



SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

Rapporter och meddelanden nr 73

Madelen Andersson och Carl Allan Nilsson

Kartor i skala 1:1 miljon och beskrivning till

Markgeokemiska kartan 3-7, F-H

Geokemisk status i mark. Mineraljordens surhetsgrad och tolerans mot försurning, samt förekomst och distribution av:



Aluminium	(Al ₂ O ₃)
Arsenik	(As)
Barium	(BaO)
Beryllium	(Be)
Bly	(Pb)
Brom	(Br)
Fosfor	(P ₂ O ₅)
Guld	(Au)
Järn	(Fe ₂ O ₃)
Kalcium	(CaO)
Kalium	(K ₂ O)
Klor	(Cl)
Kobolt	(Co)
Koppar	(Cu)
Krom	(Cr)
Lantan	(La)
Litium	(Li)
Magnesium	(MgO)
Mangan	(MnO)
Natrium	(Na ₂ O)
Nickel	(Ni)
Niob	(Nb)
Strontium	(Sr)
Svavel	(S)
Titan	(TiO ₂)
Uran	(U)
Vanadin	(V)
Volfram	(W)
Zink	(Zn)
Zirkonium	(Zr)

Uppsala 1992

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Rapporter och meddelanden nr 73

Madelen Andersson och Carl Allan Nilsson

Kartor i skala 1:1 miljon och beskrivning till

**Markgeokemiska kartan
3-7, F-H**

Uppsala 1992

ISBN 91-7158-517-6

ISSN 0349-2176

© Sveriges Geologiska Undersökning

Redigering och layout: Agneta Ek, SGU

Tryck: MO Print, Uppsala 1992

Innehållsförteckning

Geokemisk kartering vid SGU	4
Användning av de markgeokemiska kartorna	4
Morän – allmänt	6
Morän – geokemiskt	7
Vittring och buffringssystem	8
Morän i karteringen	10
Provberedning och analys	10
Databearbetning och kartframställning	11
Markgeokemiska kartprodukter	13
Elementassocierationer avslöjar berggrunden	13
Cirkelkartor för guld	14
Förenklad berggrundskarta	15
Förenklad bild av högsta kustlinjen (H.K.)	16
Färgkartor	17
Berggrundsgeologi och kvartär utveckling inom kartområdet	49
Elementens förekomst och associationer inom kartområdet	50
Koppar, krom, kobolt, nickel och vanadin tillsammans med huvudkomponenterna magnesium, kalcium, järn och mangan	50
Zirkonium och bly med huvudkomponenterna kalium och natrium	51
Zink med mangan och järn	52
Barium, bly, zink och kadmium	53
Fosfor, titan, lantan, yttrium och thorium	53
Niob	53
Volfram, uran, molybden och thorium	54
Klor och brom	54
Svavel	54
Arsenik	55
Guld	55
Aluminium	55
Beryllium	56
Litium	56
Brom, klor och svavel	56
Surhetsgrad och tolerans	57
Summary in English	58
Referenser	60

Föreliggande rapport utgör fjärde delen i en presentation av fördelningen i morän av kemiska grundämnen i Sverige, samt rådande surhetsstatus i morän.

GEOKEMISK KARTERING VID SGU

Den geokemiska karteringen av Sverige bedrivs i syfte att visa fördelningen av huvudämnen och metaller 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 SGUs 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 17.

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 förekomst och distribution 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. Förekomsten i marken av grundämnen åskådliggörs på kartor som visar regionala spridningsmönster baserade på uppmätta elementhalter. Regioner med låga halter av element nödvändiga för den biologiska omsättningen kan under vissa förhållanden utgöra bristområden för ett eller flera element. Sådana element är t.ex. magnesium, mangan, kobolt och koppar. En del element reagerar också antagonistiskt med varandra, vilket innebär att ett element får olika effekter beroende på närvaro eller frånvaro av ett annat element. Koppar och molybden är exempel på sådana, och i koppar-svaga regioner som samtidigt har höga molybdenhalter, kan kopparomsättningen hos djur hämmas i så hög grad att skador uppstår.

God förekomst av livsnödvändiga element visar att mineraljordens innehåll av nyttiga ämnen i de flesta fall troligen är tillräcklig, och att stigande markvatten, t.ex. vid torka, kan förse växterna med näringsämnen. Motsatsen förekommer också och alltför höga koncentrationer av ämnen kan ge giftverkan. Speciellt i samband med lågt pH, då flera ämnen blir (eller förblir) rörliga och förs ut med markvattnet till grundvatten, bäckar och sjöar. Mangan och nickel är exempel på sådana element.

Nödvändigheten av en del ämnen saknar man ännu tillräcklig kunskap om, men man känner till deras skadliga influens på miljön. Kadmium är ett sådant ämne, bly och beryllium några andra.

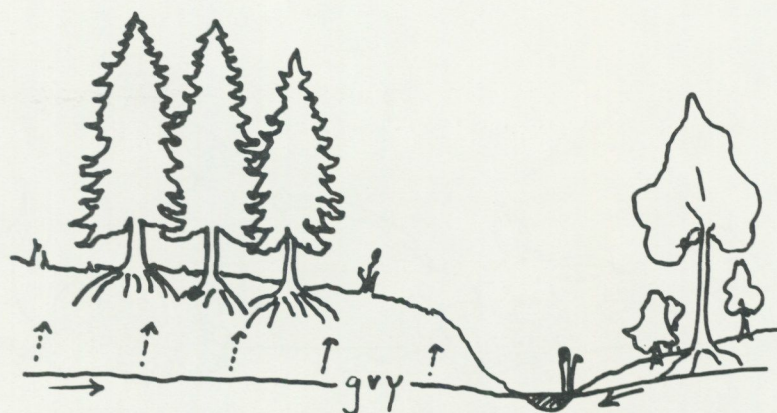


Fig. 1. Markvattnet i den omättade zonen mellan markyta och grundvattenyta (gvy) förser växterna med näringsämnen och spårelement. Normalt sker detta i rotzonen, men under torra förhållanden sker en upptransport av ämnen från lägre marklager. Marklagren ger också grundvattnet och bäckvattnet dess kemiska sammansättning.

Här nedan nämns några intresseområden inom vilka den markgeokemiska kartan har 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 områden med låga kalcium- och magnesiumhalter indikera obalans i näringstillgången. 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 vanaadin.

Inom *markforskningen*. För knappt 25 år sedan började forskare, politiker och massmedia att inse att marken skulle komma att påverkas av den då nyligen uppmärksammade försurningen av vår livsmiljö. Denna konsekvens av miljöförorening av luft och vatten påverkar mark och vatten mer eller mindre kraftigt, bland annat beroende på marklagrens buffrande förmåga. Kunskap om de geokemiska förhållandena i den omättade zonen mellan rostjorden och grundvattenytan (C-horisonten) är därför av väsentlig betydelse för att förstå de processer som leder till förändringar i ekosystemet. Detta markskikt är också tämligen opåverkat av mikrobiell aktivitet i rotzonen liksom av ytliga förändringar i samband med t.ex. avverkning, markberedning och omplantering, som alla påverkar de ytliga markskikten i mycket hög grad.

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 vämnen skall kunna producera vitamin B12. Brist på kobolt visar sig som aptitlöshet, avmagering 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.

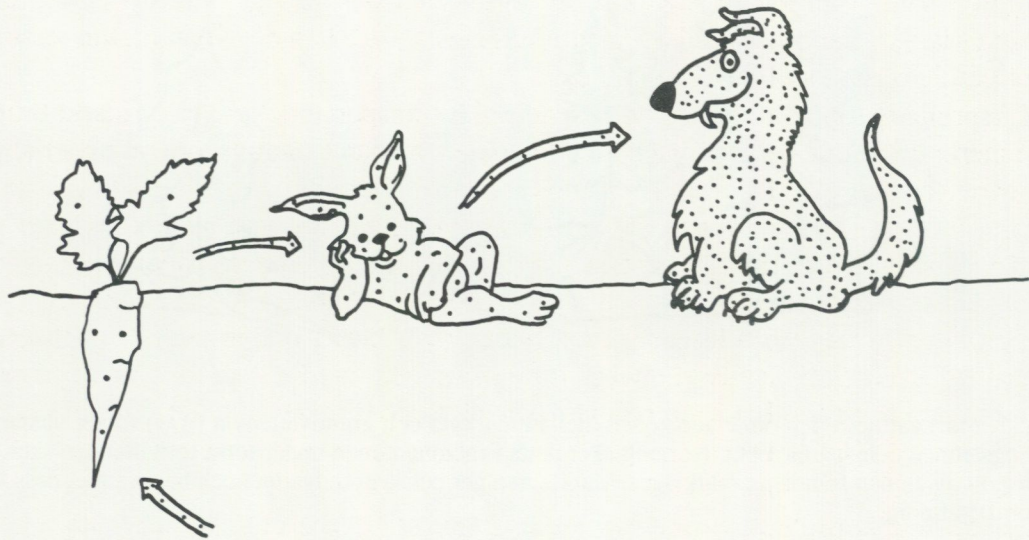


Fig. 2. Metaller (•) ackumuleras med högre koncentrationer ju högre upp i näringskedjan de kommer.

Inom *natur- och miljövården* har geokemiska kartor en given plats för att man skall kunna bedöma effekter av försurning 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. Särskilda riskområden är sådana med lågt pH, medelhög tolerans och höga halter av metaller med hög mobilitet och giftverkan, t.ex. mangan, zink och nickel.

Beslutsfattande regionalpolitiker bör känna till såväl aktuell surhetsgrad som 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/m^3 ? 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 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 supraledare.

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, skiffrar, 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 nå 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 sedimentliror 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 grundammansättningar.

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, d.v.s. i graniter, gnejser och porfyrier. 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 innehållet 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 egen-

skaperna 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.

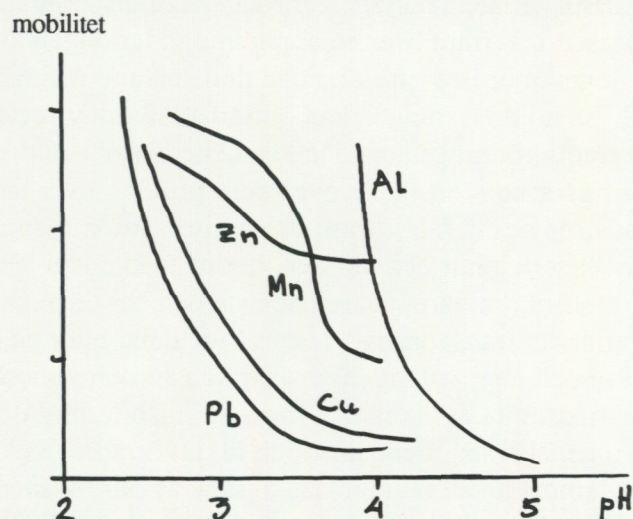


Fig. 3. Rörligheten hos många metaller ökar när surhetsgraden ökar, d.v.s. när pH minskar.

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 generaliserat den syralösliga andelen av ett ämne i förhållande till det totala innehållet av samma ämne.

Tabell 1. Ungefärlig lakbarhet 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%

Genom att kombinera information om ett elements totala spridning i moränen med dess lakbarhet, får man ett begrepp om mineralogin i jordarten. Man får därmed ett bättre underlag för att göra bedömningar framför allt av ytterligheterna i ett geokemiskt mönster, d.v.s. att bättre kunna ange presumtiva bristområden respektive riskområden.

VITTRING OCH BUFFRINGSSYSTEM

Den naturliga vittringen angriper markpartiklarna och frigör olika ämnen som kan delta i markens olika buffringssystem. Vittringshastigheten beror bland annat på i vilka mineral markens förråd av ämnena (bl.a. kalcium och magnesium) uppträder.

Några av de vanligaste markmineralen kan grupperas efter sin vittringshastighet – i stigande grad från de nästan helt vittringsresistenta mineralen kvarts och zirkon; <kalifältspat, muskovit < plagioklas < hornblände, biotit < klorit, vissa pyroxener, epidot, apatit och slutligen de mycket lösliga karbonaterna, t.ex. kalcit. Frekvensen av de olika mineralen beror i sin tur på moränens bergartsinnehåll. De olika bergarternas mineralinnehåll gör att man också kan gruppera dessa utifrån deras vittringsbenägenhet. De kan alltså grupperas från långsamt vittrande till snabbt vittrande (tabell efter Jacks, Knutsson -82, Jacks, Maxe -84):

långsam vittring – surt vatten	sandsten och kvartsit
↓	porfyrier
	röda gnejser och graniter
	grå gnejser och graniter
	grönstenar
snabb vittring – hårt vatten	kalksten

För neutralisering av surt vatten sker buffringen främst genom mineralvittring och i grupperingen enligt ovan visas också vilken effekt den kemiska vittringen får på vattnet.

Olika buffringssystem i marken fördröjer effekterna vid syratillförsel (försurning genom naturliga processer och genom effekter av luftföroreningar). Vad som händer när försurande vätejoner tillförs mineraljorden, är att baskatjoner trängs bort från markpartiklarna av dessa. Basmättnadsgraden (ett uttryck för hur mycket av positiva nyttiga joner som finns i marken) och pH sjunker, urlakning av näringsämnen ökar, aluminium och giftiga tungmetaller frigörs och kommer ut i vattensystemen. Nyttiga ämnen som fosfor och molybden binds däremot hårdare i marken. Skulle syratillförseln upphöra, skulle buffringen leda till en långsam återhämtning mot ett jämviktsläge av den kemiska balansen i marken.

Om kalk (kalciumkarbonat, CaCO_3) finns i marken, vittrar karbonaterna snabbt. Den syra som tillförs neutraliseras och pH förändras ej nämnvärt. Detta karbonatbuffringssystem verkar främst i de kalkrika delarna av Sverige och är av underordnad betydelse i regioner med urbergsmorän.

Den naturliga buffringen i moränproverna sker i stället främst genom jonbyten, som verkar vid pH-värden mellan ungefär 6.2 ner till 4.2. Genom detta system byts baskatjoner ut mot tillförda vätejoner. Flödet av kalcium, magnesium och kalium ökar till yt- och grundvatten.

När pH sjunker under 4.5 börjar i marken svårösliga aluminiumföreningar att lösa upp sig i fria aluminiumjoner och hydroxyljoner. Om basmättnadsgraden (och därmed pH) alltså är låg, blir aluminiumbuffring den dominerande processen. De vätejoner som tillförs marken "tas om hand" av hydroxyljonerna, pH sjunker inte mer, men allt mer aluminium utlöses i markvätskan, liksom giftiga metaller som kadmium, mangan, nickel och zink. Stora mängder av dessa kommer att föras ut med markvattnet till grundvatten, vattendrag och sjöar.

För att få en indikation på vilka buffringssystem som träder i kraft om moränens C-horisont försuras, kan man tillsätta vätejoner och mäta hur effektivt mineraljorden neutraliserar syran, d.v.s. hur stor markens tolerans är.

Med ledning av bl.a. ursprungs-pH i moränen och pH efter tillsatta vätejoner får man ett mått på denna förmåga beräknad som den procentuella andel av ett prov som inte berörs av en pH-sänkning. Karbonatbuffringssystemet är 100-procentigt, d.v.s. markpartiklarna förmår neutralisera syran mycket snabbt. Därefter kommer aluminiumbuffringssystemet i effektivitet och sist jonbytesbuffringen, av de tre ovan nämnda systemen.

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. Kvartärgeologiska 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 omallda 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 elementhalt 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 proverna 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.

Utöver de totala elementhalterna bestäms de syralakade (i kungsvatten) halterna med plasmaspktrografi (ICP). Den del av provet som går i lösning, kan för respektive element anges som procentuell del av totalinnehållet, vilket ger ett mått på elementets lakbarhet.

Samtliga prover kalktestas med saltsyra. Om prover reagerar, beror det på innehåll av kalciumkarbonat.

Från ett mindre antal prover bestäms dessutom pH på så sätt att 2 g frystorkat moränprov uppslmmas i 10 ml dest. vatten. Uppslamningen skakas då och då och pH mäts efter ca 2 dygn. Därefter tillsätts vätejoner (0.005 M H₂SO₄, som efterliknar surt vatten) och pH mätes efter viss tid igen. Dessa båda mätningar ligger till grund för beräkning av markens tolerans mot försurning. Restprov finns sparade i en markgeokemisk provbank för framtida analyser.

DATABEARBETNING OCH KARTFRAMSTÄLLNING

Alla analysresultat lagras tillsammans med lägeskoordinater i databanker med kort åtkomsttid. Data bearbetas statistiskt och matematiskt innan kartframställning sker. Data från det karterade området ligger som grund för de percentilindelningar som använts på såväl cirkel- som färgkartor.

För cirkelkartorna har de 40% högsta analysvärdena markerats med cirkelsymboler i ökande storlek ju högre elementhalt som uppmätts, för Au 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 11, anges percentilvärden samt en del statistiska parametrar.

Vad gäller guldkartorna skiljer sig dessa något från de övriga. Alla guldvärden som ligger över 2 ppb 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 guld-värdet 20 ppb valts. Cirkelkartor i skala 1:250 000 (eller annan valfri skala) framställs efter beställning hos Geokemiska enheten vid SGU.

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 på karterad areal i sydöstra Sverige. Indelningarna kommer att förändras när den karterade arealen växer och vi får kännedom om geokemin i övriga Sverige.

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

Element sort detektions- gräns	antal	percentiler								max
		m	30:e	60:e	70:e	80:e	90:e	95:e	99:e	
As ppm 10	2612	<	<	<	<	<	<	<	13	32
Au ppb 1	2610	<	<	<	1	2	3	4	12	97
Be ppm 0,2	2606	0,6	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,7	2,9
Br ppm 20	2612	<	<	<	<	<	21	25	36	63
Cl ppm 50	2612	78	49	70	83	102	137	174	305	679
Co ppm 5	2612	17	13	17	19	21	24	27	35	93
Cr ppm 5	2612	37	24	35	40	47	62	76	132	389
Cu ppm 5	2612	14	8	13	16	19	26	35	62	193

Element sort detektions- gräns	percentiler									
	antal	m	30:e	60:e	70:e	80:e	90:e	95:e	99:e	max
La ppm 2	2606	35	26	33	37	42	53	69	109	196
Li ppm 5	2606	10	5	10	12	15	19	24	36	72
Nb ppm 10	2612	19	16	20	22	23	26	29	37	85
Ni ppm 5	2612	13	8	12	14	17	23	30	51	204
Pb ppm 10	2612	31	25	29	31	34	40	49	87	357
S ppm 50	2612	260	145	241	287	361	481	635	1140	2780
Sr ppm 10	2612	230	199	245	261	282	311	336	404	644
U ppm 5	2612	<	<	<	<	<	<	<	8	39
V ppm 10	2612	55	43	56	61	68	78	89	116	233
W ppm 10	2612	<	<	<	<	<	<	<	<	15
Zn ppm 2	2612	48	33	48	54	62	78	91	134	288
Zr ppm 20	2612	560	486	575	612	660	736	818	984	1500
pH	324	5,1	4,8	5,1	5,2	5,4	5,6	5,8	6,4	6,7
Al ₂ O ₃ % 0,05	2612	14	13,4	14,4	14,8	15,3	15,9	16,5	18,0	23,4
BaO % 0,005	2612	0,074	0,068	0,076	0,078	0,082	0,086	0,090	0,101	0,222
CaO % 0,01	2612	1,8	1,5	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	3,3	6,1
Fe ₂ O ₃ % 0,01	2612	3,6	3,0	3,8	4,1	4,5	5,1	5,7	7,0	13,6
K ₂ O % 0,01	2612	3,3	3,0	3,4	3,6	3,8	4,0	4,1	4,5	5,4
MgO % 0,02	2612	1,1	0,8	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	3,2	7,7
MnO % 0,005	2612	0,057	0,047	0,057	0,062	0,068	0,078	0,090	0,119	0,269
Na ₂ O % 0,03	2612	2,7	2,5	2,9	3,0	3,2	3,4	3,5	3,8	4,3
P ₂ O ₅ % 0,005	2612	0,27	0,22	0,29	0,31	0,34	0,39	0,44	0,58	1,45
TiO ₂ % 0,005	2612	0,73	0,63	0,77	0,81	0,87	0,95	1,02	1,24	2,60

MARKGEOKEMISKA KARTPRODUKTER

Cirkelkartor i svart/vitt som framställs i skala 1:250 000 visar varje provpunkts geografiska läge och analysvärde. Kartor i denna skala delas upp i två områden per element. Kartan 3–5, F–G omfattar de topografiska kartbladen 3F NV, NO, 3G NV, 4F, 4G NV, NO, SV, 5F, 5G. Kartan 6–7, F–H omfattar 6F, 6G, 7F NO, SV, SO, 7G samt 7H. Förminskat exempel på en sådan karta visas på sid 14. Guldkartorna är här förminskade till skala 1:1 miljon.

De färgkartor som finns inbundna i rapporten omfattar 30 st huvud- och spårelement, därav är 26 st i skala 1:1 miljon. De geokemiska mönstren baseras i huvudsak på totalhalter av oxiderna aluminium, barium, fosfor, järn, kalcium, kalium, magnesium, mangan, natrium och titan samt spårämnena arsenik, bly, brom, guld, klor, kobolt, koppar, krom, nickel, niob, strontium, svavel, uran, vanadin, volfram, zink och zirkon. För beryllium, lantan och litium baseras kartorna på elementens kungsvattenlösliga del, liksom för guld.

Färgkartorna för pH respektive tolerans, får betraktas som starkt generaliserade eftersom pH ej mätts på samtliga prov som ingår i den markgeokemiska provbanken. Provtätthet är här ca 1.5 prov per kvadratmil, jämfört med 15 prov per kvadratmil för grundämnenas analyser. Interpolering av de glesa mätvärdena medför att kartan ej bör detaljgranskas på grund av falsk intensitet av mätvärdena. Förtätning av mätvärden från den markgeokemiska provbanken, liksom provtagningar i fält och utvärdering av parametrar, utförs på uppdragsbasis av den geokemiska enheten.

ELEMENTASSOCIATIONER AVSLÖJAR BERGGRUNDEN

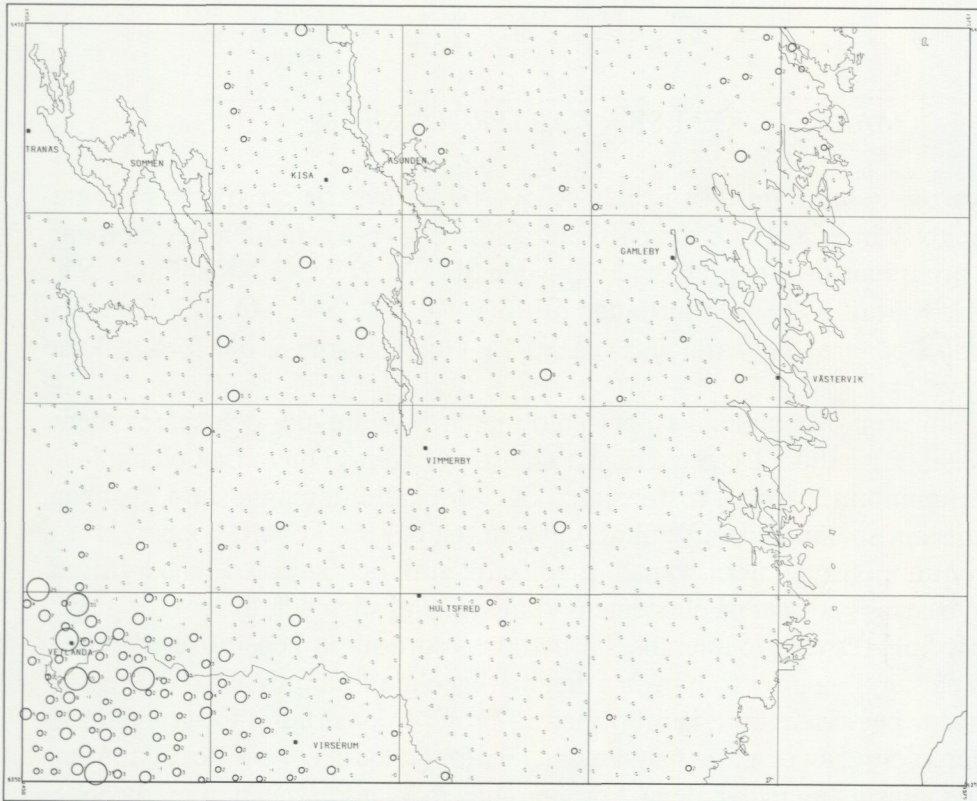
De olika bergartsleden har sina speciella "fingeravtryck" av elementinnehåll. Kiselsyrafattiga bergarter som gabbro, diabas och diorit kan sammanfattas under beteckningen grönstenar. Typiska tungmetaller som är knutna till dessa är koppar, nickel, krom, kobolt och ibland titan och vanadin. Mer kiselsyrarika bergarter är graniter och porfyrier. Granittypiska tungmetaller är bly, zirkonium, volfram, molybden och tenn och för yngre graniter ofta uran och thorium. Utöver dessa enkla regler om elementinnehåll i berggrunden, kan vart och ett av elementen variera i frekvens beroende på specifika geologiska förhållanden, t.ex. olika metamorfa processer (omvandlingsprocesser) och mineraliseringar av olika slag.

Elementens specifika förekomstsätt innebär att de kan grupperas med avseende på hur de vanligen uppträder. De flesta element förekommer i vanliga bergartsbildande mineral, t.ex. i silikater, och de kallas litofila (efter det grekiska *litos* som betyder sten) element. Siderofila (efter grekiskans *sideros* = järn) kallas sådana som förekommer i järnrika oxid- och silikatmineral, medan de kalkofila elementen främst förekommer i sulfidmineral, (grekiskans *khalkos* = koppar). Många element tillhör alla tre grupperna, medan andra främst uppträder som kalkofila, t.ex. kadmium och zink.

Litofila: Al, Ba, Be, Br, Ca, Cl, Co, Cr, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Na, Nb, Ni, P, Rb, S, Si, Sr, Th, Ti, U, V, W, Y, Zr

Siderofila: As, Au, Co, Fe, Mo, Nb, Ni, P, W

Kalkofila: As, Au, Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb, S, Zn



GEOKEMISK KARTA
TUNGMETALLER I MORÄN

GULD (Au) ppb

- 2 - 3 ppb
- 3 - 5 "
- 5 - 17 "
- 17 - 20 "
- 20 - "

Tungmetallinnehållet har bestämts i fraktioner från 0,1 till 100 µm i ett framskjutt material med korntalet mindre än 0,06 mm. Proverna är bagna i merobun C-karlsnatt och i atmosfär i normalkärligt, nedrigt tryck.

Siktningen är utförd på 500 µm jordkärnslaboratoriet och de kemiska analyserna är gjorda hos Analytisk AB.

På kartan anges provpunkterna geografiska lägen liksom dess metallinnehåll i ppb.

Samtliga prover (1260 st) från kartläggning 1990 ligger som grund till kartläggningen av områdena. Av dessa har de 200 högsta värdena markerats med cirkelpunkter. Årskade ställen på högre metallhalt som uppräknats. Metaller under detektnivån har inte tagits med G.

