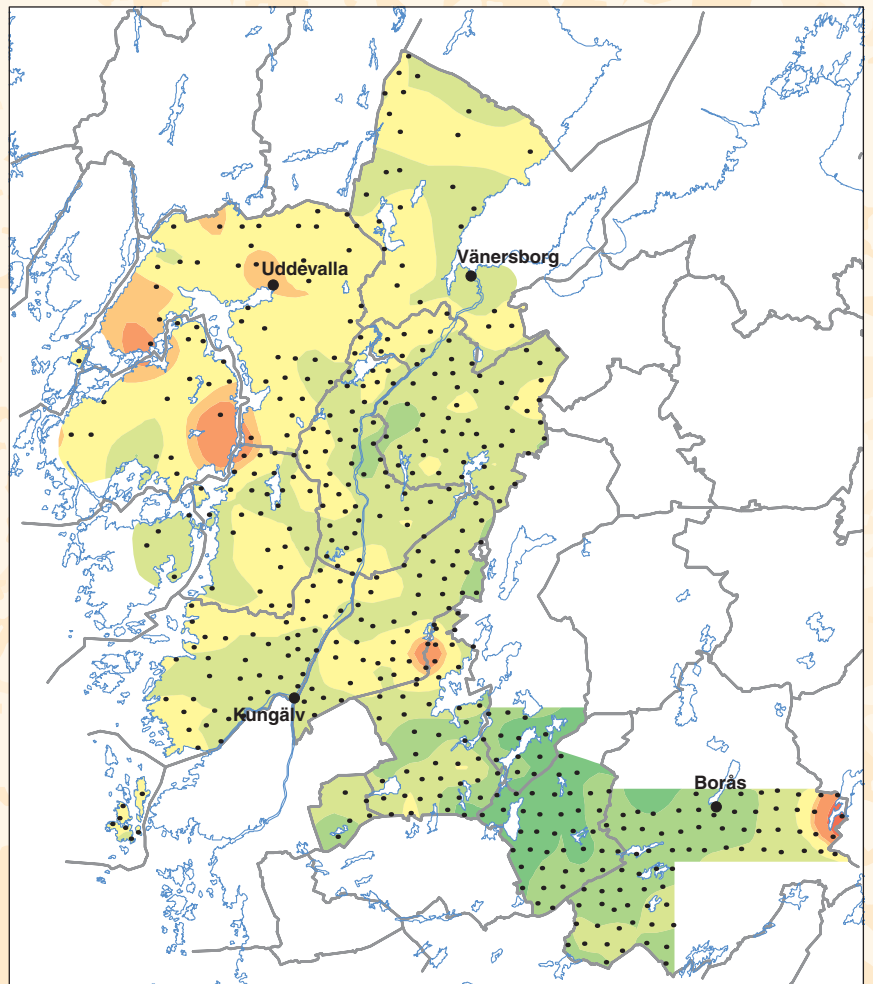


# Geokemiska kartan Markgeokemi

## Metaller i morän och sediment Trestadsregionen – delar av västra Götalands län

Madelen Andersson





Gk 3

# **Geokemiska kartan**

## **Markgeokemi**

**Metaller i morän och andra sediment**  
**Trestadsregionen –**  
**delar av västra Götalands län**

Madelen Andersson

Sveriges geologiska undersökning  
2004

ISSN 1404-3157  
ISBN 91-7158-692-X

Geokemiska kartor publicerades tidigare i SGUs serie Rapporter och meddelanden. En lista över tidigare publikationer återfinns på sidan 34. För information om jordarter, berggrund och grundvatten hänvisas till jordartskartor (SGU serie Ae & Ak), berggrundskartor (SGU serie Af & Ai) samt hydrogeologiska kartor (SGU serie Ag & Ah).

Närmare upplysningar erhålls genom

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

Omslagsbild: Vismut i morän.

© Sveriges geologiska undersökning

Tryck: Elanders Tofters, Östervåla 2004

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Geokemisk kartering vid SGU .....	4
Användning av markgeokemiska data .....	4
Provtypen morän .....	6
Elementens förekomst och rörlighet .....	6
Geologiska förutsättningar .....	6
Markprocesser och buffring .....	7
Lakbarhet och associationer .....	8
De kemiska elementen i näringskedjan .....	9
Metodik .....	9
Provtagning .....	9
Provberedning .....	10
Analysering .....	10
Kvalitetskontroll av analyser .....	11
Elementkartor .....	11
Metallhalter .....	12
Geologin i området .....	12
Översiktlig bergartsbeskrivning .....	12
Malmmineraliseringar och industrimineral .....	15
Kvartär utveckling .....	15
Geokemi – elementens förekomst och associationer .....	18
Basfakta .....	18
Geokemiska mönster .....	19
Miljögeokemi .....	33
Summary .....	35
Referenser .....	35
Geokemiska publikationer .....	36
Kartbilaga .....	37
Tabellbilaga .....	75

## 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 huvudtyper av provtagningsmaterial används för att åskådliggöra detta. Den ena är oorganisk och utgörs i huvudsak av morän, som avspeglar markens naturliga och geologiskt relaterade kemiska sammansättning. Provtagning görs även av ett representativt urval av leror, silt och grövre sediment. Denna oorganiska karteringstyp kallas markgeokemisk kartering och täcker hittills Götaland och stora delar av Svealand och Norrland.

Den markgeokemiska databasen innehåller analysresultat och utgör en referenssamling av naturliga metallhalter där speciellt moränhalterna är geologiskt relaterade. 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 24 000 moränlokaler i Sverige.

Den andra provtypen är organisk och utgörs av bäckvattenväxter, som ger en indikation av biotillgängligheten av metaller i det vatten som omflyter växterna. Denna kartering kallas biogeokemisk kartering.

Föreliggande rapport är en fortsättning på den serie rapporter om markgeokemi som tidigare givits ut i SGUs publikationsserie Rapporter och meddelanden. Den aktuella markgeokemiska karterade regionen ingår i SGU-projektet "Norra Göteborg – Trestad" med tyngdpunkten lagd på kommunerna Öckerö, Kungälv, Ale, Lilla Edet, Trollhättan, Orust, Tjörn, Stenungsund, Uddevalla och Vänersborg.

Rapporten innehåller utdrag ur den markgeokemiska databasen, 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.

Ansvarig för rapporten är Madelen Andersson. Fackgranskning har gjorts av kollegor vid SGU: Kaj Lax, Inger Lundqvist och Tore Pässe.

## 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 anpassas kartor och information 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 och ger information om halter av huvudkomponenter och spårämnen i miljön med avseende på det geologiska ursprunget. Antropogen påverkan bidrar ytterst sällan eller lite till de förekomster av metaller och andra element som uppmäts. 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.

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 neutraliseringsförmåga 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.
- 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.
- 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 infrastrukturdragningar 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 att man oavsiktligt sprider metallrikt material i miljön.

## PROVTYPEN 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 urtvättningen 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.

## 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	Ag, As, Cd, Cu, Hg, Pb, Se, Zn
Basiska bergarter	Ca, Fe, Mg, Mn, P, Ag, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, S, Sr, Ti, V, Zn
Skifferar	Al, Ag, As, Au, Ba, Bi, Cd, Cl, La, Li, Mo, 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 mindre 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 (fig. 1). 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 fällts 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 så gott som uteslutande 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 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 viss information om mineralogisk sammansättning.

Tillgången av 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 stelrande 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 elementen 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 ofta 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 (Kurttio 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 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 med kriterierna att de ska vara representativa för regionen och att 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, växtrötter, 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.

### Provberedning

Moränproverna vakuumtorkas och siktas på nylonfilt med 0,063 mm maskvidd. Anledning 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 upprepad provtagning och analys. Det är därmed betydligt svårare att ta representativa prover och att få reproducerbarhet i analyserna. 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 nylonfilt 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.

### Analysering

Ett fyrtiotal grundämnen analyseras och ämnens 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 HNO<sub>3</sub> (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 kvalitet som ingår i den geokemiska referens-



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

samlingen är: pH, pH1, Ag, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, As, Au, BaO, Be, Bi, CaO, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, La, Li, MgO, MnO, Mo, Na<sub>2</sub>O, Ni, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Pb, Rb, S, Sb, Se, Sn, Sr, Th, TiO<sub>2</sub>, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr. Utanför denna finns dessutom ett fåtal grundämnen av sämre kvalitet, t.ex. Br, 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 (replik) 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, som t.ex. i Finland.

## Elementkartor

I föreliggande rapport redovisas ett antal analysparametrar i form av singelelementkartor och beräknade kartor utvisande prognos för baskatjonbildning, försurningsresistens och lakbarhet huvudsakligen i kartskala 1:1 miljon. Utöver de i digital form presenterade kartorna finns för metallerna guld, koppar, bly, zink, kobolt, nickel, krom och vanadin s.k. plot-on-demand-kartor i skala 1:250 000. Plot-on-demand-kartorna visar metallernas totalhalter utom för guld där kungsvattenlakade halter används. I A3-format finns kartor och kortfattad text för pH och för metallerna As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, U, V och Zn. Informationen i A3-format visar salpetersyralakad frekvens av metallerna i aktuellt undersökningsområde och ställer undersökningsområdets metallhalter i relation till de gränsvärden för känslig markanvändning som Naturvårdsverket tagit fram. För beställning av dessa eller för kartframställning i andra skalor eller av andra element kontakta Kundtjänst på SGU.

De uppfärgade kartorna 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 speciellt i dylika områden kan avvikelser mellan reell och beräknad halt vara signifikanta. 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 (Naturvårdsverket 1999) är att de förra mäts i fraktion <0,063 mm, medan de senare i fraktion <2 mm. Analysmetod 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 analysvärdena från finfraktionen i morän med faktor 0,7 för jämförelse med KM-värdena, medan man direkt kan jämföra SGUs sedimentprov 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

Utförlig kartering av berggrund och jordarter har gjorts inom delprojekten berg respektive jord i undersökningsområdet och för sådan information hänvisas till andra produkter i SGUs publikationsserier. Kortfattat beskrivs geologin som är relevant för den geokemiska tolkningen. Se översiktlig berggrundskarta på s. 13.

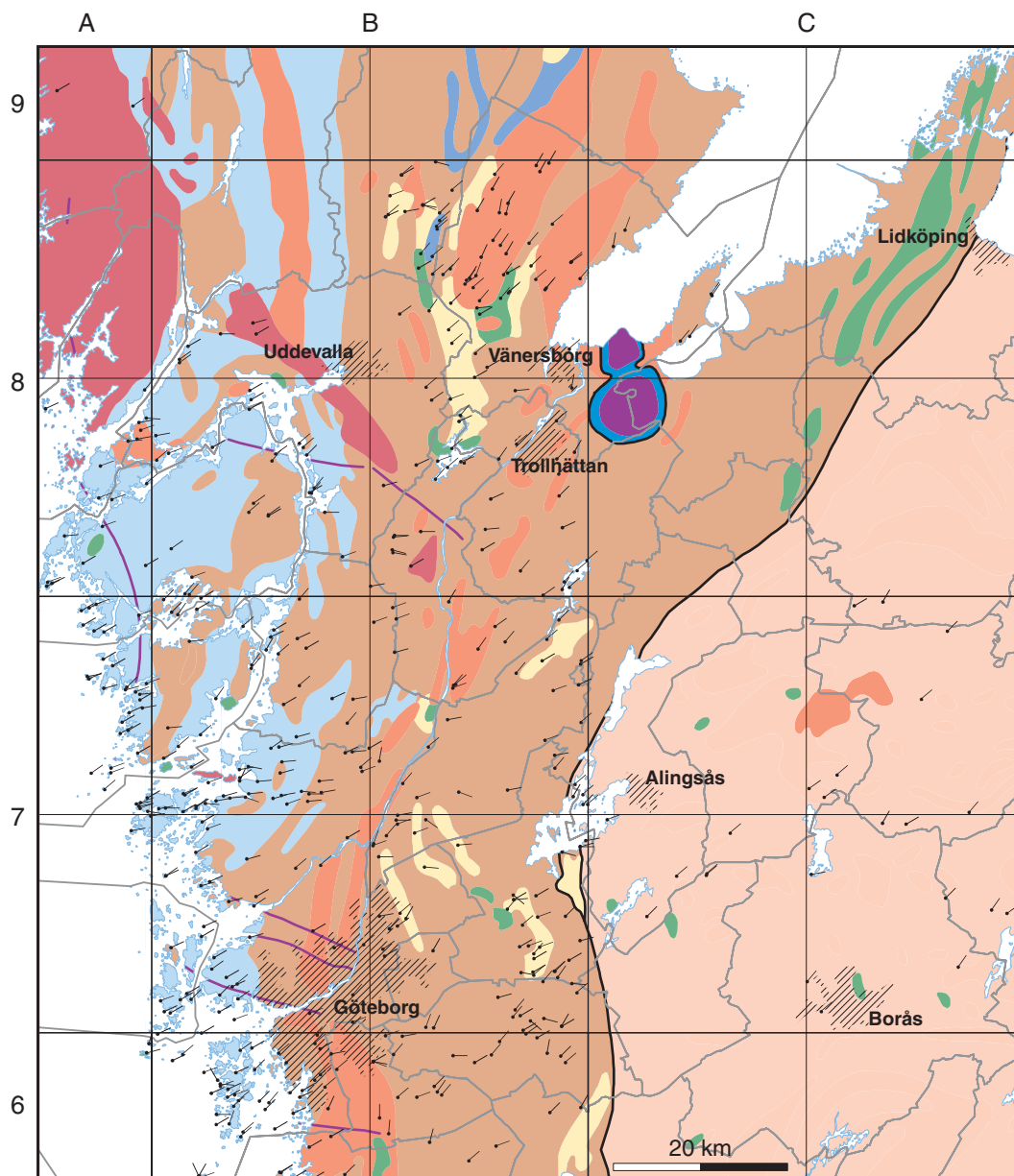
### Översiktlig bergartsbeskrivning

**Den prekambriiska berggrunden** i området kan i stort sett delas in efter ålder i fyra grupper innehållande bergarter som i princip blir yngre åt väster: det östra segmentet, öster om Mylonitzonen, det västra segmentet väster om Mylonitzonen, Åmål–Horredbältets ytbergartsgnejs samt Stora Le–Marstrandsgruppens ytbergartsgnejs. Inom enheterna finns även flera generationer av yngre intrusivbergarter. Gränserna mellan enheterna är mer eller mindre tydliga. Det östra segmentet har en mycket liten andel ytbergartsgnejs och granitoiderna skiljer sig åt genom att granitiska led är vanligare.

**Mylonitzonen** är en deformationszon som löper från västra Värmland, via Värmlandsnäs, över Källandsö söderut till trakten av Varberg. Den delar den västsvenska gnejsregionen i två enheter: det östra segmentet, med i huvudsak magmatiska djupbergarter som bildades för omkring 1 700 till 1 650 miljoner år sedan, respektive det västra segmentet med större andel ytbergarter och där bergarterna är ca 100 miljoner år yngre.

**Gnejsenheten öster om Mylonitzonen** består till största delen av till gnejs omvandlade magmatiska djupbergarter. Regionen domineras av bergarter med granitisk och granodioritisk sammansättning (röda till grå gnejser) som är ådrade. I de röda, mer granitiska leden, finns mer kalifältpat och mindre mängd hornblände och biotit än i de mer grå, granodioritiska–tonalitiska leden. Övrigt förekommande mineral är kvarts och plagioklas. Titanit, epidot och apatit kan också finnas, liksom magnetit och pyrit. Benämningen järngnejs har tidigare använts på dessa gnejser eftersom de innehåller magnetit.

I området förekommer också starkt omvandlade basiska och ultrabasiska bergarter (metagabbro, metadiorit och ultrabasiter) vanligen som mindre kroppar i omgivande gnejsberg-



— Förkastning, kross- eller förskiffringszon

Diabas

Sandsten, kambrisk

**FENNOSKANDISKA SKÖLDEN**

**Neoproterozoiska (till mesoproterozoiska) bergarter**

Pegmatit och granit  
(ca 1000 miljoner år)

**Mesoproterozoiska (till paleoproterozoiska) bergarter**

Granit, gnejsig, vanligen ögonförande  
(1510–1220 miljoner år)

Sedimentär och mörk vulkanisk bergart  
(ca 1100 miljoner år)

Granit-tonalit, gnejsig  
(ca 1560–1600 miljoner år)

**Paleoproterozoiska bergarter**

Sedimentär bergart, gnejsig och ådrad (Stora Le-  
Marstrandsgruppen, ca 1600 miljoner år)

Ljus vulkanisk och sedimentär bergart,  
vanligen gnejsig (ca 1620 miljoner år)

Gabbro, diorit, gnejsig

Granit-tonalit, ådrad, vanligen bandad  
(ca 1700–1600 miljoner år)

↗ Huvudsaklig isrörelseriktning

Översiktlig berggrundskarta.

grund. De mörka mineralen i dessa utgörs främst av hornblände och något biotit och på vissa ställen kan man se nybildning av andra mineral, främst pyroxen. Plagioklas, kan också vara omvandlad och då visa avkalkning med sekundär bildning av klinozoisit. I metagabbbron kan hornblände, pyroxen, plagioklas, biotit och mindre mängder av granat och malmmineral finnas. Vissa typer kan också uppvisa olivin som omvandlats till bl.a. serpentin.

Smärre förekomster av pegmatit förekommer, en bergart som nästan uteslutande består av kvarts, mikroklin och plagioklas, oftast albit. I regel innehåller de förutom huvudbeståndsdelarna ett fåtal mörka mineral som biotit, magnetit och i enstaka fall hornblände. Undantagsvis påträffas även muskovit, epidot eller granat. I anslutning till Mylonitzonen förekommer pegmatiter som är rika på ljus glimmer (muskovit) och i något fall har även flusspat iakttagits. De har även en högre uranhalt än omgivande berggrund.

**Gnejsenheten väster om Mylonitzonen** domineras av magmatiska djupbergarter som bildades för ca 1 600 miljoner år sedan respektive ca 1 560 miljoner år sedan. De består av graniter, granodioriter och tonaliter som är gnejsiga eller ådrade. Andelen kalifältspat är högre i granit och lägre i tonalit medan andelen plagioklas, biotit och hornblände ökar successivt från granit till tonalit. Utöver dessa bergarter finns två nord-sydliga stråk med ytbergartsgnejs. Det ena sträcker sig från Horred i sydväst med vissa avbrott norrut upp till Åmål (Åmål–Horred-bältet). Det består huvudsakligen av ytbergartsgnejs med vulkaniskt ursprung och gnejserna är ställvis rika på mineral som kvarts, fältspat, glimmer och även hornblände. Det finns även enstaka kalkrika respektive magnetitrika band. I gnejserna finns små kroppar av omvandlade mafiska bergarter såsom diorit, gabbro och ultramafit. Den ultramafiska bergarten kan vara rik på krom och nickel.

Bergarten genomslås av kvarts- pegmatit- och aplitgångar av olika åldrar samt mörka basiska gångar rika på mineral som hornblände, plagioklas och biotit. Ytterligare mineral i metabasiterna kan vara epidot, apatit, granat, titanit och även olivin och pyroxen.

Det andra ytbergartsstråket utgörs av Stora Le–Marstrandsgruppens bergarter som sträcker sig från Göteborgstrakten, genom Bohuslän och västra Dalsland och vidare in i Norge. Detta domineras av gnejsjer med sedimentärt ursprung. Gnejserna växlar i utseende men har mestadels sitt ursprung i gråvackor, som i välbevarade avsnitt visar en bandning där banden vanligen är glimmerrika, men också kan vara kvartsrika. Det förekommer också mörkare lager som troligen är omvandlade basiska vulkaniter. Bergarten är gnejsig, ådrad och migmatitiserad.

På Orust och Tjörn förekommer en yngre, ögonförande granit (Stigfjordengranit), som är ca 1 500 miljoner år gammal. Från Göteborgstrakten till Vänersborg och vidare norrut mot Värmland finns ett stråk med graniter, som bildades för drygt 1 300 miljoner år sedan. Hit hör t.ex. Askimgraniten, RA-graniten och norr om Vänersborg finns Hästefjords- och Ursandsgraniten. Graniterna är i regel porfyriska (ögonförande) och de är massformiga eller gnejsiga, mer sällan ådrade. Bergarten innehåller mineral som kvarts, kalifältspat, plagioklas, biotit, hornblände och någon gång pyroxen eller muskovit. Dessa bergarter är tämligen rika på kalium och zirkonium. RA-graniten har förhöjd naturlig gammastrålning.

Associerade med de granitiska bergarterna finns mafiska kroppar i form av diorit och gabbro. Mineralen utgörs av hornblände, biotit, plagioklas, epidot, mer eller mindre av pyroxen och kvarts samt malmmineral.

I det nordvästligaste hörnet av Vänersborgs kommun återfinns den sydligaste delen av Dalslandsgruppens bergarter. De är till övervägande delen sedimentära och avsatta i havsmiljö. Bland annat bygger arkos, konglomerat, skifferar och sandsten upp sviten. Dalslandskvartsiten tillhör denna grupp av bergarter.

### **Pegmatiter**

Både i östra och västra segmentet förekommer gångar av pegmatit som har olika ålder. Några få större pegmatitmassiv förekommer också, bland annat väster om Uddevalla. Ett stort antal pegmatitbrott har tagits upp i området och pegmatiterna har varierande mineralinnehåll. De yngre gångarna som framför allt förekommer väster om Göta älv har på flera ställen brutits på



fältspat, kvarts och glimmer. Mer komplexa gångar kan innehålla en mångfald olika mineral, bland annat beryll, columbit, granat, flusspat, amasonsten, kopparkis, blyglans, rutil och titanit. Pegmatiterna innehåller ofta U och Th och ibland sällsynta jordartsmetaller som t.ex. Y, La, Ce och Eu. En pegmatit vid Essljug ca 7 km NV Trollhättan är till exempel känd för sina sällsynta mineral. Rubidium, kalium och bly förekommer i högre grad i pegmatiterna än i övriga bergarter i området.

### **Diabas**

Det förekommer flera generationer av diabaser. De äldsta gångarna vid kusten är drygt 900 miljoner år gamla medan de yngsta diabaserna på Halle- och Hunneberg är ca 280 miljoner år gamla. Diabasgångarna förefaller vara tämligen homogena i sin sammansättning. Generellt innehåller diabas mineral som plagioklas, hornblände, biotit, apatit, karbonatmineral, malmmineral, ibland även pyroxen och olivin. De uppvisar högt innehåll av fosfor, strontium, zink, vanadin, titan, järn, kobolt och koppar jämfört med övriga bergarter i området.

**Kambrisk berggrund** med sandsten och alunskiffer påträffas i nordost i Halle- och Hunneberg. Bergarterna överlagras av ett täcke av diabas, som ligger direkt på sandstenen i sydvästra delen av Halleberg, medan den överlagrar alunskiffern i västra delen av Hunneberg.

Sandstenarna uppvisar högt krominnehåll, men det är framför allt alunskiffern som avviker geokemiskt från övriga bergarter i undersökningsområdet. Alunskiffern har hög organisk halt och innehåller även bl.a. uran, molybden, arsenik, svavel, kalcium och nickel i betydligt högre grad än de andra bergarterna. Innehållet av aluminium, fosfor, natrium och zink är däremot lågt. Sandstenen som finns i anslutning till Halle- och Hunneberg består till största delen av kvarts, men det förekommer också lite kalifältspat, plagioklas, muskovit och biotit och ibland små mängder magnetit, pyrit och glaukonit. Vidare finns det sandstensfyllda sprickor på flera ställen, bl.a. på kartbladet 8B SO. Dessa tros ha samma ursprung som den tidigare nämnda sandstenen, nämligen kambriska avlagringar.

### **Malmmineraliseringar och industrimineral**

Inom området förekommer så gott som inga kända mineraliseringar med avseende på metaller, men däremot förekommer förr brytning av industrimineral. De flesta täkterna bröts på fältspat, kvarts, glimmer, gnejs eller granit. Fältspat- och kvartsbrott har ofta tagits upp i pegmatitgångar och ibland har tjocka packar av glimmer påträffats i anslutning till sådana. Fältspatbrytning har framför allt skett på Orust och öarna intill samt på närliggande fastland. Vid Lilla Edet bröts glimmer och i Hunneberg öster om Vänersborg har alunskiffer och sandsten brutits. Numera finns täkter för krossberg.

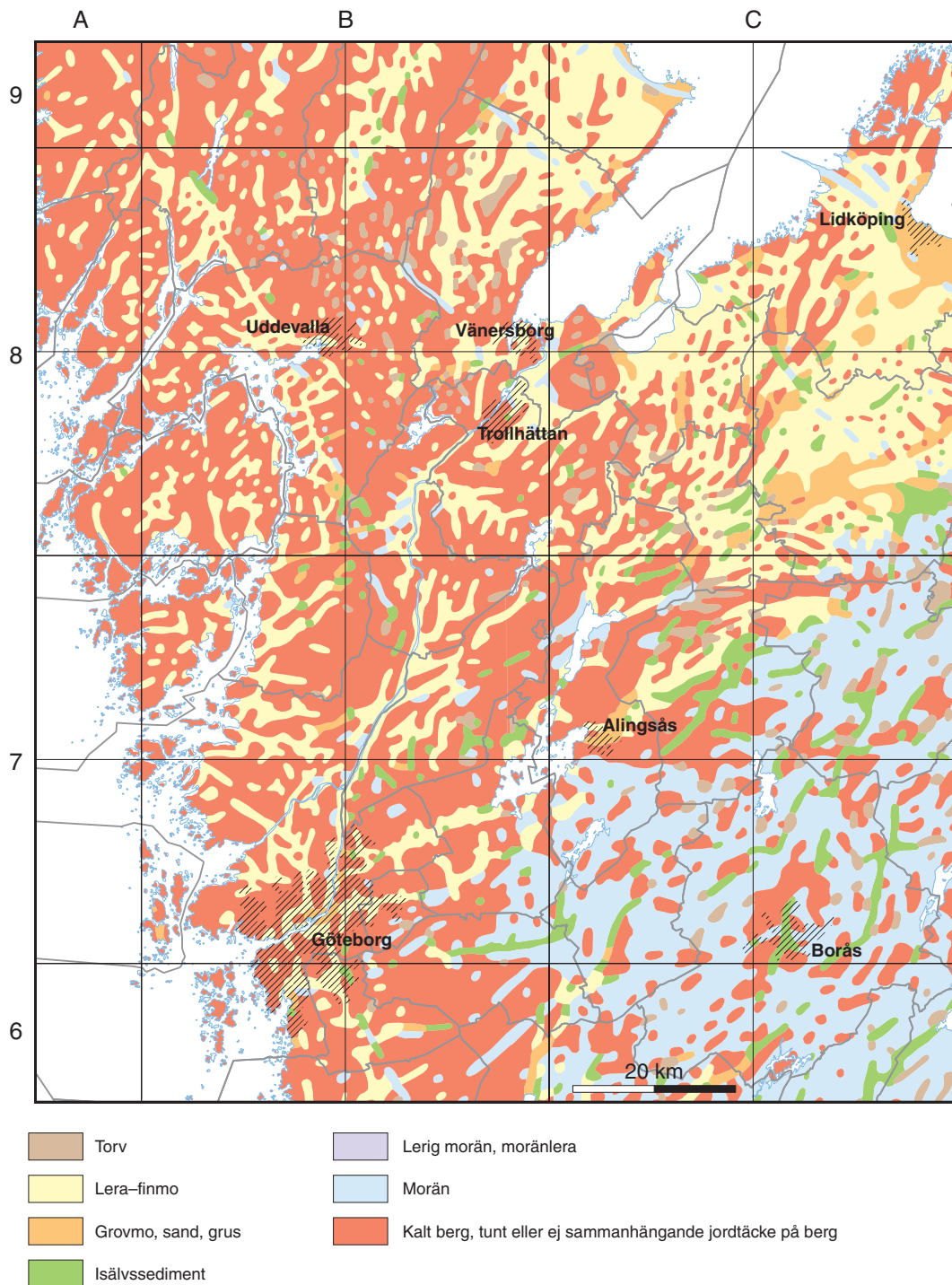
Söder om Öre sjö finns Utby kvartsförekomst kopplad till en kvartsbreccia i rödaktig gnejs. I kvartsen, som brutits för vägbeläggning, förekommer muskovit men också malmmineral som svavelkis, arsenikkis, guldhaltig kopparkis, silverhaltig blyglans samt molybdenglans. Halterna anses dock för låga och metallerna uppträder för oregelbundet för att ekonomiskt motivera en utvinning med dagens prisnivåer.

### **Kvartär utveckling**

Den största delen av undersökningsområdet är kuperat och domineras i väster av berg med ler-sediment i sänkor och dalgångar. Topografin är flackare söder och väster om Halle- och Hunneberg, samt norr och nordväst om Vänersborg. Största delen av området ligger under högsta kustlinjen och morän förekommer där sparsamt och då ofta täckt av yngre sediment. Vissa partier längs Göta Älv, norr och sydost om Mjörn ligger över högsta kustlinjen. En gräns till

mäktigare moräntäcken går ungefär mellan Göta Älv och sjöarna Anten och Mjörn, söder om Mjörn och öster om sjön Aspen. Öster om denna gräns är moränen generellt sett mäktigare och området ligger också över HK. I sydost i Boråstrakten ligger HK strax under 100 m, i norr vid Kroppefjäll ungefär vid 150 m och i Uddevallatrakten ca 140 meter över nuvarande havsnivå.

Isrörelseriktningen är generellt från NO i den sydöstra respektive nordöstra delen av undersökningsområdet. Centralt och i väster är riktningarna mer från ONO–O. Lokala avvikelser förekommer dock. Se översiktlig jordartskarta nedan.



Översiktlig jordartskarta.

## **Morän**

Den vanligaste moräntypen i undersökningsområdet är sandig men även sandig-siltig morän förekommer och är något mer frekvent i de västligaste delarna. Grusig morän påträffas också, men är vanligare längre mot öster. I västra delen av området saknas morän nästan helt. Det kan bero på den kraftiga svallningen under områdets landhöjning, men även att moränen primärt varit tunn.

Den mest påtagliga ytformen som moränerna bildar är flacka, ibland ganska höga och långa ryggar, ofta strömlinjeformat elliptiska med ett drumlinliknande utseende, och de är nästan alltid utsträckta nordost–sydväst. Den största av dessa på kartbladet 7B SO är Tahultmoränen som är nära 2 kilometer lång och 50 m hög. En annan ytform som förekommer är småkullig morän med ganska distinkta ryggar, ibland med omväxlande morän och sorterade jordarter från grus till silt. Dessa torde ha bildats som dödismorän. Några små områden med dödismorän kan bl.a. noteras i östra delen av undersökningsområdet, väster om sjön Anten.

I undersökningsområdet förekommer också s.k. randbildningar. De har avlagrats vid fronten av landisen när denna varit mer eller mindre stilla. Det nordligaste och yngsta stråket, Levenemoränen, återfinns på båda sidorna av Vätern. Sedan följer Trollhättemoränen som avsattes för ca 13 500 år sedan, Berghemsmoränen som avsattes för 14 000 år sedan och Göteborgsmoränen för 14 700–14 400 år sedan och slutligen Hallands kustmoräner som har en ålder av 15 000–14 500 år. Randbildningarna utgörs av morän, sand och grus och är inhomogent uppbyggda i form av komplexa ryggar eller platåer. De kan ofta följas som en mer eller mindre obruten rad av avlagringar över mycket långa sträckor.

## **Isälvsavlagringar**

Isälvsavlagringarna i den nordvästra halvan av undersökningsområdet (gräns ungefär vid Anten och Mjörn) har bildats vid iskanten när denna legat mer eller mindre stilla under avsmältningsskedet. Åsar av mellansvensk typ saknas i detta område och de synliga isälvsavlagringarna domineras av mindre och större deltaavlagringar. Isälvsedimenten kan överlagras av glaciallera och svallsediment och de senare är inte alltid helt lätta att skilja från isälvsedimenten.

I den sydöstra halvan av undersökningsområdet uppträder isälvs materialet främst i tre rullstensåsar: Vängaåsen, Boråsåsen och Rångedalaåsen. Denna sydöstra del av området ligger nästan helt över högsta kustlinjen. Åsarna har en sträckning i NNO–SSV och i anslutning till dessa uppträder även större deltabildningar avsatta i issjöar. Där isälvsedimenten avsatts i issjöar består sedimenten huvudsakligen av sand medan åsarna i regel är betydligt grovkornigare.

## **Glacial lera**

I västra delen av undersökningsområdet har den glaciala, marina leran huvudsakligen avlagrats i de stora dalgångarna. Leran har ofta betydande mäktighet och kan överlagra de lägre delarna av områdets isälvsavlagringar. På sina ställen i glacialeran förekommer svarta fläckar, skikt och flammor bestående av sulfidlera. Denna är vanligast i Göta älvs dalgång. På många ställen innehåller leran skalrester av marina mollusker och skalamöbor, vilket kemiskt avspeglas av kalk i leran. I den nordöstra delen av området förekommer diffust varvig lera. Detta indikerar att vattnet inte var speciellt salt längst in i de vikar som existerat där.

I den östligaste delen av undersökningsområdet förekommer glacial finsand dels som issjöfinsand som avsatts i isdämda sjöar och dels som isälvsfinsand som avsatts av isälvar.

## **Postglacial lera**

Förekomsten av postglacial lera är främst koncentrerad till de stora älvfåror och på tämligen låg höjd över havet och följaktligen är den vanligast i den västra delen av området. Den postglaciala leran överlagras ofta glacialeran i de områden som ligger lägre än 20–30 meter över

nuvarande havsyta. Den postglaciala leran har bildats genom svallning. Vanligtvis utgörs den av fin lera, men vid större inblandning av silt och sand som svallats ut från isälvsavlagringarna eller moränen har i stället grovlera bildats. Den postglaciala leran är svår att skilja från glacialleran i fält. Färgen är grå, vanligen utan nyanser och det är främst genom skal av olika djurarter man skiljer lerorna åt.

### ***Svämsediment***

Svämsediment förekommer i området, men har inte stor areell utbredning. De har ofta högt organiskt innehåll och överlagrar andra sediment i mer eller mindre tunna skikt.

### ***Äldre jordarter***

Vid Dösebacka och Ellsbo i nordöstra delen av kartblad 7B SO och på kartblad 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.

### ***Mäktighetsuppgifter***

I västra delen av undersökningsområdet förekommer i dalgångarna allmänt jorddjup som överstiger 20 meter. I Götaälvdalen är mäktigheten ofta större än 50 meter. Exempelvis har man vid Torpa i Göta älvs dalgång uppmätt en jordmäktighet av 45,5 meter sediment. I Partille har genom borrhning uppmätts jordmäktigheter på 79 meter. Det största konstaterade jorddjupet är 130 meter. Man har med seismiska mätningar konstaterat ett djup till berggrunden på 28–33 meter i ”drumlinen” väster om Göta älv vid Håveled.

## **GEOKEMI – ELEMENTENS FÖREKOMST OCH ASSOCIATIONER**

### **Basfakta**

I undersökningsområdet har prover från 487 moränlokaler samlats in. Merparten av de insamlade proven är sandig morän, i mindre grad sandig-siltig morän och endast ett par procent av proven är tagna i grusig morän. Tittar man på bildningssättet för moränerna så överväger de som är basalt avsatta över de ytligt avsatta. Samtliga prov är analyserade på fraktion <0,063 mm. Vid en översiktlig jämförelse av medianhalterna för de syralakade elementen Na<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cd, Co, Cu, Mo, Se, Sn, Th, U, W och Y ser man att medianhalten är högre i grövre moräntyper. 135 moränprover, jämnt spridda över arealen, har också analyserats på fraktion <2 mm. De resultaten berörs dock ej i denna redovisning.

Utöver morän har prover från 314 sedimentlokaler samlats in. Bland dessa dominerar glacial lera, därefter i omfattning postglacial lera och endast ca 6 % av proven utgörs av grövre fraktioner (silt-sand). De grövre fraktionerna har generellt sett lägre elementhalter och lägre pH. Klara skillnader finns också i lertyperna. Den postglaciala leran har högre medianhalter för Na<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ag, As, Cd, Mo, Se samt pH. Den glaciala lerans medianhalter är högre med avseende på BaO, MnO, TiO<sub>2</sub>, Co, La, Sn, Th, Tl och Y. Bland lerorna har finlera (lerhalt >25 %) högst medianhalter för elementen MgO, Cr, Li, Ni, Pb och U oavsett om den är glacial eller postglacial.

För lokalisering av platsnamn som nämns i texten hänvisas till karta på s. 19.



Ortsnamnskarta.

## Geokemiska mönster

Olika bergarter har olika mineralinnehåll vilket ofta avslöjar sig i form av distinkta geokemiska mönster. Dessa mönster, dvs. områden med höga eller låga elementhalter, kallas anomalier. I undersökningsområdet är dock bergarternas mineralbild och elementuppsättning ganska lika, och dessutom uppträder bergarterna ställvis i många mindre enheter. Detta tillsammans med att isen transporterat såväl gamla jordarter som lossbrutet bergartsmaterial och avsatt det som morän, gör att de geokemiska mönstren är sammansatta, vävs in i varandra och ger i den här redovisningen endast möjlighet till generella tolkningar.

Ytterligare en svårighet vid tolkning av de geokemiska mönstren är att, speciellt i den västra delen med tunna jordtäcken och mycket kallt berg, definitionen av morän respektive sediment stundtals varit svår att följa vid provtagning av jordarterna. 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.

I stort sett kan man inte se några tydliga skillnader i moränens kemiska sammansättning som följer olika moräntyper vad gäller bildningssätt. Sälunda skiljer sig t.ex. inte morän från moränbacklandskap märkbart från intilliggande områden täckta av basalt deponerad morän med avseende på geokemi. Detta kan indikera att moränerna inom närliggande områden i huvudsak består av samma material, åtminstone vad gäller den analyserade fraktionen.

Elementfördelningen i regionen avseende morän visar i form av geokemiska mönster en del skillnader i jämförelse med hela landet. Sälunda är Trestadsregionen generellt en region med något högre frekvens beryllium, bly och rubidium och ett lågområde vad gäller kalcium, fosfor, arsenik och strontium. Denna fördelning av elementen indikerar granitiskt eller pegmatiskt innehåll i moränen. Totalhalterna av kalium och bly indikerar ofta kalifältspater medan syralakade halter av samma element istället kan visa elementens lösliga förekomst, t.ex. i biotit som är vanligt i de basiska bergarterna. Diabaser markeras ofta av den basiska elementgruppen, med kalcium, järn, magnesium, kobolt, koppar, nickel, vanadin m.fl. Samma element uppträder också i ett flertal andra bergarter av basisk karaktär, vilket gör det svårt att uteslutande peka ut diabas som elementbärare i Trestad-regionen. I regionen sydöst om Mjörn är det uppenbart med det basiska bergartsinslaget i moränerna då området generellt är förhöjt på de basiska elementen och ett lågområde för element som kännetecknar kiselrika bergarter som kalium och bly.

### **Aluminium ( $Al_2O_3$ )**

De flesta bergarter innehåller aluminium i någon form. Silikatmineral som är bildade genom omvandling av aluminiumrika sedimentleror har normalt de högsta halterna och sådana är vanliga t.ex. i kvartsiter, gnejser och skifferar. Ljus glimmer (muskovit) är generellt mer rik på Al än mörk glimmer (biotit). För industriell framställning av aluminium är silikatmineralen andalusit, kyanit och sillimanit intressanta, alla med sammansättningen  $Al_2SiO_5$ . I undersökningsområdet har pegmatiter och sandsten låga halter medan gnejser och diabas har högre halter.

Huvudelementet aluminium uppträder i undersökningsområdets moräner med totalhalter som i relation till övriga landet är normala, medan syralakade halter ligger på en högre nivå. I områden där totalhalterna är förhöjda är också de syralakade halterna höga. Procentuell lakbarhet visar att området öster om Göta Älvs dalgång innehåller bergartsmaterial med relativt lättlakat Al. Detta indikerar att elementet här förekommer i mörka mineral som biotit, amfibol m.fl. I områden med låg lakbarhet förekommer Al sannolikt i betydligt mer svårlösta mineral som kalifältspater, natriumsilikater och muskovit. Aluminium i sedimenten visar delvis högre halter i samma områden som moränen, t.ex. i ett stråk öster om Göta Älv från Lödöse och norrut mot Trollhättan. Gott om lösligt aluminium i primärmineral kan vara en bidragande orsak till denna regionala fördelning i sedimenten.

### **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. I områdets bergarter är bariuminnehållet ofta högt i alunskiffer, lite lägre i gnejserna och generellt sett lågt i pegmatiter och sandsten.

Jämfört med landet i övrigt är totalhalterna av barium i morän relativt normala och likaså de syralakade halterna. Längst i norr är lakbarheten för barium hög även om totalhalter respektive syralakade halter är tämligen blygsamma. Framför allt skiffren på Hunneberg inverkar förhöjande på moränens bariumhalter, vilket även framgår av den procentuella lakbarheten. Att skiffren transporterats ut mot sydväst från Hunneberg kan avläsas i kartbilden som förhöjda

halter av syralakat BaO. Även sedimenten har höga bariumhalter i detta område. Sedimenten i övrigt har generellt sett högre bariuminnehåll öster om Göta Älv och väster om Kungälv.

### **Järn ( $Fe_2O_3$ )**

Huvudelementet järn ingår i de flesta bergarter och uppträder i flera olika, vanliga mineralgrupper: amfiboler, pyroxener, glimrar (särskilt mörk glimmer) och olivin. Järn ingår även i sulfidmineral, t.ex. arsenikkis, kopparkis och svavelkis och i oxider som magnetit ( $Fe_3O_4$ ) och hematit ( $Fe_2O_3$ ).

Totalhalterna för järn i morän är tämligen normala jämfört med landet i övrigt, medan syralakade haltnivåer ligger något högre. Det geokemiska mönstret visar järnförhöjningar bland annat i områden där en del stenbrott (eller i isrörelseriktningen från dessa) tagits upp med anledning av fältspat, pegmatit eller krossberg. I anslutning till dessa, som ofta är glimmerrika, finns inte sällan lite sulfider i sidoberget, båda faktorerna kan ha bidragit till järnmönstret. Diabaser ger också järntillskott i moränområdena, t.ex. sydväst om Halle- och Hunneberg och på västligaste Orust. Det geokemiska mönstret visar att moränområden med inslag av grå gnejser ("järngnejserna") som i sydost, har ett generellt sett högre järninnehåll än i området till exempel öster om Göta Älv där mer järnfattiga röda gnejser uppträder. Öster om Göta Älv finns däremot också inslag av basiska bergarter i moränen, vilket ger utslag framför allt med högre syralakade järnhalter. Lakbarheten är också hög i detta område, liksom i kusttrakten vid Tjuvkil, väster om Kungälv. Järnhalterna i sedimenten följer samma mönster som aluminium, med höga halter öster om Göta Älv, samt i kusttrakten.

### **Kalcium ( $CaO$ )**

I bergarter förekommer huvudelementet kalcium i flera vanliga mineral: karbonater, amfiboler, pyroxener, apatit, fältspater, m.fl. Alunskiffer, gabbro, diorit och övriga basiska bergarter i området har de högsta kalciumhalterna, gnejser något lägre, graniter och pegmatit de lägsta.

Kalcium uppträder i undersökningsområdets moräner med såväl totalhalter som syralakade halter som i relation till övriga landet är ganska låga. I undersökningsområdet har granitoider med högre innehåll av Ca-rika plagioklaser gett upphov till moränens kalciummönster, men förhöjningar tillsammans med fosfor indikerar också apatit som kalciumbärare. Så är fallet bl.a. söder om Ljungskile, mellan Uddevalla och Öre sjö samt sydost om Mjörn. Även de ställvis förekommande inslagen av gabbroida bergarter har gett kalciumtillskott. Låga halter hittar man i granitiska och pegmatitrika områden. Det geokemiska mönstret för lakbarheten visar bland annat en tydlig gräns ca 1 mil väster om Mjörn, där moränområden med inslag av äldre granodiorit skiljer sig från områden med inslag av yngre porfyrisk granodiorit. Lakbarheten är betydligt lägre i det senare. Mycket hög lakbarhet återfinns i kusttrakten vid Tjuvkil väster om Kungälv och trots att kalciumhalten är låg, torde mineralbildningen vara gynnsam med tanke på tillgängligheten av kalcium. Hög lakbarhet återfinns också i norr i anslutning till Dalslandsgruppens bergarter. Sedimenten kännetecknas av höga kalciumhalter bland annat i kusttrakten. Det är sannolikt inslag av kalkrikt skal som visar sig genom de höga halterna. Öster om Uddevalla återfinns en förhöjning omfattande flera lokaler. I samma område är också moränen förhöjd med avseende på kalcium och fosfor.

