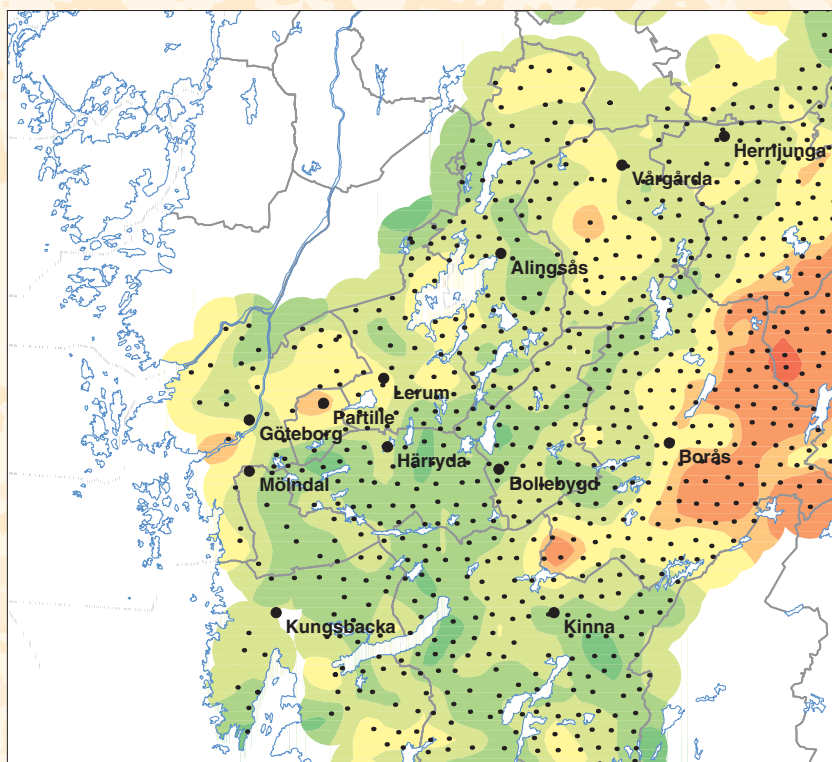


Madelen Andersson



K 45

Geokemiska kartan

Markgeokemi

**Metaller i morän och andra sediment
från Varberg till Lidköping**

Madelen Andersson

Sveriges geologiska undersökning
2006

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-751-9

Markgeokemiska kartor publicerades tidigare i SGUs serie Rapporter och meddelanden och serie Gk.

För information om jordarter, berggrund, grundvatten och biogeokemi hänvisas till jordartskartor (SGU serie Ae & Ak), berggrundskartor (SGU serie Af & Ai), hydrogeologiska kartor (SGU serie Ag & Ah) samt biogeokemiska kartor (SGU serie Rapporter och meddelanden).

Närmare upplysningar erhålls genom

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Box 670
751 28 Uppsala
Tel 018-17 90 00

Omslagsbild: Tallium i morän

© Sveriges geologiska undersökning

Tryck: Intellecta Tryckindustri, Solna, 2006

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

GEOKEMISK KARTERING VID SGU	4
ANVÄNDNING AV MARKGEOKEMISKA DATA.....	4
PROVTYPEN MORÄN	6
ELEMENTENS FÖREKOMST OCH RÖRLIGHET	7
Geologiska förutsättningar	7
Markprocesser och buffring	7
Lakbarhet och associationer	8
DE KEMISKA ELEMENTEN I NÄRINGSKEDJAN.....	9
METODIK	10
Provtagning	10
Provberedning	10
Analysering	11
KVALITETSKONTROLL AV ANALYSER	11
ELEMENTKARTOR	11
Metallhalter.....	12
GEOLOGIN I OMRÅDET	12
Översiktlig bergartsbeskrivning.....	12
GEOKEMI – ELEMENTENS FÖREKOMST OCH ASSOCIATIONER	18
Basfakta	18
Geokemiska mönster	18
Miljögeokemi	127
Arsenik i mark och vatten	128
Uran i mark och vatten	130
Tätortsgeokemi	132
SUMMARY	133
REFERENSER	134
TABELLER	136

GEOKEMISK KARTERING VID SGU

Den geokemiska karteringen vid SGU bedrivs i syfte att visa regional fördelning av huvudämnen och spårämnen samt pH i mark och vatten. Två olika undersökningsmetoder används för att åskådliggöra detta. Med markgeokemisk kartering provtas och analyseras morän och ett urval av leror, silt och grövre sediment och hittills är Götaland och stora delar av Svealand och Norrland karterade på detta sätt. Förutom den markgeokemiska karteringen görs även biogeokemisk kartering. Den senare baseras på analyser av levande bäckvattenväxter (starr- och älggräsrotter samt näckmossa); se exempel under avsnitten om arsenik och uran.

Den markgeokemiska databasen innehåller analysresultat och utgör en referenssamling av naturliga metallhalter. Resultaten används bland annat för att fastställa bakgrundshalter för metaller, för att identifiera områden med hög naturlig metallbelastning, för att tillsammans med pH-värden indikera risk för metallmobilitet, för prospektering efter guld, basmetaller och industrimineral och för att värdera näringsstatus i skogsmark. Maximalt finns data från över 26 000 moränlokaler i Sverige.

Föreliggande rapport är en fortsättning på den serie rapporter om geokemi som tidigare givits ut i SGUs publikationsserier Rapporter och meddelanden, Gk samt K. Den aktuella markgeokemiskt karterade regionen ingår i SGU-projektet "Östra Göteborg" med tyngdpunkten lagd på kommunerna Alingsås, Bollebygd, Borås, Essunga, Grästorp, Göteborg, Herrljunga, Härryda, Kungsbacka, Lerum, Lidköping, Mark, Mölndal, Partille, Vara, Vårgårda samt norra delen av Varbergs kommun. Översiktligt berörs också undersökningar i Göteborgs stad, där samma ingångsdata har bearbetats tidigare i samarbetsprojekt mellan Göteborgs kommun och SGU.

Rapporten innehåller utdrag ur de geokemiska databaserna, och informationen har tagits fram med syftet att visa enskilda grundämnens regionala frekvens och distribution och att ge en översiktlig tolkning om orsakerna därtill. Viss statistisk information är också sammanställd kommunvis. De flesta analyserade element som uppfyller stipulerade krav på analyskvalitet redovisas.

Vi som arbetat med rapporten är Madelen Andersson, Cecilia Jelinek och Sten-Åke Ohlsson. Ansvarig för kartorna är Mikael Carlsson.

ANVÄNDNING AV MARKGEOKEMISKA DATA

Markgeokemiska data används bland annat inom miljöövervakning, kommunal planering, markforskning, skogsbruk, mineralprospektering och medicinsk forskning. Med teman som försurning, recipientskydd, förorenad mark och malmletning kan kartor och information anpassas till olika relevanta verksamhetsområden. Eftersom provtypen avspeglar den naturliga metallhalten i marken kan de markgeokemiska resultaten med fördel användas som bakgrundsinformation vid undersökning av förorenad mark.

Kartorna visar den naturliga förekomsten av grundämnena i marken. Antropogen påverkan bidrar ytterst sällan eller lite till de förekomster av metaller och andra element som uppmäts i skogs- och landsbygd. I Sverige anses ett undantag från detta vara områden runt Falun, som förorenats av gruvdriften och den långvariga framställningen av svavelsyra vid Falu Koppargruva till den grad att t.o.m C-horisonterna långt från själva gruvan förorenats (Ek m.fl. 2001). Endast om påverkansgraden är mycket kraftig kan sålunda påverkan ses, och då i allmänhet endast i utsläppskällans omedelbara närhet. Kända potentiella föroreningskällor undviks naturligtvis ändå i möjligaste mån vid provtagning. Man kan däremot fråga sig hur omfattande spridningen till miljön varit och är av människans långvariga bruk av metaller. Redan för flera tusen år sedan bearbetades koppar och guld t.ex. till smycken och under hela den förindustriella epoken har keramik, glas, vapen, färgämnen och läkemedel tillverkats. Oavsiktlig och omfattande spridning av metaller har gjort att zink, tenn, bly, kobolt, kadmium, silver, arsenik, antimon m.fl. under mycket lång tid har cirkulerat i miljön.

Förekomst och spridningsmönster i moränens C-horisont bildar olika geokemiska provinser i en region, man kan säga att den geokemiska statusen varierar areellt. Till exempel innebär hög förekomst av nyttiga, basiska ämnen i mineraljorden oftast att pH är relativt högt, och att innehållet av vittringsbenägna mineral frigör tillräckligt med ämnen som växter och djur tillgodogör sig. Den geokemiska statusen är därför god. Inom andra regioner kan i stället nyttiga ämnen förekomma i låga halter eller med låg lakbarhet, samtidigt som pH kan vara lågt. Den geokemiska statusen är därmed betydligt sämre.

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

Som faktaunderlag passar användning av markgeokemiska data också in inom åtminstone fem av de av riksdagen angivna 15 miljömålen. Anledningen är att den geokemiska status som ett område har utgör en naturgiven faktor som påverkar markens försurningskänslighet, metallbelastning, strålningsrisk, föroreningsrisk m.m. Naturliga halter av metaller och andra grundämnen i berggrund och jordarter kan till exempel inte saneras bort eller täckas över utan finns ständigt som en påverkansfaktor för yt- och grundvatten. Några exempel på geokemisk information som bör beaktas i miljömålen:

Miljömål 3. Bara naturlig försurning

- En regional undersökning av pH i markens opåverkade delar ger information om surhetsgraden i en region och ger också tillsammans med beräkning av försurningsresistensen en indikation på markens neutralisationsförmåga och på områden där sannolikheten för aluminiumutlakning är stor.

Miljömål 4. Giftfri miljö

- Bakgrundshalter av metaller i ett län eller en kommun utgör basfakta vad gäller metallers överskridande av olika gränsvärden. Till exempel finns i olika delar av vårt land naturligt förekommande halter i marken av bl.a. As, Cd, Co, Pb, Ni och Zn som överstiger naturvårdsverkets gränsvärden för känslig markanvändning (KM-värden).
- Avgränsningar kan göras av områden som har naturligt förhöjda halter av ett flertal metaller, men där de enstaka metallerna inte överskrider KM-värden.
- Information om naturlig förekomst i jordar av giftiga metaller som idag saknar gränsvärden, t.ex. Ag, Bi, Sb, Se, Sn, Tl och W.

Miljömål 6. Säker strålmiljö

- Regionala uran- och torium-kartor baserade på halter i mark och bioindikatorer ger information om potentiella strålningsrisker från mark och vatten.

Miljömål 9. Grundvatten av god kvalitet

- Risk för metalläckage till grundvattnet kan finnas i pH-låga områden med hög lakbarhet av bl.a. zink, kadmium, mangan och nickel.
- Risk för att dricksvattnet kan ha halter överstigande gällande gränsvärden för giftiga metaller kan föreligga där marken innehåller naturliga förhöjningar av arsenik och uran.
- Kalcium- och magnesiumrika områden indikerar god vattenkvalitet med naturligt skydd för hjärt- och kärlsjukdomar.

Miljömål 15. God bebyggd miljö

- Vid planering av nya bostadsområden och infrastrukturdrawingar bör man beakta den geokemiska statusen i berörda regioner för att undvika framtida metalläckage.

- Vid all användning och brytning av naturmaterial som bergkross och morän bör man inhämta information om innehållet av metaller och deras lakbarhet för att undvika oavsiktlig spridning av metallrikt bergartsmaterial i miljön.

PROV Typen Morän

Jordarten morän täcker berggrunden över så gott som hela Sverige. Totalt anses ca 75 % av berggrunden vara täckt av morän (Sveriges Nationalatlas 1994). Moränen har generellt sett avsatts av flera inlandsisar, varav den senaste smälte för ca 14 000 (i söder) till ca 8 500 (i norr) år sedan. Isen eroderade berggrunden och transporterade iväg det nybrutna materialet tillsammans med varierande mängder äldre jordarter avlagrade före nedisningen.

Tre huvudtyper av morän förekommer: basalt deponerad morän, utsmältningsmorän samt flytmorän. Basalt deponerad morän avsätts under en aktiv glaciär genom att material i princip skrapas av mot underlaget. Resultatet blir oftast en hårdpackad morän med mycket få strukturer. Den är ganska homogen vad avser utseende, textur och innehåll. Det antas att materialet i en morän av denna typ är ganska korttransporterat, denna moräntyp ger därför den bästa speglingen av den lokala berggrunden.

Utsmältningsmorän bildas när materialet sakta smälter fram ur is som vanligen är stagnant. Denna process kan medföra att moränen på vissa ställen tvättas ur på finmaterial och tunga mineral. Dessa kan sedan anrikas t.ex. runt stenar vilket medför att denna moräntyp kan vara ganska inhomogen. Eftersom den kan vara transporterad uppe på glaciären kan den dessutom ha sitt ursprung långt ifrån depositionsplatsen och därför ge en sämre spegling av den lokala berggrunden.

Flytmorän avsätts genom att vattenmättad morän skredar ut från t.ex. ett isberg. Den kan i detta sammanhang (geokemiska tolkningsmöjligheter) sägas ha samma egenskaper som utsmältningsmorän. Såväl utsmältnings- som flytmoräner täcker ibland basalt deponerade moräner.

Normalt har en basalt deponerad morän en jämn eller regelbundet strömlinjeformad överyta. Utsmältningsmoräner och flytmoräner bildar ett mer oregelbundet småkulligt landskap och innehåller strukturer av olika slag med omväxlande grovt och finkornigt material. Om utsmältningsprocessen sker långsamt blir dock resultatet en ganska massiv utsmältningsmorän som kan vara svår att skilja från en basalt deponerad morän. I detta fall blir inte heller uttvättningen av finmaterial och tunga mineral så utpräglad.

Transportlängden, som är en viktig parameter vid framför allt morängeokemisk malmprospektering, kan för moräner variera kraftigt. Det är här viktigt att skilja på transportlängder för olika kornstorleksfraktioner i moränerna. Allt eftersom eroderade bergartsfragment nöts ner minskar t.ex. förekomsten av en bergart i blockfraktionen medan representationen i finare fraktioner ökar. Olika bergarter har också olika förmåga att motstå vittring och nötning. Sedi-mentära bergarter, t.ex. skifferar, nöts snabbt ner och finfraktioner kan därför påträffas ganska nära ursprunglig bergartsklyft. Magmatiska bergarter som graniter tål nötning bättre och de finaste fraktionerna kan ha transporterats betydligt längre sträcka.

ELEMENTENS FÖREKOMST OCH RÖRLIGHET

Geologiska förutsättningar

Berggrundens kemiska sammansättning varierar beroende på de ingående bergarternas sammansättning och proportioner. Halterna av många metaller är jämförelsevis låga i de kiselrika (sura) bergarter som dominerar den svenska berggrunden. I basiska bergarter finns däremot högre innehåll av bl.a. järn, magnesium, kobolt, koppar, krom och nickel. Finns skifferinslag blir halterna ofta betydligt högre eller mycket höga för en del spårämnen, t.ex. uran. I tabell 1 visas bergartstillhörighet för element i vanligt förekommande bergarter i Sverige.

Tabell 1. Bergartstyper med associerade element.

Bergarter	Förhöjda halter
Graniter	Au, Ba, Be, Bi, Cl, K, La, Mo, Pb, Rb, Sn, Th, Tl, U, W, Y, Zr
Sura vulkaniska bergarter (porfyrier m.fl.)	Ag, As, Cd, Cu, Hg, Pb, Se, Zn
Basiska bergarter (grönstenar m.fl.)	Ca, Fe, Mg, Mn, P, Ag, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, S, Sr, Ti, V, Zn
Skiffrar	Al, Ag, As, Au, Ba, Bi, Cd, Cl, Co, Cu, La, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, S, Sb, Sn, Se, Th, Tl, U, W, Y, Zn

Eftersom jordarten morän består av bergartsfragment med varierande kemisk sammansättning varierar också innehållet av huvudämnen och spårämnen. Moränen i ett område har också transporterats mer eller mindre långt och har därför ofta en något annorlunda sammansättning än den underliggande berggrunden. Tydligast syns detta där t.ex. ett granitiskt berggrundsområde har en ovanliggande morän med inslag av basiska bergarter. Kartbilden får då områden med högre halter av t.ex. magnesium i en annars magnesiumlåg region.

Tilläggs kan att man med sura bergarter menar att bergarten har hög halt av kisel, inte att bergarten har låga pH-värden. Ren finmald kvarts, som är extremt kiselrik, har höga pH-värden.

Markprocesser och buffring

Vertikalt i marken varierar den kemiska sammansättningen bl.a. på grund av de markprocesser som bildar markprofilen. Vilken typ av markprofil som bildas beror på ett flertal faktorer, bland dem kan nämnas jordart, mineralinnehåll, markanvändning och vegetation. Den vanligaste markprofilen i svensk skogsmark är podsol, som utvecklas i näringsfattiga marker. I dess översta mineraljordshorisont, blekjorden, har kemiska och biologiska processer lakat ur de flesta huvudämnen och metaller. Några av dessa, t.ex. järn och aluminium, har fällt ut i den underliggande, ofta rostfärgade, B-horisonten. Halterna av ämnen i dessa båda markskikt orsakas delvis av naturliga, geologiskt betingade markmineral, eller mineral och föreningar som bildats vid vittring. En del ämnen kan dock tillföras via luft och nederbörd. Denna föroreningsfaktor tilltar i betydelse i befolkningstäta eller industriintensiva områden. Under B-horisonten, i C-horisonten, har markprocesserna stabiliserats, marken befinner sig i jämvikt och grundämnena förekommer till stor del i primära bergartsmineral.

En annan vanlig markprofil är brunjordar, som utvecklas i mer näringsrik mark. I dessa saknas blekjorden och B-horisonten har en annan karaktär med högre halt organiskt material. Brunjordar kan också vara något mäktigare än podsoler, men det är i princip ingen skillnad på materialet i C-horisonten utom att det är mer näringsrikt.

Om markens buffringsförmåga är låg sjunker pH när försurande vätejoner tillförs, antingen via naturliga processer eller antropogen försurning. Vid låga pH-värden ökar urlakningen av näringsämnen, aluminium och lättlösliga metaller, t.ex. kadmium, och dessa transporteras ut i

vattendragen. Andra ämnen som fosfor och molybden binds däremot hårdare i marken. Buffring vid måttligt låga pH-värden, 6,2–4,2, sker genom att vätejonerna byts ut mot joner av kalcium, magnesium och kalium, vilka då lakas ur. Om tillgången på dessa joner är stor, t.ex. om berggrunden består av kalksten, är denna buffring mycket effektiv. I urbergsområden är dock detta buffringssystem oftast av underordnad betydelse. Detta beror på att även om granit och gnejs innehåller kalciummineral, t.ex. plagioklas, är vittringsbenägenheten lägre. Sjunker pH under 4,5 sker buffringen med aluminiumjoner som då istället tillförs markvattnet, ofta tillsammans med bl.a. kadmium, nickel, mangan och zink. Indikationer på vilket buffringssystem som råder, kan beräknas med hjälp av bl.a. två pH-värden. Den så uppkomna försurningsresistensen visar den procentuella del av ett prov som inte berörs av en pH-sänkning vid tillförsel av vätejoner. Är försurningsresistensen total, dvs. 100 %, råder med all sannolikhet karbonatbuffring. När försurningsresistensen är under 100 % har i stället det effektiva aluminiumbuffringssystemet trätt i kraft. Om tillgången på lösliga aluminiummineral är låg sker silikatvittring och jonbytesbuffring istället, vilket är positivt för markvattnet som får tillskott av gynnsamma joner, men förrådet i marken minskar naturligtvis. Detta buffringssystem är ganska långsamt, vilket indikeras av lägre försurningsresistens (runt 90 %). Någon klar gräns mellan de olika buffringssystemen går ej att fastlägga, eftersom de olika systemen överlappar varandra. Neutralisationsprocesserna beror bland annat på markens vittringsbenägenhet och på den katjonbildande förmågan.

Lakbarhet och associationer

Ett mått på elementens rörlighet är deras lakbarhet, som varierar kraftigt beroende på vilka mineral de sitter bundna i. Hög lakbarhet för ett element anger att en procentuellt stor del av den totala tillgången på elementet blir lösligt vid en tillsats av syra, i detta fall salpetersyra. Detta anger elementets tillgänglighet på sikt för växterna, och för markens neutralisationsförmåga. En låg lakbarhet anger däremot att elementet är hårt bundet i markmineralen och svåråtkomligt.

Olika markmineral har i sin naturliga miljö olika benägenhet att vittra sönder, och det är genom vittring som elementen frigörs. Markmineralen kan därför grupperas efter sin vittringsbenägenhet i stigande grad från de nästan helt vittringsresistenta mineralen kvarts, rutil, titanit och zirkon < kalifältspat, muskovit, natriumrika plagioklaser < hornblände, biotit, klorit, vissa pyroxener < epidot, apatit, olivin, granat, pyroxener och kalciumrika plagioklaser och slutligen de mycket lättvittrade karbonaterna, t.ex. kalcit.

Ett och samma element kan dock uppträda i flera olika mineral och vara olika hårt bundet. Ett sådant element är kalcium, som återfinns i de flesta nämnda mineralen, från den vittringsresistenta titaniten till den mycket lättvittrade kalciten (som bildar bergarten kalksten). Kalium förekommer så gott som enbart i antingen de svårvittrade kalifältspaterna eller i mer lättvittrad biotit, medan magnesium främst återfinns i sådana mineral som vittrar tämligen lätt, dvs. i hornbländegruppen och uppåt. Variationer i lakbarheten av elementen i morän ger därför information om provens mineralogiska sammansättning.

Tillgången på elementen beror således på mineralinnehållet i moränen och miljön moränen befinner sig i, dvs. pH, och om miljön är oxiderande eller reducerande. Genom att kombinera information om ett elements totala spridning i moränen med dess lakbarhet, får man en indikation om en regions geokemiska status.

Förhållandet mellan olika element kan också avslöja lite om mineralinnehållet i marken. Elementen kalcium och strontium är normalt starkt geokemiskt associerade genom sina närliggande jonradier. Det kemiska släktskapet gör att strontium kan ersätta kalcium i mineralens kristallgitter, och strontium förekommer därför i de flesta mineral som innehåller kalcium. I magmatiska bergarter varierar dock förhållandet, eller kvoten, mellan dem beroende på i vilket kristallisationsskede bergartens mineral bildats. I ett tidigt kristallisationsskede i en svalnande

magma dominerar kalciumjonen över strontiumjonen. Detta innebär att andelen kalcium i förhållande till andelen strontium är högre i apatit och pyroxen, eftersom dessa mineral bildas först i den stelnande magman. I senare skeden bildas plagioklaser, och förhållandet mellan elementen ändras så att andelen kalcium minskar medan strontium ökar. Genom att studera mönstret för kvoten mellan dessa element, kan man därför också få en indikation på det mineralogiska innehållet i moränen, förutsatt att moränerna inte består av en alltför komplex blandning av olika bergarter.

DE KEMISKA ELEMENTEN I NÄRINGSKEDJAN

De kemiska element som cirkulerar i miljön härstammar till stor del från marken. Markbundna mineral vittrar och frigör element som sedan kan tas upp av växter och djur. Allt levande är beroende av ett flertal olika grundämnen för att upprätthålla vitala biologiska funktioner. För att organismerna inte skall bli lidande krävs en god balans av tillskott – alltför låga halter kan ge upphov till bristrelaterade sjukdomar medan alltför höga halter å andra sidan kan ge toxiska effekter.

Bristrelaterade eller toxiska sjukdomar hos människor som direkt kan relateras till markens innehåll av grundämnen har dokumenterats på många håll i världen. I Sverige är sådana samband inte vanliga, till stor del beroende på att den kost som idag konsumeras oftast härstammar från många olika håll varför den lokala markens påverkan inte blir så stark. Det bör alltså betonas att sambanden mellan markkemi och människors hälsa är komplexa och ibland svårutredda. Samband som trots allt har påpekats eller antagits i Sverige är bl.a. markradon–lungcancer, selenbrist–hjärtsjukdomar och kadmium i dricksvatten–barndiabetes. Något som anses ha samband med lägre frekvens av uppkomna hjärt- och kärlsjukdomar är närvaron av hårt vatten, dvs. där kalcium och speciellt magnesium är överrepresenterat i dricksvattnet. Dyliga samband har konstaterats vara relativt vanliga internationellt (Karppanen 2002). Under senare tid har även förekomst av uran i dricksvatten identifierats som en riskfaktor (Kurtio m.fl. 2002), och källan till detta uran är berg- och jordartsrelaterat.

De naturliga ekosystem som omger oss är starkt beroende av den lokala marken och dess innehåll av kemiska element. Oftast har ekosystemen anpassat sig till de förhållanden som råder, men såväl snabba som långsamma miljöförändringar kan innebära starka påfrestningar. Detta kan inträffa om belastningar såsom kraftig förorening av tungmetaller eller sura regn påverkar näringskedjan.

Av de karterade elementen har bl.a. följande element dokumenterat skadliga effekter på levande organismer, om elementet förekommer i ”rätt” form och halterna är tillräckligt höga: aluminium, antimon, arsenik, bly, kadmium, kobolt, koppar, krom, mangan, molybden, nickel, silver, tallium, tenn, uran, vanadin, vismut och zink. Det bör påpekas att även om halter av potentiellt skadliga element i denna rapport klassas som höga på den skala som används, innebär detta inte automatiskt att risk för negativ miljöpåverkan föreligger. Dels kan elementen vara relativt hårt bundna till mineral, dels kan förekomst av element med antagonistisk effekt (t.ex. kadmium–selen) påverka eventuella risker. För konkreta riskbedömningar krävs normalt omfattande undersökningar.

METODIK

Provtagning

För karteringsändamål insamlas moränprover och sedimentprover. För moränprover gäller kriterierna att de ska vara representativa för regionen och om möjligt tillhöra typen sandig eller sandig-siltig morän. Dessutom skall potentiellt förorenade områden undvikas.

Avståndet mellan proverna är ca 2,5 km, vilket innebär att det insamlas ungefär 15 prover per kvadratmil. Vid provtagningen genomgrävs markprofilen för hand med spade och spett. Man får därigenom god möjlighet att upptäcka om provet av någon anledning är olämpligt att ta, på grund av svallning, växrötter, djupt gående markprocesser, underliggande sediment etc. Provet, som uppgår till ca 0,8 kg, tas sedan ett stycke ner i C-horisonten (normalt 0,7–1,2 meter) genom att material slås loss på några ställen i gropens botten (fig. 1). Analyserna från dessa prover utgör därför en relativt homogen och jämförbar statistisk population, där förutsättningarna för grundämnenas haltvariation bygger på olikheter i ursprunglig kemisk sammansättning.

Sedimentproverna tas på 1 m djup men geografiskt har de oftast inte samma utbredning som moränprover. En skillnad mellan de båda provtyperna är att vid tolkning av geokemiska mönster är det betydligt färre faktorer som påverkar moränens metallhalt än vad gäller sediment. Moränens C-horisont är så gott som uteslutande geologiskt relaterad, medan ett flertal faktorer som skilda markförhållanden och oxiderande eller reducerande miljö kan påverka sedimentens metallstatus. Sedimentproven kan inte kopplas till berggrunden på samma sätt som moränproven. Sedimentationsprocessen i sig medför t.ex. en omfördelning av elementen.

Provberedning

Moränproverna vakuumtorkas och siktas på nylon-sikt med 0,063 mm maskvidd. Anledningen till fraktionering av prov före analys är att den så kallade finfraktionen (<0,063 mm) så gott som uteslutande innehåller monomineralkorn. Grövre fraktioner består av dubbelkorn, vilket ökar haltvariationen vid upprepade provtagning och analys. Det är därmed betydligt svårare att ta representativa prover och att få reproducerbarhet i analyser från grövre fraktioner. Finfraktionen behöver inte heller malas före analys, vilket annars kan ge oönskad kontaminering av proven.

Ett urval av moränproven analyseras även på fraktionen <2,0 mm. Detta görs för att erhålla information om sambanden mellan ämneshalter i de två fraktionerna, eftersom fraktionen <2,0 mm ofta föredras inom miljö- och skogssektorn. Sedimentproven siktas endast på nylon-sikt med 2 mm maskvidd.

I samband med siktningen testas samtliga prover med saltsyra (HCl) för att detektera eventuellt kalkinnehåll. Fraktionerna över 0,063 mm samt den mängd material <0,063 mm som inte behövs för analysen, sparas i en provbank för eventuella framtida analyser.



Fig. 1. Typisk grop för markgeokemisk provtagning av morän.

Analysering

Ett fyrtiotal grundämnen analyseras och ämnenas haltvariation bygger på olikheter i ursprunglig kemisk sammansättning av jordarterna. Analyserna görs av morän med kornstorlek <0,063 mm och av morän och sediment med kornstorlek <2 mm med hjälp flera olika analysmetoder. Moränfraktionen <0,063 mm samt morän och sediment <2 mm analyseras med uppslutning i 7M HNO₃ (salpetersyra) och ICP-MS, moränfraktionen <0,063 mm dessutom med XRF (röntgenfluorescens) och med uppslutning i kungsvatten och ICP-MS. Jordarternas surhetsgrad anges efter en pH-bestämning av proverna med uppslamning i avjoniserat vatten. Med ytterligare en pH-mätning efter tillsättning av vätejoner i form av utspädd svavelsyra (0,005 M), beräknas provets förmåga att motstå surt markvatten, dvs. dess buffertkapacitet eller försurningsresistens (hädanefter används begreppet försurningsresistens). Värt att notera är att pH ligger 0,5–1 enhet lägre i fraktionen <0,063 mm, jämfört med pH mätt i fraktionen <2,0 mm. Detta beror med all sannolikhet på att den finare fraktionen innehåller fler partiklar per gram torkat prov vilket ger större sammanlagd partikelarea. Det är vid markpartiklarna de vätejoner har adsorberats, som man mäter i det uppslammade provet. Fler vätejoner medför alltså lägre pH-värde. Eftersom pH-skalan är logaritmisk innebär varje sänkning med en pH-enhet att halten vätejoner i lösningen ökar tiofalt.

Parametrar av fullgod eller tillfredsställande analytisk kvalitet som ingår i den geokemiska referenssamlingen är: pH, pH₁, Ag, Al₂O₃, As, Au, BaO, Be, Bi, CaO, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, Fe₂O₃, K₂O, La, Li, MgO, MnO, Mo, Na₂O, Ni, P₂O₅, Pb, Rb, S, Sb, Se, Sn, Sr, Th, TiO₂, Tl, U, V, W, Y, Zn och Zr. Utanför denna finns dessutom ett fåtal grundämnen med analyser av sämre kvalitet, t.ex. brom, som i vissa fall kan användas som indikativa.

KVALITETSKONTROLL AV ANALYSER

Vid all hantering av analyser är en omfattande kvalitetskontroll nödvändig. Varianser, dvs. haltvariationer, kan uppstå och uppstår i princip i varje enskilt skede vid en geokemisk kartering. Genom att undersöka dubbelprov (replikat) tagna i fält undersöks den s.k. totalvariansen. I denna ingår varianser som uppkommer p.g.a. småskalig inhomogenitet i moräners sammansättning (som normalt är relativt liten, undantaget guld som uppvisar en s.k. kluster- eller nuggeteffekt), varianser uppkomna vid torkning, siktning, uppvägning, uppslutning och analys. Även analysvariansen undersöks, detta med hjälp av internt standardprov.

Med hjälp av statistisk och visuell granskning kan fel upptäckas och åtgärdas. För offentliggörande av grundämnenas analyser krävs att dessa har kvalitetsklassats som tillfredsställande och däröver. Olika varianter på kvalitetskontroll tillämpas vid geokemiska undersökningsprojekt även av andra länders motsvarighet till SGU.

ELEMENTKARTOR

I föreliggande rapport redovisas ett antal analysparametrar i form av singelelementkartor och beräknade (tematiska) kartor utvisande prognos för baskatjonbildning och försurningsresistens huvudsakligen i kartskala 1:1 miljon. För metallerna guld, koppar, bly, zink, kobolt, nickel, krom och vanadin kan även plottade kartor i skala 1:250 000 eller 1:100 000 framställas. För beställning av dessa eller för kartframställning i andra skalor eller av andra element kontakta Kundtjänst på SGU.

Färgkartorna i denna rapport är gjorda efter att de geografiskt oregelbundet placerade analysvärdena gjorts om till ett regelbundet punktnät (grid) med interpolerade värden. Den färgade ytan visar därmed endast en matematiskt beräknad halt (eller annan parameter), och skall därför behandlas med viss försiktighet. Detta innebär också att den färgade ytan kommer att täcka även områden med andra sediment än morän, och i sådana områden kan avvikelser mel-

lan verklig halt och beräknad halt vara stor. För att få en uppfattning om provtagningstäthet för morän respektive sediment, är varje provlokal markerad som en punkt på färgkartorna.

Färgskalorna för markgeokemiska elementkartor är satta från grönt (låga halter) till rött (höga halter), för tematiska kartor används andra färgskalor för att undvika sammanblandning. Oberoende av färgskala är det viktigt att påpeka att höga halter eller andra värden inte automatiskt innebär att t.ex. någon risk för negativ miljöpåverkan föreligger – färgskalan används främst för att sätta olika geokemiska regioner i relation till varandra. Klassindelningar med percentiler på färgkartorna grundar sig på rikets klassindelning, om ej annat anges, som baserats på landets hela referenssamling för respektive element och analystyp. För de enskilda kommunerna är det ett illustrativt sätt att se hur kommunens halter av metaller ligger jämfört med landet i övrigt.

I tabellbilaga ges jämförande percentiler för det aktuella kartområdet respektive de enskilda kommunerna.

Metallhalter

Naturliga metallhalter överstiger ibland gräns- och riktvärden för förorenad mark. För de flesta metaller inträffar detta relativt sällan, men speciellt elementen arsenik, kadmium och nickel uppträder på grund av geologiska orsaker ibland i halter som på vissa ställen i landet kraftigt överstiger riktvärdet för känslig markanvändning. En skillnad mellan SGUs markvärden i morän och Naturvårdsverkets gränsvärden för känslig markanvändning (KM-värden, Naturvårdsverket 1999) är att de förra mäts i fraktion <0,063 mm, medan de senare mäts i fraktion <2 mm. Analysmetoden är dock densamma med salpetersyralakning av prov. Schablonmässigt kan man räkna med att halterna i moränfraktion <2 mm är ca 2/3 av halterna i fraktion <0,063 mm. SGU-värden som ligger strax över KM-värdet skall därför ses som indikativa. Sedan 1999 har dock SGU analyserat en del av moränproven även på fraktionen <2 mm, och resultaten visar att korrelationen för tungmetaller mellan de två fraktionerna är utmärkt. Generellt kan man multiplicera analysvärden från finfraktionen i morän med faktor 0,7 för jämförelse med KM-värdena, medan man direkt kan jämföra SGUs sedimentprov eller moränprov som siktas på fraktion <2 mm. Erfarenhetsmässigt vet man också att om en punkt har kraftigt förhöjd metallhalt är sannolikheten mycket stor för att finna ännu högre metallhalter i närområdet. Det är därför fullt möjligt att på de markgeokemiska kartorna använda KM-värden som jämförandevärden när man skall bedöma ett områdes metallbelastning.

GEOLOGIN I OMRÅDET

För utförlig information av berggrund och jordarter i undersökningsområdet hänvisas till kartblad med beskrivningar utgivna i SGUs publikationsserier Ab, Ae och Af. Kortfattat beskrivs geologin som använts för den geokemiska tolkningen.

Översiktlig beskrivning av berggrunden

En översiktlig berggrundskarta över området visas i figur 2 (s. 14). Den prekambrisk berggrunden i Sydvästsverige karaktäriseras av omvandlingar under perioder av bergskedjebildning för mellan 1,2 och 0,9 miljarder år sedan. Den östra delen av området är mycket kraftigt påverkat av en omkring 1,0 miljarder år gammal kontinentkollision som medförde att jordskorpan kraftigt förtjockades, i vissa enheter till mer än dess dubbla tjocklek. I samband med denna bergskedjebildning har även omfattande rörelser i jordskorpan ägt rum som förflyttat berggrundsenheter ut ur sin ursprungliga geologiska miljö. Den mest framträdande rörelsezonen i området kallas Mylonitzonen.

Mylonitzonen

Mylonitzonen utgör en av Nordeuropas största deformationszoner och den går att följa från Varbergstrakten i söder, över Kållandsö och till norska Eidsvoll i norr där den täcks av fjällberggrundens skollor. Längs zonen har berggrund av olika ålder, struktur, sammansättning och mineralogisk karaktär sammanfogats genom rörelser i jordskorpan. Detta betyder att Mylonitzonen utgör en viktig bergartsgräns och att zonen separerar berggrundsenheter med olika geologisk utvecklingshistoria.

Berggrunden väster om Mylonitzonen

Den del av berggrunden som idag ligger väster om Mylonitzonen har tektoniskt förflyttats ur sin ursprungliga geologiska miljö, i vilken omfattning är oklart. Berggrunden består huvudsakligen av omvandlade 1,6 miljarder år gamla ytbergarter och ca 1,6–1,5 miljarder år gamla metamorfoserade graniter, granodioriter och tonaliter. Bergarterna har genomgått omvandling och är ibland gnejsiga och ådrade.

Associerade med ovanstående djupbergarter finns mindre kroppar av metabasiska bergarter. Från Kållandsö i Vänern och söderut längs Mylonitzonen uppträder ett större sammanhängande stråk med metabasit. Metabasiterna förekommer också som gångar, skivor eller linser i berggrunden.

Olika metagraniter och ögongnejser, t.ex. Askimgraniten och RA-graniten, förekommer i ett stråk från Göteborgstrakten norrut till Vänersborg, samt i ett stråk omkring Kungsbacka. Askimgraniten är ögonförande, gråröd och nära massformig till svagt gnejsig. RA-graniten är oftast röd, gnejsig eller ögonförande, med en förhöjd radioaktivitet. Utbredningen syns tydligt på flygstrålningskartan, s. 131. Associerade med ovanstående graniter finns basiska bergarter som metagabbro och metadiorit.

En ögongnejs med upp till decimeterstora fältspatögon förekommer som mindre kroppar i ett stråk från Horred i sydvästra Västergötland norrut till Kållandsö i Vänern, samt väster om Horred i Kungsbacka kommun.

Området väster om mylonitzonen innehåller också två nord-sydliga stråk med omvandlade ytbergarter. Det ena sträcker sig från Horred i sydvästra delen av länet med avbrott norrut till Åmål. I Horreds-området (och ner längs Viskan) är bergarterna kraftigt omvandlade och deformerade. De består av veckade och bandade gnejser, där det inte alltid är lätt att avgöra ursprunget. Det andra sträcket med ytbergarter sträcker sig från trakten av Göteborg, genom Bohuslän och västra Dalsland och vidare in i Norge (Stora Le–Marstrandgruppen). Den består av omvandlade sedimentära bergarter av gråvacketypp avsatta på havsbotten.

Berggrunden öster om Mylonitzonen

I området öster om Mylonitzonen har berggrunden begravts djupare under bergskedjebildning och omvandlats under betydligt högre tryck och högre temperaturer än i väster och berggrunden i området domineras av kraftigt ådrade uppsmälta bergarter (migmatitiska ådergnejser). Dessa består till största delen av magmatiska djupbergarter med granitiska till kvartsmonzodioritiska sammansättningar. Innehållet av mineralet kalifältspat minskar successivt från graniter till kvartsmonzodioriter medan plagioklas och de mörka mineralen biotit och hornblände ökar. Färgen varierar därmed från röd till grå. Bergarterna är på många ställen magnetitförande och har därför tidigare kallats för järngnejser. Mörka, basiska bergarter (metamafiter) förekommer också. De är mörkt grå till svarta och innehåller ofta hornblände, granat, plagioklas, biotit och lite kvarts. Dessutom kan pyroxen och malmmineral förekomma. Det finns även yngre bergarter som utgörs av porfyriska metaintrusioner eller ögongnejser av granitisk till monzonitisk sammansättning.

Bildningsåldrar för de bergarter som en gång varit ursprunget till ådergnejserna öster om Mylonitzonen har bestämts till mellan 1,73 och 1,66 miljarder år. Ursprungsbergarterna öster om Mylonitzonen är alltså äldre än i det överliggande västra blocket (väster om Mylonitzo-

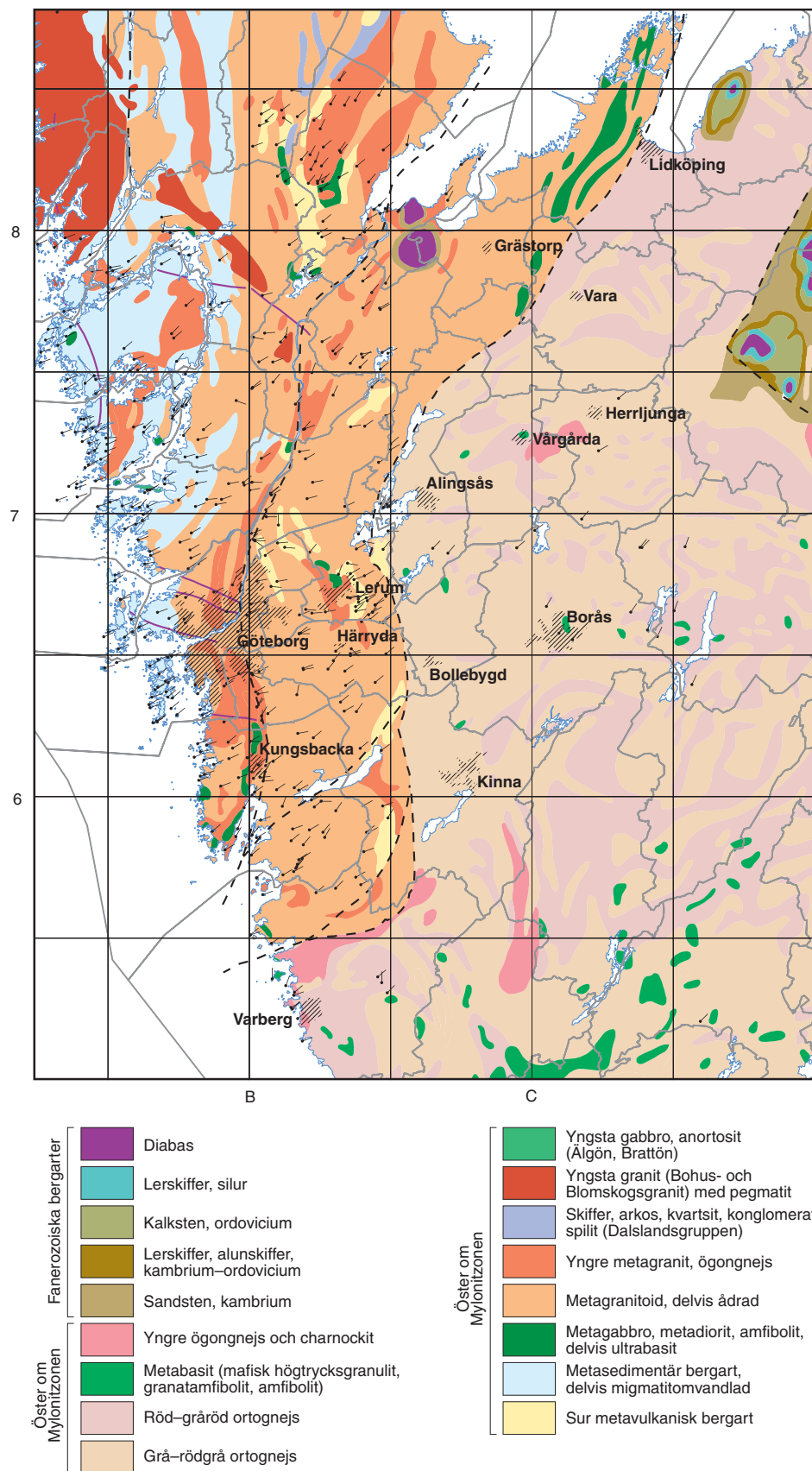


Fig. 2. Översiktlig berggrundskarta.

nen) och har även generellt en ljusare och alkalirikare sammansättning (högre halt SiO_2 och $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$). Bergarterna har liknande åldrar och kemiska sammansättning som delar av välbevarade intrusiva och vulkaniska bergartsenheter i östra Sverige, inom det Transskandinaviska magmatiska bältet. Detta betyder att berggrunden i området öster om Mylonitzonen sannolikt inte förflyttats ur sitt ursprungliga sammanhang.

Pegmatit

Pegmatitgångar av olika ålder förekommer i hela området. De äldsta är veckade och deformerade tillsammans med den övriga berggrunden medan de yngsta klipper rakt igenom omgivande bergarter. Bredden på gångarna överstiger sällan 20 meter. Mineralinnehållet varierar från mer enkla pegmatitgångar, som innehåller kvarts, fältspat och glimmer till de mer komplexa, som också kan innehålla mineral som beryll, columbit, granat, flusspat och amasonsten. Pegmatiter kan ha förhöjda uranhalter, mer sällan höga toriumhalter.

Diabas

Diabas är en gångbergart som till sin sammansättning liknar djupbergarten gabbro och ytbergarten basalt. Yngre diabasgångar återfinns i Göteborgstrakten, främst på Hisingen. Gångarna är brantstående och bredden varierar mellan en knapp meter och 200 m. Diabasen är grå till svart och finkornig till grovt medelkornig. Dessutom finns diabas vid platåbergen (se nedan).

Kambrosiluriska bergarter

Under allra äldsta delen av kambrium steg havet in över en nästan helt plan landyta (det subkambriska peneplanet). Denna hade bildats genom omfattande vittring och erosion av berggrunden. Havet steg successivt och olika miljöer som strandzoner och djupare havsmiljöer var förhärskande under olika tidpunkter. I dessa miljöer avsattes sand, lera och kalkslam som så småningom hårdnade till sandsten, skiffer och kalksten. Dessa har sedan vittrat och eroderats genom årmiljonerna och finns idag bara kvar i de s.k. platåbergen, där diabaser trängde in för ca 280 miljoner år sedan och bildade lagergångar som har skyddat de underliggande kambrosiluriska lagren från erosion. I Billingen–Falbygdenområdet och på Kinnekulle är kambriska, ordoviciska och siluriska lager bevarade, här finns mäktiga lager av t.ex. ordovicisk kalksten. På Halle- och Hunneberg däremot skär diabaserna igenom kambriska och ordoviciska bergarter, vilket medför att yngre ordoviciska och siluriska bergarter saknas.

Alunskiffer

Alunskiffer är en typ av mörk lerskiffer med högt organiskt innehåll. Den avsattes i grunda och stabila, stagnanta havsregioner med hög tillförsel av organiskt material och låg syre-sättningsgrad. Alunskiffern innehåller organiskt material (kerogen, olja, gas), svavel, uran och många andra tungmetaller, samt kalium, kväve och fosfor. På Billingen innehåller alunskiffern t.ex. höga halter av V (<797 ppm) och Mo (<491 ppm), och dessutom Cr (<110 ppm), Zr (<210 ppm), Ni (<248 ppm), samt sällsynta jordartsmetaller (REE <410 ppm). Uranhalten varierar i olika lager, och är högst i det s.k. Ranstadsledet, där halten är mellan 78 och 337 ppm. Alunskiffern går i dagen i platåbergens sluttningar vilket syns mycket tydligt på flygstrålningskartan över området (se s. 131).

Malmer och mineral

Malm har inte brutits inom undersökningsområdet. Det finns ett fåtal skärpningar (försöksbrott för att finna malm). På kartbladet 7C 8h finns Tittebergsgruvan, där kvarts- och pegmatitgångar

i en sur vulkanit innehåller kopparkis, och Solliden, där en magnetitrik gabbro innehåller scheelit (CaWO_4) i förskarnade partier. Vid Traneberg på Kållandsö (kartbladet 9C 1 i) finns en magnetitimpregnerad grönsten som innehåller 9 % titan.

Ett stort antal nedlagda pegmatitbrott finns inom länet, men i de stenbrott som är i drift bryts i dag främst krossberg av gnejs (granitisk, granodioritisk och tonalitisk), i andra hand granit. Brytning av diorit (8C 6g) och kvartsit (8C 5g) förekommer också. Vid Råda (söder om Kållandsö, 8C 7i) bryts kvartssand. Diabas bryts på Hunneberg och vid Billingen. Kalksten bryts i ett flertal brott vid platåbergen, framför allt för tillverkning av miljöalkali och cement, men i ett par brott bryts blocksten.

Jordartsgeologi

En översiktlig jordartskarta över undersökningsområdet presenteras i figur 3. Undersökningsområdet kan delas in i tre större jordartsområden. Den östra och sydöstra delen tillhör *Sydsveriges moränområde* och precis som namnet anger är morän den dominerande jordarten. Överytan på moränen är oftast ganska jämn även om en viss småkullighet också förekommer. En del drumlinier återfinns som långsträckta limpor orienterade i isrörelseriktningen, ofta något hundratals meter långa även om det finns betydligt större varianter också. Andra ytformer som kan urskiljas är ändmoräner som till skillnad från drumlinerna är orienterade tvärs isrörelseriktningen. Kemiskt skiljer sig inte de olika moränformationerna från intilliggande, flackare moränområden vad gäller den analyserade fraktionen. Däremot finns ofta skillnader i blockighet. Lokaliserat till dalgångar finns en del isälvsediment och åsstråk, men inte med någon större utbredning. Det förekommer också mer eller mindre skiktad morän som utgör spår efter tidigare issjöar. Jordartsområdet ligger i stort sett över högsta kustlinjen.

Väster om Sydsveriges moränområde ligger *Västkustens berg- och lerområde*. Denna region utgör en kuperad jordartsregion med kalt berg och lersediment i dalgångar och sänkor. Området ligger under högsta kustlinjen. Morän återfinns i form av ett tunt täcke, som drumlinier eller som ändmoränstråk i kustnära trakter som vid Varberg och norrut. Svallsediment förekommer och även skaljord återfinns både vid kusten och inåt land. Av sedimenten dominerar glaciala leror, som oftast är grå och diffust skiktade. Havets salthalt under sedimentationsprocessen påverkade de svävande lerpartiklarna i havsvattnet så att vattnets katjoner attraherade negativt laddade lerpartiklar. Detta gjorde att lerpartiklarna flockades, bildade aggregat och föll snabbt till botten. Den skiktning eller varvighet som bildas när lerpartiklar sedimenterar i sötvatten är således ej utbildad. På många ställen innehåller leran skalrester av marina mollusker och skalamöbor vilket, precis som för skaljorden, avspeglas kemiskt av höga kalkhalter i leran.

I norr återfinns *Vänerbäckens berg- och lerområde* som till topografin är flackare än de båda andra jordartsområdena och ligger under högsta kustlinjen. Den nordliga delen är dock kuperad med en del kalt berg som på Kållandsö, eller med israndbildningar. Mot söder breder stora sedimentslätter ut sig. Sedimenten domineras av en rödbrun glacial lera som ofta är skiktad och kan innehålla marina mollusker. Sedimentation som skett i sötvatten ger förutsättning för att ganska regelbundna varv bildas i leran, vilket har med årstidsvariationer i vattenföringen att göra. Vattnet i dåvarande Vänerbäckenet varierade dock i salthalt och sedimentation skedde även under bräckvattenförhållanden.

Benämningar som Skageracklera respektive Vänerlera kan användas för de glaciala lerorna som nämns ovan. Salthalten har dock varierat under sedimentationen för båda typerna bl.a. beroende på närhet till isens front, ursprunglig botten-topografi och strömmar. Nära en isfront dominerar sötvatten som håller undan det salta havsvattnet. Även i Vänerbäckenet har alltså salt vatten trängt in genom det som nu är Göta Älvs dalgång, bl.a. har man gjort skelettfynd från valar och sälar i lerorna långt in i landet (Fredén 1988).

Israndbildningar återfinns i samtliga jordartsområden och utgörs av mycket heterogent sammansatta ryggar, kullar och deltan uppbyggda av morän och isälvsediment, ibland med inneslutna

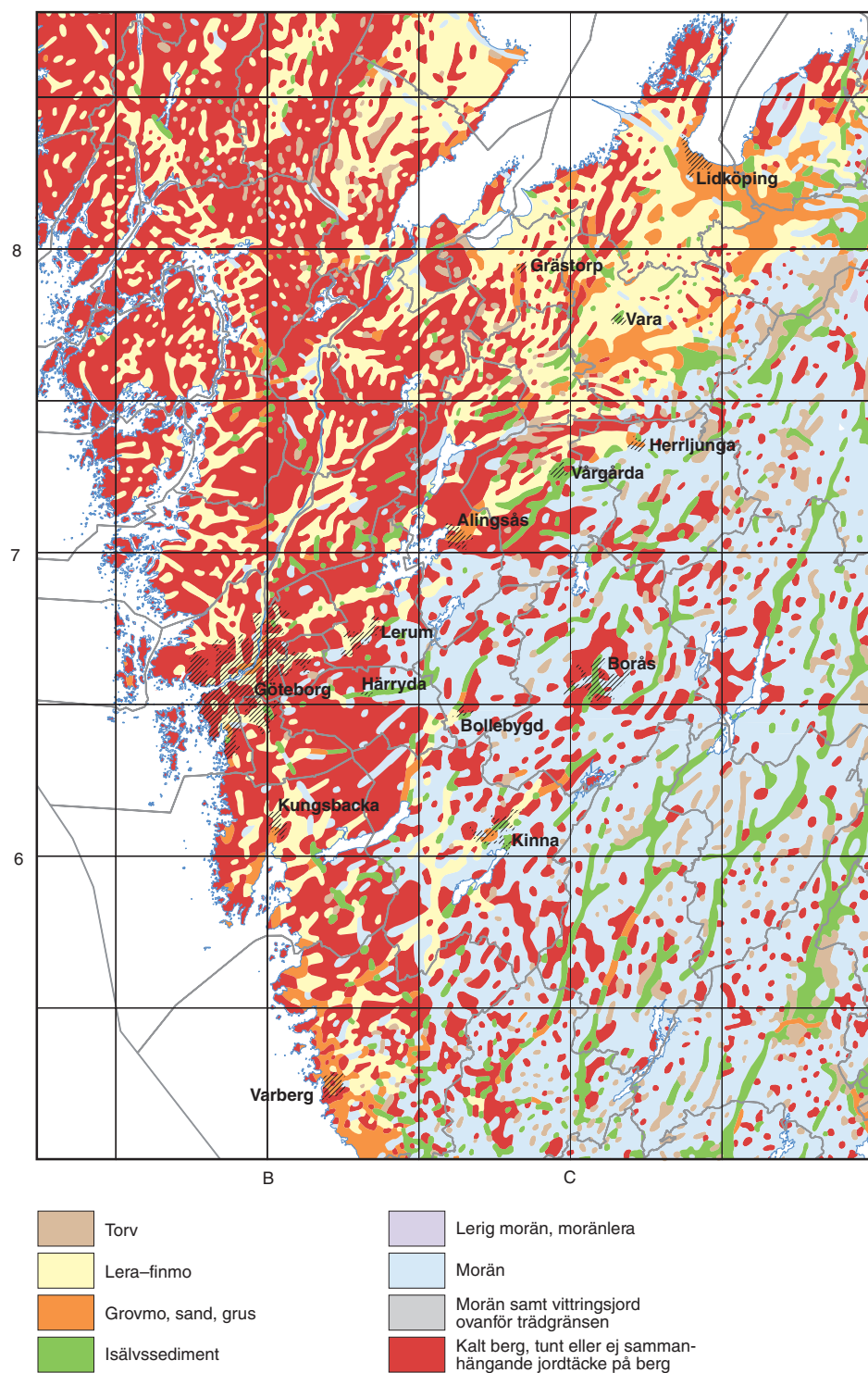


Fig. 3. Översiktlig jordartskarta.

lerlager. Dessa har bildats när isfronten legat relativt stilla i en zon under långa perioder. Rörelsen och transporten inuti isen har dock fortsatt och resulterat i att material makats ihop vid isfronten. Randbildningarna är således utsträckta i nordväst–sydöstlig riktning och är så pass framträdande att de namngivits. Äldst är Göteborgsmoränen som är en distinkt bildning utsträckt i nordnordväst–sydsydöst och i princip obruten från Kålleröd till Fjärås bräcka. Därefter följer mot nordost Berghemsmoränen, Trollhättamöränen, Levenemoränen och slutligen Billinge-Skövdemoränen som tillhör den mellansvenska israndzonen. Den tidsperiod isavsmältningen pågick från kusten till Billingemoränen beräknas till minst 2000 år och isen beräknas ha smält bort med 57–67 m per år (Fredén 1988) under avsmältningsperioderna mellan randbildningarna.

En annan ytform som förekommer i områdena ger en småkullig landskapsbild som är uppbyggd av regellöst orienterade ryggar och kullar med omväxlande morän och ibland med inslag av sorterade jordarter från grus till silt. Dessa bildades under inlandsisens avsmältningsfas och brukar kallas dödismorän.

Äldre daterade jordarter finns vid Dösebacka och Ellsbo i nordöstra delen av kartområdet 7B SO och på kartområdet 7B SV förekommer sorterade sediment som härstammar från en tidigare interstadial med en ålder av ca 30 000 år. Även spår från en äldre stadial, Börupinterstadialen, kan förekomma i dessa bildningar.

Isrörelseriktningen är generellt från nordost i nordöstra delen av undersökningsområdet men centralt och i väster är riktningarna mer från ostnordost till ost. I sydvästra delen kan även en äldre isrörelseriktning från nordnordväst ("norsk-isen") ha påverkat bergartsfragmentens utspridning i kusttrakterna (Påsse 1998). Även i trakten av Anten och Mjörn samt nordost om Bollebygd finns räfflor med denna riktning. Norskisen antas för övrigt vara den första som har påverkat området morfologiskt. Utöver de generella transportriktningarna kan det finnas lokala avvikelser.

Högsta kustlinjen återfinns i söder ungefär 70 m ö.h. och 120 m ö.h. i norr.

GEOKEMI – ELEMENTENS FÖREKOMST OCH ASSOCIATIONER

I undersökningsområdet har prover från 910 moränlokaler samlats in. Merparten av de insamlade proven är tagna i sandig morän. Provtagning har också gjorts i grusig morän (25 lokaler), siltig morän (56 lokaler), lerig morän (10 lokaler) och i randbildningen göteborgsmorän (15 lokaler). De senare är mycket inhomogena i sammansättningen.

Utöver morän har prover från 483 sedimentlokaler samlats in. Bland dessa dominerar leror men 31 prover med silt och 44 prover med grovmo–sand har också tagits. Fraktioner grövre än leror har generellt sett lägre elementhalter och lägre pH.

En svårighet vid provtagningen har varit att, speciellt i den sydvästra delen med tunna jordtäckan och mycket kalt berg, definitionen av morän respektive sediment stundtals varit svår att följa. Exempelvis har material provtagits i skrevor och lälägen även om bildningssättet för jordarten varit oklar. Med stor sannolikhet är jordarten dock lokalt producerad vilket innebär att det finns en geokemisk koppling mellan jordarterna vare sig den textuellt mest liknar en morän eller ett sediment.

Geokemiska mönster

Olika bergarter har olika mineralinnehåll vilket ofta avslöjar sig i form av distinkta geokemiska elementmönster. Områden med höga eller låga elementhalter i det geokemiska mönstret kallas anomalier. I undersökningsområdet är bergarternas mineralinnehåll och elementuppsättning ganska lika, och dessutom uppträder bergarterna ställvis i många mindre enheter ofta tvärs isrörelseriktningen. En tidigt avsatt morän kan också påverkas av senare isrörelser med annan riktning än den som huvudsakligen transporterat moränmaterialet. Detta tillsammans med att isen fört med sig såväl eventuella gamla jordarter som lossbrutet bergartsmaterial och avsatt det

som morän, gör att de geokemiska mönstren är komplexa. Transportlängden kan också variera avsevärt, en tumregel brukar vara att bergartsfragment mals ner ju längre de transporteras, men stora skillnader finns beroende på ursprunglig bergart. Basiter och pegmatiter krossas ner relativt snabbt och påträffas sådana block är de därför ganska lokala. Inom kartområdet, i isrörelsens riktning, har det påträffats ledblock från plåtåbergens diabaser, Filipstadsgranit, sandsten och porfyr från Dalarna. Likaså finns inslag av sandsten, kalksten, lerskiffer och alunskiffer i grus-grovmofraktionerna långt från bergarternas fasta klyft. I det södra kustområdet har bergarter från Skåne, Öresundsområdet och t.o.m. Osloområdet påträffats – troligen transporterade av isberg, men vad gäller knollkalken från Oslo, kan också ”norskisen” ha varit transportör. De geokemiska elementmönstren kompletterar ofta den isrörelseriktning som indikeras av isräfflor, och kan också vid mer noggranna studier sannolikt användas som indikation på transportlängd av bergartsmaterial.

Tunna jordtäcken, hög deposition av svavel och andra luftburna föroreningar samt hög nederbörd är några andra faktorer som påverkat de geokemiska mönstren. I de tunna moränerna har vittringsintensiteten varit hög och sannolikt har omfattande leromvandling skett även på provtagningsdjupet. I delar av kartområdet återfinns därför med stor sannolikhet ett högt inslag av sekundära lermineral på provtagningsdjupet och ger elementmönster som således är sammansatta av såväl primärt som sekundärt elementinnehåll. (Tilläggsas kan att det även i bergarter förekommer sekundära mineral beroende på hur bergarten har bildats.)

Primärt mineralinnehåll kan man få en uppfattning om genom att studera geokemiska mönster av totalhalter av kalium och bly som oftast indikerar kalifältsparter medan syralakade halter av samma element istället visar elementens lösliga förekomst, t.ex. i biotit som är vanligt i de basiska bergarterna. Basiska bergarter och diabaser markeras av förhöjningar av den mafiska elementgruppen, med kalcium, järn, magnesium, kobolt, koppar, nickel, vanadin m.fl. Granitiskt och pegmatitiskt bergartsmaterial ger sig också till känna som förhöjningar bland annat av bly, tenn och molybden. I kartområdet är inslag av magnetit, titanit och kismineral ganska vanliga och kan ge förhöjningar i moränen av ett flertal metaller.

Det mest framträdande i geokemin är emellertid inslaget av bergarter som återfinns utanför kartan. Det är de paleozoiska (kambrosiluriska) bergarterna från plåtåbergen Billingen–Fälbygderna och Kinnekulle som präglar den kemiska sammansättningen i jordarterna över stora områden. Dels de stora slätterna i norr, dels moränen i öster. Här släcks inslag från underliggande berggrund ut i de geokemiska mönstren och ersätts framför allt av skifferns spridning över landskapet.

Vad som också framträder starkt i de geokemiska mönstren för morän är det höga innehållet av klor, svavel och selen i moräner i de västligaste delarna av kartområdet. Elementen markerar ett luftburet tillskott av ämnena, där källan för svavel sannolikt är antropogena svavelutsläpp men där elementen också kan ha ett delvis marint ursprung. I båda fallen har västliga vindar stått för transport och deposition in över land (Salminen m.fl. 2005).

I de geokemiska mönstren för sedimenten framgår en del regionala skillnader som sannolikt beror på förhållanden under sedimentationen. Kustremsan har lägre halter av Ba, Mn, Ti, La, Sn, V och Y och Vänerbäckenet har lägre halter av Cr och Ni. Kusten söder om Varberg avviker också från kusten norr därom i det att det är ett lågområde för samtliga element utom möjligen fosfor. Till en del beror skillnaden på högre inslag i söder av finsediment (med större partikelstorlek än leror), vilka generellt har lägre halter av ett flertal element än leror. Skillnader finns också i lerslätterna i nordost med högre halter av Ag, (As), Cd, Mo och Se i ”Varaleran” jämfört med ”Grästorpsleran”, troligen orsakat av högre inblandning av kambrosiluriska bergarter i den östra leran. De hydrografiska förhållandena ändrades också när isen åter började avsmälta från sitt randläge Levenemoränen (Fredén 1988) och sedimentationen på Varaslätten kunde ta sin början.

Medianhalterna för grundämnen i regionen visar en del skillnader i jämförelse med hela landet. Generellt har regionens moräner högre medianhalter av Cl, Fe, Mn, Se, S, V och Zr och

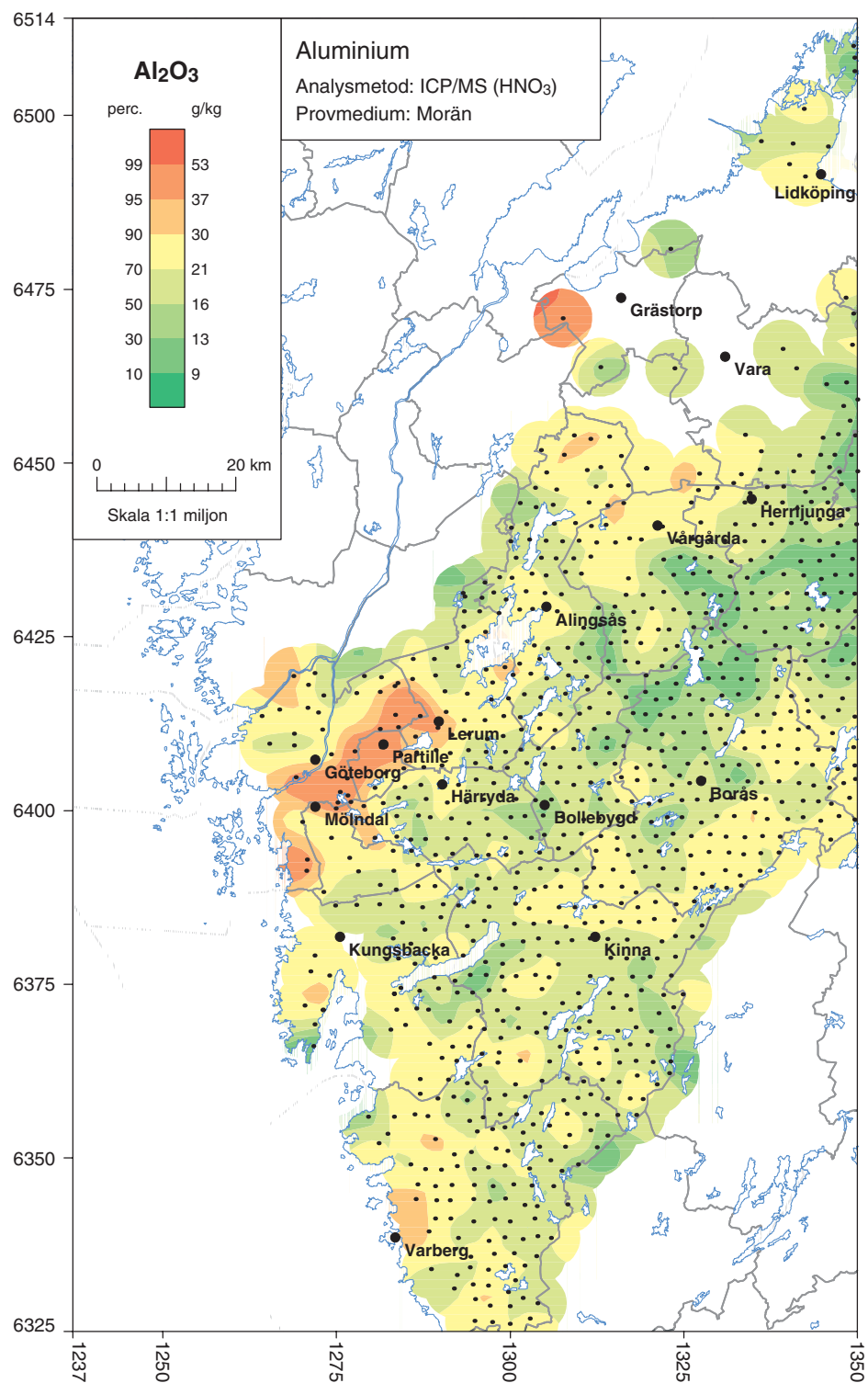
lägre medianhalter av As, Ca, Co, Cr, Li, Mg, Sb och W. För en del element finns skillnader beroende på lakningsförfarandet före analys, t.ex. är medianhalten för Pb högre och medianhalterna för Al, Na och Ti lägre än i övriga landet om man bara ser till totalhalterna, medan medianhalterna för Al och Ti är högre än övriga landet om man ser till de salpetersyralakade halterna. Medianhalterna i sedimenten är något högre för Mn och Tl och lägre för Cr jämfört med landet i övrigt.

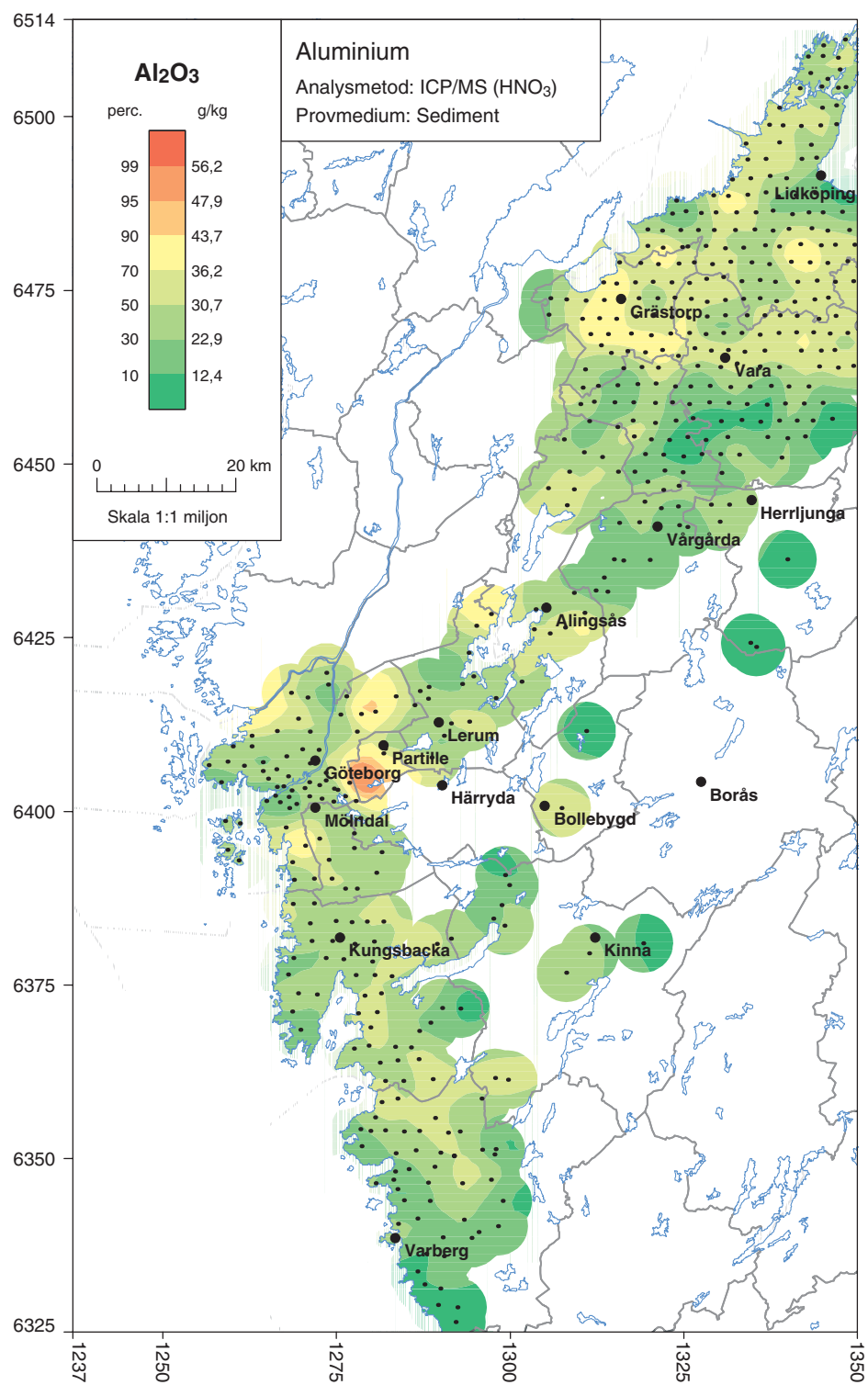
Aluminium (Al_2O_3)

De flesta bergarter innehåller aluminium i någon form och vanligen i mineral som fältspater, plagioklaser, glimrar och lermineral. Bergarter som omvandlats, t.ex. gnejser och kvartsiter, innehåller ofta jämförelsevis höga aluminiumhalter. Basiska bergarter, skiffrar, diabaser och graniter innehåller också elementet, medan ultramafiska bergarter har mycket lågt aluminiuminnehåll liksom kalkstenar och sandstenar. Även om aluminium frigörs vid vittring, är det skillnad på hur lätt elementet frigörs. Exempelvis är aluminium hårdare bundet i svårvittrade kalifältspater än i plagioklaser och Fe- och Mg-silikater. Löst aluminium binds åter bland annat i sekundära lermineral.

