

Biogeokemiska kartan

K 31:1

Arsenik

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

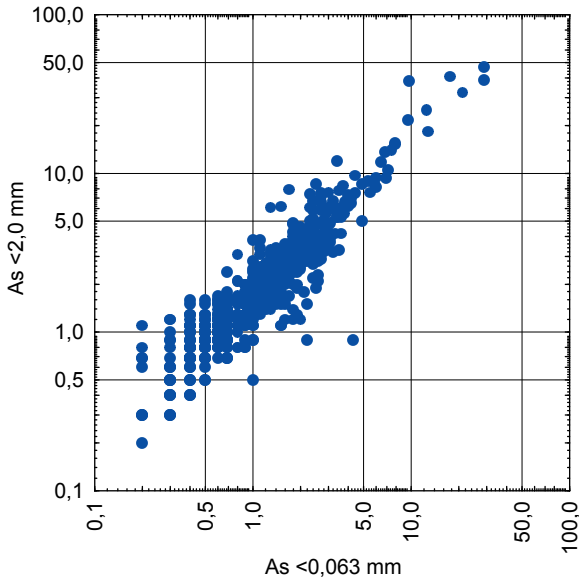
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

ARSENIK – ALLMÄN GEOLOGI

I berggrunden förekommer arsenik ofta tillsammans med svavelförande mineral s.k. sulfider. Kännetecknande för dessa mineral är att de vittrar lätt i oxiderande miljöer. I naturen framträder detta som rostiga partier på berghällar, block eller stenar. Sulfidmineral kan även innehålla andra tungmetaller som kadmium, koppar, zink och guld.



En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syraklabbart arsenikinnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

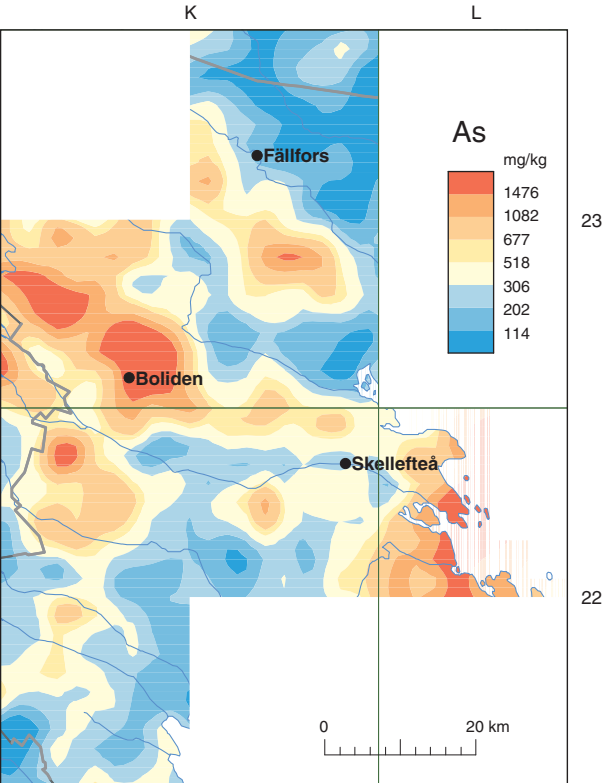
Arsenik från berggrund och jordarter uppvisar hög rörlighet i naturliga vatten, både i sur och alkalisk miljö. Detta beror på att elementet vid vittring kan bilda ett stort antal olika komplexa joner som lätt går i lösning och förs vidare ut i dräneringssystemen.

ARSENIK I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Anmärkningsvärt med detta undersökningsområde är att vattendragen uppvisar extremt höga arsenikhalter, oftast över nivån för 90:e och 95:e percentilen för riket. Förklaringen är att området omfattar delar av Skelleftefältet, ett malmfält med talrika sulfidmalmer och -mineraliserigar. För att underlätta tolkningsarbetet har en kartbild baserad på undersökningsområdets lokala percentiler använts.

Arsenik är en s.k. halvmetall och lakas ganska lätt ut i samband med vittring i berg och jordlager. I berggrunden förekommer arsenik vanligtvis tillsammans med svavel, s.k. sulfidmineral, ofta bundet till järn i form av arsenikkis. De malmer och mineraliseringar som förekommer i området består till största delen av sulfidmalmer. Lokala maxima av arsenik framträder över kända malmfyndigheter som Boliden, Petiknäs, Storklinten och Stentjärn. Malmerna uppträder i gränzonen mellan de äldre vulkaniska och sedimentära bergarter som ingår i serien av Svekofenniska ytbergarter. På grund av inlandsisen har de sulfidhaltiga och arsenikrika mineralen fått ganska stor spridning i områdets jordarter. Den miljöpåverkan som eventuellt kan härledas till själva gruvbrytningen är av lokal karaktär och svår att särskilja från den naturligt förhöjda bakgrunds nivån orsakad av jordarter. Ett maximum med utbredning strax söder om Rönnskär har dock sannolikt sin förklaring från utsläpp. Även om utsläppen har reducerats ligger arsenik kvar i marken från tidigare utsläpp och påverkar fortsättningsvis vattendragen. En likartad situation förekommer kring Wärgöns bruk vid Vänerns sydspets, där äldre kromutsläpp fortfarande ligger kvar och påverkar vattendragen i regionen.

Om man jämför resultaten från den biogeokemiska karteringen med Naturvårdsverkets tillståndsklasser för vattenmossa, skulle ca 50 % av undersökningsområdets yta hamna inom den högsta klassen (klass 5, mycket hög halt). Ur geologiskt perspektiv är det naturligt att i stort sett hela kartområdet Boliden 23K SV hamnar inom tillståndsklass 5, eftersom det är de centrala delarna av malmfältet.



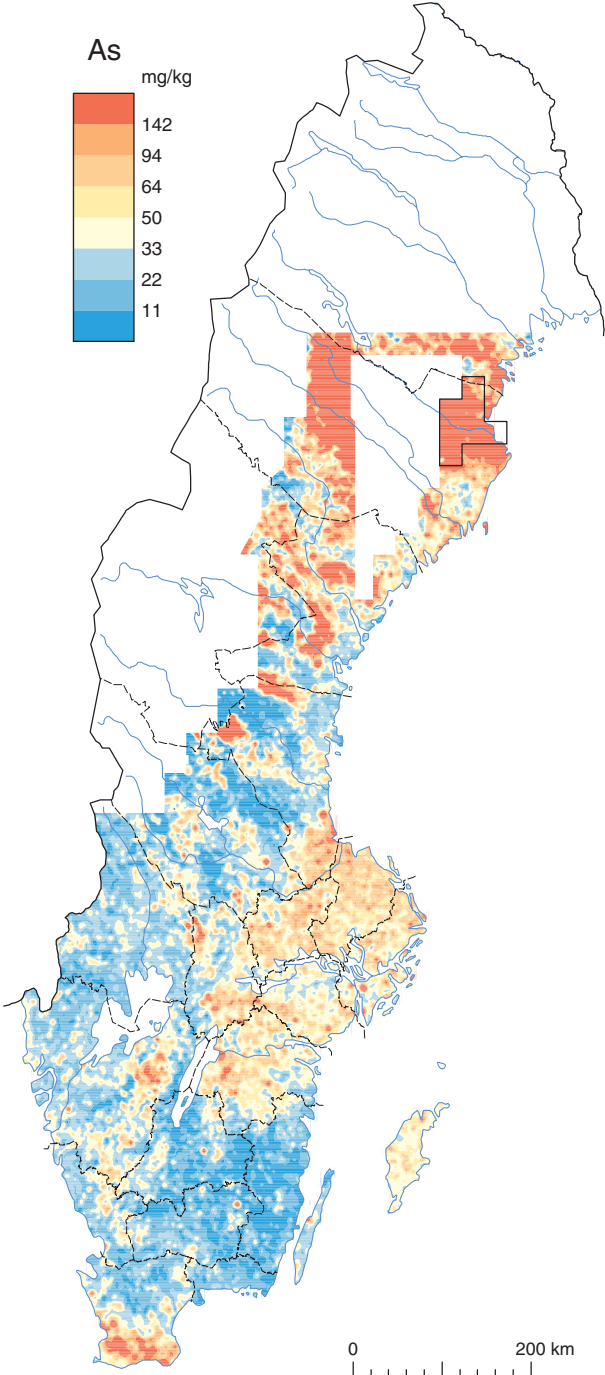
KARTBILDEN – RIKET

I områden med kalkhaltiga jordar, dvs. i en kemiskt neutral till alkalisk miljö i yt- och grundvatten, går arsenik lätt i lösning och sprids i vattendragen över stora arealer.

Gästrikland, Uppland och Västmanland bildar således ett sammanhängande område med jämnhöga halter av arsenik i vattendragen. Kalkhalten i jordarna härstammar från de kambrosiluriska bergarterna i södra Bottenhavet. Källan till arsenikförhöjningen är områdets granitiska bergarter och lokala sulfidmineraliseringar. Vidare har Närke, Östergötland, Västergötland och Skåne liknande miljöer på grund av förekomsten av kambrosiluriska bergarter. Arsenikhalterna följer dessa bergarter och deras moräner. Källan till arseniken är vissa sediment i kambrosiluren och granitiska bergarter i deras närhet.

Inom Norrlands inland finns områden med naturligt sura jordar där arsenik lätt kan gå i lösning. Normalt är det inom barrskogsområden över högsta kustlinjen som arsenikhalten återspeglar en direkt koppling till berggrunden och dess moräner. Bra exempel är Los-Hamraområdet med arsenikhaltiga malmer samt arsenikhaltig berggrund i Västernorrlands och Västerbottens län.

Fördelningen av arsenik över hela kartområdet kan alltså till största delen förklaras av naturliga, geologiska orsaker, men antropogena faktorer kan lokalt ha förändrat den geokemiska bilden. Vanliga orsaker till arsenikspridning är förbränning av fossila bränslen, avfalls- och skrothantering och utsläpp vid träimpregneringsanläggningar. Orter med gruvindustrianläggningar lämnar också naturligtvis sina spår i miljön.



Arsenik i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Arsenik, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:1*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Arsenic, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:1*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:2

Bly
Norra Västerbottenskusten
22K–23L
skala 1:1 000 000

SGU
Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

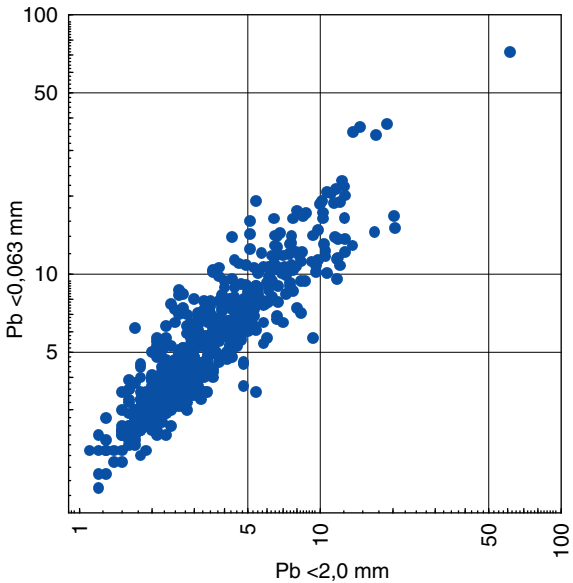
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverigekartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

BLY – ALLMÄN GEOLOGI

Bly förekommer som spårelement i det svenska urberget i halter som ökar med andelen kvarts. Genomsnittshalterna i kvartsrika bergarter varierar mellan 10 och 30 mg/kg, medan ultrabasiska (kvartsfattiga) bergarter endast håller



ca 0,1 till 1,0 mg/kg. Orsaken till detta är att bly kan ersätta kalium i de kvartsrika bergarternas fältspater och glimrar. I sedimentära bergarter kan blyhalterna uppgå till 10 mg/kg, t.ex. i vissa skiffrar. Det vanligaste malmmineralet är blyglans (PbS) som förekommer i sulfidmalmer i t.ex. Skelleftefältet och Bergslagen. Blyglans uppträder också i stora mängder i den kambrisk sandstenen utmed fjällranden från Norrbotten till nordvästra Svealand.

