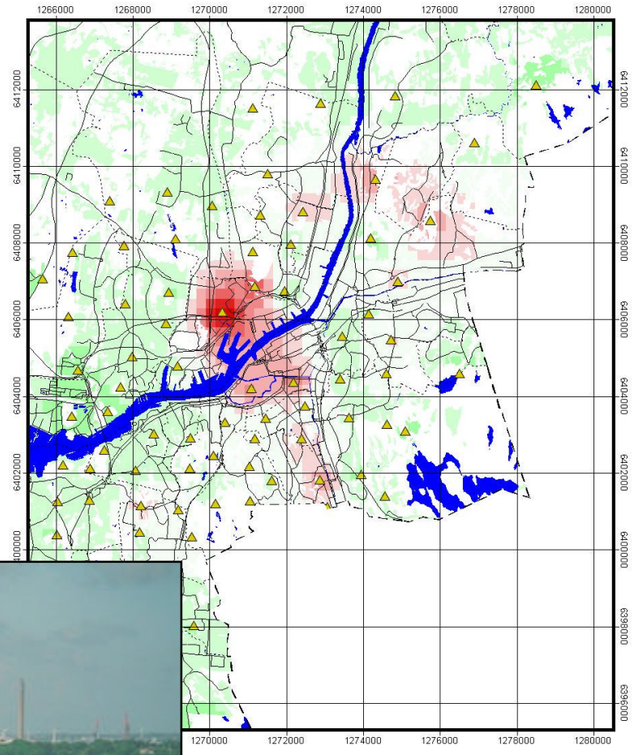
GÖTEBORGSPROJEKTET

Geokemi i Göteborgs kommun 2000

Kartor över tungmetaller och organiska miljögifter



AB Jacobson & Widmark (J&W)
Energi och Miljö
9 655 087
Januari 2001
Uppdragsansvariga:
Roger Rundquist och Per Johansson

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)
Geokemiska enheten
Olle Selinus
Januari 2001

BILAGOR **2**
FÖRORD **3**
SAMMANFATTNING **3**
INLEDNING **3**
OMRÅDESBESKRIVNING **5**
GEOLOGI 5
Jordarter *5*
Bergarter *5*
MARKANVÄNDNING 6
METODIK **6**
DEFINITION AV RURALA - OCH URBANA PROVER 6
BESKRIVNING AV PROVMEDIER 6
Djupmoränprover – rurala och urbana *6*
Djupsedimentprover – rurala och urbana *6*
Ytprover – urbana *6*
Husmossprover *6*
Bäckvattenväxtprover *7*
Vattenmossprover *7*
PROVTAGNING 7
Djupmoränprover – rurala och urbana *7*
Djupsedimentprover – rurala och urbana *7*
Ytprover - urbana *7*
Husmossprover *7*
Bäckvattenväxtprover *7*
Vattenmossprover *7*
PROVBEREDNING OCH ANALYS 7
Markprover *7*
Husmossprover *7*
Bäckvattenväxtprover *7*
Vattenmossprover *8*
STATISTIK **8**
PERCENTILINDELNING 8
As - Arsenik *8*
Cd - Kadmium *8*
Co - Kobolt *9*
Cr - Krom *9*
Cu - Koppar *9*
Hg - Kvicksilver *9*
Ni – Nickel *9*
Pb - Bly *9*
V – Vanadin *10*
Zn - Zink *10*
BOXPLOTTAR – URBANA YTPROVER OCH MARKANVÄNDNING 10
As – Arsenik *10*
Cd - Kadmium *10*
Co - Kobolt *11*
Cr - Krom *11*
Cu - Koppar *11*
Hg - Kvicksilver *11*
Ni - Nickel *11*
Pb - Bly *11*
V - Vanadin *12*
Zn - Zink *12*
BOXPLOTTAR – URBANA- YTPROVER OCH DJUPSEDIMENTPROVER 12
As – Arsenik *13*
Cd – Kadmium *13*
Co – Kobolt *13*
Cr – Krom *13*
Cu – Koppar *13*
Hg – Kvicksilver *13*
Ni – Nickel *14*
Pb – Bly *14*
V – Vanadin *14*
Zn – Zink *14*
BOXPLOTTAR – RURALA- OCH URBANA DJUPPROVER 14
As – Arsenik *15*
Cd – Kadmium *15*
Co – Kobolt *15*
Cr – Krom *15*
Cu – Koppar *15*
Hg – Kvicksilver *15*
Ni – Nickel *16*
Pb – Bly *16*
V – Vanadin *16*
Zn – Zink *16*
BOXPLOTTAR – HUSMOSSEPROV 16
HISTOGRAM – YTPROVER 18
As - Arsenik *18*
Cd - Kadmium *18*
Co - Kobolt *18*
Cr - Krom *18*
Cu - Koppar *19*
Hg - Kvicksilver *19*
Ni - Nickel *19*
Pb - Bly *19*
V - Vanadin *19*
Zn - Zink *19*
SPINDELPLOTTAR – YTPROVER - DJUPPROVER 20
KORNSTORLEKAR – 0.06 OCH 2 MM 21
XRF OCH ICP – MS 21
PLATSSPECIFIKA BAKGRUNDSVÄRDEN 22
Urbana ytprover *23*
Urbana djupsedimentprover *23*
DELSJÖN **24**
OMRÅDESBESKRIVNING 24
AVRINNING 25
FÖRORENINGSKÄLLOR INOM KOMMUNEN **25**
KARTOR **25**
KARTTYPER 25
Relativa metallbelastningskartor – Ytprover *25*
Kvotkartor – Yt- och djupprover *26*
PROVNUMMERKARTOR 27
Urbana ytprover *27*
Urbana djupsedimentprover *27*
Urbana djupmoränprover *28*
Rurala djupsedimentprover *28*
Rurala djupmoränprover *28*
Husmosseprover *29*
Bäckvattenväxtprover - 86 ..... *29*
Urbana ytprover; analys på organiska miljögifter *29*
Urbana ytprover; Delsjön *30*
Urbana djupsedimentprover, Delsjön *30*
Urbana djupmoränprover, Delsjön *30*
KOMMENTARER TILL REDOVISADE KARTOR 31
Urbana ytprover, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), As, Cd, Cr, Cu, Hg, och Pb *31*
Urbana ytprover, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), Co, Ni, V och Zn *31*
Urbana ytprover, Relativ metallbelastning, Bi, Sb och Sn *31*
Urbana ytprover, Relativ metallbelastning, Mo, Se och Tl *31*
As kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
Cd kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
Co kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
Cr kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
Cu kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
Hg kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
Ni kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
Pb kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
V kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
Zn kvot, ytprov / djupprov (sediment) *31*
Rurala djupmoränprover *31*
Rurala djupsedimentprover *31*
Husmosseprover, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, U, V, W och Zn *31*
Husmosseprover, Relativ metallbelastning, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb *31*
Bäckvattenväxtprover, 1986, As *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, Cd *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, Co *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, Cr *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, Cu *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, Hg *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, Ni *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, Pb *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, Se *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, V *32*
Bäckvattenväxtprover, 1986, Zn *32*
Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb (Karta 1) *32*
Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb (Karta 2) *32*
Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb (Karta 3) *32*
Cancerogena PAH - Ytjordprover *33*
Övriga PAH - Ytjordprover *33*
EGOM, (Extraherbart gaskromatograferbart organiskt material) - Ytjordprover *33*
Geologi och markslag inom Delsjöns avrinningsområde *33*
Urbana ytprover – Delsjöns avrinningsområde, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), As, Cd, Cr, Cu, Hg, och Pb *33*
Delsjöns avrinningsområde, As kvot, ytprov / djupprov (morän) *33*
Delsjöns avrinningsområde, Cd kvot, ytprov / djupprov (morän) *33*
Delsjöns avrinningsområde, Cr kvot, ytprov / djupprov (morän) *33*
Delsjöns avrinningsområde, Cu kvot, ytprov / djupprov (morän) *33*
Delsjöns avrinningsområde, Hg kvot, ytprov / djupprov (morän) *33*
Delsjöns avrinningsområde, Pb kvot, ytprov / djupprov (morän) *33*
REFERENSER **34**

BILAGOR

Bilaga 1 – Kartor

Urbana ytprover, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), As, Cd, Cr, Cu, Hg, och Pb

Urbana ytprover, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), Co, Ni, V och Zn

Urbana ytprover, Relativ metallbelastning, Bi, Sb och Sn

Urbana ytprover, Relativ metallbelastning, Mo, Se och Tl

As kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Cd kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Co kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Cr kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Cu kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Hg kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Ni kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Pb kvot, ytprov / djupprov (sediment)

V kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Zn kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Rurala djupmoränprover

Rurala djupsedimentprover

Husmosseprover, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, U, V, W och Zn

Husmosseprover, Relativ metallbelastning, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb

Bäckvattenväxtprover, 1986, As

Bäckvattenväxtprover, 1986, Cd

Bäckvattenväxtprover, 1986, Co

Bäckvattenväxtprover, 1986, Cr

Bäckvattenväxtprover, 1986, Cu

Bäckvattenväxtprover, 1986, Hg

Bäckvattenväxtprover, 1986, Ni

Bäckvattenväxtprover, 1986, Pb

Bäckvattenväxtprover, 1986, Se

Bäckvattenväxtprover, 1986, V

Bäckvattenväxtprover, 1986, Zn

Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Bly (Karta 1)

Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Bly (Karta 2)

Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Bly (Karta 3)

Cancerogena PAH – Ytjordprover

Övriga PAH – Ytjordprover

EGOM, (Extraherbart gaskromatograferbart organiskt material) – Ytjordprover

Geologi och markslag inom Delsjöns avrinningsområde

Urbana ytprover – Delsjöns avrinningsområde, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), As, Cd, Cr, Cu, Hg, och Pb

Delsjöns avrinningsområde, As kvot, ytprov / djupprov (morän)

Delsjöns avrinningsområde, Cd kvot, ytprov / djupprov (morän)

Delsjöns avrinningsområde, Cr kvot, ytprov / djupprov (morän)

Delsjöns avrinningsområde, Cu kvot, ytprov / djupprov (morän)

Delsjöns avrinningsområde, Hg kvot, ytprov / djupprov (morän)

Delsjöns avrinningsområde, Pb kvot, ytprov / djupprov (morän)

Bilaga 2 – Percentiltabeller

Tabeller över samtliga metaller

FÖRORD

Denna rapport beskriver den geokemiska delen av Göteborgsprojektet. Den redovisar metallstatus och metallbelastning i Göteborgs kommun ur olika synvinklar samt inte minst de naturliga halter av olika metaller och andra ämnen som finns i miljön. Resultaten har utarbetats med metoder som kan användas i liknande sammanhang även i andra städer. Planering, provtagning och analysering har genomförts av Sveriges Geologiska Undersökning (SGU). Rapporten har producerats och sammanställts av AB Jacobson & Widmark, Energi och Miljö (J&W), på uppdrag av och i nära samverkan med SGU. Projektledare hos SGU har varit Olle Selinus. Andra medverkande har varit Sten-Åke Ohlsson, Mikael Carlsson och Madelen Andersson. Bearbetning av geokemiska data och rapportskrivning har gjorts av Roger Rundquist och Per Johansson på J&W.

SAMMANFATTNING

I föreliggande rapport har ett antal ämnen undersökts i huvudsak i morän- och sedimentjordar inom Göteborg kommun. Provtagning har även utförts för att undersöka metallbelastning i luft och vatten.

Generellt visar proven i de ytnära jordlagren inom stadsbebyggelsen på lägre bakgrundsvärden i Göteborg i jämförelse med ett genomsnitt för ett antal andra städer i Sverige. Enligt Naturvårdsverkets indelning av förorenad mark kan några av provplatserna definieras som förorenade (antropogent påverkade) vad gäller kadmium (Cd), kvicksilver (Hg) och nickel (Ni) och framförallt bly (Pb) och koppar (Cu), se bl. a. karta: *”Urbana ytprover, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb”*. De ytnära proverna inom Delsjöns avrinningsområde ligger generellt lägre än i staden i övrigt.

Om man jämför metallbelastningar (inom stadsbebyggelsen) mellan de ytliga proverna och prover tagna på ca 1 meters djup så har man en högre belastning på ytan av framförallt bly, kadmium, kvicksilver och zink (Zn), se bl. a. karta: *”Cd kvot, ytprov / djupprov (sediment)”*.

Provtagning av husmossa visar atmosfäriskt tungmetallnedfall via luft och nederbörd. Utförda undersökningar visar tecken på högre metallbelastning i den östra delen av kommunen, se kapitel *”Boxplottar – Husmosseprov”*. Man kan konstatera att samtliga metallers medianer, utom krom, ligger högre i Göteborg än medianerna i den senaste riksinventeringen av husmossa i Sverige (1995). Man skall då ha i åtanke att proverna i detta projekt ligger inom (eller nära) storstadsbebyggelse. Detta förhållande gäller inte för riksprovtagningen.

Bäckvattenväxtproverna presenteras tillsammans med topografisk reliefkarta och ytvattendelare, se bl. a. karta: *”Bäckvattenväxtprover, 1986, As”*. Respektive metallhalter presenteras som cirkeldiagramskartor. Tolkningar kan göras utifrån dessa kartor.

Vattenmossprover har satts ut i ett antal vattendrag i Göteborgs kommun sedan 1992. Resultaten från dessa har sammanställts där variationer av vattnets metallinnehåll över tid framgår, se bl. a. karta: *”Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cu, Hg och Pb (Karta 1)”*. Inga signifikanta förändringar har skett under de senast åren förutom i två fall. Tyvärr finns endast korta tidsserier men på de platser arsenik har provtagits fler gånger än en gång pekar trenden på ökande halter i flera av vattendragen. Man skall dock ha i åtanke att korta mätserier ger stora osäkerheter i att bestämma trender. En annan trend är att kvicksilverhalten i två av de provtagna vattendragen ökar, Kvibergsbäcken och Stora ån.

I samband med provtagningen i de ytnära jordarna (inom stadsbebyggelsen) provtogs även 25 prover för analys av organiska miljögifter, se bl. a. karta: *”Cancerogena PAH – Ytjordprover”*. Av dessa 25 prover har 6 st (ca 25%) klassificerats som mycket allvarligt (NV) och 11 st (ca 45%) som allvarligt i avseende på cancerogena PAH. Givetvis erhålles inte en helhetsbild av förekomsten av PAH från 25 prover. För att kartlägga föroreningsbilden krävs fler prover.

Delsjön redovisas separat i ett antal kartor, se bl. a karta: ”*Urbana ytprover – Delsjöns avrinningsområde, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), As, Cd, Cr, Cu, Hg, och Pb”.* Av de statistiska bearbetningar som utförts kan konstateras att inga stora avvikelser förekommer av metaller inom avrinningsområdet.

INLEDNING

Geokemi är enkelt uttryckt läran om den kemiska sammansättningen i berg, jord och vatten. Berg och jord är uppbyggda av mineral där i princip alla grundämnen ingår, dock med mycket varierande halter. De vanligast förekommande elementen är kisel (Si), aluminium (Al), syre (O) och kalcium (Ca) Andra mycket vanliga element är järn (Fe), mangan (Mn), magnesium (Mg), kol (C) m.fl. Metaller som koppar (Cu), nickel (Ni), krom (Cr), arsenik (As) och bly (Pb) förekommer också i princip överallt, men oftast i betydligt lägre halter än de tidigare uppräknade. Emellertid varierar de naturliga halterna kraftigt. Halterna beror primärt på vilken berggrund området har, t ex innehåller kalksten nästan bara kalcium, kol och syre, en ljus sandsten innehåller nästan bara kisel och syre. En granit kan innehålla kvarts, syre, aluminium, magnesium och kalcium i olika kombinationer och en sulfidmalm kan dessutom innehålla höga halter av t ex svavel, koppar, arsenik och t o m guld.

När berg och jord vittrar lakas beståndsdelarna ut av yt- och grundvatten varefter de transporteras via sjöar och vattendrag till havet. På vägen från berggrund till hav anrikas ämnena genom olika processer i mark och växtlighet. Detta är en helt naturlig process som pågått i miljarder år och är fortfarande den absolut dominerande kemiska processen på jordytan.

Mänsklig aktivitet har dock stört kretsloppet. I områden med koncentrationer av befolkning och industrier har utsläpp av olika metaller medfört att halter i mark och grundvatten ställvis blivit betydligt högre än vad som kan anses vara naturligt (detta är ingen ny företeelse, glasbruk släppte ut stora mängder bly redan på den romerska tiden). En viktig fråga i dagens samhällsplanering och hälsoskydd är att kartlägga denna påverkan. Det är självklart så att om man inte vet var onormalt höga halter finns, kan inga kopplingar till effekter på människa och övrig miljö göras.

Första steget på vägen att finna onormala förhöjningar är att finna ut vad som är normalt och inte. Exempelvis kan man med all säkerhet finna höga blyhalter i marken i närheten av en blygruva. En enkel slutsats skulle kunna vara att utsläpp och lakvatten från verksamheten är orsaken till detta, men man glömmer då att orsaken till att gruvan ligger där den gör är att det naturligt förekommer höga blyhalter i områdets berggrund. Denna naturliga förekomst av bly kan då inte enkelt skiljas från de utsläpp som gruvan orsakar.

Enklare blir det om vi i exemplet ovan följer den brutna malmen till smältverket, vilket vi tänker oss kan ligga långt från malmen. Berggrunden är här kanske av en helt annan typ med mycket låga blyhalter. Om prover från t ex växtligheten nära smältverket ändå uppvisar höga blyhalter, kan dessa med större säkerhet kopplas till detta. Om smältverket emellertid ligger i en storstadsregion med stor biltrafik som använder blyhaltig bensin har området sannolikt ändå höga halter av bly som inte hamnat där på naturlig väg, men som inte kan direkt kopplas till smältverket.

Denna diffusa förorening som fördelas över ett område ger tillsammans med de naturliga halterna områdets bakgrundsvärde. För att förtydliga vad som menas med bakgrundsvärde kan man jämföra med t ex PCB, som inte alls förekommer naturligt. Ändå kan PCB spåras jämnt fördelat på många ställen i naturen. All PCB har sitt ursprung i mänsklig aktivitet men man kan inte alltid peka ut en punktkälla i närheten.

Vi har därmed beskrivit de tre värden som behövs för att göra en korrekt bedömning av miljöpåverkan:

- ett mätvärde på den punkt vi vill undersöka.
- flera mätvärden från omgivningen för att ta reda på bakgrundsvärdet.
- flera mätvärden från opåverkade provmedier för att hitta det naturliga värdet.

Att göra detta varje gång en miljöteknisk undersökning utförs vore både dyrbart och ineffektivt. Syftet med föreliggande undersökning är att ta reda på bakgrundsvärden och naturliga värden för att stort antal ämnen. Det finns inga klara regler för hur stort område ett bakgrundsvärde eller naturligt värde kan representera utan detta får helt och hållet avgöras från fall till fall.

Vikten av att ta reda på dessa värden illustreras i exemplet ovan. Utan tillgång till bakgrunds- och naturliga värden hade det varit svårt att styra miljöåtgärderna åt rätt håll.

Städer och tätorter har alltså sina specifika problem med tungmetaller och andra kemiska ämnen. En kombination av olika metoder används för att kartlägga detta, bland annat markgeokemi och biogeokemi. På 1990-talet genomförde SGUs geokemiska enhet på uppdrag av Naturvårdsverket en undersökning av bakgrundshalter i mark i 19 av de största svenska städerna, bl a Göteborg [Naturvårdsverket - Rapport 4660, 1997] vilken kan ligga som grund till undersökningar. De olika geokemiska metoderna SGU använder kan användas på många olika sätt. Som exempel kan nämnas:

- Bakgrundshalter av metaller i mark. Viktiga vid bedömning av miljöbelastning.
- Undersökningar av förorenad mark, metaller och organiska miljögifter. Miljöbelastningen av dessa ämnen.
- Metallhalter i naturliga vattendrag och grundvatten.
- Metallhalter i luft i stadsmiljön, t ex runt förbränningsanläggningar och industrier.
- Undersökningar av avfallsanläggningar och deponier. Lokalisering och miljöeffekter.
- Effekter av försurning i stadsmiljö
- Hur förändras miljön med tiden vad avser tungmetaller i mark, luft och vatten
- Geokemiska miljökontrollprogram
- Hälsoeffekter av miljöföroreningar (tillsammans med medicinsk expertis), där geokemi används som basmaterial

Det är även värt att nämna att det finns 10 miljoner analysvärden i geokemiska databanker som kan användas som underlag till miljöundersökningar och även ca 60 000 geokemiska prov från vattendrag och mark i en geokemisk provbank.

Genom den biogeokemiska karteringen av Sverige har SGU en omfattande information och databaser om närvaro och frekvens av metaller i naturliga vattendrag. Landsbygden kring de flesta större städerna i Sverige är sedan tidigare undersökt biogeokemiskt av SGU och detta material kan användas som underlag vid undersökningar av metallhalterna i den urbana miljön. Genom att kompletterande de biogeokemiska provtagningarna kan variationen i tiden fås genom att jämföra med tidigare provtagningsresultat. På detta sätt kan vi få information om hur miljön i den urbana miljön förändrats sedan den första provtagningen skedde.

Genom den markgeokemiska karteringen av Sverige har SGU även omfattande information och databaser om närvaro och frekvens av metaller i jordar. Detta material kan bl a användas som underlag vid undersökningar av de naturliga bakgrundshalterna som finns i miljön, men även användas för att undersöka näringsämnen i jordar (av nytta för t ex skogsbruk) och markens motståndskraft mot försurning.

Syftet med den urbangeokemiska provtagningen i Göteborg av mark är beräkning på lokal nivå av bakgrundshalter av tungmetaller i tätort och närliggande landsbygd, bedömning av belastningsnivåer i tätorten, främst metaller, identifiering av diffust förorenade områden, recipientkontroll och identifiering av aktuella nivåer av metaller och organiska ämnen i staden. Syftet med den biogeokemiska undersökningen i Göteborg är beräkning av tidsvariationen av metaller i vattendragen och bedömning av metallbelastning. Husmosseprovtagningen syftar till att undersöka det luftburna nedfallet i Göteborgs kommun. Alla delarna i geokemiprojektet är integrerade med varandra.

OMRÅDESBESKRIVNING

I nedanstående kapitel beskrivs t. ex. hur stor andel olika jordarter och markslag (markanvändningar) upptar inom Göteborgs kommun. Vidare förklaras vad som avses med provtagning i sediment och morän.

GEOLOGI

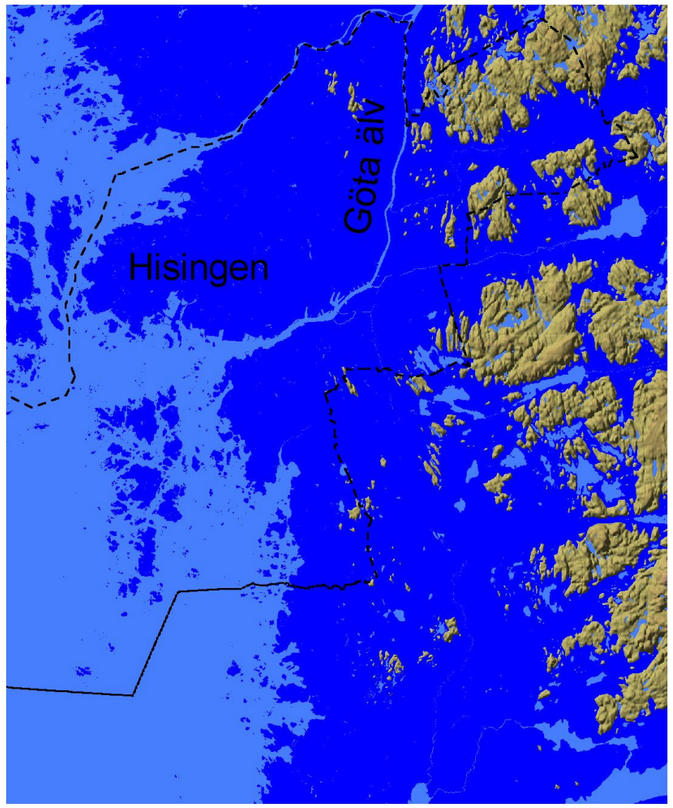
Jordarter och bergrund beskrivs i separata delar av Göteborgsprojektet och för mer detaljinformation om jord och berg hänvisas till dessa.

Jordarter

I nedanstående tabell sammanställs de areellt mest förekommande jordarterna inom kommunen.

Jordart	Andel
Berg i dagen	45%
Glacial finlera	16%
Postglacial finlera	12%
Postglacial mellansand-grovsand	5%
Torv; kärr	3%
Morän, grusig	3%
Glacial lera, ospecificerad	3%
Postglacial finsand	2%
Fyllning på okänt underlag	1%
Omväxlande morän och berg	1%
Torv; mosse	1%
Fyllning på svämsediment, ler-grovsilt	1%
Svämsediment, ler-silt	1%
Postglacialt grus	1%
Fyllning på postglacial finlera	1%
Isälvssediment, grovsilt-block	1%
Omväxlande morän med glacialt sorterat sediment, silt-block	1%
Övrigt	2%
Summa	*100%*

Nära halva kommunen area består av berg i dagen och ca en tredjedel av postglacial- och glacial finlera. Vidare, och som inte framgår av tabellen, är den totala andelen fyllning ca 3%.

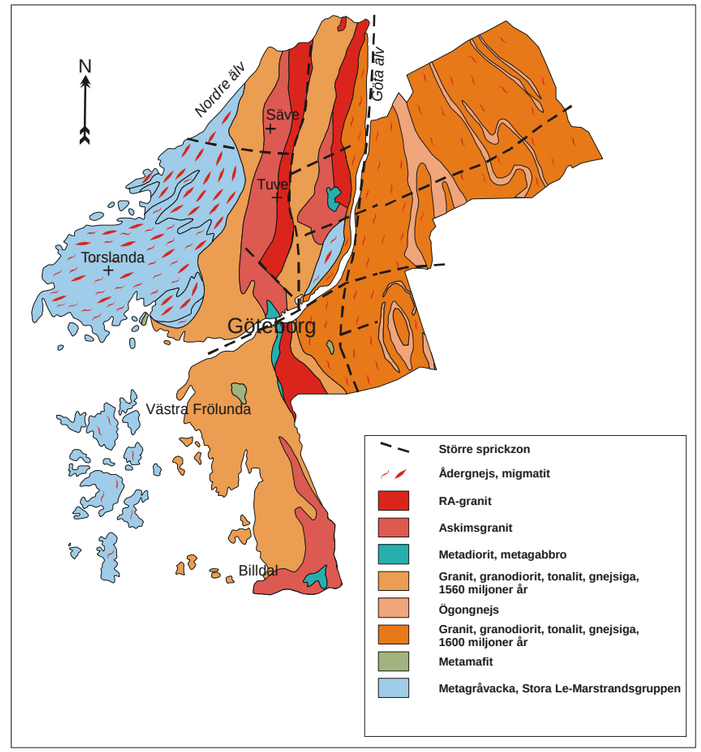


Figur 1. Högsta kustlinjen (HK) är den högsta nivå till vilket havet nått. Områden under HK har i figuren täckts med blå markering. Dagens havsyta samt sjöar har markerats med en något ljusare blå färg.

Högsta kustlinjen (HK) är den högsta nivå till vilket havet nått. Områden ovanför högsta kustlinjen har inte varit täckta av havet efter istiden och har därför inte svallats som är fallet med jordarterna under HK. HK ligger i området omkring 100 meter över nuvarande havsnivå [SGU, 1976]. I Figur 1 visas områden som befinner sig över HK (som öar). Även dagens kustlinje har infogats (ljusare blå färg). Den största delen av Göteborg kommun ligger under HK förutom ett mindre område i den nordöstra delen (Vättlefjäll).

Bergarter

De dominerande bergarterna inom kommunen är gnejser och graniter av olika sammansättning och utseende. Gnejser och graniter är sura till sin sammansättning vilket betyder att de är kiselrika (SiO_2). I ett stort antal mindre linser spridda över området, förekommer kiselfattiga bergarter, t. ex. diabas, gabbro och amfibolit. Dessa bergarter innehåller, i jämförelse med de sura bergarterna, mindre andelar kisel, kalium och natrium och högre andelar järn, magnesium och kalcium. Berggrundskartan över kommunen redovisas i nedanstående figur.



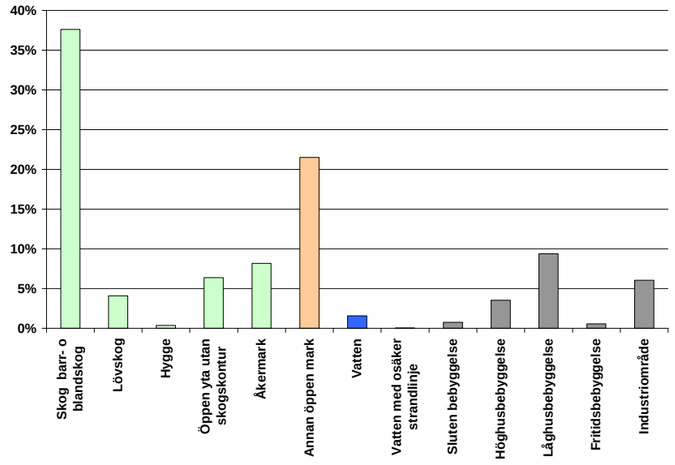
Figur 2. Berggrundsgeologiska kartan över Göteborgs kommun.

MARKANVÄNDNING

Kommunens yta upptas till ca 20% av bebyggelse av något slag, ca 60% natur- och åkermark och resterande som annan öppen mark (t.ex. vägar). I sammanställningen nedan har endast insjöar inberäknats som vatten, havet och Göta älv ingår ej.

Markslag	Andel %
Skog barr- o blandskog	38%
Lövskog	4%
Hygge	0.4%
Öppen yta utan skogskontur	6%
Åkermark	8%
Annan öppen mark	22%
Vatten	2%
Vatten med osäker strandlinje	0.02%
Sluten bebyggelse	1%
Höghusbebyggelse	4%
Låghusbebyggelse	9%
Fritidsbebyggelse	1%
Industriområde	6%
Summa	*100%*

Samma information som i tabellen redovisas i diagramform nedan.



METODIK

DEFINITION AV RURALA- OCH URBANA PROVER

Provtagningen har skett i urban och rural miljö. Med urban miljö avses stadsbebyggda områden. Med rural miljö avses landsbygd.

Med ovanstående indelning innefattar urban miljö:

- Annan öppen mark (i vissa fall)
- Sluten bebyggelse
- Höghusbebyggelse
- Låghusbebyggelse
- Fritidsbebyggelse
- Industriområde

I rural miljö innefattas:

- Annan öppen mark (I vissa fall)
- Skog – Barr- och blandskog
- Lövskog
- Hygge
- Öppen yta utan skogskontur
- Åkermark

BESKRIVNING AV PROVMEDIER

Djupmoränprover – rurala och urbana

Provtagning av morän har sitt ursprung i geokemiska metoder för mineralprospektering. Jordarten morän är generellt sett mycket vanlig i Sverige. Den har bildats genom att material skrapats eller brutits loss från berggrunden av inlandsisen och sedan deponerats efter en längre eller kortare transport. Detta gör att moränens kemiska sammansättning kan sägas spegla berggrundens, ju kortare transportsträcka desto bättre spegling. Efter att moränen avsatts svallades den av havet. På grund av att marken pressats ner av isen stod havet betydligt högre än det gör nu, inom undersökningsområdet är den högsta kustlinjen omkring 100 m över nuvarande havsnivå. Detta medför att morän under denna nivå har förlorat en varierande mängd av sitt finmaterial. Ofta har svallningen varit så kraftig att morän helt saknas. Detta tillsammans med att moränen inom stora delar av undersökningsområdet täcks av yngre jordar (se nedan) gör att morän är relativt ovanligt inom området (till skillnad mot Sverige som helhet, se ovan).

Moränen har även påverkats av markprocesser, något som fortfarande pågår. Detta medför att material med ursprunglig sammansättning bara kan påträffas ett stycke ner i marken i den s. k. C-horisonten (ofta gråaktig).

Djupsedimentprover – rurala och urbana

Inom undersökningsområdet är moränen oftast täckt av yngre sediment. Dessa har avsatts på det som var havsbotten när havet stod högre (eller mer korrekt, markytan låg lägre). Den dominerande jordarten är lera vilken förekommer i två typer, glacial lera som avsatts i närheten av inlandsisen och postglacial lera som avsatts i ett senare skede. Det är omöjligt att avgöra hur långt materialet i dessa sediment transporterats, men sannolikt är det betydligt längre än t ex moränen. Lerorna speglar därför inte berggrundens sammansättning men eftersom de utgör ett så dominerande inslag i geologin är de sannolikt en viktig källa till den naturliga metallbelastningen i området.
Precis som moräner påverkas leror av markprocesser, dock inte på samma sätt. Processerna tränger gärna betydligt djupare ner vilket kan medföra att helt opåverkat material kan vara svårt att nå vid provtagningen.

Ytprover – urbana

Markytan inom bebyggt område är nästan alltid påverkad av mänsklig aktivitet och består sällan av ursprungliga naturliga jordarter. Den kemiska sammansättningen påverkas dels av den naturliga sammansättningen i marken och dels av nedfall. Eftersom det översta jordlagren ofta utgörs av fyllning med varierande ursprung kan även den ursprungliga sammansättningen avvika betydligt mot underlaget. Ytprover har därför behandlats som en grupp oberoende av vilken jordart som är den naturliga på respektive provtagningspunkt.

Husmossprover

Metoden att mäta atmosfäriskt tungmetallnedfall genom att analysera landbaserade mossor lanserades redan under 1960-talet [bl. a. Medin M., 1999]. Metoden grundar sig på att mattbildande bladmossor tillgodoser sitt näringsbehov från atmosfären via luft och nederbörd. Upptaget sker direkt genom cellväggarna och förutom näringsämnen tar även mossan upp tungmetaller i samma proportion som dessa tillförs från atmosfären. Inget upptag sker från marken eftersom mossa saknar rötter.

I denna undersökning har husmossarten (Hylocomiun splendens) använts. Den är speciellt lämplig att använda eftersom den tillväxer i tydliga segment, ett nytt för varje år. Därigenom kan man undersöka nedfallet under en bestämd tidsperiod. Vanligtvis används de tre senaste årens segment, vilka tillsammans ger en integrerad bild av nedfallet.

Bäckvattenväxtprover

Provtagning av biologisk material för att kartera förekomsten av metaller är en metod som använts sedan 1960-talet. Ursprungligen provtogs sk bäcktorv, som består av rester av döda växter. Metoden har stadigt utvecklats sedan dess och numera provtas bara levande material i form av vattenlevande mossor (näckmossa) samt rötter av starr och älgört. Fördelarna med att provta levande material jämfört med t ex sediment är flera. Sammansättningen på minerogena sediment varierar så mycket att man inte alltid kan avgöra om en avvikande halt beror på olikheter mellan proverna eller på en verklig geokemisk avvikelse. Vid provtagning av bäckvattenväxter är alla prover likartade och kan därför jämföras med varandra Ytterligare en fördel med provtagning av detta medium är att man erhåller en direkt bild av den biotillgängliga metallhalten. Eftersom växterna tagit upp metaller under hela sin livstid har inte årstidsvariationer mm någon betydelse. På detta sätt ersätter ett bäckvattenväxtprov flera vattenprover tagna under lång tid.

Vattenmossprover

Sedan 1992 har provtagning av vattenmossa genomförts i Göteborgs kommun [bl. a. Medin M., 1992]. Metodiken grundar sig på att vattenlevande mossa (Fontinalis antipyretica) tar upp metaller i proportion till metallhalten i vattnet. Genom att sätta ut (transplantera) mossa i de vattendrag som önskas undersökas kan man mäta den metallbelastning som mossan har varit utsatt för. Metoden är snarlik den som används vid SGUs biogeokemiska kartläggning. Skillnaden är att SGU samlar in mossor som naturligt växer i vattendragen.

PROVTAGNING

Generellt för all provtagning är att den utförts av kvalificerad personal med stor erfarenhet av liknande provtagning i andra sammanhang. Stor vikt har lagts vid kvalitetskontroll och provhygien, dvs att proverna protokollförts noga och att provtagningsredskapen rengjorts mellan provtagningarna.

Djupmoränprover – rurala och urbana

Lämpliga punkter är t ex skogsbackar med barrträd eftersom markprofilerna där är skarpa och relativt tunna. Det är också viktigt att svallkappan är tunn samt att mänsklig påverkan kan uteslutas. Markprofilen genomgrävs för hand med spade och spett ner till c-horisonten, d. v. s. dit markprocesserna inte når. Provdjupet ligger normalt på 0.7-1.2 meter.

Djupsedimentprover – rurala och urbana

Proverna tas på liknande sätt som moränproverna, skillnaden är att det ofta är svårt att genomgräva markprofilerna helt. Proverna tas på ett fast djup av ca 1 m vilket innebär att matjorden genomgrävts helt.

Ytprover - urbana

Proverna tas med spade i markytans översta 2 dm. Vid provtagningen medtas inte rotfilt eller grässvål, därmed djupare rötter och humusskikt. Vid valet av provpunkt undviks direkta källor till de ämnen som analyseras, i övrigt tas ingen hänsyn till jordart eller liknande.

De ytprover som analyserades med avseende på organiska ämnen placerades i särskilda diffusionstäta behållare och skickades omgående till analys.

Husmossprover

Provtagningen genomfördes under september 1999 då senaste årssegmenten var fullt utvecklade. Antalet och valet av provplatser har gjorts för att erhålla en regional bild av metallnedfallet över kommunen. Proven insamlades från öppna markytor inom skogs- och parkområden. Genom att insamla husmossa inom öppna partier i terrängen undviker man störande metallbelastning från trädens krondropp. Det är viktigt att använda plasthandskar för att undvika kontaminering vid insamlingen och vid renrensningen av husmossan. Ett prov kräver att man inom en radie av 50 – 100 meter samlar in 2 – 3 liter husmossa.

Bäckvattenväxtprover

Provtagningen tillgår så att man letar upp lämpliga växter (se ovan) och skär/drar loss dom vattentäckta rötterna. Därefter sköljs provet mycket noggrant i samma vattendrag som de provtogs i. Sköljningen sker för att avlägsna allt minerogent material, lös humus och bruna järn- och manganutfällningar.

Vid provtagningen försöker man i första hand provta i mindre vattendrag där den största delen av vattnet utgörs av grundvatten. Punktformiga föroreningskällor undviks också.

Vattenmossprover

Utsättning av vattenmossa genomföres vanligen under perioden oktober – november så att man hinner få med vattenflödet från höstregnen. Efter ca fyra veckor samlas vattenmossan in för provberedning och analys. Medins hantering av vattenmossa är ackrediterad enligt metodbeskrivning i BIN VR 21 (NV 1986).

PROVBEREDNING OCH ANALYS

Markprover

Alla jordprover (ytprov och djupprov) bereds på liknande sätt oavsett provtyp. Vilken provberedning som sker beror istället på vilka analyser som ska utföras. Prover till metallanalys frys- eller vakuumtorkas varefter de siktas på nylonsikt med 2 mm eller 63 µm (0,06 mm) maskvidd.

Provet delas därefter och analyseras med två metoder, röntgenfluorescens (XRF) och plasmateknik (ICP-MS).

Därefter lakas provet med kungsvatten och (eller 7 M HNO_3). Den lösta fasen analyseras med plasmateknik (ICP - MS) och även röntgenfluorescens (XRF) vilket ger totalhalter i provet.

Organiska ämnen analyseras utan föregående torkning då detta skulle innebära att flyktiga komponenter avgår. Analys sker med gaskromatograf.

Husmossprover

Husmossan får under ca tre veckor lufttorka i rumstemperatur. Därefter homogeniseras proven genom malning varvid provmaterialet blir ett finfördelat pulver. Till analysen åtgår ett gram som upplöses i 7 M salpetersyra. Analyserna har utförts med ICP-MS vid SGUs geokemiska laboratorium i Uppsala.

Bäckvattenväxtprover

Provmaterialet delas i två delar varav den ena torkas i rumstemperatur och homogeniseras. Denna del analyseras

med avseende på kvicksilver och selen. Den andra delen torkas i 105^{o} C, vägs, inaskas vid 450^{o} C under 12 timmar och vägs därefter på nytt. Därefter sker analys på övriga metaller. Kadmium, kvicksilver och selen analyseras med atomabsorption, övriga metaller med röntgenfluorescens. Halterna räknas sedan om efter halten organiskt material som erhålls vid askningen. Halterna anges i förhållande till askan.

Vattenmossprover

Efter att den utsatta vattenmossan har samlats in skickas de vidare till Alcontrol Lab (fd KM lab AB) i Uppsala för provberedning och kemisk analys. Frågor angående provhantering och analyser hänvisas till Medins Sjö- och Åbiologi AB i Göteborg.

STATISTIK

I följande kapitel redovisas insamlad information på ett antal olika sätt, bl. a. percentiltabeller, boxplottar och histogram.

Man skall ha i åtanke att redovisad statistik (och kartor) baseras på de provtagningar som utförts inom ramen av detta projekt. Representativiteten är i vissa fall osäker på grund av att antalet prover är litet. Sker kompletterande provtagning är det troligt att resultatet ändras något i förhållande till denna redovisning. Provpunkterna framgår i kartor under kapitel Provnummerkartor.

PERCENTILINDELNING

För ämnena As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V och Zn redovisas percentiler i nedanstående tabeller. Samtliga analyserade ämnen redovisas i Bilaga 2.

I tabellerna som följer kan man ställa halterna i Göteborg i relation till riket i övrigt men också halterna i olika delar av Göteborg i relation till varandra.

I respektive tabell redovisas separat statistik för provtyp, morän, sediment (sed) och ytjord, fraktion (Frak) samt i vilka områden proverna tagits, Riket, Göteborgs kommun (Gbg), Rurala Göteborg (Ru Gbg), Urbana Göteborg (Ur Gbg), Delsjöområdet (Delsj), grundvattenrör (gv-rör), inom stadsbebyggelse (Stad) inklusive parkmark, kyrkogård, koloni mm samt till sist i industrinära miljö (Ind).

Proverna har upplösts med 7 M HNO_3 och analyserats med ICP-MS. Halterna anges i ppm.

I tabellerna redovisas antal prover (n), 10:e percentilen (p10), median (m), 90:e percentilen (p90), 95:e percentilen (p95), 99:e percentilen (p99) och maximun (max).

Termen percentil motsvarar värden av en variabel som ligger under en specifik procentsats av hela populationen. T. ex. i tabellen As – Arsenik förekommer p10 (10:e percentilen) i tabellhuvudet. För morän med fraktion mindre än 0.06 mm är 10:e percentilen 1.2 ppm. Denna halt avser att 10% av alla uppmätta arsenikhalter ligger under 1.2 ppm.

As - Arsenik

As	Frak	Område	n	p10	m	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket	5238	1.2	5.8	18.2	24.6	49.7	
		Gbg	49	0.81	1.64	3.37	3.84	10	10
		Ru Gbg	21	0.55	1.4	2.69	2.79	3.55	3.55
		Ur Gbg	28	1.33	1.43	2.28	3.79	5.67	10
	< 2	Ru Gbg	7	0.53					1.46
		Ur Gbg	28	0.49	0.78	1.35	1.51	1.97	1.97
sed	< 2	Gbg	79	0.47	2.32	6.09	7.03	9.89	10.56
		Ru Gbg	30	1.14	2.87	6.25	6.86	9.89	9.89
		Ur Gbg	49	0.39	1.88	5.77	8.12	10.56	10.56
ytjord	< 2	Gbg	130	0.84	2.19	4.64	6.33	9.27	10.92
		Delsj	39	0.75	1.54	2.73	3.02	4.4	4.4
		gv-rör	5	0.77					1.96
		Stad	73	1.2	2.64	4.8	6.33	6.99	10.92
		Ind	13	0.96	2.86	9.22	9.22	9.27	9.27

Cd - Kadmium

Cd	Frak	Område	n	p10	m	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket	5238	0.06	0.108	0.216	0.283	0.464	
		Gbg	49	0.045	0.08	0.143	0.184	0.497	0.497
		Ru Gbg	21	0.041	0.079	0.117	0.124	0.184	0.184
		Ur Gbg	28	0.058	0.080	0.154	0.282	0.497	0.497
	< 2	Ru Gbg	7	0.019					0.065
		Ur Gbg	28	0.023	0.039	0.078	0.092	0.099	0.099
sed	< 2	Gbg	79	0.021	0.061	0.132	0.164	0.312	0.327
		Ru Gbg	30	0.034	0.068	0.126	0.148	0.197	0.197
		Ur Gbg	49	0.019	0.046	0.135	0.195	0.327	0.327
ytjord	< 2	Gbg	130	0.056	0.140	0.326	0.420	0.623	0.842
		Delsj	39	0.035	0.076	0.173	0.184	0.274	0.274
		gv-rör	5	0.063					0.124
		Stad	73	0.075	0.190	0.351	0.435	0.564	0.623
		Ind	13	0.064	0.147	0.420	0.420	0.842	0.842

Co - Kobolt

Co	Frak	Område	n	p10	m	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket	5238	2.6	5.5	10.6	12.5	17.8	
		Gbg	49	2.6	5.6	11.1	13.1	18.7	18.7
		Ru Gbg	21	2.9	7.4	10.5	12.5	13.1	13.1
		Ur Gbg	28	2.5	4.0	11.1	15.9	18.7	18.7
	< 2	Ru Gbg	7	1.5					7.8
		Ur Gbg	28	1.5	2.4	4.8	5.0	6.0	6.0
sed	< 2	Gbg	79	1.7	5.6	14.4	16.1	18.2	20.8
		Ru Gbg	30	3.1	8.4	15.8	16.1	17.4	17.4
		Ur Gbg	49	1.6	3.6	12.2	16.3	20.8	20.8
ytjord	< 2	Gbg	130	0.7	3.1	6.2	7.4	12.9	24.4
		Delsj	39	0.3	1.3	3.2	4.2	4.6	4.6
		gv-rör	5	0.7					8.3
		Stad	73	1.3	3.7	6.5	7.0	12.9	24.4
		Ind	13	0.3	4.1	7.4	7.4	7.6	7.6

Cu - Koppar

Cu	Frak	Område	n	p10	M	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket	5238	5.7	12.8	26.1	31.7	51.1	
		Gbg	49	8.0	13.5	29.1	34.7	38.5	38.5
		Ru Gbg	21	8.3	13.5	34.7	37.8	38.5	38.5
		Ur Gbg	28	7.6	13.0	25.6	28.4	31.8	31.8
	< 2	Ru Gbg	7	2.6					23.1
		Ur Gbg	28	3.2	6.7	8.4	12.4	12.8	12.8
sed	< 2	Gbg	79	3.8	10.3	20.3	23.4	35.8	271.1
		Ru Gbg	30	4.9	14.3	21.1	27.2	35.8	35.8
		Ur Gbg	49	3.0	7.7	17.5	22.4	271.1	271.1
ytjord	< 2	Gbg	130	2.4	10.2	33.2	57.4	135.5	399.5
		Delsj	39	1.4	3.8	10.0	14.2	33.4	33.4
		gv-rör	5	2.9					5.3
		Stad	73	4.1	17.1	49.6	69.8	82.1	399.5
		Ind	13	4.3	10.7	25.3	25.3	135.5	135.5

Ni – Nickel

Ni	Frak	Område	n	p10	m	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket	5238	4.1	10.4	27.7	34.2	53	
		Gbg	49	4.7	8.3	17.0	24.8	38.0	38.0
		Ru Gbg	21	4.5	11.6	17.0	24.8	38.0	38.0
		Ur Gbg	28	4.9	7.6	15.5	24.3	34.3	34.3
	< 2	Ru Gbg	7	2.3					29.6
		Ur Gbg	28	2.0	4.2	7.1	10.3	11.6	11.6
sed	< 2	Gbg	79	2.9	10.8	23.5	27.2	36.5	40.6
		Ru Gbg	30	6.2	15.5	27.2	36.5	40.6	40.6
		Ur Gbg	49	2.5	7.0	18.9	23.5	30.3	30.3
ytjord	< 2	Gbg	130	1.4	4.8	10.7	12.6	16.5	69.5
		Delsj	39	0.7	1.9	5.8	6.1	8.0	8.0
		gv-rör	5	0.8					3.5
		Stad	73	2.3	6.2	10.9	12.6	15.2	69.5
		Ind	13	2.0	7.5	14.6	14.6	16.5	16.5

Cr - Krom

Cr	Frak	Område	n	p10	m	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket	5238	5.4	13.1	29.5	35.8	51.5	
		Gbg	49	6.3	15.2	29.0	31.2	45.7	45.7
		Ru Gbg	21	5.9	14.5	27.1	30.0	45.7	45.7
		Ur Gbg	28	8.3	16.5	29.0	31.2	33.5	33.5
	< 2	Ru Gbg	7	2.1					40.2
		Ur Gbg	28	2.7	7.5	9.7	14.9	19.4	19.4
sed	< 2	Gbg	79	4.1	15.8	33.4	37.2	40.7	53.9
		Ru Gbg	30	7.0	19.8	38.1	40.7	53.9	53.9
		Ur Gbg	49	3.6	12.2	30.3	33.4	37.2	37.2
ytjord	< 2	Gbg	130	3.0	8.5	16.6	20.1	34.2	60.0
		Delsj	39	2.4	5.6	10.4	11.2	16.6	16.6
		gv-rör	5	2.2					5.9
		Stad	73	3.3	9.9	16.8	18.1	21.2	22.7
		Ind	13	3.3	12.3	34.2	34.2	60.0	60.0

Hg - Kvicksilver

Hg	Frak	Område	n	p10	M	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket							
		Gbg	49	0.016	0.072	0.196	0.453	0.515	0.515
		Ru Gbg	21	0.007	0.032	0.118	0.160	0.188	0.188
		Ur Gbg	28	0.051	0.099	0.442	0.474	0.515	0.515
	< 2	Ru Gbg	7	0.003					0.091
		Ur Gbg	28	0.009	0.032	0.082	0.105	0.165	0.165
sed	< 2	Gbg	79	0.007	0.021	0.065	0.124	0.196	0.348
		Ru Gbg	30	0.010	0.020	0.029	0.037	0.043	0.043
		Ur Gbg	49	0.006	0.026	0.092	0.143	0.348	0.348
ytjord	< 2	Gbg	130	0.048	0.155	0.654	0.973	1.387	1.607
		Delsj	39	0.040	0.095	0.193	0.209	0.236	0.236
		gv-rör	5	0.098					0.117
		Stad	73	0.059	0.214	0.916	1.035	1.387	1.607
		Ind	13	0.030	0.084	0.629	0.629	1.324	1.324

Pb - Bly

Pb	Frak	Område	n	p10	m	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket	5238	4.3	9.1	20	25.1	53	
		Gbg	49	5.0	7.4	13.7	19.8	24.4	24.4
		Ru Gbg	21	4.0	6.2	11.8	12.1	14.1	14.1
		Ur Gbg	28	5.3	8.0	14.5	19.9	24.4	24.4
	< 2	Ru Gbg	7	1.8					6.1
		Ur Gbg	28	2.3	3.3	5.6	6.3	6.7	6.7
sed	< 2	Gbg	79	2.2	8.6	19.1	22.2	28.4	56.8
		Ru Gbg	30	4.0	11.1	19.1	22.2	28.4	28.4
		Ur Gbg	49	1.9	6.1	18.0	23.6	56.8	56.8
ytjord	< 2	Gbg	130	9.8	25.2	72.0	105.3	183.7	331.5
		Delsj	39	7.2	17.9	27.5	28.5	33.7	33.7
		gv-rör	5	11.3					19.0
		Stad	73	10.9	37.8	87.3	106.4	138.3	183.7
		Ind	13	8.6	19.2	105.3	105.3	331.5	331.5

V – Vanadin

V	Frak	Område	n	p10	m	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket	5238	9.3	18.1	33.9	39	53.1	
		Gbg	49	16.7	29.7	51.8	58.0	73.2	73.2
		Ru Gbg	21	15.8	23.2	47.2	57.3	58.0	58.0
		Ur Gbg	28	18.1	29.7	51.8	63.0	73.2	73.2
	< 2	Ru Gbg	7	5.4					27.9
		Ur Gbg	28	7.1	14.6	19.3	26.3	29.0	29.0
sed	< 2	Gbg	79	8.6	27.1	53.0	53.9	56.3	65.2
		Ru Gbg	30	14.2	31.6	53.0	55.1	65.2	65.2
		Ur Gbg	49	7.4	24.4	49.4	53.6	56.3	56.3
ytjord	< 2	Gbg	130	10.8	20.0	37.1	42.0	58.0	67.2
		Delsj	39	8.0	17.8	37.1	41.5	58.0	58.0
		gv-rör	5	10.1					22.7
		Stad	73	12.4	20.8	35.0	38.2	54.4	67.2
		Ind	13	4.7	21.6	39.0	39.0	56.0	56.0

Zn - Zink

Zn	Frak	Område	n	p10	m	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riket	5238	20.2	39.6	71.2	86.5	131.7	
		Gbg	49	17.0	37.4	70.0	81.3	105.5	105.5
		Ru Gbg	21	15.1	40.3	69.3	71.2	78.1	78.1
		Ur Gbg	28	17.0	31.6	70.0	94.6	105.5	105.5
	< 2	Ru Gbg	7	7.9					47.7
		Ur Gbg	28	10.4	15.7	29.7	41.4	41.4	41.4
sed	< 2	Gbg	79	11.3	39.9	89.5	105.8	128.1	141.4
		Ru Gbg	30	22.4	56.9	90.3	121.5	128.1	128.1
		Ur Gbg	49	9.6	29.9	86.5	105.1	141.4	141.4
ytjord	< 2	Gbg	130	7.8	35.4	133.8	195.2	279.1	428.1
		Delsj	39	4.5	14.1	31.4	39.6	51.5	51.5
		gv-rör	5	12.3					37.8
		Stad	73	14.9	69.0	178.5	206.4	278.0	279.1
		Ind	13	7.7	36.8	179.4	179.4	428.1	428.1

BOXPLOTTAR – URBANA YTPROVER OCH MARK-ANVÄNDNING

Boxplottar är ett grafiskt sätt att presentera statistik. För en variabel uppritas en rektangel (box) där överkanten, i detta fall, representerar gränsen för den övre kvartilen (75:e percentilen) och där den undre kanten representerar gränsen för den undre kvartilen (25:e percentilen). Värden utanför den undre och den övre kvartilen presenteras med en linje fram till variabelns högsta och lägsta uppmätta värde. Linjerna avslutas där med en vinkelrät linje. Även median presenteras i form av en punkt (liten kvadrat).