Eftersom markbundet aluminium är vanligt förekommande i många bergarter i såväl primära som sekundära mineral, ger ibland geokemiska moränkartor den mest lättolkade informationen i områden med riktigt låga halter av elementet. I kartbilden är aluminiumhalterna lägst nordost om en linje som kan dras ungefär mellan Borås och Alingsås. Förklaringen är sannolikt kambrosiluriska bergarter som kalksten och sandsten från platåbergen (utanför kartområdet) som här dominerar sammansättningen av moränen.

Jämfört med övriga landet har kartområdets moräner och leror låga till måttliga aluminiumhalter, undantaget moränens syralakade halter som ligger på högre nivåer. Lakbarheten för elementet är hög i två nordost-sydvästliga band, det ena från kusten och Göteborg–Mölndal mot nordost till Vårgårda–Herrljungatrakten; det andra från Kinna mot nordost. Det senare orsakas sannolikt främst av primära lättlakade fragment av skiffer och basiska bergarter i moränen. Väster om Grästorp, på Hunnebergs diabasplatå, finns en punkt med hög aluminiumhalt och hög lakbarhet som troligen är präglad av den lokala berggrunden. I det nordliga stråket är de syralakade halterna högst från Göteborg och Mölndal till Lerum. Även här kan orsaken vara skifferfragment och basiska bergarter, men även graniter som gett högt innehåll av aluminium i moränen. I de tunna moräntäckena har dock vittringsintensiteten varit hög, aluminiumet frigjorts och åter lagts fast i sekundära lermineral. Aluminium korrelerar i moränerna ($r>0,6-0,8$) med Fe, K, Mg, Ti, Be, Cr, Li, Rb m.fl. och med pH efter syratillsats, vilket visar att aluminium deltar i den buffringsprocess som bromsar pH-sänkningen. I sedimenten är korrelationen stark ($r>0,9$) bl.a. med Fe, K och Mg.

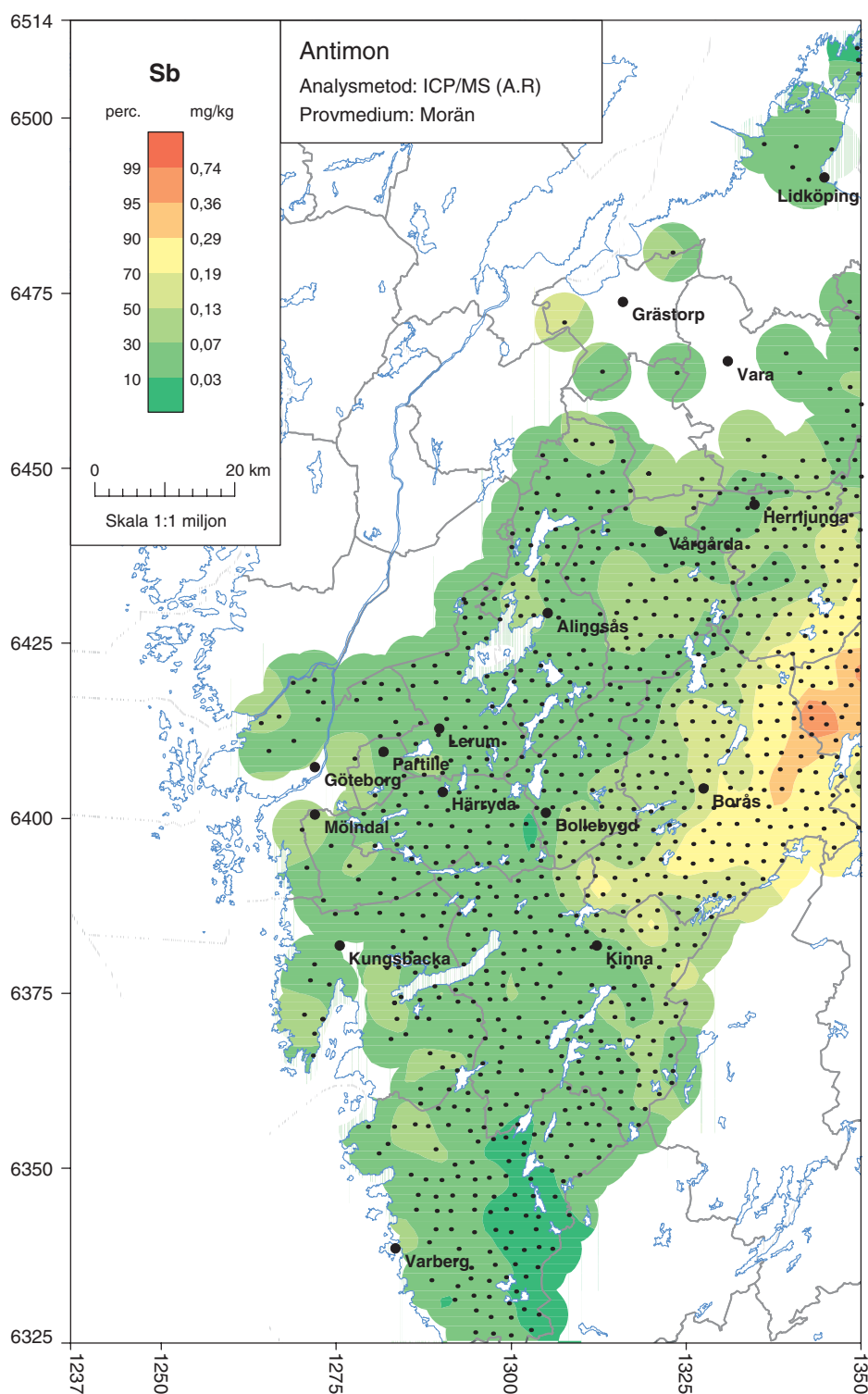




Antimon (Sb)

Antimon förekommer med högsta halter (upp till 2 mg/kg) i skiffrar, medan graniter, grandedioriter och basiter har lägre halter. Sandstenar har mycket låga halter. Geokemiskt är antimon närbesläktat med arsenik och vismut och förekommer ofta tillsammans med andra sulfider och i mineraliseringar såväl med dessa element som med Ag, Au, Cu m.fl.

Halterna i undersökningsområdets moräner är låga utom där skifferinslag från Billingen gett en uthållig och stark förhöjning i öster. Samhörigheten med andra skiffertypiska element



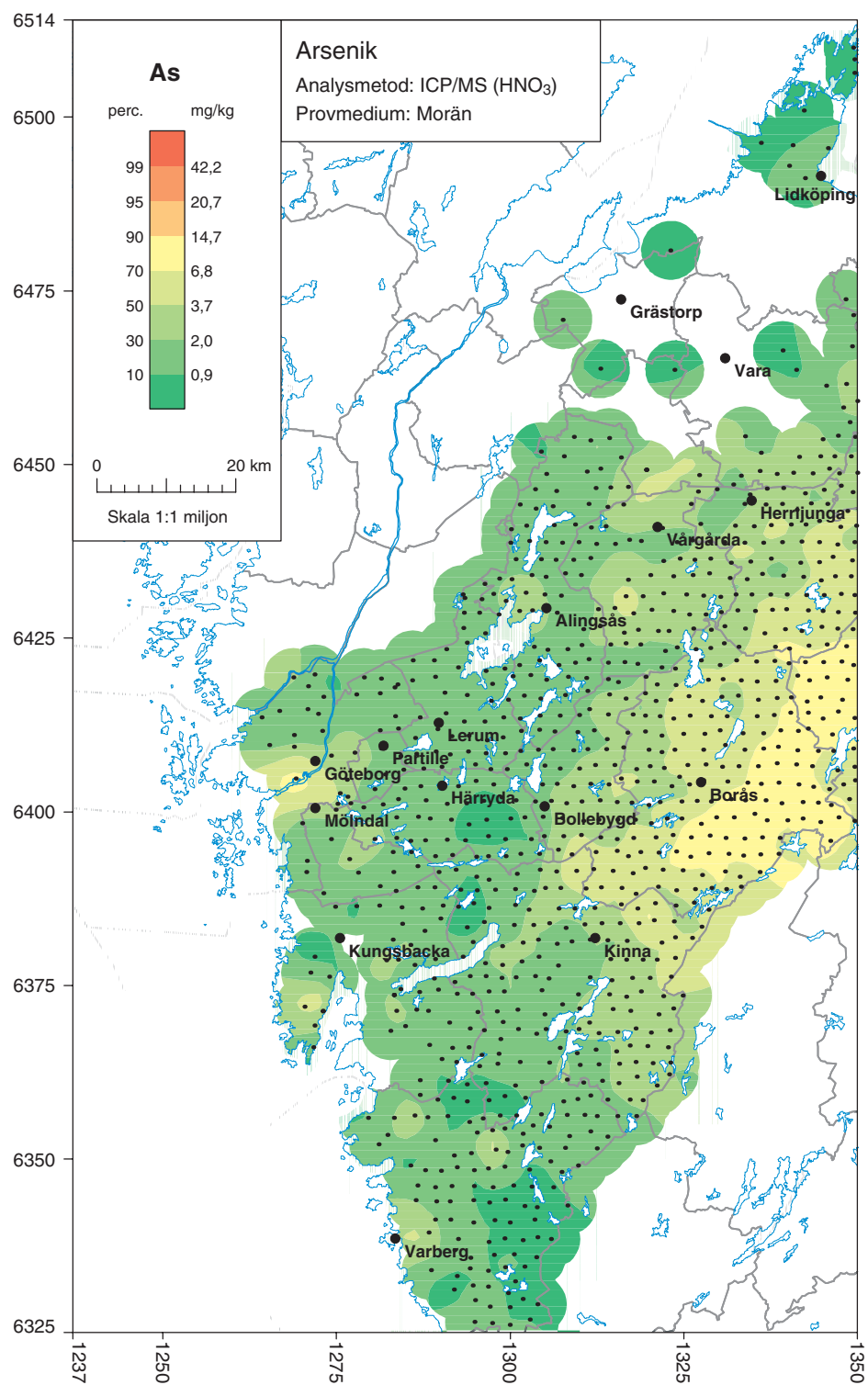
är stark och antimon är korrelerat med As ($r>0,9$) och Tl, och också med Cd, Mo och Mn. En association av annat slag finns i ett område söder och öster om Borås. Här återfinns lätta förhöjningar av antimon, guld, arsenik och vismut utgörande den södra delen av den starka anomalin och orsaken här är sannolikt de kisfyllda sprickor som finns på vissa håll i gnejserna och som till en del kan hysa mineraliseringar. Sedimenten är ej undersökta med avseende på antimon.

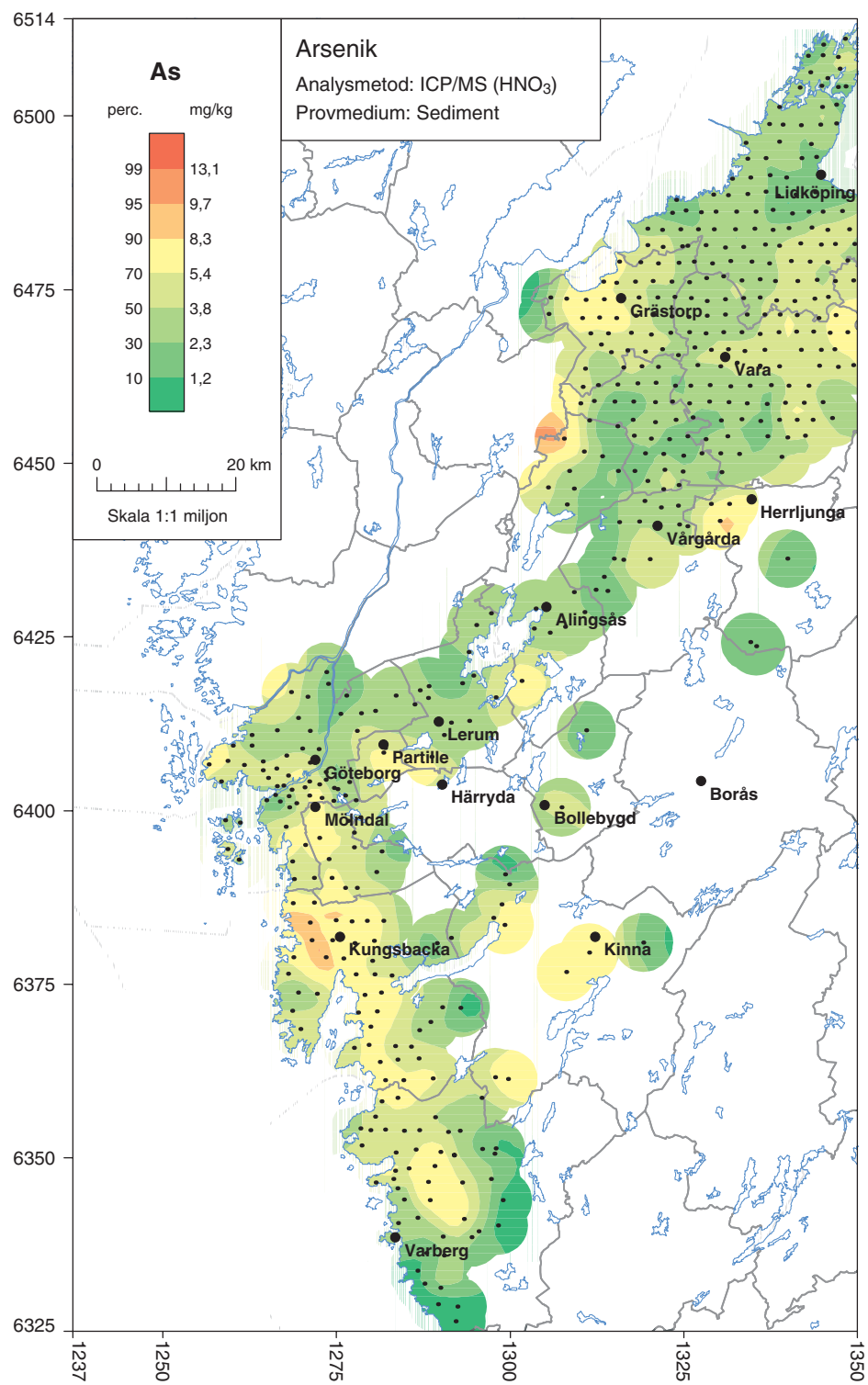
Arsenik (As)

Arsenik kan förekomma i en mängd olika mineral, bl.a. som arsenikkis (FeAsS) och uppträder ofta i anslutning till sulfidmineraliseringar. De högsta halterna i bergarter återfinns oftast i olika skifferar, medan sandstenar och kalkstenar normalt har mycket lågt arsenikinnehåll. Arsenik är närbesläktat med antimon och vismut och används ibland som indikatorelement för guld.

Arsenikhalterna i undersökningsområdets moräner och sediment är förhållandevis låga. De moränområden som finns i den östra delen har förhöjda halter där orsaken sannolikt är istransporterat bergartsmaterial (skifferar) från Billingen som ligger nordost i isrörelsens riktning. Arsenikhalterna är förhöjda tillsammans med ett flertal andra ämnen, exempelvis antimon och mangan, som är vanliga i olika typer av skifferar. Arsenik är kraftigt ($r>0,9$) korrelerat med Sb, och lite svagare ($r>0,6-0,7$) med Cd, Mo, Tl och Mn.

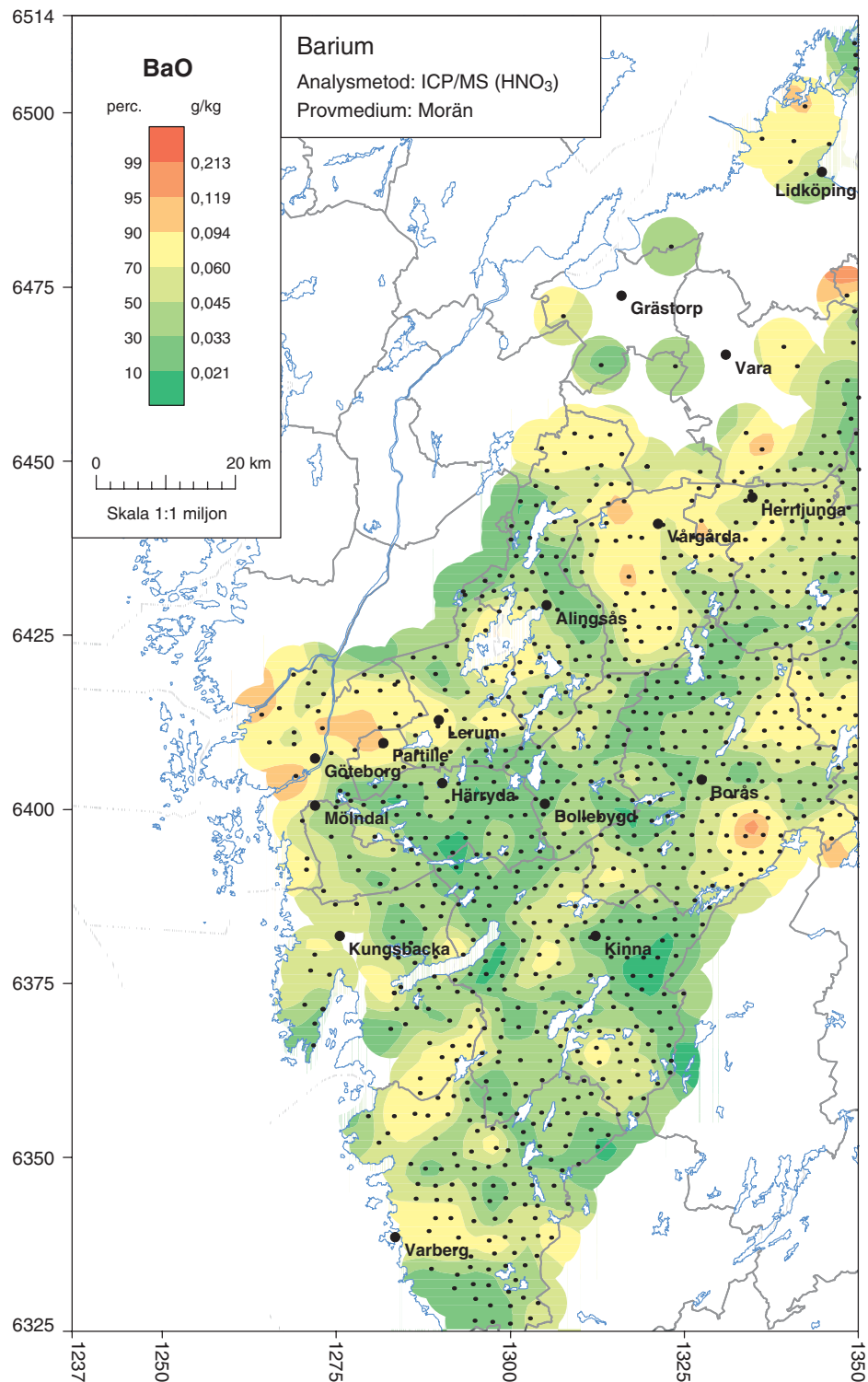
Sedimenten i undersökningsområdet har måttliga förhöjningar. Dessa återfinns i kusttrakten och vid de stora slätterna vid Vara och Grästorp. Förhöjningen öster om Vara och vid Kinna visar sannolikt var lerorna har störst inslag av skifferfragment. Korrelation ($r>0,7$) finns främst med järn och nickel.

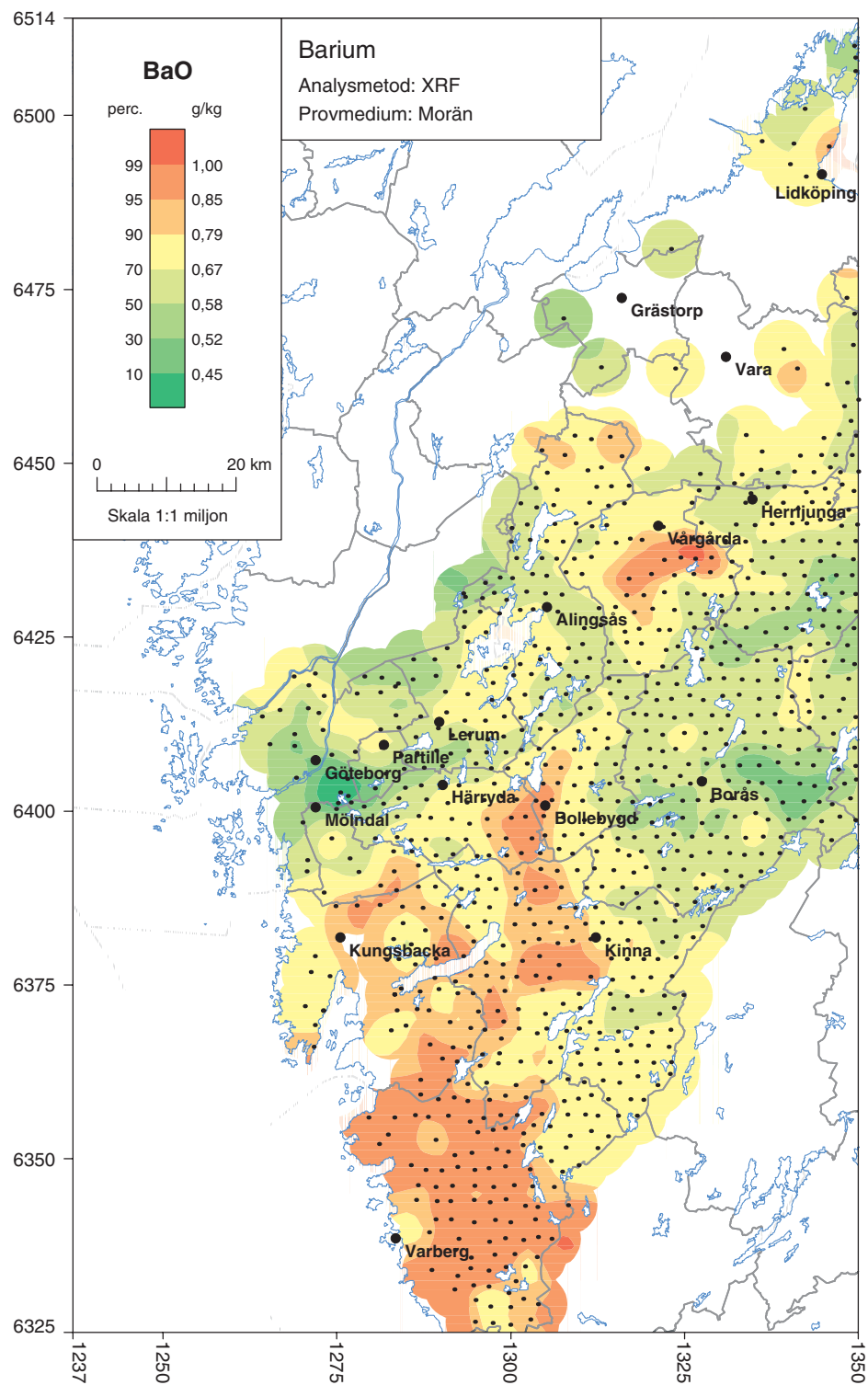




Barium (BaO)

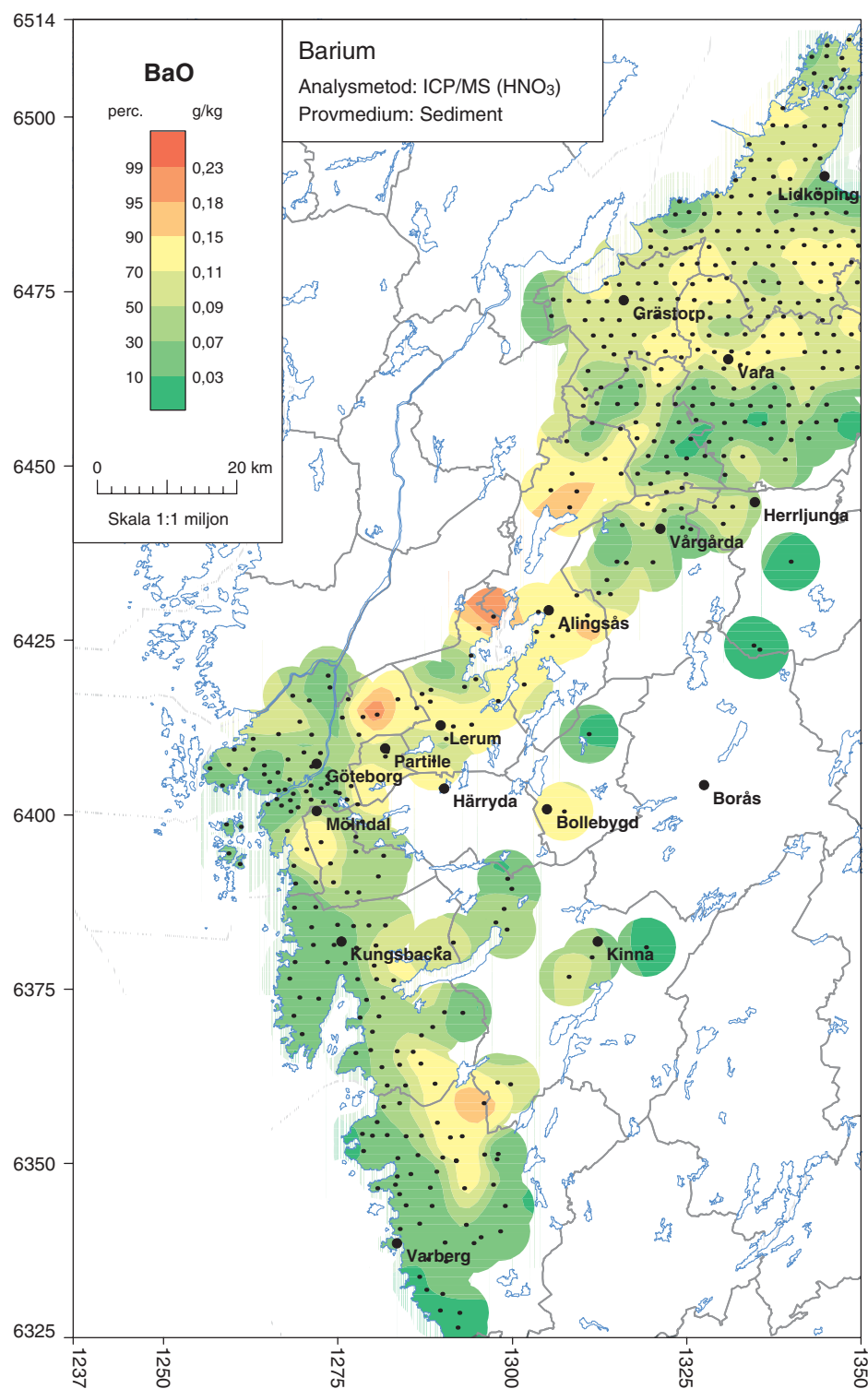
Barium förekommer främst i fältspater och glimrar, men kan även bilda baryt (BaSO_4), ett mineral som ofta förekommer i samband med sulfidmineraliseringar eller i gångar och håligheter i sedimentära bergarter. I bergarter som graniter, granodioriter och skiffrar är bariuminnehållet ofta högst, lite lägre i gnejser och sandsten och mycket lågt i kalksten och ultramafiska bergarter. Geokemiskt associeras barium med kalium och rubidium och kan ersätta kalium i bergartsbildande mineral, men också kalcium t.ex. i plagioklaser. I sulfider är metallen främst





associerad med bly och zink. Elementet är inte särskilt mobilt och vid vittring adsorberas barium effektivt till Fe- och Mn-hydroxider och oxider, fälls ut som sulfat eller karbonat eller binds till lermineral.

Totalhalterna av barium i kartområdets moräner är höga, medan de syralakade halterna är låga till måttliga jämfört med landet i övrigt. Lakbarheten varierar och är lägst där totalhalterna är höga som i den södra halvan av kartområdet. Där är det granitiska bergarter, bland dem



Torpgranit och Vargårdagranit, som har gett moräner med högt innehåll av fältspatbundet barium. Torpgraniten, som är en yngre, massformig granit återfinns bland annat i ett väst–östligt band i kartbladsgränsen 5B/6B och underlagar moränen i samma område. Den sammanhängande anomalin i söder har sannolikt också den kvartära utvecklingen att tacka för sin utbredning genom att såväl äldre som yngre istransportriktningar och relativa stilleståndslägen med ändmoränbildning spritt bariumhaltigt moränmaterial över ett betydligt vidare område

än berggrunden anger. I mer lättlöslig form förekommer elementet i moränerna nordost och sydost om Borås och ger mindre förhöjningar av syralakat barium. Orsaken kan vara skiffer från Billingen, som inverkar förhöjande på moränens bariumhalter men en del sulfider påträffas ofta i gnejserna och det är inte osannolikt att metallen också är sulfidbunden i detta område. I lättlöslig form uppträder barium även i Göteborg–Lerumtrakten. Totalhalterna av barium korrelerar endast med totalhalter av K och Na och anger fältspater som huvudsakliga bariumbärare medan syralakat barium som korrelerar ($r > 0,6-0,7$) med syralakat Fe, K, Mg, Ag, Li, Rb, Tl m.fl. anger mer lättlösliga mineral, exempelvis biotit.

I sedimenten korrelerar barium starkast ($r > 0,9$) med La, Rb och Tl men också med huvudelementen Al, Fe, K, Mg, Mn och Ti. Lerorna i kustområdets lågland har lågt bariuminnehåll medan halterna stiger något inåt land, norr om Partille och i Alingsåstrakten runt sjöarna Mjörn och Anten.

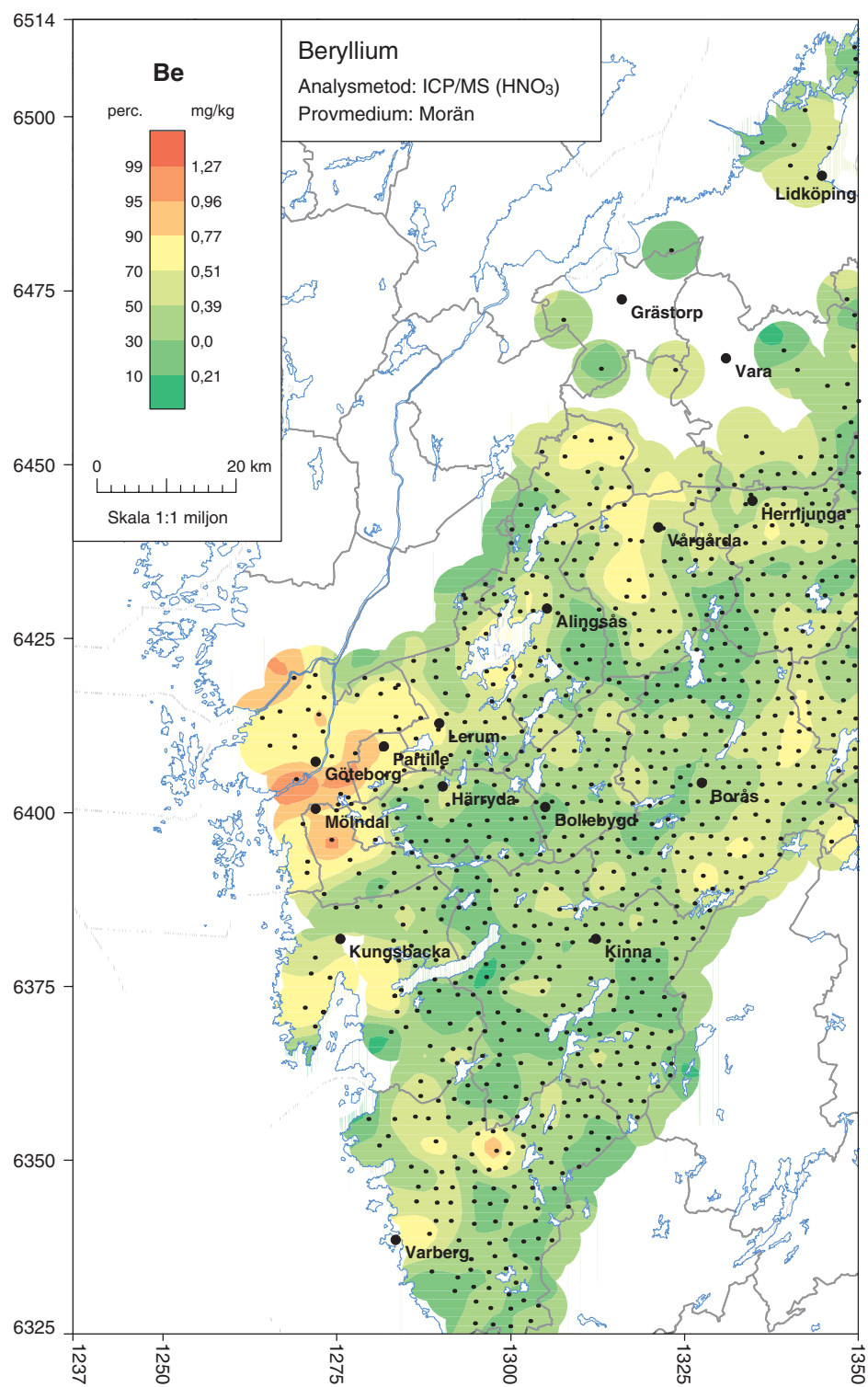
Beryllium (Be)

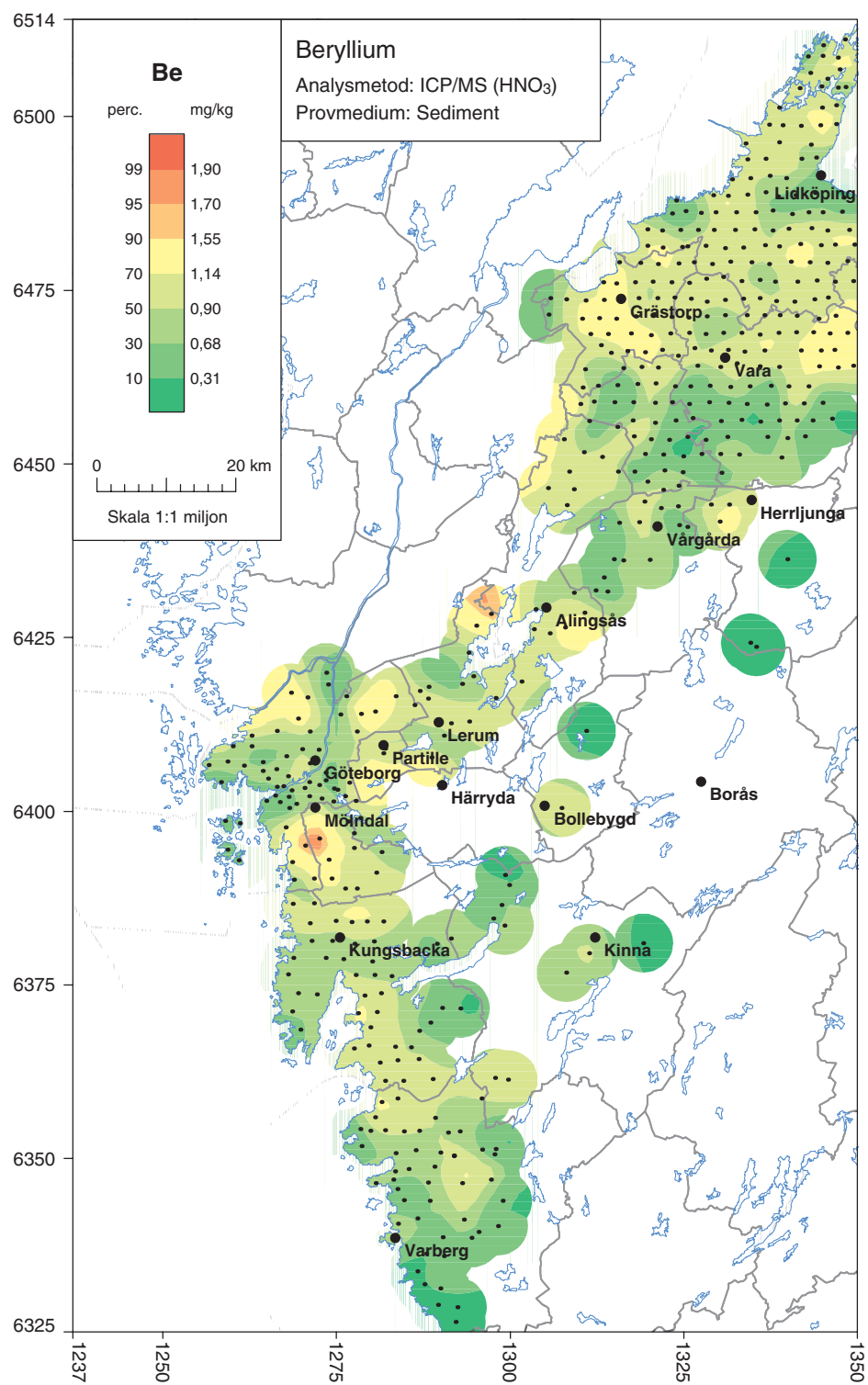
Elementet beryllium förekommer bland annat i graniter, granodioriter och skifferar. Beryllium kan vara associerat med litium och rubidium i pegmatiter och uppträda tillsammans med Cu, Pb, Zn, Mo, W m.fl. i skarnbildningar. Beryllium ingår också i mineral som pyroxener, glimrar, plagioklaser och lermineral och bildar också egna mineral, t.ex. beryll. Vid vittring binds löst beryllium lätt till organiskt material samt till lermineral där det kan ersätta bland annat aluminium.

Berylliumhalterna i undersökningsområdets moräner och sediment är tämligen måttliga och svaga till måttliga förhöjningar återfinns ganska jämnt utspridda i området. En region som har lite högre halter är Partille–Göteborg–Mölndal. Här finns en del ögonförande graniter och granodioriter och även inslag av pegmatit, som alla troligen lokalt präglat moränen. En annan orsak kan vara hög lermineralbildning i de relativt tunna moränerna, som effektivt binder beryllium till sig.

Beryllium korrelerar med ett flertal andra element, starkast med Fe ($> 0,8$). Eftersom berylliums uppträdande är så mångfasetterat med närvaro i en mängd olika mineraluppsättningar, är det intressantare att notera att korrelation mer eller mindre saknas helt med huvudelementen kalcium och fosfor och med syralakat natrium. Därför är mineral som apatit och amfiboler inga betydande berylliumbärare.

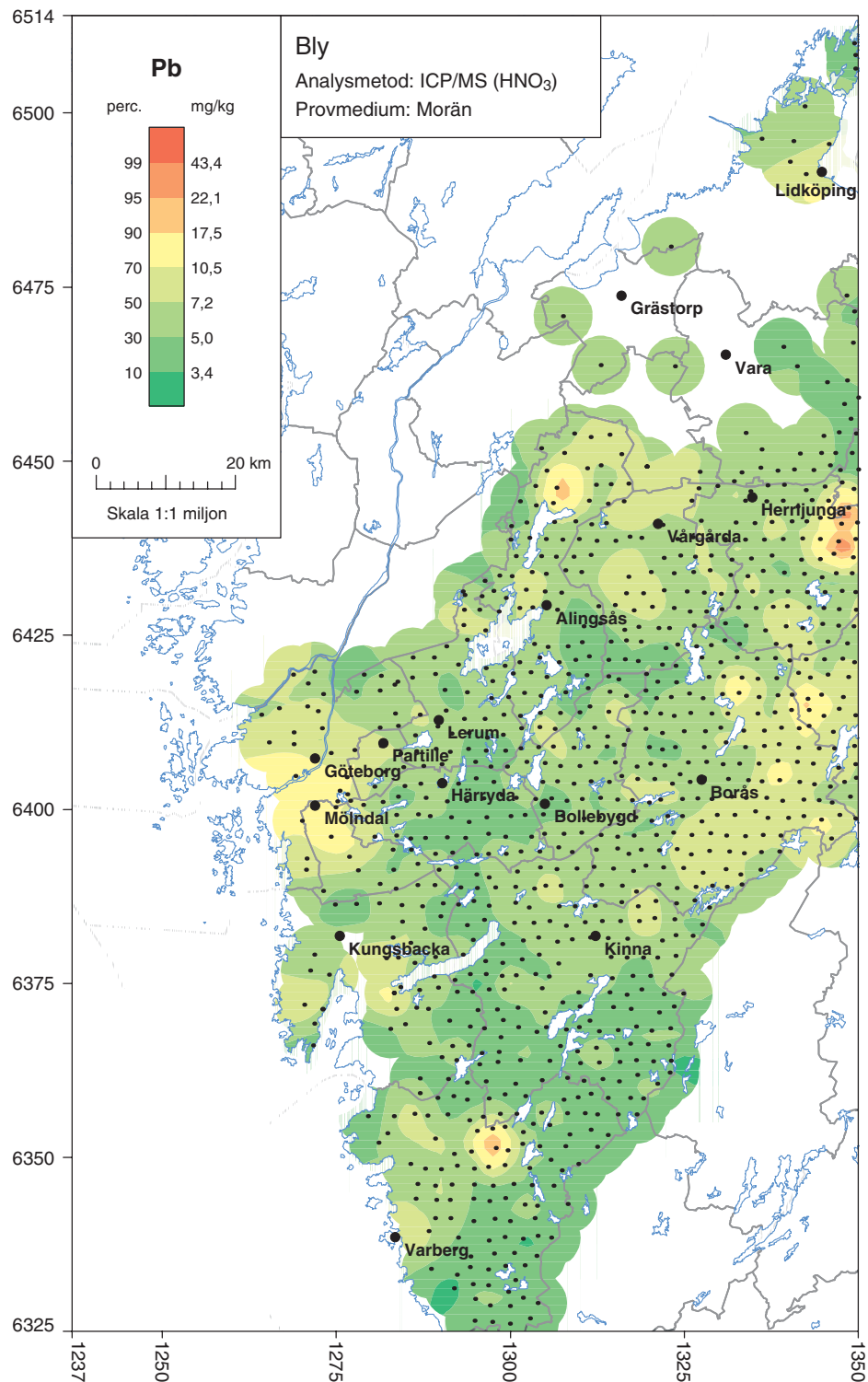
Sedimenten har spridda, låga berylliumförhöjningar som återfinns i hela området. Korrelationen är stark ($r > 0,9$) med aluminium, järn, kalium magnesium och också med ett flertal andra element som lätt binds till lermineral.

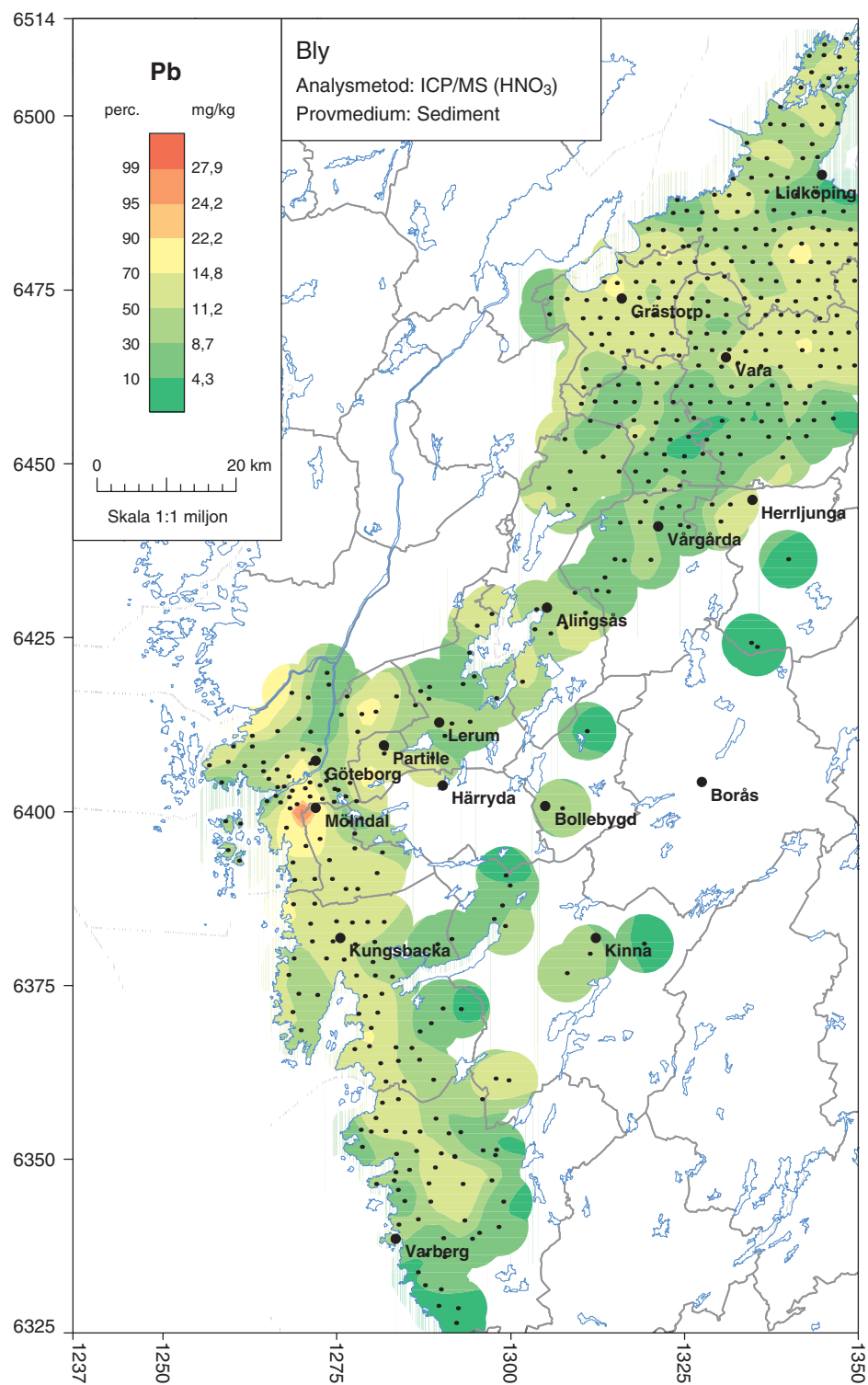




Bly (Pb)

Bly förekommer främst i skiffrar, graniter och granodioriter, men också i sandsten och kalksten. Basiska bergarter har däremot låga halter. Bly är bundet till svavel (sulfider) och till silikater, framför allt i fältspater där det kan ersätta K eller Sr och i viss mån Ca. Sulfiden blyglans (PbS) är den viktigaste egna mineralformen för metallen. Bly är inte särskilt lätttrörligt i vittringsprocesser, men i löst form binds blyjonerna lätt bland annat till sekundära lermineral, Fe- och Mn-oxider och till organiskt material.





Totalhalterna för bly är förhöjda i undersökningsområdets moräner jämfört med landet i övrigt medan de syralakade halterna i både moräner och sediment är låga. Detta antyder att fältspatbundet bly sannolikt dominerar det geokemiska mönstret för totalhalter. Gnejserna i området har större eller mindre inslag av basiskt bergartsmaterial och i områden med lågt basiskt inslag är bly generellt sett förhöjt. Lokalt har granitiskt bergartsmaterial gett anomalier,

t.ex. norr om sjöarna Anten (7C NV) och Ärtingen (7C SO) och vid Grimmared i sydost. Skiffrar från Billingen, liksom möjligen flera små sandstensgångar vid Grästorp och norr därom påverkar också blybilden med förhöjda halter, det senare framgår bäst för totalhalterna. Låga totalhalter för bly finns i ett öst–västligt stråk centralt i kartbilden där grå gnejser med basiska inslag sannolikt dominerar moränerna. Här är inte heller längre Billingens bergartsinslag så påtagligt i de geokemiska elementmönstren. Korrelationer med andra element är svaga ($r > 0,4$), men finns för totalhalterna av bly med kalium och yttrium och för syralakat bly med järn och mangan med kadmium, vismut och zink m.fl.

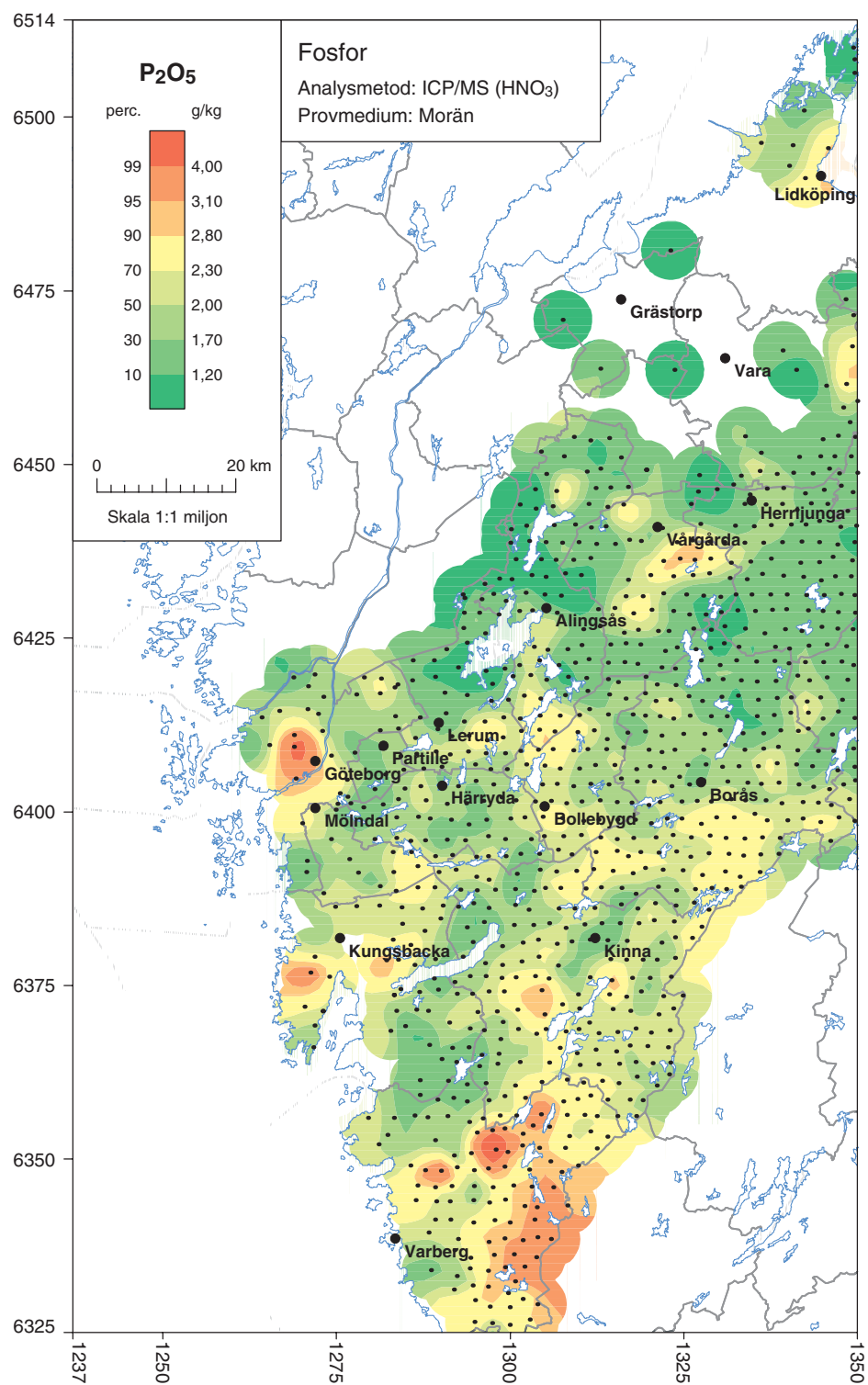
Sedimenten har tämligen låga blyhalter. Lerorna vid Grästorp och Vara markeras med svaga förhöjningar, liksom de glaciala lerorna i kusttrakten. En förhöjning vid Mölndal ligger inom tätortsområdet och är troligen orsakad av antropogen påverkan. Bly korrelerar starkast ($r > 0,8$) med Al, Fe, Ag, Be, Bi, Li, Th och Zn.

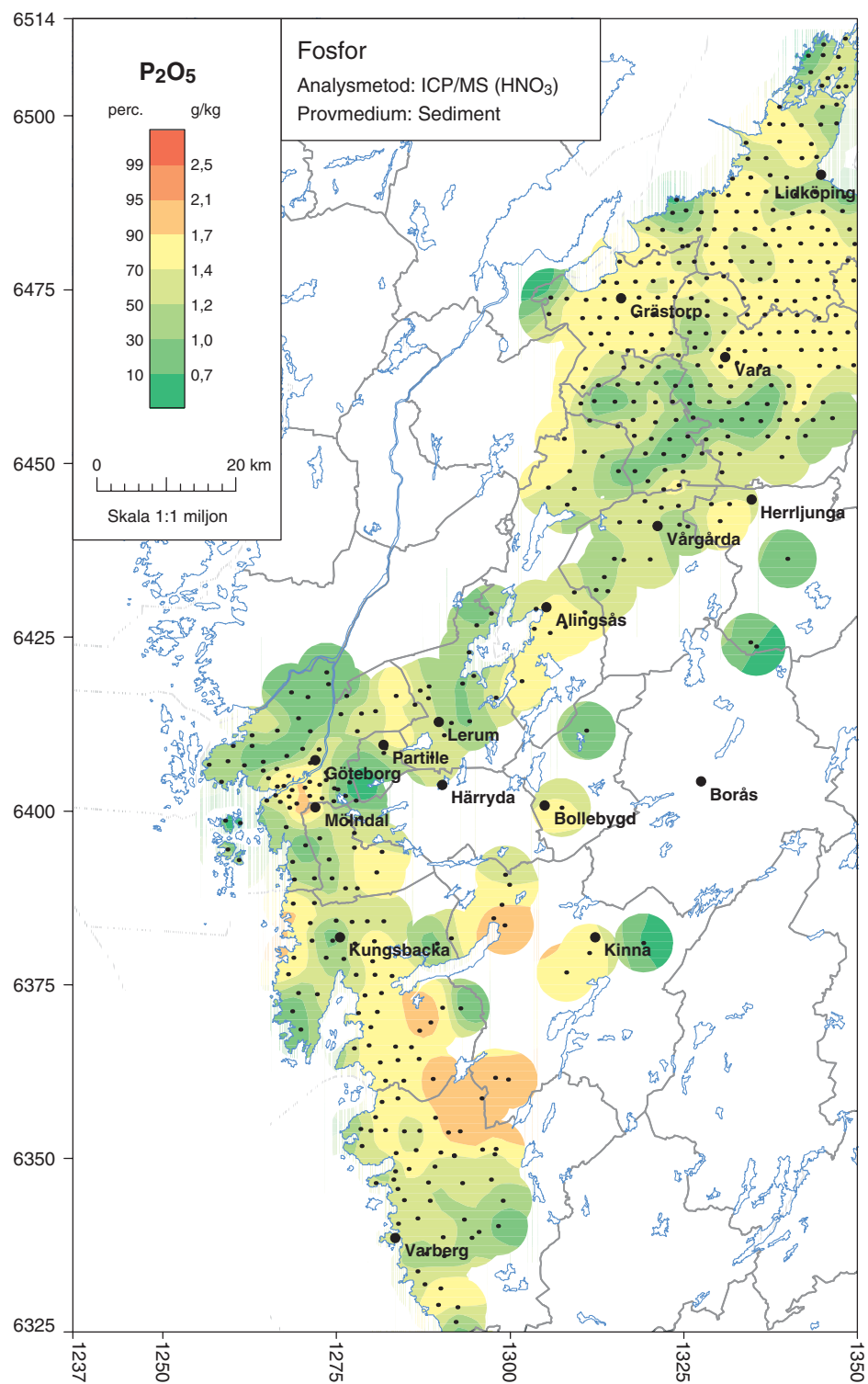
Fosfor (P_2O_5)

Mineralet apatit är vanligtvis den dominerande källan till fosfor, men elementet kan också ingå i glimrar, pyroxener, olivin, fältspater, granater m.fl.. Apatit är ett vanligt bergartsbildande mineral och förekommer därför i de flesta bergarter. Högsta fosforhalter återfinns vanligtvis bland basiska bergarter, medan halterna vanligtvis är lägre i gnejser och graniter. Fosforhaltiga mineral, exempelvis monazit, kan dock uppträda i graniter och pegmatiter, ofta tillsammans med yttrium och sällsynta jordartsmetaller. Lösligheten för fosfor varierar beroende på mineraltillhörighet. I apatit är fosfor lösligt, men svårslösligt i bl.a. monazit. Mobiliteten är högst under måttligt sura förhållanden. Fosfor bildar svårslösliga föreningar med kalcium vid höga pH-värden och med järn och aluminium vid låga pH-värden.

I undersökningsområdets moräner är såväl totalhalter som syralakade halter måttliga, men högre halter finns bland annat i inlandet öster om Varberg, vid Kungsbacka, Göteborg och Vårgårda. Kartbilder för totalhalter respektive syralakade halter av fosfor är lika vilket visar att elementet är tämligen lösligt. Lakbarheten kan dock variera något, exempelvis är den hög vid Lidköping–Källandsö, och reflekterar lösliga mineral från den basiska berggrunden. Fosfor är korrelerat ($r > 0,8$) med kalcium, vilket anger att apatit är huvudkälla till elementet, men det finns också en svag korrelation med totalhalter av yttrium och syralakat natrium.

Lerornas fosforhalter är även de ganska måttliga. Förhöjningar finns på de stora slätterna i norr och i inlandet sydost om Kungsbacka. Korrelationer med andra element finns, men är svaga; starkast ($r > 0,6$) med tenn.





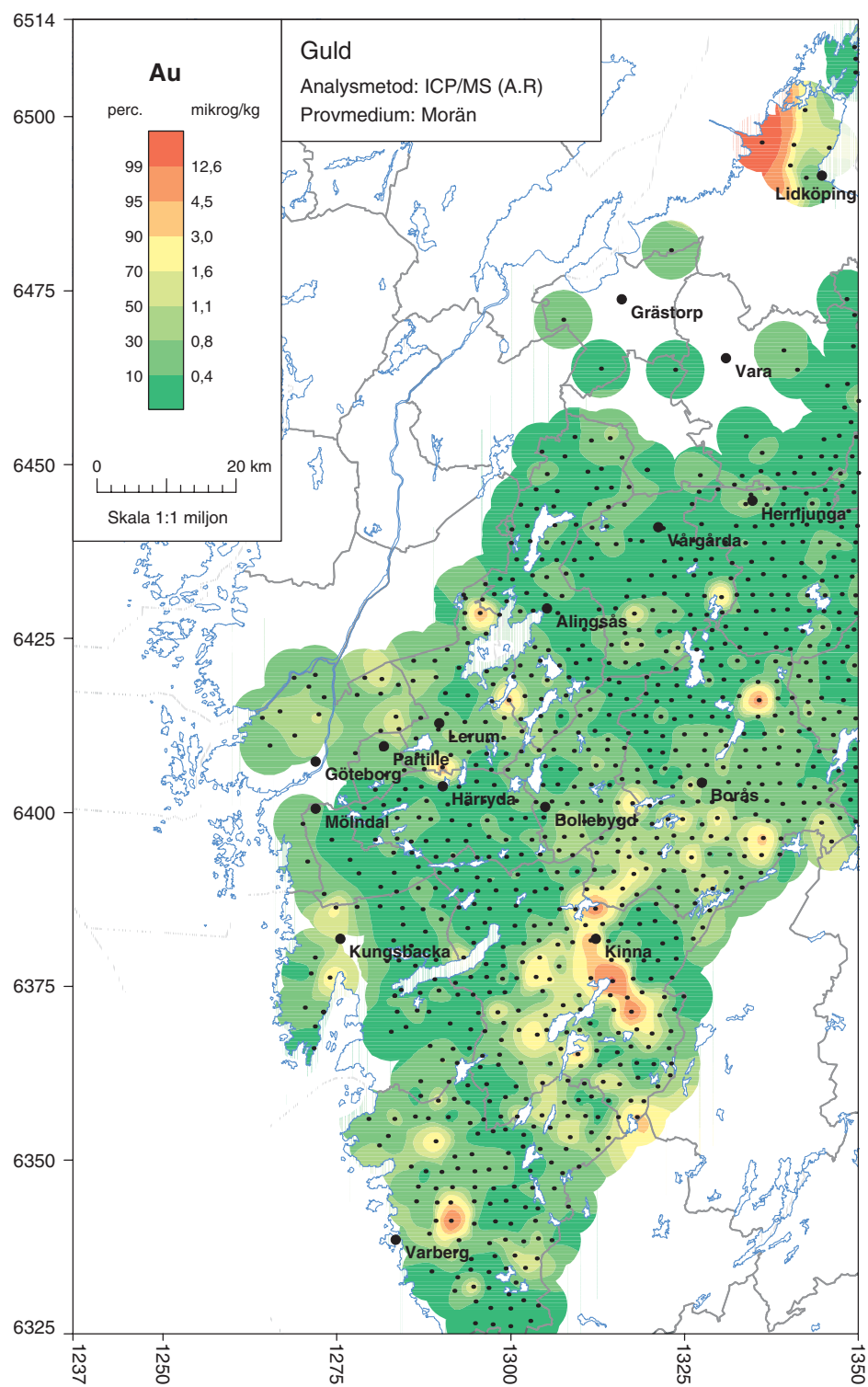
Guld (Au)

Guld är en ädelmetall som uppträder ytterst sparsamt i naturen, halterna ligger normalt under 1 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Ibland kan geologiska processer anrika Au till halter och mängder som kan brytas och utvinnas, ibland i form av rena guldmalmer, men lika ofta som biprodukt vid utvinning av andra metaller (t.ex. Cu, Zn, Ni, Pt och Pd). Ingen speciell bergart är känd för att föra guld, men i kontaktzoner, i hydrotermala gångar ofta tillsammans med kvarts eller där berggrunden är störd av deformation kan miljön vara gynnsam för guldmineralisering.

Tidigare var guld svårt att analysera på grund av de ytterst låga halterna i marken. Idag finns snabba och säkra metoder – för de låga guldhalterna. Problem ligger istället i provtagningen, eftersom guld, till skillnad från många andra element, inte ligger jämnt utspritt i moränen utan ofta uppträder med s.k. nuggeteffekt – som små korn. Detta gör det vanskligt att bedöma ett område som är punktvis förhöjt på guld.

Det geokemiska mönstret för guld i undersökningsområdet visar en del fläckvisa enstaka punktförhöjningar. Områdets högsta guldhalt, 35 ppb, återfinns mellan Skalunda och Hindens udde. Omgivande lokaler har guldhalt >1 ppb. Orsaken kan vara att guldet följer sva-velkisen som ibland påträffas i de grå gnejserna på Kållandsö. Det finns också en skärpning med titanithaltig järnmalm rapporterad vid Traneberg (kb Lidköping), nordost om Skalunda, som kan utgöra gynnsamma förutsättningar för anrikning av ädelmetallen. På ömse sidor om Kinna återfinns en nordnordväst-sydsydöstlig förhöjning omfattande fler måttligt höga guldhalter. Förhöjningen följer randbildningen Berghemsmoränens sydliga läge ganska väl. Några korrelationer med andra element i undersökningsområdet finns inte.

Lerorna är ej undersökta med avseende på guld.

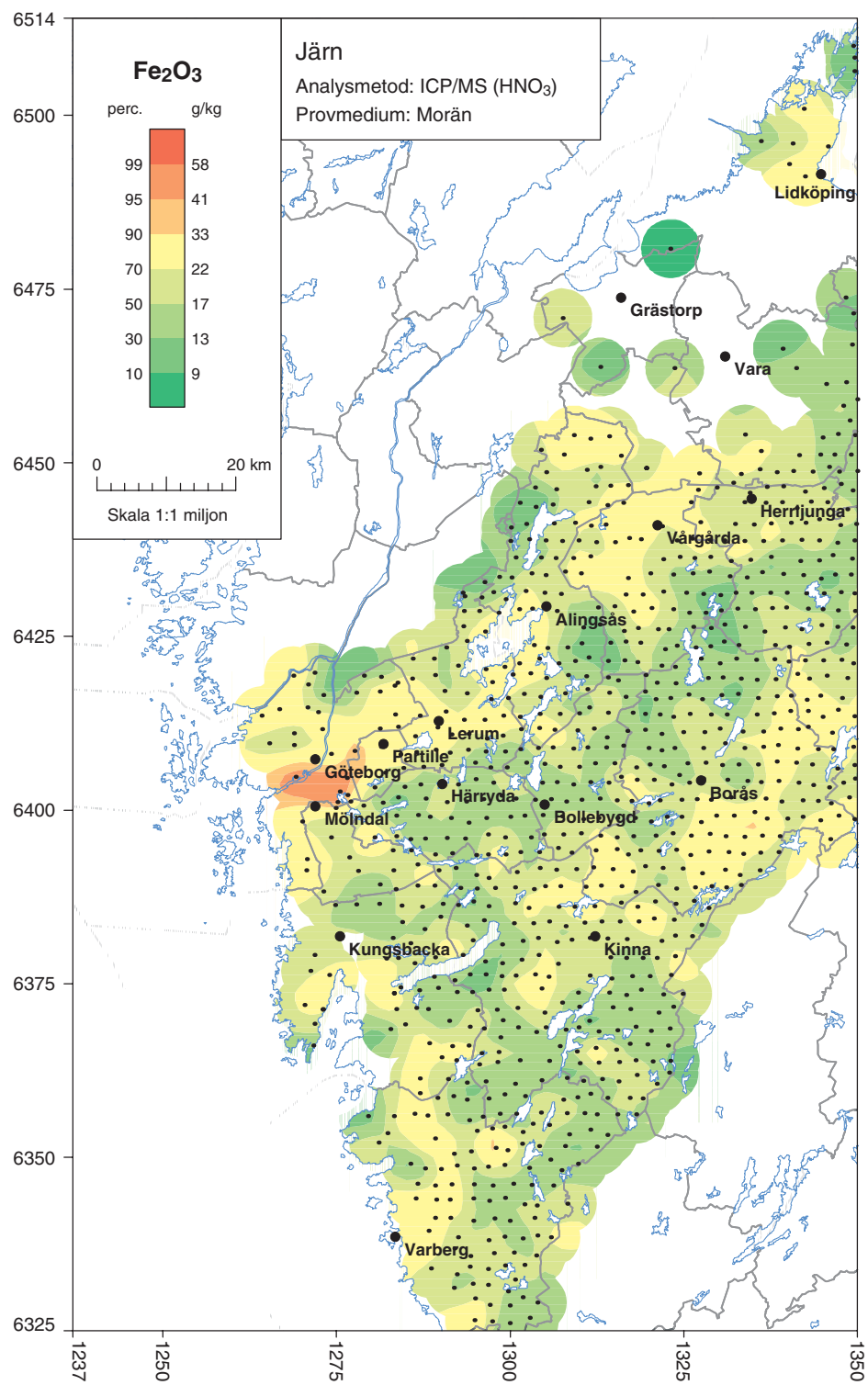


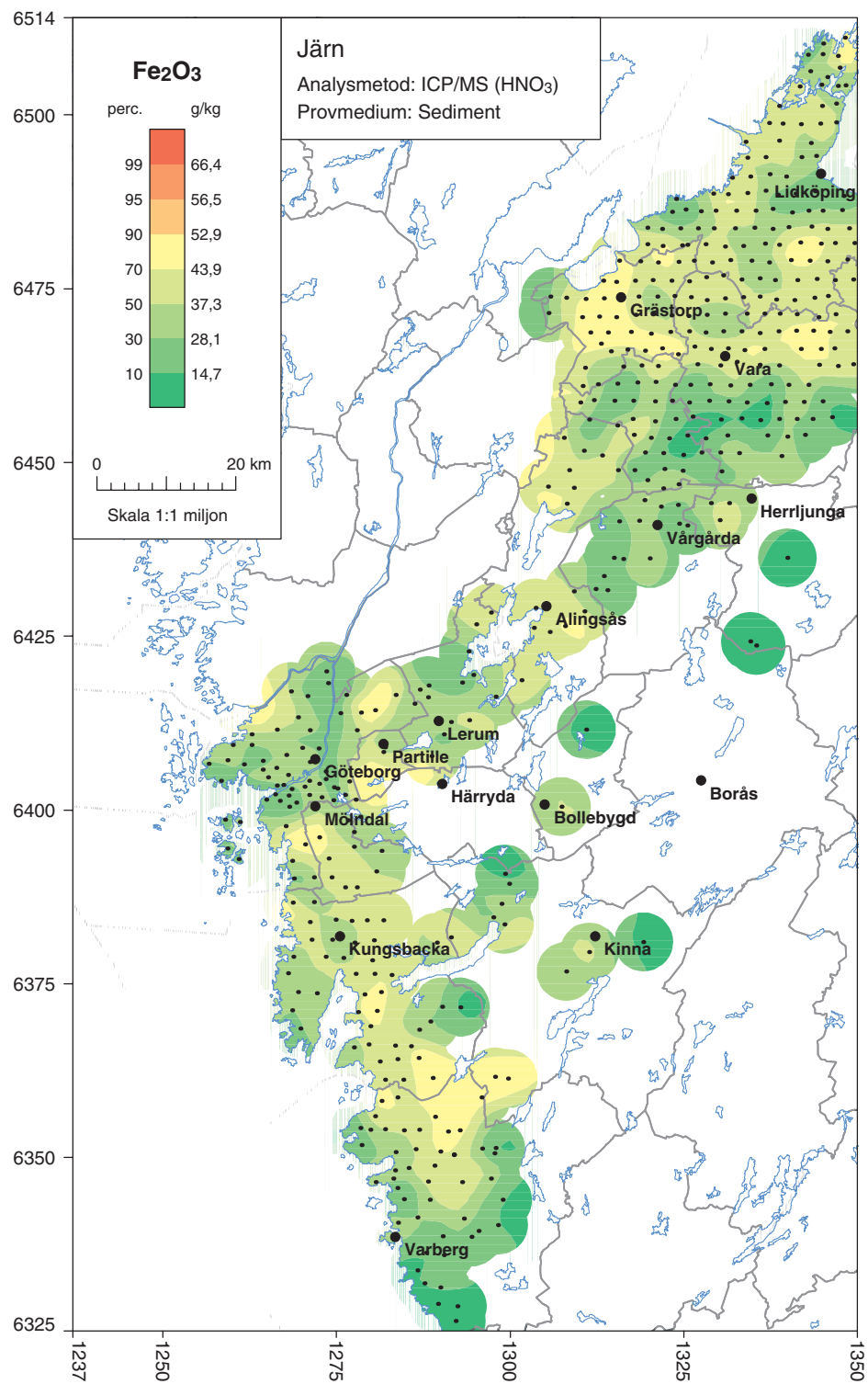
Järn (Fe_2O_3)

Huvudelementet järn ingår i de flesta bergarter och uppträder i flera vanliga mineralgrupper: amfiboler, pyroxener, glimrar (särskilt mörk glimmer, biotit) och olivin. Järn ingår även i sulfidmineral, t.ex. arsenikkis, kopparkis och pyrit (svavelkis) och i oxider som t.ex. järnmalmsmineralen magnetit och hematit. De högsta koncentrationerna i bergarter återfinns i ultramafiska och basiska bergarter samt skiffrar medan järninnehållet är lågt i kalkstenar, sandstenar och graniter. I markprocesser och vid vittring bildas olika komplexa järnföreningar där metallen sitter mer eller mindre löst bundet och vid sådana sekundära mineral, bland annat Fe-oxider och -hydroxider, kan adsorption ske av ett flertal andra lösta metaller. När olika järnföreningar vittrar i en markprofils sura, översta lager (blekjorden), förs metallen med nedåttransporterande markvatten och fastläggs åter vid ökande pH och Eh i underliggande markhorisont (rostjorden). Tillgängligheten av järn styrs av pH- och Eh-förhållanden och under sura och reducerande förhållanden har markvattnet högt innehåll av lösta Fe^{2+} -joner. Även element som adsorberats till järnföreningar mobiliseras, exempelvis As, Ba, Co, Cr, Cu, Ni och Zn. Järn är med andra ord en mycket viktig metall eftersom den styr geokemin för flera andra element, bland annat många metaller.