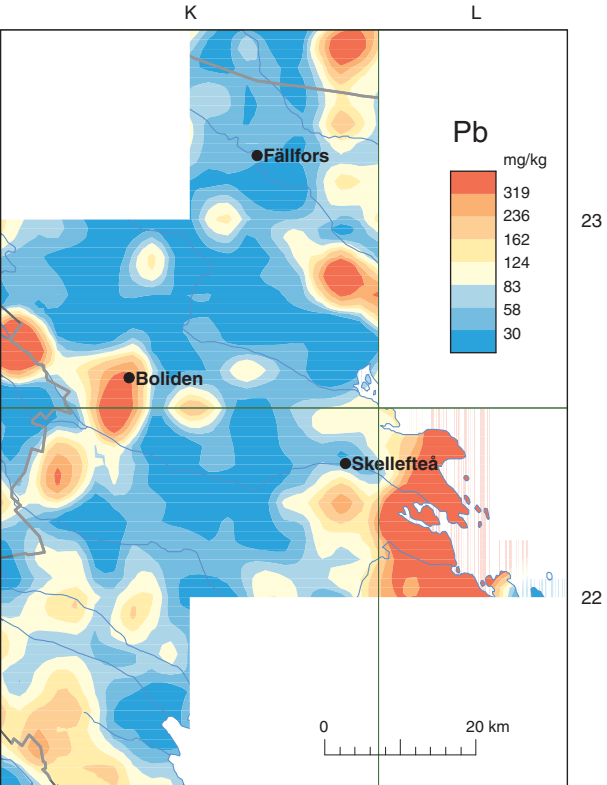
En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syralakbart blyinnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

Vid bergartsvittringen är bly en av de mest svårörliga tungmetallerna. Metallen är mest mobil i sur miljö men vid ökat pH minskar halterna i naturliga vattendrag. Faktorer som påverkar vattnets blyhalt är också metallens förmåga att binda sig till organiska ämnen i det översta humusrika markskiktet, och förmågan att adsorberas till lermineral och humussyror.

BLY I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Bly förekommer allmänt i vanliga bergartsbildande mineral såsom kalifältspat, plagioklas, glimmer och apatit. Förklaringen är att Pb²⁺ kan substituera för K⁺ och Ca²⁺ i olika silikatmineral. Generellt har granitiska bergarter blyhalter på ca 15–19 mg/kg, vilket kan jämföras med medelhalten för jordskorpan på 13 mg/kg. Högre koncentrationer av bly i berggrunden förekommer t.ex. i Skelleftefältets sulfidmalmer, där bly ingår i egna mineral som blyglans (PbS), anglesit (PbSO₄) och cerussit (PbCO₃), men också som spårelement i andra sulfidmineral, som magnetkis och zinkblände. Ur biogeokemisk synvinkel är det främst det sulfidbundna blyet som tydligast framträder i kartbilden eftersom det är något mer vittringsbenäget än det silikatbundna blyet.

Den blyförhöjning som framträder vid kusten har stora likheter med andra metaller som arsenik, vismut, kadmium, koppar, kvicksilver, antimon och zink. Metallsammansättningen överensstämmer väl med vad man kan finna i sulfidmalmer från regionen. Den markgeokemiska kartan, som visar moränens kemiska sammansättning från ca 1 m djup, uppvisar över motsvarande område inga förhöjda metallhalter. Förklaringen till att vattendragen här har förhöjda metallhalter är sannolikt urlakningen från markens övre skikt, som kan antas innehålla rester från tidigare rökutsläpp från Rönnskär.

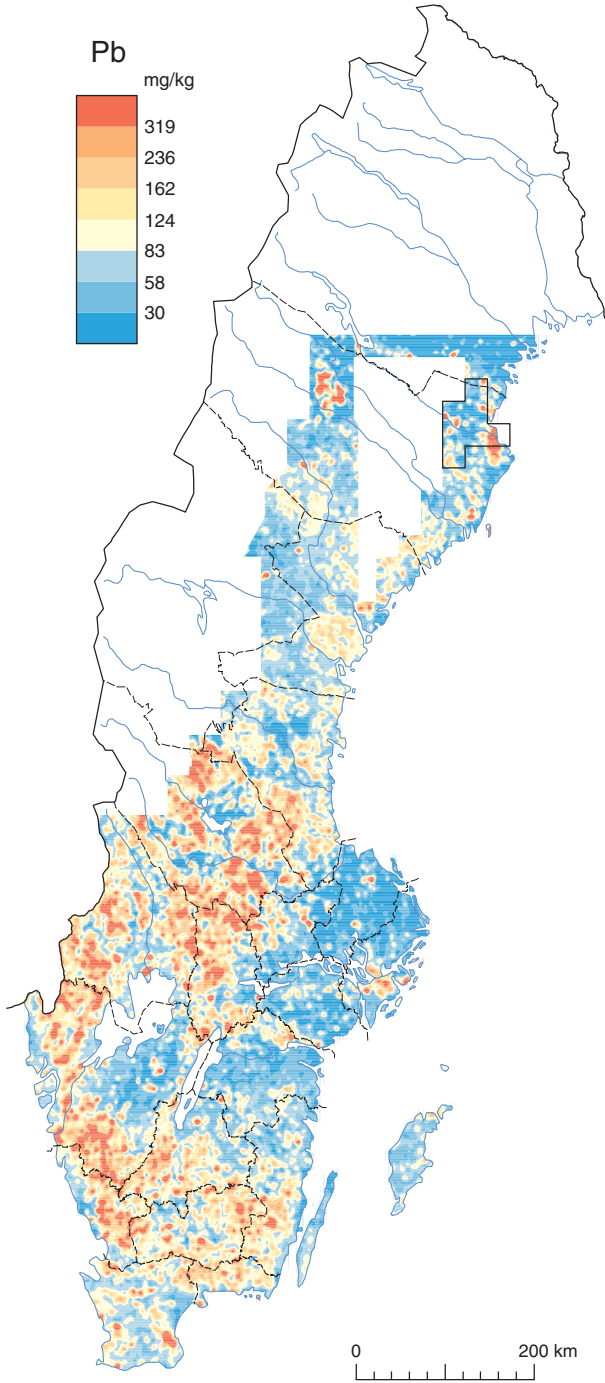


KARTBILDEN – RIKET

Blyförhöjningarna är till stor del koncentrerade till landets barrskogsbevuxna morän- och myrområden. Detta beror på anrikningen av bly i skogsmarkens humusskikt och att bly i denna naturligt sura miljö transporteras ut till vattendragen med humussyror. Källan till metallen är huvudsakligen underliggande berggrund med blyförande mineral från graniter, men naturligtvis ger också bl.a. Bergslagens många malmer och mineraliseringar högre halter. Speciellt i södra och sydvästra Sverige kan de höga blyvärdena ha uppkommit genom luftburet nedfall från industriländerna i östra Europa. Områdena med förhöjda halter sammanfaller i stort med områden med sur nederbörd som har givit upphov till minskat pH i jordar och vattendrag och påskyndat blytransporten.

Bly uppvisar mycket låga halter inom de norra delarna av sydvenska moränområdet (nordöstra Småland samt södra Östergötland), inom nordöstra Götalands och Svealands berg-, morän- och lerområden (Uppland och Södermanland) samt inom Vänerbäckens berg- och lerområde. Områden med låga halter finns också i Skåne samt på Öland och Gotland. Detta beror framför allt på blyets svårörlighet och låga mobilitet i alkalina miljöer, förorsakade av att kalkrika paleozoiska bergarter smittat moränen med kalkstensmaterial från södra Bottenhavet, Östgötaslätten och Västergötlands platåberg. I Skåne bidrar även mesozoiska bergarter till den alkalina effekten. Moränen bildad från de paleozoiska bergarterna innehåller metalluppsamlade lermaterial från olika skiffrar och detta bidrar till att ytterligare hålla nere halterna av löst bly. Inom dessa områden med låga blyhalter kan dock lokala förhöjningar förekomma, orsakade av bl.a. mänskliga aktiviteter.

Storstadsregioner som Göteborg och Stockholm kan urskiljas som källor till blyutsläpp. Vid Vätterns nordspets framträder Zinkgruvan genom brytningsaktiviteter och avfallsdammar. Trots den alkalina miljön i södra Skåne framträder även de tungmetallrika alunskiffrarna och de blyglansförande sandstenarna vid Österlen.



Bly i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetarcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Bly, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:2*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Lead, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:2*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan K 31:3

Guld, antimon & vismut
Norra Västerbottenskusten
22K–23L
skala 1:1 000 000

SGU
Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

GULD – ALLMÄN GEOLOGI

Guld förekommer i berg och jord normalt sett i mycket låga halter, oftast är halten lägre än 2 µg/kg. I sällsynta fall uppträder anrikningar, och om halt och mängd är tillräckligt höga kan förutsättningarna vara de rätta för gruvdrift.

I Sverige förekommer ett antal mineralfyndigheter som innehåller guld. Ofta associeras guldfyndigheter med ett eller flera spårelement, t.ex. arsenik, tellur, koppar, vismut och antimon. På denna karta redovisas guld i bäckvattenväxter tillsammans med två av dessa element, antimon och vismut.

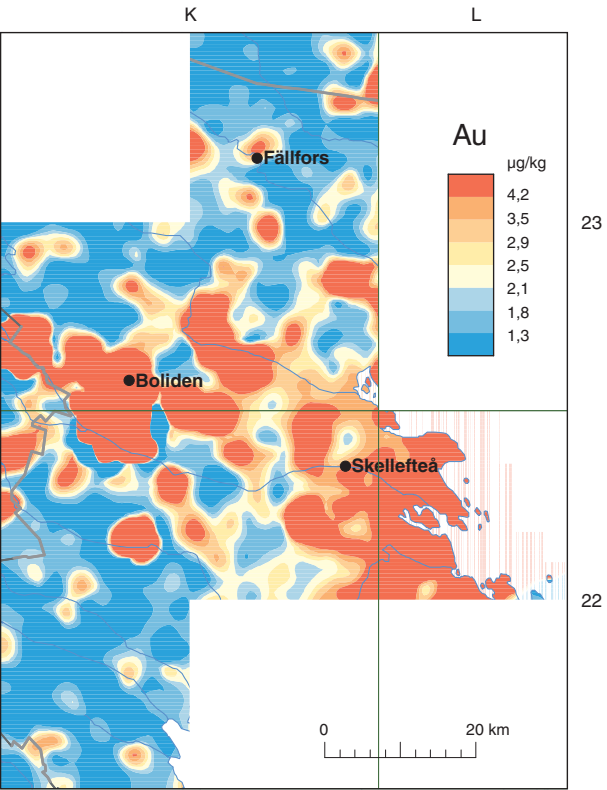
GULD I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Inom karteringsområdet finns flera kända guldförekomster, ofta tillsammans med svavelförande mineral, s.k. sulfider.

De geokemiska undersökningsmetoder som vanligtvis förknippas med guldsprospektering är analys av markprover och minerogena bäcksediment. Flera studier visar att markens egna humussyror kan få guld att gå i lösning vilket innebär att guld i likhet med andra metaller kan transporteras via mark- och grundvatten till ytvattendrag. I områden där moränstratigrafin är svårtolkad eller där tillgången till morän är begränsad kan biogeokemiska resultat därför rentav vara till fördel gentemot traditionella markprover. Enstaka väl förhöjda guldhalter i bäckvattenväxterna kan bero på nugget-förekomst i växternas rothärvor.

I undersökningsområdet framträder flertalet områden med kraftigt förhöjda halter av guld i bäckvattenväxterna. Detta är föga förvånande eftersom undersökningsytan omfattar de östliga delarna av Skelleftefältets utbredning med flera kända gruvor som t.ex. Boliden, Björkdal och Åkerberg. Guld kan förekomma både i gedigen form och som spårelement i andra mineral, som arsenik-kis, kopparkis och järnsulfider.

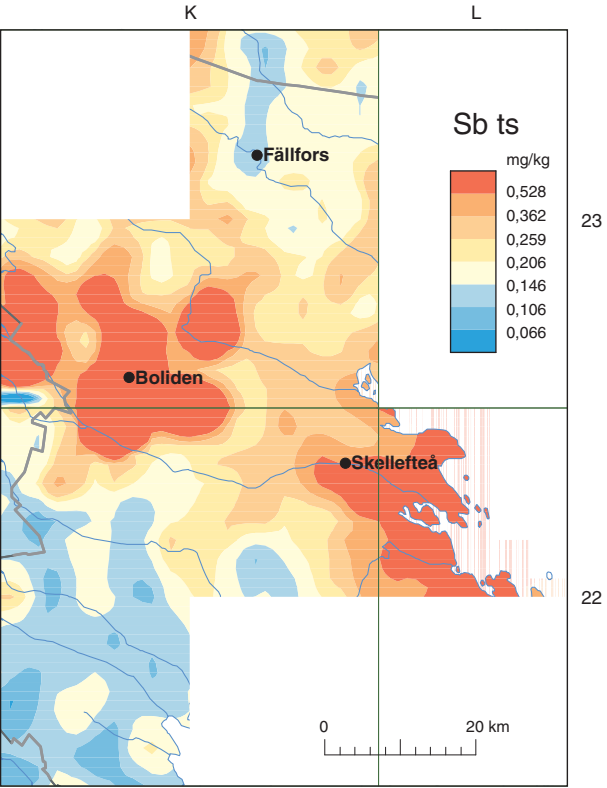
Man kan detektera guld utan att använda kemiska analyser. Guldkorn i bäcksediment kan vaskas fram med vaskpanna och ett tränat öga kan skilja ut



eventuella guldkorn ur ett koncentrat av tyngre mineral-korn. För guldvaskare kan den biogeokemiska guldkartan vara till stöd vid val av nya områden och vattendrag att vaska guld i.