### **Kalium ( $K_2O$ )**

Kalium ingår bl.a. i kalifältspater och glimmermineral, och är därmed en huvudbeståndsdel i många bergarter, framför allt i kiselrika varianter som graniter och pegmatiter.

I undersökningsområdet är totalhalterna generellt sett ganska normala med förhöjningar i den nordligaste delen där det granitiska inslaget är störst i moränerna. Sålunda markeras också de pegmatitrika områdena väster om Uddevalla med kaliumförhöjningar i moränen, medan morän med mer basiskt bergartsinnehåll har låga totalhalter. Kartbilden över syralakade halter

avviker delvis från totalhalterna och en del områden med låga totalhalter uppvisar relativt höga syralakade halter. Sådana områden återfinns till exempel öster om Göta Älv och vanligtvis där glimmerrika bergarter förekommer. Kvoten mellan syralakad halt och totalhalt ger därför 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. Kaliumhalterna i sediment följer i stora drag samma mönster som tidigare nämnda järn, aluminium m.fl.

### ***Magnesium (MgO)***

Elementet magnesium förekommer i basiska/mafiska bergarter i högre halter än i de flesta andra bergarter, och normalt tillsammans med element som järn, titan, krom, nickel m.fl. Framför allt är det i mörk glimmer som magnesium uppträder. Morän med inslag av bergarter som amfibolit, diorit, gabbro och grå gnejs har därför högre magnesiuminnehåll än där granitiskt innehåll dominerar.

Det ”fläckvisa” uppträdandet av basiskt bergartsinslag i moränen kan ses i magnesiummönstret för både totalhalterna och de syralakade halterna, medan granitiskt eller porfyriskt inslag i moränen i norr visar sig med lägre innehåll av elementet. I sedimenten följer magnesium i stort sett samma mönster som järn, kalium, aluminium m.fl. och med förhöjningar bl.a. öster om Göta Älv, vid Nordre Älv och Hakefjorden.

### ***Mangan (MnO)***

Mangan uppträder i ett flertal bergartsbildande mineral, och kan ersätta bl.a. Fe och Mg i kristallgittern. I bergarter är det de med basiskt innehåll som har de högsta manganhalterna, medan kiselrika bergarter som sandsten och pegmatit har lägre halter. Ett flertal manganmineral är kända, t.ex. pyrolusit ( $MnO_2$ ), och brytning av metallen görs oftast tillsammans med järn.

Totalhalterna av mangan i morän är ganska normala i området, medan de syralakade halterna ligger på en något högre nivå än i landet i övrigt. De geokemiska mönstren för totalhalterna respektive de syralakade halterna är tämligen lika, och lakbarheten för elementet är generellt tämligen hög. Förhöjningar finns i områden med basiskt bergartsinslag, t.ex. markeras ett basiskt massiv norr om Vänersborg. De grå gnejserna har generellt något högre halter än de röda, och längst i sydost finns en markant förhöjning i ett område där man konstaterat kisfyllda sprickor i anslutning till ett par bergtäkter i gnejs. Sedimenten uppvisar samma generella drag för mangan med förhöjningar i samma områden som för ett flertal andra element, t.ex. barium och kalium.

### ***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. Huvudelementet ingår därmed i såväl basiska bergarter som mer kiselrika. Undersökningsområdets bergarter har tämligen likartade natriumhalter, med de lägsta halterna i alunskiffer och sandsten.

Huvudelementet har låga totalhalter i undersökningsområdets moräner jämfört med landet i övrigt, medan de syralakade halterna ligger på en något högre nivå. Närvaron av basiskt bergartsinnehåll i moränen ger syralakat natrium ett geokemiskt mönster som följer bland annat magnesium med hög lakbarhet t.ex. öster om Göta Älv och öster om Mjörn. Totalhalterna i anslutning till Halle- och Hunneberg samt vid Tjuvkil visar lågt innehåll av natrium, men att elementet här förekommer i löslig form visas av förhöjningar av syralakat natrium. Förhöjningar i sedimenten följer till en del kalciums uppträdande med de högsta halterna på Orust, Tjörn och väster om Kode.



### **Fosfor ( $P_2O_5$ )**

Bergarterna i området har ganska varierande innehåll av fosfor. Högst halter har de basiska bergarterna, lite lägre är halterna i gnejser och alunskiffer och i pegmatit är halterna lägst.

I undersökningsområdets moräner är totalhalter liksom syralakade halter låga till normala. Lakbarheten är mycket hög vilket anger att elementet sitter i löslig form i apatit  $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$ , som är huvudkällan för fosfor. Diabaserna på Halle- och Hunneberg är tämligen fosforrika vilket kan ses i det geokemiska mönstret med förhöjning i moränen. Här avspeglar det högre fosforinnehållet i moränen en ca 1 mil lång istransport från bergen. Låga halter i fosforkartan i anslutning till pegmatitmassivet nordväst och sydväst om Uddevalla, visar tydligt moränens inslag av den fosforfattiga bergarten. Generellt sett är gnejsregionen öster om mylonitzonen mer fosforrik än väster därom och berggrundens olika fosforinnehåll markeras vackert på kartbladet 7C SV, där massiven väster om Nolån har betydligt högre halter än öster därom. I sedimenten är fosfor förhöjt i ett par stråk. Det ena ungefär från Öre sjö och norrut, det andra i princip väster om de randbildningar som kallas Berghemsmorän.

### **Titan ( $TiO_2$ )**

Titan uppträder i mineral som titanit, rutil och ilmenit, men ersätter också Al och Fe i mineral som amfibol, glimmer och pyroxen. Halterna är högst i mörka, mafiska mineral och därmed i bergarter som diabas, diorit, gabbro och amfibolit. Lägre halter återfinns i alunskiffer, röd gnejs och generellt i pegmatit.

Totalhalterna för  $TiO_2$  i morän är låga i undersökningsområdet, medan de syralakade halterna ligger på högre nivåer jämfört med landet i övrigt. Det geokemiska mönstret visar förhöjningar i anslutning till granodiorit och gråvackor norr om Uddevalla, medan pegmatitmassivet väster därom har mycket låga halter. Titan är också förhöjt i anslutning till basiter vid Öre sjö, liksom i isrörelseriktningen sydväst om Hunneberg. Störst lakbarhet har elementet i gnejsregionerna öster och väster om Mylonitzonen. I området öster om Göta Älv, öster om Mjörn och öster om Nolån, är de syralakade halterna av titan förhöjda i anslutning till ställvis förekommande basiter. Generellt är titanhalterna, som nämnts, låga i pegmatit, men bergarten är oftast mineralrik och kan innehålla både titanit och rutil, liksom mörk glimmer som alla är bärare av titan. I en del områden kända för fältspatbrytning i pegmatitgångar visar omgivande morän förhöjningar av titan, till exempel vid Kleva, Sandbacken och Vintermyr som ligger norr respektive väster om Uddevalla, liksom på östra Orust norr om Svanesund och på fastlandet vid Ljungskile. Elementmönstret i sediment påminner till viss del om barium och mangan, med generellt sett låga halter i västra respektive centrala delen och sammanhängande förhöjningar i sedimentområdena norr om Öre sjö och lite mer punktvisa i sydost.

### **Antimon ( $Sb$ )**

I bergarter förekommer antimon i skifferar och ofta i sulfidmineraliseringar. Geokemiskt är antimon närbesläktat med arsenik och vismut.

Halterna i undersökningsområdets moräner är tämligen låga, generellt har bergsmassiven öster om Nolån något högre haltnivåer. Sydväst och öster om Borås är antimon förhöjt tillsammans med bl.a. mangan i ett område där kisfyllda sprickor har iakttagits på vissa håll i gnejserna. Elementet uppvisar mönsterlikhet med arsenik och vismut, framför allt med arsenik. Skifferinslag i moränen syns tydligt bland annat med förhöjning av antimon i anslutning till Hunneberg. Sedimenten är ej undersökta med avseende på antimon.

### **Arsenik ( $As$ )**

Arsenik kan uppträda i en mängd olika mineral, bl.a. som arsenikkis ( $FeAsS$ ) men i bergarter är det generellt främst skifferar som har de högsta halterna. Arsenik är närbesläktat med antimon

och vismut och används ibland som indikatorelement för guld.

Arsenikhalterna i undersökningsområdets moräner är generellt sett låga. Förhöjda halter av As förekommer i isrörelseriktningen från Hunneberg. Låga förhöjningar återfinns i övrigt fläckvis i området tillsammans med ett eller flera av elementen Ag, Au, Be, Bi, Co, Cr m.fl. Ett massiv med kvartsbreccia söder om Öresjön, Utby, innehåller arsenikkis, men denna kan ej spåras i moränmönstret. I sydost är arsenikhalterna generellt sett förhöjda i moränområdet öster om Nolån tillsammans med bl.a. antimon och mangan. Sedimenten visar förhöjningar bl.a. på Orust, Tjörn och i den sydvästra delen av undersökningsområdet. Likaså har området öster om Göta Älv högre halter i sedimenten.

### ***Beryllium (Be)***

Elementet beryllium förekommer i mineralformen beryll i graniter och pegmatiter, i glimmer-skifferar och gnejser.

De syralakade halterna i undersökningsområdets moräner ligger på något högre nivåer än landet i övrigt. Måttliga förhöjningar kan kopplas till ett flertal av de pegmatitgångar som finns i den nordvästra halvan av området, till exempel på Orust och fastlandet intill, väster om Kode, på Bokenäset, öster respektive nordväst om Uddevalla. I sedimenten är det främst områdena öster om Göta Älv som har förhöjda berylliumhalter, samt fastlandet från Kode och söderut.

### ***Bly (Pb)***

Bly förekommer främst i bergarter som graniter och pegmatiter, men också i alunskiffer, kalksten och dolomit. Bly är bundet till svavel och till silikater, framför allt i fältspater där det kan ersätta K eller Sr och i viss mån Ca. Blyglans (PbS) är den viktigaste egna mineralformen för metallen.

Totalhalterna för bly är medelhöga och de syralakade halterna tämligen låga i undersökningsområdets moräner jämfört med landet i övrigt. Där moränerna har inslag av kiselrika bergarter, t.ex. Ursands- och Hästefjordsgraniterna och pegmatiter i norr och nordväst förekommer förhöjda blyhalter. Förhöjningar i isrörelseriktningen från Hunneberg visar att skiffer troligen finns nedmalt i moränen i detta område. I området öster om Göta Älv, Orust, Tjörn och fastlandet från Kode och söderut har sedimenten blyförhöjningar.

### ***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, 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 det vara gynnsamt att söka metallen.

Tidigare var guld svårt att analysera p.g.a. de ytterst låga halterna i marken. Idag finns snabba och säkra metoder för att mäta de låga guldhalterna. Problem ligger istället i provtagningen, eftersom guld, till skillnad från många andra element, inte ligger jämnt utspridd i moränen utan ofta uppträder med s.k. nuggeteffekt – som små korn. Detta gör det vanskligt att bedöma ett område som är punktvist förhöjt på guld. Det geokemiska mönstret för guld i undersökningsområdet visar just en del fläckvisa förhöjningar. På ömse sidorna om Mjörn återfinns låga förhöjningar i anslutning till en deformationszon. Cu, Ni, Ag, Zn, Bi m.fl. uppvisar också förhöjningar i detta område om än av låg karaktär. En enstaka guldförhöjd punkt vid Skölunga mellan Stenungsund och Lilla Edet, är också svagt förhöjd på Bi och Se, men är för övrigt ett lågområde för flertalet andra element. Runt Öresjön finns några förhöjningar, i södra delen (i Utbytrakten) tillsammans med element som Ag, Cu, Sn, La, m.fl. Vid Hästefjorden väster om Vänersborg liksom norr om Trollhättan samt vid Brålanda finns ytterligare punktvisa

förhöjningar i samband med andra element. Norr om Uddevalla och på Orust finns en del förhöjningar i områden där kvartsit brutits. Guld i sediment är ej undersökt.

### **Kadmium (Cd)**

Lägst kadmiumhalter i områdets bergarter har pegmatit, medan diabas, skifferar och mafiska bergarter har högre halter. Kadmium är nära besläktat med zink och elementen följer varandra i den geokemiska cykeln.

Undersökningsområdets kadmiumhalter uppvisar ganska låga nivåer, men förhöjningarna är tydliga. Mönsterlikheten med zink är stor och även med vismut och arsenik. Moränområdet i isrörelseriktningen från Halle- och Hunneberg är måttligt förhöjt på Cd, Zn m.fl. element, troligen från det kambriska bergartsmaterialet i moränen. Norr om Uddevalla finns en måttlig förhöjning i område med sedimentgnejs. På Orust och fastlandet vid Ljungskile är kadmium förhöjt tillsammans med ett flertal andra element. Glimmerrik gnejs i moränen och istransportriktning mot VSV kan troligen förklara orsaken till den långa förhöjning som syns mellan Lödöse och Kode. Detta område är förhöjt på flera syralakade ämnen, t.ex. Ag, Be,  $\text{TiO}_2$ , Co, As, Bi, Rb. Längst i sydost uppträder kadmium förhöjt tillsammans med bl.a. Zn, Sb, MnO och S. I området har man observerat kistfyllda sprickor i den röda gnejsen. Troligen har moränen ett generellt metalltillskott av denna orsak. Viss mönsterlikhet finns även i sedimenten mellan kadmium och zink men är inte lika tydlig som för moränen. Sålunda ligger t.ex. sedimentens kadmiummönster med tonvikt på Orust, Tjörn, Marstrand samt på Lyrön vid Mollösund, medan zinkmönstret är starkast vid Kode och söderut, samt öster om Göta Älv och väster om Mjörn.

### **Klor (Cl)**

Elementet klor förekommer med högsta halter i graniter och skifferar och med lägre halter i basiska bergarter och kalkstenar. Mineral som apatit,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F,Cl,OH})$ , och silikatet sodalit,  $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2$ , kan vara bärare av elementet.

Förhöjningar i moränen av klor och fosfor återfinns bland annat mellan Uddevalla och Öre sjö, söder om Ljungskile och i Boråstrakten. Totalhalten av klor är hög i undersökningsområdet jämfört med övriga landet. Med all sannolikhet har den marina miljön när moränerna avsatts gett tillskott av klor i områdena under högsta kustlinjen. Det kan inte heller uteslutas att den långvariga exponeringen för västliga vindar som för med sig havssalt även gett påslag på klorhalterna i områdena över HK. Sedimenten är ej undersökta med avseende på klor.

### **Kobolt (Co)**

Den mest spridda förekomsten för Co mineralogiskt är mörka Fe- och Mg-silikater. Därför återfinns kobolt i bergarter som amfibolit, gabbro och diabas, medan granitiska bergarter och den röda gnejsen har lågt innehåll. Kobolt kan även förekomma tillsammans med Fe och Ni i sulfidform.

Totalhalterna av Co i morän är synnerligen låga i undersökningsområdet. Förhöjningar finns främst i anknytning till Halle- och Hunnebergs mot sydväst istransporterade bergarter. Låga förhöjningar mellan Öre sjö och Uddevalla och vidare norrut mot Munkedal, indikerar basiskt bergartsinslag i moränen. Vidare markeras en förhöjning på östra Orust och fastlandet mittemot, söder om Ljungskile. Denna förhöjning är av allmän typ med ett flertal element. Öster om Mjörn är kobolt förhöjt tillsammans med krom och nickel i ett område som är relativt rikt på basisk berggrund, vilket följaktligen ger utslag i moränmönstren med förhöjningar. De syralakade halterna ger samma mönster som totalhalterna, men halterna är medelhöga ställt i relation till övriga landet. Sedimenten öster om Göta Älv och väster om Mjörn, har generellt sett de starkaste koboltförhöjningarna. Även vid Kode och söderut är sedimenten kobolthaltiga.

### **Koppar (Cu)**

Koppar uppträder i såväl sulfider som karbonater och hydroxider och även som elementärt koppar. Kopparkis ( $\text{CuFeS}_2$ ) är ett av många malmbildande kopparmineral. I gabbroida bergarter är halterna något högre jämfört med andra bergarter, men de högsta halterna återfinns i skiffrar med högt organiskt innehåll.

I undersökningsområdets moräner ligger såväl totalhalterna för koppar som de syralakade halterna på en medelhög nivå jämfört med landet i övrigt. 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. Granitiskt bergartsmaterial i norr visar moräner med lågt innehåll av Cu, medan Halle- och Hunnebergs diabaser och skiffrar framträder med förhöjningar i moränen. Kusten och öarna har lågt kopparinnehåll, men förhöjning finns på östra Orust och vidare österut över Ljungskile. Det basiska inslaget i östra gnejsområdet ger sig också tillkänna med allmän kopparförhöjning i stort sett från Mjörn och österut. Sedimenten har högst kopparinnehåll från Kode och söderut respektive från Kode och österut till Lödöse och i ett begränsat område öster om Göta Älv. Förhöjning av lägre karaktär finns bl.a. på Orust, Tjörn, norr om Uddevalla och sydost om Trollhättan.

### **Krom (Cr)**

Krom uppträder ofta i mafiska mineral och ingår därför i ultramafiska och andra basiska bergarter, och i mindre grad i kiselrika varianter. Pegmatiter kan ibland uppvisa högt krominnehåll, likaså sandsten, men generellt är innehållet lågt i dessa bergarter. Det ekonomiskt viktigaste krommineralet är kromit  $(\text{Fe,Cr}_2)\text{O}_4$ .

Kartområdets moräner visar tämligen låga totalhalter medan de syralakade halterna är normala jämfört med landet i övrigt. De geokemiska mönstren för respektive analystyp i undersökningsområdet följer varandra ganska väl. Totalhalterna av krom i morän väster om Mylonitzonen är låga. Längre åt väster är krom förhöjt i moränen i området med gråvackor, medan gnejserna öster därom har betydligt lägre totalhalter. De syralakade halterna för krom skiljer inte ut gråvacke-området på samma sätt, lakbarheten för krom är betydligt högre i gnejsområdet vilket avslöjar att krom här ingår i mineral med hög löslighet. För totalhalterna har kromförhöjningen över gråvackorna en diskinkt avslutning i söder med en linje helt i isrörelseriktningen ungefär från Älvängen västerut mot Kode. Söder därom har mer kiselrikt material troligen transporterats ut över gråvackorna och avsatts. I anslutning till Halle- och Hunneberg är krom måttligt förhöjt i moränen. Här är det troligen diabasen, men även sandsten därifrån som kan ha gett kromtillskott i moränen. Öster om Mjörn 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. Sedimenten öster om Göta Älv och väster och öster om Mjörn är generellt sett förhöjda på krom, liksom på Tjörn och delar av Orust. Vid Kode och söderut uppträder de högsta kromhalterna i sedimenten.

### **Lantan (La)**

Lantan uppträder framför allt i granitiska bergarter men även skiffrar kan ha höga halter. Elementet uppträder i mineralform bl.a. i monazit  $(\text{Ce,La,Th})\text{PO}_4$  och allanit. Elementet tillhör de sällsynta jordartsmetallerna och förekommer ofta tillsammans med Th, Y, U, Be och ett flertal andra sällsynta grundämnen i t.ex. pegmatiter.

Lantanhaltarna i undersökningsområdets moräner är normala jämfört med övriga landet och det geokemiska mönstret liknar torium, yttrium och beryllium och på vissa ställen fosfor. Moräner med granitinslag markeras som förhöjningar, t.ex. norr om Vänersborg och vid Lödöse öster om Göta Älv. På Orust finns en punktförhöjning som är hög på ett flertal andra

element, liksom vid Kode och väster om Mjörn. Pegmatiterna väster om Uddevalla markeras också med lantanförhöjningar i moränen. Även sedimenten uppvisar förhöjningar i ungefär samma områden som moränen, till exempel vid Lödöse, Kode och Mjörn. Generellt är sedimenten förhöjda på lantan i nordöstra delen av området och måttligt förhöjda på Orust och i Uddevallatrakten.

### **Litium (Li)**

Litium är en alkalimetall som förekommer i ett flertal mineral som pyroxener, turmalin och glimmer. Litiummineral som t.ex. spodumen, petalit och litiumglimmer förekommer främst i granitiska pegmatiter, men det är troligen glimmermineralet biotit som är det mest utbredda värdmineralet för litium i olika vulkaniska bergarter. I undersökningsområdet har lepidolit iakttagits vid Essljug (Väne Ryr) där man noterat att en bred glimmerzon innehöll Li och Rb.

Förhöjningar av litium vid Öre sjö och norr därom antyder att moränen innehåller glimmer. Litiumförhöjningar finns också bl.a. i pegmatitområdet vid Uddevalla, på Orust och fastlandet vid Ljungskile. Även vid Kode och öster om Göta Älv är moränen förhöjd på Li. Sedimenten uppvisar kraftigast förhöjningar vid Kode samt öster om Göta Älv vid Lödöse och i ett stråk norrut till Trollhättan.

### **Molybden (Mo)**

Elementet molybden ingår i ett flertal bergarter, huvudsakligen som molybdenglans ( $\text{MoS}_2$ ), men också i andra sulfider och i silikater. I mineralisering förekommer molybden oftast i anknytning till graniter, pegmatiter och kvartsgångar. Högst halter bland bergarterna har alunskiffer, lägst är halterna i basiter.

De syralakade halterna i undersökningsområdets moräner är tämligen normala. En relativt kraftig förhöjning uppträder i isrörelseriktningen från Hunneberg, med avklingande halter mot sydväst. Med all säkerhet är skifferinslag i moränen den huvudsakliga källan till förhöjningen, men även granitiskt inslag (Götagranit) kan ha spätt på halterna. I kvartsitbreccian vid Utby, söder om Öre sjö är molybdenglans konstaterat i mineralisering, men någon större förhöjning kan inte spåras i omgivande morän. På Bokenäset återfinns en förhöjning tillsammans med bl.a. Bi, Cd, Pb och Sb. Här finns fältspatbrotten Vintermyr och Kållered 1, båda med ljus pegmatit i gångar. Väster om Göta Älv och Lödöse återfinns en förhöjning tillsammans med Ti m.fl. element – även här i anslutning till granitisk bergartsmiljö. Den östra gnejsregionen med sina kiselrika bergarter har generellt sett en högre bakgrundsnivå av molybden än den västra. Sedimenten uppvisar högre molybdenhalter på Orust, Marstrand, Tjörn och Bokenäset samt huvudsakligen i södra delen av undersökningsområdet. Även i området med skifferinslag från Hunneberg finns förhöjningar. I norr har såväl sediment som morän låga halter, liksom sedimenten i centrala delen av undersökningsområdet.

### **Nickel (Ni)**

Nickel uppträder med höga halter i ultramafiska bergarter, i amfibolit, gabbro, diabas och i alunskiffer. Gnejser har lite lägre haltnivåer och lägst är nickelhalterna i kiselrika bergarter som graniter, pegmatiter och sandsten. Metallen ingår i såväl sulfider som i silikatmineral. Nickel finns i ett flertal malmmineral, bl.a. i pentlandit  $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$  som i allmänhet förekommer i mafiska till ultramafiska djupbergarter.

Nickel förekommer främst i ganska lättvittrade mineral och elementet har lätt att lakas ut, vilket man kan se i de överensstämmande kartbilderna över moränens totalhalter respektive syralakade halter. Nickel kan ersätta Fe och Mg i mineralgittret och de geokemiska mönstren för elementen är därför ofta lika. Jämfört med landet i övrigt ligger respektive halter på normal nivå. I undersökningsområdet markeras morän med basiskt bergartsinslag med förhöjningar,

bl.a. i den östra gnejsregionen, där det ställvis är omfattande inslag av amfibolit och metabasiter som t.ex. öster om Mjörn. Bergarterna från Halle- och Hunneberg markeras också med moränförhöjning i isrörelseriktningen därifrån. I norr är halterna låga i områdena som domineras av granitisk sammansättning på moränen, medan basiskt inslag i form av metamafit och gabbro ger måttliga förhöjningar bland annat väster och norr om Öre sjö. Området väster om Göta Älv och Lödöse och västerut mot Kode är förhöjt på ett flertal element med basisk karaktär. Nickelförhöjningar i sedimenten uppträder i kustnära trakter på Orust, Tjörn och från Stenungsund och söderut, likaså i främst de södra omgivningarna till Göta Älv.

### **Rubidium (Rb)**

Alkalimetallen rubidium ingår i kalifältsparter och glimmermineral och förekommer vanligen i pegmatiter, graniter och porfyrier. I basiska bergarter är förekomsten betydligt lägre.

Elementet följer kalium i geokemiska processer och mönsterlikheten med syralakat kalium i undersökningsområdets moräner är uppenbar. De syralakade halterna i området är något högre än landet i övrigt. Förhöjningar i moränen återfinns bland annat i närheten av många av de stenbrott som brutits på kvarts eller fältspat, t.ex. runt Kungälv, på Orust, i Uddevallatrakten och vid Essljug norr om Öre sjö, där en bred glimmerzon innehåller bland annat rubidium och litium. Runt Mjörn är såväl morän som sediment förhöjda på rubidium. I övrigt är sedimenten förhöjda på Rb främst längs kusten från Stenungsund och söderut, östra delarna av Bokenäset, Orust och Tjörn samt öster om Göta Älv och i ett stråk norrut mot Brålanda.

### **Selen (Se)**

Selen förekommer generellt sett i låga halter i den svenska berggrunden men förekommer där med de högsta halterna i skifferar och i basiska bergarter.

Selen följer svavel i den geokemiska cykeln och de syralakade selenhalterna i morän har också stor mönsterlikhet med totalhalterna för svavel. Trots att halterna av Se generellt ligger på låga nivåer i landet är de ganska höga i undersökningsområdet. Kraftigast förhöjningar återfinns i västra delen av området, bland annat vid Stenungsund, Ljungskile och nordväst om Uddevalla. Skifferinslag från Hunneberg ger också förhöjningar i moränen i anslutning till platåbergen. I nordväst ger Dalslandsgruppens bergarter förhöjning av selen i moränen. Även sedimenten uppvisar kraftigast förhöjningar i västra delen, på Orust och Tjörn och på Marstrand. Väster om Mjörn liksom norr och sydost om Öre sjö samt vid Vänersnäs är sedimenten måttligt förhöjda.

### **Silver (Ag)**

Silver förekommer ofta bundet till sulfidmineral, främst blyglans och kopparkis, men kan också uppträda i gedigen form. I hydrotermala gångar, i kambrisk sandsten och i skiffer kan silver uppträda.

I undersökningsområdet vid Utby, söder om Öre sjö, innehåller kvartsitförekomsten bl.a. silverhaltig blyglans. I ett par borrhärlor har man uppmätt 7,9 ppm respektive 23 ppm Ag. En tämligen låg förhöjning på silver i moränen återfinns i detta område. Sydväst om Hunneberg återfinns en förhöjning i moränen, med all sannolikhet är det silverhalter i sandsten som transporterats ut med inlandsisen från Hunneberg. I anslutning till pegmatiter i Uddevallatrakten återfinns också förhöjningar, liksom öster om Göta Älv vid Lödöse och västsydväst mot Kode. Längst i norr markerar en svag förhöjning silverförekomst i moränen. Orsaken till förhöjningen kan vara att silver förekommer knutet till koppar i Dalslandsseriens bergarter, vilka återfinns längst i norr. Utanför undersökningsområdet åt nordnordost finns också en silvermineralisering vid Teåkerssjön, som möjligen kan ha gett spår i moränen. Även sedimenten uppvisar silverförhöjningar i detta område. Sedimenten i övrigt har de starkaste förhöjningarna på södra Orust, norra Tjörn, från Stenungsund och söderut, samt öster om Göta Älv vid Lödöse.

### **Strontium (Sr)**

Strontium följer kalcium i den geokemiska cykeln och förekommer därför i kalciummineral som t.ex. pyroxener och plagioklaser i basiska bergarter, men strontium kan också ersätta kalium och barium tack vare liknande jonradier och kan därmed också uppträda i kalifältspat.

I undersökningsområdet förekommer strontium främst i moränområden med inslag av diorit, gabbro och grå gnejs med lätt förhöjda halter, medan områden med inslag av den röda gnejsen, graniter och pegmatiter utgör lågområden. Såväl totalhalter som syralakade halter är låga jämfört med övriga landet. De geokemiska mönstren för respektive analysmetod skiljer sig en del från varandra. Så är t.ex. de syralakade strontiumhalterna mycket låga i den sydöstra halvan av undersökningsområdet där totalhalterna för såväl Sr som Ca uppvisar förhöjningar vilket innebär att strontium här uppträder i mineral med begränsad löslighet. I sedimenten följer strontium kalciummönstret, med kraftigast förhöjningar i väster, men också öster om Uddevalla och i den nordöstra delen av området.

### **Svavel (S)**

Svavel förekommer i undersökningsområdets bergarter med höga halter i alunskiffer och med lägre halter i diorit och gabbro. Lägst är förekomsten i graniter, porfyrrer, diabas och sandsten. Även amfibolit har relativt låga halter. Svavel förekommer i huvudsak som sulfider, men kan också uppträda som sulfat. Pyrit (svavelkis,  $\text{FeS}_2$ ) är ett av de mest utbredda sulfidmineralen som kan finnas i såväl eruptiva som sedimentära bergarter och i metamorfa, som t.ex. i glimmerskiffer. Pyrit är konstaterat i en del stenbrott, bl.a. i pegmatitgångar på norra delen av Orust.

Svavelhalterna i moränen ligger på något högre nivåer än landet i övrigt och förhöjningar uppträder i hela undersökningsområdet, men förhöjningarna är inte särskilt starka. Alunskiffer från Hunneberg ger med all sannolikhet de förhöjningar i moränen som uppträder i isrörelseriktningen från berget. Den generella svavelförhöjningen över undersökningsområdet har dock troligen en antropogen prägel då elementet är mycket mobilt. Luftburet svavel har med all sannolikhet rört sig neråt i marken och ger påspädning av de analyserade totalhalterna. Sedimenten har ej undersökts på svavel.

### **Tallium (Tl)**

Elementet tallium associeras normalt till kalium och rubidium och uppträder vanligen i skikt-silikater. Tallium uppträder främst i graniter och skiffer, men också i sandsten. Basiska bergarter har de lägsta halterna.

De syralakade halterna i morän är tämligen normala jämfört med landet i övrigt. Det geokemiska mönstret markerar troligen skifferhalter i moränen i isrörelseriktningen från Hunneberg, men förhöjningen kan också indikera tillskott av tallium från såväl sandsten som Götagranit. En kraftig punktförhöjning tillsammans med molybden och uran återfinns väster om Göta Älv och Lödöse i granitisk miljö. Längst i sydöst återfinns en areellt större förhöjning, också det i ett område med mer kiselrika bergarter och också här tillsammans med Mo. Samma karaktär har förhöjningen norr om Kinna. Tallium förekommer i sedimenten generellt sett främst i områdena öster om Göta Älv, söder och sydost om Stenungsund samt väster och sydost om Mjörn.

### **Tenn (Sn)**

Spårelementet tenn förekommer med högst halter i skiffer, därefter i graniter och lägst är halterna i basiska bergarter och sandstenar. Tenn kan ingå i mineral som titanit och biotit, men kan också förekomma i mineralform som kassiterit ( $\text{SnO}_2$ ) i högtempererade malmgångar och pegmatiter, eller nära granitbergarter. Accessoriska mineral i dessa bergarter är förutom kassite-

rit, bl.a. wolframit, arsenikkis, vismutglans, topas, turmalin, kvarts och glimmer.

Förhöjningarna i undersökningsområdets moräner är av ganska låg karaktär och de syralakade halterna normala jämfört med landet i övrigt. Generellt sett är det i den nordvästra delen av området som förhöjningar uppträder och i samma geologiska miljö som pegmatiter och även kvarts- och fältspatbrott återfinns. Det geokemiska mönstret följer delvis kalium och liknar i viss mån arsenik och litium. På östra sidan av Orust är Sn förhöjt i en punkt tillsammans med ett flertal andra element, bl.a. As. Nordväst och söder om Uddevalla liksom vid Lödösetrakten återfinns också förhöjningar tillsammans med As. Tennhalterna i sedimenten följer titan med lägst halter i delar av kusten. Förhöjda tennhalter återfinns tillsammans med titan i en punkt väster om Göta Älv och Lödöse, på norra sidan av Öre sjö samt på Väners Näs och i trakten av Brålanda. Även runt Mjörn och söderut återfinns lätt förhöjda halter.

### **Torium (Th)**

Torium uppträder ofta något anrikat i graniter, skifferar, amfibolit, diorit och gnejser, medan halterna i porfyr, diabas och generellt i pegmatit oftast är lägre.

Torium är ofta associerat med K och U och de geokemiska mönstren i morän följs åt i stort sett. De syralakade halterna är medelhöga jämfört med landet i övrigt och förhöjningarna är också av medelhög karaktär. Th är förhöjt i ett par lokaler tillsammans med ett flertal andra element som på Östra Orust och söder respektive nordväst om Uddevalla, alla i granitisk miljö. Vid Lödöse är elementet förhöjt tillsammans med rubidium och lantan vilka också är typiska för granitisk miljö. I sedimenten uppträder torium med samma haltnivåer som i morän. En del förhöjningar påträffas i samma områden där moränen också är förhöjd som vid Lödöse, väster om Mjörn och i området från Kode och söderut.

### **Uran (U)**

Uran uppträder i stort sett i samma bergarter som torium och båda elementen är radioaktiva. Pegmatiterna i anslutning till Mylonitzonen har högre uranhalt än omgivande bergarter. I Dalslandsgruppens bergarter med skiffer förekommer uranmineralet pechblände ( $UO_2$ ), och längst upp i norr finns en förhöjning av uran i anslutning till denna bergart. Associerat med pechblände kan kassiterit, pyrit, kopparkis, arsenikkis och blyglans förekomma. Andra uranmineral som uraninit (kristalliserad form av pechblände) kan uppträda i pegmatiter tillsammans med monazit, zirkon och turmalin. Uraninit är funnet i pegmatit vid Prässebo, sydost om Lilla Edet och vid Ödsmål strax norr om Stenungsund. Några större förhöjningar i morän finns dock inte i anslutning till dessa.

De syralakade halterna i morän är normala i undersökningsområdet men några höga uranhalter finns. Sydost om Uddevalla återfinns en starkt förhöjd punkt i anslutning till pegmatitmassiv. Norr om Vänersborg återfinns en förhöjning på U, Y och La likaså vid Lödöse där moränen innehåller radioaktivt granitiskt bergartsmaterial. Att alunskiffer innehåller uran framgår också i det geokemiska mönstret med förhöjningar i moränen i isrörelseriktningen från Halle- och Hunneberg. Sydväst om Borås är uran förhöjt tillsammans med Cu. Sedimenten uppvisar uranförförhöjningar i samma områden som torium, men till skillnad från Th också på Marstrand, Tjörn och Orust. Ett sedimentprov taget ca 1 mil sydost om Mjörn är också förhöjt på uran men inte torium. Uran kan till skillnad från torium vara mycket lättrörligt, vilket kan vara orsaken till skillnaderna i sedimenten mellan elementen.

### **Vanadin (V)**

Vanadin förekommer med högst halter i basiter och i alunskiffer och med lägre halter i gnejser. Kiselrika bergarter har de lägsta halterna.

Elementet ersätter ofta järn i mafiska mineral och i undersökningsområdets moräner finns



mönsterlikhet bl.a. med järn, magnesium, krom och nickel, som vanligtvis uppträder i samma grupp. Ett flertal element, bland dem vanadin och titan, uppvisar högre syralakade halter öster om Göta Älv. Mönsterlikhet mellan elementen i sin lösliga form visar att de här troligen förekommer bundet till biotit. Totalhalterna är i övrigt ganska normala och syralakade halter lite högre jämfört med landet i övrigt. Alunskiffer från Hunneberg som av inlandsisen transportrats någon mil ut över slättlandet markeras genom vanadinförhöjningar i moränen sydväst om berget. Även vid Tjuvkil, sydväst om Kode, återfinns en förhöjning som kan kopplas till skifferrik berggrund i området. I underökningsområdet är totalhalterna lägst i moränerna i den västra gnejsregionen väster om Mjörn, samt i den nordligaste delen där moränen har granitiskt inslag. Sedimentens inslag av vanadin följer helt järninnehållet med förhöjningar öster om Göta Älv, från Kode och söderut samt sydost om Mjörn.

### **Vismut (Bi)**

Vismut förekommer normalt något anrikat i glimmerrika bergarter. Som vismutglans ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ) kan det uppträda i eruptiva bergarter ofta associerat med magnetit, pyrit, kopparkis, zinkblände, blyglans och även i tenn- och volframmalmer. I hydrotermala gångar kan det förekomma tillsammans med Au, Ag, Ni, Co och Pb.

De syralakade halterna i undersökningsområdets moräner är ganska normala. Det geokemiska mönstret följer dels järn, dels kalium. Vismut är förhöjt tillsammans med bland annat arsenik och bly norr om Uddevalla, på Bokenäset och i en lokal på östra Orust, här tillsammans med ett flertal element. Längst i öster, vid Äspered, finns en punktförhöjning i ett område som också är förhöjt på ett flertal element, bl.a. Sb, Cu, Mo, Ni, Ag, Tl. En förhöjning väster om Mjörn ligger i anslutning till ett moränprov med förhöjt guldvärde. Sedimentförhöjningar finns i stort sett i samma områden som silver.

### **Volfram (W)**

Volfram förekommer med högst halter i graniter och i skifferar, medan sandsten och basiska bergarter har lägre halter. Som mineralet wolframit ( $(\text{Fe},\text{Mn})\text{WO}_4$ ) kan det förekomma i kvartsgångar och pegmatiter associerat till graniter, och åtföljs ofta av kassiterit, arsenikkis, turmalin, scheelit, blyglans, zinkblände och kvarts. Som mineralet scheelit ( $\text{CaWO}_4$ ) följer det wolframit i pegmatiter och hydrotermala gångar med accessoriska mineral som kassiterit, molybdenglans, fluorit och topas. Kontaktmetamorfa förekomster finns också med granat.

Förhöjningarna i undersökningsområdets moräner är låga till normala jämfört med landet i övrigt. Elementet är förhöjt tillsammans med bl.a. Au vid Uddevalla och i Lerumtrakten. Längst i norr finns en svag förhöjning troligen orsakad av skiffer från Dalslandsgruppens bergarter. Sedimentens inslag av volfram följer kalcium och fosfor tämligen väl, med förhöjningar på Bokenäset, öster om Öre sjö, Väners Näs, norr om Vänersborg, delar av Orust och Tjörn, sydväst om Lödöse och öster om Kungälv.

### **Yttrium (Y)**

Spårelementet yttrium förekommer i stort sett i alla bergarter, men med något högre halter i kiselrika djup- och ytbergarter, i graniter, granodioriter och skifferar. Värddmineral för yttrium är monazit och xenotim, men vanligare är apatit, fältspater, biotit och pyroxener.

Totalhalter och syralakade halter i morän är normala jämfört med landet i övrigt och de geokemiska mönstren för respektive analysmetod är snarlika, vilket tyder på att yttrium främst förekommer i tämligen lösliga mineral. Förhöjningar i moränen markerar den granitiska miljön vid Ursand, nordväst om Vänersborg, där elementet är förhöjt tillsammans med bland annat zirkonium, lantan och beryllium. På Orust finns förhöjningar i pegmatitisk miljö där man tidigare brutit fältspat och kvarts. Från Timmerhult på norra delen av ön har man påträffat

fat bl.a. monazit i pegmatiten. Förhöjningen är tydligast på totalhaltskartan, vilket förklaras av att elementet i monazit inte löser ut så lätt. I mer lättlösta mineral återfinns yttrium i trakten av Tjuvkil, sydväst om Kode. Här är förhöjningen tydligast när man betraktar elementets syralakade halter. Pegmatitmassivet söder och norr om Uddevalla markeras fint med förhöjningar av bl.a. Y och Zr. Det geokemiska mönstret för undersökningsområdets sediment är snarlikt mönstren för barium och lantan, med förhöjningar vid Lödöse, Kode och Mjörn. Generellt är sedimenten förhöjda på yttrium, barium och lantan i nordöstra delen av området och måttligt förhöjda i havsbandet på Orust och i inlandet mellan Ljungskile och Stenungsund.

### **Zink (Zn)**

Elementet zink förekommer med högst halter i basiska bergarter som amfibolit, gabbro och diorit. Skifferar och diabas har också höga halter medan granitiska bergarter har låga. Zink uppträder främst i olika silikater och kan ersätta Fe och Mg. Bundet till biotit kan zinkhalterna bli mycket höga. Det uppträder också i sulfider som zinkblände (ZnS) och i järnsulfider.

Undersökningsområdets zinkhalter i morän är normala vad avser såväl totalhalter som syralakade halter, och de båda analysmetodernas zinkmönster är snarlika. Hunnebergs skifferar markeras med förhöjningar sydväst om berget. Västnordväst om Uddevalla uppträder skiffrig gnejs med rostinslag känt t.ex. från kvartsbrottet Klämman. Rostinslaget kan tyda på inslag av sulfider. Söder om Ljungskile är zink förhöjt i en lokal tillsammans med ett flertal andra element. Väster om Kode finns en förhöjning med Cu, Ni, Co, Se m.fl. element. Mer eller mindre starka förhöjningar finns i ett stråk från Kode mot nordost, över Göta Älv och Lödöse upp över det höglänta Risveden väster om Sollebrunn, där en kraftig förhöjning av Zn, Li, Rb, Cd m.fl. kan noteras. Stråket är förhöjt på ett flertal element som förknippas med främst biotit (t.ex. syralakat kalium) och ställvis i detta stråk uppträder såväl glimmerrik ytbergartsgnejs som basiska bergarter och gråvackor vilka alla med sannolikhet gett tillskott av elementen. Glimmerrik ytbergartsgnejs med basiska inslag har också gett zinkförhöjningar vid Öre sjö och norr därom. Kisfyllda sprickor har också noterats vid Fagerdal längst i sydost, där röd gnejs brutits. Sedimenten är förhöjda på zink i samma områden som de är förhöjda bl.a. på järn som t.ex. vid Lödöse, väster om Mjörn, vid Kode och söderut, på delar av Tjörn och Orust samt vid Trollhättan och Öre sjö.

### **Zirkonium (Zr)**

Zirkonium förekommer främst i det vittringsresistenta mineralet zirkon ( $ZrO_2$ ) och knutet till kiselrika bergarter som porfyreer och graniter och vanligen också i pegmatiter. Zirkonium kan också uppträda i metamorfa bergarter som skifferar och gnejser. Äldre bergarter har normalt högre halter av zirkonium än yngre bergarter.

Totalhalterna är ganska normala i undersökningsområdets moräner, medan de syralakade halterna är låga. Det geokemiska mönstret för zirkonium visar generellt förhöjningar i de höglänta partierna öster om en gräns dragen från sjön Vanderydvattnet ner till Kungälv. Här tillhör bergarterna det östra gnejssegmentet och de är också äldre än västerut. Väster respektive öster om Göta älv markeras höglänta partier med förhöjd zirkoniumhalt. Mellan dessa båda förhöjda områden återfinns ett lågområde för Zr, men som är förhöjt på ett flertal element typiska för biotit eller lermineral. Den kraftiga förhöjningen på Orust återfinns i närheten av bl.a. Timmerhult, ett stenbrott där man i pegmatiten funnit ett flertal olika mineral, bland dessa zirkon. Förhöjning återfinns även i pegmatitmiljön vid Uddevalla, liksom vid Ursand norr om Vänersborg. De syralakade halterna av zirkonium visar att elementet även kan uppträda i en mer lättlöslig form, t.ex. på östra Orust och sydväst om Uddevalla. Förekomst i skiffer och kanske sandsten avslöjas med förhöjning väster om Hunneberg och vid Tjuvkil. Vid Lödöse markeras en gnejsig granit med syralakade halter zirkonium i ett låglänt område där totalhalterna är mycket låga. I samma område är sedimenten kraftigt förhöjda på Zr. Sedimenten i övrigt har förhöjningar i stort sett i samma områden som Al, Fe, K, Be, Pb m.fl.