Genom att presentera flera boxar bredvid varandra, som representerar olika provmiljöer, kan enkelt och snabbt uppfattning om t. ex. avvikelser i de olika populationerna erhållas.

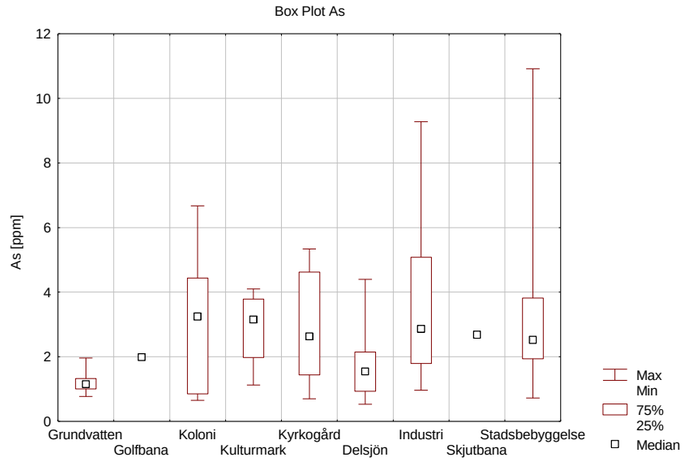
Avvikelser som kan nämnas (och som överstiger Naturvårdsverkets riktvärde för känslig mark – KM) är ämnena Cu, Hg, Pb och Zn. Mer information om Naturvårdsverkets riktvärde KM finns under kapitel Karttyper. Dessa prover har används för att skapa kartorna *”Relativ metallbelastning och Tillstånd för förorenad mark (NV)”*.

I nedanstående boxplottar redovisas halter för ytprover (< 2 mm) vilka indelats i antal olika markanvändningar. Antal prover per markanvändning framgår i tabell nedan.

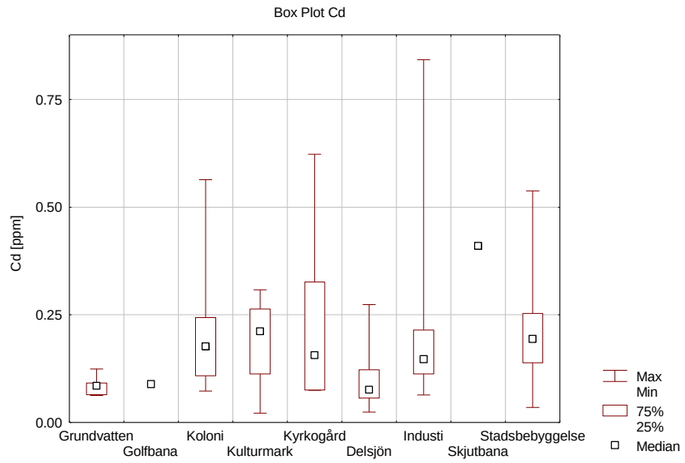
Markanvändning	Antal prover
Grundvattenrör	5
Golfbana	1
Koloni	7
Kulturmark	4
Kyrkogård	5
Delsjön	39
Industri	13
Skjutbana	1
Stad	55
Summa	*130*

Proverna har upplösts med 7 M HNO_3 och analyserats med ICP-MS.

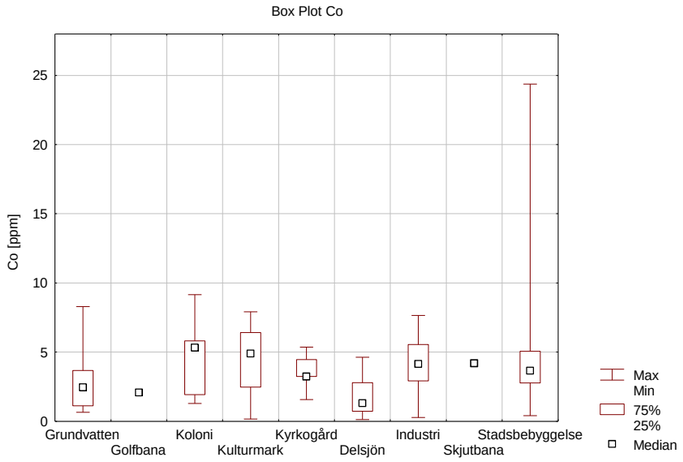
As – Arsenik



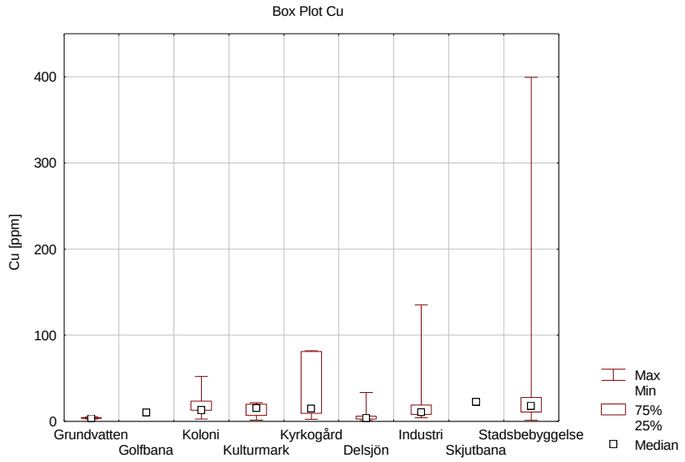
Cd - Kadmium



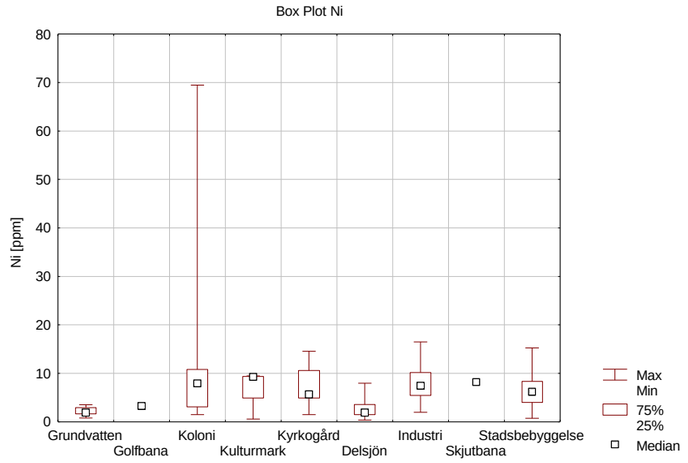
Co - Kobolt



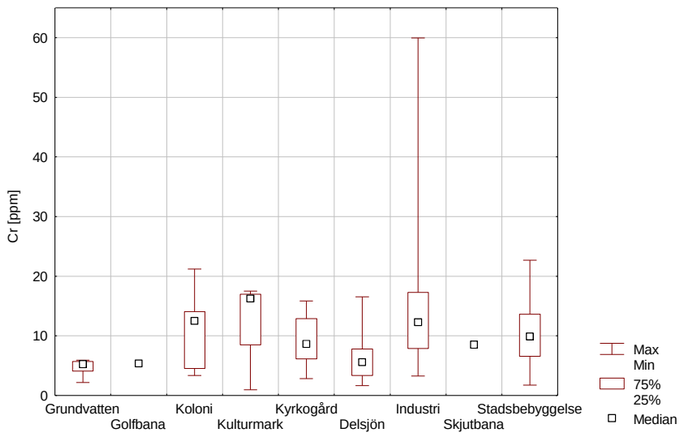
Cu - Koppar



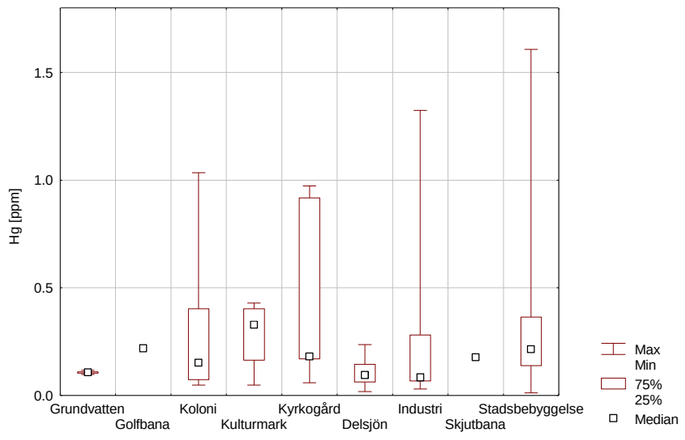
Ni - Nickel



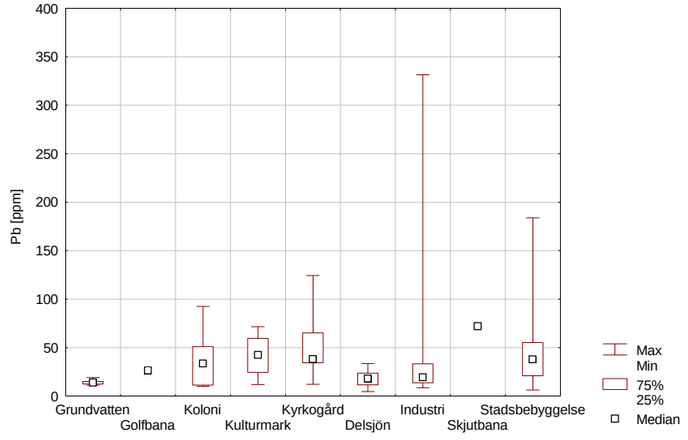
Cr - Krom



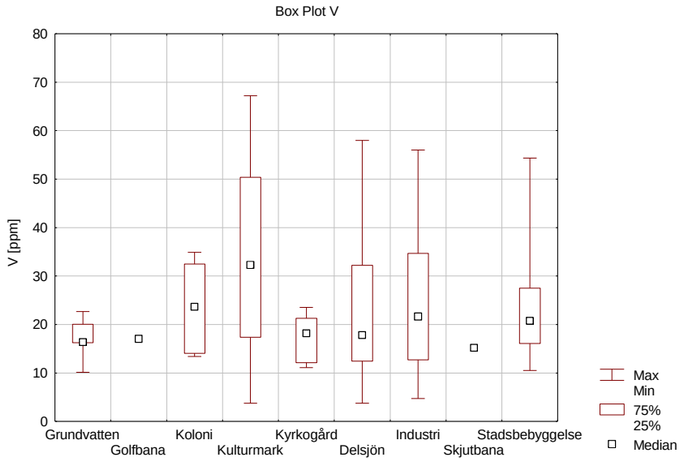
Hg - Kvicksilver



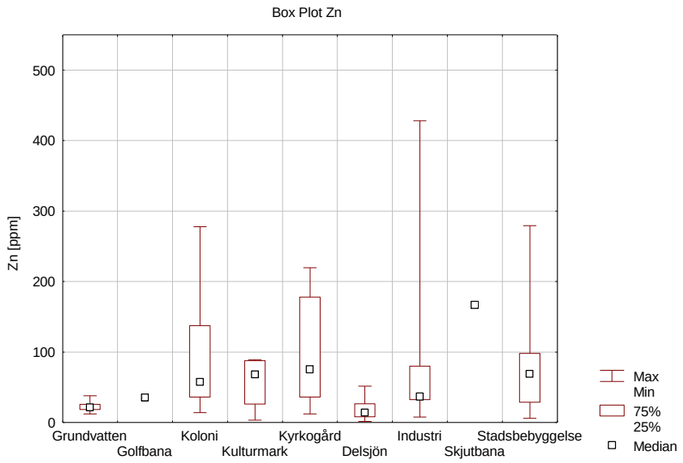
Pb - Bly



V - Vanadin



Zn - Zink



BOXPLOTTAR – URBANA- YTPROVER OCH DJUPSEDIMENTPROVER

Angående redovisning av boxplottar se kapitel ”Boxplottar – Urbana ytprover och markanvändning”.

I nedanstående boxplottar redovisas As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, och Zn med avseende på markanvändning och två olika provtyper, ytprover och urbana djupsedimentprover.

De olika provmiljöerna som redovisas är:

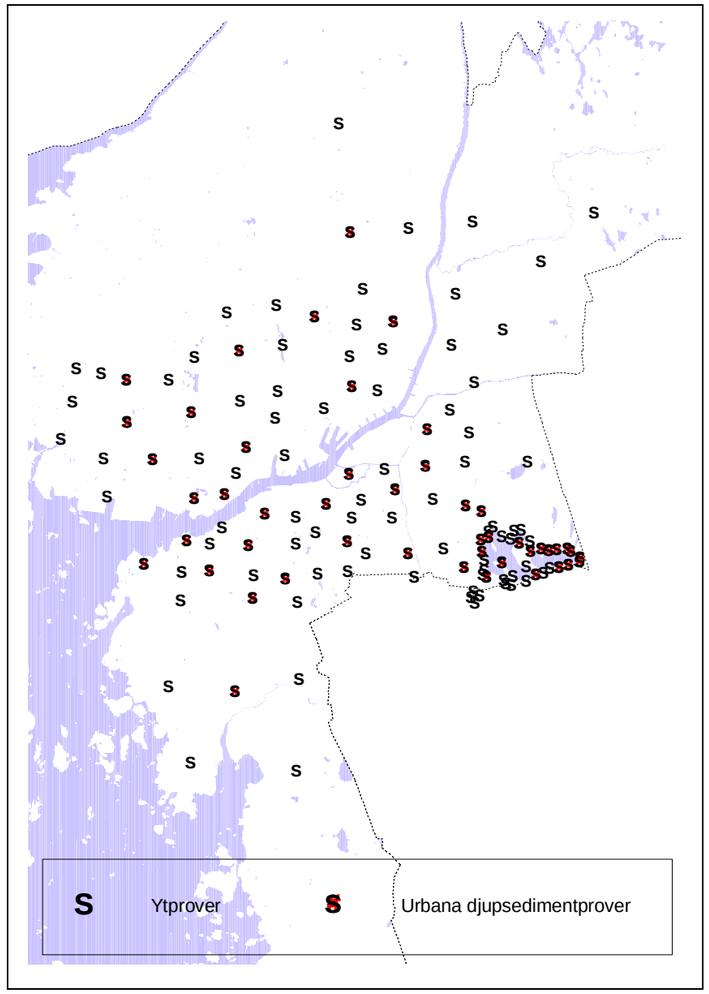
- Ind – Ytprov, industrinära miljö
- Stad – Ytprov, stadsmiljö inkl. kyrkor, kolonier mm.
- Delsj – Ytprov, Delsjöområdet (inom avrinningsområdet)
- Used2 - Urbana djupsedimentprov

I princip förekommer endast avvikelser för ämnena koppar och bly som i några ytprover har högre halter än NV:s riktvärde (KM). Generellt ligger halterna i Delsjöområdet lägre än övriga ytprover. Som jämförelse med ytproverna har djupsedimentproverna infogats i diagrammen. Provtagningspunkterna för respektive provtyp framgår i Figur 3.

Sammanlagt har 130 ytprov och 49 djupsedimentprov provtagits inom kommunen och redovisas i boxplottarna.

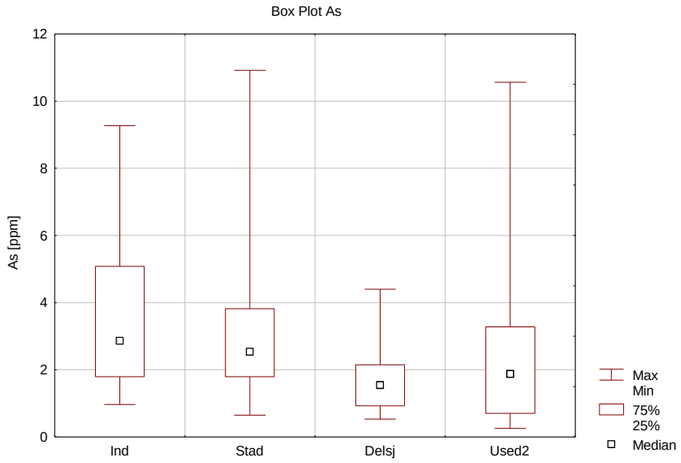
Kombinationen av provtyperna ytprover och urbana djupsedimentprover har används för att skapa de sk kvotkartorna. Detta kapitel kan med fördel studeras samtidigt med dessa kartor.

Proverna har upplösts med 7 M HNO_3 och analyserats med ICP-MS (< 2 mm).

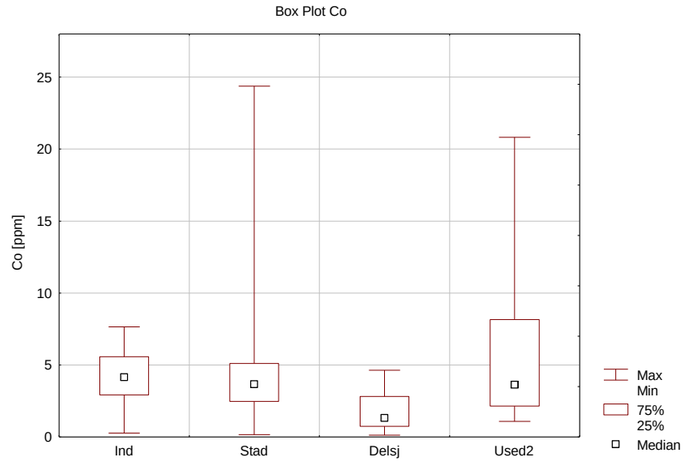


Figur 3. Provtagningspunkter för ytprover och urbana djupsedimentprover.

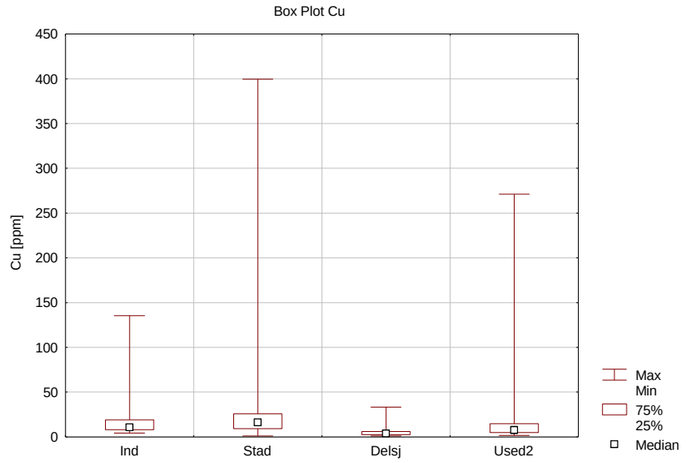
As – Arsenik



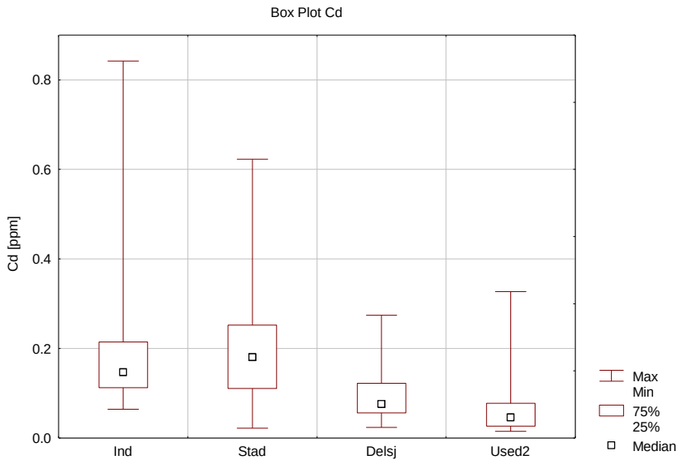
Co – Kobolt



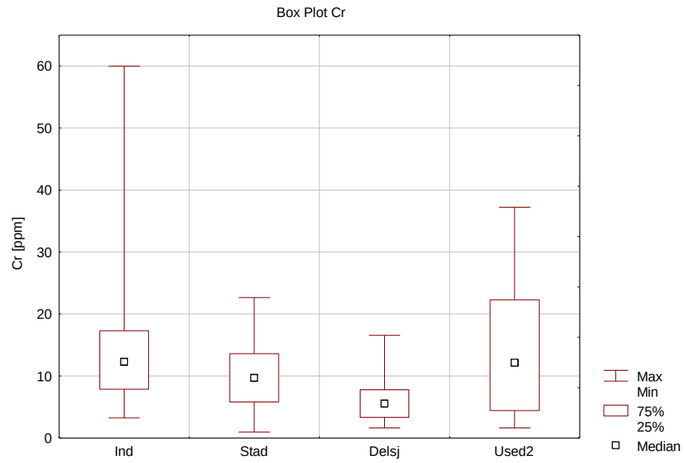
Cu – Koppar



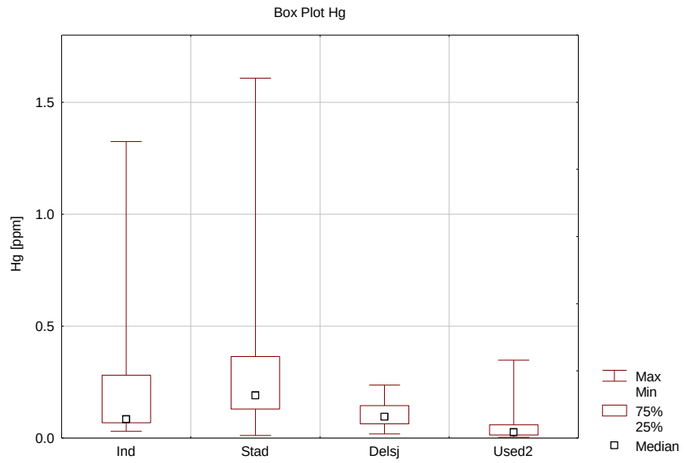
Cd – Kadmium



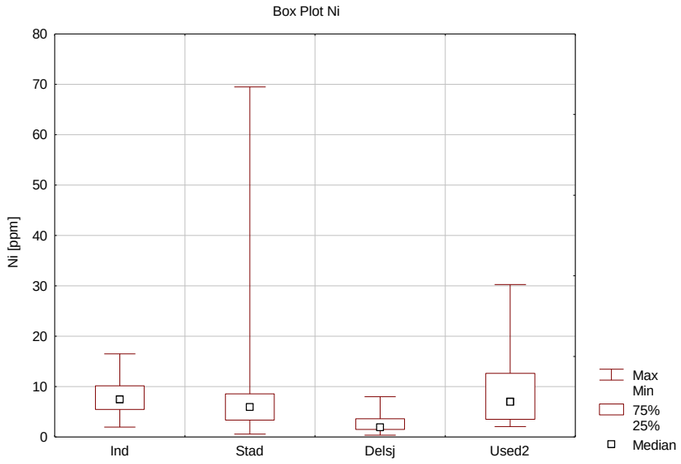
Cr – Krom



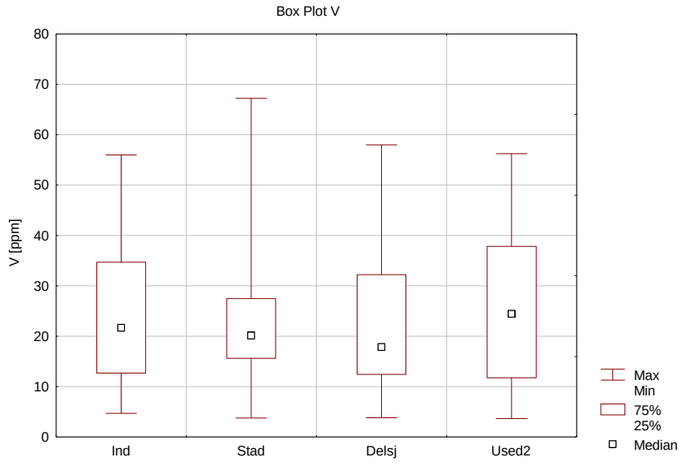
Hg – Kvicksilver



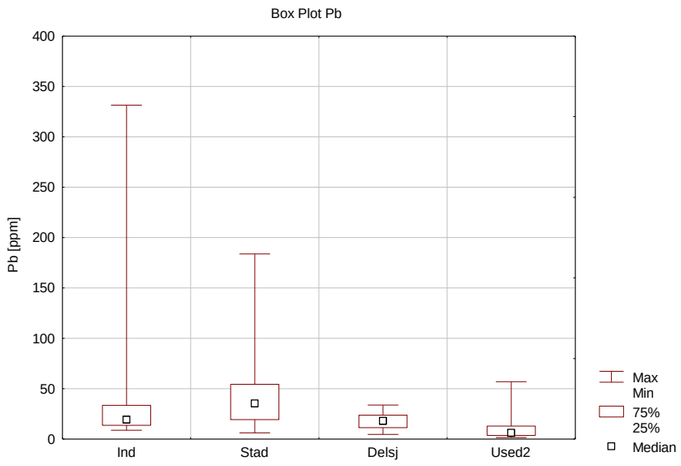
Ni – Nickel



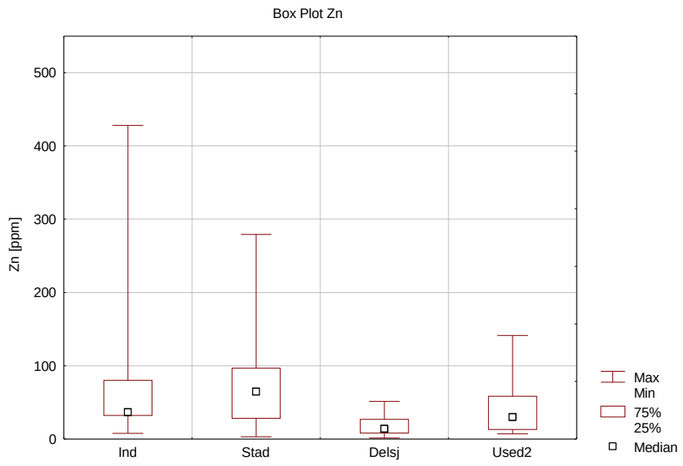
V – Vanadin



Pb – Bly



Zn – Zink



BOXPLOTTAR – RURALA- OCH URBANA DJUPPROVER

Angående redovisning av boxplottar se kapitel ”Boxplottar – Urbana ytprover och markanvändning”.

Generellt bör djupprover uppvisa liknande trender oavsett om proverna tagits i rural- eller urban miljö. Djupprover skall i princip visa inom vilka gränser som de naturliga variationerna spänner för de olika ämnena. Mycket stora avvikelser mellan rurala- och urbana prover kan tolkas som antropogen påverkan (påverkan från mänskliga aktiviteter), som trängt djupt ner i marken.

I nedanstående boxplottar presenteras rurala djupsedimentprover (RS), rurala djupmoränprover (RM), urbana djupsedimentprover (US) och urbana djupmoränprover (UM). Sammanlagt har 114 prover tagits varav 30 st. RS, 7 st. RM, 49 st. US och 28 st. UM. Det lilla antalet prover för rurala djupmoränprover gör att representativiteten är dålig. Detta gäller i viss mån även de urbana djupmoränproverna.

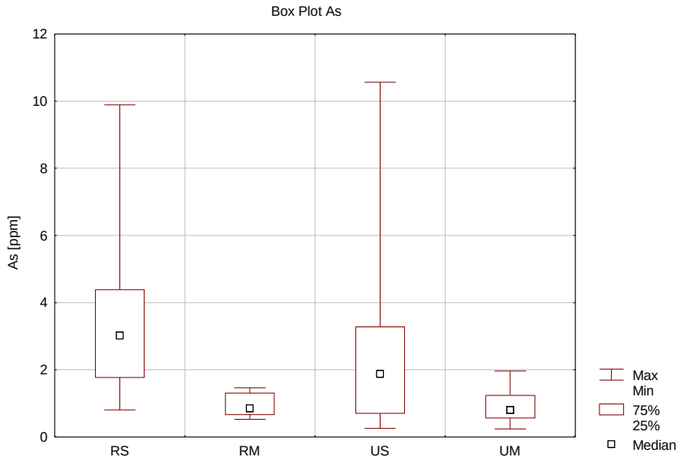
I de flesta fall har sedimentproverna högre värden än moränproverna. Orsaken till detta har inte utretts vidare inom detta projekt men vanligtvis brukar en viss anrikning ske vid transport vilket sedimenten utsatts för i högre grad än moränerna. Även kornstorleken har stor betydelse.

Vidare ligger den övre kvartilen generellt högre i de rurala sedimentproven i jämförelse med de urbana sedimentproven. Dock förekommer ett undantag – kvicksilver.

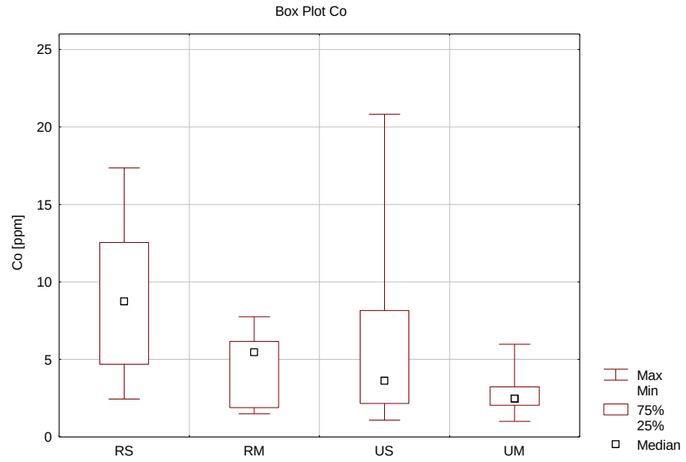
Vidare förekommer en mycket stor avvikelse (ca 6 ggr högre än resterande provtyper) för koppar i urbana sedimentproven. Detta beror på att ett prov har uppmätts till 271 ppm. Näst högsta värdet ligger kring 25 ppm.

Proverna har upplösts med 7 M HNO_3 och analyserats med ICP-MS (< 2 mm).

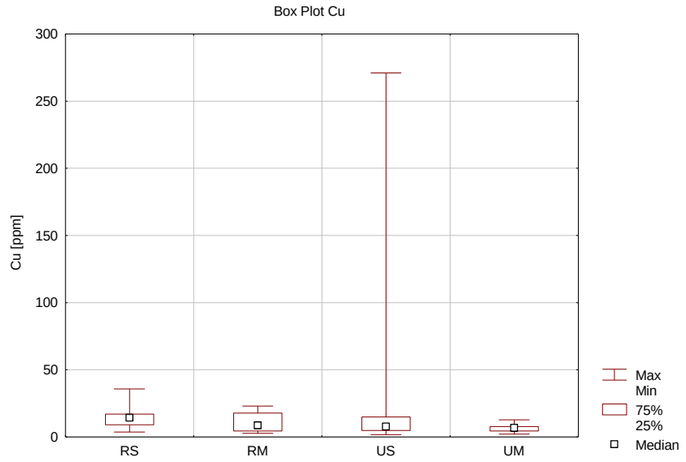
As – Arsenik



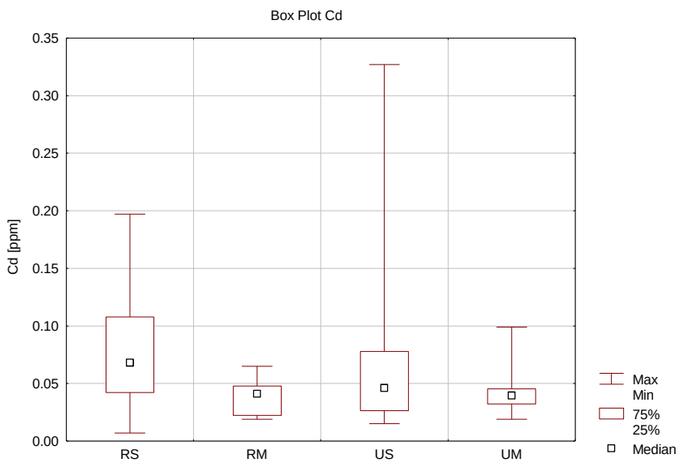
Co – Kobolt



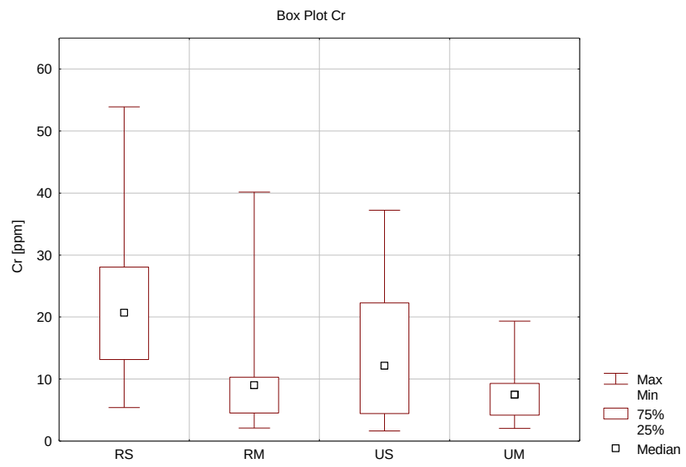
Cu – Koppar



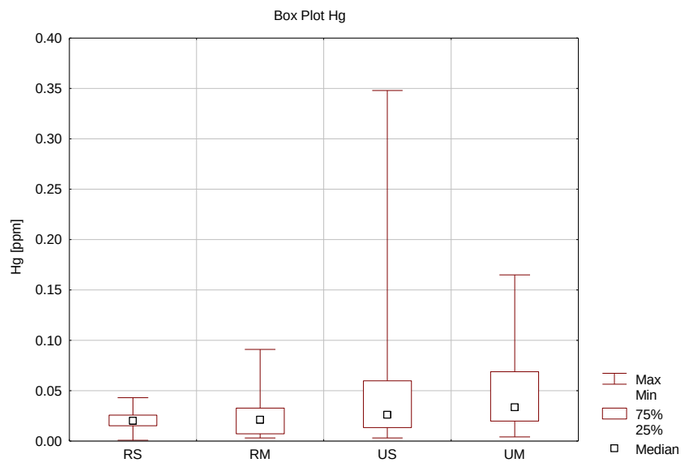
Cd – Kadmium



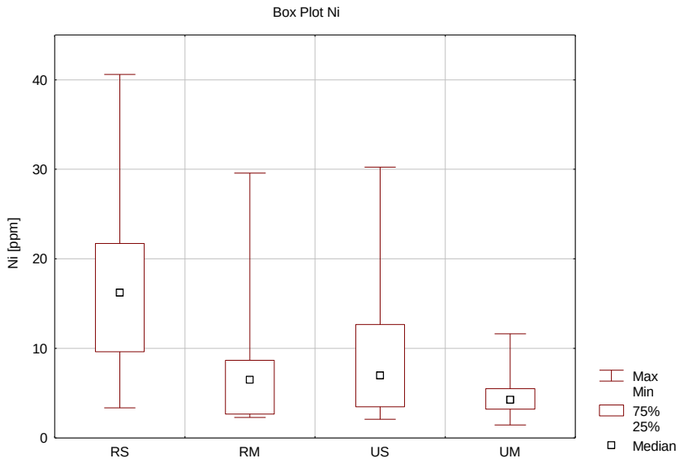
Cr – Krom



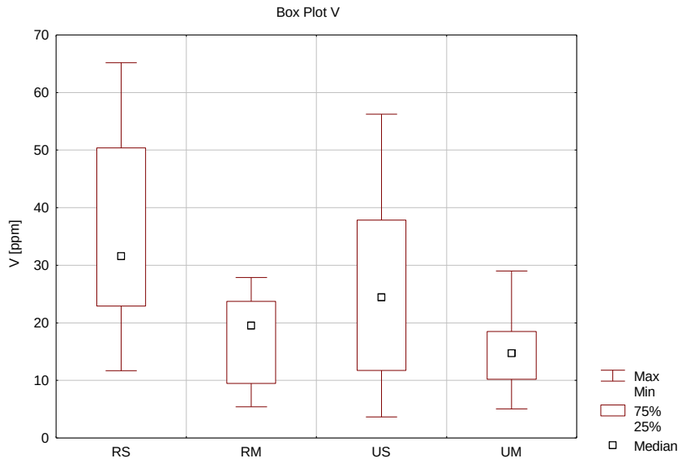
Hg – Kvicksilver



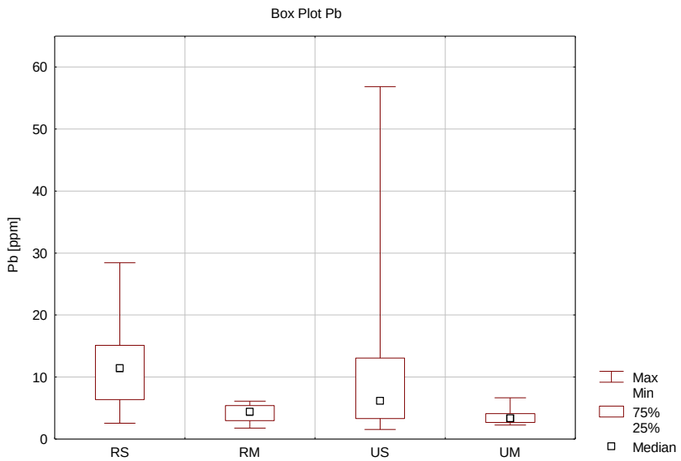
Ni – Nickel



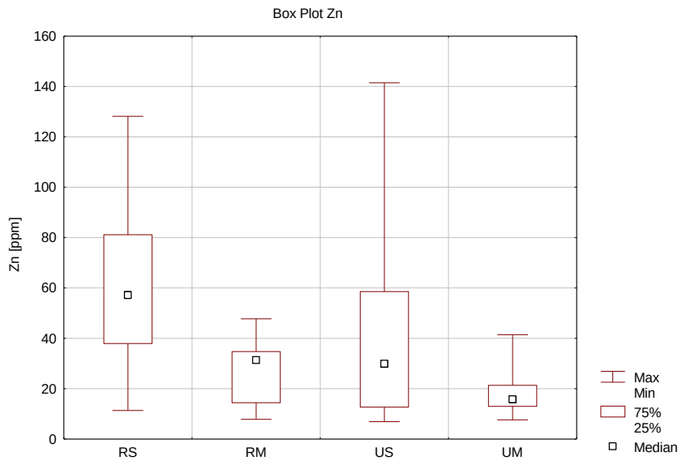
V – Vanadin



Pb – Bly



Zn – Zink



BOXPLOTTAR – HUSMOSSEPROV

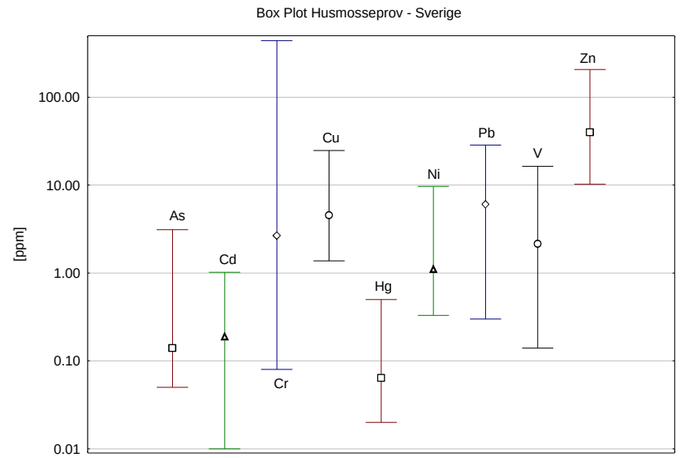
Angående redovisning av boxplottar se kapitel ”Boxplottar – Urbana ytprover och markanvändning”.

Nedfallet av metaller från luft och med nederbörd kan uppskattas genom mätning av metallhalterna i mossor.

Vart femte år utförs en europatäckande undersökning av metallinnehållet i husmossorna [Rühling Å., Steinnes E., Berg T., 1996]. Den senaste utfördes 1995 och resultatet från Sverige redovisas i nedanstående tabell:

Ämne	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Antal	517	1172	1172	1172	517	1172	1172	1172	1172
Min	0.05	0.01	0.08	1.38	0.020	0.33	0.30	0.14	10.2
Max	3.12	1.02	438	24.8	0.500	9.66	28.5	16.4	206
Medel	0.19	0.20	2.66	4.89	0.102	1.22	6.24	2.88	41.5
Median	0.14	0.19	0.57	4.54	0.064	1.11	6.03	2.15	39.9

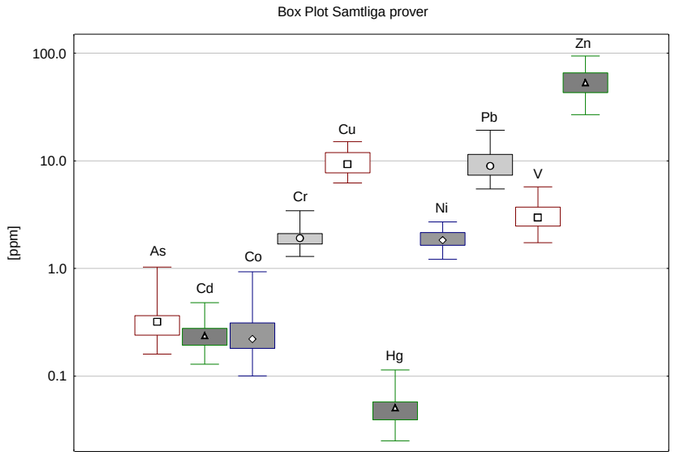
I nedanstående diagram redovisas samma data som i tabellen ovan.



Sammanlagt har 31 st. husmosseprov tagits inom Göteborgs kommun. I denna undersökning har även kobolt (Co) provtagits. Resultatet redovisas i nedanstående tabell.

Ämne	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Antal	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Min	0.16	0.13	0.10	1.29	6.24	0.03	1.22	5.47	1.73	26.81
Max	1.03	0.48	0.93	3.44	15.08	0.11	2.70	19.25	5.72	94.33
Medel	0.35	0.24	0.28	1.99	9.75	0.05	1.88	9.86	3.12	54.28
Median	0.32	0.24	0.22	1.91	9.29	0.05	1.83	8.95	2.97	53.38

I nedanstående diagram redovisas samma data som i tabellen inklusive övre och undre kvartiler.

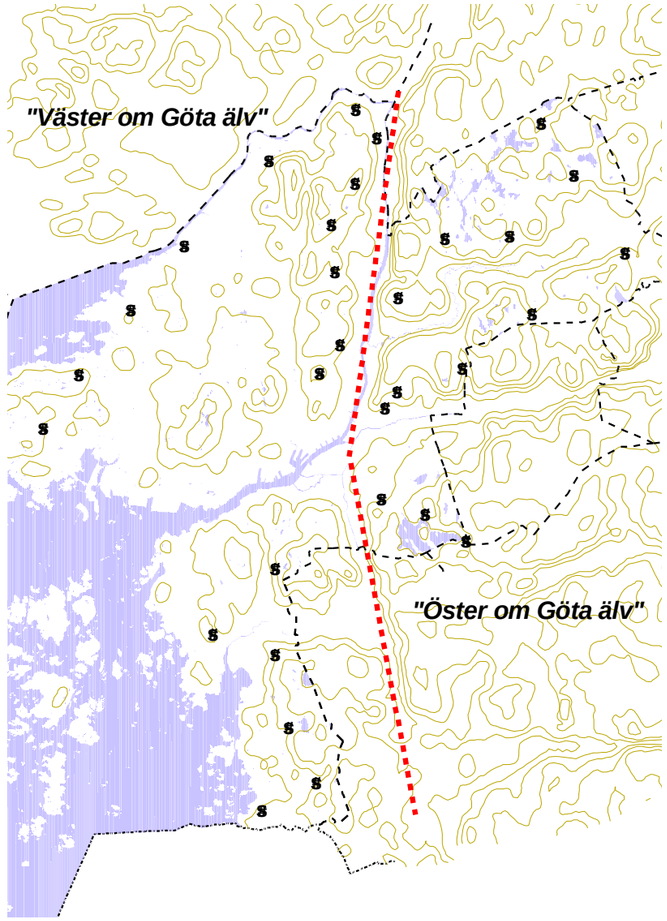


Man kan konstatera att samtliga medianer, utom krom, ligger högre i Göteborg än i riket. Man skall då ha i åtanke att proverna i detta projekt ligger inom (eller nära) storstadsbebyggelse. Detta förhållande gäller inte för riksprovtagningen.

Huruvida det finns en statistiskt säkerställd skillnad mellan värdena i riksundersökningen och denna undersökning har inte kontrollerats. För detta erfordras tillgång till riksundersökningens data.

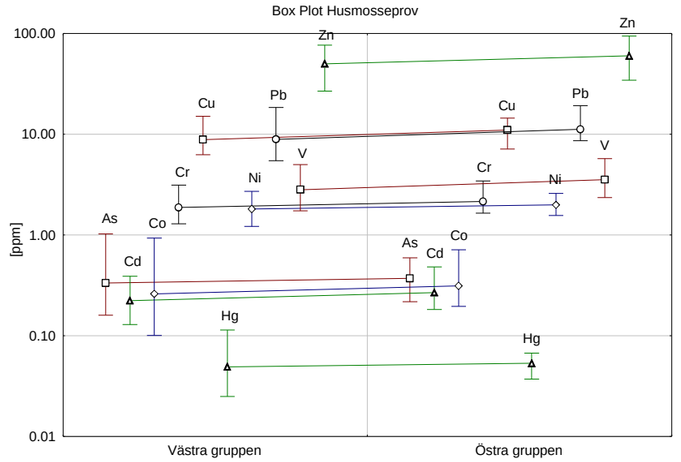
I detta projekt innefattades att undersöka samband mellan metallhalter kontra topografiskt- och geografiskt läge. Skillnader i metallhalter på olika elevationer (höjd över havet) kunde inte påvisas men eventuellt kunde ett spridningsmönster påvisas vad gäller geografiskt läge.

Provpunkterna delades in i två grupper, en grupp som låg väster om Göta älv och Mölndalsån och vidare söderut och en annan grupp som låg öster om denna linje, se figur nedan.



Figur 4. Indelning av en västlig- och en östlig grupp för husmosseproverna. Provpunkterna har markerats som svarta punkter och gränsen mellan den västliga- och östliga gränsen med en röd streckad linje.

Det visade sig att samtliga metaller i den östliga gruppen hade ett medel som var högre än den västliga. I boxplotten nedan redovisas den västliga- och den östliga gruppen separat med medelvärde, minimum och maximum för respektive metaller. Medelvärdena för metallerna har förbundits med en linje mellan grupperna. Observera att den lodräta axeln är logaritmisk.



Med två olika signifikanstest (med 95% konfidensintervall) provades om grupperna statistiskt skiljer sig ifrån varandra. Det visade sig att arsenik och kvicksilver kan antas vara högre i den östra gruppen i den ena av testerna (f-test) och arsenik, kadmium, kobolt, krom, kvicksilver, nickel och vanadin i det andra testet (t-test).

Båda metoderna förutsätter att populationerna är normalfördelade men detta var inte fallet för alla metaller. Krom och nickel hade god överensstämmelse med en normalfördelning, arsenik, bly, kadmium, koppar, kvicksilver, vanadin och zink hade måttlig överensstämmelse medan kobolt hade dålig överensstämmelse.

HISTOGRAM – YTPROVER

Histogram, liksom boxplottar, är ett sätt att presentera statistiska data på ett grafiskt sätt. Skillnaden ligger främst i att histogram är mer detaljerade och därmed kan man utläsa mer information om populationens karaktär.

I ett histogram redovisas procentuellt hur värdena varierar inom populationen – en s. k. fördelning. Då en fördelning är normalfördelad ligger de flesta värdena symmetriskt fördelat kring ett medelvärde. Normalfördelningen kännetecknas av att den kan beskrivas med endast två siffror, medelvärdet och ett spridningsmått - standardavvikelsen.

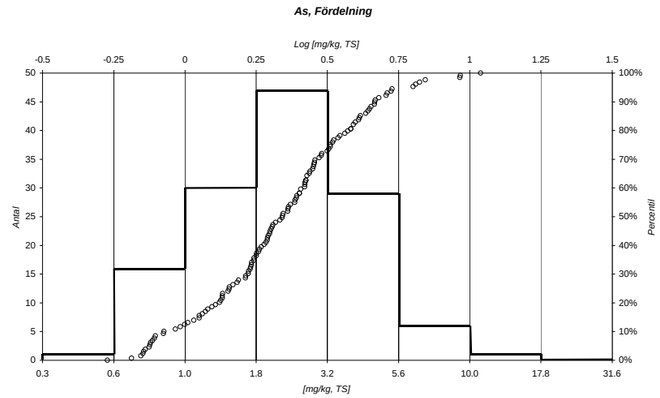
Vid geokemisk provtagning är det vanligt att man erhåller ett mindre antal värden som avviker från normalfördelningen. Några värden ligger ofta mycket högre (samt även ibland mycket lägre) än det stora antalet värden. Populationen brukar då beskrivas bäst genom en s. k. lognormal fördelning.

Genom att beräkna bl. a. skevhet och toppighet kan man undersöka huruvida populationen är normalfördelad eller ej. De flesta av metallerna visade sig vara lognormalfördelade eller nära lognormalt fördelade. Om utseendet på värdena för en metall ser ut som en normalfördelning i ett diagram med logaritmisk skala har den en lognormal fördelning. Den metall som har den bästa överensstämmelsen med en lognormal fördelning är i detta fallet arsenik, se histogrammet nedan.

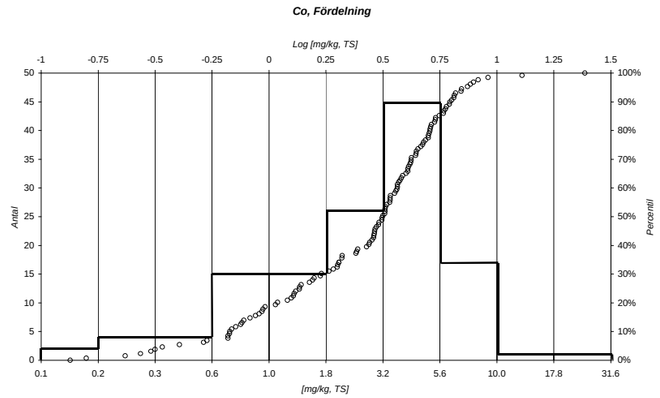
I nedanstående diagram redovisas ytprovernas fördelningar i form av histogram och kumulativ frekvens. Histogrammet presenteras i form av ett stapeldiagram och kumulativ frekvens som ett punktdiagram. Den vänstra y-axeln och båda x-axlarna skall användas för avläsning i histogrammet och den högra y-axeln och både x-axlarna för den kumulativa frekvensen.