ANTIMON I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Halvmetallen antimon förekommer i flera produkter som idag har en bred spridning i samhället. En vanlig förekomstform är Sb₂O₃, ett flamskyddsmedel som används i elektronik (datorer, TV), inredningar i fordon, kablar, byggmaterial och textilier. Analys av polyesterplast har påvisat halter av antimon



inom intervallet 150–350 mg/kg. Vid geokemiska undersökningar inom tätorter framträder ofta förhöjda antimonhalter i anslutning till avfallsdeponier och dagvatten från stadsmiljöer. Inom urban geokemi har antimon blivit en indikator för påverkan från avfallshantering.

I naturen förekommer antimon i nära association med arsenik. Gemensamt för de båda är att de ingår i svavelförande mineral. Inom prospektering används antimon tillsammans med bland annat vismut som indikatorelement vid guldsprospektering. Förhöjda antimonhalter i kartbilden över undersökningsområdet är koncentrerade till Skelleftefältets sulfidmineraliseringar. Likartade mönster framträder också i kartbilden över arsenik, kadmium, koppar, svavel, selen och zink. De höga antimonhalterna, som uppträder vid kusten, är i likhet med andra element troligtvis ett resultat från tidigare nedfall av rökavgaserna från Rönnskär.

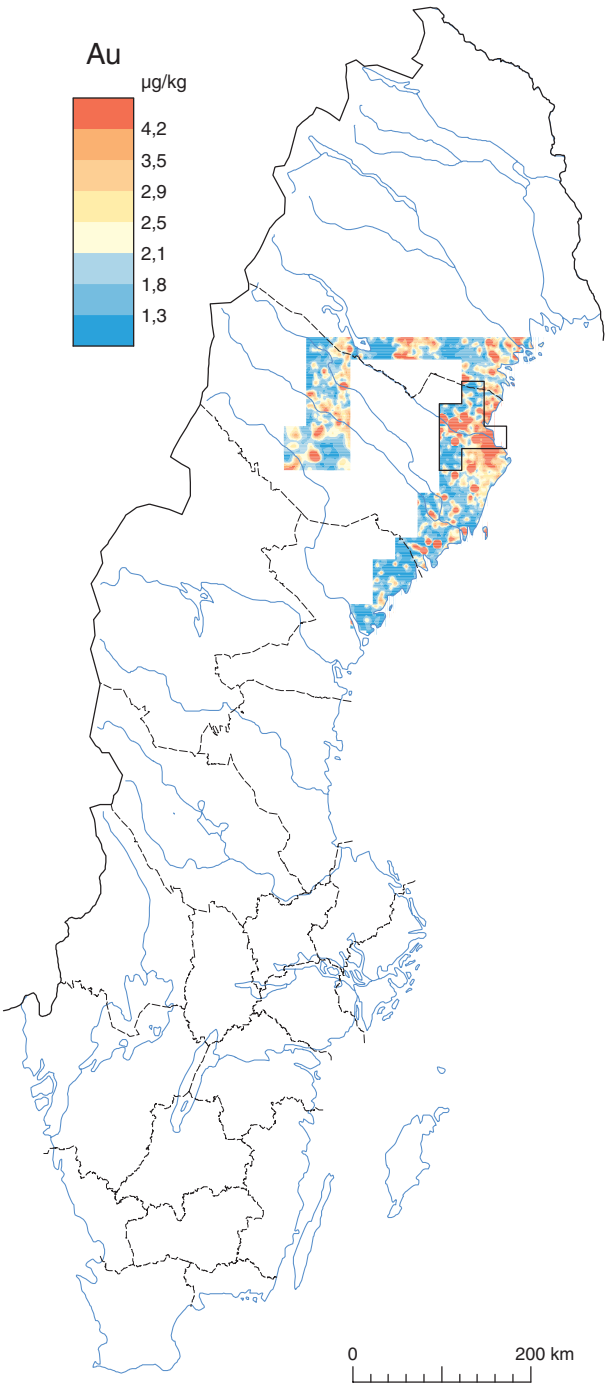
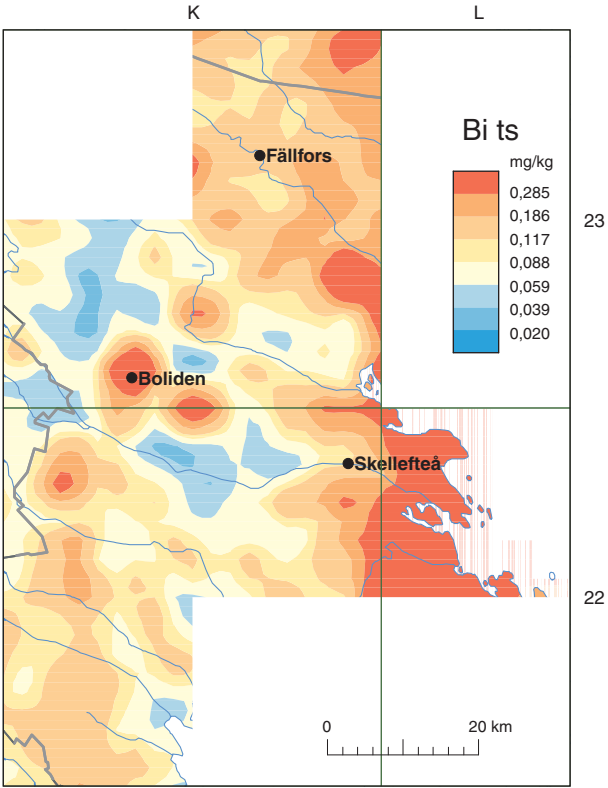
VISMUT I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

I likhet med många andra metaller förknippas vismut med sulfidmineral. Genom sin förmåga att substituera för Pb²⁺ förekommer vismut ofta i mineraler blyglans (PbS). Även vanliga malmineral som kopparkis och zinkblände kan innehålla betydande mängder vismut. Inom guldsprospektering används vismut också som indikatorelement för vissa typer av guldsmineraliseringar.

Halterna av vismut i bäcksystemen uppvisar en variation som tydligt följer andra grundämnen såsom guld, antimon, arsenik, koppar, kobolt, kadmium och zink. Gemensamt för dessa grundämnen är att de ingår i de malmer som förknippas med Skelleftefältet. Förhöjda halter som uppträder utefter kusten, strax norr och söder om Rönnskär, har sannolikt sin förklaring i det lokala nedfall av rökavgaserna som förekommit sedan verksamheten påbörjades vid Rönnskär. Under normala förhållanden anses vismut vara relativt immobilt på grund av sin förmåga att bilda svårslösliga föreningar. Om däremot vismut sprids som ett stoft kan man anta att detta ökar dess vittringsbenägenhet eftersom dess exponeringsbara yta ökar då partikelradien minskar. Vidare bör man beakta att vismut tillhör samma grupp som antimon och arsenik i det periodiska systemet, och bägge sprids i bäcksystemen enligt den biogeokemiska kartan.

KARTBILDEN – RIKET (GULD)

Guld har i motsats till många andra element endast analyserats för ett begränsat antal av de biogeokemiska proven. Av kartan framgår att guldanomalier förekommer lite överallt i den kartlagda ytan, men att Skellefteåregionen uppvisar ett antal platser med betydligt förhöjda halter.



Guld i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: bgb@sgu.se

Kiliansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Guld, antimon & vismut, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:3*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Gold, antimony & bismuth, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:3*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan K 31:4

Kadmium

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

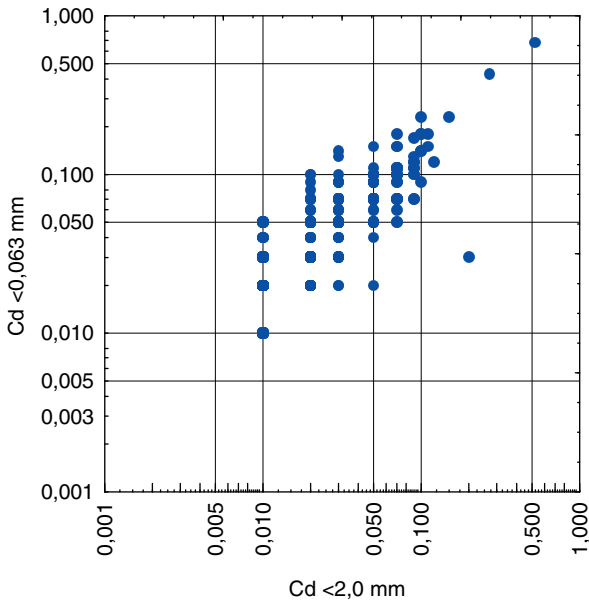
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbehandling där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

KADMIUM – ALLMÄN GEOLOGI

I de allra flesta bergarter är kadmiumhalterna mycket låga. De magmatiska bergarterna håller under 0,2 mg/kg, medan lerhaltiga sediment kan ha halter över 0,4 mg/kg. Normalhalten i mark som ej är antropogent påverkad är



ca 0,2 mg/kg. Kadmium ingår som spårelement i många sulfidmineral och har en särskilt stark koppling till järnhaltigt zinkblände.

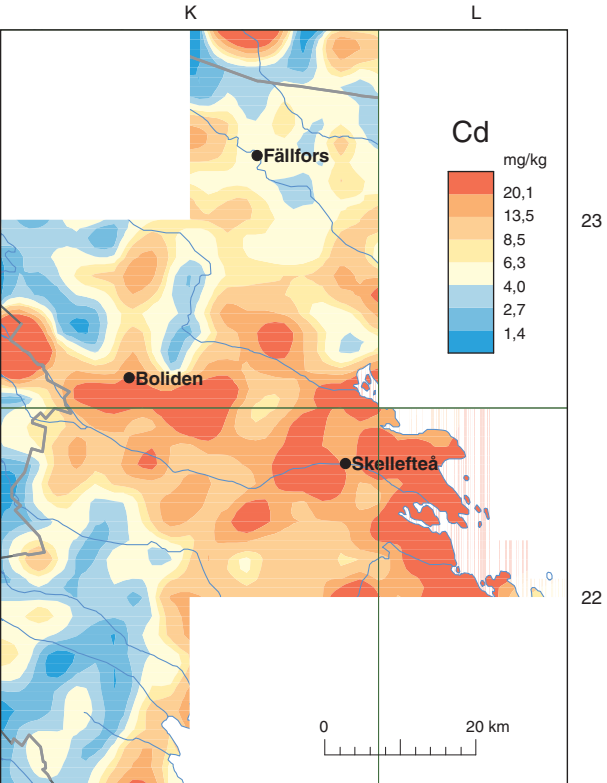
En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syrakbart kadmiuminnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

I de geokemiska processerna i mark-, grund- och ytvatten följer kadmium zink i det geokemiska kretsloppet. Vid vittringen av kadmiumhaltiga mineral (t.ex. zinkblände) i sur oxiderande miljö bildas ett flertal lättlösliga joner som gör kadmium till ett extremt rörligt element i bäcksystemen. Kadmium har högre löslighet än zink i sura miljöer och har därför en större tendens att läcka till grundvattnet. Vid högre pH-värden än 7,5 fastläggs metallen i marken. En faktor som motverkar rörligheten i dräneringssystemen är kadmiums förmåga att binda sig till järn- och manganhydroxider samt till humusämnen. Kadmium, liksom zink och många andra tungmetaller, har även en stark tendens att bindas till lermineral.

KADMIUM I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Kadmium förekommer allmänt som spårelement i flertalet sulfidmineral och kan substituera för flera grundämnen som kvicksilver, koppar, bly och zink i diverse mineralgitter. Kemiskt sett uppvisar kadmium och zink stora likheter vilket bl.a. innebär att det vanligt förekommande malmmineralet zinkblände (ZnS) kan innehålla halter mellan 0,02 % och 5 % kadmium.