### **pH och försurningsresistens**

Surhetsgraden i undersökningsområdets moräner är något högre jämfört med landet i övrigt vilket visas av ett lägre medianvärde, pH 5, jämfört med medianvärdet för hela landet som är pH 5,4. Någon skillnad i medianvärde beroende av moräntyp eller bildningssätt kan ej påvisas. Bland de högre värdena är pH 6,6 uppmätt i en moränlera söder om Uddevalla, pH 6,7 norr om Kungälv i en sandig moränkulle samt pH 6,5 på Öckerö. I samma kommun, på Hönö, finns det enda basiska pH-värdet på 7,8. En del snäckskal finns i detta prov, vilket förklarar det höga pH-värdet. Tidigare undersökningar i randbildningarna på östra Hönö visar att moränen är kalkrik på grund av skalrester (Adriellsson & Fredén 1987). Högsta pH-lokalen har även den högsta uppmätta kalciumhalten 11,4 g/kg. Gemensamt för dessa högre pH-värden är att halterna av framför allt syralakat kalcium och natrium är bland de högre i undersökningsområdet. Moränens pH varierar i övrigt mellan 4,5 och 6,7.

Surhetsgraden i sedimenten ligger på andra nivåer än i morän och medianvärdet är 6,7 pH-enheter, vilket är jämförbart med landet i övrigt. Postglacial lera har något högre medianvärde än glacial lera. I undersökningsområdet har 30 % av de undersökta proverna pH-värden över 7. Hela 14 prov har pH över 8, och av dessa bibehålls hos 11 prov ett basiskt pH-värde (>7) efter det man tillsatt svavelsyra vilket visar på god buffringkapacitet. De 11 proven har alla syralakade kalciumhalter som ligger över 10 g/kg. I Öckerö kommun återfinns två lokaler med pH 8,4 resp. 8,3. Det senare har hög kalciumhalt, innehåller snäckskal och pH förblir basiskt efter tillsättning av saltsyra. Den högsta pH-lokalen däremot, en sand, får ett mycket lågt pH-värde (2,9) efter saltsyraattacken. Sedimentens pH varierar mellan 4,3 och 8,4. Ett extremlågt pH-värde på 3,3 är uppmätt i ett siltprov mitt på kartbladet 7C SV.

Försurningsresistensen indikerar, framför allt för sedimenten, att karbonatbuffring råder i de kustnära trakterna. Orsaken är med all sannolikhet de 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 moränområden med lågt innehåll av lakbart aluminium.

Prognoskartan för baskatjonbildning visar innehållet i morän av syralakat kalcium, kalium och magnesium. Detta visar att förutsättningen för att vittrande markmineral kan frigöra dessa gynnsamma ämnen varierar regionalt.

### **Miljögeokemi**

Naturvårdsverket har slagit fast gränsvärden 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 uppmätta metallhalter i moränfraktionen <0,063 multipliceras med faktor 0,7 för att erhålla likartade värden för direkta jämförelser. I stort innebär den SGU-analyserade moränfraktionen inget stort problem för jämförelse med KM-värden. Ett erhållt SGU-värde som ligger nära eller över KM-värdet visar att moränen i området är en riskfaktor. Småskaliga variationer i moränernas sammansättning kan innebära att KM-värdet överskrids 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 den tabellerade statistiken över metallhalter anges gränsvärdena för känslig markanvändning (KM-värden). Jämfört med dessa finns i Trestads-regionen halter i morän av kobolt och nickel som överskrider KM-värdena. Dessa höga halter är med stor sannolikhet ett geologiskt arv och inte orsakade av antropogen aktivitet. I sedimenten finns halter överstigande KM-värdena för arsenik, kadmium och nickel. Nickelhalten är knappt över KM-värdet och troligen en effekt av naturliga markprocesser. Lokalerna med höga värden för arsenik och kadmium i sediment bör däremot undersökas närmare.

**Tabell 2.** Känslig markanvändning och markgeokemin i Trestads-regionen (SGUs kartering) uppdelat på antal prover för morän respektive sediment där KM-värdet överskrids.

Element	KM-värden	Morän > KM	Sediment > KM
Arsenik	15	0	1
Kadmium	0,4	0	3
Kobolt	30	1	0
Krom	120	0	0
Koppar	100	0	0
Nickel	35	3	2
Vanadin	120	0	0
Bly	80	0	0
Zink	350	0	0

**Tabell 3.** Kommuner i undersökningsområdet, antal provtagna lokaler totalt samt med metallhalter överskridande KM-värden.

Kommun	Antal prov morän	Antal prov > KM	Antal prov sediment	Antal prov > KM
Ale	44	0	9	0
Kungälv	44	1	17	3
Lilla Edet	49	0	10	1
Orust	16	1	51	1
Stenungsund	27	0	13	0
Tjörn	4	0	21	1
Trollhättan	57	0	22	0
Uddevalla	40	0	62	0
Vänersborg	25	0	78	1
Öckerö	7	0	5	1
Alingsås, del av		1		0
Borås, del av		0		0

En del ”nya” metaller saknar fastslagna gränsvärden för mark i Sverige, men har föreslagits ingå i nationell miljöövervakning (Naturvårdsverket, 2003) p.g.a. sin toxicitet eller föroreningsgrad. Bland dessa finns Ag, Bi, Sb, Se, Sn, Tl och W som ingår i SGUs markgeokemiska databas. I Trestadsregionen har relativt höga halter i morän uppmätts av Ag, Bi och Se jämfört med landet i övrigt. I sedimenten är det främst Se som uppvisar höga halter.

En svag korrelation finns i morän mellan pH och syralakat kalcium och natrium vilket antyder att elementen löser ut från plagioklaser (främst kalciumrika sådana) som bidrar till att reglera pH. I moränområden med lågt pH är inslaget av lösliga kalciummineral mindre frekvent eller saknas. Höga svavelhalter kan också bidra till lågt pH. Det är väl känt att en del metaller har lätt för att frigöras vid sjunkande pH, likaså att andra element fastläggs. Cd, Co, Mn, Ni och Zn är exempel på metaller som är lättrörliga 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 och det kommunala vattennätet. Lokalen med en av de högsta kadmiumhalterna i sediment, 0,72 mg/kg, har ett lågt pH-värde på 5,1. Här finns risk för att särskilt metallen kadmium men också kobolt, mangan, nickel och zink har börjat frigöras. Vid så låga pH-värden börjar också ett flertal andra metaller mobiliseras.

Undersökningsområdet är sedan tidigare biogeokemiskt kartlagt (Sveriges geologiska undersökning, 2002) och när man studerar de biogeokemiska kartorna ser man att biotillgängligheten är hög bland annat för kadmium och uran i samma områden där elementen uppträder i morän och sediment med förhöjningar. Här är det uppenbart att de har kommit ut i vattendragen och sugits upp av de bäckvattenväxter man tidigare analyserat.

## SUMMARY

In 1982 a national geochemical mapping programme based on the silt plus clay fraction (<0.06 mm) of till was initiated by the Geological Survey of Sweden. So far, including the present study, more than 125 000 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 agriculture, forestry, and veterinary and human medical research (geomedicine). The purpose is also to support prospecting programmes involving base and ferroalloy metals and gold and environmental research projects. The objective of the latter includes the assessment of the sensitivity of the terrain to the effects of acid rain. For these purposes two sets of characteristics in 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. There is also sampling of clays and to a minor extent silt and coarse sediments. A general sampling net is plotted in advance on topographic maps with quaternary geological maps as support, whereas the final location of the sample site is determined in the field. The samples are hand-dug and collected from the C-horizon about one metre from the surface. 0.8 kg of till is collected from several parts of the pit, gravel-size particles are sorted out and the material is sealed in a plastic bag. After freeze-drying, the samples are sieved to <0.06 mm and analysed for trace, major and minor elements mainly by X-ray fluorescence. Partial leaching in Aqua Regia and nitric acid (7M HNO<sub>3</sub>) analysed with ICP-MS) are also used. Approximate calcium carbonate contents are determined by using hydrochloric acid. pH is determined in a suspended solution based on a two gram sample (<0.06 mm) in 10 ml distilled water.

The analytical results and their map co-ordinates are stored for fast retrieval. Mathematical and statistical treatment of the material, as well as map production, is completely computerised.

The survey area of the present investigation covers the region of Trestad, located in the western part of Sweden. Approximately 4 700 square kilometres are described. The bedrock is dominated by gneisses with subordinate rocks of mafic and granitic composition. A smaller part in north-east is of Phanerozoic origin with sedimentary rocks like sandstones, mudstones, alum shales and minor limestones covered by dolerite.

Glacial drift covers approximately the south-eastern part of the investigated area. In the north-eastern part there are fewer areas with exposed till, so 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. Most tills are however interpreted as fairly local, the impact of local bedrock on till geochemistry is thus clearly discernible.

## REFERENSER

- Adriellsson, P. & Fredén, C., 1987: Beskrivning till jordartskartan Marstrand SO/Göteborg SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae nr 72*. 103 s.
- 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.

- Karppanen, H., 2002: Epidemiological studies on the relationship between magnesium intake and cardiovascular diseases, The Magnesium Web Site, w-ww.mgwater.com/estudies.shtml.
- Kurttio, 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.
- Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist T., 1991: *Sveriges geologi från urtid till nutid*. Studentlitteratur, Lund. 398 s.
- Naturvårdsverket 1999, Metodik för inventering av förorenade områden, *Rapport 4918*. 150 s.
- Naturvårdsverket 2003, Nya metaller och föroreningar i svensk miljö. *Rapport 5306*. 76 s.
- Ressar, H., Ekelund, L. & Ohlsson, S.-Å., 1988: Biogeokemiska kartan. Tungmetaller i Bäckvattenväxter. Översiktskartbladen Göteborg och Borås. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 51*. 27 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 nr 63*. 31 s.
- Sveriges Nationalatlas, 1994: *Berg och Jord*. SNA. 208 s.
- Wik, N.-G., Lundqvist, I., Selinus, O., Sivhed, U., Sundberg, A. & Wikström, A., 2002: Malmer, industriella mineral och bergarter i Västra Götalands län, inklusive kommunerna Habo och Mullsjö. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 108*. 231 s.

### Hittills utgivna i serie Gk

1. **Holmberg, J., Ohlsson, S.-Å. & Ressar, H.** Biogeokemi. Tungmetaller i bäckvattenväxter. Mellersta Dalarna. 1999.
2. **Andersson, M. & Lax, K.** Markgeokemi. Metaller i morän. Delar av Västerbotten, Västergötland, Halland och Skåne. 2000.

### SGUs rapportserie

SGU-rapport 2003:5. **Andersson, M.** Metaller i morän i Västerås kommun.

### Geokemiska publikationer som tidigare publicerats i SGUs serie Rapporter och meddelanden

Nr

53. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 18–22, G–I. 1988.
59. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 16–18, G–I. 1989.
60. **Ressar, H., Ekelund, L. & Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 14–16, G–H. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1990.
62. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 18–21, H–J. 1990.
63. **Ressar, H., Ekelund, L. & Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 8–10, A–D. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1990.
68. **Ressar, H., Ekelund, L. & Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 5–7, I–K och 8–10, E–G. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1991.
69. **Selinus, O. (ed.)**. 2nd International Symposium on Environmental Chemistry. (Abstracts.) 1991.
70. **Andersson, M.** Från Falkenberg till Blomstermåla; nuläga och framtida effekter av syrelastning. 1992.
73. **Andersson, M. & Nilsson, C.-A.** Markgeokemiska kartan 3–7, F–H. 1992.
75. **Ekelund, L., Nilsson, C.-A. & Ressar, H.** Biogeokemiska kartan 8–10, G–J och 11–12, H–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1993.
78. **Nilsson, C.-A. & Ressar, H.** Biogeokemiska kartan 11–12, E–H, 12–13, G–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1995.
81. **Andersson, M. & Nilsson, C.-A.** Markgeokemiska kartan 7–9, D–E, 7–9, E–H. 1995.
82. **Kornfält, K.-A., Andersson, M., Daniel, E. & Persson, M.** Kadmium i marken i sydöstra Skåne. 1996.
85. **Andersson, M. & Lax, K.** Markgeokemiska kartan 20–22, I–L. 1996.
90. **Holmberg, J. & Ressar, H.** Biogeokemiska kartan. Tungmetaller i bäckvattenväxter. Norra Värmland och Sydöstra Dalarna. 1997.
94. **Andersson, M., Johansson, P. & Lax, K.** Markgeokemiska kartan i östra Norrbottens inland, västra Småland och södra Halland, samt markkemiska variabler. 1997.

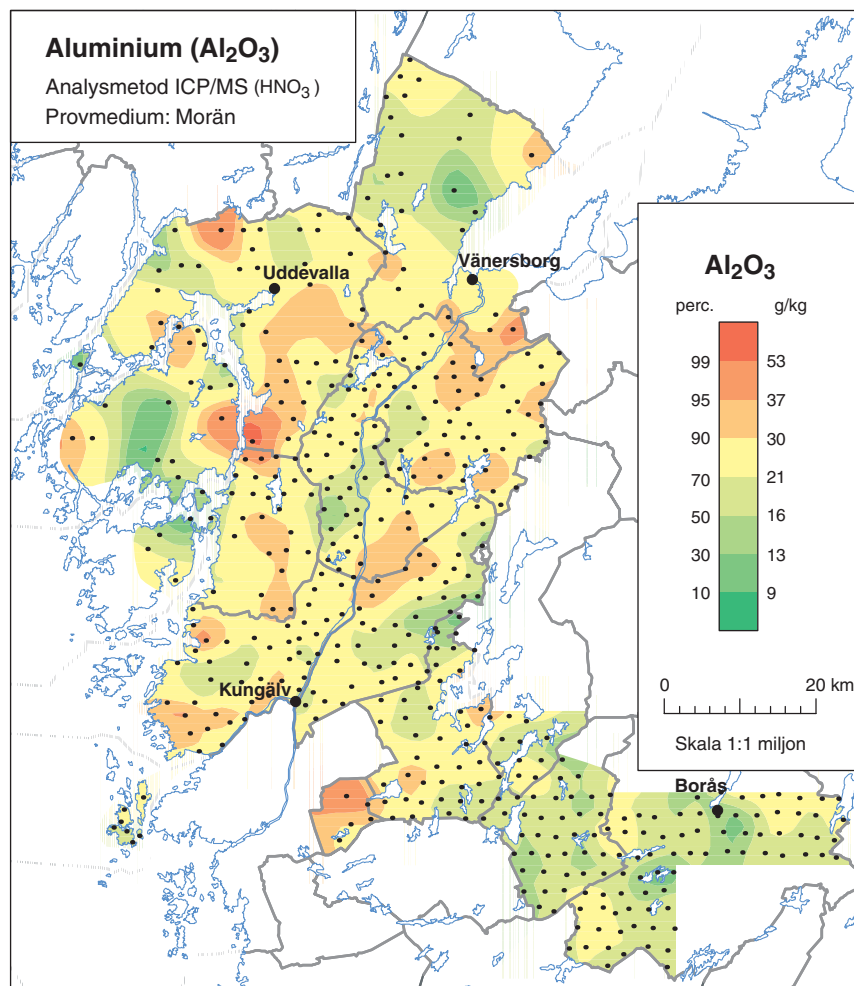
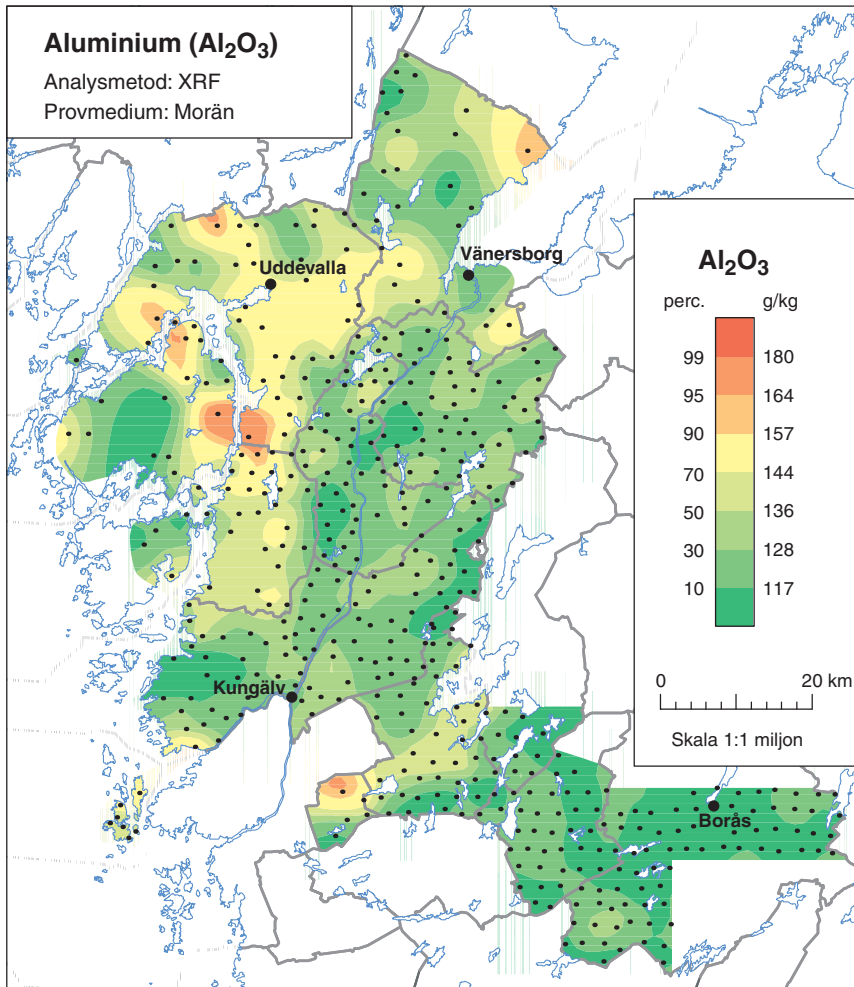
**KARTBILAGA**

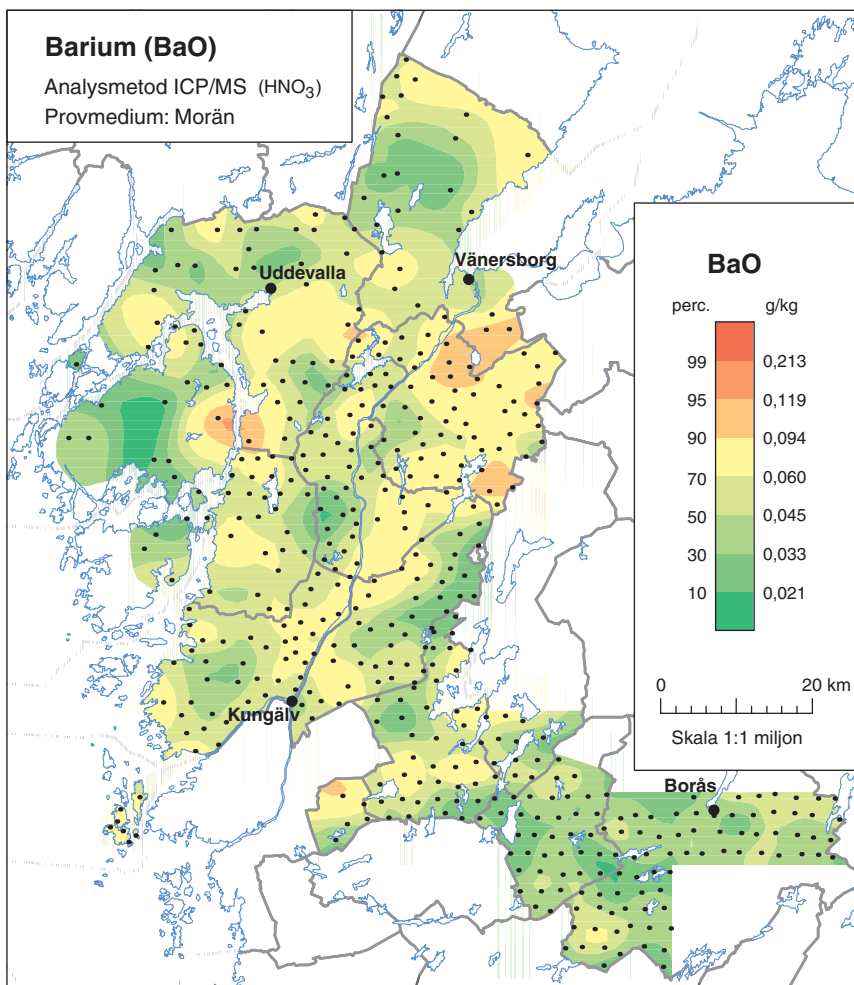
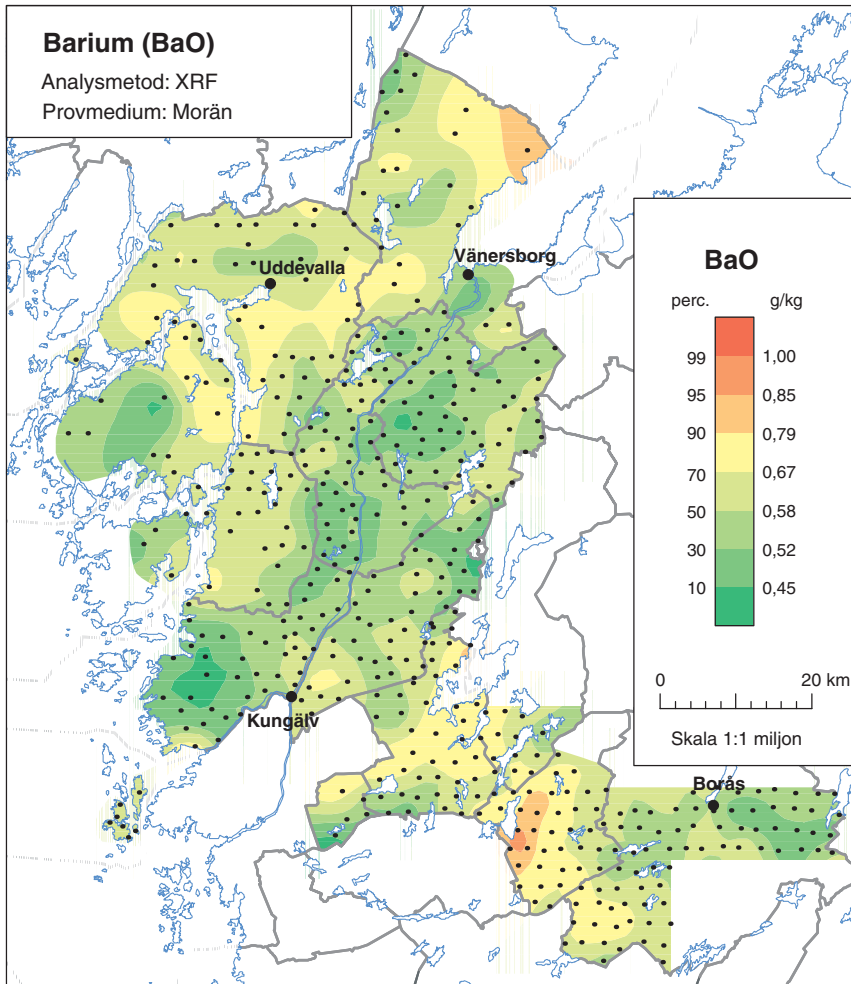
sida

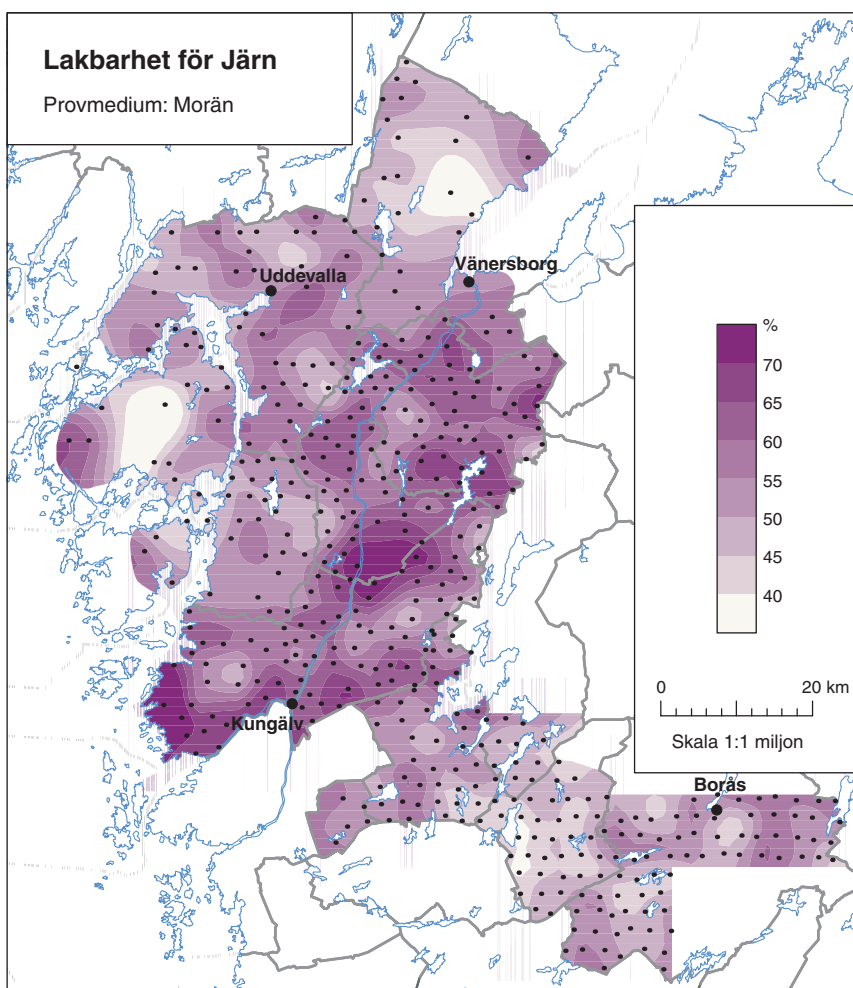
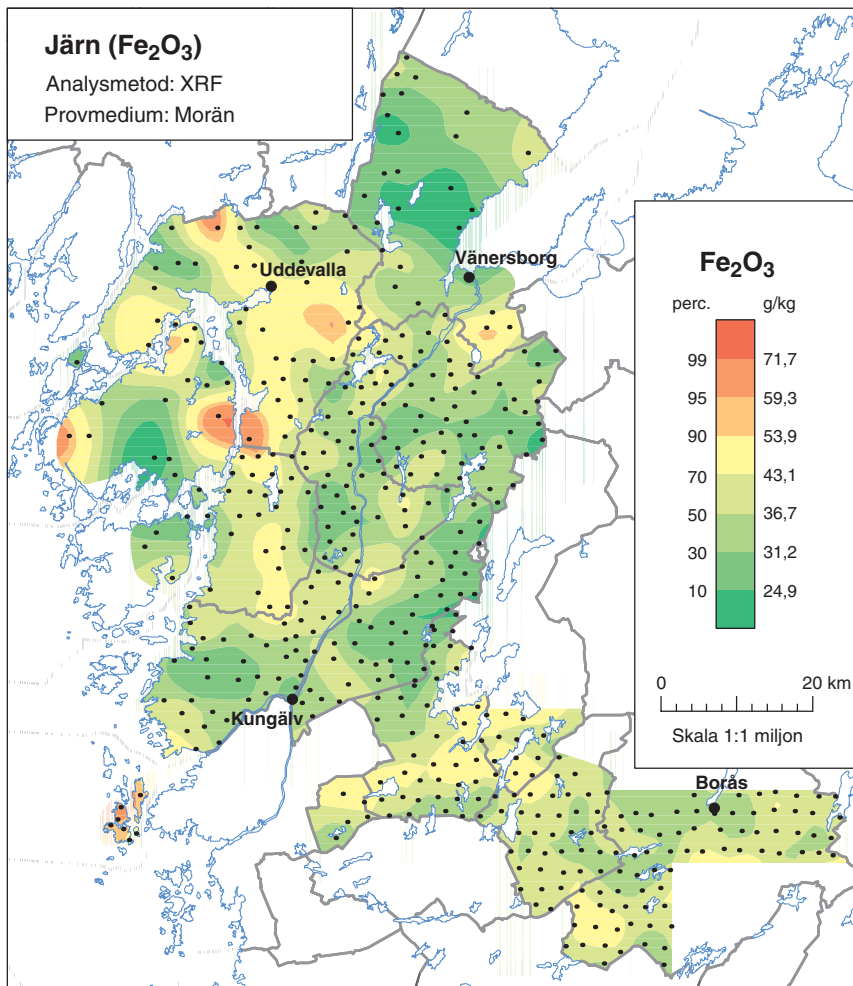
<b>Aluminium</b>	morän	totalhalter	39
	morän	syralakade halter	39
<b>Barium</b>	morän	totalhalter	40
	morän	syralakade halter	40
<b>Järn</b>	morän	totalhalter	41
	morän	lakbarhet	41
<b>Kalcium</b>	morän	totalhalter	42
	morän	lakbarhet	42
	sediment	syralakade halter	43
<b>Kalium</b>	morän	totalhalter	43
	morän	syralakade halter	44
<b>Magnesium</b>	morän	totalhalter	44
	sediment	syralakade halter	45
<b>Mangan</b>	morän	totalhalter	45
<b>Natrium</b>	morän	totalhalter	46
	morän	syralakade halter	46
	sediment	syralakade halter	47
<b>Fosfor</b>	morän	totalhalter	47
	sediment	syralakade halter	48
<b>Titan</b>	morän	totalhalter	48
	morän	syralakade halter	49
	sediment	syralakade halter	49
<b>Antimon</b>	morän	syralakade halter	50
<b>Arsenik</b>	morän	syralakade halter	50
	sediment	syralakade halter	51
<b>Beryllium</b>	morän	syralakade halter	51
<b>Bly</b>	morän	totalhalter	52
	morän	syralakade halter	52
	sediment	syralakade halter	53
<b>Guld</b>	morän	syralakade halter	53
<b>Kadmium</b>	morän	syralakade halter	54
	sediment	syralakade halter	54
<b>Klor</b>	morän	totalhalter	55
<b>Kobolt</b>	morän	syralakade halter	55
	sediment	syralakade halter	56
<b>Koppar</b>	morän	syralakade halter	56
	sediment	syralakade halter	57
<b>Krom</b>	morän	totalhalter	57
	morän	syralakade halter	58
	sediment	syralakade halter	58
<b>Lantan</b>	morän	syralakade halter	59
	sediment	syralakade halter	59
<b>Litium</b>	morän	syralakade halter	60
<b>Molybden</b>	morän	syralakade halter	60
<b>Nickel</b>	morän	syralakade halter	61
	sediment	syralakade halter	61
<b>Rubidium</b>	morän	syralakade halter	62
<b>Selen</b>	morän	syralakade halter	62
<b>Silver</b>	morän	syralakade halter	63
<b>Strontium</b>	morän	totalhalter	63
	morän	syralakade halter	64
<b>Svavel</b>	morän	totalhalter	64
<b>Tallium</b>	morän	syralakade halter	65
	sediment	syralakade halter	65
<b>Tenn</b>	morän	syralakade halter	66
<b>Torium</b>	morän	syralakade halter	66
<b>Uran</b>	morän	syralakade halter	67
	sediment	syralakade halter	67
<b>Vanadin</b>	morän	syralakade halter	68
	sediment	syralakade halter	68
<b>Vismut</b>	morän	syralakade halter	69
<b>Volfram</b>	morän	syralakade halter	69

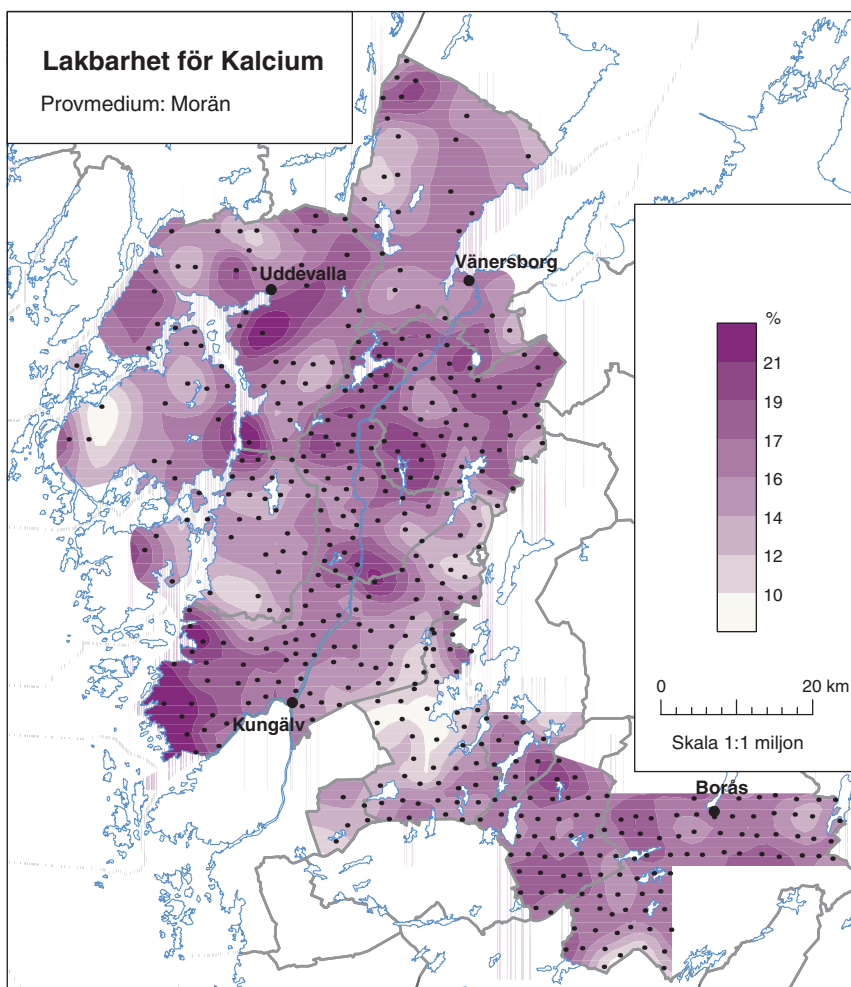
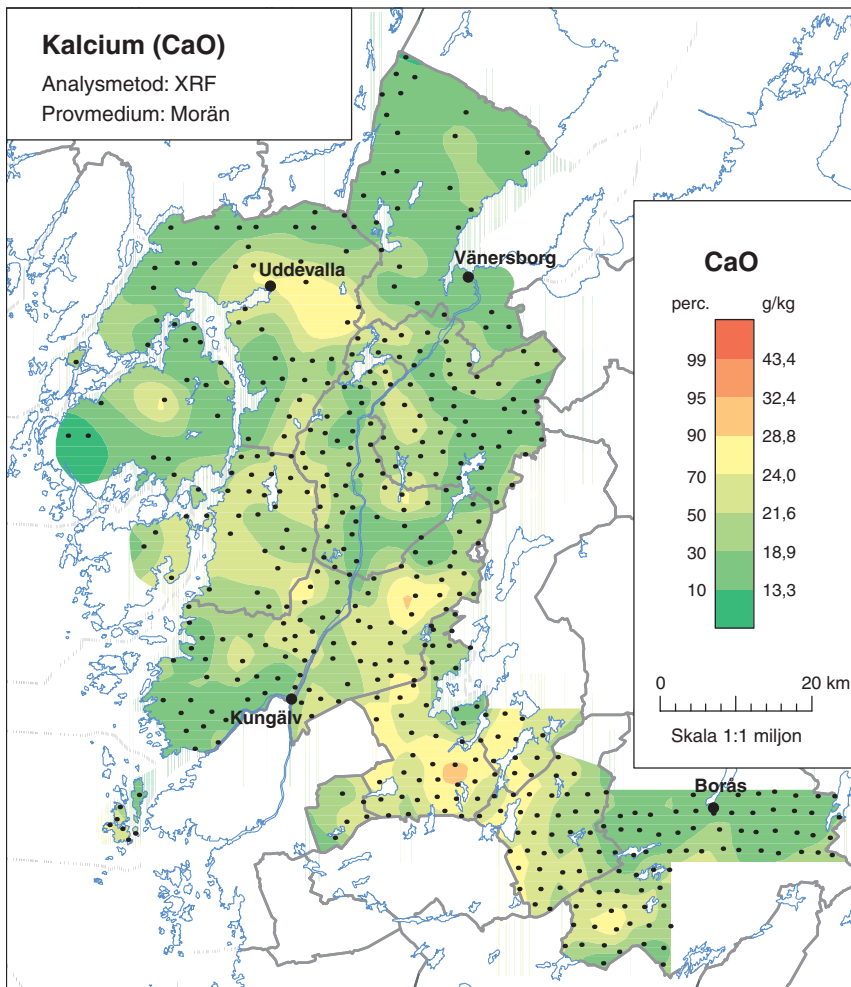
<b>Yttrium</b>	morän	totalhalter	70
<b>Zink</b>	morän	syralakade halter	70
	sediment	syralakade halter	71
<b>Zirkonium</b>	morän	totalhalter	71
<b>pH</b>	morän		72
<b>pH</b>	sediment		72
<b>Försurningsresistens</b>	morän		73
<b>Försurningsresistens</b>	sediment		73
<b>Prognos baskatjoner</b>	morän	syralakade halter	74



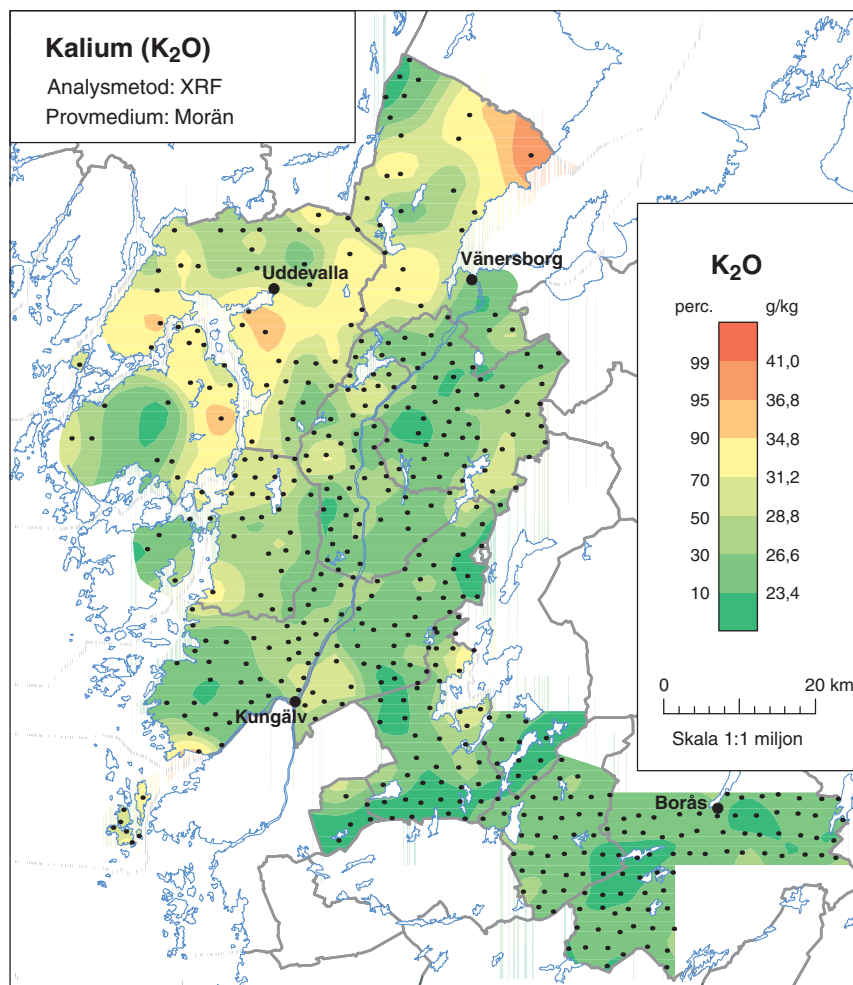
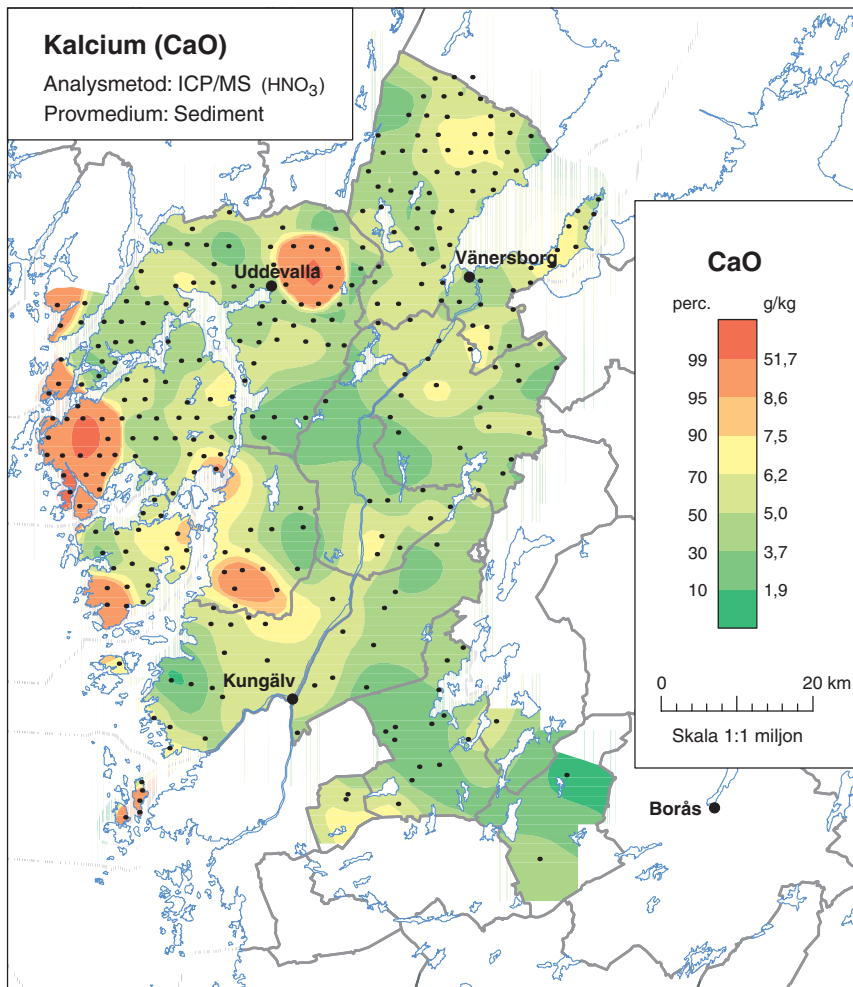