Tungmetaller som framtagits i dessa kartor är: Au, Ag, Cu, Co, Ni, Pb, Zn, Cd.

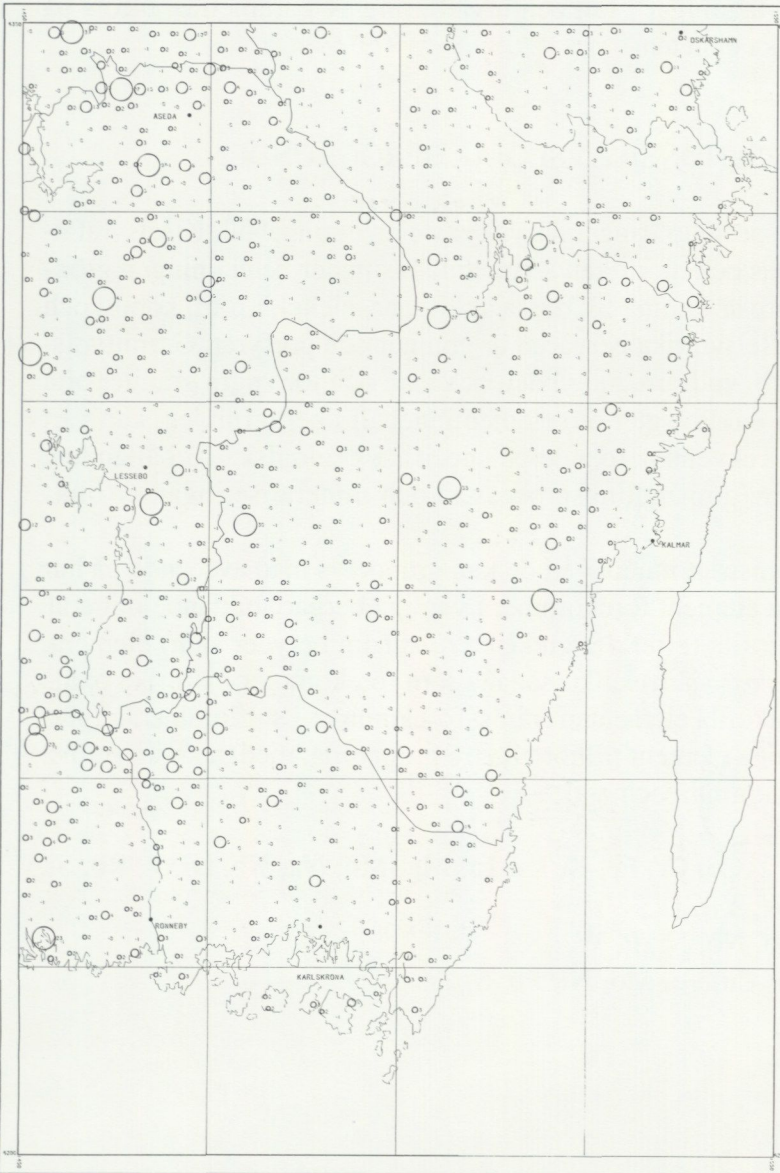
Det provtagna området ingår i den kartläggning av tungmetaller i morän som görs i landet. Den kemiska kartläggningen i morän av Au, Ag, Cu, Co, Ni, Pb, Zn, Cd som uppräknats kommer att bearbetas mer utförligt när uppgifterna finns från större områden.

För vidare information hänvisas till Geokemiska sektionen vid SGI i Uppsala.

Skala 1:250 000

TUNGMETALLER I MORÄN	Au	5-7,7-N
----------------------	----	---------

Geokemiska kartläggningen utförd 1990.
Arbetsgrupp: AAS
Kontak: Medicin, Adressen: SGI, OIB-179000.
SGI GEOKEMISKA SEKTIONEN



GEOKEMISK KARTA
TUNGMETALLER I MORÄN

GULD (Au) ppb

- 2 - 3 ppb
- 3 - 4 "
- 4 - 5 "
- 5 - 17 "
- 17 - 20 "
- 20 - "

Tungmetallinnehållet har bestämts i fraktioner från 0,1 till 100 µm i ett framskjutt material med korntalet mindre än 0,06 mm. Proverna är bagna i merobun C-karlsnatt och i atmosfär i normalkärligt, nedrigt tryck.

Siktningen är utförd på 500 µm jordkärnslaboratoriet och de kemiska analyserna är gjorda hos Analytisk AB.

På kartan anges provpunkterna geografiska lägen liksom dess metallinnehåll i ppb.

Samtliga prover (1310 st) från kartläggning 1990 ligger som grund till kartläggningen av områdena. Av dessa har de 100 högsta värdena markerats med cirkelpunkter. Årskade ställen på högre metallhalt som uppräknats. Metaller under detektnivån har inte tagits med G.

Tungmetaller som framtagits i dessa kartor är: Au, Ag, Cu, Co, Ni, Pb, Zn, Cd.

Det provtagna området ingår i den kartläggning av tungmetaller i morän som görs i landet. Den kemiska kartläggningen i morän av Au, Ag, Cu, Co, Ni, Pb, Zn, Cd som uppräknats kommer att bearbetas mer utförligt när uppgifterna finns från större områden.

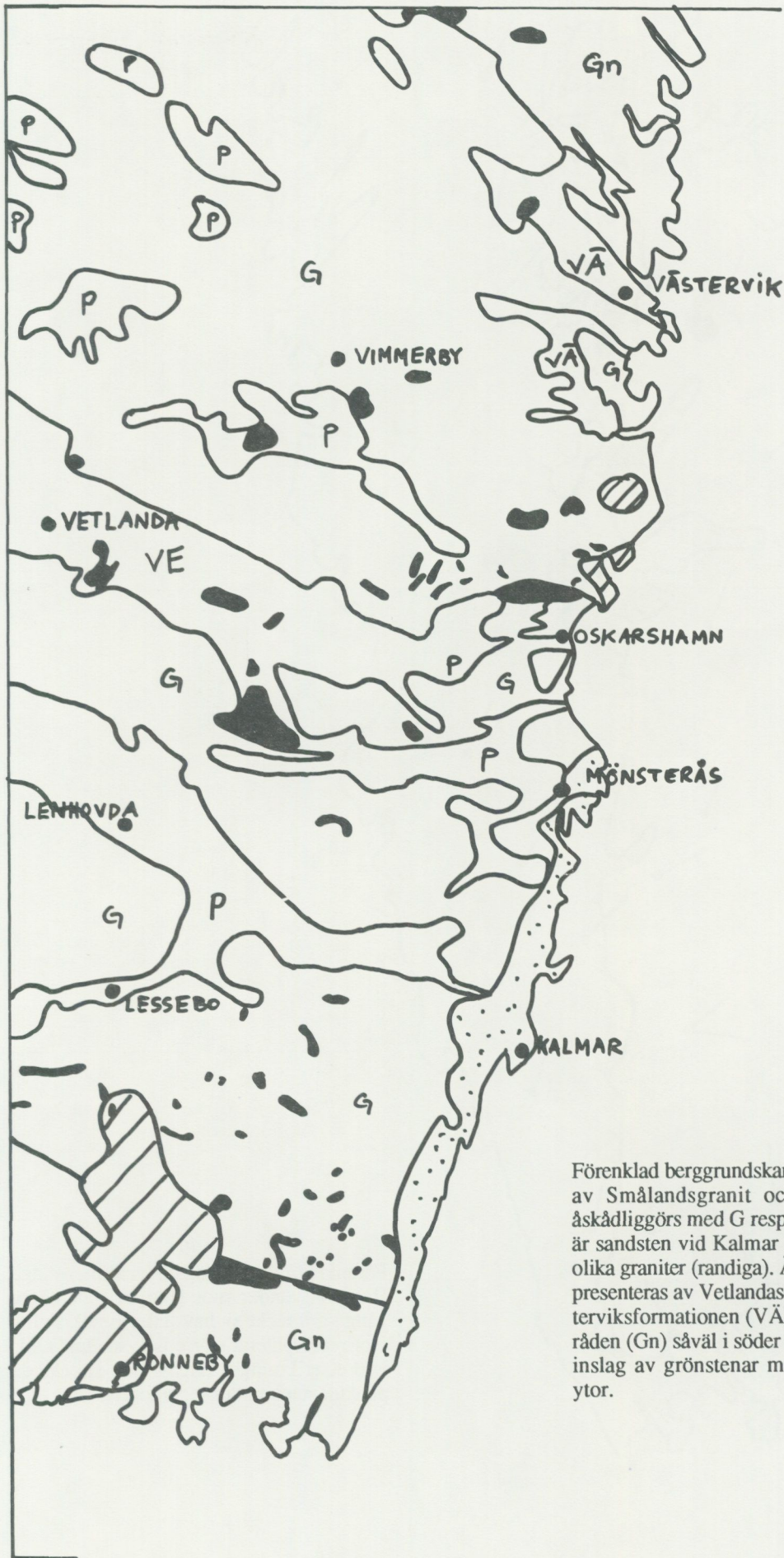
För vidare information hänvisas till Geokemiska sektionen vid SGI i Uppsala.

Skala 1:250 000

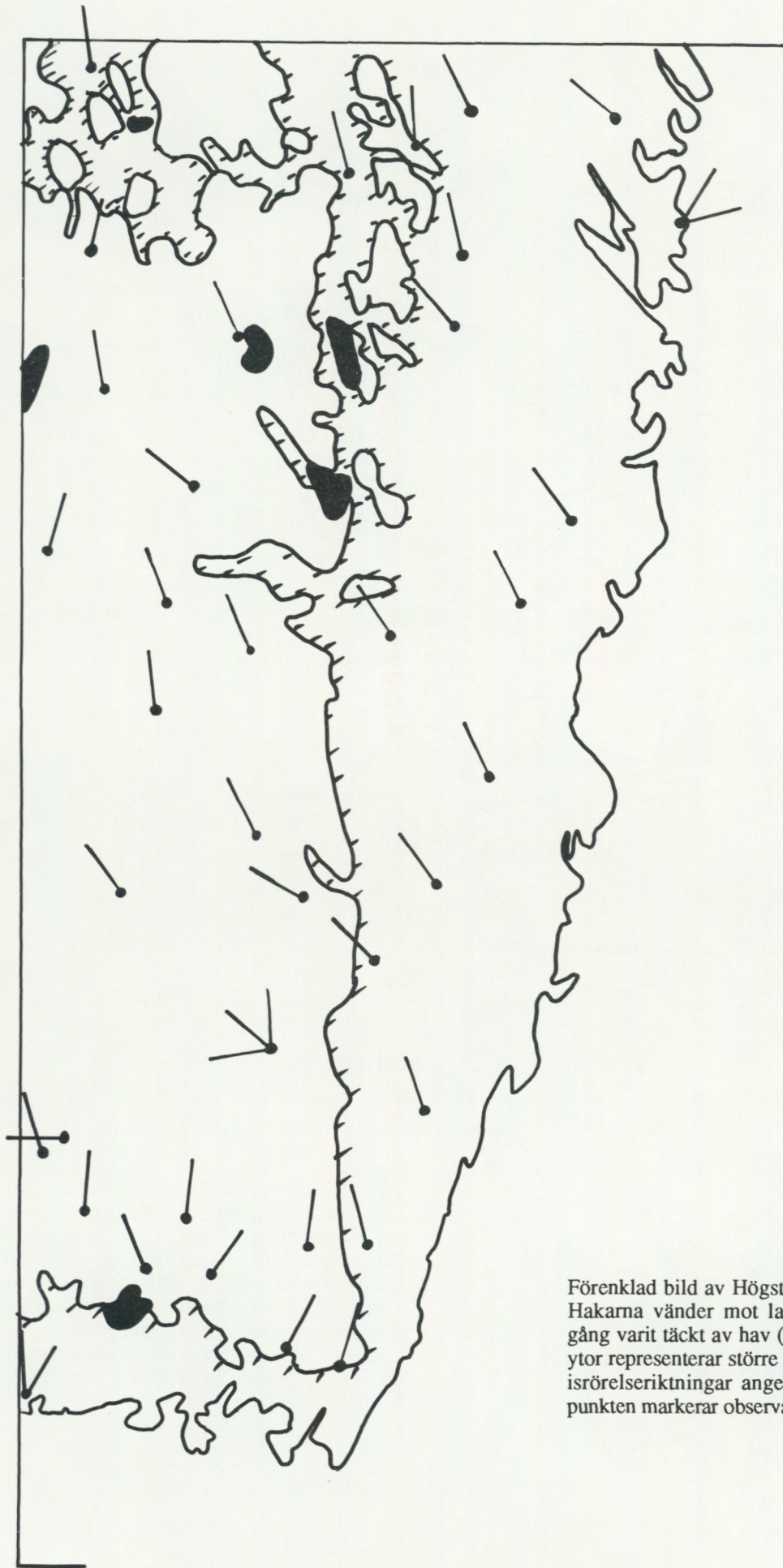
TUNGMETALLER I MORÄN	Au	3-3,3-F
----------------------	----	---------

Geokemiska kartläggningen utförd 1990.
Arbetsgrupp: AAS
Kontak: Medicin, Adressen: SGI, OIB-179000.
SGI GEOKEMISKA SEKTIONEN

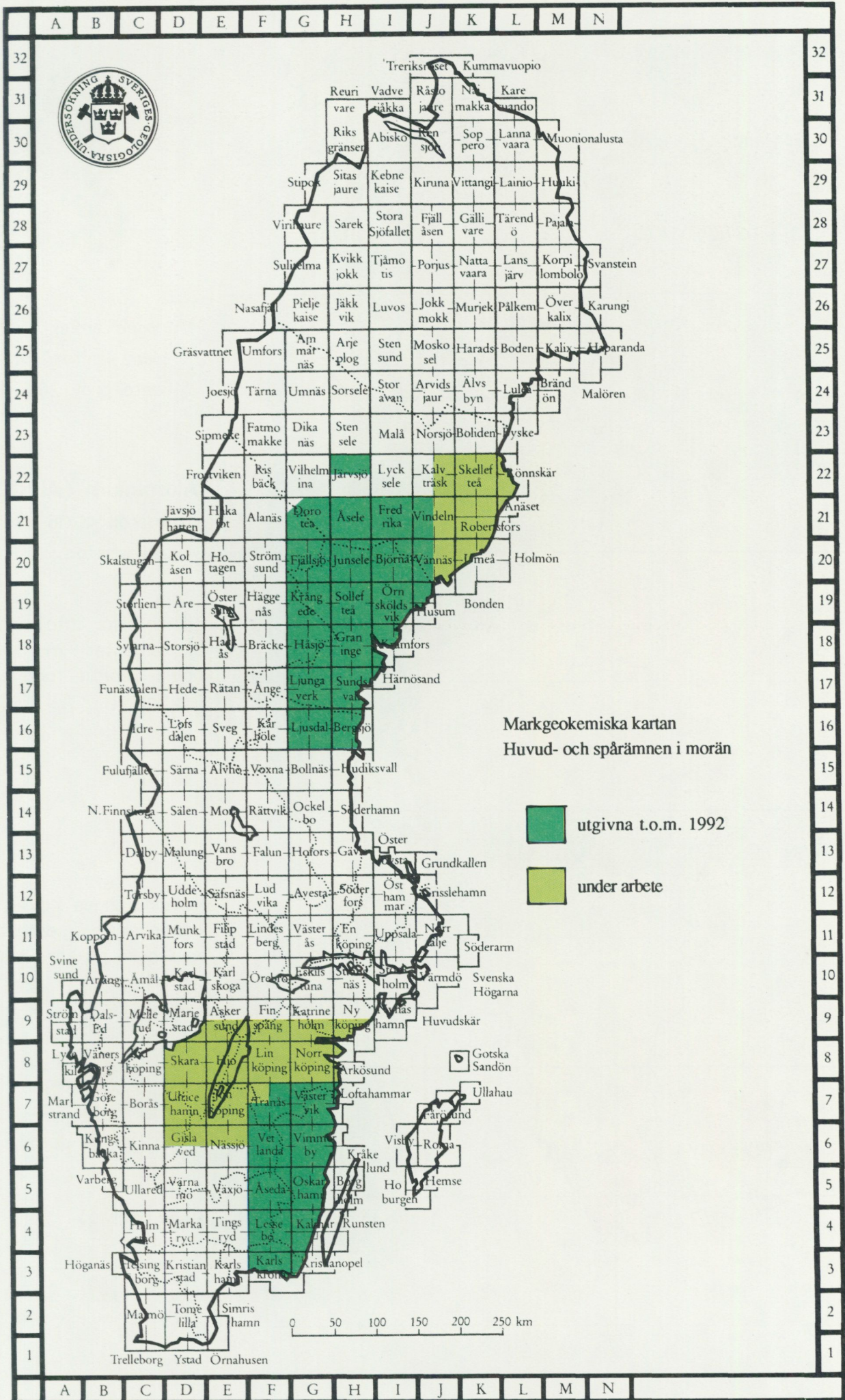
Cirkelkarta för elementet guld. Kartorna är förminskade 4 ggr till skalan 1:1 miljon.





Förenklad berggrundskarta där utbredningen av Smålandsgranit och Smålandsporfy åskådliggörs med G resp. P. Yngre bergarter är sandsten vid Kalmar Sund (prickigt) och olika graniter (randiga). Äldre bergartsled representeras av Vetlandaserien (VE) och Västerviksformationen (VÅ) samt gnejsiga områden (Gn) såväl i söder som nordost. Större inslag av grönstenar markeras med fyllda ytor.

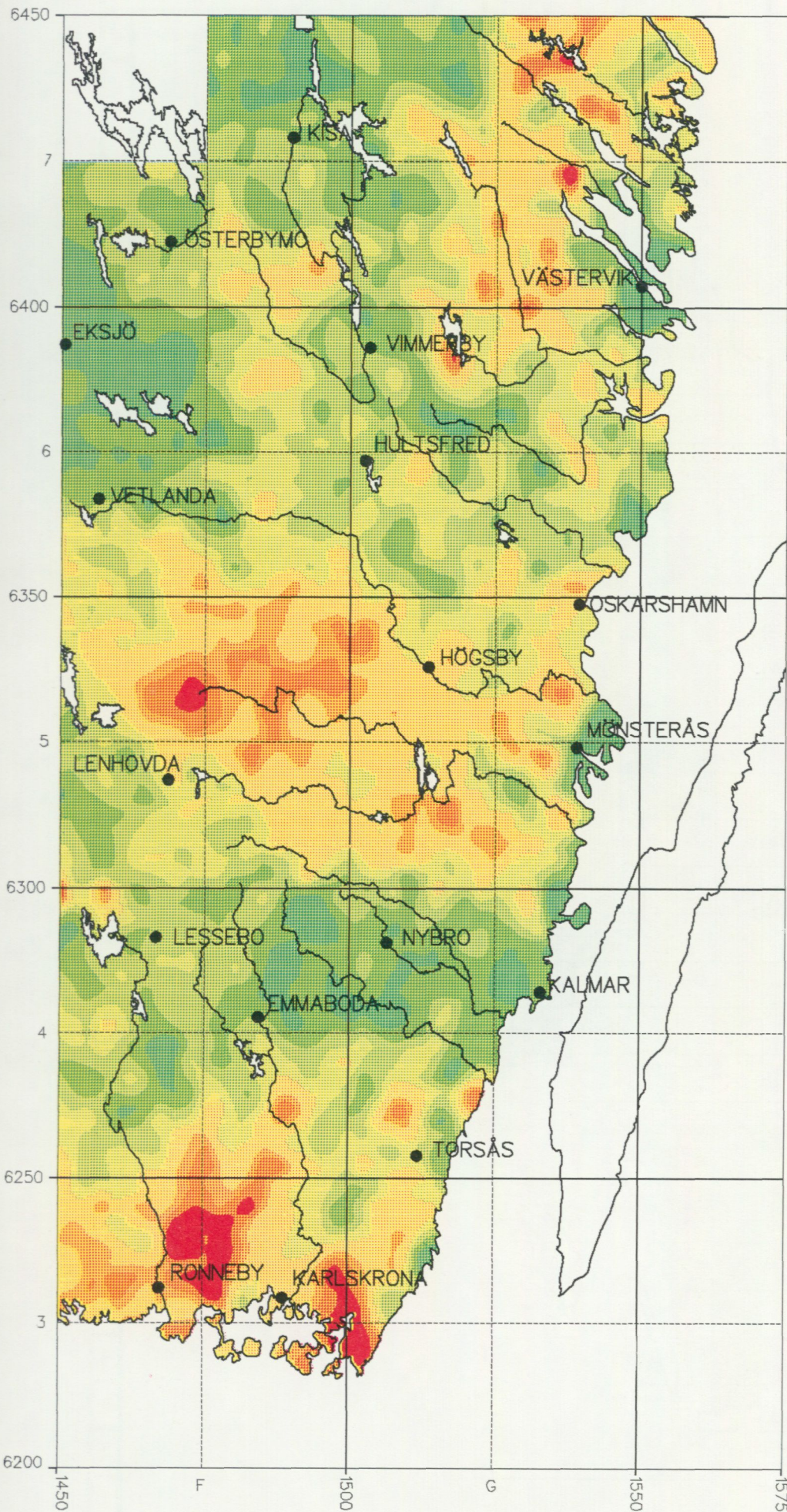


Förenklad bild av Högsta kustlinjens läge. Hakarna vänder mot landyta som någon gång varit täckt av hav (eller issjö). Fyllda ytor representerar större isälvsdeltan. Olika isrörelseriktningar anges med streck, där punkten markerar observationens läge.



Markgeokemiska kartan
Huvud- och spårämnen i morän

-  utgivna t.o.m. 1992
-  under arbete



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

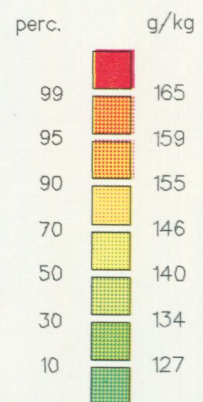
Aluminium (Al₂O₃)

i morän <0.06 mm

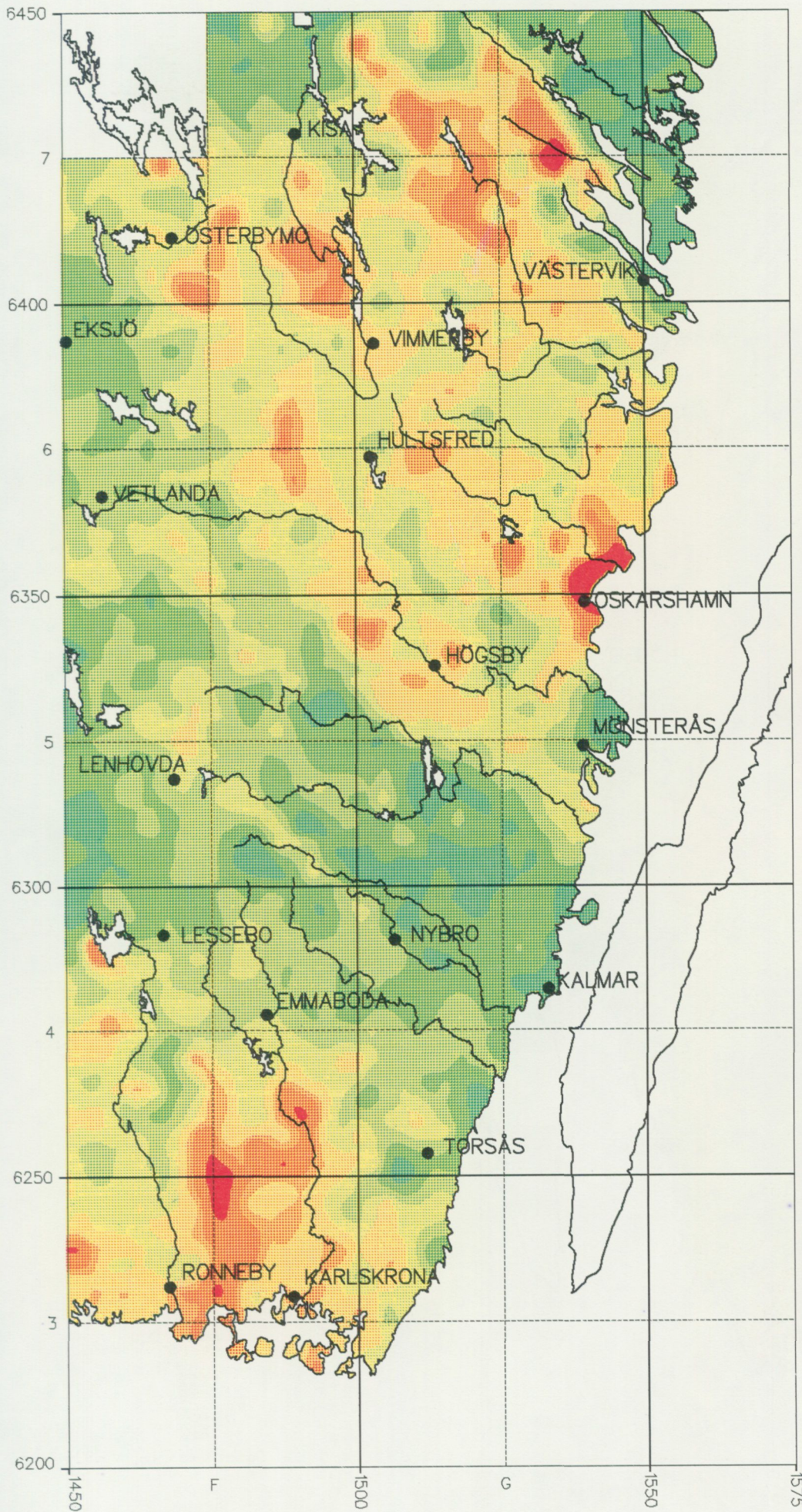
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