Såväl totalhalter som syralakade järnhalter i morän är måttliga – jämfört med landet i övrigt. Det geokemiska mönstret visar järnförhöjningar över kartområdets moränområden där inslag finns av grå gnejser ("järngnejser") och av basiska bergarter. Järn bildar tillsammans med bland annat Mg, Mn, Co, Ni och V en "mafisk" elementgrupp där förhöjningar vanligtvis uppträder i samma moränområden. Precis som för de övriga elementen, markeras i kartbilden det basiska bergartsinslaget i gnejsområdena, men i anslutning till gnejserna finns inte sällan mindre koncentrationer av sulfider som också kan ha genererat ett generellt sett ökat järninnehåll. I de mer kiselsyrarika graniternas och röda gnejsernas moräner är järninnehållet lägre. Starka korrelationer ($r > 0,9$) finns mellan järn och metaller ur den mafiska gruppen. Järn korrelerar också, något svagare, med ett flertal andra element i undersökningsområdet. De senare är element som gärna adsorberas till Fe- och Mn-föreningar.

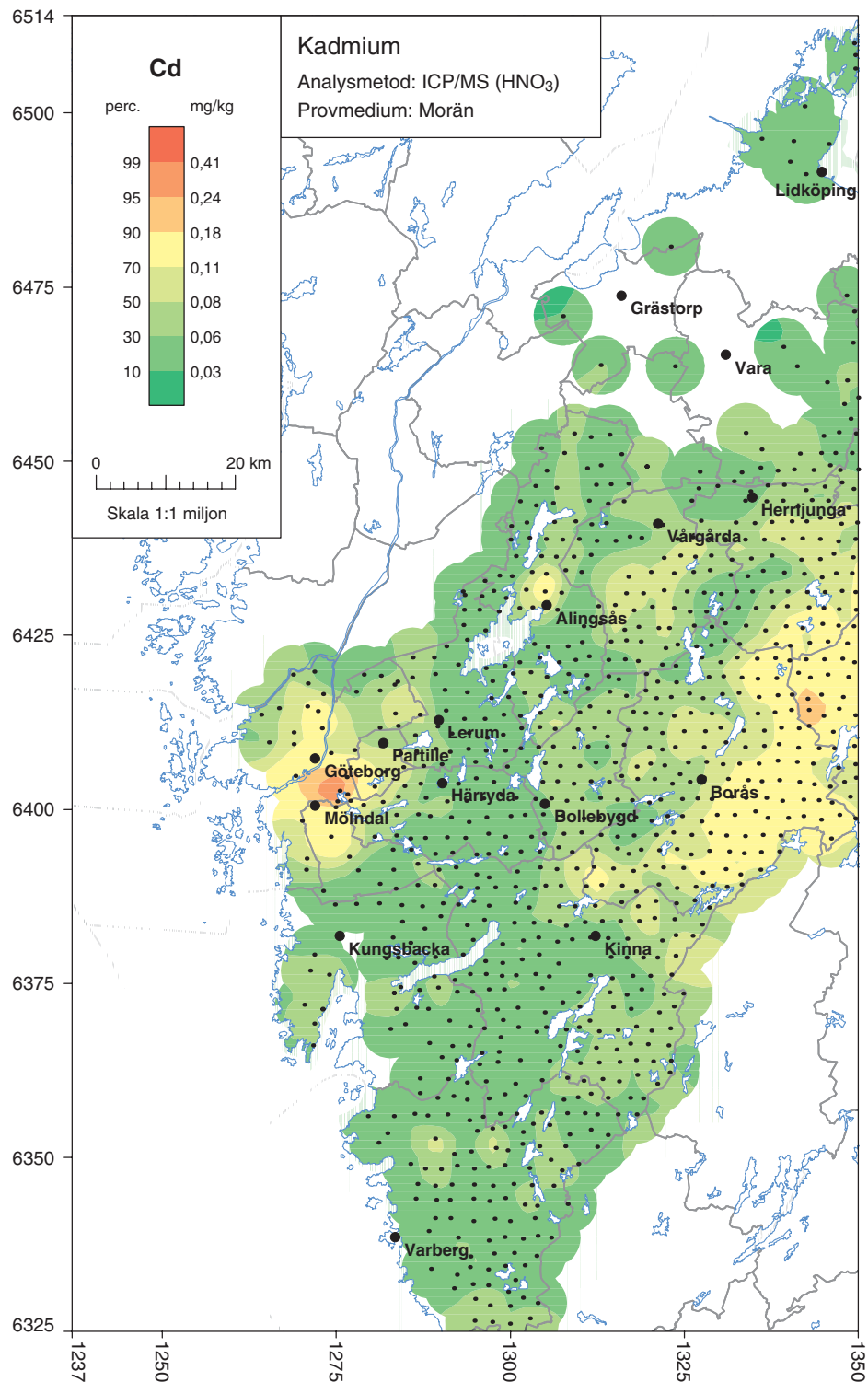
Järnhalterna i kartområdets leror är ganska låga jämfört med landet i övrigt och korrelationen är stark ($r > 0,9$) med de för lermineral vanliga elementen, bl.a. Al och Mg.

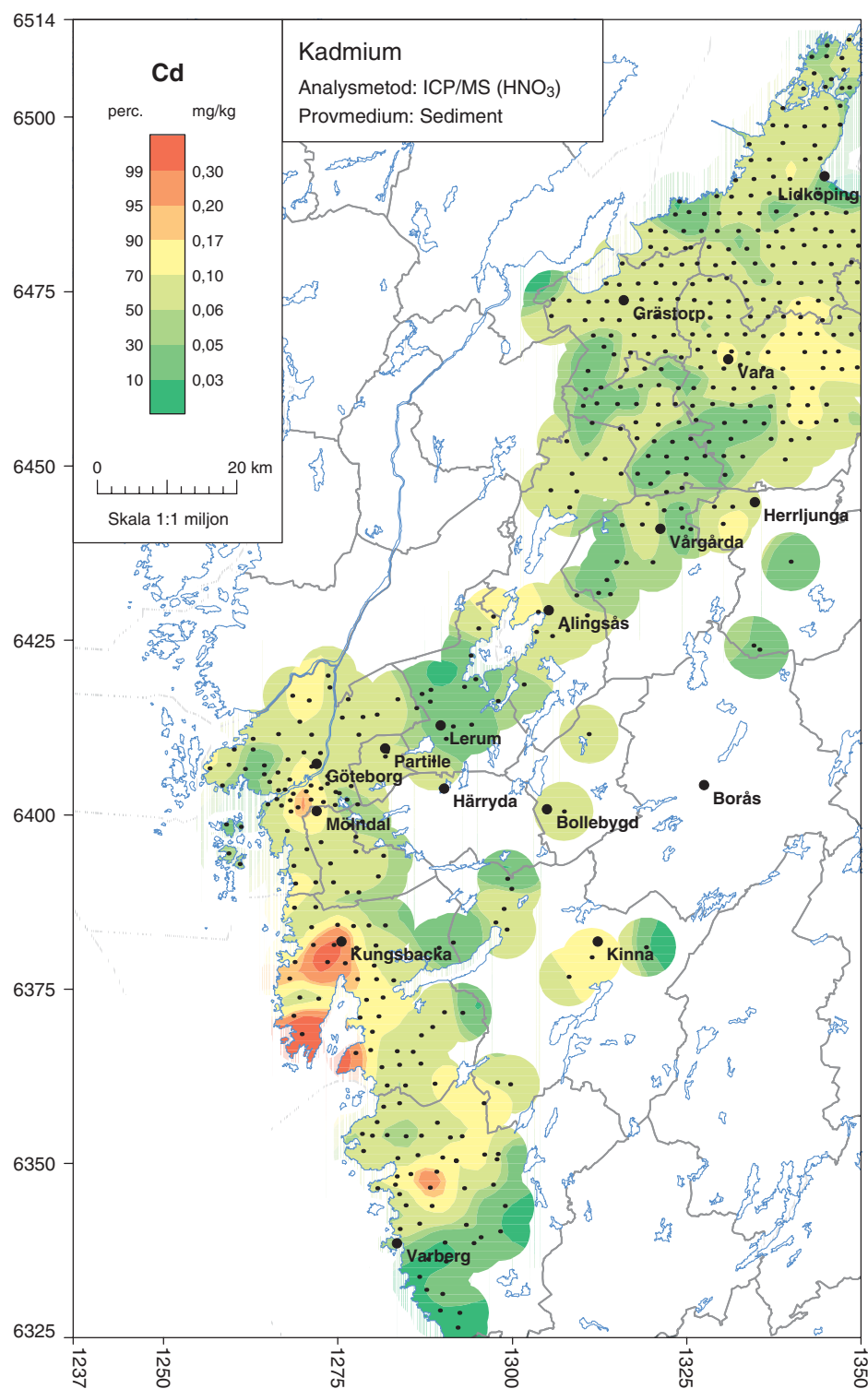




Kadmium (Cd)

Kadmium förekommer med högsta halter i skifferar och basiska bergarter, medan exempelvis sandstenar har jämförelsevis låga eller mycket låga halter. Metallen återfinns i bergartsbildande mineral som amfiboler och biotit men finns också i sulfider och kan ingå i zinkblände och andra zinkmineral. Eftersom kadmium geokemiskt är associerat med zink följer elementen varandra i den geokemiska cykeln. Vid vittring mobiliseras kadmium snabbt, är mycket mobilt





i sur miljö och kommer snabbt ut i vattensystemen, men kan också adsorberas till bland annat lermineral och järnföreningar.

Kadmiumhalterna i undersökningsområdets moräner och sediment är ganska måttliga. De moränområden som finns i den östra delen har förhöjda halter där orsaken, precis som för ett flertal andra element, är istransporterat bergartsmaterial (skiffrar) från Billingen. Söder och sydost om Borås finns kisfyllda sprickor i gnejserna, något som eventuellt också kan ha gett

moränen ett generellt metalltillskott. Mylonitzonen utgör en gräns i kadmiummönstret, och halterna är mycket låga i det västra gnejssegmentet. Ett undantag utgör området från Lerum och västerut, som är måttligt förhöjt. De vanligtvis likartade geokemiska mönstren för kadmium och zink framträder inte i den södra delen av kartan och förutom mylonitzonens gräns finns också gränsen mellan tunnare moräner i väst och större moränmäktighet i öst också här. Moränerna är tunna, pH är lågt och orsaken till det låga kadmiuminnehållet kan vara att metallen löst ut och förts med markvatten till grundvatten och ytvatten (förutsätter lågt pH i grundvattnet, annars sker utfällning vid grundvattenytan). Kadmium korrelerar starkast ($r>0,8$) med As, men också med Mn, Sb, Tl m.fl. skiffertypiska metaller. Korrelationen med Zn är betydligt svagare ($r>0,5$).

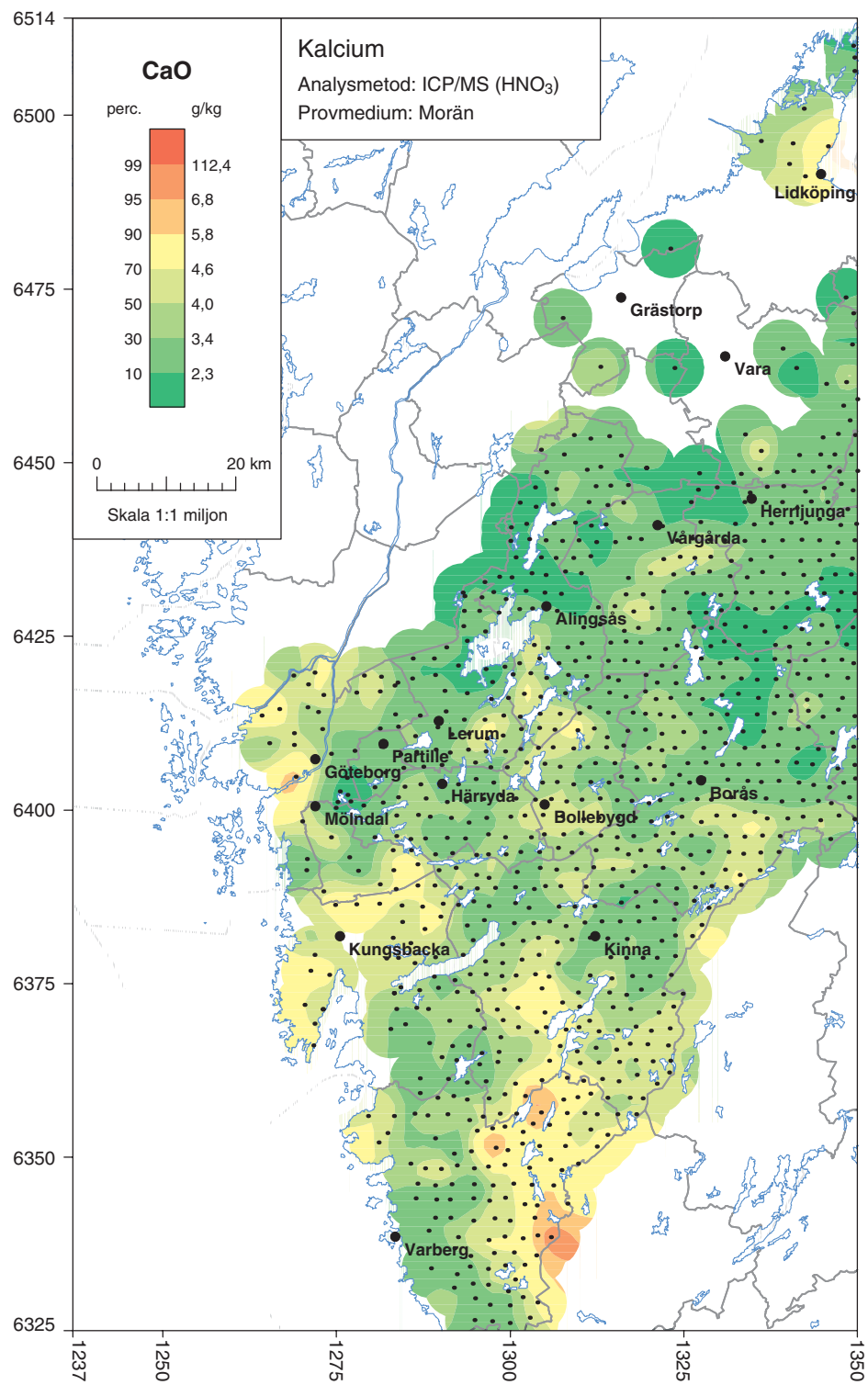
Sedimenten uppvisar kadmiumförhöjningar vid kusten, vid Kinna, Mjörn och i nordost, men högst kadmiumhalter finns vid Kungsbacka och söder därom. Flera prover med mycket höga kadmiumhalter är tagna i icke dränerade leror, dvs. leror som påverkas av grundvatten, och orsak till kadmiumförhöjningarna kan vara föroreningar från handelsgödsel eller långväga luftföroreningar där kadmiet i den sura miljön varit lösligt i vattnet och adsorberats av lerpartiklar. Korrelationer ($r>0,6-0,7$) finns främst med Se och Mo.

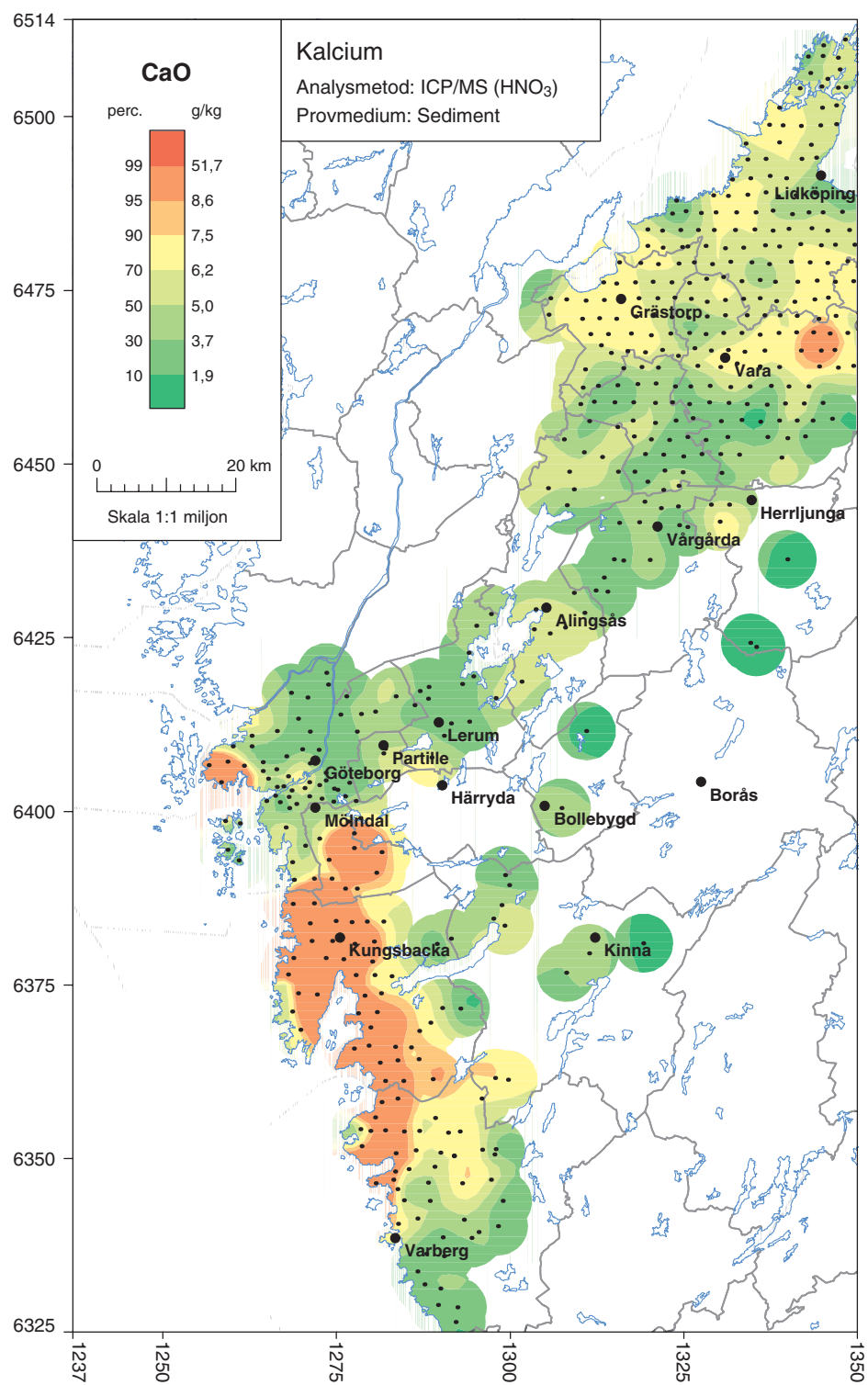
Kalcium (CaO)

Huvudelementet kalcium förekommer i flera vanliga mineral, exempelvis karbonater, amfiboler, pyroxener, apatit och fältspater. Kalciuminnehållet i kalksten är naturligtvis mycket högt. Gabbro och andra basiska bergarter innehåller också elementet medan gnejser har lägre innehåll liksom kiselsyrorika bergarter som graniter. Vid vittring är kalcium mycket lättlösligt ur karbonater, ofta är markens övre skikt urlakat på kalk. Lösligheten i andra mineral varierar, men är betydligt lägre än i karbonater. Kalcium kan i sekundär form ingå i olika lermineral, exempelvis illit och klorit.

Totalhalterna av kalcium i kartområdets moräner är tämligen normala jämfört med övriga landet medan de syralakade halterna är lägre. Förhöjningar av kalcium ses främst i den sydvästra halvan av kartområdet. En uthållig förhöjning finns i ett sammanhängande moränstråk nordost om Kungsbacka från ungefär Gingsjön mot sydväst mellan sjöarna Oxsjön och Stora Öresjön. Förhöjningar bland annat vid Borås, i inlandet öster om Varberg, väster om Lerum och vid (väster om) Kungsbacka kan alla knytas till basiskt bergartsinslag i moränerna. Elementet korrelerar starkast med fosfor och med syralakat natrium vilket ger en mineralbild med apatit, pyroxener m.fl. från basiska bergarter. På Hisingens västra (mellersta) del är kalciumhalterna inte särskilt höga, men lakbarheten är hög och här är också strontium förhöjt vilket sannolikt innebär närvaro av plagioklaser. Kalcium korrelerar också med strontium, om än svagare än med P och Na. Anomalin vid Kungsbacka sammanfaller med randbildningen Göteborgsmoränen och vid det relativa stilleståndsläget under isrecessionen är det inte osannolikt att moränen anrikats på basiska bergartsfragment liksom att skalförande äldre jordarter och leror knådats in i moränen. Sedimenten i samma område har också högt kalciuminnehåll som kan knytas till skalrester.

Sedimenten kännetecknas av höga kalciumhalter bland annat i kusttrakten och på västra delen av Hisingen. Det är inslag av kalkrika skalrester som visar sig genom de höga halterna. Även lerslätterna vid Grästorp och Vara har förhöjningar av kalcium. Förhöjningarna följer den glaciala lerans utbredning mycket väl och visar kalkinnehåll till skillnad från det postglaciala stråket av lera från Lidköping och mot sydväst. De något grövre finsedimenten söder om Vara har också låga kalciumhalter på provtagningsdjupet, trots att skalrester hittats även här. Öster om Vara finns en markerad förhöjning i ett område man funnit mäger i. Detta är Yoldialera med mycket hög halt av kalk från foraminiferer och från kalksten (Munthe 1903). Kalcium korrelerar med strontium och med pH efter syratillsats, vilket visar att kalcium deltar i buffringsprocessen, dvs. bromsar pH-sänkning i sediment.





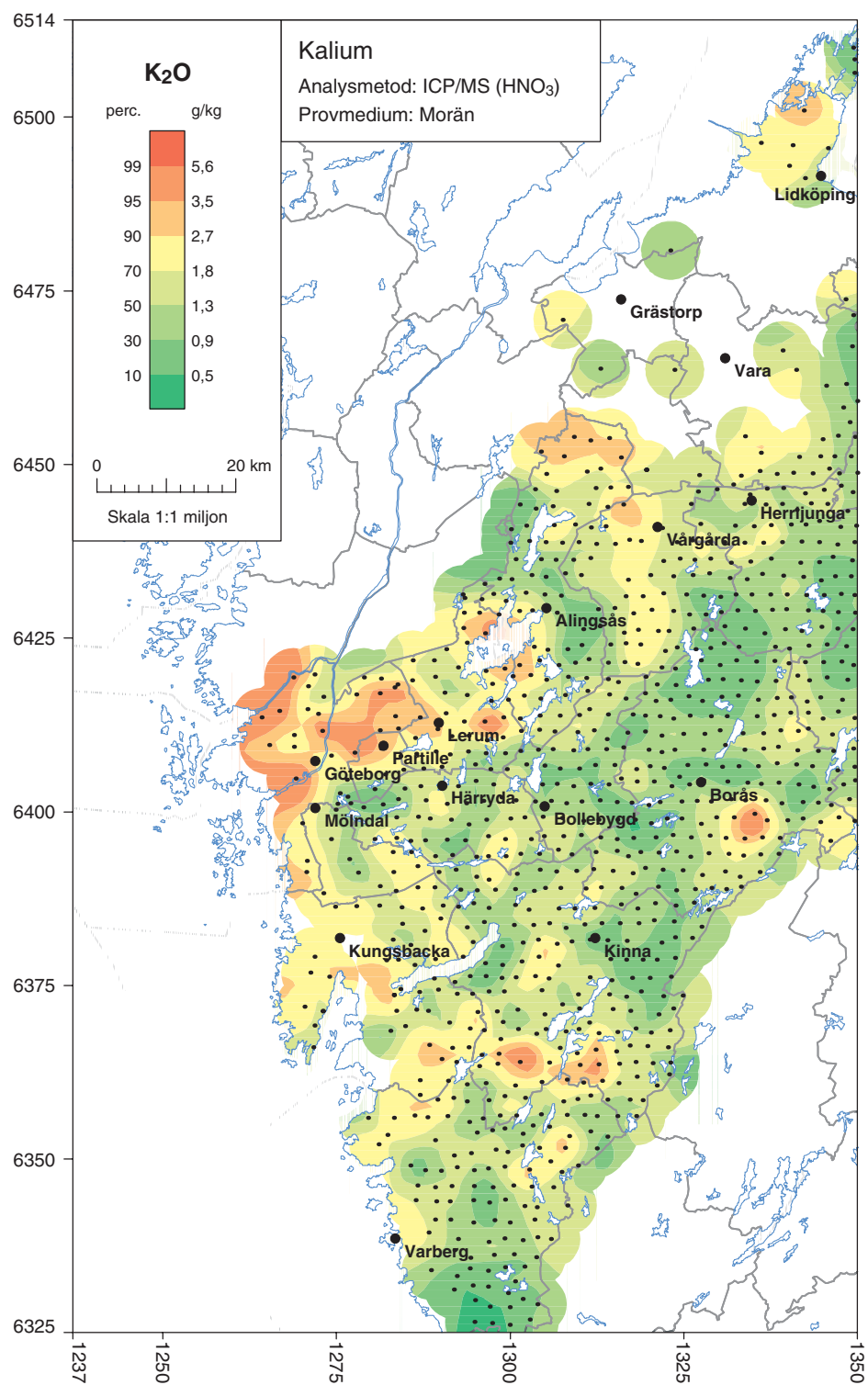
Kalium (K_2O)

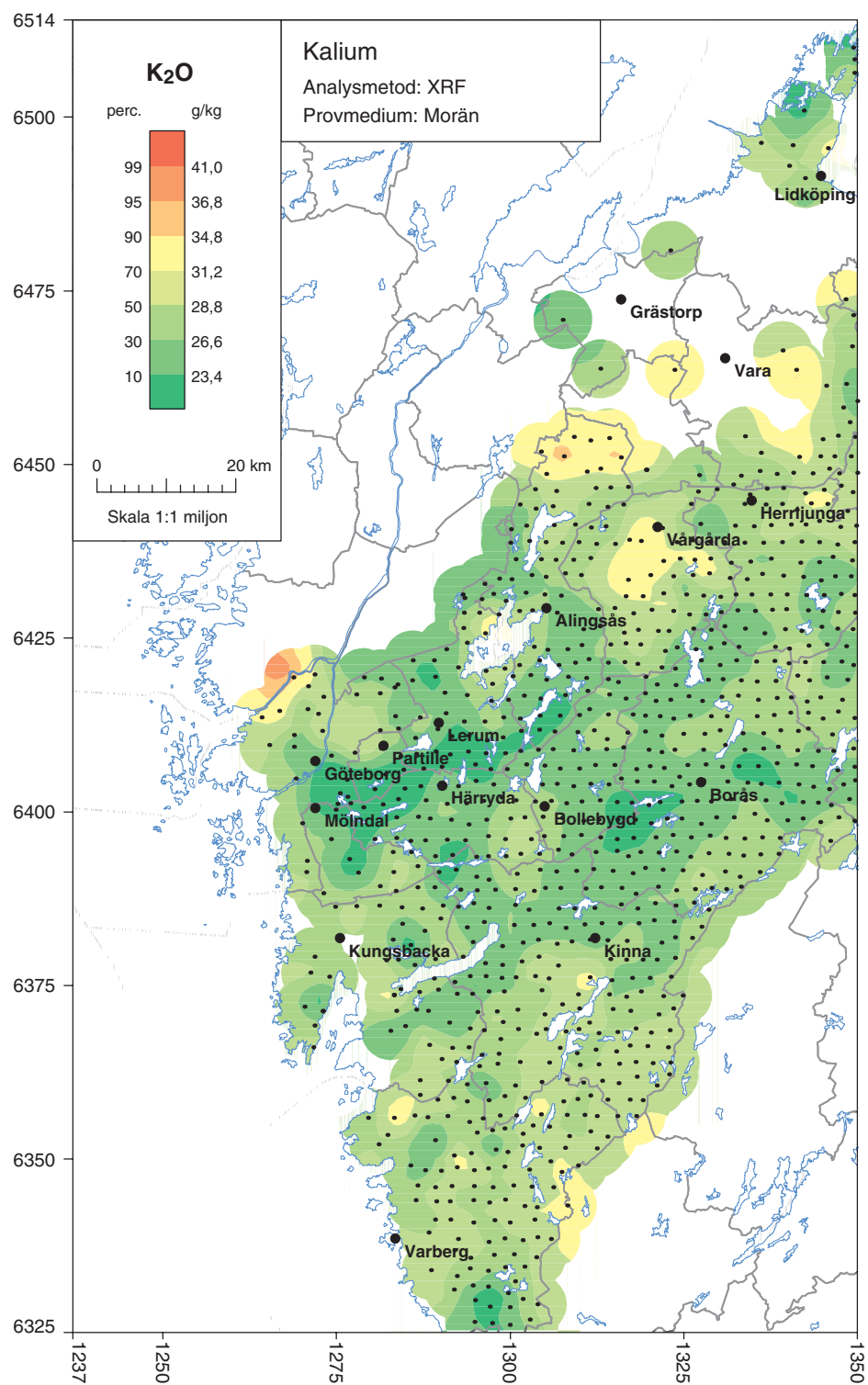
Kalium är en huvudbeståndsdel i ett flertal bergarter, framför allt i kiselrika varianter som graniter och pegmatiter. Även en del gnejser har ofta höga kaliumhalter. Kalium ingår i kalifältspater och glimmermineral, och är därmed vida spritt i många bergartsmiljöer. Geokemiskt är kalium associerat med rubidium och barium. Särskilt rubidium ersätter ofta kalium i mineralens kristallgitter. Generellt sett är det i svårslösliga mineral som kalium ingår. Vid vittring har kalium en benägenhet att bindas till lermineral.

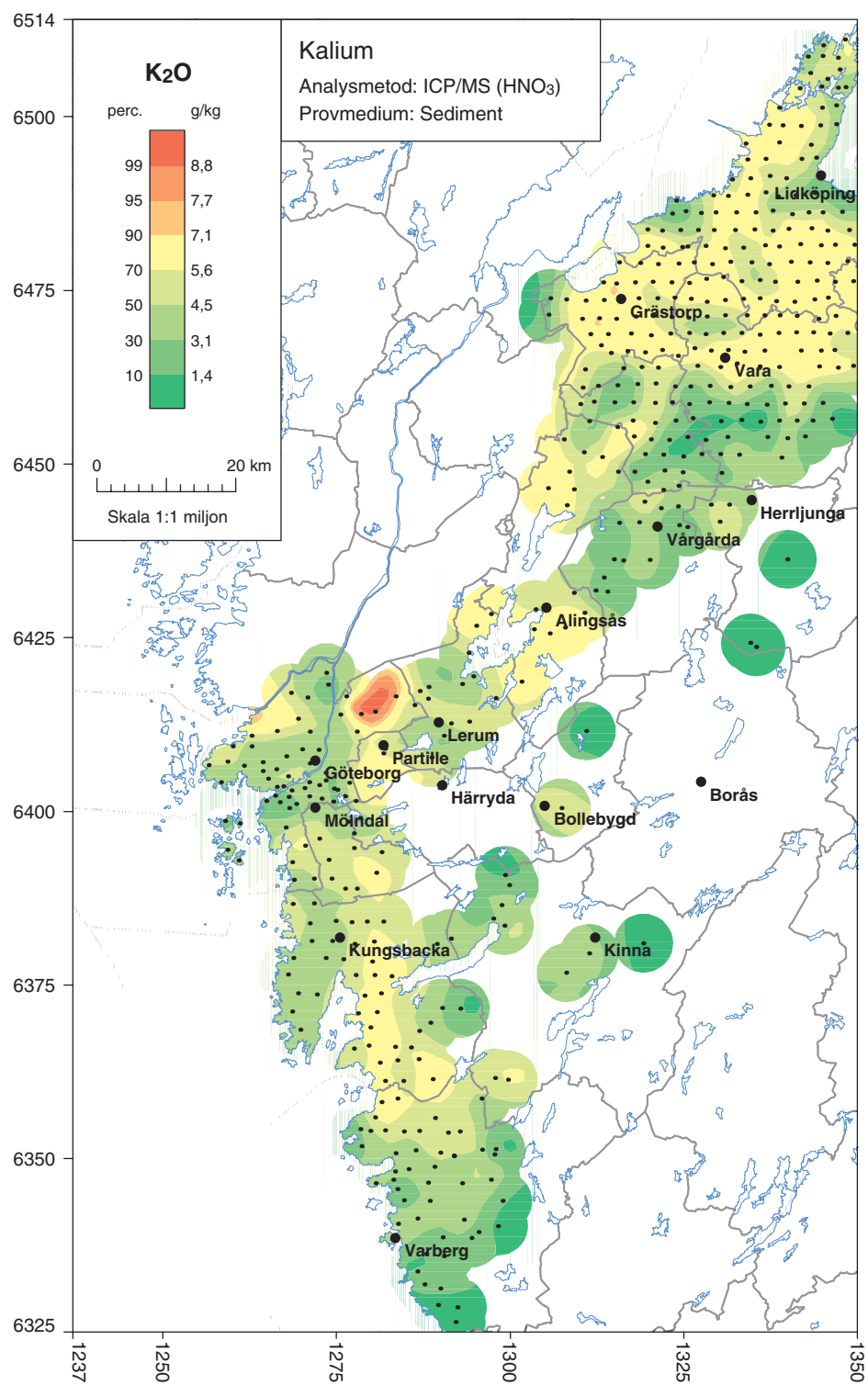
I kartområdet är totalhalterna och de syralakade halterna låga jämfört med övriga landet. Kartbilden över totalhalterna visar förhöjningar i områden där det granitiska inslaget är störst i moränerna, exempelvis vid Vårgårda, norr om sjön Anten, mellan Partille och Göteborg och väster om Bollebygd. Generellt har de nordöstra och sydöstra delarna av den östra gnejsregionen störst inslag av kiselsyrarika graniter vilket syns som lätta förhöjningar av totalhalterna i kartbilden. Det geokemiska mönstret över syralakat kalium ger en delvis annan spridningsbild och en del områden med låga totalhalter uppvisar höga syralakade halter. Sådana kaliumförhöjda områden finns bland annat runt Mjörn, i Lerum–Göteborgsområdet, sydost om Borås och vid sjön Tolken vid länsgränsen i söder. Lakbarheten är hög och kalium förekommer därmed i huvudsak i lättlösliga mineral, där primärmineralet sannolikt är biotit (Snäll & Liljefors 2000). Kvoten mellan syralakad halt och totalhalt ger ofta en ganska säker bild av det mineralogiska innehållet i moränerna – låg lakbarhet påvisar att kalium i huvudsak påträffas i kalifältspat medan hög lakbarhet indikerar biotit. I moränerna i undersökningsområdet återfinns med all säkerhet också kalium i sekundära former i t.ex. lermineral då vittringsprocesser orsakat hög nybildning av blandskikts- och lermineral.

En stark korrelation ($r > 0,8-0,9$) finns mellan totalhalterna av kalium, rubidium och barium, vilket anger fältspater som huvudbärare av kalium, men det finns också korrelationer med Mg, Ti, Al, Li, Cr m.fl. som avspeglar en annan mineralogisk miljö med biotit eller lermineral.

Kaliumhalterna i lerorna är ganska måttliga och förhöjningar finns vid de stora lerslätterna i norr, runt Mjörn och sydost om Kungsbacka. Korrelationen är också stark ($r > 0,9$) med lermineralens element, bl.a. Al, Fe och Mg. En tämligen stark förhöjning i glacial lera återfinns norr om Partille. Förhöjningen framträder väl eftersom omgivande prover är tagna på lokaler med silt och mo, jordarter som naturligt innehåller lite lermineral och därmed kalium.



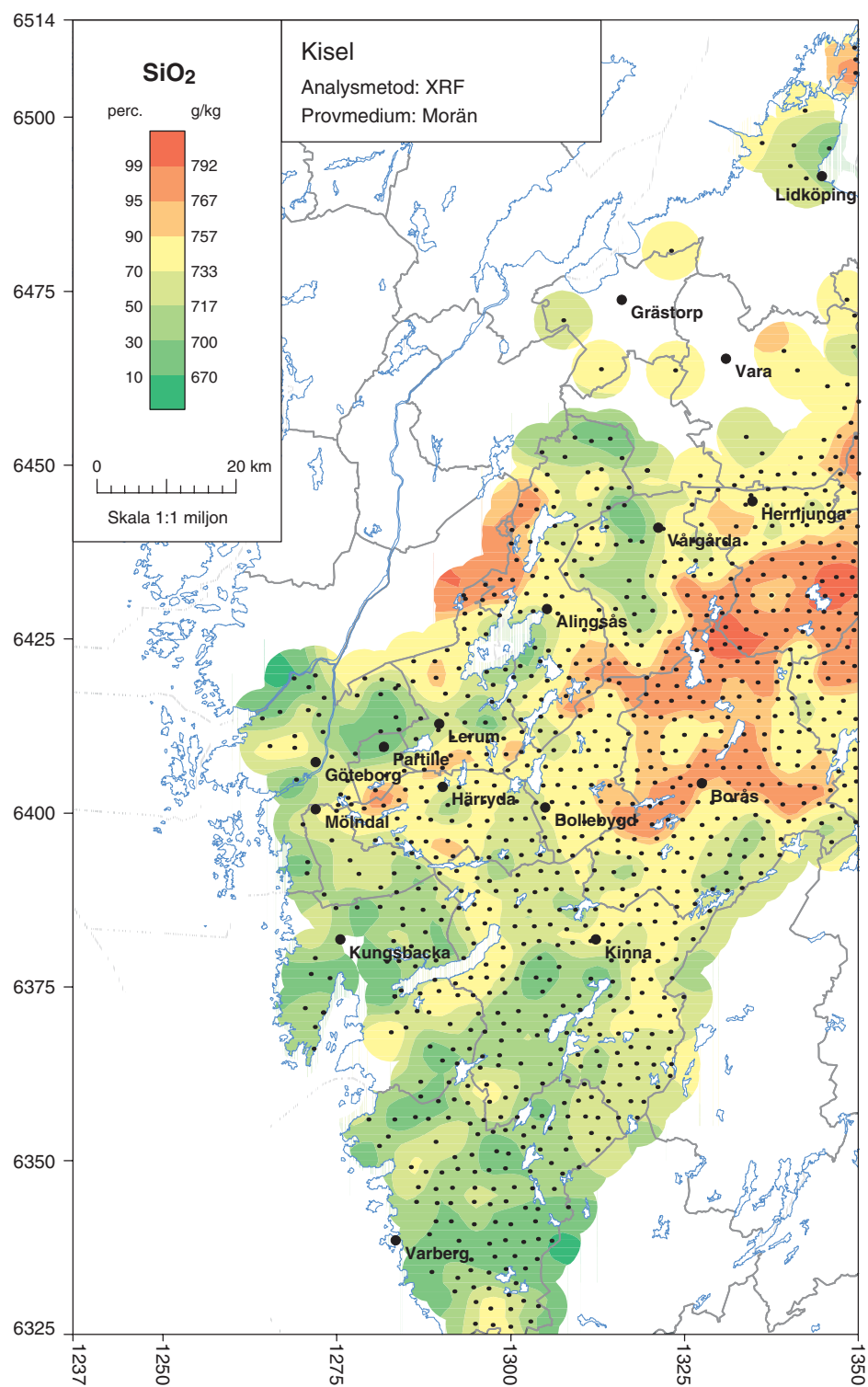




Kisel (SiO_2)

Elementet kisel är en av huvudkomponenterna i bergarter och det grundämne som uppträder med högst halter tillsammans med aluminium i bergartsbildande mineral. Alla silikatmineral är uppbyggda av kisel och det vanligaste, kvarts, är ett mycket svårslut mineral som i princip består vid vittring. Kisel ingår också i hög grad i olivin, muskovit och fältspat och i en mångfald andra mineral. I bergarter är kiselinnehållet högst i sandstenar, därefter i graniter och skifferar. Basiska bergarter har betydligt lägre halter och i kalksten är halterna mycket låga.

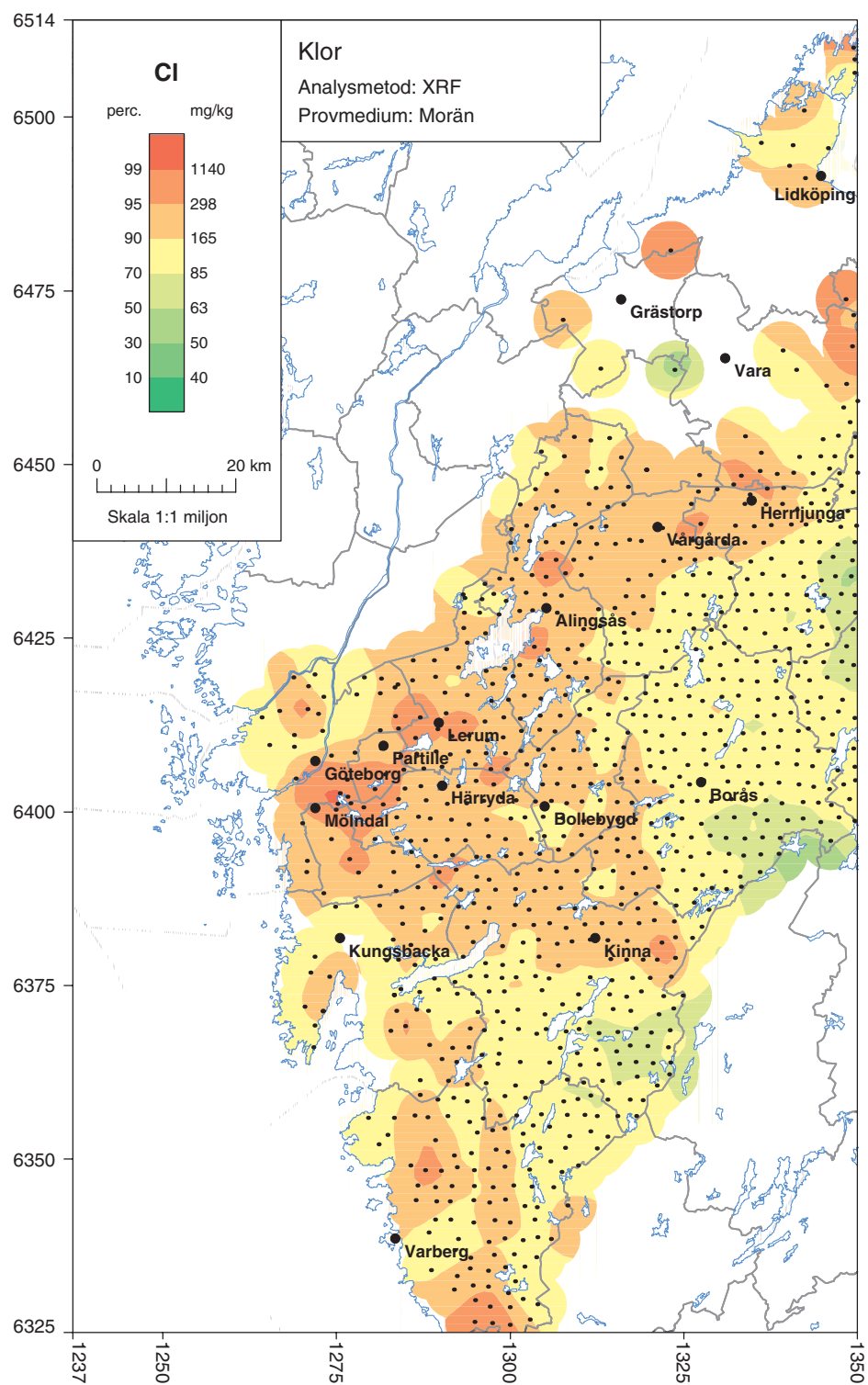
Generellt är totalhalterna av kisel i kartområdet ganska måttliga, men det finns höga halter koncentrerade i ett par områden. Den kraftigaste anomalin, mellan Borås och Herrljunga, finns där moränerna har inslag av sandsten och skiffer från Billingen. Det höglänta Risveden, någon mil väster om Alingsås, har också relativt högt kiselinnehåll. Låga förhöjningar i trakten av Grästorp kan eventuellt ha sandsten som förklaring eftersom området är ganska rikt på sprickfyllnader av sandsten som kan ha plockats upp av inlandsisen och spridits. Sedimentens kiselhalter är ej undersökta.



Klor (Cl)

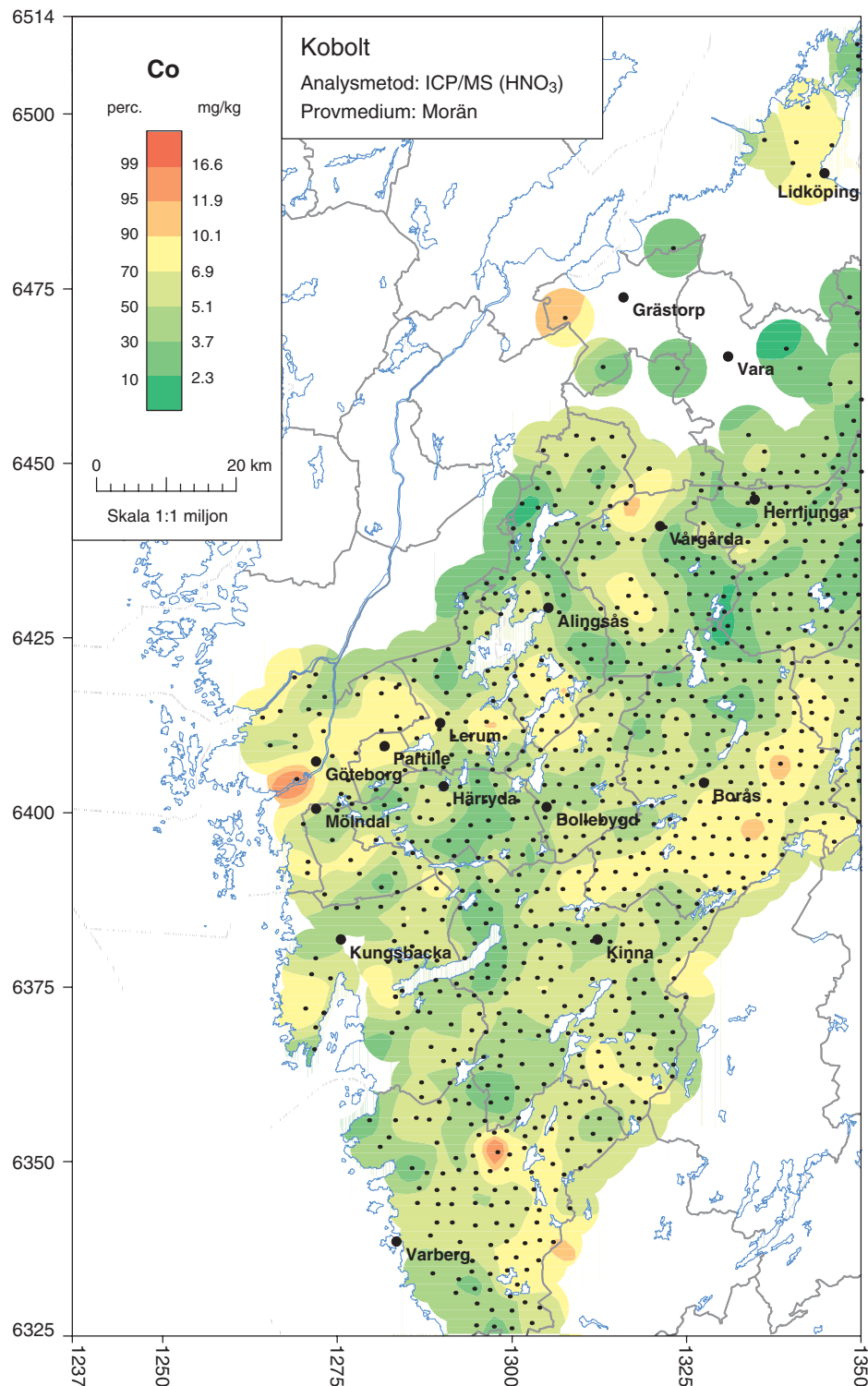
Elementet klor förekommer i såväl sura som basiska bergarter. Graniter, granodioriter och skiffer har vanligen högre klorhalter än kalkstenar och basiter. Mineral som apatit och silikatet sodalit kan vara bärare av elementet, liksom glimrar, hornblände och biotit. Klor, som en av huvudbeståndsdelarna i havsvatten, har impregnerat bergarter bildade i havsmiljö, och klorjoner från havsvatten förs alltså in och sprids över land med havsvindar. Lösta klorjoner adsorberas inte till humus eller markpartiklar och bildar inte heller några komplex utan förs i princip med ytavrinning, mark- och grundvatten åter till havet.

Totalhalten av klor är förhöjd i undersökningsområdet jämfört med stora delar av riket i övrigt och generellt är det områden som ligger under högsta kustlinjen som har de högre klorhalterna. Med all sannolikhet har den marina miljön under och efter det att moränerna avsatts gett tillskott av klor i dessa områden. Tunna vattenmättade moräntäcken, hög nederbörd och exponering för västliga vindar gör att det även i modern tid sker ett tillskott av klor genom havssaltet som förs in över land. Klor korrelerar starkast ($r > 0,7$) med brom, svagare med svavel, aluminium och titan. Korrelationen med brom och svavel är naturlig i havsvatten, och med aluminium och titan i bergartsbildande mineral. Korrelation saknas däremot helt med natrium vilket visar att natrium i havsvatten är helt underordnat det mineralbundna natrium som finns i moränerna. Klor är med andra ord tillsammans med svavel och brom de enda elementen som uppvisar drag som inte alltid är knutna till geologin. Sedimenten är ej undersökta med avseende på klor.



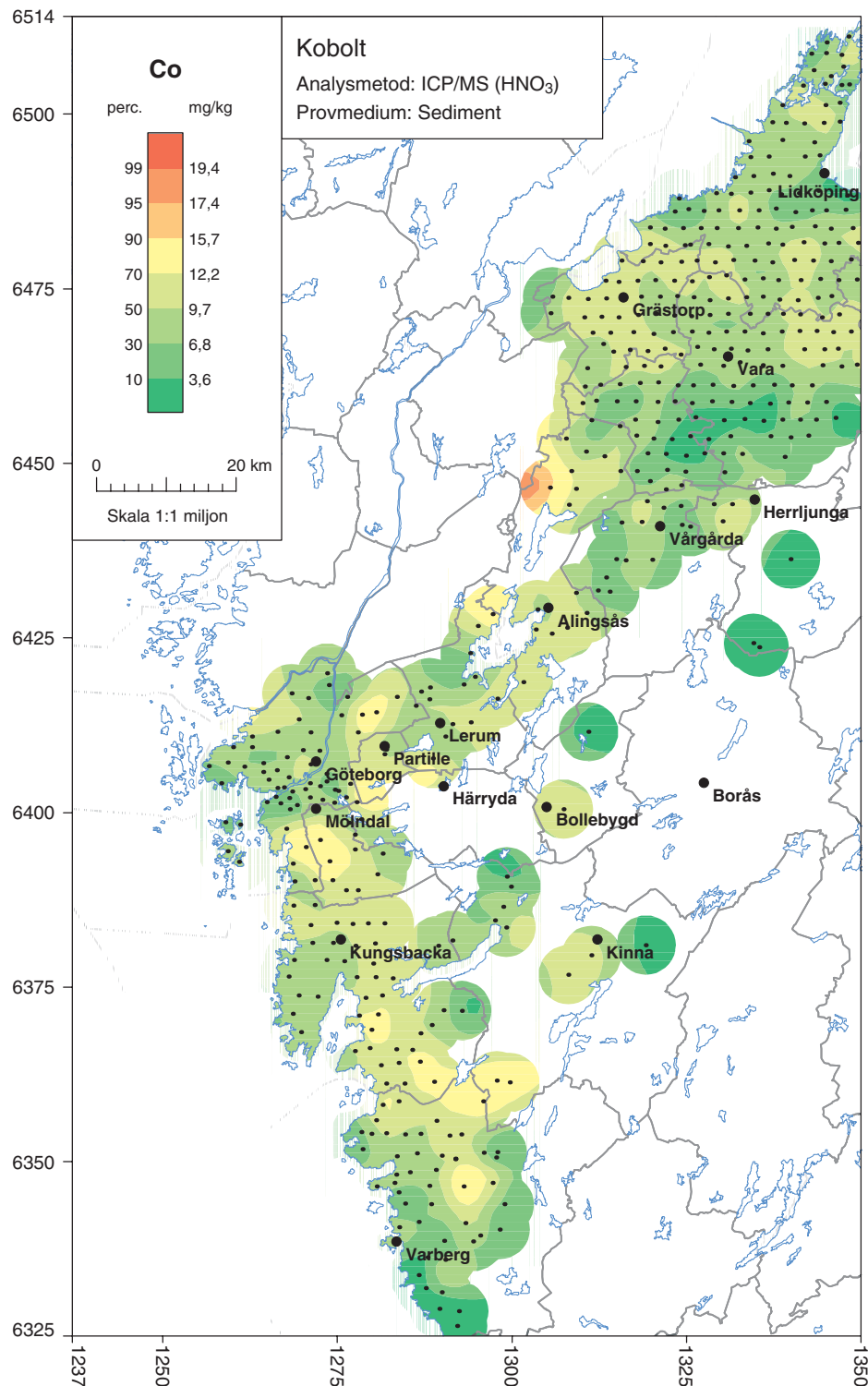
Kobolt (Co)

Kobolt förekommer i basiska bergarter som gabbro, amfibolit och diabas och kan uppträda med mycket höga halter i ultramafiska bergarter. Granitiska bergarter och den röda gnejsen har däremot betydligt lägre innehåll av metallen. Mineralogiskt sett är den mest spridda förekomsten för kobolt mörka järn- och magnesiumsilikater och metallen associeras därför ofta med Fe och Mg tillsammans med Ni. Kobolt kan även förekomma tillsammans med Fe och Ni i sulfidform. Vid vittring är rörligheten för kobolt tämligen låg, men under sura förhållanden är metallen mobil och kan bindas till järn- och manganoxider och till lermineral.



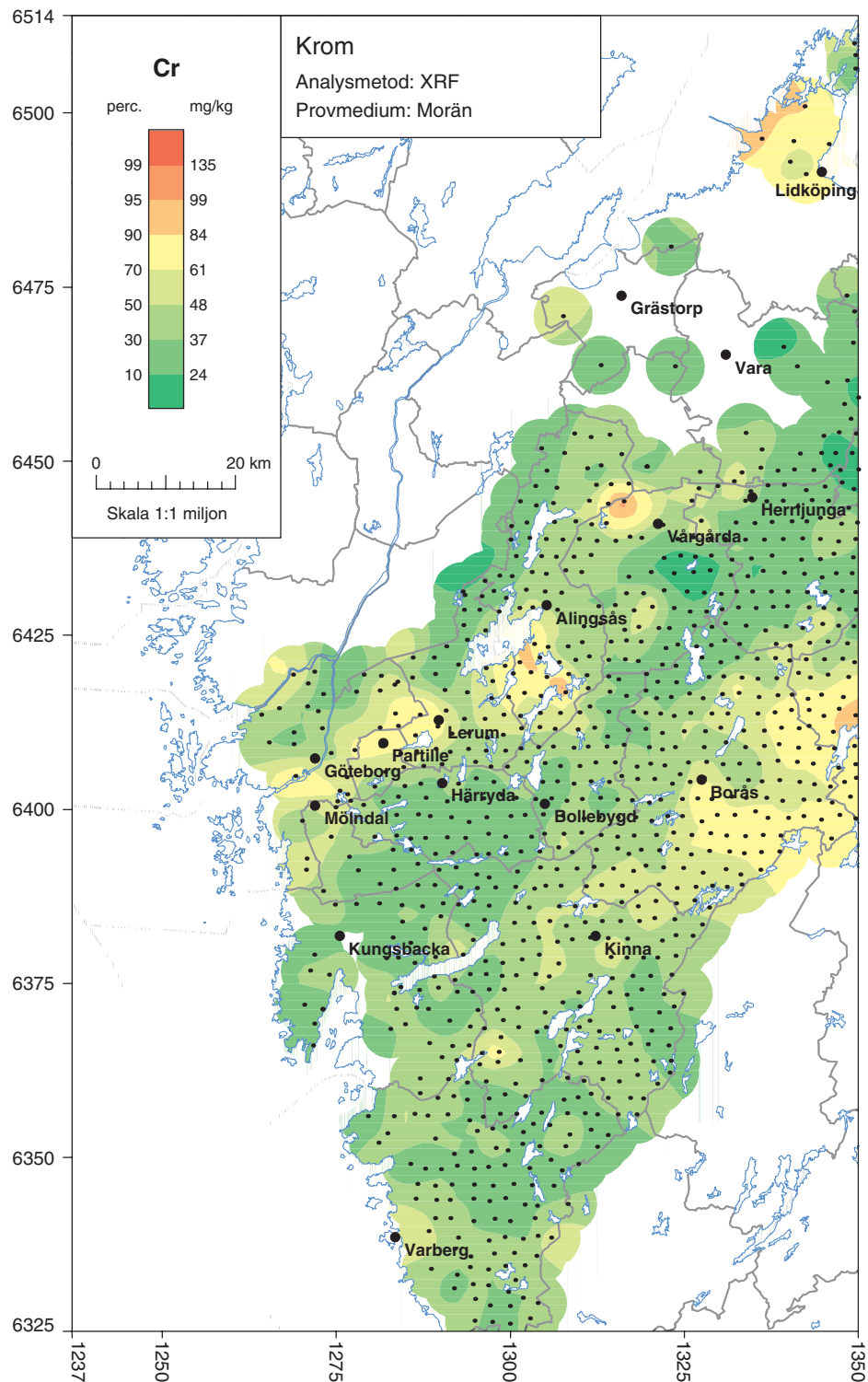
Totalhalterna och halterna av syralakat kobolt i morän är måttliga i undersökningsområdet. Ett moränprov taget på östra sidan av Hunnebergs diabasplata visar måttlig förhöjning av metallen och knyts till den lokala berggrunden. Förhöjningar i Boråstrakten, vid Lidköping och från Lerum och västerut kan kopplas till moränens högre innehåll av basiska bergartsfragment från gabbroida bergarter likväl som från den grå gnejsen. Kobolt korrelerar starkast ($r > 0,7$) med element ur den mafiska gruppen såsom Ni, V, Fe, Mg, Mn, Cr, Cu m.fl. En punktförhöjning i Göteborg återfinns i tätortsmiljö och kan vara antropogent påverkad.

Lerorna har generellt måttligt koboltinnehåll med spridda förhöjningar. Korrelation finns med ett flertal element, starkast ($r > 0,9$) med Fe och Mg.

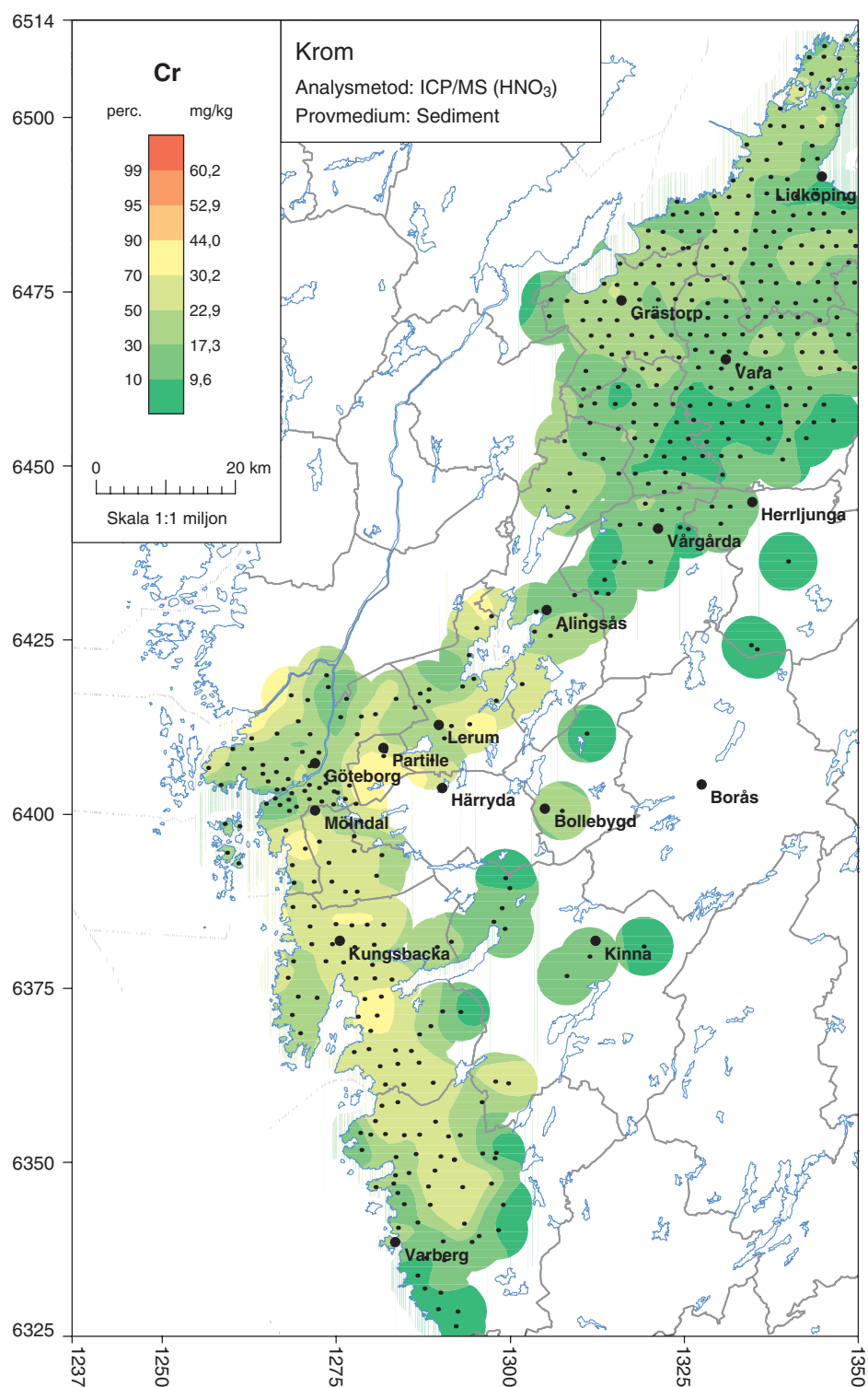


Krom (Cr)

Krom förekommer i basiska bergarter som gabbro, amfibolit, och diabas och kan uppträda med mycket höga halter i ultramafiska bergarter. Sandstenar kan innehålla en del krom medan granitiska bergarter har betydligt lägre innehåll av metallen. Krom uppträder i mineral som pyroxener, amfibol och glimrar, men också i svårvittrade mineral som ilmenit, magnetit och kromit. Vid vittring binds elementet lätt till järn- och manganoxider och till lermineral. Generellt har krom liknande geokemiska egenskaper som järn och aluminium.



Kartområdets moräner och sediment innehåller låga till måttliga kromhalter. Öster om Mjörn (sydväst om Alingsås) uppträder en förhöjning i moränen av framför allt Cr, Ni och Co i ett område som har omfattande inslag av amfibolit och metabasiter i berggrunden. Öster om Borås innehåller moränen också en del gabbroida inslag som ger måttliga förhöjningar, likaså på Kållandsö och västerut från Lerum. Generellt är det östra gnejssegmentet rikare på krom än det västra; en tydlig gräns framträder mellan Bollebygd och sjön Lygnerns norra del. Granitinslagen vid Vårgårda, väster om Mjörn och Anten och i sydost har gett kromfattiga



moräner. Totalhalterna för Cr korrelerar ($r>0,8$) med Ni, och något svagare med Co, V och Mg. Syralakat Co korrelerar också med Fe, Al, K, Cu m.fl. Korrelationerna visar att krom uppträder i såväl mafiska mineral som i lermineral.

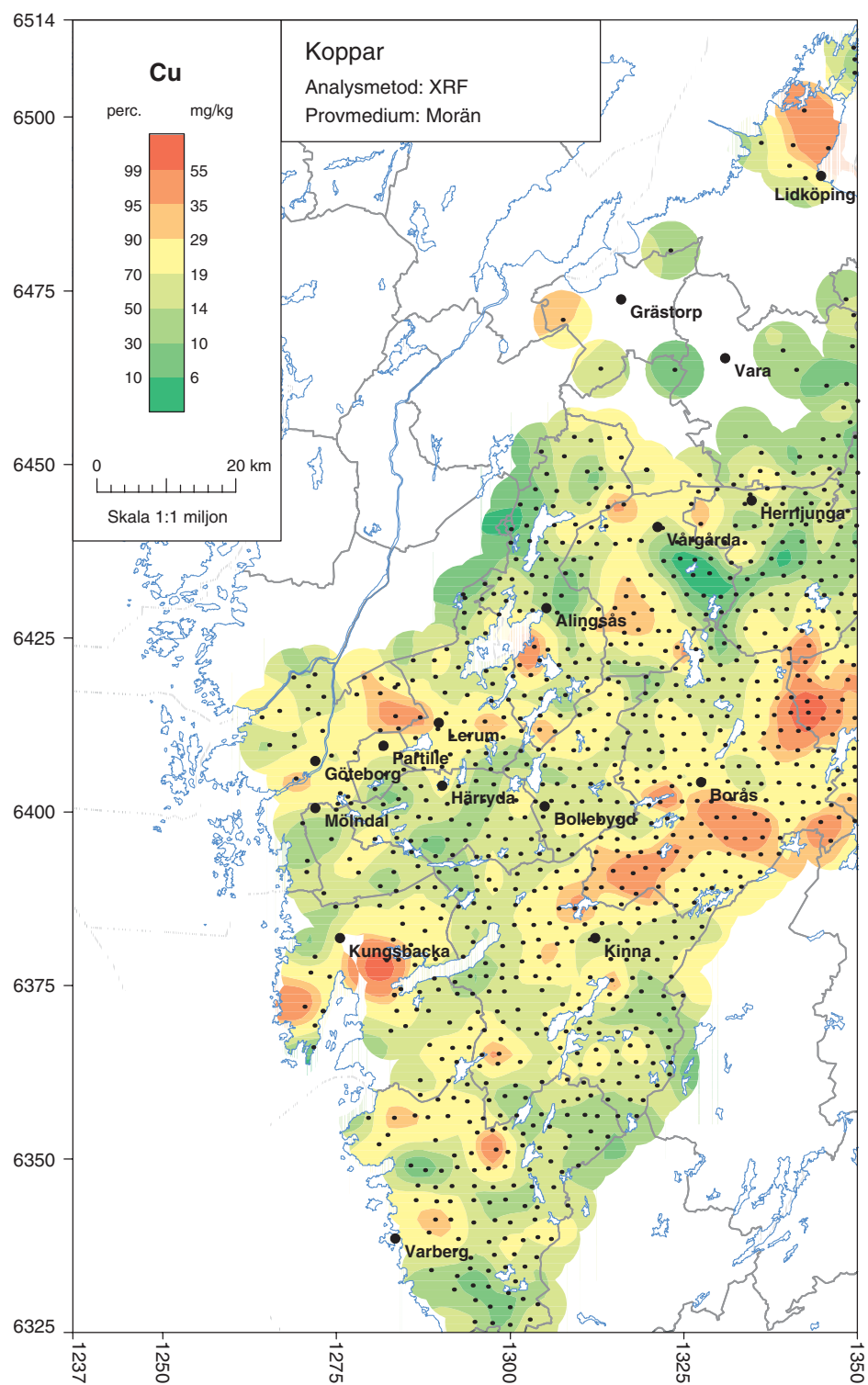
Lerorna i södra halvan av undersökningsområdet har något högre krominnehåll än i den norra halvan, möjligen beroende på större inslag av primärt kromfattiga bergarter i norr och högre grad av sekundär lermineralbildning i söder. De basiska bergarterna på Kållandsö och mot sydväst ger dock mindre förhöjningar. Korrelationen är starkast ($r>0,9$) med Li och Ni, men också med Al, Fe, Mg, Be, Bi m.fl., dvs. element med affinitet till lermineral.

