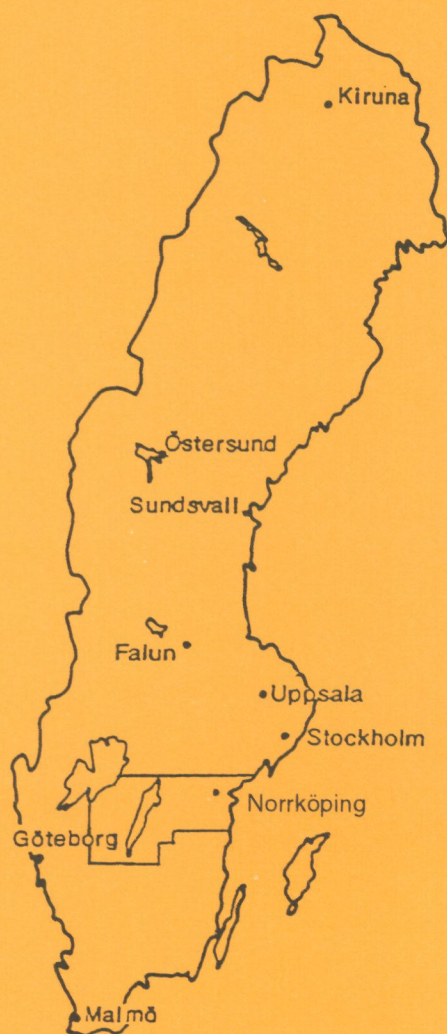


## Markgeokemiska kartan



Markgeokemisk karta  
i skala 1:1 miljon över området  
7-9, D-E  
7-9, E-H

Aluminium	(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Krom	(Cr)
Arsenik	(As)	Lantan	(La)
Barium	(BaO)	Litium	(Li)
Bly	(Pb)	Magnesium	(MgO)
Fosfor	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Mangan	(MnO)
Guld	(Au)	Natrium	(Na <sub>2</sub> O)
Järn	(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Nickel	(Ni)
Kalcium	(CaO)	Titan	(TiO <sub>2</sub> )
Kalium	(K <sub>2</sub> O)	Vanadin	(V)
Kobolt	(Co)	Zink	(Zn)
Koppar	(Cu)		

Madelen Andersson och Carl-Allan Nilsson

**SGU**  
Sveriges Geologiska Undersökning

Uppsala 1995

*Rapporter och meddelanden nr 81*

---

# Markgeokemiska kartan

Madelen Andersson och Carl-Allan Nilsson

**SGU**  
*Sveriges Geologiska Undersökning*

Uppsala 1995

ISBN 91-7158-549-4  
ISSN 0349-2176

© Sveriges Geologiska Undersökning

Tryck: TK i Uppsala AB, 1995

## Innehållsförteckning

Geokemisk undersökning/kartering vid SGU .....	4
Användning av de markgeokemiska kartorna .....	4
Provtypen morän .....	4
Metodik .....	5
Provtagning .....	5
Provberedning .....	5
Analysering .....	6
Kartor .....	6
Exempel på cirkelkarta .....	8
Färgkartor .....	9
Berggrundsgeologi och kvartär utveckling .....	33
Elementens förekomst och associationer i området .....	34
Östra undersökningsområdet (7-9, E-H) .....	35
Den prekambrisk berggrunden (urberget) (7-9, E-H) .....	35
Den kambrosiluriska berggrunden (paleozoiska bergarter yngre än urberget) (7-9, E-H) .....	35
Topografi och jordarter (7-9, E-H) .....	36
Elementens förekomst och samband med berggrunden (7-9, E-H) .....	36
Västra undersökningsområdet (7-9, D-E) .....	39
Den prekambrisk berggrunden (urberget) (7-9, D-E) .....	39
Den kambrosiluriska berggrunden (paleozoiska bergarter yngre än urberget) (7-9, D-E) .....	40
Topografi och jordarter (7-9, D-E) .....	40
Elementens förekomst och samband med berggrunden (7-9, D-E) .....	41
Referenser .....	43
Summary .....	44

Föreliggande rapport utgör femte delen i en presentation av markens naturliga innehåll av grundämnen i Sverige, samt av surhetsgraden mätt som pH. Kartor över de kemiska parametrarna baseras på moränprover tagna på ca 1 meters djup och analyserade på finfraktionen. Alla mätvärden lagras tillsammans med koordinater i en lättåtkomlig databank. Analoga eller digitala kartor och/eller data tillhandahålls efter begäran från Geokemiska enheten vid SGU.

## GEOKEMISK UNDERSÖKNING/KARTERING VID SGU

Den geokemiska karteringen vid SGU bedrivs i syfte att visa fördelning av huvudämnen och spårämnen i mark och vatten. Två typer av provtagningsmaterial används för att åskådliggöra detta. Den ena är oorganisk och utgörs i huvudsak av morän, som avspeglar markens naturliga kemiska sammansättning. Den andra provtypen är organisk och utgörs av bäckvattenväxter, som visar biotillgängligheten av lösta metaller i det vatten som omflyter växterna. Kartering med den senare provtypen, kallad biogeokemisk kartering, täcker Götaland, stora delar av Svealand och delar av inre Norrland. Kartering med den oorganiska provtypen kallad markgeokemisk kartering, täcker stora delar av Götaland och Norrland, se karta på sidan 9.

## ANVÄNDNING AV DE MARKGEOKEMISKA KARTORNA

Markgeokemiska data används inom miljöövervakning, markforskning och skogsbruk. Likaså inom prospektering, kommunal planering och medicinsk forskning. Med teman som malmletning, försurning, recipientskydd, förorenad mark m.m., anpassas kartor och information till olika relevanta verksamhetsområden.

Kartor som visar den naturliga förekomsten av grundämnen i marken, ger information om halter av huvudkomponenter och spårämnen i miljön med avseende på det geologiska ursprunget. Förekomst och spridningsmönster bildar olika geokemiska provinser i en region, man kan säga att den geokemiska statusen varierar. Till exempel innebär hög förekomst av nyttiga, basiska ämnen i mineraljorden oftast att pH är relativt högt, och att innehållet av vittringsbenägna mineral frigör tillräckligt med ämnen som växter och djur tillgodogör sig. Den geokemiska statusen är därför god. Andra regioner kan i stället visa att de nyttiga ämnena förekommer med låga halter och/eller med låg lakbarhet, samtidigt som pH kan vara lågt. Den geokemiska statusen är därmed betydligt sämre.

Många av de nyttiga spårämnena är samtidigt tungmetaller. Förekommer de med höga halter, eller i olika associationer, kan många av dem indikera mineralisering, vilket glädjer malmprospekteringen, men kan också, speciellt i låga pH-regioner, betyda att skadliga tungmetaller läcker ut till grundvattnet. Låga halter av ett spårämne i marken indikerar i stället att en bristsituation på det nyttiga ämnet kan uppstå eller redan finns.

## PROVTYPEN MORÄN

Moränen som jordart innehåller bergartsfragment med varierande kemisk sammansättning. Innehållet av huvudämnen och spårämnen beror således på vilka bergarter som ingår i moränens grundmassa. Om en stor mängd sura, kiselsyrarika graniter och porfyrier ingår, blir halterna låga av nyttiga huvudkomponenter och av flertalet spårämnen. Inslag av basiska bergarter, t.ex. grönstenar, ger däremot högre innehåll av såväl nyttiga

ämnen som spårämnen. Finns skifferinslag blir ofta halterna mycket höga för en del spårämnen.

Jordarten morän, som täcker berggrunden över så gott som hela Sverige, har avsatts av inlandsisen för 14 000 till 8 500 år sedan. Isen var den hyvel som skrapade loss material från berggrunden och transporterade iväg det nybrutna materialet, ibland tillsammans med gamla jordarter. Moränen i ett område har därför ofta en något annorlunda sammansättning än den underliggande berggrunden. Tydligast syns detta där ett surt berggrundsområde har en ovanpåliggande morän med inslag av gynnsamma bergarter. Kartbilden får då mindre områden med högre halter av t.ex. magnesium i en annars magnesiumlåg region.

Även i markens olika skikt varierar innehållet av grundämnen. I det översta, bleka mineraljordsskiktet har kemiska och biologiska markprocesser lakat ut huvudämnen och metaller. Många av dessa har längre ner lagts fast i ett mörkare, ofta rostfärgat markskikt. Halterna av ämnen i dessa båda markskikt orsakas till en viss del av förekomst av naturliga, geologiskt betingade markmineral, eller mineral och föreningar som bildats av naturlig vittring. En stor del orsakas dock av ämnen som tillförts antropogent med luft och nederbörd, samt av de ämnen som frigjorts i de organiskt uppbyggda förna- och humuslager som täcker mineraljorden. Ännu längre ner i marken, i C-horisonten, har dock markprocesserna stabiliserats, marken befinner sig i jämvikt och grundämnena finns så gott som uteslutande i primära bergartsmineral. I detta markskikt samlas de prover in som används för den markgeokemiska karteringen. Analyserna från dessa prover utgör därför en homogen och statistiskt jämförbar population, där förutsättningarna för grundämnenas haltvariation bygger på olikheter i ursprunglig kemisk sammansättning.

## METODIK

### Provtagning

För karteringsändamål insamlas moränproverna med kriterierna att vara representativa för regionen och att om möjligt tillhöra typen siltig morän.

Topografiska kartor i skala 1: 50 000 används för att lägga ut ett provtagningsnät med tämligen jämn fördelning av proverna och med täckning mot de isrörelseriktningar som finns. Avstånd mellan proverna är ca 2.5 km, vilket innebär att det insamlas ca 15 prover per kvadratmil. Alla prover grävs för hand med spade och spett. Provet tas ca en meter under markytan. Provtagningsdjupet varierar beroende på lokala förhållanden.

### Provberedning

Proverna frystorkas och siktas på nylonsikt med 0.06 mm maskvidd. Anledning till fraktionering av prov före analys är att den så kallade finfraktionen (< 0.06 mm) så gott som uteslutande innehåller monomineralkorn. Grövre fraktioner består av dubbelkorn, vilket avsevärt ökar haltvariationen vid upprepade provtagning och analys. Det är därmed betydligt svårare att ta representativa prover och att få reproducerbarhet i analyserna. Finfraktionen avspeglar också den lokala berggrunden till viss del, eftersom lösta ämnen från denna vandrat uppåt och lagts fast, företrädesvis i de finaste partiklarna. Fraktionen behöver inte heller malas före analys, vilket kan ge oönskad kontaminering av proverna. I samband med siktningen, testas samtliga prover med saltsyra avseende eventuellt kalkinnehåll.

## Analysering

Proverna analyseras med röntgenfluorescens (XRF), varvid totalhalter från drygt 30 ämnen erhålls. Dessutom görs en partiell lakning av proverna med kungsvatten, och den lösta delen av provet analyseras med plasmateknik (ICP). Med denna analystyp erhålls också ett trettiotal ämnen. Guldanalyser görs med grafitugn och atomabsorption (AAS). I tabell 1 anges några av de analyserade elementen med lägsta detekterbara halt.

Av ca 15 % av de insamlade proverna, mäts pH på prov uppslammat i avjoniserat vatten. Med ytterligare en pH-mätning efter tillsatta vätejoner, beräknas provets förmåga att motstå surt markvatten, d.v.s. dess buffertkapacitet eller försurningsresistens.

Tabell 1. En del av de analyserade huvudämnena och spårelementen med detektionsgränser

AAS	Au	1	ppb						
ICP	La	2	ppm	Li	5	ppm			
XRF	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.005	%	Cu	2	ppm
	BaO	0.005	%	SiO <sub>2</sub>	0.05	%	Mo	2	ppm
	CaO	0.01	%	TiO <sub>2</sub>	0.005	%	Nb	10	ppm
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	%	As	10 (5)	ppm	Ni	5	ppm
	K <sub>2</sub> O	0.01	%	Br	20	ppm	Pb	10	ppm
	MgO	0.02	%	Cl	50	ppm	Rb	10	ppm
	MnO	0.005	%	Co	5	ppm	S	50	ppm
	Na <sub>2</sub> O	0.03	%	Cr	5	ppm			
							Sr	10	ppm
							U	5	ppm
							V	10	ppm
							W	10	ppm
							Y	10	ppm
							Zn	2	ppm
							Zr	20	ppm

## Kartor

I föreliggande rapport redovisas en del av analysparametrarna i form av ett tjugotal singelelementkartor i färg. Sålunda visas totalhalter av 18 huvud- och spårämnen, kungsvattendlösta halter av 2 spårämnen, guldhalter, samt surhetsgrad och försurningsresistens. Kartskala är 1:1 miljon. För metallerna arsenik, guld, koppar, bly, zink, kobolt, nickel, krom och vanadin, framställs dessutom 2 st svart-vita cirkelkartor per element i skala 1:250 000, förminskat exempel på sid. 8.

Ovanstående kartskalor är standard vid publicering. Vid behov ombesörjs även kartframställning i andra skalor, för andra analyserade ämnen eller kombinationer av ämnen. Dessa kan beställas hos Geokemiska enheten vid SGU.

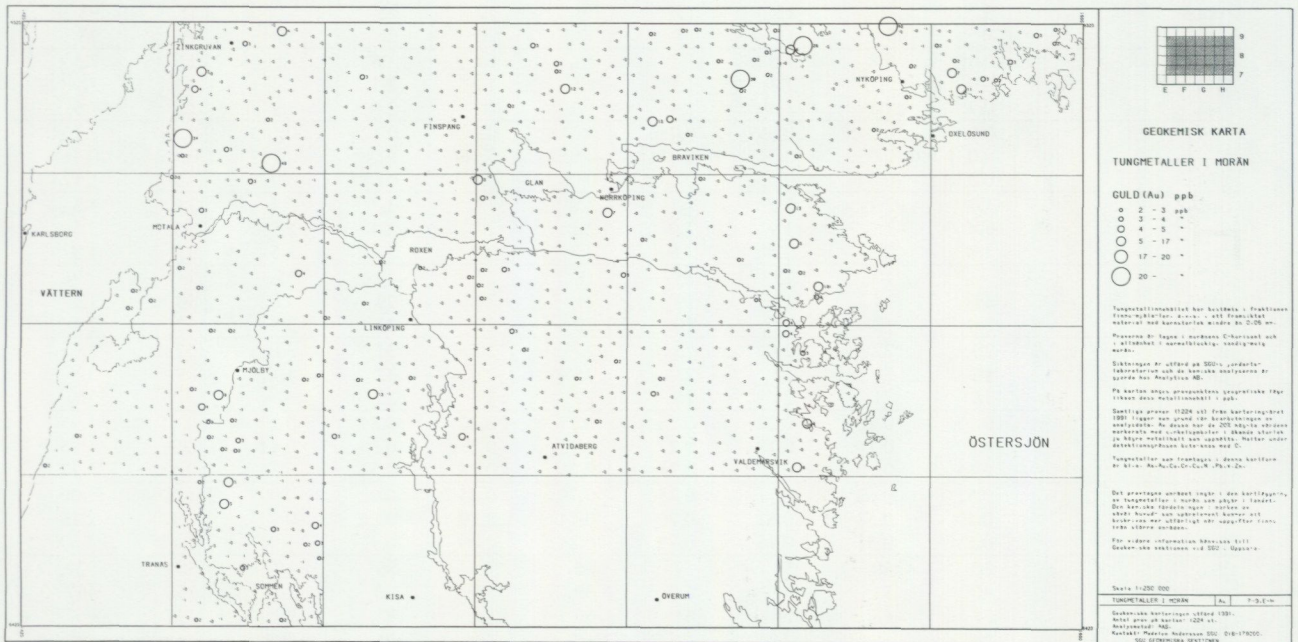
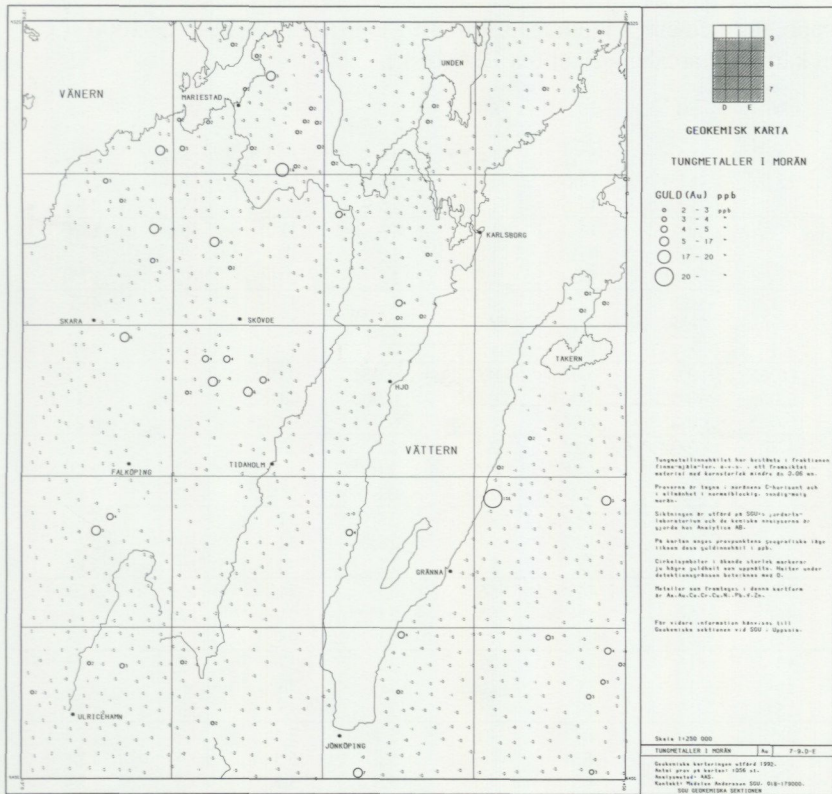
Klassindelningar med percentiler på färgkartorna grundar sig på områdets insamlade prover, ett analysunderlag omfattande ca 2 800 prov. Färgkartorna är gjorda efter att de geografiskt oregelbundet placerade analysvärdena gjorts om till ett regelbundet punktnät med interpolerade värden. Kartor över pH och buffertkapacitet framställs med bollkartor, där varje indelad klass tillskrivs en fylld cirkel med ökande diameter.

På cirkelkartorna enligt ovan, anges i stället provpunktens geografiska läge med ämnets halt angiven intill. De 40 % högsta värdena omfattas av cirkelsymboler med ökande diameter ju högre halt som uppmätts. (Guldkartornas indelning följer ej denna mall). I tabell 2 ges jämförande percentiler för de aktuella kartområdena respektive rikets percentilindelning.