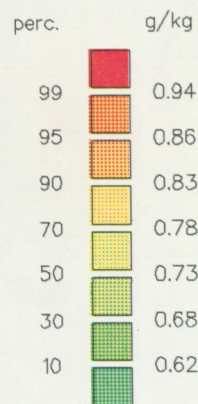
Barium (BaO)

i morän <0.06 mm

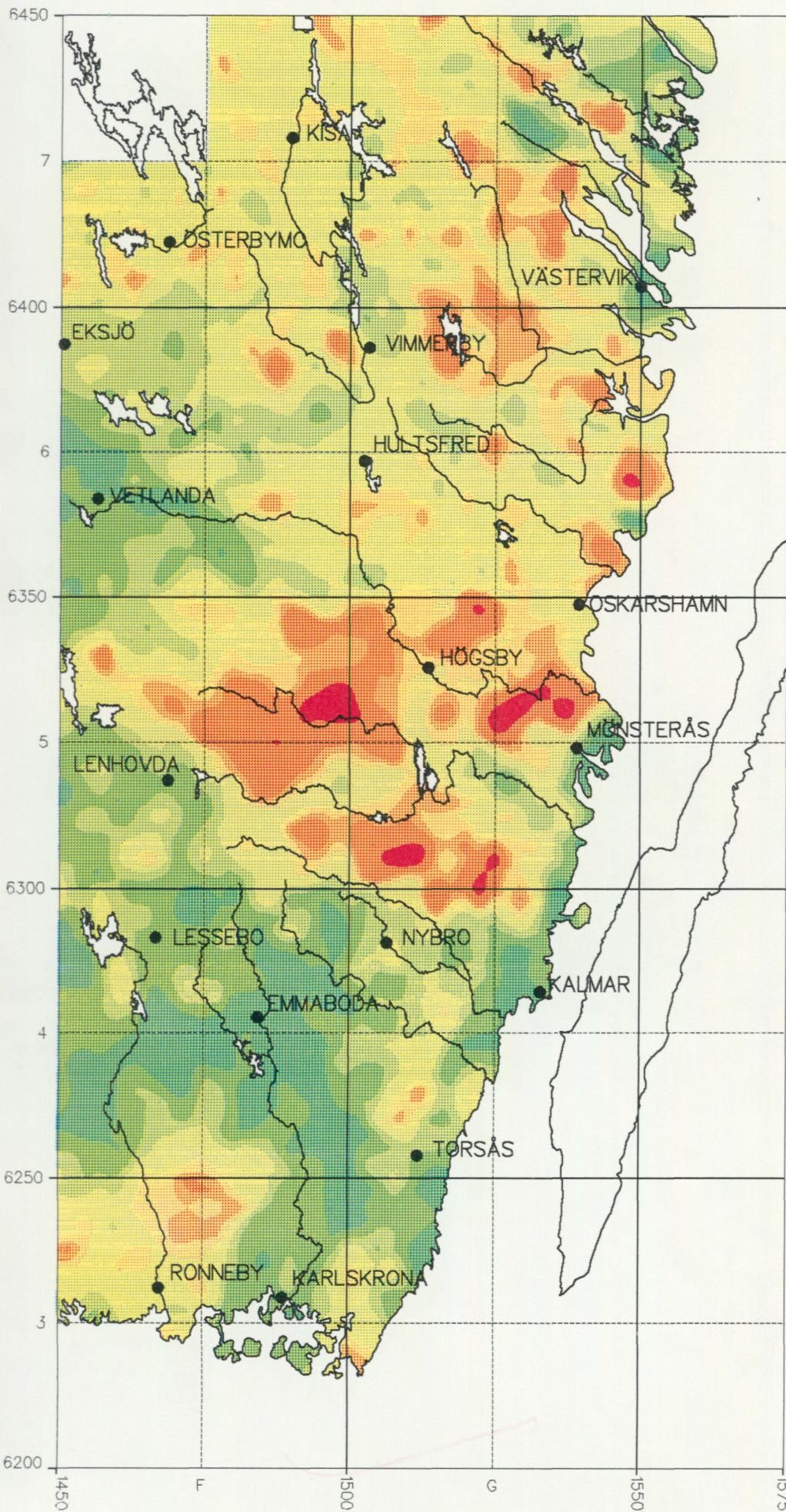
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2606

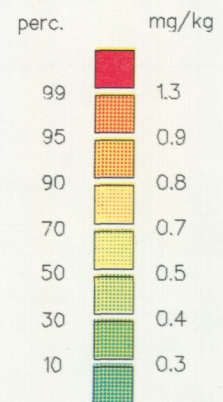
Beryllium (Be)

i morän <0.06 mm

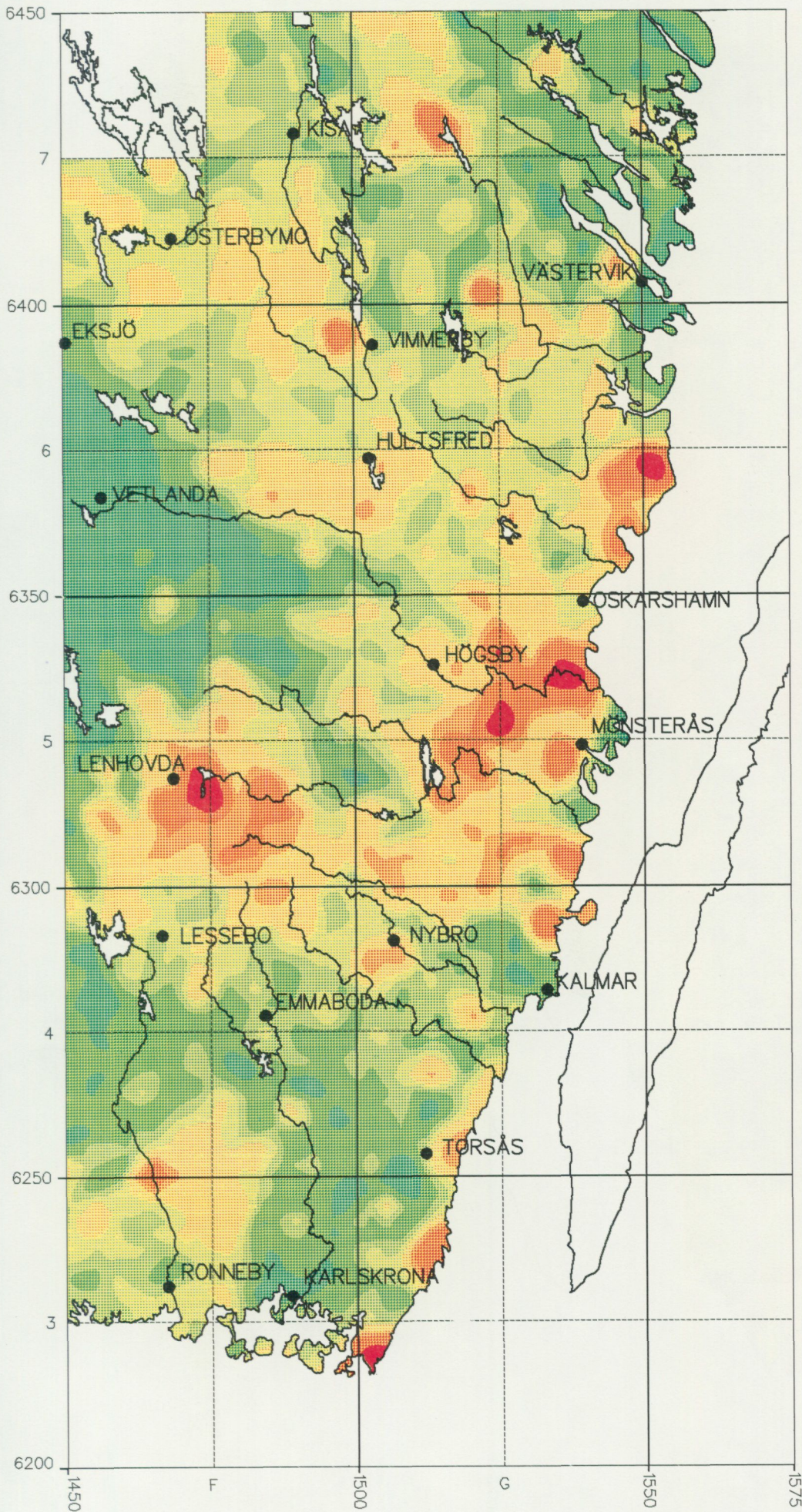
analysmetod : ICP

Kartan visar syralöslig del av elementet i moräns finmo-, mjåla- och lerfraktion

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

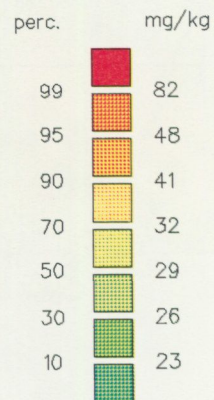
Bly (Pb)

i morän <0.06 mm

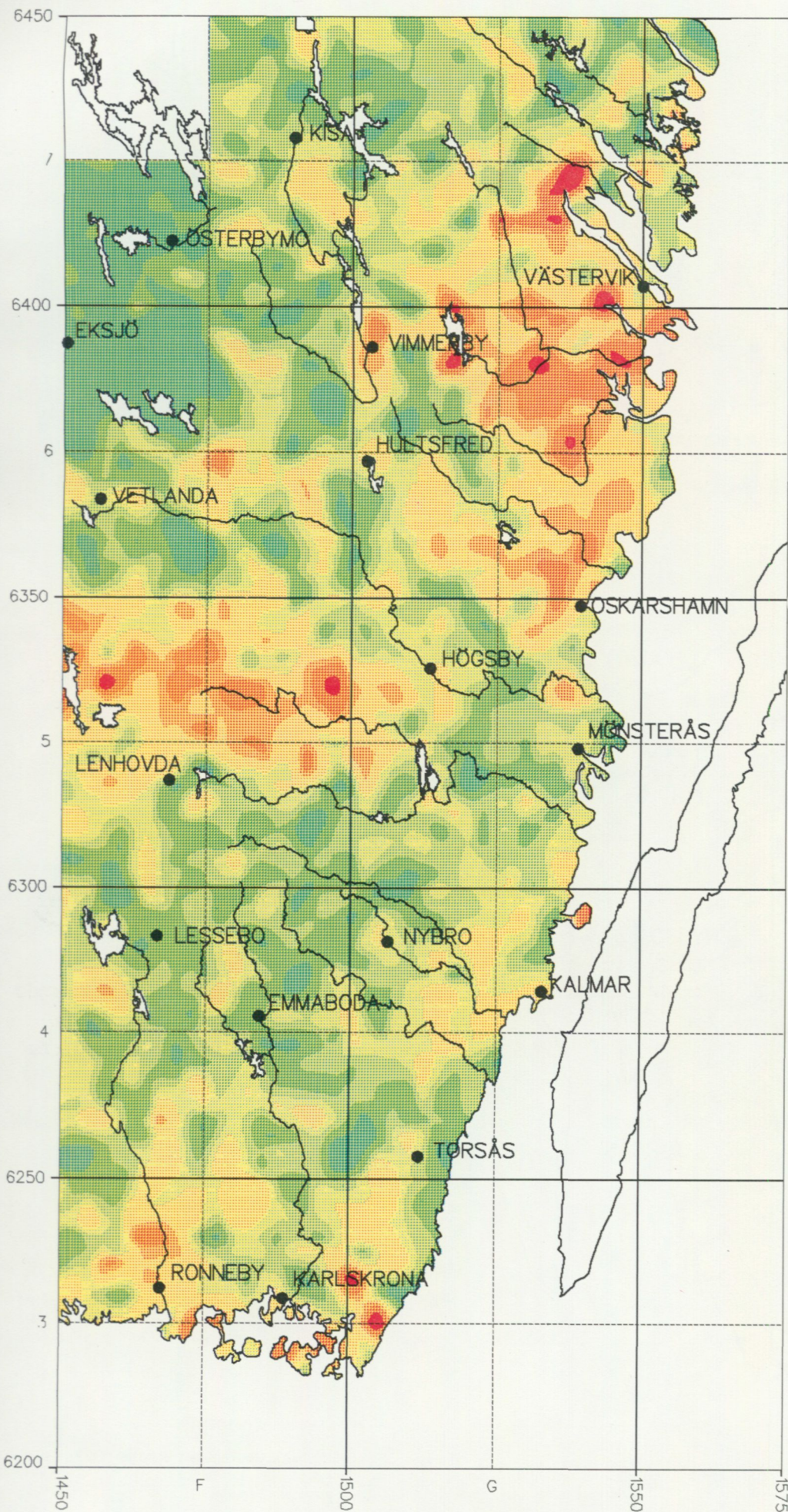
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

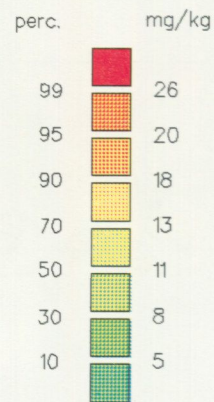
Brom (Br)

i morän <0.06 mm

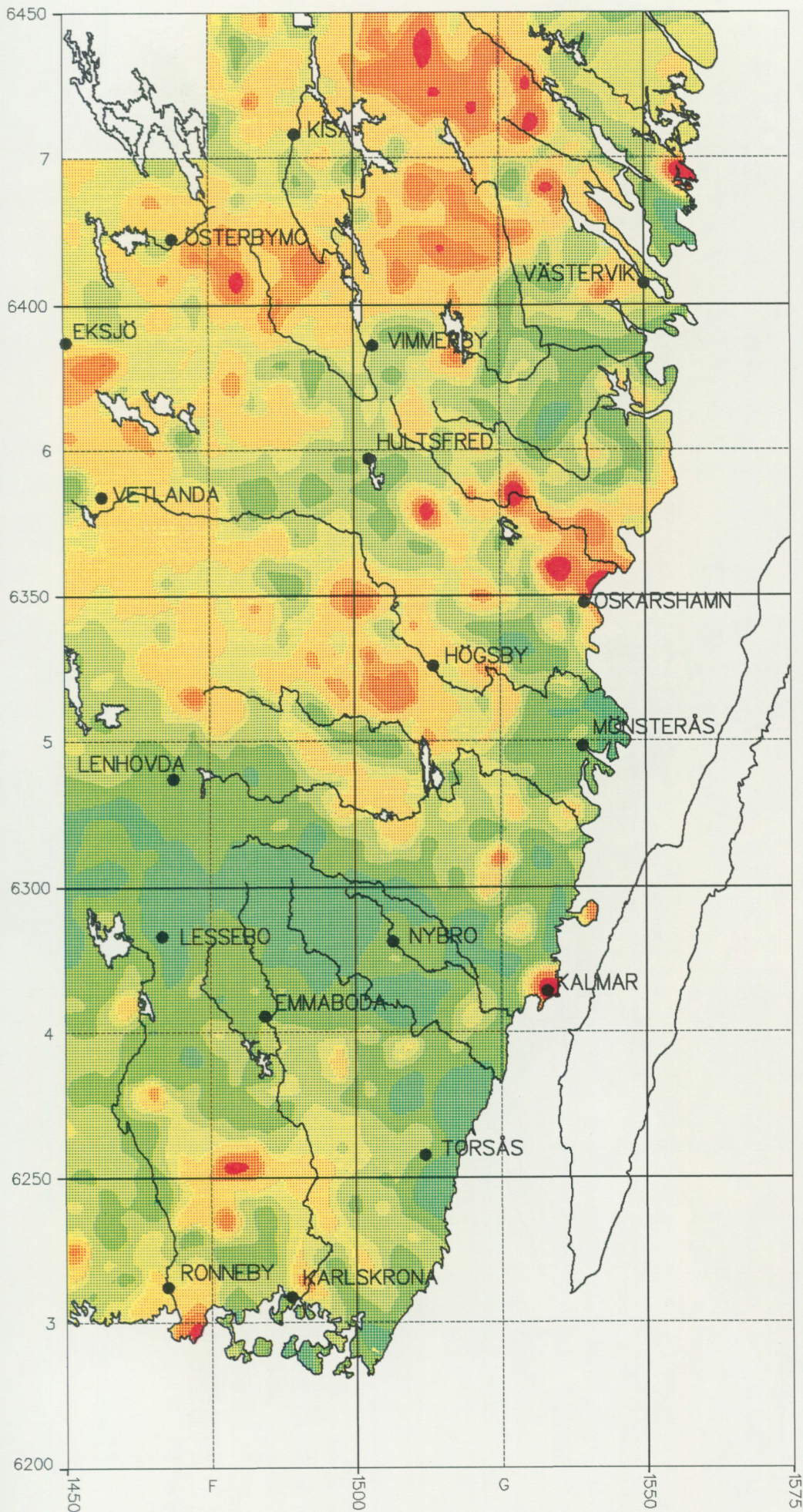
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon
antal prov 2612

Fosfor (P205)

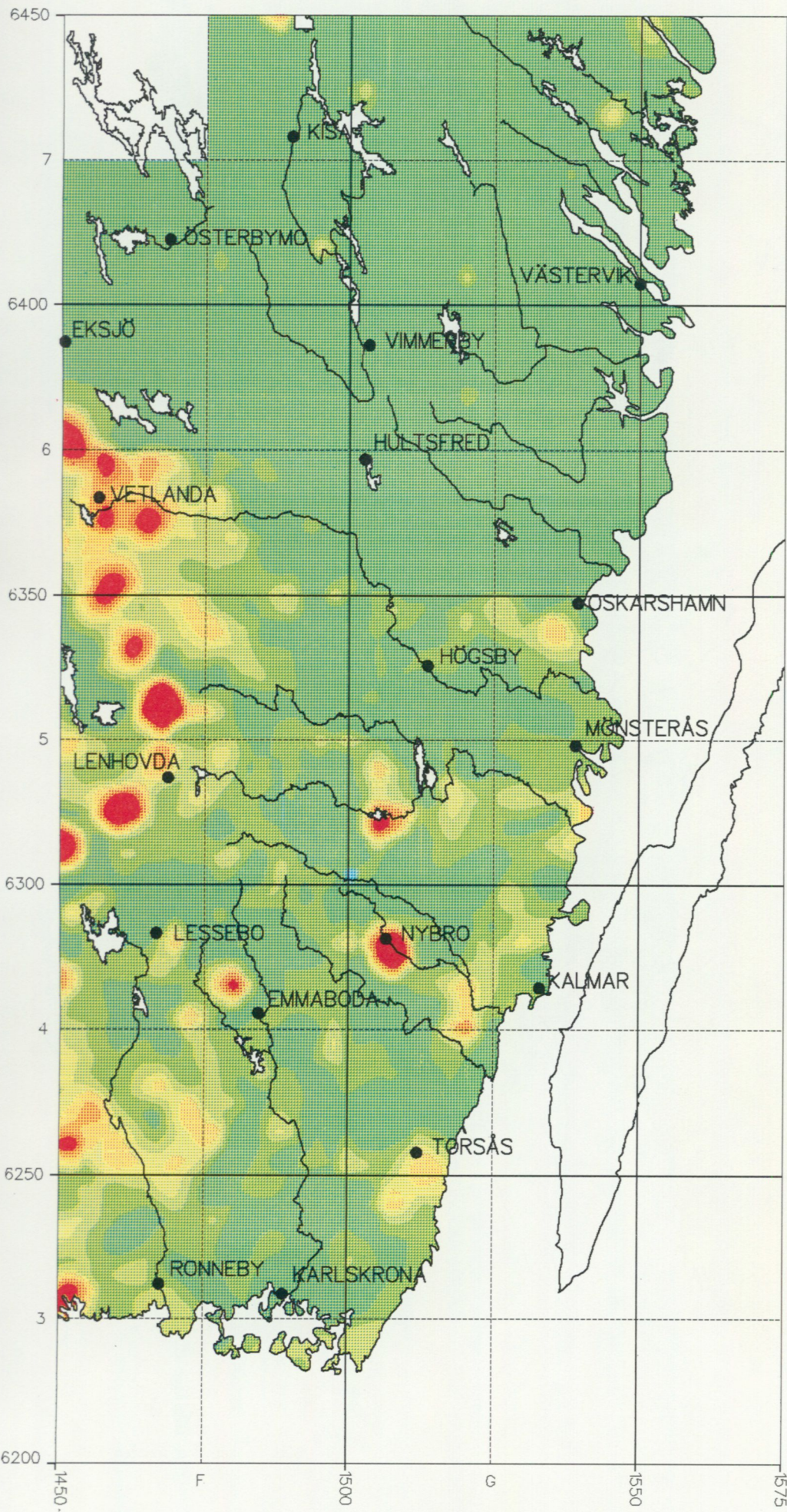
i morän <0.06 mm
analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet
av elementet i moräns
finmo-, mjäla- och ler-
fraktion

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

perc.	g/kg
99	4.6
95	3.9
90	3.6
70	3.0
50	2.7
30	2.3
10	1.7

SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2609

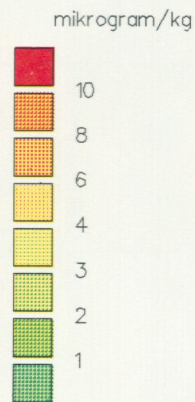
Guld (Au)

i morän <0.06 mm

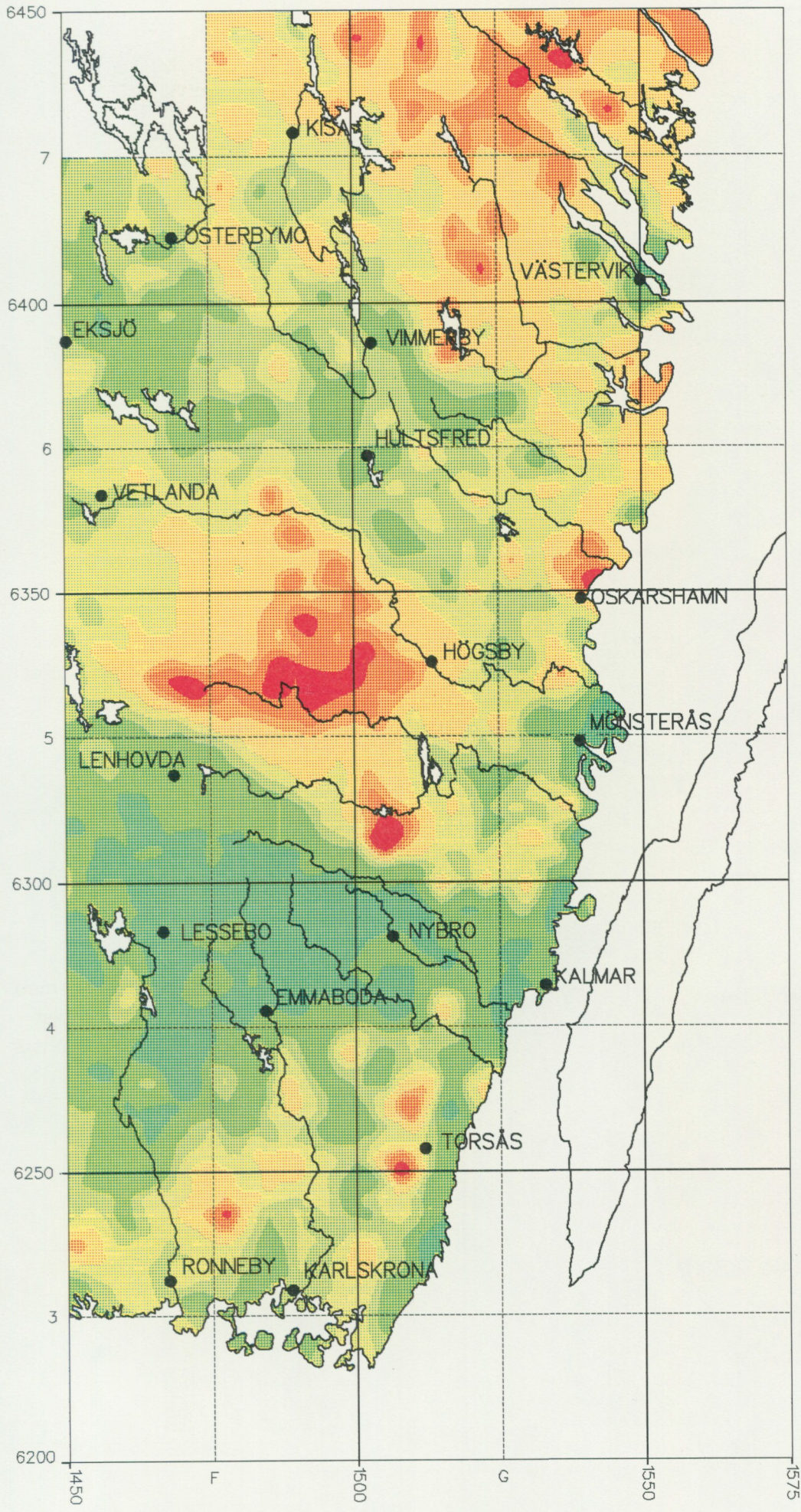
analysmetod : AAS

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

Halterna anges i mikrogram/kg



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta
 skala 1 : 1 miljon
 antal prov 2612

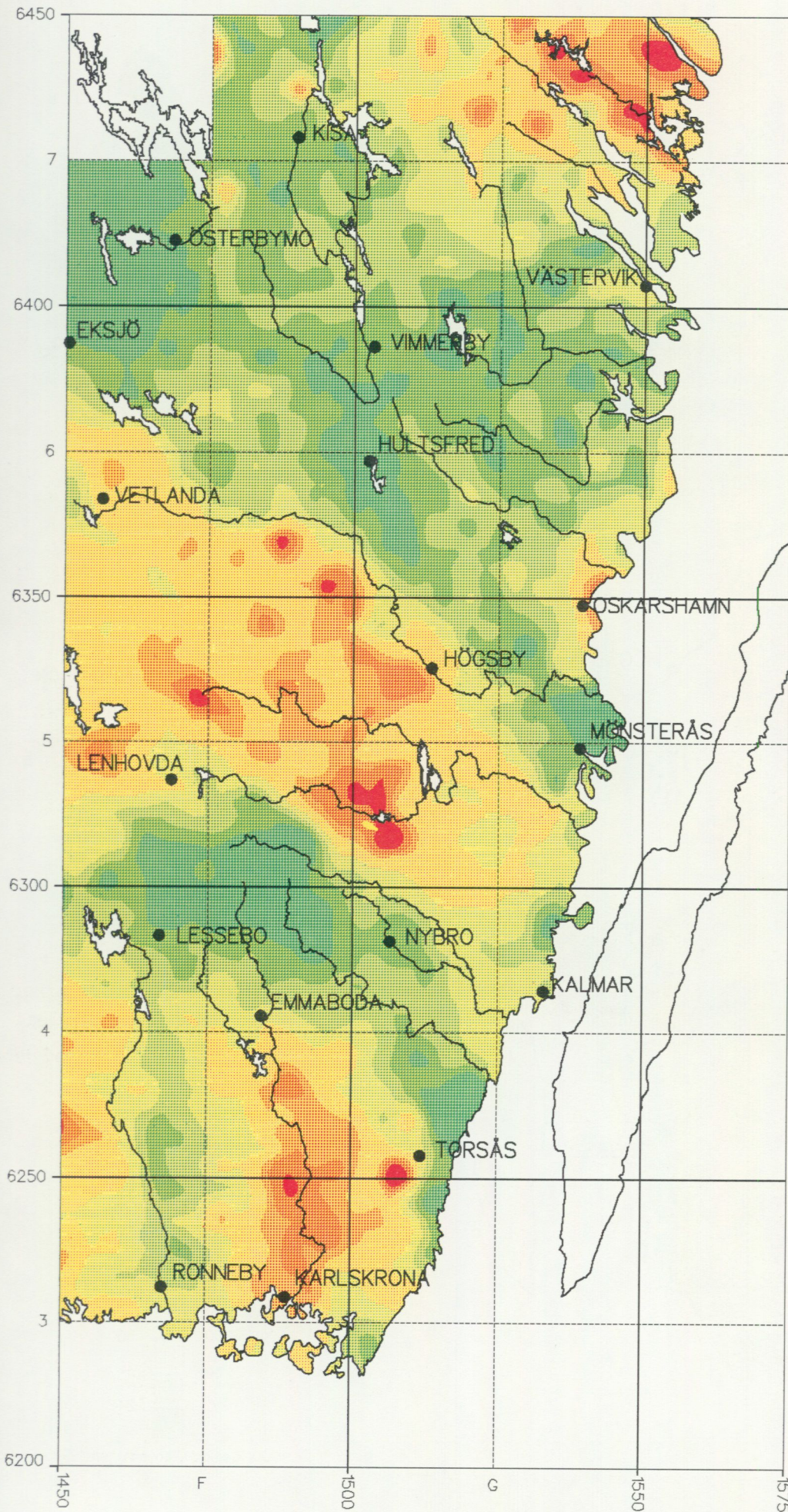
Järn (Fe₂O₃)
 i morän <0.06 mm
 analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet
 av elementet i moräns
 finmo-, mjäla- och ler-
 fraktion

