. (Under tryckning.)
- *14. Hydrogeologi vid SGU. Särutgåva av Vannet i Norden. 1979.
15. **Knutsson, G., Lindén, A., och Rudmark, L.** Grus- och moräntillgångar i Nybroregionen. 1979.
16. **Wilson, M. R., och Sundin, N. O.** Isotopic age determinations on rocks and minerals from Sweden. 1960—1978.
17. **Karlqvist, L., och Qvarfort, U.** Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand — betonitskikt. 1980.
18. **Karlqvist, L., och Qvarfort, U.** Gruvhanteringens inverkan på Bersboområdet, Åtvidabergs kommun. 1980.
19. **Wilson, M. R., och Åkerblom, G.** Uranium enriched granites in Sweden. 1980.
20. **Cato, I., och Engdahl, M.** Beskrivning till temakartor utvisande var särskild uppmärksamhet av stabilitetsförhållanden erfordras inom vissa bebyggda eller detaljplanerade områden med lerjord.
21. **Olsson, T.** Ground-water-level fluctuations as a measure of the effective porosity and ground-water recharge. 1980.
22. **Bergström, J., och Shaikh, N.A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kristianstads län. Projekt i länsplanering 1980. 1980.
23. **Lilja, A.** Störning av berggrundens temperaturförhållanden vid hammarborring. 1981.
24. **Agrell, H.** Gotska Sandöns kvartärgeologi. (Summary: The Quaternary geology of the island of Gotska Sandön in the Baltic.) 1981.
25. **Laufeld, S., (Ed.)** Proceedings of Project Ecostratigraphy Plenary Meeting, Gotland, 1981. 1981.
26. **Fredén, C., m fl.** Tuveskredet, 1977-11-30. Geologiska undersökningar. Särtryck av SGI Rapp. 11 B. 1981.
27. SWIM 81. Intruded and relict groundwater of marine origin. Proceedings of Seventh Salt Water Intrusion Meeting, Uppsala, Sweden, 14—17 September 1981. 1981.
28. **Aastrup, M., Aneblom, T., Henriksson, B., och Persson, G.** PMK-grundvatten. Lägesrapport mars 1982. 1982.
29. Energigeologi. Exempel på verksamhet inom energisektorn vid SGU. April 1982.

30. **Åkerblom, G., and Wilson, C.** Radon – geological aspects of an environmental problem. 1982.
31. **Bergström, J., och Shaikh, N.A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Malmöhus län. 1982.
32. **Ericsson, B., och Grånäs, K.** SGU:s grusdataarkiv. 1983.
33. **Sivhed, U.** Upper Cretaceous Ostracodes from the Malen Limestone quarry and the river Stensån, southern Sweden. 1983.
34. Berggrundsgeokemi som prospekteringsmetod i Sveriges urberg. Föredrag och inlägg från ett symposium i Uppsala den 17–18 mars 1983 anordnat av Sveriges geologiska undersökning och Svenska Gruvföreningen. O. Selinus (Red.). 1983.
35. Vanadin. 1984.
37. **Andersson, M., och Ohlsson, S.-Å.** Geokemisk kartering. 1984.
38. **Lundqvist, Th.** Färg- och teckenschema för SGU:s berggrundskartering. 1984.
39. **Lindewald, H.** Salt grundvatten i Sverige. 1985.
40. **Guy-Ohlson, D., och Malmquist, E.** Lower Jurassic biostratigraphy of the Opegård Bore No. 1, NW Scania, Sweden. 1985.
41. **Andersson, M.** Geokemisk kartering. Tungmineralanrikad morän. Kartbladen 15–16, C–D och 16–17, G. 1985.
42. **Ressar, H., och Ohlsson, S.-Å.** Geokemisk kartering. Bäcktorv. Bilaga: Beskrivning av de fjorton spårelementens exogena geokemiska kretslopp av John Ek. 1985.
43. Grundvattennätet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
44. Grundvattenkvalitet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
45. **Shaikh, N.A., Samuelsson, L., Sundberg, A., och Wik, N.-G.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Älvsborgs län. 1986.
46. **Fredén, C.** Quaternary marine shell deposits in the region of Uddevalla and Lake Vänern. 1986.
47. **Ahlberg, P.** Den svenska kontinentalsockelns berggrund. 1986.
48. **Ressar, H., Ohlsson, S.-Å., och Ekelund, L.** Geokemiska kartan. Tungmetaller i Bäcktorv. Översiktskartbladen Kalmar, Oskarshamn, Sundsvall och Wilhelmina. 1986.
49. **Ressar, H., Ohlsson, S.-Å., och Ekelund, L.** Geokemiska kartan. Tungmetaller i Bäcktorv. Översiktskartbladen Malmö och Sundsvall. 1987.
50. **Shaikh, N.A., Persson, L., Sundberg, A., och Wik, N.-G.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Jönköpings län. 1989.
51. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan. Tungmetaller i Bäckvattenväxter. Översiktskartbladen Göteborg och Borås. 1988.
52. **Gustafsson, O., Jonasson, S.A. och Andersson, C.** Grundvattenundersökningar på Kristianstadslätten 1976–1987. 1988.
53. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 18–22, G–I. 1988.
54. **Shaikh, N.A., Karis, L., Kumpulainen, R., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 1. Norra Sverige. 1989.

* Utgången

Distribution
 LIBER DISTRIBUTION
 162 89 STOCKHOLM
 Telefon 08-739 96 60

ISBN 91-7158-468-4
 ISSN 0349-2176