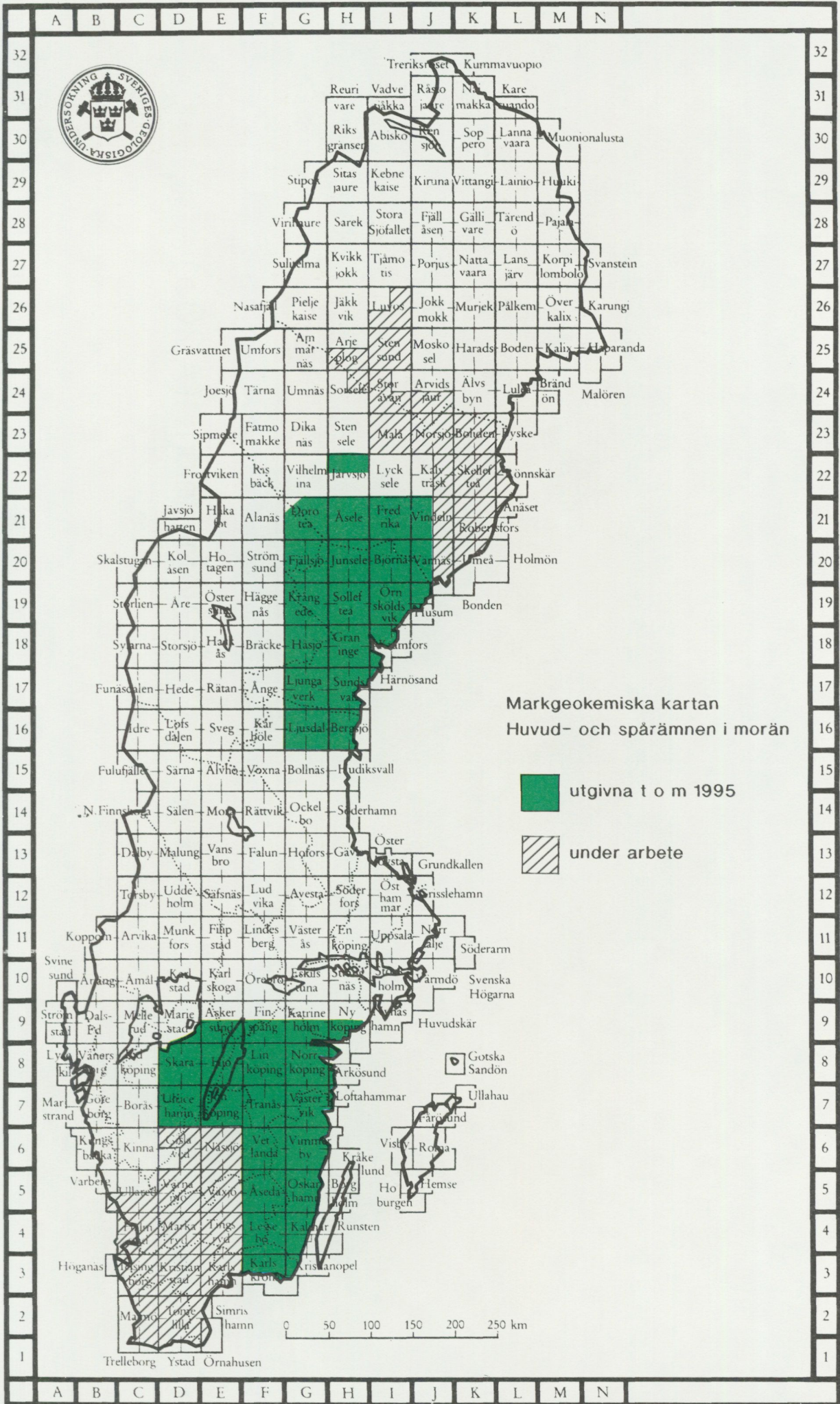
Kartorna i skala 1:250 000 kallas 7-9, E-H, samt 7-9, D-E. efter de topografiska kartblad som ingår. Det ena, 7-9, E-H, är provtaget 1991 och omfattar de topografiska kartbladen 7F NV, 8E SO, 8F, 8G-H, 9F SV, SO, 9G SV, SO samt 9H SV, SO. Det andra kartområdet, som kallas 7-9, D-E är provtaget 1992 och omfattar kartbladen 7D, 7E, 8D, 8E NV, SV, 9D SV, SO samt 9E SV, SO.

**Tabell 2:** Percentiler i %, ppm eller ppb, för elementen inom resp. karteringsområde (7-9, D-E; ca 1000 st, 7-9, E-H; ca 1200 st) och för hela den karterade arealen i riket (ca 12 600 st).

Element sort	Område	10	30	50	60	70	80	90	95	99	max
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	7-9, D-E	11.3	12.3	13.0	13.4	13.7	14.2	14.8	15.4	16.6	20.9
	7-9, E-H	10.9	12.2	13.0	13.4	14.0	14.7	15.8	16.7	18.4	21.4
	Riket	11.9	13.0	13.8	14.2	14.6	15.2	15.9	16.5	17.8	23.4
As ppm		< 5	5	8	9	11	13	18	21	38	175
		< 5	< 5	6	7	9	11	15	19	29	57
		< 5	5	7	9	10	12	15	19	29	175
Au ppb		< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	2	6	485
		< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	1	2	9	60
		< 1	< 1	< 1	< 1	1	1	2	4	10	485
BaO %		0.054	0.060	0.065	0.068	0.071	0.074	0.081	0.088	0.111	0.157
		0.046	0.051	0.056	0.058	0.061	0.063	0.068	0.072	0.083	0.140
		0.043	0.050	0.055	0.058	0.062	0.068	0.075	0.080	0.092	0.216
CaO %		1.1	1.5	1.8	2.0	2.1	2.3	2.6	2.9	6.5	34.8
		0.9	1.1	1.3	1.3	1.5	1.6	2.0	2.3	9.2	23.9
		1.3	1.8	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	3.2	34.8
Co ppm		12	15	18	20	22	25	28	31	44	57
		13	17	19	20	22	24	28	32	39	57
		13	16	18	20	22	24	27	30	35	93
Cr ppm		19	26	33	38	44	56	63	74	106	310
		29	39	46	50	55	63	75	91	128	341
		25	41	52	57	63	71	83	96	130	389
Cu ppm		6	9	13	15	18	22	30	37	64	99
		9	12	16	18	21	26	31	38	66	190
		7	11	15	17	20	23	29	35	53	193
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %		2.2	2.9	3.5	3.8	4.1	4.6	5.2	5.8	7.8	15.4
		2.6	3.3	3.7	4.0	4.3	4.8	5.5	6.1	7.8	13.8
		2.4	3.1	3.6	3.9	4.3	4.7	5.3	5.8	7.1	15.4
K <sub>2</sub> O %		2.6	2.8	3.1	3.2	3.3	3.4	3.7	4.0	4.4	5.6
		2.4	2.7	2.9	3.0	3.2	3.3	3.6	3.8	4.0	4.5
		2.4	2.7	2.9	3.0	3.2	3.3	3.6	3.8	4.2	5.6
La ppm		14	18	22	25	29	34	44	57	110	338
		17	22	27	29	32	37	44	51	87	201
		18	23	27	29	32	36	43	51	85	338
Li ppm		< 5	5	6	8	9	11	14	18	27	51
		6	10	13	15	16	19	25	31	45	98
		< 5	9	13	15	17	20	25	30	43	98
MgO %		0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.9	2.7	7.3
		0.9	1.1	1.3	1.5	1.6	1.8	2.1	2.4	3.3	7.9
		0.7	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	2.0	2.2	2.9	7.9
MnO %		0.037	0.046	0.057	0.066	0.078	0.094	0.124	0.175	0.365	1.124
		0.031	0.039	0.047	0.051	0.057	0.066	0.085	0.103	0.169	0.518
		0.038	0.046	0.053	0.057	0.062	0.070	0.083	0.099	0.160	1.124
Na <sub>2</sub> O %		1.7	2.1	2.5	2.7	2.8	3.0	3.2	3.4	3.8	4.3
		1.4	1.7	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	2.5	2.7	3.5
		1.8	2.2	2.5	2.6	2.7	2.9	3.2	3.5	3.7	4.3
Ni ppm		7	10	13	15	18	22	29	35	74	139
		11	14	17	19	21	24	29	35	50	125
		8	13	17	20	22	26	32	38	53	204
Pb ppm		20	22	24	25	27	28	31	34	52	88
		16	19	22	23	25	27	32	40	88	326
		18	21	24	25	27	29	32	37	57	357
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %		0.15	0.20	0.23	0.25	0.27	0.30	0.34	0.37	0.54	1.97
		0.09	0.14	0.18	0.21	0.23	0.27	0.33	0.41	0.71	1.95
		0.15	0.20	0.23	0.24	0.26	0.28	0.31	0.35	0.48	1.97
TiO <sub>2</sub> %		0.51	0.63	0.71	0.75	0.79	0.85	0.92	0.99	1.20	2.00
		0.49	0.58	0.67	0.70	0.74	0.79	0.86	0.93	1.18	2.16
		0.55	0.55	0.75	0.79	0.84	0.89	0.97	1.04	1.18	2.60
V ppm		30	40	51	57	65	76	89	101	159	322
		40	51	59	63	69	77	90	108	150	467
		37	48	56	61	66	74	85	97	127	467
Zn ppm		24	35	46	53	60	69	85	107	148	712
		29	42	52	58	64	75	90	111	171	2165
		30	42	51	56	61	68	80	91	129	2165



Exempel på cirkelkarta.

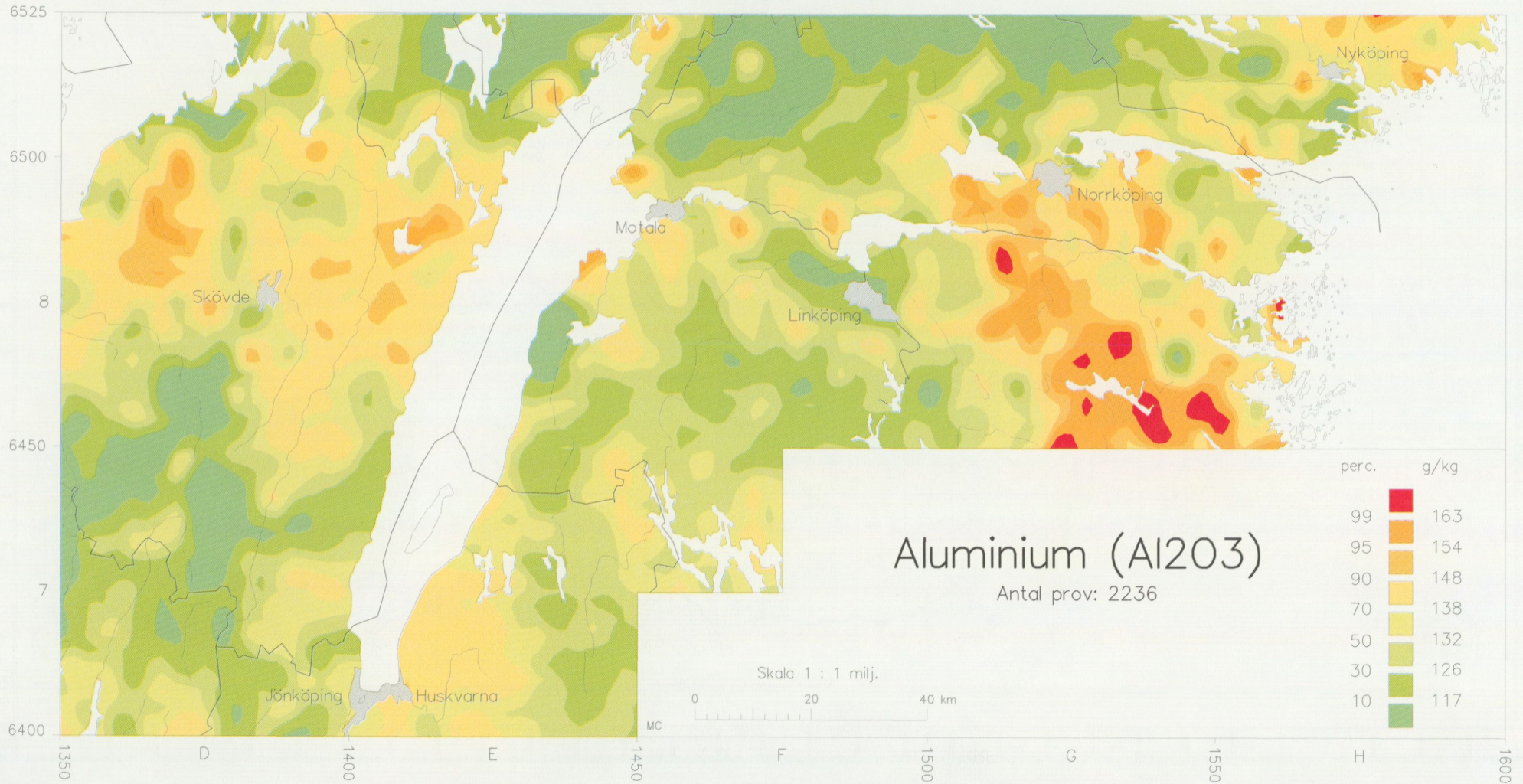


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moränens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

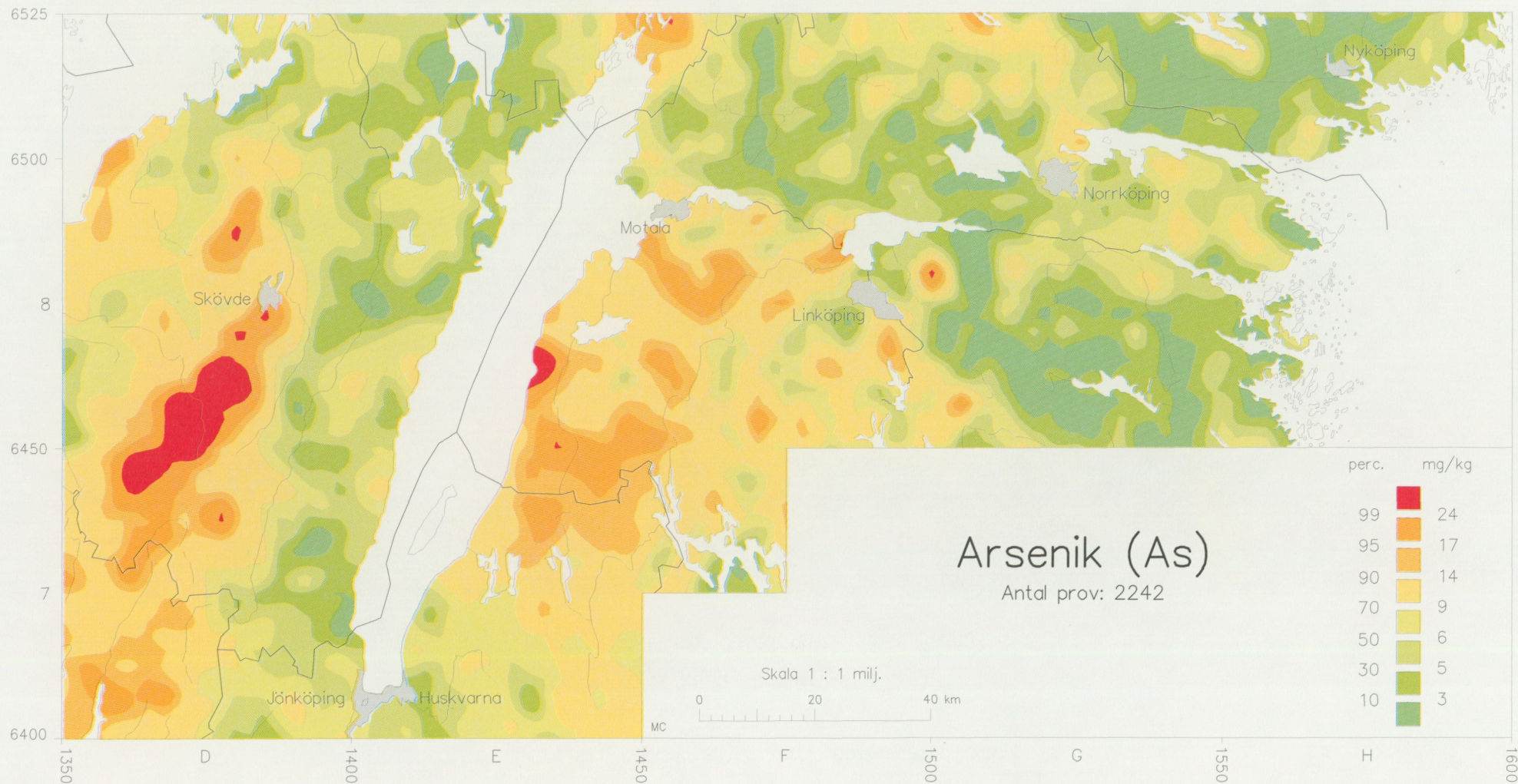


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moränens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

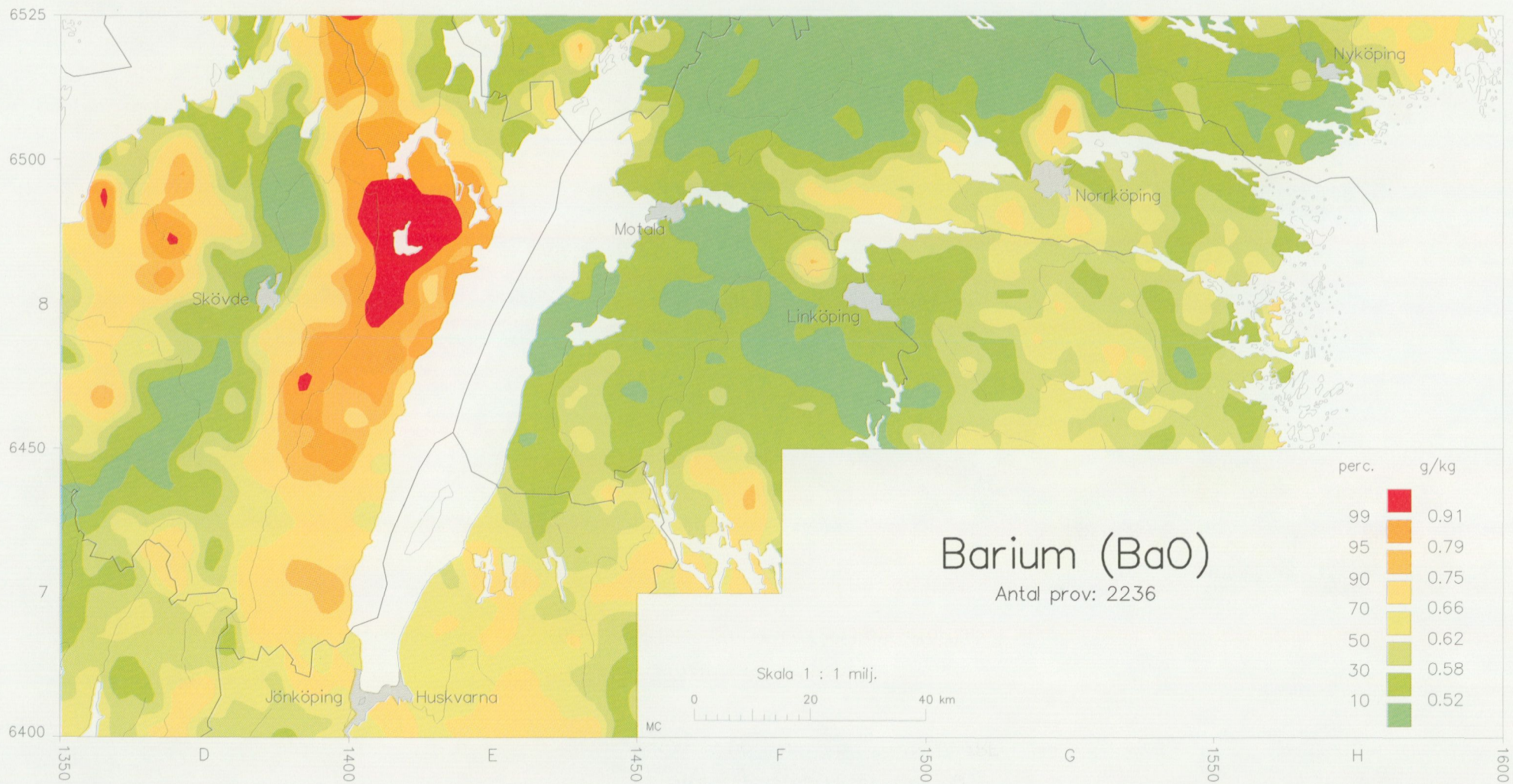


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moräns finmo-, mjäla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