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

perc.	g/kg
99	59
95	52
90	48
70	40
50	35
30	31
10	24

SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

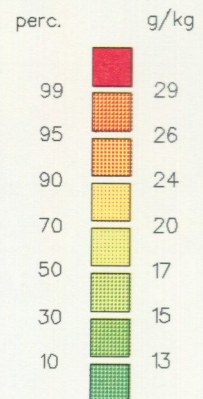
Kalcium (CaO)

i morän <0.06 mm

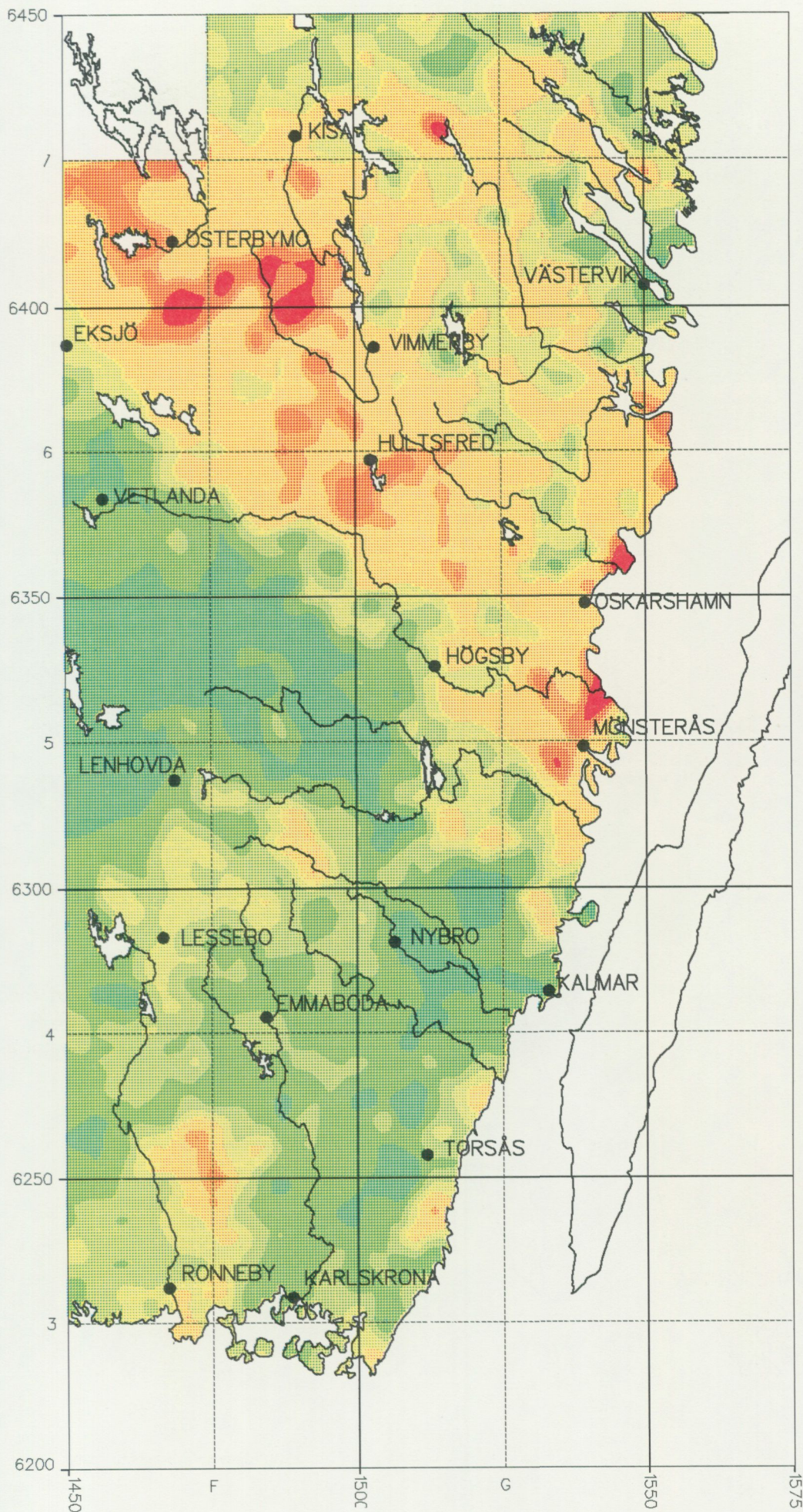
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

Kalium (K₂O)

i morän <0.06 mm

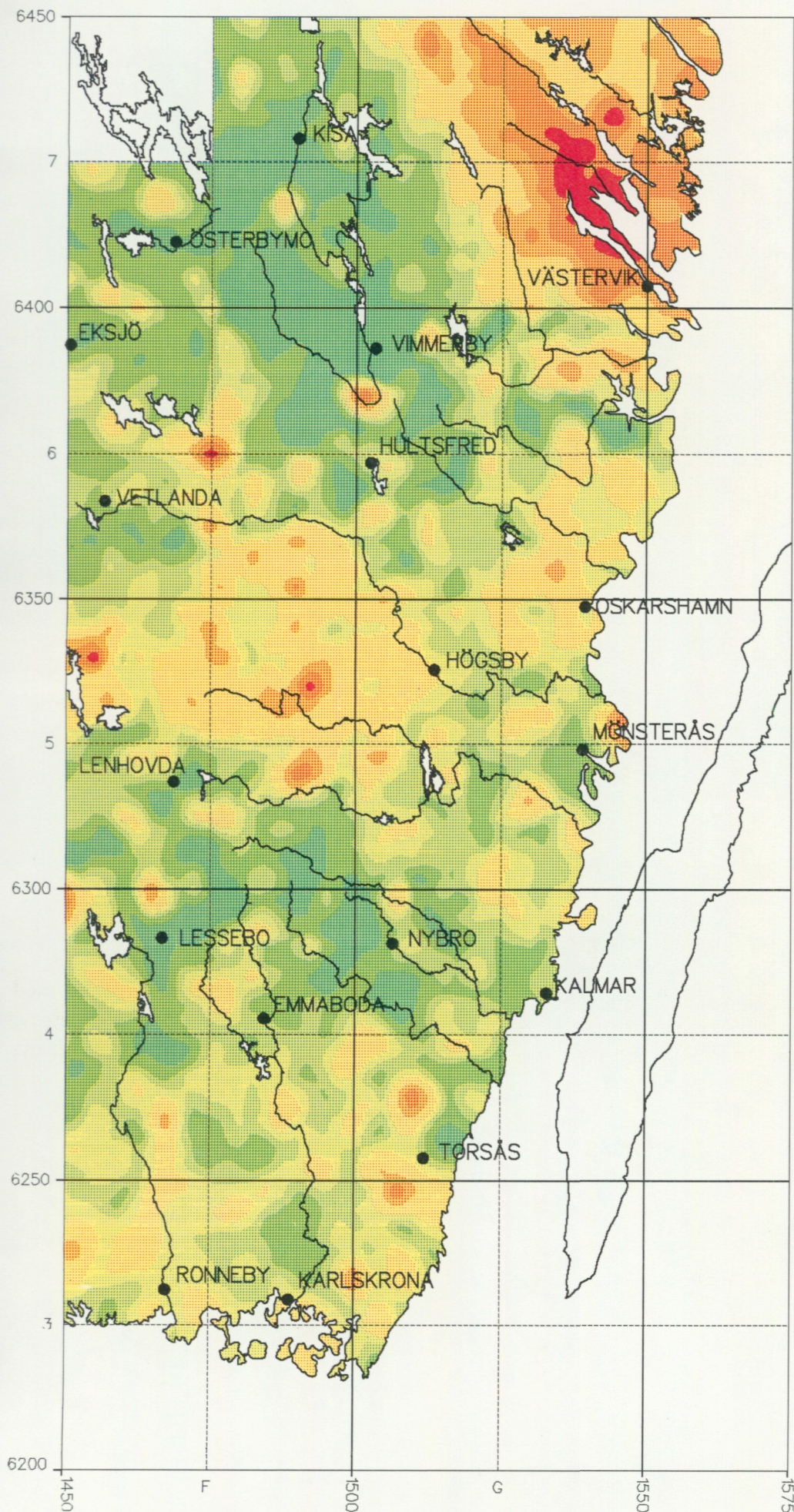
analysmetod : XRF

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

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

perc.	g/kg
99	42
95	40
90	39
70	35
50	33
30	31
10	28

SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

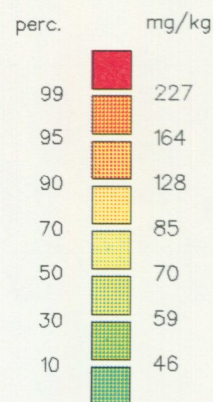
Klor (Cl)

i morän <0.06 mm

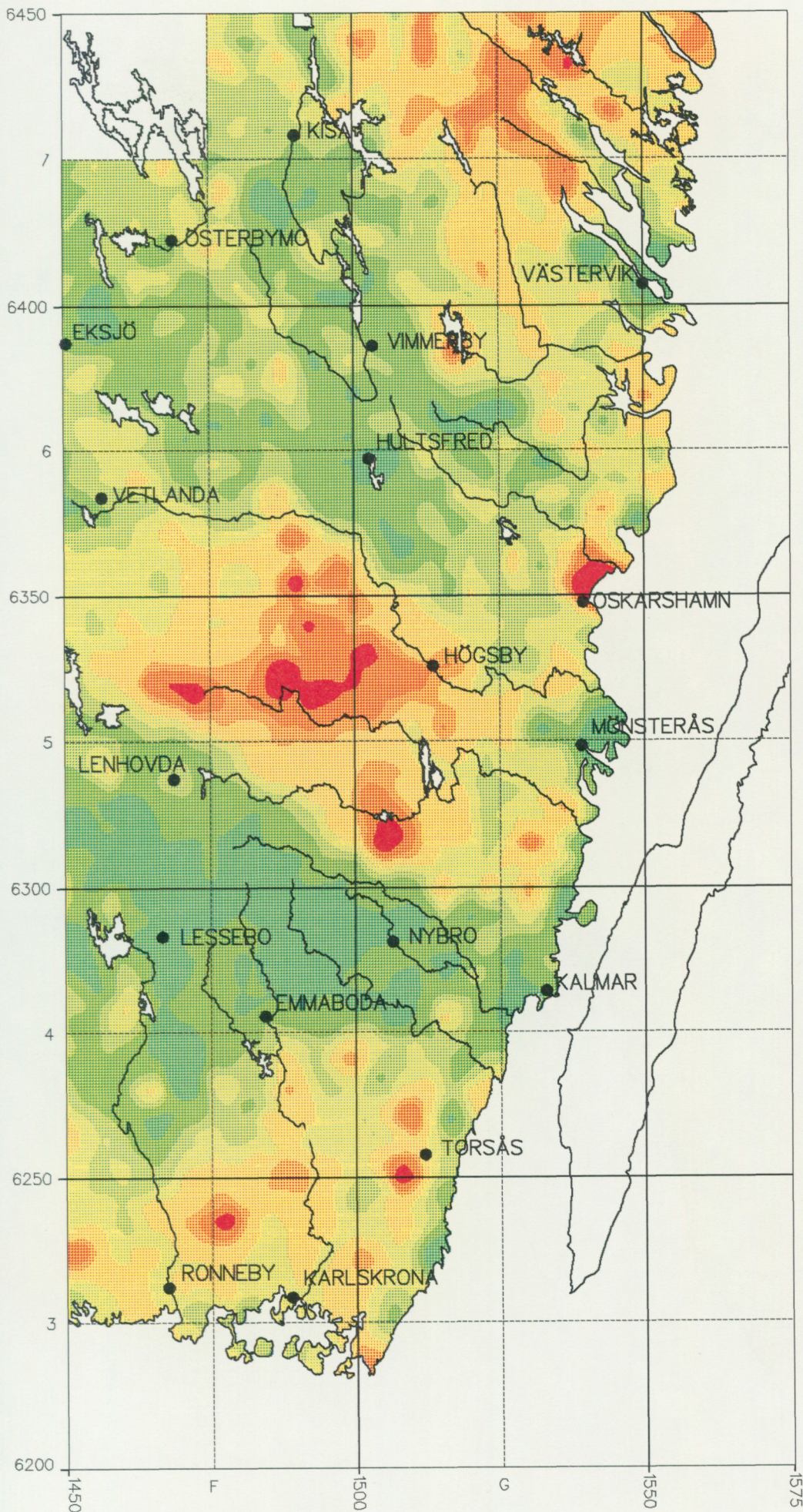
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

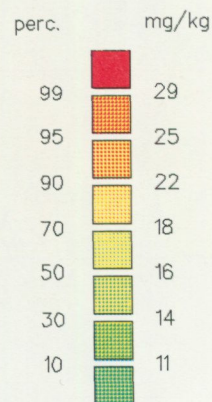
Kobolt (Co)

i morän <0.06 mm

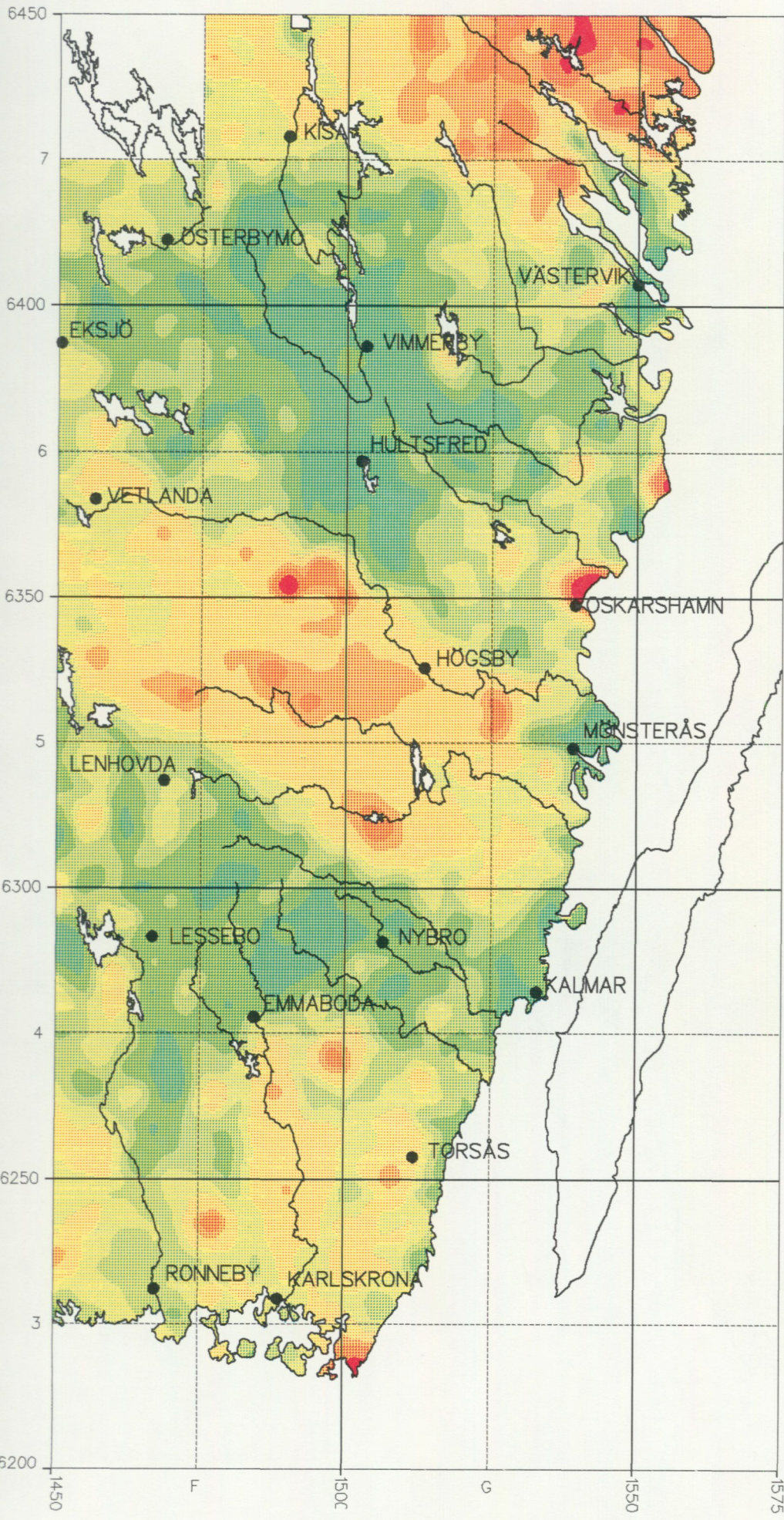
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta
 skala 1 : 1 miljon
 antal prov 2612

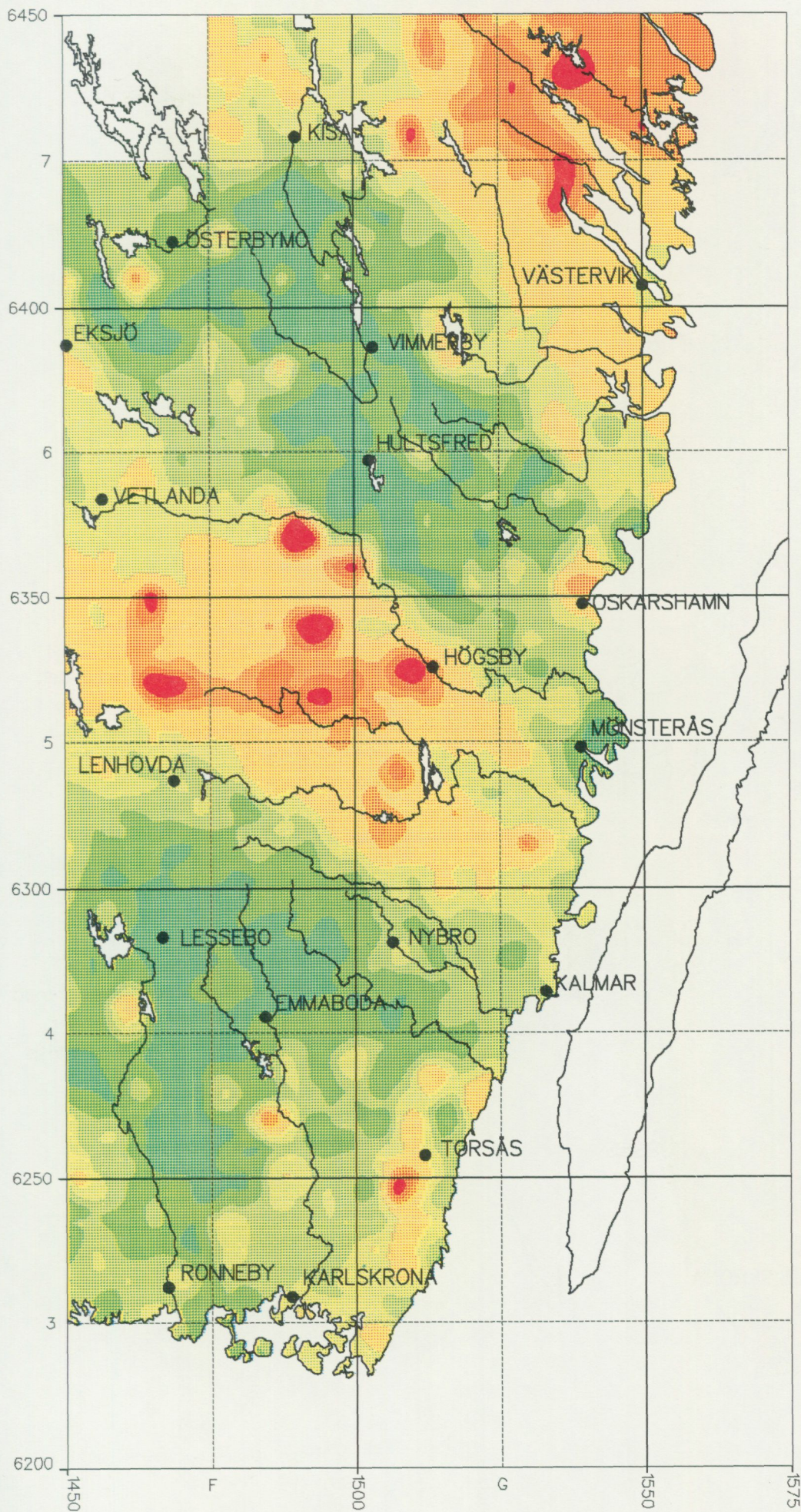
Koppar (Cu)
 i morän <0.06 mm
 analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet
 av elementet i moräns
 finmo-, mjåla- och ler-
 fraktion

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

perc.	mg/kg
99	55
95	36
90	27
70	16
50	12
30	9
10	7

SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

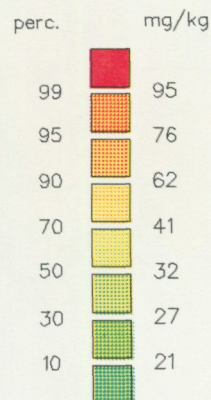
Krom (Cr)

i morän <0.06 mm

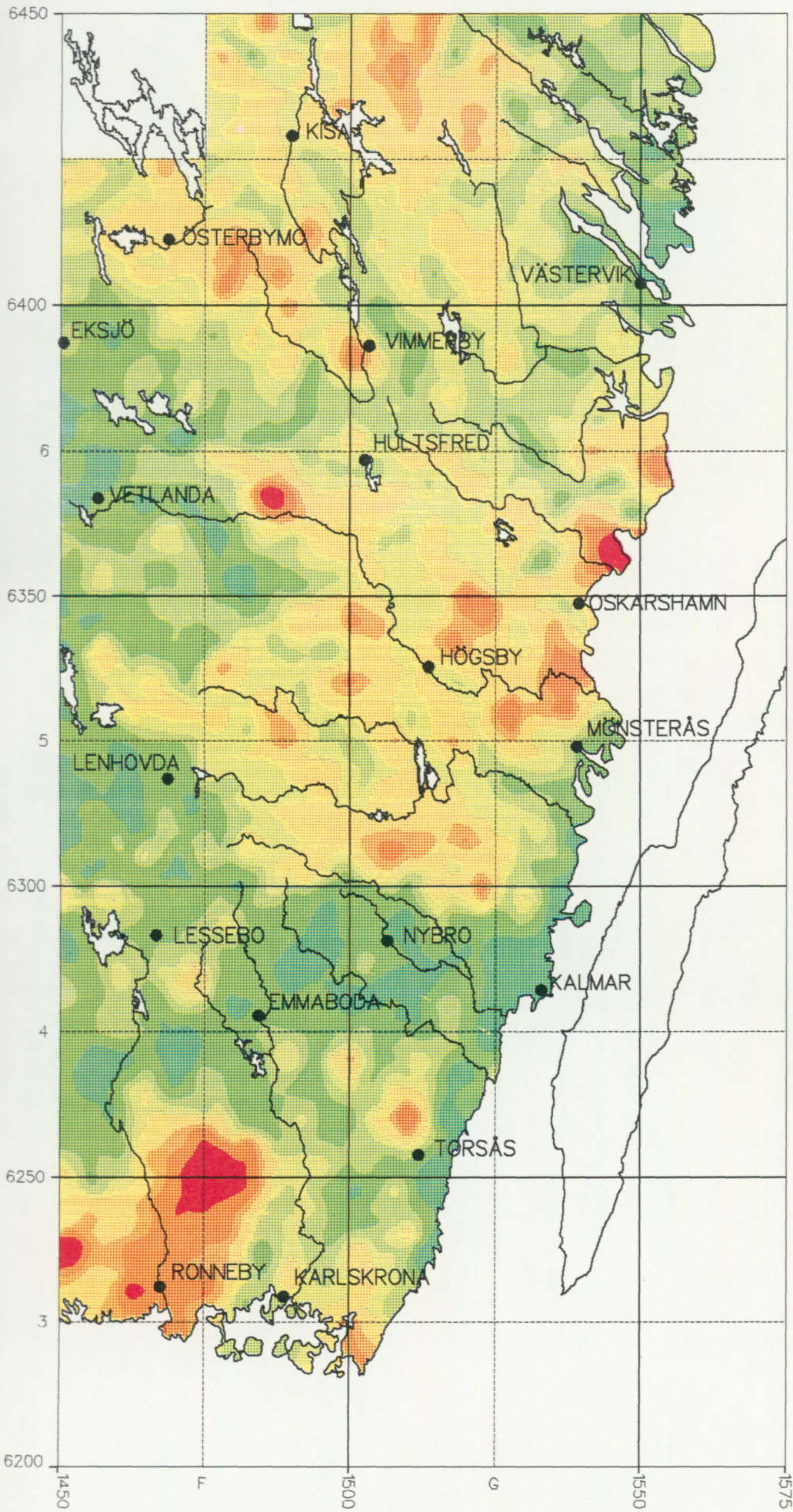
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta
 skala 1 : 1 miljon
 antal prov 2606