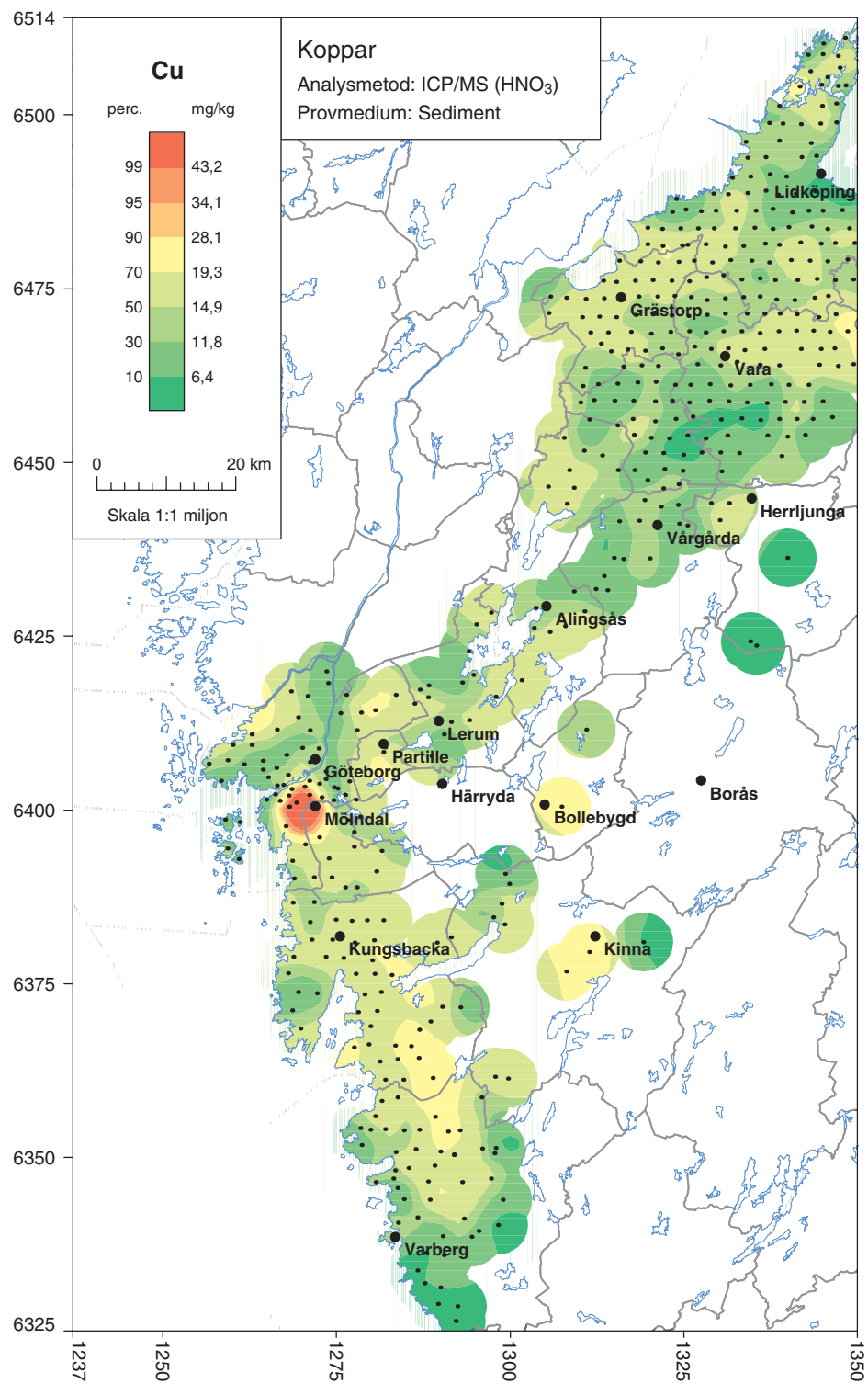
Koppar (Cu)

Metallen koppar förekommer som spårelement främst i basiska bergarter och i lägre grad i skiffer även om skiffer med högt organiskt innehåll (alunskiffer) kan hålla betydande kopparhalter. Granitiska bergarter och sandstenar har normalt lågt innehåll. Koppar ingår i mineral som pyroxener, amfiboler, magnetit och biotit. Elementet uppträder också i såväl sulfider som karbonater och hydroxider och sällsynt även som elementärt koppar. Detta innebär att Cu kan ingå i olika typer av mineraliseringar, exempelvis tillsammans med Au, Co, Ni, Pb och Zn. Kopparkis är ett av många malmbildande kopparmineral. Koppar är inte en särskilt mobil metall, men väl i lösning binds den till olika oorganiska och organiska föreningar.

Undersökningsområdets moräner har kopparhalter som ligger på en medelhög nivå jämfört med landet i övrigt men med en hel del förhöjningar. Mönsterlikheten för de båda analysmetoderna är slående och följer i stort sett mönstret för järn. Detta indikerar att koppar är bundet till lättlakade mineral och generellt avslöjar det geokemiska mönstret var moränerna innehåller störst andel basiskt bergartsmaterial. Förhöjningar som kan bindas till grönstenar finns exempelvis på Kållandsö, Onsalahalvön, sydost om Kungsbacka och vid Lerum. I Boråstrakten finns kisyfyllda sprickor i den röda gnejsen, något som också kan ha gett moränen tillskott av metallen. Här återfinns också kartområdets högsta kopparvärde. Granitiska moräner som t.ex. vid Alingsås, Vårgårda, Herrljunga och sydost om Kinna har lågt kopparinnehåll. Koppar har relativt svaga korrelationer med andra element, starkast ($r>0,6$) med järn, kobolt, nickel och vanadin ur den mafiska elementgruppen.

Sedimentens kopparinnehåll är ganska måttligt och svaga förhöjningar finns såväl i söder som i norr. Vid Mölndal finns en förhöjning i tätortsmiljö, troligen är den antropogent påverkad. Korrelation finns ($r>0,7$) med Pb och svagare med Sn och Zn och svagt ($r>0,4$) med Fe.



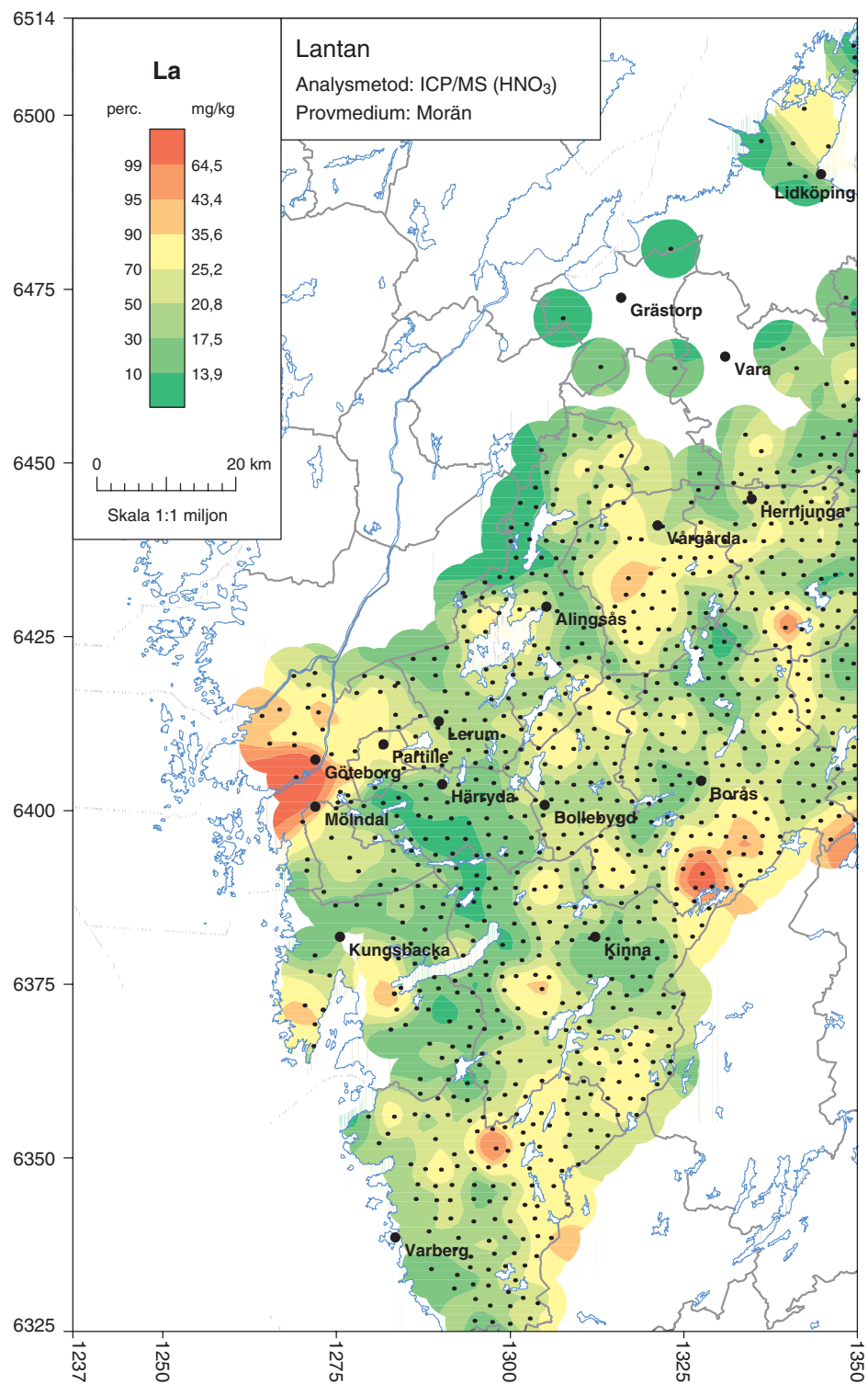


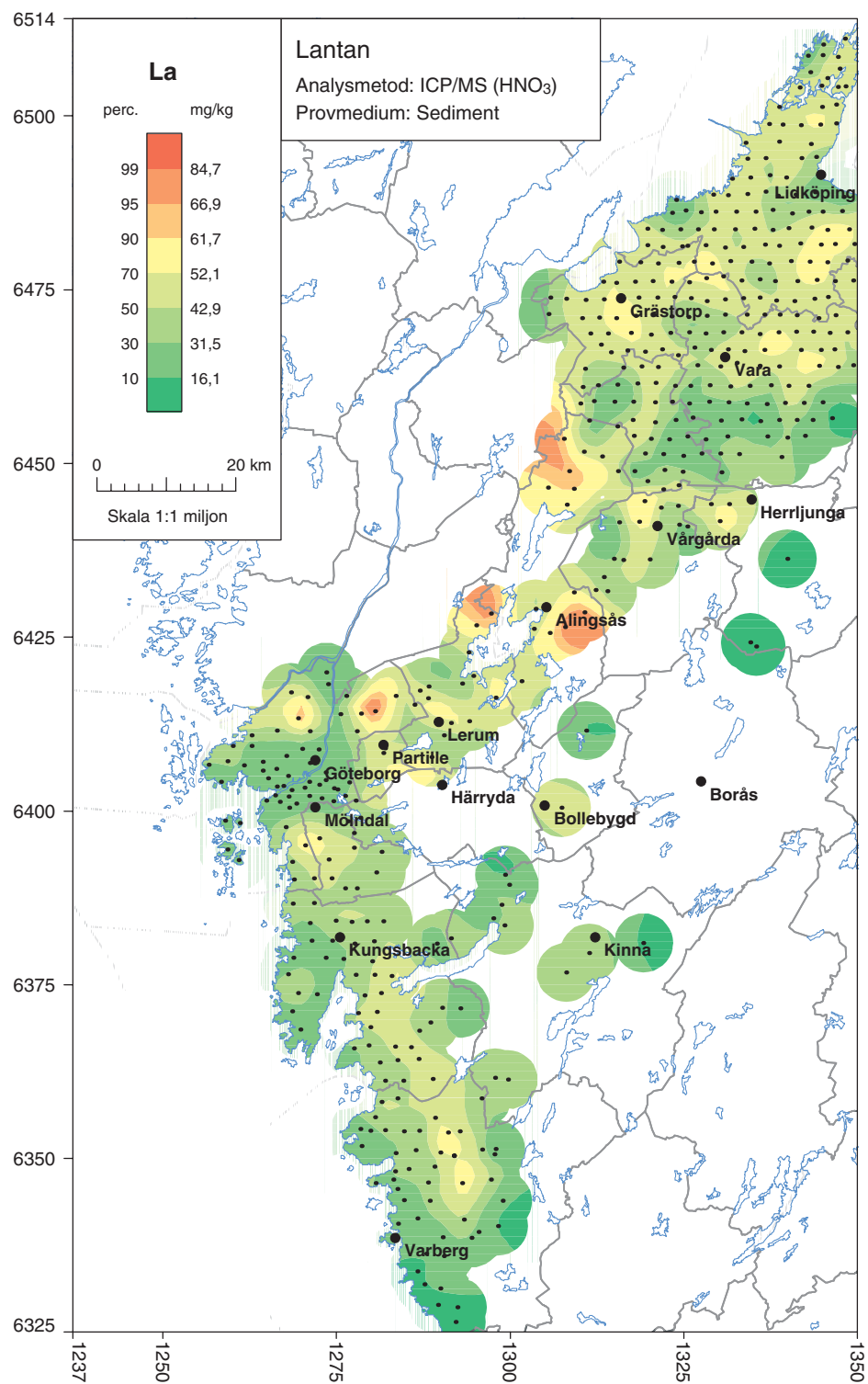
Lantan (La)

Lantan uppträder framför allt i granitiska bergarter men även skiffrar kan ha höga halter. I basiska bergarter och kalkstenar är innehållet betydligt lägre. Elementet uppträder i mineralform bl.a. i monazit och allanit och det kan ingå i fältspater, zirkon, hornblände, biotit och apatit. Elementet tillhör de sällsynta jordartsmetallerna och förekommer ofta tillsammans med Th, Y, U, Be och ett flertal sällsynta grundämnen i t.ex. pegmatiter. Vid vittring kan lantan fällas ut som karbonater och hydroxider eller adsorberas av lermineral. Lösligheten för lantan är ganska låg.

Lantanhalterna i undersökningsområdets moräner och sediment är normala jämfört med övriga landet. Moräner med granitinslag markeras med förhöjningar, t.ex. vid Vårgårda, söder om Borås samt i södra delen av kartområdet. Generellt sett är det i gnejsområdet öster om Mylonitzonen man påträffar lantanförhöjningarna, men i Göteborg–Mölndal finns ett par punktförhöjningar i tätortsmiljö anknutna till pegmatiter. La är starkt korrelerat med Y ($r>0,9$) och svagare ($r>0,6$) med Be, Th, Zn m.fl.

Lerorna har måttligt lantaninnehåll med några punktförhöjningar mitt i kartområdet bland annat vid Mjörn och norr om Anten. Längst ut vid kusten är lantanhalterna låga. I sedimenten är lantan mycket starkt ($r=1$) korrelerat med yttrium och med ($r>0,9$) barium, beryllium, rubidium och ett flertal metaller som kan knytas till lermineral.

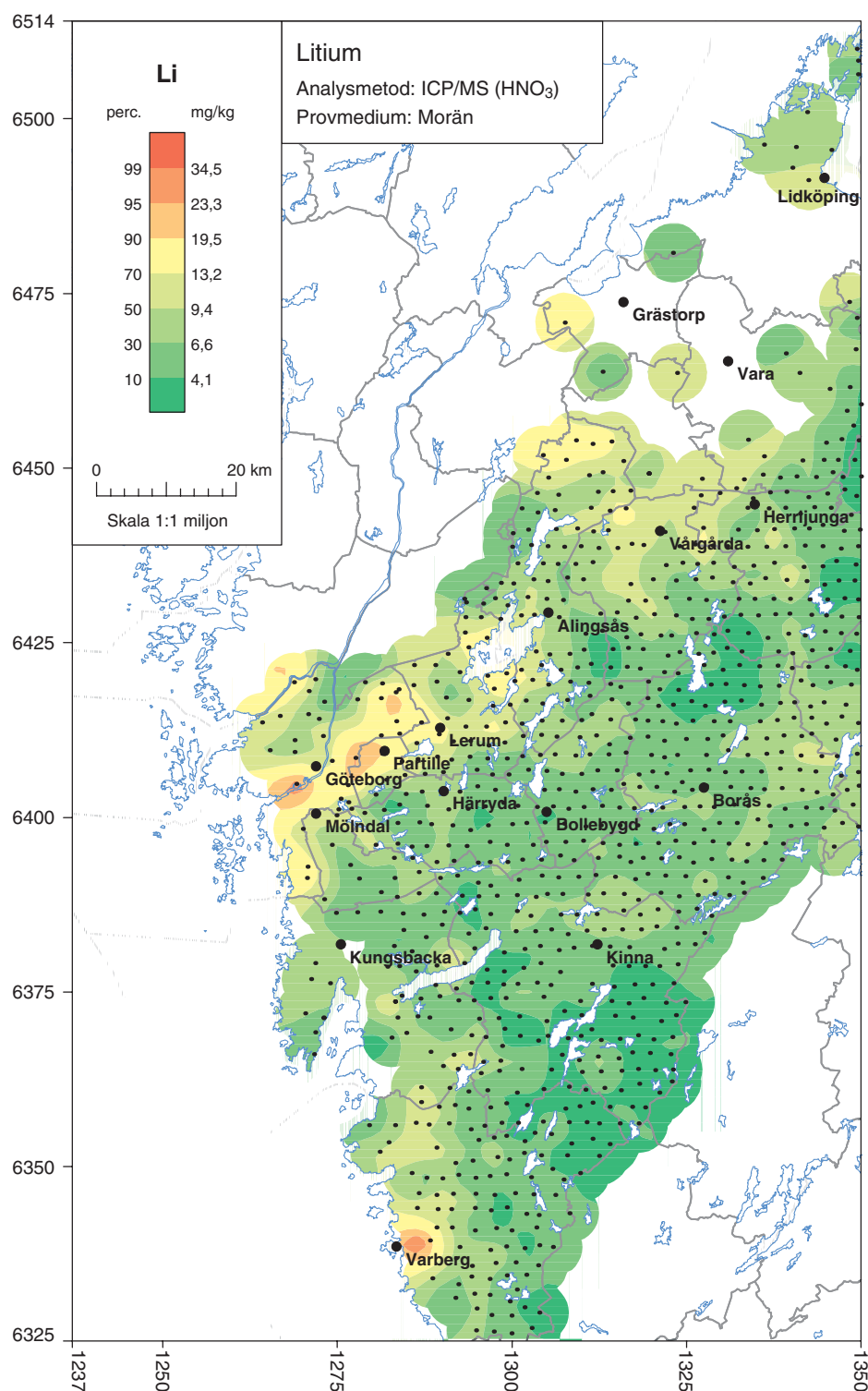




Litium (Li)

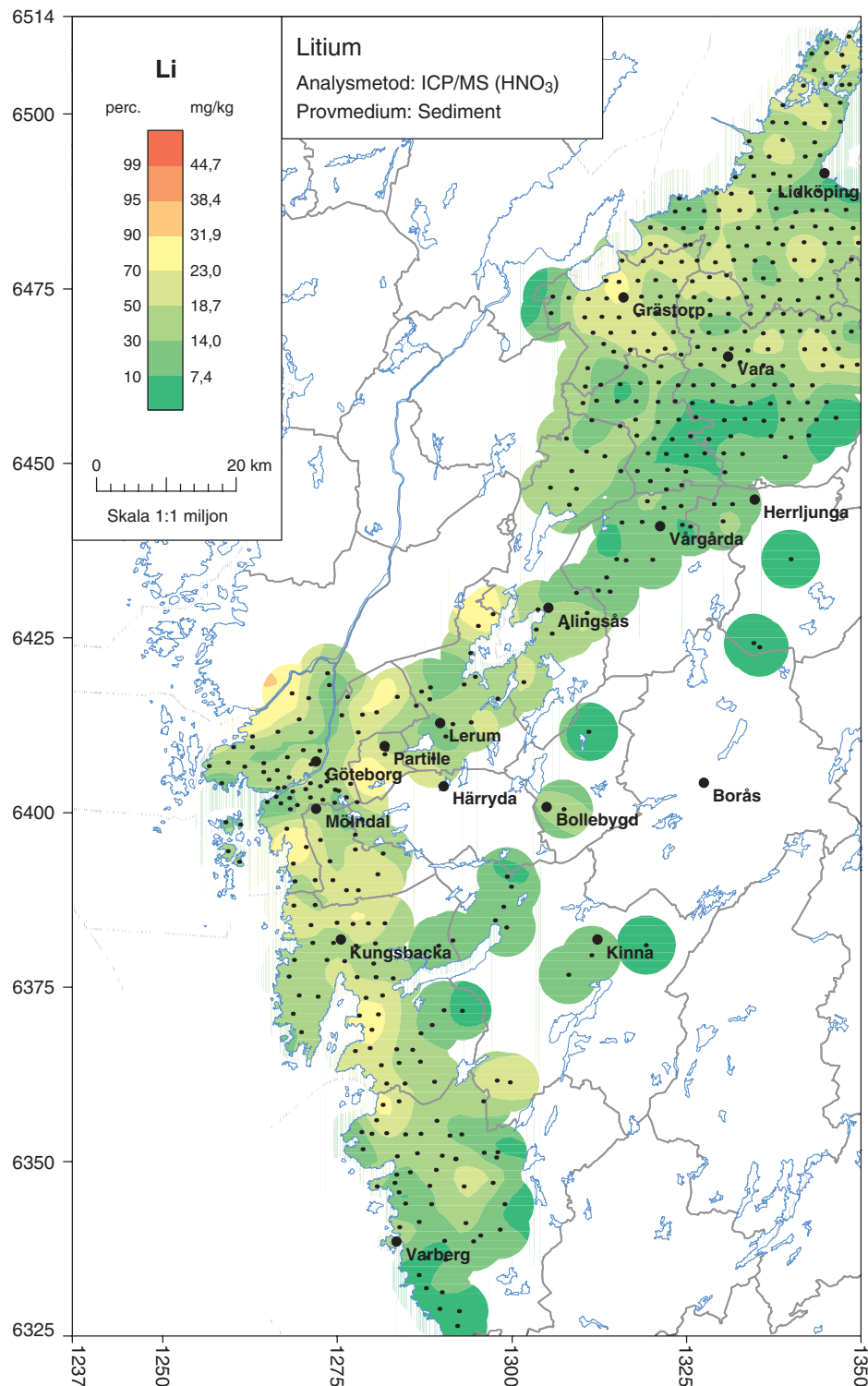
Litium är en alkalimetall som förekommer som spårämne i ett flertal mineral, exempelvis amphiboler, pyroxener, turmalin och glimmer. Litiummineral som spodumen, petalit och litiumglimmer förekommer, men det är troligen glimmermineralet biotit som är det mest utbredda världmineralet för litium. Metallen förekommer i skifferar, graniter och pegmatiter; basiska bergarter och sandsten har betydligt lägre innehåll. Vid vittring adsorberas litium lätt till lermineral och manganoxider.

Litiumhalterna i undersökningsområdets moräner och sediment är ganska låga jämfört med



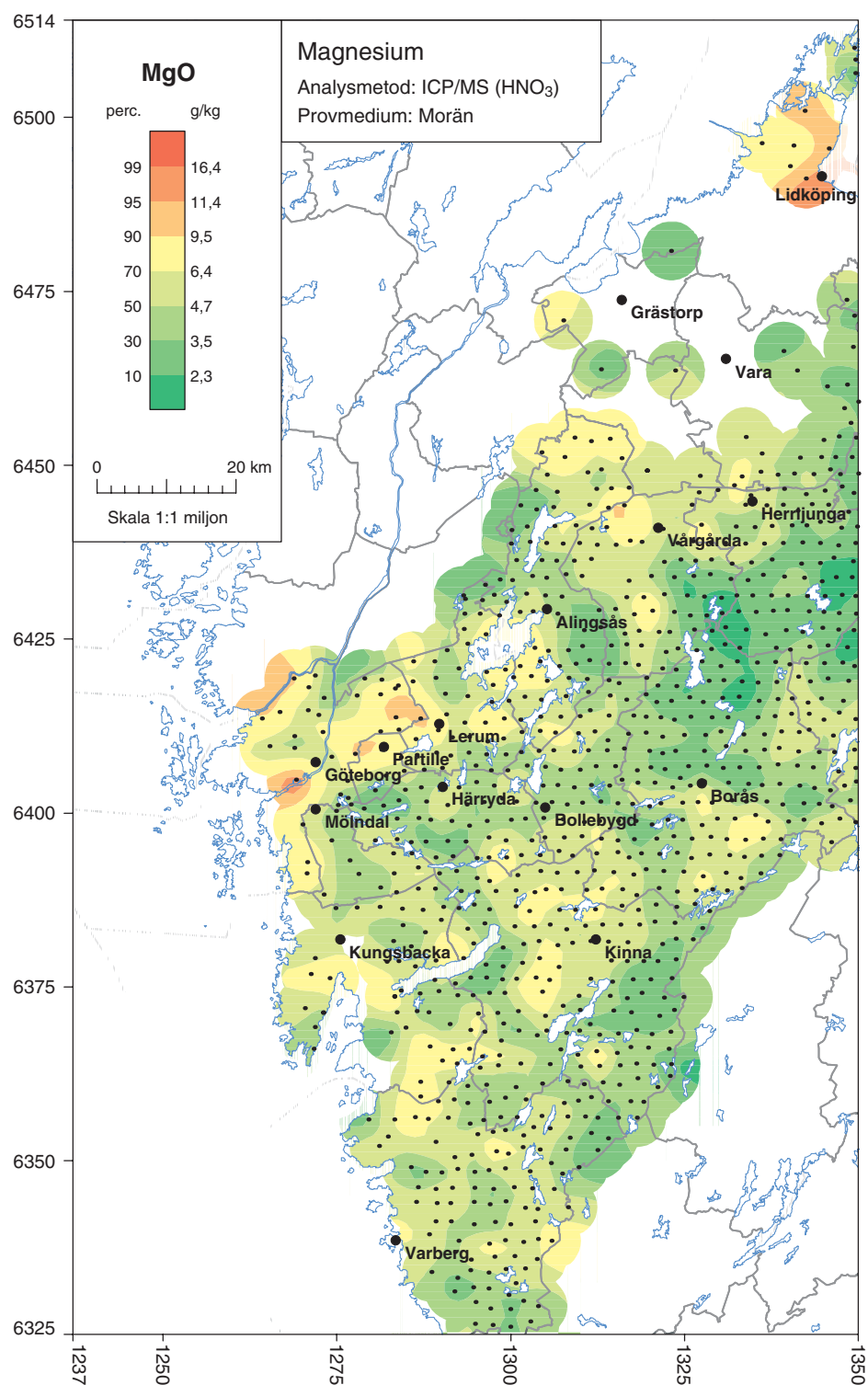
övriga landet. Måttliga förhöjningar av litium återfinns vid Partille–Göteborg och vid Varberg. Vid den senare lokalen noterades vid provtagningen att biotitinnehållet var ovanligt högt i moränen, vilket torde förklara denna förhöjning. Li korrelerar starkast ($r>0,8$) med Rb, men också med Al, Fe, Mg, Be och Zn samt svagare med fler element. Korrelationen antyder huvudsakligen biotit som litiumkälla.

Lerorna uppvisar svaga förhöjningar såväl i den södra som norra delen av kartområdet. Korrelationen är stark ($r>0,9$) med Al, Fe, K, Mg, Be, Bi m.fl., dvs. element med affinitet till lermineral.



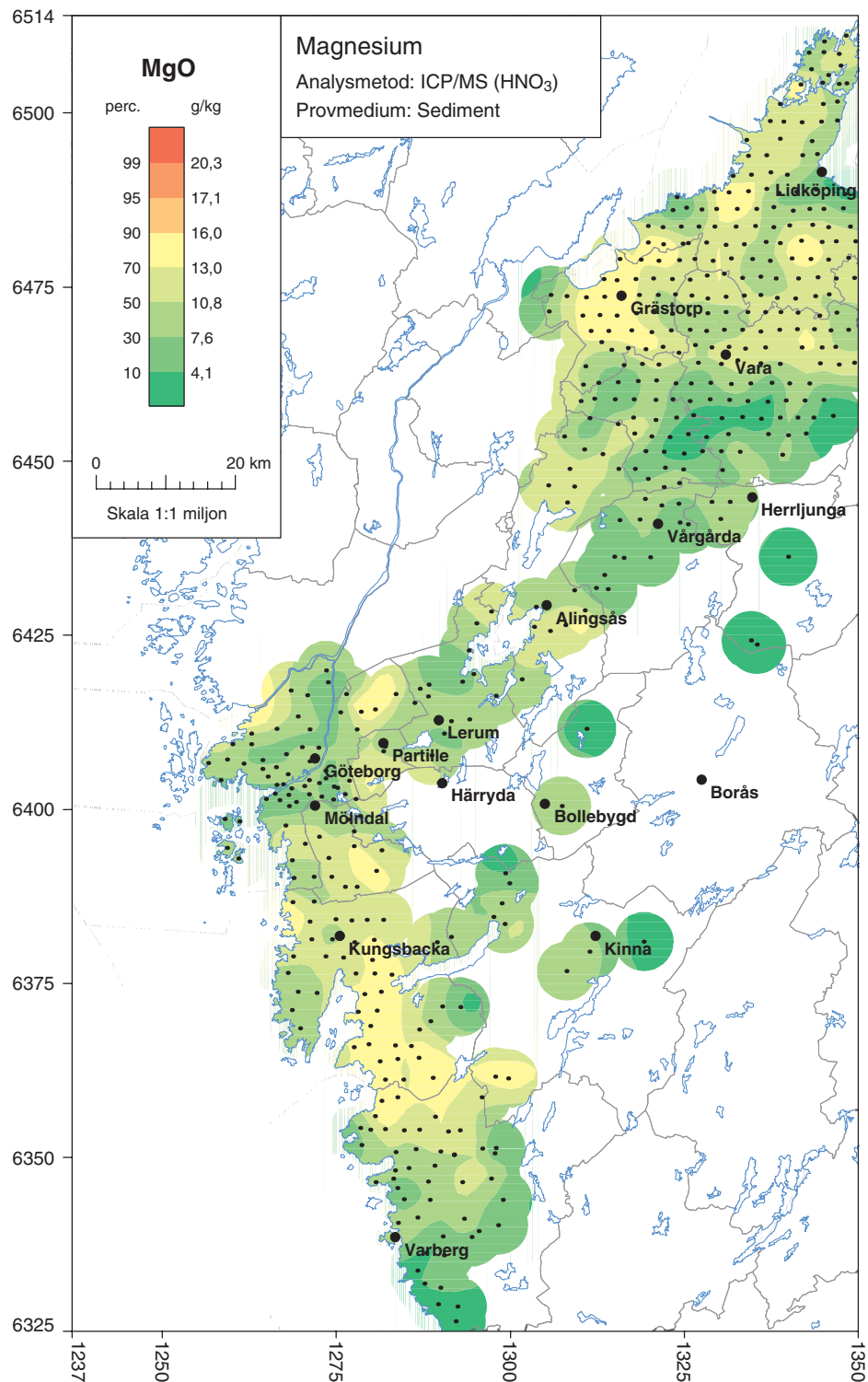
Magnesium (MgO)

Magnesium förekommer i basiska bergarter i högre halter än i de flesta andra bergarter, och normalt tillsammans med element som Fe, Ti, Cr, Ni m.fl. Magnesium ingår bland annat i mineral som pyroxener, amfiboler, olivin, granater, mörk glimmer (biotit) samt karbonater (dolomit). Morän med inslag av bergarter som amfibolit, diorit, gabbro och grå gnejs har därför högre magnesiuminnehåll än där granitiskt innehåll dominerar. Magnesium finns till största



delen i mineral som vittrar lätt och löses därför lätt ut. Elementet kan ersätta järn och kalcium och lösta magnesiumjoner binds lätt till lermineral.

Såväl totalhalter som syralakade magnesiumhalter i morän och sediment är måttliga jämfört med landet i övrigt. Lakbarheten är generellt hög och de geokemiska moränmönstren likartade för båda analysmetoderna. Huvudelementet visar förhöjningar framför allt i moränområden där inslag finns av basiska bergarter och grå gnejser och det geokemiska mönstret följer den



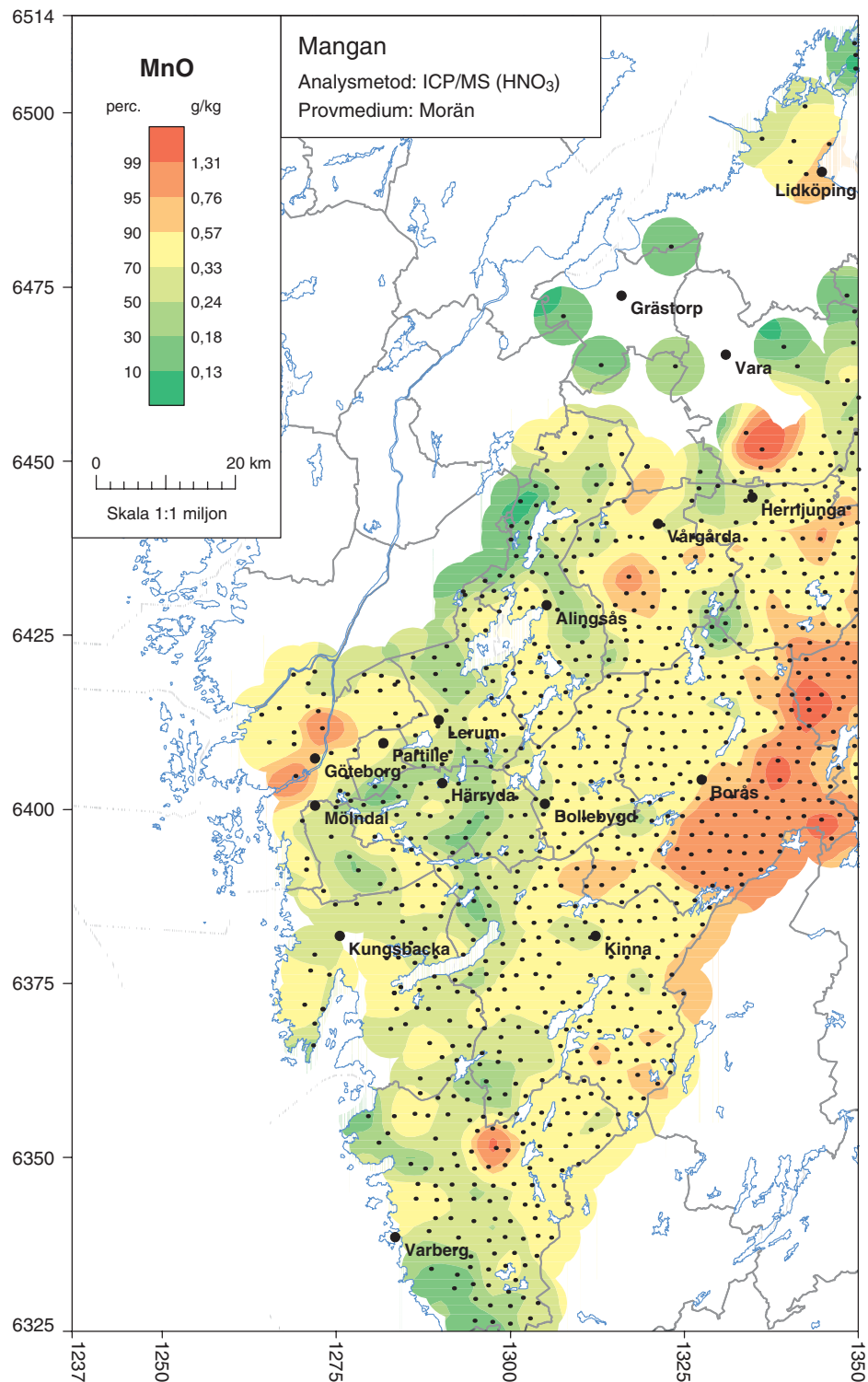
mafiska elementgruppens uppträdande med bland annat Fe, Mn, Ti, Ni och Cr i samma moränområden. Förhöjningar återfinns bland annat väster om Lidköping, där såväl gabbro som grå gnejs lokalt har präglat moränerna. Magnesium är även korrelerat med andra element. Detta anger ett samband mellan Mg och element som gärna adsorberas till lermineral, exempelvis thorium. I sedimenten är magnesium starkt ($r > 0,9$) korrelerat med Al, Fe och K samt med element med affinitet till lermineral.

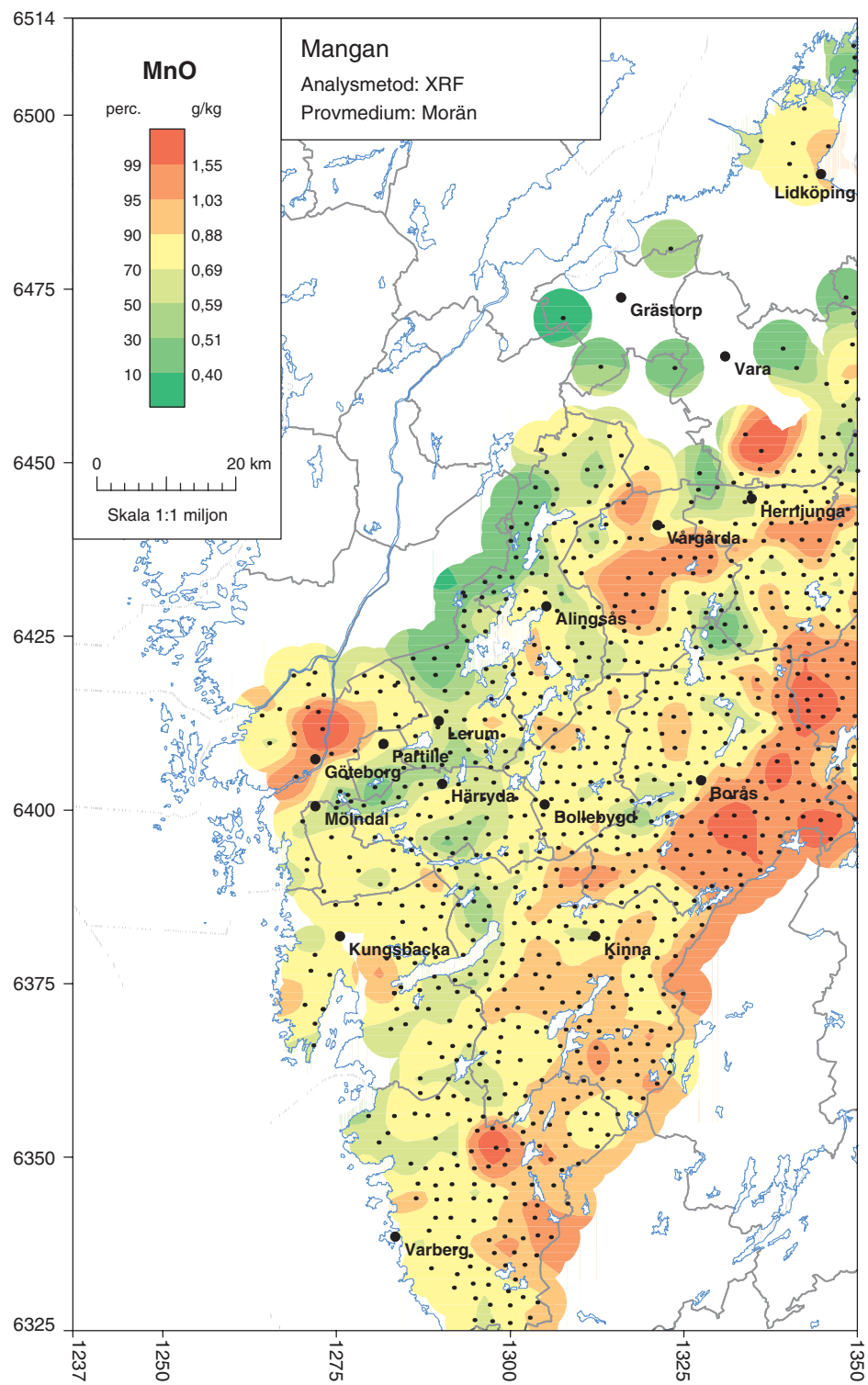
Mangan (MnO)

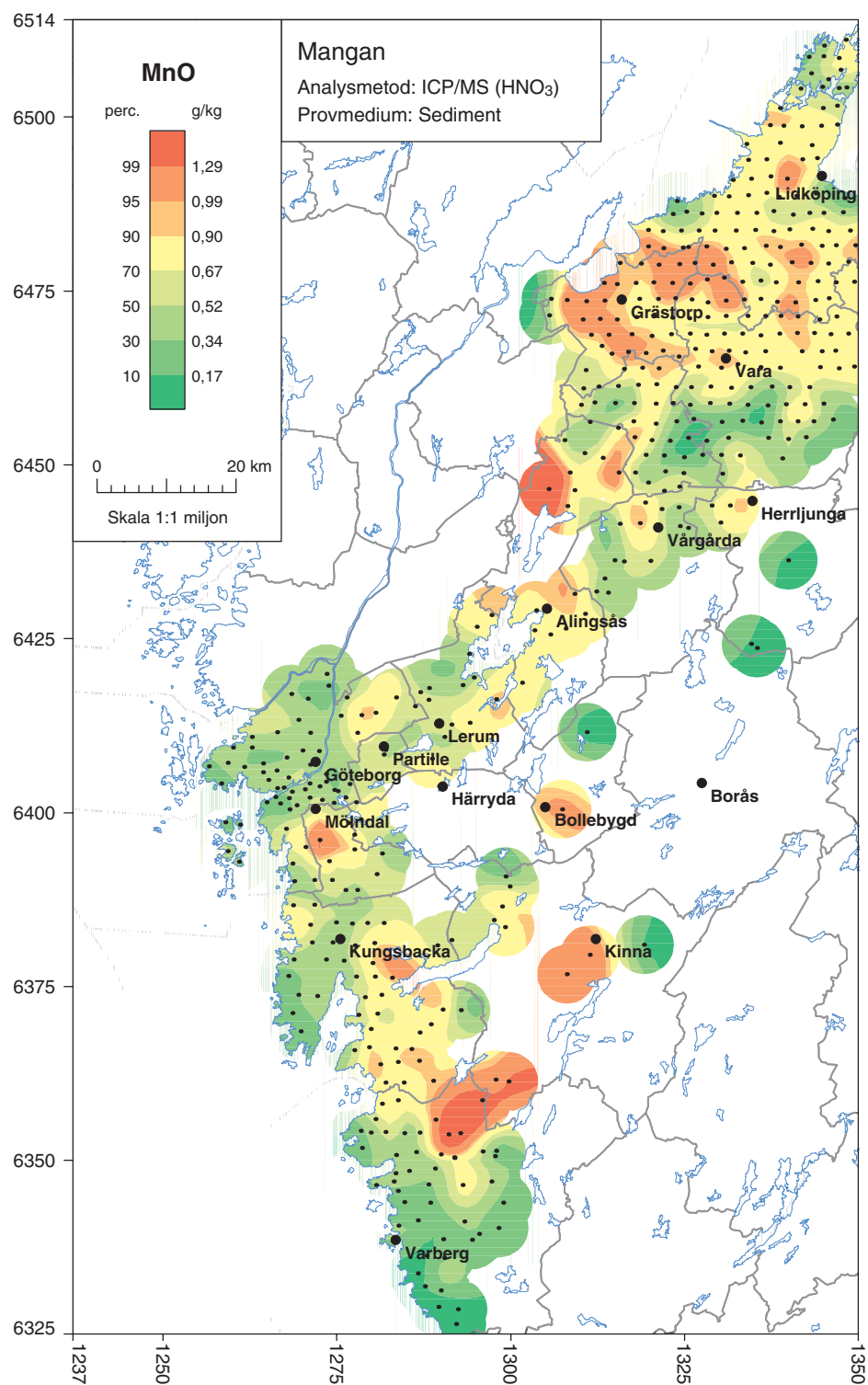
De högsta manganhalterna förekommer i basiska och ultramafiska bergarter, i skifferar och kalksten. Innehållet i graniter och sandstenar är betydligt lägre. Mangan kan uppträda i ett flertal bergartsbildande mineral t.ex. pyroxener, amfiboler, glimrar, olivin, granat, kalcit och dolomit och kan ersätta bl.a. Fe i kristallgittren. Ett flertal manganmineral är kända, t.ex. pyrolusit (MnO_2) och ekonomiskt brytvärda halter av metallen kan finnas tillsammans med Fe och Ti. Mangan ingår i många lättvittrade mineral, går lätt i lösning och bildar nya sekundära föreningar varav en del har förmåga att binda ett flertal andra metaller till sig. Det är väl känt från internationella geokemiska undersökningar att en kartbild över mangan ofta ter sig rörig och detta på grund av att kartbilden reflekterar också sekundära processer i manganets spridningsmönster (Reimann m.fl. 2003).

Såväl totalhalter som syralakade halter av mangan i morän och i sediment ligger på hög nivå jämfört med landet i övrigt. De geokemiska mönstren i morän är tämligen lika för de båda analysmetoderna och lakbarheten för elementet är generellt hög. Det östra gnejssegmentet har oftast högre manganhalter än det västra vilket beror på större inslag av basiter och grå gnejser. Detta illustreras bäst på kartbilden av syralakat mangan. Det som dock dominerar det geokemiska mönstret är de kraftiga anomalierna för totalhalter i trakten av Herrljunga–Värgårda samt nordost, öster och söder om Borås. Anomalierna reflekterar mycket väl transportriktningar från inlandsisen, den förra med riktningar från ONO, den senare med riktningar från NNO. De manganförande bergarterna som isen fört med sig är skifferar och kalksten från Billingen, där speciellt kalkstensinslagets ursprungligen höga kalciumhalter försvunnit på grund av vittring, men där manganet som lösts ut från kalkstenarna åter lagts fast i den vid avsättningen alkaliska miljön. Den södra av de nämnda anomalierna har i stället huvudsakligen skiffer som ursprung, och en rad andra metaller med skifferprägel är också förhöjda i detta område. Den nämnda regionen tillhör Sydsveriges moränområde, bergartsmaterialet har avsatts i tämligen tjocka moränformer och marken har generellt sett inte varit lika exponerad för vittringsprocesser som längre västerut. Moränens manganinnehåll på provtagningsdjupet härrör därför troligen främst från primärt bergartsmaterial. I området mellan Lerum och Göteborg finns ett flertal mindre, basiska massiv och grå gnejser och sannolikt har moränen förhöjda manganhalter på grund av detta, oavsett om manganet uppträder i primära bergartsmineral eller i sekundära former. Långvarig och stark påverkan av nederbörd har här påverkat markprocesserna med omfattande lermineralbildning och därmed fastlagt mangan som följd. Lågt manganinnehåll ses i kartbilden där sandstenar och graniter präglat moränerna och sådana lågområden finns t.ex. vid Grästorps och på det höglänta Risveden, väster om sjöarna Anten och Mjörn. I det senare området kan det inte uteslutas att äldre, nordliga till nordvästliga isrörelseriktningar (Fredén 1997) påverkat moränsammansättningen och spridit granitiska bergarter också mot sydost. Ett israndläge beskrivet av Fredén som isälvsavlagringar mellan Fäsjöarna och Hökared på kartbladet 7C Borås NV, markeras i det geokemiska mönstret som en gräns med upphörande manganförhöjningar mot sydväst. Gränsen är tydlig i moränmönstret någon mil öster om Alingsås och ger kanske också en indikation på kalkstensspridningens upphörande mot sydväst i den analyserade fraktionen. Mangan saknar korrelation med ”lermineralementen” och är i stället korrelerat ($r > 0,6–0,7$) med kadmium, tallium, järn, antimon, arsenik och kobolt och associationen förknippas med skiffer.

Lerornas manganinnehåll i nordost på de stora slätterna följer väl den glaciala lerans utbredning med innehåll av basiter, kambrosiluriska kalkstenar och skifferar. I söder återfinns anomala manganhalter i ett område där även moränen är förhöjd på metallen. Troligen är det skifferfragment från Billingen som sköljts ut i dräneringsvägarna, transporterats och sedan avsatts i nuvarande Viskans dalgång. Mangan är bl.a. korrelerat ($r > 0,8$) med barium och kobolt, vars lösta joner lätt binds till manganföreningar (manganhydroxid).

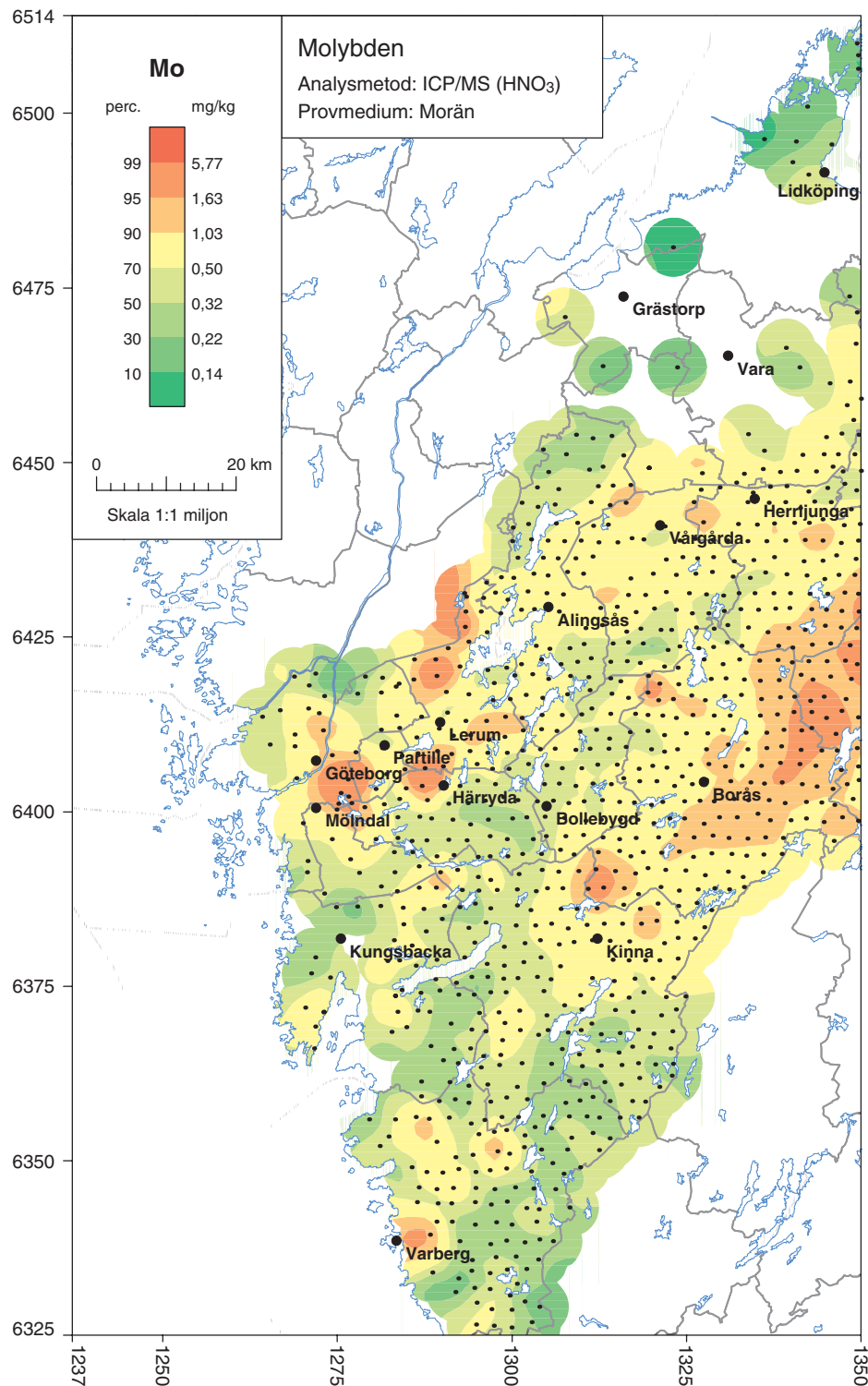




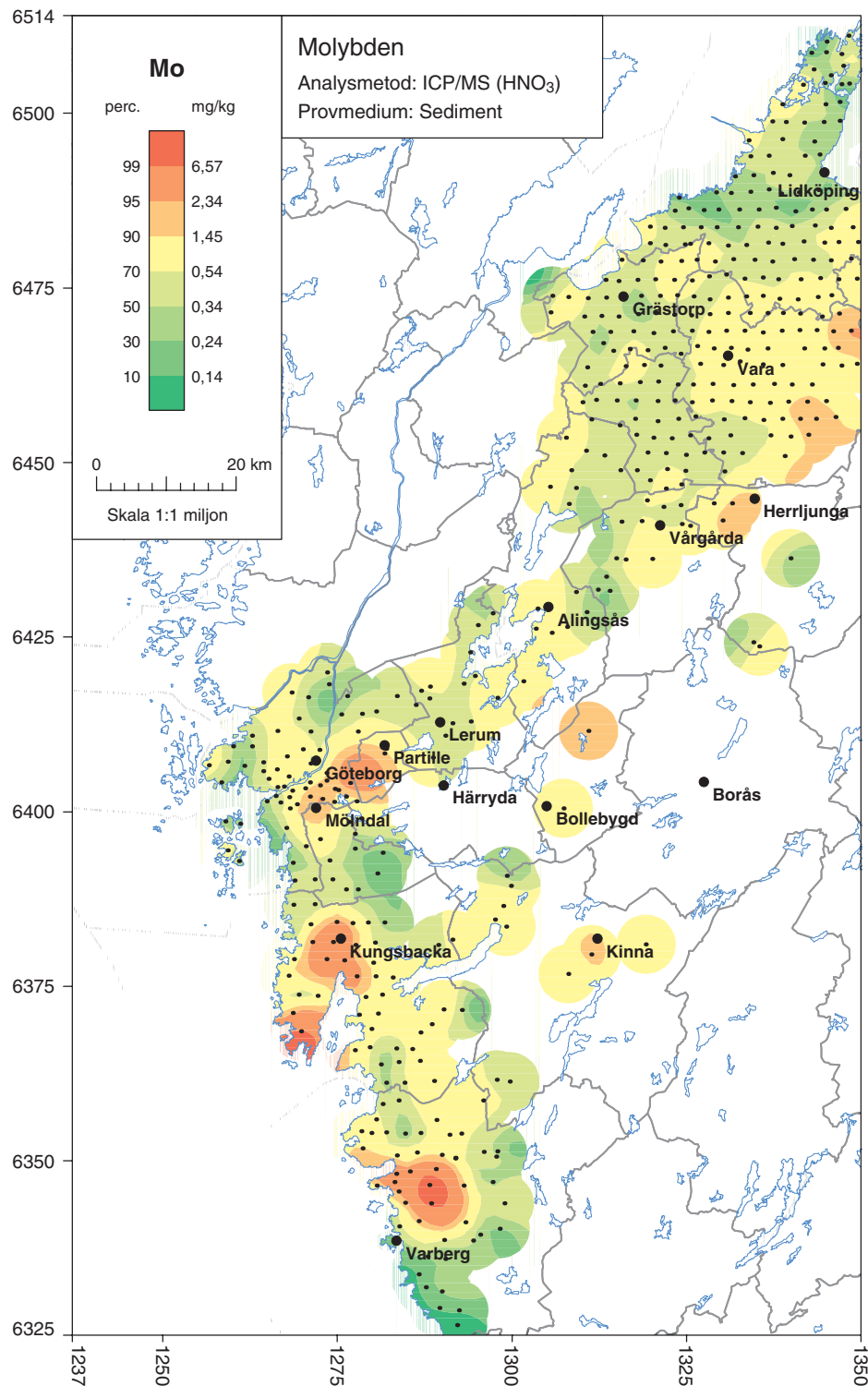


Molybden (Mo)

Molybdeninnehållet i bergarter är vanligen högst i alunskiffer, därefter övriga skiffer samt lägre i graniter och basiter. Elementet kan ingå i silikatmineral och som sulfid huvudsakligen som molybdenglans i anknytning till graniter, pegmatiter och kvartsgångar. Molybden har geochemiskt släktskap med wolfram och metallerna påträffas ibland tillsammans med bl.a. bly, arsenik och tenn. Vid vittring är molybden rörligt i alkalisk miljö och kan bindas till järnhydroxider. I motsats till de flesta andra metaller är Mo inte mobilt under sura förhållanden.



De syralakade halterna i undersökningsområdets moräner och sediment ligger på lite högre nivåer jämfört med landet i övrigt. En relativt kraftig förhöjning uppträder i isrörelseriktningen från Billingen, med avklingande halter mot sydväst. Det är skifferinslag i moränen som utgör den huvudsakliga källan till förhöjningen. I Boråstrakten kan molybden, liksom ett flertal andra metaller, vara knutet till de sulfidmineral som uppträder i järngnejserna. I området väster om Mjörn ner till Göteborgstrakten finns en del ögonförande granitiska bergarter till vilka molybdenförhöjningarna förefaller vara knutna och då sannolikt med glimmer som värdmineral.



Molybden är ganska starkt korrelerat (0,6–0,7) med Sb, As, Tl och Cd och lite svagare med Mn och U. Korrelationen visar tydligt skiffer som huvudsaklig bärare av metallen.

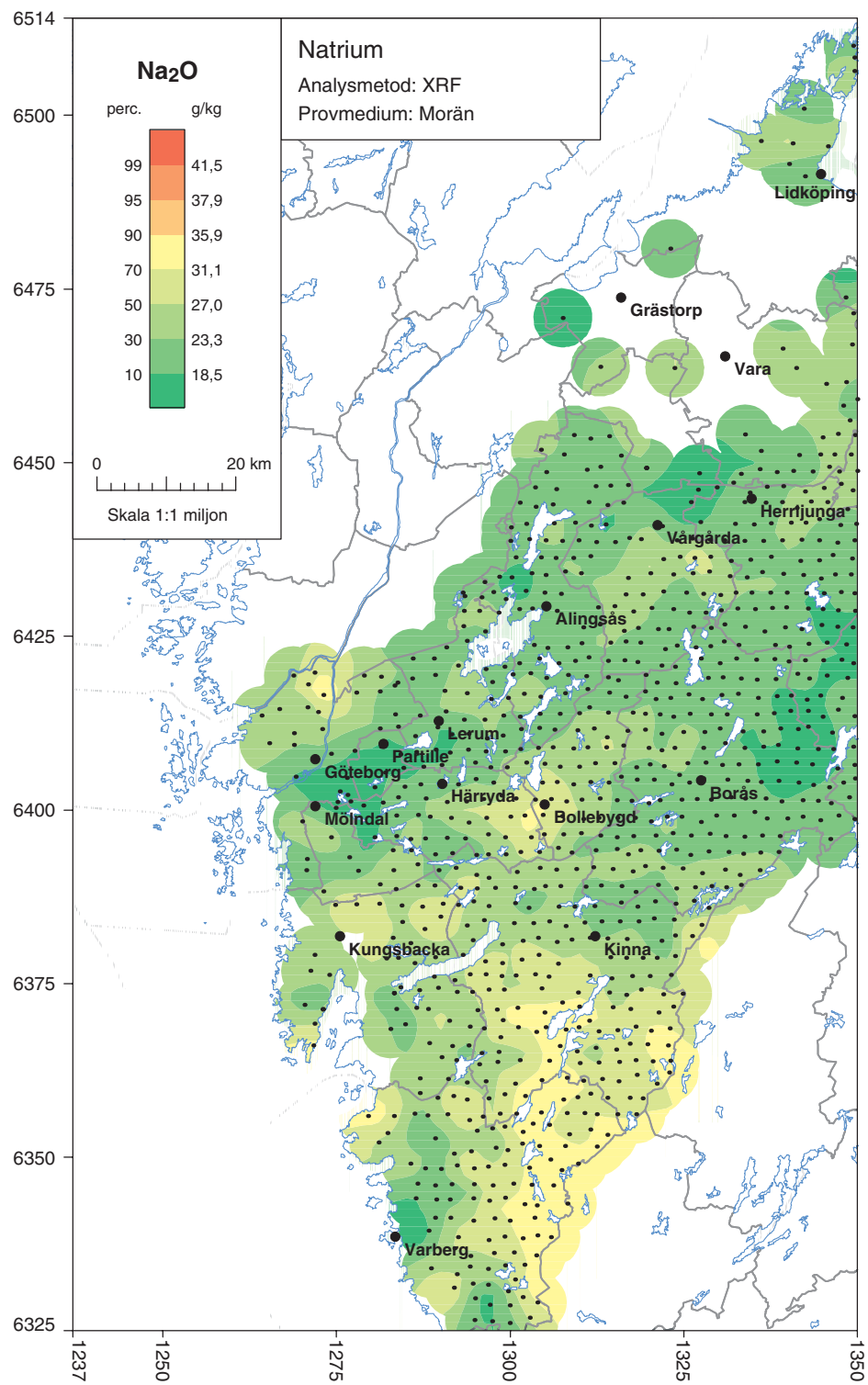
Sedimenten har förhöjda molybdenhalter längs kusten, norr om Varberg och vid Kungsbacka. I området sydväst och väster om Kinnekulle respektive Billingen kopplas förhöjningarna till alunskifferinslag från platåbergen. Korrelation saknas med huvudelementen och finns endast med kadmium och selen ($r > 0,6$).

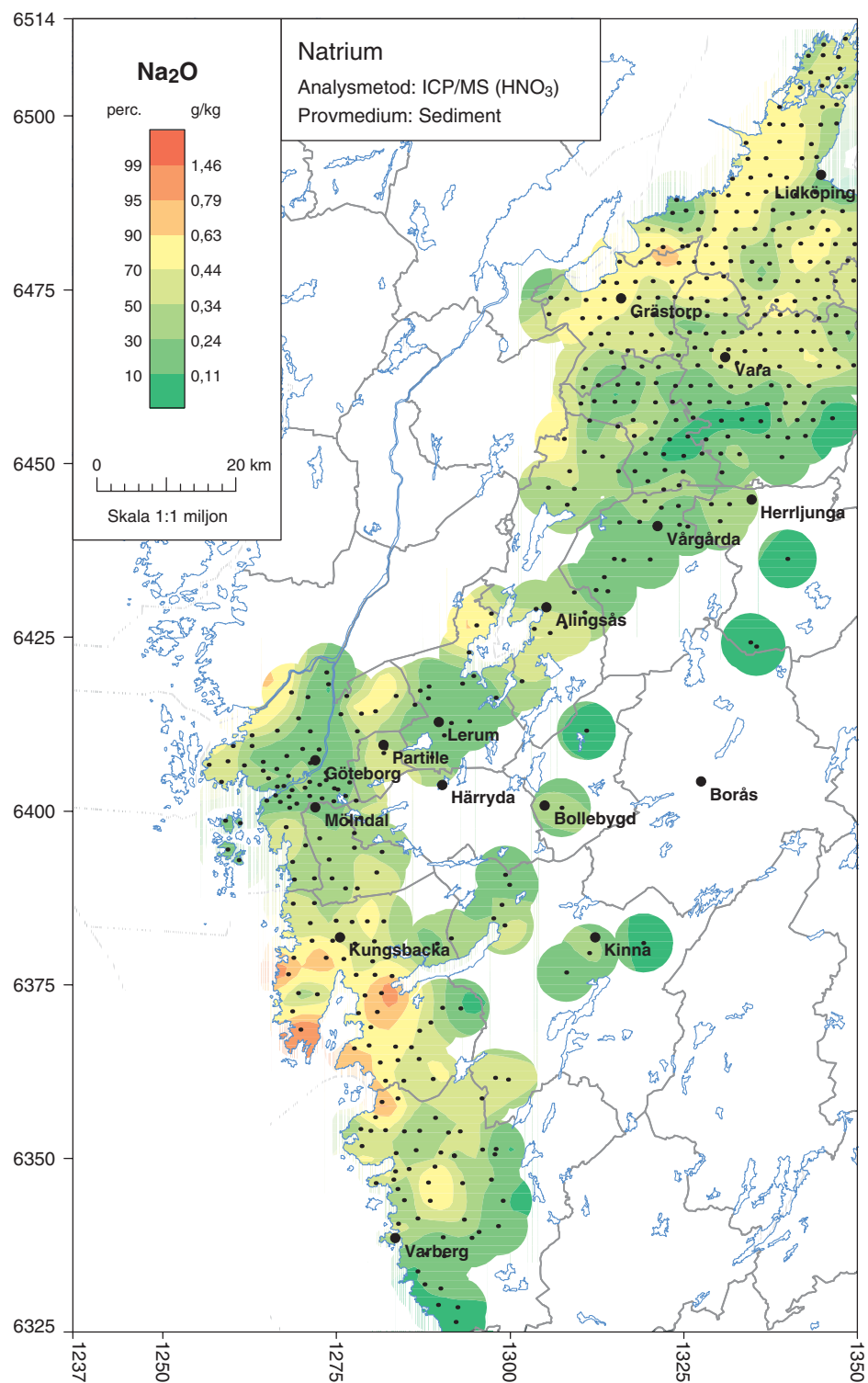
Natrium (Na_2O)

Natrium förekommer främst i olika fältspater som i plagioklasseriens olika mineral och kan där vara olika hårt bundet. I mer löslig form finns natrium i amfiboler och pyroxener. Även glimrar är bärare av natrium. Huvudelementet ingår därmed i såväl basiska bergarter som mer kiselrika. Lågst halter har alunskiffer och sandsten. Vid vittring är natrium i fältspater tämligen svårslutligt, men i stället mycket lösligt när det sitter i mafiska mineral, glimrar och plagioklaser. I löst form transporteras natrium längs dräneringsvägarna till havet, och i sitt kretslopp kommer natriumjoner att som havsaerosoler åter blåsa in över land.

Huvudelementet har låga totalhalter i undersökningsområdets moräner jämfört med landet i övrigt, medan de syralakade halterna ligger på en något högre men måttlig nivå. Det geokemiska mönstret för totalhalterna markerar med svaga förhöjningar t.ex. Vårgårdagraniten samt granitiska inslag på Hisingen och i sydost. Närvaron av basiskt bergartsinnehåll i moränen ger kartbilden av syralakat natrium ett distinkt utseende med en tydlig gräns mellan den norra delen med lågt natriuminnehåll och den södra delen med relativt högt innehåll av lösligt natrium. Skillnaderna visar tydligt bergarternas influens med lågt natriuminnehåll i de röda gnejsernas och metabasiternas moräner i nordost, ytterligare utspädd med platåbergens kambrosiluriska, natriumfattiga bergarter. Totalhalterna av natrium korrelerar ($r > 0,7$) med totalhalter för barium och anger elementens association i granitiska bergarter, medan syralakade natriumhalter korrelerar ($r > 0,7$) med kalcium vilket motsvarar elementassociationen bland annat i kalciumrika plagioklaser. Vid randläget Trollhättemoränen vid Vårgårda markeras en tydlig gräns i kartan över totalhalter (XRF) med lågt natriuminnehåll norr om Vårgårda, högre natriuminnehåll söder därom. Vårgårdaförhöjningen upphör vid ett äldre randläge beläget mellan Berghemsmoränen och Trollhättemoränen.

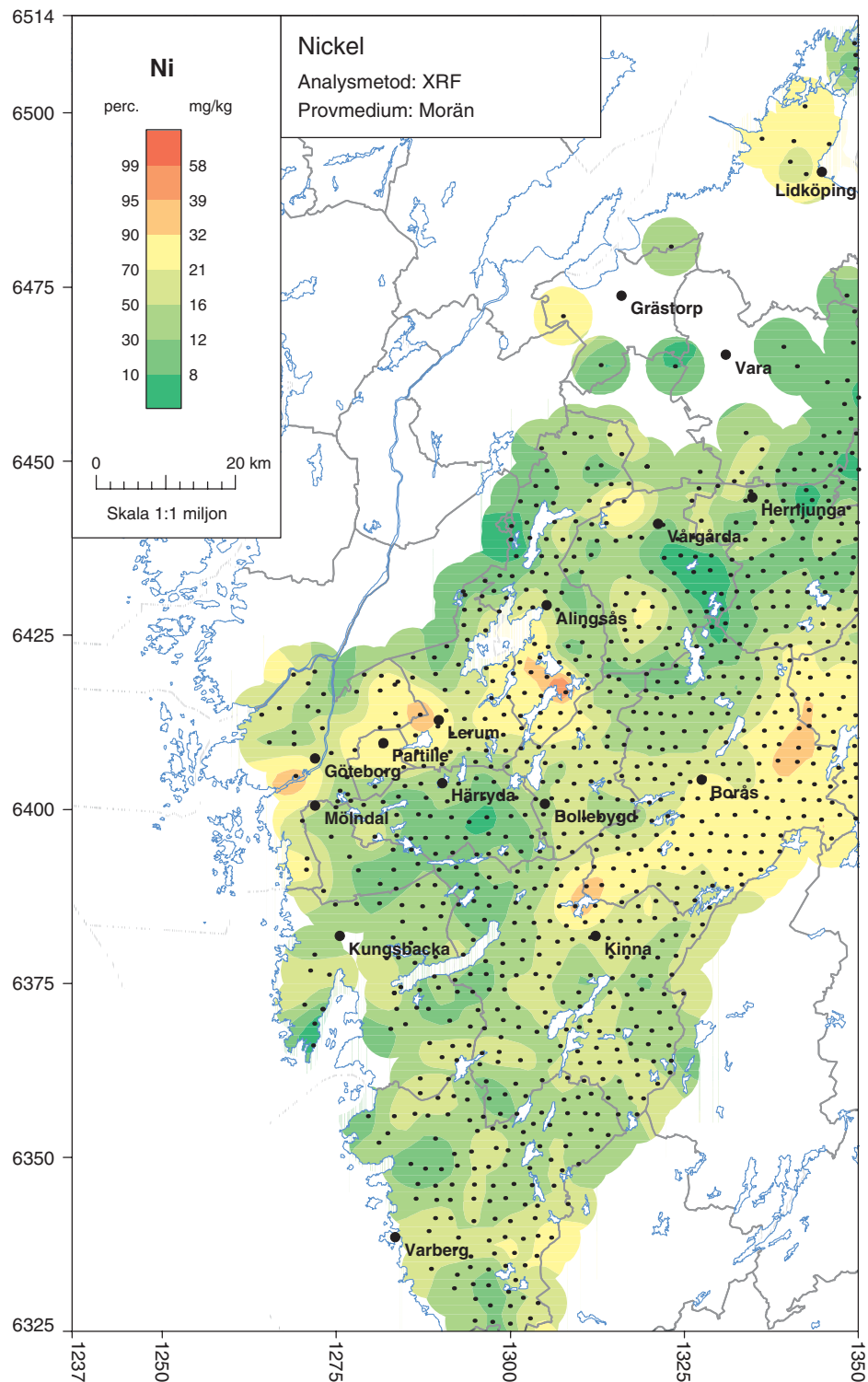
Sedimentens natriuminnehåll är lågt till måttligt. Förhöjningarna anger sannolikt primära minerals (fältspater, hornblände) dominans i sedimenten och följer till en del kalciums utträdande med lite högre halter i grönstensområdet vid Källandsö mot sydväst, liksom i Kungsbackatrakten. Natrium korrelerar ($r > 0,8$) med magnesium i sedimenten.