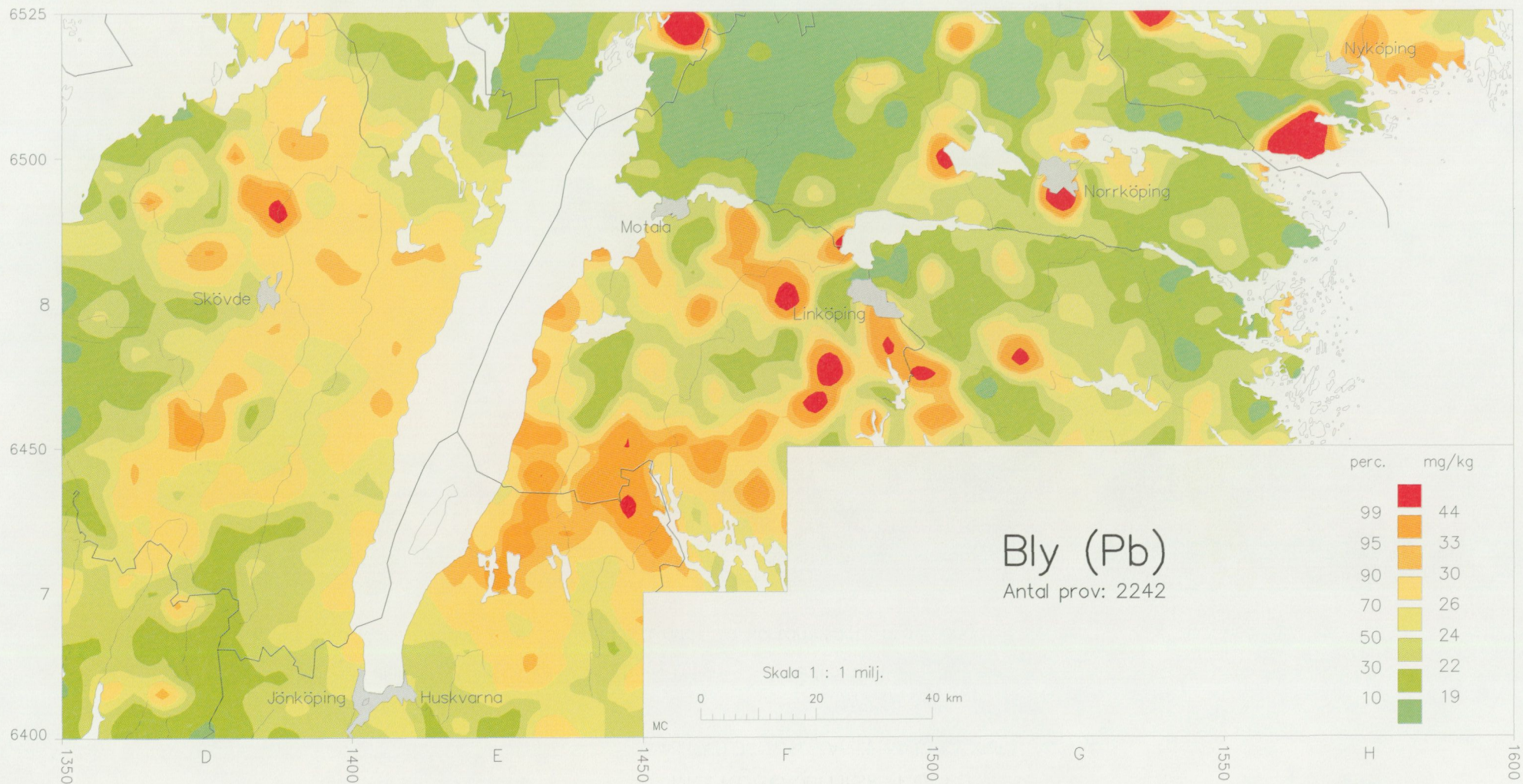


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moränens finmo-, mjåla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

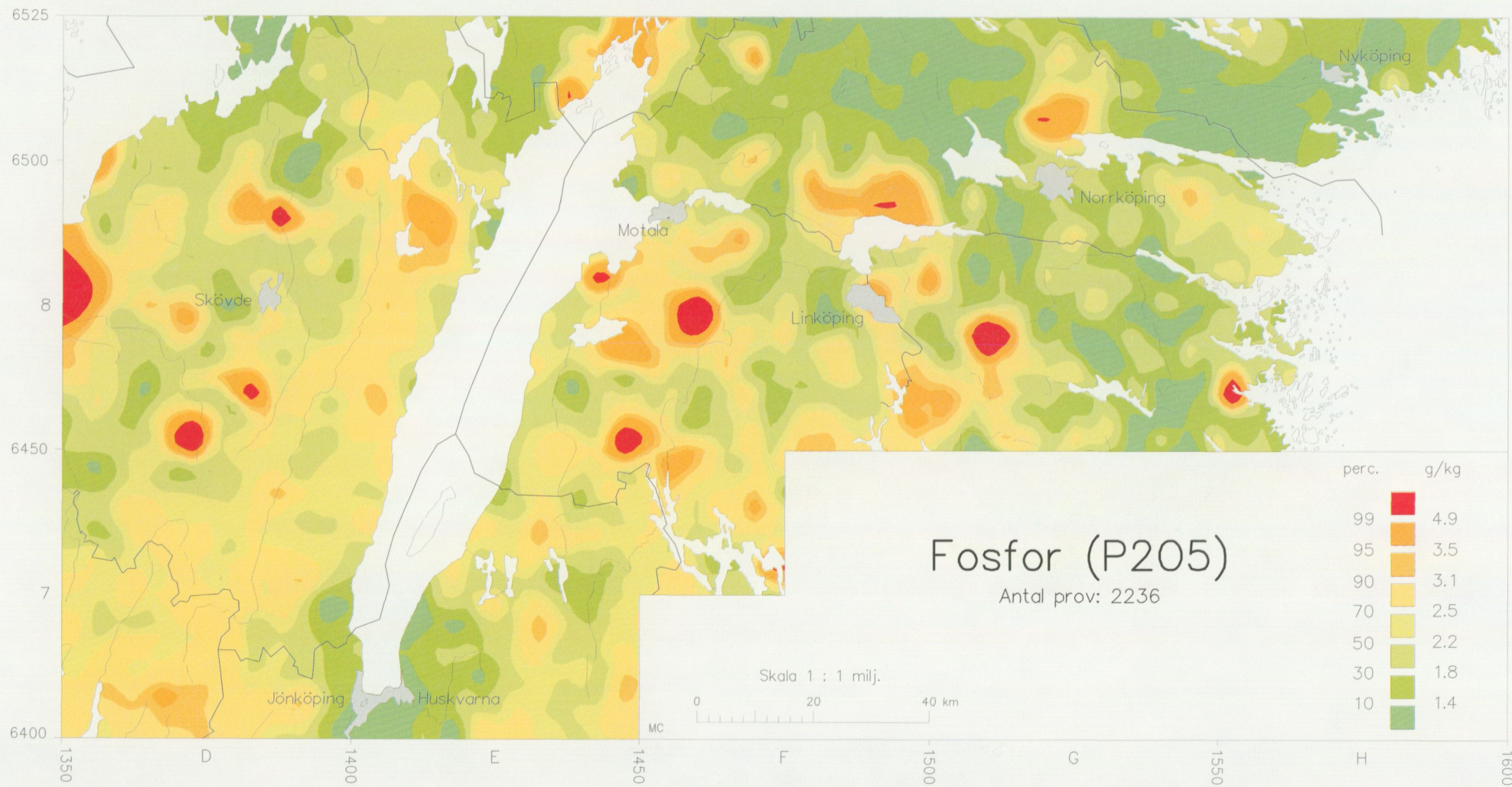


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i morärens finmo-, mjäla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.



# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : AAS

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moräns finmo-, mjåla- och lerfraktion.

Halterna anges i mikrogram/kg beräknade på kartområdets provmängd.

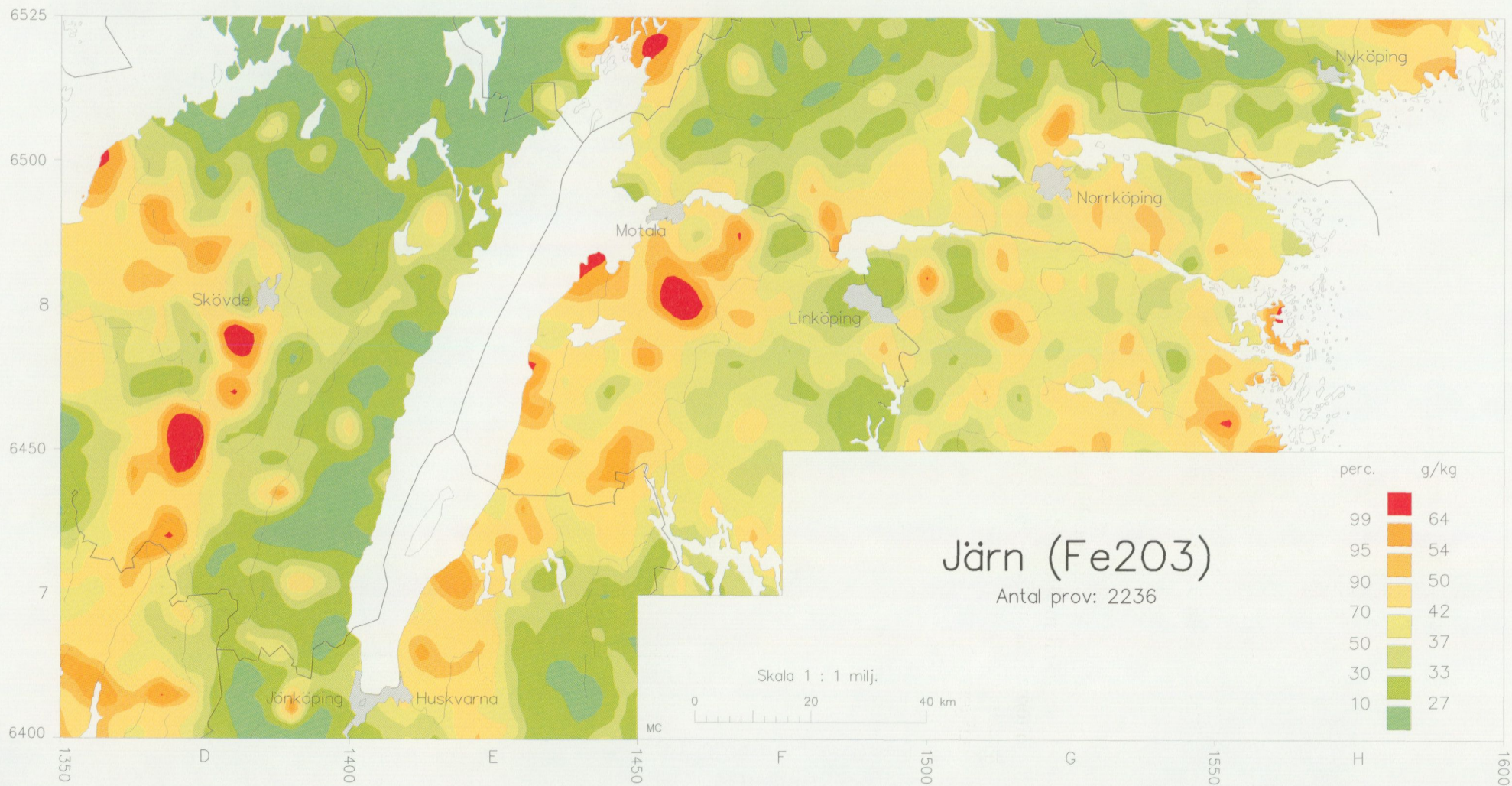


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i morärens finmo-, mjäla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

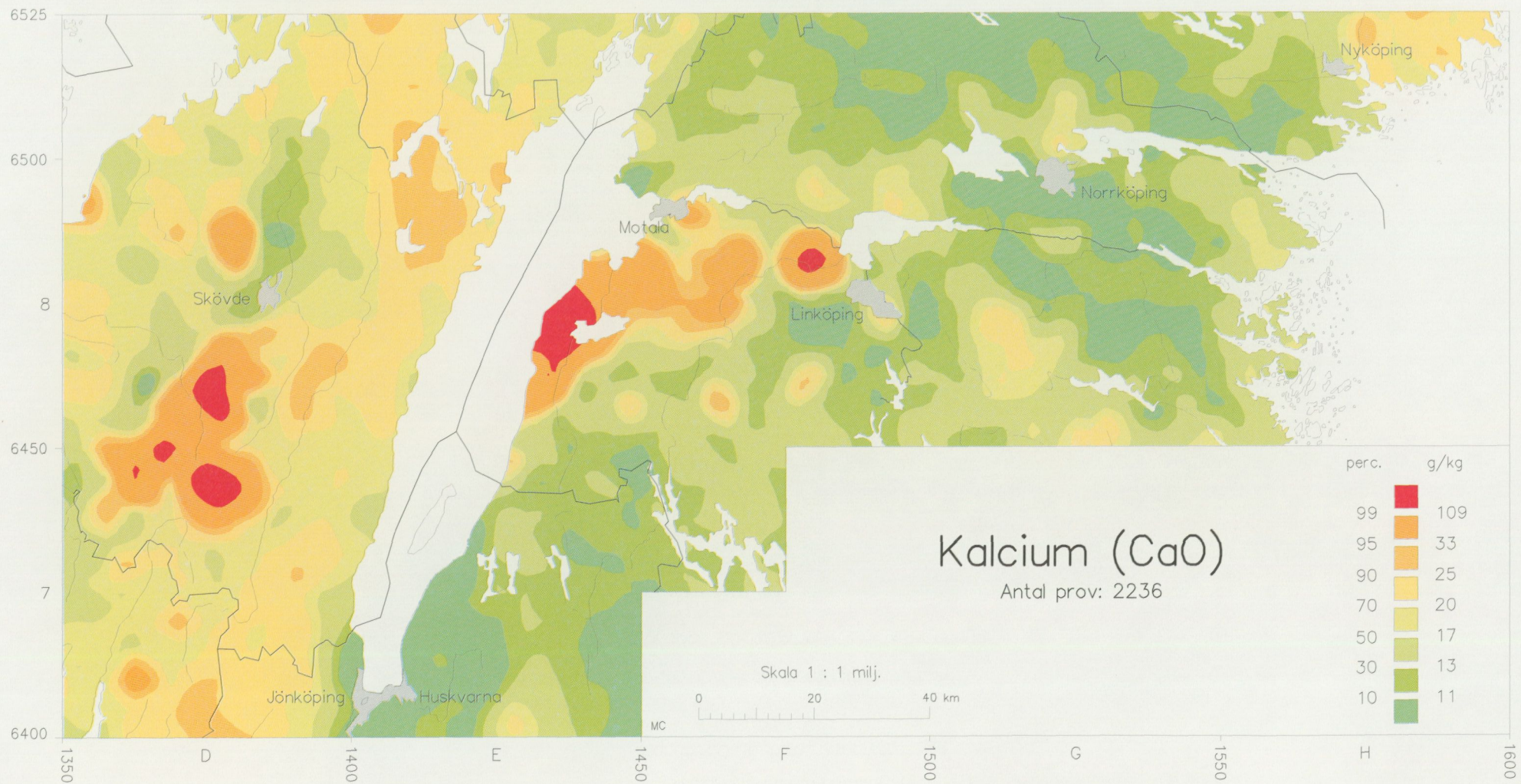


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i morärens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

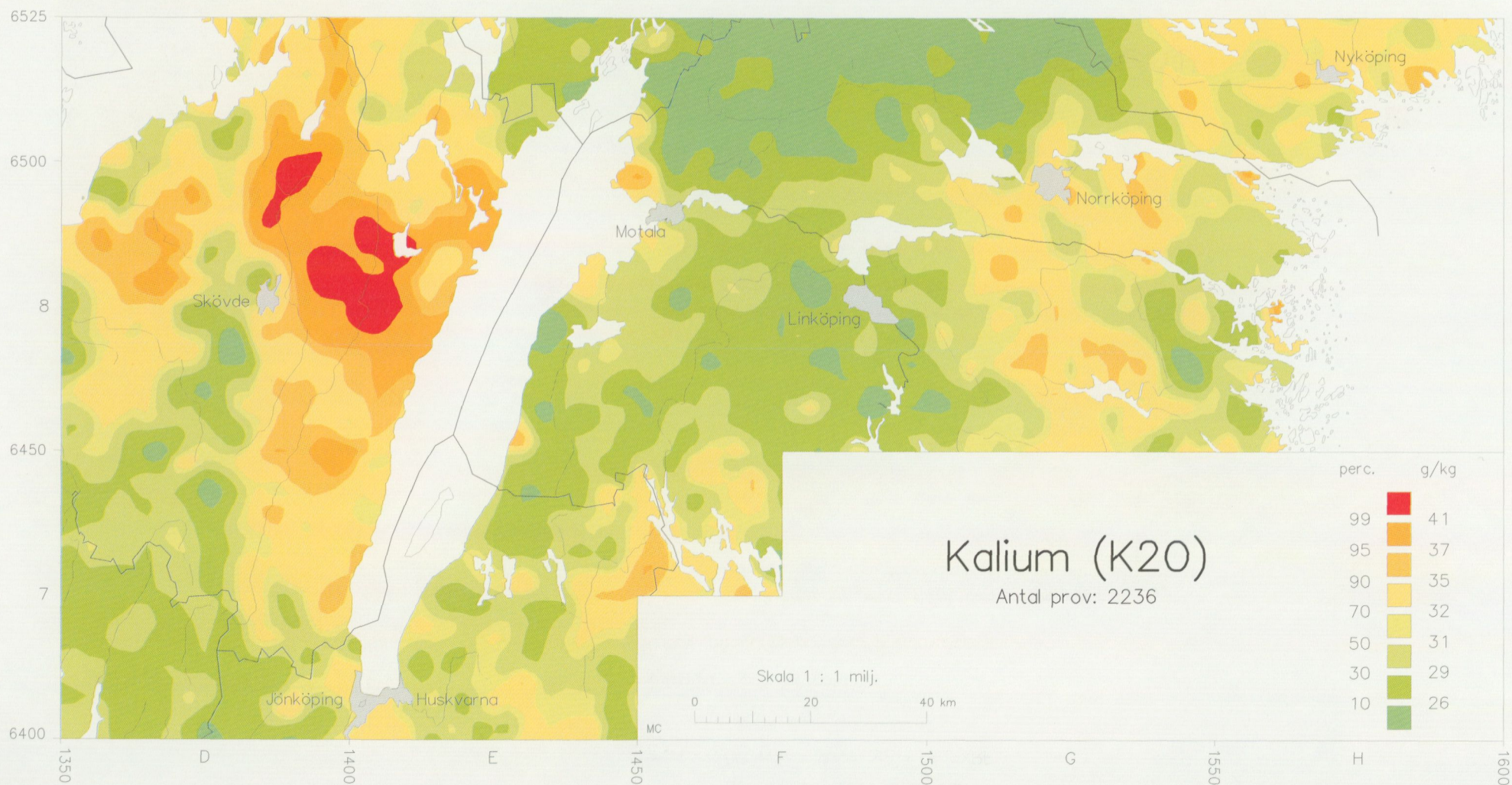


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moränens finmo-, mjåla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