Enheten på den vänstra y-axeln är antal prover, den högra y-axeln är procent (används för att avläsa percentiler), den undre x-axeln är uppmätta värden och den övre x-axeln är logaritmerade värden av de uppmätta värdena.

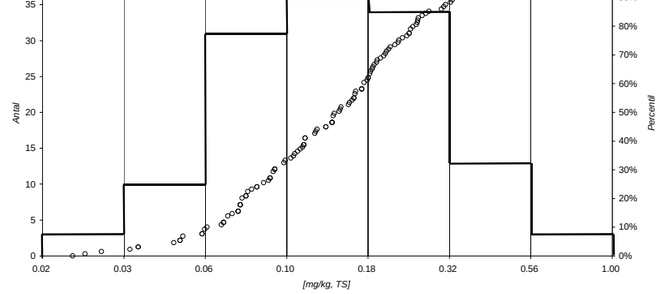
As - Arsenik



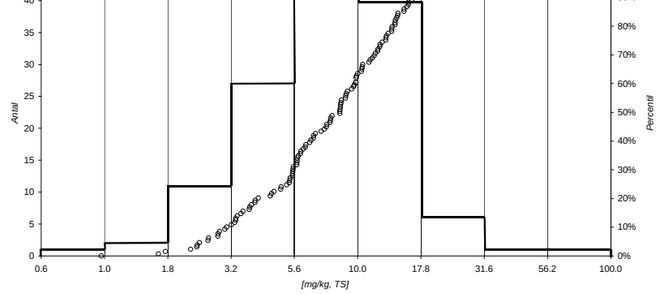
Co - Kobolt



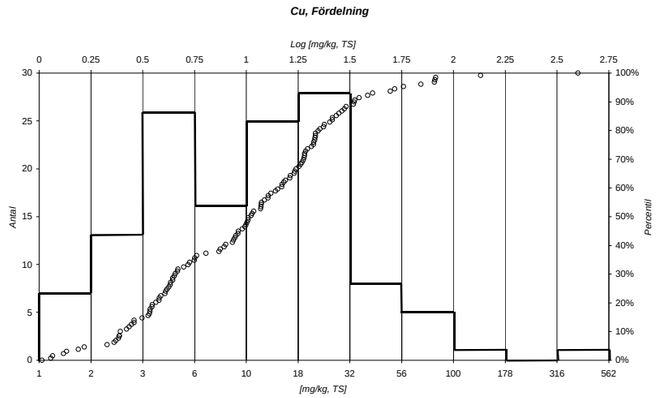
Cd - Kadmium



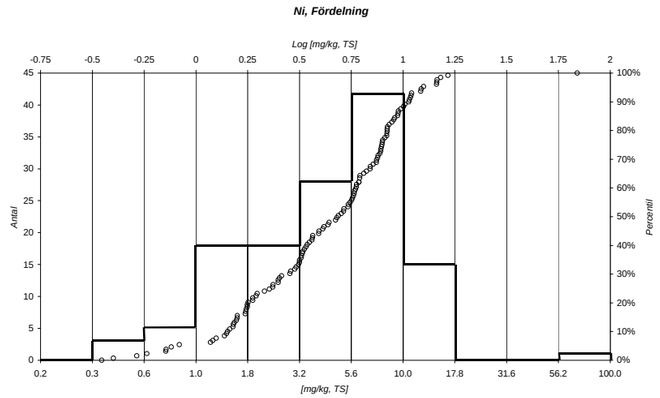
Cr - Krom



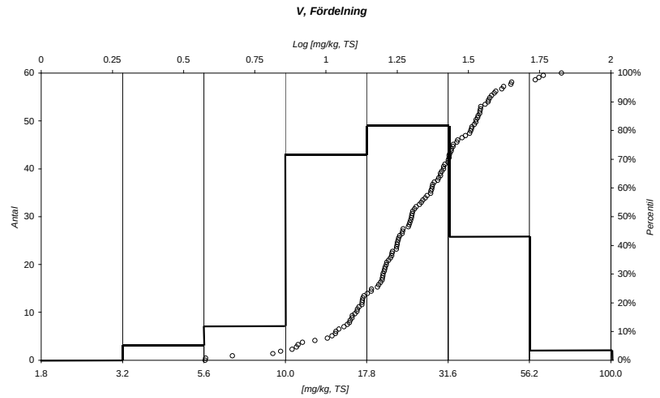
Cu - Koppar



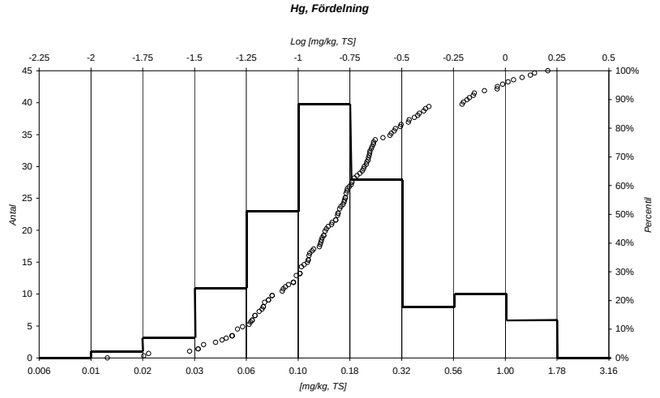
Ni - Nickel



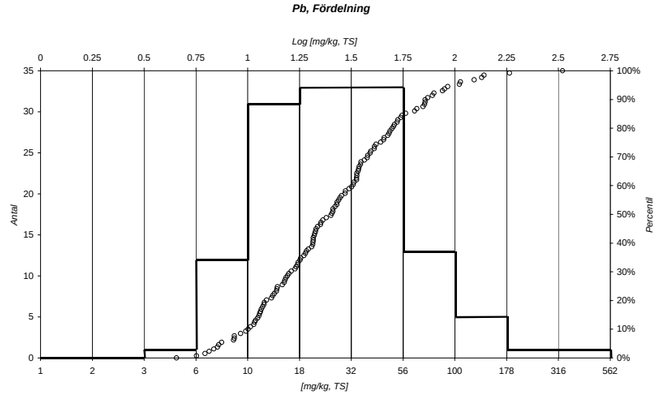
V - Vanadin



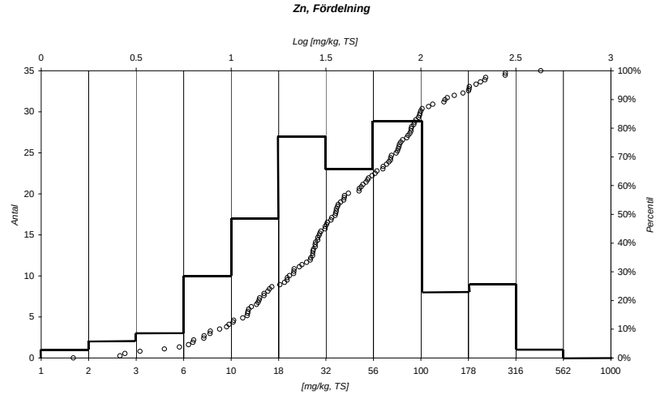
Hg - Kvicksilver



Pb - Bly



Zn - Zink



SPINDELPLOTTAR – YTPROVER - DJUPPROVER

En diagramtyp som länge används inom prospekteringsindustrin är s. k. Spider Plots (spindelplottar). Från varje provpunkt visas halter som stapeldiagram.

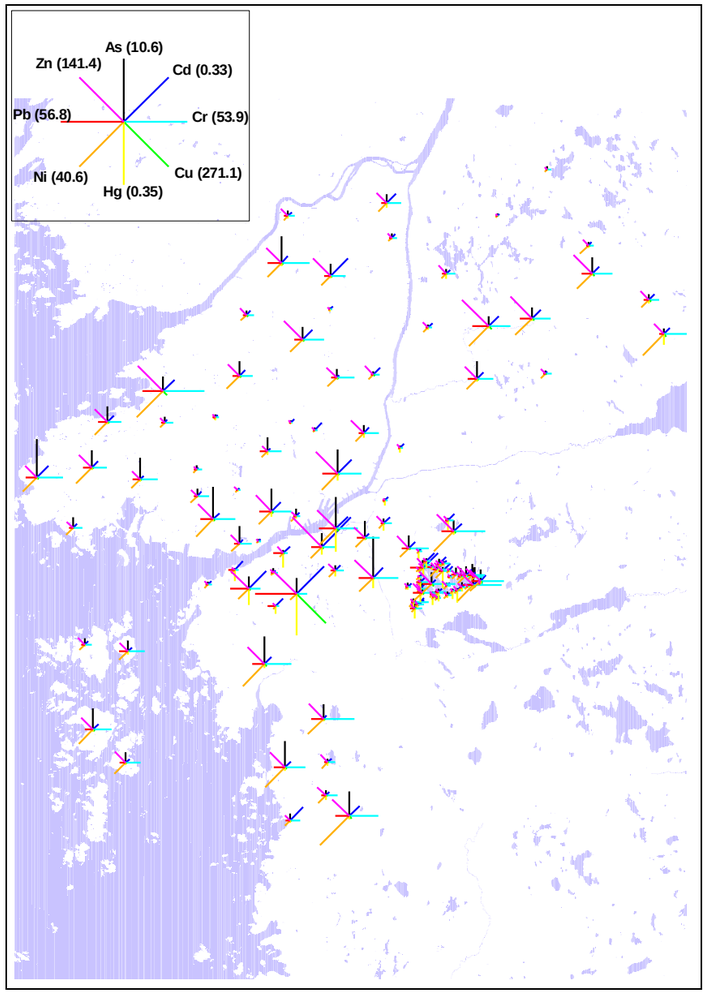
Åtta staplar plottas radiellt vid respektive provpunkt där de olika staplarna representerar de olika ämnenas halter. Staplarnas längd står i proportion till respektive ämnes maximala halt.

Kartor med spindelplottar kan användas för att visuellt studera trender och samband mellan många ämnen samtidigt. I legenden visas vilka ämnen som redovisas i respektive stapel samt ämnenas högsta halt.

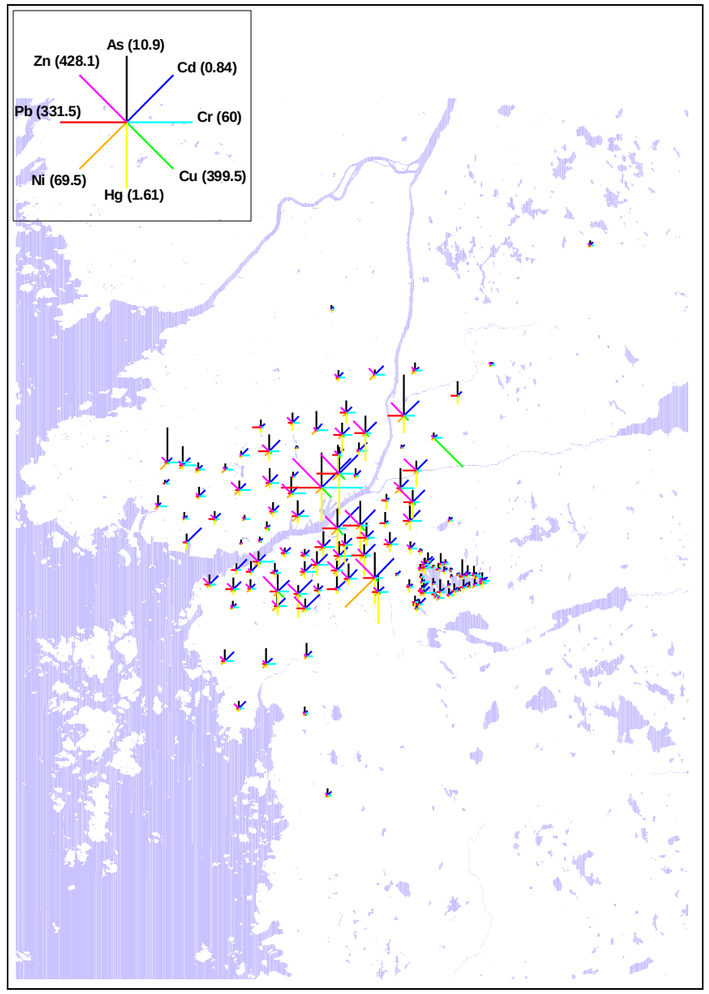
Provtyperna som redovisas i Figur 5 är rurala- och urbana djupmoränprover samt rurala- och urbana djupsedimentprover, alla med fraktion mindre än 2 mm. Provtyperna skall representera bakgrundshalter. Det framgår av kartan att bakgrundshalterna, i de flesta fall, av de redovisade ämnena ligger högre kring stadskärnan.

I Figur 6 redovisas urbana ytprover med fraktion mindre än 2 mm. Man kan även i denna karta se att halterna är högre i de centrala delarna av staden. En stor avvikelse av koppar förekommer i ett prov i den nordöstra delen av provområdet medan de andra metallerna är låga i provpunkten.

Proverna har upplösts med 7 M HNO_3 och analyserats med ICP-MS. Halterna i legenden anges i ppm.



Figur 5. Spindelplottskarta för samtliga djupprover.



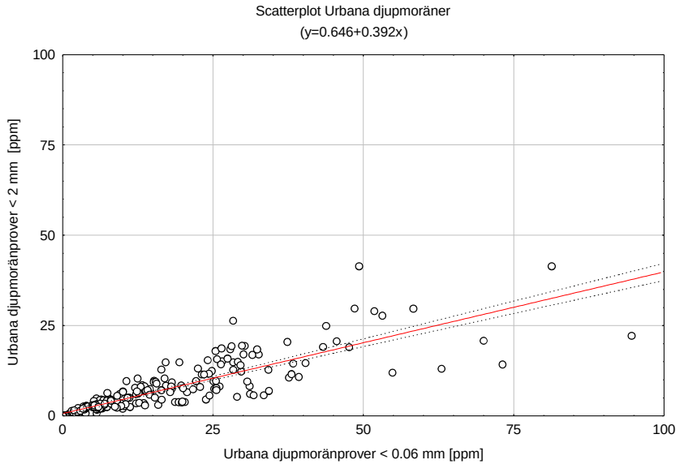
Figur 6. Spindelplottskarta för ytprover.

KORNSTORLEKAR – 0.06 OCH 2 MM

För djupmoränproverna, både de urbana och rurala, har två olika kornstorlekar analyserats. Genom att plotta respektive provtyp mot varandra i ett punktdiagram kan sambanden mellan de två typerna studeras.

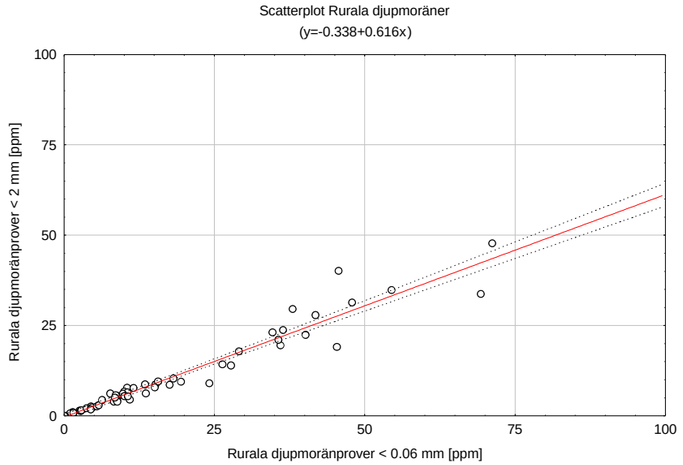
I varje provpunkt har två fraktioner provtagits och från respektive fraktion har sedan analyser av samma metaller utförts. Proverna har upplösts med 7 M HNO_3 och analyserats med ICP-MS.

I nedanstående punktdiagram visas urbana djupmoränprover med kornstorlekar mindre än 0,06 mm och 2 mm mot varandra. De ingående metallerna är As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V och Zn. En trendlinje (linjär regression) med 95% konfidensintervall har infogats i diagrammet (R^2=0.94).



Man kan konstatera att den mindre kornstorleksfraktionen ger i medeltal ca 3 gånger högre halter än den större fraktionen.

I nedanstående punktdiagram redovisas rurala djupmoränprover med samma fraktioner och metaller som ovan nämnda. En trendlinje (linjär regression) med 95% konfidensintervall har infogats i diagrammet (R^2=0.94).



Den mindre fraktionen ger i detta fall i medeltal ca 2 gånger högre halter än den större fraktionen.

XRF OCH ICP – MS

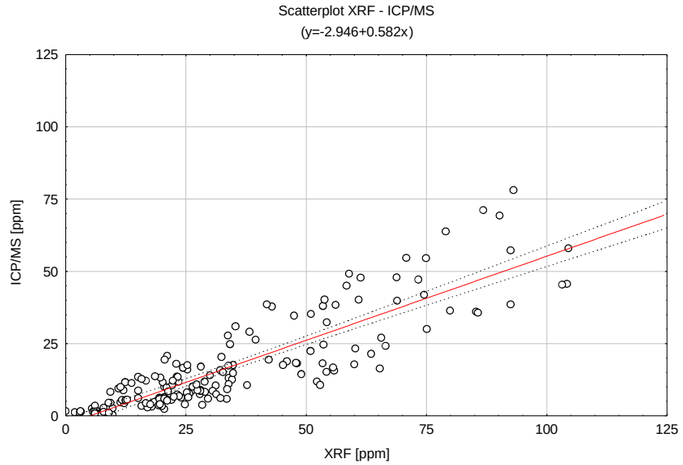
Det är viktigt att veta att beroende på vilken analysmetod som används kan olika resultat i halter erhållas. Vad detta beror på är komplext men bland annat kan nämnas faktorer som metallernas olika rörlighet, skillnader i detektionsgräns för analysmetoderna och provernas föroreningsgrad.

Naturvårdsverket rekommenderar att använda ICP-MS som analysmetod vid miljötekniska undersökningar. SGU utför vid sina provtagningar båda ICP-MS och XRF och redovisar kartor för båda metoderna.

Samtliga kartor i denna rapport redovisar halter erhållna vid analys med ICP-MS.

I slutet av detta kapitel förklaras kort varför man kan erhålla olika resultat från ICP-MS och XRF.

De rurala djupmoränerna (< 0,06 mm) har analyserats med både XRF och ICP – MS. Nedan undersöks om skillnader förelåg mellan de två analyseringsmetoderna. I diagrammet ingår ämnena As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V och Zn. En trendlinje (linjär regression) med 95% konfidensintervall har infogats i diagrammet.



XRF ger, för de analyserade ämnena, i medeltal ca 3 gånger så höga halter som ICP – MS.

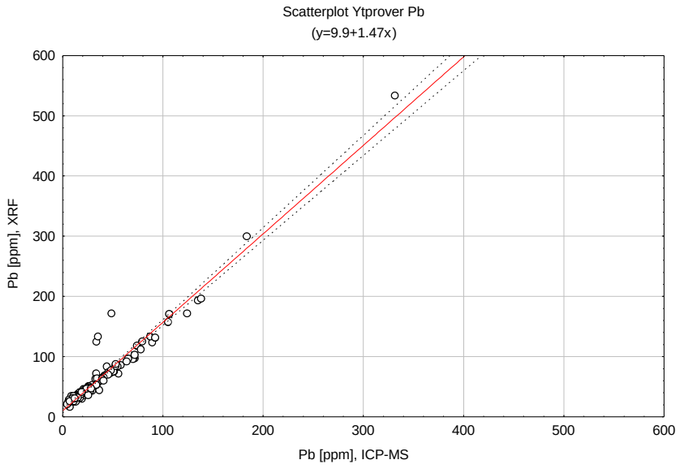
För ytproverna erhölls stor variation på korrelationen mellan de olika ämnena och analysmetod. God korrelation mellan XRF och ICP – MS erhålls av följande ämnen:

- Co (R^2=0.6126)
- Cu (R^2=0.9676)
- Pb (R^2=0.9444)
- V (R^2=0.7850)
- Zn (R^2=0.9892)
- Ni (R^2=0.7482)

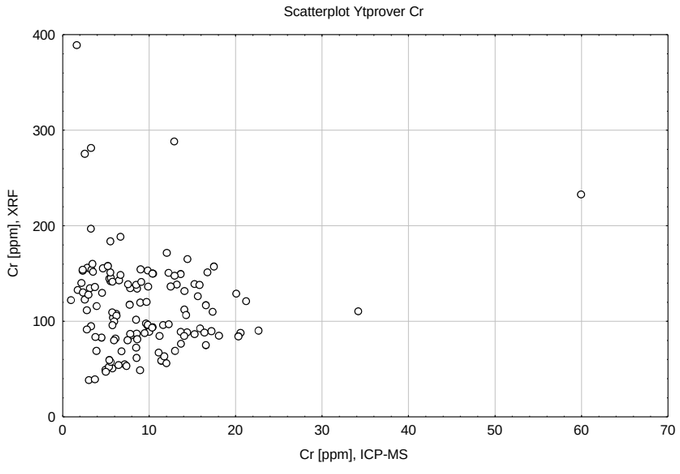
Och dålig av:

- As (R^2=0.0067)
- Cr (R^2=0.0002)

I nedanstående diagram plottas Pb (ICP-MS) mot Pb (XRF) mot varandra. Som framgår är den linjära korrelationen god. En trendlinje (linjär regression) med 95% konfidensintervall har infogats i diagrammet.



Till skillnad från Pb är korrelationen dålig mellan Cr (ICP-MS) och Cr (XRF). Detta framgår i nedanstående diagram.



Nedan presenteras medeltal för hur många gånger högre halter som erhålles med XRF i jämförelse med ICP-MS.

Ämne	Gånger högre med XRF än ICP-MS (ytprover)
Co	ca 13
Cu	ca 3
Ni	ca 4
Pb	ca 2
V	ca 3
Zn	ca 2

Metaller med dålig linjär korrelation presenteras ej.

Med rörlighet avses ett ämnes förmåga att lösas ut då jordprovet prepareras inför analys med ICP-MS och kungsvatten eller salpetersyra. Vissa ämnen sitter i högre grad bundna till mineralerna i provjorden medan andra ämnen lättare går i lösning. Eftersom man analyserar halterna i lösningen analyseras inte de hårdare bundna metallerna (eftersom en viss andel finns kvar i det fasta materialet). Man erhåller därför ett mått (en halt) av den lakbara andelen av ämnet.

Med XRF utnyttjas ämnenas skillnader i fluorescens. I korthet bestrålas provet med gamma-strålar (dvs att man tillför energi) varefter ämnenas elektroner exiterar (hoppar över till ett annan elektronbana). När sedan elektronerna återgår till sin ursprungliga elektronbana avges en strålning (fluorescens) där olika ämnens fluorescens har olika våglängder. Genom att mäta intensiteten i dessa våglängder kan man analysera de totala halterna av ämnena som provet innehåller, oavsett hur rörliga ämnena är.

Detta innebär att de ämnen som är rörliga (som relativt lätt går i lösning) erhåller liknande resultat med båda metoderna. Detta är fallet med Pb och Zn som har låga värden i tabellen ovan. För ämnen som är hårdare bundna till den fasta fasen blir skillnaden i uppmätt halt större mellan de två metoderna. Detta är fallet med Co i tabell ovan.

Med ICP-MS kan man detektera låga halter av ett ämne med större precision än med XRF, dvs detektionsgränsen är lägre med ICP-MS. Detta innebär att då låga halter förekommer av ett ämne blir spridningen av erhållna halter från XRF större än med ICP-MS. Detta förklarar den relativt dåliga korrelationen mellan XRF och ICP-MS för Cr (se ovan), eftersom uppmätta halter av Cr ligger nära eller t o m under detektionsgränsen för XRF.

Generellt är de naturligt förekommande halterna av ett ämne hårdare bundna än de som tillförs genom förorening. Detta syns t. ex. på Co, som sällan förekommer som förorening.

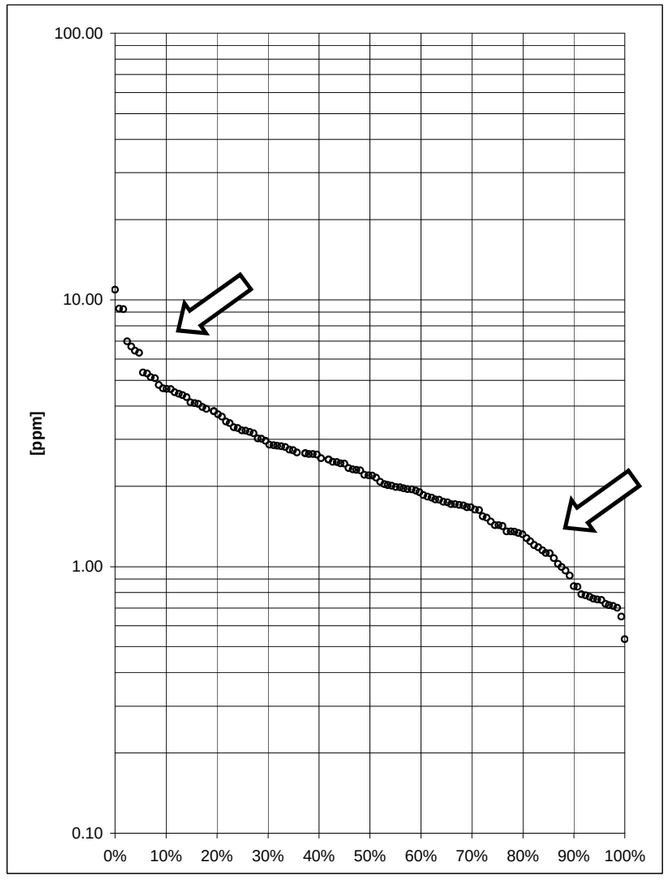
Orsaker till att metoderna skiljer sig ifrån varandra kan bero på en eller flera orsaker.

Skillnaderna av erhållna halter mellan metoderna kan utnyttjas för tolkning. Genom att använda kombinationen av XRF och ICP-MS ger detta viktiga ledtrådar till den geologiska källan för de olika elementen.

PLATSSPECIFIKA BAKGRUNDSVÄRDEN

En metod som kan användas för att beräkna högsta gräns för naturliga bakgrundshalter är den s. k. Probability Graph metoden [bl. a. Sinclair , 1983].

I princip använder man sig av kumulativa frekvensdiagram och om brytpunkter i data förekommer kan detta förklaras med att populationen är polymodal (flera fördelningar).



Diagrammets y-axel är logaritmisk och visar halter [ppm] och x-axeln är linjär och visar procentuell andel större än en viss halt av hela populationen, t. ex. ligger 30% av halterna över 3 ppm.

I ett lognormalt diagram skall en population med lognormal fördelning skapa en rät linje. För den aktuella metallen i diagrammet gäller detta mellan pilarna. Däremot avviker halterna från den lognormala fördelningen utanför pilarna.

Den aktuella metallen har minst 3 fördelningar, en mellan pilarna, en under den undre pilen och en över den övre pilen. Den övre brytpunkten brukar vara mest intressant eftersom denna kan indikera en övre gräns för bakgrundsvärdet.

Traditionellt brukar man ansätta den 90:e percentilen (och ibland 2 standardavvikelser) som den övre gränsen för bakgrundsvärdet vilket motsvarar 10% i diagrammet.

Man kan i diagrammet se att den 90:e percentilen (dvs 10%) och den övre brytpunkten i stort sett sammanfaller men detta behöver inte alltid vara fallet.

För urbana- ytprover och djupsedimentprover har nämnda metod används för beräkning av bakgrundshalter.

Urbana ytprover

I nedanstående tabell redovisas 90:e percentil och övre brytpunkt, enligt beskrivna metodik, för ytprover i Göteborg. Proverna (2 mm) har upplösts med 7 M HNO_3 och analyserats med ICP-MS.

Ämne	Gbg 90:e perc.	Brytpunkt
As	5	5
Cd	0.3	0.3
Co	6	8
Cr	17	20
Cu	33	35
Hg	0.7	0.3
Ni	11	15
Pb	72	65
V	37	41
Zn	134	100

Brytpunkten har delvis visuellt tagits från respektive metalls diagram men det finns även matematiska modeller som kan användas för samma syfte. Metoderna bygger på linjär regression (s. k. piecewise linear regression) men med tillägg för att beräkna just brytpunkter, t. ex. Hookes-Jeeves pattern moves [Statsoft Inc., 1999].

Fyra olika metoder för att beräkna brytpunkter jämfördes med det visuella dito. Generellt gav den visuella metoden tillfredsställande resultat men om man på ett matematiskt korrekt sätt vill bestämma brytpunkter bör någon av de matematiska metoderna användas.

Som jämförelse med andra orter i riket redovisas Naturvårdsverkets tätortsprovtagning [Naturvårdsverket - Rapport 4660, 1997] jämte denna provtagning i nedanstående tabell. Den vänstra kolumnen visas 90:e percentilen för ytmoränprover i Göteborg. I tätortsprovtagningen indelades ytproverna i morän- och sedimentprover. Denna provindelning har inte används i detta projekt. För att kunna jämföra provtagningarna med varandra redovisas medelvärdet för 90:e percentilen för morän- och sedimentproverna i tätortsprovtagningen.

Ämne	Gbg 90:e perc.	NV 90:e perc.
As	5	***10***
Cd	0.3	***0.9***
Co	6	***9***
Cr	17	***37***
Cu	33	***39***
Hg	***0.7***	0.2
Ni	11	***22***
Pb	72	***74***
V	37	***51***
Zn	134	***135***

Vid tätortsprovtagningen låg Göteborg på den nedre halvan i avseende på total metallbelastning. Om man jämför tätortsprovtagningen med denna provtagning är trenden densamma förutom i ett fall - Hg.

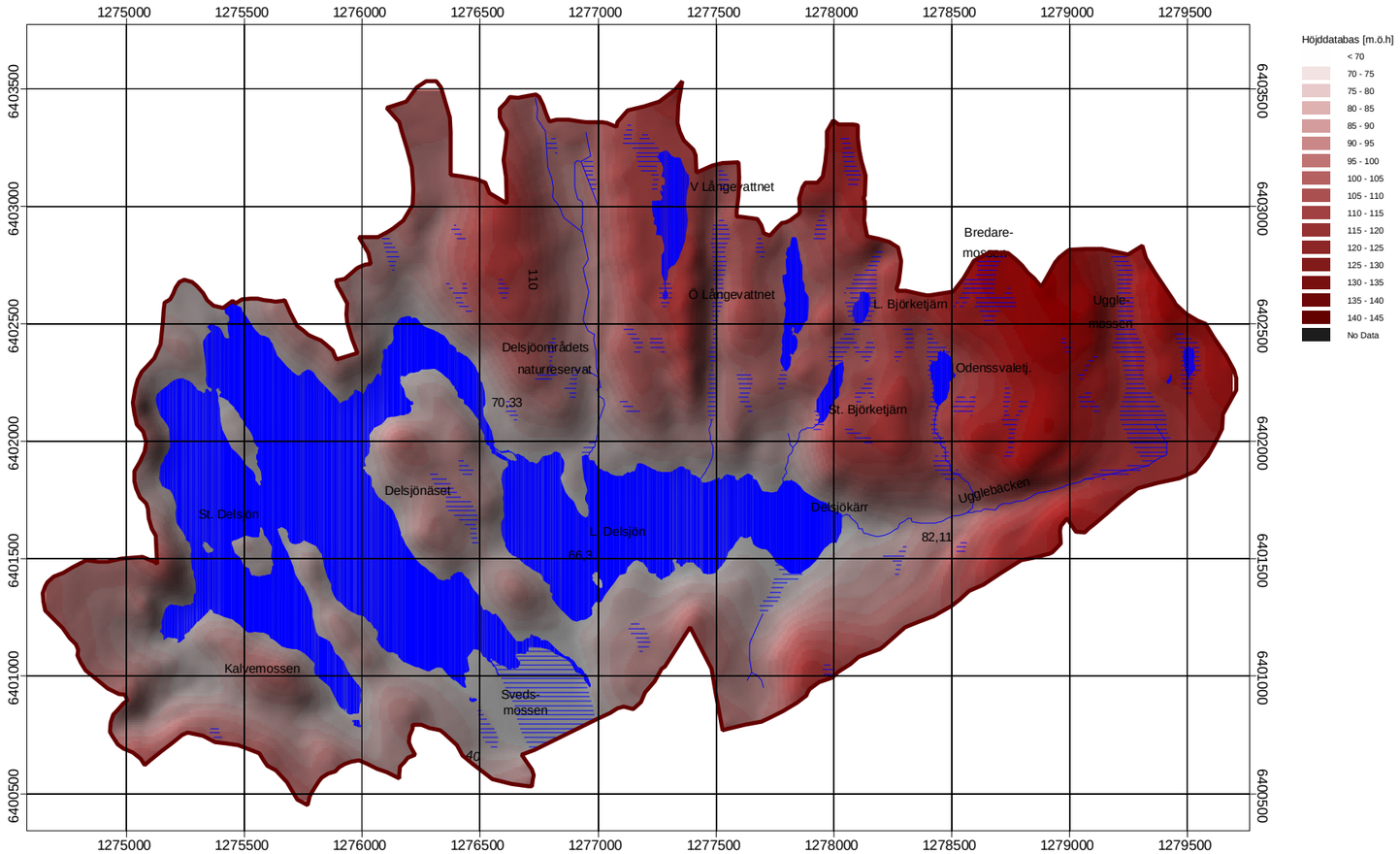
Urbana djupsedimentprover

Nedan redovisas 90:e percentilen för urbana djupsedimentproverna. Vissa av ämnena är mycket väl anpassade till en lognormal fördelning (och en population) varför halterna bildar nära en rät linje i ett lognormalt diagram. Därför kan man inte använda ovan nämnda metod för att identifiera en brytpunkt. Ämnena har markerats med ett ”-” i nedanstående diagram.

Ämne	Gbg 90:e perc.	Brytpunkt
As	6	6
Cd	0.1	0.1
Co	13	-
Cr	30	-
Cu	18	17
Hg	0.1	0.1
Ni	19	-
Pb	18	25
V	50	-
Zn	87	-

DELSJÖN

Delsjön nyttjas som ytvattenreservoar för Göteborgs vattenförsörjning. Ett delmoment i detta projekt var att särskilt redovisa Delsjöområdet. Med Delsjöområdet avses fortsättningsvis Delsjöns avrinningsområde.



Figur 7. Topografi inom Delsjöns avrinningsområde.

OMRÅDESBESKRIVNING

Delsjön (ca +66 m.ö.h.) ligger i kuperad terräng med varierande markanvändning. Topografi inom avrinningsområdet visas i Figur 7 och andelar av markslag i nedanstående tabell.

Markanvändning	km^2	% Andel
Vatten	2.0	22%
Skog barr- o blandskog	4.7	53%
Lövskog	1.5	17%
Öppen yta utan skogskontur	0.3	4%
Annan öppen mark	0.4	5%
Summa,	*8.9*	*100%*
Varav hela arean		
Berg i dagen	1.1	12%
Brunmyr	0.6	7%

Den tillgängliga geologiska kartan täcker inte hela avrinningsområdet utan ett område på ca 1 km^2 (ca 10% av den totala arean) fattas i den östra delen. Detta beror på att denna del ligger utanför Göteborgs kommun. Området som fattas framgår av den geologiska kartan över Delsjön i Bilaga 1.

I nedanstående tabell redovisas förekommande jordarter.

Jordart	km^2	%
Fyllning på okänt underlag	0.1	1%
Glacial finlera	0.3	3%
Glacial finlera med tunt ytlager av torv	0.01	0%
Glacial grovlera	0.1	1%
Morän sandig	0.5	7%
Omväxlande morän med glacialt sorterat sediment silt-block	0.2	3%
Omväxlande morän och berg	0.1	1%
Postglacial finlera	0.03	0%
Postglacial finsand	0.03	0%
Postglacial mellansand--grovsand	0.2	3%
Postglacialt grus	0.1	1%
Torv; kärr	0.7	9%
Torv; mosse	0.5	6%
Berg i dagen	3.1	40%
Vatten	2.0	25%
Summa	7.9	100%

AVRINNING

Mycket av avrinningen sker direkt till Delsjön. Det största tillflödet är Ugglebäcken men även ett antal mindre tillflöden förekommer längs den norra delen av sjön. Normalt sker utflödet vid Sjölyckan, i den västra delen av sjön. Då vattenståndet överstiger det reglerade högvattenståndet avbördas överskotten söderut via ett överfall vid Svedsmossen.

Avrinningshastigheterna tolkas vara förhållandevis höga beroende av den stora andelen berg i dagen samt den kuperade terrängen. Vidare har inga stora mängder ytvatten möjlighet att infiltrera på grund av de relativt täta jordarterna (mestadels morän).

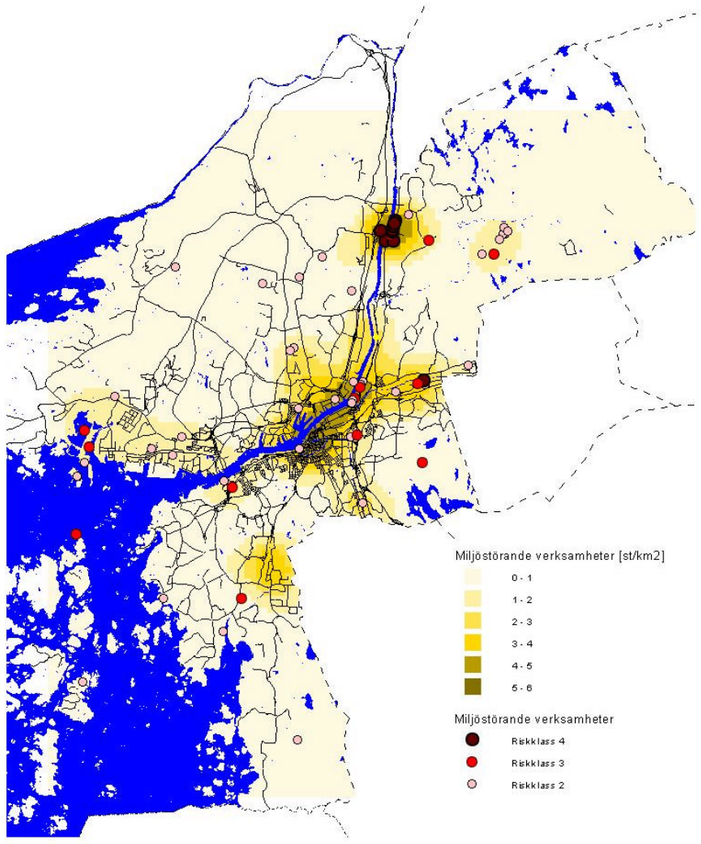
I kartbilagan (Bilaga 2) redovisas Delsjön separat i ett antal kartor.

FÖRORENINGSKÄLLOR INOM KOMMUNEN

Kommunen genomför en fortlöpande inventering av miljöstörande verksamheter (punktkällor). Dessa klassificeras i ett antal typer enligt:

Typ	Antal
Avfall och farligt avfall	20
Energianläggningar	25
Grafisk produktion	65
Kemiska produkter	28
Mekaniska verkstäder	10
MIFO – Förorenade markområden	47
Skjutbanor, motorbanor mm	24
Skrotupplag	21
Ytbehandlare	14
Äldre avfallsupplag	30

Verksamheterna har indelats i fem riskklasser där riskklass 4 avser den mest förorenade. Förekomsten av de miljöstörande verksamheterna med riskklasserna 4 – 2 redovisas i Figur 8 samt samtliga riskklasser som areell frekvens (antal per kvadratkilometer).



Figur 8. Miljöstörande verksamheter inom Göteborgs kommun.

KARTOR

I detta kapitel beskrivs vilka metoder och antaganden som använts vid kartframställningen i detta projekt. Vidare finns en kort beskrivning och kommentar till varje karta som redovisas i Bilaga 2.

KARTTYPER

De karttyper som kräver en särskild förklaring är relativa metallbelastningskartor och kvotkartor.

Relativa metallbelastningskartor – Ytprover

Relativa metallbelastningskartor visar hur uppmätta halter i ytproverna av olika metaller i Göteborg står i proportion till Naturvårdsverkets indelning av tillstånd för förorenad mark. Metodiken beskrivs mer detaljerat nedan.

Naturvårdsverket [Naturvårdsverket - Rapport 4638, 1996] prioriterar ett antal metaller med avseende på stora miljö- och hälsoeffekter. Dessa metaller skapar i detta projekt en grupp med tillhörande kartor. Gruppen kallas fortsättningsvis för grupp 1. Följande metaller ingår:

- As – Arsenik
- Cd – Kadmium
- Cr – Krom
- Cu – Koppar
- Hg – Kvicksilver
- Pb – Bly

Förutom ovanstående metaller finns även ett antal andra metaller med generella riktvärden för förorenad mark. Metallerna skapar grupp 2:

- Co – Kobolt
- Ni – Nickel
- V – Vanadin
- Zn – Zink

För varje metall skapades dels en karta som visar metallhalter för hela kommunen och dels en som visar Delsjöområdet. Kartor som visar ett ämne kallas för singelelementkartor.

Kartorna visar interpolerade halter baserade på provpunkterna. Interpolationsmetoden som användes kallas IDW (Inverse Distance Weighted) [ESRI Inc., 1998]. Mer informa-

tion om interpolationsmetoden finns att läsa i bl.a. hjälpfunktionerna i ArcView Spatial Analyst.

När man interpolerar, oavsett interpolationsmetod, uppstår större eller mindre felaktigheter, speciellt då antal punkter är litet över ett stort område. Därför är redovisade halter mellan provpunkterna osäkra (eller egentligen helt okända) och detta måste beaktas då man läser kartorna.

Naturvårdsverket [Naturvårdsverket – Rapport 4918, 1999] indelar mark i tillstånd, i detta fall ytjord i avseende på halter av ovan nämnda metaller, enligt:

- Ingen anmärkning – Mindre allvarligt
- Måttligt allvarligt
- Allvarlig
- Mycket allvarligt

Gränsen för känslig mark (KM) ligger mellan ”Ingen anmärkning – Mindre allvarligt” och ”Måttligt allvarligt”. Ligger halterna över KM kan detta indikera antropogen påverkan.

Genom att dividera de interpolerade värdena med KM erhåller man en kvotkarta. Kvoten erhåller lägre värden än 1 för halter under KM och större än 1 för halter över KM.

Sista steget är att summera de nya kartorna för respektive grupp. Resultatet blir en slags relativ belastningskarta i förhållande till KM.

Metoden kan uttryckas enligt:

$$B_r = \frac{As_n}{As_{KM}} + \frac{Cd_n}{Cd_{KM}} + \frac{Cr_n}{Cr_{KM}} + \frac{Cu_n}{Cu_{KM}} + \frac{Hg_n}{Hg_{KM}} + \frac{Pb_n}{Pb_{KM}}$$

B_r = Relativ metallbelastning

Det är viktigt att samtidigt som man läser relativ metallbelastning läser singelelementkartorna. Därför har på varje metallbelastningskarta även infogats de ingående metallerna.

På ovannämnda sätt har även metallerna i grupp 2 beräknats.

I grupp 3a ingår följande metaller:
- Bi – Vismut
- Sb – Antimon
- Sn – Tenn

I grupp 3b ingår följande metaller:
- Mo – Molybden
- Se – Selen
- Tl – Tallium

För metallerna i grupp 3a och 3b finns inte någon gräns för KM definierad. Därför har en annan metod för beräkning av metallbelastning används.

Metallbelastning har beräknats genom att normalisera varje metalls halter så att de antar tal mellan 0 – 1. Därefter summeras de ingående gruppens metaller.

De nya värdena antar, som tidigare nämnts, tal mellan 0 – 1 men har samma inbördes förhållanden som de ursprungliga halterna. Detta innebär att den lägsta halten för samtliga metaller erhåller värdet 0 och den högsta halten värdet 1. Eftersom grupperna innehåller tre metaller kan teoretiskt det högsta värdet, efter summeringen, anta värdet 3 och det lägsta värdet 0.

Denna metod har nackdelar, bl. a. att belastningen inte förhåller sig relativt till något värde t. ex. ett gränsvärde. Metoden är dock enkel och om man läser singelelementkartorna tillsammans med belastningskartan ger den en viss information om gruppens totala metallbelastning.

Metoden kan beskrivas enligt följande uttryck:

$$B = \frac{Bi_n - Bi_{Min}}{Bi_{Max} - Bi_{Min}} + \frac{Sb_n - Sb_{Min}}{Sb_{Max} - Sb_{Min}} + \frac{Sn_n - Sn_{Min}}{Sn_{Max} - Sn_{Min}}$$

B = Relativ metallbelastning

Kvotkartor – Yt- och djupprover

Kvotkartorna är ett försök att visa skillnader mellan halter i djupprover och ytprover. Normalt torde halterna i de ytnära jordarna vara mer antropogent påverkade än djupproverna.

För att visualisera detta har därför singelelementkartor för ytprover och djupprover redovisats bredvid varandra och med samma klassificering i legenden.

För att ytterligare visa skillnaden har kvoten mellan ytproverna och djupproverna redovisats. Klassificeringen har gjorts relativt grovt enligt:

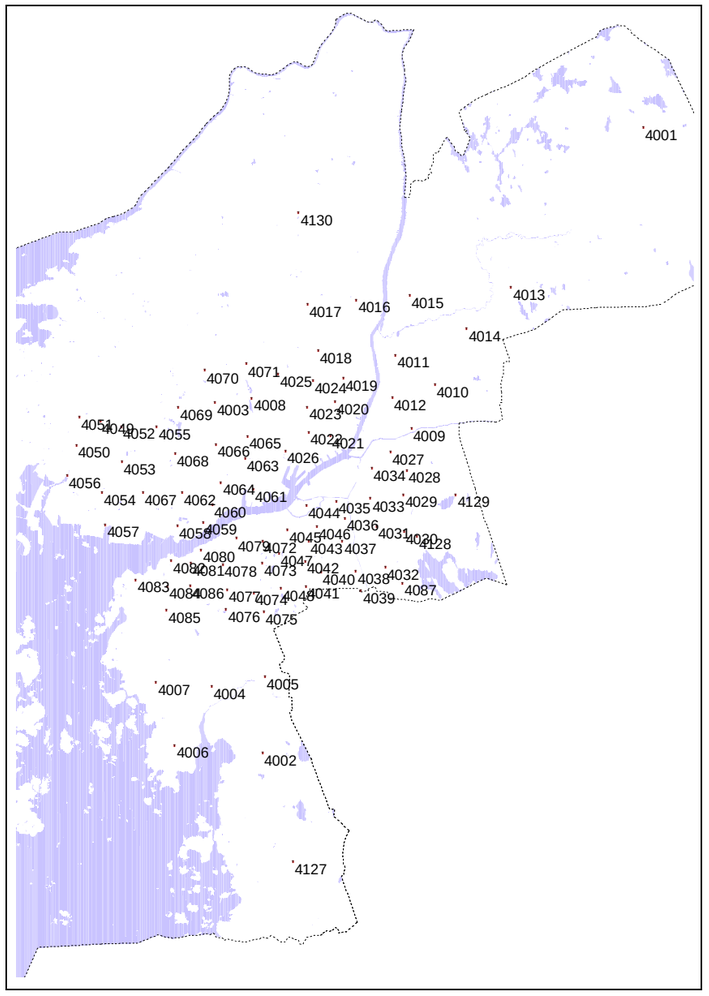
Benämning i legend	Kvot
Lägre halter i ytproverna	Mindre än 75%
Ung. samma halter i djup- och ytprover	75% - 125%
Upp till 5 ggr högre halter i ytproverna	125% - 500%
Upp till 10 ggr högre halter i ytproverna	500% - 1000%
Mer än 10 ggr högre halter i ytproverna	Mer än 1000%

Man skall ha i åtanke att när höga halter i både yt- och djupproverna förekommer framgår detta inte av kvotkartorna. Vidare innebär inte alltid att stora kvoter (stora skillnader mellan yt- och djupprover) beror på höga halter i ytproven. Detta kan vara ett resultat av en normal halt i ytprovet och en extremt låg halt i djupprovet.

PROVNUMMERKARTOR

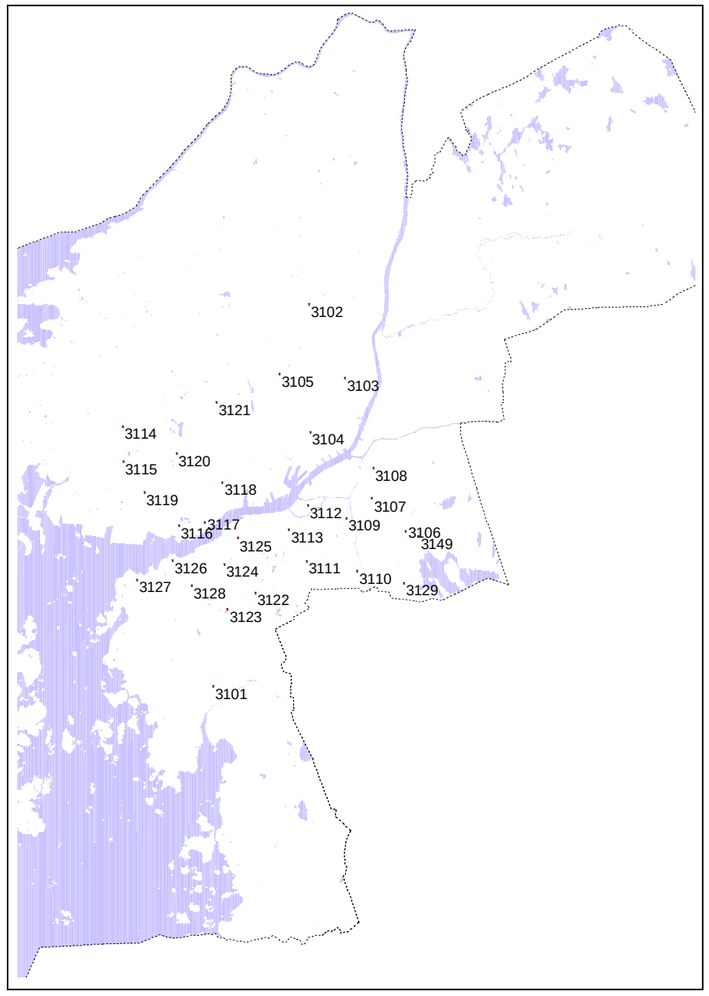
8 typer av prov har undersökts:
1. Urbana ytprover
2. Urbana djupsedimentprover
3. Urbana djupmoränprover
4. Rurala djupsedimentprover
5. Rurala djupmoränprover
6. Husmosseprover
7. Bäckvattenväxtprover
8. Urbana ytprover; analys på organiska miljögifter

Urbana ytprover



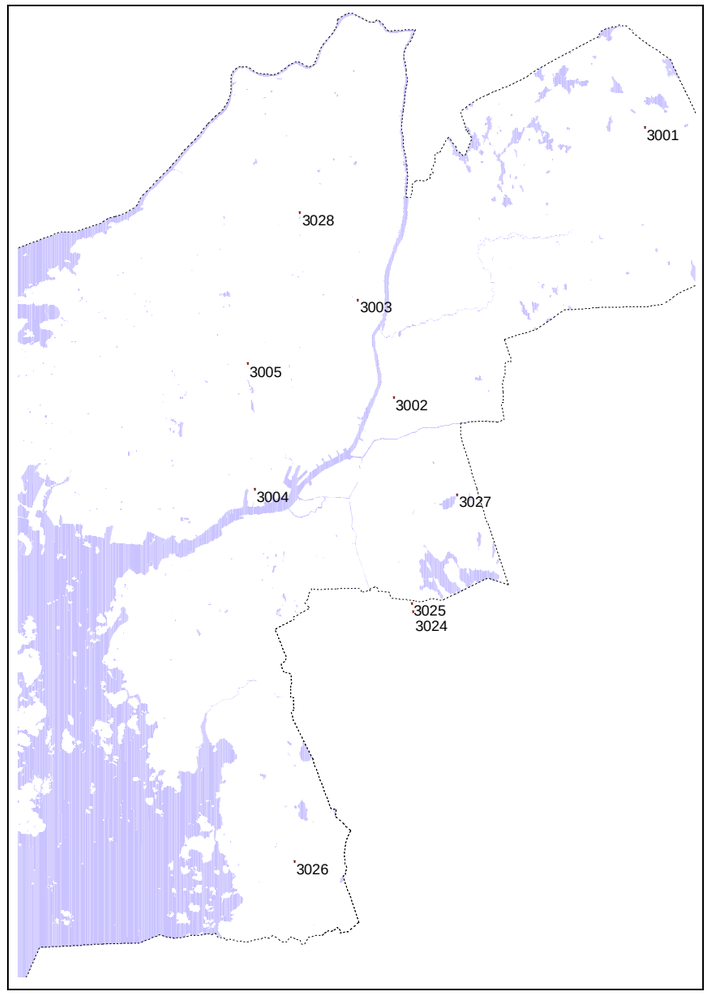
Figur 9. Karta över provpunkter (med provnummer) för urbana ytprover.