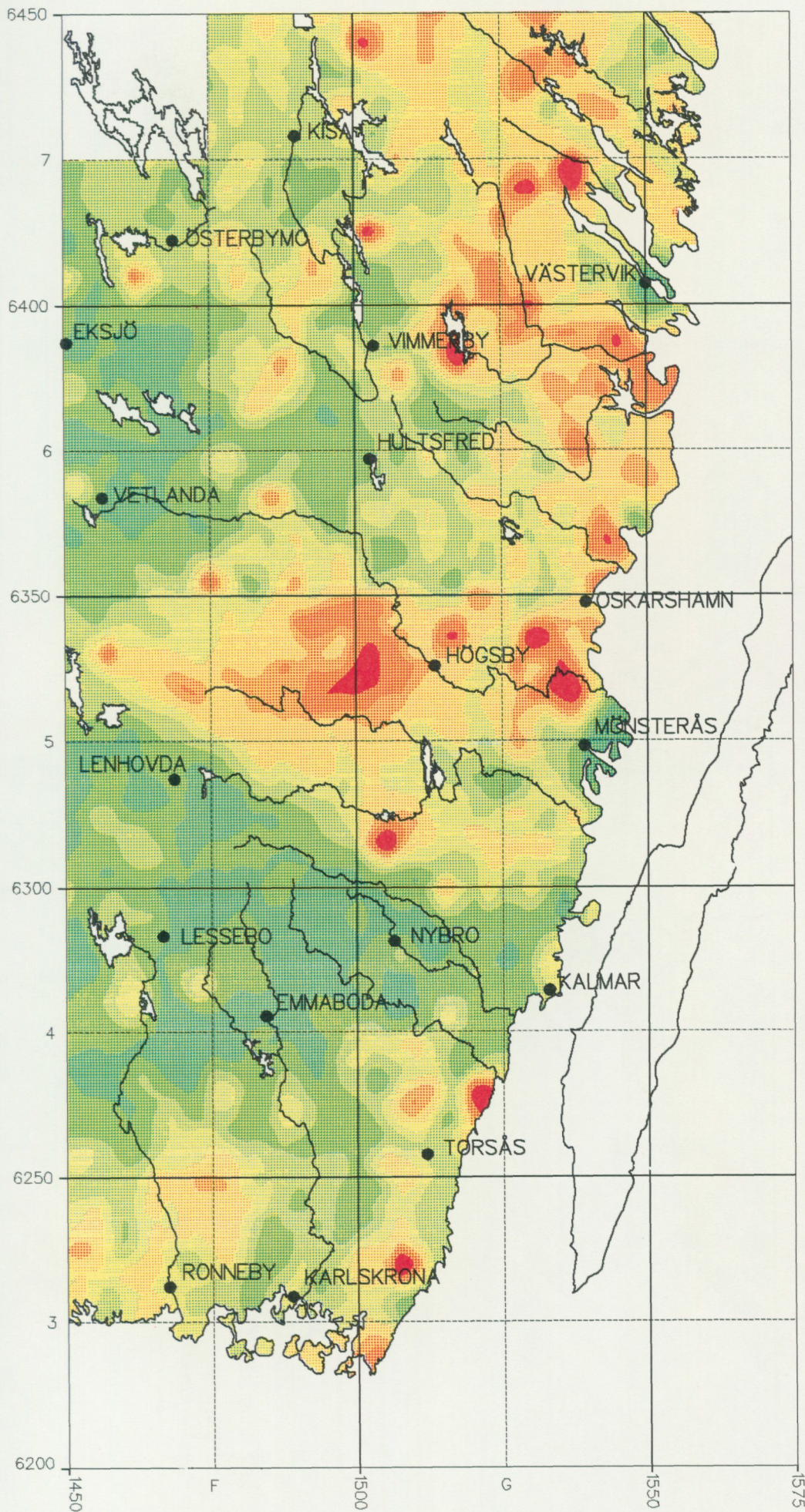
Lantan (La)
 i morän <0.06 mm
 analysmetod : ICP

Kartan visar syralöslig del
 av elementet i moräns
 finmo-, mjåla- och ler-
 fraktion

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

perc.	mg/kg
99	87
95	62
90	51
70	37
50	32
30	27
10	21

SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2606

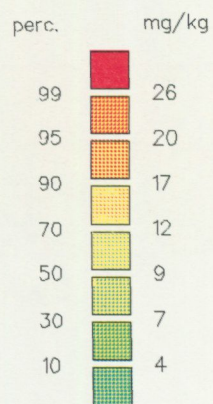
Litium (Li)

i morän <0.06 mm

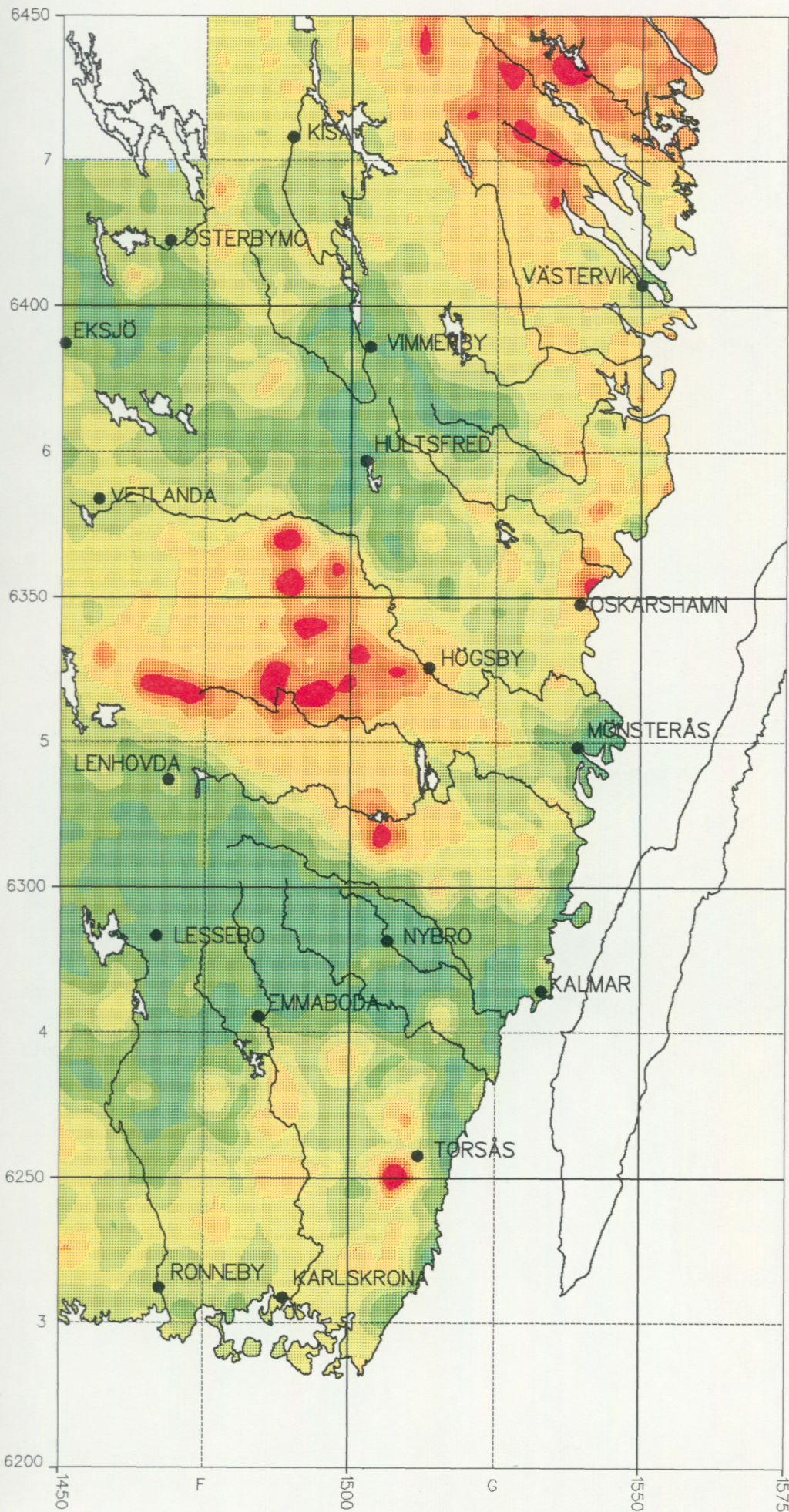
analysmetod : ICP

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

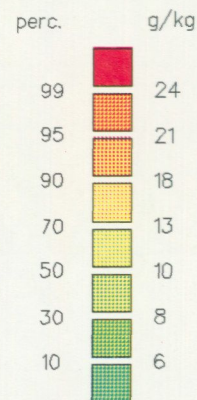
Magnesium (MgO)

i morän <0.06 mm

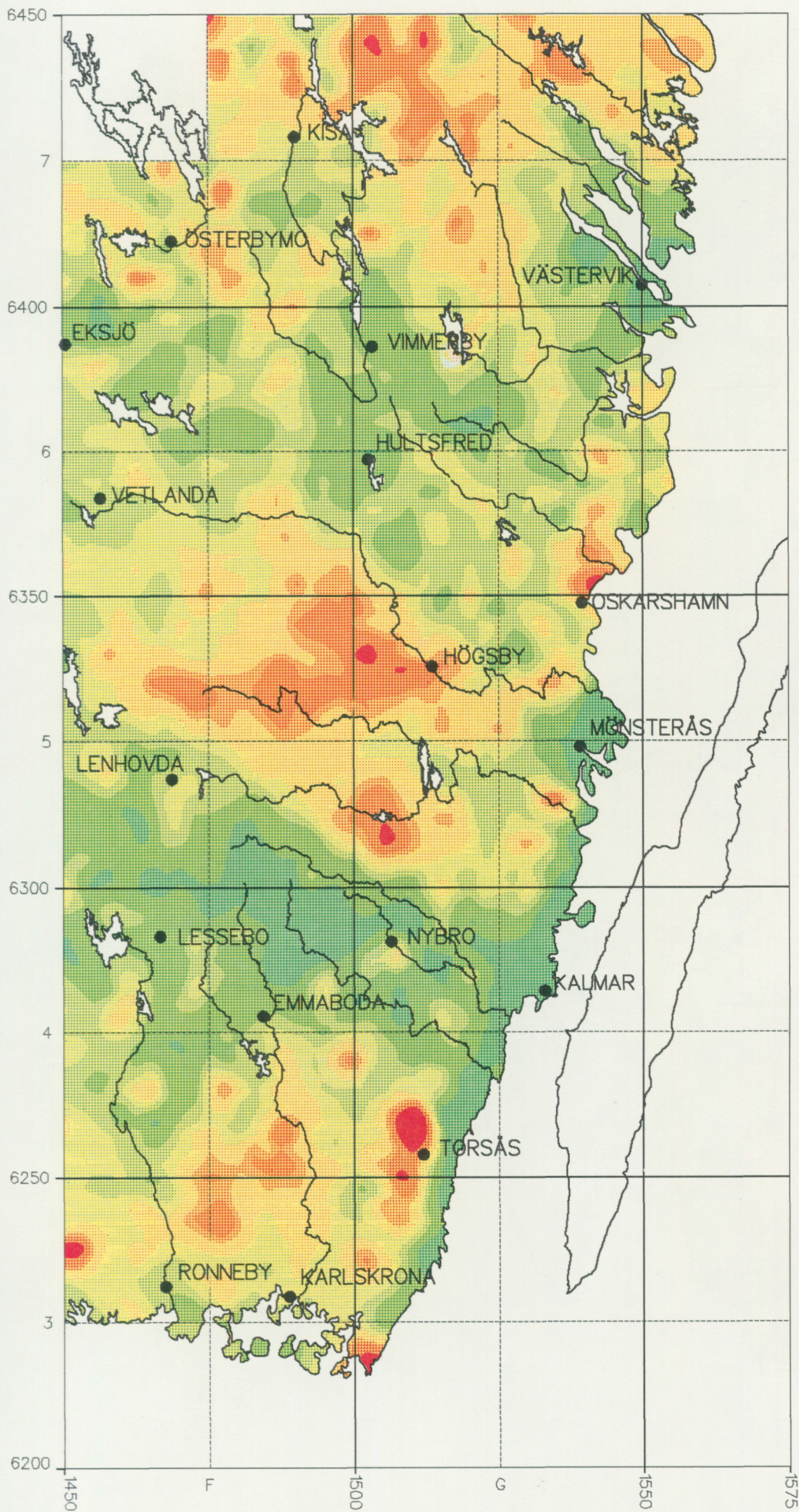
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992

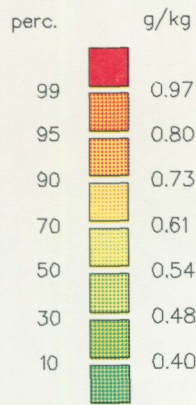


Markgeokemisk karta
 skala 1 : 1 miljon
 antal prov 2612

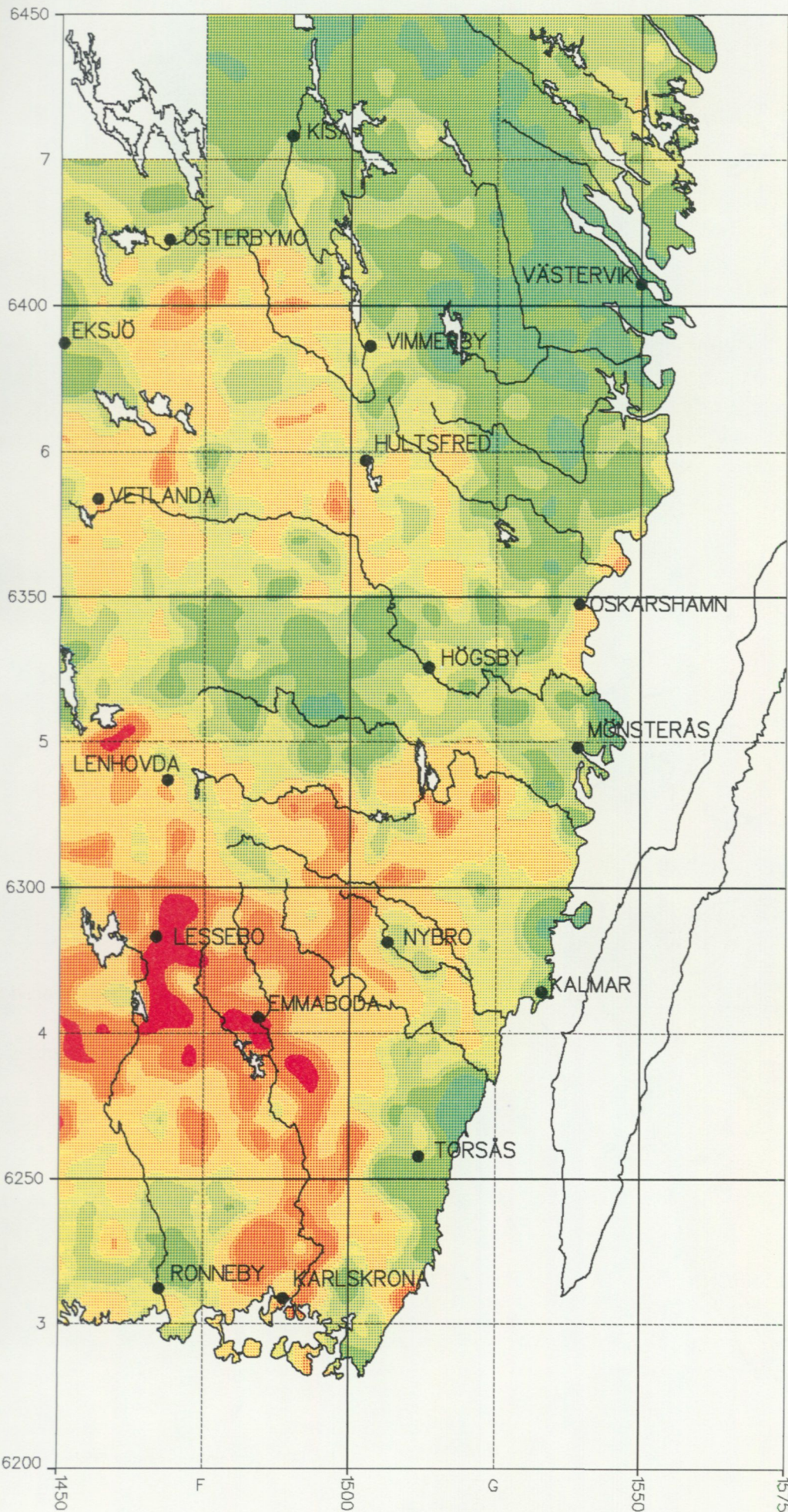
Mangan (MnO)
 i morän <0.06 mm
 analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet
 av elementet i moräns
 finmo-, mjåla- och ler-
 fraktion

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

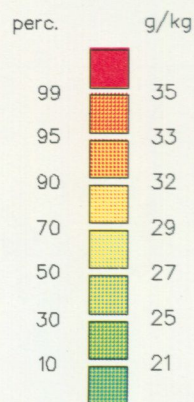
Natrium (Na₂O)

i morän <0.06 mm

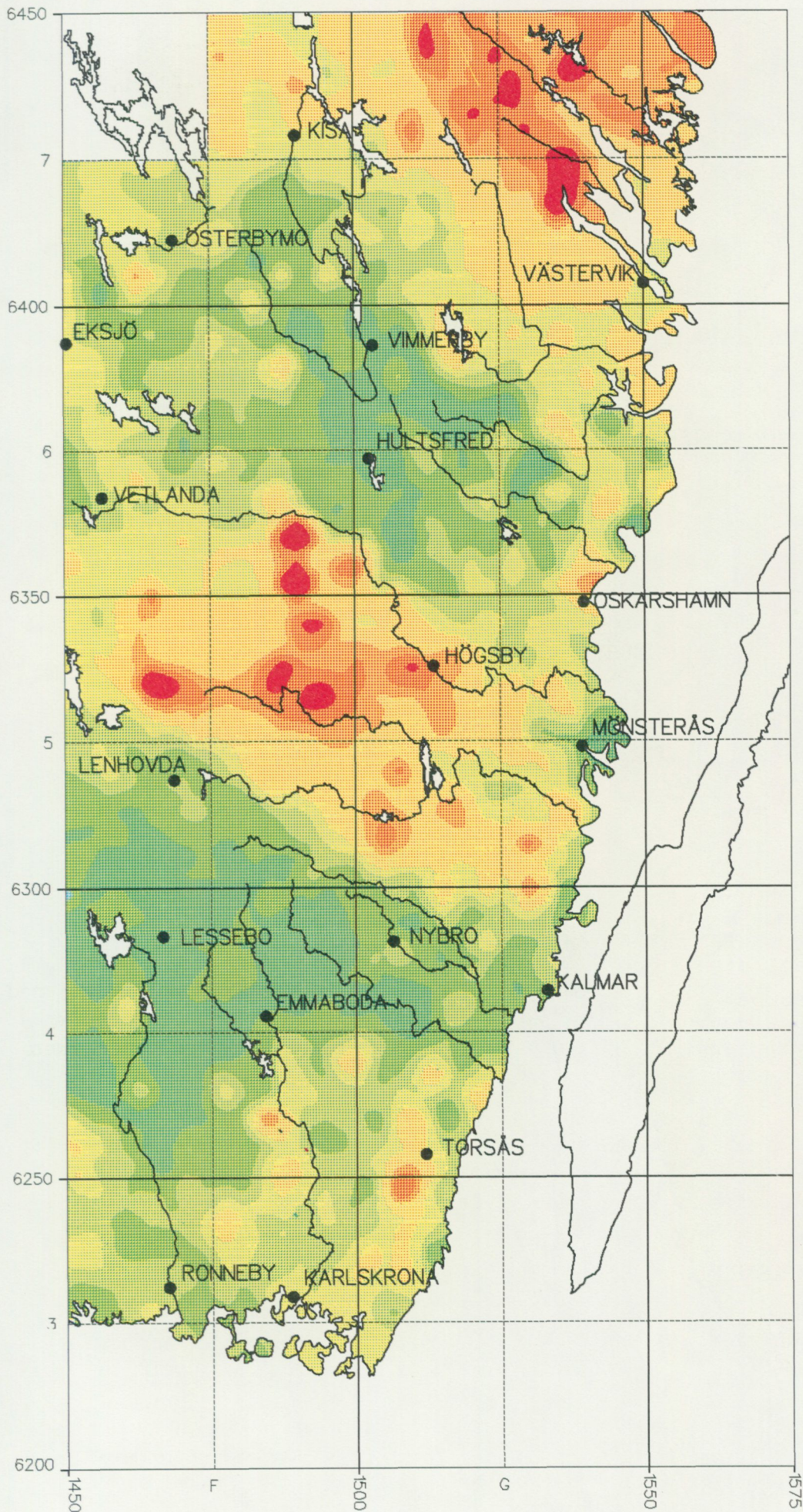
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992

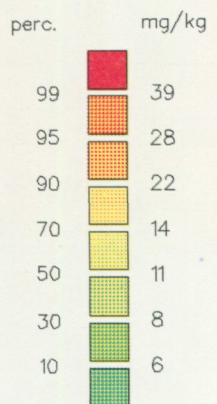


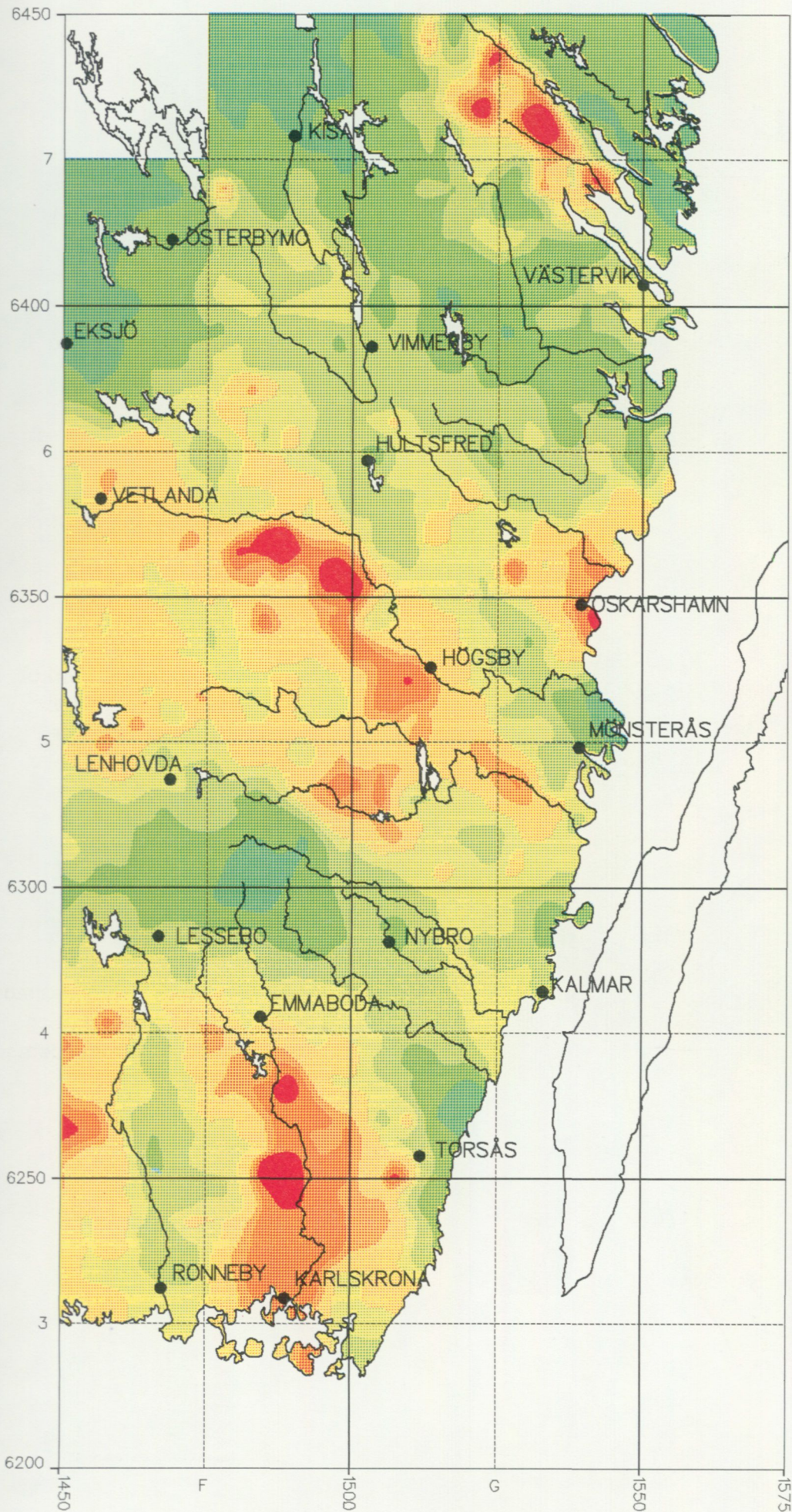
Markgeokemisk karta
 skala 1 : 1 miljon
 antal prov 2612

Nickel (Ni)
 i morän <0.06 mm
 analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet
 av elementet i moräns
 finmo-, mjåla- och ler-
 fraktion

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





Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

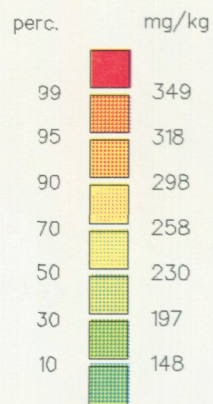
Strontium (Sr)

i morän <0.06 mm

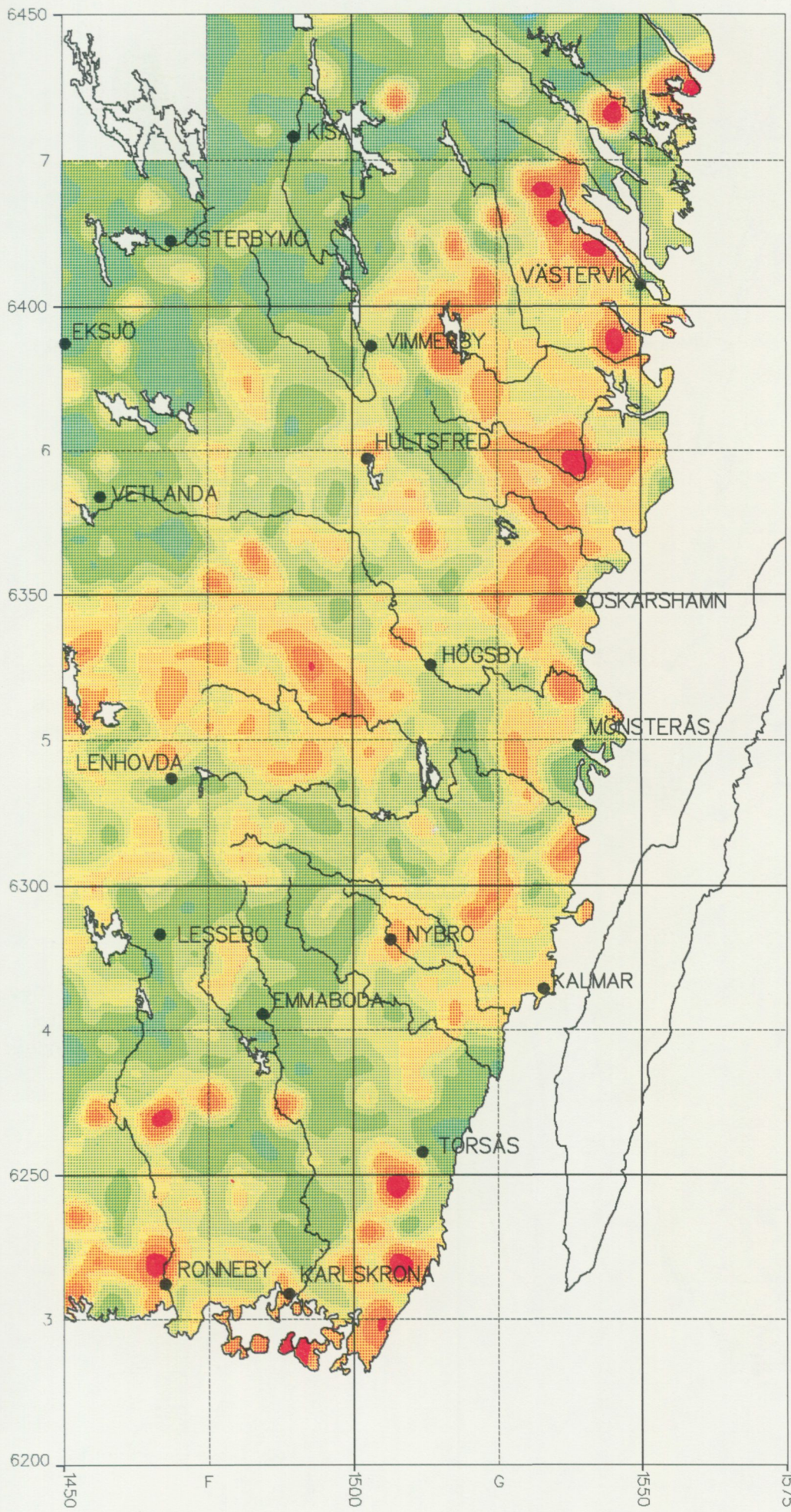
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta
 skala 1 : 1 miljon
 antal prov 2612