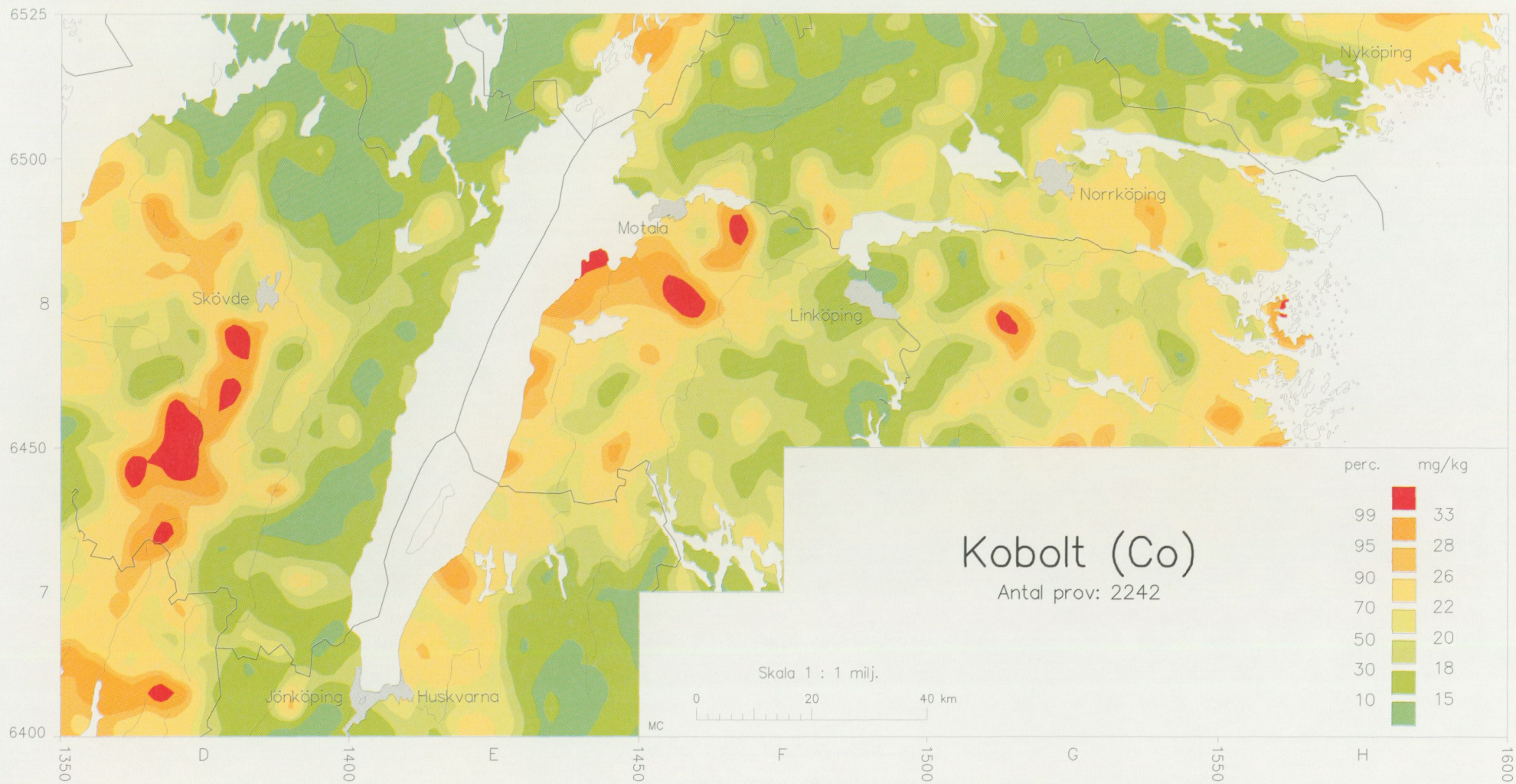


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moränens finmo-, mjäla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

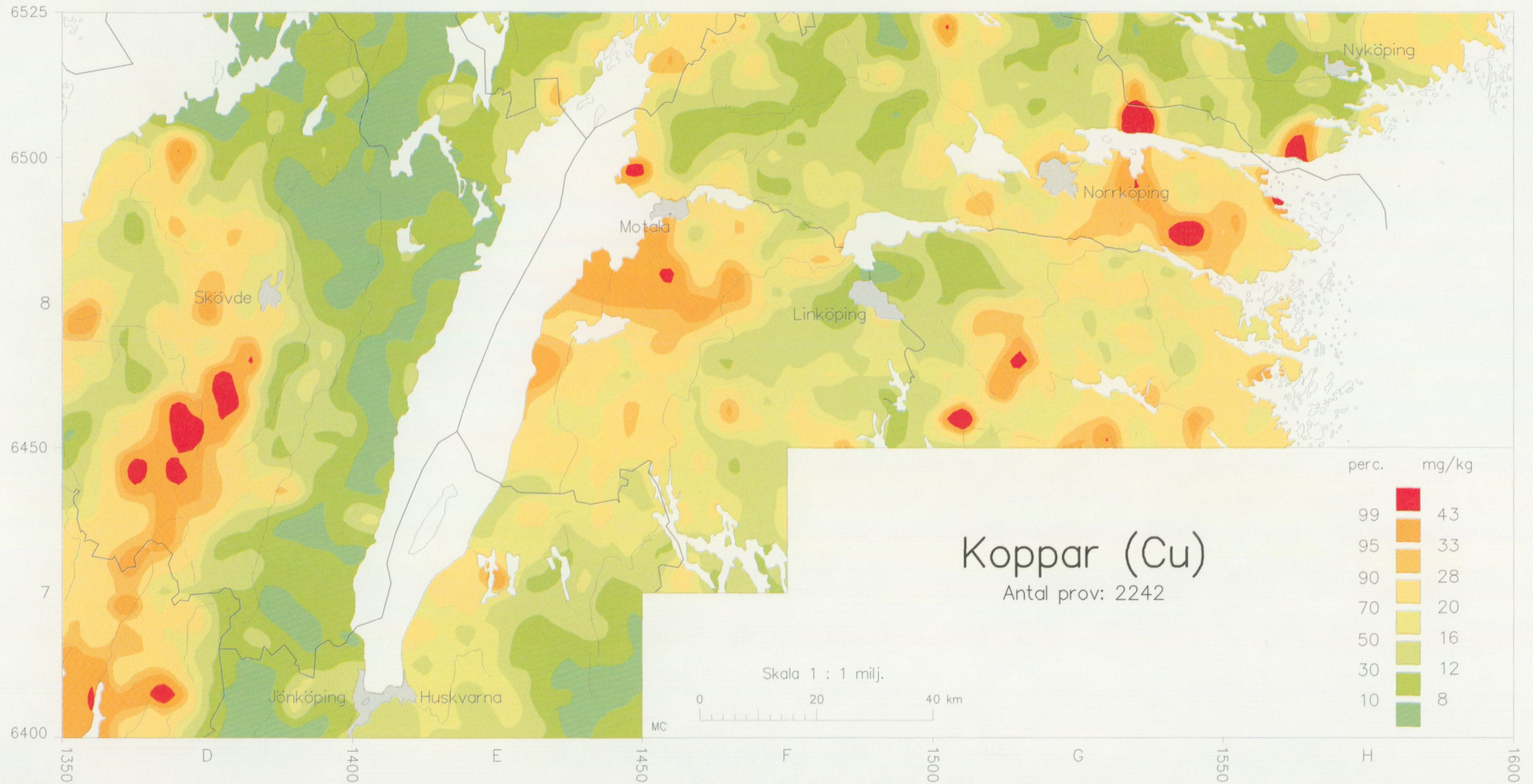


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i morärens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

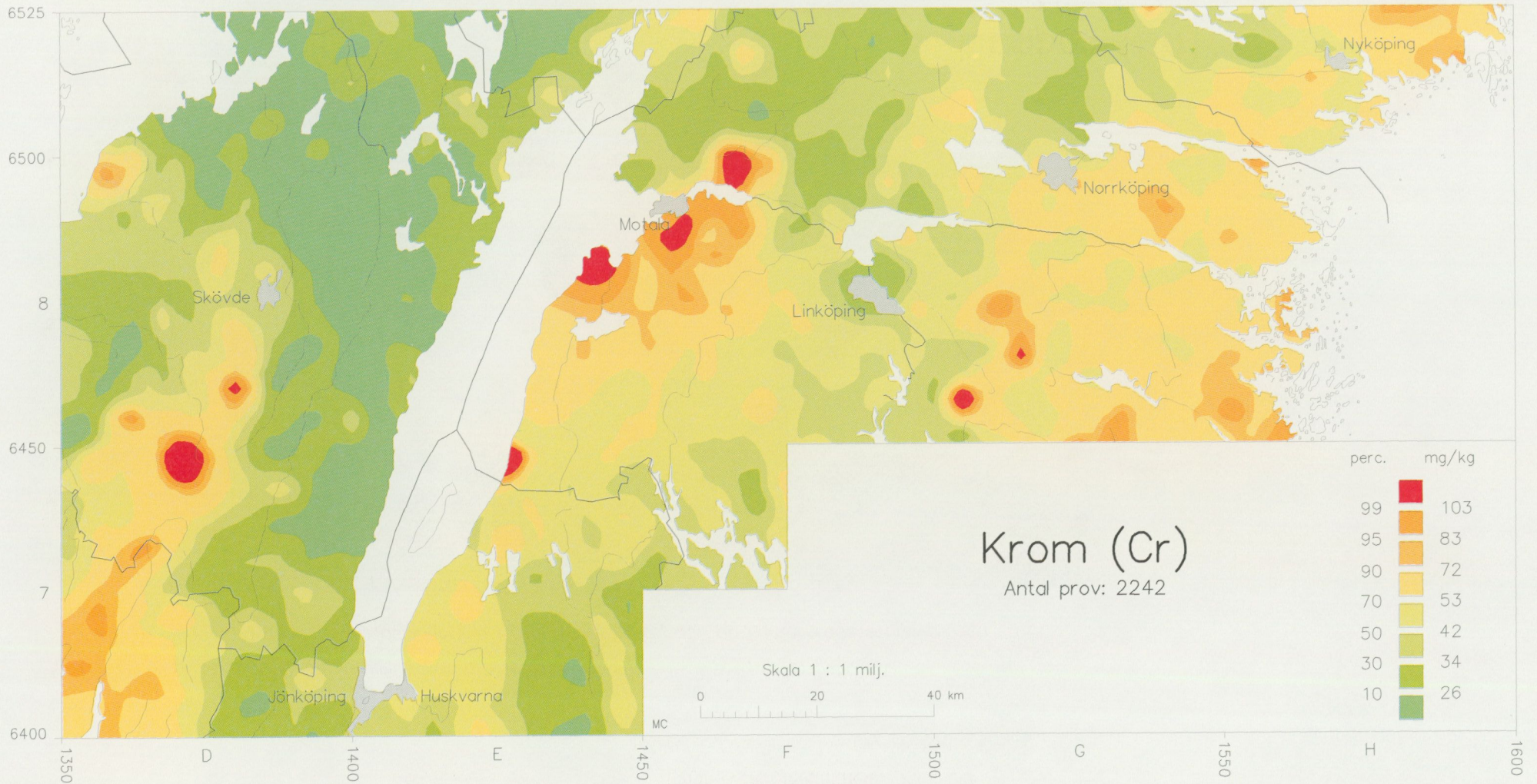


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moränens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

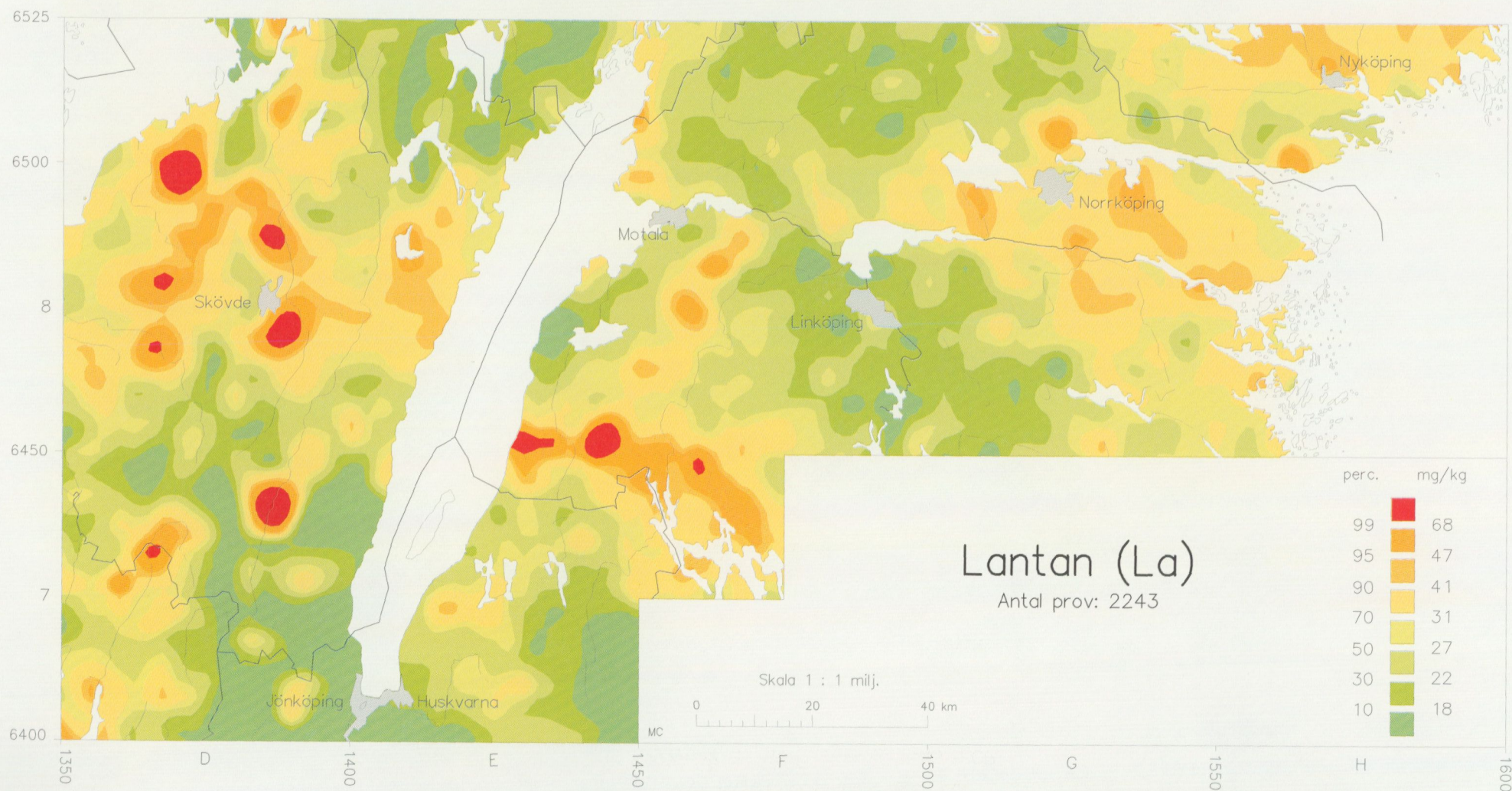


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : ICP

Kartan visar syralöslig del av elementet i morärens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

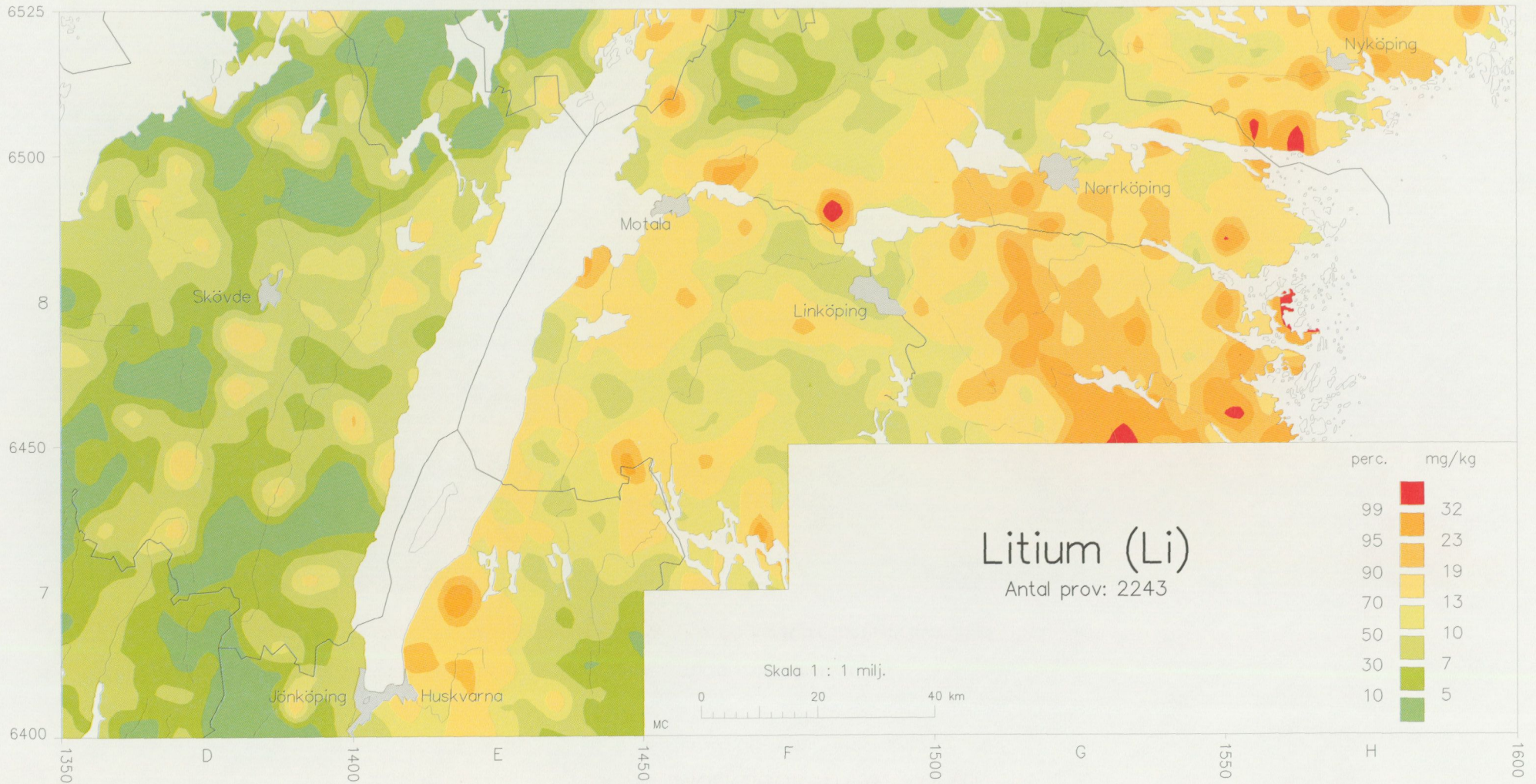


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : ICP

Kartan visar syralöslig del av elementet i morärens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