I undersökningsområdet kan man notera att höga kadmiumhalter framträder i anslutning till kända malmfyndigheter. Kadmium uppvisar mönster som har stora likheter med andra metaller som arsenik, bly, guld, koppar och zink, vilket är naturligt eftersom de härstammar från samma källa. I likhet med andra sulfidmetaller framträder även kadmium med höga halter utefter kusten sydväst om Rönnskär. Denna kustnära anomali är troligtvis ett tecken på antropogen påverkan från metallutvinningen i Skelleftefältet.



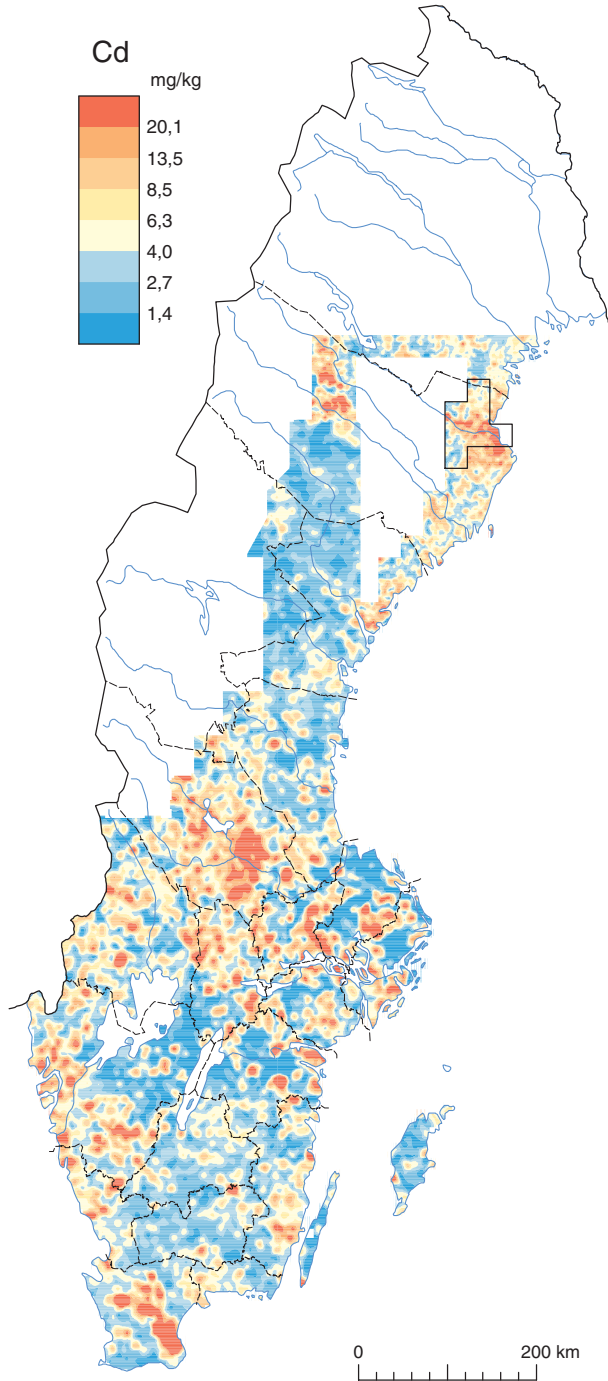
KARTBILDEN – RIKET

I barrskogsterrängen, dvs. i morän- och myrområdena i Norrlands inland, västra Svealand och Sydsveriges moränområde, är jordarna naturligt sura. Här kan kadmiumförhöjningarna direkt påvisa källorna som vanligtvis utgörs av metallförhöjningar i berggrunden. Som exempel kan nämnas Åtvidabergs malmtrakt i Östergötland samt starka anomalier som uppträder i södra Dalarna och norra Västmanland, även de med sina ursprung i sulfidmineraliseringar. Observera dock att kopplingen direkt till berggrunden också påverkas av kadmium från gruvbrytning, varphögar, anriktningsverk och avfallsdammar.

I Skåne löper en kraftig kadmium-zinkanomali från Österlen mot Skålderviken i nordväst. Den härrör i huvudsak från berggrunden och kadmiuminnehållet i de kambriska sandstenarna och alunskiffrarna. Man kan heller inte utesluta ett metalltillskott från de mäktiga siluriska skiffrarna.

Kadmiums förmåga att anrikas till lermineral genom adsorption visar sig tydligt i kartbilden. Bland regioner under högsta kustlinjen (HK) uppvisar speciellt öst- och västkustens berg- och lerområden samt nordöstra Götalands och östra Svealands berg-, morän- och lerområden allmänt förhöjningar av kadmium (och zink). Kadmium har frigjorts vid kemiska och mekaniska processer då lerbottnarna frilagts i samband med landhöjningen. I likhet med ett antal andra tungmetaller uppvisar Mälardalen också markanta förhöjningar.

Kadmiumförhöjningarna runt tätortsområden beror på äldre och nyare luftnedfall vid förbränning av biobränslen som kol, olja, torv, flis och sopor. Bidragande till kadmiumtillskottet i miljön är givetvis också luftutsläpp från metallindustrier. Det höga kadmiuminnehållet i lerslätternas bäcksystem kan också ha påverkats av tillförd kadmium från gödningsmedel samt rötslam.



Kadmium i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Kadmium, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:4*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Cadmium, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:4*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan K 31:5

Kobolt

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

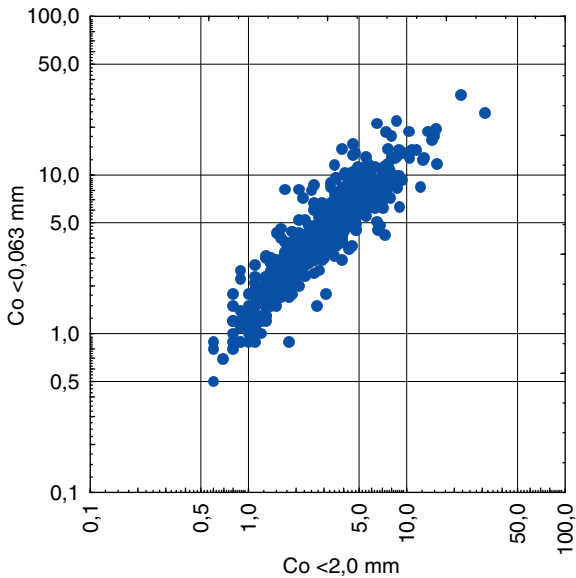
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

KOBOLT – ALLMÄN GEOLOGI

De högsta kobolthalterna återfinns i ultrabasiska (kvartsfattiga) bergarter med nivåer på 100 till 200 mg/kg samt basiska bergarter med halter på 35 till 50 mg/kg. Intermediära och sura bergarter håller mellan 1 och 10 mg/kg.



Kobolthalterna i lerhaltiga sediment och motsvarande skiffrar ligger på 11 till 20 mg/kg, medan sand- och kalksten uppvisar låga halter (0,1 till 3 mg/kg). Kobolt ersätter som spårelement järn och mangan i många bergartsbildande mineral. Kobolts egna primära mineral begränsar sig huvudsakligen till föreningar med arsenik, svavel och selen. Kobolt följer nickel i sitt geokemiska mönster.

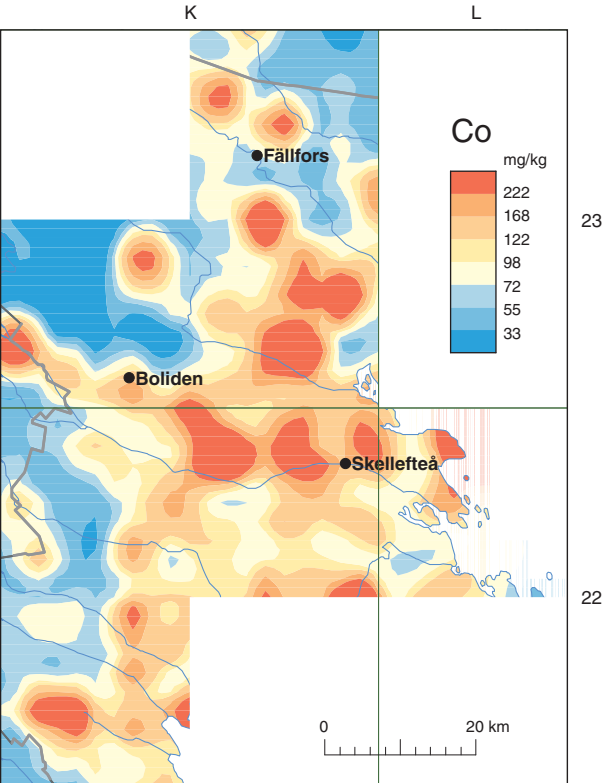
En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syraklabbart koboltinnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

Vid vittring är koboltjonerna relativt rörliga i oxiderande miljö. Metallen visar emellertid en så stark tendens att binda sig till järn- och manganhydroxider (limonit), lerpartiklar och organiskt material, att mobiliteten av jonerna i jordar och vattendrag kan bli mycket låg. Komplexa jonbildningar kan emellertid under vissa förhållanden ge en större spridning av metallen i dränerings-systemen.

KOBOLT I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

I jämförelse med övriga riket har bäckvattenväxterna i det aktuella undersökningsområdet generellt högre halter av kobolt. I naturen kan förhöjda kobolthalter förekomma i anslutning till kiselsyrafattiga bergarter, ofta tillsammans med nickel och krom. En trend som är känd från tidigare bäckvattenväxtundersökningar är att förhöjda kobolthalter uppträder inom låglänta områden som domineras av finkorniga jordar. Nämnas kan Mälardalen, västkusten och delar av Norrlands-kusten. I områden över högsta kustlinjen kan man notera en mera direkt koppling till förekomsten av kobolt i berggrunden.

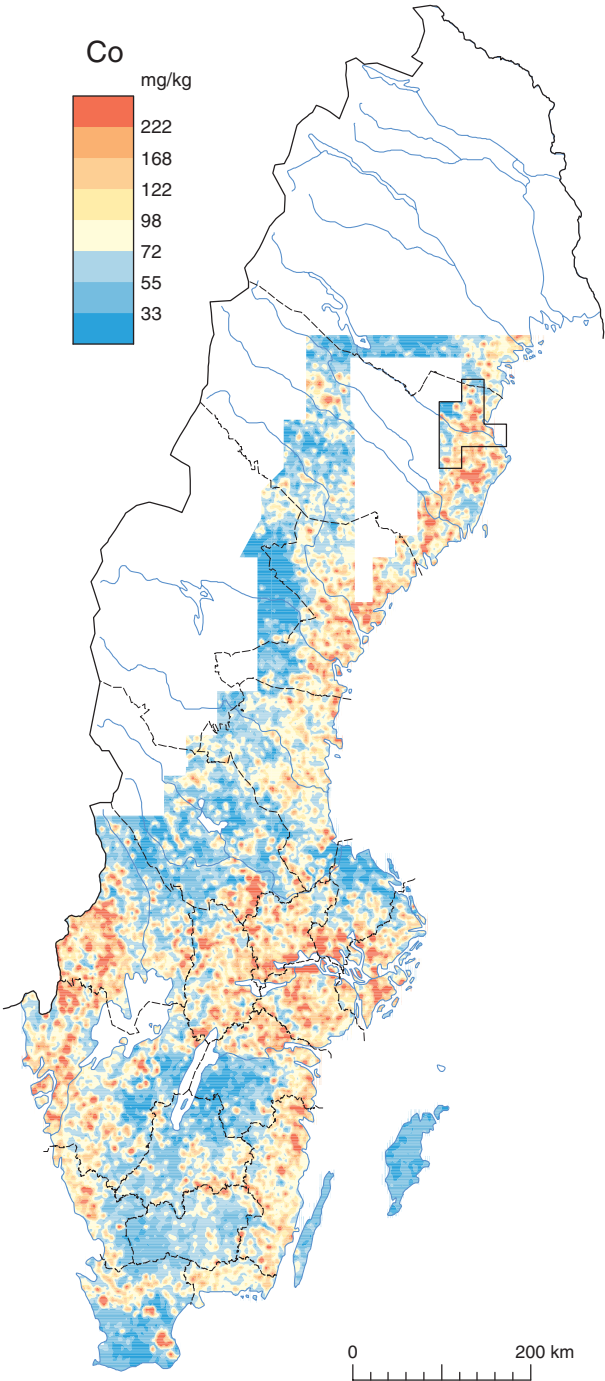
Kobolt uppvisar en något avvikande trend gentemot de övriga sulfidrelaterade metallerna. Betraktar man den allmänna bakgrunds-nivån framträder en tydlig gräns mellan kartområdena 22K NO, 23K SO och 22K NV, 23K SV där halt-nivån blir lägre mot väster. En likartad trend uppvisar nickel och kan i viss mån förklaras med utbredningen av postglaciala finsediment. Kobolt förekommer i varierande halt i de mineraliseringar som finns i regionen och studerar man kartområdet 23K SO mer i detalj framträder två maxima av kobolt strax sydost om gruvorna Björkdal och Åkerberg. Samma mönster återfinns i kart-bilden över metallerna guld, vismut, kadmium och zink. Den troliga förklaringen till att bakgrunds-nivån av kobolt och även nickel blir så markant förhöjd i områden närmare kusten är att kobolt och nickel lättare lakas ut från finkorniga sediment än från moränmark.