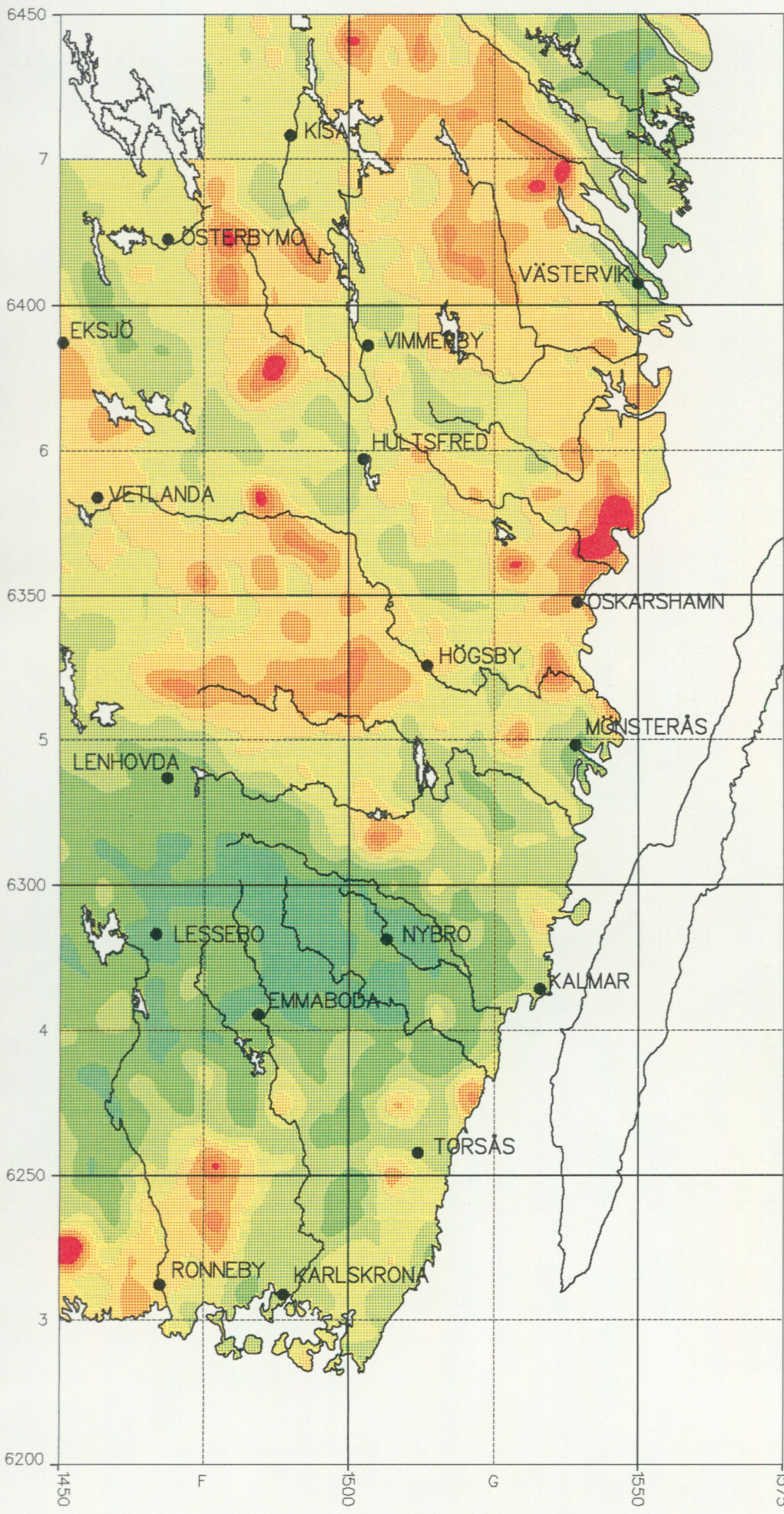
Svavel (S)
 i morän <0.06 mm
 analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet
 av elementet i moräns
 fimmo-, mjöla- och ler-
 fraktion

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

perc.	mg/kg
99	710
95	510
90	400
70	310
50	250
30	190
10	130

SGU, Geokemiska enheten 1992

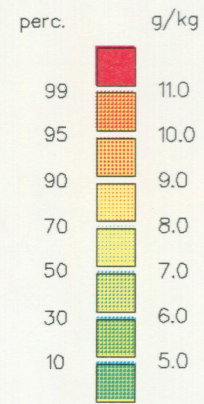


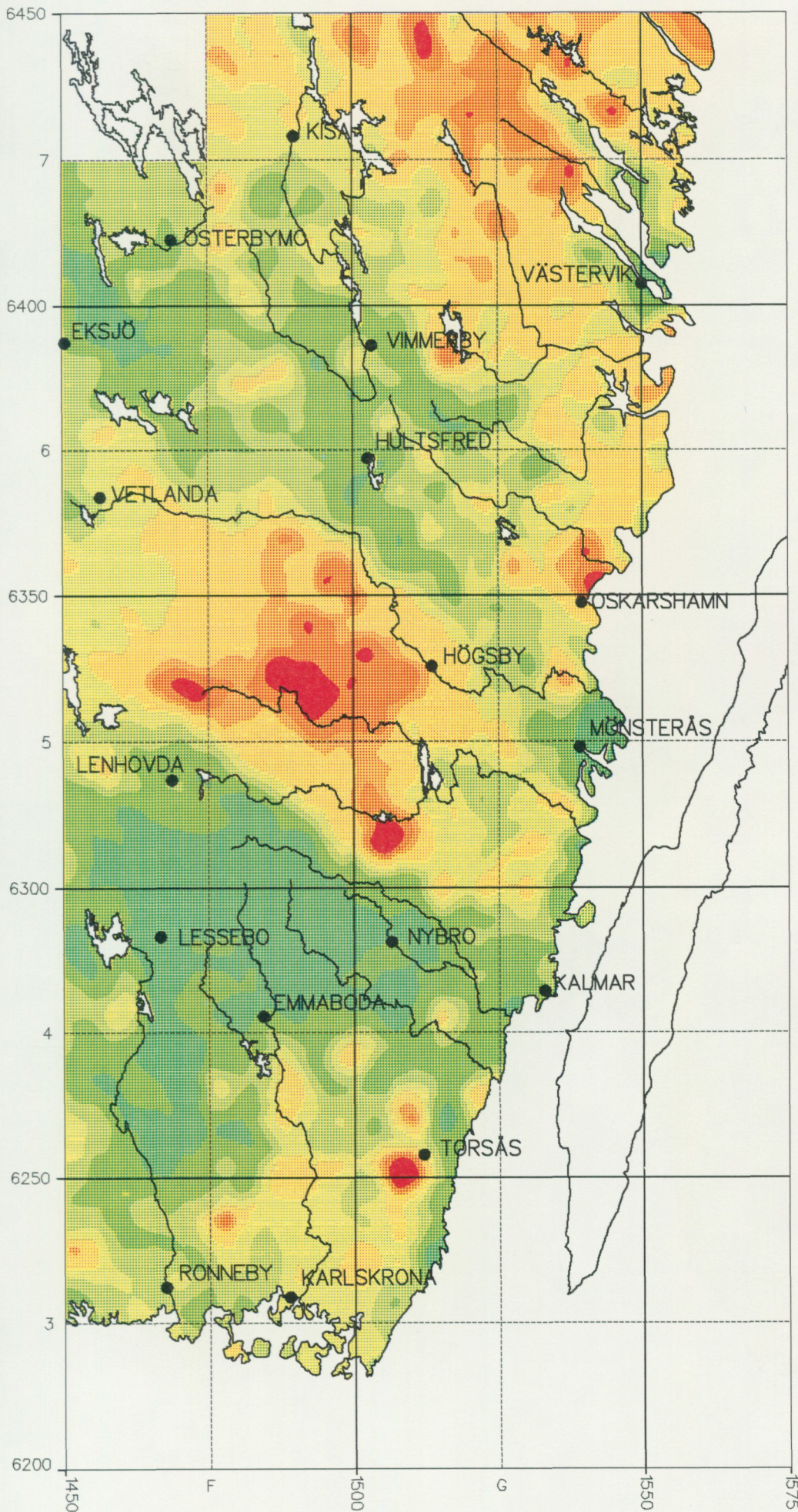
Markgeokemisk karta
 skala 1 : 1 miljon
 antal prov 2612

Titan (TiO₂)
 i morän <0.06 mm
 analysmetod : XRF

Kartan visar totalinnehållet
 av elementet i morärens
 finmo-, mjöla- och ler-
 fraktion

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





Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

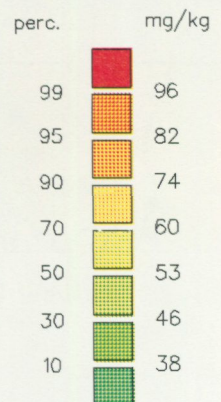
Vanadin (V)

i morän <0.06 mm

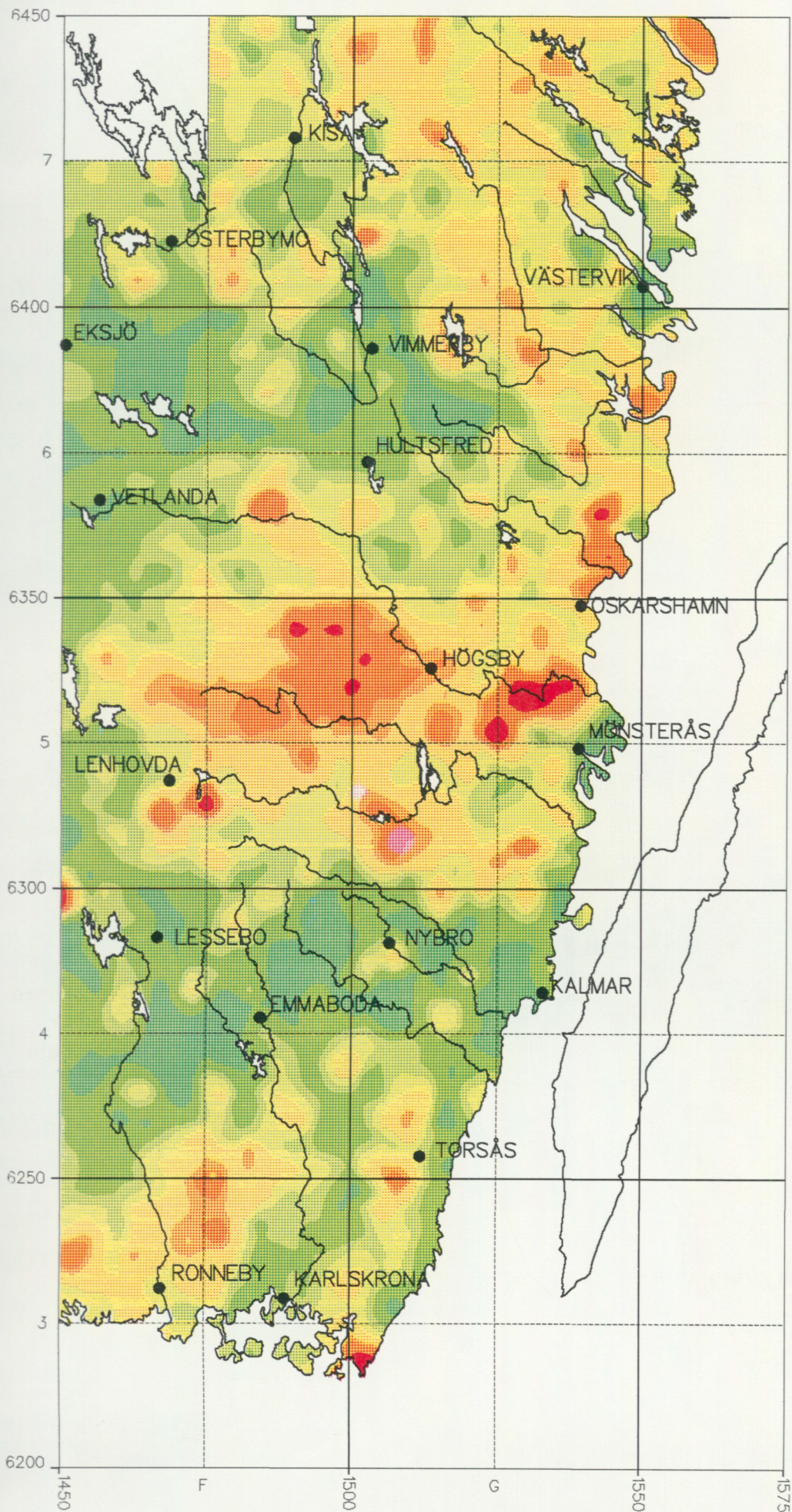
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

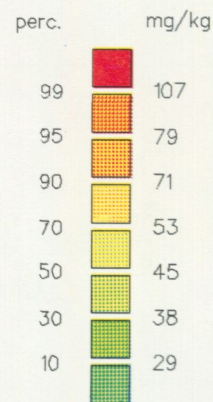
Zink (Zn)

i morän <0.06 mm

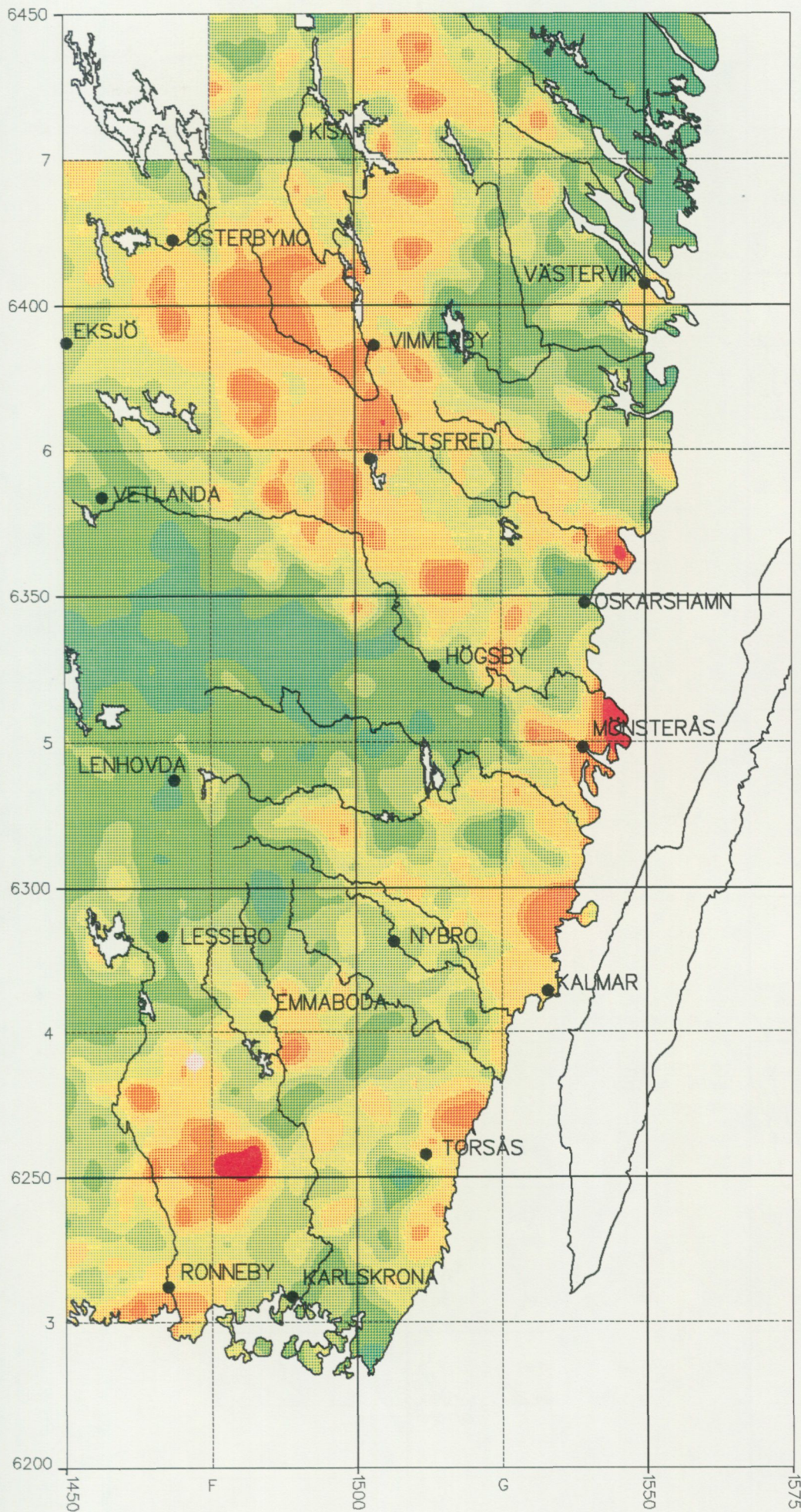
analysmetod : XRF

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

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



SGU, Geokemiska enheten 1992



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 2612

Zirkonium (Zr)

i morän <0.06 mm

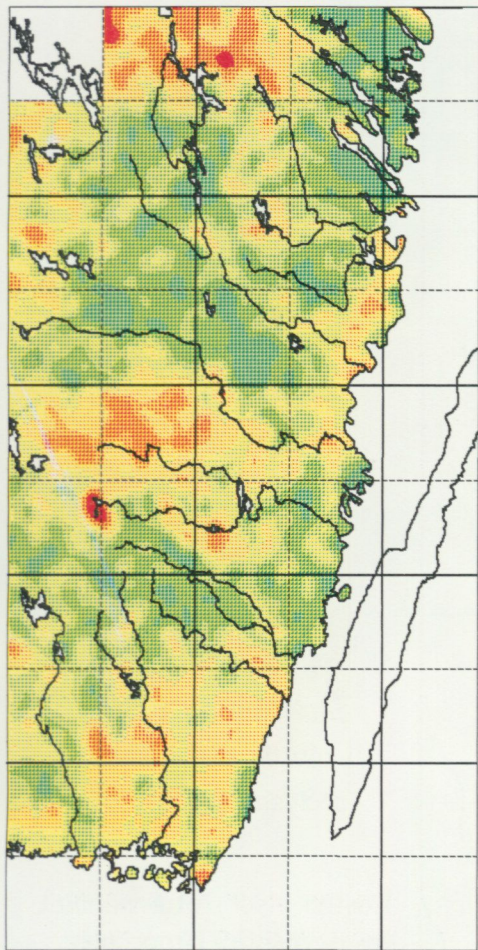
analysmetod : XRF

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

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

perc.	mg/kg
99	912
95	752
90	702
70	611
50	562
30	510
10	430

SGU, Geokemiska enheten 1992

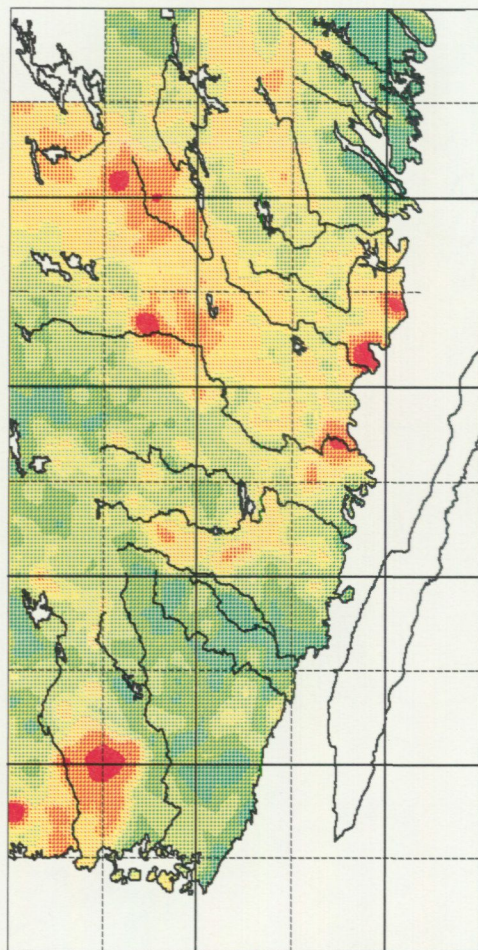
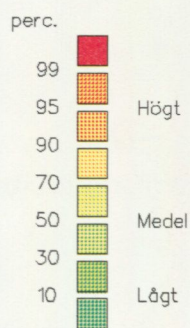


Arsenik (As)

i morän <0.06 mm

analysmetod : XRF

Klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd

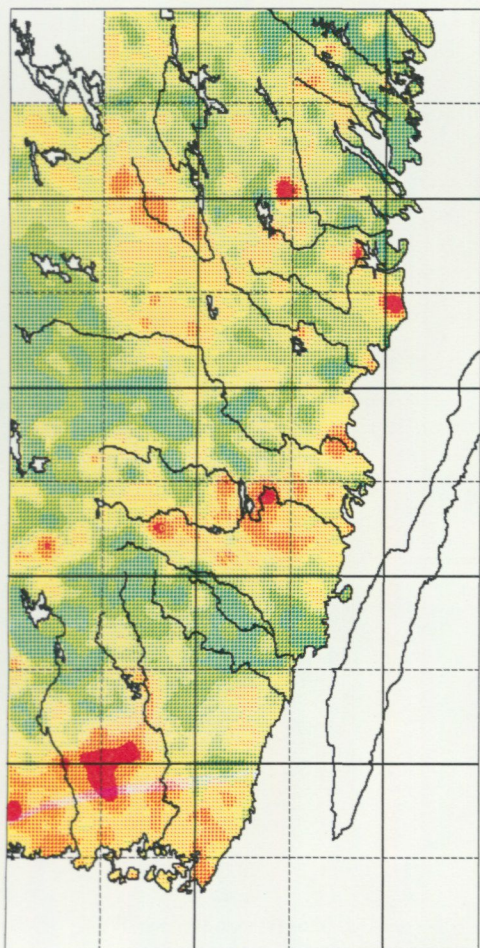
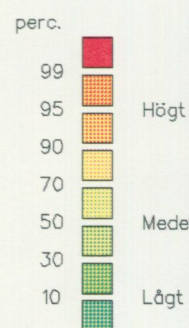


Niob (Nb)

i morän <0.06 mm

analysmetod : XRF

Klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd

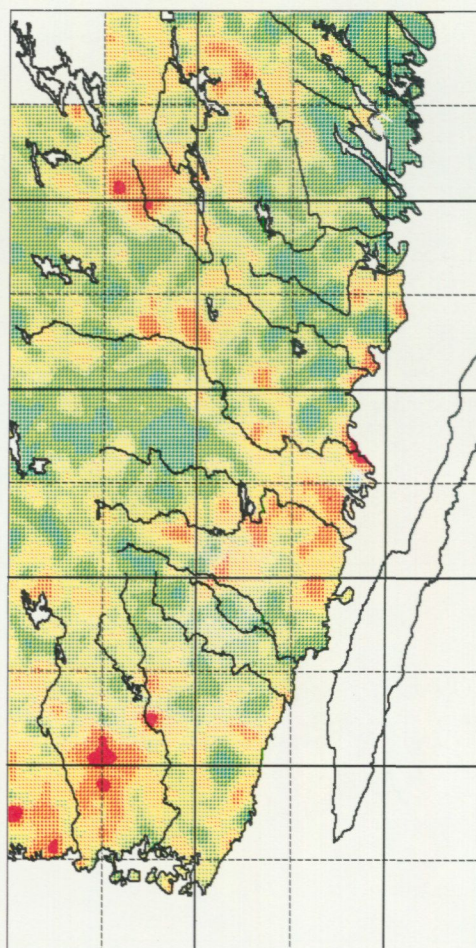
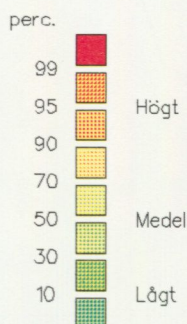


Uran (U)

i morän <0.06 mm

analysmetod : XRF

Klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd

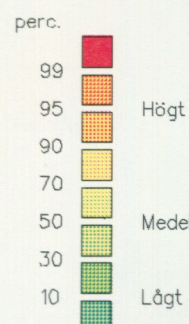


Wolfram (W)

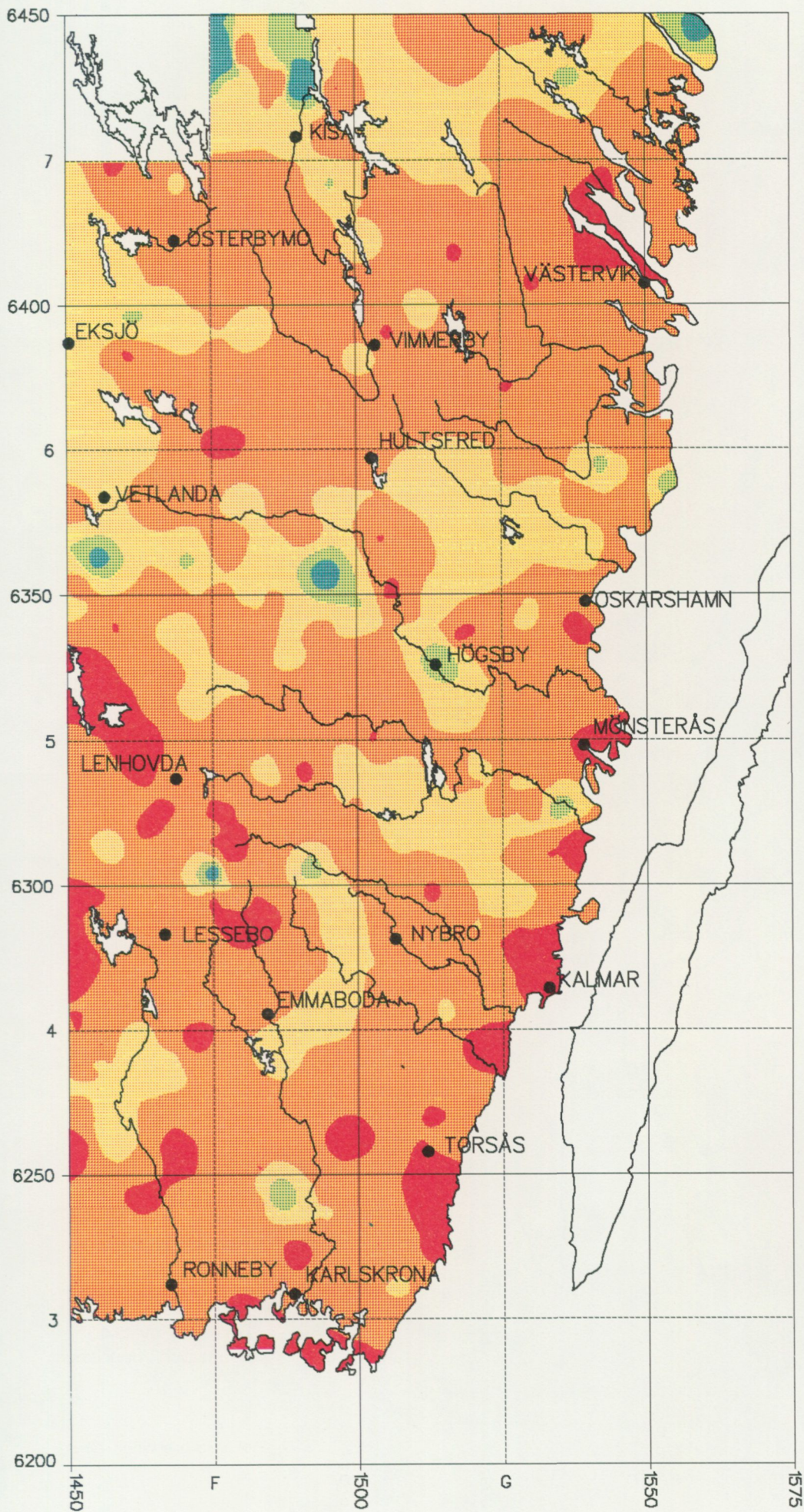
i morän <0.06 mm

analysmetod : XRF

Klassindelning i percentiler beräknade på kartområdets provmängd



Markgeokemiska kartor i skala 1 : 2 miljoner. Antal prov 2612. Kartorna visar den regionala fördelningen av elementen i moränens finno-, mjöla- och lerfraktion.