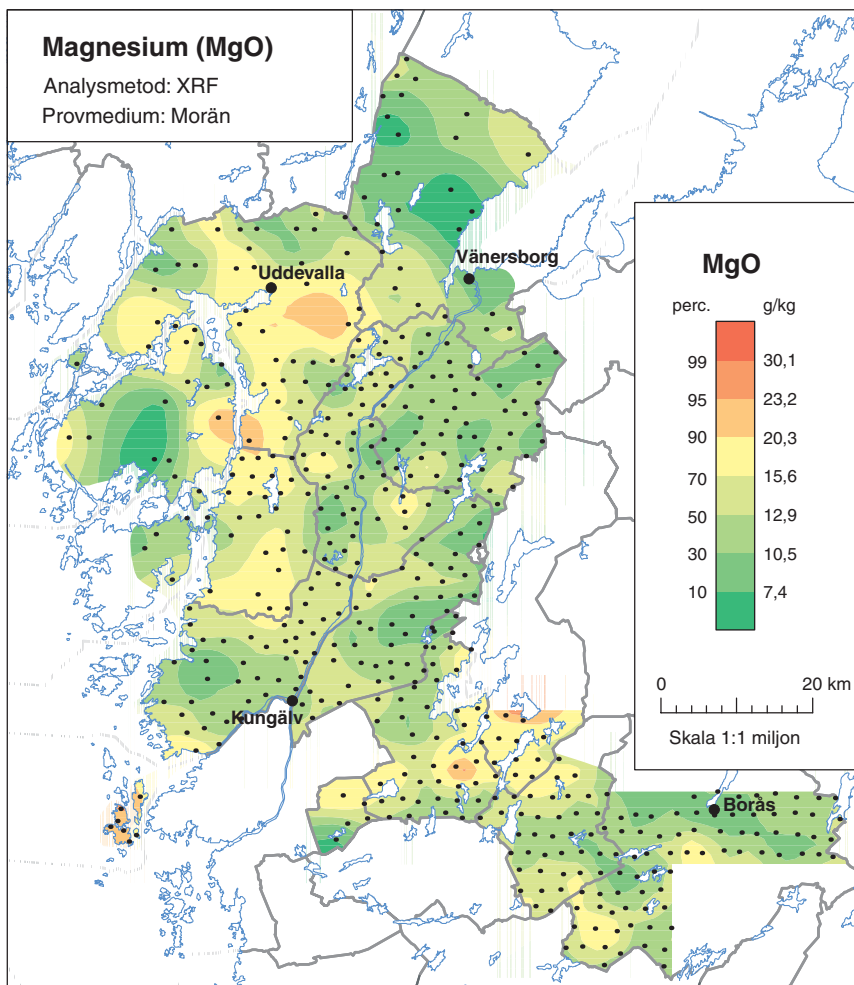
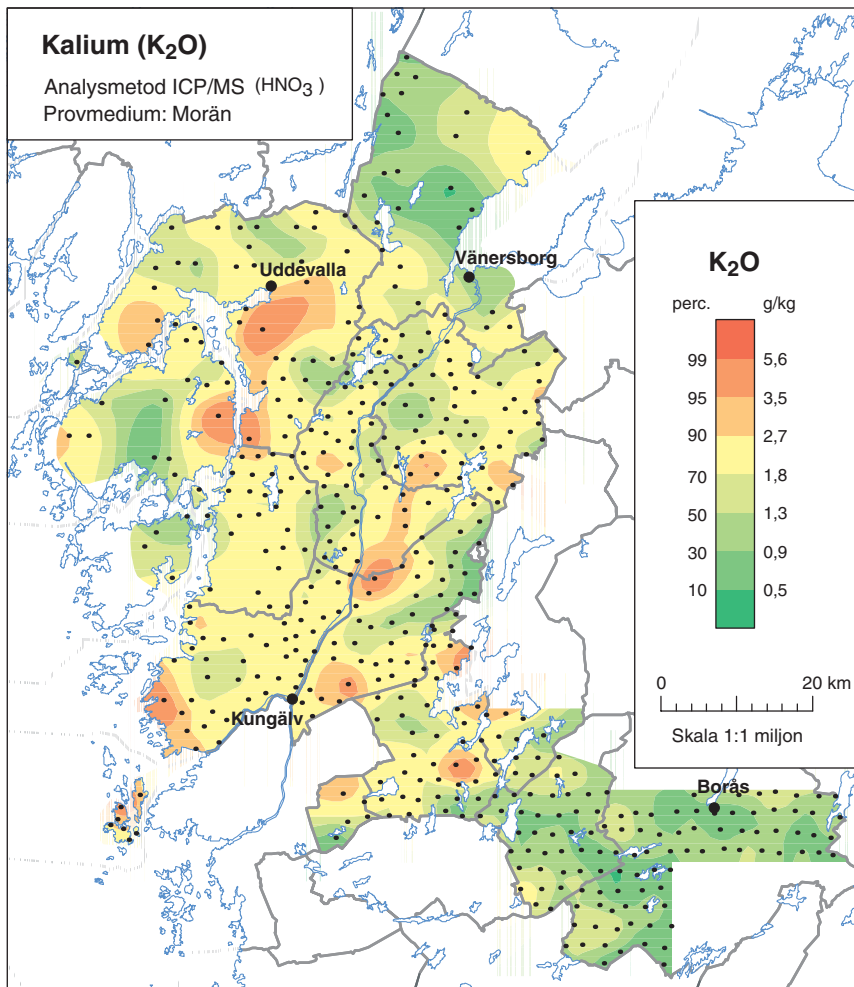


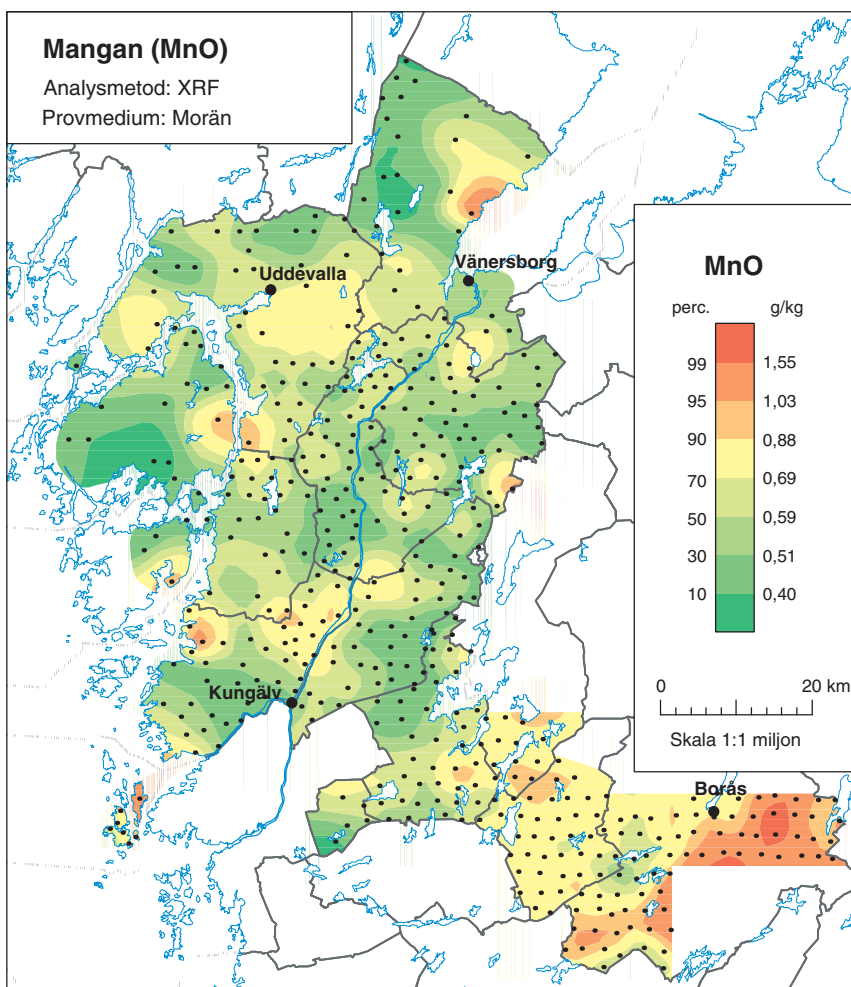
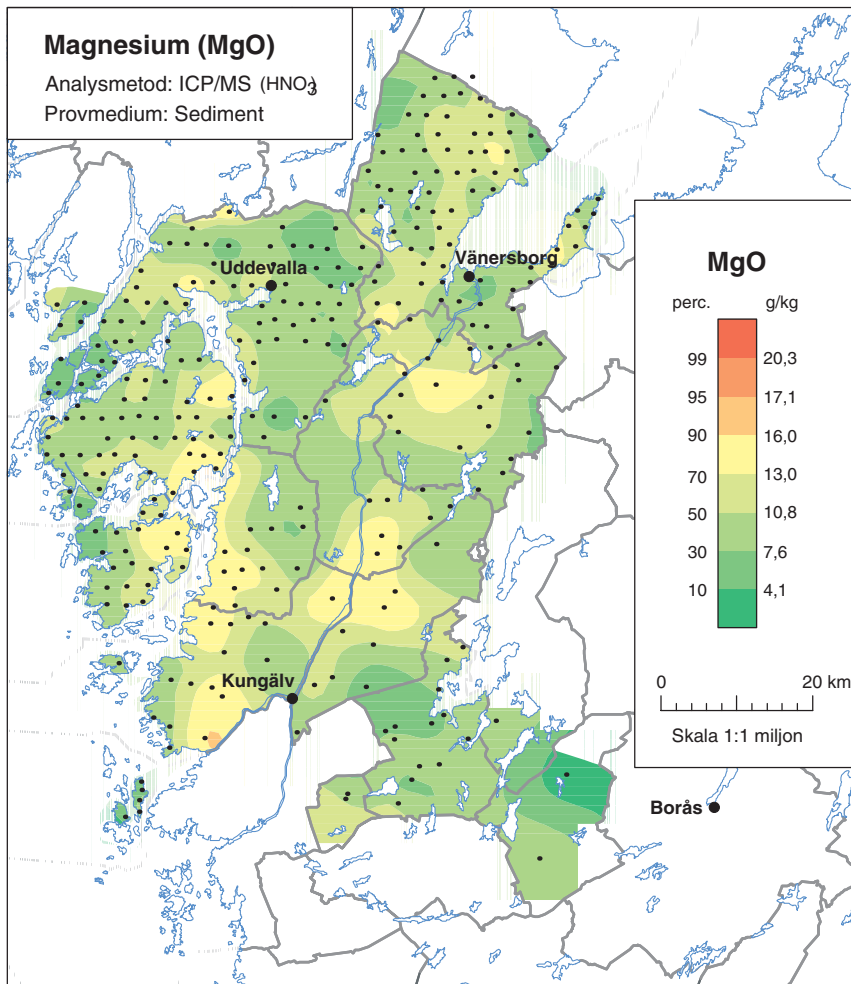


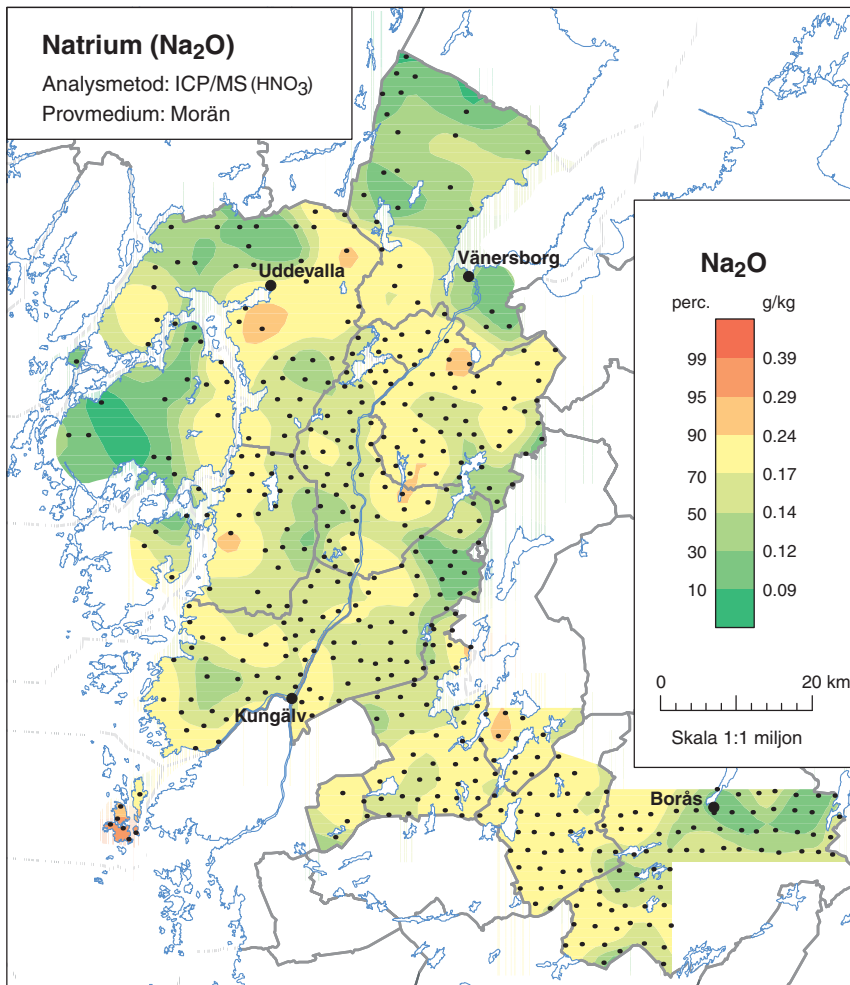
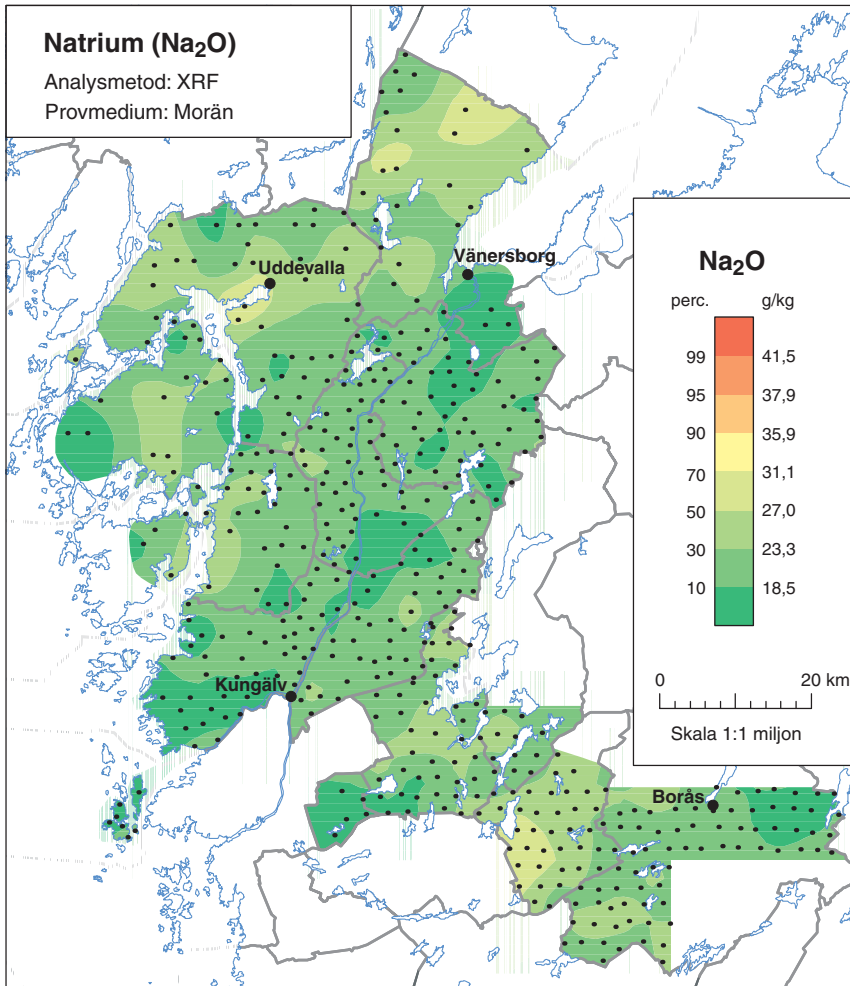


Klassindelningen för mätvärdena är anpassade till kartområdets provmängd

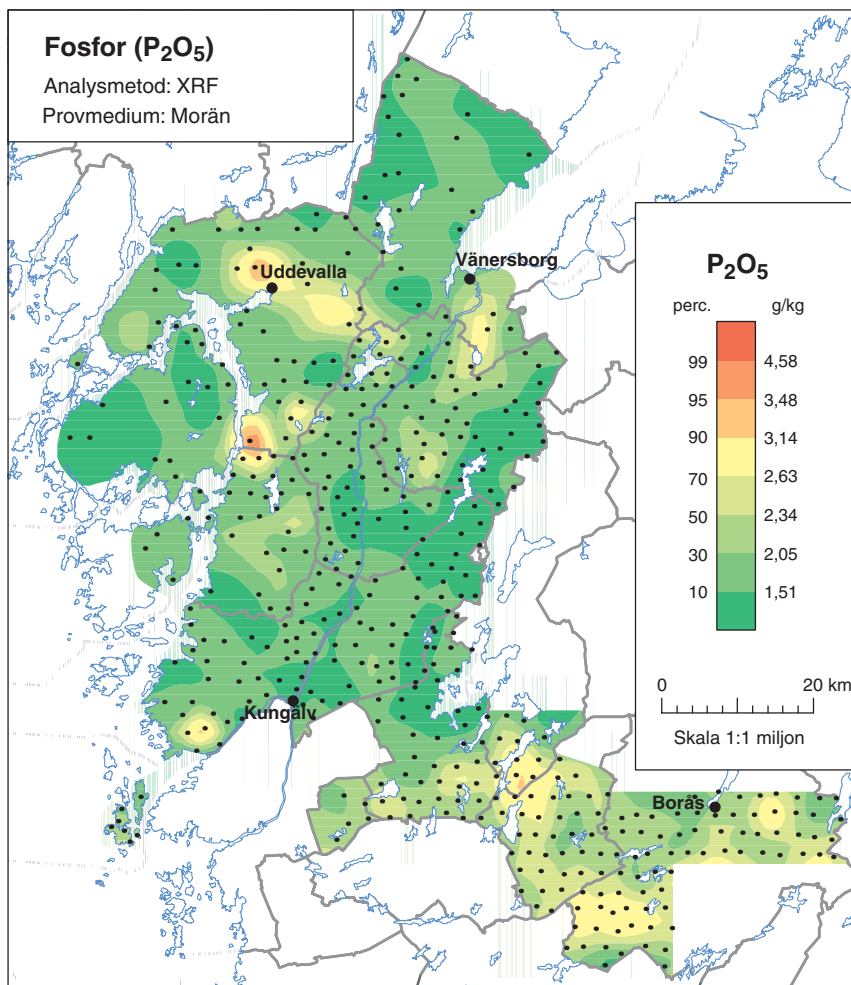
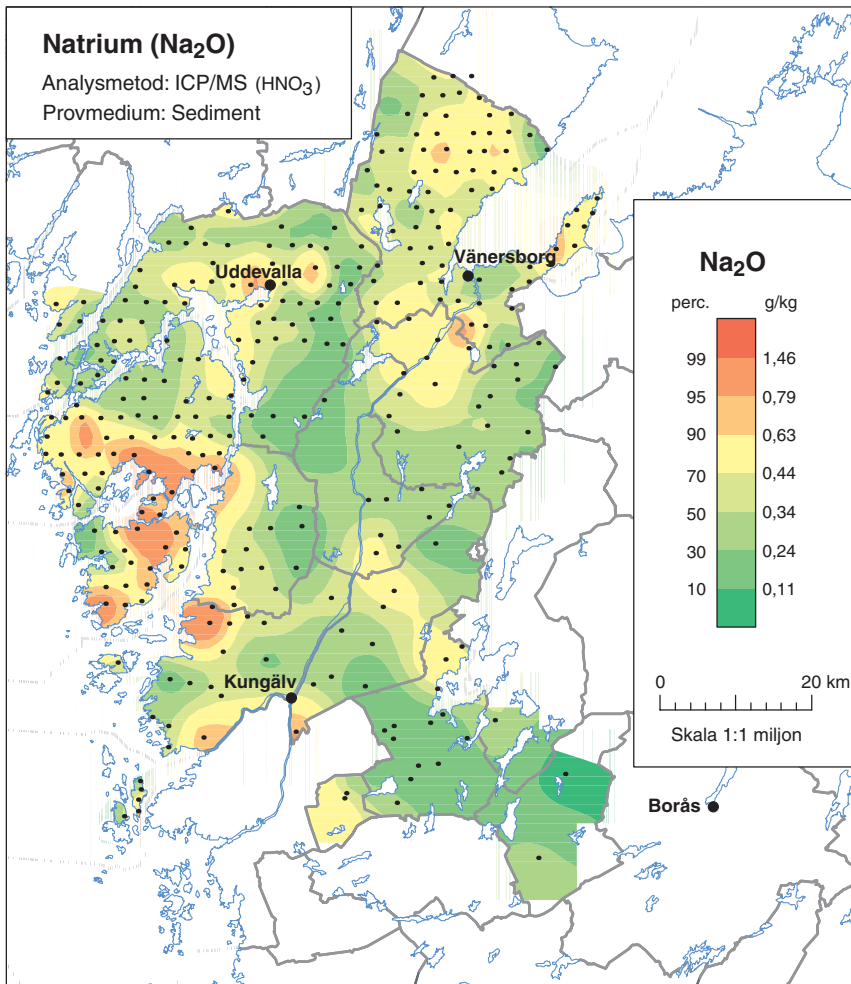


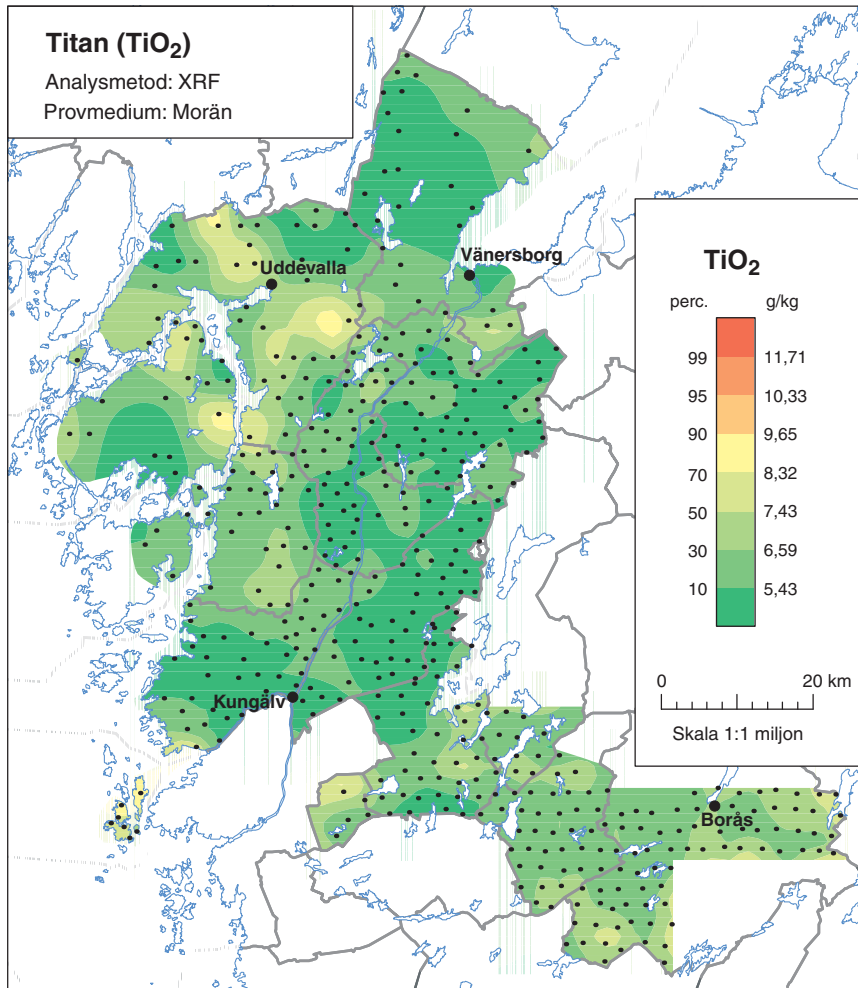
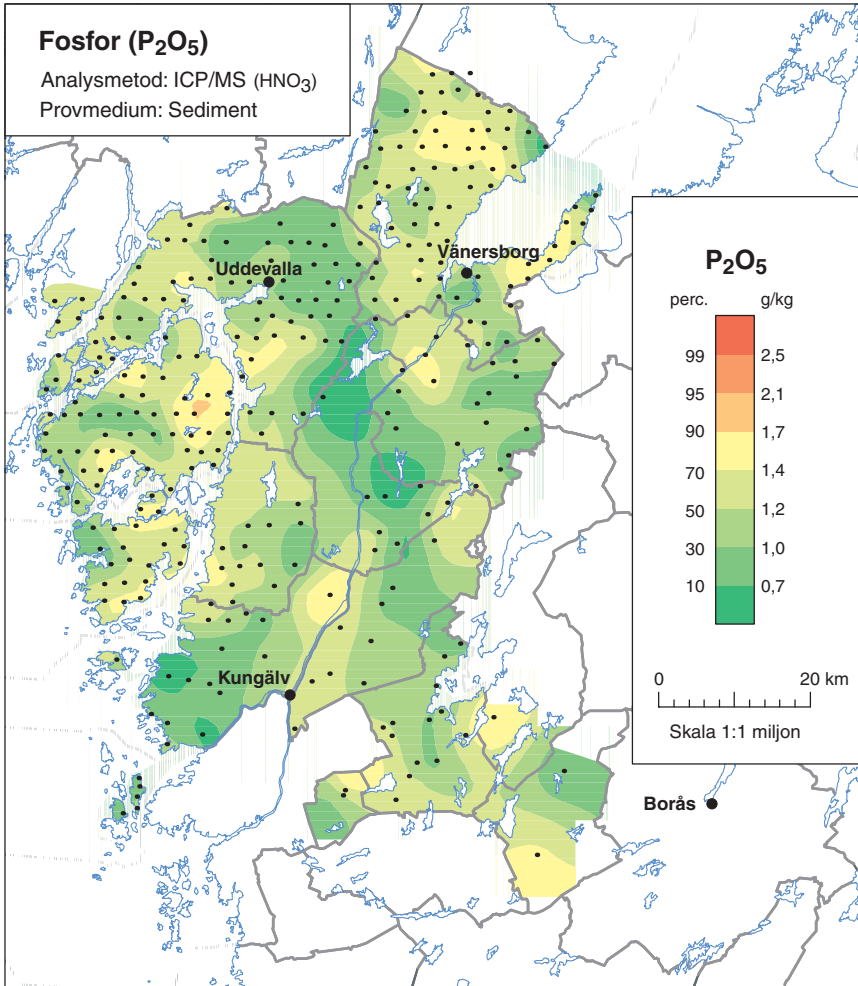


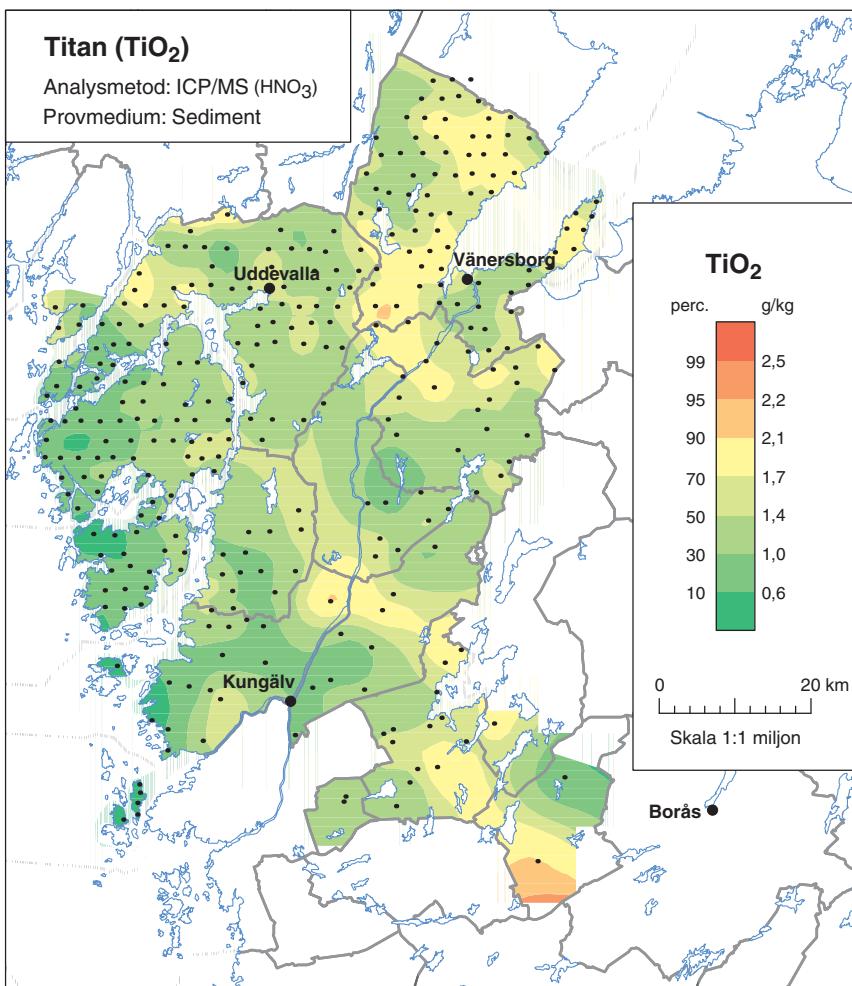
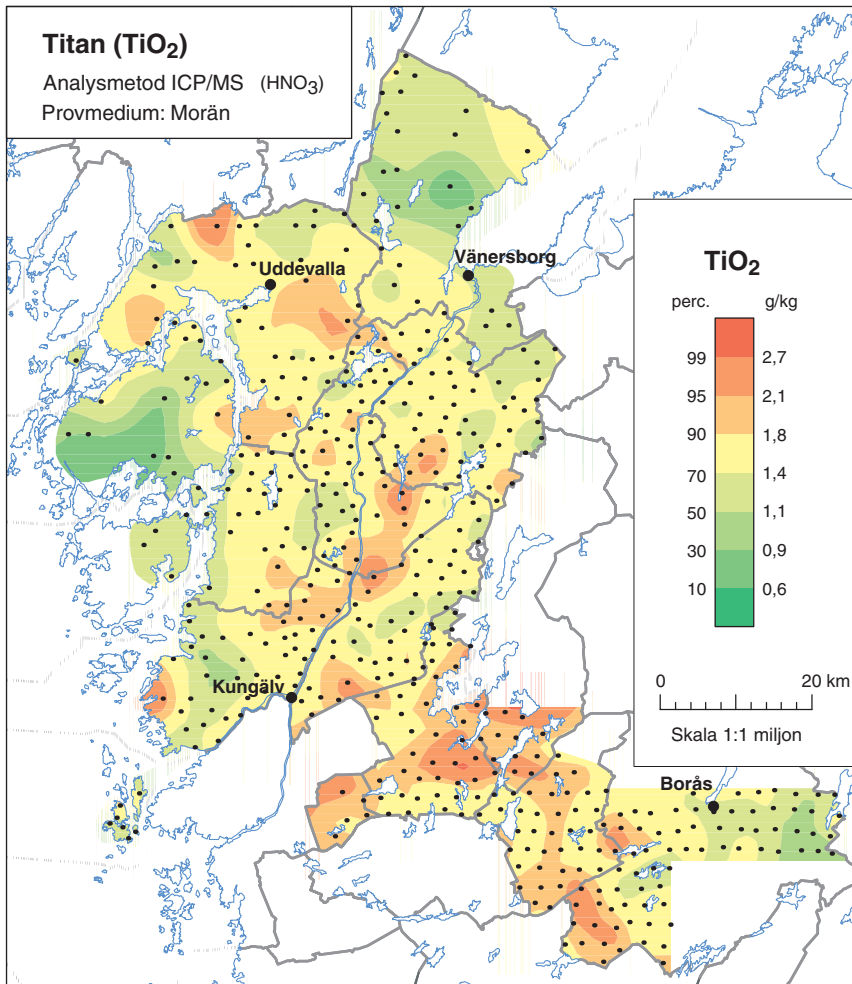


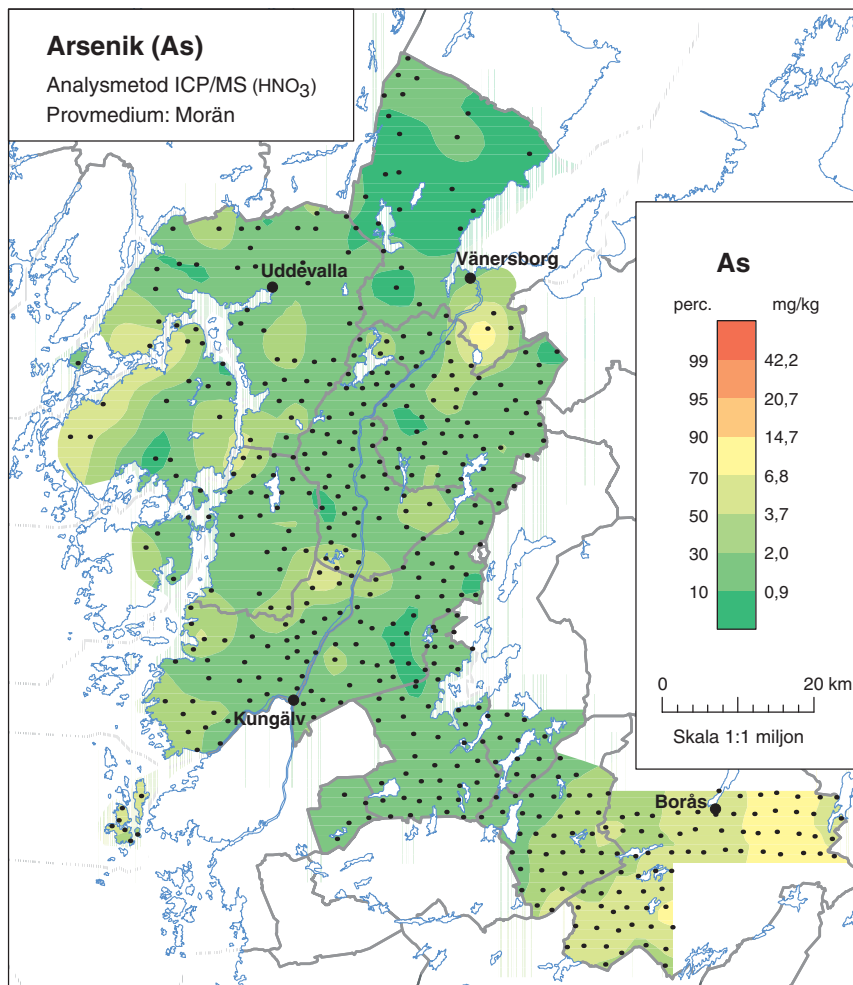
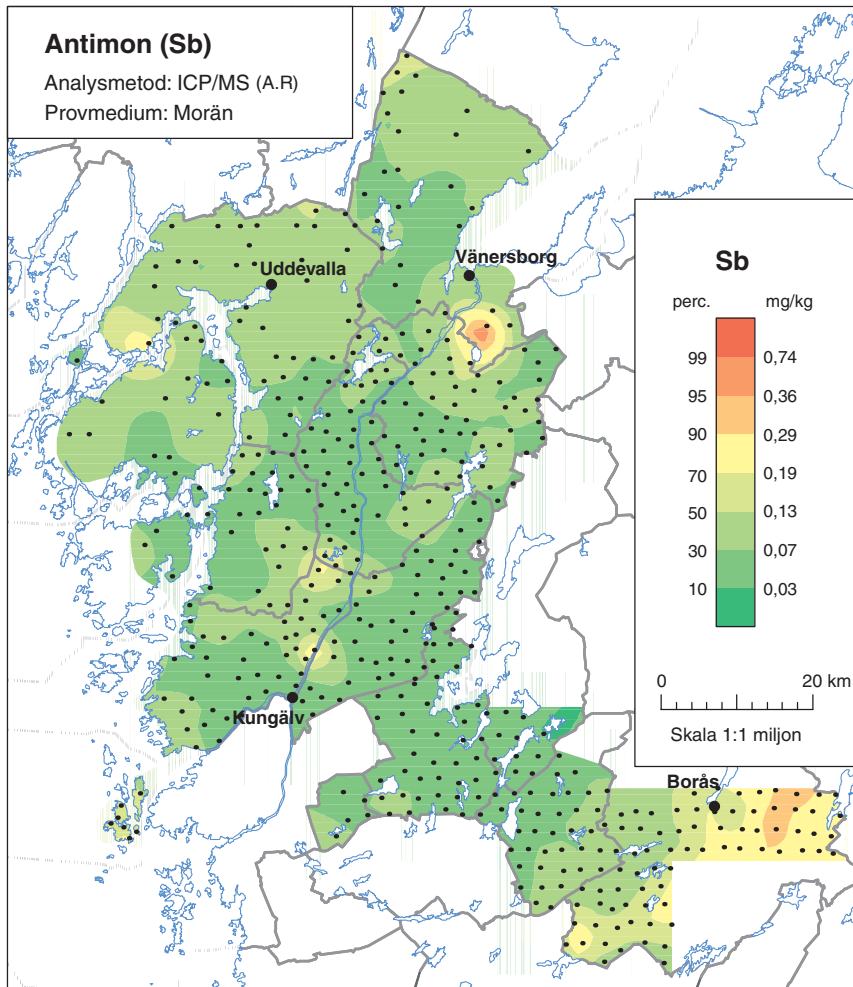


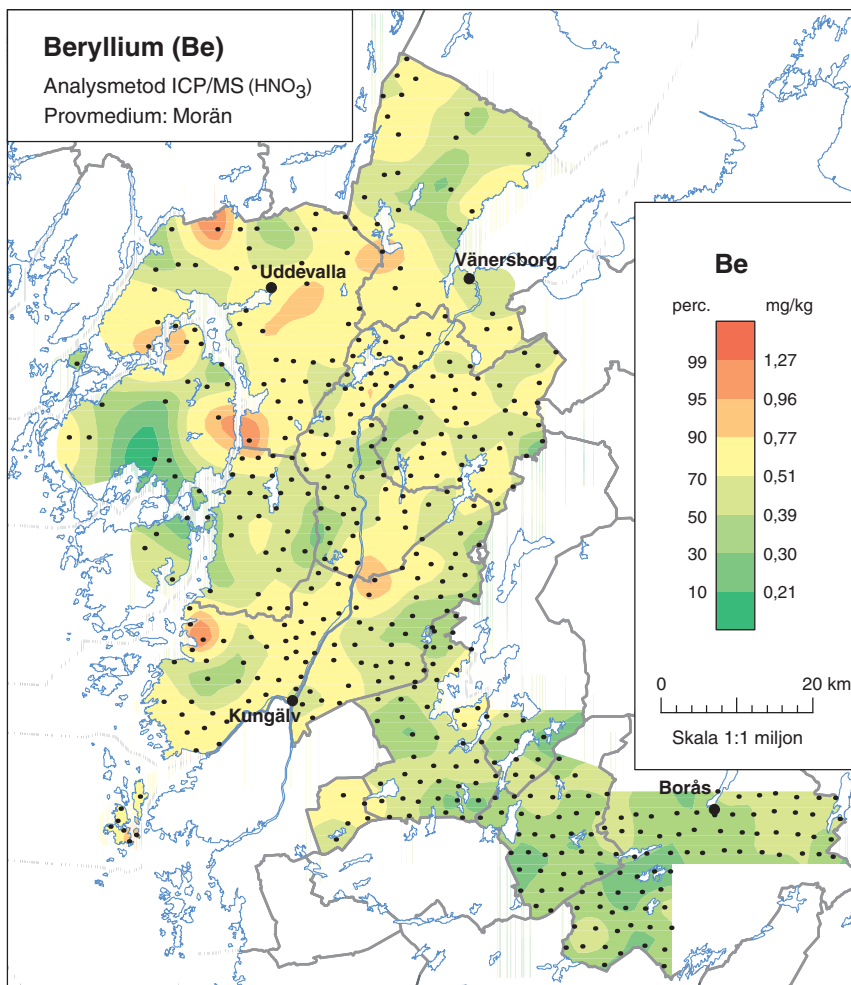
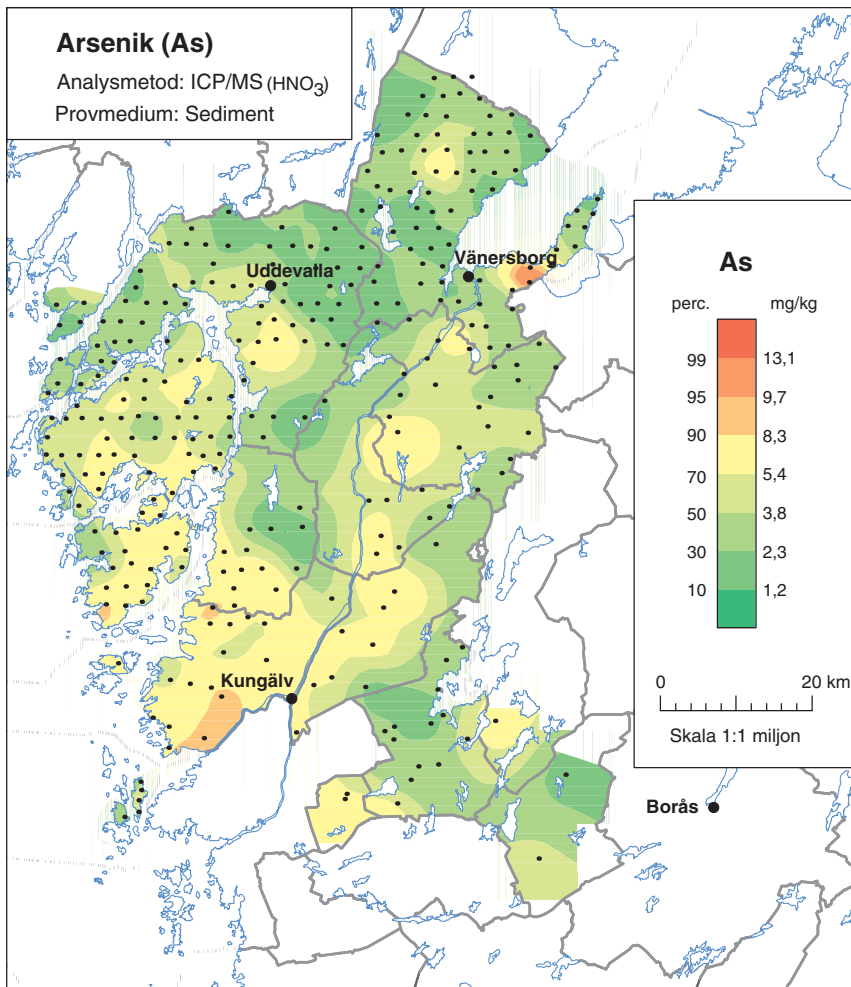