KARTBILDEN – RIKET

I morän- och myrområdena i Norrland, västra Svealand och i Sydsveriges moränområde råder miljöer som snabbt får kobolt i lösning vid vittring och vanligtvis snabbt bundet till järn- och mangan-hydroxider i jordar och vattendrag. De koboltförhöjningar som uppträder i dessa regioner är vanligtvis nära knutna till basiska och ultrabasiska bergarter och sulfidmineraliseringar (Bergslagsområdet).

Kobolts adsorptionsbenägenhet till lermineral visas tydligt i den biogeokemiska kartbilden. Nordöstra Götalands och östra Svealands berg-, morän- och lerområden samt öst- och västkustens berg- och lerområden visar på förhöjda metallhalter i vattendragen. Att kobolt uppvisar en så stor spridningsbenägenhet här beror på en annan kemisk miljö än den som finns i den surare barrskogsterrängen och att metallen här bildar komplexjoner. En liknande effekt kan ses i alla regioner belägna under högsta kustlinjen.



Kobolt i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Kiliansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Kobolt, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:5*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Cobalt, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:5*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:6

Koppar

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

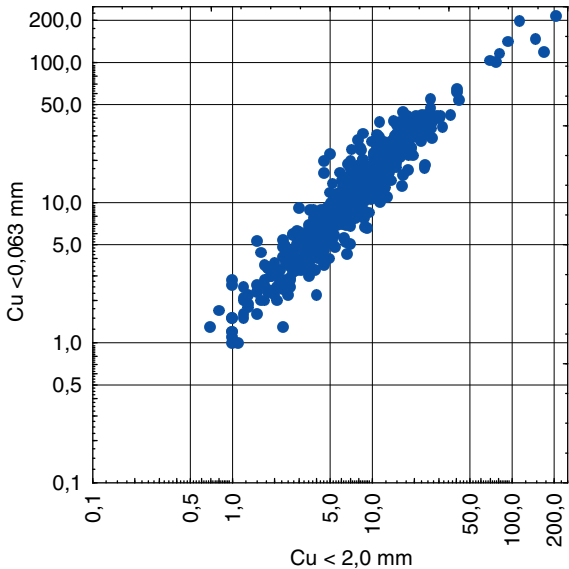
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbehandling där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

KOPPAR – ALLMÄN GEOLOGI

Koppar förekommer som spårelement i främst basiska och intermediära magmatiska bergarter (upp till ca 125 mg/kg). I granitiska och ultrabasiska bergarter ligger nivån på ca 30 mg/kg. Bland de sedimentära bergarterna håller skifferna



de högsta halterna (ca 60 ppm). Alunskiffer, med högt organiskt innehåll och svavel, kan ha betydligt högre halter. Halterna i sandstenar och kalkstenar ligger på 10–30 mg/kg. Koppar förekommer bundet till svavel i ett flertal egna mineral och är en viktig ekonomisk beståndsdel i sulfidmalmen i t.ex. Bergslagen och Skelleftefältet. Liksom ett flertal andra tungmetaller med relativt små jonradier visar koppar en stark tendens till koppling med lermineral.

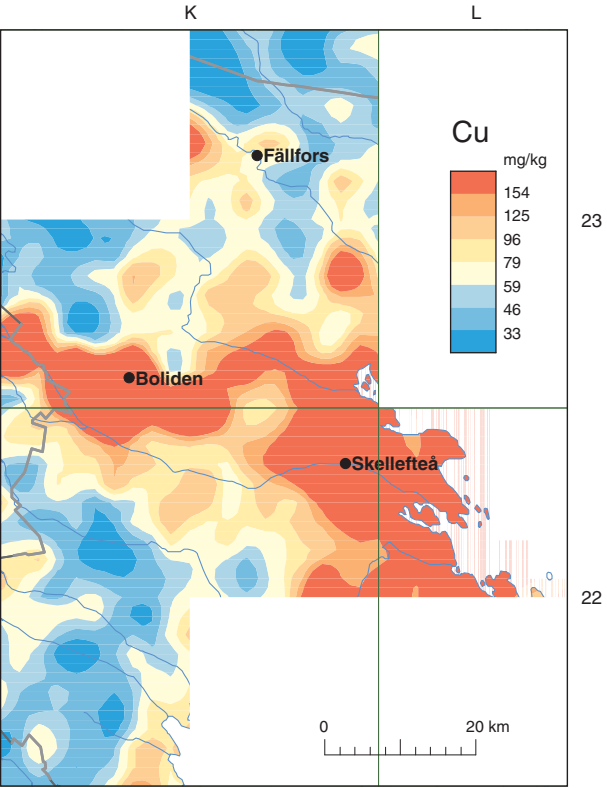
En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syrakbart kopparinnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

Från de lättvittrade sulfidmineralen i berg och jord frigörs kopparjoner till ytligt grundvatten och bäcksystemen. Processerna underlättas av en sur miljö, och komplexbildning med organiska föreningar ökar rörligheten av koppar i vattendragen. Även i neutrala och svagt alkalina miljöer uppvisar koppar en tydlig mobilitet.

KOPPAR I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Om man studerar fördelningen av koppar i miljön så har gruvverksamheten knappast nämnvärt förändrat kartbilden sedan produktionen påbörjades, trots ca 80 år av malmbrytning och -anrikning. Marken kring gruvorna var redan då inlandsisen drog sig tillbaka kraftigt förhöjd på koppar och den lokala, antropogena påverkan som idag kan förekomma är svår att särskilja från den naturligt höga bakgrunds-nivån. Metallflödet varierar med tiden, vanligtvis i takt med förändringar i klimat och vegetation. Kartbildens vattendata är uppmätt via analys av växtmaterial från vattendrag, s.k. bäckvattenväxter, en metod som är mindre känslig för säsongsvariationer. För att följa förändringar och trender av metallflödet som utvecklas under längre tidsrymder krävs upprepade provtagningar.

De kopparförhöjningar som framträder utefter kusten vid Rönnskär och strax söder därom är troligtvis ett resultat av nedfall från smältverket i Rönnskär. Varken berg- eller jordartskartor ger stöd till att geologin skulle vara källan till dessa kopparhalter. Sannolikt är dessa kustnära kopparhalter ett resultat av en längre tids nedfall som idag kan ha upphört men som ligger kvar i marken och läcker ut till vattendragen.

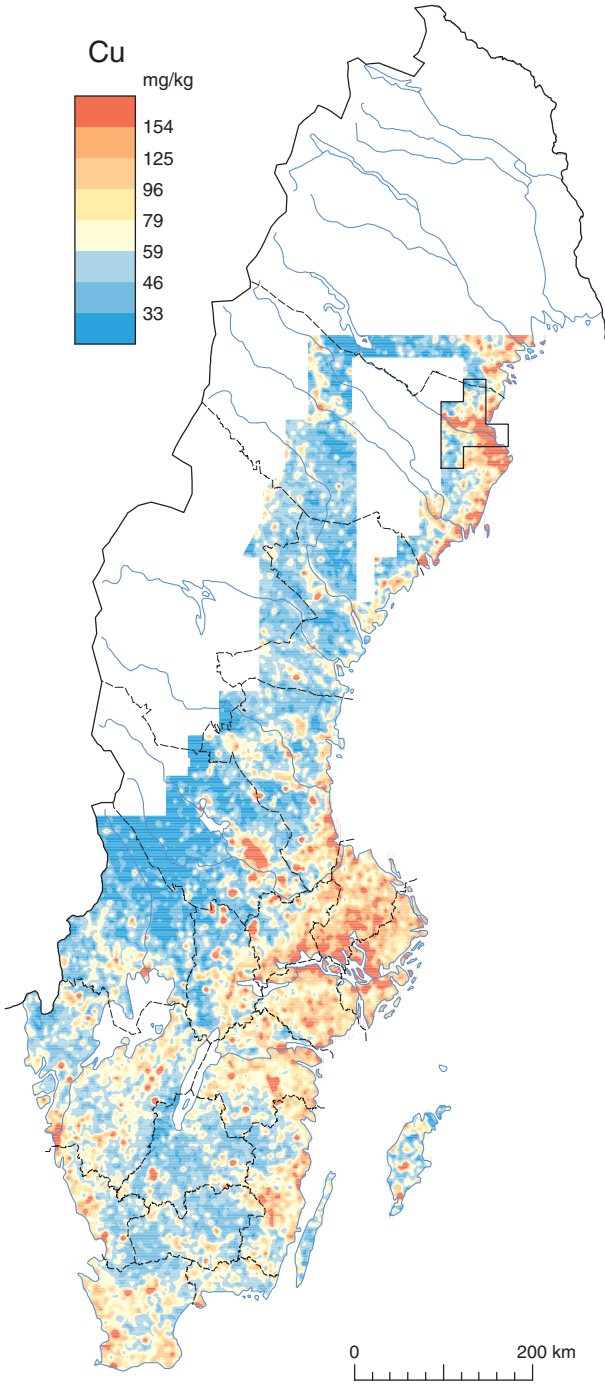


KARTBILDEN – RIKET

Morän- och myrområdena i Norrlands inland, västra Svealand och Sydsveriges moränområden har en naturligt sur miljö, vilken underlättar vittringen av de primära kopparmineralen och en vidare transport av metallen. I dessa områden kan man relativt lätt spåra källan till förhöjningarna, vilka i de flesta fallen utgörs av sulfidmineral i berggrunden. Förutom mineraliseringar kan de härstamma från sulfidkoncentrationer i basiska bergarter. Vid kända malmförekomster har metallkoncentrationerna i mark och vatten accentuerats av grubbrytning och anrikning. I mer alkalina miljöer, som Väster- och Östergötlands kambrosilumråden, kan man notera den inverkan som de metallhaltiga alunskifferna har på både jord och vatten.

Koppars förmåga att adsorberas till lerpartiklar syns tydligt i den biogeokemiska kartan. I områden under högsta kustlinjen (HK) visar bl.a. nordöstra Götalands och östra Svealands berg-, morän- och lerområden kraftiga förhöjningar.

Också antropogen spridning av koppar är av betydelse. Utöver de utsläpp som förorsakas av gruvor och anrikningsverk kan luftburet nedfall från metallindustrier spåras till ett flertal tätorter. Koppar tillsätts också i ett flertal gödningsmedel, varför en del koppar i lerslätternas bäcksystem kan förklaras av detta.



Koppar i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Koppar, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:6*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Copper, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:6*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:7

Krom

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

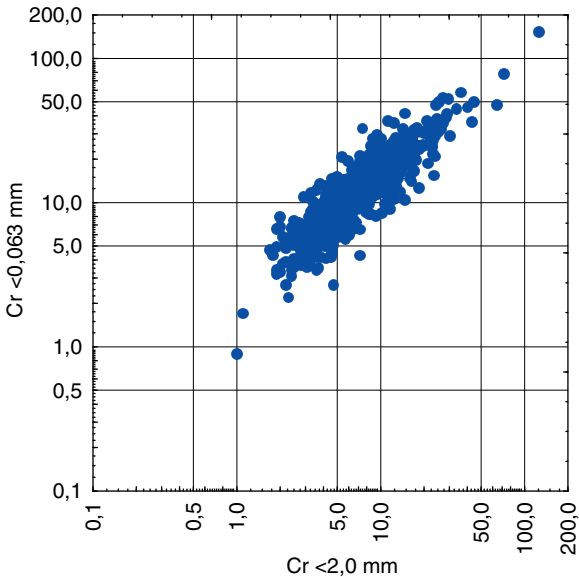
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

KROM – ALLMÄN GEOLOGI

Krom förekommer framför allt i basiska och ultrabasiska bergarter, där halterna normalt är 2 000 till 4 500 mg/kg. I intermediära och sura magmatiska bergarter är halterna betydligt lägre, mellan 2 och ca 50 mg/kg. Bland de sedimentära bergarterna uppvisar skifferna de högsta kromhalterna, i synnerhet



de med högt organiskt innehåll där halterna kan uppgå till 1000 mg/kg. Det viktigaste krommineralet är kromit vilket primärt förekommer i de ultrabasiska bergarterna.