Markgeokemisk karta

skala 1 : 1 miljon

antal prov 325

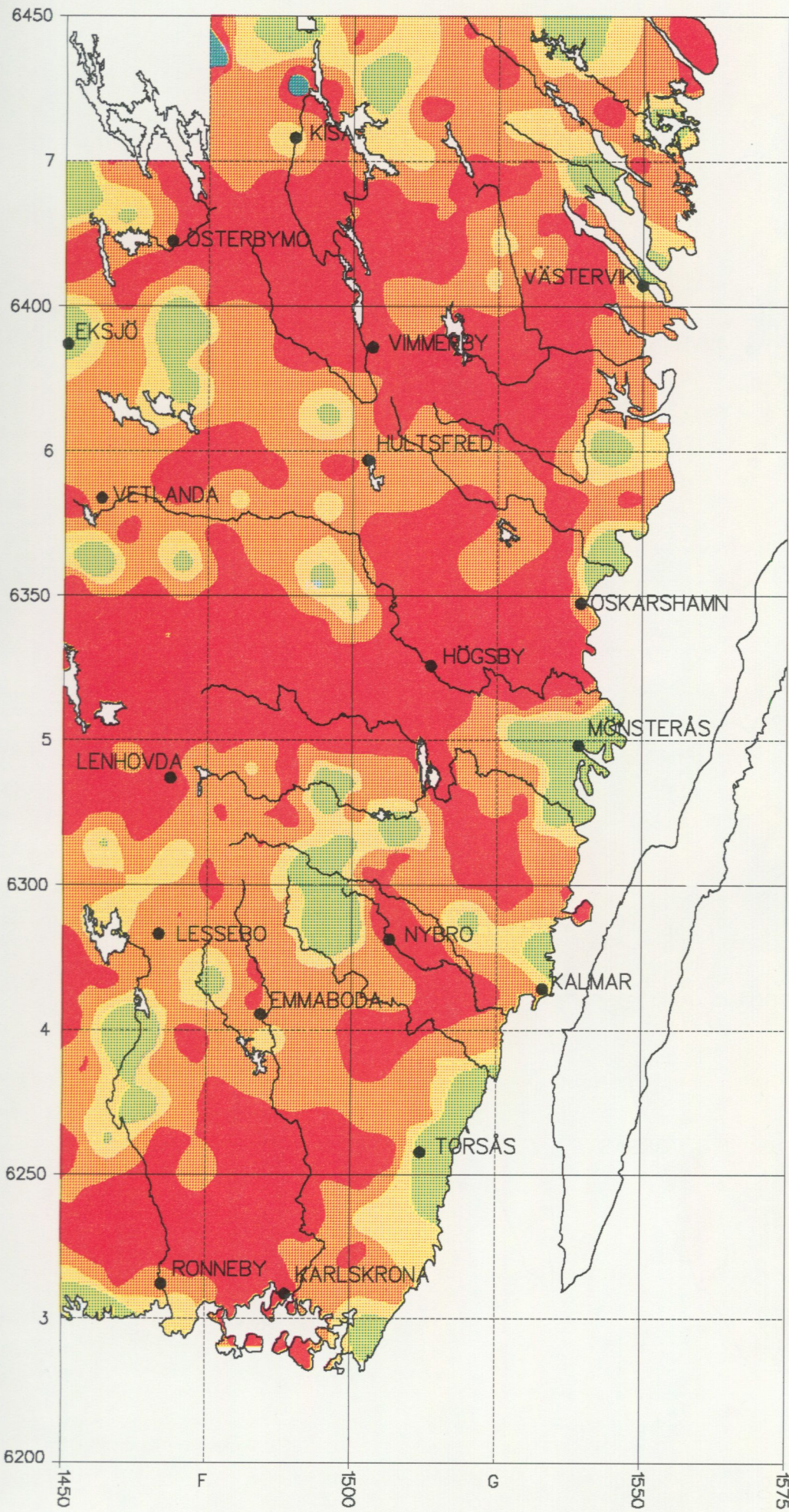
Surhetsgrad

i morän <0.06 mm

Kartan visar pH mätt på moräns finmo-, mjäla- och lerfraktion upp-slammad i avjoniserat vatten

pH-enheter





Markgeokemisk karta
 skala 1 : 1 miljon
 antal prov 325

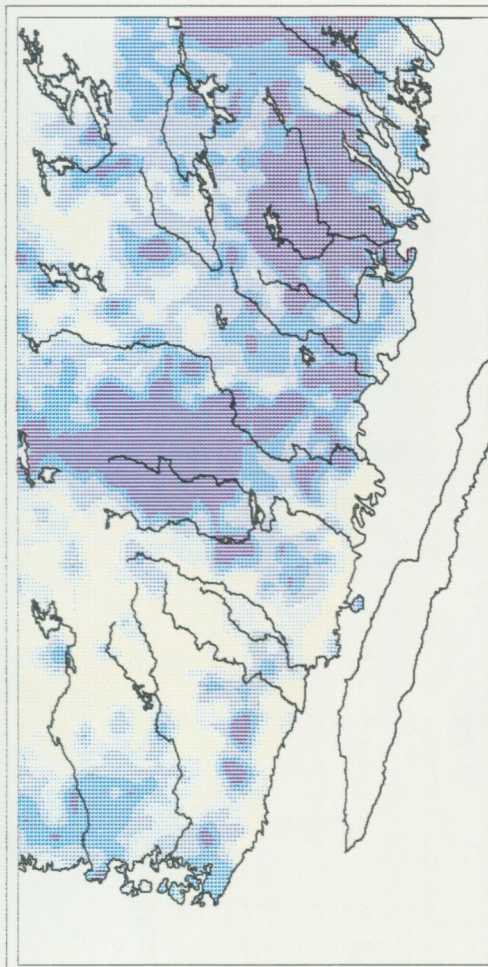
Tolerans (T)
 i morän $<0.06\text{ mm}$

Kartan visar syraneutraliserande förmåga i finmo-, mjöla- och lerfraktion

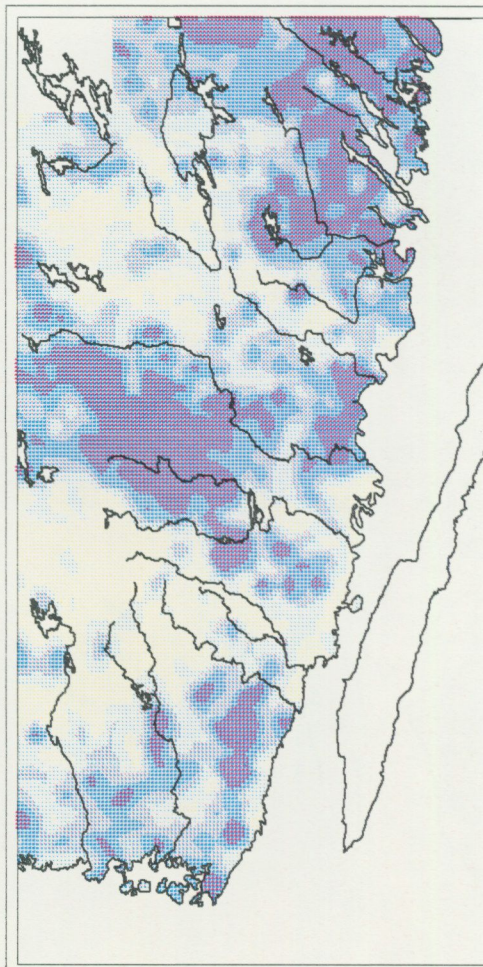
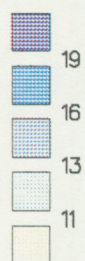
Toleransen indikerar vilka buffringssystem som träder i kraft vid syraexposition och var risk finns för aluminiumutlakning

- 100 Karbonatbuffring
- 97 Aluminiumutlakning
- 94
- 91 Utlakning av bl.a. kalcium och magnesium

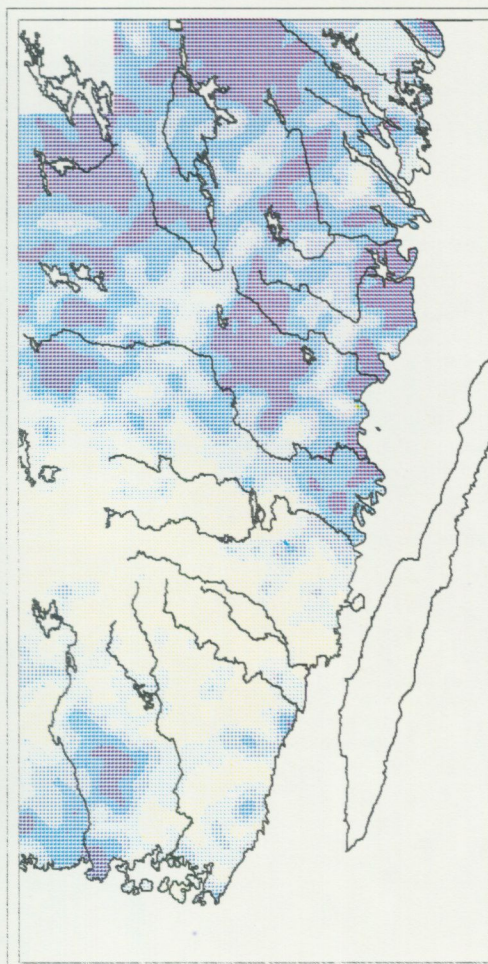
SGU, Geokemiska enheten 1992



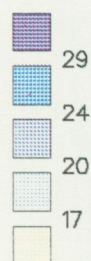
Lakbarhet
för
Aluminium



Lakbarhet
för
Barium



Lakbarhet
för
Kalcium

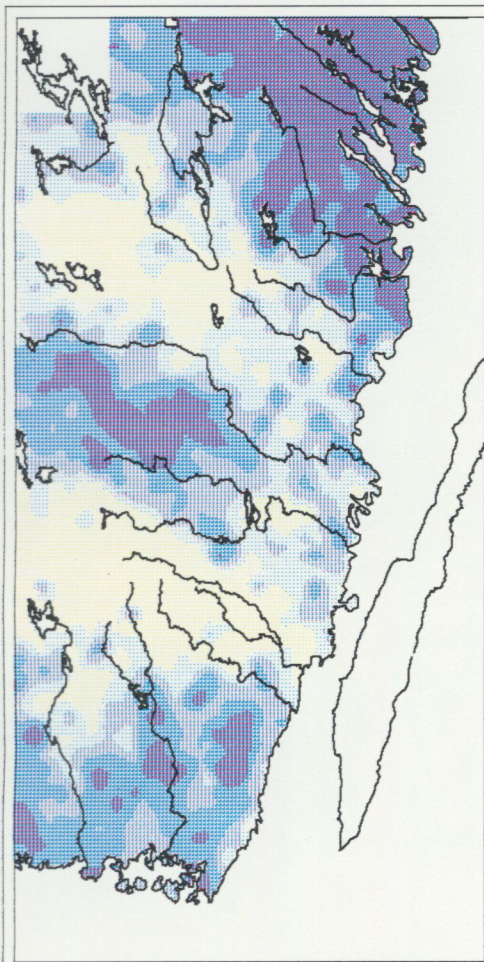


Markgeokemiska kartor
i skala 1 : 2 miljoner

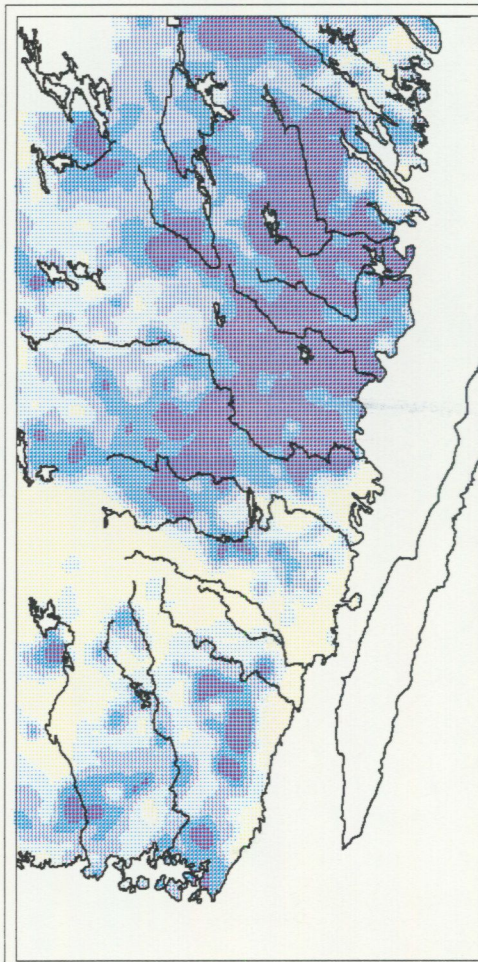
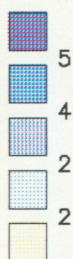
Kartorna visar elementens
syralösliga del i förhållande
till deras respektive totalhalter.

Gränsvärden anges i % och
är beräknade på kartområdets
provmängd.

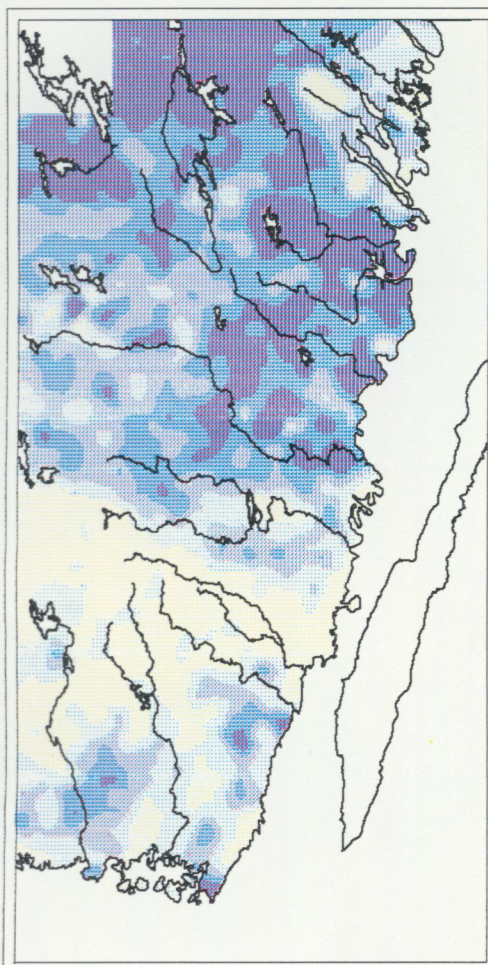
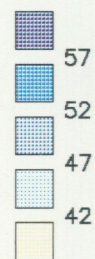
Färgklasserna indelas enligt percentilerna
20, 40, 60 och 80.



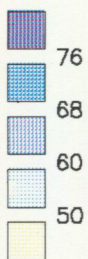
Lakbarhet
för
Kalium



Lakbarhet
för
Magnesium



Lakbarhet
för
Mangan



Markgeokemiska kartor
i skala 1 : 2 miljoner

Kartorna visar elementens
syralösliga del i förhållande
till deras respektive totalhalter.

Gränsvärden anges i % och
är beräknade på kartområdets
provmängd.

Färgklasserna indelas enligt percentilerna
20, 40, 60 och 80.

BERGGRUNDSGEOLOGI OCH KVARTÄR UTVECKLING INOM KARTOMRÅDET

Större delen av kartområdets berggrund upptas av eruptivbergarter. Dessa utgörs av de 1700 miljoner år gamla Smålandsgraniterna och av de något äldre och mer ytligt bildade Smålandsporfyreerna. Båda dessa berggrundsenheter kännetecknas av att vara kiselsyrorika (kvartsrika). Graniternas och porfyreernas magmor har brutit igenom och sönderdelat en äldre skorpa med växlande sammansättning av både ytligt och på djupet bildade bergarter. Dessa är av svekokarelsk ålder, d.v.s. mer än 1850 miljoner år gamla och återfinns i kartområdets nordöstra (Västervikstrakten) och centrala (Vetlanda – Oskarshamn) delar. Västerviksformationen är uppbyggd av sedimentära, ofta kvartsitdominerade lagerföljder, medan bergarterna nordost härom liksom i Vetlanda – Oskarshamnstrakten bland annat består av förgnejsade graniter och djupgrönstenar (gabbro).

Bergarterna i Blekinge står i ett något osäkert åldersförhållande till det övriga urberget. Här uppträder förutom Blekinge kustgnejs (ca 1700 miljoner år), även yngre porfyrisk granit (Karlshamnsgranit med varianten Vångagranit), Spinkemålagranit och Tvingsgranit. Eringsbodagraniten, som hör till Karlshamnsgranitgruppens bergarter, har åldersdaterats till ca 1350 miljoner år.

Norr om Oskarshamn återfinns också ett par områden med yngre granit, bland dessa Götemarggraniten.

Gemensamt för de yngre graniterna är deras relativt höga radioaktivitet. Morän innehållande sådana graniter får därför också högre radioaktivitet än omgivningen.

Utöver den ovanstående urbergsdelen finns yngre bergartsled representerade längs kustremsan vid Kalmar Sund. Dessa består av kambriska bottenbildningar i form av konglomerat och sandsten och är således av tidig paleozoisk ålder (ca 570 år). Paleozoiska bergarter har dock haft större utbredning än vad vi ser idag. Om det vittnar sprickfyllnader av sandsten och block av både sandsten och kalksten nordväst om Oskarshamn. En förenklad berggrundskarta finns på sid. 15.

Landskapet, som i norr utgörs av sprickdalterräng, övergår längre söderut i slättområden. Centralt och mot väster tar den kulliga terrängen vid, med högre topphöjd västerut (sydsvenska höglandet). Sprickdalterrängen präglas av ett småkuperat landskap med frampreparerade dalgångar främst i nordväst–sydostlig riktning. Dessa följer till en del sprickzoner i urberget. Bergkullarna har vanligtvis mjukt rundade former som uppkommit genom vittring, erosion och avsättning av bergartsmaterial. Slättområdet i sydväst utgörs av de östra delarna av det sydsmåländska peneplanet; en slättyta med enstaka restberg. Söder härom ligger Blekinge, vars oroliga relief består av ett kuperat landskap med markerade sprickdalar.

Huvudsaklig isrörelseriktning som haft betydelse för bergartsmaterialens transport är från nordväst med tydlig medsolsvridning. I Blekinge har isen rört sig från norr, men också där med medsolsvridning. I kusttrakterna, både i söder och i norr, finns riktningar från NO som haft betydelse för moränens bergartsinslag. Dessa bedöms vara av äldre ursprung. Se förenklad bild, sid. 16.

Isavsmältningen anses ha gått tämligen snabbt under de milda Bölling-Allerödperioderna som rådde. Under en mellanliggande kallare period för drygt 12 000 år sedan, stod isen med sin kant ungefär i trakten av Mariannelund – Vimmerby, och nordost mot kusten. Morfologiska indikationer på att denna zon anses utgöra ett israndläge är bland annat en moränrygg som täcker glacifluvialt material vid Vimmerbydeltat.

Högsta kustlinjen (H.K.) löper i nord–sydlig riktning mitt i kartområdet (i stort sett ligger kartbladen F över H.K. medan kartbladen G ligger under). H.K. återfinns i söder

ungefär 80 meter över nuvarande havsnivå, runt 125 m.ö.h. i Hultsfredstrakten, 142 m.ö.h. ett par mil norr därom vid de stora isälvsdeltana Vimmerbyfältet och Rums-kullaplatån. Något längre norrut återfinns H.K. återigen på lägre nivåer, vilket förklaras av att en tappning av Baltiska issjön vid Billingens nordspets ägde rum, som dramatiskt sänkte vattennivån öster om Billingen. Baltiska issjön täckte låglänta partier av området med sötvatten, till dess tappningen vid Billingen skedde. I och med detta kom saltvatten in i Östersjöbäckenet under en tid, till dess landområdena vid Billingen höjt sig över havsytan och snörde av förbindelsen med Västerhavet.

ELEMENTENS FÖREKOMST OCH ASSOCIATIONER INOM KARTOMRÅDET

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 PÖB-kartor (provisorisk översiktlig berggrundskartering) Karlskrona, Jönköping och Oskarshamn med beskrivningar.

Elementens förekomst och regionala utbredning följer dels bergarternas uppträdande, men är tydligt influerade av inlandsisens transport av det lossbrutna bergartsmaterialet. Detta syns särskilt väl där isrörelseriktningen ej varit uniform med bergarternas utbredning eller där små basiska berggrundsmassiv uppträder i områden med i huvudsak sura bergarter. Inom kartområdet framkommer detta tydligt dels i norra resp. centrala delen, där moränerna har en mer basisk karaktär än vad man förväntar av den underliggande granitiska berggrunden, dels i den sydöstra delen, där många små basiska intrusiv ger "släpår" i moränen i form av ökat innehåll av t.ex. magnesium och koppar.

En del element, som inte redovisas på karta, nämns ibland i elementgrupperingarna. Huvudsakligen beror detta på att de analyserade elementens halter i allmänhet är för låga inom kartområdet för att utgöra ett statistiskt underlag för beräkningar.

KOPPAR, KROM, KOBOLT, NICKEL OCH VANADIN tillsammans med huvudkomponenterna MAGNESIUM, KALCIUM, JÄRN och MANGAN

Elementen förekommer inom två relativt väl avgränsade stråk på kartan. Dels i den centrala delen inom kartbladen Vetlanda, Åseda och Oskarshamn, dels i området nordväst om Västervik.

Huvudkällan till elementen i den centrala delen är de basiska bergarter (gabbro, diorit, metabasiter och ospecificerade grönstenar) som ingår i det komplex av äldre bergarter som sträcker sig från Vetlandaområdet ner över kartbladet Oskarshamn (Vetlandaserien). Koppar, nickel och kobolt är i bergarterna framför allt koncentrerade i sulfidmineral och når i några lokaler graden av starkare mineralisering. Nickel (och koppar) har brutits i Kleva gruva (Vetlanda SV) och i Virserum (Vetlanda SO). Kopparsulfider förekommer även i mindre koncentrationer i det äldre bergartsledets metasediment och -vulkaniter, t.ex. i samband med guldmineraliseringen vid Ädelfors samt vid Sunnerskog (båda på Vetlanda SV).

Krom uppträder mer strikt knutet till de basiska bergarterna i form av oxid och är därför lättare att korrelera direkt till grönstensförekomster.

Vanadin förekommer som spårelement i många olika bergartsmineral, men dess affinitet till grönstenar framgår helt klart av elementmönstret i provtagningsområdet.

Elementens huvudkälla i den nordöstra delen av kartområdet utgörs av äldre granit, äldre, intermediära metavulkaniter (daciter till andesiter) med gångar och lager av basiska bergarter. Mindre ytor som präglas av samma elementkombination markerar grönstengångar i den i övrigt dominerande granitiska berggrunden. Fler små grönstensförekomster kan dessutom finnas, än vad som finns markerade på PÖB-kartorna.

Strontium är ett element som, med sin starka släktskap till kalcium, har ett spridningsmönster som till största delen överensstämmer med de basiska elementens. Dock karakteriseras den nordöstra delen av högt kalciuminnehåll och lågt strontiuminnehåll, vilket tyder på att kalcium här uppträder i mineral som bildats i tidiga kristallisationsskeden där kalcium dominerar över strontium. Sådana mineral är t.ex. pyroxen och apatit samt kalciumrikare plagioklaser. Från vittringssynpunkt frigörs kalcium lättare ur de förstnämnda mineralen. Detta är en av anledningarna till att det vi kallar grönstenar har goda egenskaper ur buffringssynpunkt.

Gruppen av element är alla mer eller mindre nödvändiga för den biologiska omsättningen. Nickel och vanadin kanske inte i första hand räknas som essentiella för människor, djur och/eller växter, men för en del organismer är de dock nödvändiga.

Elementens förekomst och uppträdande avgör om de finns i tillräcklig mängd, eller om vissa regioner kan anses som bristområden. I regioner där koboltfattig morän utnyttjas som betesmark, kan detta utgöra ett bristområde för detta element hos mulbetare, t.ex. kreatur.

Elementen (utom möjligen kalcium, magnesium och järn) kan också uppträda i så höga koncentrationer att man kan befara att giftverkan uppträder.

Det basiska bergartsinnehållet i moränen, som framträder så väl i mönstren baserade på totalhalterna, förlorar i stringens om man iakttar mönstren över deras respektive lakbarheter. De kalciumhöga områdena i nordost, sydost och stora delar av den centrala förhöjningen kännetecknas av ganska låg lakbarhet. Denna är i stället som högst i områden med yngre graniter, och i de områden med granodioriter som uppträder på den norra halvan av kartområdet. Detta tyder på att de mest lättvittrade mineralen som återfinns i grönstenarna, till stor del har lakats ur på sitt tillgängliga kalciuminnehåll.

För magnesium är skillnaden mellan mönstren för totalhalter resp. lakbarhet, inte lika slående, utom vad gäller den nordöstra delen som också här kännetecknas av låg lakbarhet.

Bland spårelementen utmärker sig nickel, kobolt och koppar med hög lakbarhet vid Kleva gruva, något som inte framkommer i totalhaltsmönstren.

ZIRKONIUM OCH BLY med huvudkomponenterna KALIUM OCH NATRIUM

Elementen är generellt sett typiska för sura (kiselsyrarika) bergarter som graniter, granodioriter och syeniter, samt dessas mer finkorniga varianter porfyrier och ryoliter. Störst utbredning av dessa på kartområdet har granit och porfyr, båda av Smålandstyp, samt Karlshamnsgraniten i Blekinge. Zirkonium och kalium är de element som bäst illustrerar utbredningen av bergarterna inom regionen. I det småländska granitkomplexets södra delar, dominerar natrium över kalium, medan förhållandet är det motsatta i norra delen. Tillsammans med kalium uppträder rubidium, vars högsta halter således återfinns i norr samt i Karlshamnsgranitområdet i söder.