Urbana djupsedimentprover



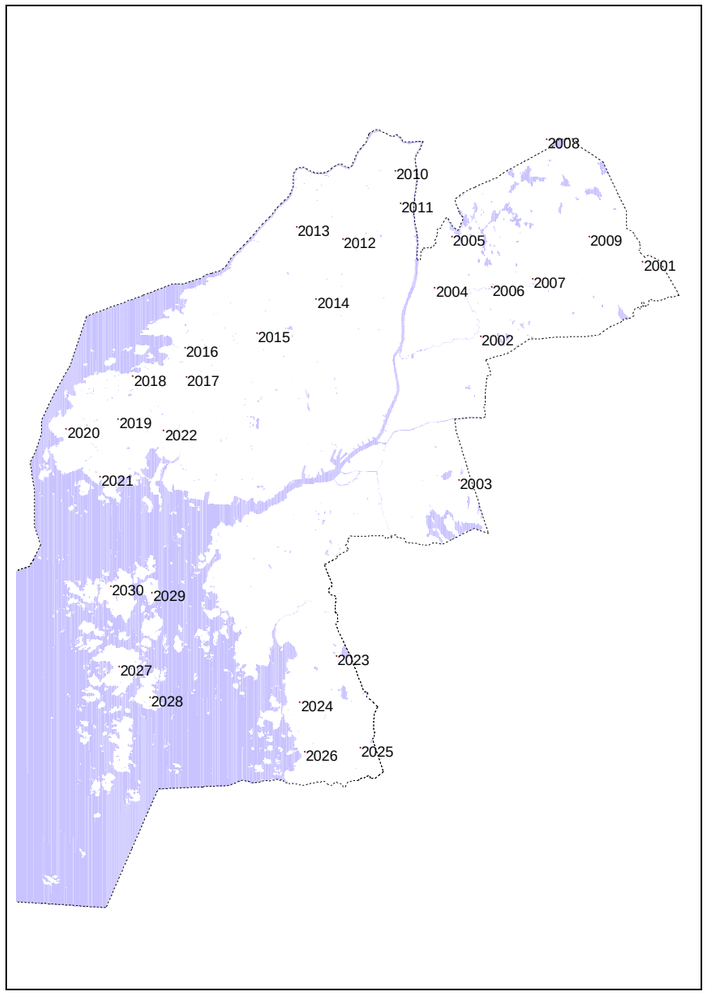
Figur 10. Karta över provpunkter (med provnummer) för urbana djupsedimentprover.

Urbana djupmoränprover



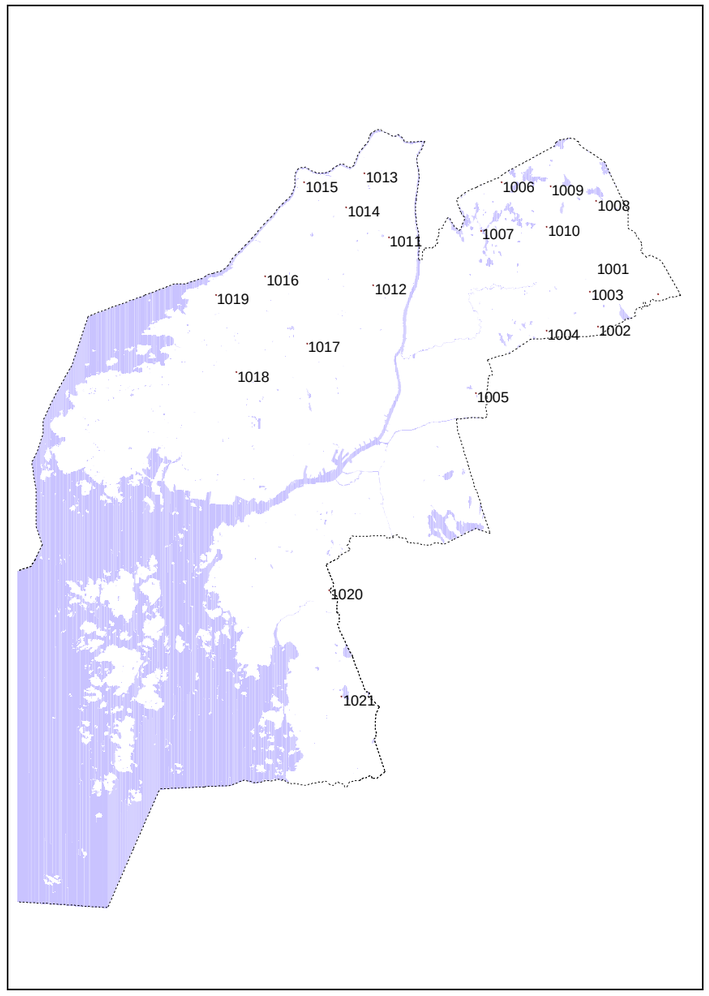
Figur 11. Karta över provpunkter (med provnummer) för urbana djupmoränprover.

Rurala djupsedimentprover



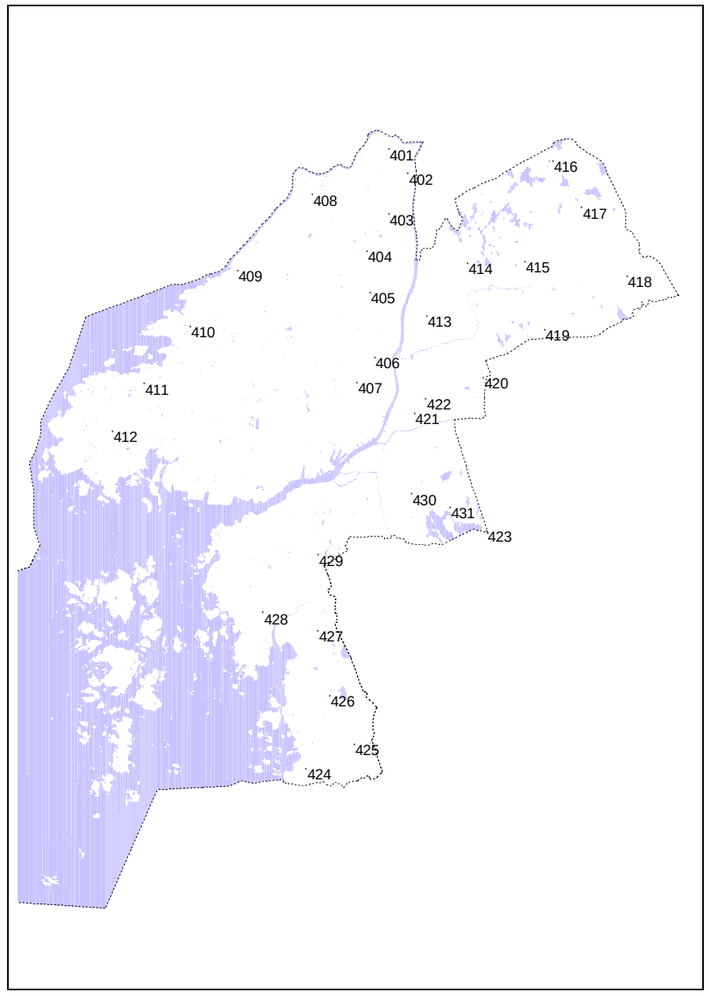
Figur 12. Karta över provpunkter (med provnummer) för rurala djupsedimentprover.

Rurala djupmoränprover



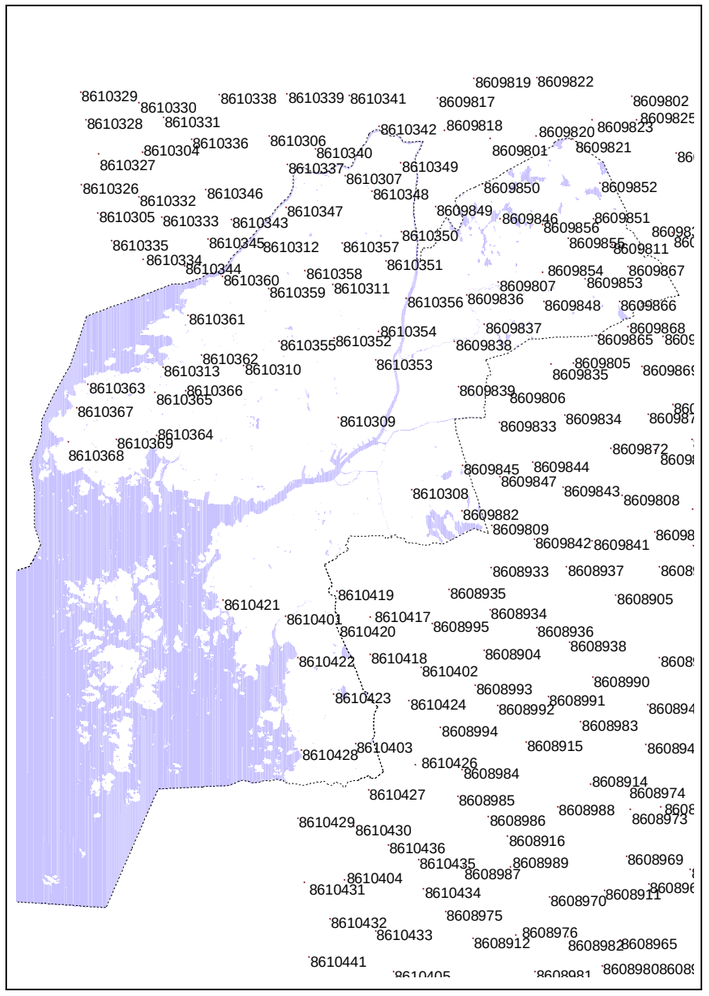
Figur 13. Karta över provpunkter (med provnummer) för rurala djupmoränprover.

Husmosseprover



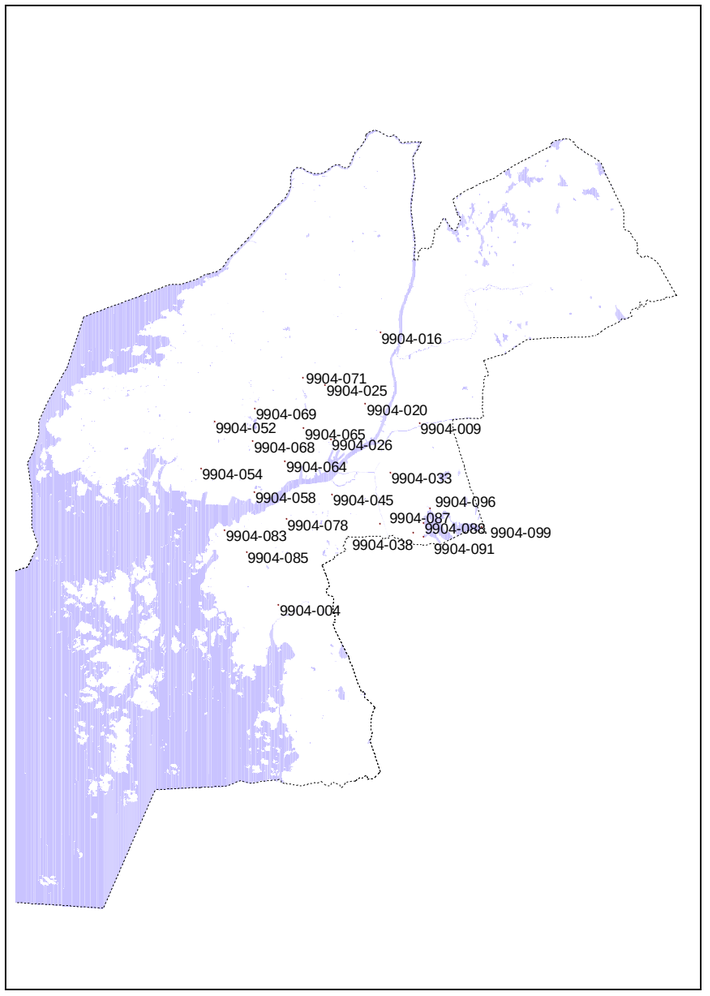
Figur 14. Karta över provpunkter (med provnummer) för husmosseprover.

Bäckvattenväxtprover - 86



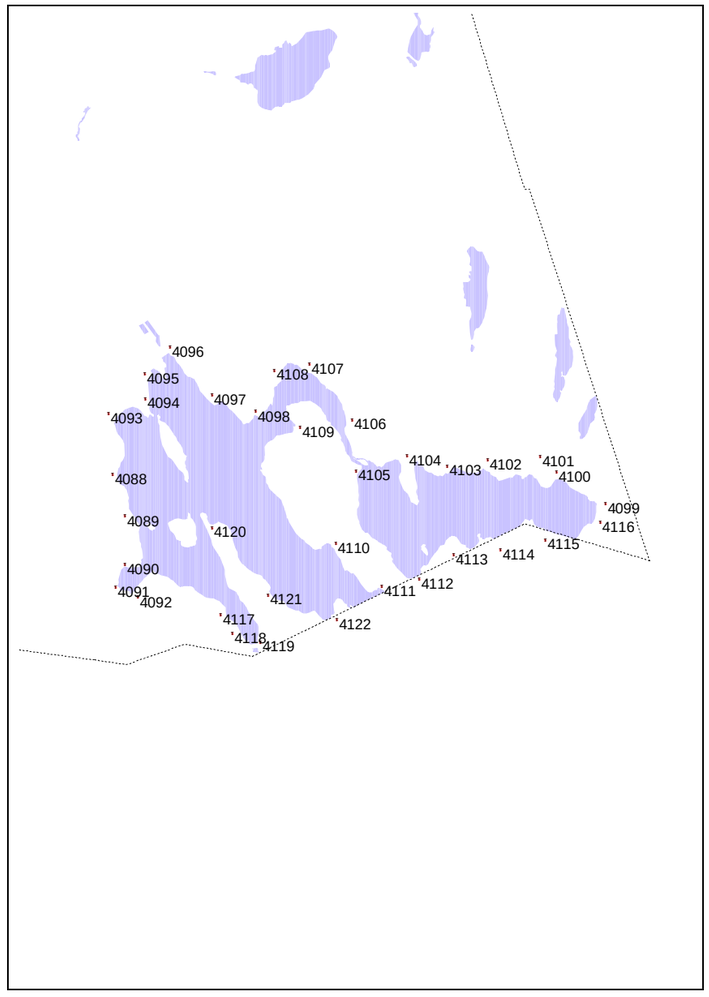
Figur 15. Karta över provpunkter (med provnummer) för bäckvattenväxtprover.

Urbana ytprover; analys på organiska miljögifter



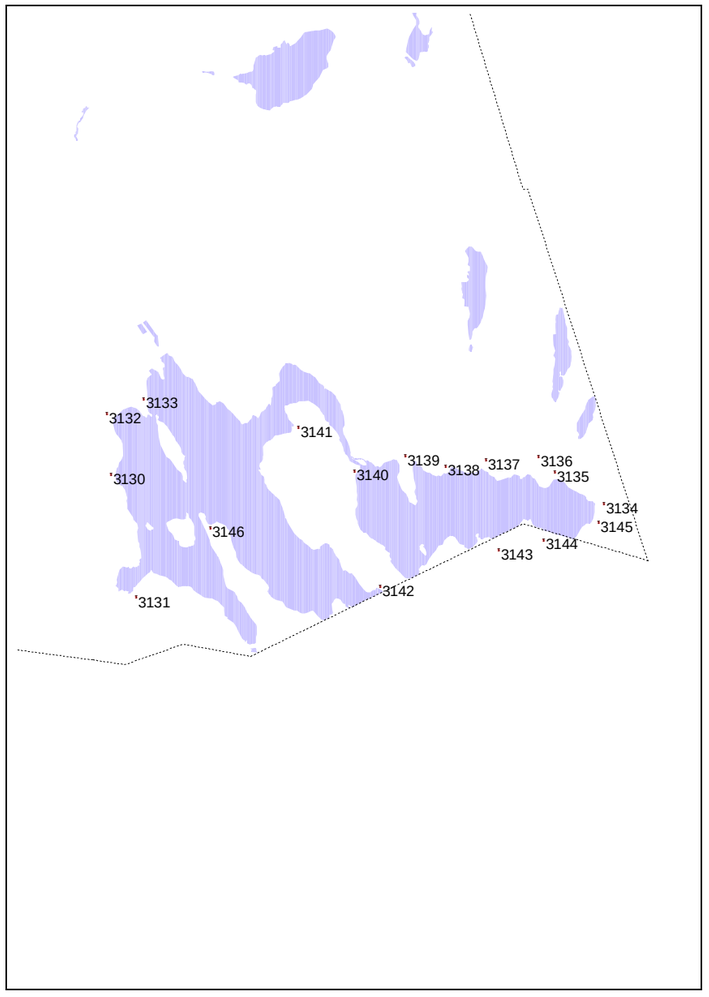
Figur 16. Karta över provpunkter (med provnummer) för urbana ytprover; analys av organiska miljögifter.

Urbana ytprover; Delsjön



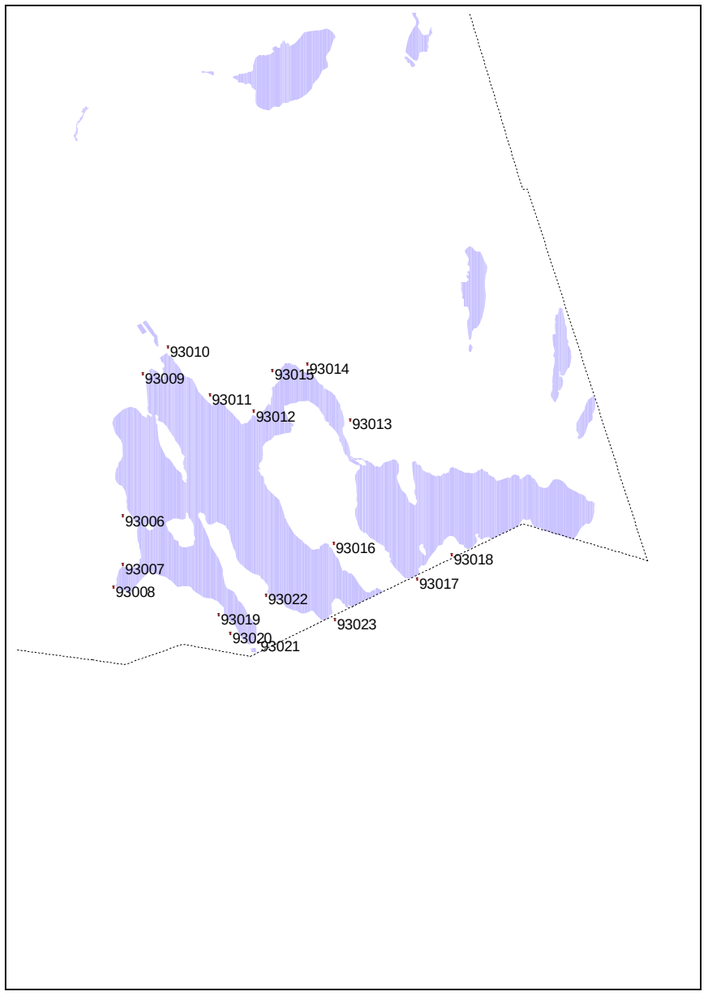
Figur 17. Karta över provpunkter (med provnummer) för urbana ytprover i Delsjöområdet.

Urbana djupsedimentprover, Delsjön



Figur 18. Karta över provpunkter (med provnummer) för urbana djupsedimentprover i Delsjöområdet.

Urbana djupmoränprover, Delsjön



Figur 19. Karta över provpunkter (med provnummer) för urbana djupmoränprover i Delsjöområdet.

KOMMENTARER TILL REDOVISADE KARTOR

I följande kapitel finns en kort beskrivning till varje karta som bifogas denna rapport. Samtliga kartor redovisas i rikets koordinatsystem (RT90 $2,5^{g}$ V) och rikets höjdsystem (RH70).

Urbana ytprover, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), As, Cd, Cr, Cu, Hg, och Pb

Skala stora kartan: *1:100 000.*
Skala små kartor: *1:300 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel Relativa metallbelastnings-kartor – Ytprover.*
Legend små kartor: enligt Naturvårdsverkets Rapport 4918, Bilaga 4, sid. 117,Tabell 1.

Urbana ytprover, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), Co, Ni, V och Zn

Skala stora kartan: *1:100 000.*
Skala små kartor: *1:300 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel Relativa metallbelastnings-kartor – Ytprover.*
Legend små kartor: enligt Naturvårdsverkets Rapport 4918, Bilaga 4, sid. 117,Tabell 1.

Urbana ytprover, Relativ metallbelastning, Bi, Sb och Sn

Skala stora kartan: *1:100 000.*
Skala små kartor: *1:300 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel Relativa metallbelastnings-kartor – Ytprover.*
Legend små kartor: logaritmisk klassificering av halter.

Urbana ytprover, Relativ metallbelastning, Mo, Se och Tl

Skala stora kartan: *1:100 000.*
Skala små kartor: *1:300 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel Relativa metallbelastnings-kartor – Ytprover.*
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

As kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Cd kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Co kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Cr kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Cu kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Hg kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Ni kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Pb kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

V kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Zn kvot, ytprov / djupprov (sediment)

Skala stora kartan: *1:75 000.*
Skala små kartor: *1:200 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djup-prover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Rurala djupmoränprover

Skala: *1:500 000.*
Legender: linjär klassificering av halter.

Rurala djupsedimentprover

Skala: *1:500 000.*
Legender: linjär klassificering av halter.

Husmosseprover, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, U, V, W och Zn

Skala: *1:500 000.*
Legender: percentilklassificering av halter, 10:e, 50:e, 90:e och 99:e percentilen.

Husmosseprover, Relativ metallbelastning, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb

Skala stora kartan: *1:150 000.*
Skala små kartor: *1:500 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel Relativa metallbelastnings-kartor – Ytprover.*
Legend små kartor: percentilklassificering av halter, 10:e, 50:e, 90:e och 99:e percentilen.

Bäckvattenväxtprover, 1986, As

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc.	50:e perc	90:e perc	95:e perc	99:e perc
As	32893	< 10	29	99	158	443

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, Cd

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc	50:e perc	90:e perc	95:e perc	99:e perc
Cd	5745	< 0.20	3,0	15	24	63

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, Co

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc	50:e perc	90:e perc	95: perc e	99:e perc
Co	32893	21	60	210	331	663

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, Cr

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc	50:e perc	90:e perc	95: perc e	99:e perc
Cr	32893	24	40	69	81	121

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, Cu

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc	50:e perc	90:e perc	95: perc e	99:e perc
Cu	32893	24	50	124	165	318

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, Hg

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc	50:e perc	90:e perc	95: perc e	99:e perc
Hg	5751	0,009	0,045	0,102	0,123	0,183

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, Ni

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, Pb

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc	50:e perc	90:e perc	95: perc e	99:e perc
Ni	32893	11	32	102	164	468

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, Se

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc	50:e perc	90:e perc	95: perc e	99:e perc
Se	5751	0,16	0,36	0,88	1,23	2,60

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, V

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc	50:e perc	90:e perc	95: perc e	99:e perc
V	32893	65	112	205	266	424

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Bäckvattenväxtprover, 1986, Zn

Skala: *1:150 000.*
Legend: linjär klassificering av halter.
I nedanstående tabell redovisas percentiler för halterna i riket.

Ämne	Antal	10:e perc	50:e perc	90:e perc	95: perc e	99:e perc
Zn	32893	90	309	1102	1803	4424

Bakgrund: Lantmäteriets höjddatabas, gridstorlek 50 m.

Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb (Karta 1)

Skala: *1:200 000.*
Kartan visar förändring av halter över tid i provpunkterna:

- *Brudarmossen övre*
- *Brudarmossen nedre*
- *Stora ån övre*
- *Stora ån nedre*
- *Otterbäcken övre*
- *Otterbäcken nedre*

Observera att y-axeln är logaritmisk.

Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb (Karta 2)

Skala: *1:200 000.*
Kartan visar förändring av halter över tid i provpunkterna:

- *Äsperedsbäcken*
- *Kvibergsbäcken*
- *Göta älv*
- *Lärjeån*

Observera att y-axeln är logaritmisk.

Vattenmossprover, 1993-1999, As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb (Karta 3)

Skala: *1:200 000.*
Kartan visar förändring av halter över tid i provpunkterna:

- *Säve, Solberg*
- *Säve depå*
- *Madbäcken*

Observera att y-axeln är logaritmisk.

Cancerogena PAH - Ytjordprover

Skala: *1:100 000.*
Legend Cancerogena PAH: enligt Naturvårdsverkets Rapport 4918, Bilaga 4, sid. 118,Tabell 1.
Legend miljöstörande verksamheter: linjär klassificering.
Bakgrundskarta: Miljöstörande verksamhet per km^2.

Övriga PAH - Ytjordprover

Skala: *1:100 000.*
Legend Övriga PAH: enligt Naturvårdsverkets Rapport 4918, Bilaga 4, sid. 118,Tabell 1.
Legend miljöstörande verksamheter: linjär klassificering.
Bakgrundskarta: Miljöstörande verksamhet per km^2.

EGOM, (Extraherbart gaskromatograferbart organiskt material) - Ytjordprover

Skala: *1:100 000.*
Legend EGOM: enligt Naturvårdsverkets Rapport 4918, Bilaga 4, sid. 124,Tabell 124.
Legend miljöstörande verksamheter: linjär klassificering.
Bakgrundskarta: Miljöstörande verksamhet per km^2.

Geologi och markslag inom Delsjöns avrinningsområde

Skala geologi: *1:25 000.*
Skala markanvändning: *1:25 000.*

Urbana ytprover – Delsjöns avrinningsområde, Relativ metallbelastning och Tillstånd av förorenad mark (NV), As, Cd, Cr, Cu, Hg, och Pb

Skala stora kartan: *1:25 000.*
Skala små kartor: *1:50 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel Relativa metallbelastningskartor – Ytprover.*
Legend små kartor: enligt Naturvårdsverkets Rapport 4918, Bilaga 4, sid. 117,Tabell 1.
Observera att nedströmsområden från väg 40, inom avrinningsområdet, markerats med blå skraffering. Dagvatten från väg 40 har här möjlighet att tillrinna Delsjön. Uppgifterna baseras på höjddatabasen och har ej kontrollerats i fält.

Delsjöns avrinningsområde, As kvot, ytprov / djupprov (morän)

Skala stora kartan: *1:25 000.*
Skala små kartor: *1:75 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djupprover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Delsjöns avrinningsområde, Cd kvot, ytprov / djupprov (morän)

Skala stora kartan: *1:25 000.*
Skala små kartor: *1:75 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djupprover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Delsjöns avrinningsområde, Cr kvot, ytprov / djupprov (morän)

Skala stora kartan: *1:25 000.*
Skala små kartor: *1:75 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djupprover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Delsjöns avrinningsområde, Cu kvot, ytprov / djupprov (morän)

Skala stora kartan: *1:25 000.*
Skala små kartor: *1:75 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djupprover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Delsjöns avrinningsområde, Hg kvot, ytprov / djupprov (morän)

Skala stora kartan: *1:25 000.*
Skala små kartor: *1:75 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djupprover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

Delsjöns avrinningsområde, Pb kvot, ytprov / djupprov (morän)

Skala stora kartan: *1:25 000.*
Skala små kartor: *1:75 000.*
Legend stora kartan: *se kapitel* Kvotkartor – Yt- och djupprover.
Legend små kartor: linjär klassificering av halter.

REFERENSER

British Geological Survey (BGS), 1995, Potentially harmful elements from natural sources and mining areas: characteristics, extent and relevance to planning and development in Great Britain.

Byggforskningsrådet, ULI, 2000, Geografisk informationsbehandling, Metoder och tillämpningar.

ESRI Inc., 1998, Working with ArcView Spatial Analyst, ESRI educational services.

Miller J. C., Miller J. N., 1993, Statistics for Analytical Chemistry, 3rd edition, Ellis Horwood PTR Prentice Hall.

Medin M., 1992, Metaller i vattendrag, En undersökning av metaller i vattenmossa i Göteborgsområdet 1992. Rapport till miljöförvaltningen.

Medin M., 1994, Metaller i vattendrag, En undersökning inom Göteborgs kommun 1993, Rapport till miljö- och hälsoskydd och renhållningsverket i Göteborgs stad – R 1994:1.

Medin M., 1995, Metaller i vattendrag, En undersökning inom Göteborgs kommun 1994, Rapport till miljö- och hälsoskydd och renhållningsverket i Göteborgs stad – R 1995:1.

Medin M., 1995, Metaller i vattendrag, Undersökning av metaller i vattenmossa i Göteborgsområdet hösten 1995. Rapport till miljöförvaltningen.

Medin M., 1996, Metaller i vattendrag, Undersökning av metaller i vattenmossa i Göteborgsområdet hösten 1996. Rapport till miljöförvaltningen.

Medin M., 1997, Metaller i vattendrag, Undersökning av metaller i vattenmossa i Göteborgsområdet hösten 1997. Rapport till miljöförvaltningen.

Medin M., 1998, Metaller i vattendrag, Undersökning av metaller i vattenmossa i Göteborgsområdet hösten 1998. Rapport till miljöförvaltningen.

Medin M., 1999, Metaller i vattendrag, Undersökning av metaller i vattenmossa i Göteborgsområdet hösten 1999. Rapport till miljöförvaltningen.

Naturvårdsverket - Rapport 4638, 1996, Generella riktvärden för förorenad mark, Beräkningsprinciper och vägledning för tillämpning, Efterbehandling och sanering.

Naturvårdsverket - Rapport 4660, 1997, Bakgrundshalter i mark, Halter av vissa metaller och organiska ämnen i jord i tätort och på landsbygd, Etablering och sanering.

Naturvårdsverket - Rapport 4807, 1997, Åtgärdskrav vid efterbehandling, Vägledning för säkerställande av att acceptabla resthalter och restmängder uppnås – metoder och säkerhet, Efterbehandling och sanering.

Naturvårdsverket – Rapport 4918, 1999, Metodik för inventering av förorenade områden, Bedömningsgrunder för miljökvalitet, Vägledning för insamling av underlagsdata.

Parslow G. R., 1974, Determination of background and threshold in exploration geochemistry, Journal of Geochemical Exploration 3 (1974) 319-336.

Rühling Å., Steinnes E., Berg T., 1996, Atmospheric Heavy Metal Deposition in Northern Europa 1995, Nord 1996:37.

SGU, 1976, Jordartskartan Göteborg SO, serie Ae nr 26.

SGU, 1987, Jordartskartan Marstrand SO / Göteborg SV, serie Ae nr 72.

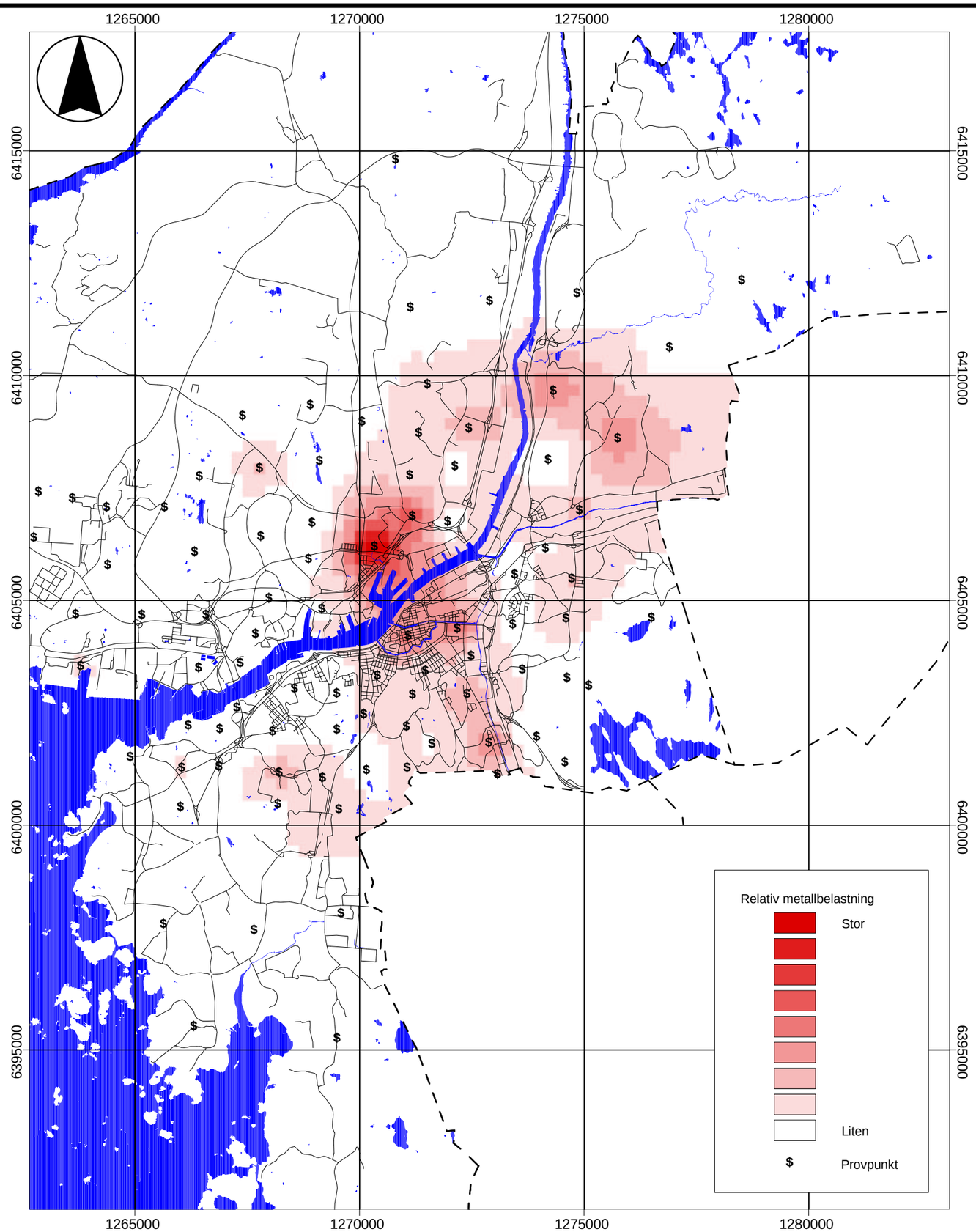
SGU, 1988, Rapport och meddelanden nr 51, Biogeokemiska kartan, Tungmetaller i bäckvattenväxter, Göteborg och Borås.

Sinclair A. J., 1974, Selection of threshold values in geochemical data using probability graphs, Journal of Geochemical Exploration 3 (1974) 129-149.

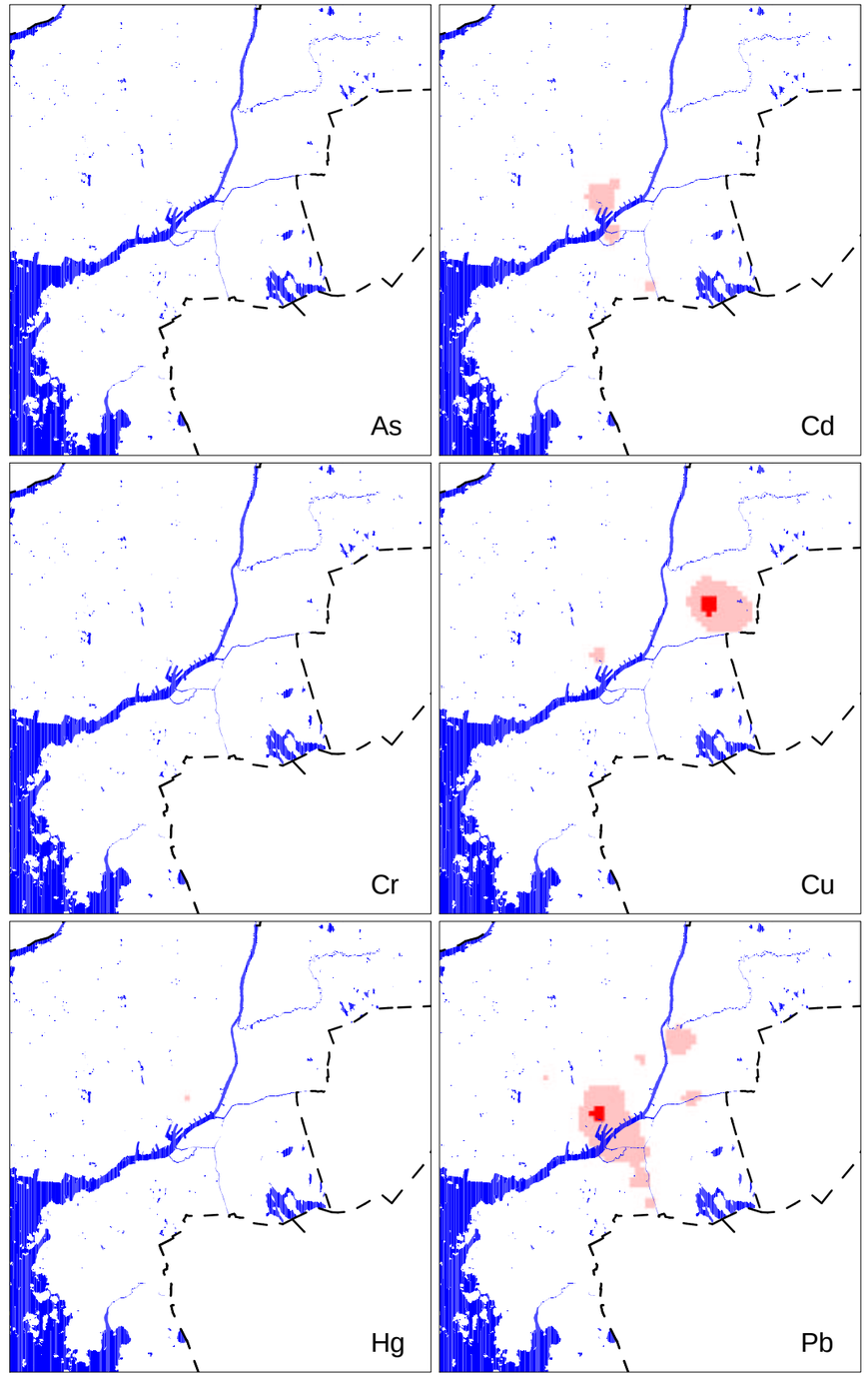
Sinclair A. J., 1983. Univariate analysis. Handbook of Geochimical Exploration Volume 2: Statistical and data analysis in geochemical prospecting. Howarth, R J (editor).

Statsoft Inc, 1999, Statistica Elektonic Manual (elektronisk referensmanual).

Ström K., Thurén S., 1992, Äldre avfallsupplag, Riskbedömning samt förslag till åtgärds- och miljöskyddsplan 1992:21, Göteborgs Stad Miljö- och hälsoskydd, Renhållningsverket Göteborg.



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



Tillstånd för förorenad mark (NV)

- Mycket allvarligt
- Allvarligt
- Måttligt allvarligt
- Ingen anmärkning - Mindre allvarligt

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Urbana ytprover
Relativ metallbelastning och
Tillstånd för förorenad mark (NV)

As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb

1265000 1270000 1275000 1280000

6415000 6410000 6405000 6400000 6395000

Relativ metallbelastning

Stor

Liten

$ Provpunkt

Co

Ni

V

Zn

Tillstånd för förorenad mark (NV)

Mycket allvarligt

Allvarligt

Måttligt allvarligt

Ingen anmärkning - Mindre allvarligt

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Urbana ytprover
Relativ metallbelastning och
Tillstånd för förorenad mark (NV)

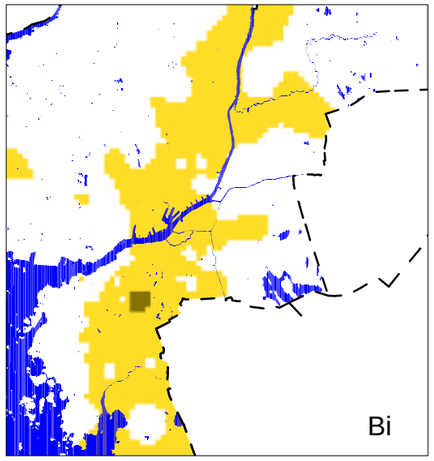
Co, Ni, V och Zn

1265000 1270000 1275000 1280000

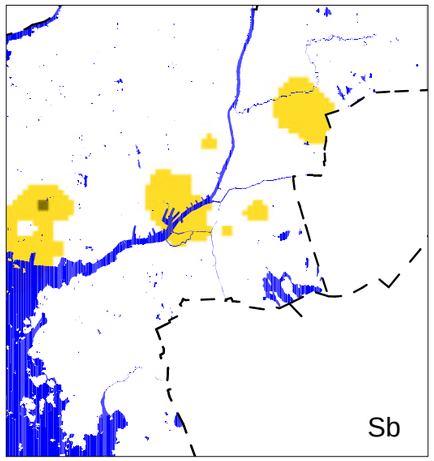
6415000 6410000 6405000 6400000 6395000

Relativ metallbelastning
Liten
Stor
$ Provpunkt

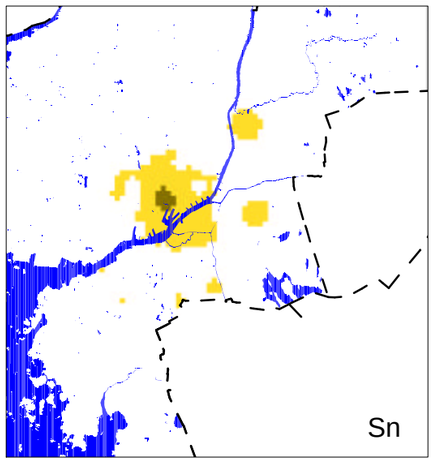
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



Bi [ppm]
0 - 0.1
0.1 - 1
1 - 10



Sb [ppm]
0 - 0.1
0.1 - 1
1 - 10

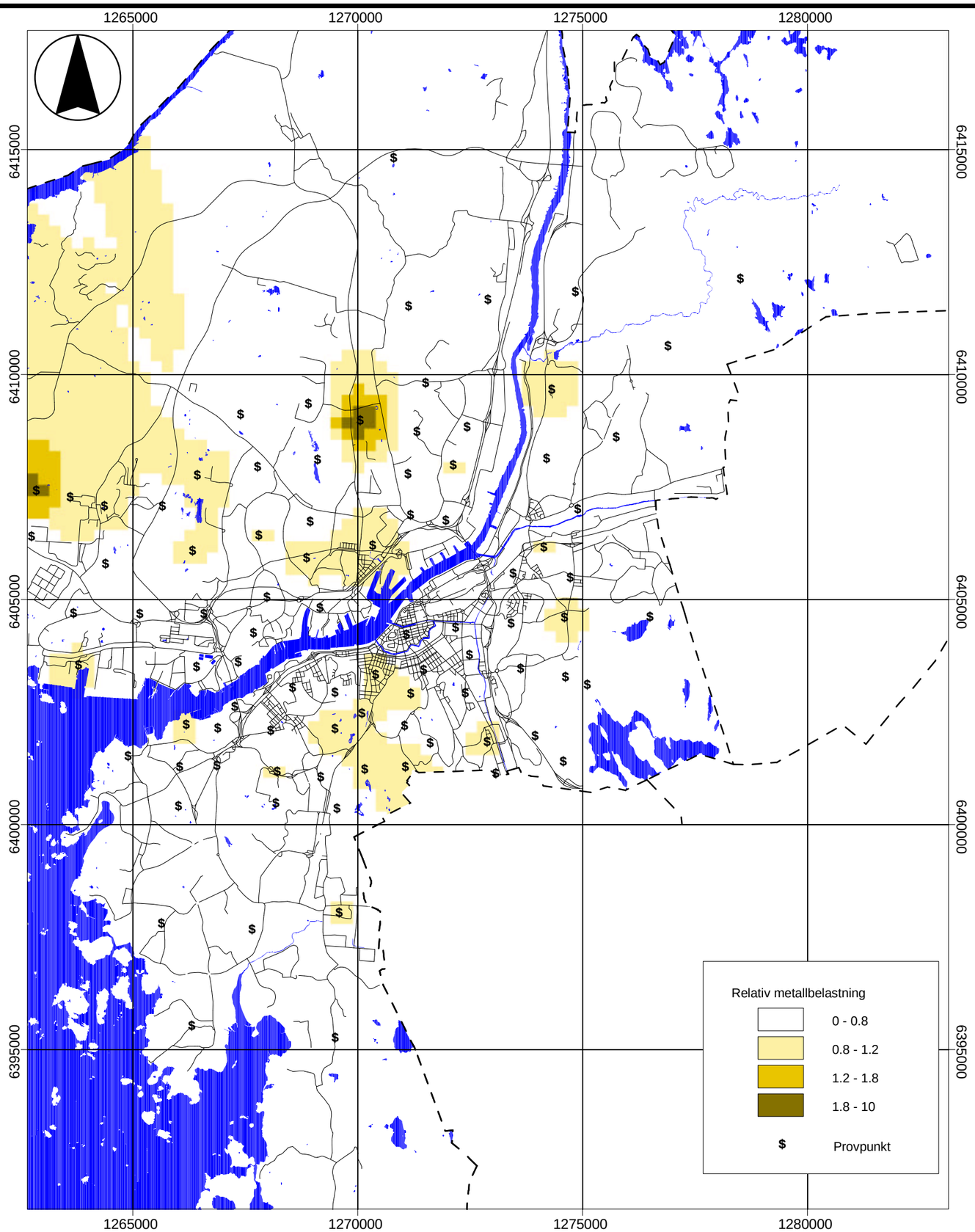


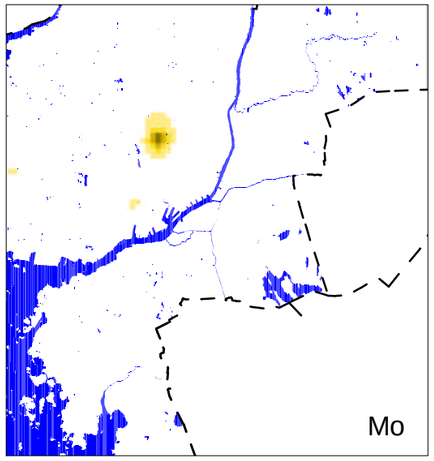
Sn [ppm]
0 - 1
1 - 10
10 - 100

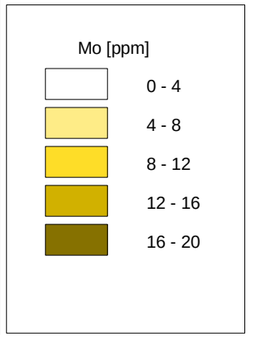
J&W Energi och Miljö

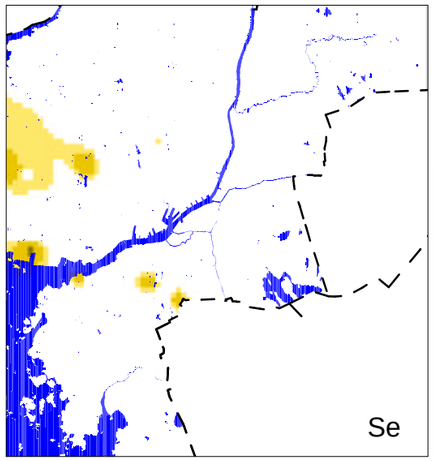
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

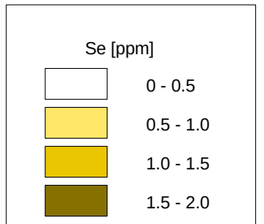
Urbana ytprover
Relativ metallbelastning
Bi, Sb och Sn

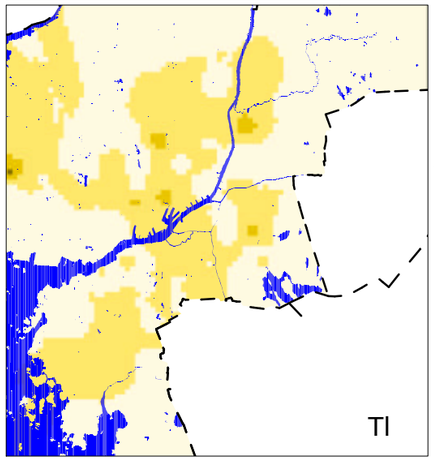


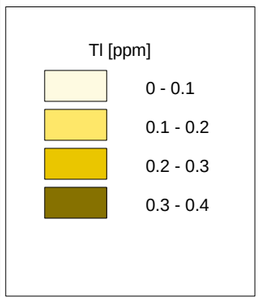












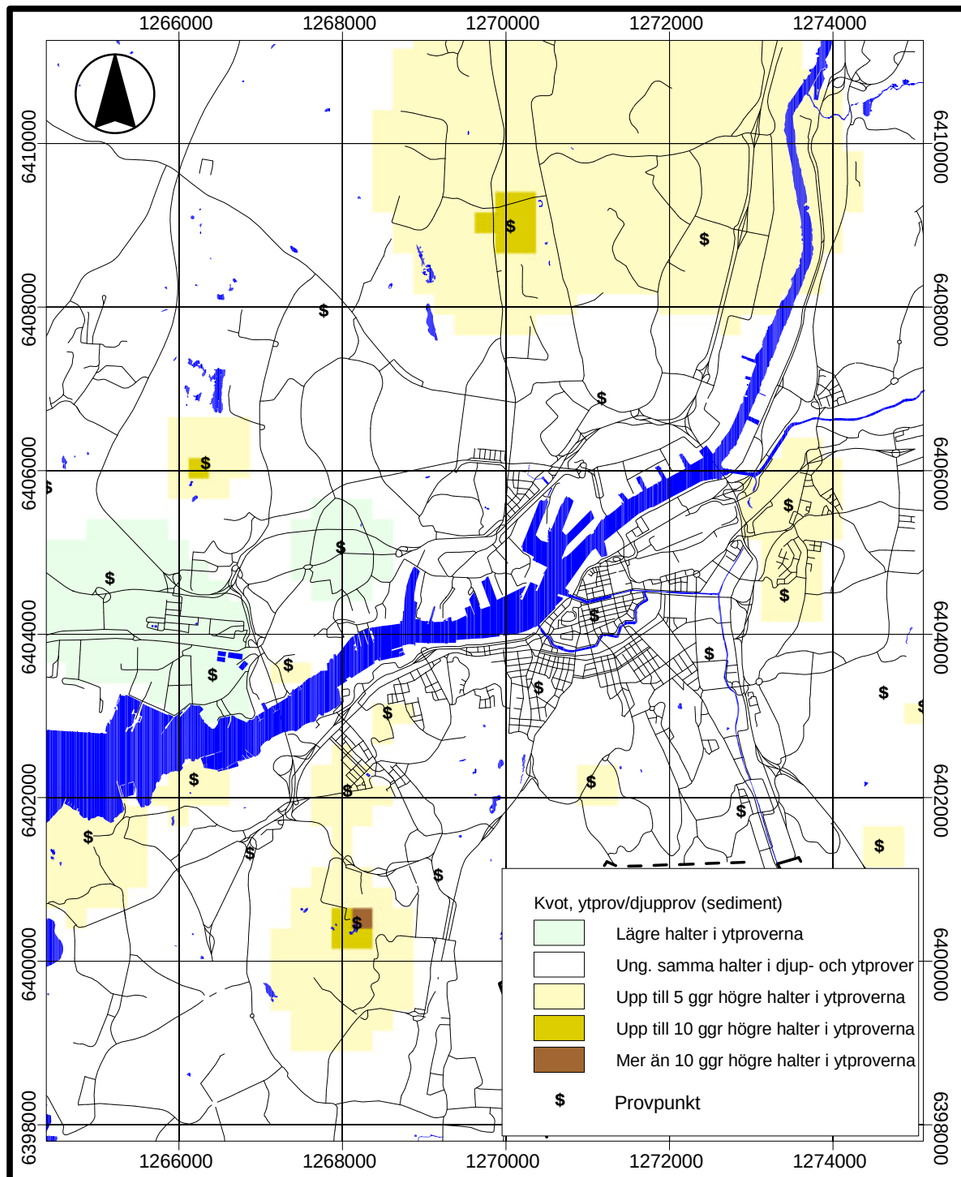
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