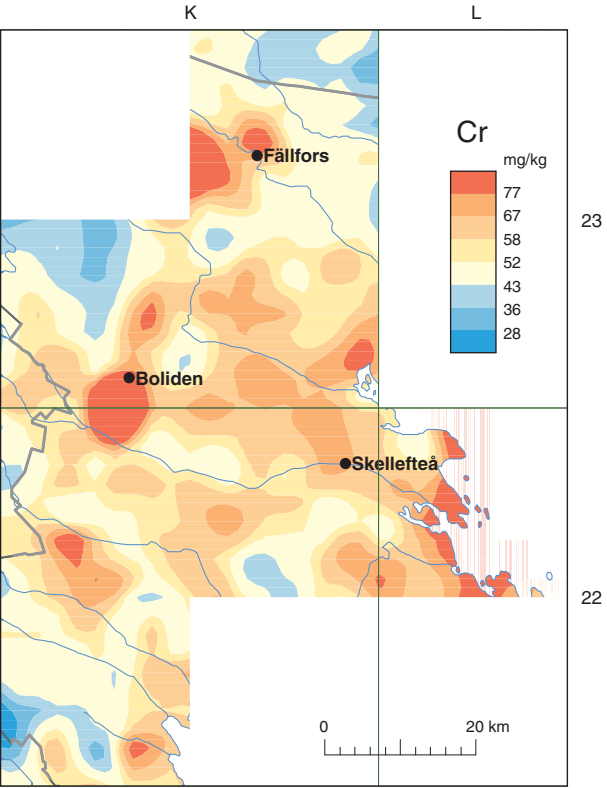
En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syrakbart krominnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

Kromit är mycket svårslutligt och när det förekommer i procentnivåer i sediment är det som tungmineralrik sand. Det krom som vid vittringen sätts i rörelse i vattensystemen härstammar primärt från bergartsbildande mineral (silikater) med höga spårelementhalter av krom. Vid oxidation bildas kromatjoner som är lättlörliga i såväl sur som alkalisk miljö.

KROM I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Den naturliga förklaringen till vattendragens kromhalter är vittringen av basiska (kiselsyrafattiga) bergarter av typen gabbro och diorit. I berggrunden uppträder de ofta som isolerade formationer, vilket också går igen i de biogeokemiska kartorna i form av lokala kromförhöjningar. I områden under högsta kustlinjen (HK) får de biogeokemiska krommönstren mer utslätade drag samtidigt som bakgrunds-nivån är förhöjd, från 30:e percentilen till ca 50:e percentilen för riket. Förklaringen är att krom finns ansamlad i de finsediment som är utbildade under HK och stör den ursprungliga fördelning som rådde strax efter att inlandsisen drog sig tillbaka. Det förklarar de kromförhöjningar som framträder kring Kramfors vilka tillhör det stråk som följer Ångermanälvens dalgång. Samma tendens kan följas vid Örnköldsvik med Moälven och de sedimentområden som följer vissa vattendrag söder därom.

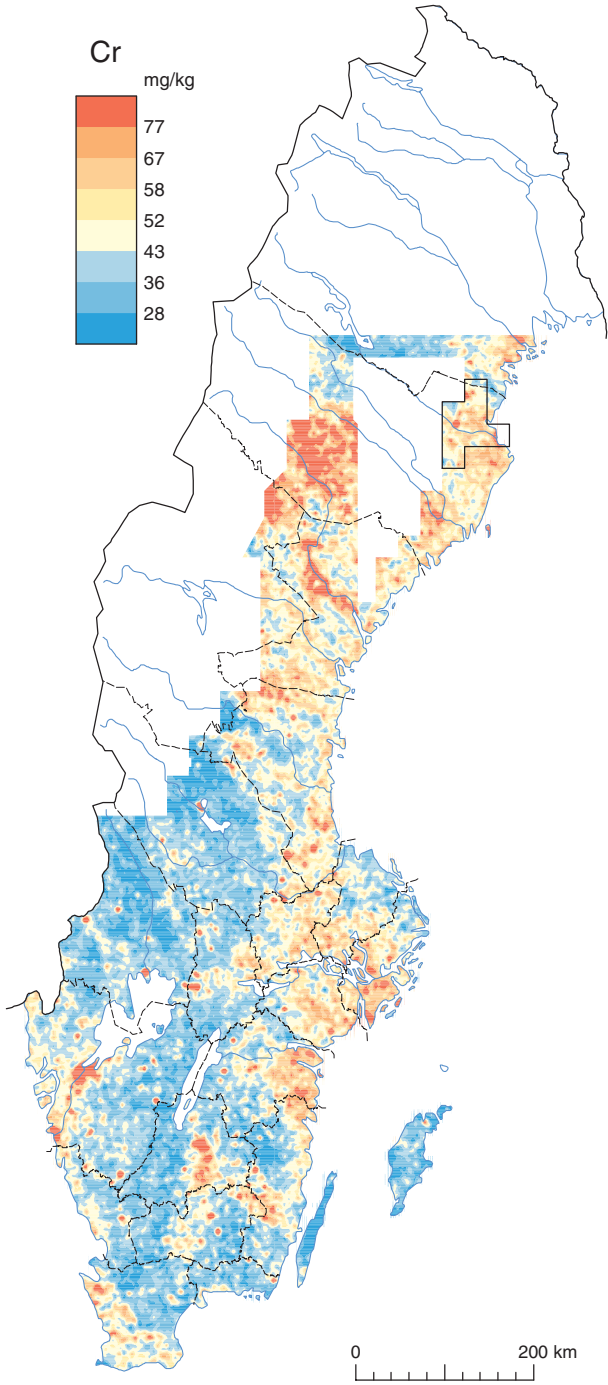
I kartbilden över undersökningsområdet kan man notera att krom förekommer som enstaka isolerade anomalier medan övriga delar domineras av halter strax över medianhalten för riket. Förklaringen till de kromhalter som är rödmarkerade, är lokal påverkan från de basiska bergarter som förekommer lite varstans i området. Erfarenheter från uppföljningar har visat att enstaka bäckar med höga kromhalter som förekommer i nära anslutning till tätorter, ofta har varit påverkade av förorenande verksamheter, som soptippar och bilverkstäder. De kromhalter som dominerar i kartbilden ligger inom de gulfärgade halt-nivåerna och visar att den allmänna bakgrunds-nivån är förhöjd jämfört med riksgenomsnittet. Förklaringen till den förhöjda bakgrunds-nivån är de postglaciala sediment som är utspridda över stora ytor, som inte motsvar kromets utbredning i berggrunden. Det är främst under HK som detta framträder i den biogeokemiska kartan. Likartad tendens från de postglaciala sedimenten kan skönjas för metallerna kobolt och nickel.



KARTBILDEN – RIKET

I barrskogsterrängen, dvs. i morän- och myrområdena i Norrlands inland, västra Svealand och Sydsveriges moränområden är jordarna naturligt sura. Kromförhöjningarna på den biogeokemiska kartan kan många gånger direkt peka på källorna som vanligtvis utgörs av metallförhöjningar i berggrunden. Ett exempel på detta är kromanomalierna över de basiska bergarterna inom Almesåkraformationen och Vetlandserien (förhöjningarna sydost om Vätterns sydspets). Kraftiga kromförhöjningar framträder också inom Västerbottens och Jämtlands urbergssområde. Dessa har dels en direkt koppling till berggrunden, dels en tendens att följa de stora älvdalarna (t.ex. Ångermanälven). Kromförhöjningarna följer i det senare fallet även högsta kustlinjen (HK), som i norra Sverige är lika med marina gränsen (MG), och beror på metallens tendens att knytas till lerpartiklar. Bland regioner under högsta kustlinjen uppvisar vidare öst- och västkustens berg- och lerområden samt nordöstra Götalands och östra Svealands berg-, morän- och lerområden allmänt förhöjningar av krom. Här har metallen frigjorts vid kemiska och mekaniska processer när lerbottnarna frilagts i samband med landhöjningen.

Bland antropogent tillfört krom är luftutsläppen från metallindustrierna i Trollhättan och Vargön (vid Vänerens utlopp) ett mycket gott exempel.



Krom i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Krom, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:7*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Chromium, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:7*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:8

Kvicksilver

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverigekartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

KVICKSILVER – ALLMÄN GEOLOGI

I de flesta bergarter är halterna av kvicksilver mycket låga, normalt mindre än 10 ppb. Kambriska och ordoviciska skiffrar med högt organiskt innehåll har emellertid en medelhalt på ca 240 ppb. Malmer från sulfidmalmsområdena i Mellansverige och Västerbotten har betydligt högre kvicksilverhalter, med värden upp till 5000 ppb i Bergslagen och upp till 220 000 ppb i Skelleftefältet. I sulfidmalmera förekommer oftast de högsta metallhalterna i mineralet zinkblände. En mycket stor del av det kvicksilver som är i omlopp i systemet luft–mark–vatten är globalt sett av antropogent ursprung. Metallen frigörs till atmosfären från t.ex. förbränningsanläggningar och metallindustrier. Samtidigt frigörs naturligt kvicksilver genom avdunstning från havet samt vid vulkanutbrott.

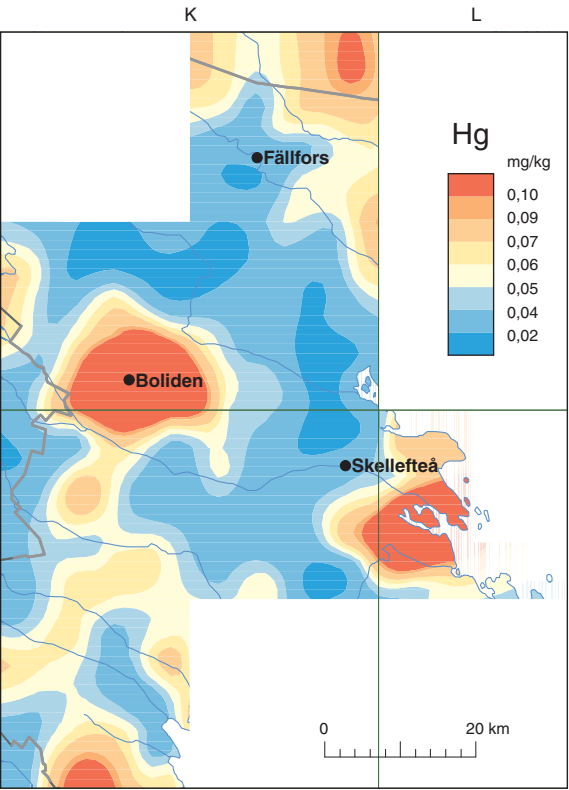
Lösligheten är normalt mycket låg, men gynnas av vatten med lågt pH. I likhet med bly uppvisar kvicksilver en förmåga att bilda relativt stabila kopplingar till humusämnen, vilket innebär att man i naturligt sura områden med hjälp av humussyror kan ha en betydande transport av kvicksilver i bäcksystemen. Metallen fixeras dock till kalk och till finsediment, varför vattnen i stora delar av landet håller jämförelsevis låga kvicksilverhalter.

KVICKSILVER I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Kvicksilver analyseras i likhet med selen på lufttorkade prov som tas ut från var femte provpunkt. De båda elementkartorna bildar därmed ett gemensamt och betydligt glesare provnät jämfört med övriga element.

På riksöversikten till höger framträder stora delar av Västernorrlands län med förhöjda halter av kvicksilver i mindre bäcksystem. Någon riktad fältundersökning, i syfte att klarlägga källan, har inte genomförts. Det finns geologiska förutsättningar som kan vara källan till de höga halterna. Kvicksilver är ett grundämne som naturligt förekommer i berggrunden och ofta tillsammans med sulfidmineral. Inlandsisens framfart kan ha inneburit att kvicksilverförande mineral har transporterats iväg från moderbergarten och blandats in i jordtäcket över ett relativt stort område.