Zirkonium återfinns också i det unga sedimentära bältet vid Kalmar Sund. Orsaken är att mineralet zirkon i kambrisk tid urvittrats från granitmaterial och anrikats i den blivande sandstenen. De blyförhöjningar som kan ses i sandstensbältet kan markera låga metallhal-

ter av mineraliseringsursprung (analogt med förekomster av bly i fjällkedjans kambriska sandsten).

Förhöjningar av bly i det nordliga granit-porfyrområdet, samt i Karlshamnsgraniten sammanfaller med kalium och med zirkonium. Bly ersätter lätt kalium i kalifältspat, och detta är orsaken till att bly återfinns i graniter med kaliumdominans och har lägre halter i natriumrika granitbergarter. Den kustnära blyförhöjningen norr om Oskarshamn är knuten till områden med yngre granit (Götemarkgranit m.fl.), medan förhöjningarna väster om Mönsterås uppträder i Smålandsgranit och yngre vulkanitområden (vissa paralleller med kalium och zirkonium).

En kraftig blyförhöjning återfinns i trakten av Lenhovda. Centralt i denna återfinns Ålatorps "silvergruva", där silverhaltig blyglans, zinkblände och något guld förekommer som sprickfyllnader i brecciegångar i metavulkaniten. Förhöjningens areella utbredning antyder möjligen förekomsten av fler sådana brecciegångar.

I elementgruppen är kalium och natrium nödvändiga för den biologiska omsättningen, medan behovet av zirkonium och bly är mer okänt. Zirkonium antas ha låg giftverkan, medan bly och olika blyföreningar har stark toxicitet, och jordar med höga blykoncentrationer kan utgöra en skaderisk eftersom bly kan tas upp av växter och komma ut i näringskedjan.

Blyhalterna i moränen inom kartområdet har i vissa regioner tämligen höga bakgrundsvärden även om direkta koncentrationer saknas. C-horisonten i moränen saknar till stor del de humusämnen som högre upp i en markprofil binder bly till sig. Detta gör att det bly som idag helt naturligt finns i marken, vid ändrade pH-förhållanden plötsligt kan komma ut i grundvattnet i stora mängder.

Mönstren för lakbarheten för såväl kalium som natrium skiljer sig helt från totalhalter. Eftersom båda elementen till största delen förekommer i relativt svårvittrade mineral som fältspater i granitiska bergarter, bortfaller influensen av dessa så gott som helt när man betraktar lakbarheten. I stället framträder innehållet i mer basiska bergarter, och lakbarhetsmönstren för kalium och natrium överensstämmer därför med mönstren för totalhalter av kalcium och magnesium.

Lakbarheten för barium (se nedan) som följer mönstret för kalium, visar att elementen förekommer i glimrar, t.ex. i biotit.

ZINK med MANGAN och JÄRN

Spridningsmönstret för zink överensstämmer i stora drag med de för mangan och järn, och markerar centralt delar av Vetlandaformationen och dess fortsättning mot sydost. Elementet är ett av de mest lätttrörliga i den geokemiska cykeln och är nära relaterat till järn och mangan. I berggrunden fixeras zink i järn- och manganhaltiga mineral, t.ex. i amfiboler, biotit och klorit, vilka är vanliga mineral i de mer basiska bergarterna i Vetlandaformationen. I Blekinges Karlshamnsgranit uppträder metallen troligen på ett analogt sätt som spår i biotit, men orsaken kan också vara förekomst av mineralet zinkspinell.

I Ålatorpsområdet har troligen zinkförhöjningen mineraliseringsursprung. Zink har här dock mindre areell utbredning än bly.

BARIUM, BLY, ZINK och KADMIUM

Den mest iögonenfallande förhöjningen för barium, återfinns i Karlshamnsgranitområdet. Baryt (tungspat) är här spritt även i omgivande bergarter som Smålandsgranit och äldre graniter och vulkaniter. Även moränområden över stråk med Smålandsporfyr har förhöjningar, liksom äldre granit inom hela kartområdet.

Inom kartbladet Västervik, är barium knutet till äldre djupbergarter karterade som granit, granodiorit och mörk tonalit, utsträckta i nordväst-sydostlig riktning på ömse sidor om Västerviksformationen.

Preliminära analyser på kadmium, antyder klara förhöjningar inom kartbladen Tranås SV och SO samt Västervik NV. Geologiskt betingat kadmium är ett utpräglat kalkofilt element och uppträder nästan alltid tillsammans med zink. Utbredningen inom kartområdet torde enbart bero på naturlig förekomst. Paralleller med spridningsmönstren för bly och barium kan också iaktas. Elementassociationen Pb-Zn-Cd-Ba är en klassisk faktor för hydrotermal mineralisering, och geologiskt skulle en sådan kunna kopplas till de vulkaniter (karterade som Smålandsporfyryr) som uppträder i granitbergarterna.

I elementgruppen är det troligen bara zink som är nödvändigt för den biologiska omsättningen. Alla elementen kan däremot ge mer eller mindre uttalade skadeverkningar, och de är i högre koncentrationer starkt toxiska.

Rörligheten i sur miljö är högst för kadmium, något lägre för zink och lägst för bly av de nämnda elementen. Detta innebär att kadmium, där det förekommer naturligt i marken, mycket lätt kan komma ut i grundvattnet. De högsta kadmiumhalterna inom kartområdet anger att 1 kg av finfraktionen i morän innehåller 0.5 mg Cd. Som jämförelse kan nämnas att dricksvatten klassas som otjänligt om det innehåller mer än 0.005 mg Cd per liter (= 1 kg) vatten.

FOSFOR, TITAN, LANTAN, YTTRIUM och THORIUM

Fosfor förekommer mest i apatit, som är ett vanligt förekommande mineral i många bergarter med varierande ursprung och sammansättning. Anknytningen till titan inom kartområdet, antyder att elementen förekommer i magmatiska bergarter. I norr och i de centrala delarna finns förhöjningar i områden med Smålandsgranit och granodiorit, och på Västerviksbladet i områden med yngre kvartsmonzonit och mörk granodiorit. I den centrala delen kan även basiska inslag påverka mönstret. I söder är halterna högre inom områdena med Karlshamnsgranit och Spinkemålagranit.

Analyser av syralösigt lantan, visar att också sällsynta jordartsmetaller är associerade med fosfor över Karlshamnsgraniten samt vid de yngsta graniterna vid Misterhult och Figeholm. Fosfor och lantan är troligtvis mest koncentrerade i fosfatmineral som apatit och monazit.

I magmatiska bergarter kan också titanmineralet titanit uppträda som värdmineral för ett flertal element, bland dem niob, yttrium och thorium. Preliminära analyser av yttrium och thorium visar geografisk fördelning anslutande till övriga i elementgruppen.

NIOB

Niob anrikas successivt under kristallisationsprocesserna i en svalnande magma och återfinns därför rikligast i en del granitbergarter. Metallen förekommer ofta i mineralet colum-

bit (tillsammans med tantal) och kan uppträda i pegmatiter tillsammans med bl.a. tennmineralet kassiterit.

Inom kartområdet framträder tre större regioner med förhöjningar; Inom Karlshamnsgraniten (inklusive Spinkemåla-graniten), över delar av Smålandsgranit och -porfyr dels inom kartbladen Oskarshamn NO och NV, dels inom Vetlanda NO och Tranås SO (karterad som yngre, ögonförande granit). Mindre arealer med förhöjningar är också de kopplade till Smålandsgranit och till områden med yngsta granit norr om Oskarshamn (vid Fieholm och Kråkemåla).

VOLFRAM, URAN, MOLYBDEN och THORIUM

Elementen förekommer normalt med låga halter i moräner med granitiskt bergartsinslag, och förhöjningarna på kartan följer därför mönstren för t.ex. kalium, zirkonium och niob. Preliminära analyser av molybden och thorium anger association med gruppen. Molybden och volfram kan också förekomma koncentrerade i mineraliseringar som molybdenglans och i olika volframmineral, ofta tillsammans med kassiterit, arsenikkis, blyglans och zinkblände. Uran och thorium i mark avslöjar inslag av radioaktiva, oftast yngre, graniter, och i de geokemiska mönstren framträder dessa mycket vackert i Blekinge och i Oskarshamnstrakten.

Molybden är nödvändigt för den biologiska omsättningen, medan det råder osäkerhet om de andra elementen. Radioaktivt uran är mycket hälsovådligt, men både uran, volfram och thorium anses ha ganska låg giftverkan, även om volfram kan hämma viss enzymaktivitet i människokroppen. Molybden kan, som tidigare nämnts, reagera antagonistiskt med koppar.

KLOR och BROM

Vid bedömningen av dessa elements halter i moränens finfraktion och tolkningen av deras relation till underlaget, bör försiktighet iakttas i områden belägna under högsta kustlinjen (se vidare under KLOR, BROM och SVAVEL). Trots detta bör förhöjningarna, med en del avvikelser mellan elementen, kunna kopplas till de äldre graniterna och vulkaniterna inklusive Västerviksformationen med yngre kvartsmonzonit i nordöstra delen av kartområdet. Även förhöjningarna som återfinns centralt förklaras av den äldre suprakrustalen med graniter i Vetlandakomplexet. I dessa bergarter är elementen fixerade i mineral som amfiboler, glimrar och kloriter. I den ovan nämnda kvartsmonzoniten, sammanfaller klor med höga fosforhalter, vilket tyder på att klor här förekommer i mineralet apatit. Klor och brom tillhör kemiskt gruppen halogener tillsammans med fluor och jod.

SVAVEL

Det mest allmänna förekomstsättet för svavel i de flesta bergarter är som svavelkis och magnetkis. Förhöjningar inom kartområdets centrala delar, kan kopplas till äldre granit och vulkanit med tillhörande grönstenar (gabbro och diorit). Förhöjningar i samband med basiska stråk inom yngre bergartssekvenser kan också iakttas.

En kraftig förhöjning ansluten till södra delen av Karlshamnsgraniten, samt till Spinkemålagraniten väster därom, kan också iakttas.

Inom Västerviksformationen är svavel i sulfidform bundet till metasedimenten. Även i Oskarshamnstrakten är svavel knutet till de äldre bergartsleden. Spridda svaveltoppar i övrigt hänförs till basiska och intermediära bergarter i form av mindre massiv och gångar.

ARSENİK

Arsenik förekommer i flera magmatiska bergarter med låga halter, och i sedimentära bergarter med högre halter. Det sistnämnda avspeglas speciellt i kartområdets norra delar, där moränen innehåller kambrosiluriska bergartsfragment, alunskifferar, som transporterats med isen från berggrunden norr om kartan. Arsenik förekommer också i sulfidmineral tillsammans med många andra element, bland dem järn, kobolt, nickel, koppar och guld. Även med wolframit och i fosfater och vanadater uppträder det tillsammans med bl.a. bly och klor.

Arsenik är, såvitt man vet, inte nödvändigt för den biologiska omsättningen, men olika arsenikföreningar har däremot en starkt akut giftverkan. I mark och berggrund, går elementet lätt i lösning och kan i flera olika former transporteras med markvattnet. Vid bearbetning av sulfidmineral, får arsenik lätt en oavsiktlig spridning, t.ex. har sidoberg till sulfidmalmer krossats och använts till väggrus, varvid arsenik kommit ut i stora mängder. Nylagt sådant grus i en hönsgrård i norra Uppland, fick till resultat att samtliga kycklingar dog efter att ha pickat i sig av gruset.

GULD

Denna tolkningsmässigt notoriskt svåra metall (låga halter i kombination med "nuggeteffekt") visar inom kartområdet spridningsmönster som delvis reflekterar redan kända guldförekomster. Ädelfors guldgruva (Vetlanda SV), som upptäcktes på 1500-talet och bearbetades i perioder fram till 1917, är geologiskt lokaliserad till de äldsta vulkaniska ytbergarterna och som återfinns inom det nordligaste anomalikomplexet. Från Ädelfors, där metallen uppträder tillsammans med svavelkis, sträcker sig anomalin åt nordväst samt åt söder i ett kurvigt band av cirkulära förhöjningar över kartbladen Åseda NV och SV. Förhöjningarna hänvisas till äldsta granit, vulkanit eller metasediment och för de sydligaste, inom Åseda SV, till yngre granit och vulkanit. Mindre fickor av äldre bergarter, som ej noterats vid berggrundskartering, kan troligen förekomma.

Guldförhöjningar uppträder även inom kartbladen Oskarshamn SV och Lessebo SV samt inom Kalmar NV och Lessebo NO. De två förstnämnda kan kopplas till äldre granit, de senare till yngre granit.

ALUMINIUM

Elementet är allmänt och rikligt förekommande i de flesta bergarterna inom kartområdet, framför allt som beståndsdel i de fältspater som binder kalium, natrium och kalcium.

Den centrala förhöjningen av aluminium i morän sammanfaller bl. a. med kalcium och magnesium i stråket Vetlanda – Oskarshamn. Basiska bergarter med Ca-Mg-Al-Si-mineral, som pyroxener, hornblände och klorit, är här orsak till förhöjningen.

I kartområdets södra del framstår Karlshamnsgraniten tillsammans med de blekingska granitgnejserna österut, som extremt aluminiumrika. Detta kan antyda förekomst av pri-

mära aluminiumrika mineral i graniten, t.ex. spineller. Detta har också antytts i samband med zinkförhöjningar i samma område.

Lakbarheten för aluminium skiljer sig i viss mån från totalhaltens mönster, men sammanfaller i stort med lakbarheten för magnesium och järn, vilket återigen indikerar silikatmineral rika på Fe och Mg. I söder är lakbarheten något lägre, vilket visar att aluminium troligen förekommer i andra mineral, t.ex. svårvittrade alkalifältspater.

Elementet är såvitt man vet inte nödvändigt för den biologiska omsättningen, utan har i stället uppmärksamats för sin skaderisk både vad gäller människor, djur och växtlighet. Aluminium är mycket mobilt i sur miljö, och lakas ut ur marken när pH-värdena börjar sjunka ner mot 4.5 enheter. I områden med hög lakbarhet på aluminium och pH-värden under 5, kan man således befara att aluminium kan börja komma ut i vattensystemen och att skadeeffekter kan börja uppstå.

BERYLLIUM

I berggrunden förekommer beryllium med mycket låga halter i gabbro men högre i granit och granitpegmatit. Elementet förekommer naturligt bl.a. som beryll.

Syralösliga halter av beryllium inom kartområdet, följer i stort sett mönstret för aluminiums lakbarhet och visar att elementet till stor del ingår i amfiboler och biotit.

Beryllium har såvitt man känner till inga nyttiga effekter, men påverkar vissa enzymer negativt och ger skador på de flesta organ i kroppen. Elementet sprids oavsiktligt vid brytning av fältspat, det tas lätt upp av växter och är i hög grad toxiskt för såväl växter som människor och djur.

LITIUM

Litium är ett utpräglat litofilt element och förekommer, ofta associerat med järn och magnesium i glimrar i granit. I gabbro kan pyroxener och amfiboler uppträda som värdmineral. Elementet påträffas ofta tillsammans med tennmineralet kassiterit i gångar av granit och i granitpegmatit.

Förekomsten av litium inom kartområdet följer till stor del utbredningen av järn och magnesium, såväl dessas totalhalter som lakbarheter.

Nödvändigheten av litium är till stor del okänd, men elementet har under lång tid använts i terapeutiskt syfte vid mano-depressiva sjukdomstillstånd och där överdosering orsakar förgiftning.

BROM, KLOR OCH SVAVEL

För dessa tre elements spridningsmönster, finns ett tillskott eller en förändring i halter som måste tillföras andra aspekter än de hittills anförda. De tre elementen är tydligt påverkade av den kvartära utvecklingen i Sverige med avseende på isrecessionen i det aktuella området och på Östersjöns olika utvecklingsfaser. Som tidigare nämnts, har den västra halvan av kartområdet alltid befunnit sig över en issjö- eller havsnivå, medan den östra delen intagits av vatten. Någon skillnad mellan dessa två områden kan inte spåras i de geokemiska mönstren. Däremot finns en del oklarheter i spridningsmönstren för de tre an-

givna elementen, som tyder på marina effekter. Tolkningar av elementmönstren försvåras därför avsevärt i områden som ligger under H.K.

Frekvensen av ämnen i havsvatten ser ut som följer: $O > H > Cl > Na > Mg > S > Ca > K > Br > C$ o.s.v.

Av de tre aktuella spårelementen är klor mest frekvent med en medelhalt av 1.9%, därefter följer svavel med 0.09% och brom med 0.006%.

Havsvatten innehåller alltså betydligt mer av de tre elementen, än vad som är naturligt i berggrunden. Brom binds lätt till lermineral och till organiskt material, och påträffas i moränen troligast i den fina fraktion vi analyserar. Moränen kan ha fått liknande tillskott av svavel och av klor, även om klorbilden inte är särskilt tydlig.

I mönstren för brom och för svavel framträder gränsen markant mellan sprickdalterrängen i nordost och den kulliga terrängen väster om denna. Gränsen löper i nordvästlig – sydostlig riktning, ungefär från Vimmerby till Oskarshamn. Sprickdalterrängen har ett ganska tunt jordlager, vilket troligen är orsaken till att effekten av den marina influensen är så accentuerad. Grundvattnet i grävda jordbrunnar kan därmed påverkas av omkringliggande morän och få hög salthalt.

I brommönstret, men framför allt i svavelmönstret finns en ännu mer markerad linje från sydväst, väster om Vimmerby, till kusten i nordost. Mest frapperande är de betydligt lägre svavelhalterna norr om denna linje. Här ligger halterna på nivåer som i Västernorrland, och kan betecknas som normala, medan kartområdet i övrigt har halter som är förhöjda jämfört med de hittills i Sverige karterade områdena. Någon uttömmande förklaring till denna diskordans i svavelinnehållet kan för dagen inte ges, möjligen kan man spekulera i vad som orsakat denna skillnad.

Flera israndlägen finns omtalade från kartområdet. Dessa betecknar svängningar i det dåvarande klimatet som orsakat att iskantens tillbakadragande har avbrutits, och fronten ryckt fram igen. I sådana situationer förs bergartsmaterial fram över redan avsmälta områden där vittringsprocesser påbörjats, och moränen får tillskott av yngre material. I Väst-sverige markeras dessa randlägen av väl utvecklade ändmoräner och moränryggar, typiskt för en aktiv isfront, men mot öster löser ryggarna upp sig och övergår i ett moränbacklandskap som utbildats av en närmast inaktiv isfront. Ett sådant moränbacklandskap är betydligt luckrare i sin matrix än till exempel en morän som bildas under en aktiv is. Detta ger möjligheten till ytterligare en förklaring, nämligen att postglacial naturlig försurning orsakat svaveltillskottet. Den naturliga vittringen under denna varma Bölling-epok, var naturligtvis mer intensiv i det varma klimatet varunder moränen avsatts och/eller landet höjt sig ur havet (sjön). Utöver vittring av sulfidmineral som frigjorde sulfatjoner, fanns svavel också i havsvattnet och även organiskt bundet i den växtlighet som snabbt etablerade sig. Det varma och fuktiga klimatet medförde således intensiv vittring, och ständigt pågående markprocesser kan ha tillfört marken sulfatjoner som stabiliserades i sulfider. När klimatet blev kallare övergick vittringen till att omfatta enbart det övre markskiktet i en mer, för oss, naturlig podsoleringsprocess.

SURHETSGRAD OCH TOLERANS

Samtliga insamlade moränprover är saltsyrestade med avseende på eventuellt kalkinnehåll. I norr finns några prover med kalk och här finns också de högsta uppmätta pH-värdena i moränen. Prover med kalkinnehåll får också högst tolerans mot försurning, och markeras med blått på toleranskartan.

Färgkartorna för pH och för toleransen är uppbyggda av betydligt färre prover än

övriga kartor, och mönstren kan därför inte i detalj korreleras med elementmönstren. De uppkomna mönstren är därför kraftigt generaliserade.

Surhetsgraden i morän anges som pH mätt på prov uppslammat i avjoniserat vatten. Eftersom pH-skalan är logaritmisk, innebär detta att ett område som har 1 pH-enhet lägre värde än ett annat område, är 10 gånger så surt. För kartområdet innebär detta att moränregioner med granitisk, porfyrisk eller sandstenskaraktär är betydligt surare än regioner med basiskt inslag i moränen. Svavelinnehållet spelar också en viss roll, speciellt där detta är högt och moränen har låga kalcium- och magnesiumhalter.

pH-värdena i de orange-röda områdena på kartan är så pass låga idag, att man kan befara att utlakning av de mest läströrliga tungmetallerna äger rum. Uppmärksamhet bör iaktas i dessa regioner vad avser ytvatten och brunsvatten från grunda brunnar.

Toleranskartan indikerar att stora regioner måste anses utgöra riskområden om försurningen fortsätter. Det är framför allt i de röda och orange områdena som aluminium kommer att lakas ut i markvattnet. Jämför med lakbarhetskartan för aluminium, där lakbarheten (d.v.s. där aluminium lättast frigörs) är högst i de toleransröda områdena. Där lakbarheten är låg, hinner silikatvittringen däremot frigöra kalcium och magnesium som i stället kommer ut i markvattnet. Sådana områden finns bland annat längs kuststräckan söder om Mönsterås och även i Eksjö-trakten. För kuststräckan, som idag har mycket låga pH-värden, borde följderna av fortsatt försurning till en början snarare bli en förbättring av vattenkvaliteten, än motsatsen.

Sammanfattning

Den aktuella geokemiska statusen i området varierar från starka regioner, med stort inslag av basiska bergarter, till svaga regioner med lågt inslag av basiska komponenter.

Starka regioner har relativt högt pH, låg lakbarhet för aluminium samt indikationer på karbonatbuffring eller silikatvittring som neutraliserar surt markvatten.

Svaga regioner har låga halter av bland annat kalcium och magnesium (och låg lakbarhet för dem liksom för natrium och kalium), lågt pH samt förhöjningar av tungmetaller som kadmium, zink, nickel, bly m.fl. Tre större sådana regioner framträder i området:

- * Mellan sjöarna Örken och Rotten österut över källområdena till bl.a. Ronnebyån, Hagbyån och Ljungbyån.
- * Österut från sjön Mycklaflon mot sjön Hulingen och Stångåns söderkrök.
- * Delar av sydöstra kusten.

För dessa svagare områden bör man undvika att anlägga vattenmagasin eller gräva nya jordbrunnar. Förändrad markanvändning som innebär en pH-sänkning bör också undvikas.

Med ledning av den information man får av toleranskarta, lakbart aluminium samt nuvarande pH-läge och elementstatus, kan man vid planering av kalkningsinsatser styra dessa till de områden som får mest märkbara effekter vid ökad försurning.

SUMMARY IN ENGLISH

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, 65 000 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 objectives of the programme is to quantify regional variation 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 plotted in advance on topographic maps with quaternary geological maps used 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. 0.2 kg of till is collected from several parts of the pit, gravel-sized 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. In some instances ICP and atomic absorption techniques (gold) were used. Calcium carbonate contents is roughly tested 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 colour map production, is completely computerized.

The area covered by the present investigation consists of 20 000 square kilometers in South Eastern Sweden. It is mainly underlain by Precambrian rocks, the exception being a narrow strip of Cambrian sandstones along the SE coast bordering the Middle Cambrian to Middle Ordovician complex of the island of Öland.

To sum up, the Precambrian of the studied area may be separated into two parts, each one geochemically distinctive as documented by the chemistry of the overburden.

(1) Svecokarelian supracrustals, dominated by tuffitic arenites, conglomerates, thin horizons of mica schists and volcanic rocks of different composition. Basalts to quartz andesites are common and dacite and rhyolite may occur, representing tuffs and lava flows. The supracrustal rocks are cut by synorogenic plutonic rocks, varying in composition from gabbro, diorite to granodiorite and granite. These Svecokarelian rocks can easily be traced geochemically due to the dominant role played by the basic rock chemistry in the till. The trace elements copper, chromium, cobalt, nickel and vanadium accompanying the major components calcium, magnesium, iron and manganese clearly indicate the two areas underlain by these rocks: the central part of the investigation area (striking NW–SE) and the NE corner of the map area.

(2) The second sequence consists mostly of the postorogenic Småland volcanics and granites, where the volcanic and subvolcanic rocks predate the granites. The volcanics are compositionally alkali rhyolites and the younger plutonic rocks consist most commonly of quartz monzodiorite, quartz monzonite and normal granite. The above rocks are geochemically indicated in the overburden by elements like potassium, sodium, lead and zirconium and occupy the areas outside the Svecokarelian supracrustal sequence (1).

REFERENSER

- Andersson, M., 1992: Från Falkenberg till Blomstermåla; nuläge och framtida effekter av syrabelastning. SGU Rapporter och meddelanden nr 70.
- Bruun, Å., Kornfält, K.-A., Sundberg, A., Wik, N.-G., Wikman, H. och Wikström, A., 1991: Malmer, industriella mineral och bergarter i Kalmar län. SGU Rapporter och meddelanden nr 65.
- Försumningssituationen i grundvatten inom Kalmar län 1962–1987. 1987. Länsstyrelsen i Kalmar.
- Goldschmidt, V.M., 1958: Geochemistry. Oxford University Press.
- Grip, H., Rodhe, A., 1985: Vattnets väg från regn till bäck. Forskningsrådets förlagstjänst.
- Kornfält, K.-A. och Bergström, J., 1990: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Karlskrona. SGU Ba 44.
- Kornfält, K.-A., Samuelsson, L., Sundberg, A., Wik, N.-G. och Wikman, H., 1990: Malmer, industriella mineral och bergarter i Kronobergs län. SGU Rapporter och meddelanden nr 61.
- Lindewald, H., 1985: Salt grundvatten i Sverige. SGU Rapporter och meddelanden nr 39.
- Lindström, M., Lundqvist, J., Lundqvist, Th., 1991: Sveriges geologi från urtid till nutid. Studentlitteratur.
- Lundegårdh, P.H., Wikström, A. och Bruun, Å., 1985: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Oskarshamn. SGU Ba 34.
- Metallerna i miljön. 1983. Statens Naturvårdsverk och Vattenvärnet.
- Monitor 1981, 1991 m fl.: Naturvårdsverkets årsböcker.
- Persson, L. och Wikman, H., 1986: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Jönköping. SGU Ba 39.
- Ressar, H., Ohlsson, S.-Å., 1985: Geokemisk kartering. SGU Rapporter och meddelanden nr 42.
- Ressar, H., Ekelund, L., Ohlsson, S.-Å., 1986; Geokemiska kartan. SGU Rapporter och meddelanden nr 48.
- Shaikh, N.A., Persson, L., Sundberg, A. och Wik, N.-G., 1989: Malmer, industriella mineral och bergarter i Jönköpings län. SGU Rapporter och meddelanden nr 50.
- Troedsson, T. och Nykvist, N., 1973: Marklära och markvård. Almqvist & Wiksell.

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 Shalkh, 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. **Akerblom, 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 Oppegård 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., Karls, L., Kumpulainen, R., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 1. Norra Sverige. 1989.
55. **Shaikh, N.A., Karls, 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., Karls, 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. 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. 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. 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.

* Utgången



Distribution

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