Nickel (Ni)

Nickel förekommer i basiska bergarter som gabbro, amfibolit samt diabas, och kan uppträda med mycket höga halter i ultramafiska bergarter. Skiffrar är också vanligtvis nickelförande medan innehållet i granitiska bergarter och kalkstenar är betydligt lägre. I sandstenar är innehållet mycket lågt. Metallen ingår i såväl silikatmineral som i sulfider, och mineral som pyroxen, amfibol, granat, olivin och pyrit kan alla vara bärare av metallen. Nickel finns också i ett flertal malmmineral, bl.a. i pentlandit som i allmänhet förekommer i mafiska till ultramafiska



Kartområdets moräner visar låga till måttliga nickelhalter liksom områdets sediment. Nickel förekommer främst i ganska lättvittrade mineral och elementet är lättlakat. Kartbilder över moränens totalhalter respektive syralakade halter är därför oftast identiska. Metallen kan ersätta järn och magnesium i mineralgittret och de geokemiska mönstren för den mafiska elementgruppen med Fe, Mg, Cr, Co, Ni m.fl. är därför lika. I undersökningsområdet återfinns



förhöjningar i anslutning till basiter och deras moräner, som t.ex. öster om Mjörn där kartområdets högsta nickelhalt återfinns och där metallen är förhöjd tillsammans med bl.a. kobolt och krom. Öster om Borås innehåller moränen också en del gabbroida inslag som ger måttliga förhöjningar, likaså på Kållandsö och västerut från Lerum. Skifferinslagen från Billingen framträder tydligt som nickelförhöjning i den östra delen av kartbilden. Nickel är starkast korrelerat ($r>0,8$) med Cr, men också med Fe, Co, Cu och Tl vilket associerar till mineral från såväl mafiska bergarter som skiffer.

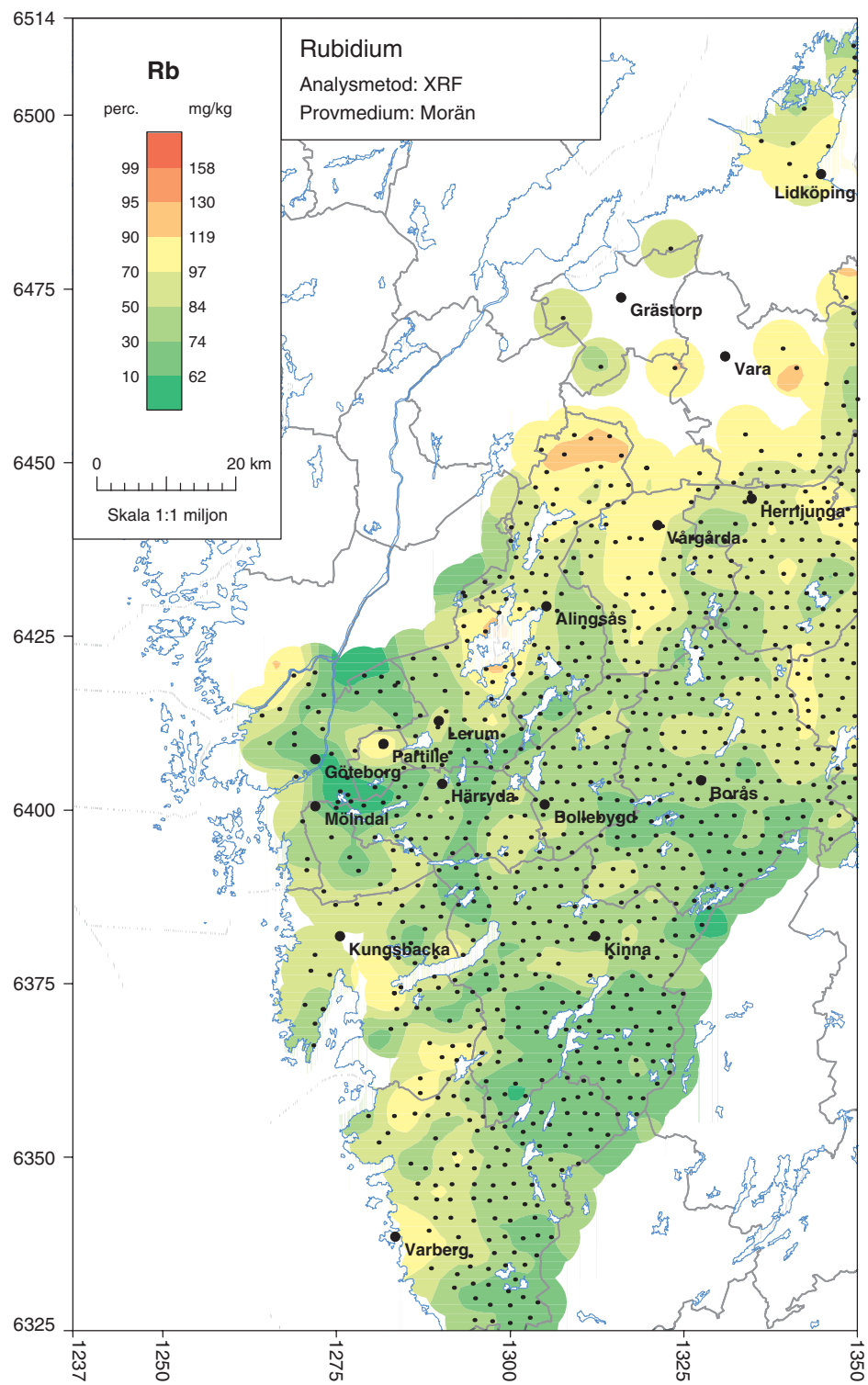
Sedimentens nickelinnehåll är högre i södra halvan av undersökningsområdet. Korrelationen är stark ($r>0,9$) med Co och Cr, men finns också med Al, Fe, Mg, Be, Li, V, Zn m.fl. som associeras till lermineral.

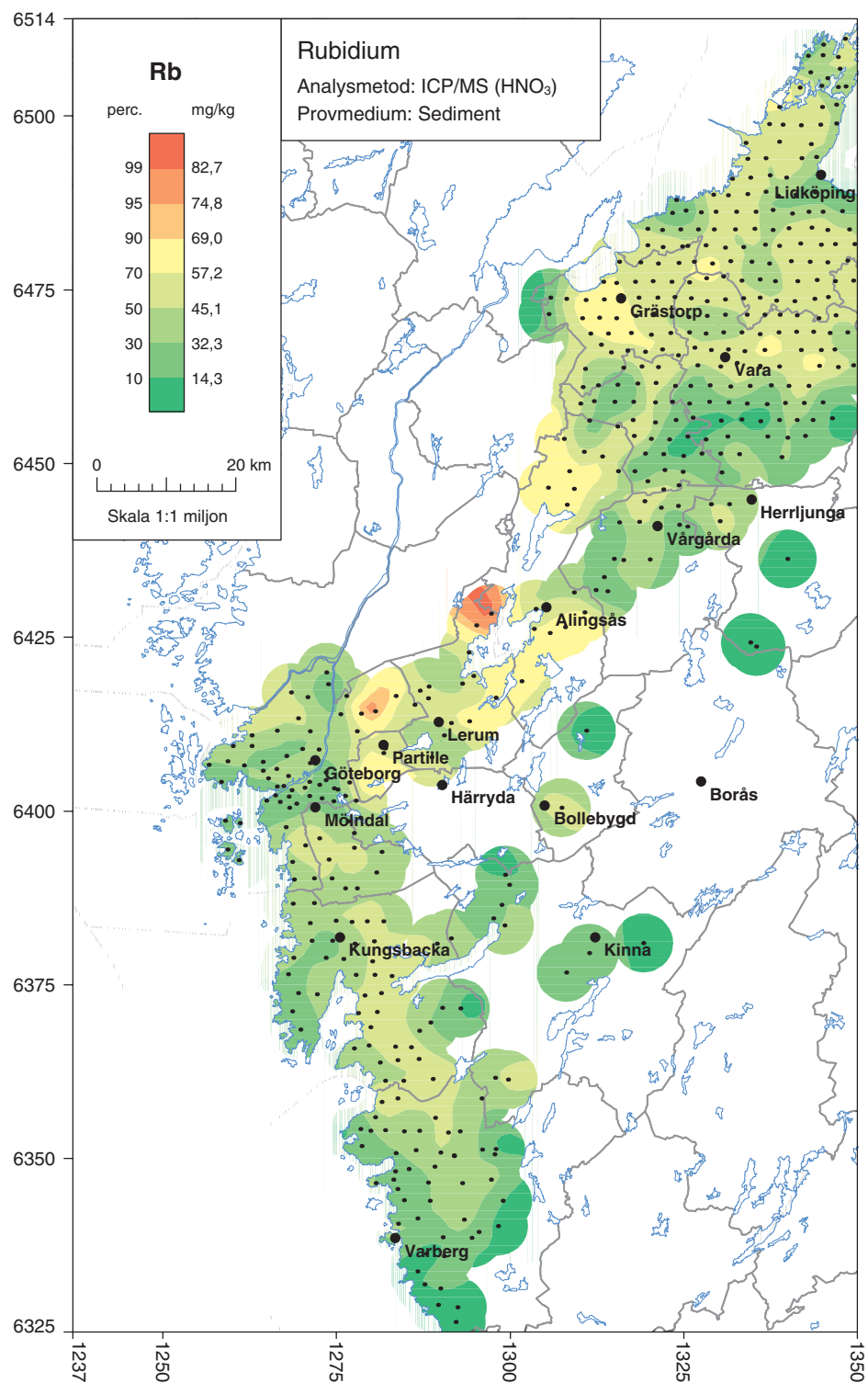
Rubidium (Rb)

Alkalimetallen rubidium ingår i kalifältspater och glimmermineral och förekommer vanligen i skiffrar, graniter och pegmatiter. Sandstenar kan ha måttligt höga halter medan basiska bergarter har betydligt lägre innehåll. Rubidium bildar inga egna mineral, utan elementet följer kalium i geokemiska processer och kan ersätta såväl kalium som barium i mineralens kristallgitter. Jonbyten vid vittringsprocesser gör att rubidium koncentreras relativt kalium, och kvoten mellan K och Rb har därför använts i vittringsberäkningar. Rubidium är således inte särskilt mobilt men är rörligt vid högt pH och löst Rb binds då starkt till lermineral som illit.

Totalhalterna av rubidium i morän är låga till måttliga jämfört med landet i övrigt medan de syralakade halterna ligger på en medelhög nivå med en del förhöjningar. Mellan Lerum och Partille, vid kusten väster om Göteborg samt sydost om Borås är totalhalterna av rubidium låga medan de syralakade halterna relativt sett är höga (ca 44 % löslighet). Det anger att elementet uppträder i lättlöslig form, sannolikt i glimmermineral. Lägre löslighet (runt 20 %) har rubidium i Vårgårdatrakten, där förhöjningar härleds till fältspater i den granitiska berggrunden. Den geokemiska associationen med syralakat kalium gör att mönsterlikheten i undersökningsområdets moräner är uppenbar. Totalhalterna korrelerar ($r>0,8-0,7$) med totalhalterna för K och Ba, syralakat Rb starkt ($r>0,9$) med K, men också med Li, Ba, V, Zn m.fl.

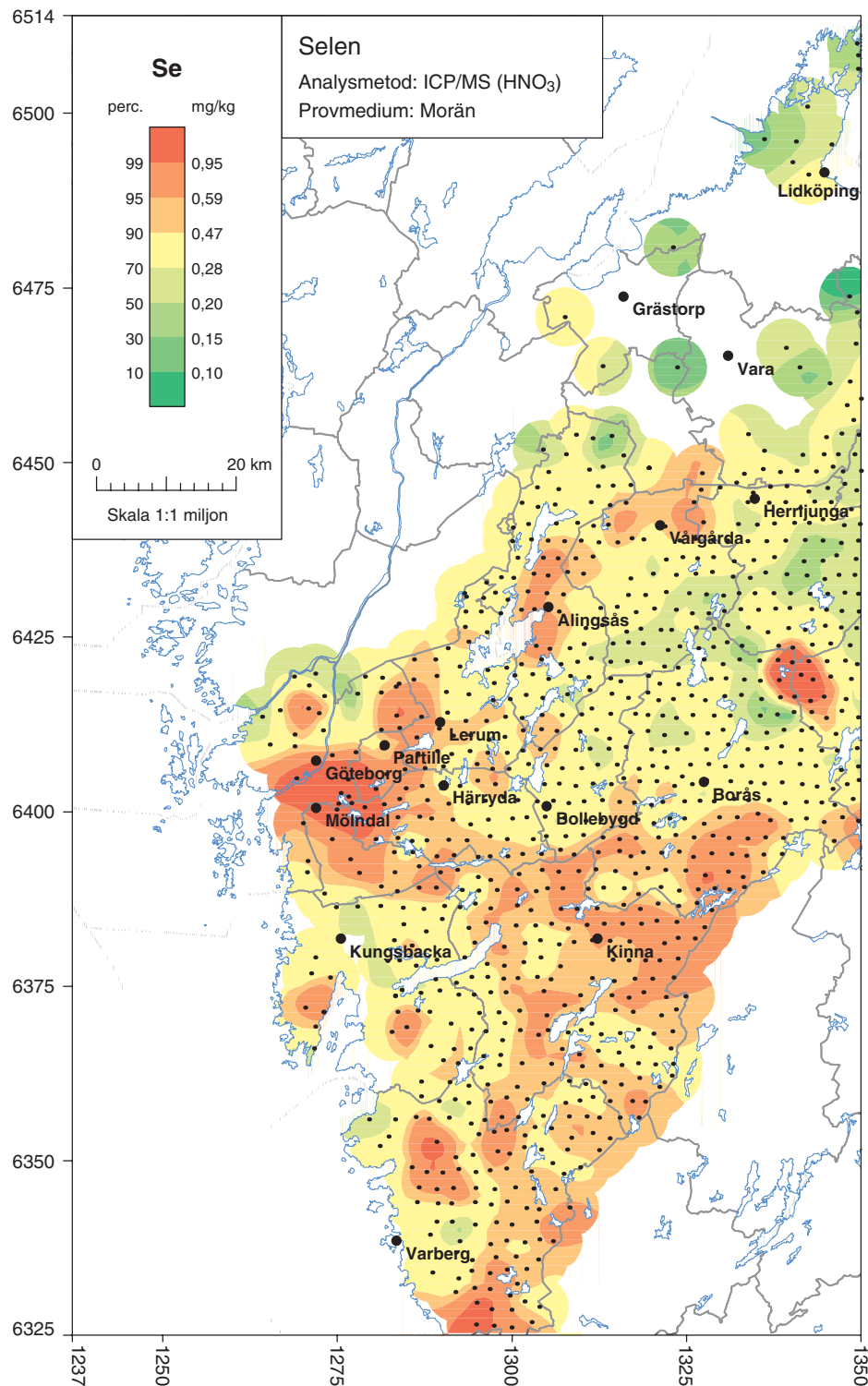
Runt Mjörn är såväl morän som leror förhöjda på rubidium, troligen orsakat av hög glimmerhalt. Lerornas rubidiuminnehåll är normalt jämfört med landet i övrigt och måttliga förhöjningar uppträder ganska jämnt över området. Korrelationen är stark ($r>0,9$) med Al, Ba, Fe, K, Mg m.fl.





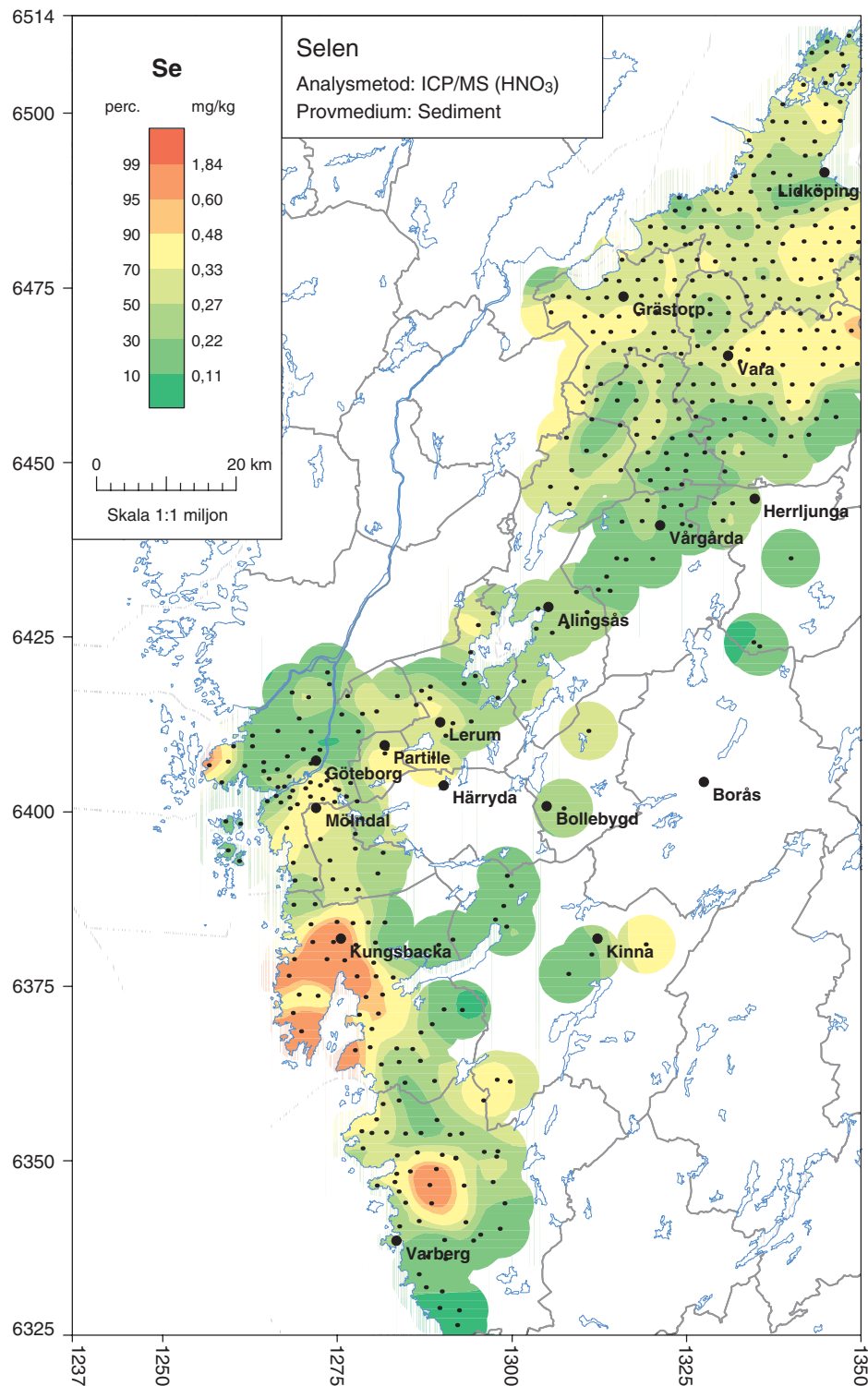
Selen (Se)

Seleninnehållet i den svenska berggrunden är generellt sett mycket lågt, men skiffrar och basiska bergarter kan innehålla elementet. Det kan också förekomma i graniter och kalkstenar men då i betydligt lägre grad. Selen kan ingå i malmbildande mineral, exempelvis pyrit, och kan uppträda i mineraliseringar tillsammans med bl.a. Cu, Ag, As, Pb, Sb och Tl. Selen kan ersätta svavel i olika processer. Vid vittring är rörligheten hög hos selen. I basisk miljö bildas lättlösliga selenater, men om pH är lågt (<7) bildas i stället svårösliga selenider och selenosulfider.



der. Vid neutralt pH bildas selenit som fixeras till lermineral och järnhydroxider. En anledning till att Sverige anses selenfattigt beror delvis på att det selen som finns sitter bundet i svårslösliga föreningar.

Selen följer svavel i den geokemiska cykeln och förhöjningar av syralakat selen i kartområdets moräner har ganska stor mönsterlikhet med svavel. Trots att halterna av selen generellt ligger på låga nivåer i landet är de relativt höga i undersökningsområdet. Förhöjningar återfinns i stort sett över hela kartområdet utom i de nordöstra och östra delarna och likheten med



mönstret för svavel är slående. Inslag av basiska bergarter kan förklara en del låga förhöjningar, exempelvis vid Kungsbacka, Alingsås och norr om Vårgårda. De lite kraftigare förhöjningarna från Kungsbacka mot sydost kan även de delvis knytas till mer basiskt inslag i moränen. Fragment av skiffer och kalksten från Billingen kan inte spåras som någon separat förhöjning förutom möjligen öster om Borgstena (7C SO) där selen är lite kraftigare förhöjt. Förklaring till de relativt starka selenförhöjningarna är sannolikt att tunna jordtäcken släpper igenom rikligt med sur nederbörd och det från början lättvittrade selenet binds i den sura miljön till svårslösliga föreningar som blir kvar i marken. Selen från kalkstenar närmare platåbergen har i den ursprungligt basiska miljön i stället lakats ur och kan, liksom Ca, inte längre påvisas på den nivå moränproverna är tagna. Däremot är lerorna öster och nordost om Vara generellt rikare på selen som troligen kan härledas till kalkstenar från både Kinnekulle och Billingen. Selen i morän saknar i stort sett helt korrelation med andra element. I sedimenten finns korrelation ($r > 0,7-0,5$) med Cd, Mo och U.

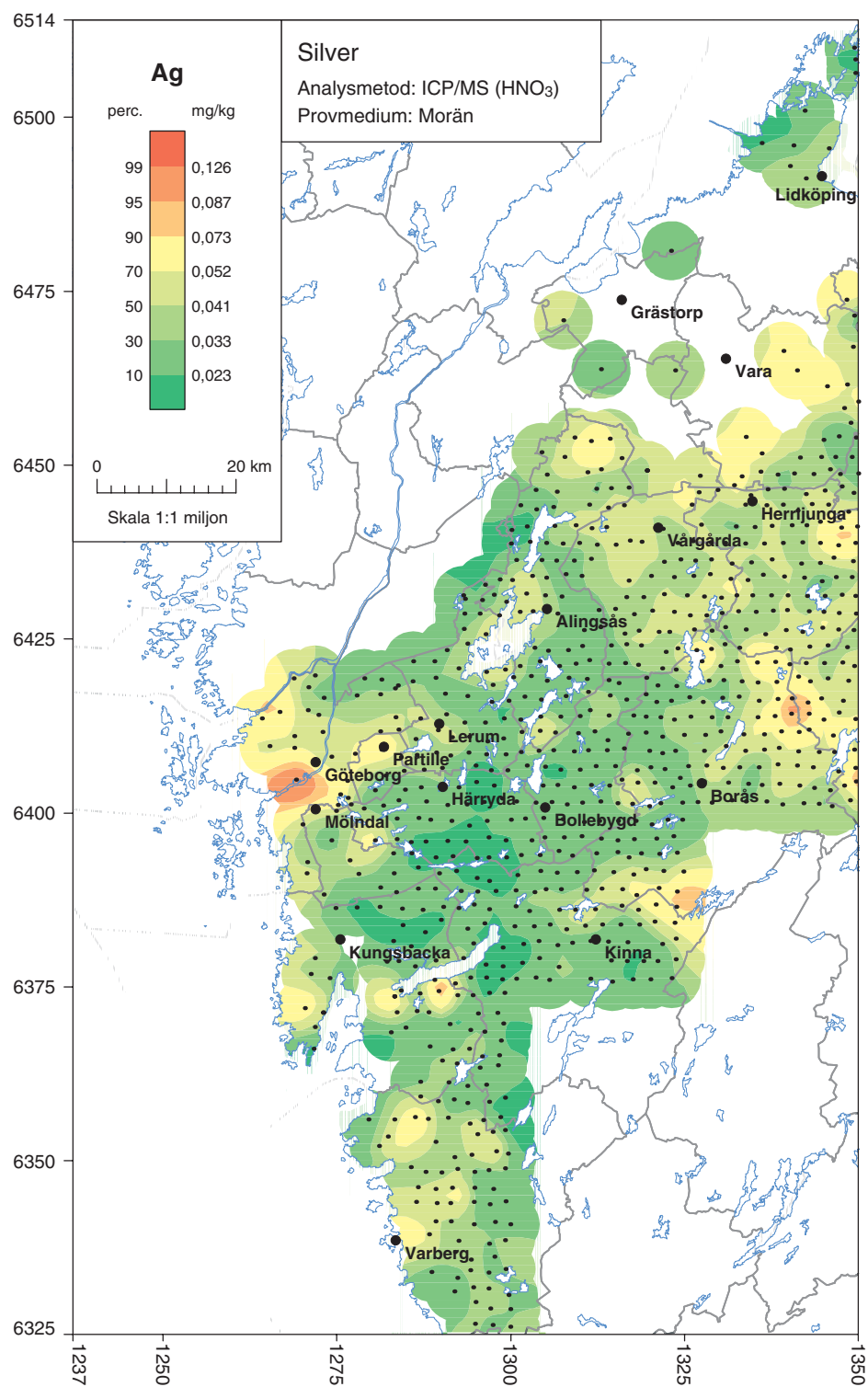
Lerorna i övrigt uppvisar måttliga förhöjningar, främst i områden där lerorna är basiska, undantaget nordost om Varberg där en förhöjning uppträder i sur miljö. I Kungsbackaområdet finns de kraftigaste förhöjningarna, eventuellt orsakade av spridning av basiska bergartsfragment i lerorna. Selen kan också ingå i en del handelsgödselmedel och det kan inte uteslutas att selenförhöjningarna även kan ha ett antropogent tillskott.

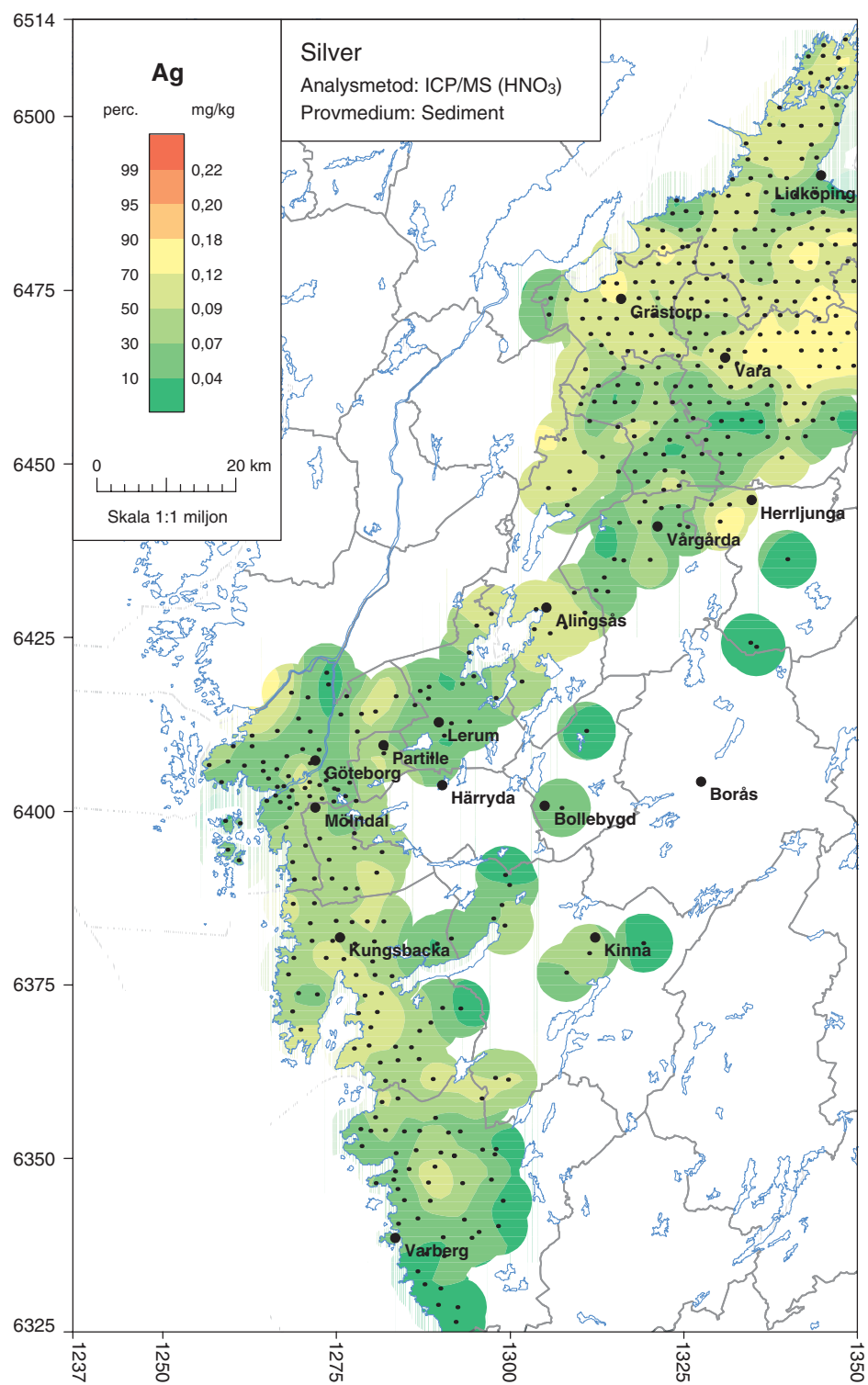
Silver (Ag)

Silver uppträder främst i sedimentära och i basiska bergarter medan innehållet i sura graniter, vulkaniter och gnejser oftast är lägre. Silver kan uppträda i hydrotermala gångar, i kambrisk sandsten och i skiffer, ofta bundet till sulfidmineral som blyglans och kopparkis, men metallen förekommer sällsynt också i gedigen form. Vid vittring är silver lätttrörligt, men fastläggs och bildar stabila komplex eller adsorberas av markpartiklar med järn och mangan eller lerpartiklar.

De syralakade halterna av silver i kartområdets moräner och sediment är tämligen låga. Måttliga förhöjningar i moräner i nordost kopplas främst till kambrosiluriska skiffrar och sandstenar som transporterats ut med inlandsisen från Kinnekulle och Billingen. En ganska väl markerad gräns framkommer i silvermönstret ungefär från norra delen av sjön Anten ner mot sydsydost och mer eller mindre tydlig ända ner till Borås. Gränsen sammanfaller med ett troligt relativt stillestånd under isrecessionen i detta område (7C NV), beskrivet av Fredén (1997) med läge mellan de båda randbildningarna Trollhättemoränen och Berghemsmoränen. Inom kartområdet 7C SV ligger Silverbergen, en pegmatit som påstås ha brutits på silver, men som lokalt inte har gett någon förhöjning i morän. Det är inte osannolikt att andra små pegmatitkroppar i regionen också kan föra silver; det finns lätta moränförhöjningar i sådan bergartsmiljö exempelvis öster och sydväst om Silverbergen och väster om Borås. Silver saknar starka korrelationer med andra element, men är svagt ($r > 0,5$) korrelerat med syralakat barium och tallium.

Samma typer av bergartsfragment som eroderats av platåbergen har också avsatts i leror och andra sediment under det glaciala avsmältningsskedet och ses nu som lätta silverförhöjningar i nordost. I sedimenten korrelerar Ag starkast ($r > 0,9$) med Bi men även med en rad andra element, t.ex. Al, Fe, K, Mg, Be, La, Li, Pb, Rb, Th, Tl.

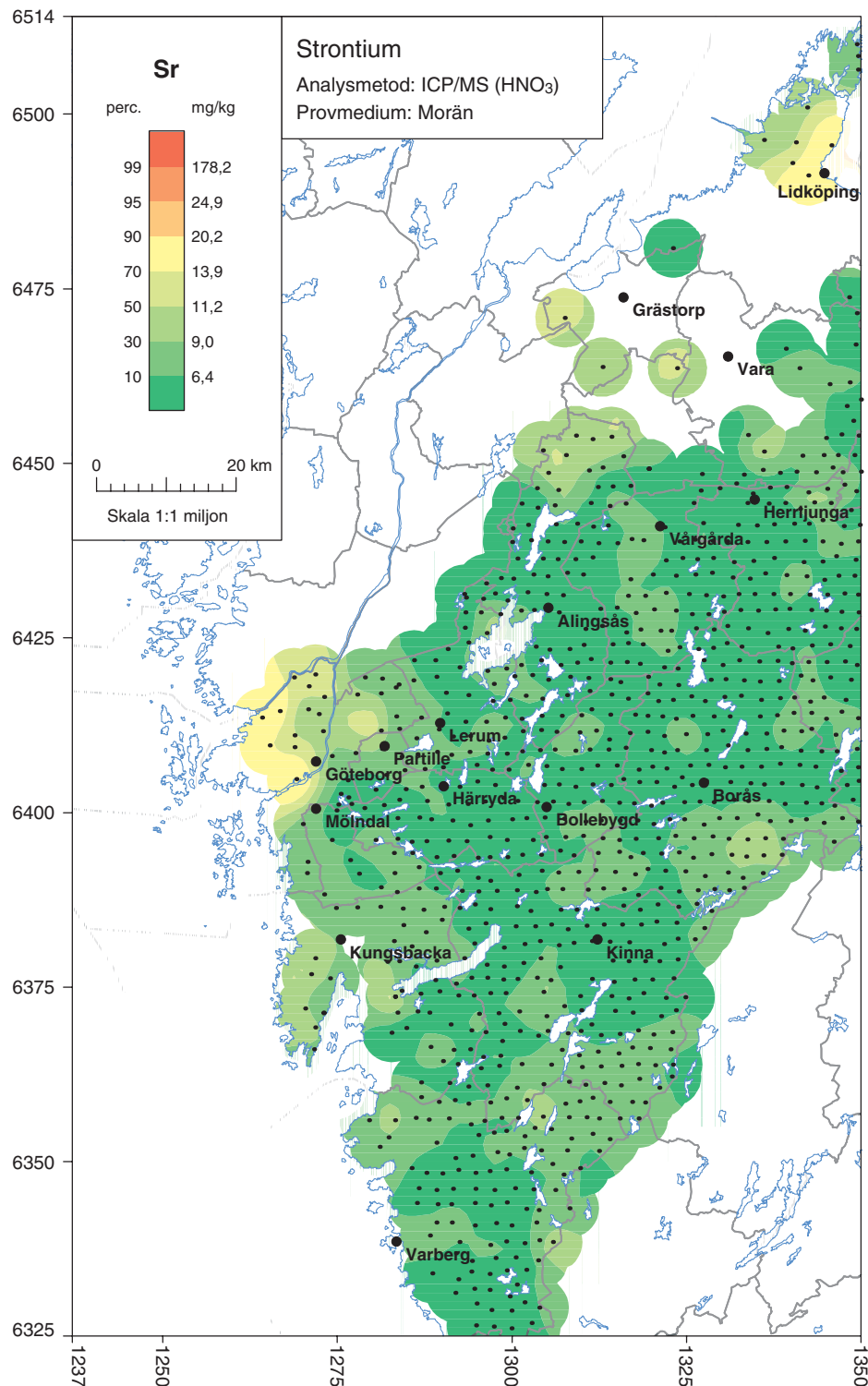




Strontium (Sr)

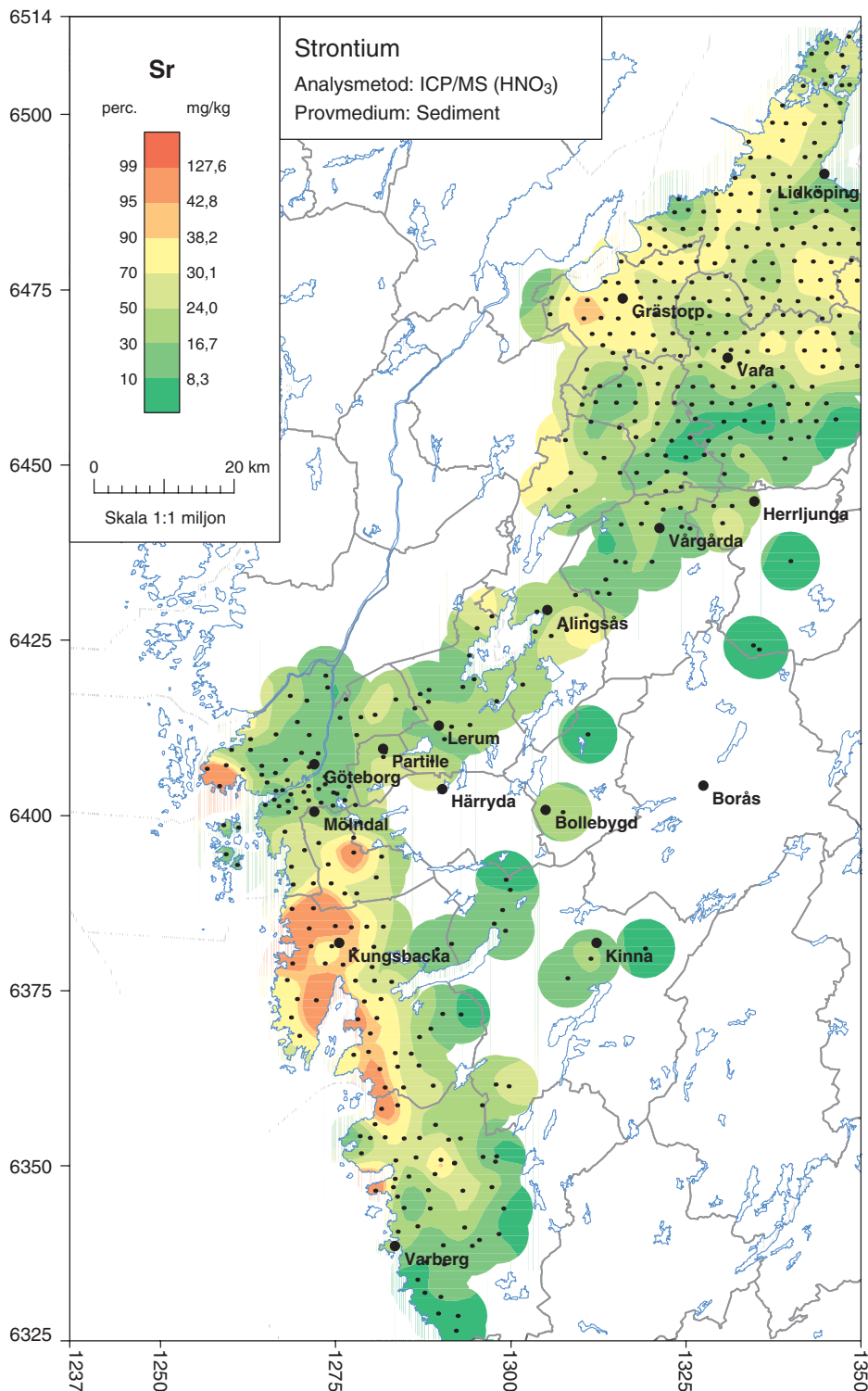
Strontium följer kalcium i den geokemiska cykeln och högst innehåll återfinns i kalkstenar. Elementet förekommer också i kalciummineral som t.ex. pyroxener och plagioklaser i basiska bergarter och i lägre grad i skiffrar och graniter. Strontium kan ersätta kalium och barium tack vare liknande jonradier och kan därmed också uppträda i kalifältspat. Vid vittring fixeras mobiliserat strontium till karbonater, lermineral och organiskt material.

I undersökningsområdet förekommer strontium med låga halter främst i samma moränområden som kalcium. I Göteborgstrakten finns en måttlig strontiumförhöjning där totalhalterna



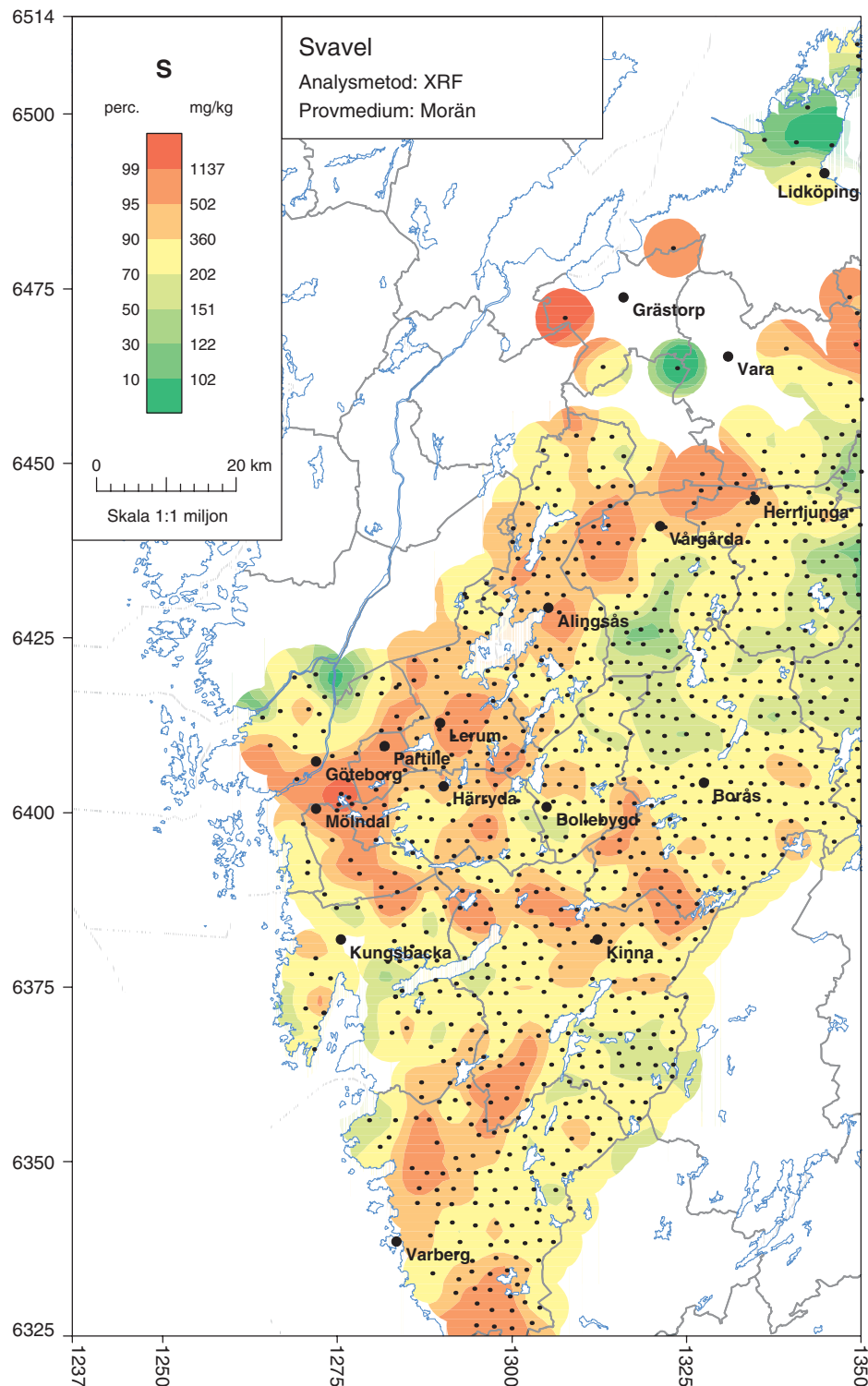
för kalcium är låga, men förhöjt för kalium. Förklaringen är sannolikt att strontium här har ersatt kalium i fältspater. Strontium är tämligen svagt korrelerat ($r > 0,6-0,5$) med K, Rb, Ca och Ba.

I lerorna följer strontium kalciummönstret, med kraftigast förhöjningar i väster, men också fläckvis i den nordöstra delen av området. Kustområdets sediment innehåller skalrester som ger utslag i kartbilden med höga strontiumhalter, och denna förklaring kan även finnas i det nordöstra området. Strontium korrelerar starkast ($r > 0,8$) med Ca och Mg, men därefter med Fe, K, Na och ett flertal andra element som anknyter till primära såväl som sekundära mineral.



Svavel (S)

Svavel förekommer med högsta halter i skiffrar med organiskt innehåll och med lite lägre halter i basiska bergarter och kalkstenar. Lägst är innehållet i sandsten och graniter. Svavel kan ingå i mineral som biotit och hornblände. Svavel förekommer dock i huvudsak som sulfider eller sulfater och uppträder exempelvis tillsammans med arsenik, bly och zink. Pyrit (svavelkis, FeS_2) är ett av de mest utbredda sulfidmineralen och kan påträffas i såväl magmatiska som sedimentära bergarter och också i omvandlade bergarter. Vid vittring av primära svavelmineral är elementet



mycket mobilt, löser ut och bildar nya komplex eller transporteras bort av mark- och grundvatten i form av lösta sulfatjoner.

Svavelhalterna i moränen ligger på hög nivå jämfört med landet i övrigt och förhöjningar uppträder i hela undersökningsområdet utom på Kållandsö och i östra delen. Med tunna jordtäckan, hög svaveldeposition och rikligt med nederbörd har svavelförhöjningarna generellt en prägel av att inte enbart vara geologiskt orsakade. Luftburet svavel, oavsett om källan är industriella föroreningar eller havsvatten, har med lätthet rört sig neråt i marken, svavelsyran har ökat på vittringshastigheten, eventuella kiser i marken har vittrat och löst ut elementet osv. Svavelhalterna är därför högre än normalt i ett urbergsområde. Till viss del finns ett samband mellan svavel och pH på så sätt att där svavelhalterna är låga är vanligtvis pH-värdena lite högre. Korrelation finns ($r > 0,5$) med brom och klor, en association som anknyter till havsvatten.

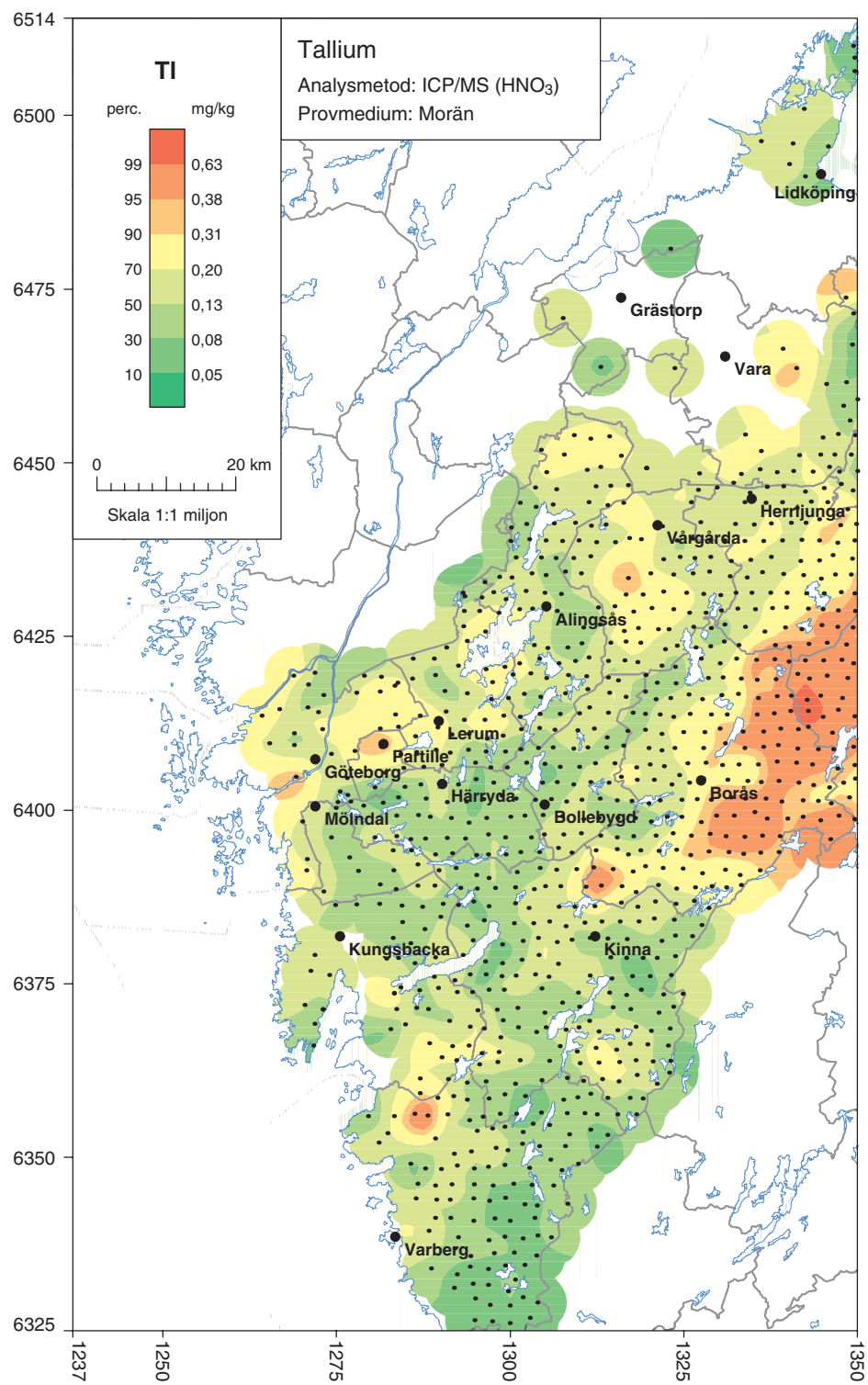
Lerorna är ej undersökta med avseende på svavel.

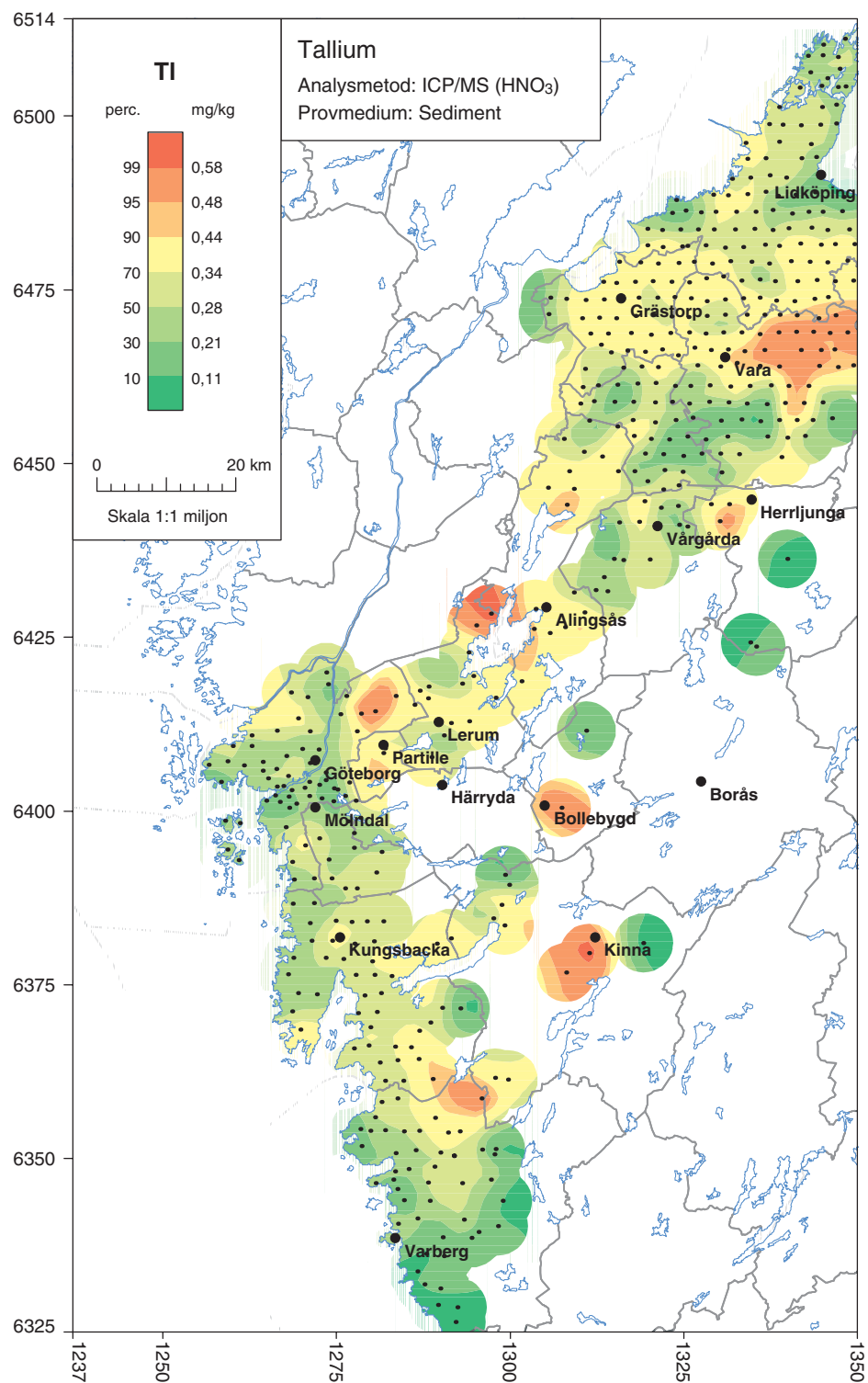
Tallium (Tl)

Tallium uppträder främst i skiffrar, graniter och granodioriter medan innehållet i basiska bergarter är mycket lågt. Elementet associeras normalt till kalium och rubidium och kan ingå i ett flertal mineral, men egna mineral är sällsynta. Metallen uppträder vanligen i kalifältspater och glimrar, men också i sulfider. I störda zoner i pegmatiter samt i mineraliseringar med blyglans och zinkblände kan metallen uppträda i mycket höga halter (flera mg per kg). Vid vittring är tallium lätttrörligt, men fastläggs effektivt av organiskt material eller adsorberas till lermineral. Tallium mobiliseras av sjunkande pH och kan läcka ut till yt- och grundvatten. Metallen, vars giftighet jämförs med Cd, metylkvicksilver och Pb, tas lätt upp av växter, men upptaget varierar beroende på typ av gröda.

De syralakade talliumhalterna i morän är något högre jämfört med landet i övrigt. Det geokemiska mönstret domineras av den starka förhöjningen i kartbildens östra del, i isrörelseriktningen från Billingen. Korrelation finns ($r > 0,8-0,7$) med Sb, Mn, As och Cd m.fl. och visar att det är skiffer som är huvudsaklig talliumbärare.

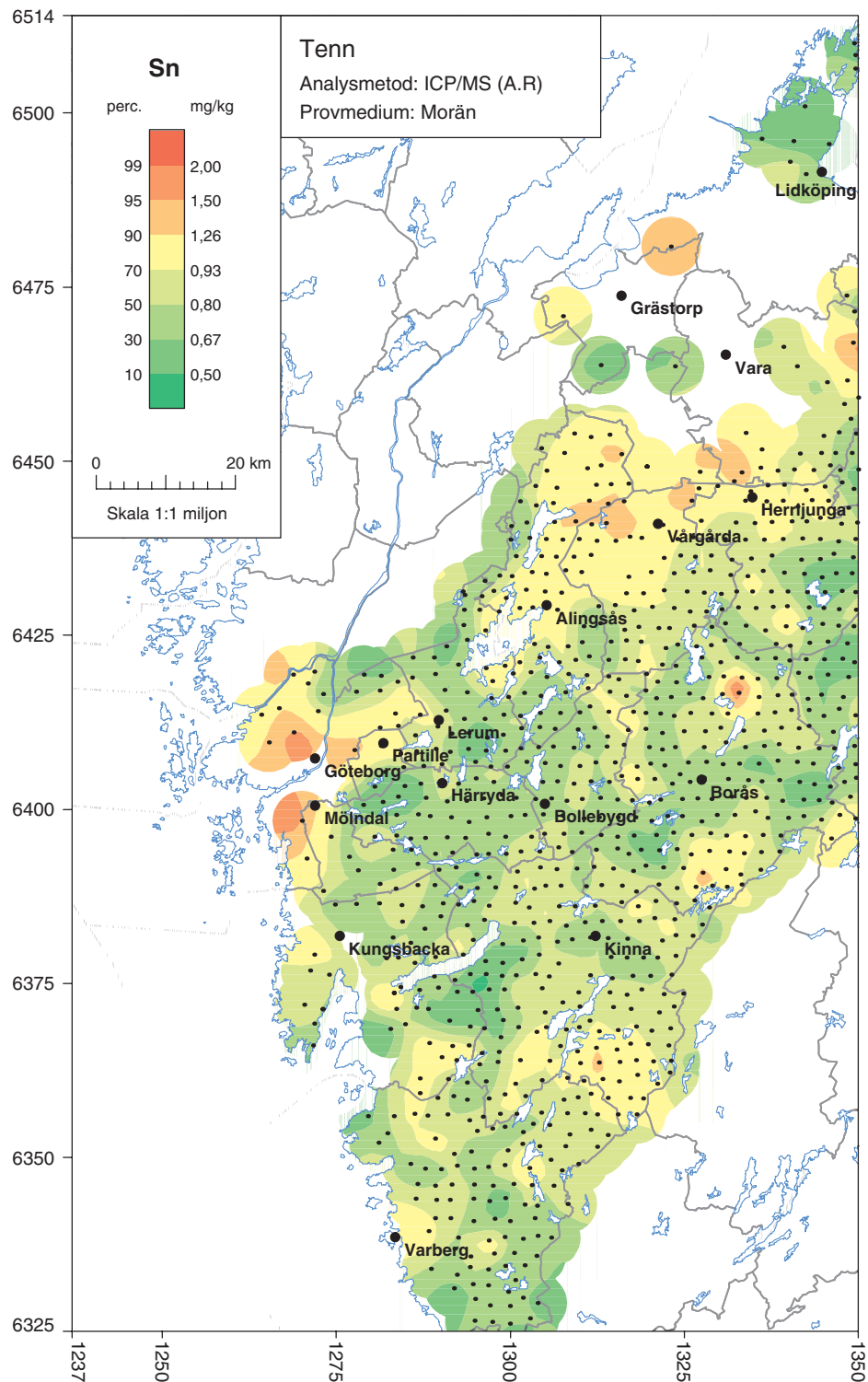
Tallium förekommer med något högre halter i sedimenten jämfört med landet i övrigt. En förhöjning i nordost har orsakats av ursprungligen skiffriga bergartsfragment från platåbergen Kinnekulle och Billingen. Några mindre förhöjningar finns också bl.a. vid Mjörn, Bollebygd och i sedimenten tagna i Viskans dalgång, troligen med samma källa. Till Viskans avvattningsområde hör moränerna med höga talliumhalter nordost om Borås och oavsett om metallen förekommer i morän, i svämsediment i dalgången eller i glaciallera avsatt vid landisens avsmältning, så är ursprunget Billingen. Korrelationen i sediment är stark ($r > 0,8-0,9$) med Al, Ba, Fe, K, Mg och ett flertal metaller med affinitet till lermineral.





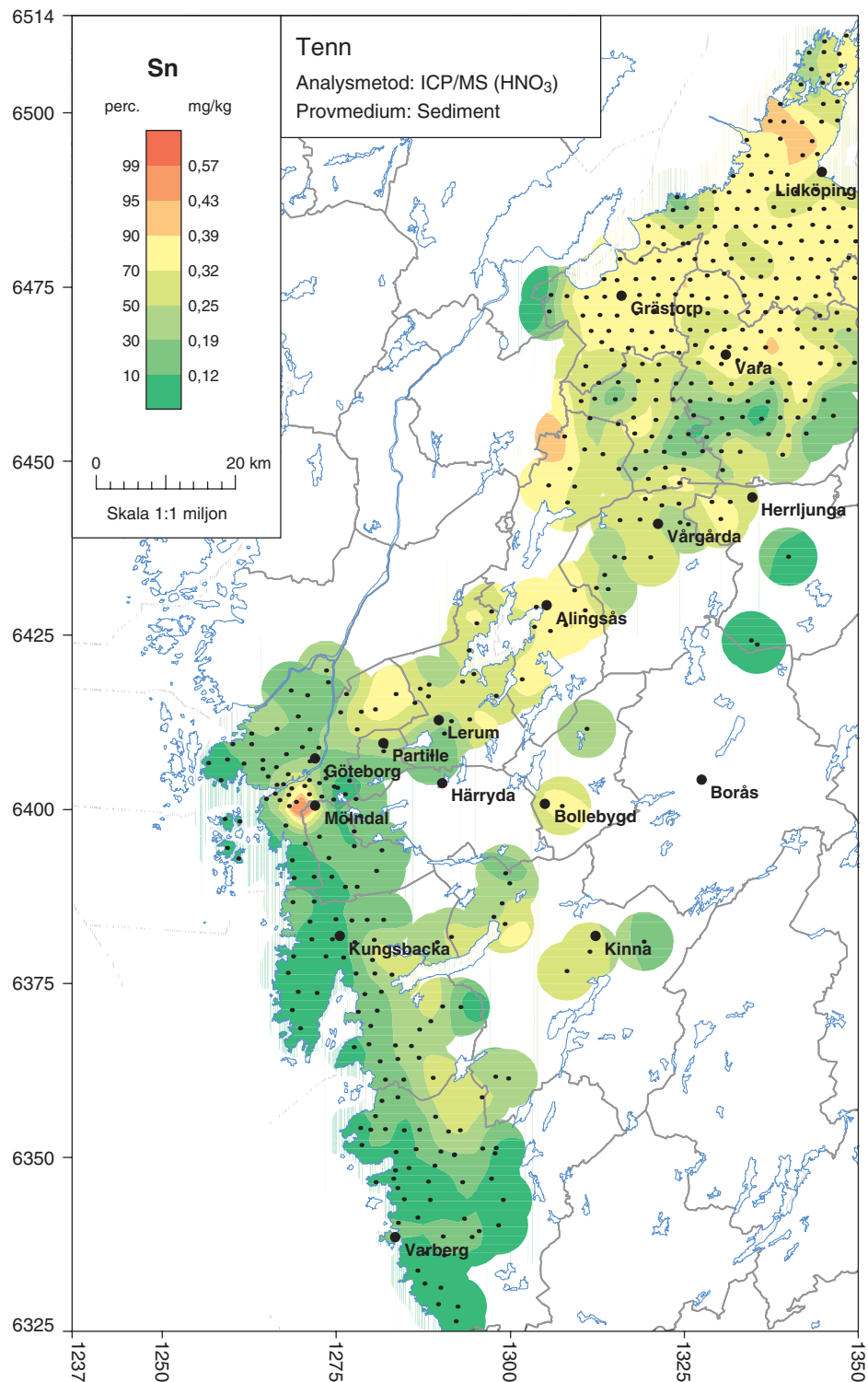
Tenn (Sn)

Spårelementet tenn förekommer med relativt höga halter i skiffrar och graniter och med lägre halter i basiska bergarter, sandstenar och kalksten. Tenn kan ingå i mineral som titanit, men förekommer också i mineralform som kassiterit (SnO_2) i högtempererade malmgångar samt i pegmatiter eller nära granitbergarter. Metallen uppträder också i greisengångar i vissa graniter. Accessoriska mineral i dessa bergarter kan, förutom kassiterit, vara wolframit, arsenikkis, vis-



mutglans, topas, turmalin, kvarts och glimmer. Tenn kan också till viss del ingå i glimmermineral och amfiboler och metallen kan ersätta titan och järn i titanit, ilmenit, rutil och magnetit. Vid vittring är tenn inte särskilt rörligt, men kan i sur miljö mobiliseras och binds då åter i sekundära Fe- och Al-föreningar.

Tennhalterna i kartområdets moräner och sediment är måttliga. Det geokemiska mönstret följer delvis kalium och en del förhöjningar i västra (Lerum–Göteborg–Möndal) och södra delen av området återfinns i anslutning till ögonförande graniter, pegmatiter och gnejser. Det



granitiska inslaget i moränerna är också högt från Alingsås mot norr och nordost till Vårgårda och Herrljunga, vilket markeras av tennförhöjningarna här. Kungsvattenlakat Sn är korrelerat ($r>0,6$) med salpetersyralakat Ti och Li, medan salpetersyralakat Sn är svagt korrelerat med La, Th, Y, Mn och Ti. Elementassociationerna visar att tenn sannolikt uppträder i såväl glimmer-mineral som titanit i kartområdet.

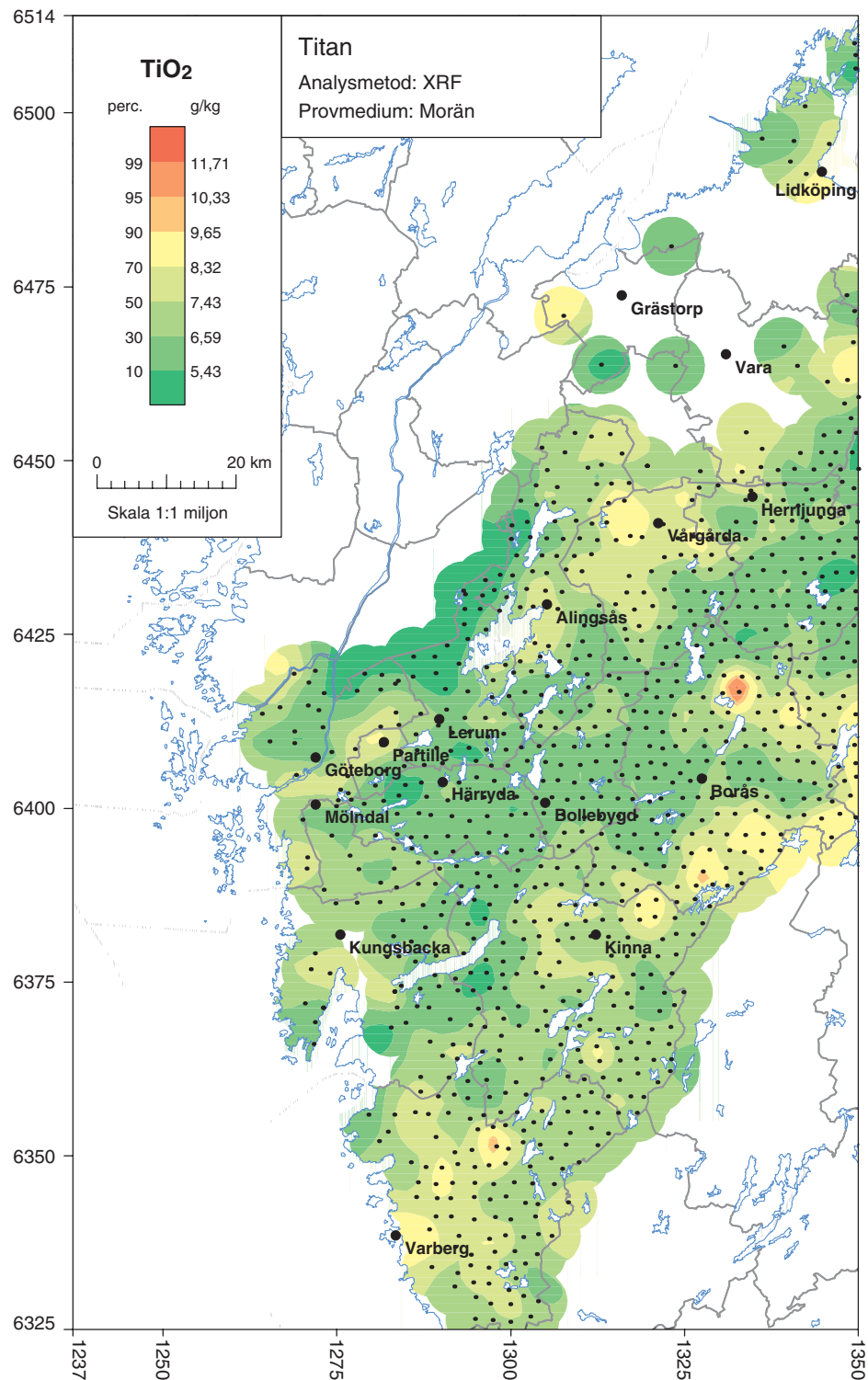
Tennhalterna i sedimenten följer titan med lägst halter i lerorna vid kusten. En förhöjd tätortsnära lokal vid Mölndal har dock inte samma elementassociation och är sannolikt antropogent påverkad. Måttliga förhöjningar återfinns bl.a. i norr, sannolikt orsakade av mineral som biotit, titanit, magnetit m.fl. Tenn förefaller också vara något anrikat i sedimentområden i anslutning till Göteborgsmoränens södra del. I sedimenten korrelerar tenn starkare än i moränen med titan ($r>0,8$) och det finns svagare korrelationer ($r>0,6$) med ett flertal andra element som Ba, K, Mn, P m.fl.