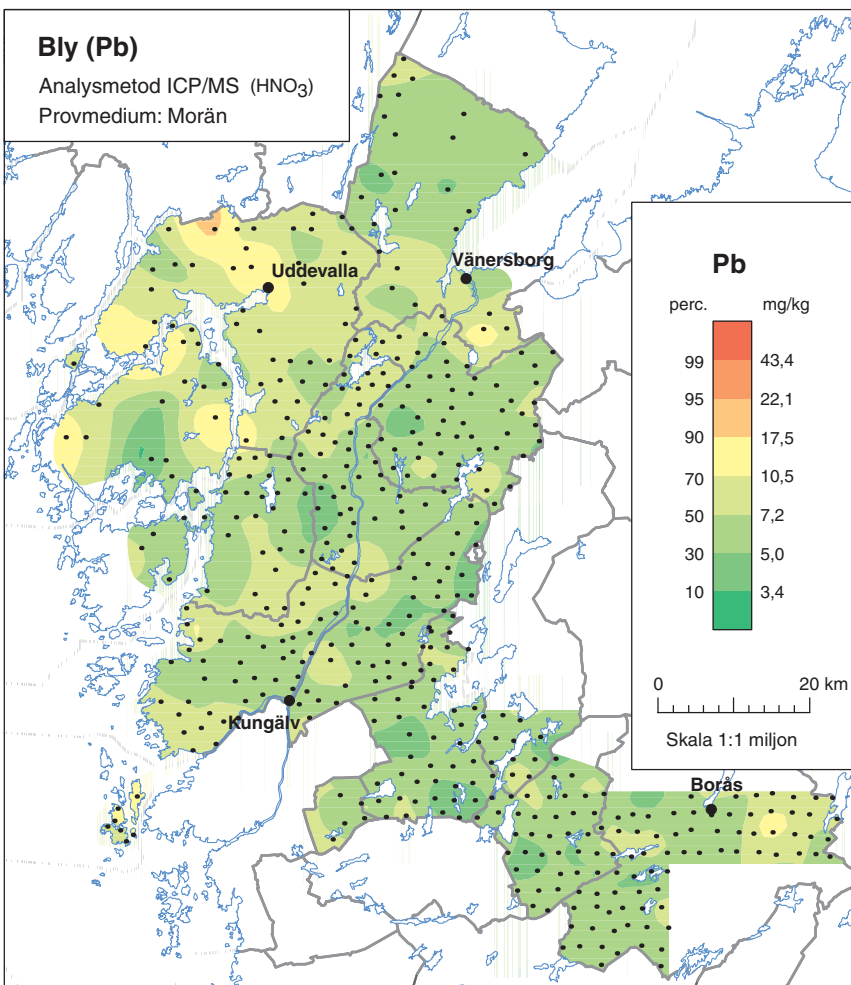
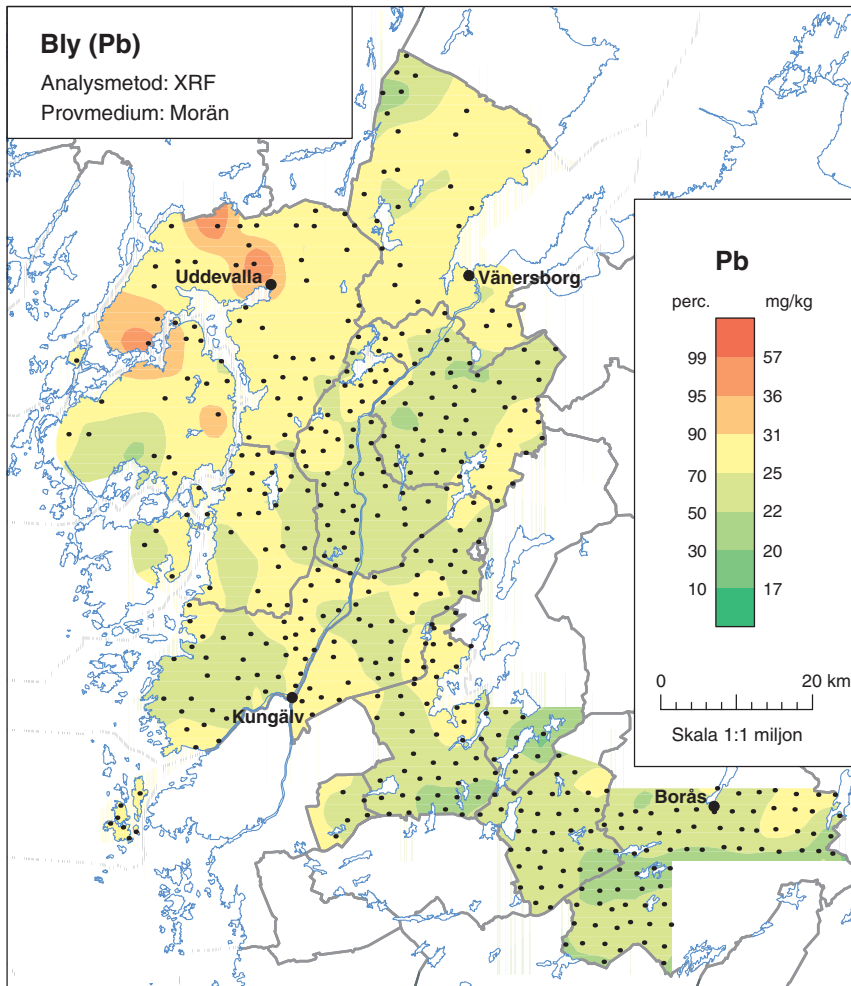


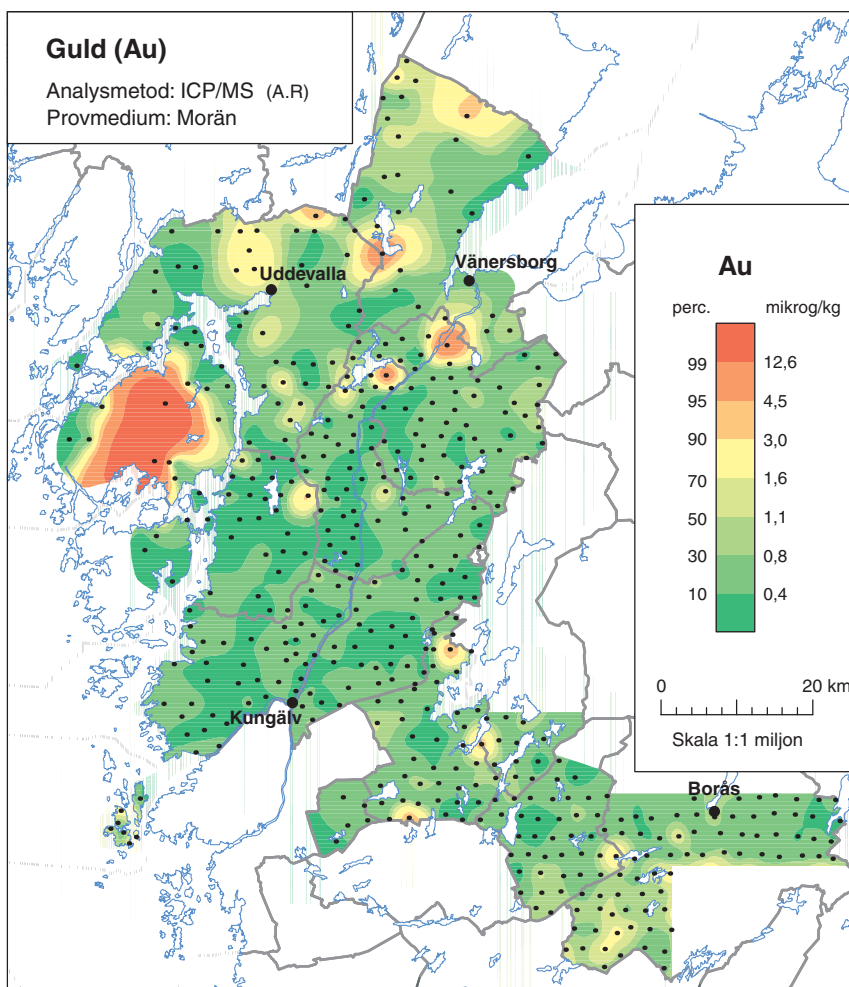
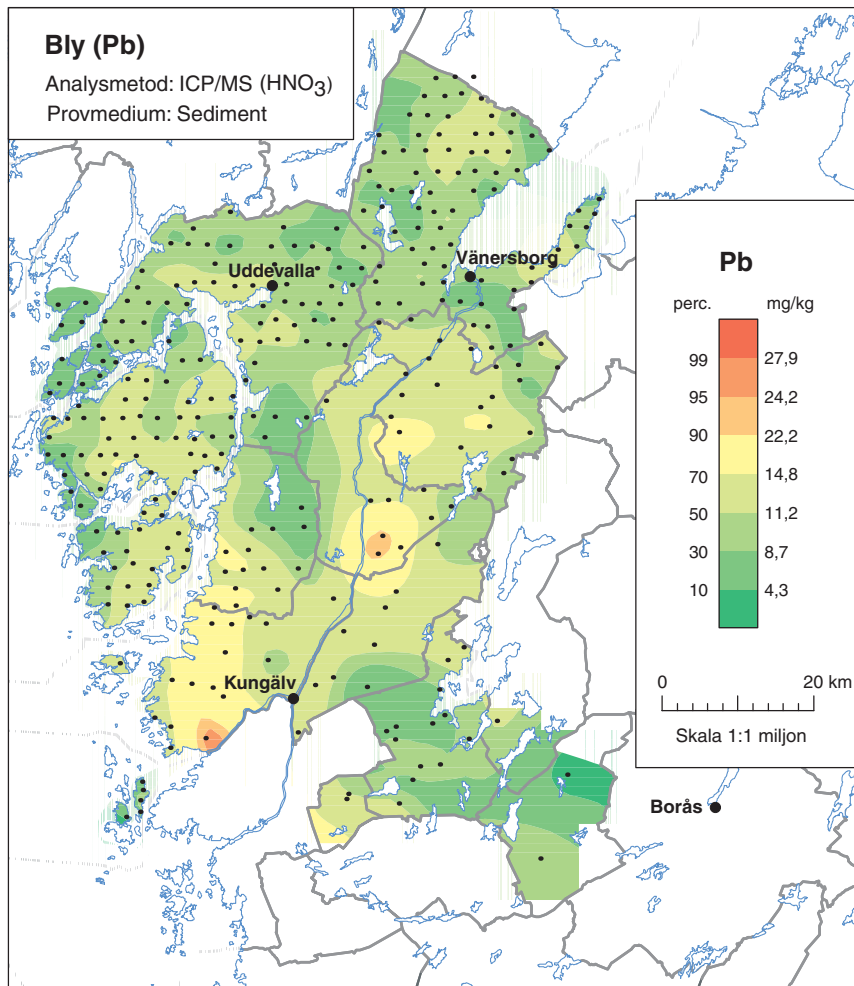


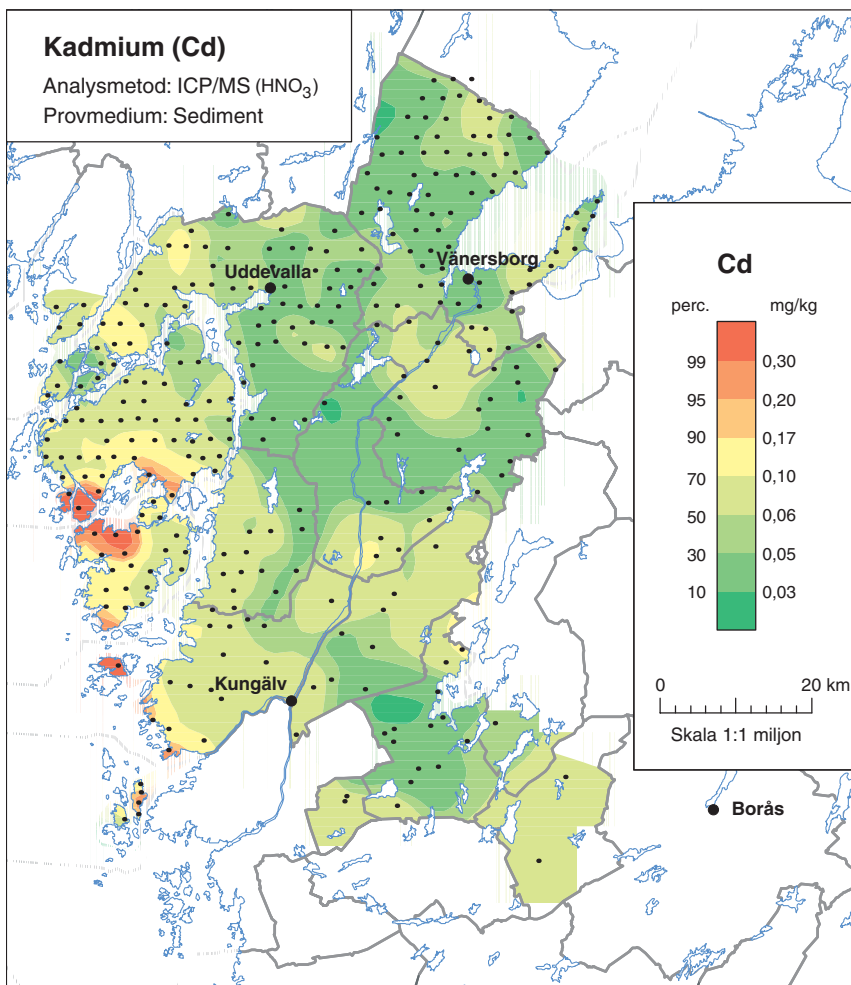
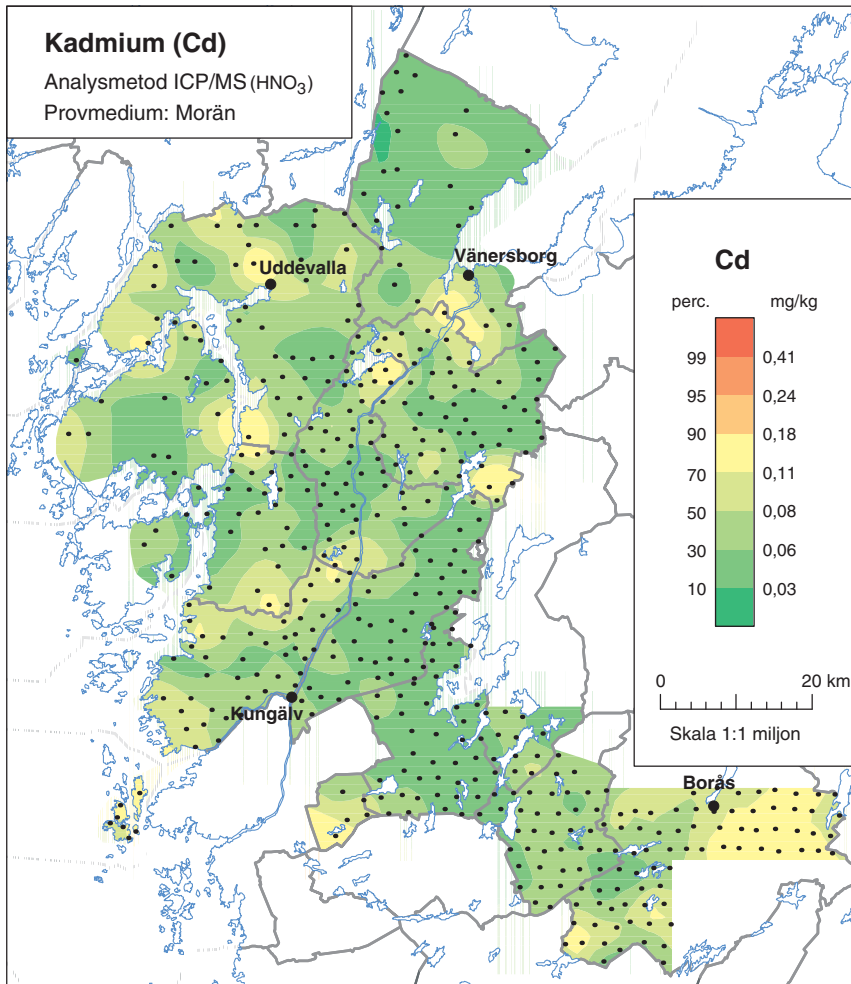




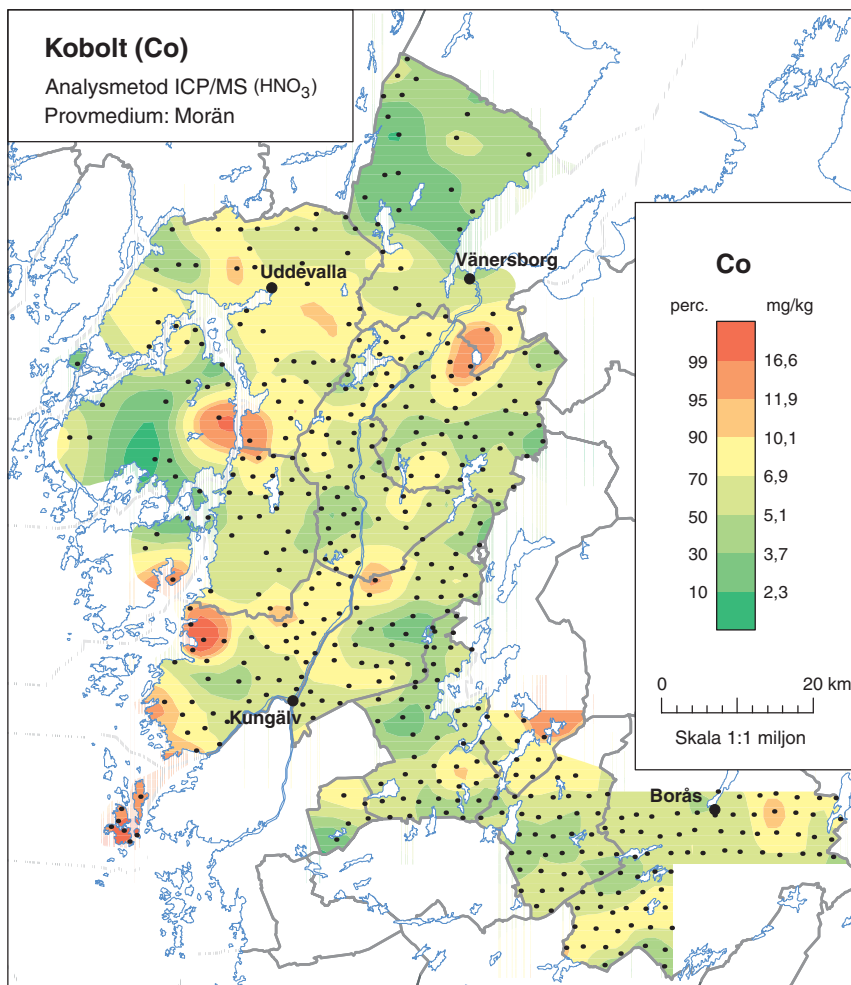
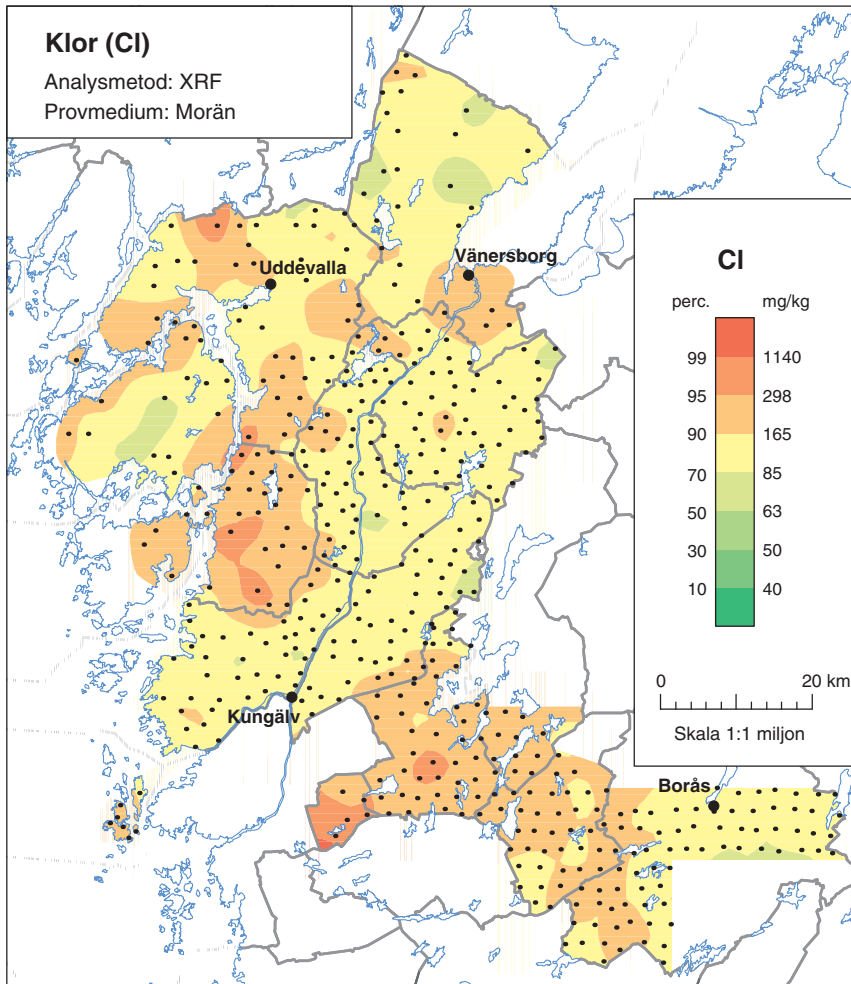


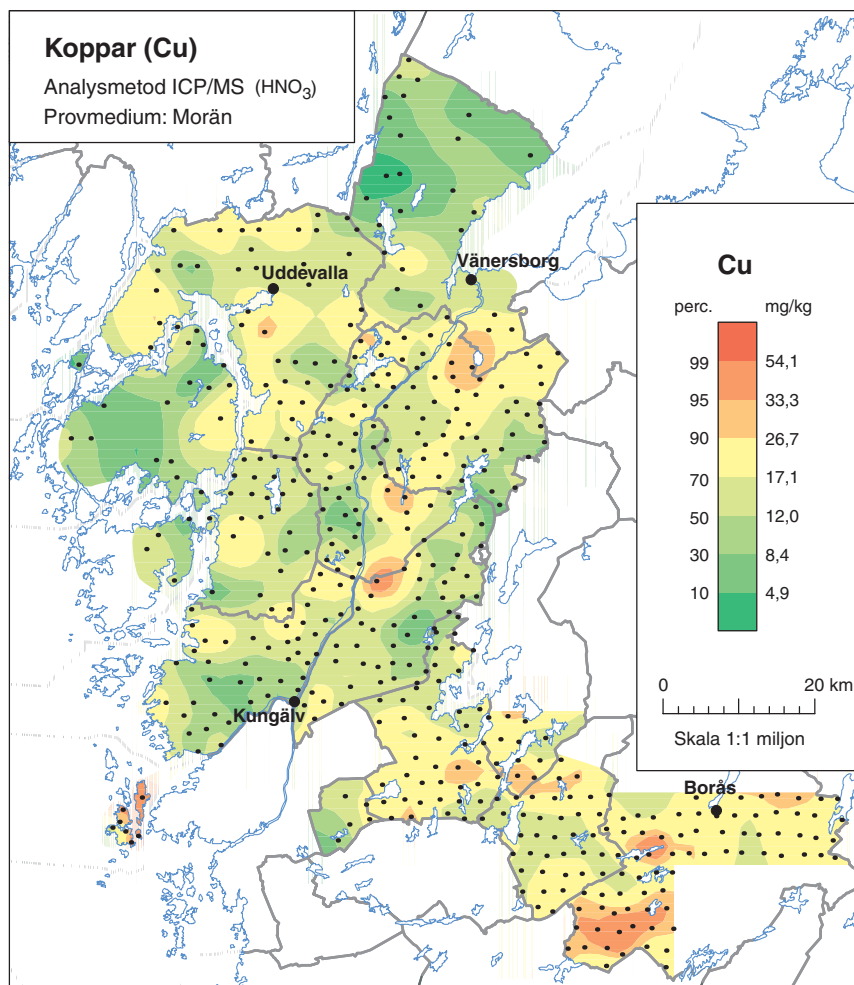
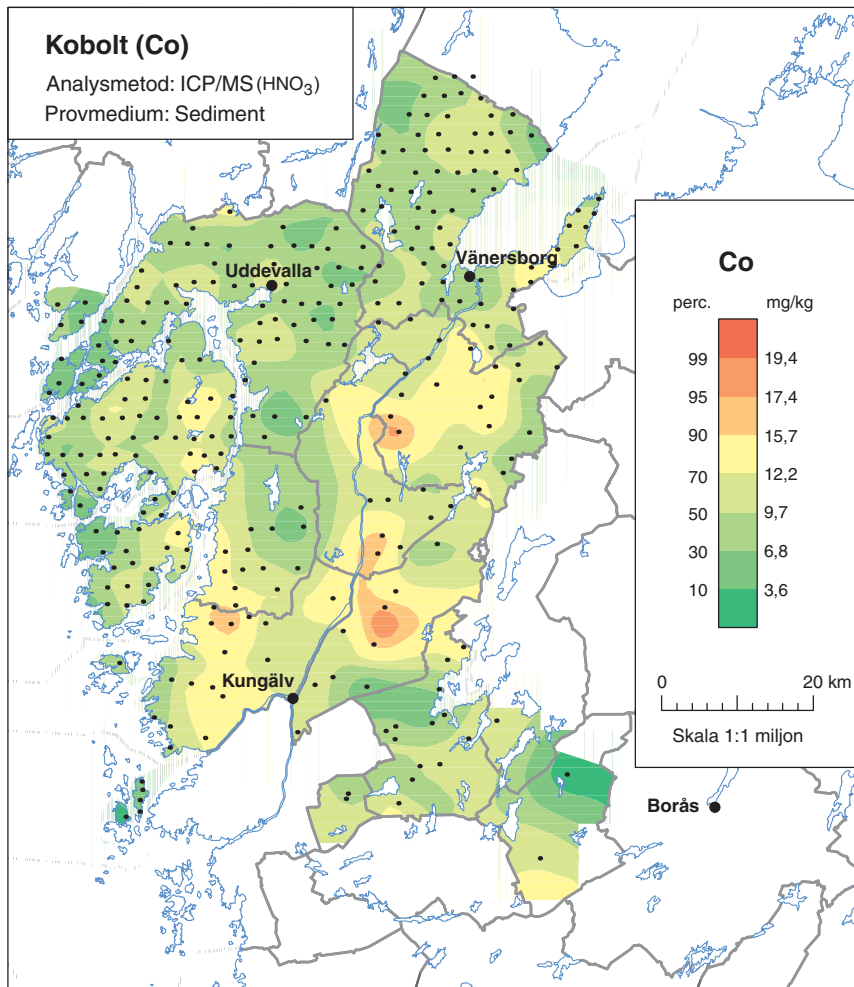


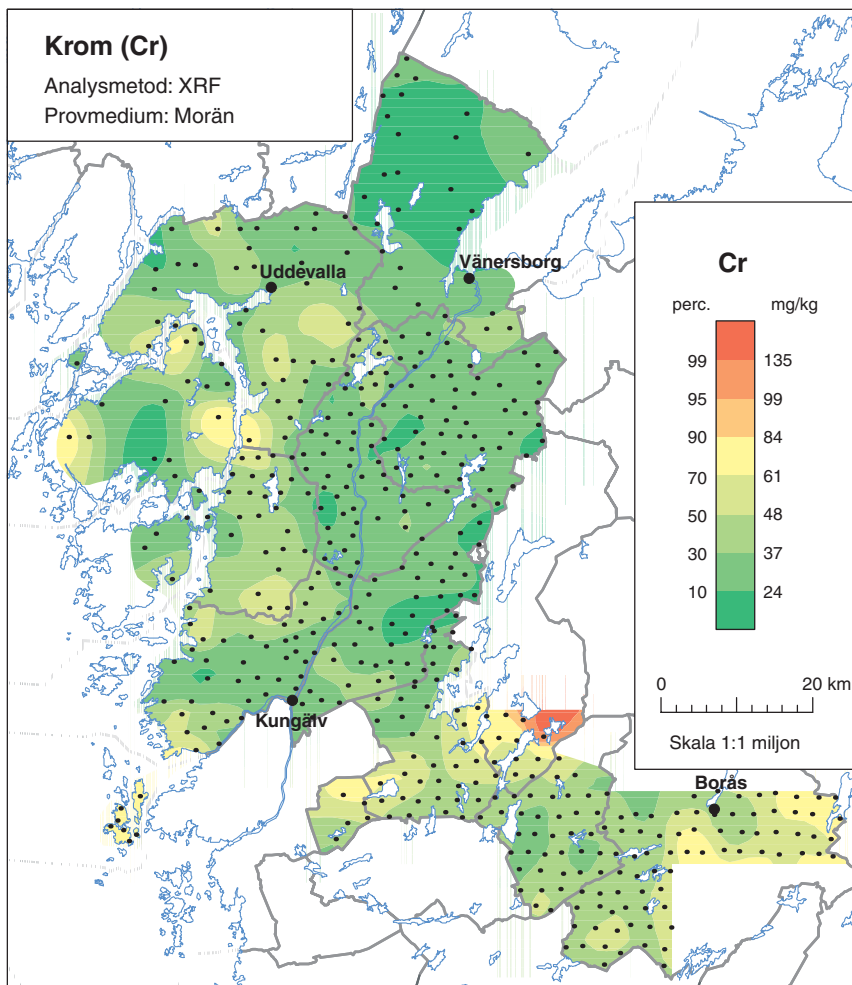
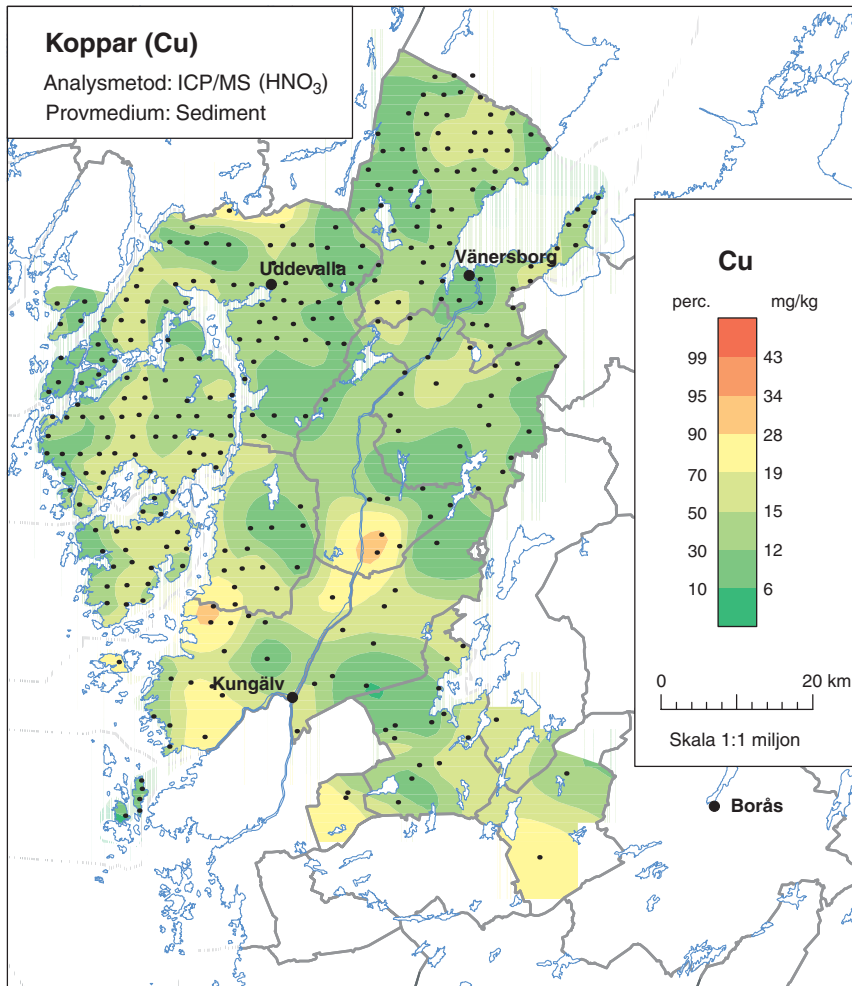


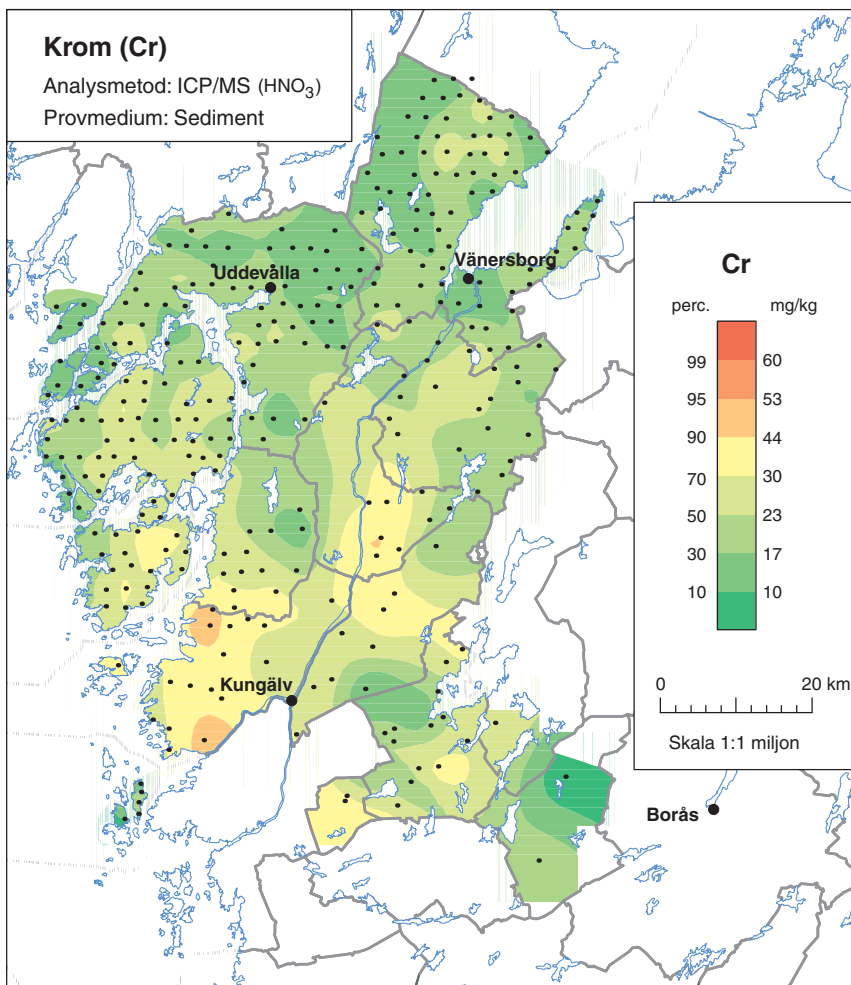
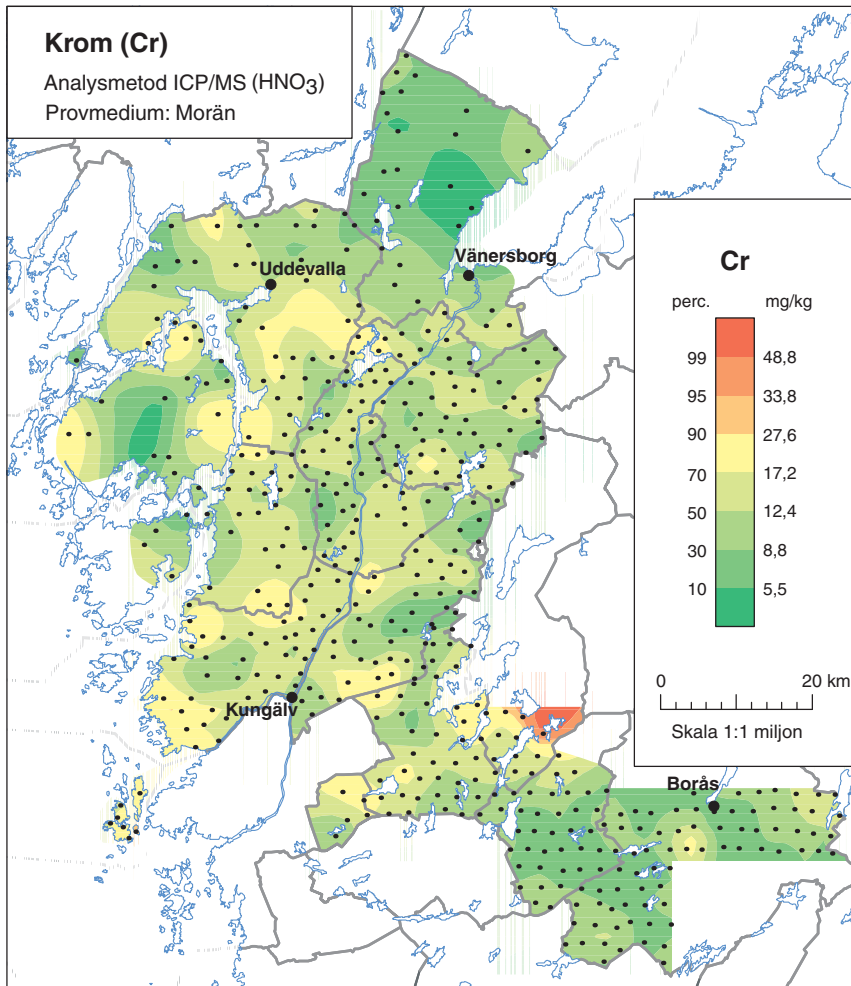


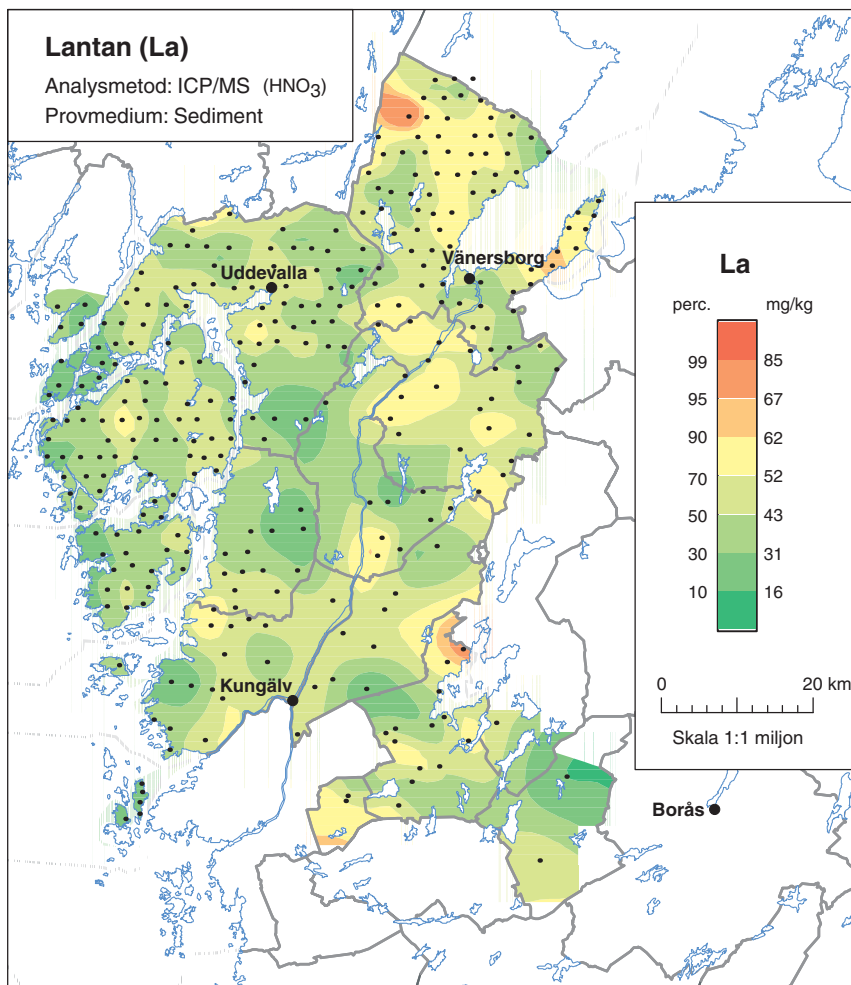
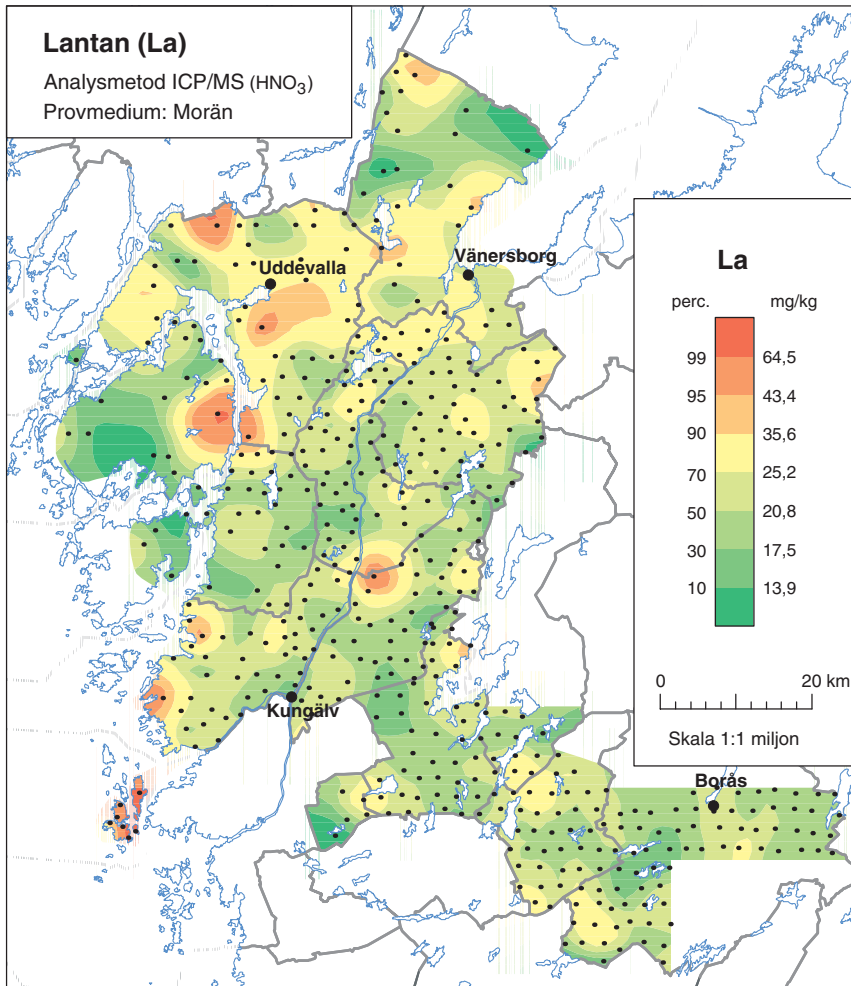