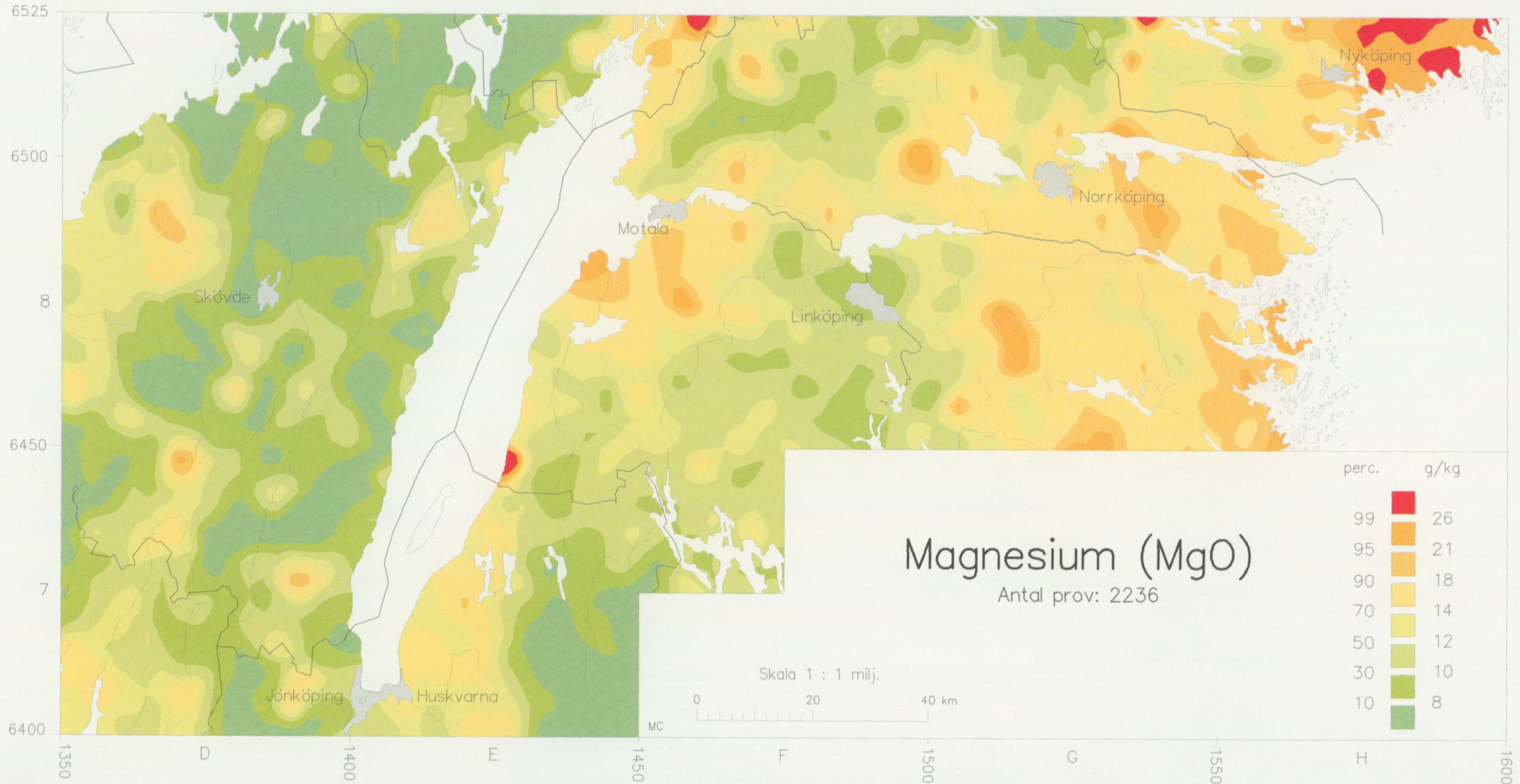


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i morärens finmo-, mjäla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

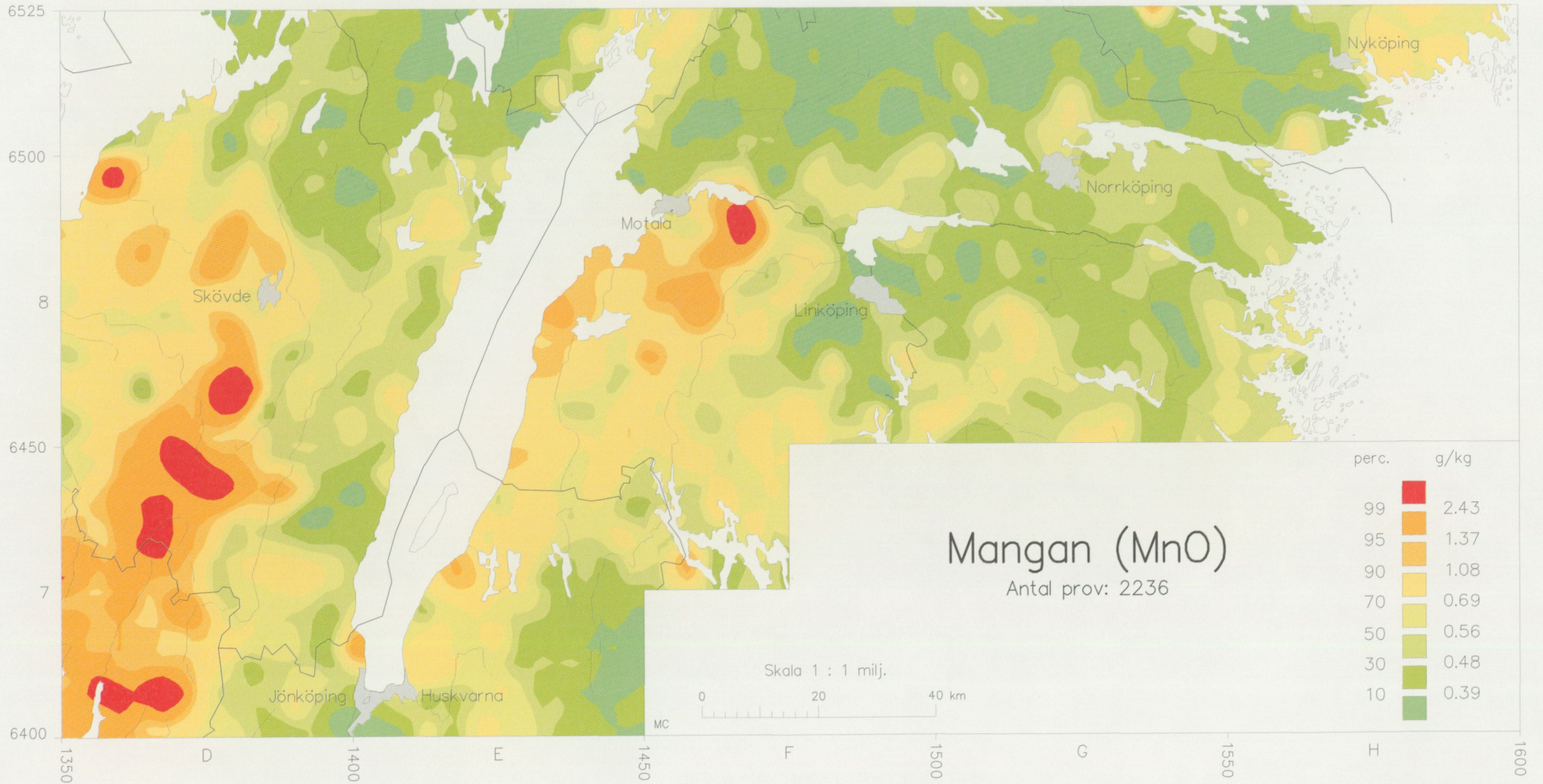


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i morärens finmo-, mjäla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

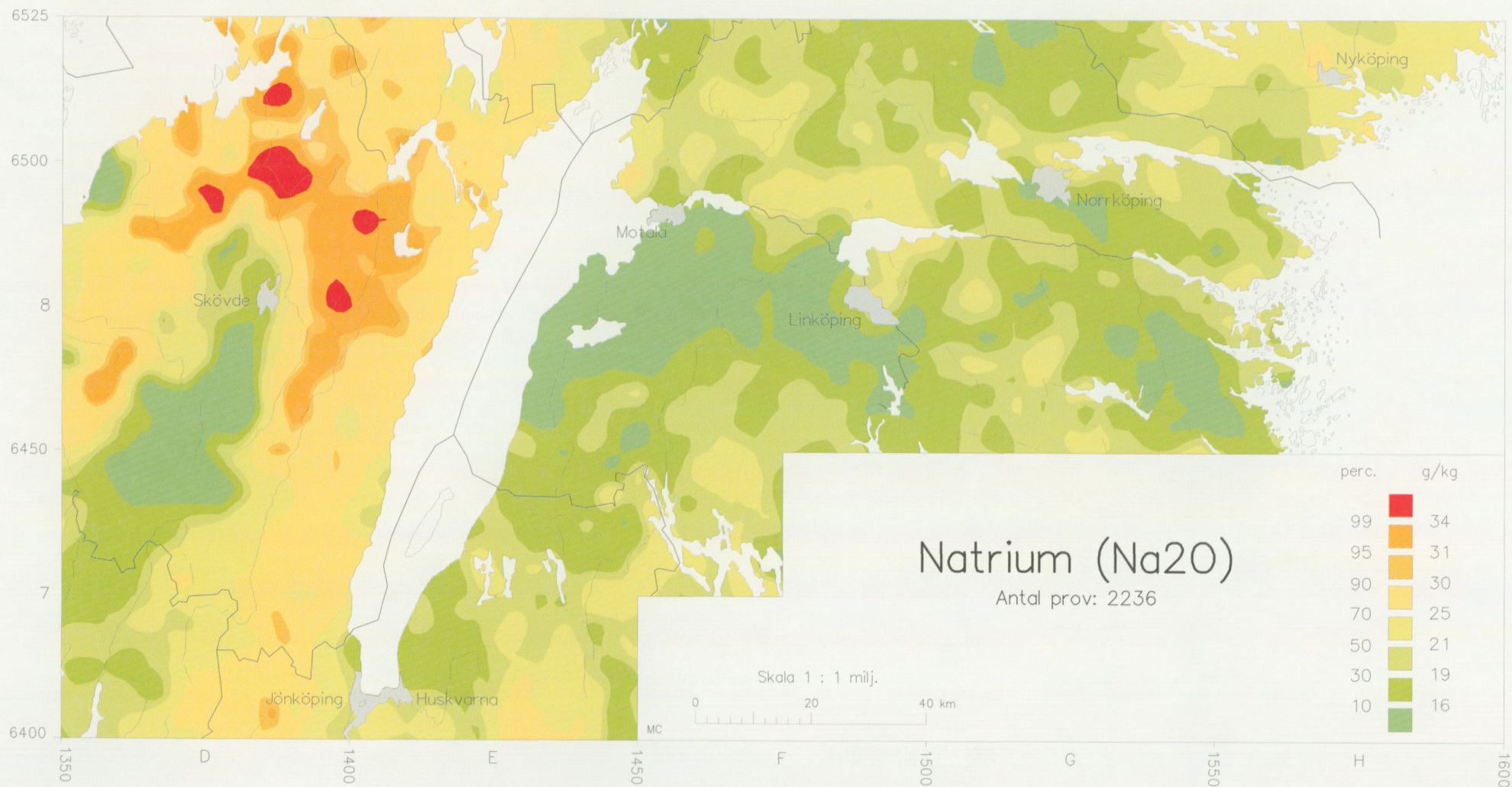


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i morärens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

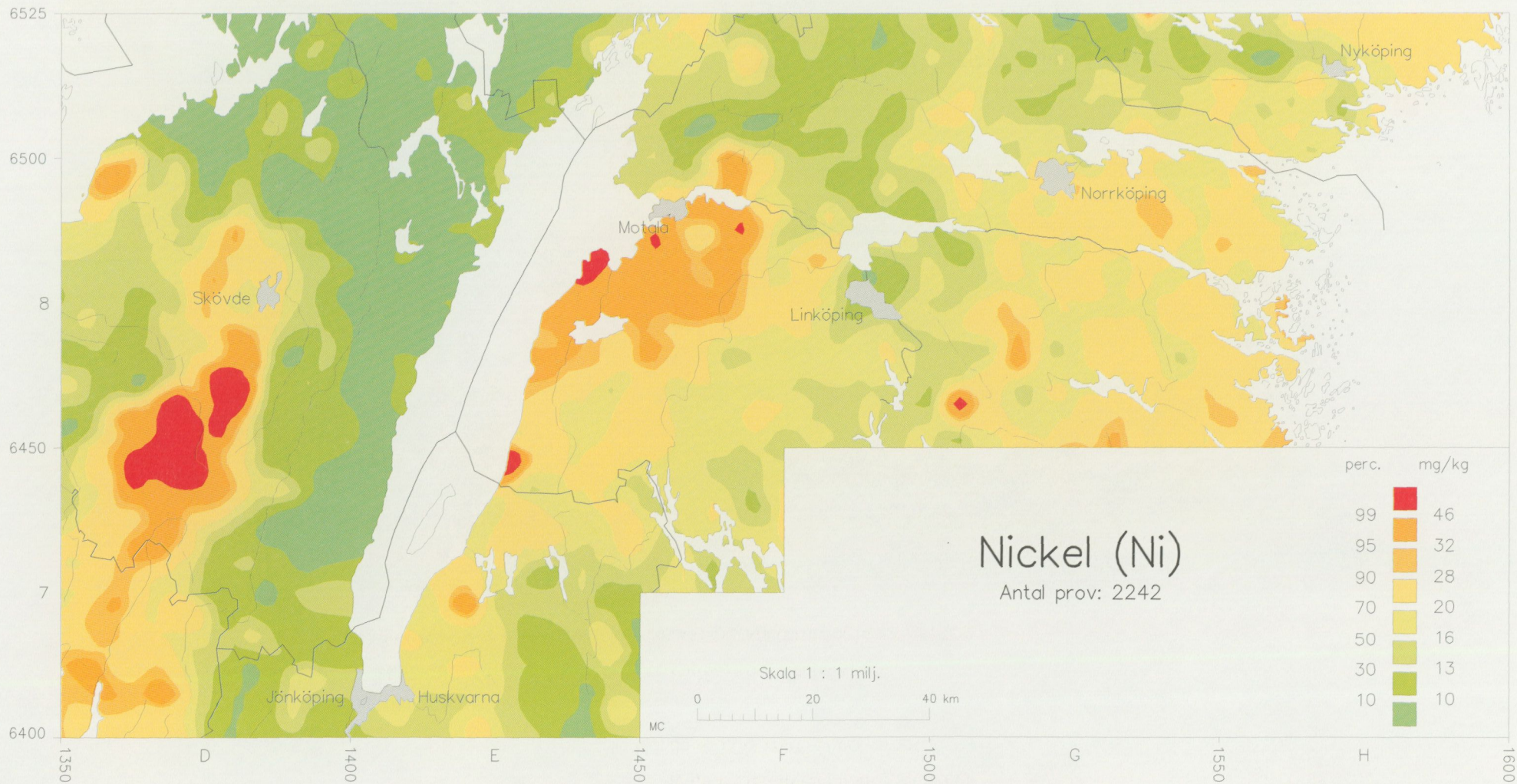


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moränens finmo-, mjäla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

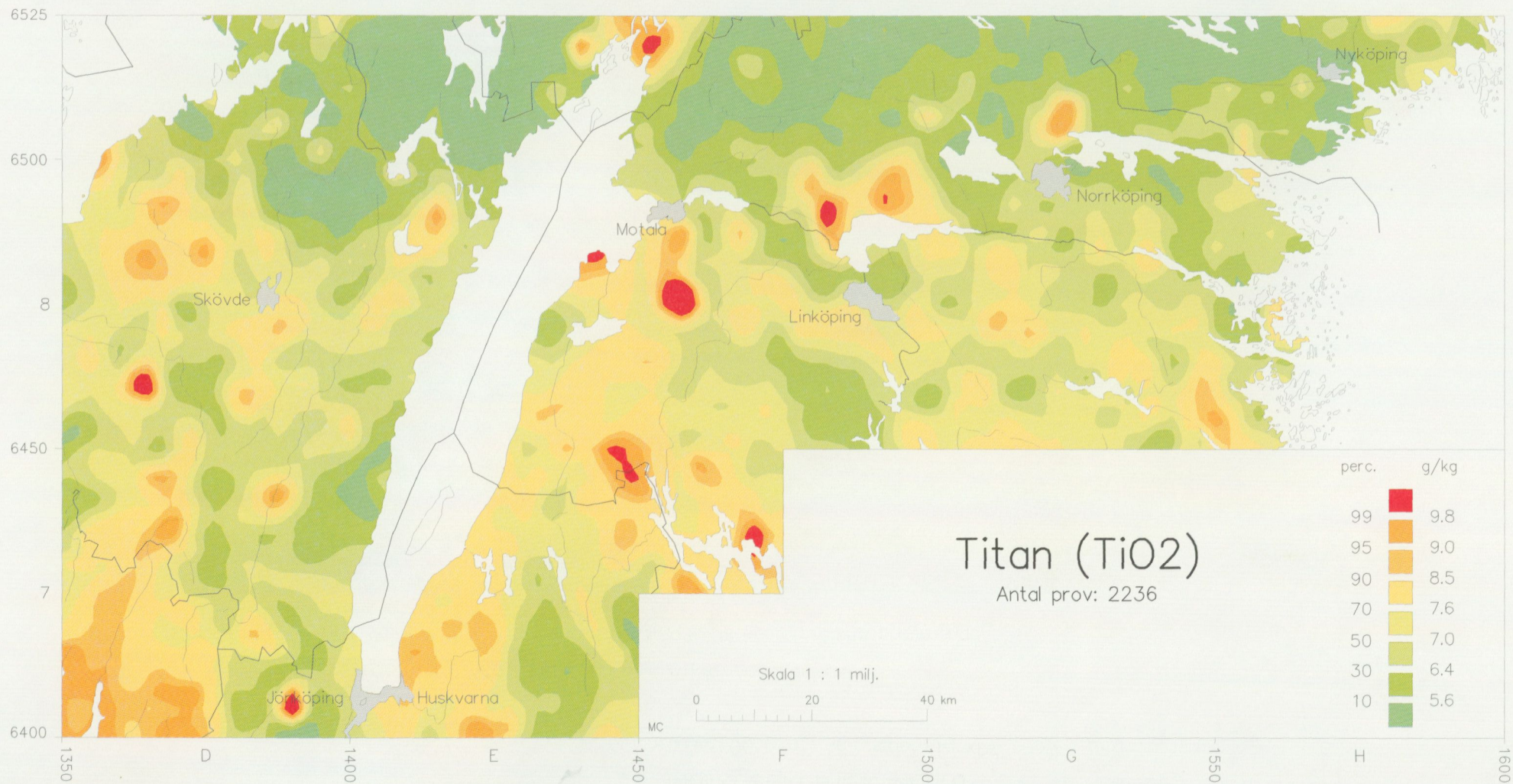


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i morärens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i g/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