Titan (TiO_2)

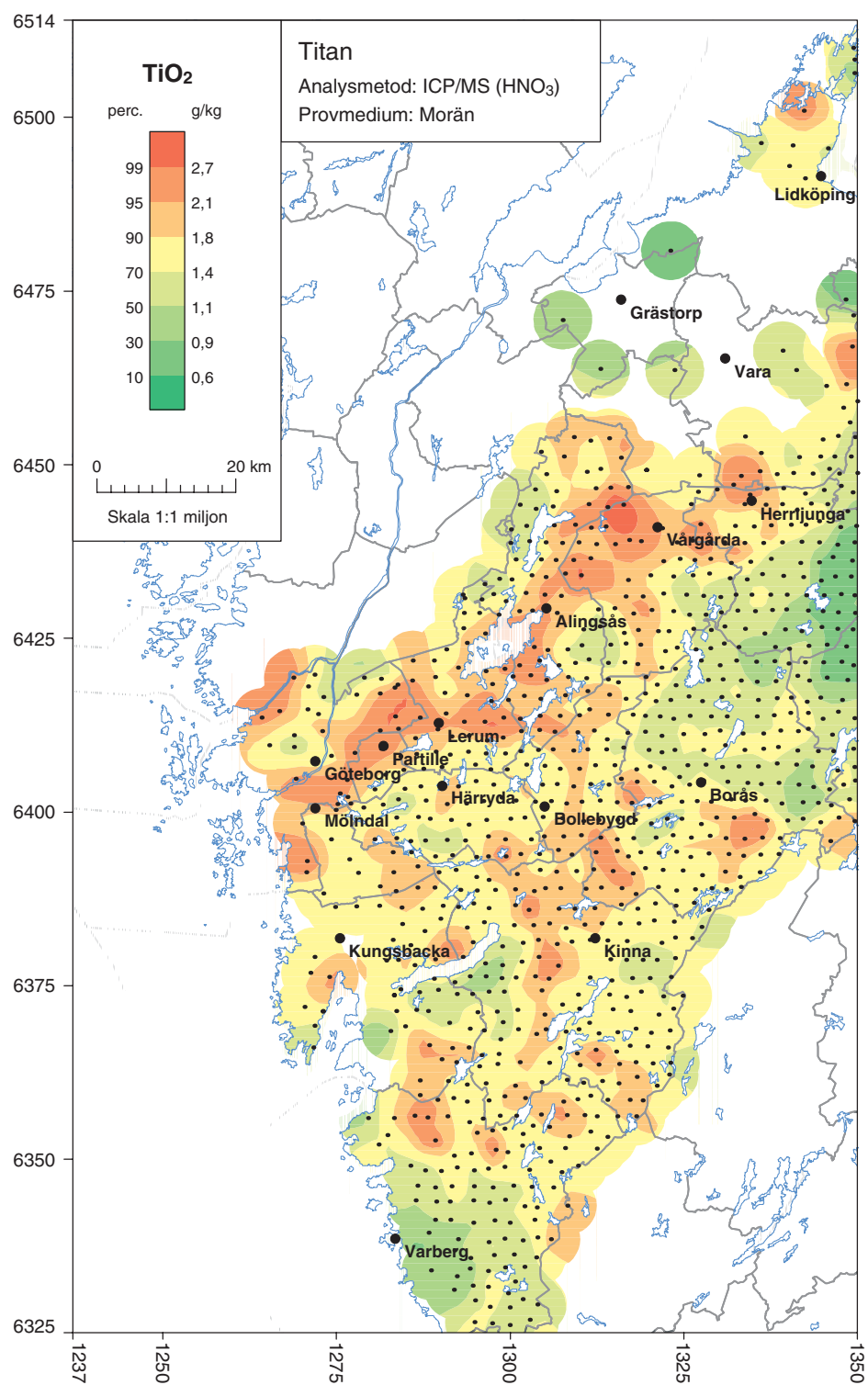
Titan förekommer med högsta halter i bergarter som gabbro, diorit, amfibolit och diabas och med lägre halter i alunskiffer och graniter. I sandsten och kalksten är innehållet mycket lågt. Elementet uppträder i mineral som titanit, rutil och ilmenit, men förekommer också i glimrar och granater och i mörka, mafiska mineral som amfiboler och pyroxener. Titan kan också ersätta bl.a. Mg och Fe i kristallgittren och kan uppträda tillsammans med bl.a. Mn, Mg, Fe, V och S i silikater och sulfider. Det kan också förekomma i vissa pegmatiter och graniter tillsammans med U, Th, P, Sn, W, Li, Be m.fl. I vittringsprocesser anses elementet svårslösligt oavsett förekomstform och det anrikas därför i markens övre partier. Den låga mobiliteten har utnyttjats för vittringsberäkningar. Studier har dock visat att metallen kan lakas tämligen effektivt ur titanit och är titan biotitbundet lakas elementet till över 50 % (Snäll & Liljefors 2000). Väl i lösning binds det dock lätt till lerpartiklar och ju högre lerhalten är desto högre är titaninnehållet (Reimann m.fl. 2003).

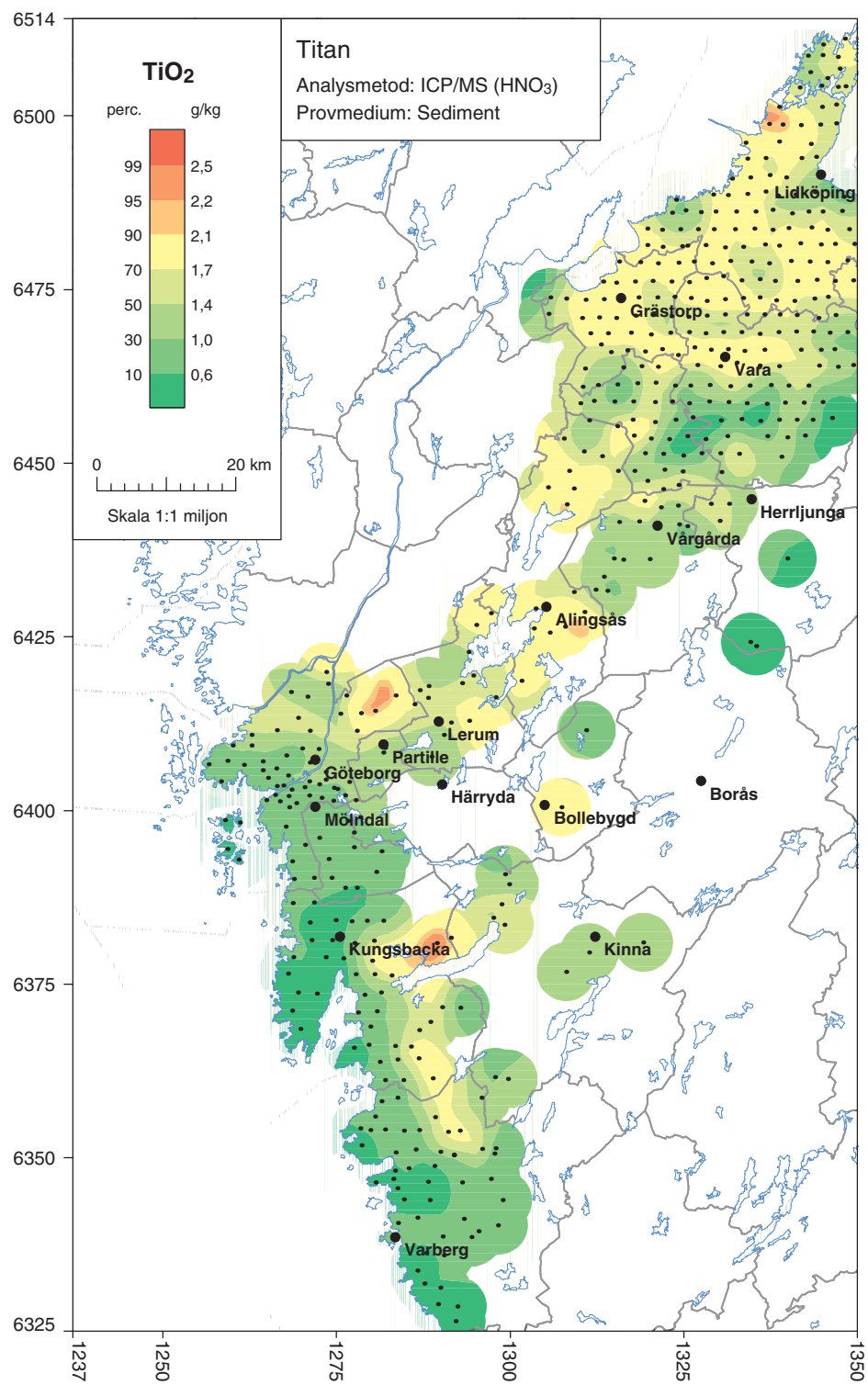
Totalhalterna för TiO_2 i morän är låga i kartområdet, medan de syralakade halterna ligger på högre nivåer jämfört med landet i övrigt. Det geokemiska mönstret av totalhalterna visar måttliga förhöjningar främst i det östra gnejsssegmentet beroende på att de grå gnejserna förutom mafiska mineral också innehåller mer eller mindre titanit. Diabasen vid Hunneberg markeras också av en måttligt förhöjd punkt. En provpunkt norr om Borås har lågt pH (4,6) och höga totalhalter av granittypiska och svårslösliga element som Si, K, Th, Ti, W och Zr. Provpunkten är kraftigt präglad av granitisk berggrund och troligen också av det låga pH-värdet som lakat ur lättlösliga element. Anteckningar från provtagningen anger att moränens färg är mycket blek på provtagningsdjupet och påminner om färgen i en urlakningshorisont.

Kraftiga anomalier återfinns över i stort sett hela regionen av syralakade halter av titan. Det orsakas dels av gnejserna där titanit och troligen även andra titanmineral anrikats vid den uppvärmning och deformation som de ursprungliga bergarterna genomgått, dels av att titan är förhöjt i anslutning till ställvist förekommande basiter. En förhöjning finns exempelvis vid Traneberg på Kållandsö, där titanhaltig järnmalm brutits i grönstenar. Generellt är titanhalterna låga i pegmatit, men bergarten kan ibland innehålla både titanit och rutil, liksom mörk glimmer som alla är bärare av titan. I kartområdet finns många små förekomster av såväl basiter som pegmatiter som således kan ha bidragit till det höga titaninnehållet i moränerna. Att de tunna moränerna dessutom varit utsatta för vittring kan komplicera det geokemiska mönstret och orsaka ”falska anomalier” som beror på att svårvittrat titan finns kvar i marken medan lättlösliga element lakats ur samt att lättlösligt titan löst ur mineral men åter bundits till lermineral. Noterbart är området i öster med låga titanhalter i moräner, vilket sannolikt beror på högt inslag av titanfattiga alunskifferfragment. Korrelation med syralakat titan är starkast ($r>0,8$) med magnesium, men också med aluminium, järn, kalium, tenn, torium m.fl., vilket antyder ett flertal olika mineral som titanbärare.



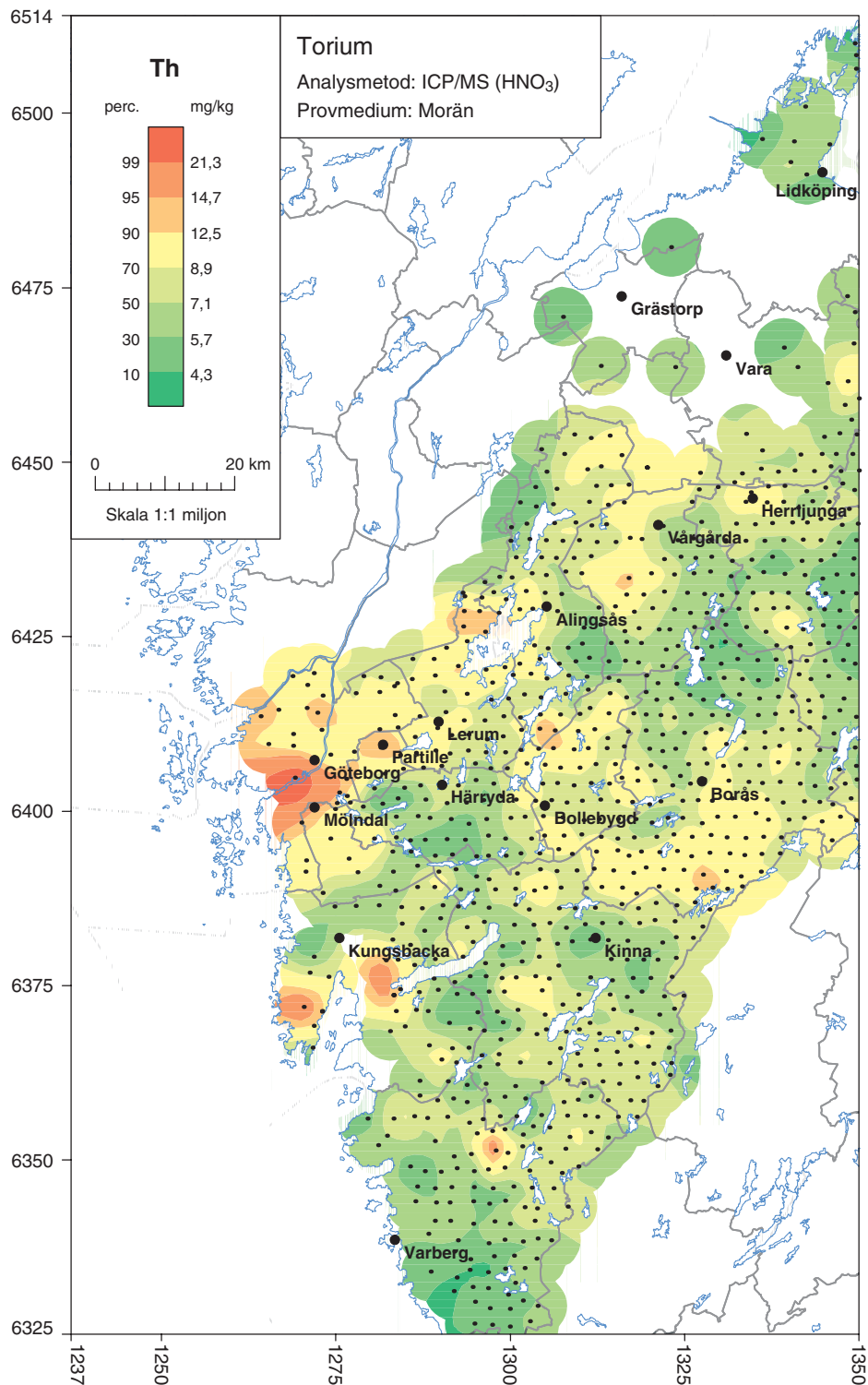
Lerorna har ganska måttliga titanhalter med en del förhöjningar i norra delen där orsaken sannolikt är att elementet löst ut ur lättlösliga silikater från basiterna och sedan adsorberats till lerpartiklar under sedimentationsprocessen. Mest påtaglig är dock avsaknaden av titan i sedimenten vid kusten, sannolikt orsakad av den högre salthalten i havet under sedimentationsprocessen som också stör lermineralbildningen genom att partiklar flockar ihop sig och snabbt faller till botten. I sedimenten har titan starkast korrelation ($r > 0,8$) med barium, rubidium och tenn.





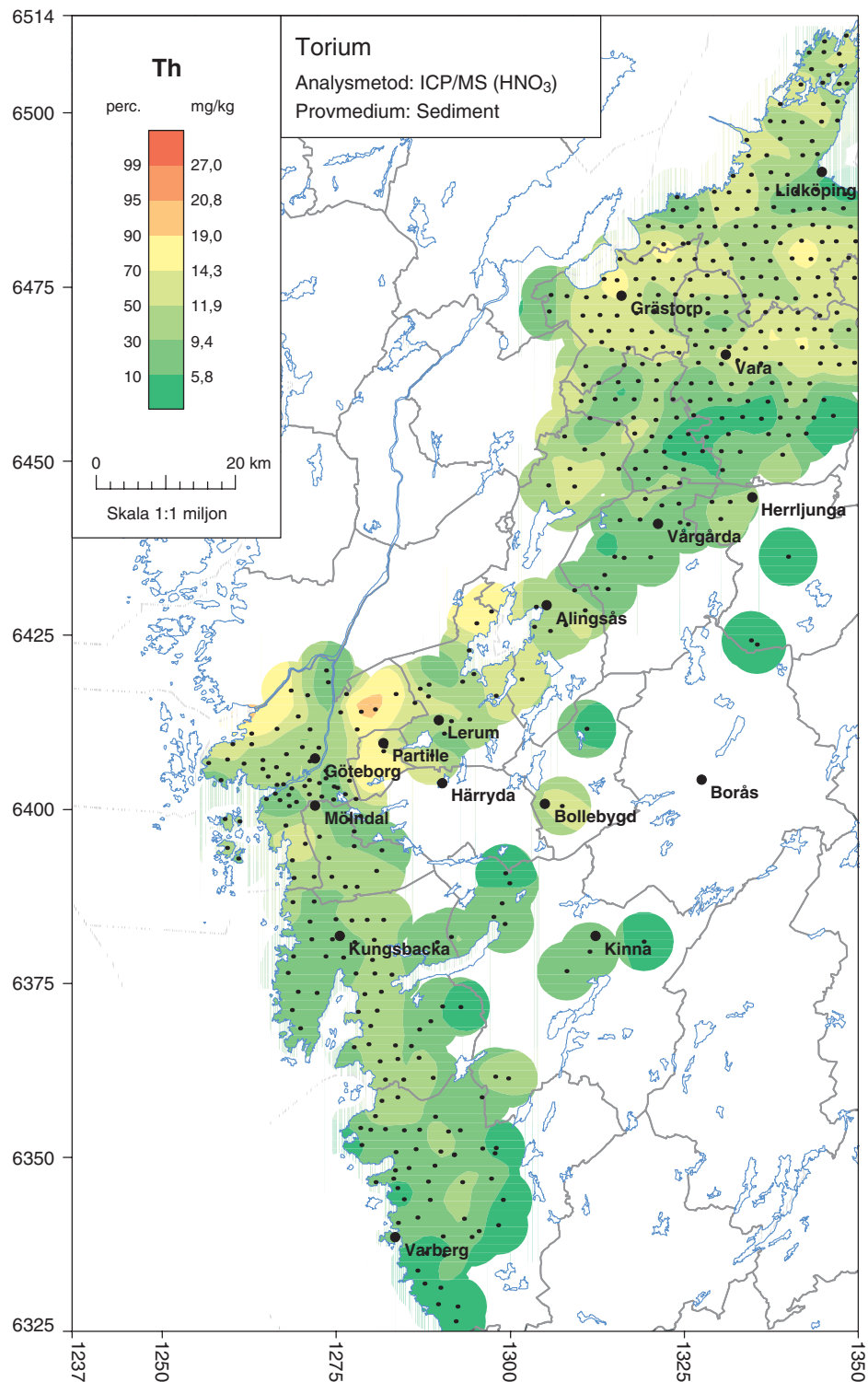
Torium (Th)

Torium uppträder med högst halter i graniter, gnejser, skiffrar och granodioriter medan halterna i basiter och kalkstenar är betydligt lägre. Den RA-granit som finns inom kartområdet har toriumhalter mellan 35 och 45 ppm. Metallen ingår i mineralet monazit och kan också förekomma bland annat i apatit, biotit, epidot, titanit, zirkon, xenotim och uraninit. Torium är allmänt associerat med kalium och uran och kan exempelvis uppträda i pegmatiter tillsammans med litium, rubidium, beryllium, uran, zirkon och sällsynta jordartsmetaller m.fl. Torium är



inte särskilt mobilt och i löst form adsorberas metallen till lermineral eller organiska komplex.

Toriumhalterna i morän är normala jämfört med landet i övrigt. Förhöjningar i trakten av Göteborg, Mölndal och Kungsbacka härrör troligen från ögonförande graniter och gnejser och radioaktiva yngre graniter. Även pegmatitområden har förhöjningar av torium. Torium korrelerar svagt ($r > 0,6-0,5$) med ett flertal element, bl.a. Fe, Ti, K, Mg, Be, Co, La, Rb, U, V och Y.



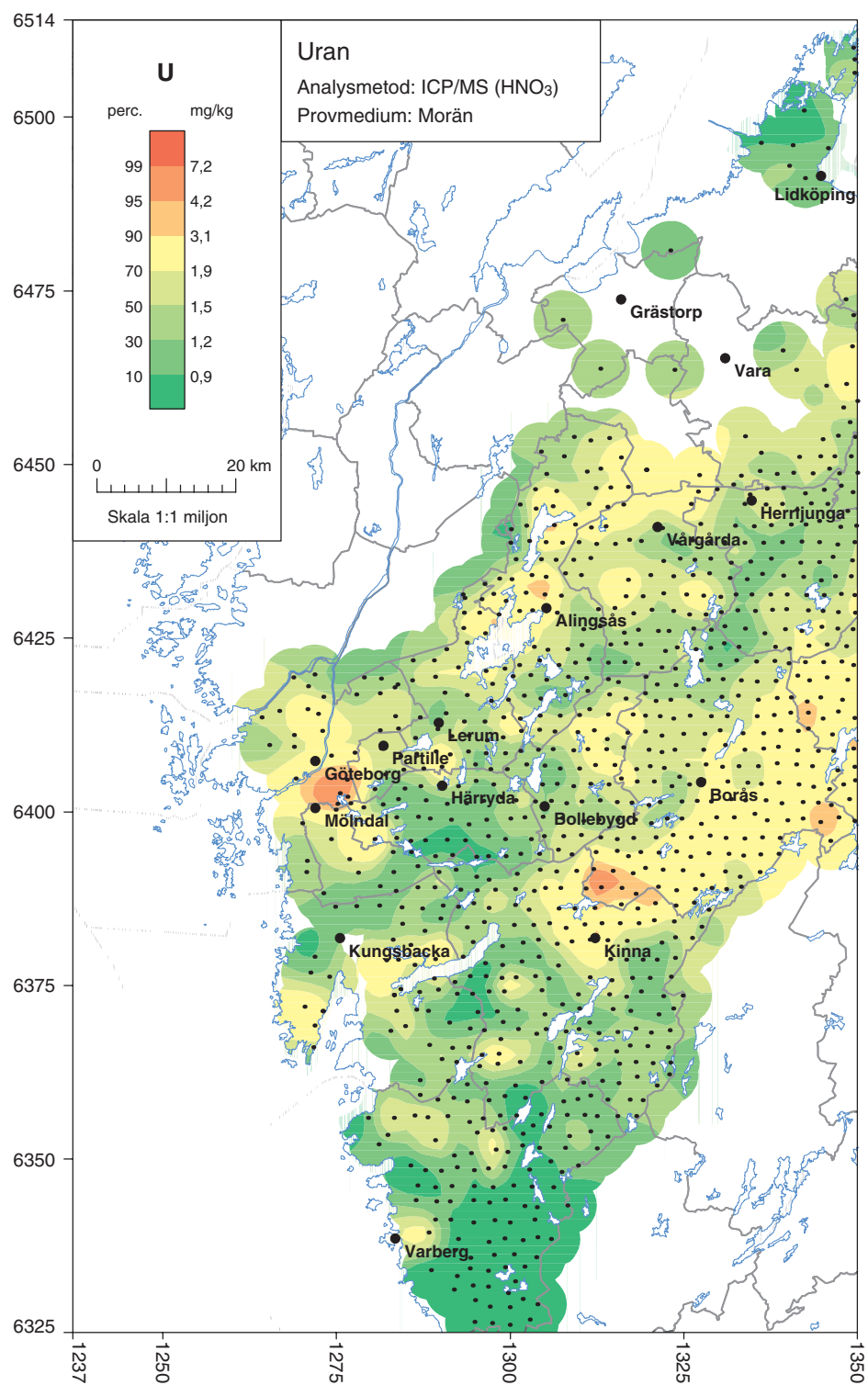
Sedimenten har lågt toriuminnehåll, men en del förhöjningar påträffas i samma områden där moränen också är förhöjd som vid Partille, på Hisingen och runt Mjörn. Korrelationen är stark ($r > 0,9 - 0,8$) med Al, Fe, K, Mg, Be, Bi, Li, Rb, U m.fl., dvs. element med affinitet till lermineral.

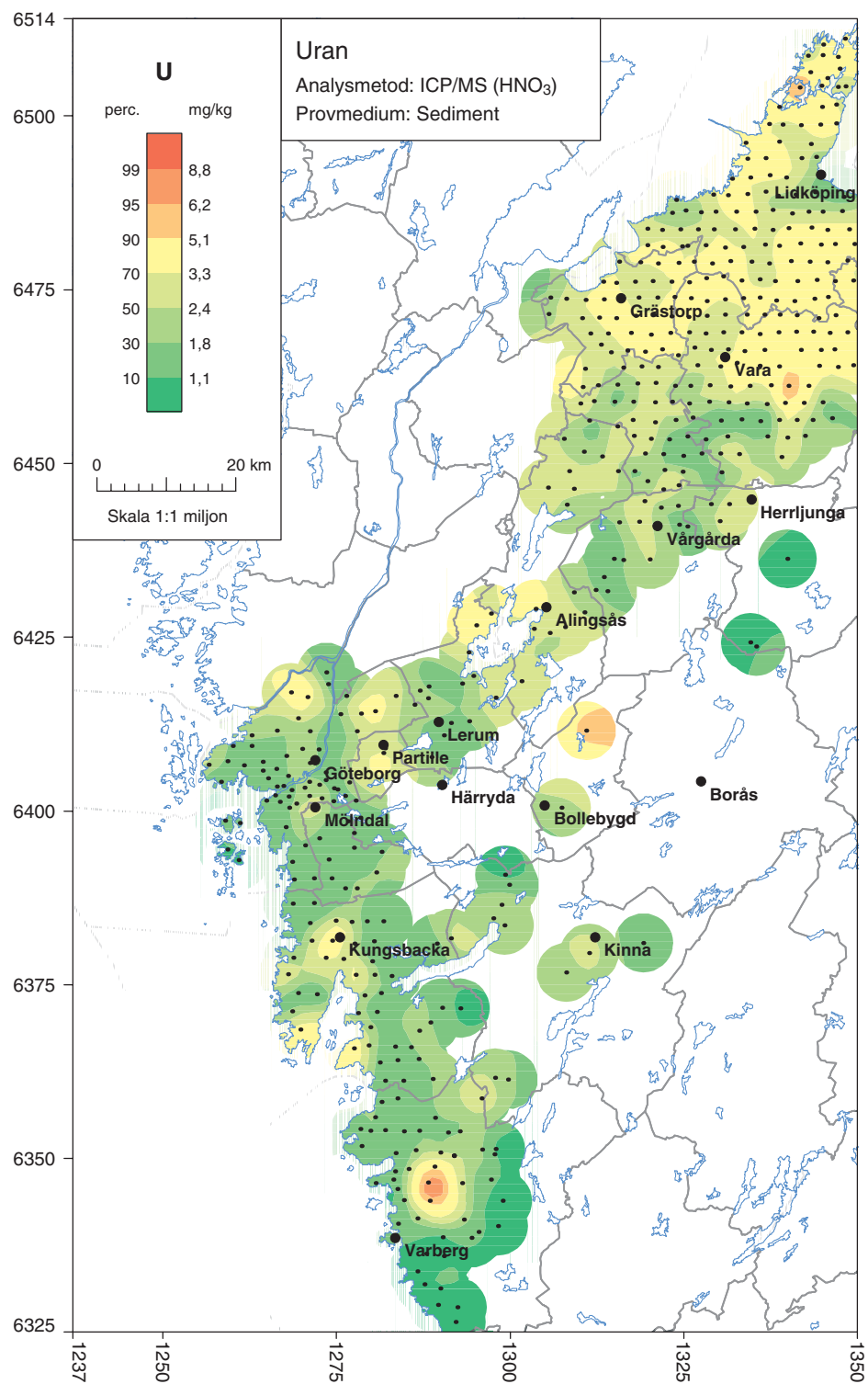
Uran (U)

Uran uppträder i stort sett i samma bergarter som torium och båda elementen är radioaktiva. Uran bildar ett flertal egna mineral, bland dessa kan nämnas pechblände (UO_2). Associerat med pechblände kan kassiterit, pyrit, kopparkis, arsenikkis och blyglans förekomma. Uranförande mineral som uraninit (kristalliserad form av pechblände), apatit och allanit (ortit) kan uppträda bl.a. tillsammans med monazit, zirkon och turmalin. De olika mineralformerna uppträder vanligtvis i graniter, pegmatiter, gnejser och skarnbildningar. RA-graniten som finns i kartområdet har vanligtvis uranhalt mellan 7 och 9 ppm. Flera av pegmatiterna, exempelvis inom kartområdet 7C SV, har förhöjd uranhalt knuten till biotit invid pegmatitkroppen. I ett flertal pegmatitbrott inom kartområdet 6C har man funnit såväl primära som sekundära uranmineral i bergarter. Vid vittring är uran lätttrörligt i alkalisk miljö och uranjonen kan lätt adsorberas till organiskt material och också bilda starka komplex med oxider, fosfater och karbonater.

De syralakade halterna i morän är måttliga i undersökningsområdet. Förhöjningar återfinns främst i moränen i isrörelseriktningen från Billingen där alunskiffern bidragit med bergartsfragment. I samma område finns pegmatitförekomster som sannolikt också bidragit till metallförhöjningen. Sydväst om Borås är uran förhöjt tillsammans med Cu. Uran är ganska svagt ($r > 0,5$) korrelerat med Be, Bi, Mo, Th och Tl och associationen anknyter till såväl granitiskt-pegmatitiskt ursprung som skifferursprung. Morän i anslutning till den uranförhöjda berggrunden vid och norr om Kungsbacka är inte förhöjd på metallen. Sannolikt domineras moränen av icke uranhaltigt bergartsmaterial från nordost som avsatts i detta område.

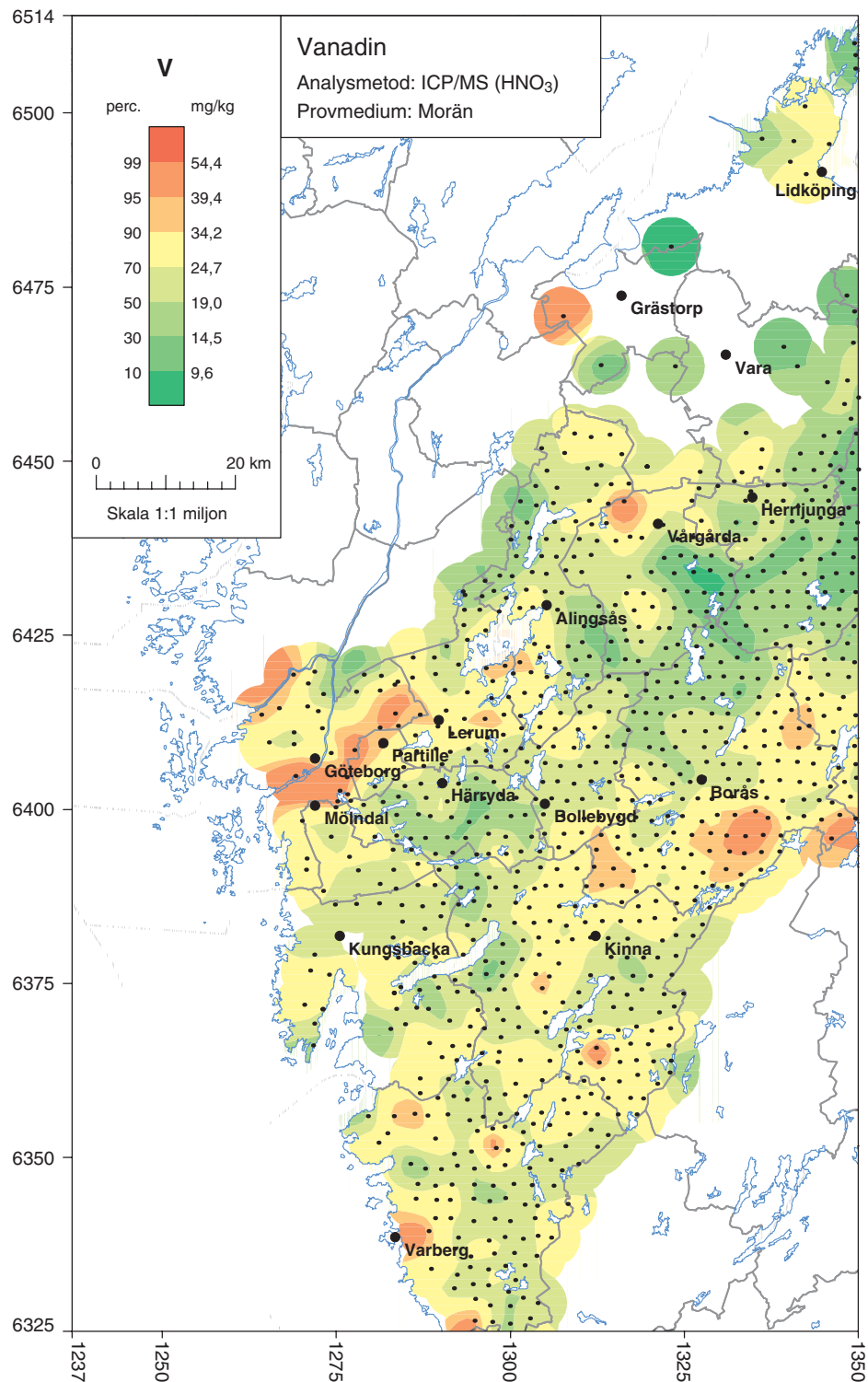
Sedimenten uppvisar uranförhöjningar i stort sett i samma områden som torium, men med tydligare influens i norr från platåbergen. Korrelation finns med Ag ($r > 0,7$) och med Be, Bi, Th, Tl och Y, dvs. nästan identisk med moränens association.



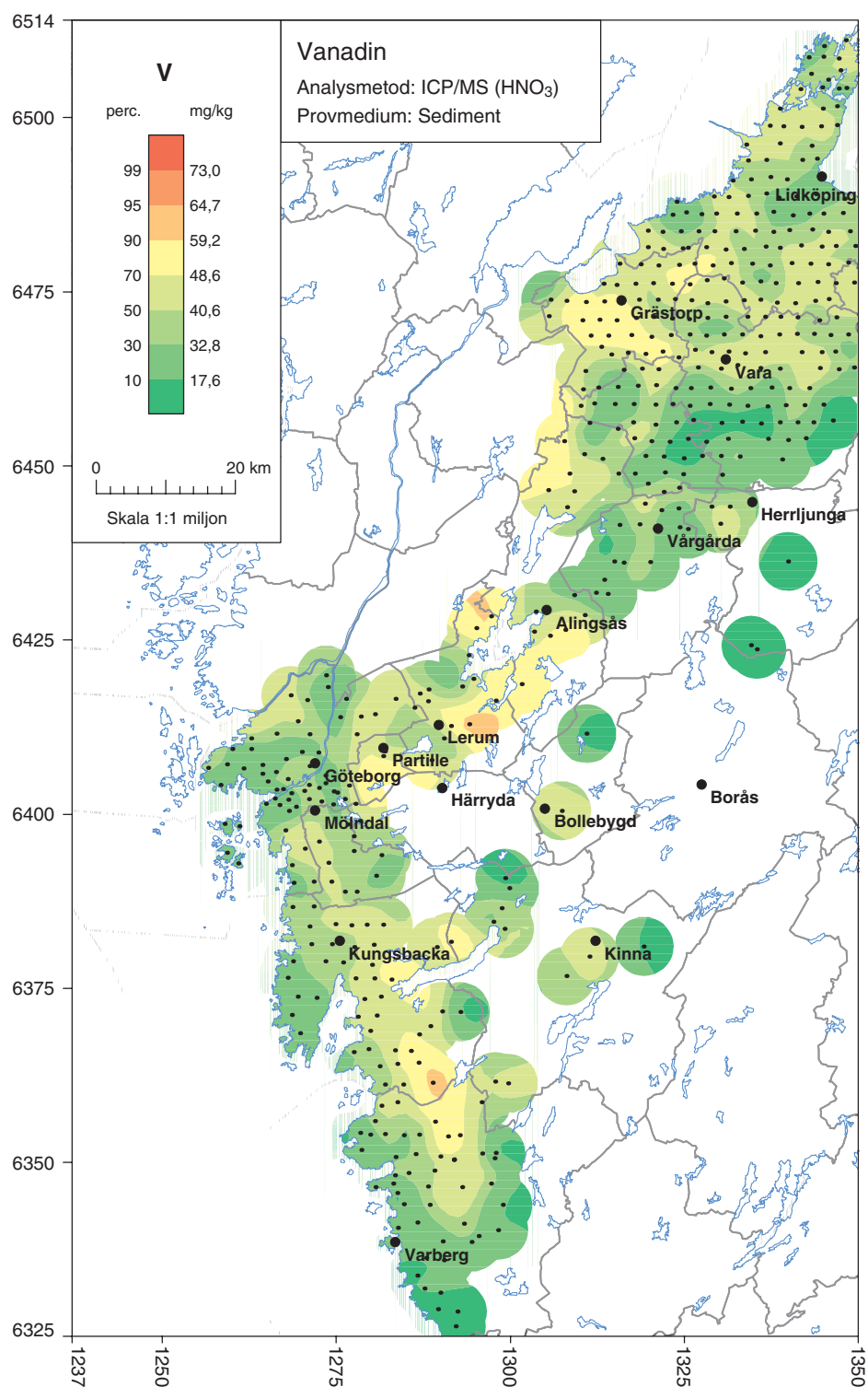


Vanadin (V)

Vanadin förekommer med de högsta halterna i basiter och i skiffrar med organiskt innehåll, medan kiselrika bergarter har de lägsta halterna. Elementet förekommer i mineral som pyroxener, amfiboler, glimrar, magnetit och apatit. Vid vittring kan vanadin bilda lösliga föreningar, men kan också fällas ut och förekomma i svårslösliga former. Vanadin och järn kan lätt byta ut varandra i järnoxider och lermineral.



Såväl totalhalter som syralakade halter ligger på något högre nivå jämfört med landet i övrigt. I underökningsområdet är totalhalterna lägst i moränerna i de områden som har förhöjningar av kisel. Sambandet mellan låga vanadinhalter och förhöjda kiselhalter är slående, elementmönstren är varandras spegelbilder som t.ex. väster om Mjörn och öster och sydost om Vårgårda. Mönsterlikhet finns för övrigt med andra metaller ur den mafiska elementgruppen, t.ex. Fe, Mg, Cr och Ni. Förhöjningar i moränen ses således i områden med basiskt bergartsinslag, t.ex. vid Kållandsö, nordväst om Lerum–Partille–Mölndal, Kungsbacka och i de grå



gnejserna sydost om Bollebygd. Nordost om Borås kan dessutom alunskiffer från Billingen ha gett tillskott av metallen i moränerna. Vanadin korrelerar ($r>0,9-0,8$) med Fe, Mg och med ett flertal element ur den mafiska elementgruppen.

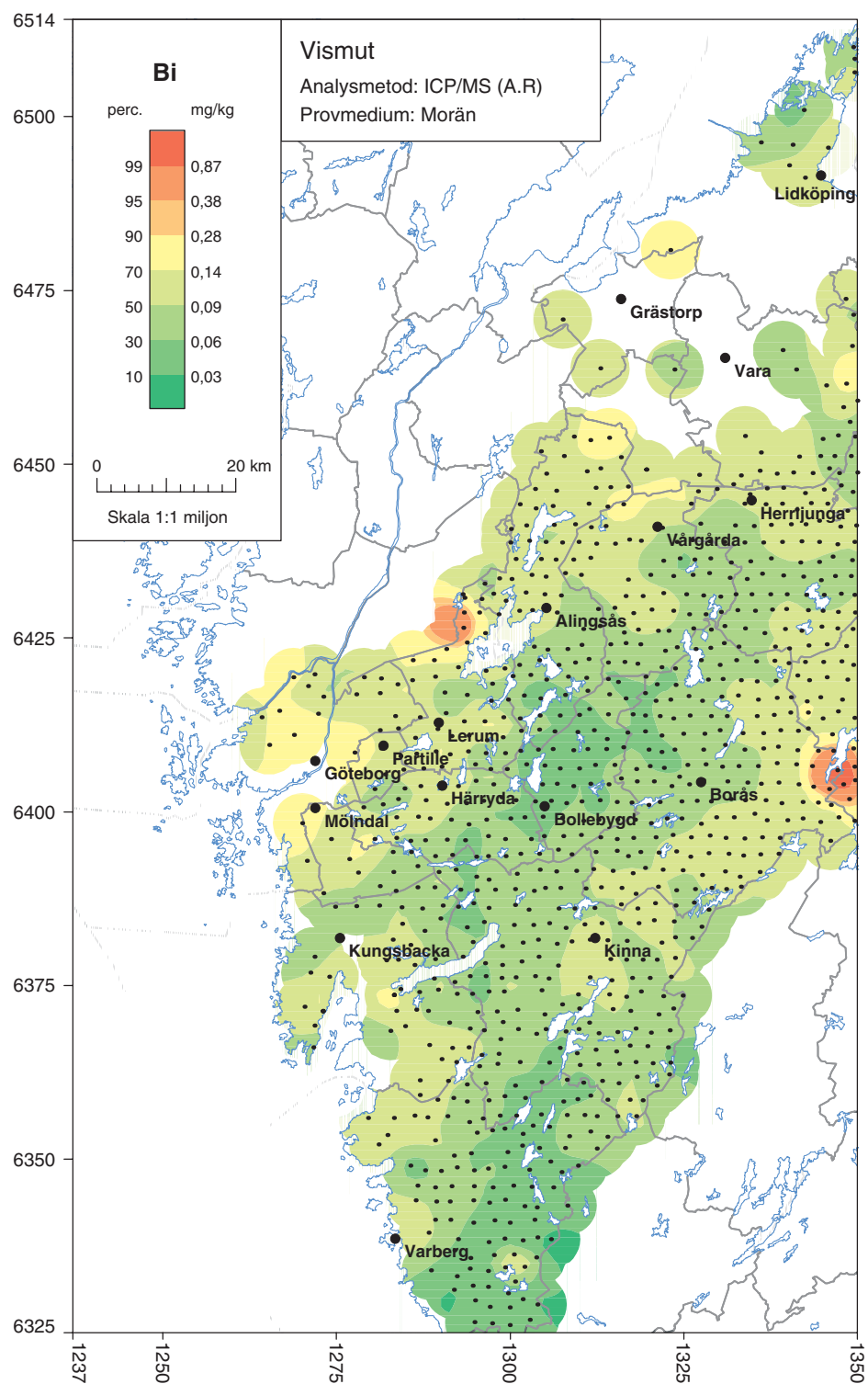
Sedimentens inslag av vanadin följer järninnehållet med förhöjningar sydost om Mjörn. Sedimenten i kustbandet har lågt vanadininnehåll liksom områdena söder om de stora slätterna vid Grästorp och Vara. Korrelationen är stark ($r>0,9-0,8$) med Al, Fe, K, Mg och flertalet andra element med affinitet till bl.a. lermineral.

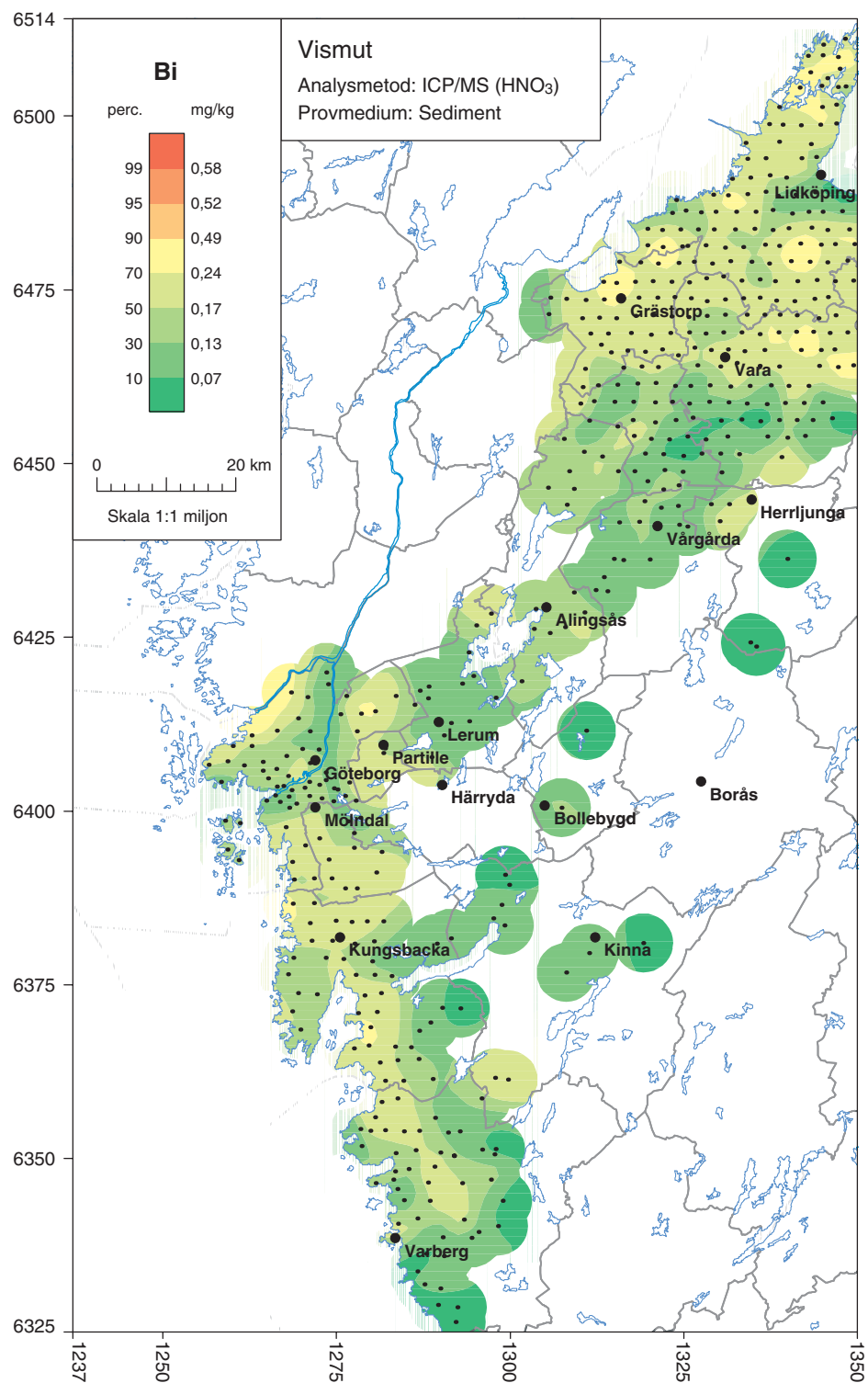
Vismut (Bi)

Vismut förekommer i ett flertal sedimentära och magmatiska bergarter och är vanligtvis anrikat i glimmerrika bergarter. Skiffrar och graniter har ofta lite högre halter än kalkstenar, sandstenar och basiter. Vismut kan förekomma i hydrotermala gångar tillsammans med Au, Ag, Ni, Co och Pb. Metallen kan uppträda som vismutglans (Bi_2S_3) i mineraliseringar, ofta associerat med magnetit, pyrit, kopparkis, zinkblände, blyglans och även i tenn- och wolframmalmer. Vismut är inte särskilt mobilt och väl löst kan det åter bindas till järnoxider.

De syralakade halterna i undersökningsområdets moräner och sediment är ganska låga. I öster finns en långsträckt svag vismutförhöjning i isrörelseriktningen från Billingen som kan knytas till skifferinslag i moränerna. Här finns även en mer distinkt anomali runt sjön Tolkens södra delar. En förhöjning väster om Mjörn ligger i anslutning till ett moränprov med förhöjt guldvärde. Kungsvattenlakat Bi är svagt ($r>0,5$) korrelerat med Be, Sn och U.

Lerorna har lågt vismutinnehåll men svaga förhöjningar återfinns vid kusten och de stora slätterna vid Grästorp och Vara. Korrelationen är stark ($r>0,9$) med Mg, Ag, Be, Li och Th samt med Al, Fe, K m.fl.





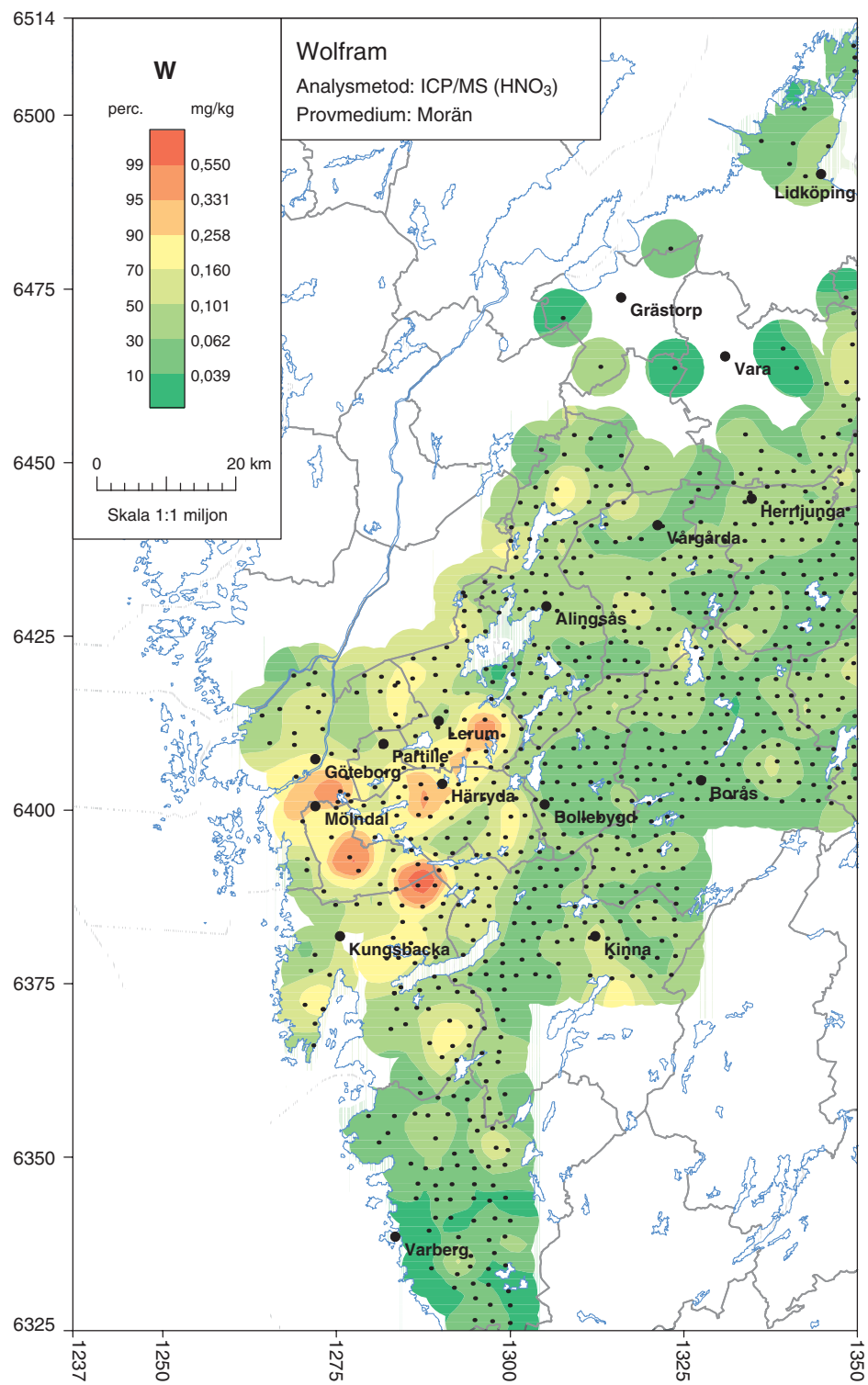
Wolfram (W)

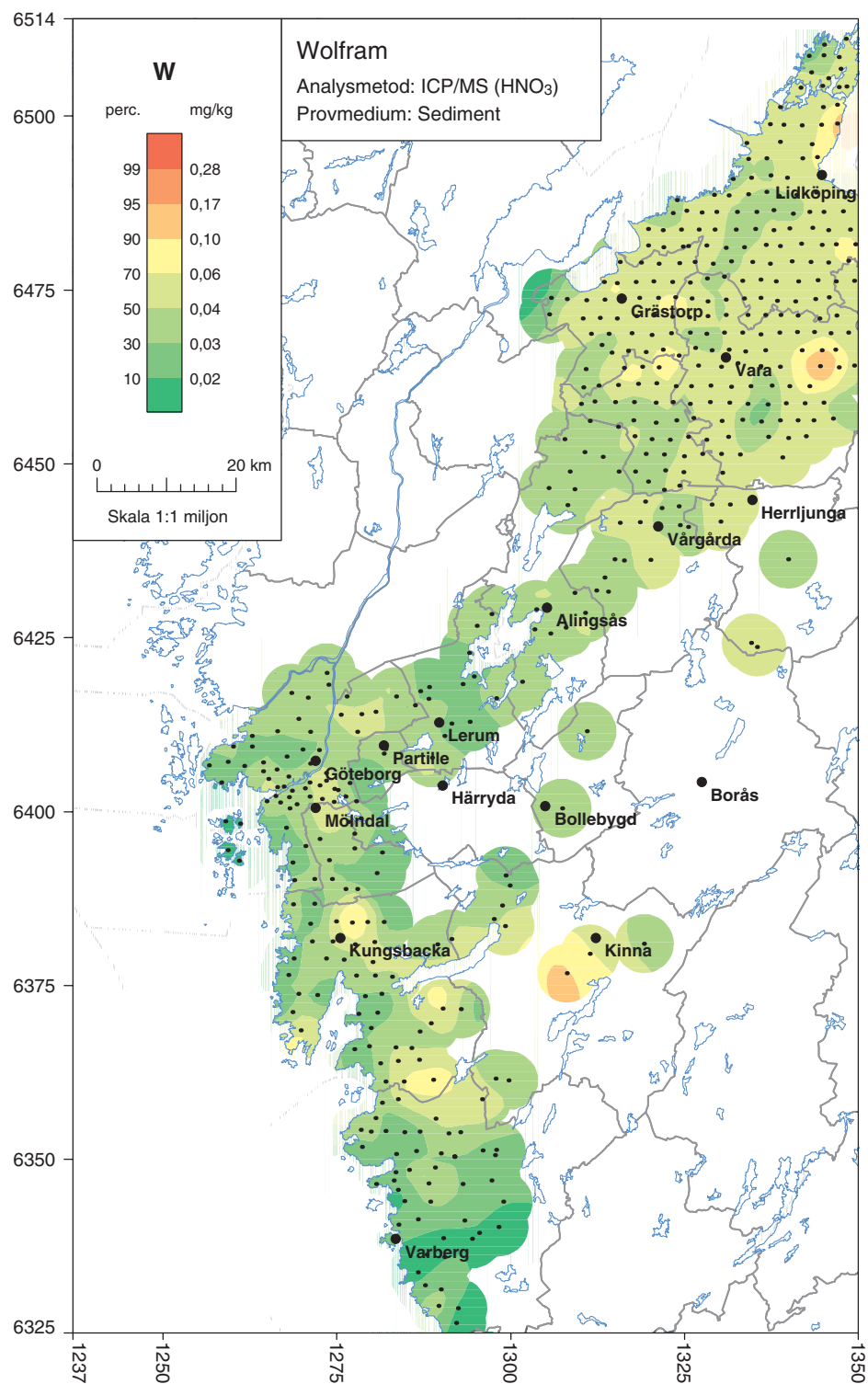
Wolfram förekommer med högsta halter i graniter och skiffrar, medan sandsten och basiska bergarter har lägre halter. Som mineralet wolframit förekommer metallen i kvartsgångar och pegmatiter associerat till graniter, och åtföljs ofta av kassiterit, arsenikkis, turmalin, scheelit, blyglans, zinkblände och kvarts. Som mineralet scheelit följer elementet wolframit i pegmatiter och hydrotermala gångar och med accessoriska mineral som kassiterit, molybdenglans, fluorit och topas. Vid vittring under alkaliska förhållanden kan wolfram bli mobilt och adsorberas till sekundära manganoxider och leror.

Wolframhalterna i undersökningsområdets moräner och sediment är lägre än i landet i övrigt. Förhöjningar finns dock i det västra gnejskomplexet där de mycket tydligt markerar förekommande granitiska bergarter och sura vulkaniter. Wolfram är den metall i undersökningsområdet som markerar och lyfter fram korttransporterad morän med granitiskt bergartsinnehåll, särskilt i området norr om sjön Lygnern till Göteborg och österut till Härryda och till gränsen mellan gnejssegmenten. Scheelit har brutits i forskarnade partier i en gabbro vid Solliden, Herrljunga, men några större spår av mineraliserad berggrund i moränen står knappast att finna i området.

Sedimentens innehåll av wolfram är lägst vid kusten och måttligt förhöjt i den norra delen av området. Mycket svag korrelation ($r > 0,3$) finns endast med Ag och Sn.

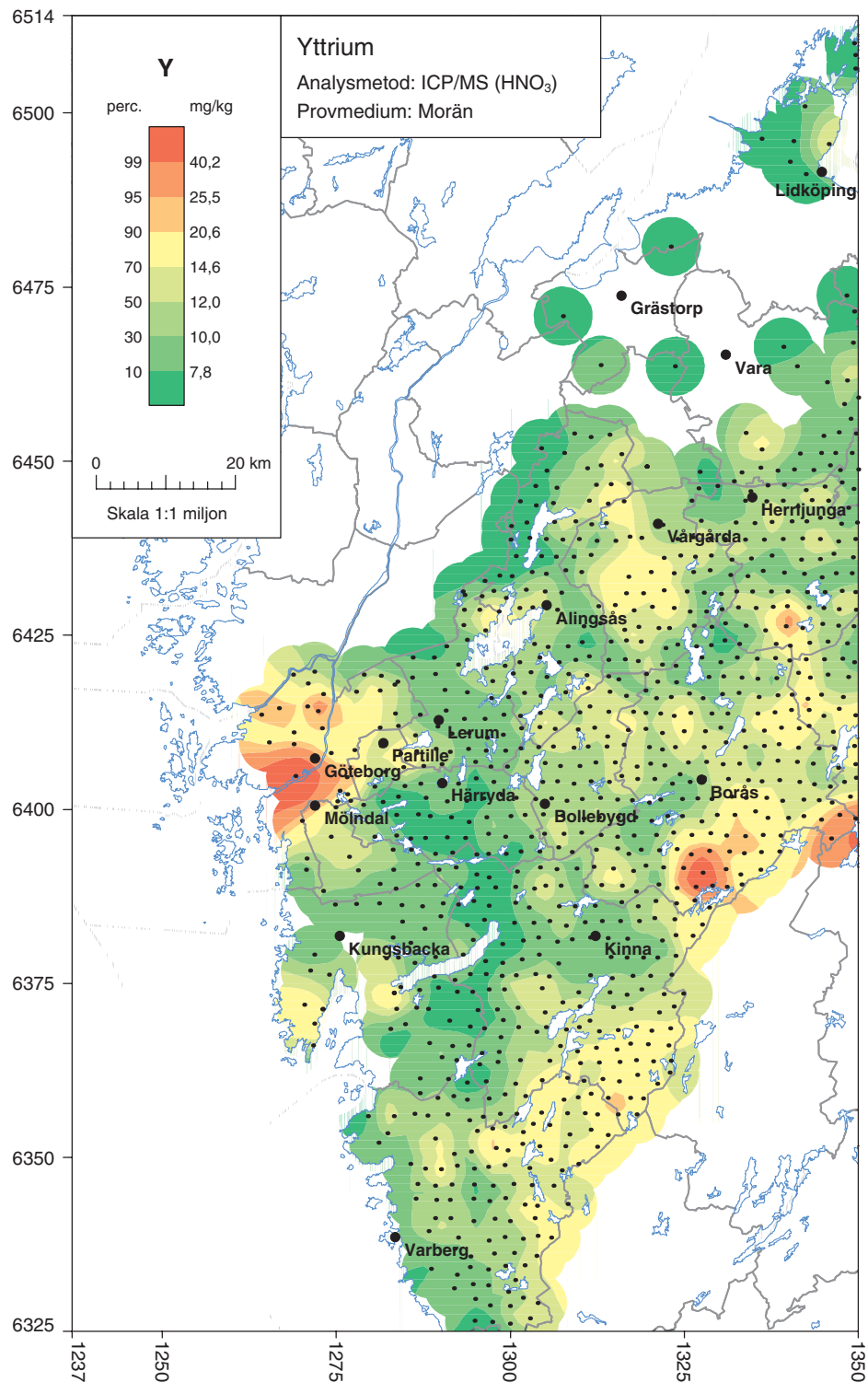
Intressant att notera är att wolfram i stort sett inte korrelerar med något element vare sig i morän eller sediment, sannolikt beroende på elementets låga rörlighet och specifika mineraltillhörighet.





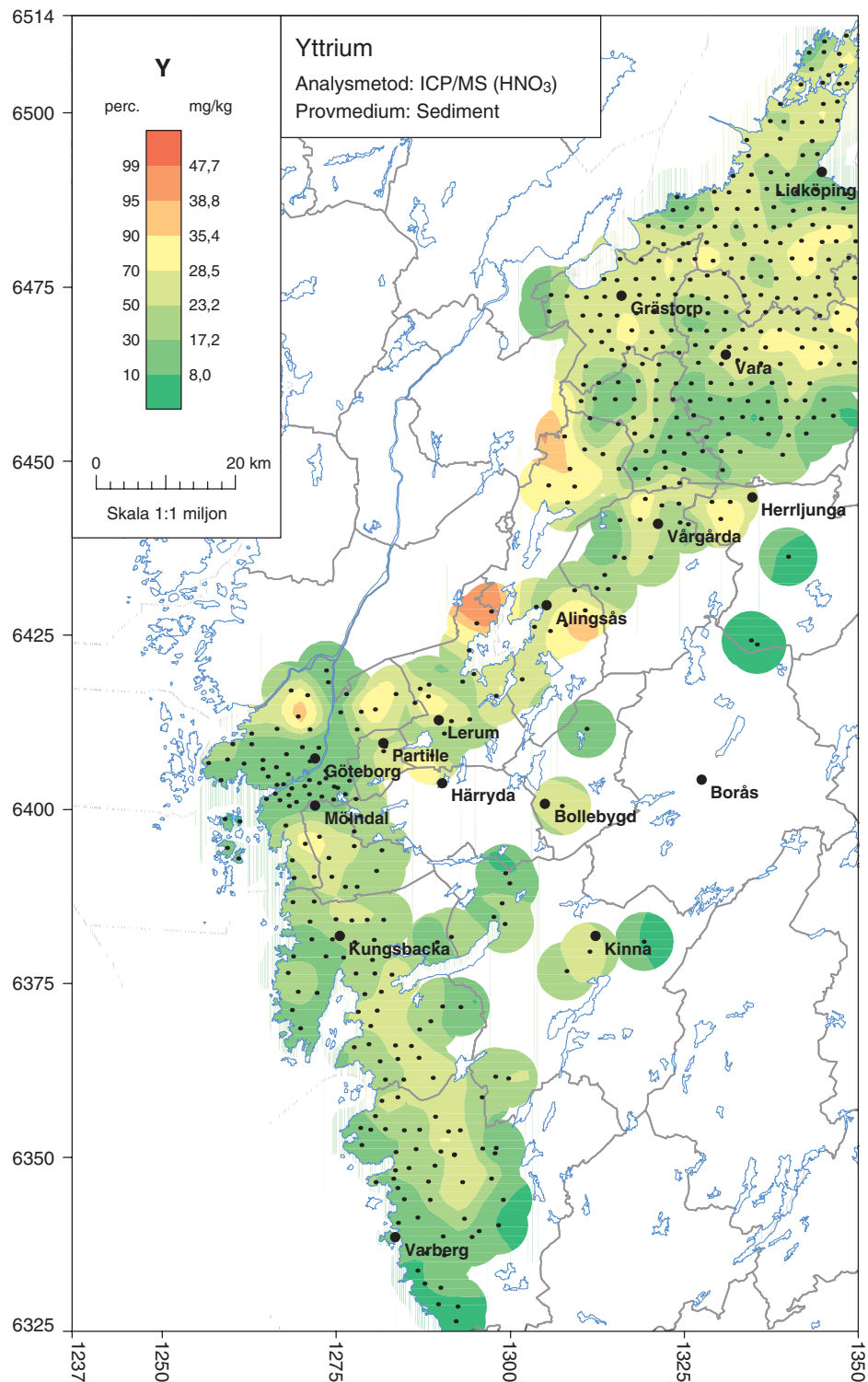
Yttrium (Y)

Spårelementet yttrium förekommer i stort sett i alla bergarter, men med högre halter i kiselrika djup- och ybergarter, i graniter, granodioriter och skifferar. Typiska yttriummineral är monazit och xenotim, men vanligare är andra värddmineral som apatit, fältspater, biotit och pyroxener. I exempelvis pegmatiter kan yttrium förekomma tillsammans med ett flertal element, bland dessa kan nämnas uran, torium, rubidium, zirkon, beryllium och sällsynta jordartsmetaller. Yttriummineral är svärvittrade, men då metallen även förekommer i andra typer av mineral



lakas det ut och adsorberas därefter lätt till järnföreningar och till lermineral. Yttrium bildar också karbonater i alkalisk miljö.

De syralakade halterna i morän är ganska låga jämfört med landet i övrigt. Innehållet av yttrium i morän visar generellt en tydlig skillnad mellan det västra gnejssegmentet med låga yttriumhalter och det östra där metallen är mer frekvent. Inslag av graniter och mindre pegmatitmassiv är vanligare i det östra segmentet, vilket sannolikt förklarar yttriummönstret i moränerna. En viss transportlängd finns också för bergartsmaterialet, exempelvis inom kartområdet



7C NV, där man finner granitiskt präglad morän transporterad och avsatt av isen i basisk berggrundsmiljö. Här finns också en påtaglig nordväst–sydostlig gräns för materialtransporten, en gräns som troligen markerar ett randläge i isrecessionen mellan Berghemsmoränen och Trollhättemoränen. I området väster om Lerum uppträder granitiska bergarter som präglat moränerna med högre yttriuminnehåll. På Hisingen finns en mångfald stenbrott i granitisk miljö, bland dem ligger Bjurslätt, där man brutit amazonstensförande pegmatit. Söder om Borås ligger stenbrotten Årebo och Håhult, där man brutit den röda gnejsgraniten och använt till gravvårdar och till byggnadssten. Sannolikt är det lokalt pegmatitiskt och granitiskt bergartsinslag som präglar moränerna här. Korrelationen med La är stark ($r > 0,9$) men det finns också svagare ($r > 0,6$) korrelationer med Be, Th, Zn och Fe.

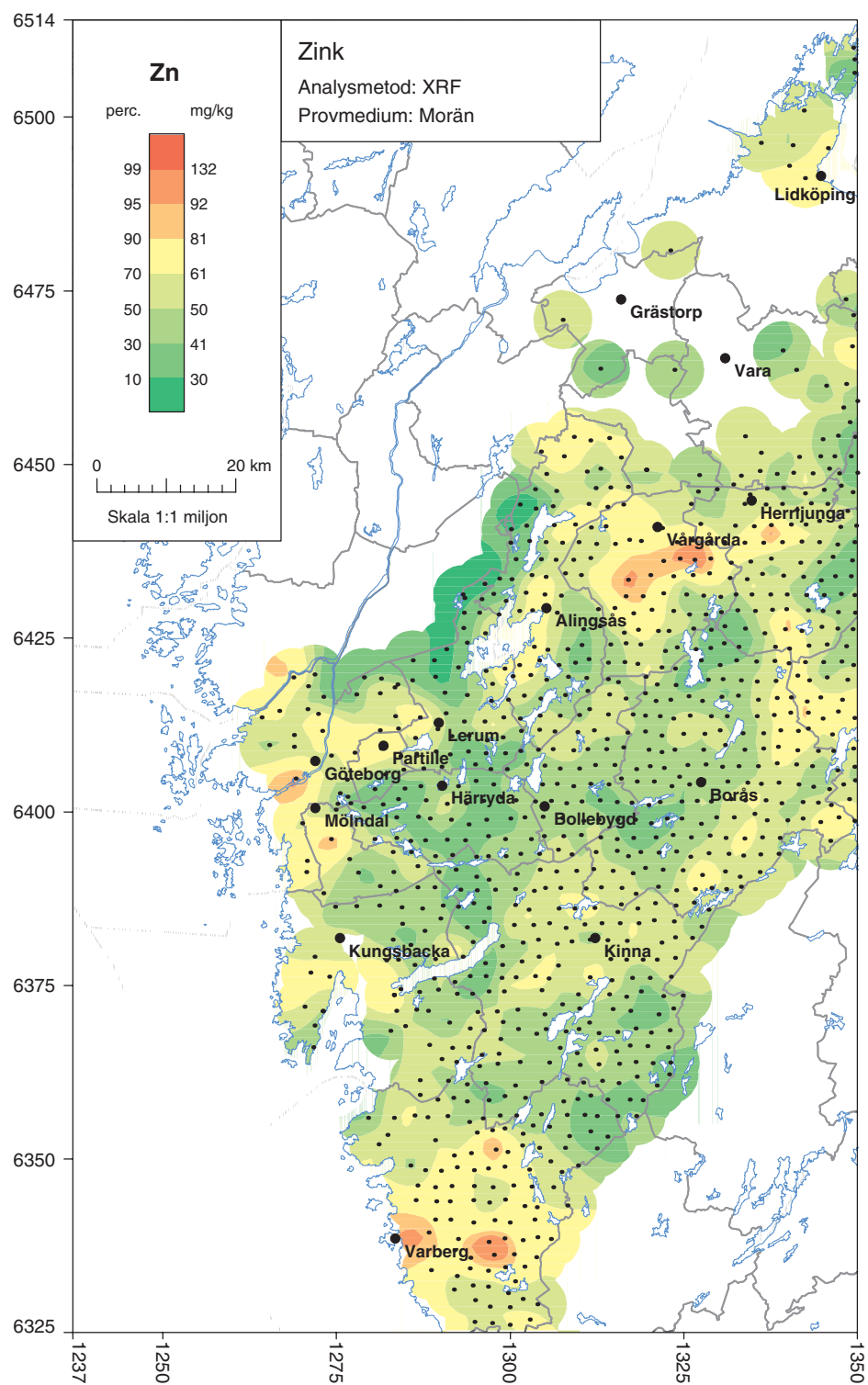
Lerorna har måttliga yttriumhalter med svaga förhöjningar som uppträder i stort sett över hela området. Yttersta kustremsan har låga halter likaså delar av Hisingen–Mölndal samt sedimenten söder om Vara. Väster om Mjörn och norr om Anten återfinns några punktförhöjningar. Yttrium är helt ($r = 1$) korrelerat med lantan och starkt med beryllium, rubidium och med ett flertal element med affinitet till lermineral.