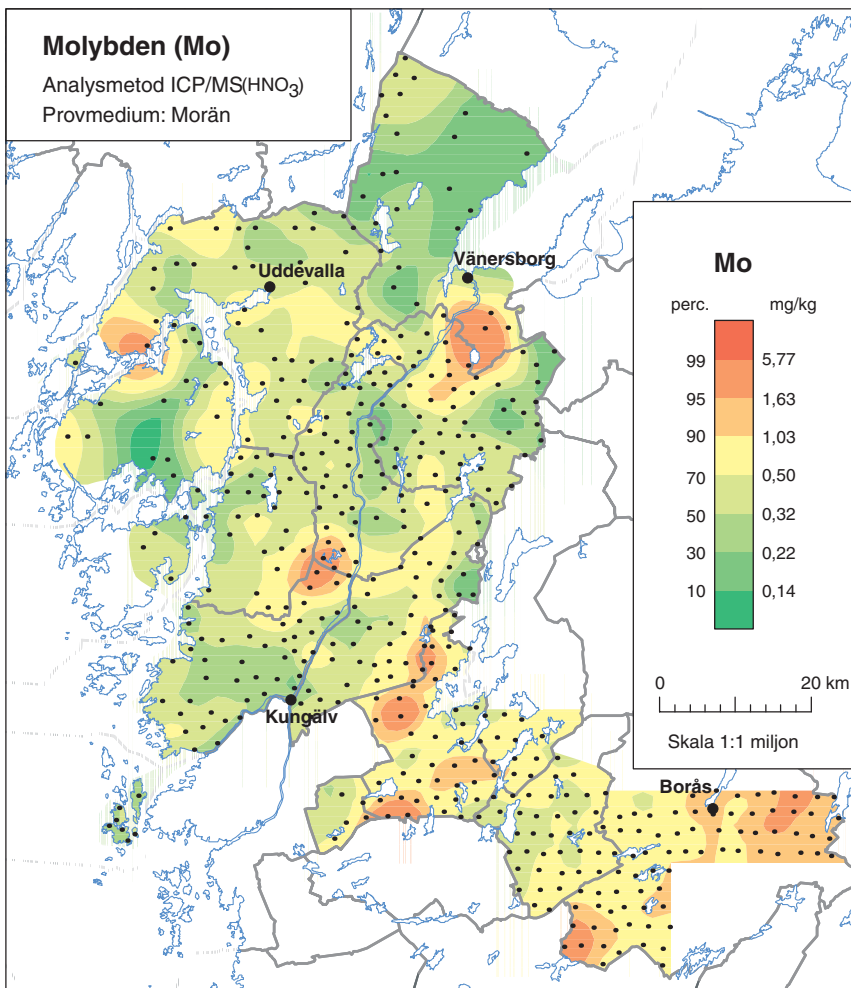
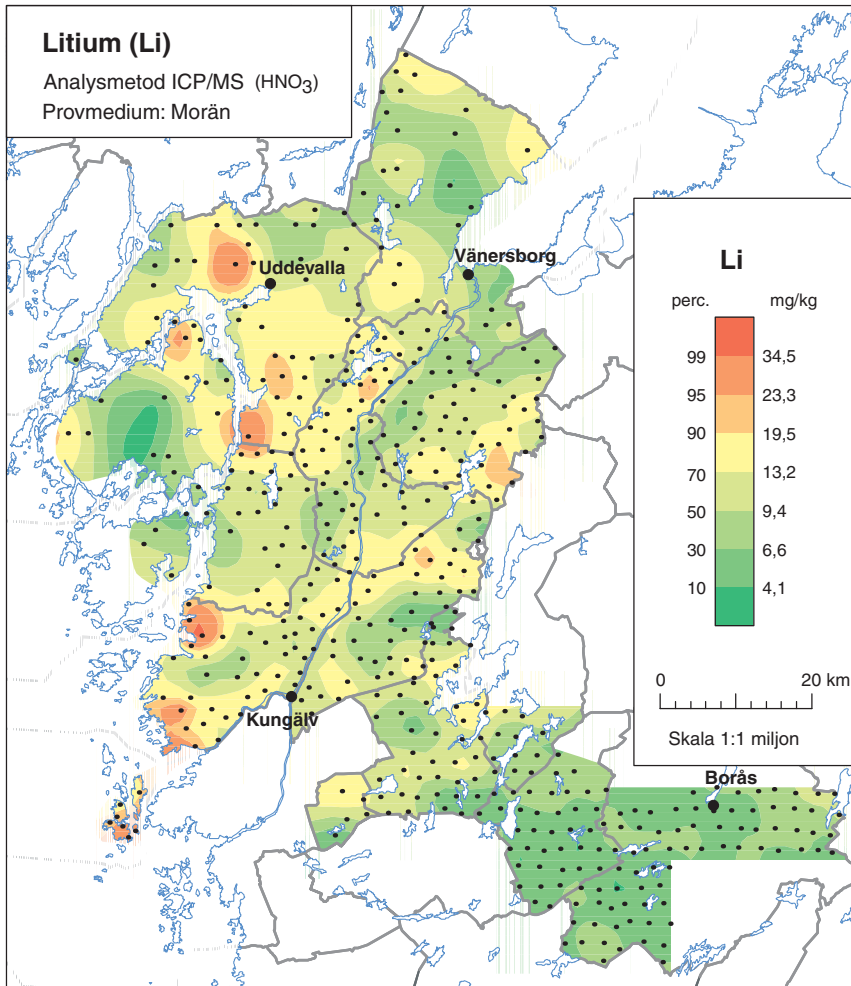


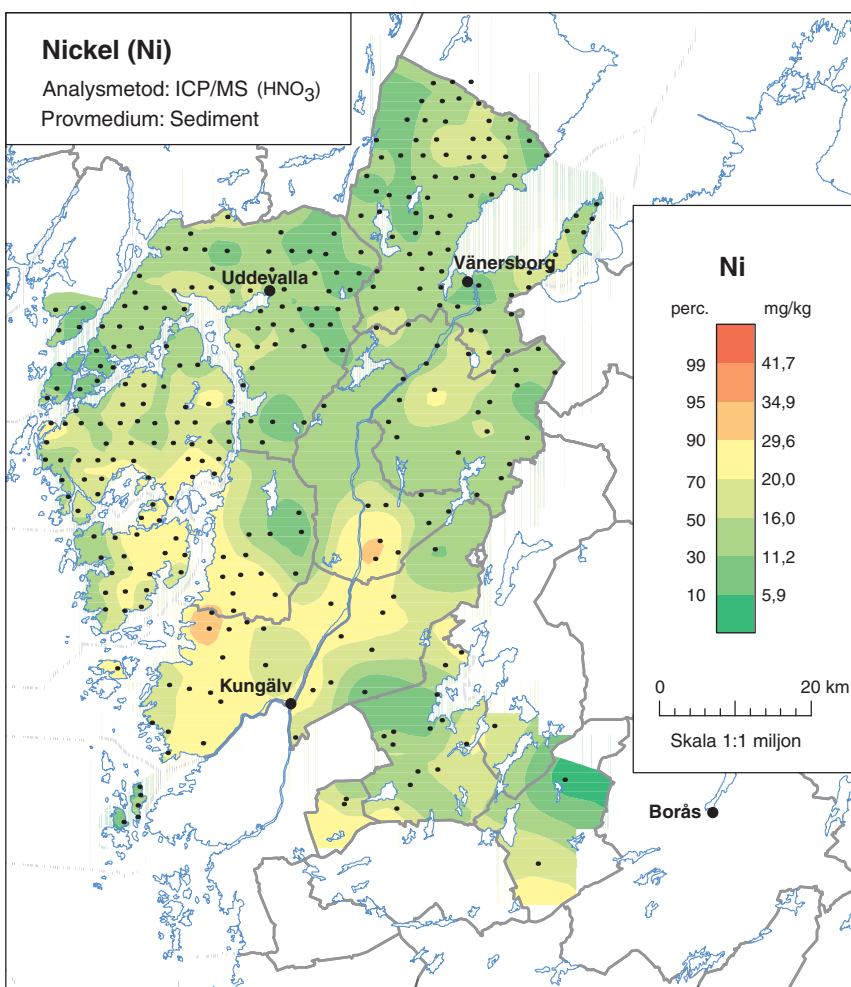
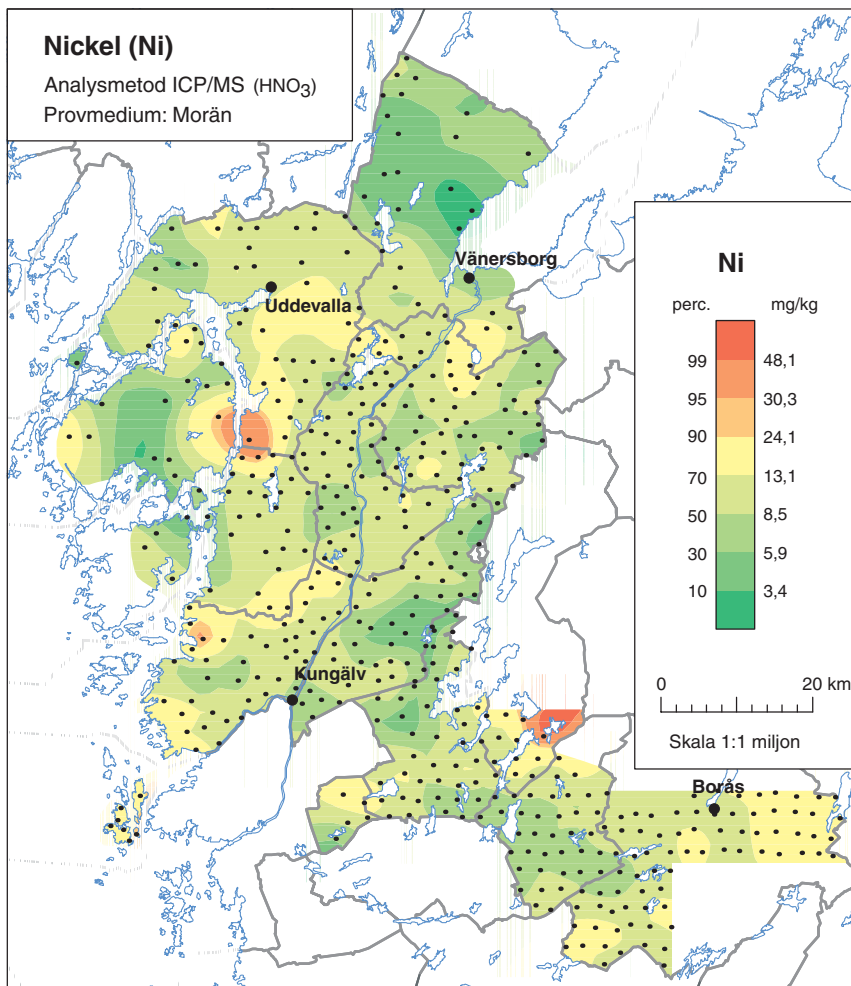


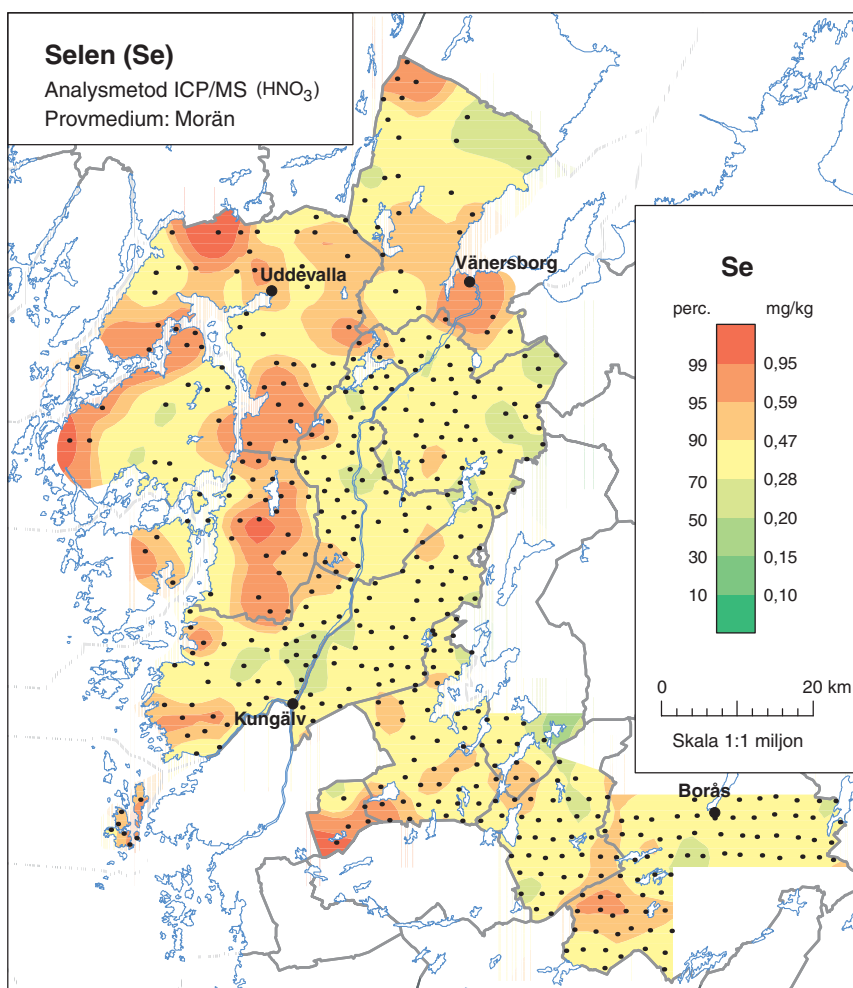
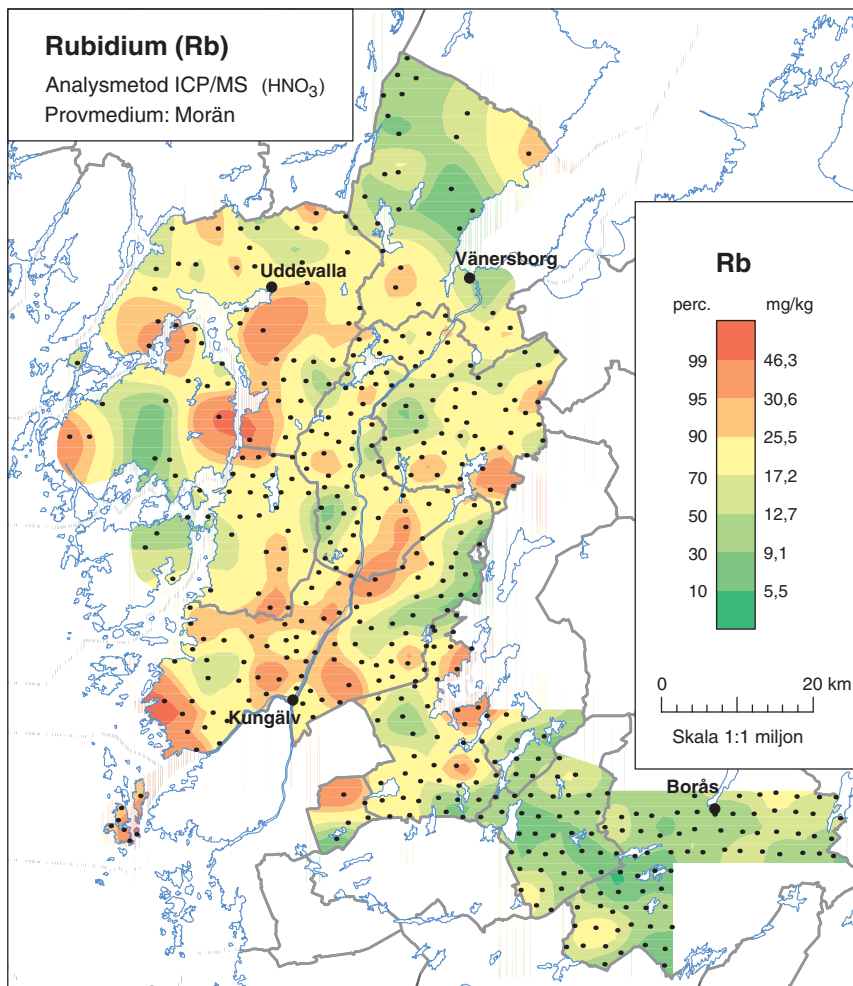




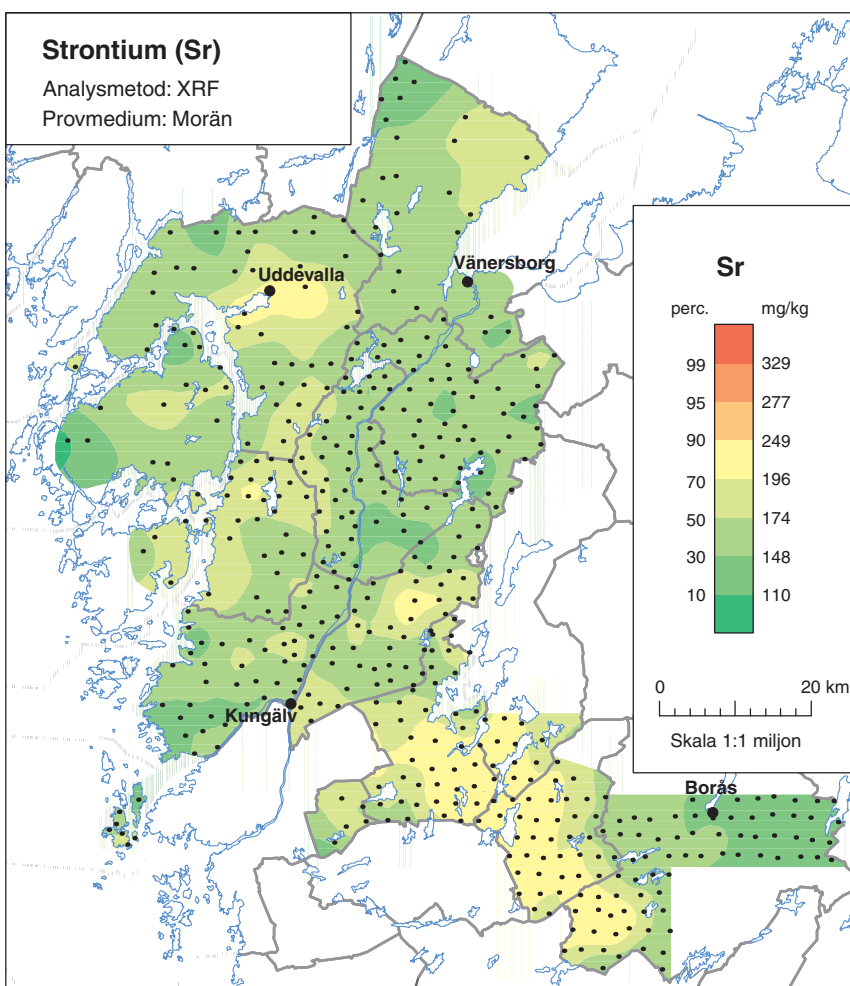
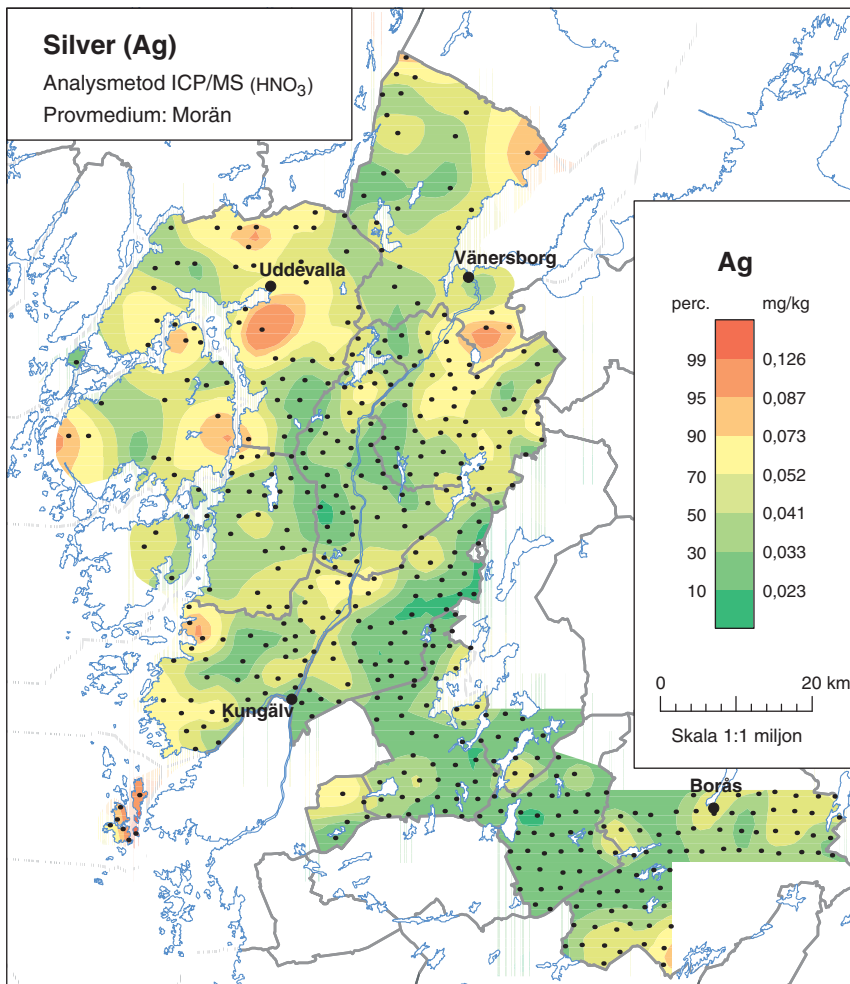


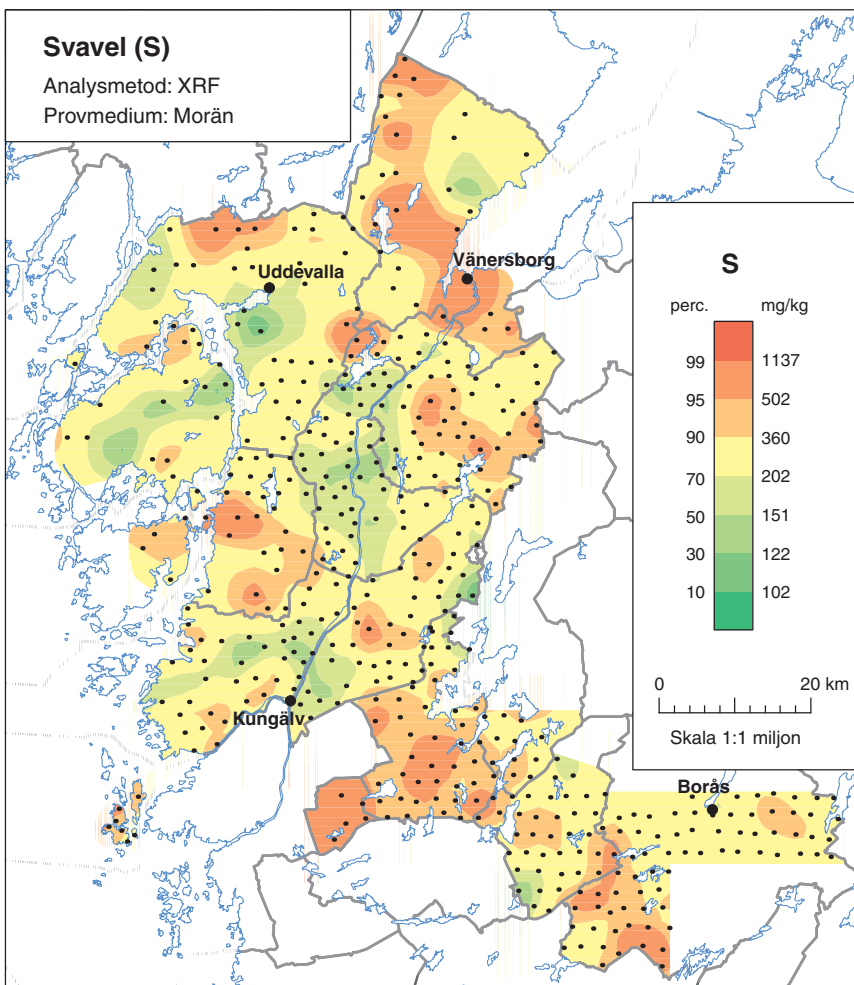
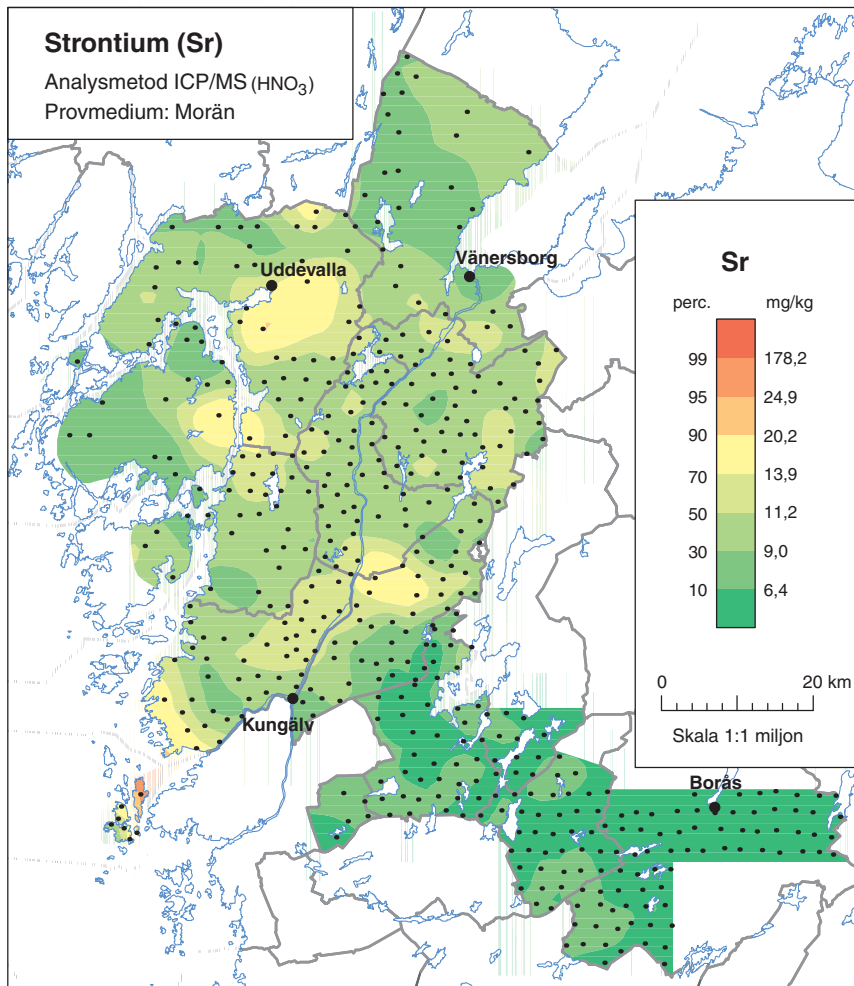


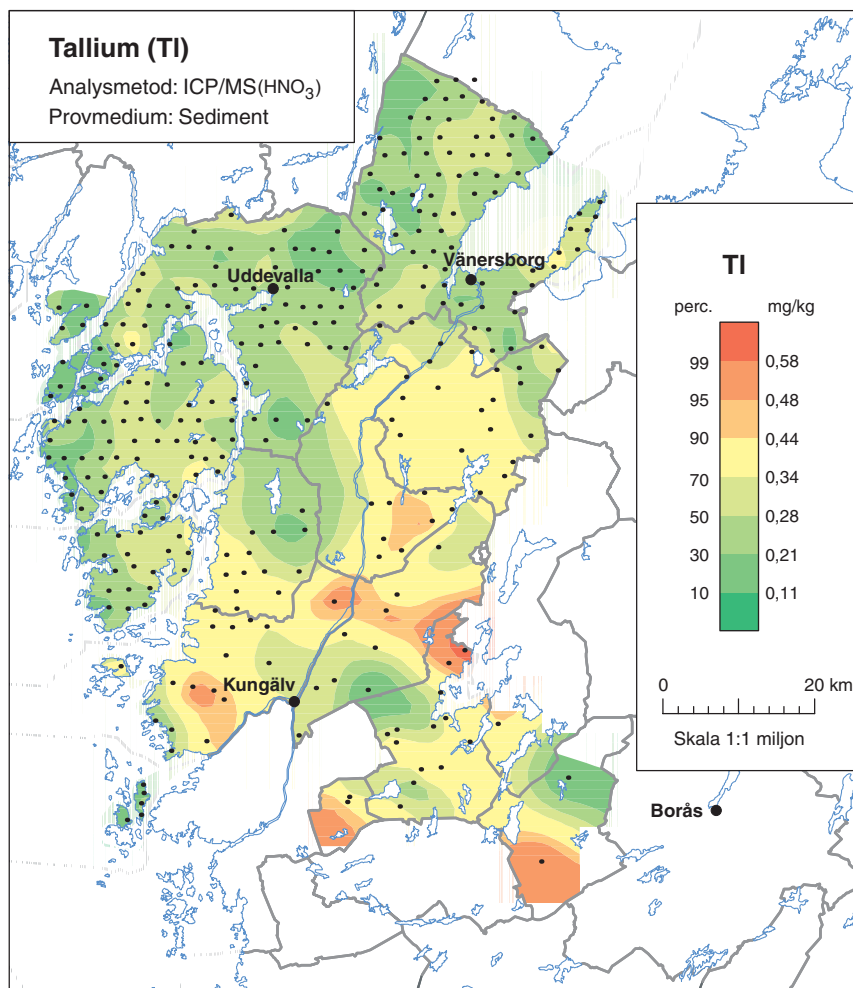
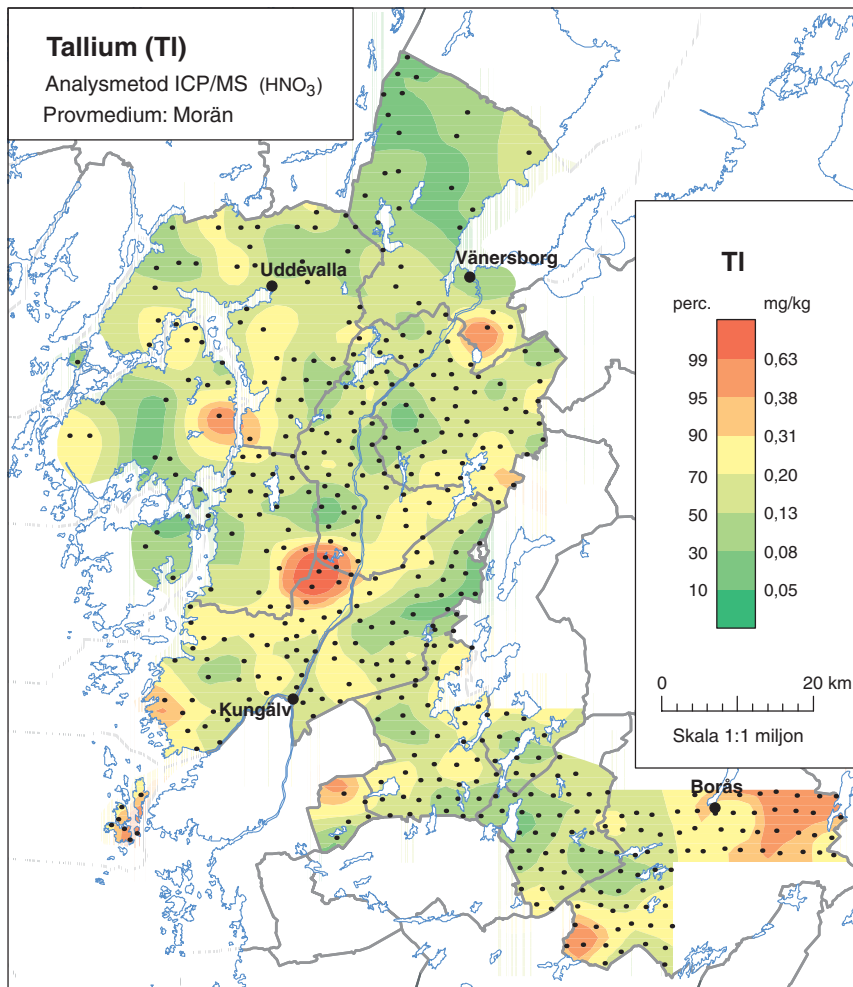


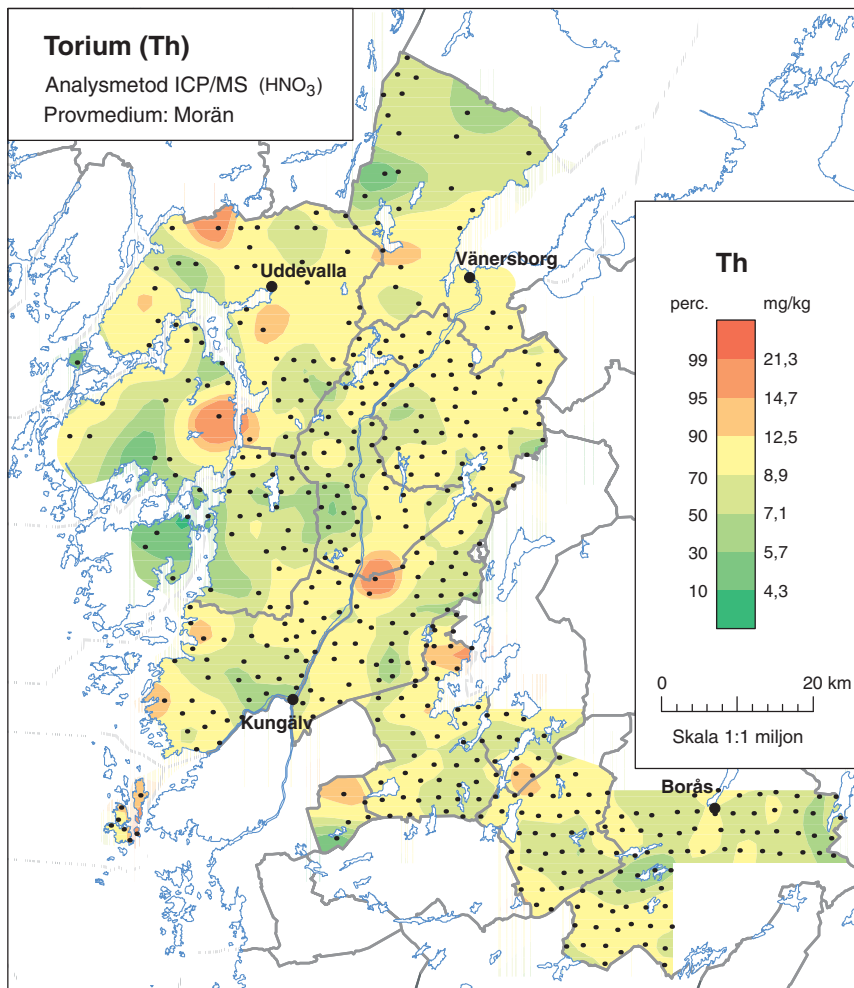
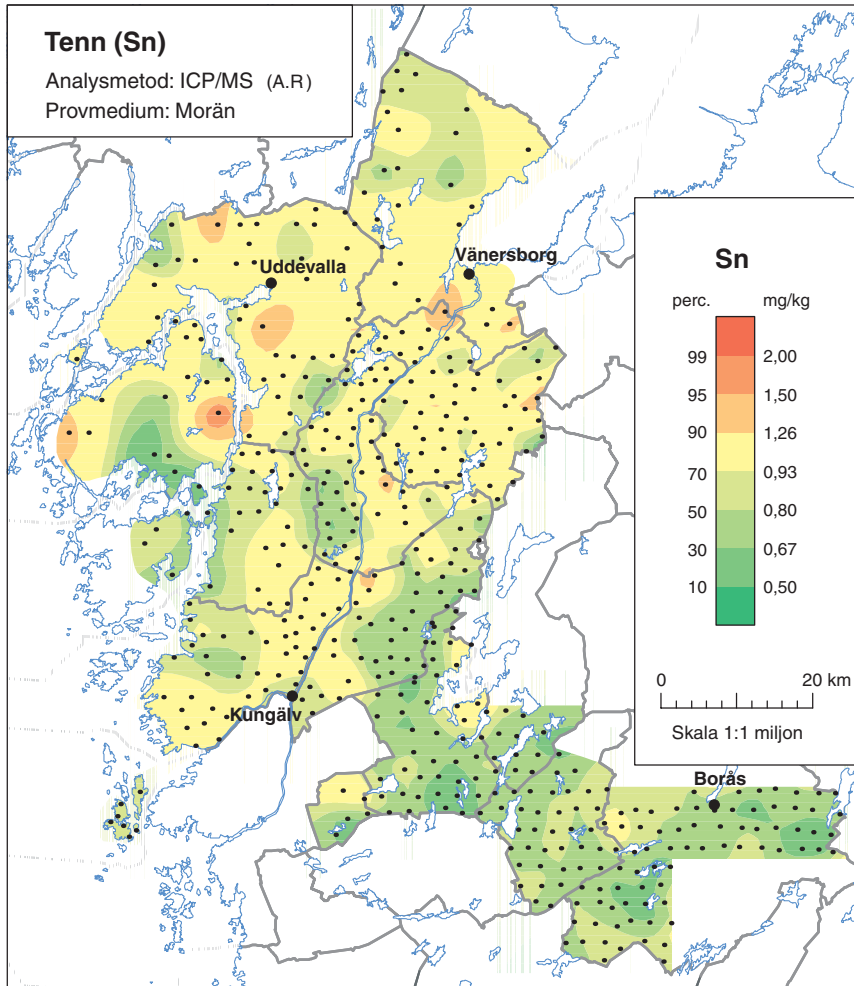


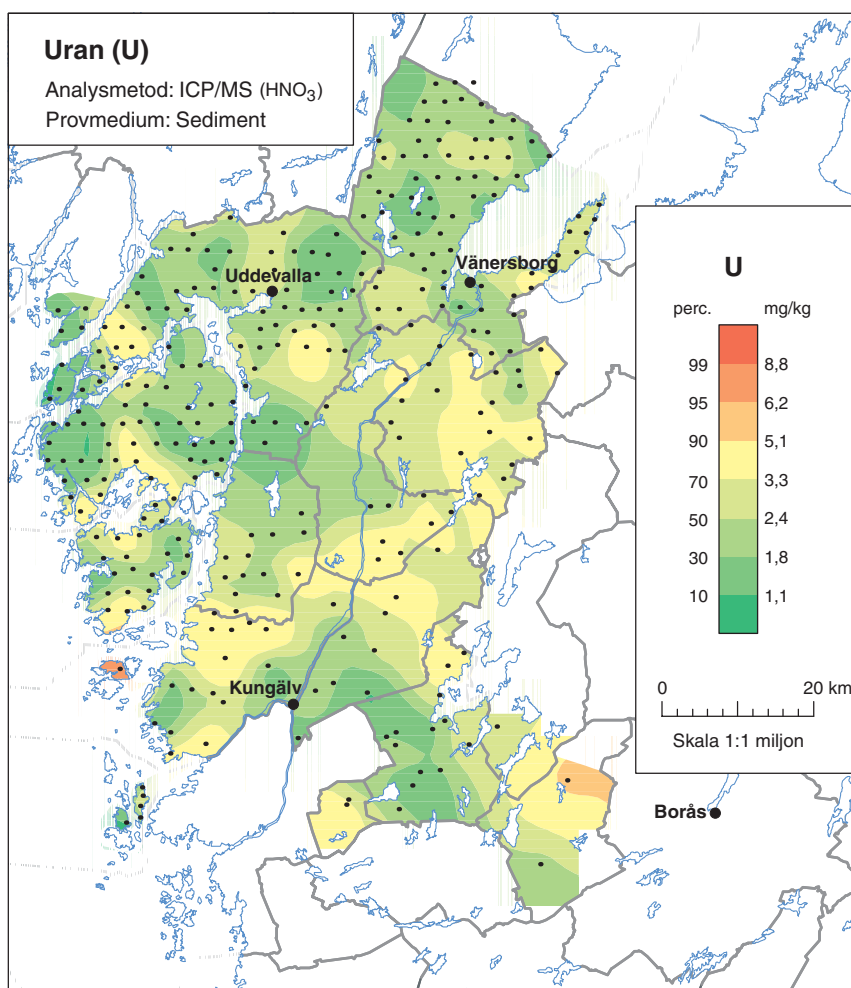
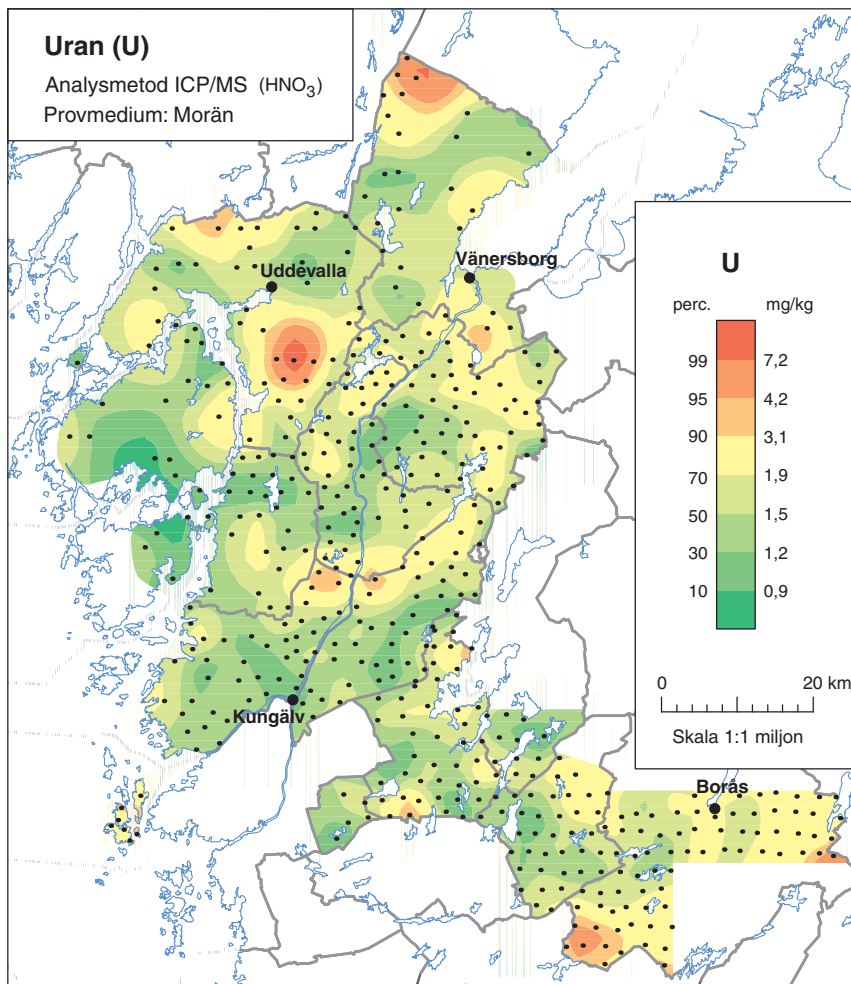


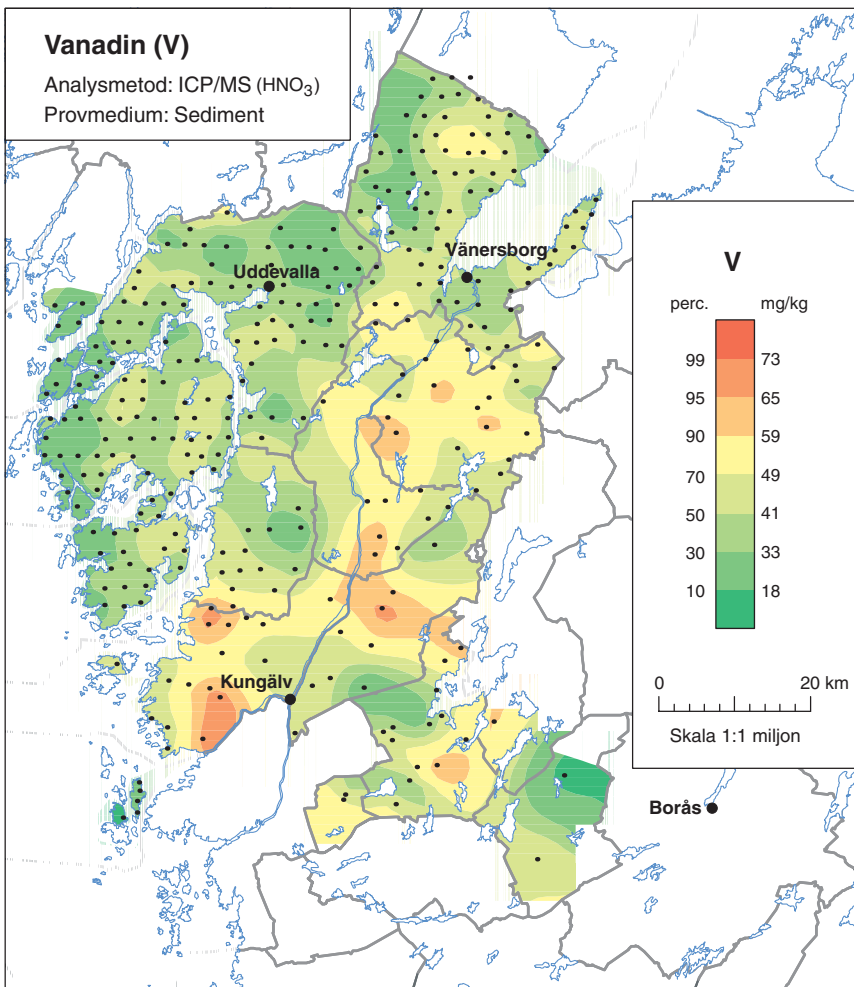
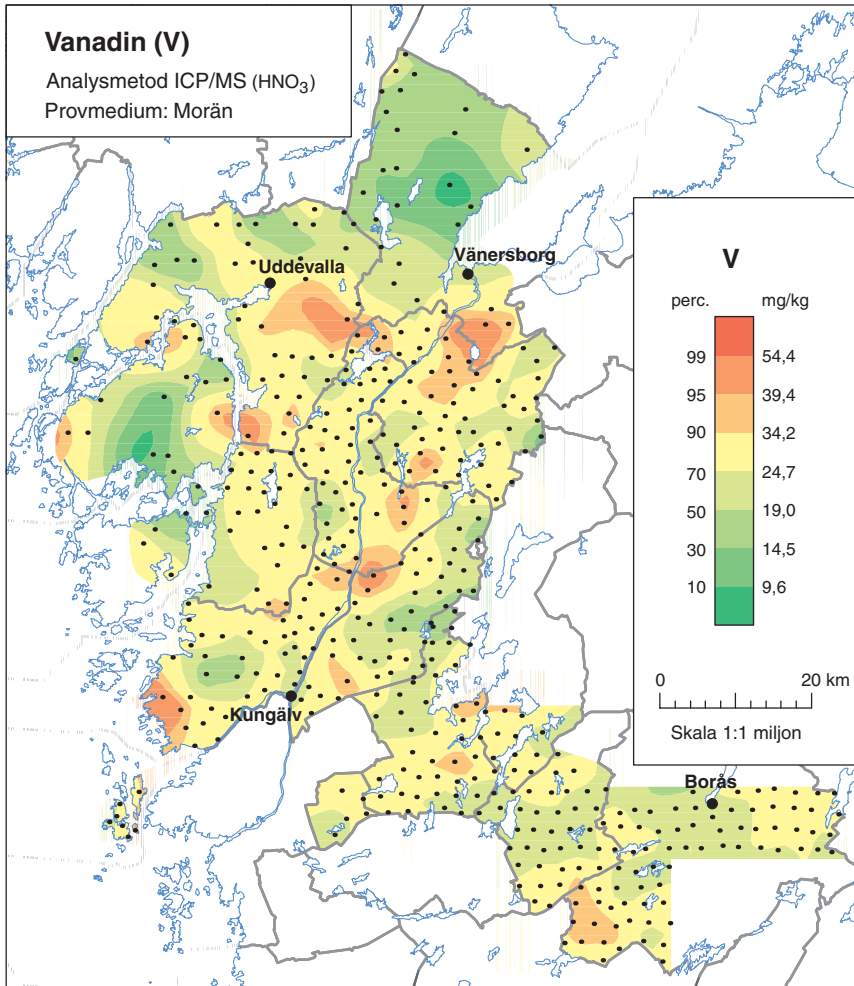