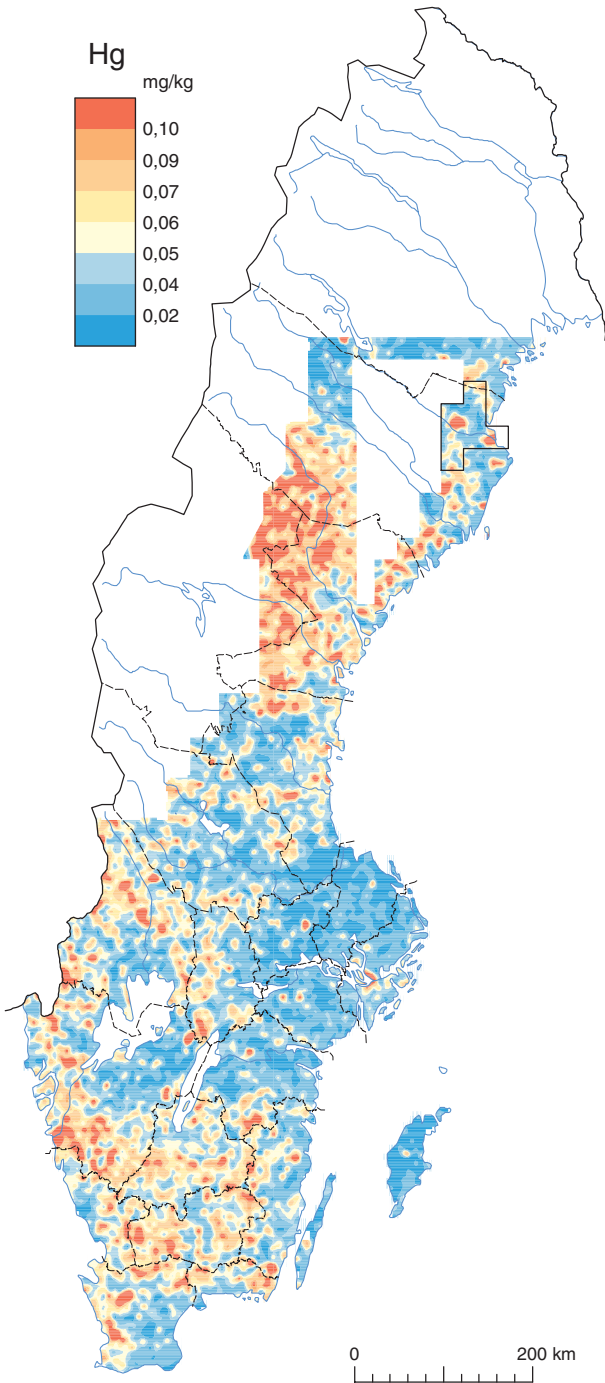
Inom det aktuella undersökningsområdet uppvisar kvicksilver ett mönster som har stora likheter med selen. Två tydliga maxima uppträder centralt i kartbilden och båda har anknytning till sulfidmineral. I väster sammanfaller förhöjningen med gruvsamhället Boliden och i öster vid kusten med Rönnskär. Vid kusten har sannolikt kvicksilver spridits med det nedfall som lokalt har förekommit från Rönnskär. Kartbilden ger bara information om kvicksilverhalten i bäckvattenväxterna, och säger inget om det aktuella nedfallet från luften. Vid Boliden med omnejd har berggrunden förutsättningar till förhöjda kvicksilverhalter och som både från berg och jordlager kan lakas vidare till bäcksystemen. Förhöjda halter kan alltså förklaras som både en naturlig process och som en följd av gruvverksamheten. Det glesa provnätet för kvicksilver gör det svårare att utföra en mera precis tolkning av anomalier.



KARTBILDEN – RIKET

Kvicksilver uppvisar ett regionalt spridningsmönster som är nästan identiskt med blyets. De höga halterna förekommer i bäcksystemen i de barrskogsrika moränområdena, vilka kännetecknas av relativt lågt pH och transport av metallen med humussyror, dvs. mellersta och södra Norrlands morän- och myrområden, nordvästra Svealands moränområden och största delen av Sydsveriges moränområden. Jämfört med södra Sverige är kvicksilverhalterna i vattendragen i mellersta Norrlands inland markant höga. Att norra delarna av landet skulle ta emot mer atmosfäriskt nedfall av industriellt ursprung än Sydsverige är inte troligt, varför källan till kvicksilvertillskottet troligen är berggrunden.

Områden med generellt låga metallhalter representeras framför allt av kalk- och lerhaltiga jordar, såsom nordöstra Götalands och östra Svealands berg-, morän- och lerområden, Vänerbäckens berg- och lerområde samt norra delen av Sydsveriges moränområde. Inom de ”låga” regionerna kan antropogena förhöjningar förekomma, t.ex. vid storstäderna.



Kvicksilver i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivning av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Kvicksilver, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:8*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Mercury, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:8*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan K 31:9

Molybden

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

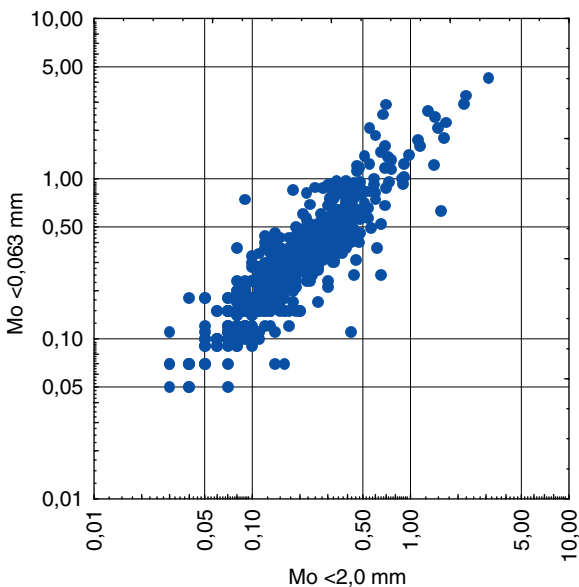
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

MOLYBDEN – ALLMÄN GEOLOGI

Molybden förekommer i berggrunden i halter som varierar mellan 0,2 och 2 mg/kg. Halterna är vanligtvis högre i granitiska bergarter och lägst i ultrabasiska. Förhöjda koncentrationer uppträder i kvartsrika magmatiska bergarter,



ofta tillsammans med koppar och wolfram. Sedimentära bergarter kan innehålla mycket molybden, i synnerhet där inslaget av alunskiffer är högt. I dessa kan metallen uppträda tillsammans med högre halter av uran, vanadin, koppar, wolfram och kadmium.

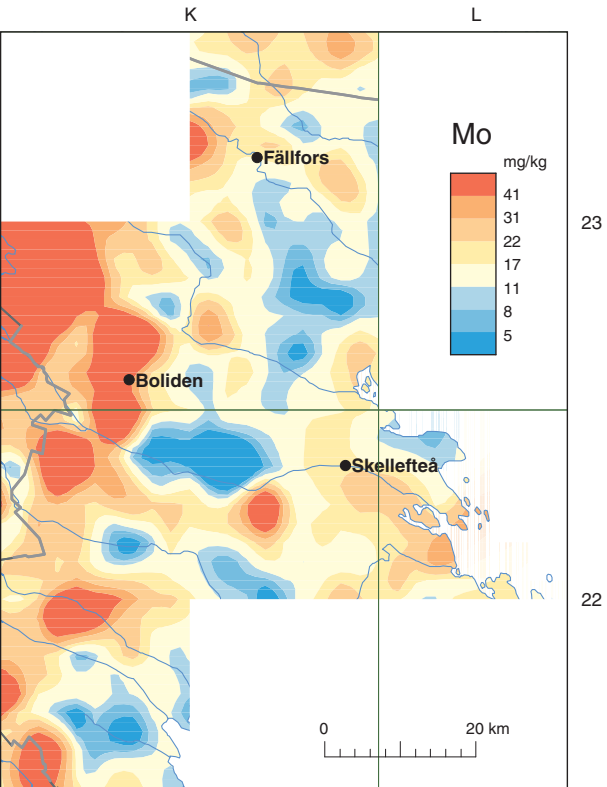
En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syrakbart molybdeninnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

Molybden är relativt svårslösligt i surare miljöer (pH 3–6) men får en allt ökande rörlighet med ökande pH-värden i naturliga vatten. Molybdatjonerna får alltså en stor mobilitet i de neutrala till alkalina grund- och ytvattensystemen.

MOLYBDEN I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Resultat från den biogeokemiska kartläggningen visar att molybden och uran följer varandra tämligen väl. I berggrunden förekommer de båda elementen ofta tillsammans. Vid alkaliska markförhållanden kan de båda bilda negativa joner som är relativt lättlösliga och därmed underlättas vidare transport till vattendrag via mark och grundvatten. I landsöversikten till höger framträder förhöjda molybdenhalter i anslutning till kalkrika jordar i Skåne och i Götaland.

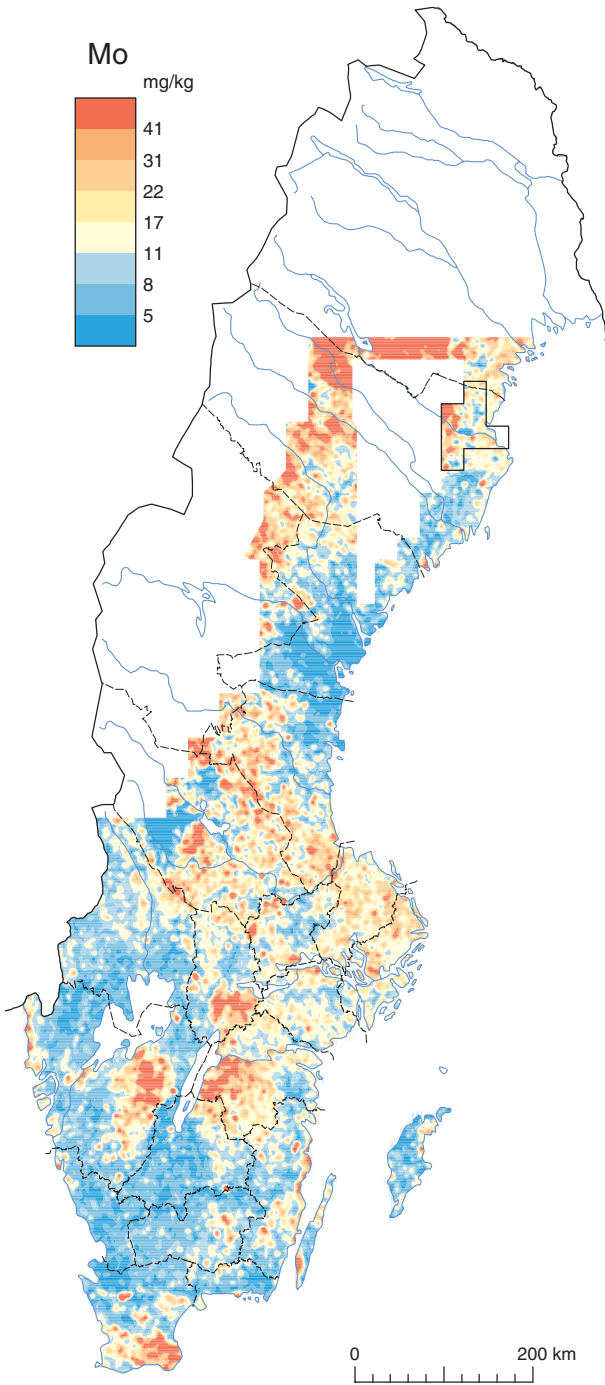
Halterna av molybden är i likhet med uran låga inom undersökningsområdet. De pH-värden som uppmättes under fältsäsongen 2003 visar att nivån i huvudsak ligger inom intervallet 6,0–6,5 och att malmfältets utbredning har något högre pH-nivåer än övriga områden. Någon urlakning från jordlager med kambrosiluriska bergarter förekommer troligtvis inte inom undersökningsområdet. De mönster som halter kring medianen (svagare gult) bildar, kan i stora drag härledas till regioner med kända mineraliseringar. Molybden har kemiska likheter med wolfram vilket innebär att de kan förekomma tillsammans i mineral som arsenikkis, blyglans och zinkblände. Mönstren mellan elementen överensstämmer på så vis, att där molybden förekommer finns även förhöjda halter av arsenik, bly och zink.