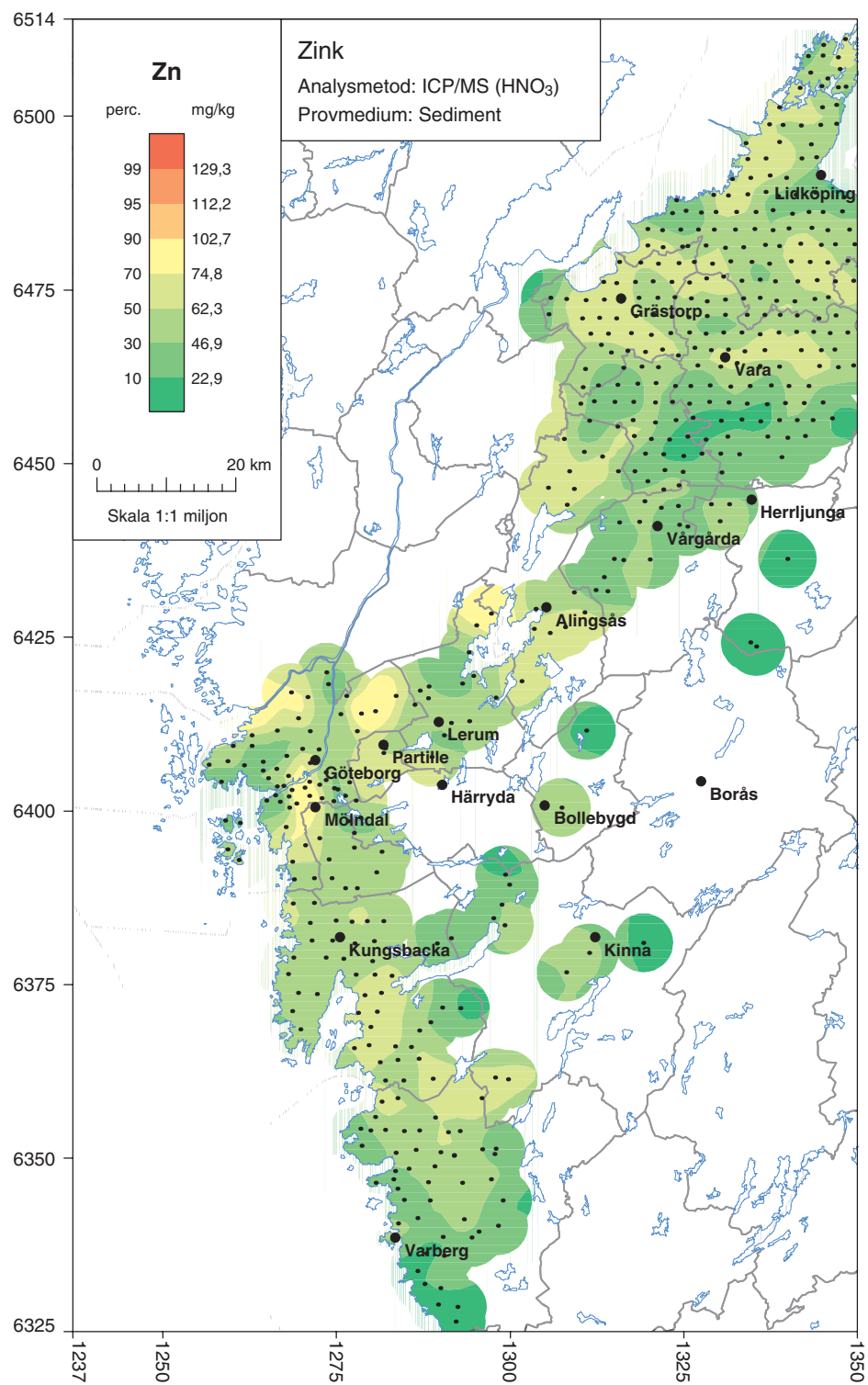
Zink (Zn)

Elementet zink förekommer med de högsta halterna i basiska bergarter och skiffrar medan graniter och granodioriter har lägre halter. Zink uppträder främst i olika silikater och kan ersätta Fe och Mg. Pyroxener, amfiboler, granater, magnetit och glimrar är mineral som kan vara zinkbärare. Bundet till biotit kan zinkhalterna bli mycket höga. Metallen uppträder också i sulfider som zinkblände (ZnS) och i järnsulfider. Zink är geokemiskt associerat med Cd, men uppträder även tillsammans med Pb, Cu, Co och Hg. Vid vittring är zink lättlösligt i sur miljö, men kan bindas bl.a. till lermineral och organiska komplex.

Undersökningsområdets zinkhalter i morän är lite lägre än övrigt i landet vad avser såväl totalhalter som syralakade halter. De båda analysmetodernas zinkmönster är snarlika, med måttliga förhöjningar främst i det östra gnejssegmentet. En förhöjning utsträckt i isrörelsens riktning finns söder om Herrljunga–Värgårda. Förhöjningen övertvårar granitiska segment, men finns i ett område där den gnejsiga berggrunden ibland är biotitrik. Sulfider har konstaterats i trakten av Herrljunga och här ligger också Tittebergsgruvan (koppar) och Solliden (wolfram). I södra delen av förhöjningen, vid Vårgårdagraniten, är zink förhöjt tillsammans med totalhalterna för barium, mangan och fosfor, en association som kan återfinnas i mineraliseringar. Väster om sjön Tolken finns stenbrotten Falskog och Fagerdal. Båda dessa ligger i röd gnejs som ställvis varit kraftigt rostfärgad på grund av kisfyllda sprickor. I Varbergstrakten och öster därom finns några punktförhöjningar i en allmän förhöjning, tydligast för totalhalterna av zink, som troligen generellt sett orsakas av basiskt bergartsinnehåll. I området finns rikligt med ändmoräner och förhöjningen begränsas åt nordost av Göteborgsmoränens randläge. Det finns också ett flertal olika isrörelseriktningar dokumenterade och ledblock har påträffats såväl från Västergötland som Dalarna och Skåne. Korrelation av syralakat zink ($r > 0,7–0,6$) finns med Fe, Be, Li, Rb, Ba, K, Mg m.fl.

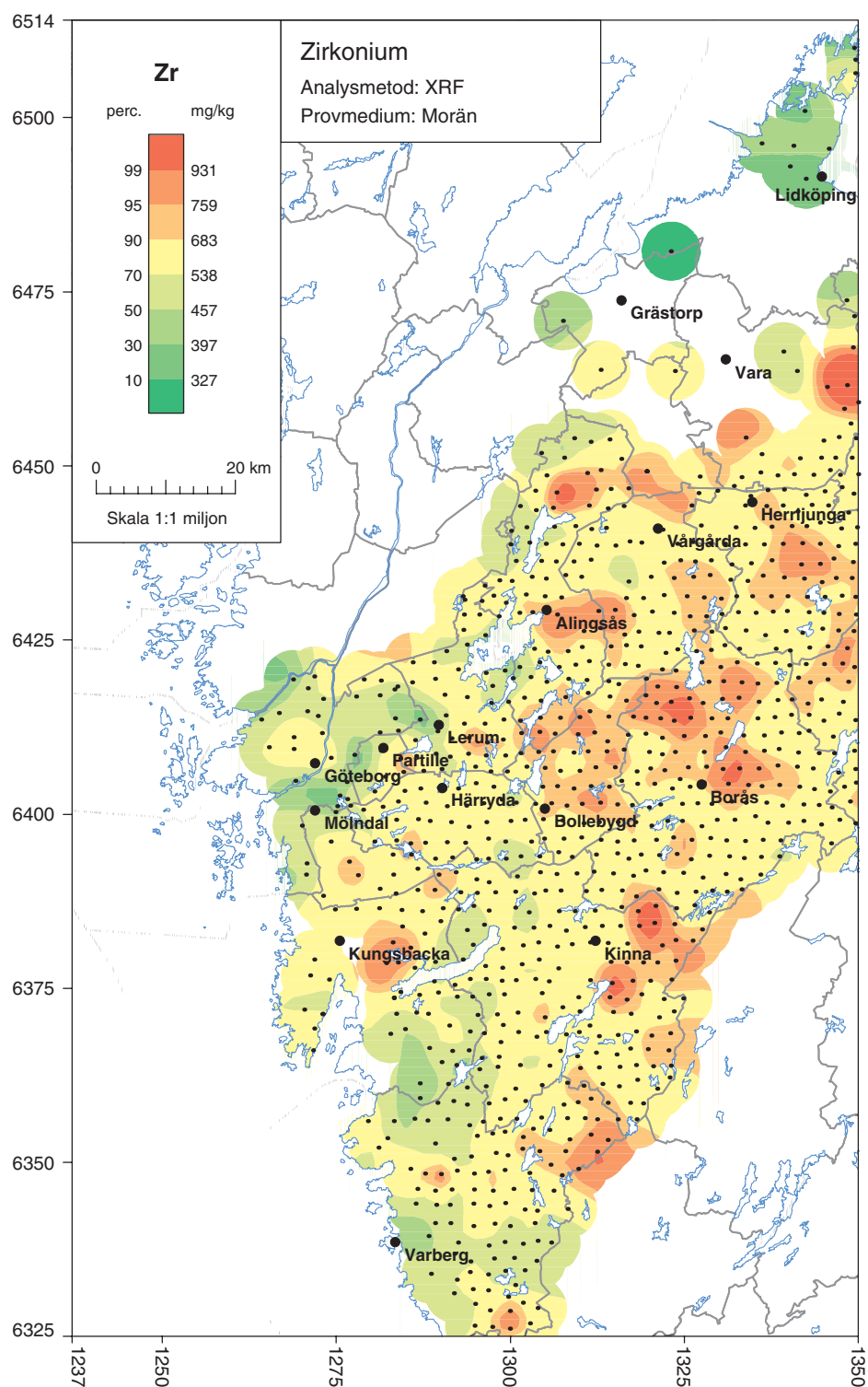
Lerorna har lågt zinkinnehåll och svaga förhöjningar finns vid Mjörn, norr om Partille och Mölndal. Zink har stark ($r > 0,9–0,8$) korrelation med Al, Fe, K, Mg och ett flertal element med benägenhet att bindas till lermineral. Den annars ofta förekommande associationen med kadmium är dock svag.





Zirkonium (Zr)

Elementet zirkonium förekommer främst i det mycket vittringsresistenta mineralet zirkon (ZrO_2) och är knutet till kiselrika bergarter som sandsten, graniter, granodioriter och vanligen också i pegmatiter. Zirkonium kan ingå i titanit och kan också påträffas i pyroxener, glimrar, rutil m.fl. Basiska bergarter har normalt lågt innehåll av elementet. Zirkonium uppträder även i omvandlade bergarter, exempelvis gnejser. Äldre, omvandlade bergarter har vanligtvis högre halter av zirkonium än motsvarande yngre bergarter. Zirkonium är ansett som mycket svårlös-



ligt och kan anrikas i omvandlingsprocesser såväl hos bergarter som vid kvartära vittringsprocesser i marken. I Fe-Mg-silikater kan det däremot lösas ut och bindas till leror.

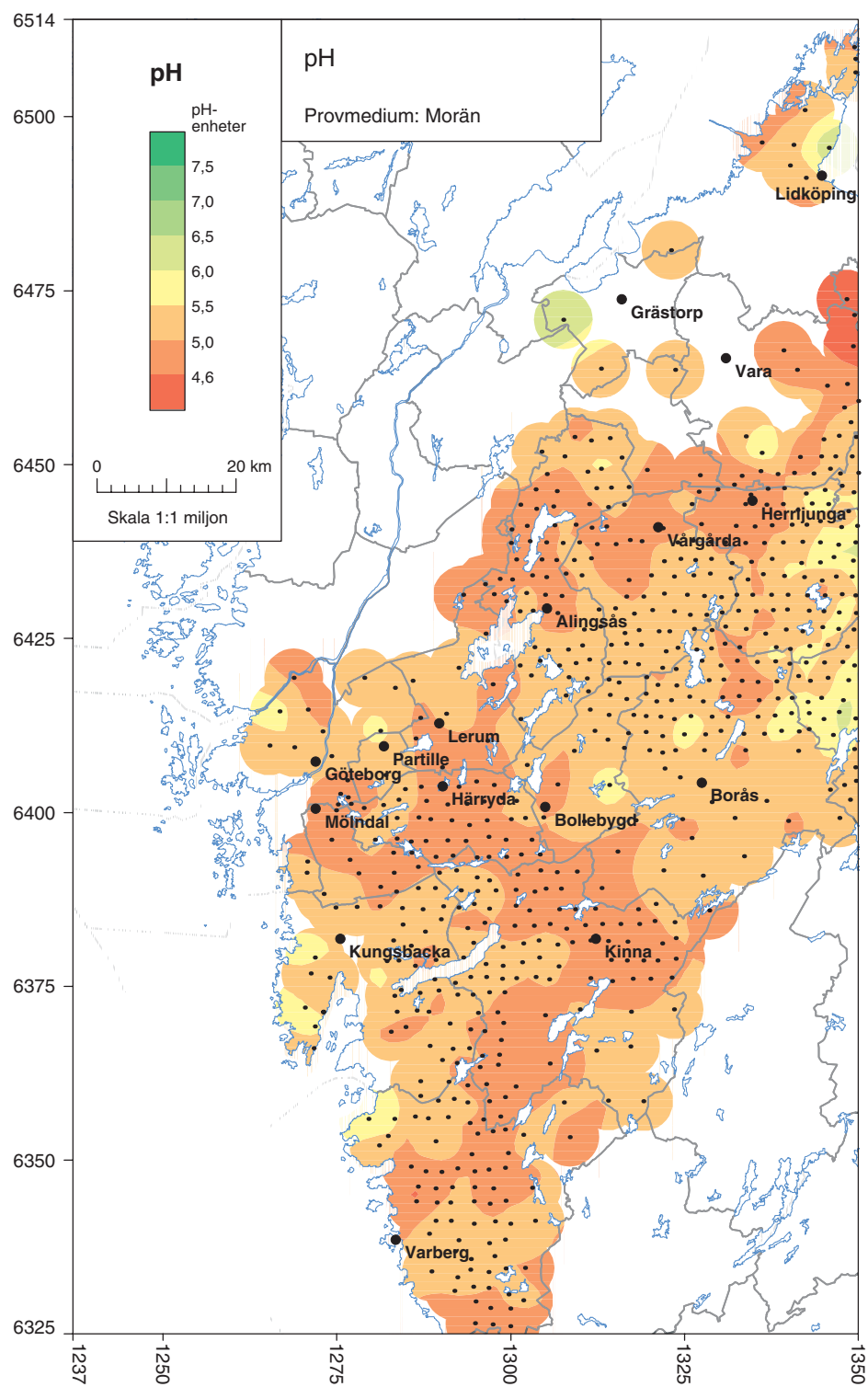
Totalhalterna är högre i undersökningsområdets moräner jämfört med övriga landet. Zirkonium har kraftiga förhöjningar i moräner tillhöriga det östra gnejssegmentets omvandlade djupbergarter. I området öster och norr om Borås är berggrunden kraftigt migmatitiserad, vilket markeras tydligt med zirkonumanomalier. Områden med stort basiskt inslag, som Kållandsö och söder om Lygnern, har lågt zirkoniuminnehåll. Även i Varbergstrakten och österut är zirkoniuminnehållet lågt, sannolikt orsakat av högt basiskt bergartsinnehåll (se Zn ovan). Totalhalterna av zirkonium korrelerar endast svagt ($r > 0,5$) med totalhalter av yttrium men inte alls med syralakat yttrium eller något annat element. Detta visar att metallen till en stor del uppträder i svårslösliga mineral som exempelvis zirkon.

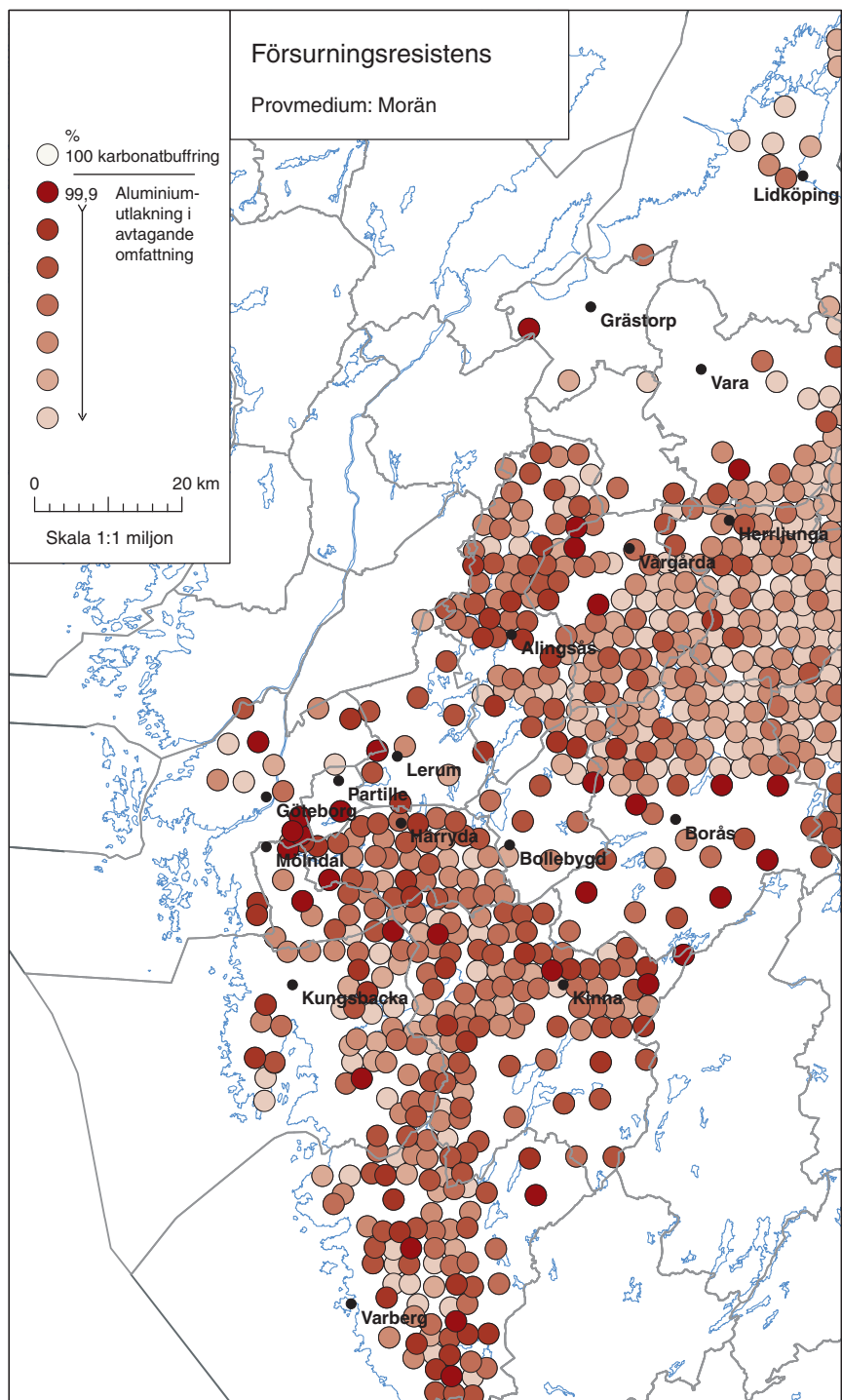
pH och försurningsresistens

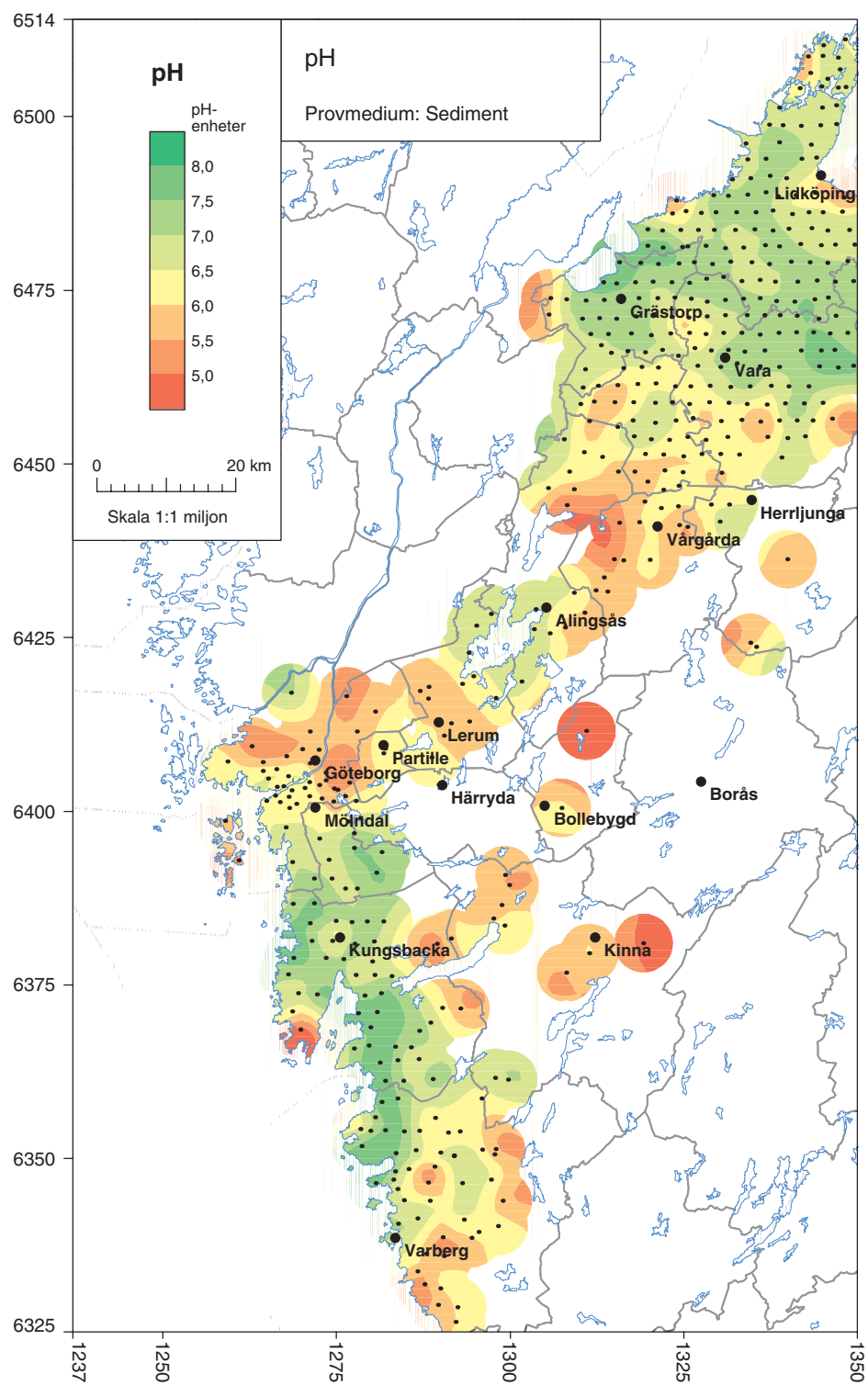
Av kartområdets 910 moränprover har 640 stycken pH-mätts. Högsta pH-värde ligger på 6,8 och medianvärdet är 5,0. Surhetsgraden i undersökningsområdets moräner är således högre jämfört med landet i övrigt då medianvärdet för hela landet är 5,4. Någon statistiskt säkerställd skillnad i surhetsgrad som beror på moräntyp eller bildningssätt kan ej påvisas i denna översiktliga redovisning, även om den inhomogena göteborgsmoränen respektive lerig morän har lägre pH-värden än övriga moräntyper. Antalet provlokaler för dessa moräntyper är dock för lågt för att ge ett statistiskt säkert underlag. Lägst pH, 4,1, har uppmätts i en siltig morän på 1,5 m djup strax norr om ån Fläan i Skara kommun. Öster om Kvänum, 7 km söder om föregående lokal, återfinns kartområdets näst lägsta uppmätta pH, 4,2, taget i en sandig morän. De högsta pH-värdena ligger alla i den östra delen av kartområdet, där moränerna har relativt högt basiskt inslag från de magnetitförande gnejser som man tidigare kallade järngnejser samt basiter. Många av sjöarna i området har pH > 7 och karbonat har påträffats i isälvsavlagringar. Försurningsresistensen är i samtliga moränprov < 100 % vilket anger att någon karbonatbuffring inte äger rum, åtminstone inte på provtagningsdjupet, i någon av de provtagna moränlokalerna. Någon korrelation mellan pH och något huvud- eller spårelement finns inte vid en ytlig betraktelse. Moränprover med lite högre pH-värden har dock låga svavelhalter, men motsatsen är inte lika tydlig. Observera gleheten i pH-mätningarna i den centrala delen av det undersökta området vilket gör att kartbilden därmed är kraftigt generaliserad.

Surhetsgraden i 483 provtagna sedimentlokaler ligger på andra nivåer än i morän och medianvärdet är 6,8 pH-enheter, vilket är jämförbart med landet i övrigt. Lerorna har högre medianvärde (7) än silt (5,8) och sand-grovmo (5,6). Basiska pH-värden återfinns däremot i samtliga sedimenttyper och över 30 % av lokalerna har pH-värden över 7. Sedimenten håller basiska pH-värden i norr, bland annat på de stora slätterna, samt vid kusten. Totalt har 24 prov ett pH-värde över 8, och av dessa bibehålls hos 17 prov ett basiskt pH-värde (> 7) efter tillsats av svavelsyra vilket visar på god karbonatbuffringskapacitet (försurningsresistensen är 100 %). De 17 proven har också syralakade kalciumhalter som ligger över 18 g/kg. Prover med höga (> 8) ursprungliga pH-värden och lågt kalciuminnehåll (< 10 g/kg) har sämre buffringskapacitet och efter det att man tillsatt svavelsyra kan pH falla till 5. Ett par extremt låga ursprungliga pH-värden på 3,4 och 3,7 är uppmätta i postglacial lera längst söderut på Onsälalandsö respektive nordost om Varberg. pH-värden under fyra kan vara en indikation på att proven utgörs av utvecklade sura sulfatjordar, en jordmån som kan utbildas vid oxidation av sulfidhaltiga jordarter. Sura sulfatjordar kan leda till sura, metallrika ytvatten. Korrelation finns ($r > 0,7-0,6$) med Sr, Ca, Fe, Mg, K, Na m.fl. Efter syratillsats är korrelationen med Ca och Sr starkare ($r > 0,8$) men finns också med Mg och Ni ur den mafiska elementgruppen. Korrelationerna visar att surhetsgraden åtminstone delvis regleras av sedimentens kalciuminnehåll.

Låga pH-värden för såväl morän som sediment återfinns i ett nordväst-sydöstligt band från Göteborg-Lerum mot Kinna, vid Alingsås-Värgårda-Herrljunga, samt i sydöstra delen av kartområdet.







Försurningsresistensen 100 % för sedimenten visar att karbonatbuffring främst råder i de kustnära trakterna, men också på några lokaler nordost om Grästorp respektive öster om Vara. Orsaken är kalkrika skalrester som finns inbakade i sedimenten. Andra buffringssystem råder när försurningsresistensen är från som högst 99,9 % och erhålls i områden som också har hög lakbarhet för aluminium. Avtagande försurningsresistens finns oftast i områden med lågt innehåll av lakbart aluminium.

Miljögeokemi

Naturvårdsverket har slagit fast gränsvärden i mark, <2 mm, för känslig markanvändning för flera metaller: As >15 mg/kg, Pb >80 mg/kg, Cd >0,4 mg/kg, Co >30 mg/kg, Cr >120 mg/kg, Cu >100 mg/kg, Ni >35 mg/kg, V >120 mg/kg och Zn >350 mg/kg (Naturvårdsverket 1999). Som nämnts tidigare bör av SGU framtagna metallhalter i moränfraktionen <0,063 mm multipliceras med faktor 0,7 för att erhålla likartade värden för direkta jämförelser. I stort innebär den SGU-analyserade moränfraktionen inget problem för jämförelse med KM-värden. Ett erhållet SGU-värde som ligger nära eller över KM-värdet visar att moränen i området är en riskfaktor. Småskaliga variationer i moränernas sammansättning innebär att KM-värdet kan överskridas i närheten av aktuell lokal, även om analysresultatet i själva provpunkten ligger strax under KM-värdet. Det bör påpekas att resultaten endast avspeglar risk för halter överstigande KM-värdet. Ingen bedömning av eventuella miljö- eller hälsoeffekter kan göras utan detaljerade undersökningar.

I tabell 2 anges metallernas gränsvärden för känslig markanvändning (KM-värden). Det finns i kartområdet halter av kadmium, koppar och nickel som överskrider KM-värdena. De höga halterna är med stor sannolikhet ett geologiskt arv och inte orsakade av antropogen aktivitet (undantagandes de i tätortsmiljö). Nickelhalterna i sediment överstiger knappt KM-värdena och är med stor sannolikhet en effekt av naturliga markprocesser. Lokaler med höga kadmiumhalter i sediment bör däremot undersökas närmare.

Tabell 2. Metaller med gränsvärden för känslig markanvändning och antal provtagna lokaler i morän respektive sediment där KM-värden med säkerhet överskrids, samt där gränsvärdet tangeras.

Element	KM-värden	Morän > KM	Sediment > KM	Indikation i morän
Arsenik	15	0	0	0
Kadmium	0,4	0	4	2 (1 i tätort)
Kobolt	30	0	0	0
Krom	120	0	0	0
Koppar	100	1	1 (tätort)	0
Nickel	35	1	4	0
Vanadin	120	0	0	0
Bly	80	0	0	0
Zink	350	0	0	0

Tabell 3. Kommuner i undersökningsområdet med antal provtagna morän- respektive sedimentlokaler, samt antal lokaler där en eller flera metaller har halter över KM-värdena.

Kommun	Antal prov morän	Varav antal prov > KM	Antal prov sediment	Varav antal prov > KM
Alingsås	68	1 (Ni)	17	0
Bollebygd	47	0	2	0
Borås	159	1 (Cu)	0	0
Essunga	4	0	29	0
Grästorp	2	0	39	0
Göteborg-land	21	0	29	2 (Ni)
Göteborg-stad	26	1 (Cd)	31	1 (Cu)
Herrljunga	40	0	6	0
Härryda	39	0	4	0
Kungsbacka	49	0	43	4 (Cd, Ni)
Lerum	42	0	13	0
Lidköping	9	0	98	0
Mark	143	0	11	0
Mölnadal	10	0	9	0
Partille	5	0	2	0
Vara	24	0	71	0
Varberg norr	106	0	48	2 (Cd, Ni)
Vårgårda	56	0	13	0
Övr. i kartområdet		1 (Cd)		0

En del ”nya” metaller saknar fastslagna gränsvärden för mark i Sverige, men har föreslagits ingå i nationell miljöövervakning (Lithner & Holm 2003) på grund av sin toxicitet och föroreningsgrad. Bland dessa finns Ag, Bi, Sb, Se, Sn, Tl och W vilka ingår i SGUs markgeokemiska databas. Av dessa har Se och Tl högre halter i kartområdet jämfört med normala halter för landet i övrigt.

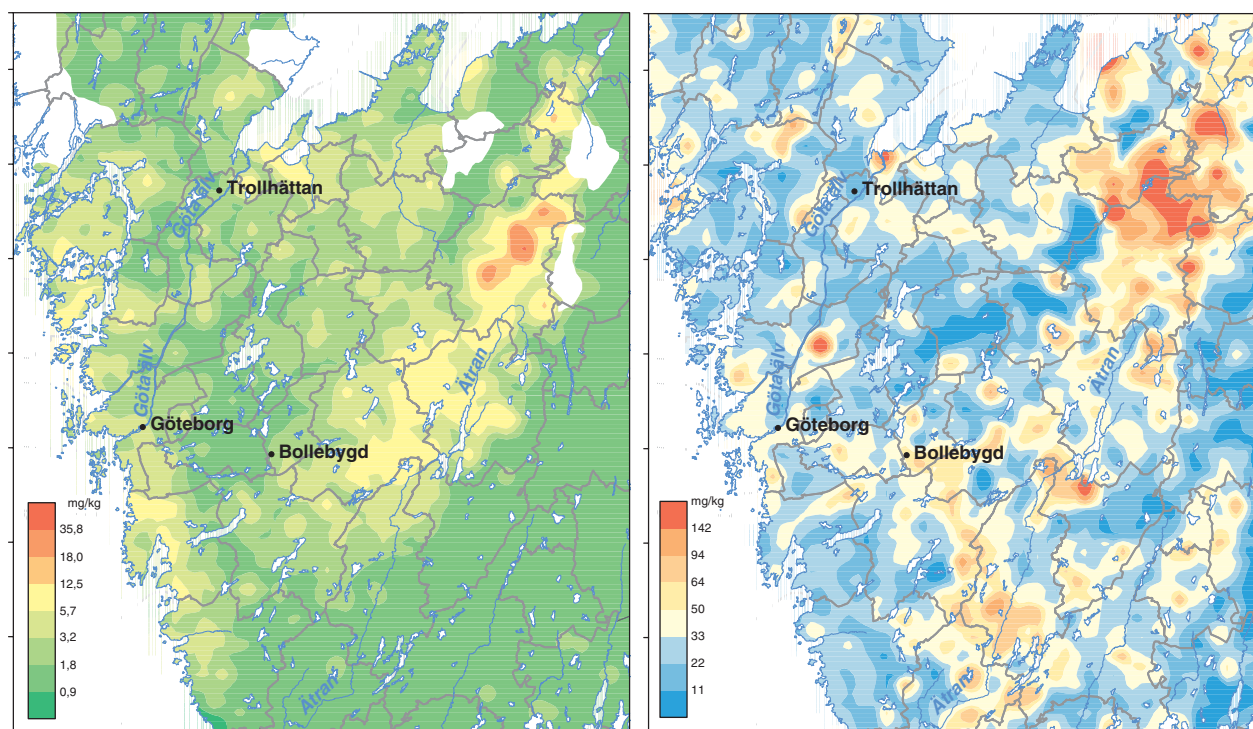
I moränområden med lågt pH är inslaget av lättlösliga kalciummineral mindre frekvent eller saknas och ofta är svavelhalterna höga. Det är väl känt att en del metaller har lätt för att frigöras vid sjunkande pH, likaså att andra element fastläggs. Kadmium, Co, Mn, Ni, Tl och Zn är exempel på metaller som är lätttrörliga i sur miljö. Generellt sett börjar de mobiliseras när markens pH är under 6. I områden med höga metallhalter och låga pH-värden kan man därför befara att elementen kan ha börjat lösas ut och nått grundvattnet.

Arsenik i mark och vatten

Arsenik är ett naturligt förekommande grundämne och vanliga halter av metalloiden i jord och bergarter är 1–40 mg/kg. Att högre halter av arsenik förekommer i anslutning till sulfidmalmer och svartskifferar är påtagligt i malmprovinserna i Västerbotten där kraftigt förhöjda arsenikhalter finns i både mark och bäcksystem (Lax 2005). I landets södra delar är förhöjda arsenikområden främst förknippade med förekomsten av kambrosiluriska skifferbergarter.

Hur de naturliga grundämnena är fördelade i naturen är ofta en fråga om hur geologiska processer har format landskapet. I geokemiska kartor får man en överblick hur halten av olika grundämnen (metaller) varierar i terrängen. De geokemiska mönster som haltvariationen i olika provtyper bildar underlättar arbetet med att överblicka och tolka källorna till elementen och de processer de ingår i (Reimann m.fl. 1998).

En del av vattnets kretslopp går via mindre vattendrag, där mark- och grundvatten från jord och berggrund dräneras ut på sin väg till sjöar och hav. Bäckvattnets innehåll av ämnen blir en reflektion av den kemiska miljö som förekommer inom dess avrinningsområde. SGUs biogeokemiska



Markkarta med As i morän och sediment.
Vita områden = analysdata saknas.

Biogeokemisk karta med As i bäckvattenväxter.

kartor bygger på denna princip att mäta bäckvattnets kemi med hjälp av vattenlevande mossor och Carex-rötter för att indirekt kartlägga markens och bergets innehåll av lakbara ämnen (Res-sar m.fl. 1990). SGUs markgeokemiska kartor bygger på analys av minerogena jordprov från ca 1 meters djup. Vid miljöarbeten kan båda dessa kartläggningar ge värdefull information om hur metaller förekommer i naturen. Den markgeokemiska kartan visar vad som finns i mineraljorden (alven) medan den biogeokemiska kartan visar vad som lakas ut från berg och jordlager.

I kartbilderna över Västsverige kan man notera att arsenikhalterna i mark och vatten är relativt normala eller låga i jämförelse med övriga riket. Halter över medianvärdet förekommer i delar av kartans östra del, utefter kusten och runt Göta älvs dalgång. Stråket i kartans östra del överensstämmer väl med bl.a. uranets utbredning, se kartan för uran. Både uran och arsenik har också transporterats från kambrosilurbergen i nordöstra delen av kartområdet. Den biogeokemiska kartan visar förhöjda arsenikhalter i detta område, men än tydligare framkommer ett förhöjt stråk från Bollebygd söderut till Ätran. Någon känd berggrundsgeologisk förklaring till detta mönster saknas, men möjligen ger markkartan en förklaring. Markkartan är framställd med analysdata från de båda markgeokemiska As-kartorna på sidorna 25 och 26, dessutom inkluderas tidigare karterade områden. Markkartan baseras således på både morän- och sedimentprov beroende på vad som dominerar i landskapet där provtagningen gjordes. Arsenikdata från moränproven uppvisar mönster som kan härledas till kambrosilurbergarter, alltså med koppling till materialtransporten från nordost. Prover från sediment saknas i princip här, men i kustområdet och runt Göta älvs dalgång uppvisar sedimenten något högre arsenikhalter. Det fåtal sedimentprov som finns inom stråket Bollebygd–Ätran har något förhöjda halter, liksom moränen i samma områden. Det senare området, med det på den biogeokemiska kartan tydligt framträdande nord-sydliga arsenikstråket, sammanfaller med områden med låga pH-värden i både moräner och sediment. Man kan också notera från den topografiska kartan att terrängen inom stråket har påfallande stort inslag av våtmarker. Möjligen kan dikningar eller andra markberedningsinsatser ha medfört att arseniken har fått ökad möjlighet att lakas ut och därför framträder tydligt på biogeokemiska kartan trots att halterna i marken är blygsamma.

En lokal arsenikförhöjning i markkartan strax öster om Trollhättan har sin förklaring från kambrosilurbergen Halle- och Hunneberg som ligger strax intill. En likartad förhöjning uppträder i den biogeokemiska kartan, men något förskjuten mot väster. Den har sin förklaring från metallindustrin på Vargön. Den bäck som har högsta halten av arsenik avvattnar ett område där smältverket har sina slamdammar. Nedfall från rökavgaser och spridning av slagg kan ha medfört att närområdet runt industrin har fått förhöjda arsenikhalter i bäcksystemen. En likartad förhöjning av lokal karaktär uppträder ett par mil norr om Göteborg. Den framträder som en lokal föroreningskälla på biogeokemiska kartan, men även markkartan visar svagt förhöjda arsenikhalter inom motsvarande område. Man kan alltså inte bortse ifrån att geologin kan vara orsaken till denna lokala anomali.

I vissa regioner är en vanlig orsak till exponering för arsenik att dricksvattnet innehåller höga arsenikhalter. Sverige har ett gränsvärde på 10 mikrogram/liter för dricksvatten och undersökningar har visat att höga arsenikhalter i brunnsvatten till största delen kan härledas till geologiska faktorer (Berglund m.fl. 2005). Provtagningar av brunnsvatten inom Sverige har givit arsenikhalter uppåt 800 mikrogram/liter. I jämförelse med andra regioner i landet utgör kartområdet egentligen inte något riskområde vad avser arsenik i dricksvatten, men som visas ovan kan det ändå finnas risk för arsenikexponering.

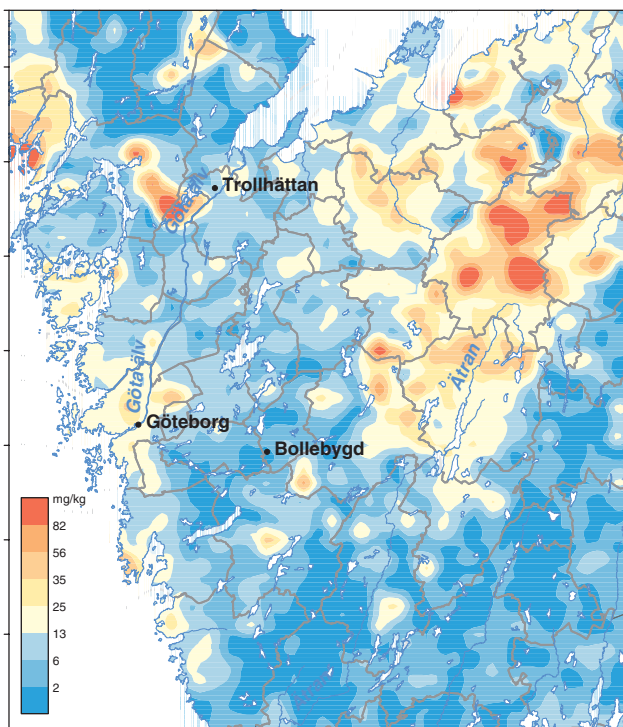
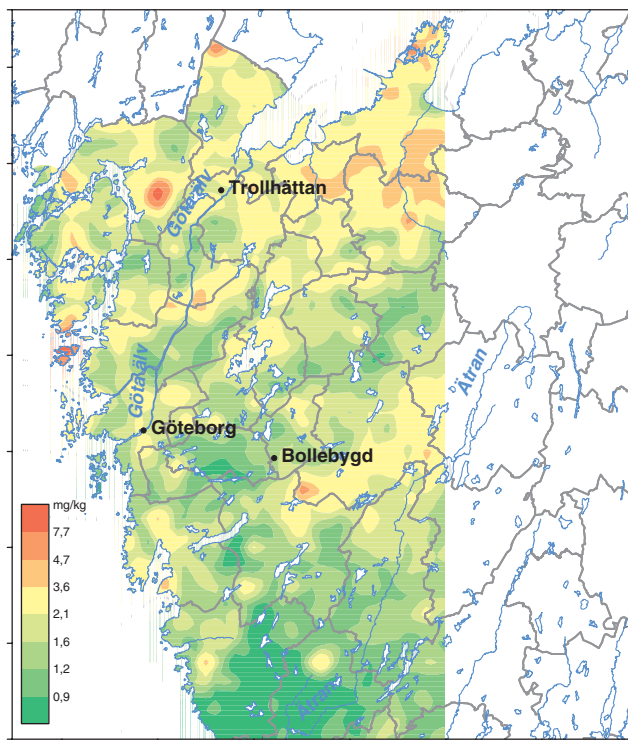
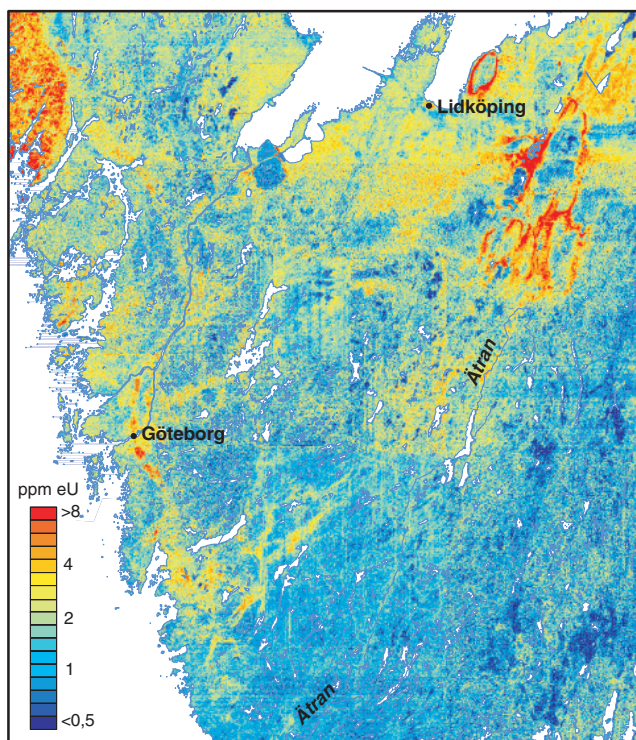
Uran i mark och vatten

Uran är ett grundämne som finns naturligt i miljön. Betraktar man kartorna över uranhalter i berg och jord finns trender som även kan följas i den biogeokemiska kartan. Låga halter framträder främst i de södra delarna av kartbilden med en svag zon mot norr och parallellt med kustlinjen. Förhöjda uranhalter uppträder i kartans centrala delar och i stråk med en sydvästlig riktning. Denna riktning överensstämmer i stora drag med inlandsisens framfart över regionen. Berggrund med känt förhöjt innehåll av uran är alunskiffer från kambrosilurbergen på Västgötaslätten och granitisk berggrund, exempelvis Bohusgranit och RA-granit. Eroderat material från kambrosilurbergen i nordöstra delen av kartområdet har transporterats med inlandsisen och blandats in i jordtäcket, och utbredningen kan ses som stråk i kartområdet. Stråken av uran framträder mer markant och sammanhängande i markkartan än i den biogeokemiska kartan. Förklaringen är bland annat att urans förmåga att lakas ur minskar då markens pH sjunker. Vid stigande pH i marken ökar däremot urans möjligheter att lakas ut. I praktiken innebär kalkning att uran ökar sin tillgänglighet för växtlighet och grundvatten, alltså en motsatt effekt gentemot många andra metaller såsom kadmium, bly och zink. Markens pH förklarar varför uranhalterna är lägre i bäcksystemen inom de centrala delarna av den biogeokemiska kartan. Det sammanfaller också med att landskapet får ett ökat inslag av skogsmark, jämfört med den nordöstra delen av kartområdet, där åkermarken är mer dominerande.

Delar av odlingslandskapet söder om Lidköping uppvisar enligt kartbilderna förhöjda uranhalter. Sannolikt har jordlagren (alven) även här påverkats av materialtransport från öster, med en inblandning av uranförande material från kambrosilurbergarter. Allmänt har åkermarken högre pH-nivåer än t.ex. skogsmarken, bl.a. beroende på de odlade sedimentens högre inslag av kalksten från platåbergen, men kanske också effekter av kalkning. Oavsett vilket gynnas uranets möjligheter att komma ut i bäcksystemen.

Utefter kusten förekommer ett smalt stråk av förhöjda uranhalter som överensstämmer väl med geofysiska data över markstrålningen. Vad som tydligt framträder i flygstrålningskartan är strålningen från berghällar och minerogena jordar, medan vatten helt släcker ut markstrålningen. Det uran som här framträder i mark och vatten har sitt ursprung från uran i den lokala berggrunden i regionen.

Uran är en metall som hösten 2005 ur hälsosynpunkt fick ett gränsvärde för dricksvatten på 15 mikrogram/liter. SGUs geokemiska kartor kan ge vägledning om var man kan finna riskområden med förhöjd uranhalt i brunnsvatten. Kartorna skall därför ses som ett verktyg



Uran i mark och vatten illustreras här av en flygstrålningskarta uppe till vänster, en markkarta till höger och en biogeokemisk karta till vänster. Flygstrålningskartan anger uranhalten omräknad från flygmätt gammastrålning från berg och jord. Markkartan visar uranhalten i morän och sediment analyserat med kemiska metoder. Biogeokemiska kartan visar uranförekomst i små vattendrag med hjälp av kemiska analyser av vattenlevande mossor och växtrötter.

för att rikta insatserna till de mest sannolika riskområdena. Även om det finns genomgående låga halter av uran i bäckvattenväxter i ett område är det inte säkert att vatten från brunnar alltid understiger gränsvärdet. Grundvatten i framför allt borrhade brunnar kan variera kemiskt över korta avstånd.

Radon förknippas ofta med uran eftersom radon ingår i sönderfallskedjan för uran, där bly är slutstationen. Erfarenheter har visat att hög radonhalt i dricksvatten inte alltid följs av hög uranhalt och vice versa. Däremot kan man säga att risken för att radon kan uppträda ökar om mark och berggrund innehåller uran.

Tätortsgeokemi

Geokemiska undersökningar i tätorter görs eftersom förutsättningar för metallinnehåll i mark och vatten inte bara är geologiskt relaterade och styrda av markprocesser utan också påverkade av antropogen aktivitet. Tätorter har under lång tid varit utsatta för diffusa föroreningar vilket kan ha gett en metallbelastning som överstiger metallbelastningen i omgivande landsbygd (Naturvårdsverket 1997). Internationellt har man gjort geokemiska undersökningar i tätorter allt sedan 90-talet och utöver att påvisa hur olika metallassociationer i yttjord avspeglar teknosfären (Peltola & Åström 2003) har man också påvisat att underlagets belastning av ett flertal metaller har antropogent påslag (Birke & Rauch 2000). Det har bland annat konstaterats att yttlig jord ofta har förhöjda halter av exempelvis Ag, As, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb och Sb och i underlaget eller alven har man påvisat högre innehåll av bland annat Cd, Cu, Hg, Pb, Sn och Zn. I urbana miljöer där metallrelaterade verksamheter bedrivits under lång tid kan alltså även de djupa jordproven vara påverkade av antropogena källor. En tätorts industriella och kommersiella uppbyggnad med olika verksamheter och historik får på ett eller annat sätt metaller att cirkulera i miljön och dessutom är den geologiska miljön olika för våra tätorter. Varje tätort är därmed unik och har unika bakgrunds nivåer av metaller.

SGU har tidigare genomfört tätortsundersökningar i Göteborg i samarbete med Göteborgs kommun (Selinus m.fl. 2001), i Västerås (Andersson 2004) och i Stockholm (pågår). Med markgeokemisk och biogeokemisk provtagning insamlas ett tillräckligt stort antal prover från olika provmedia som kompletterar varandra. Provtagningen görs dels i urban miljö, dvs. i den mest bebyggda delen av en tätort, dels i den rurala miljön i närområdet till tätorten för att kunna värdera geologins inverkan på metallhalterna.

Nedanstående summering av resultat från Göteborg utgår endast från markprover, dvs. yttlig jord och underliggande "vanliga" morän- och sedimentprover och som är analyserade med salpetersyralakning och ICP-MS.

Huvudsakligen läggs fokus på de metaller och metalloider som anses traditionella ur föroreningssynpunkt och där gränsvärden finns för indelning av tillstånd av förorenad mark (Naturvårdsverket 1999), men också på några av de "nya" metaller som föreslås ingå inom nationell miljöövervakning med tanke på deras höga föroreningsgrad eller toxicitet (Lithner & Holm 2003). Statistisk bearbetning har gjorts av Ag, As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl, V, W och Zn och belastningskoefficienter (BK) tagits fram. BK för en metall har definierats som kvoten mellan medianvärdet i urban miljö och medianvärdet i rural miljö (Pasiieczna 2003).

Resultaten från Göteborg visar att medianhalterna i yttlig jord av samtliga ovannämnda ämnen är högre i den urbana miljön jämfört med den rurala och har belastningskoefficienter >1,5. Djupa moränprover (endast 4 lokaler i den urbana miljön) har något högre halter av As och Cd och belastningskoefficienter >1,5 för Cd, Co, Tl och Zn. De djupa sedimentproverna har högre halter av Ag, As, Bi, Cd, Cu, Mo, Pb, Sn och Zn, och belastningskoefficienter >1,5 för Ag, As, Bi, Cd, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl och Zn.

Metallhalterna i Göteborg är dock tämligen låga, men det förekommer en del halter över KM-värdet: fyra lokaler med Cd i yttlig jord i urban miljö och en lokal i djupmorän i rural miljö, en lokal med Cu i djupsediment i urban miljö, en lokal med Ni i yttlig jord i urban miljö, fem lokaler med Pb i yttlig jord i urban miljö.

SUMMARY

In 1982 a national geochemical mapping programme based on the silt plus clay fraction (<0.063 mm) of till was initiated by the Geological Survey of Sweden. So far, including the present study, more than 190 000 square kilometres have been covered with systematic sampling in a wide net where one sample represents six square kilometres (equals 15 samples per 100 square kilometres).

The main objective of the programme is to quantify regional variations in glacial drift composition in order to provide data for use in environmental research, agriculture, forestry, veterinary and human medical research (medical geology) as well as mineral exploration. The objective includes the assessment of the sensitivity of the terrain to the effects of acid rain. For these purposes two sets of characteristics in glacial till are 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 sandy or sandy-silty till. Material extremely rich in gravel, sand or clay is avoided. Clays and to a minor extent silt and coarse sediments are also included in the sampling programme. A general sampling net is plotted in advance on topographic maps with maps of Quaternary geology as support, whereas the final location of the sample site is determined in the field. The samples are hand-dug and collected from the C-horizon about one metre below surface. 0.8 kg of till is collected from several parts of the pit, gravel-size particles are sorted out and the material is sealed in a plastic bag. After freeze-drying, the samples are sieved to <0.063 mm and analysed for trace, major and minor elements by X-ray fluorescence for total contents. Partial leaching in Aqua Regia and nitric acid (7M HNO_3) combined with ICP-MS is also used. Clays and other sediments are analysed on the <2 mm fraction, and only by means of partial leach and IPC-MS. Approximate calcium carbonate contents are determined by using hydrochloric acid. pH is determined in a suspended solution based on a two gram sample (<0.063 mm) in 10 ml distilled water.

Additional details regarding the geochemical mapping programmes at SGU are available from Lax & Selinus (2005).

The survey area of the present investigation covers a region in Västra Götaland, located in the western part of Sweden. The area encompasses approximately 6000 square kilometres. The bedrock is dominated by gneisses with subordinate rocks of mafic and granitic composition. A smaller part in the north-east is of Phanerozoic origin with sedimentary rocks like sandstones, mudstones, alum shales, and minor limestones mostly covered by dolerite.

Glacial drift covers approximately the south-eastern part of the investigated area. Lack of till is typical for the north-eastern and the southern parts of the area. In this region, more samples of other Quaternary deposits were collected.

The direction of ice flow usually displays a movement from the NE–ENE. The complex till stratigraphy is naturally a complicating factor when trying to interpret the influence of local bedrock on the geochemistry of the till cover. Some of the tills are however interpreted as fairly local, but the impact of Phanerozoic bedrock on till geochemistry is clearly discernible, thus showing that long range transport exists, at least in one part of the survey area.

In Gothenburg, samples of top soil, C-horizon in till and other sediments have been collected and analyzed for major and trace elements. The results indicate that anthropogenic activity in urban environments has produced elevated background levels of several of the studied metals in one or more sample media compared with the levels in rural environments. Enrichment coefficients (EC) for the metals are defined as ratios between median values of a metal in urban areas and median values of the same metal in rural areas.

Higher levels of metals occur in the top soil in the urban areas of Gothenburg than in the

rural areas, and have consequently been characterized as influenced by anthropogenic sources. Still, the levels of the metals are not considered to be particularly high. Till, and other sediments are also to some extent affected.

Till samples thus contain higher levels of As and Cd than expected given the geological prerequisites, and EC also exceeds 1.5 for Cd, Co, Tl, and Zn.

Other sediments contain higher levels of Ag, As, Bi, Cd, Cu, Mo, Pb, Sn, and Zn, and EC >1.5 for Ag, As, Bi, Cd, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl, and Zn.

The top soil samples contain higher levels of Ag, Bi, Cd, (Co), Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn and Zn, and EC exceeds 1.5 for Ag, As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Tl, W, and Zn.

REFERENSER

- Andersson, M., 2004: Geokemiska kartan. Markgeokemi. Metaller i morän och andra sediment i Västra Mälardalen med Västerås tätort. *Sveriges geologiska undersökning Gk4*, 121 s.
- Berglund, M., Ek, B.M., Thunholm, B. & Lax, K., 2005: Nationell kartläggning av arsenikhalt i brunnsvatten samt hälsoriskbedömning. *Resultatrapport till Naturvårdsverket 2005-06-10. Kontrakt nr 215049*.
- Birke, M. & Rauch, U., 2000: Urban Geochemistry: Investigations in the Berlin metropolitan area. *Environmental Geochemistry and Health* 22, 223–248.
- Ek, A., Löfgren, S., Bergholm, J. & Qvarfort, U., 2001: Environmental effects of one thousand years of copper production at Falun, central Sweden. *Ambio*. (30):2, 96–103.
- Fredén, C., 1988: Marine life and deglaciation of the Vänern basin southwestern Sweden, *Sveriges geologiska undersökning Ca 71*, 80 s.
- Fredén, C., 1997: Beskrivning till jordartskartan 7C Borås NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 114*, 66 s.
- Karppanen, H., 2002: Epidemiological studies on the relationship between magnesium intake and cardiovascular diseases, The Magnesium Web Site, w-ww.mgwater.com/estudies.shtml.
- Kurtio, P., Auvinen, A., Salonen, L., Saha, H., Pekkanen, J., Mäkeläinen, I., Väisänen, S., Penttilä, I. & Komulainen, H., 2002: Renal effects of uranium in drinking water. *Environmental Health Perspectives*, 110:4.
- Lax, K., 2005: Geokemiska kartan: markgeokemi. Markgeokemiska kartan i Västerbotten. *Sveriges geologiska undersökning Gk 7*, 63 s.
- Lax, K. & Selinus, O., 2005: Geochemical mapping of the Geological Survey of Sweden. *Geochemistry. Exploration, Environment, Analysis (November 2005)*, 5 (4), 337–346.
- Lithner & Holm, 2003, Nya metaller och föroreningar i svensk miljö. *Naturvårdsverket Rapport 5306*, 78 s.
- Munthe, H., 1903: Beskrifning till kartbladet Skara. *Sveriges geologiska undersökning Aa 116*, 66 s.
- Naturvårdsverket, 1997: Bakgrundshalter i mark. *Naturvårdsverket Rapport 4640*, 47 s.
- Naturvårdsverket, 1999: Metodik för inventering av Förorenade områden. *Naturvårdsverket Rapport 4918*, 150 s.
- Pasieczna, A., 2003: Atlas of urban soils contamination in Poland. *Panstwowy Instytut Geologiczny, Warszawa*, 83+105 s.
- Peltola, P. & Åström, M., 2003: Urban Geochemistry: A multimedia and multielement survey of a small town in northern Europe. *Environmental Geochemistry and Health* 25, 397–419.
- Pässe, T., 1998: Early Weichselian interstadial deposits within the drumlins at Skrea and Vinberg, southwestern Sweden. *GFF120*, 349–356.
- Reimann, C., Siewers, U., Tarvainen, T., Bityukova, L., Eriksson, J., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Lukashev, V., Matinian, N. & Pasieczna, A., 2003: Agricultural soils in northern Europe: A Geochemical Atlas. *Geologisches Jahrbuch Sonderhefte Reihe D Heft SD5*, 279 s.

- Reimann, C., Äyräs, M., Chekushin, V., Bogatyrev, I., Boyd, R., Caritat, P. De, Dutter, R., Finne, T.E., Halleraker, J.H., Jaeger, Ö., Kashulina, G., Lehto, O., Niskavaara, H., Pavlov, V., Räisänen, M.L., Strand, T. & Volden, T., 1998: Environmental geochemical Atlas of the central Barents region. *Geological Survey of Norway*, 745 s.
- Ressar, H., Ekelund, L. & Ohlsson, S.-Å., 1990: Biogeokemiska kartan. Tungmetaller i bäckvattenväxter. Området 8–10, A–D. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 63, 31 s.
- Salminen, R., Batista, M.J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, B., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P.J., Olsson, S.-Å., Ottesen, R.-T., Petersell, V., Plant, J.A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A. & Tarvainen, T., 2005: Geochemical atlas of Europe Part I. *Geological Survey of Finland*, 526 s.
- Selinus, O., Rundqvist, R. & Johansson, P., 2001. Göteborgsprojektet. Geokemi i Göteborgs kommun 2001, 34 s.
- Snäll, S. & Liljefors, T., 2000: Leachability of major elements from minerals in strong acids. *Journal of geochemical exploration* 71, 1–12.
- Sveriges Nationalatlas, 1994: Berg och Jord. *SNA*, 208 s.

Naturliga bakgrundshalter samt pH. Data från SGUs riksomfattande markgeokemiska kartering.

Indelning i percentiler p10–p99, p50=medianvärde

FINFRAKTION (<0,063 mm), MORÄN

Totalhalter (Röntgenfluorescens, XRF)

		p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99	n
Al ₂ O ₃	g/kg	117	128	136	144	157	164	180	24151
BaO	g/kg	0,45	0,52	0,581	0,67	0,79	0,85	1	24151
CaO	g/kg	13,3	18,9	21,6	24	28,8	32,4	43,4	24151
Fe ₂ O ₃	g/kg	24,9	31,2	36,7	43,1	53,9	59,3	71,7	24151
K ₂ O	g/kg	23,4	26,6	28,8	31,2	34,8	36,8	41	24151
MgO	g/kg	7,4	10,5	12,9	15,6	20,3	23,2	30,1	24151
MnO	g/kg	0,4	0,51	0,59	0,69	0,88	1,03	1,55	24151
Na ₂ O	g/kg	18,5	23,3	27	31,1	35,9	37,9	41,5	24151
P ₂ O ₅	g/kg	1,51	2,05	2,34	2,63	3,14	3,48	4,58	24151
SiO ₂ *	g/kg	670	700	717	733	757	767	792	24151
TiO ₂	g/kg	5,43	6,59	7,43	8,32	9,65	10,33	11,71	24151
As	mg/kg**	<10	<10	<10	11	16	20	32	24146
Cl	mg/kg	<50	<50	63	85	165	298	1140	24151
Co	mg/kg	13	16	19	22	28	31	38	24151
Cr	mg/kg	24	37	48	61	84	99	135	24151
Cu	mg/kg	6	10	14	19	29	35	55	24151
Mo	mg/kg	<2	<2	<2	2	2	3	7	24151
Ni	mg/kg	8	12	16	21	32	39	58	24151
Pb	mg/kg	17	20	22	25	31	36	57	24151
Rb	mg/kg	62	74	84	97	119	130	158	24151
S	mg/kg	102	122	151	202	360	502	1137	22890
Sr	mg/kg	110	148	174	196	249	277	329	24151
V	mg/kg	37	48	57	69	94	108	136	24151
Zn	mg/kg	30	41	50	61	81	92	132	24151
Zr	mg/kg	327	397	457	538	683	759	931	24151

*Beräknad SiO₂-halt

**Analysmetoden överskattar halter <30 mg/kg

Kungsvattenlakning med ICP-MS

		p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99	n
BaO	g/kg	0,018	0,029	0,039	0,051	0,076	0,093	0,141	5971
As	mg/kg	1,4	2,4	3,5	6,3	14,4	19,9	37,0	5971
Au	μ /kg	0,4	0,8	1,1	1,6	3,0	4,5	12,6	5971
Bi	mg/kg	0,03	0,06	0,09	0,14	0,28	0,38	0,87	5971
Cu	mg/kg	4,7	8,3	11,6	16,3	25,9	32,6	52,2	5971
Mo	mg/kg	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	1,4	2,9	4026
Sb	mg/kg	0,03	0,07	0,13	0,19	0,29	0,36	0,74	5971
Sn	mg/kg	<1	<1	<1	<1	1,26	1,5	2,0	5971

Naturliga bakgrundshalter samt pH. Data från SGUs riksomfattande markgeokemiska kartering.
Indelning i percentiler p10-p99, p50=medianvärde

FINFRAKTION (<0,063 mm), MORÄN

Salpetersyralakning (7M HNO₃) med ICP-MS

	p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99	n
Al ₂ O ₃ g/kg	9	13	16	21	30	37	53	8330
BaO g/kg	0,021	0,033	0,045	0,06	0,094	0,119	0,213	8328
CaO g/kg	2,3	3,4	4	4,6	5,8	6,8	112,4	8330
Fe ₂ O ₃ g/kg	9	13	17	22	33	41	58	8330
K ₂ O g/kg	0,5	0,9	1,3	1,8	2,7	3,5	5,6	8330
MgO g/kg	2,3	3,5	4,7	6,4	9,5	11,4	16,4	8330
MnO g/kg	0,13	0,18	0,24	0,33	0,57	0,76	1,31	8330
Na ₂ O g/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,3	0,4	8328
P ₂ O ₅ g/kg	1,2	1,7	2	2,3	2,8	3,1	4	8330
TiO ₂ g/kg	0,6	0,9	1,1	1,4	1,8	2,1	2,7	8330
Ag mg/kg*	0,023	0,033	0,041	0,052	0,073	0,087	0,126	3034
As mg/kg	0,9	2,0	3,7	6,8	14,7	20,7	42,2	8328
Be mg/kg	0,21	0,30	0,39	0,51	0,77	0,96	1,27	8328
Bi mg/kg	0,03	0,05	0,08	0,13	0,23	0,32	0,71	8328
Cd mg/kg	0,03	0,06	0,08	0,11	0,18	0,24	0,41	8328
Co mg/kg	2,3	3,7	5,1	6,9	10,1	11,9	16,6	8328
Cr mg/kg	5,5	8,8	12,4	17,2	27,6	33,8	48,8	8328
Cu mg/kg	4,9	8,4	12	17,1	26,7	33,3	54,1	8328
La mg/kg	13,9	17,5	20,8	25,2	35,6	43,4	64,5	8328
Li mg/kg	4,1	6,6	9,4	13,2	19,5	23,3	34,5	8328
Mo mg/kg	0,14	0,22	0,32	0,5	1,03	1,63	5,77	8328
Ni mg/kg	3,4	5,9	8,5	13,1	24,1	30,3	48,1	8328
Pb mg/kg	3,4	5	7,2	10,5	17,5	22,1	43,4	8328
Rb mg/kg	5,5	9,1	12,7	17,2	25,5	30,6	46,3	8328
Sb mg/kg**	0,004	0,008	0,011	0,018	0,028	0,032	0,058	7770
Se mg/kg*	0,10	0,15	0,20	0,28	0,47	0,59	0,95	8328
Sn mg/kg*	0,17	0,28	0,30	0,40	0,50	0,60	1,00	8328
Sr mg/kg	6,4	9,0	11,2	13,9	20,2	24,9	178,2	8328
Th mg/kg	4,3	5,7	7,1	8,9	12,5	14,7	21,3	5877
Tl mg/kg	0,05	0,08	0,13	0,20	0,31	0,38	0,63	8328
U mg/kg	0,9	1,2	1,5	1,9	3,1	4,2	7,2	8328
V mg/kg	9,6	14,5	19,0	24,7	34,2	39,4	54,4	8328
W mg/kg*	0,039	0,062	0,101	0,160	0,258	0,331	0,550	3034
Y mg/kg	7,8	10,0	12,0	14,6	20,6	25,5	40,2	8328
Zn mg/kg	14,2	22,4	32,2	44,1	65,0	77,8	117,9	8328
Zr mg/kg**	5,1	8,2	10,8	13,8	19,4	23,3	32,0	8328

* Låg kvalitet på låga nivåer

** Genomgående låg analyskvalitet

morän	fasta klassgränser							n
pH	4,6	5	5,5	6	6,5	7	7,5	5578

Naturliga bakgrundshalter samt pH. Data från SGUs riksomfattande markgeokemiska kartering.
Indelning i percentiler p10-p99, p50=medianvärde

SEDIMENT (<2 mm), dominans av leror

Salpetersyralakning (7M HNO₃) med ICP-MS

	p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99	n
Al ₂ O ₃ g/kg	12,4	22,9	30,7	36,2	43,7	47,9	56,2	544
BaO g/kg	0,03	0,07	0,09	0,11	0,15	0,18	0,23	544
CaO g/kg	1,9	3,7	5	6,2	7,5	8,6	51,7	544
Fe ₂ O ₃ g/kg	14,7	28,1	37,3	43,9	52,9	56,5	66,4	544
K ₂ O g/kg	1,4	3,1	4,5	5,6	7,1	7,7	8,8	544
MgO g/kg	4,1	7,6	10,8	13	16	17,1	20,3	544
MnO g/kg	0,17	0,34	0,52	0,67	0,9	0,99	1,29	544
Na ₂ O g/kg	0,11	0,24	0,34	0,44	0,62	0,78	1,46	544
P ₂ O ₅ g/kg	0,7	1	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	544
TiO ₂ g/kg	0,6	1	1,4	1,7	2,1	2,2	2,5	544
Ag mg/kg*	0,04	0,07	0,09	0,12	0,18	0,20	0,22	544
As mg/kg	1,2	2,3	3,8	5,4	8,3	9,7	13,1	544
Be mg/kg	0,31	0,68	0,90	1,14	1,55	1,70	1,90	544
Bi mg/kg	0,07	0,13	0,17	0,24	0,49	0,52	0,58	544
Cd mg/kg	0,03	0,05	0,06	0,10	0,17	0,20	0,30	544
Co mg/kg	3,6	6,8	9,7	12,2	15,7	17,4	19,4	544
Cr mg/kg	9,6	17,3	22,9	30,2	44,0	52,9	60,2	544
Cu mg/kg	6,4	11,8	14,9	19,3	28,1	34,1	43,2	544
La mg/kg	16,1	31,5	42,9	52,1	61,7	66,9	84,7	544
Li mg/kg	7,4	14,0	18,7	23,0	31,9	38,4	44,7	544
Mo mg/kg	0,14	0,24	0,34	0,54	1,45	2,34	6,57	544
Ni mg/kg	5,9	11,2	16,0	20,0	29,6	34,9	41,7	544
Pb mg/kg	4,3	8,7	11,2	14,8	22,2	24,2	27,9	544
Rb mg/kg	14,3	32,3	45,1	57,2	69,0	74,8	82,7	544
Se mg/kg*	0,11	0,22	0,27	0,33	0,48	0,60	1,84	544
Sn mg/kg*	0,12	0,19	0,25	0,32	0,39	0,43	0,57	544
Sr mg/kg	8,3	16,7	24,0	30,1	38,2	42,8	127,6	544
Th mg/kg	5,8	9,4	11,9	14,3	19,0	20,8	27,0	544
Tl mg/kg	0,11	0,21	0,28	0,34	0,44	0,48	0,58	544
U mg/kg	1,1	1,8	2,4	3,3	5,1	6,2	8,8	544
V mg/kg	17,6	32,8	40,6	48,6	59,2	64,7	73,0	544
W mg/kg*	0,02	0,03	0,04	0,06	0,10	0,17	0,28	544
Y mg/kg	8,0	17,2	23,2	28,5	35,4	38,8	47,7	544
Zn mg/kg	22,9	46,9	62,3	74,8	102,7	112,2	129,3	544
Zr mg/kg**	5,9	11,3	14,8	19,0	30,3	33,9	38,1	544

* Låg kvalitet på låga nivåer

** Genomgående låg analyskvalitet

sediment	fasta klassgränser							n
pH	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	509

Projektområde Östra göteborg
 Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm
 n=910
 Ag, W:780 st, Au, Bi, Sb, Sn: 883 st
 Indelning enligt percentiler p10 – p99, p50=medianvärde
 Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde	15				0,4	30,0	120	100				35	80	
10	0,02	0,7	0,21	0,04	0,04	2,3	4,1	6,2	12,0	2,7	0,2	4,0	3,5	4,9
30	0,03	1,3	0,28	0,05	0,05	3,5	5,9	9,9	16,0	4,2	0,4	5,8	4,6	7,8
50	0,03	1,9	0,34	0,07	0,06	4,8	8,0	14,0	19,0	5,5	0,5	7,8	5,5	10,7
70	0,04	2,9	0,42	0,08	0,08	6,2	10,7	18,9	24,0	7,7	0,7	10,4	6,7	14,9
90	0,06	6,1	0,57	0,12	0,11	8,8	16,7	29,6	34,0	12,0	1,3	16,0	9,3	25,1
95	0,07	7,9	0,70	0,15	0,14	10,6	22,3	37,8	40,6	15,2	1,7	20,1	10,9	32,1
99	0,10	11,5	1,08	0,22	0,19	15,9	35,0	53,0	57,8	23,1	2,9	27,2	18,6	50,3
max	0,18	16,8	1,80	3,08	0,50	27,5	77,9	152,8	207,1	64,3	8,8	81,3	55,9	66,2

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg				
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	Au, ppb	Bi	Sb	Sn
KM-värde							120			350				
10	0,2	0,1	3,9	4,4	0,06	0,8	12,6	0,04	6,4	15,0	0,0	0,05	0,03	0,6
30	0,3	0,2	4,9	5,9	0,10	1,1	17,4	0,05	8,4	20,5	0,2	0,06	0,05	0,7
50	0,4	0,3	5,8	7,0	0,14	1,3	21,7	0,06	10,2	27,0	0,5	0,08	0,06	0,8
70	0,5	0,4	6,9	8,5	0,20	1,8	27,5	0,08	12,7	34,2	0,7	0,10	0,09	0,9
90	0,8	0,4	9,1	11,8	0,36	2,6	37,3	0,15	17,8	47,9	1,5	0,13	0,19	1,1
95	0,9	0,5	10,7	14,4	0,46	3,3	43,3	0,24	21,8	59,2	2,1	0,15	0,27	1,3
99	1,6	0,7	14,0	19,1	0,62	5,2	57,9	0,44	34,9	81,0	5,1	0,22	0,36	1,7
max	26,1	2,1	21,3	31,8	1,53	10,6	81,1	1,60	142,9	127,8	34,6	3,05	0,55	3,2