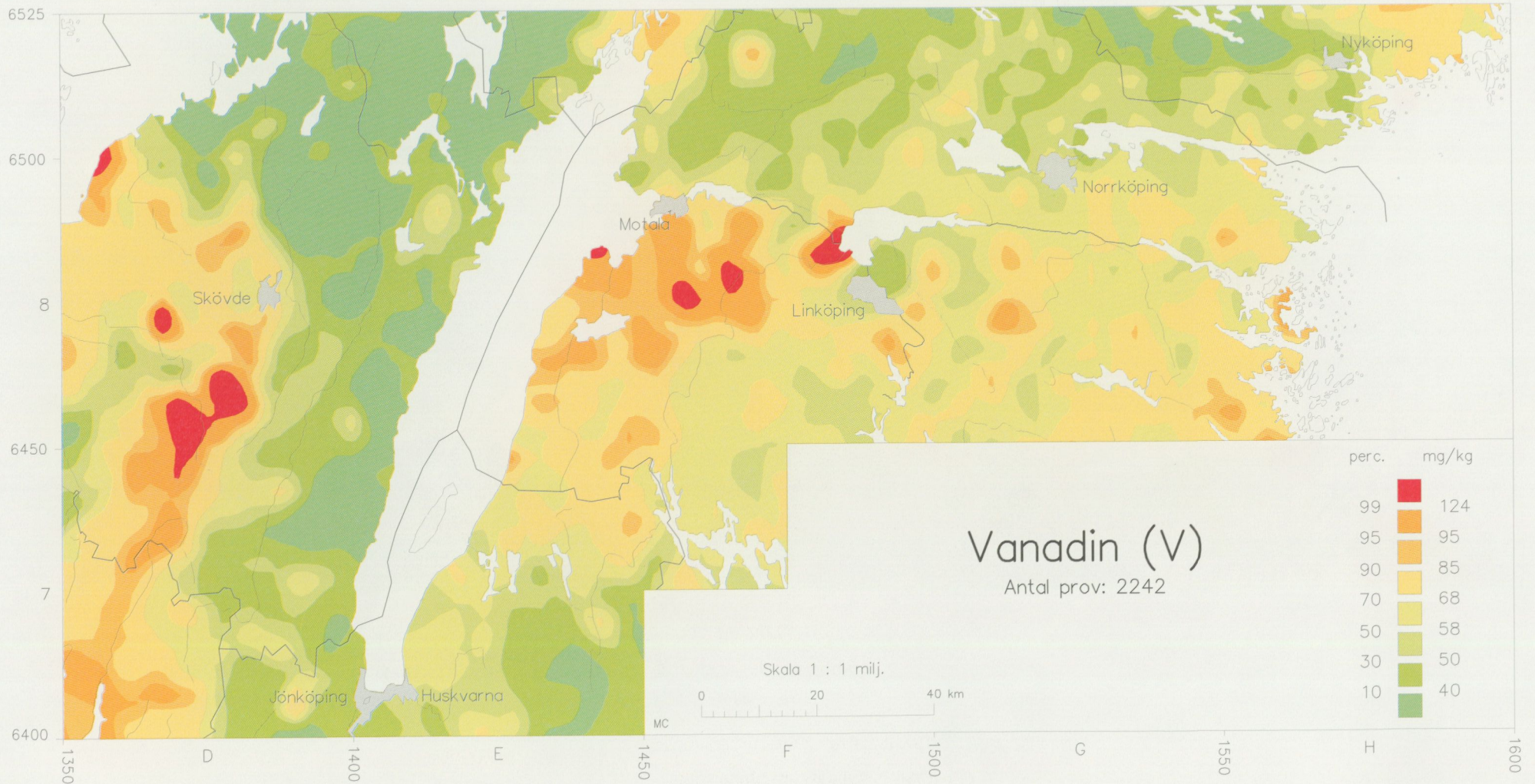


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moränens finmo-, mjäla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.

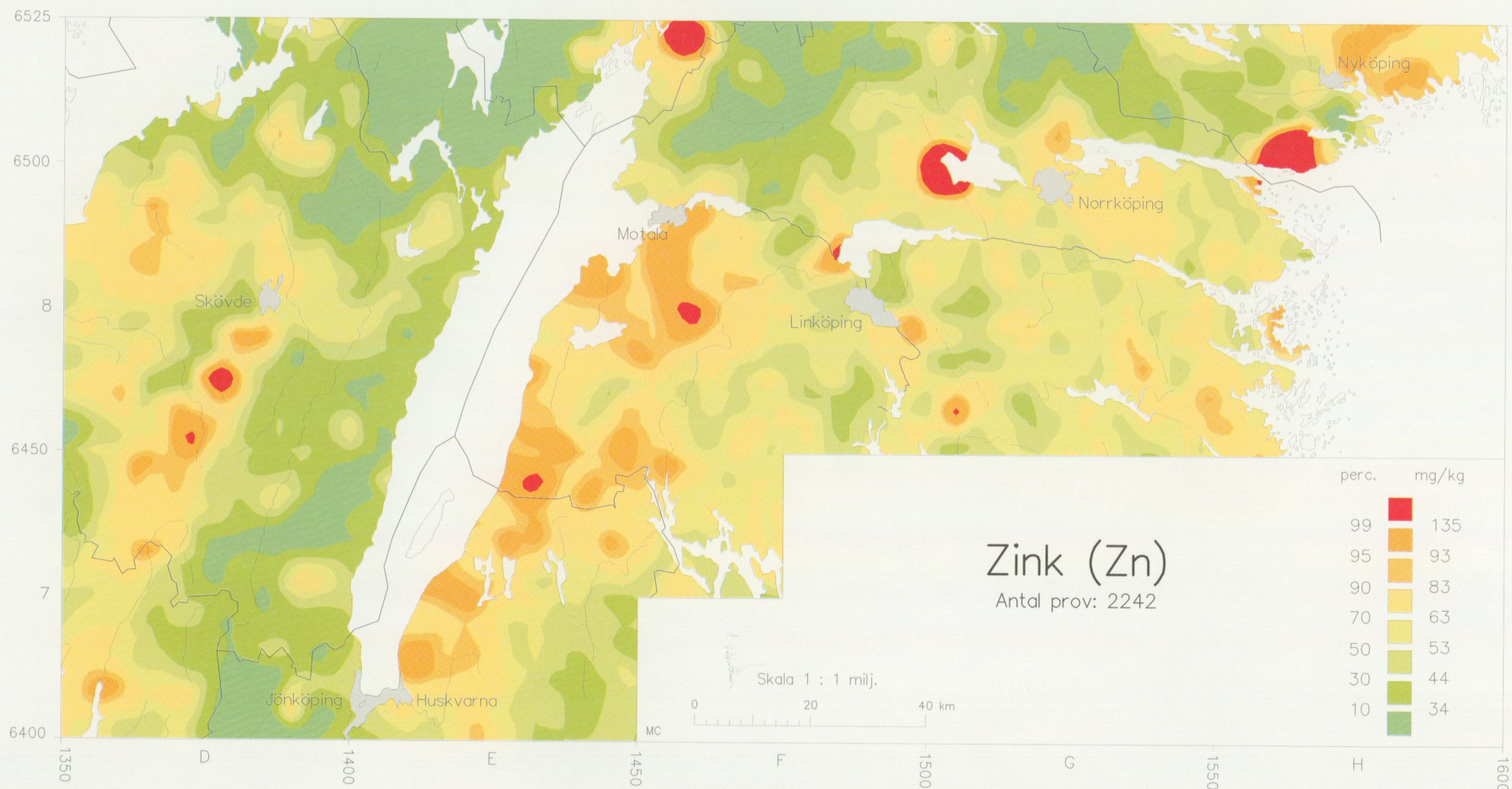


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm. Analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet av elementet i moränens finmo-, mjöla- och lerfraktion.

Halterna anges i mg/kg med klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd.



# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm.

Kartan visar pH mätt på moränens finmo-, mjåla- och lerfraktion uppslammad i avjoniserat vatten.

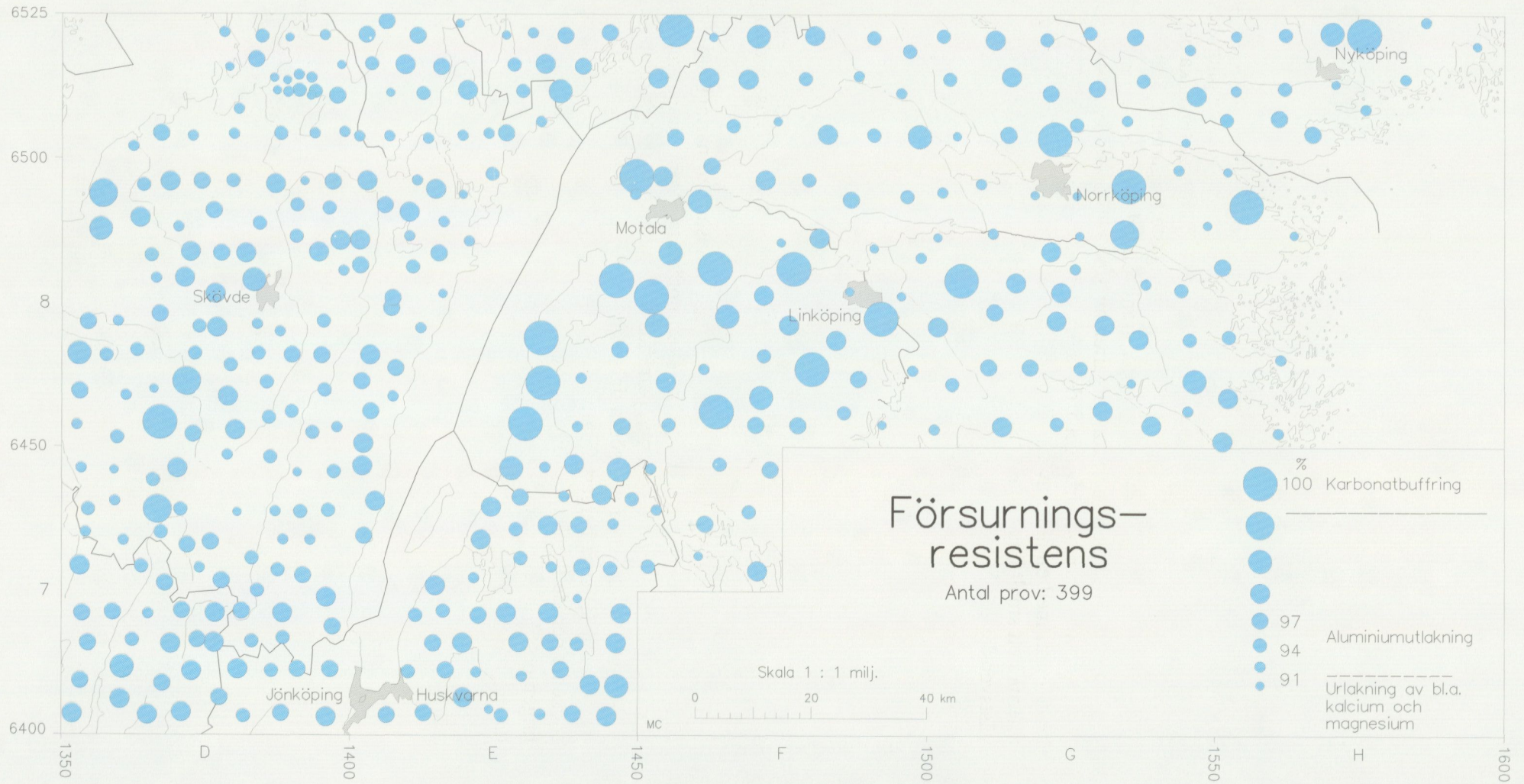


# Markgeokemisk karta

Morän <0.06 mm.

Kartan visar syraneutraliserande förmåga i finmo-, mjåla- och lerfraktion.

Försurningsresistensen INDIKERAR vilka buffringssystem som träder i kraft vid syraexposition och var risk finns för aluminiumutlakning.



## BERGGRUNDSGEOLOGI OCH KVARTÄR UTVECKLING

Landskapets morfologi varierar kraftigt inom olika delar av undersökningsområdet. Den östra delen präglas av förkastningsbranter, t.ex. vid Slätbaken och Bråviken. Det tunna moräntäcket följer berggrundens oroliga topografi och landskapet är kuperat. Västgötaslätten är utbildad på ett urbergspeneplan med restberg av sedimentära bergarter och diabas.

Kartområdets berggrund utgörs till största delen av prekambrisk kristallin berggrund. I undersökningsområdets östra delar, kring Katrineholm och Nyköping, består denna av rötterna till en sedan länge nederoderad bergskedja, den svekofenniska bergskedjan, som bildades för ca 1900 miljoner år sedan. De vanligaste bergarterna är gnejs bestående av omvandlade sedimentära bergarter och granit bildad av magma som intruderat äldre bergarter. Övriga prekambrisk bergarter av stor betydelse för områdets geokemi är grönsten och marmor. Urberget i de södra delarna av området utgörs främst av smålandsgranit med en ålder av ca 1700 miljoner år. Väster om Vättern finns smålandsgraniterna i ett smalt bälte som västerut ersätts av röda och grå gnejser tillhörande den sydvästsvenska gnejsregionen. Deras ålder är lite oklar, men torde ligga runt 1750–1650 miljoner år.

På flera ställen i området är den prekambrisk berggrunden överlagrad av paleozoiska bergarter. Dessa utgörs av sandsten, kalksten, skiffer och diabas. Mest framträdande är de s.k. platåbergen i Västergötland, där sedimentbergarterna skyddats mot erosion av ett diabastäcke.

Berggrunden präglar tydligt moränsammansättningen. Den normala urbergsmoränen är sandig-moig (siltig), men i områden med grova graniter blir moränen ofta sandig-grusig med hög halt av block. I urbergsområdena finns mindre massiv med grönsten och urkalksten, marmor, som gett kalktillskott till jordarna.

I områden med sedimentär berggrund ger sandsten en näringsfattig morän, medan skifferar och kalksten ger lerig morän eller moränlera. Även inom områdena där moränen domineras av dessa bergarter, påträffas stora mängder urbergsfragment i moränerna.

Moränen som omger den södra delen av Vättern, samt nordväst om Vättern, innehåller till stor del sura bergartsfragment från urberget. Nordost om Vättern, samt Vänerbäckenet och de kambrosiluriska regionerna vid Motala–Linköping–Omberg, samt Billingingen och Kinnekulle har moränen ett stort innehåll av basiska ämnen. Här och var är moränen också tämligen lerig i strukturen.

Stora delar av kartområdet ligger på nivåer under högsta kustlinjen. Högre nivåer finns dock mellan sjöarna Vättern och Sommen, samt väster om Vätterns södra del. Högsta kustlinjen (HK) varierar mellan 135 och 155 m ö. h. Under denna har moränen svallats i sitt ytskikt och i varierande grad förlorat sitt finjordsinnehåll. Svallad morän har uteslutits vid provtagningen.

Isrörelseriktningen har varierat under senaste nedisningen, och räfflor med olika åldrar i olika riktning har påträffats. Dock dominerar den senaste isrörelsen, och det är också under denna fas som merparten av den provtagna moränen avsatts. I undersökningsområdets östra delar är den senaste isrörelseriktningen från NV, t.ex. i Nyköpingstrakten där den uppmätts till N34°–35°. Västerut vrider isrörelsen mot norr och vidare, för att i kartområdets västra del vara från NNO. Isrörelseriktningarna inom området som helhet kan därmed sägas beskriva en solfjäderform.

Inlandsisen avsmälte snabbt under den relativt varma Allerödperioden och dess front hade dragit sig tillbaka norr om undersökningsområdet, när klimatet för ca 11 000 år sedan blev kallare. Under den följande perioden, benämnd Yngre Dryas, ryckte inlands-

isen åter fram och bildade de Mellansvenska ändmoränerna som kan följas i öst-västlig riktning genom nästan hela undersökningsområdet. När klimatet på nytt blev varmare för ca 10 000 år sedan, drog sig iskanten återigen tillbaka mot norr. Detta medförde att det ofta i området förekommer två moränenheter, eventuellt med sorterat material som särskiljer de båda. I vissa fall skiljer sig sammansättningen i dessa. På Vätterns östra kant karaktäriseras den undre moränen av högre lerhalt och större inslag av kambrosiluriska bergarter i grusfraktionen.

Moränförekomsten varierar också mycket i området. I öster är täcket ofta mycket tunt, eller täckt av sediment. Tjockleken överstiger här sällan 3 meter och ofta förekommer moränen bara som smala bårder kring hållblottningarna. I söder är moränen sällan tjockare, men täcket är mer uthålligt. På slättlandet i Östergötland och Västergötland är märktigheten ofta större, 10 meter djupa moräntäcken är inte ovanliga. Särskilt tjocka är moränlagren i drumliner, t.ex. på sydsidan av västgötabergen.

På den kalkrika kambrosilurberggrunden kan moränens markprofil (jordmånstyp) visa övergångar från den vanligare podsolprofilen med en relativt skarp gräns mellan anrikningssjorden (rostjorden) och den relativt opåverkade moränen, till brunjordsprofil med mer diffus övergång mellan vittringspåverkad jordart och morän av C-horisonttyp. Markprofilernas olika jordmånstyper har uppkommit genom växlande klimat och därmed växlande vegetationstyper under tiden från inlandsisens tillbakadragande till nu.

#### ELEMENTENS FÖREKOMST OCH ASSOCIATIONER I OMRÅDET

Kommentarer till elementens spridningsmönster grundar sig på geologisk information inhämtad från kartor och beskrivningar över området samt av iakttagelser i fält. Då anknytningar till särskilda bergartsnamn görs, hänvisas till SGUs Berggrunden i Östergötlands län, Specialkarta serie Ah nr 14 i skala 1 : 250 000, samt till SGUs Berggrunden i Skaraborgs län, Specialkarta serie Ah nr 9 i skala 1 : 250 000.

Elementens förekomst och regionala utbredning följer dels bergarternas uppträdande, men är tydligt influerade av inlandsisens transport av det lossbrutna bergartsmaterialet. Inom undersökningsområdenas centrala delar syns detta väl på de geokemiska kartorna, där för kambrosilurbergarterna typiska element av isen förts söderut över prekambrisk berggrund (se t.ex. spridningsmönstren för kalcium och vanadin). Ett annat bra exempel utgör de grönstenar i äldre granit lokaliserade norr om sjön Boren (östra kartområdet), vilka med inslag av krom och nickel "smittat" moränen över kambrosilurisk kalksten i söder.

I textens elementassociationer inom undersökningsområdena, återkommer ofta enstaka eller flera element i olika associationer. Detta är nödvändigt då det inom kartområdet föreligger ett brett spektrum av olika bergarter, var och en med sitt speciella fingeravtryck av elementinnehåll. Generellt diskuteras i följande text först de elementfördelningar och associationer som kan relateras till urberget (prekambrium), därefter de som kan förknippas med de kambrosiluriska bergarterna.

Ett flertal element redovisas inte på karta, men nämns ändå tillsammans med de elementgrupperingar de återfinns i. En del element har också för låga halter inom kartområdet, för att dessa skall utgöra ett tillräckligt statistiskt underlag för beräkningar.

## ÖSTRA UNDERSÖKNINGSOMRÅDET (7-9, E-H)

Det östra undersökningsområdet omfattar i huvudsak Östergötlands län samt i nordost en sydlig del av Södermanlands län. I nordväst inryms en liten del av Örebro län.

### DEN PREKAMBRISKA BERGGRUNDEN (URBERGET) (7-9, E-H)

Urberget inom karteringsområdet omfattas i sina norra och östra delar av den södra regionen i den svekofenniska delprovinsen som består av bergarter tillhörande undre svekofennium, d.v.s. ca 1900 miljoner år gamla. Denna region, som sträcker sig från Norrlands sydgräns över Uppland-Närke-Sörmland och östra Östergötland, avslutas i en kil vid Västervikstrakten i nordöstra Småland. Karteringsområdets västra och sydvästra delar domineras av det s.k. transskandinaviska granit-porfyrbältet, bergarter som söderut generellt brukar benämnas Smålandsgraniter med porfyreer och med en ålder av ca 1600 till 1800 miljoner år.