J&W Energi och Miljö

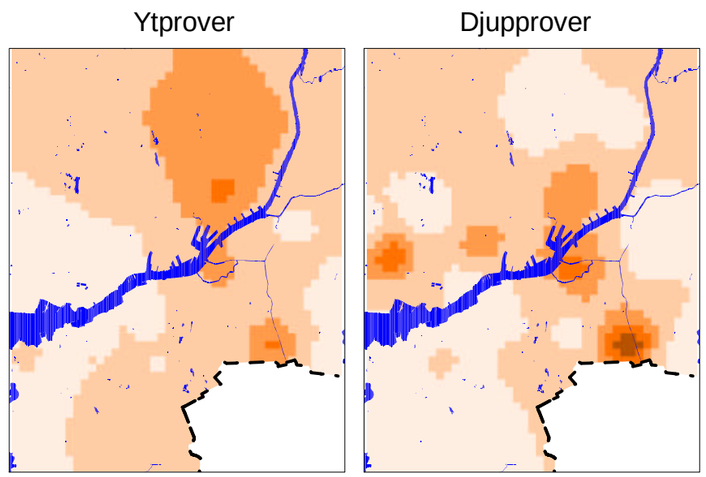
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Urbana ytprover
Relativ metallbelastning

Mo, Se och Tl



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



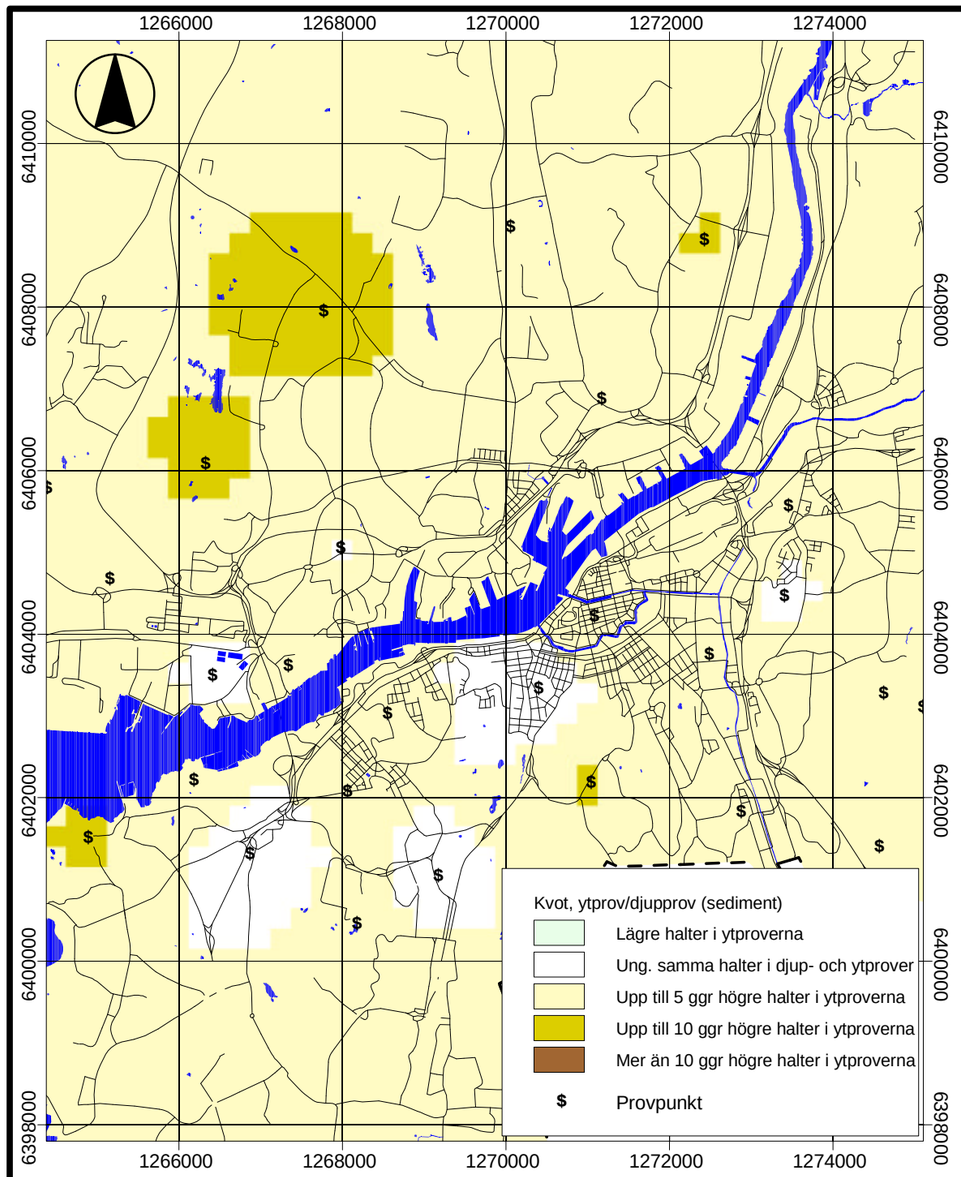
As yt- och djupprov [ppm]

- 0 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- 8 - 10
- 10 - 12

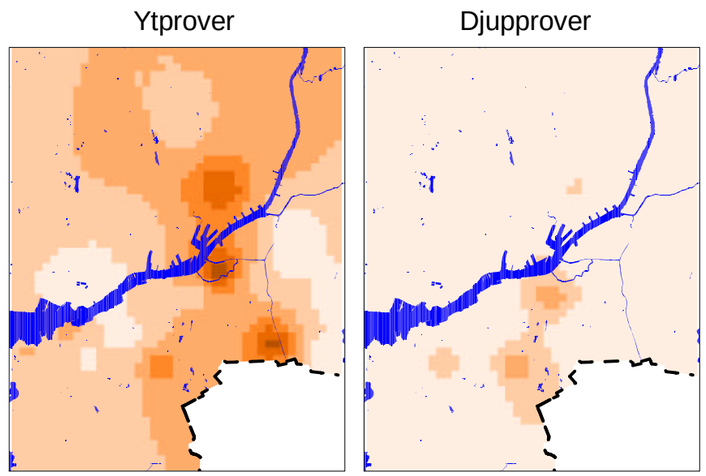
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

As kvot, ytprov/djupprov (sediment)



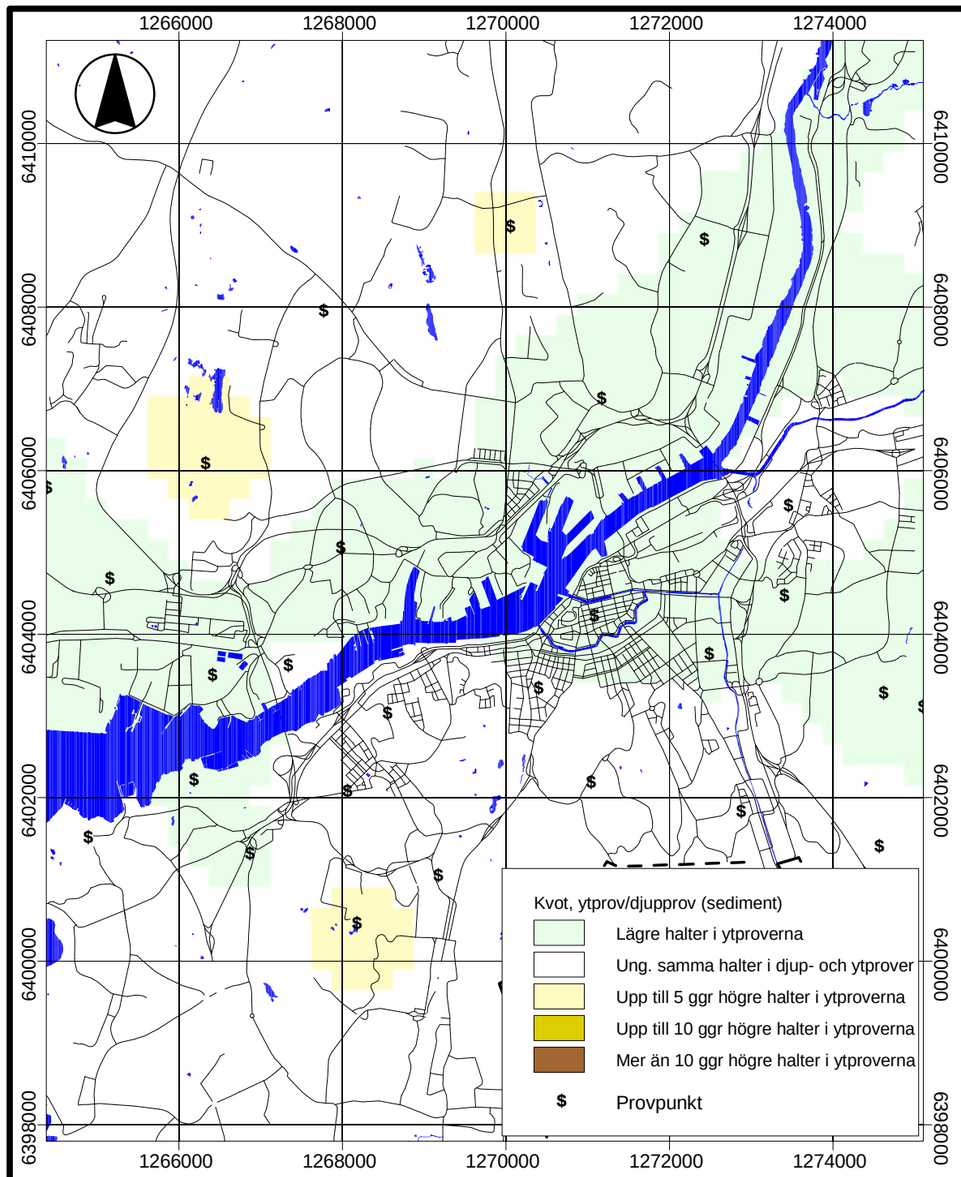
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Cd kvot, ytprov/djupprov (sediment)



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

Ytprover

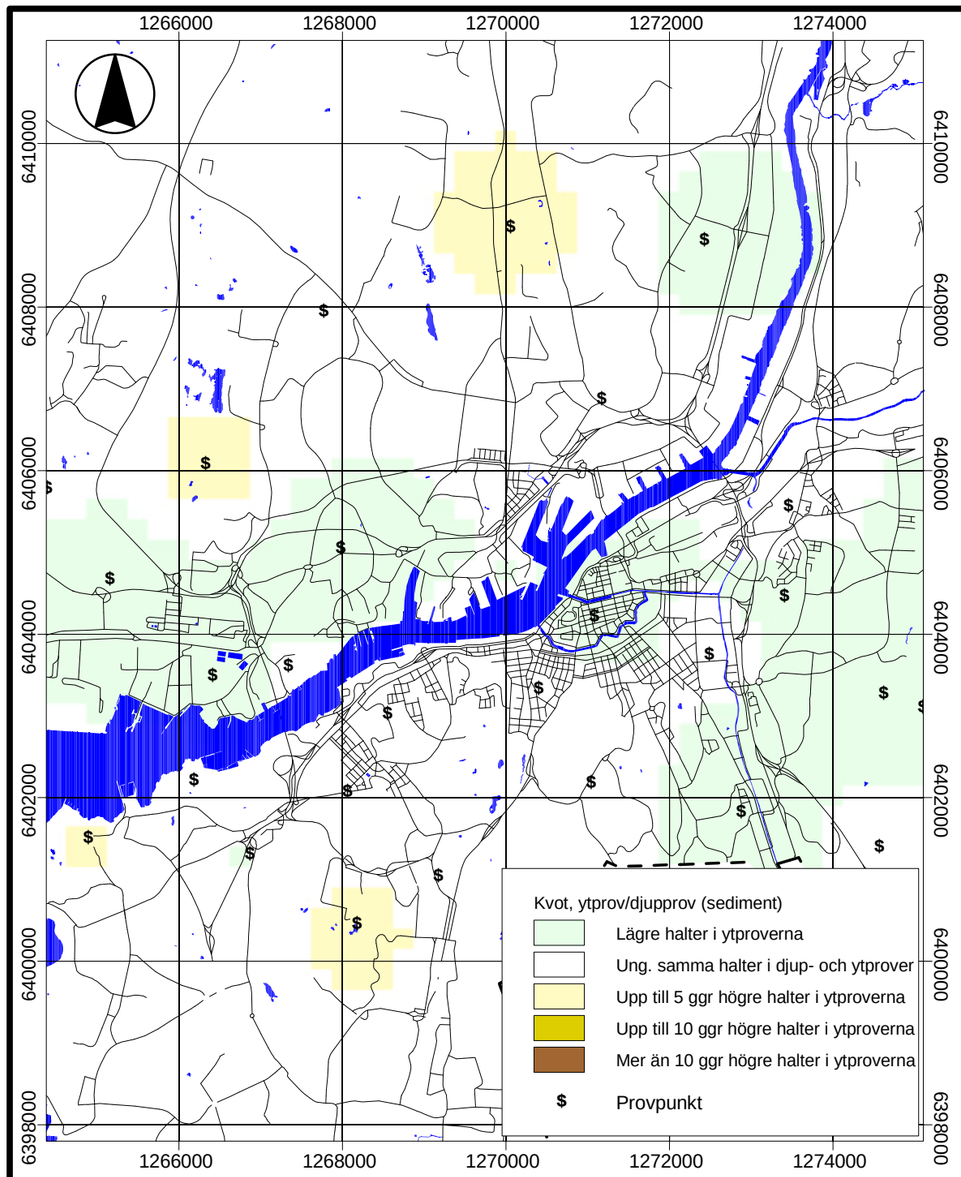
Djupprover

Co yt- och djupprov [ppm]
0 - 4
4 - 8
8 - 12
12 - 16
16 - 20

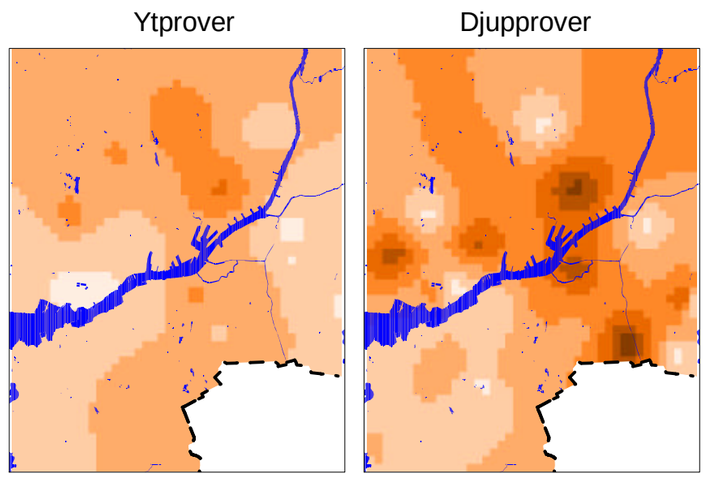
J&W Energi och Miljö

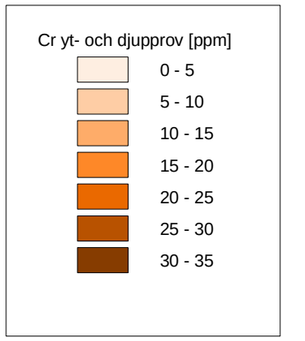
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Co kvot, ytprov/djupprov (sediment)



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

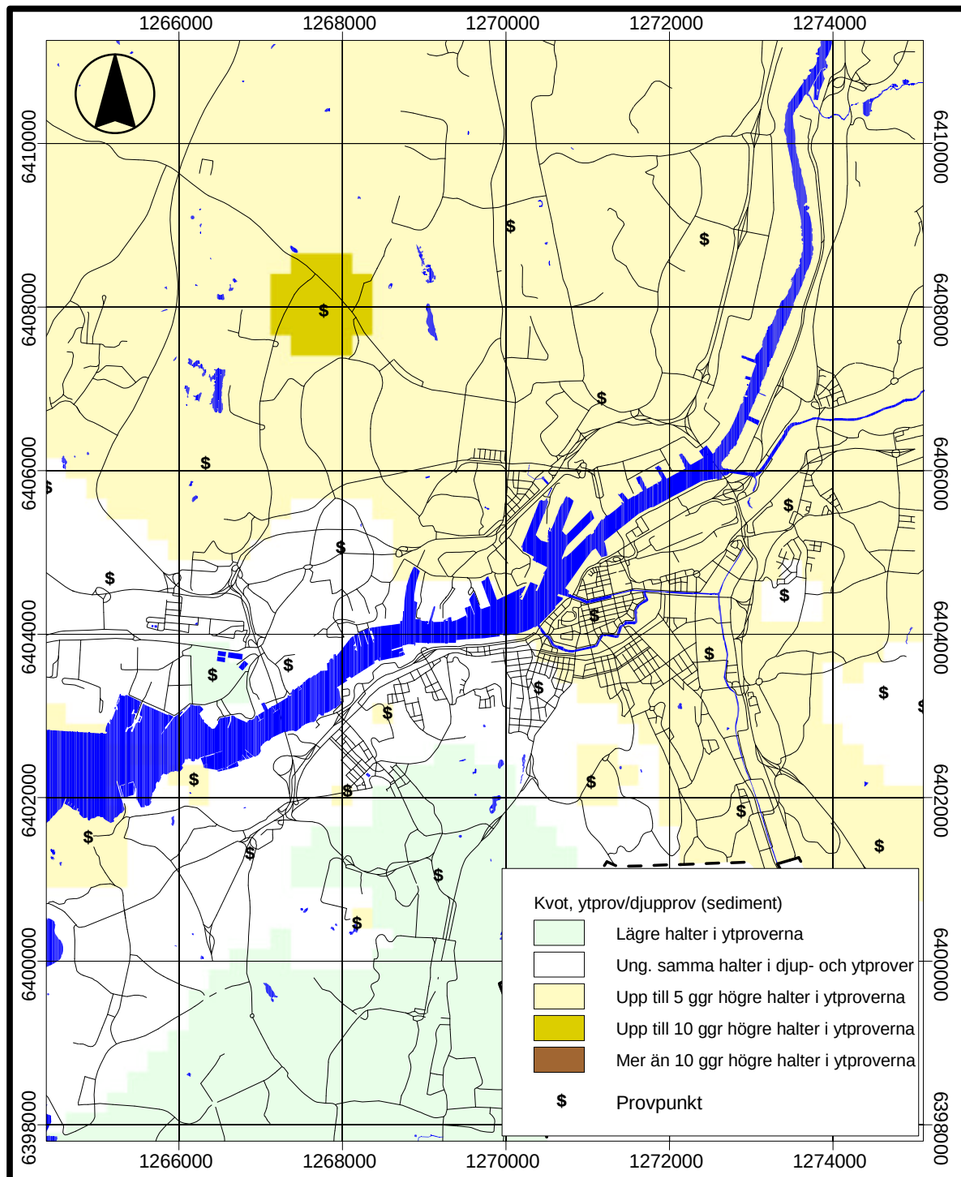




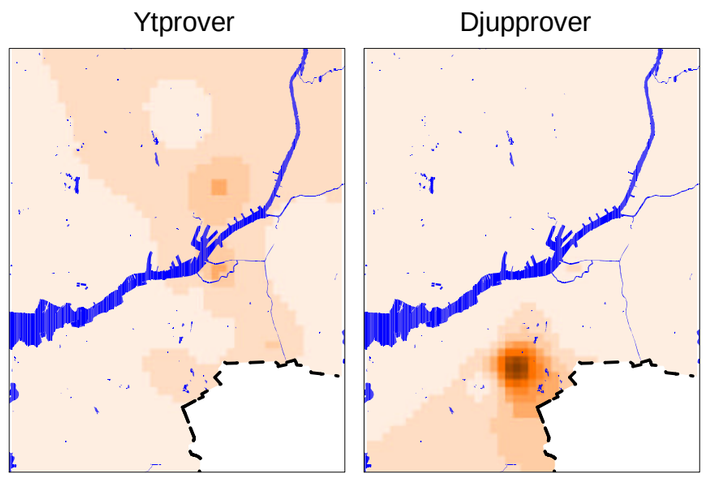
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Cr kvot, ytprov/djupprov (sediment)



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



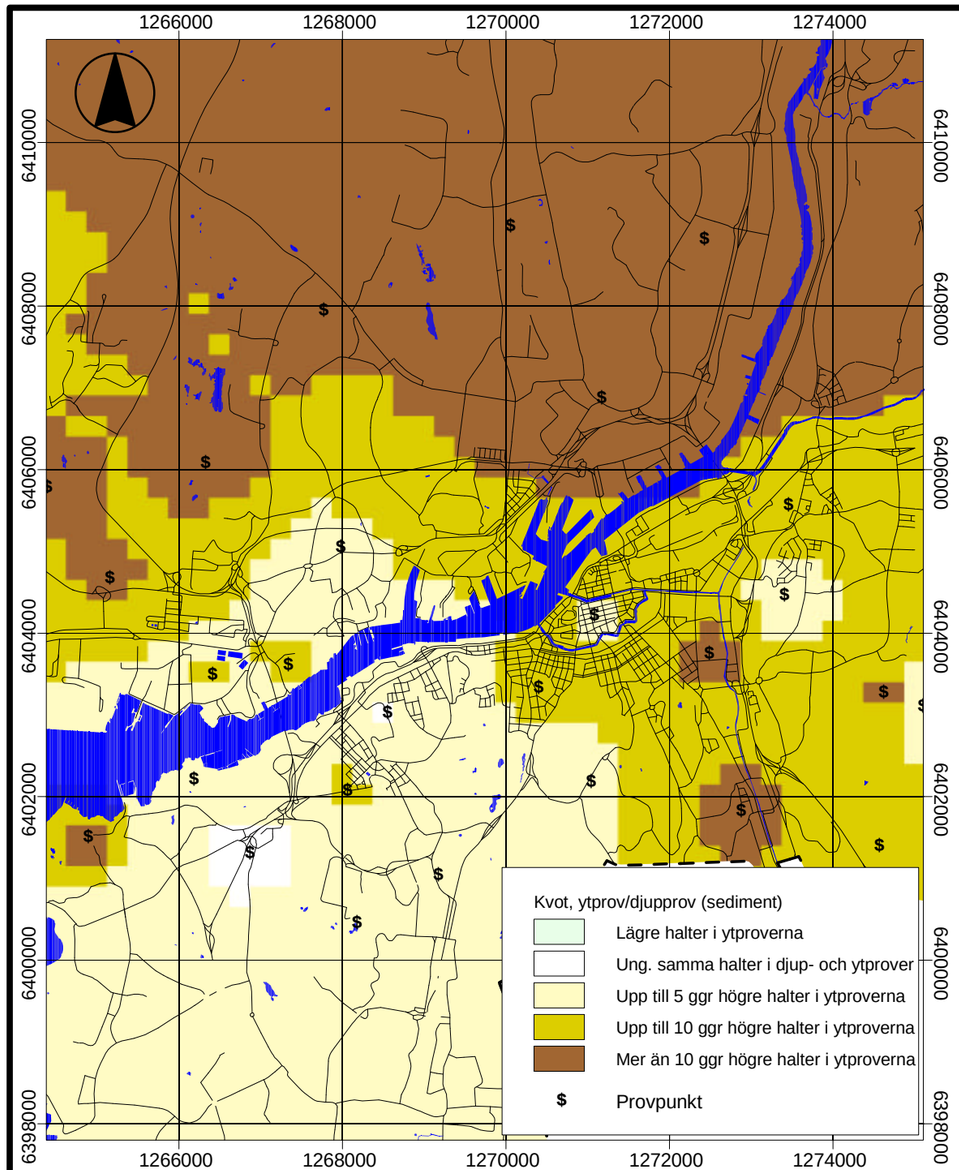
Cu yt- och djupprov [ppm]

- 0 - 25
- 25 - 50
- 50 - 75
- 75 - 100
- 100 - 125
- 125 - 150
- 150 - 175
- 175 - 200
- 200 - 225
- 225 - 250
- 250 - 275

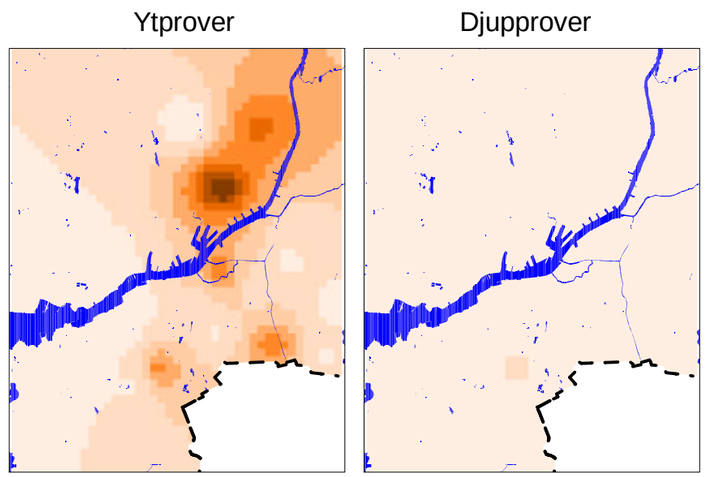
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Cu kvot, ytprov/djupprov (sediment)



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



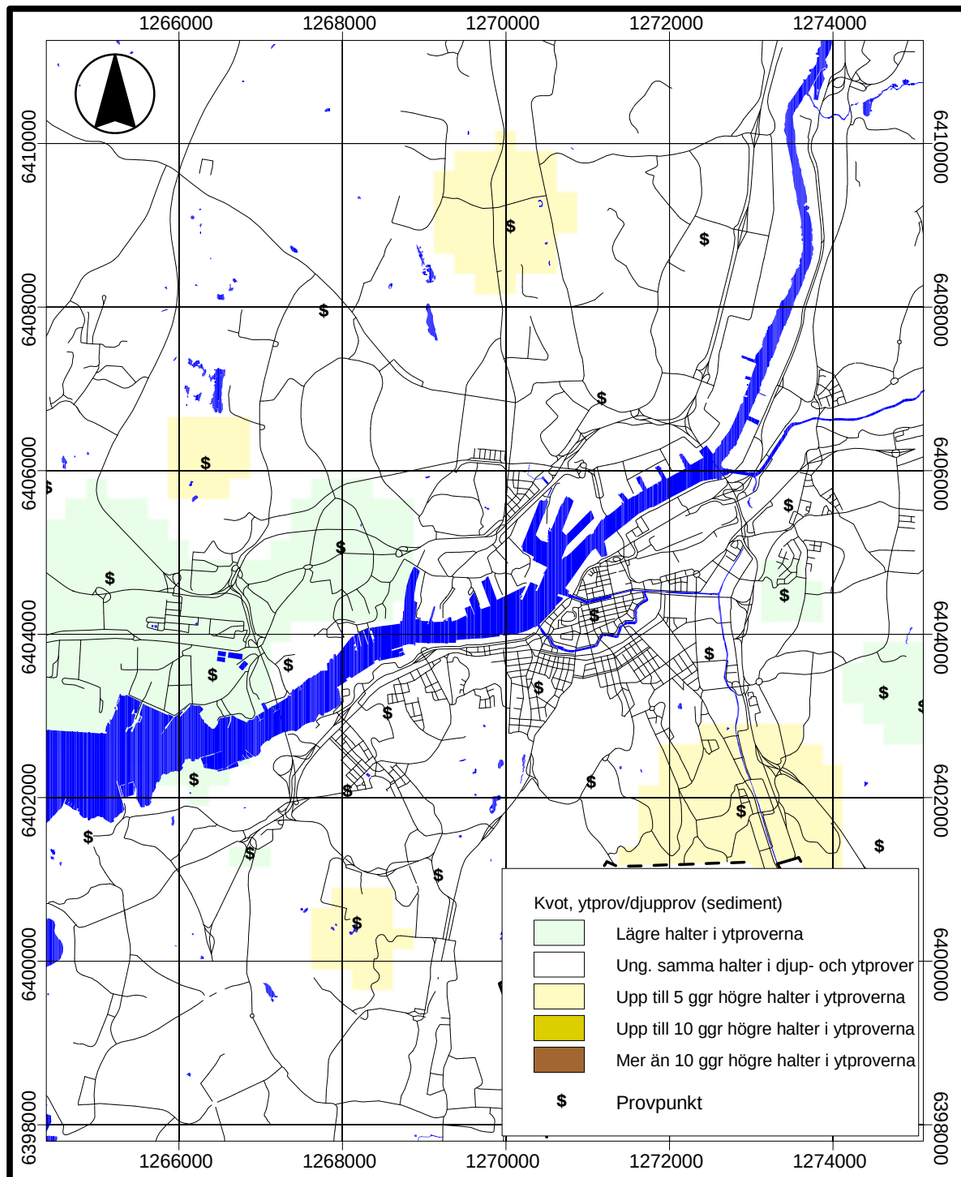
Hg yt- och djupprov [ppm]

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- 0.8 - 1
- 1 - 1.2
- 1.2 - 1.4
- 1.4 - 1.6

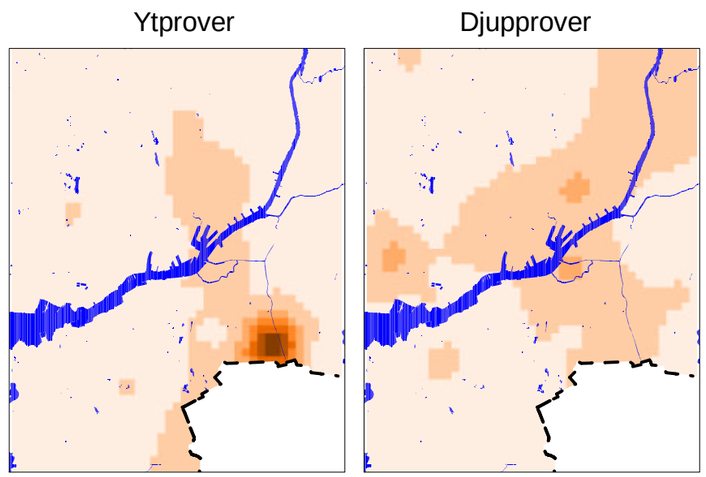
J&W Energi och Miljö

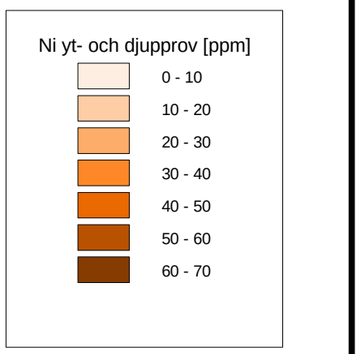
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Hg kvot, ytprov/djupprov (sediment)



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

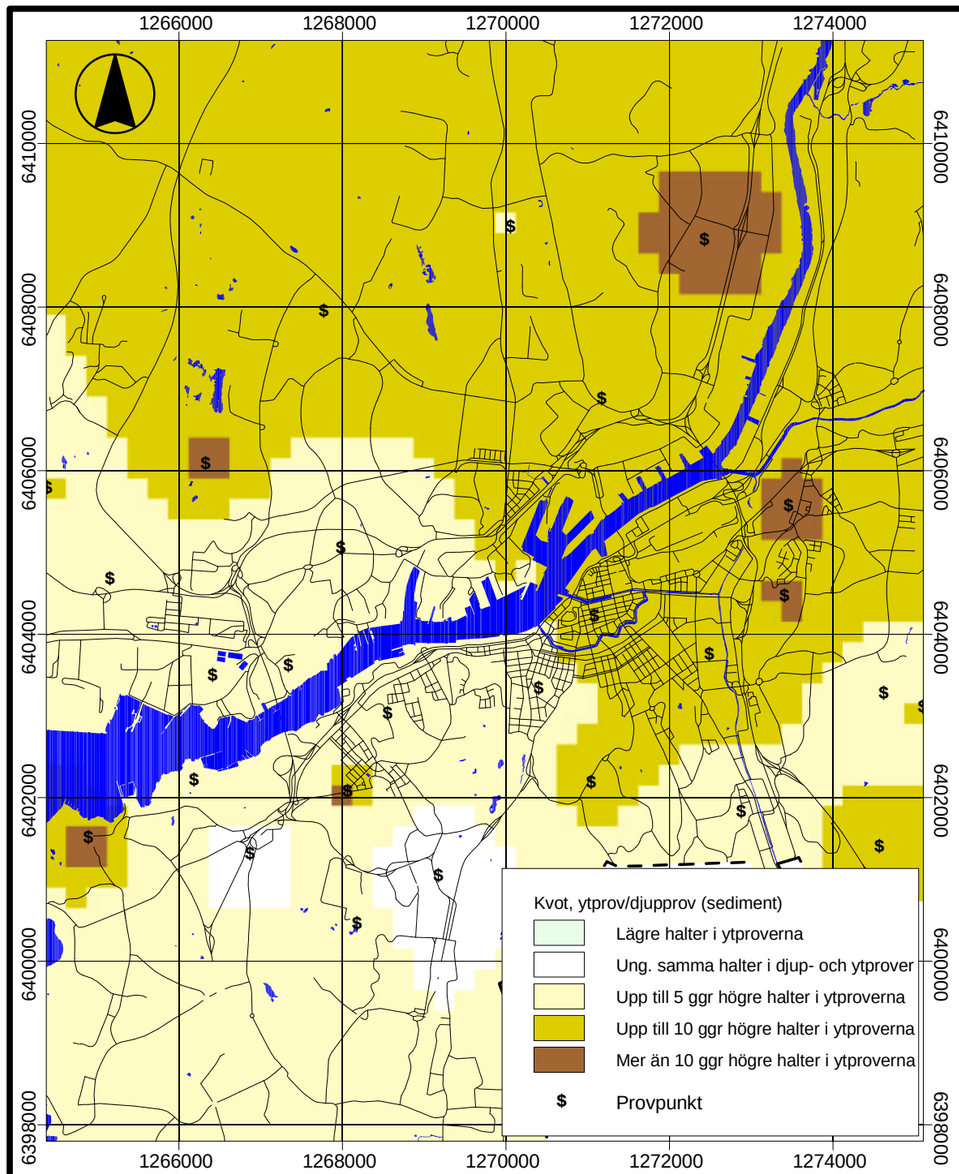




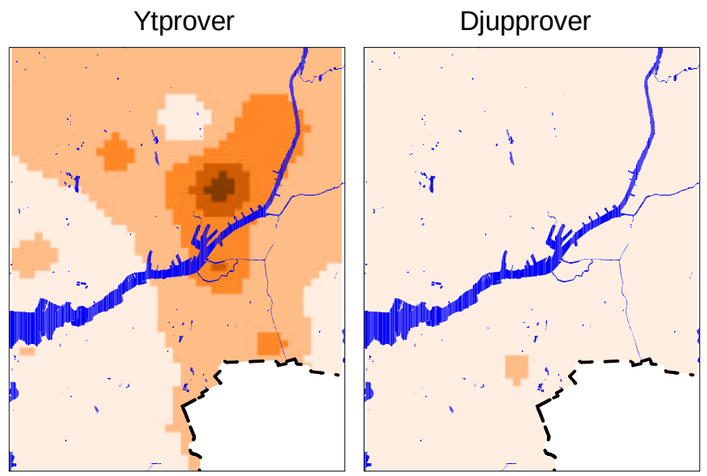
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Ni kvot, ytprov/djupprov (sediment)



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

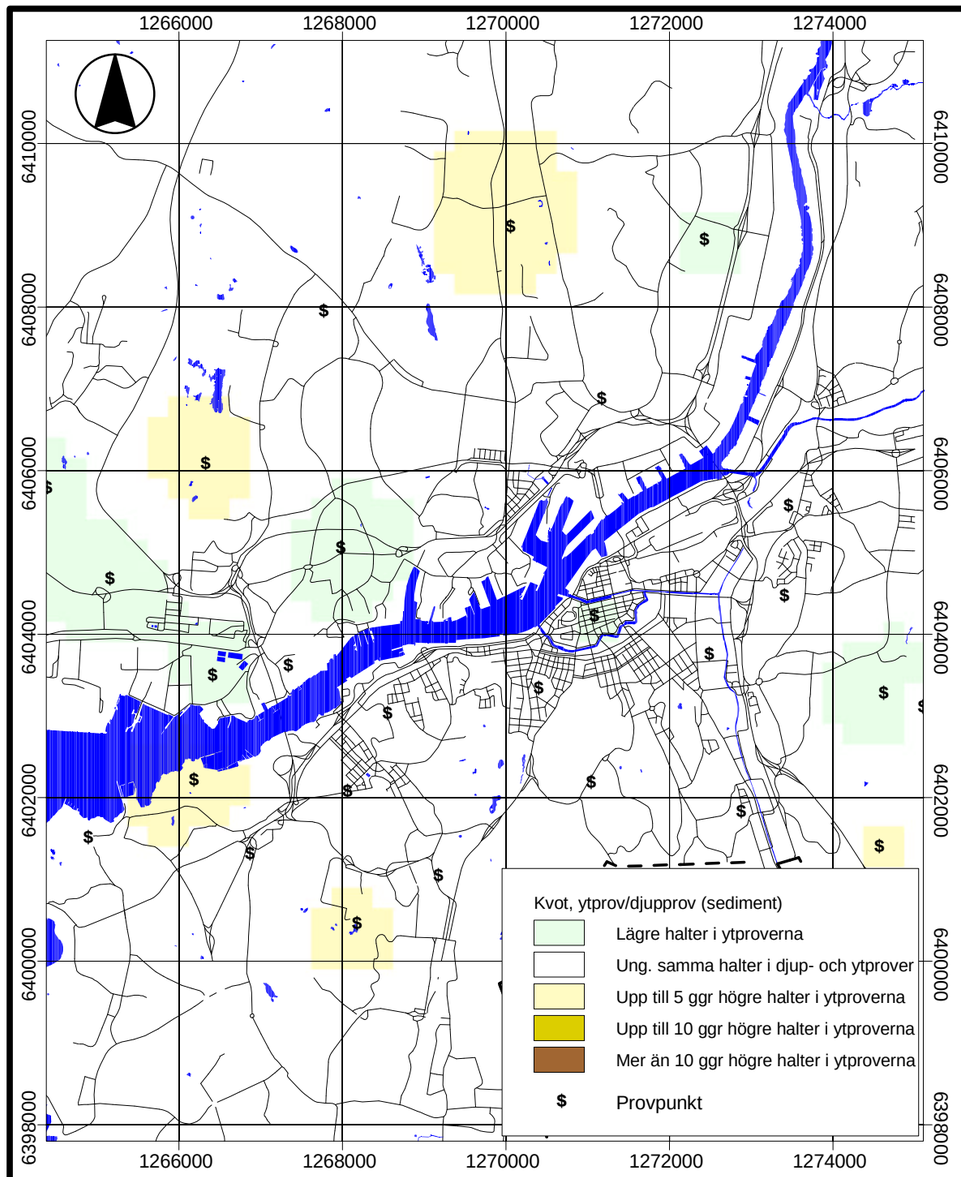


Pb yt- och djupprov [ppm]
- 0 - 40
- 40 - 80
- 80 - 120
- 120 - 160
- 160 - 200

J&W Energi och Miljö

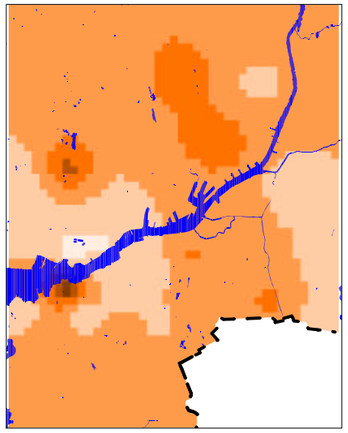
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Pb kvot, ytprov/djupprov (sediment)

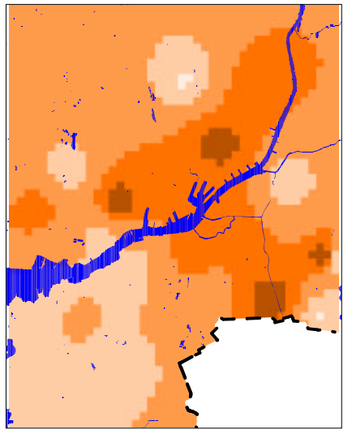


a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

Ytprover



Djupprover



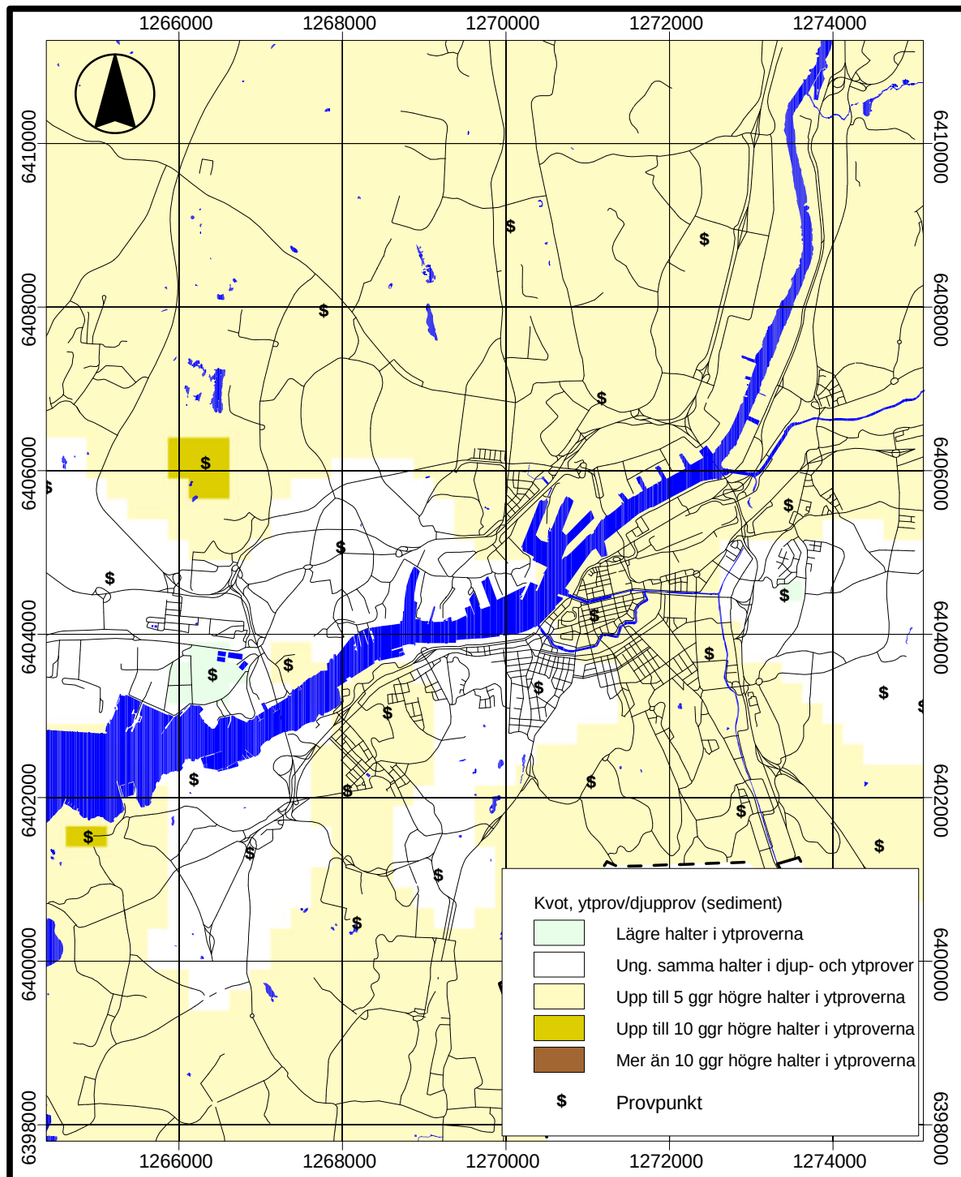
V yt- och djupprov [ppm]

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60

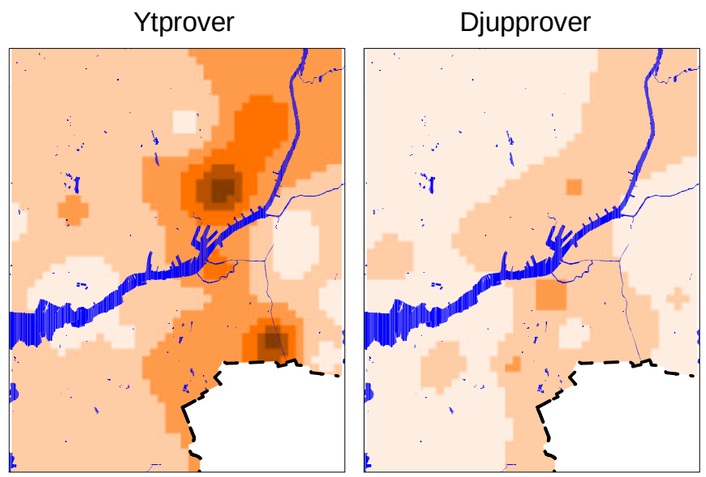
Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

V kvot, ytprov/djupprov (sediment)



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

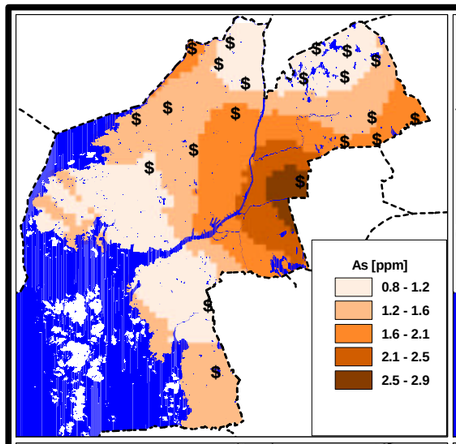


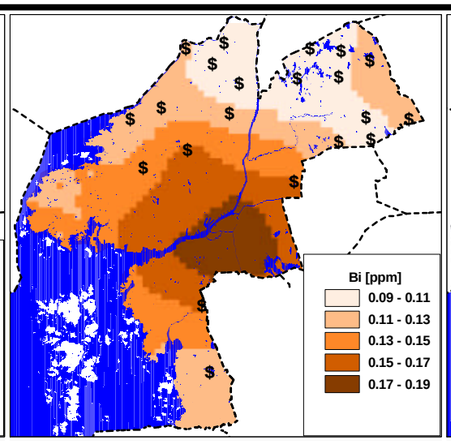
Zn yt- och djupprov [ppm]
- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 - 250
- 250 - 300

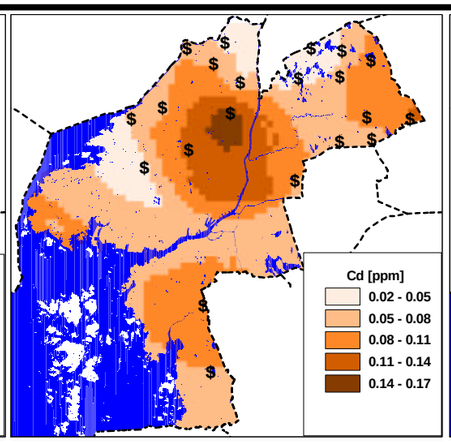
J&W Energi och Miljö

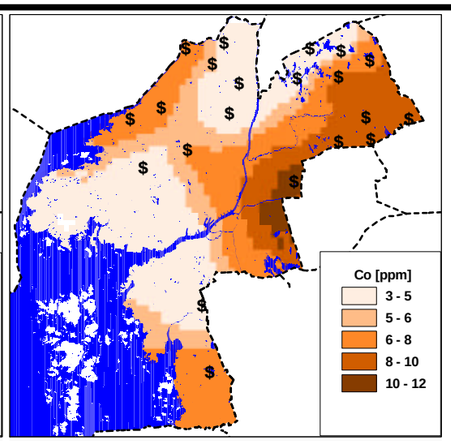
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

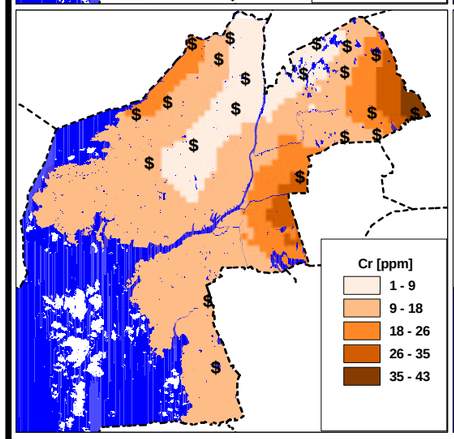
Zn kvot, ytprov/djupprov (sediment)