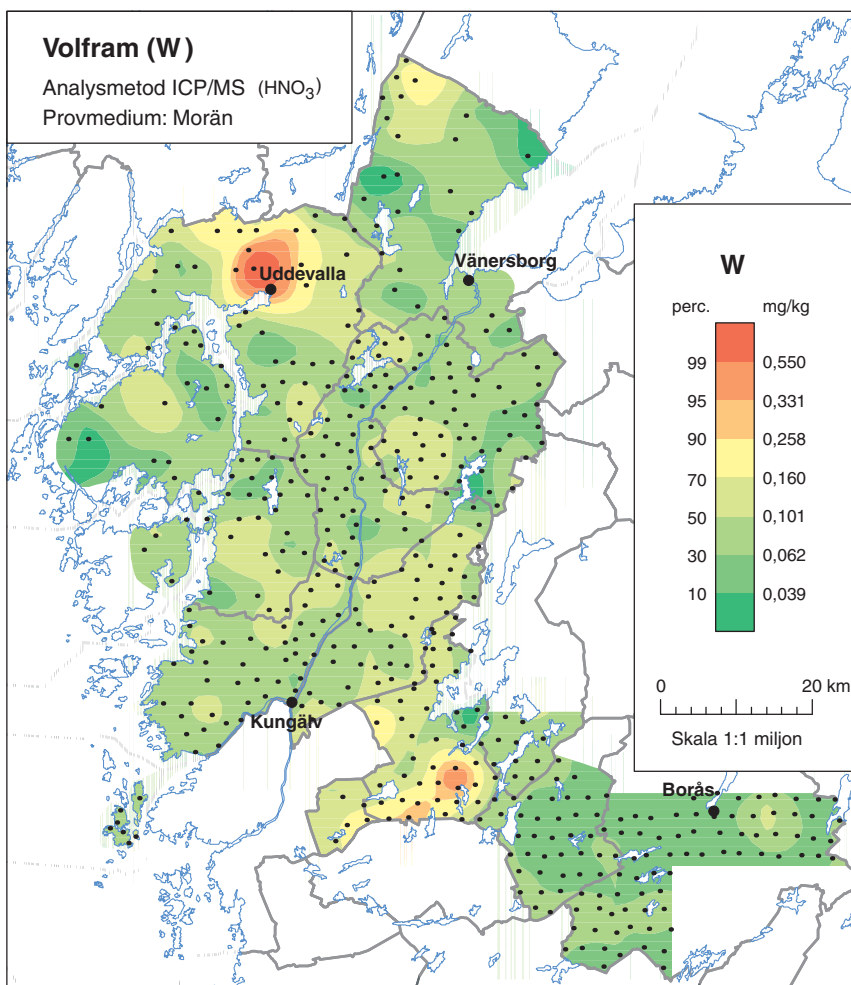
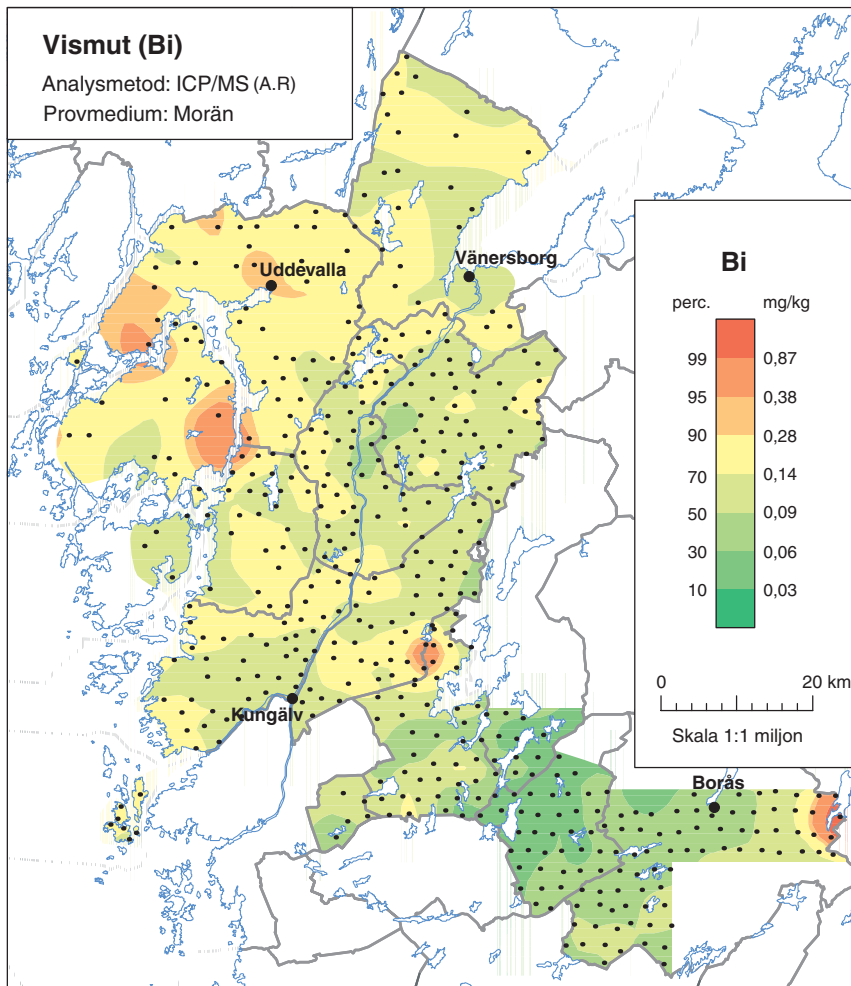


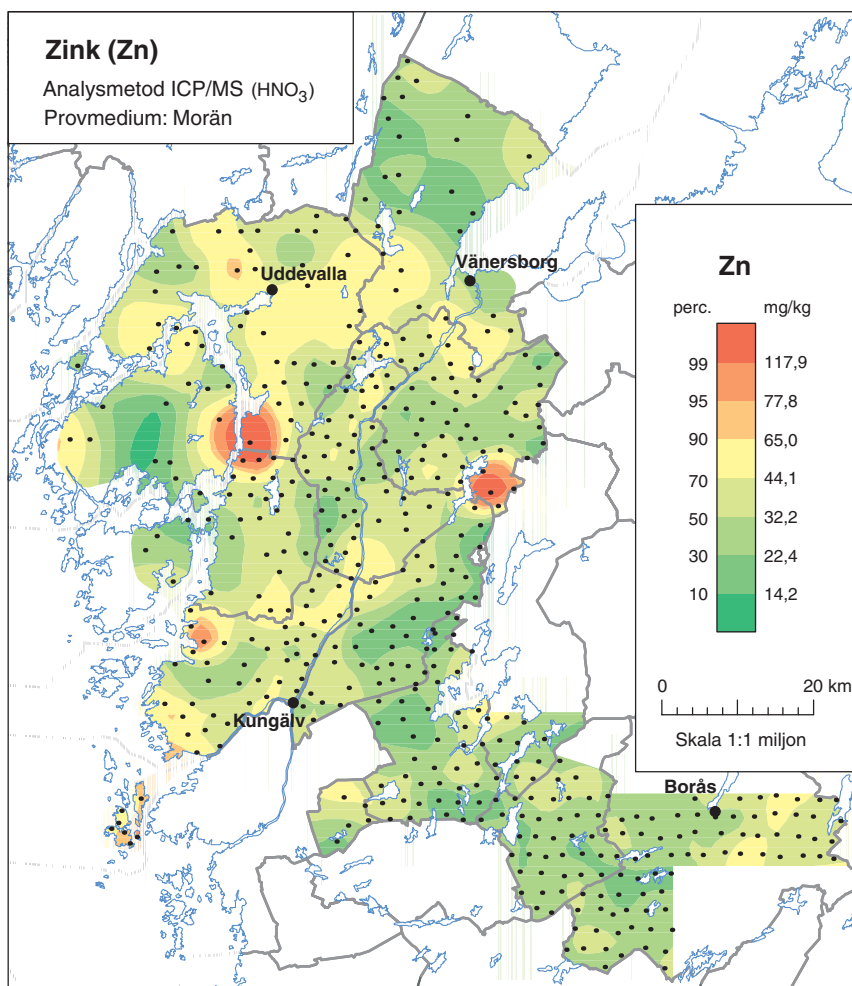
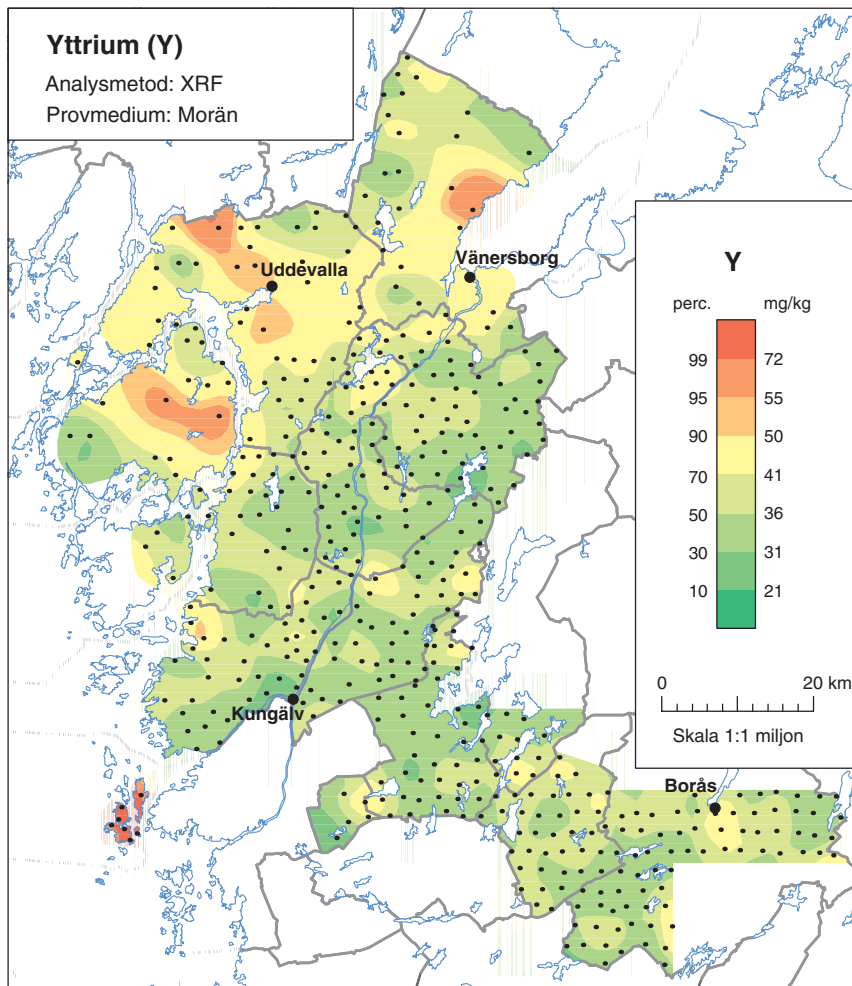




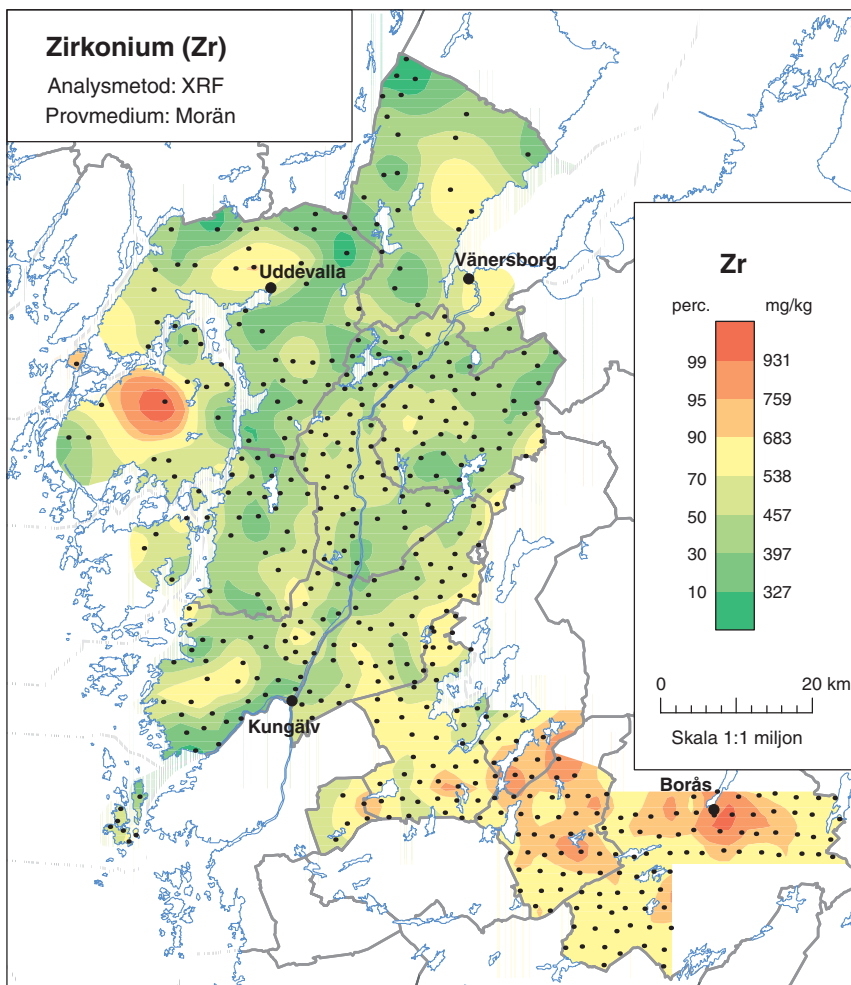
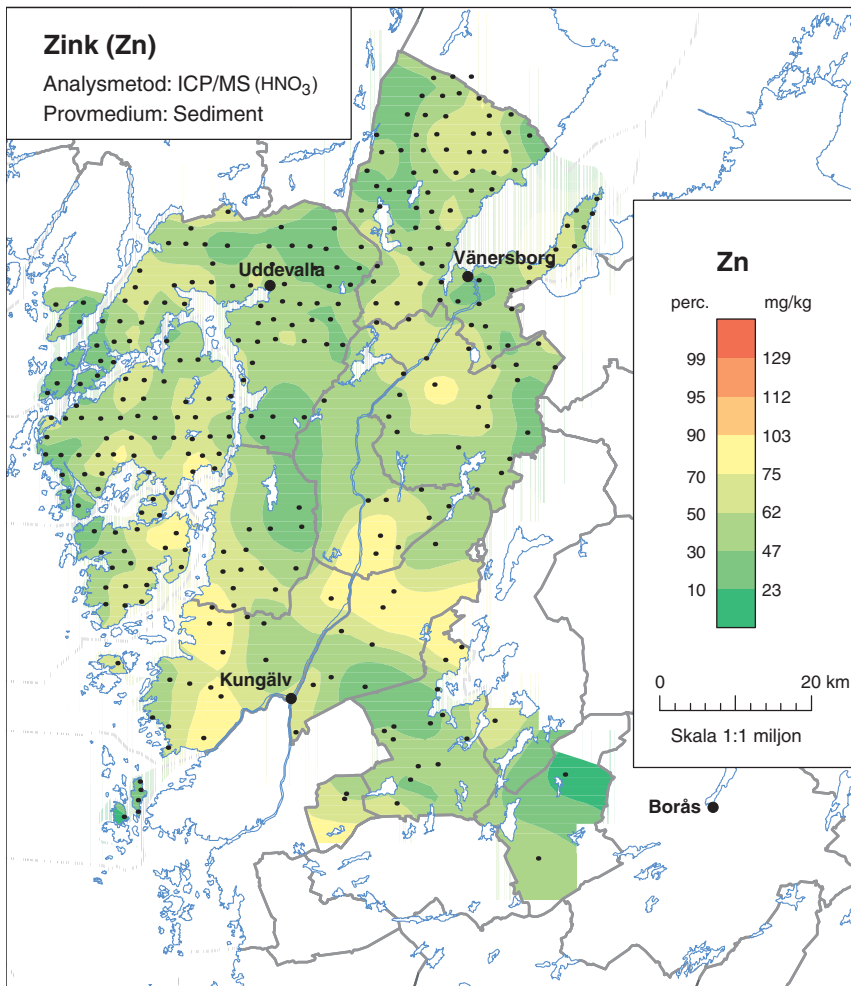


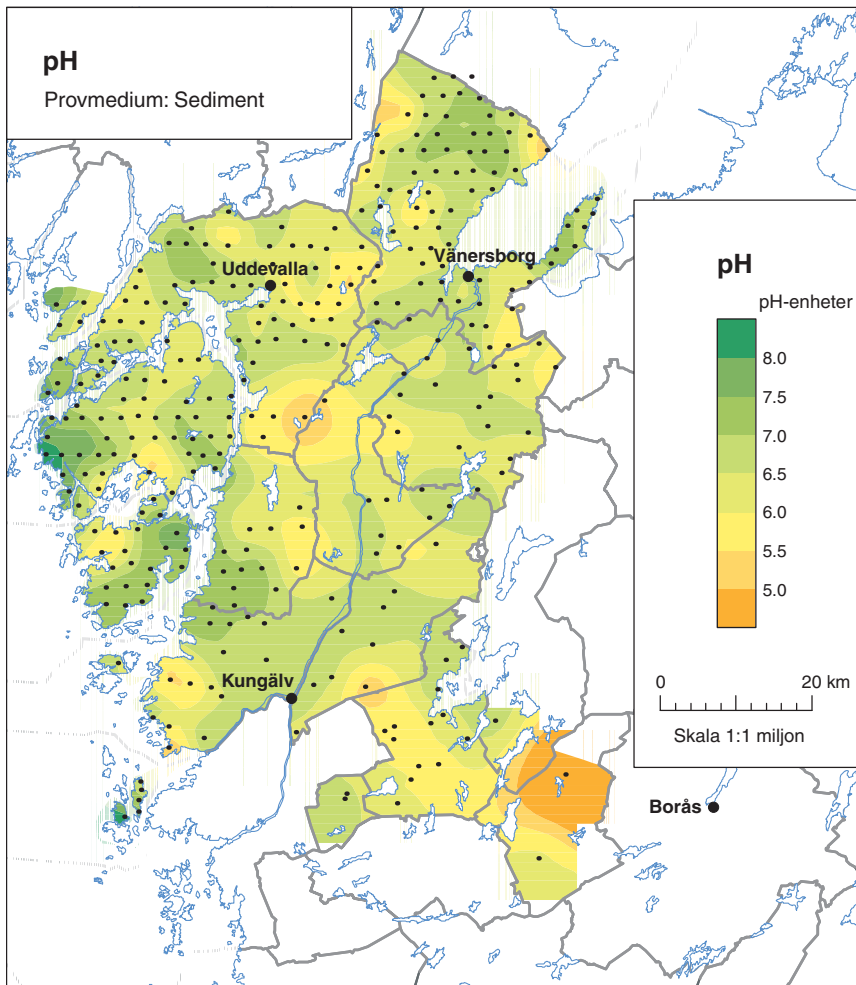
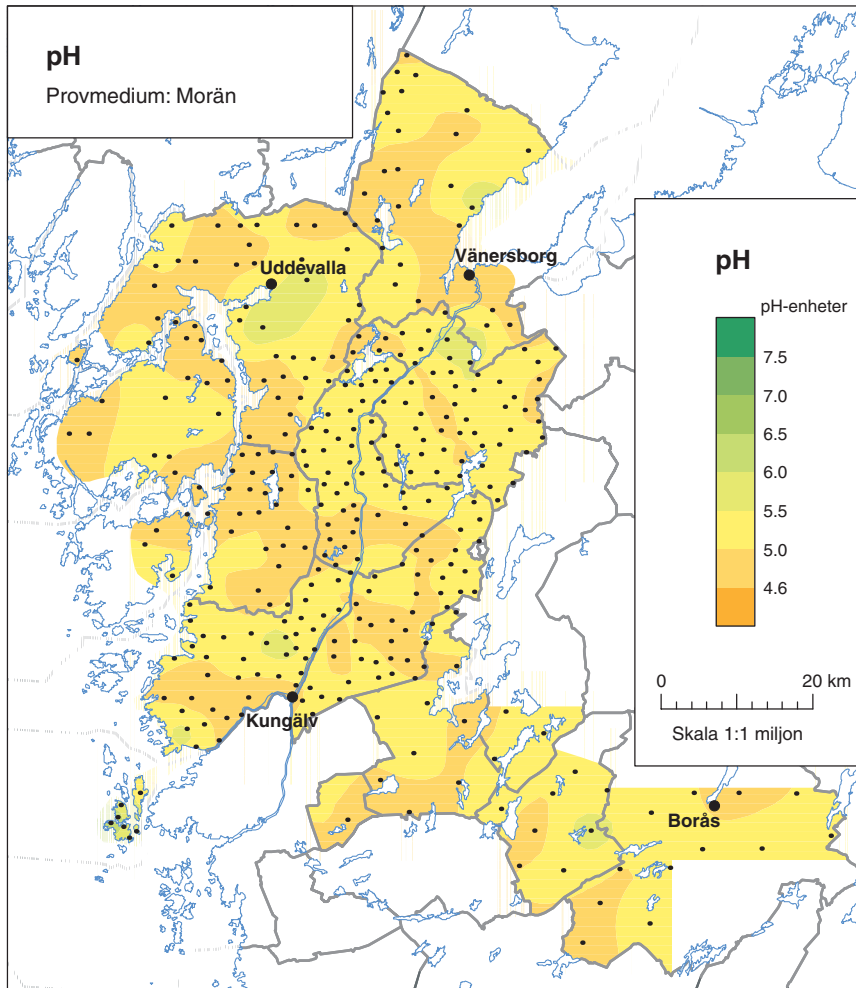


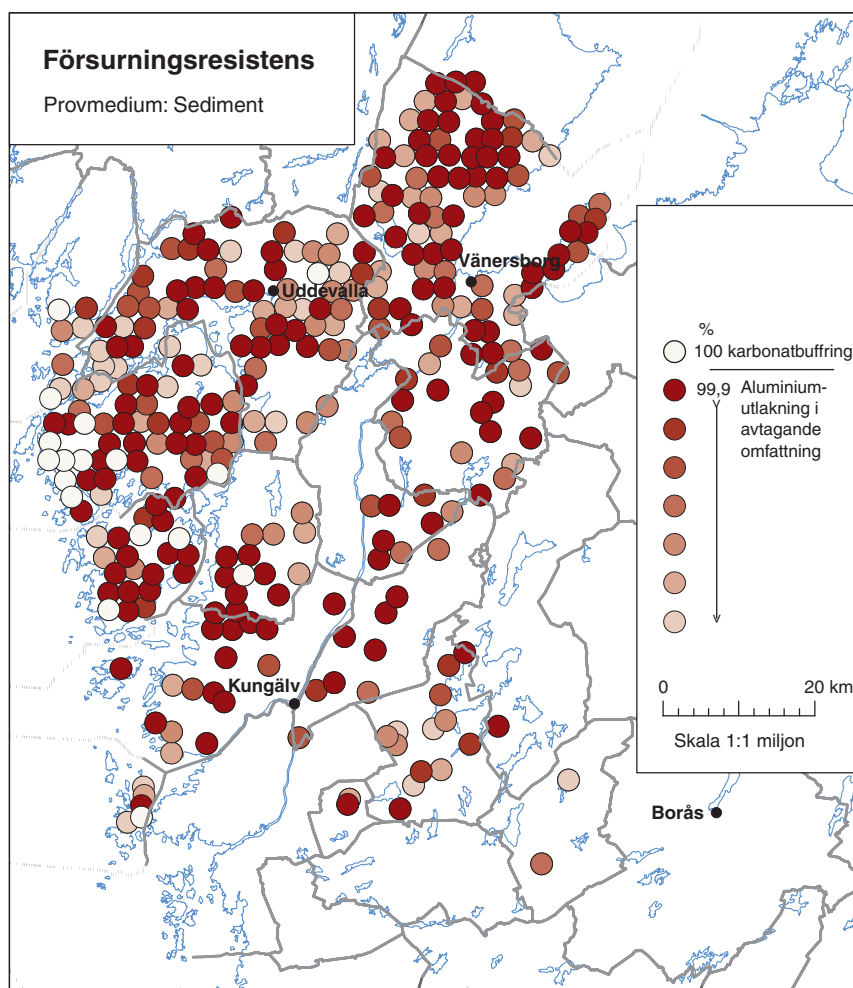
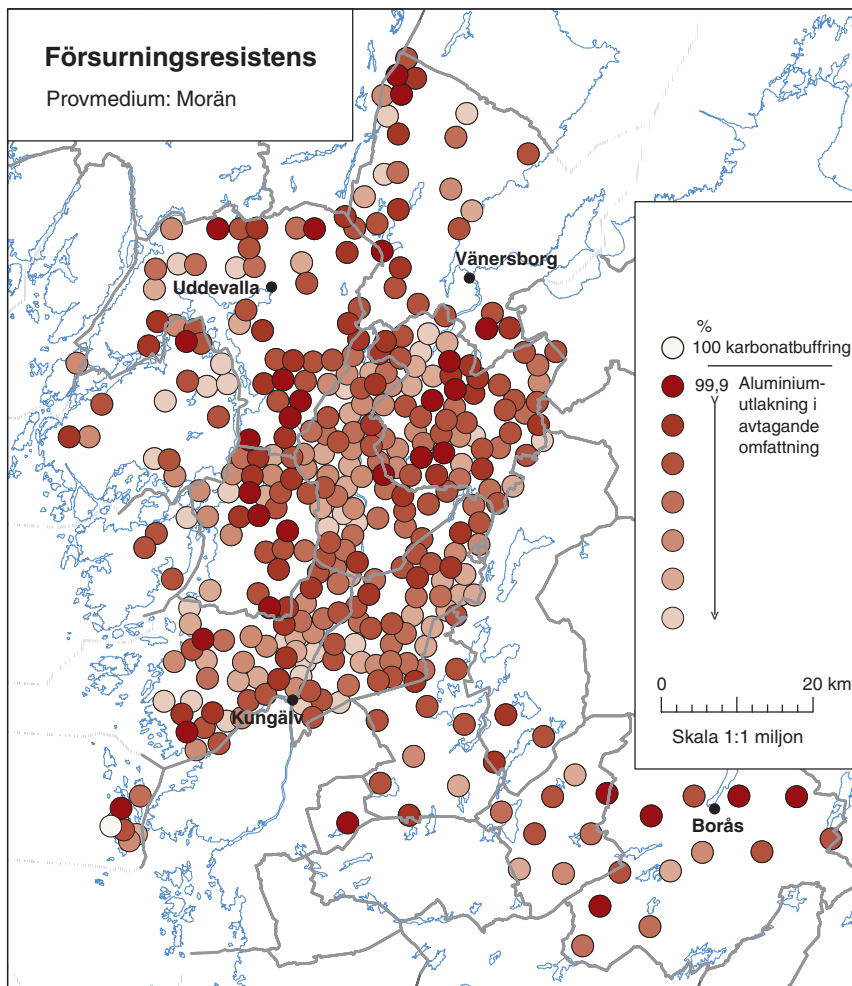


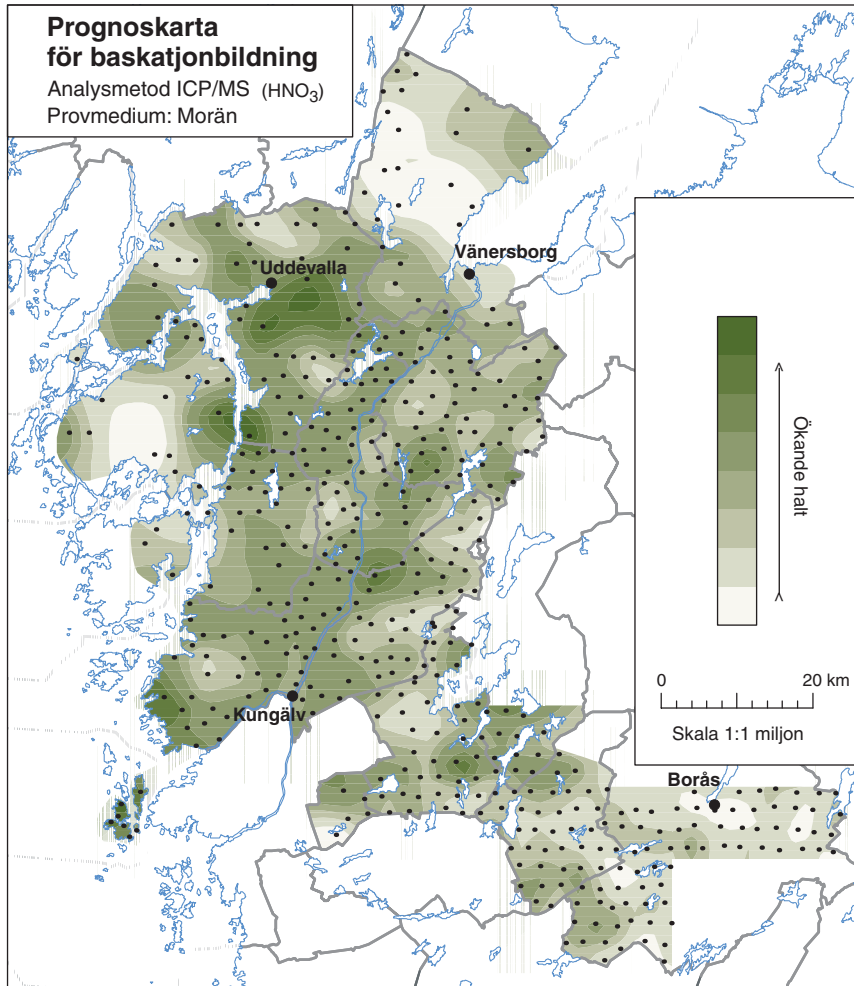












## TABELLBILAGA

Rikets percentiler, morän .....	76
Rikets percentiler, sediment .....	78
Undersökningsområde Norra Göteborg–Trestads percentiler, morän .....	79
Undersökningsområde Norra Göteborg–Trestads percentiler, sediment .....	81
Ales kommun, percentiler morän och halter i sediment .....	82
Kungälv kommun, percentiler morän och sediment .....	84
Lilla Edets kommun, percentiler morän och halter i sediment .....	86
Orusts kommun, percentiler morän och sediment .....	88
Stenungsunds kommun, percentiler morän och halter i sediment .....	90
Tjörns kommun, halter i morän och percentiler sediment .....	92
Trollhättans kommun, percentiler morän och sediment .....	94
Uddevallas kommun, percentiler morän och sediment .....	96
Vänersborgs kommun, percentiler morän och sediment .....	98
Öckerös kommun, halter i morän och sediment .....	100

**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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> g/kg	24,9	31,2	36,7	43,1	53,9	59,3	71,7	24151
K <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O g/kg	18,5	23,3	27	31,1	35,9	37,9	41,5	24151
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/kg	1,51	2,05	2,34	2,63	3,14	3,48	4,58	24151
SiO <sub>2</sub> g/kg*	670	700	717	733	757	767	792	24151
TiO <sub>2</sub> 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 SiO<sub>2</sub>-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 µg/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, 950 = medianvärde.

**FINFRAKTION (<0,063 mm), MORÄN**

Salpetersyralakning (7M HNO<sub>3</sub>) med ICP-MS

	p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99	n
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> g/kg	9	13	17	22	33	41	58	8330
K <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O g/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,3	0,4	8328
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/kg	1,2	1,7	2	2,3	2,8	3,1	4	8330
TiO <sub>2</sub> 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 HNO<sub>3</sub>) med ICP-MS

	p10	p30	p50	p70	p90	p95	p99	n
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> g/kg	14,7	28,1	37,3	43,9	52,9	56,5	66,4	544
K <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O g/kg	0,11	0,24	0,34	0,44	0,62	0,78	1,46	544
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/kg	0,7	1	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	544
TiO <sub>2</sub> 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



**Undersökningsområde Norra Göteborg–Trestad.**  
**n = 487**  
**Bakgrundshalter i moräners finfraktion (<0,06 mm)**  
 Indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde)

Totalhalter (Röntgenfluorescens, XRF) , g/kg											
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>
p10	105	0,45	14	25	21	8	0,41	16	0,9	512	4,1
p30	115	0,53	18	31	24	10	0,50	19	1,6	553	5,1
<b>p50</b>	<b>124</b>	<b>0,58</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>0,58</b>	<b>21</b>	<b>1,9</b>	<b>587</b>	<b>5,7</b>
p70	133	0,64	22	41	28	15	0,71	23	2,2	622	6,5
p90	151	0,75	25	51	33	19	1,02	27	2,7	666	7,7
p95	160	0,79	28	56	34	21	1,22	28	3,1	688	8,2
p99	177	0,89	32	75	39	26	1,59	31	3,8	711	9,5
max	194	1,49	41	85	42	37	2,66	35	5,5	729	11,6

Totalhalter (Röntgenfluorescens, XRF) , mg/kg														
	As	Cl	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Rb	S	Sr	V	Zn	Zr
p10	<10	71	7	20	7	<2	10	21	65	119	134	31	28	345
p30	<10	103	9	29	11	<2	14	23	75	178	155	47	38	424
<b>p50</b>	<b>&lt;10</b>	<b>137</b>	<b>11</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>&lt;2</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>83</b>	<b>251</b>	<b>168</b>	<b>59</b>	<b>45</b>	<b>498</b>
p70	<10	180	13	44	22	2	20	26	94	362	180	69	55	590
p90	<10	266	18	61	35	2	28	29	114	632	210	91	74	738
p95	<10	323	22	70	43	3	34	30	126	802	228	102	91	826
p99	12	513	33	93	60	6	48	33	145	1320	260	138	122	1064
max	14	1300	77	205	115	16	115	50	193	1973	324	188	456	1321

Salpetersylakning med ICP-MS, g/kg										
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
p10	12	0,021	1,7	11	0,6	2,7	0,15	0,10	0,7	1,0
p30	17	0,033	2,6	16	1,1	4,0	0,22	0,13	1,4	1,3
<b>p50</b>	<b>21</b>	<b>0,044</b>	<b>3,3</b>	<b>20</b>	<b>1,5</b>	<b>5,4</b>	<b>0,30</b>	<b>0,15</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>
p70	27	0,060	3,8	24	2,2	7,0	0,40	0,18	2,1	1,8
p90	37	0,091	4,8	30	3,0	9,2	0,63	0,24	2,5	2,3
p95	43	0,114	5,2	36	3,6	11,4	0,85	0,28	2,8	2,5
p99	57	0,148	6,2	45	5,7	14,8	1,35	0,34	3,5	3,0
max	77	0,162	11,4	56	8,9	18,5	2,44	0,38	4,7	4,1

**Undersökningsområde Norra Göteborg–Trestad.**  
**n = 487 (pH: n = 347)**  
**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i morän**  
 Indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde)

*KM-värde i fraktion <2 mm*

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
10	0,021	0,7	0,24	0,04	2,9	5,8	6,4	14,0	4,2	0,16	4,5	4,1	6,7
30	0,028	1,1	0,34	0,05	4,3	8,2	10,5	17,3	6,4	0,29	7,2	5,3	10,4
<b>50</b>	<b>0,034</b>	<b>1,5</b>	<b>0,42</b>	<b>0,06</b>	<b>5,7</b>	<b>11,0</b>	<b>14,2</b>	<b>19,9</b>	<b>9,0</b>	<b>0,43</b>	<b>9,2</b>	<b>6,2</b>	<b>15,4</b>
70	0,043	2,4	0,54	0,08	7,4	14,2	19,9	23,9	12,8	0,62	11,6	7,5	22,2
90	0,063	5,2	0,75	0,11	10,4	21,5	32,7	32,3	19,5	1,17	17,5	10,3	34,6
95	0,081	6,7	0,90	0,14	13,0	25,3	38,9	46,0	23,1	1,64	21,5	11,5	46,3
99	0,147	9,9	1,19	0,20	19,4	42,0	51,6	74,7	41,1	3,76	29,8	16,5	63,4
max	0,248	17,1	2,61	0,32	62,6	77,9	87,8	181,5	82,7	9,91	81,3	25,9	98,4

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
10	0,20	5,3	5,7	0,06	0,9	14,6	0,034	7,2	16,0
30	0,29	6,7	7,0	0,11	1,2	20,2	0,053	9,2	23,6
<b>50</b>	<b>0,37</b>	<b>8,5</b>	<b>8,6</b>	<b>0,15</b>	<b>1,5</b>	<b>24,9</b>	<b>0,074</b>	<b>10,6</b>	<b>29,9</b>
70	0,49	10,3	10,0	0,21	2,0	31,4	0,100	12,4	39,5
90	0,70	12,7	13,5	0,35	2,9	40,6	0,158	16,6	56,6
95	0,88	14,5	15,6	0,44	3,8	44,3	0,197	22,2	67,5
99	1,33	21,9	21,5	0,66	5,9	57,3	0,367	38,3	97,0
max	2,61	30,9	30,2	2,55	19,6	68,7	1,387	93,4	386,0

Kungsvattenlakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
10	0,2	0,06	0,03	0,59	4,8
30	0,4	0,08	0,05	0,71	4,9
<b>50</b>	<b>0,5</b>	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>	<b>0,83</b>	<b>5,0</b>
70	0,7	0,14	0,09	0,99	5,2
90	1,1	0,20	0,16	1,27	5,5
95	1,7	0,27	0,23	1,41	5,8
99	6,0	0,50	0,36	1,70	6,5
max	41,3	3,04	0,77	1,93	7,8

**Undersökningsområde Norra Göteborg-Trestad**  
**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment (<2 mm)**

**n=314**

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	0,05	1,2	0,43	0,09	0,03	4,6	10,7	6,9	19,6	8,2	0,15	7,2	5,8
30	0,07	2,2	0,72	0,13	0,04	7,3	16,9	11,1	34,7	13,9	0,23	11,6	8,7
<b>50</b>	<b>0,09</b>	<b>3,5</b>	<b>0,89</b>	<b>0,17</b>	<b>0,06</b>	<b>9,9</b>	<b>20,8</b>	<b>13,9</b>	<b>44,4</b>	<b>17,8</b>	<b>0,31</b>	<b>15,3</b>	<b>10,8</b>
70	0,11	4,9	1,04	0,19	0,07	11,8	25,4	16,4	52,5	20,6	0,52	18,4	12,6
90	0,13	7,5	1,34	0,26	0,11	15,0	32,6	20,1	61,6	25,8	1,24	24,1	16,1
95	0,15	9,1	1,61	0,28	0,14	16,2	37,3	22,8	66,9	28,0	1,97	26,3	17,5
99	0,19	10,9	1,89	0,44	0,37	19,3	50,8	32,3	77,8	38,3	6,21	33,8	25,0
max	0,20	23	2,27	0,46	1,07	20,4	56,6	36,6	108,1	47,3	22,54	36,8	27,9

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	ph
<i>KM-värde</i>								120			350	
10	19,8	0,16	0,10	11,9	6,1	0,15	1,10	21,9	0,021	10,3	28,6	5,36
30	37,5	0,23	0,17	20,5	9,2	0,24	1,65	34,2	0,028	18,6	46,9	6,23
<b>50</b>	<b>49,5</b>	<b>0,27</b>	<b>0,22</b>	<b>27,4</b>	<b>11,2</b>	<b>0,29</b>	<b>2,09</b>	<b>40,8</b>	<b>0,032</b>	<b>23,4</b>	<b>59,8</b>	<b>6,74</b>
70	58,0	0,33	0,28	32,7	12,9	0,33	2,51	48,1	0,037	27,7	69,3	7,04
90	68,1	0,49	0,33	40,5	15,1	0,41	4,30	58,0	0,045	34,0	80,6	7,53
95	72,1	0,68	0,36	47,0	16,6	0,45	5,32	62,9	0,049	35,9	85,9	7,86
99	78,5	1,91	0,39	483,2	20,0	0,58	7,92	71,8	0,064	42,2	104,0	8,29
max	90,5	2,61	0,43	772,4	21,2	0,66	8,88	73,6	0,093	54,7	110,2	8,41

**Ales kommun**

**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)**

**n=44**

indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde

KM-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
p10	0,017	0,7	0,24	0,03	2,4	4,0	5,8	13,4	3,3	0,13	3,0	3,4	5,5
p30	0,022	0,8	0,35	0,04	3,5	6,3	8,4	17,6	4,6	0,24	4,4	4,6	8,7
<b>p50</b>	<b>0,026</b>	<b>1,1</b>	<b>0,42</b>	<b>0,05</b>	<b>5,2</b>	<b>9,8</b>	<b>11,1</b>	<b>19,4</b>	<b>9,1</b>	<b>0,31</b>	<b>6,8</b>	<b>5,4</b>	<b>16,0</b>
p70	0,034	1,3	0,54	0,05	6,6	13,7	15,6	21,2	14,0	0,47	8,9	6,6	24,3
p90	0,055	2,2	0,71	0,08	8,4	20,6	22,2	25,9	19,7	0,69	13,4	8,1	35,2
p95	0,061	2,5	0,77	0,08	9,9	22,9	32,8	30,5	21,6	1,14	14,5	8,5	50,8
p99	0,080	3,7	1,13	0,09	15,5	31,0	51,6	70,2	38,3	1,94	20,6	11,1	56,9
max	0,080	3,7	1,33	0,09	19,4	34,8	63,3	85,6	39,9	2,35	23,5	11,4	59,1

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
p10	0,21	6,1	5,8	0,05	0,9	10,4	0,033	7,3	10,9
p30	0,29	7,1	6,9	0,08	1,0	15,7	0,082	8,6	15,8
<b>p50</b>	<b>0,34</b>	<b>9,0</b>	<b>8,0</b>	<b>0,12</b>	<b>1,3</b>	<b>23,0</b>	<b>0,102</b>	<b>9,4</b>	<b>25,3</b>
p70	0,41	10,6	9,8	0,18	1,6	30,2	0,121	10,4	36,1
p90	0,53	13,7	12,5	0,29	2,0	37,0	0,165	12,0	44,8
p95	0,57	15,7	13,8	0,34	2,8	40,7	0,198	13,9	47,0
p99	0,59	24,1	23,4	0,39	4,8	52,3	0,207	37,4	58,0
max	0,60	27,4	30,2	0,42	5,9	56,6	0,209	39,2	62,8

Kungsvattenlakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,1	0,07	0,03	0,53	4,8
p30	0,3	0,10	0,04	0,64	4,8
<b>p50</b>	<b>0,5</b>	<b>0,13</b>	<b>0,04</b>	<b>0,76</b>	<b>5,0</b>
p70	0,6	0,15	0,06	0,93	5,1
p90	0,8	0,18	0,07	1,22	5,4
p95	0,9	0,24	0,07	1,43	5,5
p99	1,0	0,26	0,11	1,57	5,8
max	1,0	0,27	0,13	1,66	6,0

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

n=9

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	0,014	0,9	0,25	0,06	0,03	2,2	7	3	11	5,2	0,19	3,2	2,3
	0,066	2,2	0,97	0,12	0,04	8,8	18	8	31	18,2	0,25	10,0	10,5
	0,080	3,9	1,04	0,17	0,06	10,0	26	13	44	19,1	0,31	18,7	12,6
	0,088	5,1	1,14	0,19	0,06	10,4	27	14	45	19,8	0,36	19,9	13,0
	0,092	5,7	1,19	0,19	0,06	11,8	28	16	47	19,8	0,37	19,9	13,0
	0,094	5,8	1,29	0,19	0,06	12,1	28	16	51	23,5	0,39	19,9	13,2
	0,102	6,6	1,41	0,21	0,06	12,7	30	17	52	24,1	0,43	20,9	13,8
	0,109	7,2	1,60	0,23	0,08	19,0	32	17	53	27,1	1,11	21,6	14,2
max	0,125	10,0	1,89	0,23	0,08	20,4	36	19	53	31,4	1,20	22,7	14,7

Salpetersyralakning med ICP-MS													
	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH	
KM-värde								120			350		
min	7	0,11	0,15	5	4	0,05	0,7	18	0,024	6	13		4,8
	23	0,17	0,16	17	8	0,27	1,6	38	0,025	16	57		6,0
	49	0,23	0,16	24	12	0,31	1,8	46	0,026	23	58		6,4
	50	0,26	0,17	24	12	0,32	2,0	46	0,026	24	60		6,4
	50	0,31	0,19	27	12	0,33	2,2	48	0,030	26	64		6,6
	52	0,37	0,20	28	12	0,34	2,6	48	0,031	27	66		6,7
	57	0,42	0,22	28	14	0,35	2,7	58	0,035	28	70		6,8
	58	0,48	0,26	30	15	0,37	3,3	61	0,054	28	79		6,8
max	90	0,49	0,32	32	16	0,58	4,4	72	0,067	29	91		6,9

**Kungälv kommun**  
**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)**

**n=44**

indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde

*KM-värde i fraktion <2 mm*

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
p10	0,02	0,8	0,30	0,05	4,1	6,6	5,2	14,6	4,8	0,15	5,0	4,3	10,5
p30	0,03	1,0	0,46	0,06	5,3	11,7	7,8	17,9	8,7	0,22	7,7	5,8	16,6
<b>p50</b>	<b>0,04</b>	<b>1,5</b>	<b>0,50</b>	<b>0,07</b>	<b>5,9</b>	<b>13,7</b>	<b>11,2</b>	<b>19,8</b>	<b>12,4</b>	<b>0,30</b>	<b>9,9</b>	<b>6,9</b>	<b>23,5</b>
p70	0,05	2,0	0,61	0,09	7,7	16,7	16,5	23,0	14,9	0,45	11,5	8,2	28,9
p90	0,07	3,8	0,79	0,11	13,7	23,3	25,4	34,6	22,4	0,85	17,3	11,2	49,4
p95	0,08	5,0	0,89	0,14	14,5	27,1	32,3	49,7	30,2	1,32	20,9	11,8	51,4
p99	0,13	7,8	1,91	0,18	42,7	46,6	43,0	74,4	67,0	2,70	52,0	14,9	63,4
max	0,16	8,4	2,61	0,20	62,6	49,1	46,4	86,5	82,7	3,68	71,2	17,1	71,6

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
p10	0,16	8,2	6,0	0,08	0,9	16,1	0,04	7,6	18,4
p30	0,23	10,3	7,3	0,13	1,2	22,6	0,06	8,9	27,3
<b>p50</b>	<b>0,32</b>	<b>11,2</b>	<b>8,5</b>	<b>0,17</b>	<b>1,3</b>	<b>27,6</b>	<b>0,08</b>	<b>10,3</b>	<b>36,6</b>
p70	0,51	11,9	9,1	0,25	1,5	32,1	0,10	11,6	44,7
p90	0,76	15,2	12,1	0,42	2,1	41,9	0,16	19,1	62,2
p95	0,92	17,9	15,0	0,51	3,3	47,1	0,17	22,0	79,0
p99	1,17	20,4	21,8	1,69	4,9	57,5	0,22	51,0	160,0
max	1,31	21,2	26,3	2,55	5,4	58,2	0,23	65,1	205,8

Kungsvattenlakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,2	0,08	0,04	0,71	4,8
p30	0,2	0,11	0,05	0,88	4,9
<b>p50</b>	<b>0,4</b>	<b>0,13</b>	<b>0,06</b>	<b>0,94</b>	<b>5,0</b>
p70	0,6	0,15	0,08	1,08	5,2
p90	0,8	0,19	0,12	1,26	5,7
p95	0,9	0,22	0,17	1,37	6,2
p99	1,0	0,29	0,44	1,51	6,6
max	1,1	0,34	0,55	1,54	6,7

**Kungälv kommun**

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

**n=17**

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
p10	0,081	3,7	0,89	0,16	0,05	7,5	25	8	27	18,4	0,14	14,0	11,4
p30	0,091	5,4	0,97	0,18	0,05	9,9	31	14	38	22,9	0,39	18,5	12,6
<b>p50</b>	<b>0,108</b>	<b>6,5</b>	<b>1,29</b>	<b>0,20</b>	<b>0,08</b>	<b>13,1</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>43</b>	<b>25,1</b>	<b>0,59</b>	<b>22,2</b>	<b>14,0</b>
p70	0,117	9,0	1,65	0,27	0,11	14,3	40	23	48	27,7	0,82	23,9	18,5
p90	0,166	9,6	1,75	0,45	0,25	17,3	54	30	59	38,3	2,46	32,1	24,5
p95	0,172	9,6	1,90	0,45	0,32	18,4	55	33	60	44,1	3,68	35,3	26,1
p99	0,177	9,7	2,04	0,46	0,42	19,9	56	34	63	46,6	5,96	36,3	27,5
max	0,178	9,7	2,08	0,46	0,44	20,3	57	34	64	47,3	6,53	36,6	27,9

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	35	0,15	0,08	19	10	0,27	1,1	39	0,016	11	47	5,2
p30	38	0,22	0,10	26	11	0,32	2,0	50	0,026	21	58	6,5
<b>p50</b>	<b>54</b>	<b>0,28</b>	<b>0,17</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>0,37</b>	<b>4,1</b>	<b>52</b>	<b>0,030</b>	<b>23</b>	<b>72</b>	<b>6,8</b>
p70	71	0,38	0,20	34	15	0,44	4,9	62	0,033	26	85	7,1
p90	77	0,96	0,26	41	20	0,52	6,1	71	0,041	33	95	7,3
p95	78	1,41	0,32	48	20	0,57	7,1	73	0,046	35	105	7,4
p99	78	1,75	0,41	49	21	0,58	8,5	73	0,054	36	106	7,6
max	78	1,83	0,43	49	21	0,59	8,9	74	0,056	36	106	7,6

**Lilla Edets kommun**  
**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)**

**n=49**

indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde

*KM-värde i fraktion <2 mm*

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
p10	0,021	0,6	0,28	0,04	3,5	6,9	6,4	15,7	4,8	0,16	5,9	4,0	6,9
p30	0,030	0,8	0,38	0,05	4,7	10,2	8,3	17,3	8,3	0,25	7,6	5,4	12,9
<b>p50</b>	<b>0,034</b>	<b>1,4</b>	<b>0,48</b>	<b>0,06</b>	<b>6,5</b>	<b>12,6</b>	<b>11,3</b>	<b>20,1</b>	<b>11,9</b>	<b>0,36</b>	<b>10,3</b>	<b>6,4</b>	<b>18,5</b>
p70	0,039	1,8	0,59	0,08	7,3	14,3	16,2	22,9	14,6	0,51	11,6	7,1	23,8
p90	0,057	3,2	0,82	0,09	10,1	19,5	31,7	31,4	20,7	0,82	14,5	10,2	38,0
p95	0,065	3,4	0,96	0,13	10,4	22,5	40,0	34,6	23,5	1,71	18,0	10,9	43,4
p99	0,085	5,0	1,13	0,23	11,0	24,5	52,8	53,5	48,3	3,00	22,3	11,9	52,2
max	0,096	6,1	1,27	0,30	11,5	24,7	54,4	64,3	50,7	3,07	23,2	12,6	56,7

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
p10	0,18	7,8	5,7	0,05	1,0	16,5	0,038	8,1	17,0
p30	0,26	9,4	7,3	0,09	1,3	22,6	0,064	10,0	28,1
<b>p50</b>	<b>0,34</b>	<b>9,9</b>	<b>8,5</b>	<b>0,15</b>	<b>1,5</b>	<b>30,0</b>	<b>0,087</b>	<b>11,1</b>	<b>33,9</b>
p70	0,42	10,9	9,4	0,19	2,0	33,1	0,103	12,8	42,2
p90	0,70	12,5	12,9	0,33	3,1	40,6	0,150	17,9	58,1
p95	0,80	13,9	14,8	0,42	3,3	47,0	0,174	23,1	67,1
p99	0,94	19,3	18,5	0,83	4,7	55,0	0,194	28,0	80,3
max	0,95	23,9	20,5	1,16	4,9	57,5	0,205	30,2	92,0

Kungsvattenlakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,1	0,07	0,03	0,63	4,8
p30	0,3	0,10	0,04	0,75	4,9
<b>p50</b>	<b>0,4</b>	<b>0,12</b>	<b>0,05</b>	<b>0,88</b>	<b>5,0</b>
p70	0,6	0,13	0,08	1,04	5,2
p90	1,0	0,20	0,11	1,53	5,4
p95	1,6	0,22	0,13	1,59	5,6
p99	6,5	0,40	0,22	1,82	5,9
max	10,2	0,52	0,29	1,93	5,9



**Lilla Edets kommun**  
**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i sediment (<2 mm)**

**n=10**

*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	0,041	2,3	0,72	0,12	0,02	6,9	16	9	14	11,9	0,12	10,5	7,2
	0,066	2,5	0,79	0,17	0,02	7,4	19	9	21	17,2	0,23	12,0	12,0
	0,080	3,2	1,03	0,19	0,03	8,4	23	10	31	18,0	0,28	12,5	12,9
	0,081	3,5	1,09	0,20	0,04	9,7	24	11	34	19,8	0,29	15,4	14,0
	0,082	4,1	1,13	0,20	0,05	10,2	27	11	42	21,4	0,29	15,4	14,0
	0,084	4,6	1,23	0,23	0,06	10,8	28	12	45	21,8	0,33	16,9	15,2
	0,085	4,6	1,25	0,26	0,07	14,2	34	13	48	25,1	0,52	16,9	16,0
	0,095	5,1	1,31	0,27	0,07	15,0	40	14	52	30,5	0,71	16,9	16,3
	0,183	7,1	2,23	0,41	0,11	17,9	45	35	67	38,9	1,26	33,8	25,2
max	0,187	7,4	2,27	0,44	0,13	19,3	52	37	69	39,3	1,46	36,8	27,1

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
min	43	0,00	0,08	15	10	0,28	1,7	32	0,010	6	40	5,5
	45	0,03	0,10	17	12	0,29	1,7	37	0,012	8	45	5,7
	46	0,19	0,12	20	12	0,39	2,1	42	0,013	17	56	6,0
	53	0,21	0,13	24	13	0,39	2,2	45	0,018	17	56	6,6
	54	0,22	0,18	26	14	0,42	3,0	46	0,029	20	59	6,6
	59	0,23	0,27	27	18	0,42	3,3	51	0,029	21	64	6,7
	65	0,24	0,27	27	19	0,45	3,9	60	0,033	23	74	6,8
	69	0,26	0,28	30	19	0,47	4,7	61	0,044	27	79	6,8
	71	0,31	0,29	39	20	0,49	4,9	67	0,048	39	106	6,9
max	72	0,40	0,31	43	21	0,58	5,3	72	0,051	41	110	7,1

**Orusts kommun**

**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)**

**n=16**

indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde

*KM-värde i fraktion <2 mm*

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
p10	0,028	0,5	0,23	0,04	2,2	4,6	3,2	11,2	3,8	0,10	3,6	3,8	6,9
p30	0,038	0,7	0,33	0,05	3,2	9,0	6,3	13,8	6,9	0,17	5,9	5,7	13,5
<b>p50</b>	<b>0,048</b>	<b>1,7</b>	<b>0,36</b>	<b>0,06</b>	<b>4,1</b>	<b>11,1</b>	<b>8,3</b>	<b>16,9</b>	<b>10,1</b>	<b>0,21</b>	<b>7,6</b>	<b>7,5</b>	<b>19,3</b>
p70	0,058	2,7	0,45	0,07	4,9	13,3	12,2	21,2	17,3	0,38	9,1	9,1	28,6
p90	0,090	6,0	0,91	0,11	8,8	28,1	17,6	32,5	22,7	0,68	21,8	13,5	38,5
p95	0,098	6,3	1,09	0,11	12,3	28,5	20,9	47,6	26,3	0,78	24,3	14,6	44,0
p99	0,108	6,6	1,12	0,11	19,3	28,9	28,7	77,0	31,7	0,80	28,5	15,8	56,8
max	0,111	6,7	1,13	0,12	21,1	29,0	30,6	84,3	33,0	0,80	29,6	16,1	60,0

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
p10	0,20	6,1	4,5	0,05	0,7	9,1	0,024	6,5	13,3
p30	0,30	6,9	6,2	0,12	1,0	16,3	0,048	8,1	23,0
p50	0,46	8,4	7,8	0,15	1,2	19,5	0,063	9,5	26,4
p70	0,63	8,9	8,9	0,20	1,6	23,4	0,078	11,7	41,2
p90	0,96	10,2	11,7	0,34	2,1	43,2	0,093	14,9	69,0
p95	1,13	13,6	16,1	0,42	2,3	44,7	0,125	20,3	70,1
p99	1,38	20,0	23,6	0,52	2,6	46,4	0,175	33,1	70,7
max	1,44	21,6	25,5	0,55	2,7	46,8	0,188	36,3	70,8

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,1	0,13	0,05	0,61	4,7
p30	0,3	0,16	0,06	0,79	4,8
<b>p50</b>	<b>0,4</b>	<b>0,20</b>	<b>0,08</b>	<b>0,96</b>	<b>4,9</b>
p70	0,6	0,27	0,10	1,09	4,9
p90	19,6	0,32	0,13	1,38	5,4
p95	39,0	0,37	0,13	1,57	5,4
p99	40,8	0,47	0,13	1,86	5,6
max	41,3	0,50	0,13	1,93	5,6

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

**n=51**  
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
p10	0,050	2,2	0,37	0,09	0,04	4,1	13	7	21	8,1	0,18	8,1	5,4
p30	0,075	3,1	0,67	0,13	0,06	7,1	19	11	37	12,8	0,27	13,0	8,5
<b>p50</b>	<b>0,092</b>	<b>4,4</b>	<b>0,79</b>	<b>0,16</b>	<b>0,07</b>	<b>10,0</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>41</b>	<b>18,8</b>	<b>0,41</b>	<b>15,8</b>	<b>11,0</b>
p70	0,110	5,7	0,99	0,20	0,10	12,5	27	18	46	21,9	0,73	22,2	13,3
p90	0,143	8,0	1,16	0,26	0,14	15,2	32	21	56	27,0	1,93	25,5	15,9
p95	0,161	8,8	1,27	0,28	0,24	17,1	35	22	59	27,8	3,18	28,3	17,6
p99	0,199	9,2	1,40	0,33	0,68	18,6	41	24	75	31,1	6,77	32,8	19,3
max	0,200	9,3	1,43	0,37	1,07	18,9	43	26	78	31,4	7,57	33,7	20,3

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	20	0,20	0,09	13	6	0,12	1,1	18	0,021	11	31	5,5
p30	42	0,28	0,15	24	9	0,25	1,4	34	0,028	20	46	6,1
<b>p50</b>	<b>49</b>	<b>0,33</b>	<b>0,18</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>0,27</b>	<b>1,7</b>	<b>39</b>	<b>0,031</b>	<b>22</b>	<b>64</b>	<b>7,0</b>
p70	57	0,39	0,22	35	12	0,33	2,1	42	0,034	24	76	7,2
p90	67	0,67	0,25	48	14	0,37	4,1	51	0,040	30	82	8,1
p95	71	1,35	0,27	276	15	0,38	5,6	55	0,047	32	87	8,3
p99	77	2,30	0,30	772	15	0,41	7,0	61	0,065	36	92	8,3
max	79	2,61	0,31	772	16	0,41	8,1	63	0,067	37	93	8,4

**Stenungsunds kommun**

**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)**

**n=27**

indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde

*KM-värde i fraktion <2 mm*

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
p10	0,027	0,6	0,31	0,04	3,5	8,7	7,2	14,2	7,1	0,18	6,8	4,4	10,2
p30	0,032	0,9	0,35	0,05	4,2	9,8	8,8	16,5	8,8	0,25	8,5	5,6	16,0
<b>p50</b>	<b>0,035</b>	<b>1,1</b>	<b>0,43</b>	<b>0,06</b>	<b>5,3</b>	<b>12,6</b>	<b>11,4</b>	<b>20,2</b>	<b>11,5</b>	<b>0,33</b>	<b>10,0</b>	<b>6,8</b>	<b>19,8</b>
p70	0,043	1,5	0,48	0,07	7,1	15,5	14,2	22,1	13,0	0,41	10,8	7,4	22,9
p90	0,058	2,9	0,60	0,10	8,0	19,6	20,3	25,0	15,2	0,79	14,6	9,6	33,8
p95	0,072	3,4	0,70	0,11	9,9	21,2	24,2	30,5	19,1	1,11	14,9	10,9	36,9
p99	0,128	5,5	0,89	0,13	10,9	29,2	31,5	33,7	22,9	2,18	24,4	11,6	58,6
max	0,146	6,2	0,95	0,14	11,0	31,9	33,7	34,1	23,8	2,55	27,7	11,8	65,8

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
p10	0,32	8,0	5,0	0,08	0,9	15,9	0,032	6,6	20,7
p30	0,39	9,8	6,2	0,11	1,1	18,8	0,055	8,6	28,1
<b>p50</b>	<b>0,50</b>	<b>10,5</b>	<b>7,5</b>	<b>0,14</b>	<b>1,3</b>	<b>25,1</b>	<b>0,073</b>	<b>9,4</b>	<b>33,6</b>
p70	0,62	11,1	8,7	0,16	1,4	29,4	0,094	10,7	43,5
p90	0,94	11,7	10,2	0,21	1,9	37,9	0,163	13,1	48,5
p95	1,04	12,9	11,4	0,23	2,4	39,7	0,172	14,4	49,6
p99	2,08	14,3	11,9	0,38	2,8	43,0	0,211	15,1	85,3
max	2,44	14,7	12,0	0,42	2,9	44,2	0,224	15,3	97,8

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,1	0,09	0,04	0,62	4,7
p30	0,2	0,11	0,05	0,81	4,8
<b>p50</b>	<b>0,3</b>	<b>0,15</b>	<b>0,06</b>	<b>0,92</b>	<b>4,9</b>
p70	0,4	0,19	0,07	1,01	5,0
p90	0,8	0,25	0,08	1,18	5,1
p95	1,6	0,28	0,10	1,25	5,2
p99	3,5	1,23	0,11	1,36	5,3
max	4,0	1,56	0,12	1,40	5,3

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

**n=13**

*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	0,055	0,6	0,47	0,09	0,03	5,5	13	6	21	10,2	0,16	8,9	5,4
	0,057	0,8	0,51	0,10	0,04	5,9	16	6	22	12,0	0,17	8,9	7,1
	0,066	1,1	0,58	0,10	0,04	7,2	18	11	26	14,7	0,23	10,4	7,1
	0,073	1,4	0,71	0,12	0,04	7,5	18	11	28	16,2	0,26	10,6	8,2
	0,080	3,8	0,77	0,12	0,04	9,4	19	13	34	18,4	0,32	12,4	8,9
	0,116	4,2	0,82	0,16	0,06	9,6	25	13	38	19,5	0,45	19,4	10,1
	0,121	4,3	1,01	0,20	0,06	10,3	27	16	42	19,6	0,52	22,1	13,9
	0,122	4,9	1,03	0,22	0,06	10,9	27	17	43	22,0	0,57	22,3	14,4
	0,124	6,4	1,06	0,23	0,07	12,0	28	18	43	22,1	0,62	23,1	15,5
	0,125	7,3	1,17	0,23	0,07	13,4	29	19	46	22,8	0,64	24,7	15,5
	0,126	7,8	1,18	0,24	0,08	13,4	32	19	51	25,9	0,70	25,4	15,9
	0,130	10,2	1,19	0,26	0,09	14,0	34	19	56	26,6	0,73	26,3	16,5
max	0,141	11,4	1,25	0,27	0,09	15,5	35	20	57	26,7	0,93	27,6	17,2

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
min	20	0,16	0,13	11	6	0,17	1,1	27	0,023	10	31	5,4
	21	0,22	0,13	14	8	0,18	1,5	27	0,025	11	40	5,4
	37	0,24	0,14	17	9	0,24	1,7	33	0,028	11	41	5,8
	42	0,25	0,15	19	9	0,25	1,7	35	0,029	16	50	6,3
	42	0,27	0,16	22	9	0,25	1,8	38	0,029	17	50	6,3
	49	0,27	0,17	28	10	0,32	1,8	38	0,031	19	59	6,8
	55	0,29	0,17	29	11	0,32	2,0	43	0,031	23	65	6,9
	56	0,30	0,17	30	11	0,34	2,1	45	0,032	24	66	6,9
	58	0,31	0,18	32	12	0,37	2,3	46	0,033	25	66	7,3
	60	0,32	0,24	33	12	0,37	2,3	49	0,039	26	69	7,5
	65	0,42	0,26	41	13	0,37	2,7	52	0,040	27	72	7,5
	66	0,46	0,27	48	13	0,43	3,4	53	0,044	29	72	7,6
max	67	0,60	0,30	64	15	0,44	5,0	60	0,045	34	72	7,9

**Tjörns kommun**  
**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)**

**n=4**

*KM-värde i fraktion <2 mm*

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
min	0,035	0,8	0,15	0,03	2	7,1	1,7	7,4	3,7	0,289	4,2	5,5	8,7
	0,036	0,9	0,38	0,05	3,1	9	11,8	14,8	7,5	0,302	6,2	5,9	10,1
	0,05	1,3	0,44	0,06	5,7	13,8	13,8	15,2	9,8	0,408	9,8	7,9	12,4
max	0,051	3,6	0,5	0,10	17,6	13,9	15,5	24,3	11,6	0,5	12,1	8,7	18,1

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
min	0,27	5,9	3,2	0,07	0,6	13,1	0,053	4,1	14,2
	0,52	9,7	5	0,07	0,8	16,3	0,065	8,7	23,6
	0,59	10,4	5,8	0,10	1	30,1	0,077	8,7	29,9
max	0,66	11,6	6,2	0,13	1,5	32	0,127	12,4	38,9

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
min	0,2	0,12	0,05	0,77	4,5
	0,2	0,12	0,05	0,82	4,9
	0,5	0,12	0,06	0,82	5,0
max	0,5	0,14	0,09	0,93	5,4

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

**n=21**

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
p10	0,073	2,6	0,57	0,12	0,05	5,0	18	9	26	12,4	0,24	11,4	7,9
p30	0,091	4,2	0,64	0,14	0,06	7,1	22	13	34	17,1	0,34	16,2	10,4
<b>p50</b>	<b>0,095</b>	<b>6,0</b>	<b>0,76</b>	<b>0,18</b>	<b>0,08</b>	<b>9,1</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>36</b>	<b>18,6</b>	<b>0,53</b>	<b>18,5</b>	<b>11,3</b>
p70	0,121	6,9	1,02	0,23	0,09	10,9	30	17	42	21,7	0,84	24,7	15,9
p90	0,140	9,9	1,16	0,27	0,18	13,5	35	19	48	26,5	1,97	27,4	16,4
p95	0,145	10,1	1,17	0,28	0,19	15,2	38	20	57	27,1	2,62	28,0	17,0
p99	0,147	10,7	1,22	0,28	0,62	15,4	41	23	57	27,3	5,52	28,7	17,2
max	0,147	10,9	1,23	0,28	0,72	15,4	42	23	57	27,3	6,24	28,9	17,2

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	28	0,20	0,08	19	7	0,22	1,0	24	0,026	14	49	5,7
p30	39	0,37	0,12	22	9	0,24	1,7	32	0,029	17	56	7,1
<b>p50</b>	<b>45</b>	<b>0,46</b>	<b>0,15</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>0,26</b>	<b>1,9</b>	<b>37</b>	<b>0,033</b>	<b>18</b>	<b>61</b>	<b>7,2</b>
p70	54	0,62	0,17	36	11	0,28	2,6	43	0,034	22	74	7,4
p90	61	0,81	0,20	39	13	0,36	3,0	46	0,042	26	84	7,6
p95	62	0,82	0,21	51	14	0,38	5,7	50	0,047	30	86	7,7
p99	66	1,70	0,23	76	14	0,40	6,4	51	0,050	31	89	8,0
max	68	1,92	0,24	83	14	0,40	6,6	51	0,051	31	90	8,0

**Trollhättans kommun**

**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)**

**n=57**

indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde

*KM-värde i fraktion <2 mm*

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
p10	0,021	0,7	0,32	0,03	3,1	5,9	7,3	15,5	5,5	0,15	4,4	4,1	8,0
p30	0,032	0,9	0,41	0,05	4,3	9,1	11,2	20,0	8,0	0,25	7,3	5,3	12,0
<b>p50</b>	<b>0,039</b>	<b>1,2</b>	<b>0,51</b>	<b>0,06</b>	<b>5,8</b>	<b>12,3</b>	<b>14,6</b>	<b>22,7</b>	<b>10,2</b>	<b>0,36</b>	<b>9,6</b>	<b>5,7</b>	<b>18,8</b>
p70	0,052	1,6	0,61	0,07	7,4	14,9	21,4	27,2	13,6	0,48	11,4	7,1	22,4
p90	0,063	3,2	0,81	0,09	9,1	17,5	33,3	33,9	23,9	0,81	14,9	9,7	38,5
p95	0,078	3,7	0,91	0,13	11,6	24,8	39,9	56,4	35,8	1,17	16,5	10,2	42,0
p99	0,102	4,4	1,02	0,26	17,1	44,2	58,1	60,4	58,3	2,43	21,6	12,3	52,3
max	0,113	4,4	1,14	0,36	18,8	58,9	58,1	62,3	58,3	2,69	22,2	13,9	55,7

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
p10	0,17	7,3	5,7	0,06	0,9	17,4	0,021	8,0	19,1
p30	0,24	9,0	7,9	0,11	1,3	22,7	0,042	10,4	24,2
<b>p50</b>	<b>0,32</b>	<b>10,2</b>	<b>9,3</b>	<b>0,14</b>	<b>1,5</b>	<b>29,0</b>	<b>0,080</b>	<b>11,8</b>	<b>31,4</b>
p70	0,40	11,9	10,4	0,20	1,9	34,0	0,100	13,3	42,7
p90	0,59	13,5	12,6	0,35	2,9	41,7	0,150	16,5	58,2
p95	0,63	14,8	14,6	0,52	3,2	53,5	0,184	26,1	69,8
p99	0,80	34,4	15,2	0,59	3,3	62,7	0,382	47,2	213,8
max	0,93	58,3	15,4	0,59	3,3	68,7	0,586	58,6	386,0

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,2	0,08	0,04	0,68	4,8
p30	0,4	0,10	0,05	0,83	4,9
<b>p50</b>	<b>0,5</b>	<b>0,12</b>	<b>0,07</b>	<b>1,02</b>	<b>5,1</b>
p70	0,7	0,14	0,08	1,25	5,3
p90	1,0	0,19	0,11	1,47	5,7
p95	1,1	0,20	0,13	1,60	5,9
p99	5,9	0,22	0,18	1,68	6,2
max	11,9	0,23	0,20	1,70	6,3



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

**n=22**

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
p10	0,050	1,8	0,88	0,14	0,04	8,2	17	10	32	15,0	0,18	10,5	8,9
p30	0,075	2,4	1,19	0,17	0,04	10,1	21	12	46	16,7	0,26	13,5	11,2
<b>p50</b>	<b>0,080</b>	<b>3,8</b>	<b>1,31</b>	<b>0,19</b>	<b>0,05</b>	<b>11,9</b>	<b>23</b>	<b>14</b>	<b>53</b>	<b>19,1</b>	<b>0,34</b>	<b>14,6</b>	<b>12,7</b>
p70	0,090	4,3	1,53	0,19	0,06	15,2	25	15	58	21,8	0,42	16,7	13,6
p90	0,113	6,0	1,70	0,20	0,07	16,4	27	17	66	24,5	0,49	19,2	14,4
p95	0,127	6,9	1,70	0,21	0,09	17,9	28	18	69	30,1	0,56	20,0	16,6
p99	0,133	8,7	1,72	0,22	0,09	19,0	30	20	72	31,4	0,67	23,2	17,4
max	0,134	9,2	1,72	0,22	0,09	19,3	30	20	73	31,7	0,70	24,1	17,6

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	41	0,14	0,21	13	12	0,28	2,2	38	0,022	14	43	5,5
p30	49	0,23	0,23	23	13	0,34	2,5	49	0,025	23	56	6,3
<b>p50</b>	<b>54</b>	<b>0,29</b>	<b>0,28</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>0,37</b>	<b>3,1</b>	<b>53</b>	<b>0,031</b>	<b>29</b>	<b>61</b>	<b>6,5</b>
p70	58	0,33	0,31	32	15	0,39	3,6	59	0,034	32	67	6,7
p90	64	0,39	0,35	37	16	0,42	4,6	66	0,043	36	71	7,0
p95	68	0,43	0,35	38	16	0,43	4,9	67	0,047	36	81	7,1
p99	72	0,43	0,37	39	17	0,43	5,5	69	0,049	41	87	7,1
max	73	0,43	0,37	39	17	0,44	5,6	70	0,049	42	89	7,1

**Uddevallas kommun**

**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)**

**n=40**

indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde

*KM-värde i fraktion <2 mm*

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
p10	0,026	0,7	0,32	0,04	3,6	5,8	7,3	15,3	6,6	0,12	6,0	5,5	7,9
p30	0,033	0,9	0,44	0,05	4,7	9,1	10,2	18,3	9,7	0,29	8,5	6,6	15,5
<b>p50</b>	<b>0,043</b>	<b>1,2</b>	<b>0,56</b>	<b>0,07</b>	<b>6,6</b>	<b>12,0</b>	<b>13,9</b>	<b>24,8</b>	<b>13,1</b>	<b>0,38</b>	<b>10,5</b>	<b>7,6</b>	<b>21,2</b>
p70	0,054	2,1	0,69	0,08	8,8	15,7	19,9	28,5	16,2	0,44	13,7	8,3	27,9
p90	0,075	3,5	0,92	0,12	13,4	23,3	32,0	45,5	23,6	0,79	17,6	12,8	38,0
p95	0,092	4,2	0,96	0,14	13,7	24,2	35,9	58,4	27,8	0,89	19,5	19,5	42,3
p99	0,169	6,7	1,50	0,22	19,1	30,7	38,5	78,2	44,7	2,28	54,9	25,6	63,5
max	0,180	7,9	1,52	0,23	21,9	32,4	39,1	87,4	47,4	2,91	76,5	25,9	63,7

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
p10	0,33	8,3	5,5	0,06	1,0	12,1	0,026	8,3	18,1
p30	0,39	9,1	7,3	0,11	1,3	17,4	0,066	9,7	33,3
<b>p50</b>	<b>0,49</b>	<b>10,2</b>	<b>9,4</b>	<b>0,14</b>	<b>1,7</b>	<b>23,8</b>	<b>0,092</b>	<b>11,5</b>	<b>40,3</b>
p70	0,61	11,6	10,8	0,20	2,0	33,4	0,123	13,8	49,1
p90	0,95	14,7	14,5	0,29	4,1	43,1	0,220	18,0	64,7
p95	1,00	18,1	15,9	0,33	4,7	52,1	0,267	25,4	78,5
p99	2,01	24,3	21,6	0,40	13,9	58,2	0,965	54,1	247,7
max	2,61	26,9	24,2	0,44	19,6	60,5	1,387	65,0	348,4

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,2	0,11	0,05	0,70	4,7
p30	0,3	0,14	0,07	0,80	4,9
<b>p50</b>	<b>0,5</b>	<b>0,17</b>	<b>0,08</b>	<b>1,03</b>	<b>5,0</b>
p70	1,0	0,22	0,10	1,17	5,1
p90	1,8	0,31	0,12	1,37	5,3
p95	2,4	0,46	0,14	1,64	5,5
p99	4,0	0,54	0,24	1,79	6,4
max	4,6	0,56	0,28	1,81	6,6

**Uddevallas kommun**

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

**n=62**

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
p10	0,043	0,8	0,37	0,09	0,03	3,6	8	6	16	7,0	0,14	5,4	5,4
p30	0,059	1,8	0,62	0,13	0,04	5,9	14	10	33	11,9	0,20	8,9	8,0
<b>p50</b>	<b>0,082</b>	<b>2,5</b>	<b>0,81</b>	<b>0,16</b>	<b>0,05</b>	<b>9,0</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>40</b>	<b>14,4</b>	<b>0,28</b>	<b>13,6</b>	<b>10,4</b>
p70	0,101	4,0	0,93	0,18	0,07	11,3	22	16	50	18,8	0,47	16,8	11,5
p90	0,124	5,5	1,06	0,21	0,09	12,2	26	19	59	22,9	1,05	20,0	13,2
p95	0,133	8,6	1,12	0,26	0,12	14,1	28	21	66	24,4	1,69	22,0	15,7
p99	0,173	9,9	1,17	0,30	0,27	15,3	35	26	77	28,6	9,87	22,8	17,3
max	0,176	10,7	1,22	0,31	0,30	16,0	39	28	92	31,0	22,54	22,9	17,8

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	19	0,17	0,12	9	6	0,13	1,1	20	0,020	9	24	5,0
p30	33	0,22	0,18	15	8	0,21	1,6	29	0,030	17	38	6,0
<b>p50</b>	<b>41</b>	<b>0,27</b>	<b>0,22</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>0,24</b>	<b>1,8</b>	<b>36</b>	<b>0,034</b>	<b>22</b>	<b>50</b>	<b>6,4</b>
p70	54	0,29	0,26	29	12	0,31	2,3	45	0,039	26	66	6,9
p90	64	0,42	0,30	33	14	0,34	3,3	49	0,049	30	78	7,3
p95	71	0,50	0,32	34	15	0,36	4,5	54	0,061	34	80	7,5
p99	75	1,38	0,34	234	15	0,44	8,3	55	0,075	41	84	7,9
max	75	2,49	0,35	540	15	0,51	8,4	57	0,093	41	86	8,0

Vänersborgs kommun

Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)

n=25

indelning enligt percentiler p10 – p99, p50 = medianvärde

KM-värde i fraktion <2 mm

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
p10	0,028	0,5	0,29	0,03	1,9	4,3	3,9	11,5	4,5	0,10	2,7	4,6	6,4
p30	0,035	0,7	0,36	0,03	3,3	6,5	6,4	16,0	7,5	0,17	4,6	5,7	9,0
<b>p50</b>	<b>0,042</b>	<b>1,0</b>	<b>0,49</b>	<b>0,05</b>	<b>4,0</b>	<b>7,2</b>	<b>8,0</b>	<b>19,2</b>	<b>9,5</b>	<b>0,19</b>	<b>6,0</b>	<b>6,2</b>	<b>12,3</b>
p70	0,050	1,1	0,61	0,06	5,6	9,2	13,6	24,7	12,2	0,35	7,7	7,0	18,9
p90	0,090	2,1	0,79	0,07	8,8	12,7	17,6	42,8	18,1	0,58	14,0	10,8	28,7
p95	0,108	3,5	0,94	0,08	10,3	18,7	26,0	48,2	20,7	0,69	15,1	11,8	29,5
p99	0,141	13,9	1,13	0,14	17,3	22,1	35,3	55,9	24,8	7,70	22,2	15,8	36,1
max	0,150	17,1	1,18	0,15	19,4	22,7	37,6	58,2	26,0	9,91	24,4	17,0	38,1

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
p10	0,23	6,7	5,7	0,06	1,0	10,6	0,019	6,5	14,9
p30	0,32	7,7	7,0	0,07	1,2	14,7	0,039	8,8	21,1
<b>p50</b>	<b>0,37</b>	<b>9,5</b>	<b>7,8</b>	<b>0,09</b>	<b>1,4</b>	<b>17,6</b>	<b>0,060</b>	<b>10,6</b>	<b>26,9</b>
p70	0,55	10,2	9,6	0,14	2,0	21,1	0,098	12,3	37,3
p90	0,70	11,7	11,6	0,17	3,5	36,0	0,133	19,6	58,5
p95	0,91	12,3	14,2	0,22	5,5	46,6	0,151	22,7	70,6
p99	1,45	14,9	15,6	0,79	10,1	58,6	0,262	39,7	74,9
max	1,60	15,7	15,8	0,96	11,4	62,0	0,296	44,8	75,6

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
p10	0,30	0,1	0,1	0,8	4,7
p30	0,62	0,1	0,1	0,8	4,9
<b>p50</b>	<b>0,80</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>1,0</b>	<b>5,0</b>
p70	1,10	0,2	0,1	1,1	5,1
p90	1,78	0,2	0,2	1,3	5,6
p95	3,14	0,2	0,2	1,3	5,9
p99	7,05	0,2	0,6	1,6	6,0
max	8,20	0,2	0,8	1,7	6,1

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

**n=78**

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
p10	0,050	1,2	0,59	0,11	0,03	5,3	11	9	26	8,7	0,14	7,4	6,6
p30	0,077	1,6	0,76	0,14	0,04	7,9	15	11	45	12,7	0,18	10,4	8,6
<b>p50</b>	<b>0,088</b>	<b>2,3</b>	<b>0,87</b>	<b>0,16</b>	<b>0,05</b>	<b>9,7</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>52</b>	<b>15,9</b>	<b>0,23</b>	<b>14,4</b>	<b>9,6</b>
p70	0,108	3,3	0,99	0,17	0,06	11,0	20	15	57	19,2	0,29	15,8	10,8
p90	0,129	4,8	1,13	0,21	0,07	13,3	22	17	63	21,7	0,49	18,9	14,2
p95	0,141	5,8	1,32	0,27	0,09	15,0	28	20	67	22,5	0,89	22,5	16,4
p99	0,179	13,7	1,49	0,35	0,11	16,4	36	25	86	28,7	2,36	25,2	18,9
max	0,192	23,0	1,57	0,35	0,11	17,2	37	26	108	28,8	2,98	26,3	19,4

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
p10	26	0,16	0,20	15	8	0,16	1,4	25	0,023	14	31	5,4
p30	41	0,23	0,26	22	10	0,23	1,8	35	0,031	24	49	6,4
<b>p50</b>	<b>51</b>	<b>0,26</b>	<b>0,31</b>	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>0,27</b>	<b>2,2</b>	<b>41</b>	<b>0,036</b>	<b>28</b>	<b>61</b>	<b>6,8</b>
p70	59	0,30	0,33	37	13	0,30	2,5	48	0,039	31	67	7,0
p90	67	0,34	0,36	41	14	0,34	3,0	52	0,043	35	76	7,4
p95	71	0,37	0,38	42	17	0,37	3,5	55	0,046	36	81	7,7
p99	73	0,48	0,40	44	17	0,41	5,2	58	0,053	43	87	7,9
max	74	0,49	0,40	46	18	0,43	5,3	60	0,057	55	90	7,9

**Öckerös kommun**  
**Bakgrundshalter (mg/kg) samt pH i moräners finfraktion (<0,06 mm)**

**n=7**

*KM-värde i fraktion <2 mm*

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Ni	Pb	Rb
<i>KM-värde</i>		15		0,4	30	120	100				35	80	
min	0,039	2,4	0,55	0,08	7,6	9,7	5,5	16,0	10,0	0,13	12,3	7,2	21,0
	0,049	2,6	0,56	0,08	7,6	15,0	7,8	32,4	17,4	0,15	14,7	8,5	22,9
	0,059	3,0	0,65	0,11	9,0	16,9	19,4	34,7	17,7	0,17	15,6	10,1	23,7
	0,081	3,5	0,65	0,12	9,4	17,8	39,0	61,7	20,3	0,25	18,0	11,0	25,9
	0,093	3,7	0,69	0,13	13,4	19,2	41,9	66,7	20,4	0,32	19,7	11,4	27,5
	0,093	4,7	0,87	0,17	16,6	24,2	47,7	73,1	29,9	0,41	26,3	11,6	34,7
max	0,248	5,1	0,87	0,18	30,8	42,1	80,7	181,5	34,8	0,44	34,0	12,6	98,4

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Se	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn
<i>KM-värde</i>						120			350
min	0,35	7,3	6,8	0,22	1,7	18,2	0,045	7,2	37,6
	0,40	8,5	9,2	0,24	2,1	21,7	0,072	13,4	56,8
	0,46	8,5	9,7	0,29	2,2	22,2	0,075	13,9	58,2
	0,49	12,9	13,1	0,30	2,2	22,9	0,082	25,3	61,8
	0,55	14,8	13,2	0,31	3,8	23,6	0,095	30,5	69,7
	0,58	30,4	16,8	0,34	4,1	37,2	0,107	34,0	73,9
max	1,16	30,9	24,8	0,98	4,9	57,0	0,156	93,4	96,9

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Au, ppb	Bi	Sb	Sn	pH
min	0,2	0,12	0,09	0,69	4,7
	0,2	0,13	0,10	0,78	5,1
	0,3	0,13	0,13	0,83	5,4
	1,3	0,14	0,15	0,85	5,8
	1,4	0,15	0,20	0,86	6,1
	2,6	0,18	0,25	0,89	6,5
max	2,6	0,19	0,26	1,00	7,8

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

n=5

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	0,01	1,0	0,11	0,03	0,02	1,8	4	2	14	2,9	0,05	3,3	1,6
	0,02	2,4	0,19	0,04	0,03	3,2	5	2	18	5,5	0,05	4,2	3,3
	0,04	2,9	0,36	0,08	0,07	3,8	12	6	18	7,0	0,69	7,5	5,9
	0,05	4,2	0,39	0,09	0,14	4,6	14	6	18	10,0	1,34	11,3	6,7
max	0,13	5,4	0,89	0,20	0,38	6,6	31	21	35	18,6	2,97	18,8	14,7

Salpetersyralakning med ICP-MS

	Rb	Se	Sn	Sr	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	pH
<i>KM-värde</i>								120			350	
min	6	0,08	0,05	6	3	0,06	0,5	8	0,014	5	10	6,5
	9	0,08	0,05	9	3	0,11	0,5	8	0,018	6	13	7,1
	15	0,09	0,06	13	4	0,13	0,8	18	0,019	9	25	7,1
	20	0,53	0,09	36	4	0,15	2,8	21	0,022	10	28	8,3
max	35	1,43	0,09	486	11	0,33	3,8	35	0,032	17	57	8,4



**Sveriges geologiska undersökning**

Box 670  
751 28 Uppsala  
Tel: 018-17 90 00  
Fax: 018-17 93 70  
[www.sgu.se](http://www.sgu.se)

Uppsala 2004  
ISSN 1404-3157  
ISBN 91-7158-692-X