De svekofenniska bergarterna inom karteringsområdet (således den nordöstra delen) utgörs av tidiga ytbergarter med sura vulkaniter (ryoliter till daciter) med äldsta granit och underordnade basiska vulkaniter. De sura vulkaniterna brukar sammanfattas under namnet leptiter, vilka i Sörmland och Östergötland genom starkare metamorfos har omvandlats till gnejser och migmatiter. Dessa växellagrar med amfiboliter, glimmer-skiffrar och ställvis mer välbevarade vulkaniter. I detta bergartskomplex förekommer ofta inlagringar i form av marmor (kalkstenar och dolomiter) samt järn-, mangan- och sulfidmineraliseringar.

Det transskandinaviska granit-porfyrbältet inom kartområdet domineras helt av graniter som även kan uppträda som utlöpare i de svekofenniska bergarterna österut, t.ex. den porfyriska Graversforsgraniten vid Norrköping och den massformiga likaledes porfyriska graniten vid Finspång. I granitmassiven finns ofta inslag av basiska bergarter som gabbro, diorit, anortosit m.m.

### DEN KAMBROSILURISKA BERGGRUNDEN (PALEOZOISKA BERGARTER YNGRE ÄN URBERGET) (7-9, E-H)

Dessa bergarter, bestående av sandsten, kalksten och skiffrar är väsentligt yngre (ca 400 till 570 miljoner år gamla) än urberget och avlagrades nästan vågrätt på detta underlag. De prekambryska bergarterna hade eroderats under lång tid innan de första paleozoiska sedimenten avlagrades.

En stor del av Östgötaslätten upptas av kambrosilurisk berggrund, som omfattar ett triangulärt område mellan Omberg, Roxens sydstrand och Motala. Bergarterna i form av en synklinal är nedsänkta efter förkastningslinjer i urberget. Förlängningen mot öster via sjöarna Roxen och Glan utgörs av Bråviken, och enligt viss geologisk expertis är paleozoiska bergarter representerade även i denna mot erosion skyddande förkastningssänka mellan Kolmården och Vikbolandet. Samma förhållande kan föreligga i viken Slätbaken söder om Vikbolandet, liksom även i förkastningssänkor söder härom från kartområdets kuststräcka mot inlandet. Förekomsten av skifferbergarter i rullstensåsar väster om sjön Krön kan tyda på kambrosilurbergarter skyddade i den av förkastningar begränsade sjön Sommen i kartområdets sydvästra del.

## TOPOGRAFI OCH JORDARTER (7-9, E-H)

Karteringsområdet utgörs av ett i huvudsak flackt landskap. Urbergsytan markeras av det subkambriska peneplanet, d.v.s. den nederoderade avjämningsyta som bildade underlag för paleozoiska bergarter, vilka i sin tur genom senare erosion (senast av inlandsisarna) till stor del avlägsnats. Således frilades en del partier av ytan tidigare än andra och vissa områden har höjts, varvid vittring och erosion gett upphov till småkuperade landskap med utmejslade sprickdalar (t.ex. Vikbolandet). Området genomsätts av ett flertal mycket tydliga större förkastningar, av vilka de två mest markerade går utmed Bråvikens norra strand västerut mot Vätterns nordspets samt utmed Slätbaken över Söderköping – Roxens norra strand – Motala.

Karteringsområdet omfattar i stort fyra olika jordartsregioner. Området norr om en ost-västlig linje Bråviken–Motala faller inom *Södermanland–Närkes morän och lerområde*, vilket i sin västra del är rik på morän (45 %) och kalt berg (20 %) medan den östra delen kännetecknas av berg, morän och lera (vardera 25 %). Gränsen mellan dessa ligger efter en nordväst-sydostlig linje Bråvikens mynning – Hjälmarens södra del. Söder om denna östra del av morän-lerområdet angränsar *Östergötlands kambrosilurområdes* marktyp med 15 % kalt berg, 35 % lera samt 10 % moränlera. Detta övergår i sin tur i *Sydsveriges moränområde* med riklig moräntäckning (50 %) samt isälvsgrus (10 %).

Den återstående ytan av kartområdet, kustområdena från Vikbolandet i norr till Lofthammar i söder, upptages av *Ostkustens berg- och lerområde* med 55 % berg, 15 % lera (i bergens sprickdalar) och 20 % morän.

## ELEMENTENS FÖREKOMST OCH SAMBAND MED BERGGRUNDEN (7-9, E-H)

KOPPAR, KROM, KOBOLT, NICKEL och VANADIN tillsammans med huvudelementen MAGNESIUM, KALCIUM, JÄRN och MANGAN, relaterade till basiska bergarter samt vissa kambrosiluriska skiffrar.

Inom kartområdets prekambrika del är det huvudsakligen partier av undre svekofennium som uppvisar ovanstående elementkombination, således i de norra och östra delarna av provtagningsytan. Kartbladet Nyköping SO (9 H SO) domineras av ofta förignejsade graniter, granodioriter och tonaliter med inslag av metabasiter (amfibolitgångar), av vilka de senare orsakar denna elementgruppering. Tungmetallerna koppar, krom, kobolt, nickel och vanadin följer de basiska bergarterna, där de som spårelement är inordnade i järn-, magnesium och kalciumförande huvudmineral (bl.a. amfiboler, biotit) samt i accessoriska malmineral (magnetit, magnetkis m.m). Norr och nordväst i isrörelseriktningen förekommer ytterligare basiska inslag i form av dioriter och metabasiter som förstärker grönstensinslaget i moränen öster om Nyköping. De kraftiga förhöjningarna av kalcium och magnesium härrör även från urkalksten (= marmor: mineralen kalcit och dolomit) i dess kombination med skarnbergarter som uppträder som linser i de förignejsade granitbergarterna. De svekofenniska bergarterna söder om Bråviken (äldre granit och surare vulkaniter) innesluter komplex av mer basisk karaktär vilka även de ger utslag i moränen med krom, nickel, kobolt, koppar och vanadin. Detta gäller Vikbolandet och söderut till kartområdets sydgräns samt även kartbladet 8 G SV (Linköping SV), där i äldre granit liggande vulkanit och grönsten åtföljs av mineraliseringar. Vid Vätterns nordspets föreligger en förhöjning av kobolt, vanadin och järn med något magnesium och mangan. Förhöjningen kan troligen härledas till grönstenar i urgranit.

Hela den basiska elementkombinationen finns även representerad i moränen över och söder om kambrosilurberget i kartområdets centrala västra del. Källan till de flesta tungmetaller som emanerat från detta komplex av sedimentära bergarter antages vanligen vara de kambriska–ordoviciska alunskiffrarna. Dessa har sitt utgående i en vågig linje strykande från Roxens västra strand mot en punkt mellan Borghamn och Ödeshög vid Vättern, således väl söder om de metallkoncentrationer som uppträder i moränen vid Vadstena, Motala och Boren. En slutsats kan vara att detta elementkomplex härrör från det siluriska skifferpaketet med utgående i Boren mot Motalabukten och att materialet i dessa skiffrar till en del härrör från vulkaniska askor av basisk karaktär. Den kraftiga kalciumförhöjningen i moränen över och söder om kambrosiluren härstammar från de ordoviciska kalkstenarna.

**KOPPAR- och NICKELMINERALISERINGAR** relaterade till urbergsgrönstenar i kartområdets östra del.

Elementkombinationen koppar-nickel-krom-kobolt-vanadin illustrerar den framträdande roll som basiska och intermediära inslag (ofta gnejsomvandlade) spelar i de svekofenniska bergarterna i området söder om Bråviken (Vikbolandet) och vidare söder om Slätbaken till kartområdets sydgräns. Ett flertal kopparmineraliseringar, undersökta och brutna i äldre tid, finns lokaliserade i samband med dessa grönstenar i urgranit-leptitkomplexet. Av ett flertal mineraliseringar på Vikbolandet kan nämnas Ring (vid Å), bestående av magnetkis med kopparkis och förande något nickel, samt Arvidsberg med kopparkis och svavelkis. Söder om Slätbaken återfinns Röllbäcken, Ekhult och Fredriksnäs på kartbladet 8 H SV. Alla dessa lokaler faller inom tydliga kopparförhöjningar i moränen och deras genetiska koppling till basiska bergarter framgår av den likaledes tydliga relationen till nickel-krom-kobolt-vanadinanomalierna.

**FOSFOR OCH TITAN med VOLFRAM, NIOB, ZIRKONIUM och YTTRIUM**, speciellt relaterade till det transskandinaviska granit-porfyrbältet.

Huvudelementet kalium tillsammans med rubidium och bly, d.v.s. element vanligen förknippade med granitbergarter, framträder inte alls med någon markant egen profil över granit-porfyrbältet. Kalium ses däremot dominera i moränen i kartområdets östra del, som underlagras av de äldre svekofenniska bergarterna. Detta kan förklaras med högre innehåll av lättvittrade kaliumhaltiga glimmermineral i dessa bergarter.

Vissa partier av de yngre granitbergarterna (granit och kvartsmonzonit, ofta pegmatiska) innehåller dock markanta förhöjningar av volfram, niob, zirkonium, yttrium, titan och fosfor, ofta med förhöjningar av kalium och rubidium. Särskilt framträder Graversforsgraniten (med volfram, niob, zirkon, yttrium, fosfor och titan) norr om Norrköping, granitområdet strax norr om sjön Roxen (med samma elementregister) samt den likaledes grovporfyriska graniten norr om Motala (med framför allt volfram, niob och yttrium). Vidare framkommer en relativt kraftig förhöjning av volfram, zirkon, thorium, yttrium och niob i en röd granit (karaktäriserad av fattigdom på mörka mineral) i trakten av Boxholm.

Den ojämna fördelningen i dessa elements uppträdande i granit-porfyrbältet förklaras av att berggrundsytans snitt genom bergartsleden skär över olika djupt bildade graniter. Man får beakta att bältets bildande omfattar ca 150 miljoner år.

KOPPAR, BLY, ZINK, SILVER och GULD relaterade till malmer och mineraliseringar i framför allt sura vulkaniter med deras gnejsiga omvandlingsprodukter.

Dessa element är de klassiska basmetallerna Cu, Pb och Zn med ädelmetallerna Au och Ag, som bildat grunden för en stor del av Sveriges gruvindustri. Anledningen till att de behandlas tillsammans är det faktum att de ofta uppträder tillsammans i svaveldominerade malmtyper, s.k. sulfidmalmer (där huvudmineralet är svavelkis åtföljt av mindre mängder kopparkis, blyglans och zinkblände), men även i kalcium-magnesiumdominerade malmer (i s.k. skarnbergarter). Två andra kombinationer är bly-zink-silver (ofta med kalцит, baryt och flusspat) samt koppar-guld i kvartsgångar med eller utan kalcium-magnesiummineral. Guld och silver kan också uppträda ensamt eller associerade med element som antimon, vismut och selen.

Inom det undersökta kartområdets moräner finns förhöjningar av metallhalter, som mycket väl överensstämmer med kända mineraliseringar och malmer. Inom kartområdets nordöstra del (Södermanlands län) i trakten av Nyköping finns ett större anomalt område med zink, åtföljt av bly och kadmium. Källan till dessa metallhalter är med all sannolikhet de mineraliseringar som uppträder i samband med de urbergskalkstenar som är förbundna med partier av förgnejsade leptiter och sediment inom det svekofenniska Sörmlandsgnejskomplexet. Lägg märke till de åtföljande tydliga förhöjningarna av kalcium och magnesium (dolomitkalksten).

Förhöjningar av koppar, zink och bly i provmaterialet markerar klart Tunabergs malmtrakt, belägen i östra delen av Bråvikens norra strand. Tunabergs malmfält är ett bra exempel på en gammal bergsbruksbygd bevisligen bearbetad sedan 1400-talet. Ett flertal malmstråk har brutits i första hand på kopparkis med något kobolt, men blyglans och zinkblände finns företrädda i angränsande mineraliseringar.

En kraftig kopparförhöjning (Gusätter) uppträder väster om Tunaberg vid Bråvikens norra strand på kartbladet 9 G SO. Denna är åtföljd av något volfram.

Vid Vätterns nordspets framträder tydligt Åmmebergsmalmerna (med bl.a. Zinkgruvan) i provmaterialet. Starka förhöjningar av zink och bly åtföljs av något koppar, arsenik och kadmium. Dessa anomala halter markerar de samlade koncentrationer och impregnationer av i huvudsak magnetkis, zinkblände och blyglans som bildar stommen till dessa ekonomiskt viktiga malmkroppar.

Alldeles öster om sjön Glan (Doverstorpområdet) består berggrunden av ett svekofenniskt leptit- och leptitgnejsområde, angränsande i öster och söder av de yngre transskandinaviska graniterna. Leptiterna innehåller även stråk av dolomitkalksten och amfibolit samt mineraliseringar vilka i moränen ger förhöjda halter av framför allt bly och zink.

Den geokemiska kartbilden uppvisar på kartbladet 8G SV två tydliga koppar-bly-zink-arsenikmarkeringar, utvisande läget för Åtvidabergs malmtrakt. Denna för landet viktiga kopparproducent under 1800-talet är uppdelad på två områden, ett sydligt omkring Åtvidabergs samhälle och ett nordligt omkring Bersbo. De viktigaste gruvorna i området bröt kopparkiskoncentrationer i glimmer- och kvartsrika zoner i urgranit och leptit. Fördelningen av metallerna mellan Bersboområdet och östra Åtvidabergsmalmerna (Mormorsgruvan) kan ses på markgeokemiska kartan. I Bersbo framträder framför allt kombinationen koppar-bly, medan Mormorsmineraliseringarna domineras av koppar-zink-arsenik. De nickel-krommarkeringar som förekommer inom urgranit-leptitstråket härstammar med all sannolikhet från de inlagrade intrusiva grönstenarna.

ZINK, BLY, KADMIUM, ARSENIK, URAN, MOLYBDEN, VOLFRAM och SVAVEL i relation till de kambrosiluriska skiffrarna.

Som noterades i beskrivningen av den basiska elementsekvensen koppar-krom-kobolt-nickel-vanadin finns förutom alunskiffrarna (kambriska-ordoviciska) även andra troliga källor till de på markgeokemiska kartan registrerade tungmetallerna söder om linjen Motala-Roxen. Med ledning av moränanomaliernas inbördes lägen kan en viss uppdelning göras.

Den basiska följderna härrör med all sannolikhet från de siluriska skiffrarna norr om Motala och med dessa tungmetaller följer även i viss mån andra som t.ex. zink, kadmi-um samt något bly och arsenik. En påspädning av halterna i moränen över och söder om alunskiffrens utgående har sannolikt ägt rum, att döma av spridningsmönstren mellan sjöarna Tåkern och Roxen. Förutom Zn-Cd-Pb-As gäller detta vanadin, nickel, koppar och kobolt.

Molybden, volfram, uran, järn och svavel markerar mer specifikt utgåendet av alunskiffrarna och tycks utgöra det geokemiska fingeravtryck som skiljer dessa ordoviciska bergarter från de siluriska skiffrarna i norr.

## VÄSTRA UNDERSÖKNINGSOMRÅDET (7-9, D-E)

Det västra undersökningsområdet omfattar centralt Skaraborgs län, i norr delar av Örebro län samt öster om Vättern delar av Östergötlands län. Den södra delen av kartrektangeln representeras av de norra delarna av Älvsborgs och Jönköpings län.

Med ett centralt beläget komplex av kambrosiluriska bergarter, underlagrat och omgivet av prekambrika graniter och gnejser, påminner den geokemiska bilden i stor utsträckning om de beskrivna förhållandena inom det östra undersökningsområdet. Kombinationen av isrörelseriktningar och läget av de kambrosiluriska bergarterna gör dock att det geokemiska mönstret av de senare i stor utsträckning överskuggar respon- sen från urbergets geokemi inom Skaraborgs län.

## DEN PREKAMBRISKA BERGGRUNDEN (URBERGET) (7-9, D-E)

Kartområdet täcker ett urbergsavsnitt med gränsen mellan å ena sidan det transskandi- naviska granit-porfyrbältet och de svekofenniska bergarterna i öster, och å andra sidan den sydvästskandinaviska gnejsprovinsen i väster. Gränsen utgörs av den s.k. Protogin- zonen, som löper från nordöstra Skåne till norra Värmland, på det här aktuella området utefter Vätterns västra strand och upp mot Vänerns nordöstra del. Överlagrande och där- med yngre än dessa bergarter följer Visingsögruppens sediment i Vätternsänkan.

I nordöst (Tivedentrakten och vid sjön Uden) representeras en mindre del av områ- det av den svekofenniska delprovinsen och består av bergarter tillhörande undre sveko- fennium, d.v.s. ca 1900 miljoner år gamla. Berggrunden utgörs här av gnejser och äldsta graniter med inslag av basiska grönstenar, vilka i ett senare skede genomslagits av det yngre transskandinaviska granit-porfyrbältet (1600 till 1800 miljoner år gammalt). Dessa yngre granit- och porfyrbergarter, som i ett smalt bälte uppträder väster om Vättern, ansluter sig till de större massiven i Östergötland och Småland (Smålandsgraniter och porfyre).

Den sydvästsvenska berggrunden domineras av gnejser av granitisk, granodioritisk eller tonalitisk sammansättning, och kännetecknas av åtskilliga faser av deformation, metamorfos och en stark och ofta flack förgnejsning. Förutom granitoiderna ingår underordnat omvandlade gabbror, dioriter och ultramafiter samt amfiboliter. Olika gnejstyper uppträder i snabb växling (bandgnejser). Gnejserna är ofta magnetitrika och färgen kan vara rödaktig.

Relationerna längs Protoginzonen mellan de sydvästsvenska gnejserna och Smålands-Värmlandsgraniterna är dokumenterade i undersökningar i sydöstra Värmland och i trakten av Ulricehamn. I Skaraborgs och Jönköpings län inom det aktuella kartområdet synes bergarterna i det transskandinaviska granit-porfyrbältet successivt mot väster bli mer och mer förskiffrade och övergår på så vis via Protoginzonen i det sydvästsvenska gnejsområdet. Rörelserna har över hela zonen inneburit att det västra blocket skjutits upp i förhållande till det östra. Inom zonen har rörelser lett till nord-sydliga, brantställda deformationszoner, så t.ex. i trakten av Vaggeryd söder om Jönköping. Sådana rörelser har lett till insänkning av Visingsögruppens bergarter och bildningen av Vätternsänkan. Liknande rörelsezoner innehåller mangan-bariummineraliseringar vid Spexeryd söder om Huskvarna och vid Bölet norr om Karlsborg.

Smålandsgraniterna överlagras i Vätternsänkan av Visingsögruppens sedimentbergarter. De bildar en ca 1000 m mäktig lagerföljd av sandstenar, konglomerat, arkoser och lerskiffrar med kalkstensskikt. Som namnet antyder påträffas dessa på Visingsö men även på en del smärre öar i Vättern samt på flera ställen utefter denna sjös stränder. Sekvensen avlagrades för ca 700–850 miljoner år sedan och tillhör således urbergets allra yngsta bergarter. Vätternsänkan är en gravsänka, begränsad i öster och väster av förkastningar i NNO–SSV till N–S, i vilken Visingsögruppen skyddats för erosion.