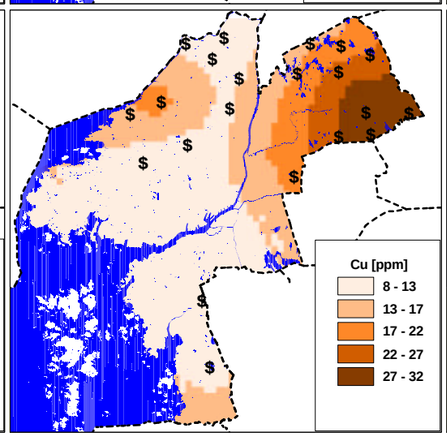


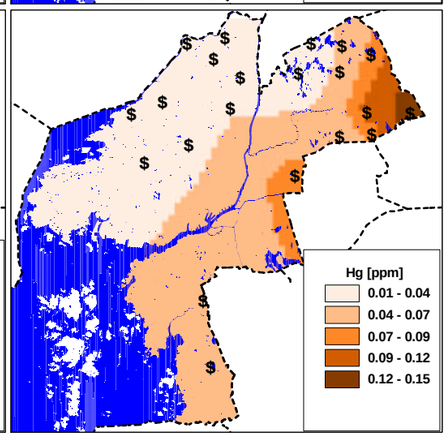


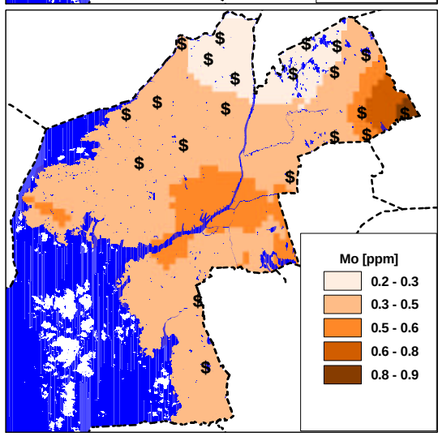


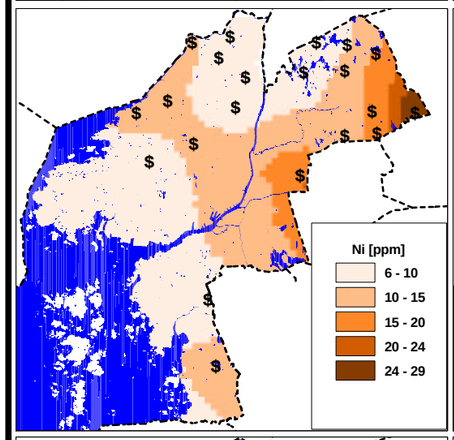


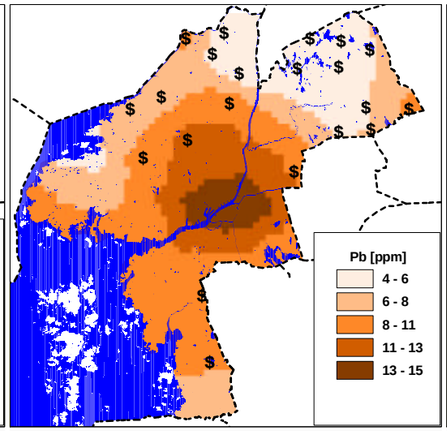


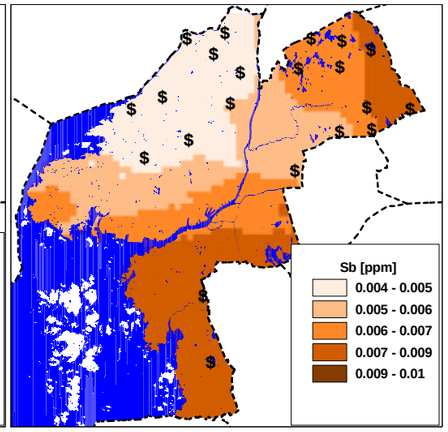


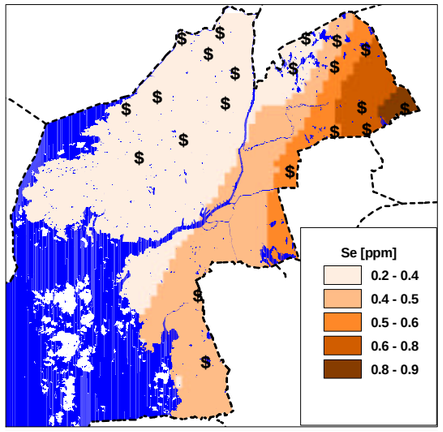


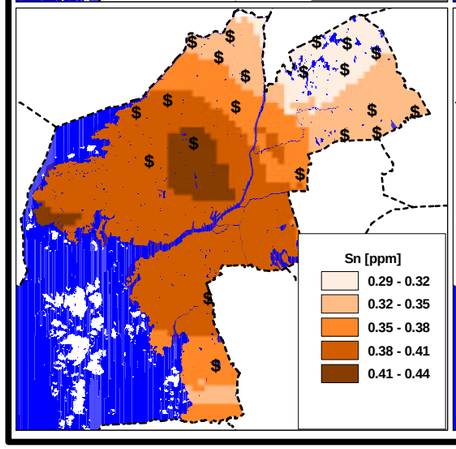


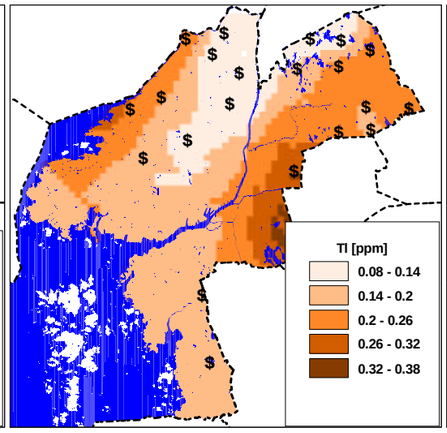


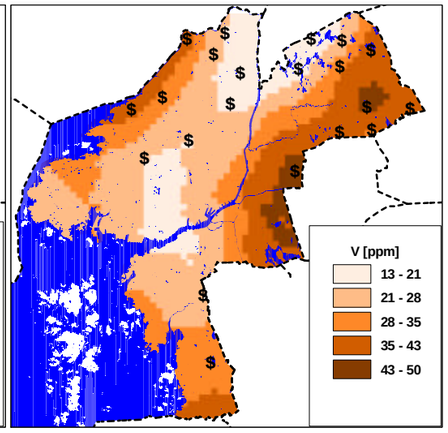


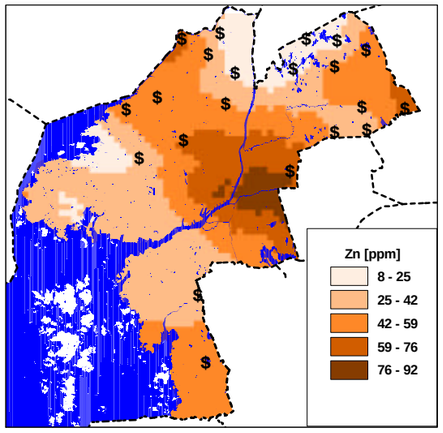








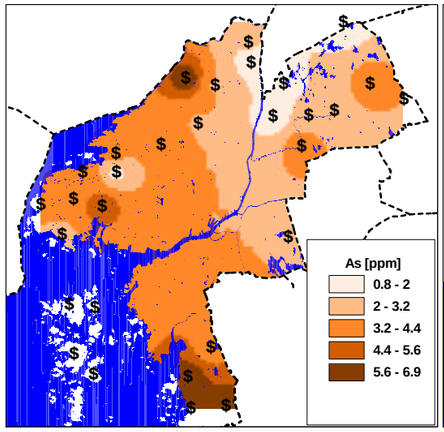


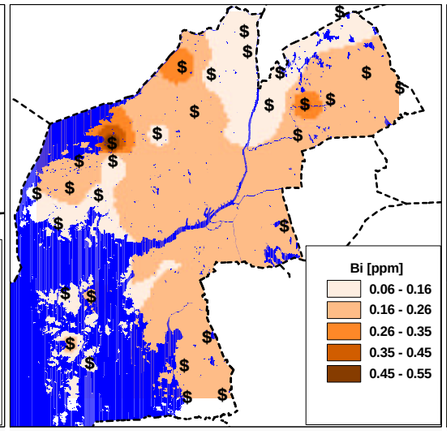


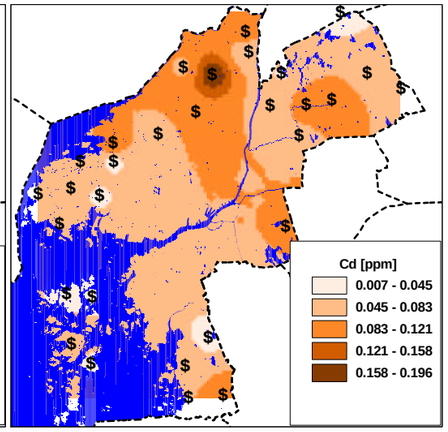
Energi och Miljö

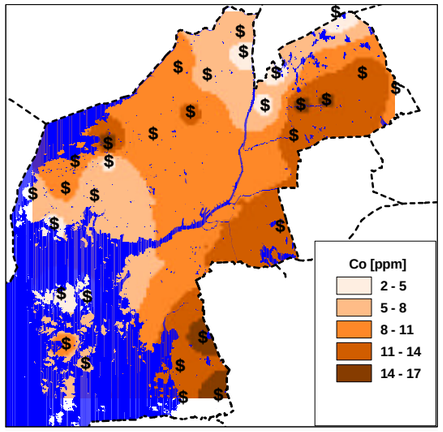
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

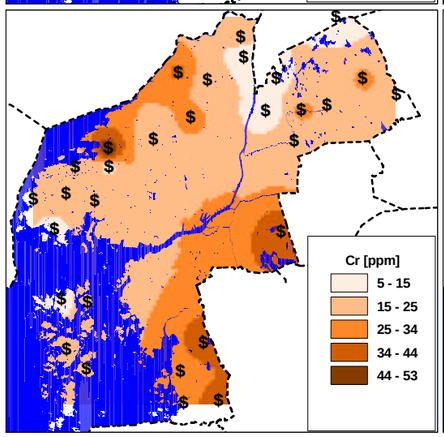
Rurala djupmoränprover

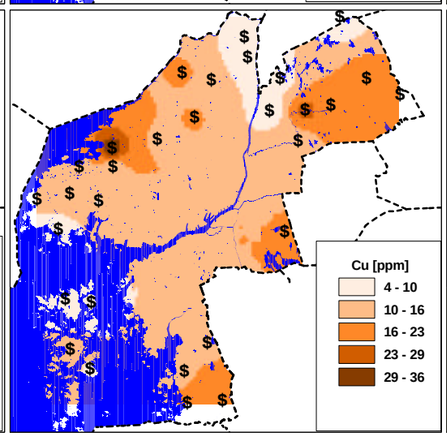


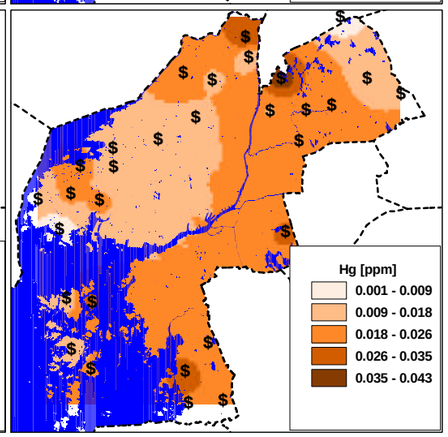


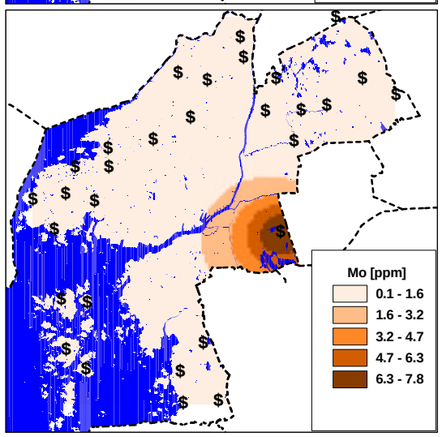


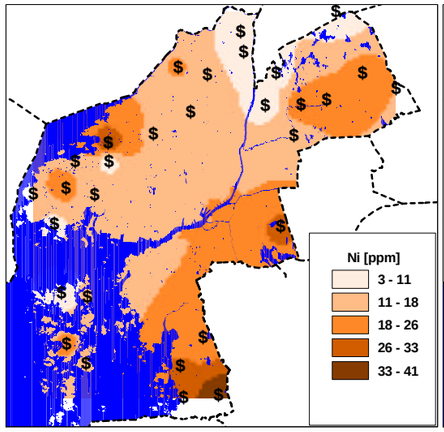


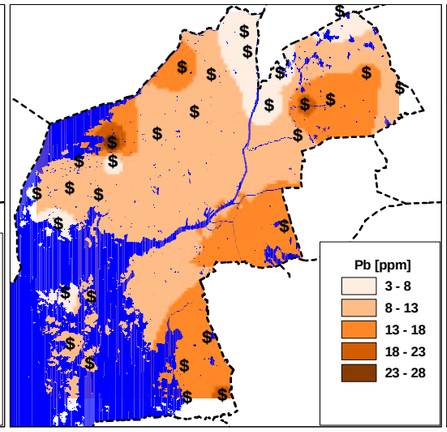


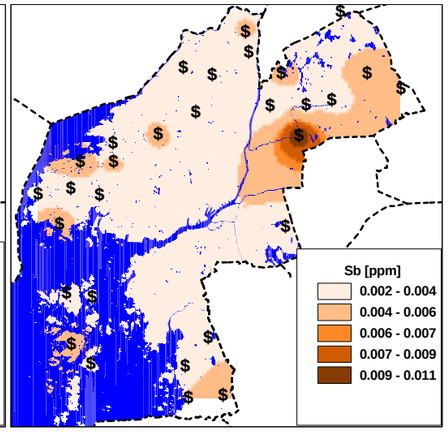


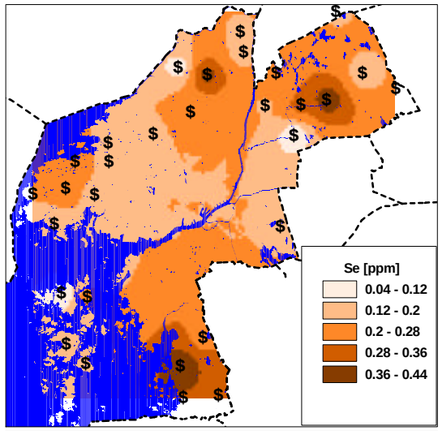


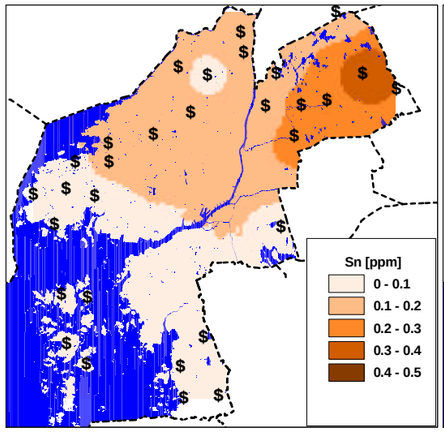


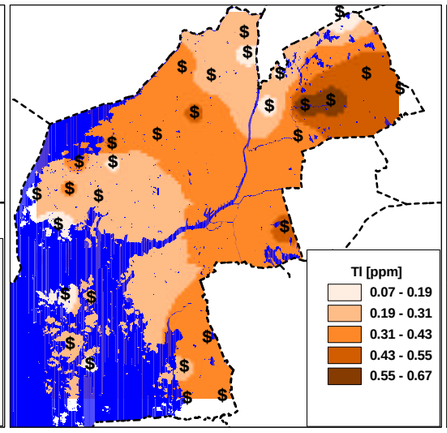


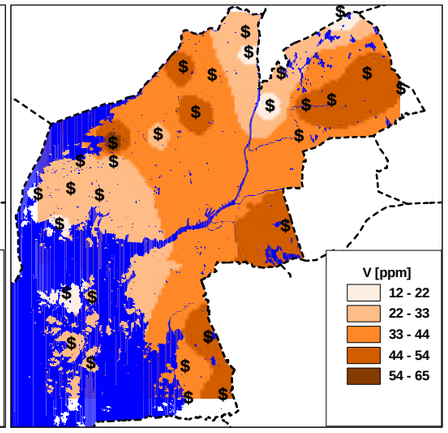


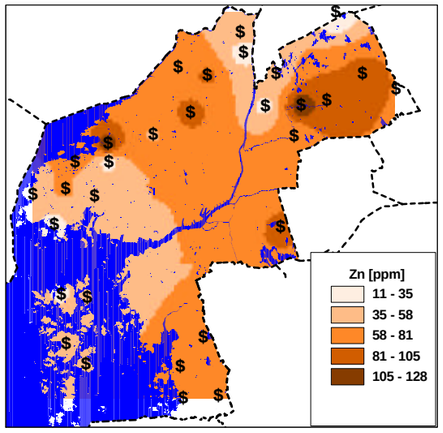








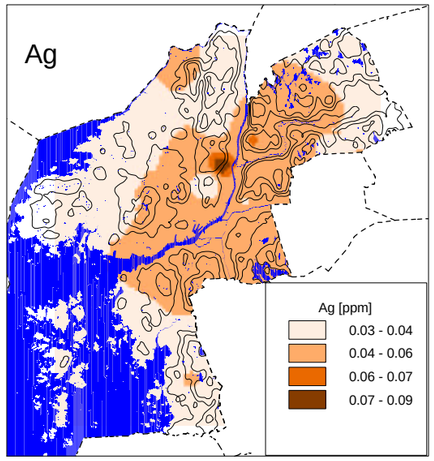


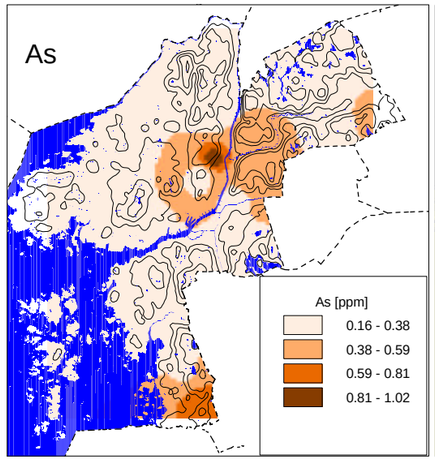


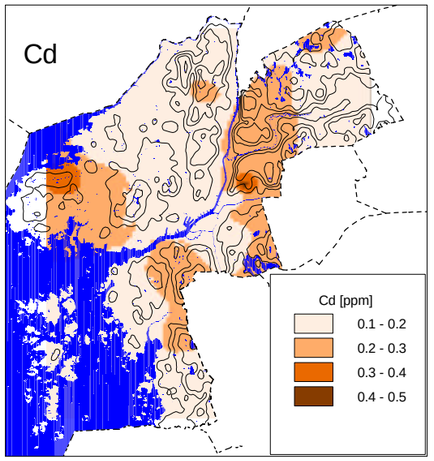
Energi och Miljö

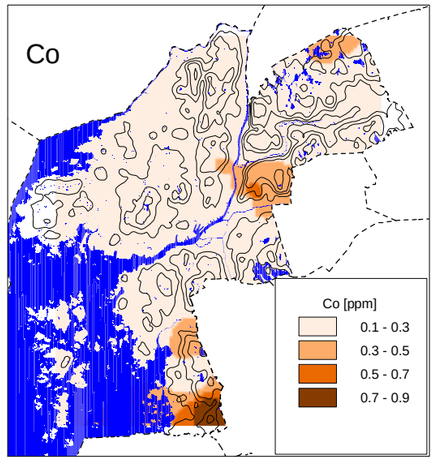
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

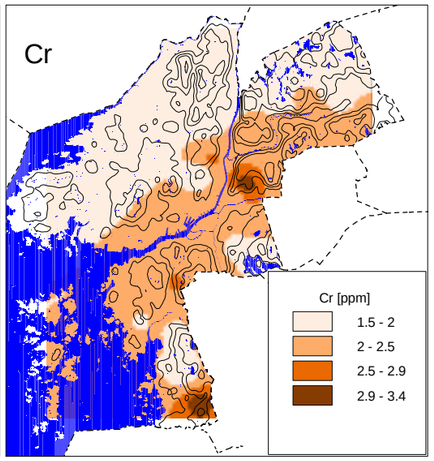
Rurala djupsedimentprover

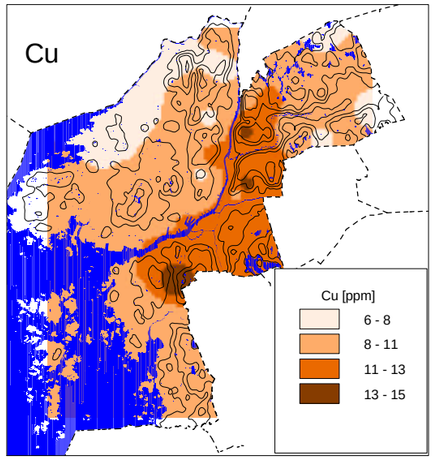


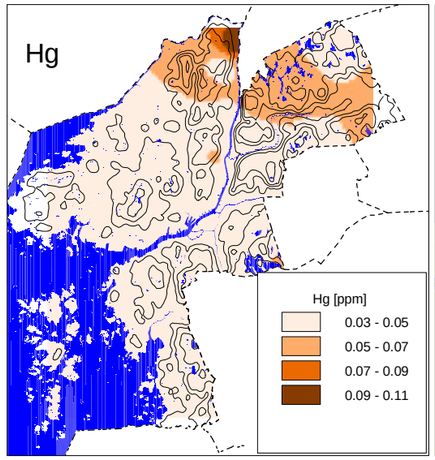


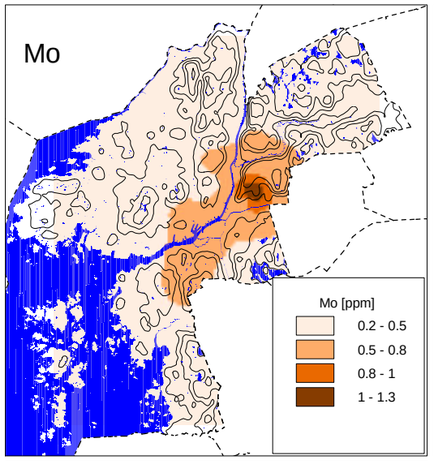


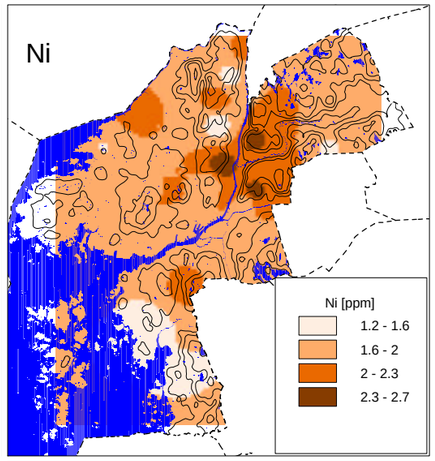


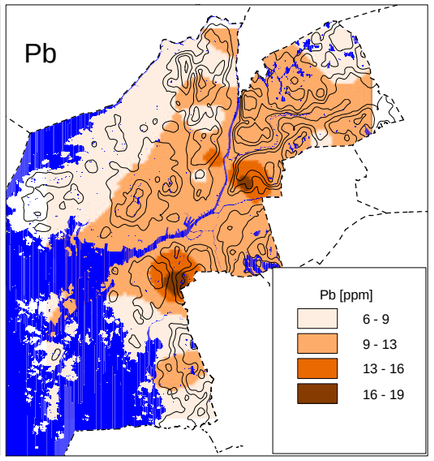


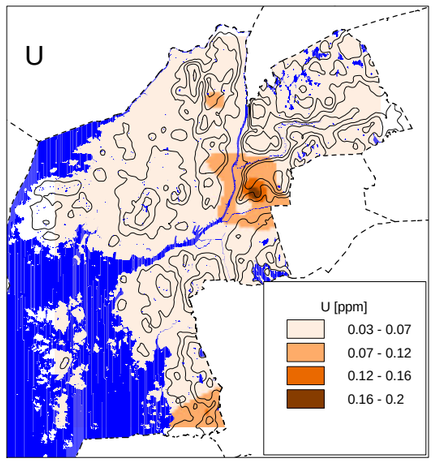


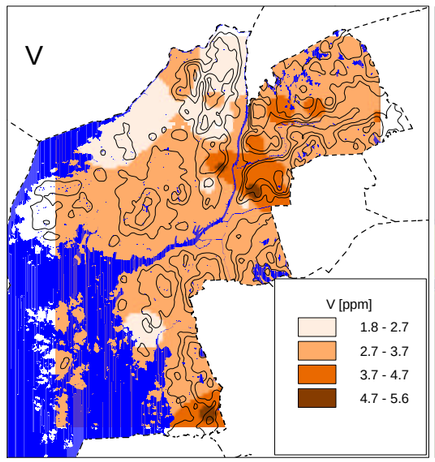


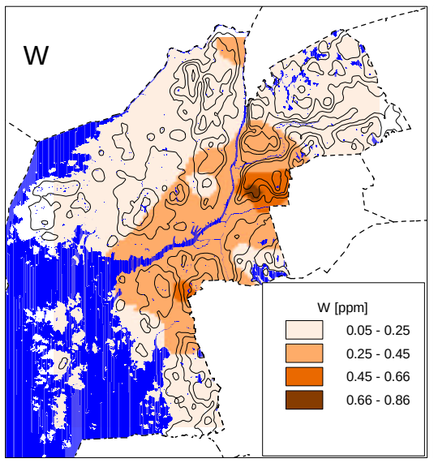


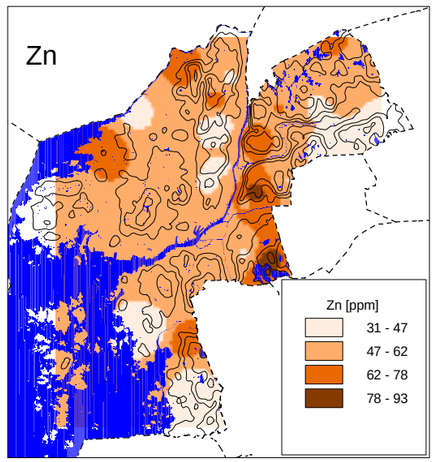












Samtliga ämnen indelade enligt:

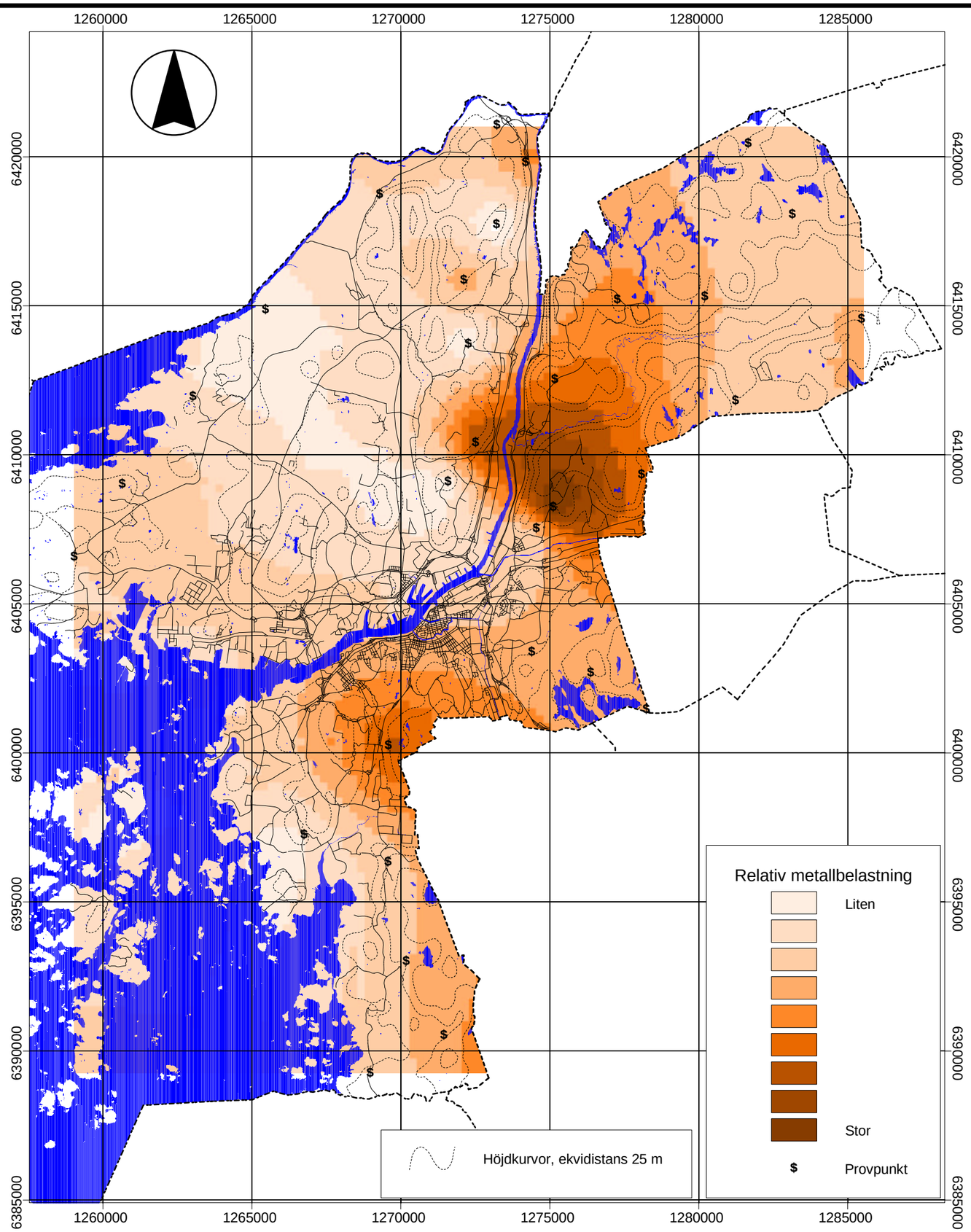
- 10:e percentil
- 50:e percentil
- 90:e percentil
- 99:e percentil - max
- Höjdkurvor, ekvidistans 25 m

J&W Energi och Miljö

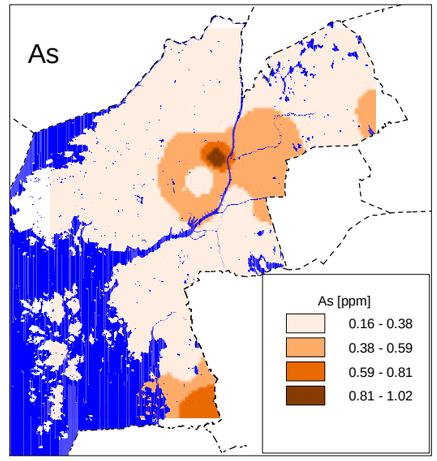
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

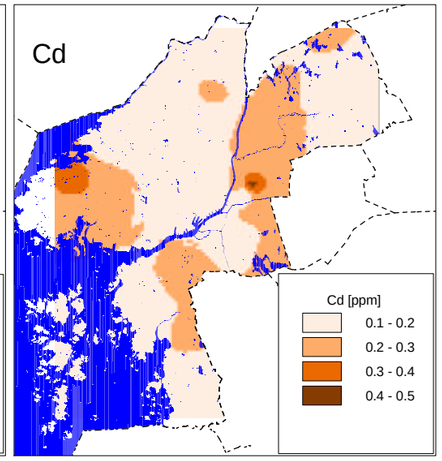
Husmosseprover

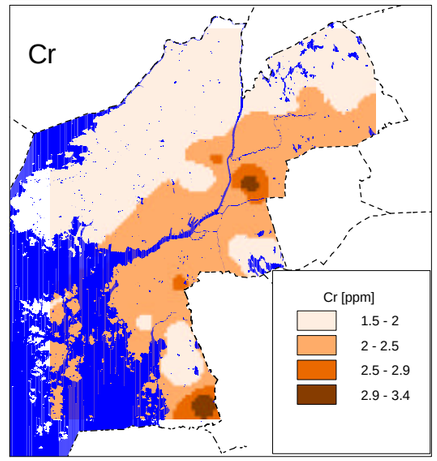
Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, U, V, W, och Zn

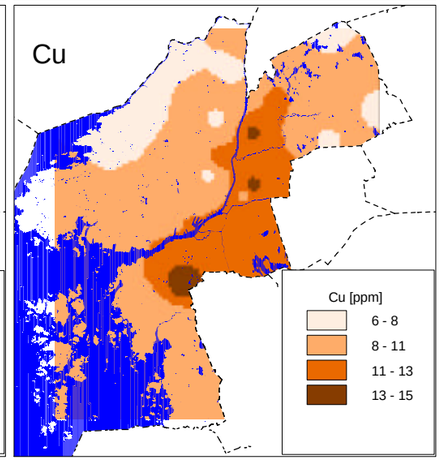


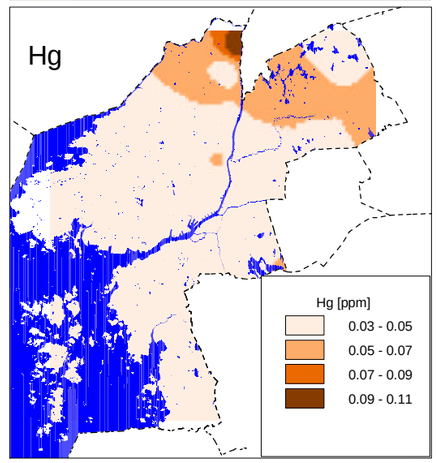
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

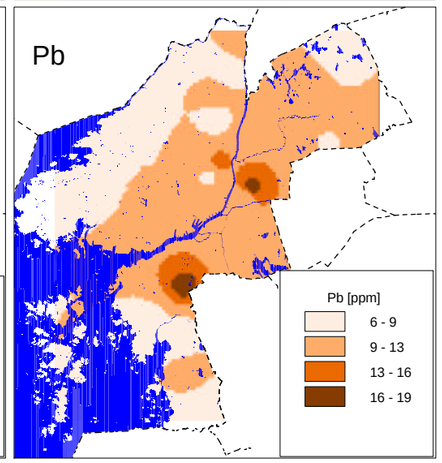












Samtliga ämnen indelade enligt:

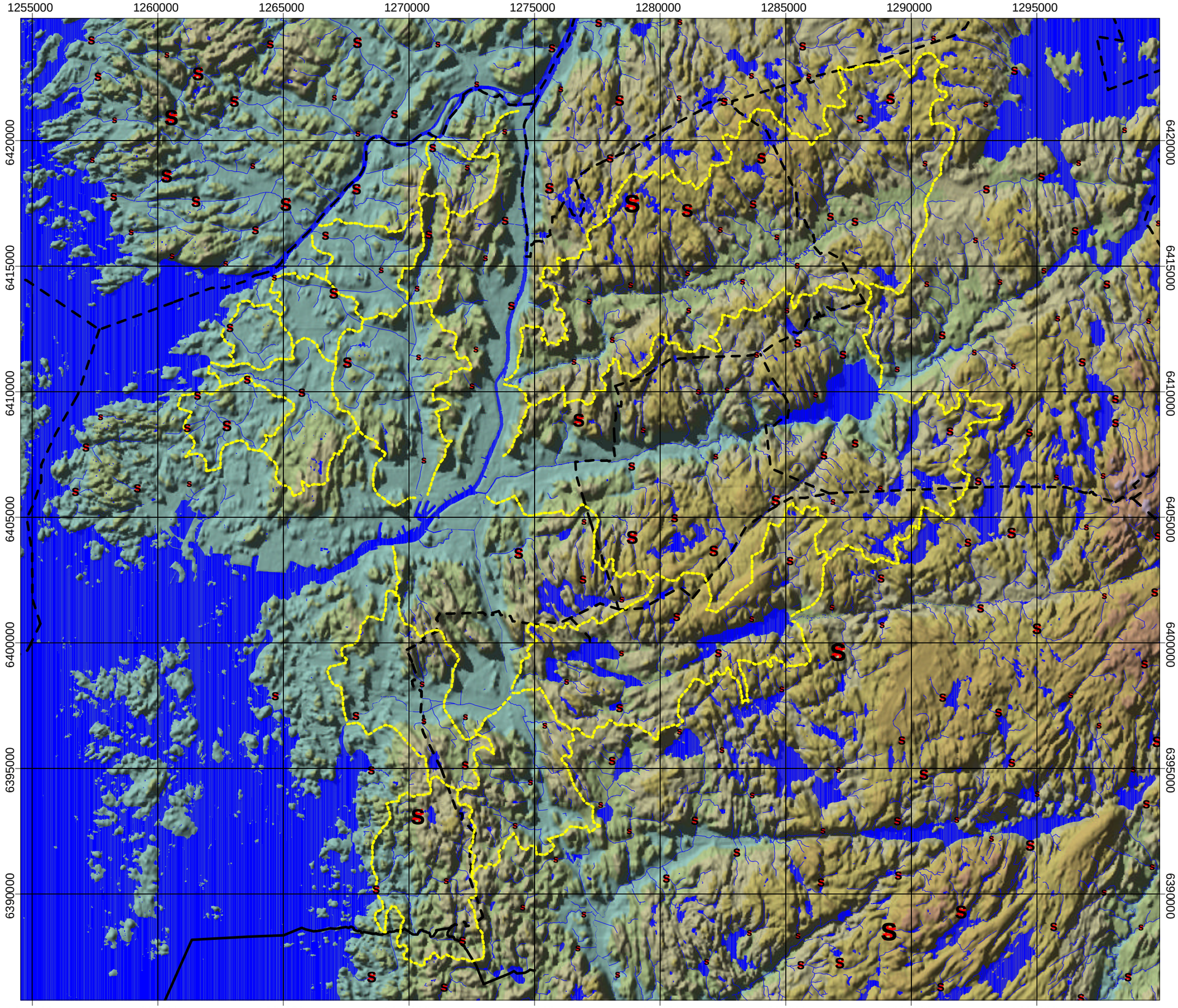
- 10:e percentil
- 50:e percentil
- 90:e percentil
- 99:e percentil - max

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Husmosseprover
Relativ metallbelastning

As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb



As [ppm]

- s 0 - 25
- s 25 - 50
- s 50 - 75
- s 75 - 100
- s 100 - 125
- s 125 - 150
- Vattendelare

Gränser

- Kommungräns
- Länsgräns

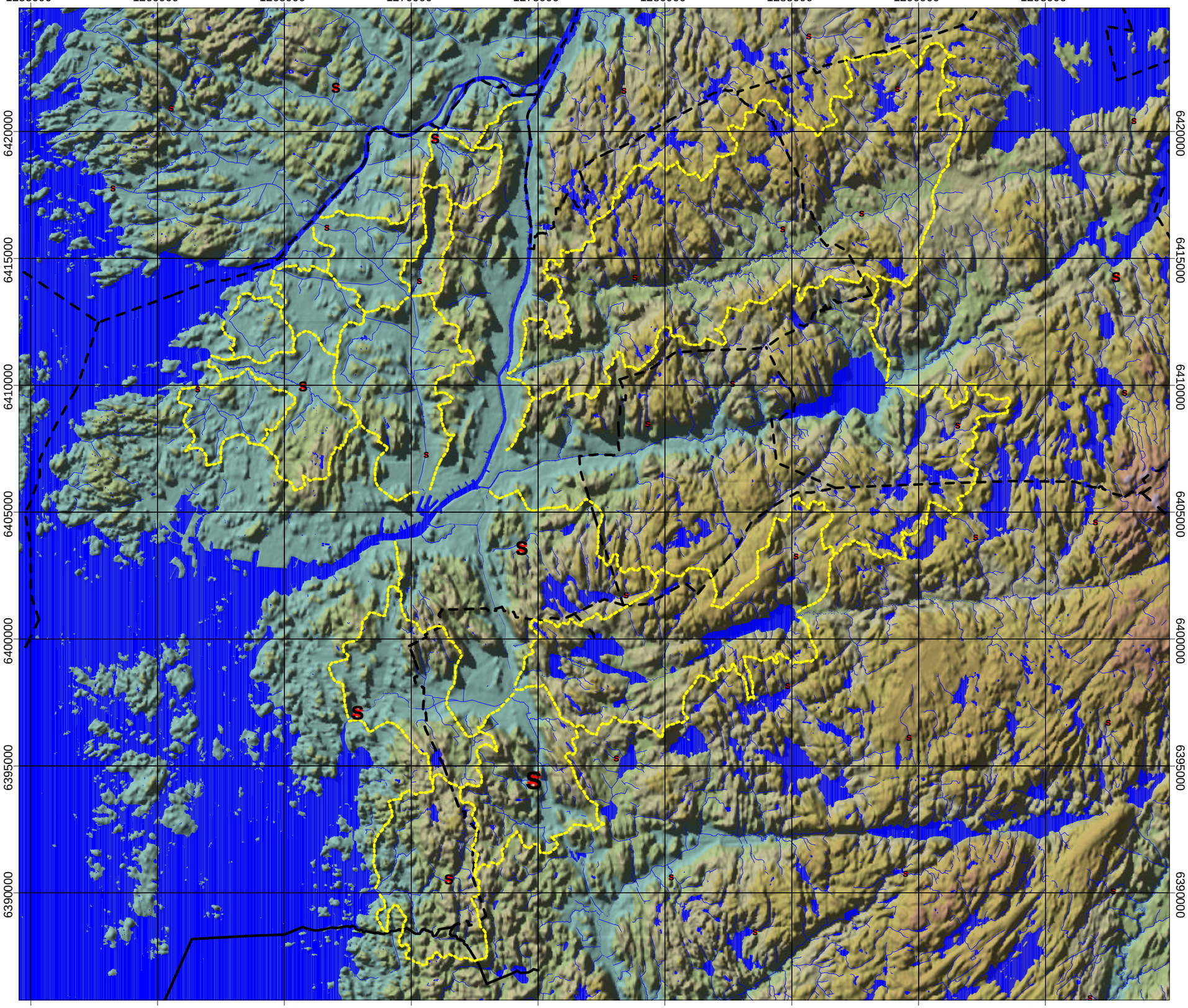
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986

As

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



Cd [ppm]

s 0 - 10

S 10 - 20

S 20 - 30

S 30 - 40

Vattendelare

Gränser

Kommungräns

Länsgräns

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986
Cd

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

1255000 1260000 1265000 1270000 1275000 1280000 1285000 1290000 1295000

6420000 6415000 6410000 6405000 6400000 6395000 6390000

Co [ppm]

s 0 - 250

s 250 - 500

s 500 - 750

s 750 - 1000

Vattendelare

Gränser

Kommungräns

Länsgräns

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986
Co

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

1255000 1260000 1265000 1270000 1275000 1280000 1285000 1290000 1295000

6420000 6415000 6410000 6405000 6400000 6395000 6390000

Cr [ppm]

s 0 - 50

s 50 - 100

s 100 - 150

s 150 - 200

s > 200

Vattendelare

Gränser

Kommungräns

Länsgräns

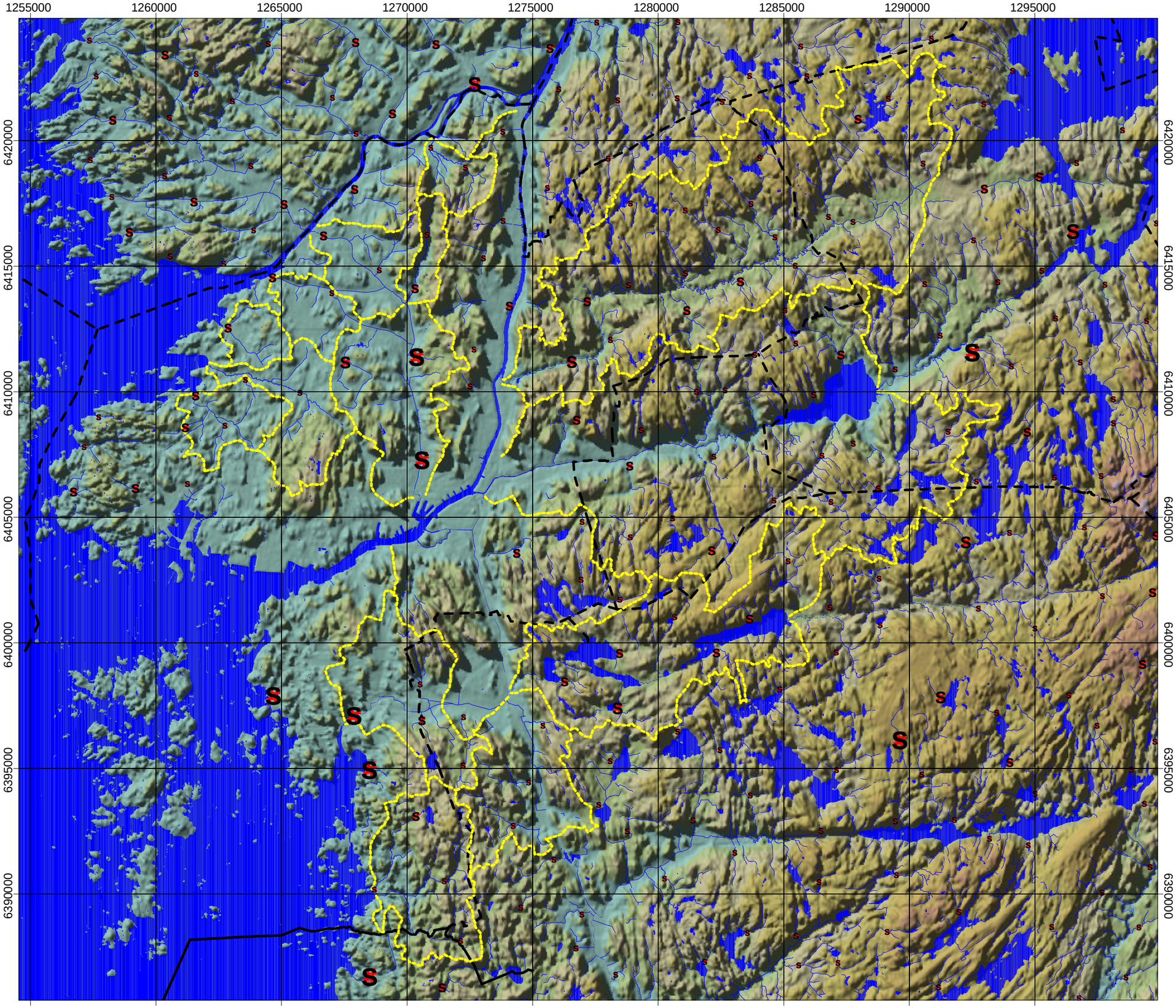
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986

Cr

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



Cu [ppm]

- s 0 - 100
- s 100 - 200
- s 200 - 300
- s 300 - 400
- s > 400
- Vattendelare

Gränser

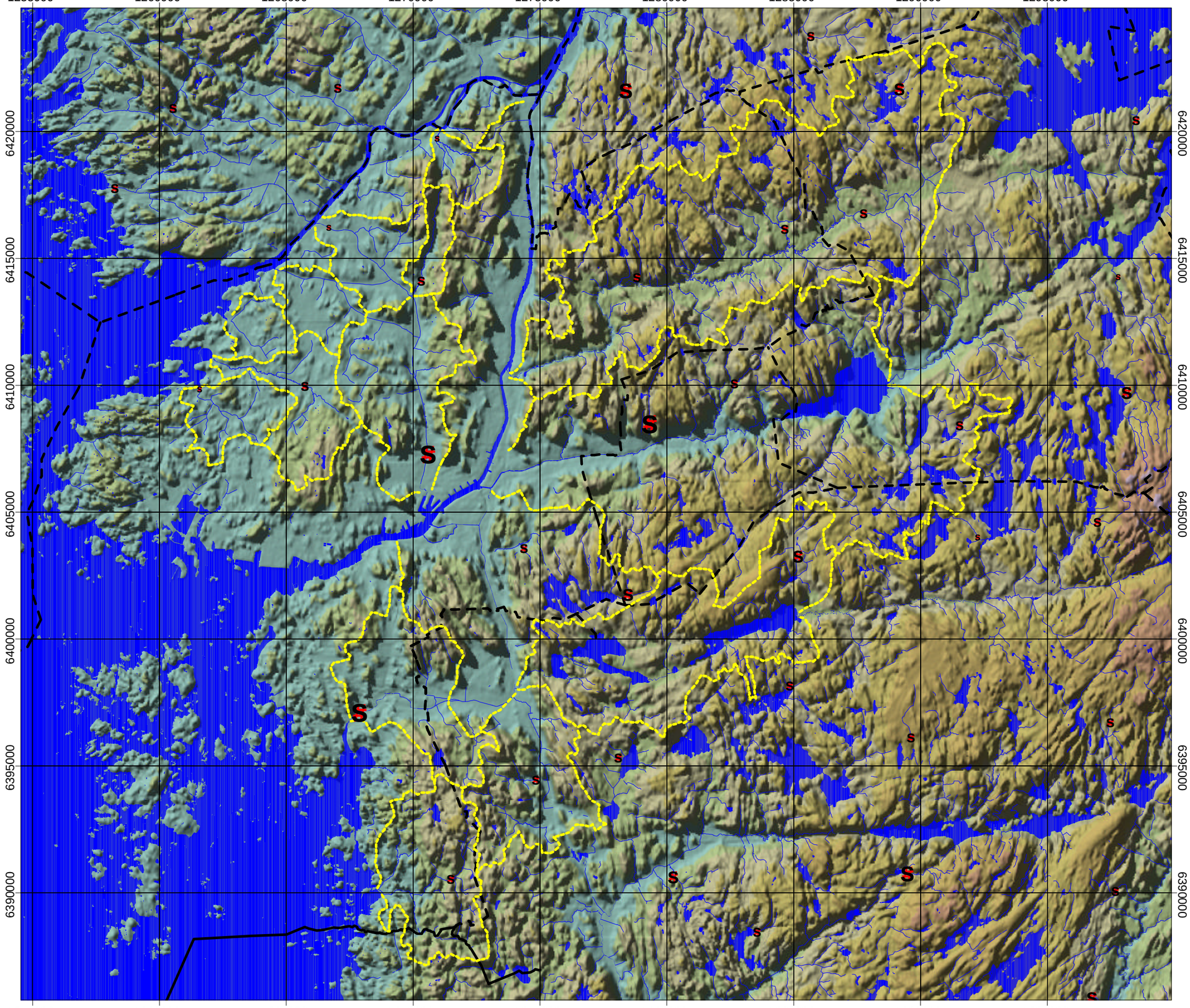
- Kommungräns
- Länsgräns

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986
Cu

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



Hg [ppm]

- s 0 - 0.05
- s 0.05 - 0.10
- s 0.10 - 0.15
- s 0.15- 0.20
- s > 0.20
- Vattendelare

Gränser

- Kommungräns
- Länsgräns

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986
Hg

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

1255000 1260000 1265000 1270000 1275000 1280000 1285000 1290000 1295000

6420000 6415000 6410000 6405000 6400000 6395000 6390000

Ni [ppm]

- s 0 - 50
- s 50 - 100
- s 100 - 150
- s 150 - 200
- s > 200
- Vattendelare

Gränser

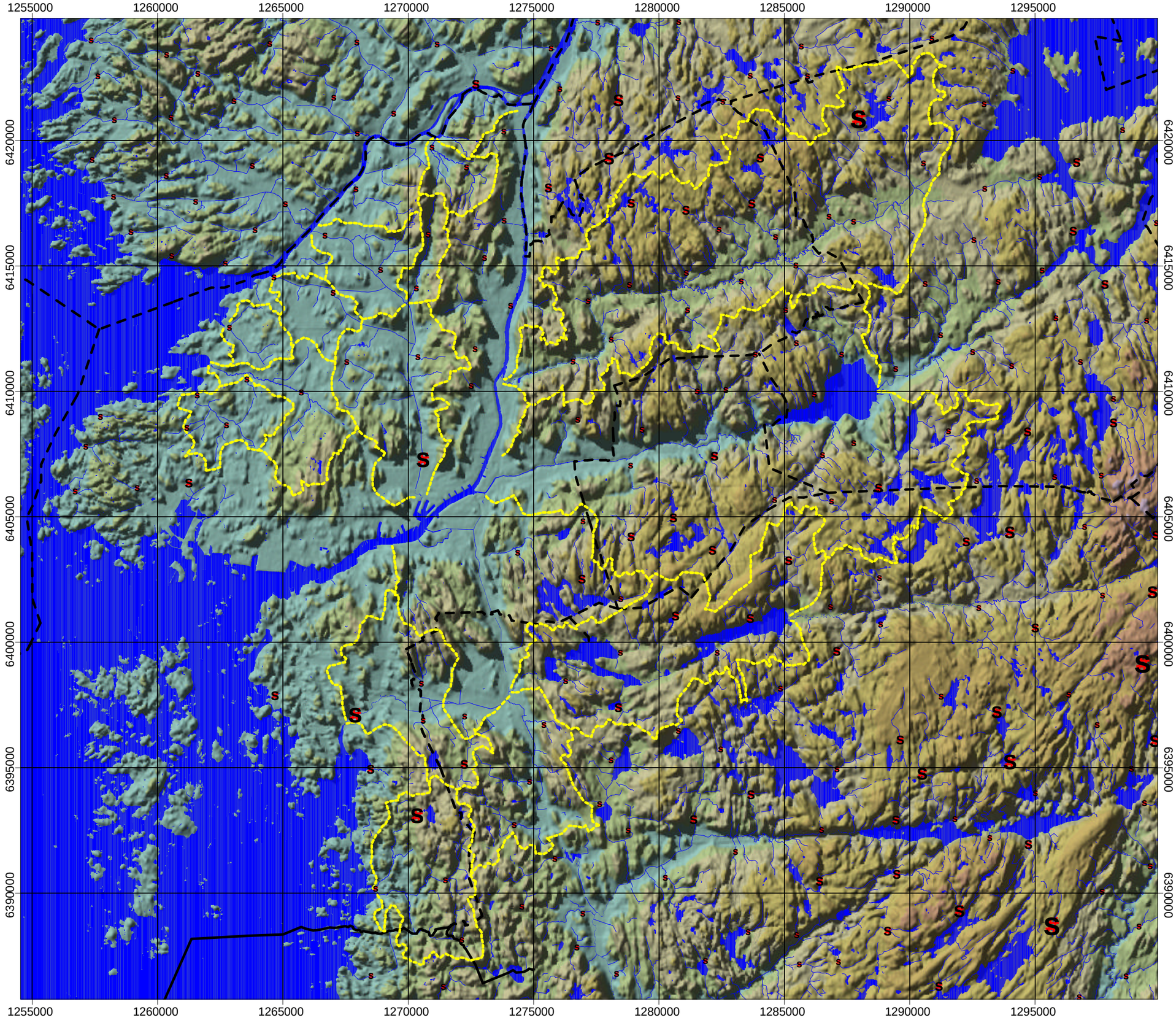
- Kommungräns
- Länsgräns

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986
Ni

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



Pb [ppm]

- s 0 - 250
- s 250 - 500
- s 500 - 750
- s 750 - 1000
- s > 1000
- Vattendelare

Gränser

- Kommungräns
- Länsgräns

Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986

Pb

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

1255000 1260000 1265000 1270000 1275000 1280000 1285000 1290000 1295000

6420000 6415000 6410000 6405000 6400000 6395000 6390000

Se [ppm]