Salpetersyralakning med ICP-MS, g/kg										pH	
	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	n=640
10	11,1	0,02	1,7	10,7	0,5	2,2	0,1	0,1	0,9	0,9	4,7
30	14,7	0,03	2,6	14,3	0,8	3,1	0,2	0,1	1,5	1,3	4,9
50	18,4	0,04	3,3	17,4	1,2	4,0	0,3	0,2	1,9	1,5	5,0
70	22,5	0,05	4,1	21,6	1,6	5,4	0,5	0,2	2,3	1,9	5,2
90	31,1	0,08	5,1	28,5	2,9	8,0	0,8	0,3	2,8	2,4	5,7
95	37,3	0,10	5,6	33,1	3,7	10,0	1,0	0,3	3,2	2,6	5,9
99	53,0	0,15	6,8	45,5	5,5	13,5	1,6	0,4	4,1	3,7	6,6
max	106,3	0,23	10,5	84,5	8,9	18,1	4,2	0,5	9,1	4,3	6,8

Projektområde Östra Göteborg

n=912

Bakgrundshalter i moräners finfraktion (<0,06 mm)

Indelning enligt percentiler p10 – p99, p50=medianvärde

Totalhalter (Röntgenfluorescens, XRF) , g/kg											
	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂
p10	105	0,5	14	28	22	8	0,5	17	1,3	536	5,1
p30	117	0,6	18	34	25	10	0,6	21	1,9	593	6,0
p50	125	0,7	21	39	27	12	0,8	23	2,3	633	6,7
p70	134	0,8	24	44	29	15	0,9	26	2,7	667	7,4
p90	147	0,9	29	53	32	19	1,2	31	3,2	713	8,5
p95	155	1,0	31	59	34	22	1,5	33	3,7	735	9,2
p99	164	1,1	35	74	37	30	2,3	36	5,0	763	10,9
max	178	1,5	42	104	40	38	6,8	41	11,0	832	19,2

Totalhalter (Röntgenfluorescens, XRF) , mg/kg														
	As	Cl	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Rb	S	Sr	V	Zn	Zr
p10	<10	77	7	25	7	<2	8	19	62	125	135	45	33	454
p30	<10	113	10	33	12	<2	12	23	73	186	163	59	40	543
p50	<10	147	13	39	16	<2	15	25	80	250	183	69	48	608
p70	<10	191	17	46	23	<2	19	27	88	364	213	82	57	681
p90	11	306	25	66	36	2	26	31	103	678	251	102	76	806
p95	12	399	28	74	43	3	32	33	113	922	268	116	87	892
p99	16	650	38	107	72	6	46	41	136	1549	300	142	117	1151
max	19	2707	47	205	151	10	115	94	168	4423	364	182	194	2243

Projektområde Östra Göteborg

n=483

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment (<2 mm)

Indelning enligt percentiler p10 – p99, p50=medianvärde

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
10	0,02	0,8	0,2	0,04	0,02	1,9	4,1	4,0	11,3	3,9	0,2	3,1	2,6
30	0,05	2,1	0,7	0,11	0,04	5,9	12,9	10,2	28,0	10,6	0,3	8,9	8,0
50	0,08	3,2	0,9	0,17	0,07	8,9	17,4	14,2	41,3	15,8	0,4	13,8	10,9
70	0,10	4,4	1,1	0,20	0,08	10,8	20,6	16,9	49,5	19,2	0,6	17,2	12,7
90	0,13	7,1	1,3	0,24	0,12	13,0	29,4	20,4	58,5	23,6	1,3	23,3	15,2
95	0,14	8,2	1,4	0,29	0,15	14,1	33,3	22,8	64,0	26,6	1,8	25,6	17,6
99	0,17	10,7	1,8	0,41	0,33	17,7	39,6	27,3	77,2	31,4	9,8	30,5	21,6
max	0,18	13,2	2,3	0,55	0,97	20,8	53,9	271,1	95,4	45,4	15,4	40,6	56,8

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120,00			350,00	n=465
10	6,2	0,13	0,08	3,2	3,3	0,07	0,8	10,8	0,02	5,4	13,5	5,1
30	29,1	0,21	0,15	15,0	7,9	0,23	1,5	27,9	0,03	15,0	39,4	6,1
50	43,1	0,27	0,25	22,8	10,5	0,33	2,3	39,1	0,04	21,8	56,7	6,7
70	53,6	0,33	0,33	29,7	12,4	0,38	3,2	45,6	0,05	26,6	65,4	7,1
90	62,4	0,42	0,40	36,1	14,4	0,47	4,5	53,4	0,06	31,8	74,7	7,7
95	65,7	0,54	0,42	38,8	15,9	0,51	5,1	56,4	0,07	34,6	79,4	8,0
99	77,6	1,10	0,46	80,3	19,1	0,63	6,8	64,7	0,14	41,4	105,2	8,3
max	98,7	1,69	1,34	146,7	30,3	0,72	13,3	70,8	0,31	59,3	141,4	8,6

Salpetersyralakning med ICP-MS, g/kg

	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂
10	7,4	0,02	1,4	8,8	0,5	2,2	0,1	0,1	0,7	0,4
30	21,6	0,06	3,4	26,1	3,0	6,8	0,3	0,2	1,1	0,8
50	29,4	0,09	5,4	37,8	4,9	10,7	0,6	0,3	1,4	1,3
70	33,5	0,11	6,5	43,4	6,1	12,5	0,8	0,4	1,5	1,8
90	38,5	0,14	7,8	49,0	7,2	14,5	1,2	0,6	1,7	2,1
95	43,2	0,15	9,2	52,2	7,7	15,8	1,4	0,7	1,8	2,2
99	51,3	0,20	38,4	55,3	9,0	18,0	2,0	1,1	2,0	2,5
max	74,0	0,25	60,9	62,4	14,6	21,6	3,4	1,4	3,5	2,7

Alingsås kommun

n=68

Bakgrundshalter och pH i morän < 0.063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,020	0,8	0,23	0,05	0,03	2,2	6,2	5,7	10,0	4,0	0,24	4,2	4,0	6,1
p30	0,025	1,2	0,28	0,06	0,04	3,1	8,0	7,5	14,0	5,8	0,36	5,6	4,9	9,0
p50	0,031	1,6	0,35	0,07	0,05	4,7	11,1	11,0	17,0	8,1	0,50	7,6	5,7	11,4
p70	0,039	2,0	0,46	0,09	0,07	6,2	13,6	15,2	20,3	10,7	0,63	10,1	6,9	20,7
p90	0,055	2,7	0,58	0,11	0,09	8,2	19,6	29,2	31,3	13,8	0,98	14,9	9,0	29,0
p95	0,060	3,0	0,70	0,14	0,10	9,8	28,3	37,4	46,0	15,7	1,08	19,4	9,8	38,0
p99	0,085	3,7	0,84	0,17	0,15	14,7	53,9	43,3	56,7	19,3	1,63	44,1	21,2	48,5
max	0,091	3,7	0,92	0,19	0,23	19,5	77,9	44,1	60,0	23,1	1,92	81,3	36,7	57,0

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
KM-värde							120			350
p10	0,17	0,2	3,5	4,9	0,07	1,0	13,3	0,032	5,0	13,6
p30	0,29	0,2	4,9	6,0	0,10	1,2	17,0	0,057	7,5	18,8
p50	0,38	0,3	5,4	6,9	0,14	1,4	21,8	0,071	8,8	23,0
p70	0,52	0,4	7,1	8,5	0,18	1,7	24,8	0,088	10,9	35,6
p90	0,68	0,5	10,2	12,4	0,25	3,2	33,3	0,127	15,3	46,4
p95	0,78	0,6	11,7	14,3	0,32	4,3	36,7	0,164	22,0	56,5
p99	0,97	0,7	12,5	19,0	0,35	5,3	45,8	0,327	31,4	68,4
max	0,98	0,7	12,7	21,0	0,41	5,6	48,7	0,397	34,9	75,0

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0	0,05	0,03	0,6	4,7
p30	0,2	0,07	0,04	0,8	4,9
p50	0,4	0,09	0,05	0,9	5,0
p70	0,6	0,11	0,06	1,1	5,1
p90	0,8	0,13	0,09	1,3	5,5
p95	0,9	0,16	0,09	1,4	5,6
p99	1	0,19	0,13	1,6	6,1
max	1	0,20	0,13	1,6	6,6

Alingsås kommun

n=17

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment (<2 mm)

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,081	1,5	0,76	0,12	0,04	8,2	11,4	9,3	40,1	10,3	0,26	9,6	8,1
p30	0,090	2,4	0,96	0,15	0,06	9,9	16,7	14,3	48,2	15,0	0,40	13,7	10,1
p50	0,096	2,7	1,04	0,16	0,08	10,5	20,6	15,7	55,0	16,9	0,55	15,2	10,9
p70	0,100	3,4	1,15	0,17	0,09	11,4	21,2	16,8	63,0	19,1	0,95	15,7	11,6
p90	0,121	6,2	1,23	0,18	0,11	12,6	24,1	18,9	72,2	20,9	1,26	18,1	12,2
p95	0,128	8,1	1,31	0,20	0,12	14,5	26,0	19,0	76,4	21,5	1,37	18,9	12,3
p99	0,133	11,1	1,35	0,20	0,12	18,3	29,5	19,1	84,1	23,3	1,38	19,8	12,8
max	0,134	11,9	1,36	0,20	0,12	19,2	30,4	19,2	86,0	23,7	1,39	20,0	12,9

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120,00			350,00	
p10	35,2	0,18	0,2	16,7	8,6	0,27	2,0	30,9	0,031	20,4	42,9	5,3
p30	56,8	0,23	0,3	19,0	10,4	0,37	2,2	41,1	0,033	24,5	63,3	5,9
p50	62,7	0,27	0,3	24,0	11,5	0,40	2,4	46,6	0,038	26,7	71,7	6,6
p70	64,4	0,28	0,4	30,6	12,5	0,43	2,7	50,4	0,039	32,4	74,4	6,7
p90	69,5	0,31	0,4	34,1	13,7	0,50	3,3	56,9	0,042	39,0	77,3	6,9
p95	71,3	0,33	0,4	35,5	13,9	0,51	3,7	60,0	0,042	40,5	79,3	7,1
p99	76,2	0,35	0,4	37,9	14,3	0,52	4,2	60,9	0,043	42,1	81,3	7,2
max	77,4	0,35	0,5	38,5	14,4	0,52	4,4	61,2	0,043	42,5	81,8	7,2

Bollebygds kommun

n=47

Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,019	1,0	0,20	0,03	0,04	2,6	4,5	8,2	14,6	2,4	0,29	4,2	3,3	3,8
p30	0,023	1,4	0,28	0,04	0,05	3,6	6,0	11,9	17,1	4,4	0,39	5,9	4,5	5,7
p50	0,028	1,8	0,33	0,05	0,06	5,3	7,6	15,2	19,7	5,7	0,49	7,9	5,3	9,3
p70	0,033	2,6	0,38	0,05	0,07	6,4	9,5	20,0	25,0	7,2	0,55	9,6	5,9	12,8
p90	0,039	3,5	0,50	0,07	0,08	7,9	13,6	29,4	33,0	9,2	0,70	10,6	9,4	20,0
p95	0,047	4,6	0,55	0,08	0,09	9,2	16,0	34,6	37,4	10,5	0,89	11,6	10,7	22,2
p99	0,079	5,5	0,62	0,08	0,10	11,0	21,7	44,7	42,7	12,3	0,98	15,9	11,4	24,9
max	0,089	5,6	0,67	0,08	0,10	11,1	25,6	49,1	44,9	12,5	1,02	16,0	11,6	27,0

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>							120			350
p10	0,21	0,2	4,4	5,0	0,05	0,9	13,0	0,038	8,2	13,3
p30	0,27	0,3	4,9	7,3	0,10	1,2	19,4	0,049	9,6	19,3
p50	0,33	0,4	5,5	9,0	0,12	1,3	21,7	0,055	10,8	25,7
p70	0,41	0,4	6,7	10,4	0,15	1,7	25,5	0,063	12,9	34,0
p90	0,53	0,5	7,7	14,5	0,22	2,3	32,3	0,085	15,4	41,6
p95	0,60	0,5	8,6	16,0	0,25	2,8	35,0	0,092	16,6	44,1
p99	0,79	0,6	10,0	17,5	0,30	3,6	38,6	0,137	20,7	47,4
max	0,80	0,7	10,4	17,7	0,30	3,7	41,2	0,173	22,8	49,0

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					pH
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	
p10	0,1	0,04	0,03	0,6	4,9
p30	0,4	0,05	0,04	0,7	5,0
p50	0,6	0,05	0,05	0,7	5,1
p70	0,7	0,06	0,07	0,8	5,4
p90	0,9	0,07	0,10	1,0	5,6
p95	1,1	0,08	0,11	1,1	5,7
p99	2,3	0,08	0,13	1,3	6,0
max	3,2	0,08	0,14	1,4	6,0

Bollebygds kommun

n=2

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment (<2 mm)

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS													
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
min	0,027	1,5	0,11	0,04	0,07	2,1	5,0	11,9	14,5	3,9	0,76	3,7	3,0
max	0,068	4,1	1,12	0,14	0,09	12,2	20,9	22,7	50,6	15,4	1,98	20,0	10,8

Salpetersyralakning med ICP-MS												pH
	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	
<i>KM-värde</i>								120,00			350,00	
min	6,1	0,25	0,2	2,9	4,6	0,13	2,2	13,5	0,0	7,6	13,8	3,3
max	49,4	0,31	0,3	21,1	12,9	0,54	5,4	47,7	0,0	27,5	59,7	6,1

Borås kommun
n=159
Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm
Ag, W: n=127
Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,023	2,3	0,23	0,05	0,05	2,9	4,7	9,4	13,5	3,1	0,48	5,6	4,3	6,1
p30	0,030	3,9	0,29	0,06	0,07	4,4	6,5	15,1	17,1	4,3	0,71	8,3	5,3	8,5
p50	0,035	4,8	0,36	0,07	0,09	5,7	8,4	20,0	20,5	5,2	0,89	11,5	6,6	11,3
p70	0,042	6,8	0,42	0,09	0,11	7,4	11,0	25,6	24,9	6,7	1,15	14,9	7,5	15,0
p90	0,064	8,9	0,56	0,12	0,16	9,9	15,7	40,2	36,7	9,4	1,60	21,4	9,6	22,4
p95	0,072	10,5	0,60	0,13	0,18	12,8	18,8	48,0	47,3	10,4	1,80	23,2	11,1	26,8
p99	0,118	13,3	0,76	0,16	0,20	15,9	25,7	84,6	56,9	12,0	3,19	29,6	18,6	46,7
max	0,158	16,8	1,06	3,08	0,25	19,0	35,7	152,8	207,1	23,0	5,17	31,2	25,4	52,3

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>							120			350
p10	0,19	0,2	4,1	5,0	0,11	1,1	14,5	0,037	7,3	17,8
p30	0,27	0,3	5,1	6,3	0,17	1,6	19,6	0,045	10,2	24,7
p50	0,36	0,3	5,9	7,6	0,26	1,9	24,0	0,052	11,9	29,7
p70	0,49	0,4	6,8	9,2	0,36	2,3	30,9	0,063	15,0	37,5
p90	0,66	0,5	9,1	11,9	0,52	3,0	40,9	0,083	21,4	51,0
p95	0,77	0,5	10,6	14,5	0,58	3,9	44,9	0,097	25,7	60,0
p99	1,07	0,7	12,2	20,4	0,74	6,3	63,9	0,135	42,2	90,6
max	1,57	1,8	13,9	22,1	0,96	8,8	71,7	0,171	142,9	127,8

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					pH
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	n=65
p10	0,2	0,06	0,07	0,6	4,8
p30	0,4	0,07	0,11	0,7	4,9
p50	0,6	0,08	0,15	0,8	5,1
p70	0,9	0,10	0,21	0,9	5,2
p90	1,7	0,13	0,31	1,1	5,8
p95	2,3	0,14	0,34	1,2	6,2
p99	3,956	0,17	0,40	2,1	6,8
max	7,2	3,05	0,43	3,2	6,8

Essungas kommun

n=4

Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
min	0,037	0,8	0,38	0,08	0,03	2,9	6,9	5	13,0	6,5	0,16	4,5	5,1	11,8
	0,038	1,9	0,41	0,1	0,05	3,9	8,7	11,4	13,8	9,6	0,40	6	5,5	19,4
	0,048	4,2	0,43	0,12	0,06	4,0	10,4	13,6	20,8	11,8	0,98	7,7	7,3	19,5
max	0,050	6,0	0,72	0,15	0,08	13,2	11,8	21,4	31,0	12,2	1,26	10,3	9,7	22,4

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
KM-värde							120			350
min	0,10	0,2	4,2	5,8	0,11	1,4	17,3	0,013	6,4	24,9
	0,36	0,3	5,9	9,2	0,17	1,7	18,1	0,057	6,5	25,4
	0,52	0,4	6,8	9,9	0,18	2,7	27,4	0,077	9,2	26,3
max	0,70	0,4	11,5	17,2	0,21	2,7	28,7	0,117	16,7	35,1

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					pH
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	n=3
min	0,3	0,08	0,04	0,7	4,6
	0,3	0,10	0,07	0,8	4,8
	0,3	0,14	0,10	1,1	
max	0,5	0,16	0,12	1,4	5,4

Essungas kommun

n=29

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment (<2 mm)

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS													
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
KM-värde		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,019	1,2	0,16	0,05	0,02	1,6	3,0	3,6	11,8	2,6	0,22	2,8	2,5
p30	0,041	1,8	0,37	0,07	0,03	2,8	6,5	5,3	21,7	4,8	0,31	4,3	4,3
p50	0,051	2,5	0,64	0,13	0,04	5,7	11,2	10,1	34,0	9,4	0,38	8,2	7,9
p70	0,090	3,3	0,95	0,17	0,06	9,8	17,1	14,6	49,6	16,0	0,52	13,5	11,2
p90	0,108	4,4	1,22	0,21	0,09	11,6	20,7	17,7	63,8	19,7	0,69	15,8	13,5
p95	0,124	4,9	1,39	0,22	0,10	14,0	21,8	17,8	67,5	21,3	0,95	17,6	14,2
p99	0,139	6,6	1,55	0,23	0,10	18,8	24,7	19,3	69,6	22,6	1,11	18,2	14,7
max	0,143	7,2	1,58	0,23	0,10	20,0	25,7	19,8	70,0	23,0	1,15	18,3	14,8

Salpetersyralakning med ICP-MS												
	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
KM-värde	120,00							350,00				
p10	5,0	0,13	0,1	3,3	3,5	0,07	1,1	8,4	0,026	5,7	11,7	5,3
p30	16,0	0,17	0,2	6,9	5,0	0,16	1,4	17,7	0,031	10,3	17,8	5,7
p50	31,3	0,23	0,2	14,7	8,9	0,26	2,5	29,9	0,038	14,5	35,9	6,1
p70	52,9	0,26	0,3	23,5	11,5	0,39	2,9	44,7	0,049	25,3	59,2	6,7
p90	63,9	0,34	0,4	32,7	14,3	0,43	3,5	52,9	0,062	31,9	70,2	7,1
p95	65,8	0,40	0,4	33,0	14,8	0,45	3,6	56,3	0,086	34,5	72,6	7,2
p99	66,5	0,46	0,4	36,0	15,7	0,45	3,8	58,5	0,125	38,4	78,8	7,3
max	66,6	0,47	0,4	37,1	16,0	0,45	3,9	58,7	0,137	39,4	80,6	7,3

Grästorps kommun

n=2

Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
min	0,025	0,8	0,25	0,11	0,06	2,8	4,5	9,9	17,3	3,8	0,17	3,8	5,0	6,1
max	0,042	1,1	0,39	0,11	0,03	11	18	18,4	8,8	16	0,51	22	6,0	16,8

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
KM-värde							120			350
min	0,26	0,2	9,7	6,9	0,06	1,2	10	0,097	9,4	15,6
max	0,45	0,2	11,5	5,2	0,18	1,3	47,6	0,032	4,3	36,3

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					pH				
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn					
min	0,3	0,11	0,04	0,6		5,2			
max	0,5	0,12	0,14	1,0		6,4			

Grästorps kommun

n=39

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS													
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
KM-värde		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,067	2,1	0,71	0,13	0,03	5,9	12,8	12,8	38,0	11,1	0,21	8,5	8,0
p30	0,095	4,0	1,00	0,19	0,06	9,3	17,2	14,1	46,6	17,4	0,36	13,9	11,9
p50	0,105	4,8	1,10	0,21	0,08	10,5	19,1	16,0	49,4	19,6	0,42	15,1	12,8
p70	0,112	5,9	1,21	0,23	0,09	11,3	20,2	17,1	53,3	21,6	0,55	16,8	13,8
p90	0,124	6,6	1,32	0,26	0,11	12,4	24,9	19,8	57,9	23,5	0,88	20,8	15,3
p95	0,176	7,1	1,51	0,33	0,12	13,2	30,5	22,7	60,0	26,5	1,38	21,8	18,1
p99	0,179	7,5	1,55	0,41	0,13	15,9	32,7	26,1	61,2	32,0	1,52	23,3	19,4
max	0,180	7,7	1,55	0,43	0,13	17,4	32,8	27,1	61,6	34,3	1,55	23,7	19,6

Salpetersyralakning med ICP-MS												pH	
	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn		
KM-värde								120,00			350,00		
p10	32,8	0,24	0,3	21,9	8,7	0,24	2,2	31,0	0,033	20,7	35,2		6,7
p30	50,7	0,30	0,3	29,0	12,1	0,36	2,8	43,8	0,037	24,5	60,9		7,0
p50	56,8	0,34	0,4	32,4	12,9	0,37	3,3	49,3	0,042	26,3	66,1		7,2
p70	60,6	0,36	0,4	34,8	13,9	0,39	3,8	52,3	0,046	29,6	69,1		7,4
p90	64,8	0,38	0,4	38,5	14,8	0,42	4,4	56,5	0,063	32,7	73,5		7,6
p95	66,3	0,41	0,4	41,8	15,3	0,43	5,0	58,1	0,083	34,1	77,7		7,8
p99	67,0	0,43	0,4	43,3	17,9	0,46	5,5	61,4	0,228	36,3	79,3		8,2
max	67,2	0,43	0,4	44,1	18,7	0,48	5,6	62,1	0,312	37,1	80,3		8,3

Herrljungas kommun

n=70

Bakgrundshalter (och pH i morän (<0,063 mm)

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,023	1,5	0,23	0,05	0,05	2,0	2,8	4,5	11,0	2,5	0,34	3,9	3,9	5,6
p30	0,032	2,3	0,28	0,06	0,06	2,7	4,2	7,2	16,0	3,5	0,51	5,3	5,2	8,2
p50	0,037	3,1	0,33	0,07	0,07	3,2	5,3	9,5	18,0	4,5	0,66	6,5	6,1	10,0
p70	0,049	4,4	0,40	0,08	0,09	4,4	7,2	13,5	24,0	5,9	0,93	8,5	6,8	13,3
p90	0,059	6,1	0,53	0,10	0,12	7,0	8,7	26,0	35,5	10,8	1,57	14,3	10,5	20,8
p95	0,071	7,4	0,67	0,11	0,14	9,1	18,4	31,0	46,8	16,2	1,91	16,5	12,1	31,7
p99	0,099	8,2	0,87	0,18	0,18	14,4	31,0	40,7	63,7	23,9	2,23	22,3	47,3	43,5
max	0,110	8,6	0,97	0,22	0,20	14,7	48,0	46,4	92,0	25,2	2,45	26,6	55,9	49,4

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>							120			350
p10	0,14	0,1	3,4	3,7	0,10	0,9	8,4	0,038	6,3	15,8
p30	0,21	0,2	4,3	5,1	0,14	1,1	11,4	0,046	8,0	20,7
p50	0,29	0,3	5,1	6,1	0,19	1,3	14,8	0,058	9,5	23,3
p70	0,33	0,3	5,7	7,3	0,26	1,7	17,9	0,069	12,4	28,5
p90	0,50	0,4	8,7	9,8	0,40	2,1	22,9	0,097	17,4	41,5
p95	0,58	0,5	9,9	12,4	0,49	2,4	42,1	0,109	18,4	59,5
p99	0,64	0,7	14,4	15,5	0,54	2,5	53,0	0,217	30,7	101,6
max	0,75	0,7	16,1	15,6	0,55	2,5	67,8	0,346	49,5	104,1

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,0	0,06	0,05	0,6	4,7
p30	0,0	0,07	0,07	0,7	4,9
p50	0,2	0,08	0,09	0,8	5,0
p70	0,4	0,10	0,14	0,9	5,3
p90	0,7	0,13	0,20	1,1	6,1
p95	0,8	0,14	0,24	1,2	6,4
p99	1,1	0,19	0,35	1,6	6,5
max	1,1	0,22	0,36	1,6	6,7

Herrljungas kommun

n=6

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment (<2 mm)

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
min	0,015	4,3	0,13	0,02	0,05	1,5	2,4	2,0	8,0	2,6	0,251	2,6	2,2
	0,016	7,1	0,18	0,03	0,04	1,5	1,8	4,5	9,0	1,3	0,267	2,9	1,8
	0,028	10	0,21	0,04	0,03	2,1	4,0	5,4	13,0	4,0	0,835	6,3	3,5
	0,080	1,3	0,99	0,12	0,06	9,0	16,4	13,9	55,0	11,7	0,836	14,3	9,3
	0,127	1,6	1,25	0,20	0,10	11,3	16,1	18,4	54,0	12,5	1,879	24,4	15
max	0,157	1,4	1,34	0,21	0,13	12,6	18,8	20,0	59,0	17,0	2,158	25,2	14

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>							120,00				350,00	
min	3,4	0,1	0,073	1,9	2	0,058	0,5	5,2	0,035	5	15,5	5,3
	4,6	0,13	0,095	2,1	2,2	0,062	0,6	7,1	0,039	5,8	11,7	5,8
	6	0,13	0,101	2,6	3,3	0,168	1,3	10,9	0,042	7,7	15,2	6,2
	39,8	0,26	0,304	20,7	9,7	0,374	1,9	40,0	0,044	30,5	49,6	6,5
	50,9	0,25	0,367	23,2	10,6	0,487	2,8	44,1	0,046	31,7	50,7	6,6
max	54	0,29	0,38	33,6	13,1	0,546	3,8	50,5	0,051	35,9	66,7	7,1

Härrydas kommun
n=39
Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm
Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,016	0,6	0,21	0,04	0,03	2,1	4,0	4,9	11,0	2,8	0,20	2,9	3,4	4,1
p30	0,019	0,7	0,25	0,05	0,04	2,7	4,9	7,9	13,0	3,7	0,31	3,9	4,2	6,4
p50	0,025	1,1	0,29	0,05	0,05	3,8	6,2	11,7	14,0	5,1	0,37	5,0	4,7	9,1
p70	0,028	1,3	0,33	0,07	0,06	4,6	8,4	16,5	16,6	6,4	0,46	6,4	5,5	12,0
p90	0,038	1,7	0,42	0,10	0,07	7,5	10,9	18,8	21,0	9,3	0,62	8,1	6,3	16,4
p95	0,041	2,7	0,54	0,11	0,08	8,2	12,0	20,6	21,1	11,9	0,79	9,3	6,6	18,7
p99	0,062	3,2	0,75	0,15	0,09	9,5	14,1	25,9	23,9	13,4	0,89	14,3	9,7	26,3
max	0,073	3,4	0,88	0,18	0,09	9,7	15,2	28,9	25,0	13,4	0,91	15,5	11,6	27,9

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
KM-värde							120			350
p10	0,27	0,1	3,9	4,2	0,05	0,7	12,0	0,053	5,9	11,2
p30	0,35	0,2	4,6	5,1	0,07	0,9	13,5	0,077	6,8	16,8
p50	0,50	0,2	5,1	6,2	0,09	1,1	17,1	0,125	7,6	18,1
p70	0,60	0,3	5,8	7,5	0,13	1,3	21,1	0,164	8,7	22,3
p90	0,93	0,3	7,1	8,2	0,17	1,5	26,3	0,296	10,8	27,5
p95	0,96	0,4	7,9	9,1	0,20	1,7	32,4	0,392	11,2	30,5
p99	1,23	0,4	8,8	13,5	0,20	3,5	36,4	0,446	13,5	40,0
max	1,36	0,4	8,8	15,8	0,20	4,5	38,4	0,451	13,8	44,7

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,0	0,05	0,03	0,6	4,7
p30	0,0	0,06	0,03	0,6	4,8
p50	0,2	0,07	0,04	0,7	4,9
p70	0,4	0,08	0,05	0,8	5,0
p90	0,6	0,12	0,07	0,9	5,1
p95	0,7	0,14	0,09	1,1	5,3
p99	0,8	0,18	0,10	1,2	5,5
max	0,8	0,19	0,10	1,3	5,5

Härrydas kommun

n=4

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
min	0,007	0,6	0,16	0,03	0,03	2,1	3,5	2,9	8,3	3,1	0,14	3,4	1,9
	0,044	3,4	0,47	0,08	0,03	6,0	14,1	7,5	30,0	7,8	0,18	7,7	4,9
	0,070	4,6	0,91	0,14	0,04	11,6	23,2	17,8	39,0	17,2	0,19	20,6	9,6
max	0,098	6,9	1,47	0,20	0,06	16,3	37,2	18,8	55,0	21,2	0,83	21,2	14,7

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120,00			350,00	
min	5,2	0,11	0,1	3,0	3,6	0,05	0,4	7,4	0,024	4,2	11,6	5,0
	16,5	0,21	0,1	15,2	6,0	0,16	1,0	24,7	0,034	17,7	23,2	6,2
	38,6	0,22	0,1	19,8	8,6	0,31	1,0	45,5	0,036	21,3	51,3	6,9
max	61,9	0,25	0,2	30,2	15,4	0,41	2,0	53,9	0,048	26,3	66,5	7,2

Kungsbackas kommun
n=49
Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm
Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,017	0,5	0,19	0,04	0,03	2,6	3,7	6,8	11,8	2,6	0,16	3,4	3,6	5,7
p30	0,020	1,0	0,26	0,06	0,04	3,8	6,0	11,5	14,0	4,2	0,25	5,2	4,1	8,8
p50	0,024	1,4	0,34	0,07	0,05	5,5	7,4	15,2	16,0	5,8	0,31	6,2	5,2	13,5
p70	0,032	1,7	0,42	0,10	0,06	6,6	10,4	18,6	19,0	8,2	0,44	9,2	6,1	18,5
p90	0,050	2,9	0,59	0,13	0,08	8,9	14,2	25,5	28,7	10,0	0,86	10,8	9,1	28,3
p95	0,069	3,4	0,77	0,14	0,10	10,7	15,4	26,6	38,8	12,2	1,19	12,6	10,5	32,3
p99	0,143	5,9	0,90	0,19	0,11	13,8	21,6	58,3	57,5	17,2	2,12	16,3	15,2	40,5
max	0,179	7,4	0,99	0,21	0,12	15,9	23,0	76,9	69,0	19,1	2,89	17,2	18,0	43,0

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
KM-värde							120			350
p10	0,17	0,16	4,8	4,6	0,06	0,8	13,0	0,043	6,5	12,9
p30	0,29	0,24	5,5	5,7	0,08	1,0	18,4	0,072	7,8	18,2
p50	0,40	0,28	6,6	7,1	0,13	1,2	22,5	0,097	8,5	22,5
p70	0,50	0,31	7,8	8,5	0,17	1,5	29,2	0,137	9,5	29,5
p90	0,70	0,39	9,8	16,6	0,25	2,4	35,0	0,323	14,3	38,4
p95	1,21	0,42	11,1	18,0	0,27	3,0	39,9	0,416	17,7	39,8
p99	1,53	0,48	15,0	18,6	0,37	3,7	44,1	1,164	27,5	56,8
max	1,56	0,51	17,6	19,1	0,42	3,7	45,5	1,603	30,1	65,9

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,1	0,06	0,03	0,6	4,9
p30	0,2	0,07	0,04	0,7	4,9
p50	0,3	0,08	0,05	0,8	5,0
p70	0,5	0,12	0,07	0,9	5,2
p90	0,8	0,15	0,11	1,1	5,6
p95	0,9	0,17	0,12	1,1	5,7
p99	2,1	0,23	0,13	1,5	5,9
max	2,2	0,26	0,14	1,7	5,9

Kungsbackas kommun

n=43

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

KM-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,060	2,8	0,56	0,09	0,04	6,7	16,8	10,1	25,2	9,5	0,19	11,7	6,3
p30	0,073	3,6	0,71	0,13	0,07	8,6	21,1	15,2	30,0	15,1	0,32	19,7	8,9
p50	0,088	5,7	0,90	0,16	0,08	11,2	26,0	17,3	39,0	18,0	0,60	22,8	12,0
p70	0,097	7,5	1,03	0,22	0,11	12,3	28,3	18,5	44,4	22,3	0,84	24,0	13,7
p90	0,109	8,7	1,20	0,24	0,27	13,7	34,3	22,2	51,0	26,1	1,78	28,3	15,2
p95	0,112	10,2	1,27	0,27	0,50	13,9	36,3	23,3	53,9	27,3	6,07	29,0	16,1
p99	0,116	13,2	1,35	0,32	0,81	14,2	41,5	26,7	59,8	27,8	10,13	29,5	18,5
max	0,116	13,2	1,36	0,34	0,97	14,3	42,1	27,3	64,0	27,8	10,44	29,5	19,5

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	25,3	0,16	0,05	16,2	6,5	0,22	1,1	25,8	0,022	12,4	38,9	5,9
p30	33,9	0,23	0,11	24,1	7,9	0,26	1,2	36,5	0,027	16,2	53,3	6,7
p50	43,3	0,29	0,14	28,8	9,6	0,30	1,5	41,3	0,031	20,4	59,8	7,0
p70	49,7	0,39	0,18	34,8	10,2	0,34	1,9	45,4	0,040	23,9	65,8	7,9
p90	54,9	0,89	0,29	66,9	11,5	0,41	4,3	58,7	0,067	28,7	74,1	8,1
p95	56,9	1,63	0,31	78,7	12,8	0,48	5,6	64,3	0,082	30,6	75,2	8,2
p99	58,8	1,69	0,32	95,7	13,1	0,50	6,4	66,9	0,146	32,1	80,0	8,4
max	59,2	1,69	0,32	103,7	13,1	0,52	6,9	68,4	0,182	33,0	81,9	8,4

Lerums kommun
n=42
Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm
KM-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,019	0,9	0,24	0,05	0,03	2,8	6,8	10,1	13,6	4,6	0,32	4,7	3,8	7,5
p30	0,023	1,2	0,31	0,06	0,04	3,6	9,0	12,5	16,4	6,0	0,49	6,3	4,4	10,1
p50	0,028	1,3	0,34	0,09	0,05	4,7	11,6	15,1	18,2	7,3	0,61	7,7	5,3	12,5
p70	0,031	1,6	0,43	0,11	0,06	5,7	15,4	20,1	21,6	11,0	0,78	9,5	6,1	18,8
p90	0,044	2,0	0,60	0,17	0,07	7,1	22,4	29,3	25,4	18,1	1,90	15,9	8,2	32,3
p95	0,055	2,0	0,65	0,23	0,08	9,4	25,8	33,1	26,9	21,8	4,33	18,6	10,2	53,3
p99	0,067	2,9	1,03	0,98	0,11	16,3	35,9	42,7	33,0	24,4	7,63	21,3	11,4	61,4
max	0,073	3,2	1,10	1,44	0,11	17,6	42,2	45,5	35,6	25,4	8,82	22,9	11,7	66,2

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
KM-värde							120			350
p10	0,22	0,18	4,1	5,9	0,08	0,9	16,6	0,057	7,1	14,7
p30	0,38	0,26	5,5	7,4	0,10	1,1	20,1	0,090	8,0	17,5
p50	0,45	0,31	5,9	8,7	0,13	1,3	24,6	0,114	9,1	21,4
p70	0,52	0,36	6,5	9,4	0,18	1,6	28,6	0,138	10,4	27,4
p90	0,63	0,43	8,2	13,7	0,32	2,2	37,2	0,351	12,3	41,0
p95	0,70	0,49	9,5	16,9	0,37	2,8	43,7	0,393	12,7	61,3
p99	0,80	0,54	11,6	17,1	0,52	5,4	54,2	0,506	15,8	65,4
max	0,84	0,55	13,0	17,1	0,55	6,2	57,2	0,571	17,8	66,9

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					pH	
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	n=9	
					min	4,8
p10	0,3	0,05	0,03	0,5		4,8
p30	0,4	0,07	0,04	0,6		4,9
p50	0,6	0,09	0,04	0,7		5,0
p70	0,8	0,11	0,06	0,8		5,0
p90	1,0	0,18	0,08	1,0		5,1
p95	4,4	0,24	0,09	1,2		5,2
p99	5,4	0,94	0,10	1,3		5,2
max	5,6	1,36	0,11	1,3	max	5,4

Lerums kommun

n=13

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,022	0,9	0,30	0,04	0,03	3,4	8,1	4,3	16,3	7,6	0,24	4,7	3,7
p30	0,049	2,0	0,84	0,10	0,03	6,1	18,3	11,2	37,2	14,2	0,32	10,1	7,9
p50	0,064	2,6	1,00	0,11	0,04	10,7	26,6	14,6	51,2	16,7	0,42	15,0	9,3
p70	0,075	3,3	1,19	0,15	0,05	12,1	31,5	16,6	61,1	20,4	0,50	18,6	11,7
p90	0,088	4,8	1,45	0,20	0,08	14,1	33,4	17,4	73,3	25,9	1,12	22,6	14,2
p95	0,097	5,6	1,65	0,21	0,10	14,9	34,5	18,0	74,7	26,4	1,32	23,4	14,4
p99	0,106	6,4	1,84	0,22	0,12	15,4	35,6	18,6	74,8	26,4	1,44	24,0	14,6
max	0,108	6,6	1,88	0,22	0,12	15,5	35,8	18,7	74,9	26,4	1,48	24,2	14,7

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	16,9	0,15	0,11	6,0	4,4	0,12	0,9	16,5	0,024	7,8	21,3	5,6
p30	48,9	0,21	0,22	16,1	10,6	0,30	1,6	39,3	0,026	20,8	45,5	6,1
p50	61,3	0,25	0,27	16,7	12,3	0,41	2,1	53,0	0,027	29,3	57,9	6,3
p70	65,1	0,29	0,29	23,9	14,4	0,46	2,8	58,8	0,033	33,5	67,7	6,4
p90	77,9	0,40	0,34	31,5	16,8	0,54	3,4	66,3	0,038	40,0	79,1	6,8
p95	84,1	0,42	0,36	33,0	18,1	0,60	4,0	68,5	0,040	43,8	89,8	6,9
p99	89,2	0,44	0,38	34,0	19,3	0,65	4,5	70,3	0,043	46,9	100,0	7,1
max	90,5	0,44	0,38	34,2	19,5	0,66	4,6	70,8	0,044	47,6	102,6	7,1

Lidköpings kommun

n=9

Bakgrundshalter och pH i morän (<0,063 mm)

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
min	0,017	0,3	0,19	0,05	0,03	2,1	4,0	5,3	8,7	3,3	0,09	4,1	3,4	2,0
	0,020	0,3	0,23	0,06	0,03	2,2	6,3	5,5	10,1	4,2	0,10	4,2	3,8	5,8
	0,022	0,5	0,26	0,07	0,03	2,5	6,8	5,9	12,7	5,3	0,11	5,4	4,8	6,5
	0,024	0,5	0,27	0,08	0,04	4,2	12,9	7,2	12,7	5,7	0,16	8,1	4,9	7,6
	0,025	0,5	0,32	0,08	0,04	4,7	15,4	7,6	14,2	8,0	0,17	8,8	5,3	9,4
	0,027	0,5	0,34	0,11	0,05	5,7	15,8	16,7	17,2	8,5	0,21	9,8	6,1	11,7
	0,028	0,9	0,40	0,12	0,06	7,2	16,6	22,0	20,4	8,8	0,25	14,0	6,3	12,2
	0,043	1,2	0,51	0,13	0,06	8,1	22,5	31,7	35,9	9,5	0,25	14,4	7,4	26,8
max	0,051	1,2	0,61	0,13	0,06	9,1	35,2	36,5	38,9	9,8	0,29	17,6	8,1	29,7

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>							120			350
min	0,13	0,07	4,3	3,6	0,03	0,8	5,7	0,031	4,1	11,8
	0,15	0,17	7,3	3,9	0,06	0,8	7,7	0,033	4,9	14,5
	0,17	0,21	7,7	4,9	0,07	0,8	10,0	0,046	5,1	21,5
	0,18	0,23	7,8	4,9	0,07	0,8	13,9	0,054	5,7	22,0
	0,18	0,23	8,7	6,4	0,07	0,9	13,9	0,055	6,4	25,5
	0,18	0,23	10,0	6,6	0,12	1,0	18,1	0,058	7,7	32,9
	0,21	0,29	10,4	6,6	0,15	1,4	26,2	0,061	7,9	35,3
	0,21	0,32	14,7	7,3	0,22	1,5	28,0	0,063	8,8	37,5
max	0,25	0,34	21,3	9,4	0,26	1,7	34,1	0,097	16,5	40,2

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
min	0,1	0,05	0,02	0,5	4,9
	0,4	0,06	0,03	0,5	4,9
	0,4	0,07	0,03	0,6	4,9
	0,7	0,07	0,03	0,6	5,1
	1,2	0,08	0,04	0,6	5,1
	1,2	0,11	0,04	0,7	5,2
	1,3	0,12	0,06	0,8	5,2
	1,3	0,13	0,07	1,0	5,6
max	34,6	0,22	0,07	1,5	6,7

Lidköpings kommun

n=98

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment (<2 mm)

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
KM-värde		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,051	1,0	0,49	0,11	0,03	3,9	9,8	6,5	26,4	7,4	0,16	6,0	5,7
p30	0,076	2,1	0,89	0,15	0,06	7,9	14,3	11,0	44,9	14,0	0,26	10,6	9,0
p50	0,098	2,9	0,99	0,19	0,07	8,8	17,2	13,3	48,4	17,4	0,35	12,7	11,1
p70	0,116	3,6	1,09	0,21	0,08	9,8	18,7	15,1	51,9	20,8	0,50	14,7	12,4
p90	0,137	5,4	1,33	0,33	0,10	12,2	27,3	21,6	56,2	24,8	0,81	19,7	17,0
p95	0,149	6,3	1,44	0,38	0,11	13,5	28,9	25,1	58,9	26,1	0,92	21,5	18,0
p99	0,173	7,7	1,59	0,44	0,15	14,1	34,2	27,4	66,1	28,3	1,37	23,4	19,7
max	0,174	8,2	1,75	0,45	0,23	15,6	35,8	30,2	75,9	30,8	1,77	25,2	20,6

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
KM-värde								120			350	
p10	18,8	0,19	0,22	11,7	7,3	0,15	1,7	20,2	0,033	13,6	26,3	6,0
p30	41,7	0,25	0,30	23,6	10,3	0,28	2,8	35,4	0,038	22,1	51,7	6,7
p50	50,4	0,29	0,35	28,9	12,2	0,34	3,3	41,4	0,044	25,5	60,9	7,0
p70	55,8	0,33	0,38	32,7	13,2	0,38	4,0	45,0	0,050	27,2	68,2	7,3
p90	60,8	0,41	0,41	36,6	15,7	0,41	4,9	50,0	0,059	30,8	73,4	7,7
p95	63,3	0,43	0,43	37,7	16,3	0,43	5,4	50,9	0,070	33,0	76,6	7,8
p99	68,3	0,56	0,50	38,7	18,8	0,48	5,8	54,7	0,111	35,0	81,1	8,1
max	69,4	0,56	0,52	38,8	19,9	0,48	8,4	59,5	0,161	39,8	85,6	8,6

Marks kommun

n=143

Ag, W: n=85

Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,016	0,7	0,20	0,04	0,04	2,6	4,1	7,2	13,0	2,2	0,25	4,2	3,3	4,0
p30	0,020	1,4	0,25	0,05	0,05	3,6	5,6	10,1	15,8	3,1	0,31	5,9	4,1	6,4
p50	0,026	1,9	0,30	0,06	0,06	4,7	7,6	13,5	19,0	4,2	0,40	7,5	4,7	8,6
p70	0,033	2,4	0,35	0,07	0,07	6,0	9,9	17,2	23,9	5,5	0,52	9,4	5,4	11,7
p90	0,043	3,4	0,45	0,09	0,08	8,0	13,0	24,8	29,1	8,6	0,92	12,5	7,6	18,2
p95	0,055	4,3	0,50	0,11	0,09	8,7	15,7	30,8	36,9	11,2	1,11	14,5	8,6	22,7
p99	0,074	7,5	0,61	0,17	0,12	11,7	30,0	40,3	48,8	13,9	1,63	23,2	10,8	37,5
max	0,087	12,5	0,66	0,19	0,16	15,0	38,8	49,7	59,9	15,7	1,91	39,0	13,3	52,8

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>							120			350
p10	0,29	0,14	3,9	4,8	0,06	0,8	15,6	0,040	6,7	13,9
p30	0,41	0,24	4,9	5,9	0,08	1,0	19,7	0,048	8,5	19,2
p50	0,53	0,30	5,7	6,7	0,11	1,2	22,7	0,060	10,6	24,1
p70	0,63	0,36	6,7	7,8	0,15	1,5	27,6	0,076	12,8	28,9
p90	0,84	0,42	7,9	9,6	0,22	2,0	35,2	0,124	17,1	37,3
p95	0,91	0,44	8,8	10,9	0,27	3,3	41,2	0,188	18,8	42,0
p99	1,00	0,51	11,3	14,2	0,42	4,7	49,5	0,205	25,1	57,4
max	1,11	0,53	12,9	20,6	0,88	5,7	81,1	0,223	34,8	71,6

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					pH
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	n=96
p10	0,0	0,05	0,03	0,6	4,7
p30	0,3	0,06	0,05	0,7	4,8
p50	0,8	0,07	0,06	0,8	4,9
p70	1,5	0,08	0,07	0,9	5,0
p90	2,4	0,11	0,09	1,1	5,5
p95	3,8	0,13	0,12	1,2	5,6
p99	8,3	0,19	0,19	1,7	6,1
max	17,8	0,21	0,34	1,9	6,4

Marks kommun

n=11

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS													
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
min	0,016	0,5	0,15	0,02	0,02	1,7	4,2	3,2	10,0	7,1	0,48	3,3	2,8
	0,018	0,7	0,15	0,03	0,02	1,9	5,1	4,9	11,0	6,7	0,21	3,4	2,1
	0,019	0,8	0,17	0,03	0,03	1,9	5,3	2,3	13,0	4,0	0,84	3,7	2,1
	0,023	1,3	0,18	0,05	0,03	2,7	5,7	7,6	14,0	5,1	0,14	3,9	2,5
	0,056	4,3	0,76	0,10	0,03	8,9	12,1	19,2	33,0	8,6	1,07	14,9	8,8
	0,064	5,8	0,80	0,12	0,05	10,0	15,9	16,4	35,0	22,8	0,36	17,3	10,3
	0,086	5,9	0,98	0,13	0,08	10,1	18,6	27,5	36,0	13,4	0,67	19,4	9,9
	0,093	7,6	1,00	0,13	0,09	11,5	19,7	20,1	41,0	10,5	0,77	22,7	14,0
	0,095	8,1	1,06	0,15	0,09	13,5	20,8	23,5	44,0	22,6	0,50	26,8	13,1
	0,095	8,8	1,18	0,23	0,15	13,9	25,8	17,3	45,0	11,0	1,69	31,7	10,7
max	0,112	9,2	1,18	0,25	0,19	14,0	26,5	18,6	49,0	16,3	1,44	35,2	12,2

Salpetersyralakning med ICP-MS												
	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120,00			350,00	
min	5	0,38	0,16	2,4	4,8	0,05	0,7	9,6	0,027	5,4	13,8	4,8
	5,8	0,14	0,17	2,5	3,6	0,13	0,9	11,8	0,03	7,6	21,7	5,0
	7,1	0,13	0,07	3,2	3,0	0,07	0,9	10,5	0,02	5,7	18,7	5,2
	13	0,12	0,15	4,5	2,6	0,06	1,2	14,4	0,036	5,9	12,7	5,4
	29,4	0,18	0,26	13,6	7,0	0,48	1,7	46,2	0,036	24,7	67,7	5,8
	33,6	0,20	0,29	16,3	9,8	0,42	2,2	34,3	0,115	21,8	46,1	6,1
	37,1	0,23	0,36	17,3	10,7	0,41	2,3	41,4	0,042	17,3	53,8	6,2
	39,3	0,22	0,30	20,0	7,9	0,66	2,4	38,6	0,026	20,9	63,8	6,4
	43,6	0,39	0,21	23,4	10,0	0,59	2,7	52,4	0,053	30,2	55,9	6,6
	48,4	0,25	0,31	24,3	10,6	0,36	3,0	53,5	0,048	29,3	69,3	7,1
max	51,8	0,32	0,24	30,3	11,1	0,37	3,1	62,5	0,044	23,6	43,6	7,1

Mölnåls kommun

n=10

Bakgrundshalter och pH i morän < 0,063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
min	0,018	0,6	0,22	0,04	0,03	1,9	3,3	4,4	13,1	4,1	0,28	2,6	3,5	6,2
	0,019	0,7	0,22	0,05	0,04	2,3	4,4	5,6	15,0	4,3	0,37	3,3	3,9	6,4
	0,02	0,9	0,30	0,06	0,04	2,7	4,9	7,3	18,0	4,4	0,39	3,7	4,5	8,2
	0,023	1,0	0,32	0,07	0,04	3,2	5,2	11	19,0	4,4	0,42	4,2	5,4	9,6
	0,024	1,1	0,33	0,07	0,04	3,3	5,7	11,2	21,0	4,5	0,44	4,5	5,9	10,4
	0,03	1,5	0,37	0,07	0,06	5,2	6,7	11,8	21,0	4,5	0,46	5,2	6,1	11,2
	0,035	1,6	0,45	0,08	0,06	5,6	6,9	15,8	21,0	7,3	0,48	5,8	7,1	12,2
	0,037	1,7	0,47	0,08	0,07	7,6	9,4	17,5	24,0	7,3	0,50	8,3	8	20,8
	0,041	1,9	0,49	0,09	0,09	9,3	9,5	17,6	24,0	9	0,59	9,3	9,5	28,3
max	0,053	3,2	1,34	0,17	0,22	11,6	12,6	25,1	27,0	13,5	0,63	11,3	13,6	29,8

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>							120			350
min	0,33	0,13	4,1	4,5	0,07	0,8	15,3	0,062	7	13,5
	0,47	0,18	4,8	4,6	0,07	0,8	15,4	0,075	7,9	14,1
	0,47	0,19	5,8	5,4	0,07	1,0	15,5	0,077	8,2	18,8
	0,49	0,25	6	6,2	0,09	1,0	17,1	0,077	9,8	19,4
	0,50	0,30	6,6	6,5	0,10	1,1	17,9	0,09	10,3	20,8
	0,50	0,30	6,9	7,7	0,10	1,2	25,7	0,124	11,6	22,8
	0,53	0,33	7	7,7	0,10	1,2	28,0	0,125	11,9	27
	0,56	0,34	8,1	9	0,18	1,3	28,9	0,13	12,1	38,5
	0,75	0,34	8,3	11,4	0,25	1,9	31,0	0,19	13,6	45,3
max	1,07	0,42	9,5	13,7	0,25	1,9	35,2	0,959	15,9	60,8

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
min	0	0,05	0,03	0,6	4,7
	0	0,05	0,04	0,7	4,8
	0,1	0,07	0,04	0,7	4,8
	0,1	0,07	0,05	0,8	4,8
	0,2	0,08	0,05	0,8	4,9
	0,2	0,09	0,06	0,8	4,9
	0,2	0,09	0,06	0,9	4,9
	0,4	0,10	0,07	1,0	5,0
	0,5	0,10	0,08	1,0	5,1
max	0,5	0,17	0,09	1,0	5,3

Mölnåls kommun

n=9

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS													
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
KM-värde	15				0,4	30	120	100				35	80
min	0,056	1,1	0,79	0,10	0,03	7,2	15,7	5,3	28,0	12,0	0,11	9,1	9,2
	0,062	3,0	0,80	0,14	0,03	7,5	20,6	12,2	31,0	14,4	0,13	13,6	9,5
	0,069	3,1	0,97	0,15	0,06	9,7	21,7	13,4	33,0	16,3	0,16	15,0	12,2
	0,072	3,5	0,97	0,18	0,06	10,3	21,8	15,5	33,0	17,9	0,20	19,4	12,7
	0,086	3,8	0,98	0,21	0,07	11,6	23,9	15,9	42,0	18,6	0,22	19,7	14,1
	0,087	4,0	1,09	0,21	0,07	13,2	27,8	16,6	43,0	20,3	0,25	20,0	14,2
	0,089	4,9	1,16	0,21	0,08	13,2	29,4	16,9	46,0	21,1	0,32	25,7	14,7
	0,100	7,9	1,22	0,23	0,12	13,5	29,7	20,7	54,0	22,8	0,69	27,3	15,0
max	0,104	7,9	2,28	0,25	0,13	18,0	38,0	20,7	59,0	27,0	1,33	28,2	17,2

Salpetersyralakning med ICP-MS												
	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
KM-värde								120,00			350,00	
min	13,6	0,20	0,09	16,8	6,1	0,20	0,9	27,7	0,021	16,2	26,9	5,9
	37,1	0,23	0,10	19,2	7,4	0,21	1,2	27,8	0,021	16,3	47,8	6,0
	39,0	0,29	0,11	21,4	8,1	0,26	1,4	32,1	0,024	17,4	48,1	6,2
	41,8	0,29	0,12	21,7	9,8	0,29	1,5	34,2	0,025	18,1	61,3	6,5
	43,1	0,29	0,12	25,2	9,9	0,30	1,5	34,5	0,027	21,6	64,3	6,8
	45,9	0,31	0,12	29,6	10,3	0,32	1,8	38,4	0,027	23,1	64,3	6,9
	49,1	0,34	0,12	30,6	10,7	0,33	1,8	46,7	0,032	24,5	65,1	7,0
	55,3	0,35	0,14	31,0	11,3	0,34	1,9	47,0	0,036	29,8	65,5	7,9
max	63,6	0,37	0,17	85,8	11,4	0,34	2,2	47,4	0,043	33,3	73,8	8,2

Partilles kommun

n=5

Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
min	0,020	1,1	0,32	0,06	0,06	2,0	6,9	6,9	9,5	4,9	0,22	5,0	3,6	5,5
	0,026	1,1	0,47	0,10	0,07	4,0	8,8	10,6	14,6	4,9	0,34	7,0	7,7	9,1
	0,028	1,2	0,71	0,11	0,11	7,5	21,0	13,1	18,6	11,9	0,53	10,7	7,7	18,5
	0,053	1,6	0,74	0,12	0,12	8,5	22,5	22,9	19,4	17,4	0,73	17,3	8,9	28,3
max	0,079	2,4	0,91	0,19	0,18	8,6	23,5	23,8	47,5	21,7	0,94	21,1	9,6	49,6

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>							120			350
min	0,13	0,13	4,7	4,3	0,07	0,9	17,1	0,074	5,5	17,7
	0,38	0,21	6,7	6,9	0,09	1,2	22,2	0,118	7,7	19,9
	1,02	0,28	7,1	7,1	0,15	1,2	29,9	0,120	8,1	37,9
	1,10	0,39	7,7	15,8	0,25	1,6	31,5	0,189	10,8	48,8
max	1,40	2,08	8,3	16,2	0,49	2,7	42,2	0,364	33,5	54,7

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
min	0,2	0,06	0,04	0,4	n=1
	0,4	0,09	0,04	0,6	
	0,6	0,10	0,05	0,7	5,0
	0,7	0,12	0,08	1,2	
max	0,9	0,20	0,11	1,3	

Partilles kommun

n=2

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS													
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
min	0,044	3,9	0,53	0,09	0,03	5,1	15,0	8,3	26,9	9,4	0,85	8,2	6,4
max	0,108	7,2	1,20	0,20	0,09	10,2	39,4	22,9	59,7	23,1	1,71	21,1	14,6

Salpetersyralakning med ICP-MS												
	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120,00			350,00	
min	31,2	0,15	0,17	11,8	6,9	0,19	1,8	28,7	0,029	15,8	32,1	6,6
max	65,9	0,55	0,26	31,5	17,7	0,50	4,3	55,1	0,046	29,4	74,0	6,6

Varas kommun

n=24

Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,023	0,9	0,22	0,06	0,04	1,8	3,6	5,5	11,4	3,0	0,30	2,9	3,6	6,4
p30	0,036	1,2	0,27	0,07	0,04	2,6	4,2	7,0	15,0	3,4	0,37	3,6	4,5	7,8
p50	0,045	1,7	0,32	0,09	0,05	3,3	5,5	8,6	17,0	5,8	0,59	4,8	5,3	9,2
p70	0,055	2,2	0,42	0,10	0,06	4,8	7,7	11,8	19,7	9,0	0,68	6,1	6,3	15,4
p90	0,065	3,2	0,47	0,14	0,08	6,2	16,3	15,4	26,5	11,8	0,80	10,9	6,9	23,2
p95	0,074	3,5	0,51	0,15	0,09	7,3	20,3	20,6	30,9	12,8	0,83	12,2	8,1	26,6
p99	0,083	3,7	0,59	0,18	0,09	8,3	22,8	21,9	35,6	13,0	0,99	12,9	10,4	32,9
max	0,086	3,8	0,61	0,19	0,09	8,5	23,4	22,0	36,8	13,0	1,03	13,1	11,0	34,6

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>							120			350
p10	0,19	0,16	4,0	4,4	0,08	1,0	10,1	0,038	5,6	14,1
p30	0,25	0,22	4,8	6,0	0,11	1,3	11,8	0,056	7,1	18,3
p50	0,29	0,28	5,6	7,0	0,15	1,5	16,6	0,063	8,9	25,8
p70	0,35	0,37	6,8	7,3	0,19	1,8	20,5	0,082	9,9	31,2
p90	0,38	0,55	9,6	9,1	0,26	2,0	30,3	0,103	12,5	36,3
p95	0,52	0,67	13,4	10,3	0,27	2,1	31,5	0,125	14,7	48,6
p99	0,61	0,93	15,9	13,7	0,38	3,1	35,1	0,183	18,6	53,5
max	0,63	1,00	16,5	14,6	0,41	3,4	36,1	0,199	19,7	54,4

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,0	0,07	0,05	0,7	4,6
p30	0,1	0,07	0,05	0,8	4,9
p50	0,2	0,09	0,06	0,9	4,9
p70	0,3	0,11	0,07	1,1	5,0
p90	0,6	0,13	0,09	1,3	5,2
p95	0,7	0,14	0,12	1,6	5,6
p99	1,1	0,20	0,13	1,7	6,4
max	1,2	0,22	0,13	1,8	6,6

Varas kommun

n=71

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,017	1,0	0,17	0,04	0,02	1,0	2,1	3,1	12,0	2,5	0,30	2,1	2,2
p30	0,065	2,3	0,68	0,14	0,06	5,4	10,7	9,9	30,7	9,7	0,52	8,1	8,4
p50	0,100	3,7	1,02	0,18	0,08	8,8	15,7	14,7	42,5	15,1	0,81	13,7	11,4
p70	0,126	4,7	1,10	0,21	0,10	10,1	17,6	17,2	49,5	19,0	1,13	15,9	12,5
p90	0,145	6,7	1,24	0,25	0,13	11,6	19,9	19,6	54,6	21,4	1,61	18,0	14,3
p95	0,156	8,0	1,29	0,28	0,14	11,8	20,4	20,4	58,3	23,5	2,45	20,4	15,7
p99	0,168	9,5	1,41	0,33	0,18	12,5	26,1	24,3	63,9	24,7	4,11	23,9	17,2
max	0,170	12,1	1,50	0,38	0,21	12,9	30,2	26,9	64,9	25,7	6,51	25,6	18,0

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	4,4	0,13	0,09	2,6	2,4	0,08	0,9	7,4	0,024	4,7	9,4	5,4
p30	30,6	0,24	0,21	14,0	8,0	0,27	2,3	26,6	0,037	15,9	36,8	6,6
p50	45,8	0,32	0,30	23,4	11,4	0,40	3,3	36,7	0,042	24,7	58,9	7,1
p70	52,1	0,35	0,35	27,6	12,6	0,45	4,2	43,2	0,048	27,6	63,1	7,3
p90	60,4	0,42	0,42	33,2	14,1	0,54	4,9	51,7	0,060	29,6	72,0	7,7
p95	62,3	0,45	0,44	37,0	15,6	0,60	5,3	53,7	0,073	31,4	74,3	7,9
p99	70,6	0,50	0,48	42,7	16,3	0,66	7,6	54,5	0,163	34,1	78,5	8,1
max	76,9	0,60	0,50	44,7	16,3	0,72	9,3	55,1	0,250	34,4	79,1	8,3

Varbergs kommun, norra delen

n=106

Ag, W: n=66

Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,020	0,5	0,20	0,02	0,03	2,4	4,4	6,2	13,0	2,4	0,14	4,4	3,1	3,6
p30	0,026	0,7	0,27	0,03	0,05	4,1	5,9	9,4	18,0	3,6	0,22	6,1	3,7	5,7
p50	0,032	0,9	0,31	0,05	0,05	5,5	7,9	12,5	21,6	4,6	0,29	7,5	4,6	7,8
p70	0,041	1,3	0,38	0,06	0,06	7,0	9,8	16,4	25,6	6,2	0,41	9,2	5,3	10,8
p90	0,062	2,1	0,47	0,08	0,08	8,9	14,5	24,2	32,5	10,4	0,76	13,4	8,3	21,5
p95	0,073	2,4	0,55	0,10	0,09	11,0	17,6	28,9	39,3	13,0	1,16	16,8	9,6	26,0
p99	0,085	5,2	0,84	0,16	0,12	15,7	21,1	35,4	46,0	21,1	2,50	21,0	11,2	31,6
max	0,087	7,8	1,80	0,20	0,14	27,5	30,8	66,7	118,0	33,7	2,75	24,4	45,3	36,7

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg

	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>							120			350
p10	0,22	0,11	3,6	4,0	0,04	0,5	14,9	0,024	6,4	15,7
p30	0,34	0,18	4,6	5,2	0,06	0,6	18,2	0,036	9,0	23,1
p50	0,47	0,24	5,9	6,3	0,09	0,8	22,1	0,045	11,6	32,7
p70	0,58	0,31	7,3	7,1	0,11	0,9	27,6	0,057	14,0	38,2
p90	0,93	0,41	8,7	8,9	0,19	1,5	38,1	0,104	18,0	53,7
p95	1,24	0,44	10,4	10,2	0,23	2,1	42,0	0,118	19,8	60,7
p99	1,50	0,53	12,8	20,6	0,34	3,0	56,7	0,450	23,4	91,0
max	1,63	0,67	13,0	29,8	0,85	3,4	70,0	0,844	36,6	109,4

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH n=71
p10	0,1	0,03	0,02	0,6	4,7
p30	0,4	0,04	0,03	0,7	4,8
p50	0,7	0,05	0,04	0,8	4,9
p70	1,1	0,07	0,04	0,9	5,1
p90	1,9	0,10	0,07	1,0	5,6
p95	2,1	0,12	0,08	1,1	5,8
p99	3,1	0,16	0,11	1,4	6,0
max	9,2	0,24	0,12	1,6	6,4

Varbergs kommun, norra delen

n=48

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

KM-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
KM-värde		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,007	0,4	0,08	0,02	0,02	0,8	1,6	1,8	9,1	1,9	0,12	0,8	1,1
p30	0,039	1,6	0,38	0,06	0,04	3,6	10,6	8,2	24,0	8,1	0,20	5,9	5,0
p50	0,064	2,8	0,73	0,13	0,06	8,2	18,8	12,8	30,5	13,1	0,28	15,5	9,8
p70	0,074	4,4	0,89	0,18	0,07	10,4	23,9	17,2	37,9	17,0	0,56	18,6	12,0
p90	0,096	7,8	1,13	0,21	0,16	14,1	30,3	20,3	53,0	21,2	3,07	25,0	14,0
p95	0,102	8,6	1,23	0,23	0,20	15,3	32,2	22,7	54,3	22,3	10,11	26,2	14,6
p99	0,122	10,3	1,29	0,26	0,34	16,8	33,2	25,3	69,4	25,9	13,04	32,3	16,8
max	0,133	11,1	1,30	0,29	0,46	17,6	33,3	25,5	75,0	26,8	15,44	37,0	17,5

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
KM-värde								120			350	
p10	2,4	0,10	0,05	2,6	1,3	0,04	0,3	4,2	0,015	4,8	6,7	5,0
p30	12,6	0,18	0,08	7,9	4,6	0,15	0,9	24,1	0,022	10,3	26,3	5,9
p50	29,2	0,23	0,11	17,2	8,1	0,23	1,2	32,0	0,026	15,5	48,3	6,5
p70	37,8	0,28	0,14	24,0	8,9	0,30	1,7	39,8	0,030	20,5	56,6	7,0
p90	48,6	0,42	0,25	32,7	10,7	0,36	2,9	49,5	0,044	28,8	71,0	7,9
p95	56,7	0,89	0,27	55,7	11,7	0,42	5,1	53,1	0,055	30,2	74,8	8,1
p99	58,6	1,25	0,32	83,4	12,1	0,53	11,8	61,9	0,063	37,1	79,3	8,3
max	59,3	1,44	0,34	93,0	12,1	0,61	13,3	62,4	0,068	41,2	80,8	8,5

Vårgårdas kommun

n=56

Bakgrundshalter och pH i morän <0,063 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg														
	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
KM-värde		15			0,4	30,0	120	100				35	80	
p10	0,025	1,2	0,23	0,04	0,04	1,9	3,1	4,6	12,0	3,0	0,26	3,2	4,1	7,6
p30	0,033	1,5	0,31	0,05	0,05	3,0	4,9	7,7	18,0	5,7	0,41	4,8	5,2	10,8
p50	0,037	1,9	0,36	0,06	0,07	3,8	7,6	10,5	21,0	6,8	0,55	6,6	5,9	15,1
p70	0,045	2,7	0,46	0,07	0,08	4,7	10,1	18,1	26,5	8,3	0,64	8,8	6,6	18,3
p90	0,053	3,8	0,56	0,09	0,10	8,4	14,2	31,2	43,5	11,3	0,97	13,0	9,4	23,8
p95	0,061	4,4	0,62	0,12	0,11	9,1	20,0	36,9	48,8	13,4	1,16	14,6	11,5	27,2
p99	0,080	5,0	0,80	0,16	0,14	13,7	33,1	47,9	52,5	17,3	1,28	21,1	14,2	35,6
max	0,090	5,1	0,92	0,18	0,14	18,3	39,5	55,9	53,0	18,0	1,35	24,3	14,3	38,2

Salpetersyralakning med ICP-MS, mg/kg										
	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
KM-värde							120			350
p10	0,16	0,23	4,0	4,9	0,11	0,9	8,8	0,036	6,7	16,5
p30	0,24	0,30	4,9	6,0	0,14	1,2	13,5	0,050	8,9	27,0
p50	0,33	0,33	5,5	6,9	0,18	1,4	17,8	0,058	10,1	31,3
p70	0,43	0,42	6,3	8,1	0,20	1,6	22,9	0,075	12,9	37,0
p90	0,57	0,55	7,5	11,3	0,29	2,6	31,0	0,116	18,0	55,9
p95	0,66	0,62	7,8	12,2	0,30	2,9	36,4	0,145	23,1	65,1
p99	0,84	0,68	9,8	16,0	0,43	3,3	50,7	0,259	28,3	70,5
max	0,86	0,70	10,5	16,9	0,55	3,4	64,7	0,362	28,4	73,1

Kungsvattenlakning med ICP-MS, mg/kg					
	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,0	0,05	0,04	0,7	4,7
p30	0,1	0,07	0,05	0,8	4,9
p50	0,3	0,08	0,06	0,9	5,1
p70	0,4	0,09	0,08	1,1	5,2
p90	0,7	0,11	0,11	1,2	5,7
p95	1,2	0,14	0,12	1,3	5,8
p99	2,9	0,20	0,15	1,7	5,9
max	4,1	0,21	0,16	1,8	6,0

Vårgårdas kommun

n=13

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment <2 mm

Km-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb
<i>KM-värde</i>		15			0,4	30	120	100				35	80
p10	0,012	0,7	0,18	0,04	0,03	2,2	3,3	3,1	10,4	3,3	0,19	2,6	2,2
p30	0,028	1,1	0,31	0,06	0,03	2,8	6,8	5,9	22,4	4,5	0,26	3,8	3,7
p50	0,072	2,7	0,80	0,11	0,05	5,9	10,4	9,8	38,4	8,9	0,48	8,0	7,0
p70	0,084	4,1	1,07	0,15	0,06	9,1	16,8	15,3	63,4	12,8	0,61	13,1	10,7
p90	0,097	5,2	1,29	0,17	0,08	12,3	18,9	17,5	70,0	19,0	0,86	18,5	12,6
p95	0,107	5,4	1,31	0,18	0,09	13,2	21,9	18,6	79,8	20,1	0,89	19,0	13,0
p99	0,117	5,6	1,33	0,19	0,11	13,8	25,2	19,6	90,4	20,3	0,90	19,2	13,2
max	0,119	5,7	1,34	0,20	0,11	14,0	26,0	19,8	93,0	20,3	0,90	19,2	13,3

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	6,9	0,09	0,12	2,7	2,9	0,07	0,8	9,0	0,027	4,9	13,5	4,8
p30	11,7	0,12	0,19	4,9	4,5	0,12	1,5	12,1	0,030	11,9	16,9	5,6
p50	33,3	0,19	0,29	15,0	7,6	0,25	1,7	29,6	0,038	20,7	43,4	5,9
p70	54,2	0,27	0,32	22,7	10,8	0,37	2,5	44,5	0,047	31,2	54,1	6,2
p90	62,0	0,33	0,38	28,7	12,7	0,47	3,0	48,3	0,052	37,5	76,0	6,2
p95	69,3	0,33	0,40	30,6	13,2	0,50	3,1	54,2	0,054	40,6	79,0	6,2
p99	76,7	0,34	0,41	32,4	13,4	0,54	3,3	61,1	0,056	43,6	79,3	6,3
max	78,5	0,34	0,41	32,8	13,4	0,54	3,3	62,8	0,056	44,4	79,4	6,3



Sveriges geologiska undersökning

Box 670

751 28 Uppsala

Tel: 018-17 90 00

Fax: 018-17 93 70

www.sgu.se

Uppsala 2006

ISSN 1652-8336

ISBN 91-7158-751-9

Tryck: Intellecta Tryckindustri