#### DEN KAMBROSILURISKA BERGGRUNDEN (PALEOZOISKA BERGARTER YNGRE ÄN URBERGET) (7–9, D–E)

Dessa bergarter är väsentligt yngre (ca 400 till 570 miljoner år gamla) än de prekambriskas och avlagrades på den nästan horisontella, genom erosion avjämnade, urbergsytan (det subkambriskas peneplanet). Den areella utsträckningen av dessa flackt liggande kambrosiluriska sandstenar, kalkstenar och skiffrar har varit betydande och vad vi nu kan se inom kartområdet är stora erosionsrester såsom platåbergen vid Kinnekulle och Billingen–Falbygden. Alla dessa s.k. taffelberg täcks av ett 30–100 m mäktigt täcke av diabas vilket har skyddat underliggande lagerserie från att ha eroderats bort.

#### TOPOGRAFI OCH JORDARTER (7–9, D–E)

De flacka delarna av karteringsområdet representeras i stort av det underliggande subkambriskas peneplanet, medan de topografiskt högre belägna partierna framför allt utgörs av de paleozoiska platåbergen men även av mer resistent partier av urberget. Sand- och grusområden, t.ex. väster om Vätterns södra del, ligger också till grund för en mer bruten topografi.

Kartområdet representeras, genom sitt komplexa läge vad beträffar både bergartsfördelning och jordarts- och jordmånstyper, ett flertal jordartsregioner; *Inlandets morän- och myrområde* (sydligaste delen) täcker den östra delen mellan Väneren och Vättern ner till ett läge av norra Visingsö. Området har 45 % morän och 35 % myr samt ca 10 % kalt berg.

I förlängningen söder härom vidtar *Sydsveriges moränregions sand- och grusområde* med 40 % morän, 30 % isälvsgrus och sand samt 20 % myr.

Väster och öster om detta, således i kartområdets sydvästra och sydöstra del, förhärskar *Sydsveriges moränregions morän- och grusområde*, även detta med stora inslag av isälvsgrus. Området uppvisar 50 % morän och 10 % isälvsgrus. Den sista siffran förefaller låg, men jordartsmässigt är den hög då kalt berg och myr vardera intar 15 %.

I kartområdets västra del, mellan Vänern och Billingen–Falbygden, vidtar *Västergötlands ler- och sandområde* (med 25 % sand, 40 % lera och 10 % berg) och *Mariestads-traktens morän- och lerområde* (med 40 % morän, 30 % lera och 10 % kalt berg).

*Inom kambrosilurområdet* (Billingen–Falbygden) fördelar sig jordarterna efter ungefär 30 % morän, 20 % moränlera, 20 % lera och 5 % kalt berg.

Av redogörelsen ovan följer att moränprovtagningen i vissa områden försvårats på grund av riklig förekomst av sand, grus och leror. Detta har i synnerhet gällt kartområdets centralt västra delar (Västergötlands sand- och lerområde), centralt mellersta delar (kambrosilurområdet med leror och moränlera) samt centralt södra delar (sand- och grusområdet). Som framgår av fördelningen av provpunkterna på cirkelkartorna i 1 : 250 000 har provtätheten här blivit glesare.

#### ELEMENTENS FÖREKOMST OCH SAMBAND MED BERGGRUNDEN (7–9, D–E)

KOPPAR, KROM, KOBOLT, NICKEL, TITAN OCH VANADIN tillsammans med huvudelementen JÄRN, MANGAN och MAGNESIUM, relaterade till basiska bergarter samt vissa kambrosiluriska skiffrar.

Den prekambrisk delen av området som inte är täckt av morän med kambrosiluriskt eller jotniskt innehåll, består till största delen av graniter av Smålands–Värmlandstyp samt gnejser av den sydvästsvenska typen. Metallassociationen enligt ovan förknippas med sporadiskt förekommande grönstensinslag i graniter, porfyrer och gnejser. På markgeokemiska kartorna framkommer dock mycket litet av den vanliga gabbro-dioritassociationen.

Den stora mängden av koppar, nickel, krom, kobolt, vanadin, järn och mangan som förekommer i områdets moräner kan otvetydigt härledas till kambrosilurens skiffrar inom Billingen–Falbygden–Kinnekulleområdet. Vanligen kopplas tungmetallursprunget speciellt till alunskiffrar i kambrium–ordovicium, men som diskuterats i avsnittet om Östergötland kan även andra sedimentära bergartsled vara aktuella. I första hand är det prekvartära marina leror som anrikat avsevärda mängder metaller (i synnerhet de med mindre jonradier såsom Cu, Ni, Cr, Co). Utöver de sedimentära källorna inom kambrosiluren bidrar naturligtvis det siluriska diabastäcket till spridningen av denna elementassociation i moränen inom Skaraborgs län och i isriktningen söderut.

Även de förhöjda halterna av de berörda elementen längs Vätterns östra strand i Östergötland och Småland härleds till kambrosilur (norra delen) eller skiffrar tillhörande Visingsöformationen (södra delen).

KALCIUM, MANGAN med ZINK, KADMIUM samt ARSENIK, MOLYBDEN, URAN, VOLFRAM SVAVEL och FOSFOR.

Även dessa element är i undersökningsområdet huvudsakligen knutna till kambrosilurformationerna. På grund av dessa bergarters flacka läge med närliggande utgåenden är det omöjligt att spekulera i detaljerna kring moränens metallinnehålls direkta källor (förutom naturligtvis kalciums källa i kalkstenarna). Med ledning av den mer geokemiskt lättolkade kambrosiluren i Östergötland kan man dock slutleda att elementkombinationen molybden, volfram, uran, vanadin, järn och svavel har sin huvudsakliga källa i alunskiffrarna. Den malmekonomiskt mest intressanta aspekten är de relativt höga uranhalter som uppträder i alunskiffer vid Ranstad, strax norr om Stenstorp vid Billingen.

Notera i kartområdets östra del motsvarande effekter från Motalabuktens och Boren-området kambrosilur i Östergötland.

BARIUM, KALCIUM, MANGAN och STRONTIUM i samband med Protoginzonen.

Ett stråk med barium, kalcium och strontium, som följer den berggrundsgeologiska kartans markeringar för Protoginzonen, löper från kartområdets norra centrala del mot ett maximum vid sjön Örlen, sydväst om Karlsborg, och fortsätter söderut längs den västra Vätternstranden mot Jönköpingstrakten. Vid Örlen och i fortsättningen söderut påträffas även mangan i moränen. Associationen mangan-barium-kalcium återfinns som sprickfyllnader i de äldre malmförekomsterna Bölet (ca 20 km NO sjön Örlen) och Spexeryd – Hohult (ca 15 km söder om Jönköping). Mineraliseringarnas lägen vid och i Protoginzonen bör innebära ett inbördes genetiskt samband. Den rikliga förekomsten av barium i moränen tyder på att metallen emanerar från mineralet tungspat (ett bariumsulfat)

Fosfor med lantan uppvisar förhöjningar vid sjön Örlen och synes ha tendenser att följa Protoginzonen åt nordväst och åt söder. I detta fall bör det ursprungliga värdmineralet vara apatit (ett kalciumfosfat), åtföljt av sällsynta jordartsmetaller.

Mindre mängder svavel och selen tycks åtfölja denna tektoniska zon som bildar skiljelinjen mellan det sydvästsvenska gnejskomplexet och det transskandinaviska granitbältet.

GULD, ZIRKONIUM, NIOB, VOLFRAM, LANTAN och FOSFOR i samband med kambriska sandstenar.

Hela registret av tungmetaller som har samband med de kambrosiluriska skiffrarna knutna till Kinnekulle och Billingen–Falbygden uppvisar förhöjningar i linjen nordspetsen Billingen till Kinnekulle. Detta innebär att kambriska och ordoviciska rester, i form av fast berg eller av isen lösryckta flak, här finns dolda under de lösa jordlagren i det flacka landskapet. Härav följer att kambriska sandstenar kan vara källan till de koncentrationer av guld, zirkonium, niob och volfram som moränen uppvisar. Guld (i form av naturligt guld) och zirkonium (i form av mineralet zirkon) är klassiska tungmineral i sandmiljö, men även volfram (i form av scheelit eller volframit) och niob (i form av columbit) kan naturligt anrikas på detta sätt. Dessa elements förhöjningar från Mariestadssjön, förbi sjön Ymsen och vidare söderut mot Billingen och Skövde är således knutna till av sjöar och jordlager dolda källor.

I samma områden med anknytning till kambrisk sandsten uppvisar lantan (en av de sällsynta jordartsmetallerna) förhöjningar, ofta tillsammans med fosfor. Detta kan inne-

bära att även monazit (ett fosfatmineral med innehåll av sällsynta jordartsmetaller och thorium) är ett av de mineral som anrikats i sandstenen under kambrisk tid.

Guld (vaskguld) har rapporterats från å- och bäcksystemen väster om Billingen alltsedan sjuttonhundratalet. De mängder av metallen som framvaskats ur Hornborgaån samt vattendragen som utmynnar i Kinnevikens har dock varit mycket små. Enligt hörsägen resulterade den sista allvarliga satsningen (i början av nittonhundratalet) i en kvantitet som räckte till en förlovningsring.

#### ALUMINIUM, KALIUM, NATRIUM, LITIUM, ZIRKONIUM och BLY.

Elementen är typiska för sura (kiselsyrarika) bergarter som graniter, granodioriter och syeniter. Runt och omkring nordspetsarna av Kinnekulle och Billingenkomplexen synes natrium och kalium samt aluminium bilda bårder som visar inblandningen i moränen av material från det transskandinaviska granitbältet norr och öster om kambrosilurbergarterna. Med dessa huvudelement följer också bly (metallen ersätter K i kaliumfältspater) samt även zirkonium (zirkon är ett vanligt accessoriskt mineral i granit). Även de förhöjningsmönster som metallen niob uppvisar kan åtminstone delvis tyda på en direkt relation mellan berggrund och morän. Observera här skillnaden mellan det direkta sambandet granitbergarter–morän och den mer omständiga relationen urbergsganit–kambrisk sandsten–morän som beskrivits i det tidigare avsnittet om guld, zirkonium, niob, o.s.v..

#### REFERENSER

- Adriano, D.C., 1966: Trace elements in the terrestrial environment. – Springer Verlag, New York Inc.
- Andersson, M., 1992: Från Falkenberg till Blomstermåla: nutida och framtida effekter av syrabelastning. – Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden nr 70.
- Andersson, M. & Nilsson, C.A., 1992: Markgeokemiska kartan. – Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden nr 73.
- Berggrunden i Östergötlands län.* – Sveriges geologiska undersökning, Specialkarta i ser. Ah nr 14.
- Berggrunden i Skaraborgs län.* – Sveriges geologiska undersökning, Specialkarta 1, ser. Ah nr 9.
- Ekelund, L., Nilsson, C.A. & Ressar, H., 1993: Biogeokemiska kartan. – Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden nr 75.
- Goldschmith, V.M., 1958: Geochemistry. – Oxford University Press.
- Kabata-Pendias, A. & Pendias, H., 1984: Trace elements in soils and plants. – CRC Press, USA.
- Lindström, M., Lundquist, J., Lundquist, Th., 1991: Sveriges geologi från urtid till nutid. – Studentlitteratur, Lund.
- Magnusson, N.H., Lundquist, G. & Regnell, G., 1963: Sveriges geologi. – Svenska bokförlaget / Norstedts, Stockholm.
- Ressar, H., Ekelund, L. & Ohlsson, S.-Å., 1988: Biogeokemiska kartan. – Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden nr 51.

- Ressar, H., Ekelund, L. & Ohlsson, S.-Å., 1991: Biogeokemiska kartan. – Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden nr 68.
- Sveriges Nationalatlas, 1994: Berg och Jord.
- Tegengren, F.R. m.fl., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk – Sveriges geologiska undersökning, Ca 17.
- Wedepohl, K.H., Correns, C.W., m.fl., 1969–79: Handbook of geochemistry. – Springer Verlag, Berlin.

## SUMMARY

In 1982 a national geochemical mapping programme based on the silt plus clay fraction (<0.06 mm) of till was initiated by the Geological Survey of Sweden. So far, including the present study, 100 000 square kilometers have been covered with systematic sampling in a wide net where one sample represents six square kilometers (equals 15 samples per 100 square kilometer).

The main objective of the programme is to quantify regional variations in drift composition in order to provide data for use in agriculture, forestry, veterinary and human medical research ("geomedicine"). Also, the purpose is to support prospecting programmes involving base and ferroalloy metals and gold and environmental research projects. The objective of the latter includes the assessment of the sensitivity of the terrain to the effects of acid rain. For these purposes two sets of characteristics in till were determined.

- (1) concentration of trace and minor elements and
- (2) the buffering components – major element composition, pH and carbonate contents.

The bulk of the collected material is sampled from normal silty or sandy-silty till. Material extremely rich in gravel, sand or clay is avoided. The sampling net is roughly plotted in advance on topographic maps with quaternary geological maps as support, whereas the final location of the sample site is determined in the field. The samples are hand-dug from natural exposures and collected from the C-horizon about one metre from the surface. 0.8 kg of till is collected from several parts of the pit, gravel-size particles are sorted out and the material is sealed in a plastic bag. After freeze-drying, the samples are sieved on 0.06 mm and analyzed for trace, major and minor elements mainly by XRF. Partial leaching in Aqua Regia, analyzed with ICP-AES and atomic absorption techniques (gold) are also used. Approximate calcium carbonate contents is determined by using hydrochloric acid. pH is determined in a suspended solution based on a two g sample in 10 ml distilled water.

The analytical results and their map coordinates are stored for fast retrieval. Mathematical and statistical treatment of the material, as well as black and white and colour map production, is completely computerized.

The two survey areas covered by the present investigation consist of 23 000 square kilometers in Southern Sweden. They show approximately the same bedrock configuration with Cambrosilurian rocks dominating the central parts and Precambrian granites and gneisses outcropping in the fringe areas.

The Precambrian of the studied areas may be separated into two parts, each one geochemically distinctive as documented by the chemistry of the overburden (till).

(1) The Svecokarelian supracrustals are dominated by gneisses, horizons of mica schists and volcanic rocks of different composition. Basalts to quartz andesites are common and dacite and rhyolite may occur. The supracrustal rocks are cut by synorogenic plutonic rocks, varying in composition from gabbro, diorite to granodiorite and granite.

This sequence is particularly dominating in the eastern and northern parts of the eastern survey areas and can easily be traced geochemically due to the dominant role played by the basic rock chemistry in the till. Copper, chromium, cobalt, nickel and vanadium clearly indicate the areas underlain by these rocks.

(2) The second sequence consists mostly of the postorogenic volcanics and granites of the Transscandinavian Granite Belt. The volcanics are compositionally alkali rhyolites and the younger plutonic rocks consist most commonly of quartz monzodiorite, quartz monzonite and granite.

These rocks dominate the western part of the eastern survey area and the eastern parts of the western survey area, and are geochemically indicated by elements like potassium, sodium, lead and zirconium.

The Paleozoic sequences occupying parts of the survey areas consist of Cambrian, Ordovician and Silurian sandstones, limestones, shales, alum shales and siltstones. These rocks carry their own typical trace element sets of finger prints and may sometimes confuse the geochemical-geological interpretation as they partly cover the Precambrian patterns of the investigated areas. For instance, copper, chromium, cobalt, nickel and vanadium can geologically be tied to shales in the Paleozoic formations. These elements (with small ionic radius) are concentrated with clays (by adsorption) in the process of sedimentation in a marine environment. The alum shales deliver impressive amounts of uranium, vanadium and molybdenum to the overburden. The Cambrian sandstones show themselves by their contribution of elements from heavy minerals: gold, zirconium, niobium and tungsten.

## I SGUs 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. Maringeologiska kartor över Öresund. 1979.
- \*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-bentonitskikt. 1980.
18. **Karlqvist, L. och Qvarfort, U.** Gruvhanteringens inverkan på Bersboområdet, Åtvidabergs kommun. 1980.
19. **Wilson, M.R. and 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. 1982.
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 hammarborrning. 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. and 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 Vilhelmina. 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. Översiktsbladen Göteborg och Borås. 1988.
52. **Gustafsson, O., Jonasson, S.A. och Andersson, C.** Grundvattenundersökningar på Kristianstadsslätten 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.
55. **Shaikh, N.A., Karis, L., Snäll, S., Sundberg, A. och N.-G. Wik.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 2. Mellersta Sverige. 1989.
56. **Shaikh, N.A., Bruun, Å., Karis, L., Kjellström, G., Sivhed, U., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 3. Södra Sverige. 1990.
57. **Modig, H., Miller, U. och Robertsson, A.-M.** Karbonat i jord. Del 4. Försurning i äldre sedimentlagerföljder med anknytning till och i jämförelse med nutid. 1990.
59. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 16–18, G–I. 1989.
60. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 14–16, G–H. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1990.
61. **Kornfält, K.-A., Samuelsson, L., Sundberg, A., Wik, N.-G. och Wikman, H.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kronobergs län. 1990.

62. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 18–21, H–J. 1990.
63. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 8–10, A–D. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1990.
64. **Cato, I.** Sedimentundersökningar i Brofjorden särskilt Trommekilen 1989, samt förändringar efter 1972 och 1984. 1990.
65. **Bruun, Å., Kornfält, K.-A., Sundberg, A., Wik, N.-G., Wikman, H. och Wikström, A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kalmar län. 1991.
66. **R. Frietsch, A. Sundberg och N.-G. Wik.** Register över svenska fyndigheter av malmmineral och industriella mineral och bergarter. 1991.
67. **Robertsson, A.-M.** Strandförskjutningen i Eskilstunatrakten för ca 9000 till 4000 år sedan. 1991.
68. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 5–7, I–K och 8–10, E–G. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1991.
69. **Selinus, O.** (ed.). 2nd International Symposium on Environmental Chemistry. (Abstracts). 1991.
70. **Andersson, M.** Från Falkenberg till Blomstermåla; nuläge och framtida effekter av syrabelastning. 1992.
71. **Hopsu, V.** Norbergs gruvor på 1960-, 70- och 80-talen. 1992.
72. **Gustafsson, O.** Radonhalten i grundvatten från granitområden i Malmöhus län. 1992.
73. **Andersson, M. och Nilsson, C.A.** Markgeokemiska kartan 3–7, F–H. 1992.
74. **Cato, I.** Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1990 – Göteborgs och Bohus läns kustvattenkontroll. 1992
75. **Ekelund, L., Nilsson, C.-A. och Ressar, H.** Biogeokemiska kartan 8–10, G–J och 11–12, H–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter.
76. **Stephens, M.B. and Wahlgren, C.-H. (Conveners).** Workshop. Ductile shear zones in the Swedish segment of the Baltic Shield. Abstracts and excursion guide. Uppsala 1993.
77. **Sander, A.** Värderingsmodell för naturresurser. Tillämpning på ballasttillgångar.
78. **Nilsson, C.-A. och Ressar, H.** Biogeokemiska kartan 11–12, E–H, 12–13, G–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1995.
79. **Wahlgren, C.-H. (red.).** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående undersökningar 1994.
80. **Bruun, Å., Nilsson, C.-A., Sundberg, A., Wik, N.-G. och Wikström, A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Östergötlands län. 1995.

\* Utgången



*Distribution*

SGU  
Box 670  
751 28 UPPSALA  
Tel 018-17 90 00  
Fax 018-17 93 70