- s < 0.7
- s 0.7 - 0.8
- s 0.8 - 0.9
- s 0.9 - 1.0
- s > 1.0
- Vattendelare

Gränser

- Kommungräns
- Länsgräns

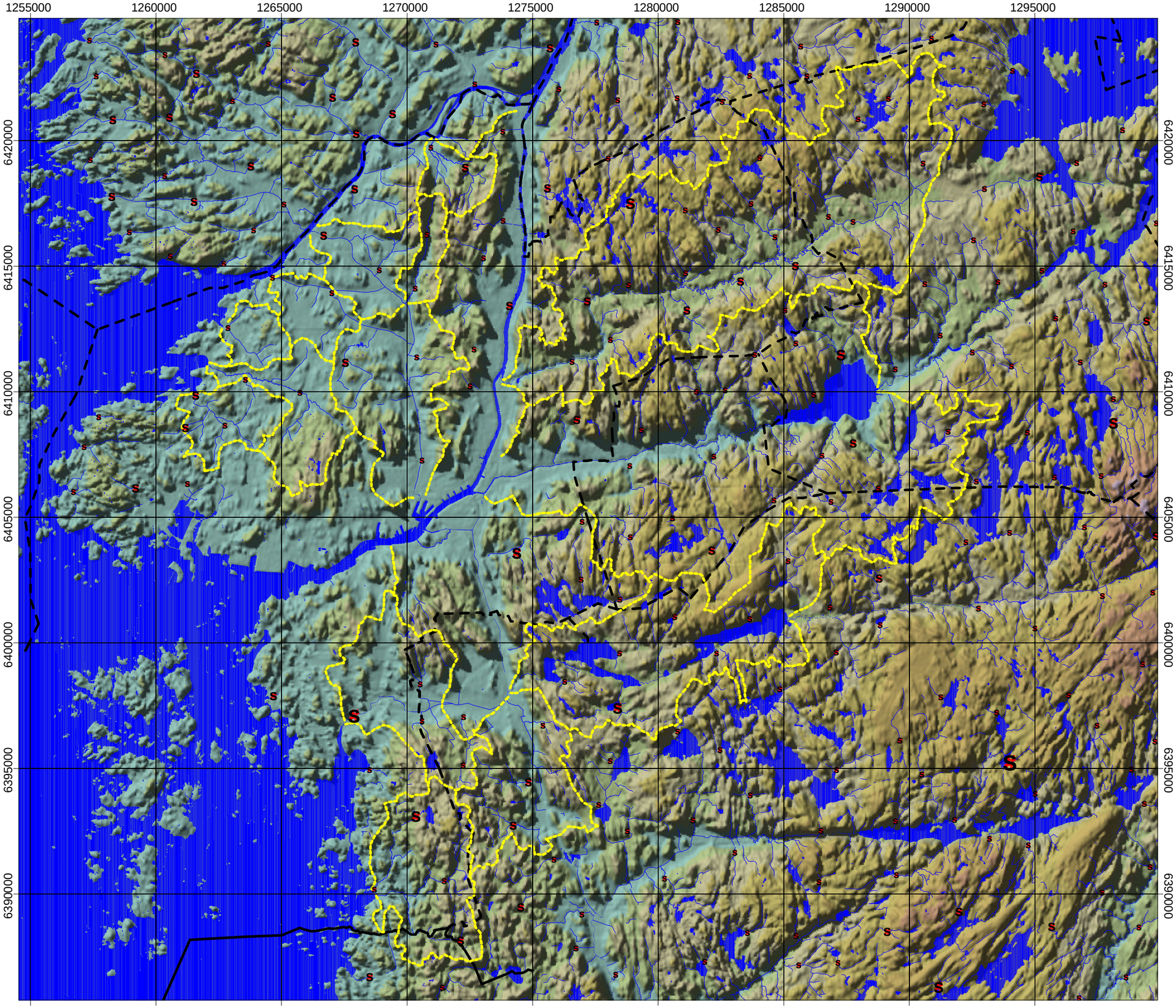
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986

Se

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



V [ppm]

- s — < 150
- s — 150 - 200
- s — 200 - 250
- s — 250 - 300
- s — 300 - 350
- s — > 350
- Vattendelare

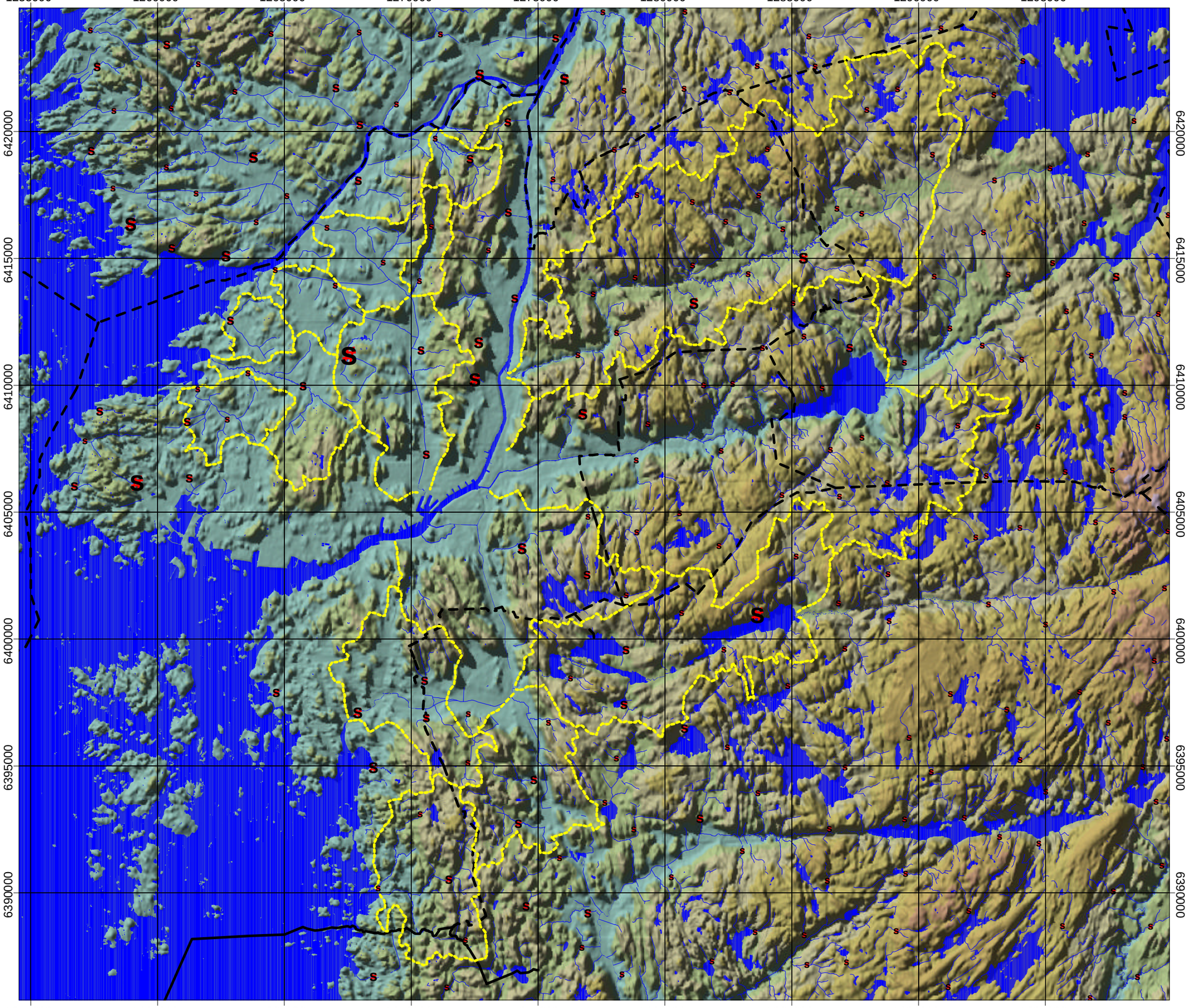
Gränser

- Kommungräns
- Länsgräns

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Bäckvattenväxtprover
1986
V

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



Zn [ppm]

- s 0 - 1000
- s 1000 - 2000
- s 2000 - 3000
- s 3000 - 4000
- s 4000 - 5000
- s > 5000
- Vattendelare

Gränser

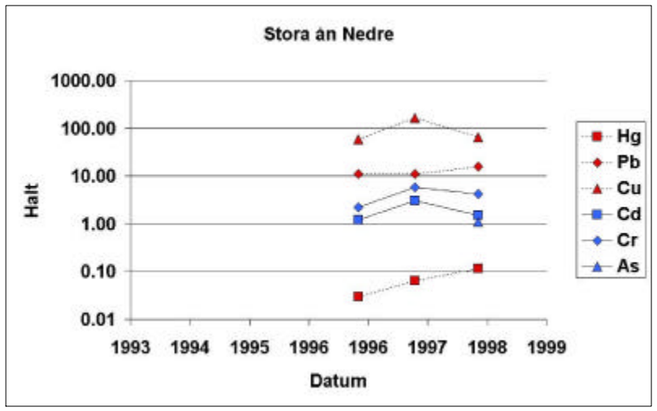
- Kommungräns
- Länsgräns

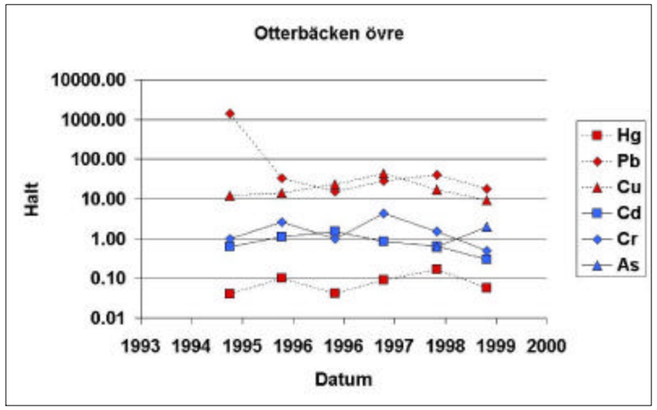
Energi och Miljö

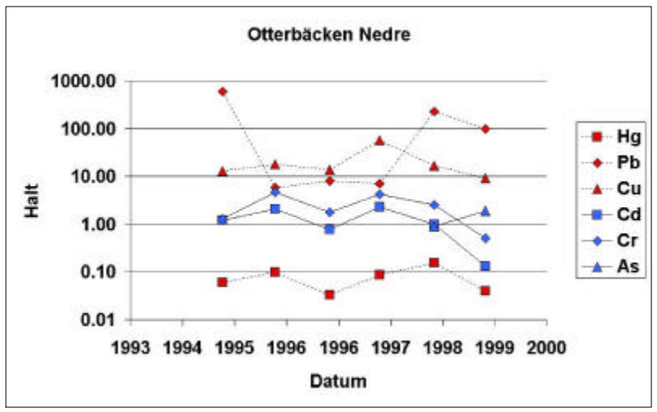
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

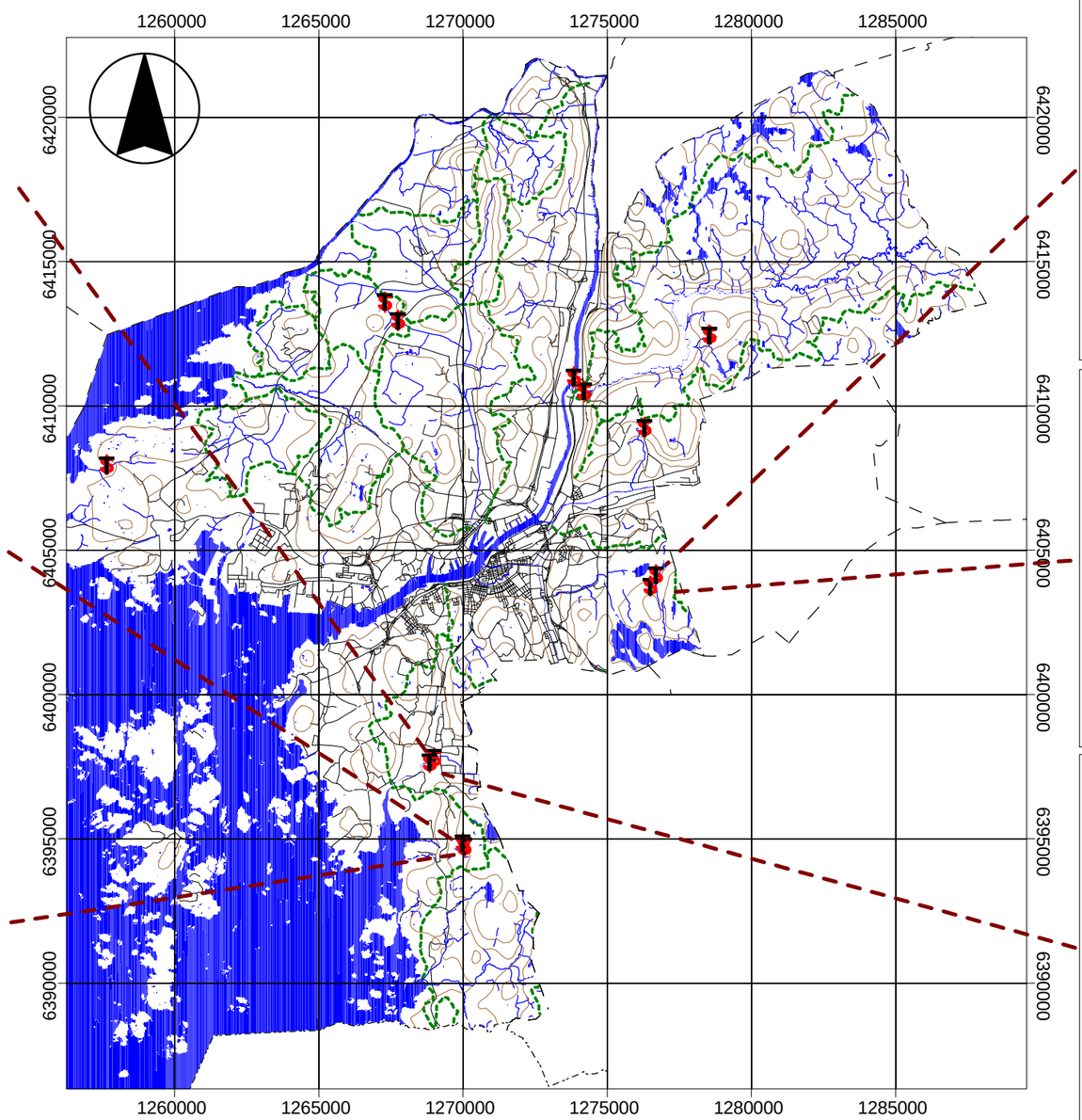
Bäckvattenväxtprover
1986
Zn

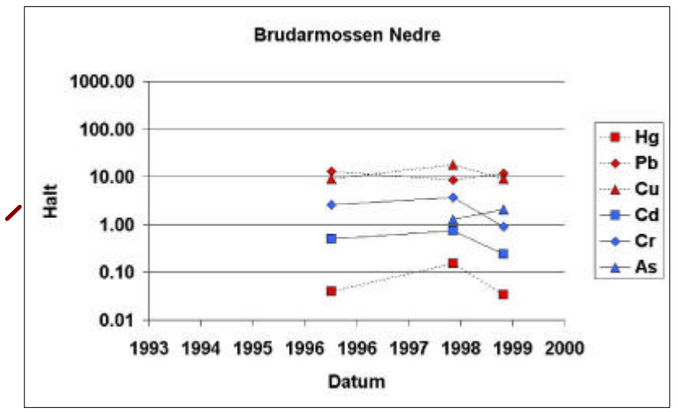
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

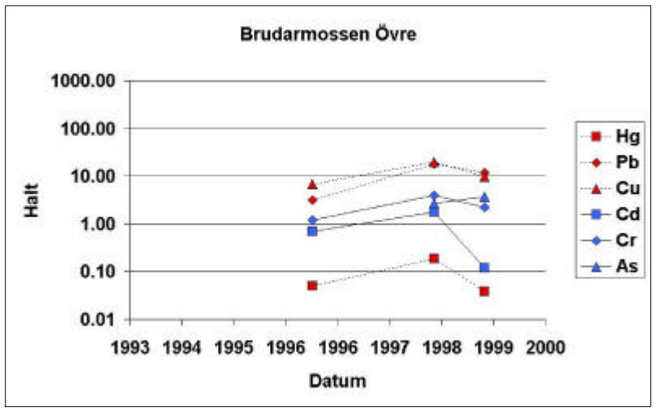


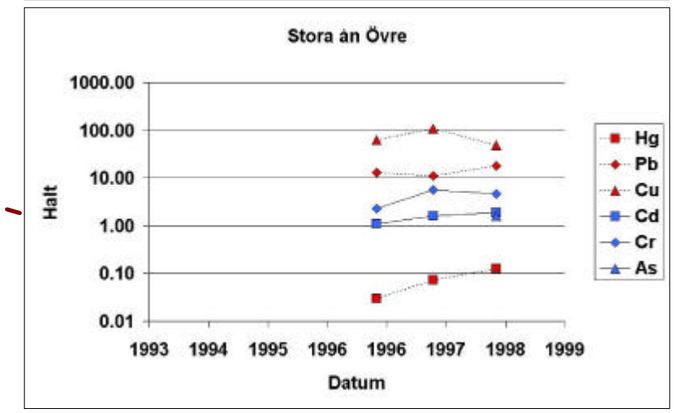












Provpunkter

Höjdkurvor, ekvidistans 25 m

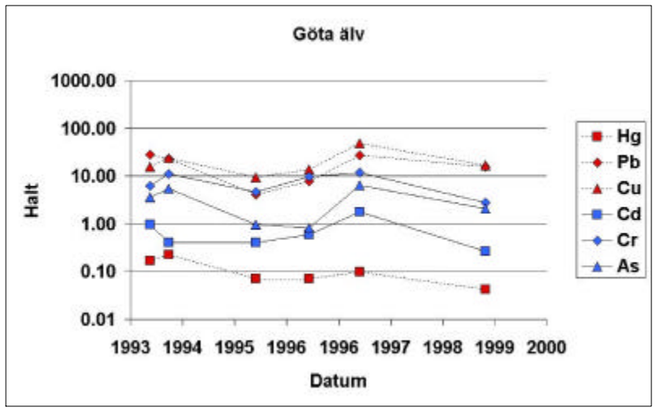
Vattendelare

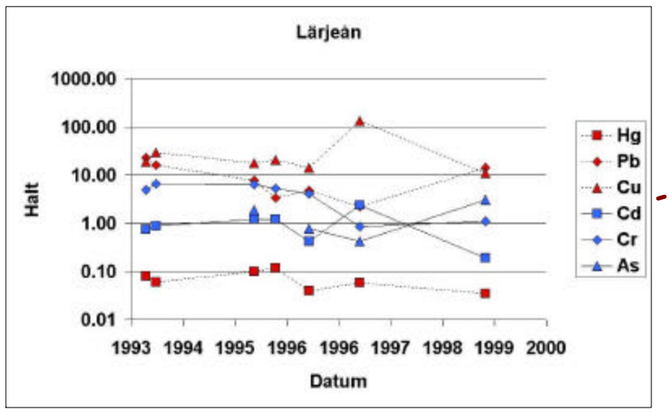
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

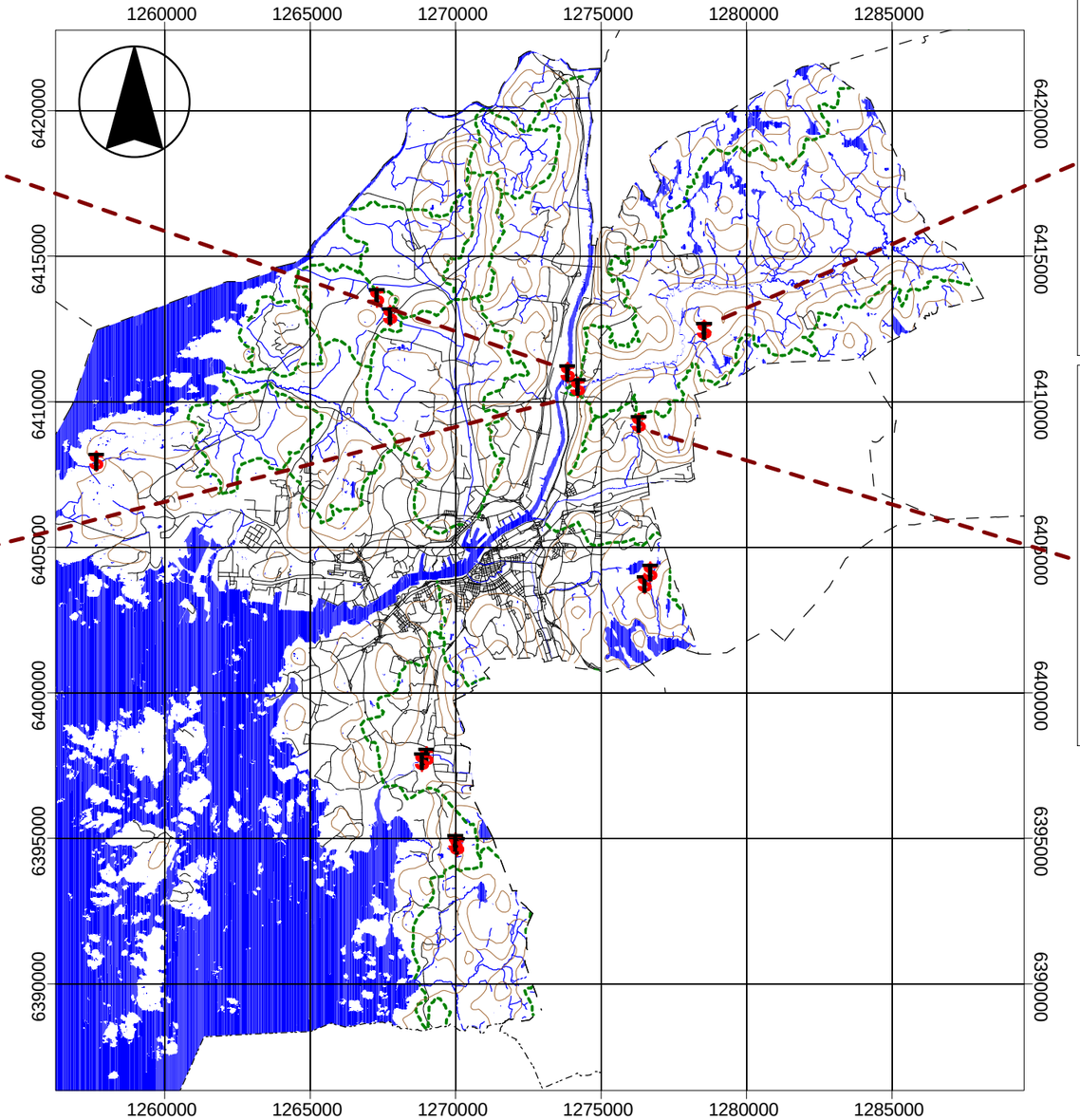
Vattenmossprover (Medins Sjö- och Åbiologi AB) 1993-1999

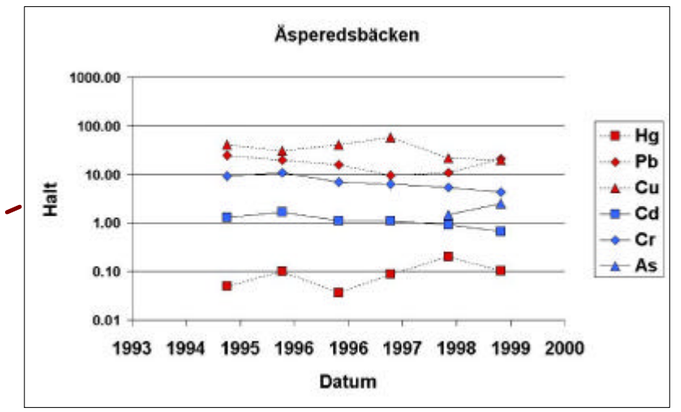
As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb

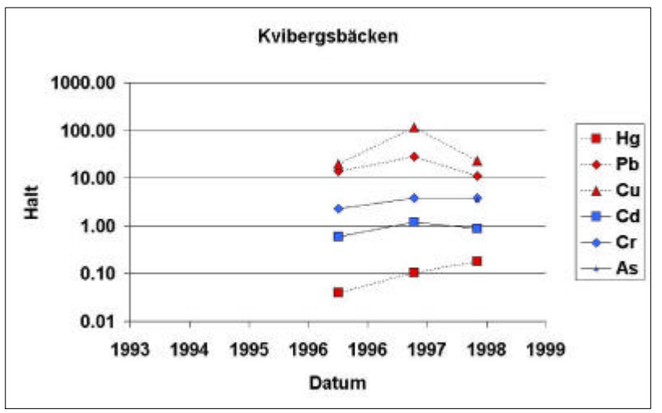
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000











Provpunkter

Höjdkurvor, ekvidistans 25 m

Vattendelare

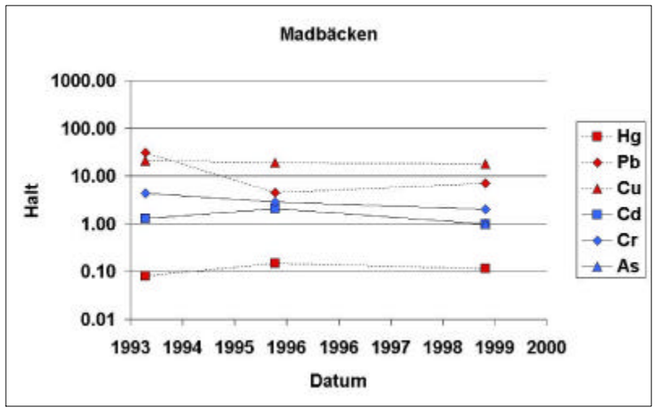
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

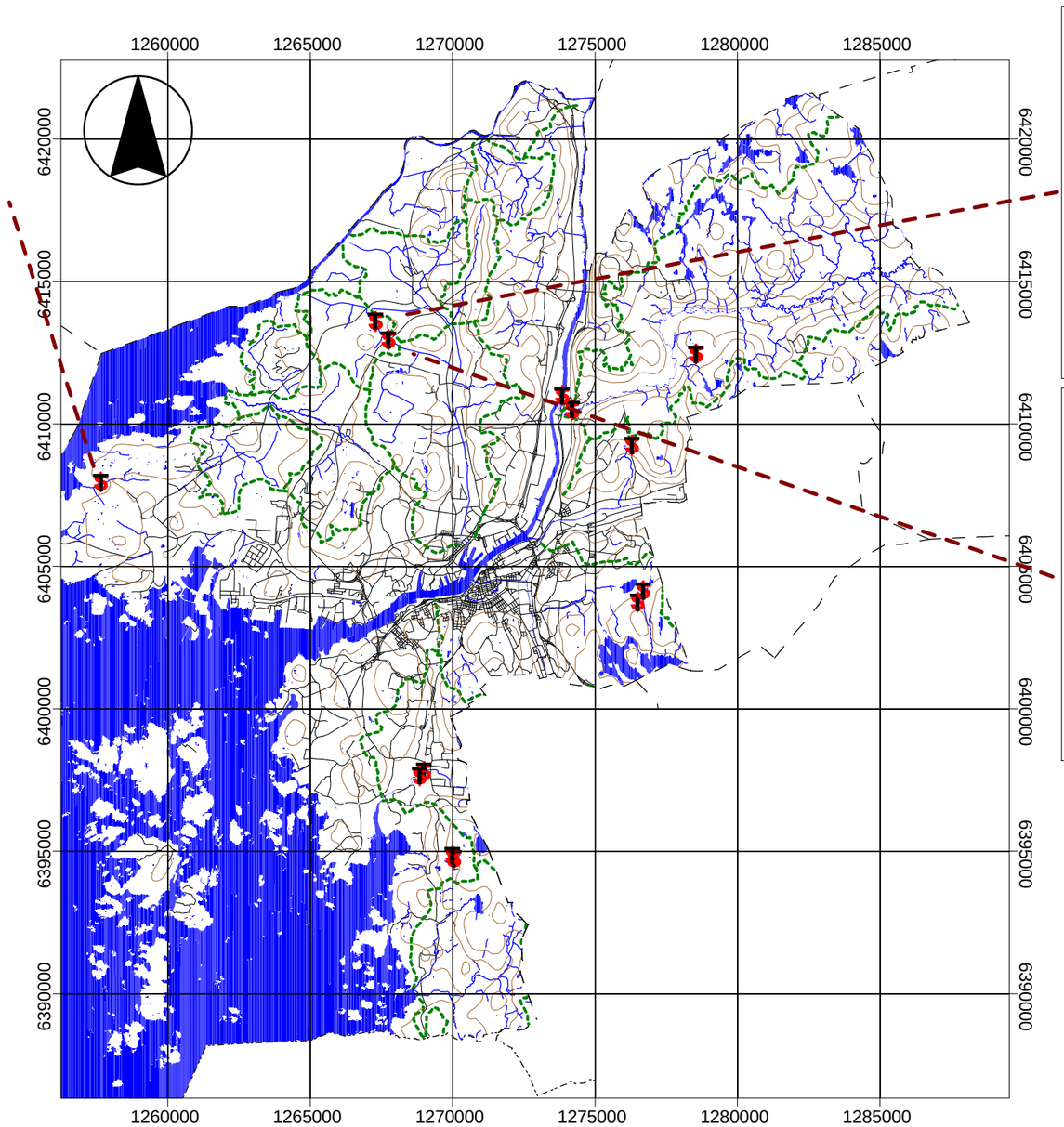
J&W Energi och Miljö

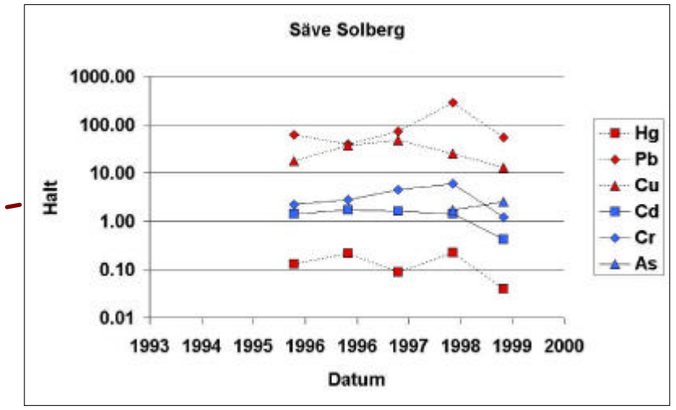
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

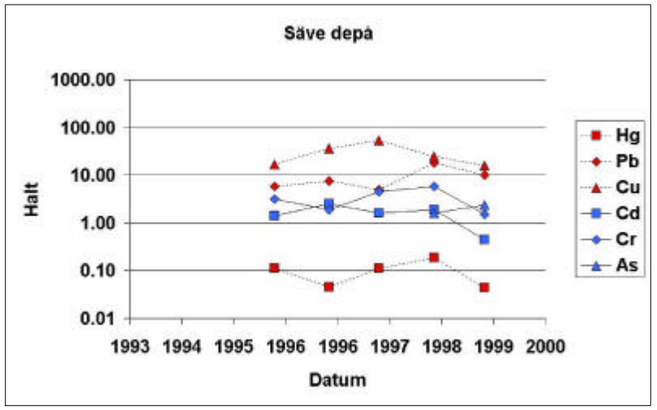
Vattenmossprover (Medins Sjö- och Åbiologi AB) 1993-1999

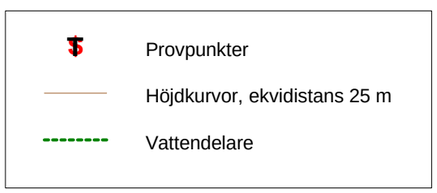
As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb









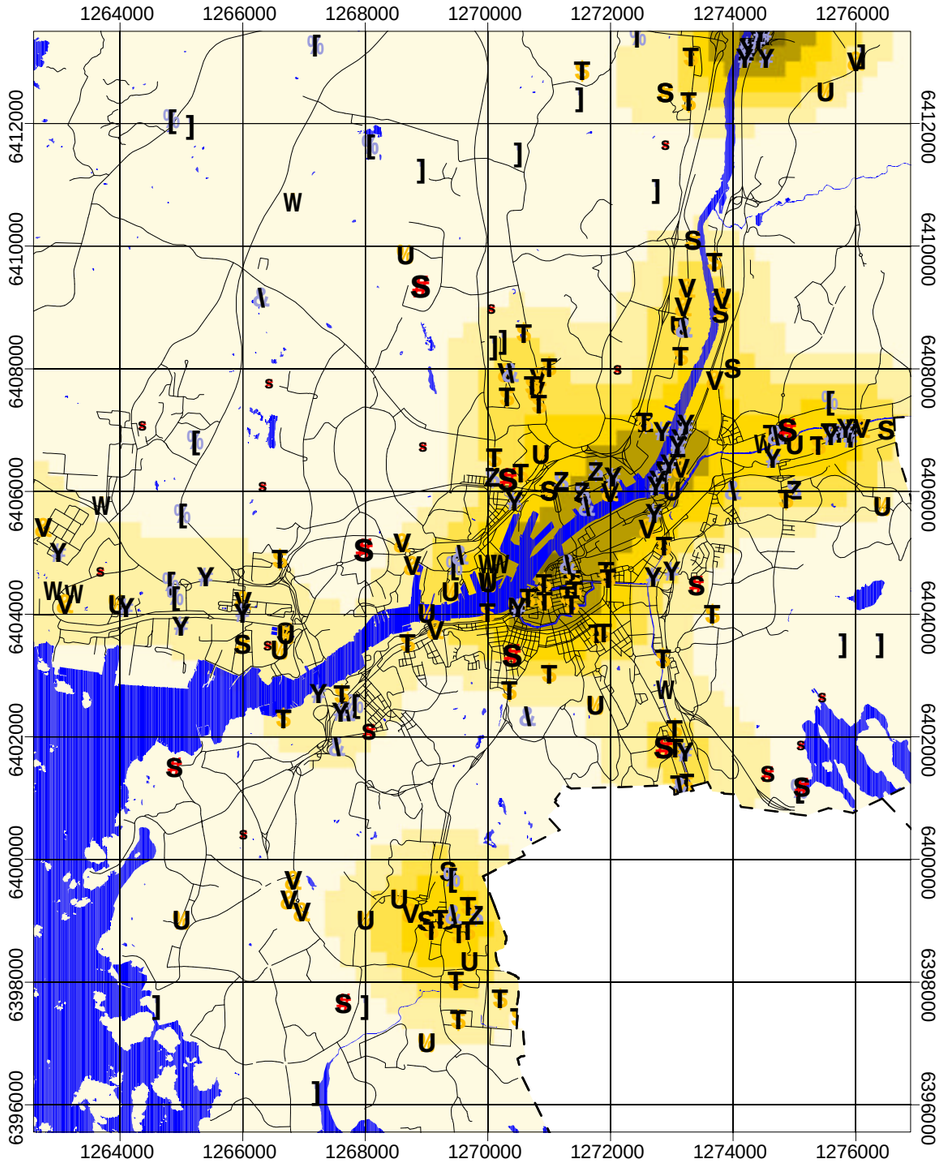


a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Vattenmossprover (Medins Sjö- och Åbiologi AB) 1993-1999

As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

Cancerogena PAH

- s Mindre allvarligt (< 0.3)
- S Måttligt allvarligt (0.3 - 0.9)
- S Allvarligt (0.9 - 3)
- S Mycket allvarligt (> 3)

Miljöstörande verksamheter

- S Avfall och farligt avfall
- U Energianläggningar
- T Grafisk produktion
- V Kemiska produkter
- W Mekaniska verkstäder
- Y MIFO - Förorenade markområden
- [Skjutbanor, motorbanor mm
- Z Skrotupplag
- Ytbehandlare
-] Äldre avfallsuplag

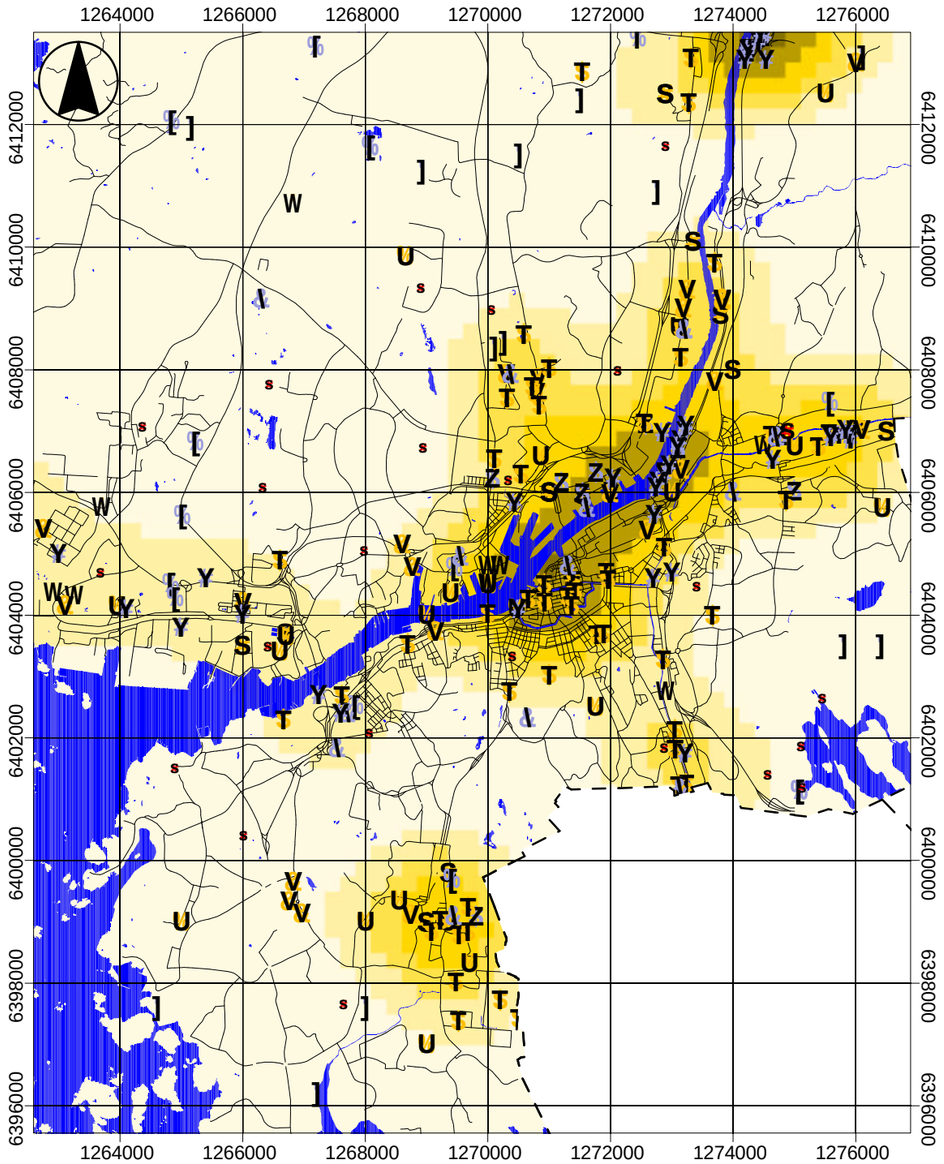
Miljöstörande verksamheter [st/km2]

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- 4 - 5
- 5 - 6

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Cancerogena PAH - Ytjordprover



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

Övriga PAH

- s — Mindre allvarligt (< 20)
- S — Måttligt allvarligt (20 - 60)
- S — Allvarligt (60 - 200)
- S — Mycket allvarligt (> 200)

Miljöstörande verksamheter

- S — Avfall och farligt avfall
- U — Energianläggningar
- T — Grafisk produktion
- V — Kemiska produkter
- W — Mekaniska verkstäder
- Y — MIFO - Förorenade markområden
- [— Skjutbanor, motorbanor mm
- Z — Skrotupplag
- \ — Ytbehandlare
-] — Äldre avfallsuplag

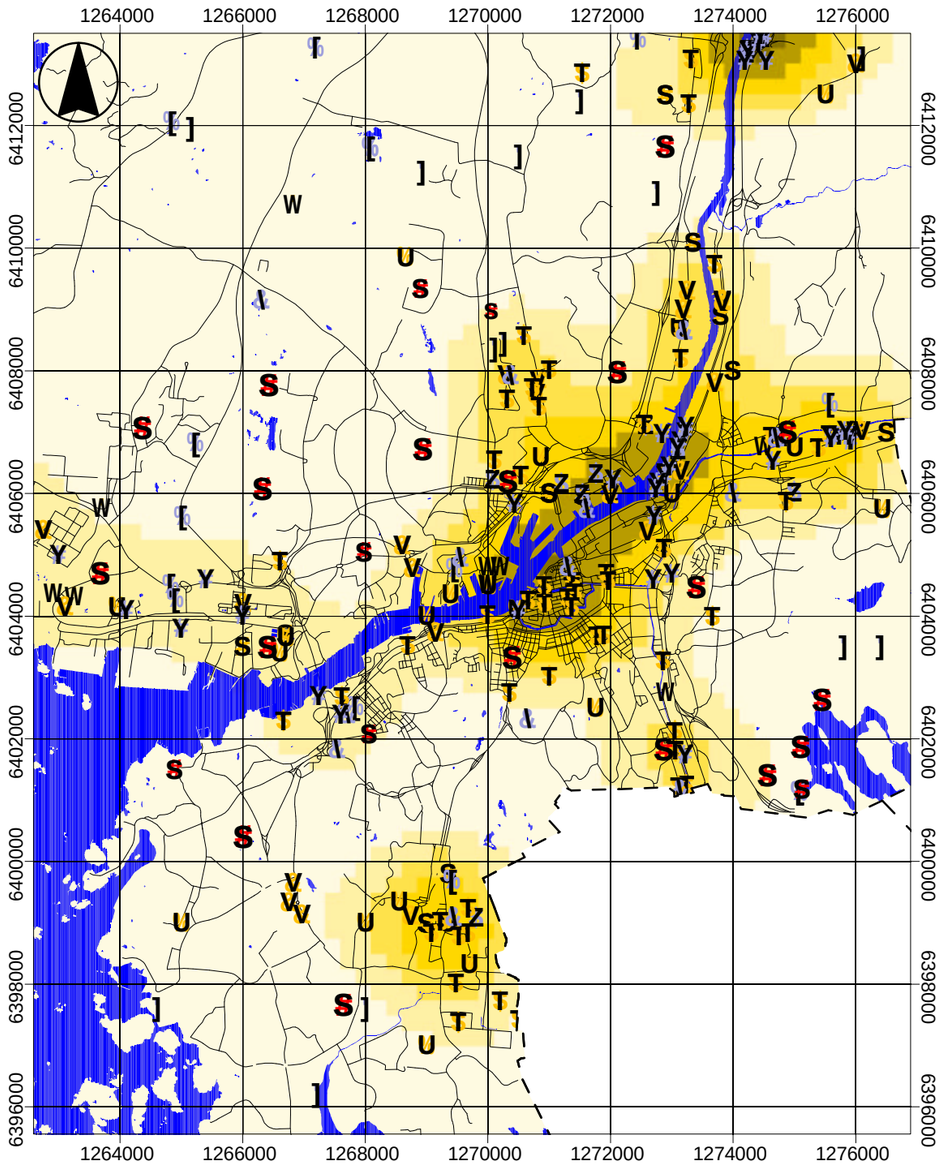
Miljöstörande verksamheter [st/km2]

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- 4 - 5
- 5 - 6

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Övriga PAH - Ytjordprover



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

EGOM

- s — Ingen eller liten påverkan av punktkälla (< 1)
- S — Trolig påverkan av punktkälla (1 - 5)
- S — Stor påverkan av punktkälla (5 - 25)
- S — Mycket stor påverkan av punktkälla (> 25)

Miljöstörande verksamheter

- S — Avfall och farligt avfall
- U — Energianläggningar
- T — Grafisk produktion
- V — Kemiska produkter
- W — Mekaniska verkstäder
- Y — MIFO - Förorenade markområden
- [— Skjutbanor, motorbanor mm
- Z — Skrotupplag
- \ — Ytbehandlare
-] — Äldre avfallsuplag

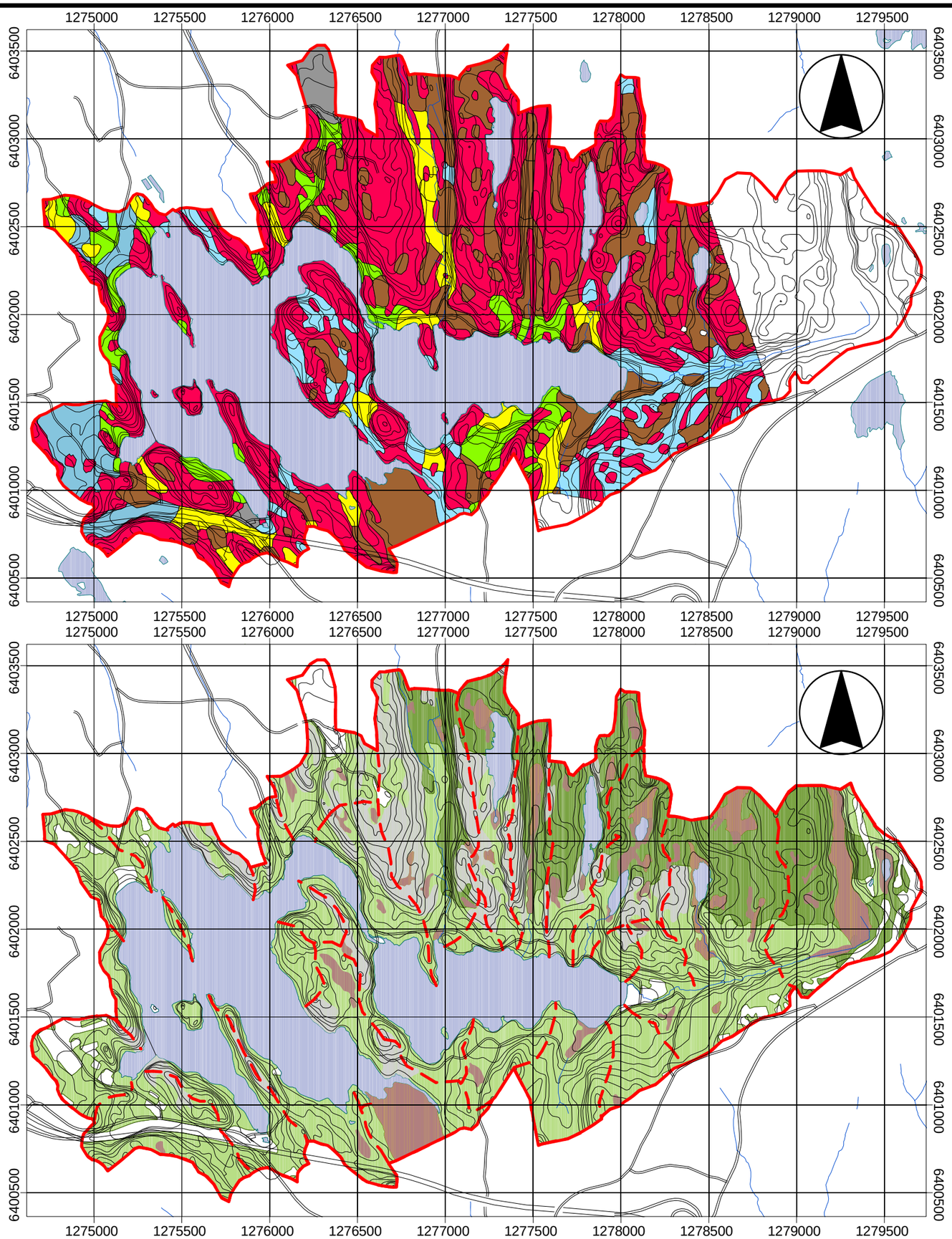
Miljöstörande verksamheter [st/km2]

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- 4 - 5
- 5 - 6

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

EGOM (Extraherbart gaskromatograferbart organiskt material) - Ytjordprover



Geologi

- Fyllning på okänt underlag
- Organiska jordarter (kärr, mosse)
- Svallsediment (finsand-klapper)
- Lera (ler-silt)
- Omväxlande morän och sorterade sediment (Göteborgsmoränen)
- Morän (alla moräntyper)
- Berg i dagen eller nära markytan (berg och tunt jordtäcke)

- Delsjöns avrinningsområde
- Vattendelare

Markanvändning

- Skog barr- o blandskog
- Hygge
- Lövskog
- Öppen yta utan skogskontur
- Vatten
- Annan öppen mark

Övrig markanvändning

- Berg i dagen
- Våtmark

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000

J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

Geologi och markslag inom Delsjöns avrinningsområde

1275000 1276000 1277000 1278000 1279000

6405000 6404000 6403000 6402000 6401000 6400000 6399000

Nedströmsområden från motorväg #
(enbart baserat från höjduppgifter)

Relativ metallbelastning
Stor
Liten
$ Provpunkt

As

Cd

Cr

Cu

Hg

Pb

Tillstånd för förorenad mark (NV)
Mycket allvarligt
Allvarligt
Måttligt allvarligt
Ingen anmärkning - Mindre allvarligt

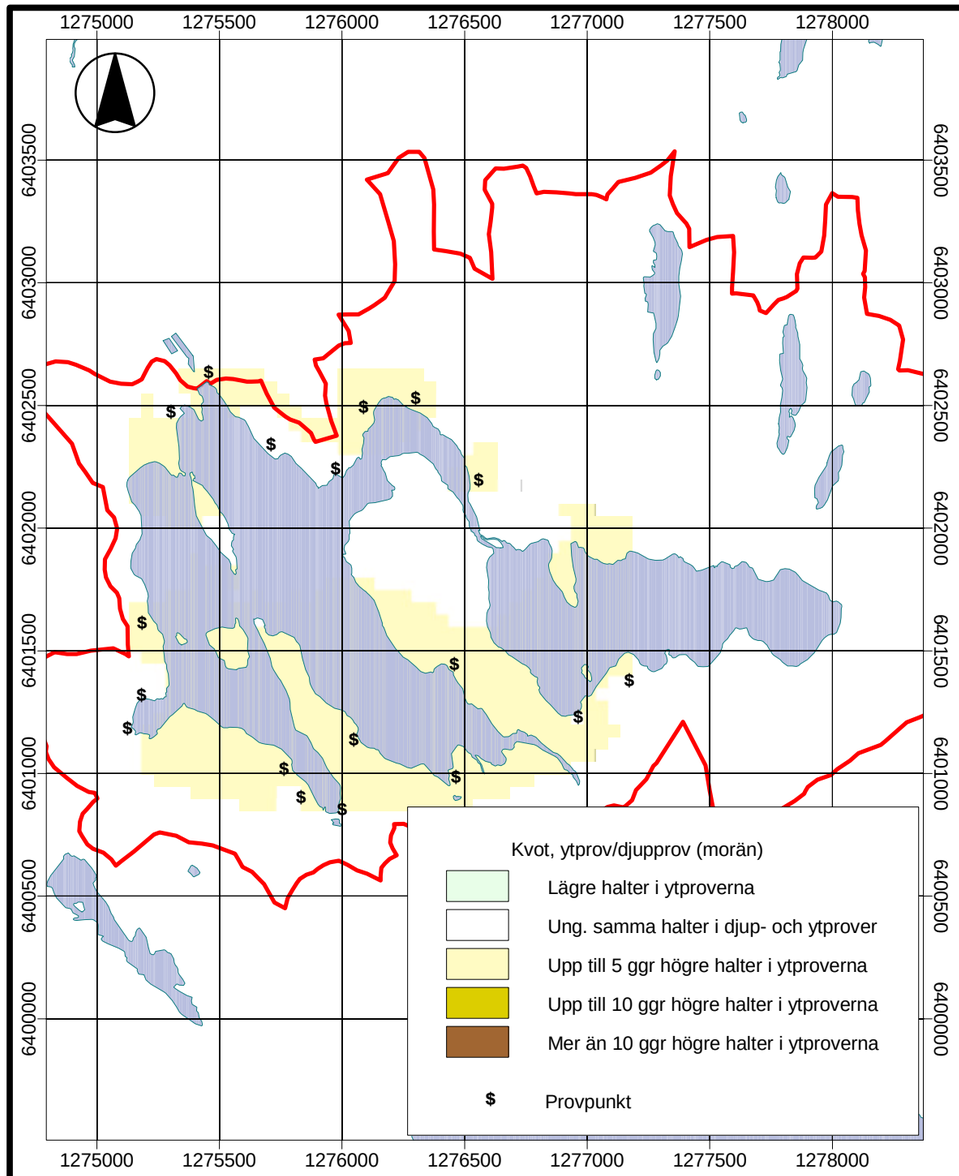
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

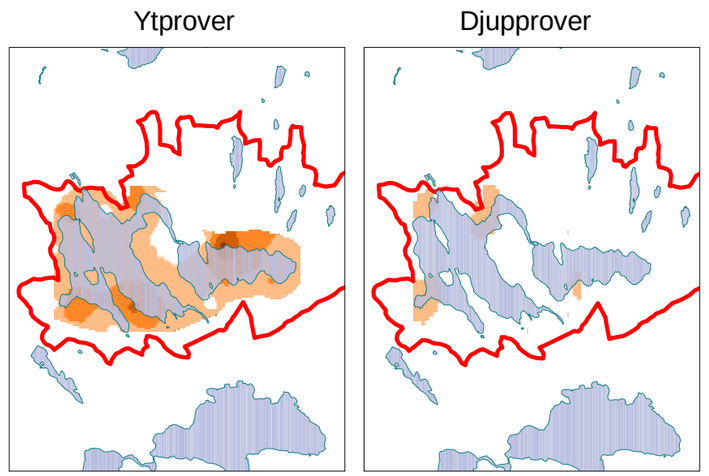
Urbana ytprover - Delsjöns avrinningsområde
Relativ metallbelastning och
Tillstånd för förorenad mark (NV)

As, Cd, Cr, Cu, Hg och Pb

a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



As yt- och djupprov [ppm]

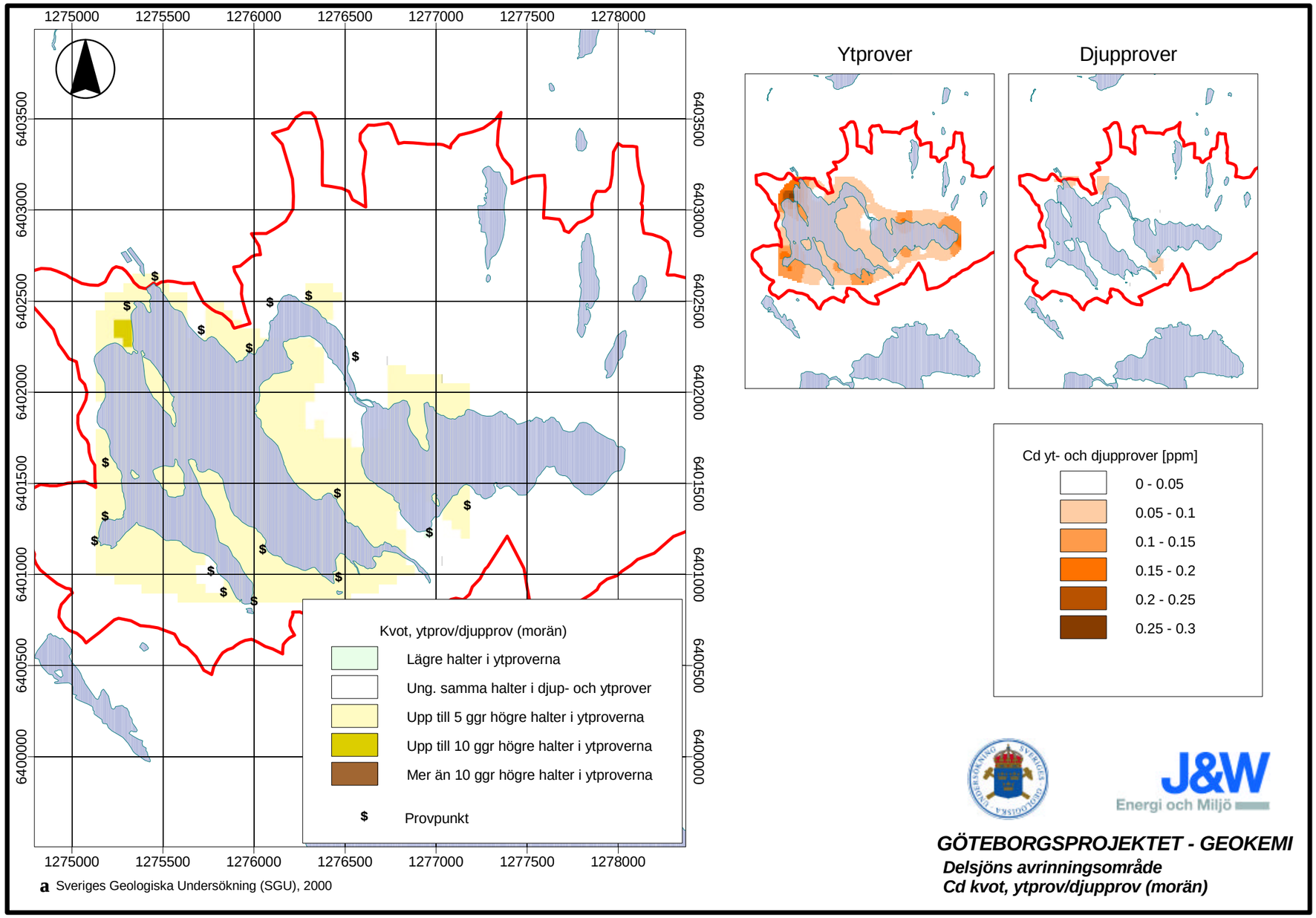
- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- 4 - 5

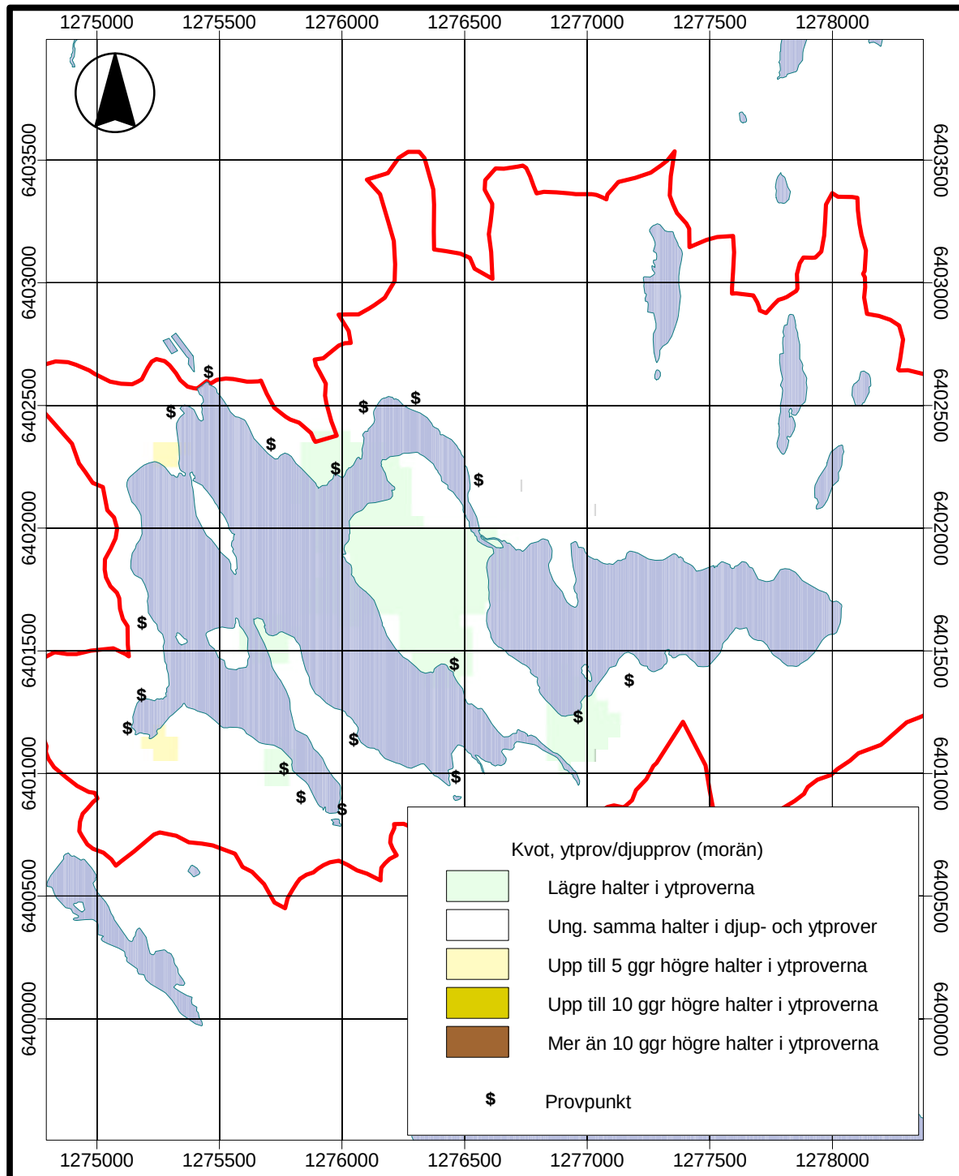
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

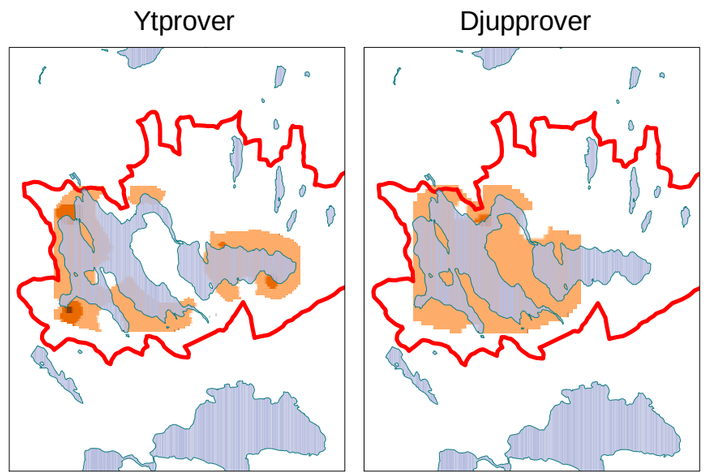
Delsjöns avrinningsområde

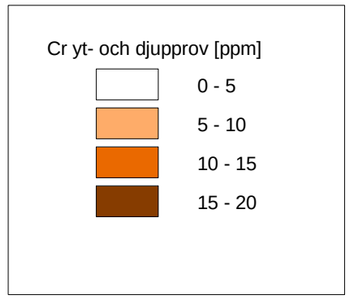
As kvot, ytprov/djupprov (morän)


1275000
1275500
1276000
1276500
1277000
1277500
1278000
6403500
6403000
6402500
6402000
6401500
6401000
6400500
6400000
Kvot, ytprov/djupprov (morän)
Lägre halter i ytproverna
Ung. samma halter i djup- och ytprover
Upp till 5 ggr högre halter i ytproverna
Upp till 10 ggr högre halter i ytproverna
Mer än 10 ggr högre halter i ytproverna
$ Provpunkt
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000
Ytprover
Djupprover
Cd yt- och djupprover [ppm]
0 - 0.05
0.05 - 0.1
0.1 - 0.15
0.15 - 0.2
0.2 - 0.25
0.25 - 0.3
J&W
Energi och Miljö
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI
Delsjöns avrinningsområde
Cd kvot, ytprov/djupprov (morän)



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000



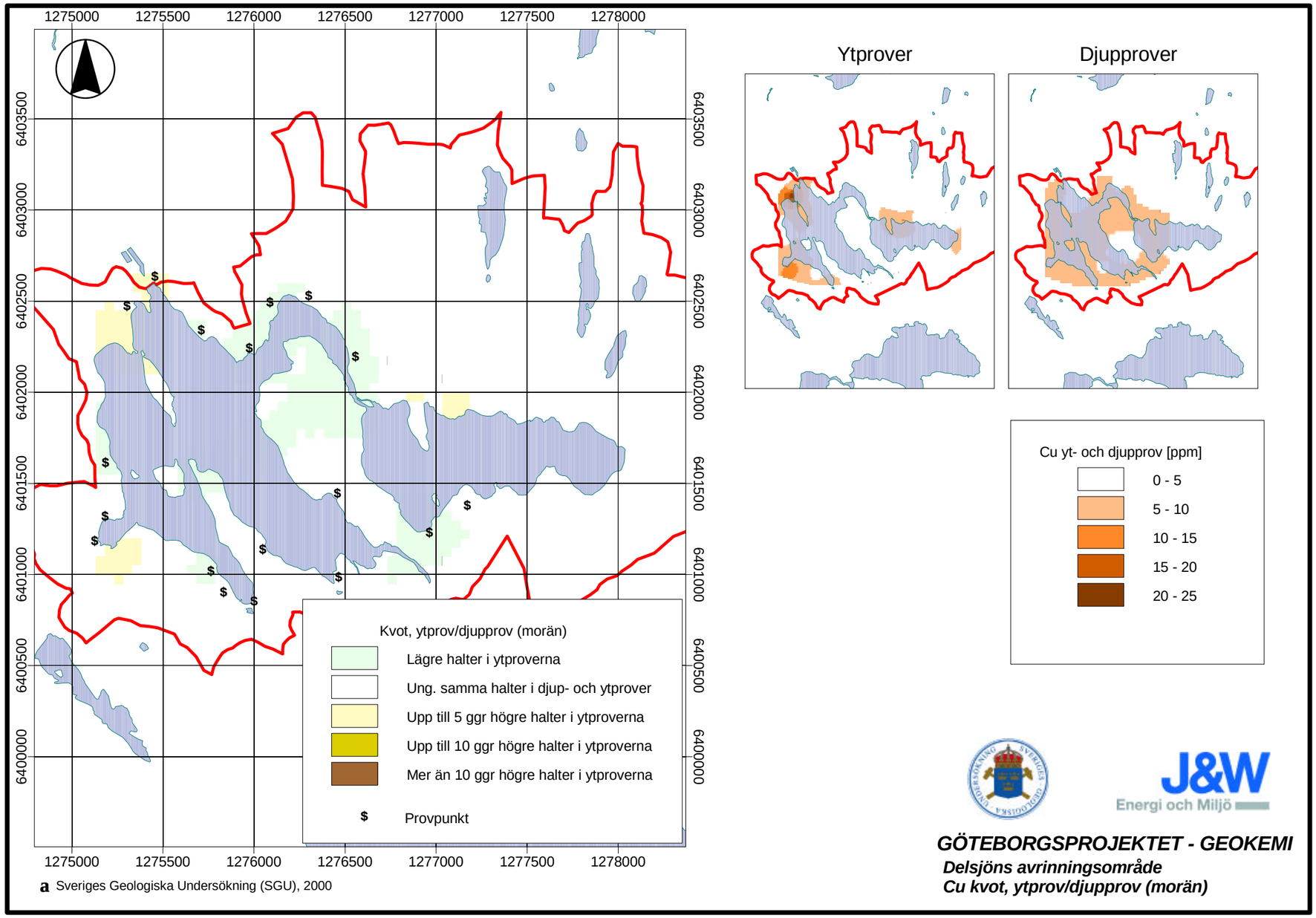


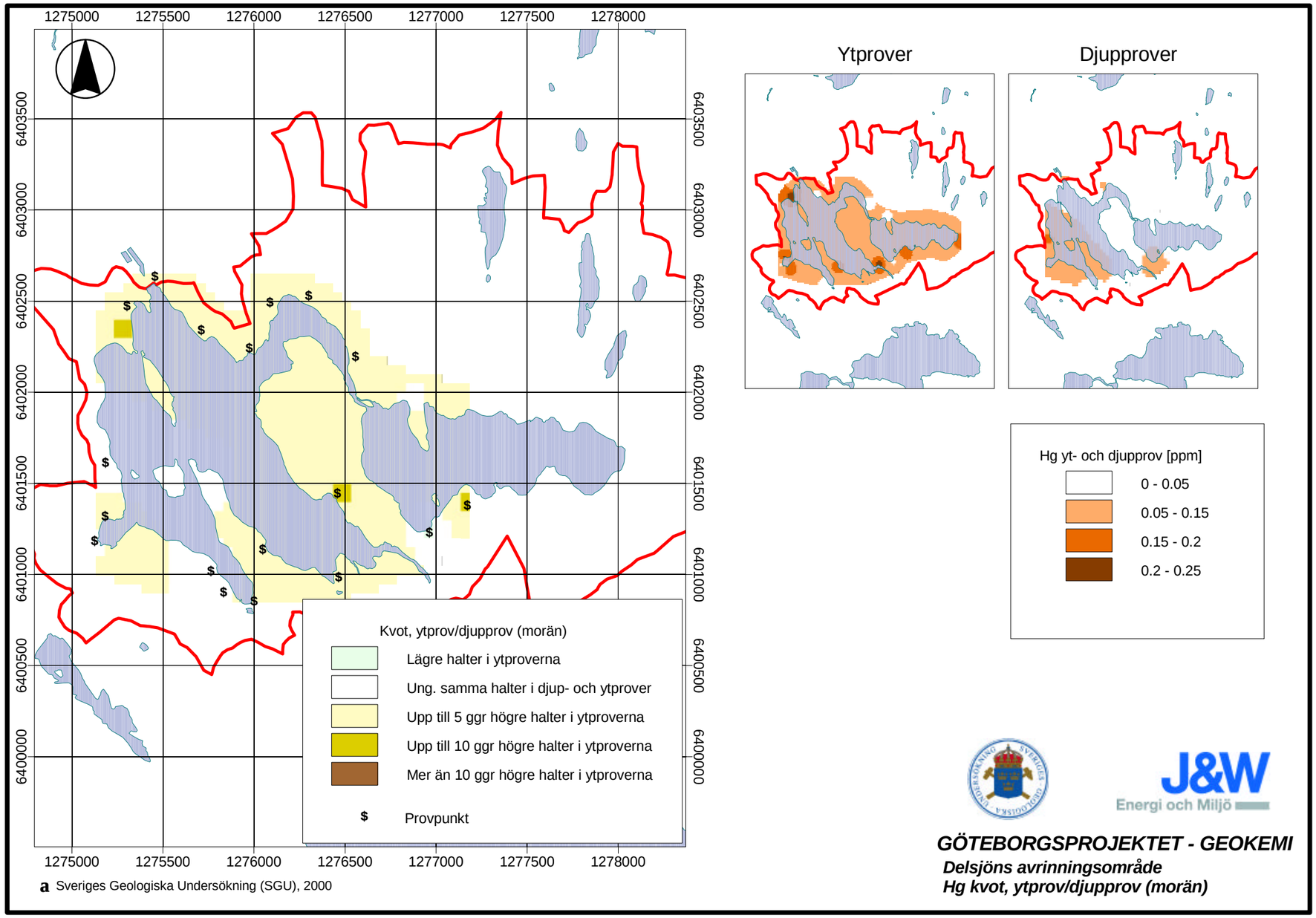
J&W Energi och Miljö

GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI

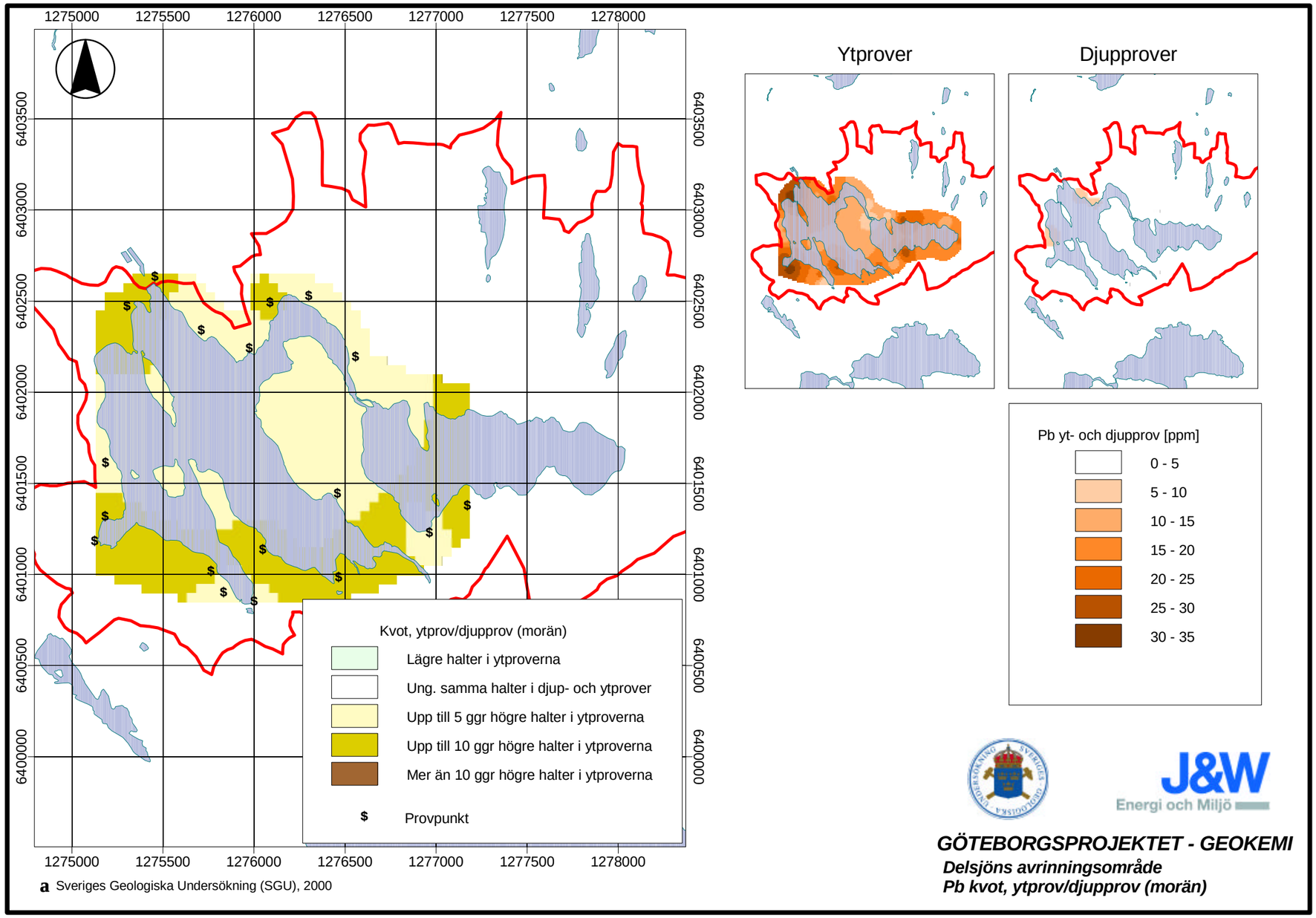
Delsjöns avrinningsområde

Cr kvot, ytprov/djupprov (morän)


1275000
1275500
1276000
1276500
1277000
1277500
1278000
6403500
6403000
6402500
6402000
6401500
6401000
6400500
6400000
Kvot, ytprov/djupprov (morän)
Lägre halter i ytproverna
Ung. samma halter i djup- och ytprover
Upp till 5 ggr högre halter i ytproverna
Upp till 10 ggr högre halter i ytproverna
Mer än 10 ggr högre halter i ytproverna
$ Provpunkt
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000
Ytprover
Djupprover
Cu yt- och djupprov [ppm]
0 - 5
5 - 10
10 - 15
15 - 20
20 - 25
J&W
Energi och Miljö
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI
Delsjöns avrinningsområde
Cu kvot, ytprov/djupprov (morän)



a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000


1275000
1275500
1276000
1276500
1277000
1277500
1278000
6403500
6403000
6402500
6402000
6401500
6401000
6400500
6400000
Kvot, ytprov/djupprov (morän)
Lägre halter i ytproverna
Ung. samma halter i djup- och ytprover
Upp till 5 ggr högre halter i ytproverna
Upp till 10 ggr högre halter i ytproverna
Mer än 10 ggr högre halter i ytproverna
$ Provpunkt
a Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2000
Ytprover
Djupprover
Pb yt- och djupprov [ppm]
0 - 5
5 - 10
10 - 15
15 - 20
20 - 25
25 - 30
30 - 35
J&W
Energi och Miljö
GÖTEBORGSPROJEKTET - GEOKEMI
Delsjöns avrinningsområde
Pb kvot, ytprov/djupprov (morän)

BILAGA 2 - Percentiltabeller

GÖTEBORGSPROJEKTET

Geokemi i Göteborgs kommun 2000

Kartor över tungmetaller och organiska miljögifter

FÖRKLARINGAR

Metallreferens: SGU, Geokemiska enheten 2000.

Moränprover:
Analyserat från fraktioner < 0.06 mm (med finmo som största partikelstorlek) och < 2 mm (med grovsand som största partikelstorlek), provtagningsdjup ca 1m.

Sedimentprover:
Analyserat från fraktioner < 2 mm (i praktiken finns knappast sediment grövre än 0.6 mm analyserade eftersom prover ej tas i sand och grövre), haltmässigt har lera generellt sett högre elementvärden än andra finsediment, provtagningsdjup ca 1m.

Ytjordprover:
Analyserat från fraktioner < 2 mm, provtagningsdjup: 0 - 10 cm under rotfilt.

Analysmetod: ICP-MS (HNO_3).

Ag	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Göteborgs k:n	49	0.023	0.038	0.08	0.094	0.134	0.134
		ruralt Gbg	21	0.023	0.037	0.063	0.072	0.089	0.089
		urbant Gbg	28	0.023	0.038	0.08	0.099	0.134	0.134
	< 2	ruralt Gbg	7	0.01					0.053
		urbant Gbg	28	0.009	0.016	0.025	0.036	0.043	0.043
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.013	0.047	0.113	0.126	0.177	0.179
		ruralt Gbg	30	0.023	0.058	0.116	0.135	0.177	0.177
		urbant Gbg	49	0.01	0.035	0.088	0.126	0.179	0.179
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.019	0.054	0.173	0.362	0.901	7.945
		Delsjön	39	0.014	0.03	0.051	0.061	0.064	0.064
		grundvattenrör	5	0.023					0.034
		grönyta* i stad	73	0.025	0.074	0.264	0.37	0.901	7.945
		industrinära	13	0.017	0.055	0.16	0.16	0.454	0.454

As	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	3307	2.6	6.1	18.2	23.7	45	216.7
		Göteborgs k:n	49	0.81	1.64	3.37	3.84	10	10
		ruralt Gbg	21	0.55	1.4	2.69	2.79	3.55	3.55
		urbant Gbg	28	1.33	1.43	2.28	3.79	5.67	10
	< 2	ruralt Gbg	7	0.53					1.46
		urbant Gbg	28	0.49	0.78	1.35	1.51	1.97	1.97
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.47	2.32	6.09	7.03	9.89	10.56
		ruralt Gbg	30	1.14	2.87	6.25	6.86	9.89	9.89
		urbant Gbg	49	0.39	1.88	5.77	8.12	10.56	10.56
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.84	2.19	4.64	6.33	9.27	10.92
		Delsjön	39	0.75	1.54	2.73	3.02	4.4	4.4
		grundvattenrör	5	0.77					1.96
		grönyta* i stad	73	1.2	2.64	4.8	6.33	6.99	10.92
		industrinära	13	0.96	2.86	9.22	9.22	9.27	9.27

Be	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	0.23	0.41	0.82	1.01	1.31	
		Göteborgs k:n	49	0.353	0.637	1.077	1.324	1.544	1.544
		ruralt Gbg	21	0.287	0.675	1.036	1.07	1.125	1.125
		urbant Gbg	28	0.377	0.591	1.085	1.479	1.544	1.544
	< 2	ruralt Gbg	7	0.139					0.539
		urbant Gbg	28	0.14	0.226	0.398	0.413	0.519	0.519
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.161	0.531	1.358	1.746	1.788	1.9
		ruralt Gbg	30	0.275	0.794	1.77	1.788	1.9	1.9
		urbant Gbg	49	0.123	0.379	1.101	1.358	1.482	1.482
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.117	0.352	0.813	0.933	1.293	1.911
		Delsjön	39	0.065	0.197	0.321	0.438	0.531	0.531
		grundvattenrör	5	0.196					0.352
		grönyta* i stad	73	0.146	0.45	0.926	1.004	1.293	1.911
		industrinära	13	0.104	0.434	0.837	0.837	1.143	1.143

Bi	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	3307	0.05	0.11	0.296	0.410	0.714	7.688
		Göteborgs k:n	49	0.081	0.120	0.218	0.321	0.517	0.517
		ruralt Gbg	21	0.068	0.115	0.185	0.186	0.218	0.218
		urbant Gbg	28	0.085	0.127	0.264	0.334	0.517	0.517
	< 2	ruralt Gbg	7	0.029					0.086
		urbant Gbg	28	0.032	0.053	0.082	0.083	0.100	0.100
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.036	0.112	0.241	0.256	0.377	0.553
		ruralt Gbg	30	0.062	0.168	0.256	0.377	0.553	0.553
		urbant Gbg	49	0.028	0.087	0.197	0.241	0.282	0.282
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.057	0.118	0.259	0.370	0.680	3.655
		Delsjön	39	0.052	0.105	0.182	0.238	0.602	0.602
		grundvattenrör	5	0.077					0.130
		grönyta* i stad	73	0.068	0.125	0.320	0.356	0.571	3.655
		industrinära	13	0.044	0.118	0.235	0.235	0.680	0.680

Cd	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	3307	0.05	0.09	0.169	0.21	0.33	1.28
		Göteborgs k:n	49	0.045	0.08	0.143	0.184	0.497	0.497
		ruralt Gbg	21	0.041	0.079	0.117	0.124	0.184	0.184
		urbant Gbg	28	0.058	0.080	0.154	0.282	0.497	0.497
	< 2	ruralt Gbg	7	0.019					0.065
		urbant Gbg	28	0.023	0.039	0.078	0.092	0.099	0.099
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.021	0.061	0.132	0.164	0.312	0.327
		ruralt Gbg	30	0.034	0.068	0.126	0.148	0.197	0.197
		urbant Gbg	49	0.019	0.046	0.135	0.195	0.327	0.327
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.056	0.140	0.326	0.420	0.623	0.842
		Delsjön	39	0.035	0.076	0.173	0.184	0.274	0.274
		grundvattenrör	5	0.063					0.124
		grönyta* i stad	73	0.075	0.190	0.351	0.435	0.564	0.623
		industrinära	13	0.064	0.147	0.420	0.420	0.842	0.842

Co	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	2.6	5.5	10.6	12.5	17.8	
		Göteborgs k:n	49	2.6	5.6	11.1	13.1	18.7	18.7
		ruralt Gbg	21	2.9	7.4	10.5	12.5	13.1	13.1
		urbant Gbg	28	2.5	4.0	11.1	15.9	18.7	18.7
	< 2	ruralt Gbg	7	1.5					7.8
		urbant Gbg	28	1.5	2.4	4.8	5.0	6.0	6.0
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	1.7	5.6	14.4	16.1	18.2	20.8
		ruralt Gbg	30	3.1	8.4	15.8	16.1	17.4	17.4
		urbant Gbg	49	1.6	3.6	12.2	16.3	20.8	20.8
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.7	3.1	6.2	7.4	12.9	24.4
		Delsjön	39	0.3	1.3	3.2	4.2	4.6	4.6
		grundvattenrör	5	0.7					8.3
		grönyta* i stad	73	1.3	3.7	6.5	7.0	12.9	24.4
		industrinära	13	0.3	4.1	7.4	7.4	7.6	7.6

Cr	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	5.4	13.1	29.5	35.8	51.5	
		Göteborgs k:n	49	6.3	15.2	29.0	31.2	45.7	45.7
		ruralt Gbg	21	5.9	14.5	27.1	30.0	45.7	45.7
		urbant Gbg	28	8.3	16.5	29.0	31.2	33.5	33.5
	< 2	ruralt Gbg	7	2.1					40.2
		urbant Gbg	28	2.7	7.5	9.7	14.9	19.4	19.4
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	4.1	15.8	33.4	37.2	40.7	53.9
		ruralt Gbg	30	7.0	19.8	38.1	40.7	53.9	53.9
		urbant Gbg	49	3.6	12.2	30.3	33.4	37.2	37.2
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	3.0	8.5	16.6	20.1	34.2	60.0
		Delsjön	39	2.4	5.6	10.4	11.2	16.6	16.6
		grundvattenrör	5	2.2					5.9
		grönyta* i stad	73	3.3	9.9	16.8	18.1	21.2	22.7
		industrinära	13	3.3	12.3	34.2	34.2	60.0	60.0

Cu	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	3307	5.3	12.1	24.7	30.7	47.4	125.8
		Göteborgs k:n	49	8.0	13.5	29.1	34.7	38.5	38.5
		ruralt Gbg	21	8.3	13.5	34.7	37.8	38.5	38.5
		urbant Gbg	28	7.6	13.0	25.6	28.4	31.8	31.8
	< 2	ruralt Gbg	7	2.6					23.1
		urbant Gbg	28	3.2	6.7	8.4	12.4	12.8	12.8
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	3.8	10.3	20.3	23.4	35.8	271.1
		ruralt Gbg	30	4.9	14.3	21.1	27.2	35.8	35.8
		urbant Gbg	49	3.0	7.7	17.5	22.4	271.1	271.1
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	2.4	10.2	33.2	57.4	135.5	399.5
		Delsjön	39	1.4	3.8	10.0	14.2	33.4	33.4
		grundvattenrör	5	2.9					5.3
		grönyta* i stad	73	4.1	17.1	49.6	69.8	82.1	399.5
		industrinära	13	4.3	10.7	25.3	25.3	135.5	135.5

Hg	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Göteborgs k:n	49	0.016	0.072	0.196	0.453	0.515	0.515
		ruralt Gbg	21	0.007	0.032	0.118	0.160	0.188	0.188
		urbant Gbg	28	0.051	0.099	0.442	0.474	0.515	0.515
	< 2	ruralt Gbg	7	0.003					0.091
		urbant Gbg	28	0.009	0.032	0.082	0.105	0.165	0.165
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.007	0.021	0.065	0.124	0.196	0.348
		ruralt Gbg	30	0.010	0.020	0.029	0.037	0.043	0.043
		urbant Gbg	49	0.006	0.026	0.092	0.143	0.348	0.348
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.048	0.155	0.654	0.973	1.387	1.607
		Delsjön	39	0.040	0.095	0.193	0.209	0.236	0.236
		grundvattenrör	5	0.098					0.117
		grönyta* i stad	73	0.059	0.214	0.916	1.035	1.387	1.607
		industrinära	13	0.030	0.084	0.629	0.629	1.324	1.324

La	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	14.3	22.2	38.3	46.1	69.8	
		Göteborgs k:n	49	14.3	22.4	38.9	59.2	203.0	203.0
		ruralt Gbg	21	16.4	23.1	49.7	50.6	59.2	59.2
		urbant Gbg	28	13.8	20.5	36.9	60.4	203.0	203.0
	< 2	ruralt Gbg	7	10.8					40.3
		urbant Gbg	28	7.4	11.2	17.5	21.9	43.6	43.6
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	7.9	18.7	55.0	64.5	86.0	95.4
		ruralt Gbg	30	11.7	32.3	66.2	86.0	95.4	95.4
		urbant Gbg	49	7.1	15.5	40.2	47.2	55.0	55.0
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	3.1	10.7	26.6	31.0	51.1	54.9
		Delsjön	39	2.0	4.4	10.7	14.6	19.7	19.7
		grundvattenrör	5	4.1					12.8
		grönyta* i stad	73	5.2	15.7	27.8	29.8	51.1	54.9
		industrinära	13	6.7	17.5	47.5	47.5	48.4	48.4

Li	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	4.3	10.9	20.6	24.4	34	
		Göteborgs k:n	49	4.7	11.7	22.6	31.0	64.3	64.3
		ruralt Gbg	21	4.1	10.1	21.6	22.1	31.5	31.5
		urbant Gbg	28	5.4	12.7	25.7	31.0	64.3	64.3
	< 2	ruralt Gbg	7	2.7					15.4
		urbant Gbg	28	3.4	7.1	13.4	14.4	15.0	15.0
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	4.2	13.3	28.5	29.3	34.7	45.4
		ruralt Gbg	30	7.0	17.4	34.0	34.7	45.4	45.4
		urbant Gbg	49	3.9	10.2	21.2	27.5	29.2	29.2
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	1.9	8.2	15.1	18.5	21.4	30.1
		Delsjön	39	1.6	4.7	12.1	13.8	15.0	15.0
		grundvattenrör	5	3.5					12.1
		grönyta* i stad	73	2.8	9.4	16.6	18.5	21.4	30.1
		industrinära	13	0.3	10.7	18.7	18.7	20.6	20.6

Mo	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	1418	0.2	0.39	1.21	1.67	4.12	40.32
		Göteborgs k:n	49	0.23	0.55	2.01	3.28	7.21	7.21
		ruralt Gbg	21	0.11	0.41	0.70	0.85	1.24	1.24
		urbant Gbg	28	0.30	0.89	2.97	3.31	7.21	7.21
	< 2	ruralt Gbg	7	0.14					0.56
		urbant Gbg	28	0.10	0.28	0.79	1.81	2.07	2.07
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.13	0.28	1.08	1.50	4.57	7.85
		ruralt Gbg	30	0.12	0.26	1.02	1.08	7.85	7.85
		urbant Gbg	49	0.14	0.29	1.39	1.59	4.57	4.57
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.24	0.61	1.94	2.43	5.13	18.39
		Delsjön	39	0.19	0.44	1.00	1.55	1.94	1.94
		grundvattenrör	5	0.47					2.00
		grönyta* i stad	73	0.36	0.68	1.59	2.43	3.22	5.13
		industrinära	13	0.15	0.81	4.43	4.43	18.39	18.39

Ni	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	4.1	10.4	27.7	34.2	53	
		Göteborgs k:n	49	4.7	8.3	17.0	24.8	38.0	38.0
		ruralt Gbg	21	4.5	11.6	17.0	24.8	38.0	38.0
		urbant Gbg	28	4.9	7.6	15.5	24.3	34.3	34.3
	< 2	ruralt Gbg	7	2.3					29.6
		urbant Gbg	28	2.0	4.2	7.1	10.3	11.6	11.6
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	2.9	10.8	23.5	27.2	36.5	40.6
		ruralt Gbg	30	6.2	15.5	27.2	36.5	40.6	40.6
		urbant Gbg	49	2.5	7.0	18.9	23.5	30.3	30.3
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	1.4	4.8	10.7	12.6	16.5	69.5
		Delsjön	39	0.7	1.9	5.8	6.1	8.0	8.0
		grundvattenrör	5	0.8					3.5
		grönyta* i stad	73	2.3	6.2	10.9	12.6	15.2	69.5
		industrinära	13	2.0	7.5	14.6	14.6	16.5	16.5

Pb	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	4.3	9.1	20	25.1	53	
		Göteborgs k:n	49	5.0	7.4	13.7	19.8	24.4	24.4
		ruralt Gbg	21	4.0	6.2	11.8	12.1	14.1	14.1
		urbant Gbg	28	5.3	8.0	14.5	19.9	24.4	24.4
	< 2	ruralt Gbg	7	1.8					6.1
		urbant Gbg	28	2.3	3.3	5.6	6.3	6.7	6.7
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	2.2	8.6	19.1	22.2	28.4	56.8
		ruralt Gbg	30	4.0	11.1	19.1	22.2	28.4	28.4
		urbant Gbg	49	1.9	6.1	18.0	23.6	56.8	56.8
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	9.8	25.2	72.0	105.3	183.7	331.5
		Delsjön	39	7.2	17.9	27.5	28.5	33.7	33.7
		grundvattenrör	5	11.3					19.0
		grönyta* i stad	73	10.9	37.8	87.3	106.4	138.3	183.7
		industrinära	13	8.6	19.2	105.3	105.3	331.5	331.5

Rb	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	5.8	13.7	26.3	25.1	53	
		Göteborgs k:n	49	6.7	18.7	41.1	51.1	63.8	63.8
		ruralt Gbg	21	8.5	23.3	41.1	46.7	51.1	51.1
		urbant Gbg	28	6.1	16.1	38.9	51.3	63.8	63.8
	< 2	ruralt Gbg	7	5.1					23.5
		urbant Gbg	28	3.7	8.2	17.5	23.1	30.1	30.1
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	5.2	27.2	61.9	65.4	83.5	98.7
		ruralt Gbg	30	15.6	35.9	74.9	83.5	98.7	98.7
		urbant Gbg	49	4.2	17.6	48.6	54.2	63.4	63.4
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	3.3	12.7	25.4	27.8	35.9	48.9
		Delsjön	39	2.6	6.4	14.7	18.4	22.4	22.4
		grundvattenrör	5	6.2					25.5
		grönyta* i stad	73	5.7	17.3	26.5	27.5	30.7	31.6
		industrinära	13	1.1	16.9	35.9	35.9	48.9	48.9

Sb	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	3307	0.04	0.19	0.35	0.44	0.99	3.88
		Göteborgs k:n	49	0.004	0.009	0.052	0.064	0.225	0.225
		ruralt Gbg	21	0.003	0.006	0.010	0.011	0.012	0.012
		urbant Gbg	28	0.006	0.010	0.057	0.072	0.225	0.225
	< 2	ruralt Gbg	7	0.002					0.007
		urbant Gbg	28	0.003	0.008	0.020	0.030	0.036	0.036
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.002	0.005	0.014	0.020	0.044	0.054
		ruralt Gbg	30	0.002	0.004	0.006	0.011	0.011	0.011
		urbant Gbg	49	0.003	0.007	0.018	0.038	0.054	0.054
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.020	0.055	0.135	0.226	0.725	1.274
		Delsjön	39	0.015	0.041	0.076	0.087	0.104	0.104
		grundvattenrör	5	0.039					0.062
		grönyta* i stad	73	0.025	0.069	0.182	0.226	0.400	1.274
		industrinära	13	0.006	0.046	0.514	0.514	0.725	0.725

Se	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	0.12	0.23	0.5	0.62	0.97	
		Göteborgs k:n	49	0.191	0.579	2.679	3.244	4.064	4.064
		ruralt Gbg	21	0.124	0.420	0.822	1.190	1.510	1.510
		urbant Gbg	28	0.300	0.728	2.992	3.743	4.064	4.064
	< 2	ruralt Gbg	7	0.025					0.428
		urbant Gbg	28	0.088	0.299	0.848	1.233	1.234	1.234
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.059	0.198	0.443	0.616	0.882	0.915
		ruralt Gbg	30	0.085	0.197	0.398	0.443	0.859	0.859
		urbant Gbg	49	0.058	0.204	0.549	0.804	0.915	0.915
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.201	0.485	0.936	1.374	1.599	1.703
		Delsjön	39	0.188	0.515	1.010	1.266	1.510	1.510
		grundvattenrör	5	0.298					0.933
		grönyta* i stad	73	0.201	0.431	0.728	0.843	1.532	1.599
		industrinära	13	0.142	0.755	1.431	1.431	1.703	1.703

Sn	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	3307	0.5	0.8	1.19	1.37	1.8	4.44
		Göteborgs k:n	49	0.139	0.296	0.427	0.681	0.880	0.880
		ruralt Gbg	21	0.254	0.350	0.423	0.482	0.728	0.728
		urbant Gbg	28	0.136	0.226	0.427	0.681	0.880	0.880
	< 2	ruralt Gbg	7	0.093					0.268
		urbant Gbg	28	0.058	0.098	0.154	0.169	0.228	0.228
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.061	0.136	0.289	0.349	0.455	1.338
		ruralt Gbg	30	0.067	0.143	0.292	0.353	0.455	0.455
		urbant Gbg	49	0.053	0.136	0.231	0.340	1.338	1.338
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.066	0.237	0.930	1.557	4.225	20.316
		Delsjön	39	0.050	0.206	0.357	0.398	0.509	0.509
		grundvattenrör	5	0.115					0.296
		grönyta* i stad	73	0.073	0.393	1.160	2.082	3.184	4.225
		industrinära	13	0.011	0.153	0.621	0.621	20.316	20.316

Sr	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	7.3	12.8	22.9	29.1	278.8	
		Göteborgs k:n	49	4.4	7.4	13.3	17.4	20.6	20.6
		ruralt Gbg	21	6.1	8.9	17.3	17.4	19.8	19.8
		urbant Gbg	28	4.1	5.8	10.1	12.2	20.6	20.6
	< 2	ruralt Gbg	7	2.7					9.5
		urbant Gbg	28	2.0	2.9	4.4	5.2	5.6	5.6
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	2.8	9.1	29.7	34.3	54.8	146.7
		ruralt Gbg	30	5.2	15.8	30.5	54.8	146.7	146.7
		urbant Gbg	49	2.3	6.6	22.3	30.2	38.0	38.0
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	1.4	3.7	17.2	23.7	33.5	40.6
		Delsjön	39	1.1	1.9	3.9	4.7	4.8	4.8
		grundvattenrör	5	1.2					2.2
		grönyta* i stad	73	1.8	7.8	20.8	23.7	25.8	33.5
		industrinära	13	1.0	6.7	29.8	29.8	40.6	40.6

Th	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	4.8	7.3	12.3	14.5	20.2	
		Göteborgs k:n	49	6.8	10.6	14.1	18.7	31.8	31.8
		ruralt Gbg	21	6.8	10.8	13.8	14.1	19.8	19.8
		urbant Gbg	28	5.9	9.8	15.0	18.7	31.8	31.8
	< 2	ruralt Gbg	7	5.1					9.0
		urbant Gbg	28	2.8	4.3	6.7	7.5	9.3	9.3
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	3.1	8.5	15.5	17.7	27.2	30.3
		ruralt Gbg	30	5.0	12.0	19.0	27.2	30.3	30.3
		urbant Gbg	49	2.8	6.8	13.6	14.6	16.9	16.9
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	1.3	4.0	7.5	10.6	18.3	20.1
		Delsjön	39	1.0	2.3	4.1	4.8	6.9	6.9
		grundvattenrör	5	1.9					6.2
		grönyta* i stad	73	1.9	4.8	9.0	10.6	13.7	20.1
		industrinära	13	0.2	5.7	13.4	13.4	18.3	18.3

Tl	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	0.065	0.18	0.343	0.42	0.712	
		Göteborgs k:n	49	0.072	0.159	0.307	0.436	0.458	0.458
		ruralt Gbg	21	0.072	0.172	0.304	0.307	0.363	0.363
		urbant Gbg	28	0.067	0.136	0.329	0.442	0.458	0.458
	< 2	ruralt Gbg	7	0.038					0.191
		urbant Gbg	28	0.035	0.068	0.124	0.209	0.216	0.216
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.046	0.235	0.417	0.468	0.633	0.672
		ruralt Gbg	30	0.128	0.285	0.470	0.633	0.672	0.672
		urbant Gbg	49	0.036	0.169	0.367	0.415	0.429	0.429
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.048	0.115	0.211	0.252	0.315	0.374
		Delsjön	39	0.039	0.074	0.139	0.185	0.208	0.208
		grundvattenrör	5	0.047					0.163
		grönyta* i stad	73	0.075	0.141	0.222	0.249	0.295	0.315
		industrinära	13	0.022	0.145	0.311	0.311	0.374	0.374

U	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	0.88	1.43	2.94	3.88	6.3	
		Göteborgs k:n	49	1.11	1.59	3.29	5.85	10.61	10.61
		ruralt Gbg	21	1.00	1.40	2.08	2.14	2.68	2.68
		urbant Gbg	28	1.22	1.89	3.48	6.75	10.61	10.61
	< 2	ruralt Gbg	7	0.57					1.09
		urbant Gbg	28	0.46	0.77	1.23	1.64	1.72	1.72
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.56	1.41	3.14	3.93	4.90	6.27
		ruralt Gbg	30	0.63	1.41	3.58	4.90	6.27	6.27
		urbant Gbg	49	0.49	1.40	2.45	3.22	4.25	4.25
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.29	1.04	3.36	4.54	6.73	9.74
		Delsjön	39	0.25	0.49	1.39	1.70	3.15	3.15
		grundvattenrör	5	0.30					1.60
		grönyta* i stad	73	0.39	1.29	3.45	3.96	6.73	9.74
		industrinära	13	0.46	1.48	4.83	4.83	5.09	5.09

V	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	9.3	18.1	33.9	39	53.1	
		Göteborgs k:n	49	16.7	29.7	51.8	58.0	73.2	73.2
		ruralt Gbg	21	15.8	23.2	47.2	57.3	58.0	58.0
		urbant Gbg	28	18.1	29.7	51.8	63.0	73.2	73.2
	< 2	ruralt Gbg	7	5.4					27.9
		urbant Gbg	28	7.1	14.6	19.3	26.3	29.0	29.0
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	8.6	27.1	53.0	53.9	56.3	65.2
		ruralt Gbg	30	14.2	31.6	53.0	55.1	65.2	65.2
		urbant Gbg	49	7.4	24.4	49.4	53.6	56.3	56.3
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	10.8	20.0	37.1	42.0	58.0	67.2
		Delsjön	39	8.0	17.8	37.1	41.5	58.0	58.0
		grundvattenrör	5	10.1					22.7
		grönyta* i stad	73	12.4	20.8	35.0	38.2	54.4	67.2
		industrinära	13	4.7	21.6	39.0	39.0	56.0	56.0

W	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Göteborgs k:n	49	0.054	0.112	0.322	0.410	0.633	0.633
		ruralt Gbg	21	0.054	0.101	0.173	0.198	0.285	0.285
		urbant Gbg	28	0.048	0.147	0.384	0.518	0.633	0.633
	< 2	ruralt Gbg	7	0.031					0.065
		urbant Gbg	28	0.029	0.053	0.110	0.124	0.183	0.183
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.015	0.033	0.054	0.071	0.078	0.245
		ruralt Gbg	30	0.015	0.031	0.044	0.046	0.052	0.052
		urbant Gbg	49	0.014	0.033	0.067	0.075	0.245	0.245
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.020	0.047	0.113	0.221	0.493	0.596
		Delsjön	39	0.013	0.034	0.079	0.113	0.464	0.464
		grundvattenrör	5	0.025					0.063
		grönyta* i stad	73	0.028	0.052	0.113	0.182	0.226	0.304
		industrinära	13	0.026	0.049	0.493	0.493	0.596	0.596

Y	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	8.8	13.4	22.5	27.7	43.2	
		Göteborgs k:n	49	7.6	12.1	25.1	36.0	91.6	91.6
		ruralt Gbg	21	7.7	12.9	25.7	26.6	50.2	50.2
		urbant Gbg	28	6.9	11.8	24.3	36.0	91.6	91.6
	< 2	ruralt Gbg	7	4.7					15.8
		urbant Gbg	28	3.0	5.3	7.8	10.0	15.3	15.3
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	3.6	8.9	28.7	37.2	40.1	59.3
		ruralt Gbg	30	5.3	16.8	37.6	40.1	59.3	59.3
		urbant Gbg	49	3.3	7.1	20.5	22.4	28.7	28.7
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	1.7	5.6	13.8	15.8	31.7	39.6
		Delsjön	39	1.1	2.5	5.6	6.3	9.3	9.3
		grundvattenrör	5	2.2					7.1
		grönyta* i stad	73	2.6	7.6	14.4	15.8	31.7	39.6
		industrinära	13	2.9	7.9	19.0	19.0	26.8	26.8

Zn	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	20.2	39.6	71.2	86.5	131.7	
		Göteborgs k:n	49	17.0	37.4	70.0	81.3	105.5	105.5
		ruralt Gbg	21	15.1	40.3	69.3	71.2	78.1	78.1
		urbant Gbg	28	17.0	31.6	70.0	94.6	105.5	105.5
	< 2	ruralt Gbg	7	7.9					47.7
		urbant Gbg	28	10.4	15.7	29.7	41.4	41.4	41.4
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	11.3	39.9	89.5	105.8	128.1	141.4
		ruralt Gbg	30	22.4	56.9	90.3	121.5	128.1	128.1
		urbant Gbg	49	9.6	29.9	86.5	105.1	141.4	141.4
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	7.8	35.4	133.8	195.2	279.1	428.1
		Delsjön	39	4.5	14.1	31.4	39.6	51.5	51.5
		grundvattenrör	5	12.3					37.8
		grönyta* i stad	73	14.9	69.0	178.5	206.4	278.0	279.1
		industrinära	13	7.7	36.8	179.4	179.4	428.1	428.1

Zr	Frak	Område	n	p10	median	p90	p95	p99	max
morän	< 0.06	Riks	5238	5.2	12.1	20.9	25	34.1	
		Göteborgs k:n	49	2.3	5.0	9.2	14.0	16.3	16.3
		ruralt Gbg	21	3.3	5.4	10.6	14.6	16.3	16.3
		urbant Gbg	28	2.1	3.6	7.7	11.1	14.0	14.0
	< 2	ruralt Gbg	7	1.3					9.5
		urbant Gbg	28	0.7	1.2	2.8	5.1	6.4	6.4
sediment	< 2	Göteborgs k:n	79	0.8	6.6	13.9	20.7	25.3	28.7
		ruralt Gbg	30	2.7	9.9	22.6	25.3	28.7	28.7
		urbant Gbg	49	0.6	4.0	11.3	13.1	15.8	15.8
ytjord	< 2	totalt Göteborg	130	0.6	1.3	4.5	5.8	12.8	21.1
		Delsjön	39	0.7	1.2	1.9	2.0	2.9	2.9
		grundvattenrör	5	0.6					1.1
		grönyta* i stad	73	0.5	1.7	4.7	5.5	6.8	6.9
		industrinära	13	0.3	2.6	12.8	12.8	21.1	21.1