KARTBILDEN – RIKET

De mest spektakulära molybdenförhöjningarna uppträder i södra Sveriges kambrosilurumråden (Västergötland, Östergötland och Närke). Höga metallhalter från speciellt alunskiffer i kombination med stora kalkmängder ger vidsträckta anomalier, som i isrörelseriktningen söderut via moränen kraftigt påverkar spridningen av molybden i vattendragen mildt in i angränsande jordartsregioner. Den alkalina miljön i moränen (i t.ex. södra Östergötland) gör att även metallen från andra källor (graniten) lättare kommer i lösning och i isrörelseriktningen spår på de ursprungliga halterna från de kambrosiluriska skifferna. Samma effekt har de yngre bergarterna i sydöstra delen av Skåne, vilket man ser av de kraftiga metallförhöjningarna i områdets vattendrag. I undersökningsområdets norra del, inom Jämtlands och Västerbottens inland påträffas också höga metallhalter i bäcksystemen. Området ligger i gränsområdet till fjällkedjan och även urbergsområdet påverkas av kambrosiluriska inslag i form av molybdenförande skiffer. I kombination med lokalt högre kalkhalter kan molybden även här få ökad rörlighet i vattensystemen.

Inom morän- och myrområdena i mellersta och södra Norrland, nordvästra Svealand och inom höglandet i Sydsverige beror molybdenets mobilitet på skogsmarkens naturligt sura jordar. Här beror förhöjningar av molybden på bl.a. molybdenförande granit, mineraliseringar tillsammans med koppar och wolfram och eventuell antropogen påverkan från gruvor och stålverk.



Molybden i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Molybden, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:9*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Molybdenum, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:9*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:10

Nickel

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

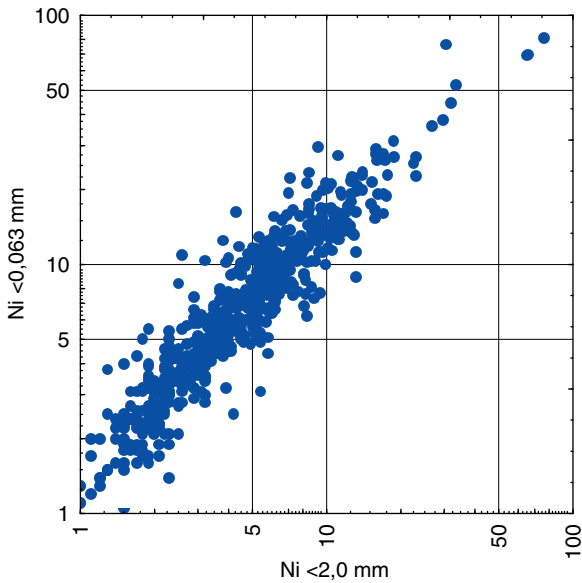
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

NICKEL – ALLMÄN GEOLOGI

Nickel uppträder som spärelement främst i ultrabasiska och basiska bergarter, dels som ersättare av järn och magnesium och dels sulfidbundet tillsammans med t.ex. kobolt, arsenik och koppar. Halterna i de ultrabasiska bergarterna



ligger på 1 400 till 2 000 mg/kg, i de basiska på 130 till 160 mg/kg samt i de intermediära och sura magmatiska bergarterna på 5 till 55 mg/kg. I lerhaltiga sediment och motsvarande skifferbergarter ligger nickelhalterna på 40 till 90 mg/kg.

Liksom för många andra tungmetaller är halterna i svavelrika sediment höga med högt organiskt innehåll. Nickel i sulfidmineral i ekonomiskt intressanta mängder påträffas i ultrabasiska bergarter. Nickels adsorptionsförmåga till lerpartiklar visas av de förhöjda halterna i leriga sediment.

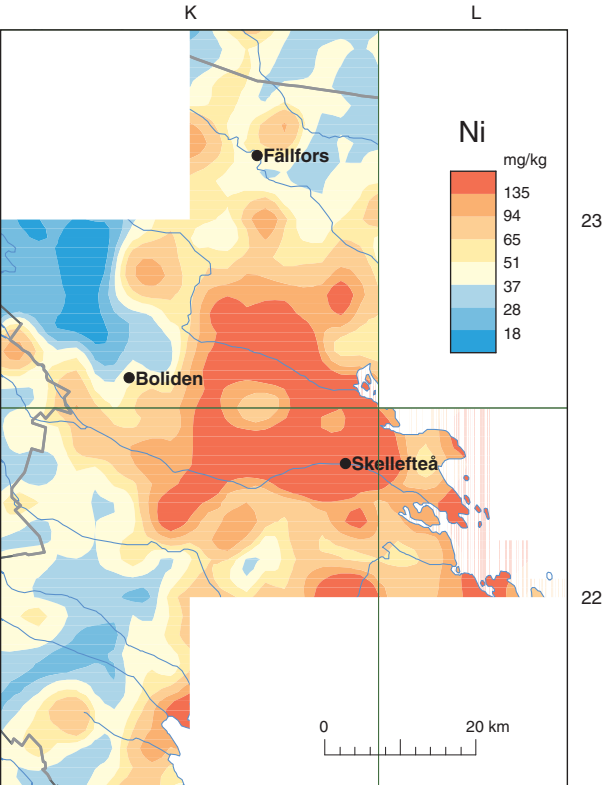
En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syraklabbart nickelinnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

Nickel går under oxiderande förhållanden vid vittring lätt i lösning och förs via markvatten och ytliga grundvatten ut i bäcksystemen. Detta gäller både sulfidbundet och silikatbundet nickel i de basiska och ultrabasiska moderbergarterna. Rörligheten begränsas av nickels förmåga att lätt fångas upp av järn- och manganhydroxider (limonit), att adsorberas vid lerpartiklar och att fixeras i organiskt material.

NICKEL I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Betraktar man den biogeokemiska kartan över riket så är det inom Mälardalen och utefter kustregionerna som man finner sammanhängande områden med förhöjda nickelhalter. Finkorniga sediment såsom leror är överrepresenterade i avrinningssystem där vattendragen har högre nivåer av nickel. I avrinningsområden belägna över högsta kustlinjen (HK) är det vanligtvis berggrunden som är källan till förhöjda nickelhalter. I berggrunden förknippas nickel med basiska (kvartsfattiga) bergarter och ofta tillsammans med krom och kobolt. Ofta uppträder dessa som lokala öar i berggrundslandskapet vilket också återges i den biogeokemiska kartan som just lokala förhöjningar.

Inom det aktuella undersökningsområdet framträder en trend med högre halter i ett bälte utefter kusten och som sträcker sig vidare söderut. Det är osäkert om detta mönster kan härledas till utbredningen av finsediment i regionen. Inom de centrala delarna av bältet, främst kartområdena 22K NO och 23K SO kan man notera att höga nickelhalter sammanfaller med utbredningen av metasedimentära bergarter och basalt. Denna trend kan också noteras för kobolt. I södra delen av kartområdet 22K NO finns en förhöjning som fortsätter söderut och där sammanfaller med ett antal kända nickelmineraliseringar. Möjligen kan man misstänka att smärre nickelmineraliseringar även kan förekomma i de östra delarna av det aktuella undersökningsområdet.



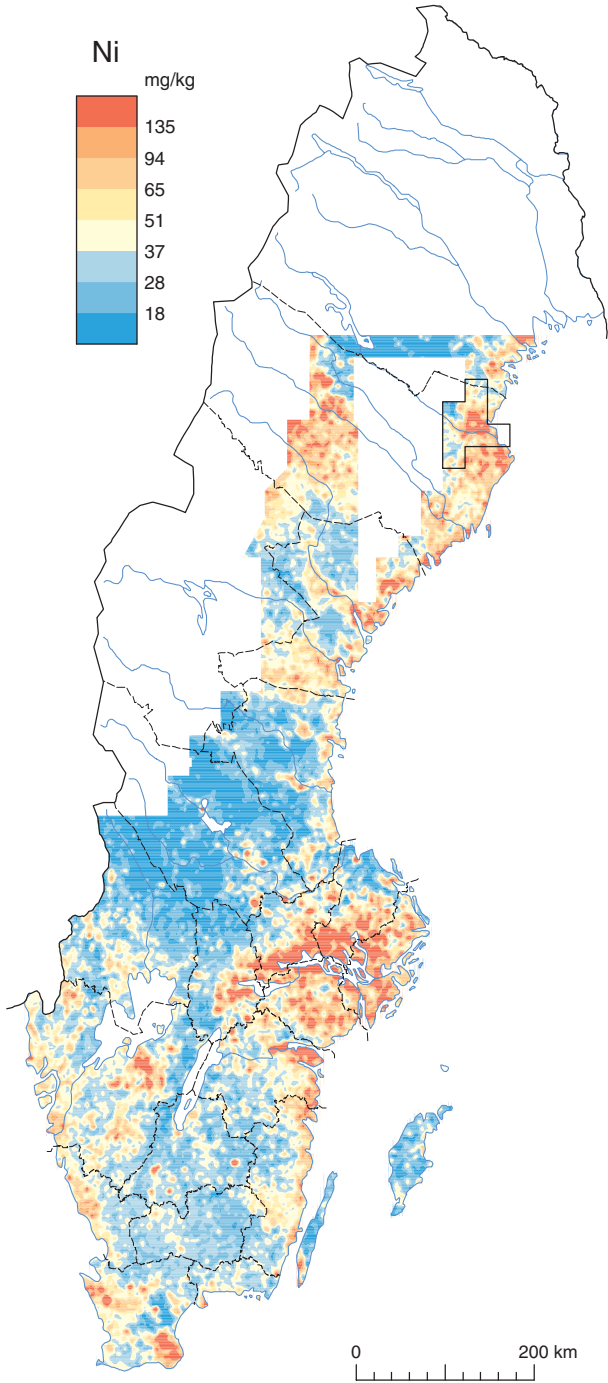
Värt att notera är att nickel avviker något gentemot de övriga sulfidmetaller-na i området kring och söder om Rönnskär. Nickelförhöjningen uppvisar här en mer östlig sträckning som fortsätter vidare söderut mot Lövånger, medan anomalin från nedfallet verkar avklinga tidigare, ungefär 2 mil söder om Rönnskär. I detta fall är det sannolikt utbredningen av postglaciala sediment som styr hur nickel förekommer i de kustnära bäcksystemen.

KARTBILDEN – RIKET

I barrskogsterrängen, dvs. i moränområdena i Norrlands inland och västra Svealand samt Sydsveriges moränområden påvisar nickelförhöjningarna framför allt basiska och ultrabasiska bergarter. I älvdalarna har metallen emellertid även anrikats i finsedimenten under högsta kustlinjen.

De kraftigaste förhöjningarna förorsakas dock av de genom landhöjningen exponerade postglaciala lerorna inom östra Svealands berg-, morän- och lerområden (Mälardalen, Hjälmaren) och inom öst- och västkustens berg- och lerområden. På Vikbolandet söder om Bråviken förstärks lerornas inflytande på nickelkoncentrationen i bäcksystemen genom förekomsten av basiska bergarter.

I sydöstra Skåne påvisar den biogeokemiska kartan nickel i alunskiffer. De förhöjda nickelhalterna som uppträder i den nordvästra delen av Skåne (söder om Kullen) förorsakas av basiska bergarter (diabasgångar). Den diabas som täcker Västergötlands platåberg ger sig till känna genom anomalier mellan Vänern och Vättern.



Nickel i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Kiliansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Nickel, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:10*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Nickel, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:10*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:11

Selen

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

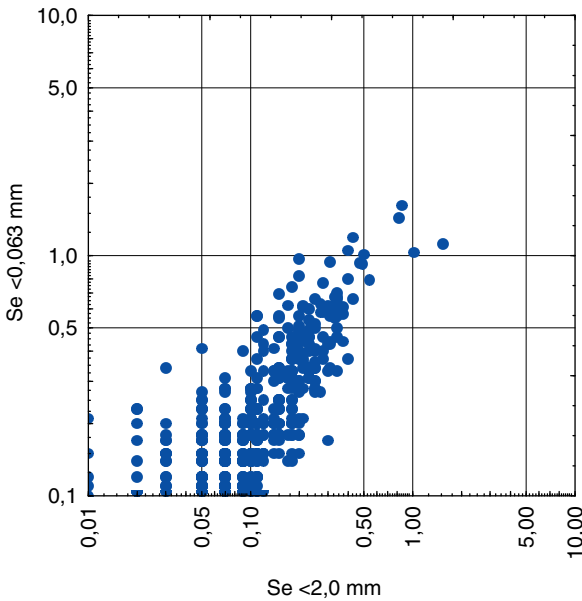
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

SELEN – ALLMÄN GEOLOGI

Generellt är selenhalterna i alla magmatiska bergarter mycket låga, som regel under 0,1 mg/kg. I vissa sedimentära bergarter, framför allt marina lerskiffrar, kan dock halterna nå upp till 1 mg/kg på grund av selens förmåga att relativt



snabbt binda sig vid lermineral vid sedimentationen. I kismineraliseringar är selen ofta associerat med svavel och förekommer där i högre halter tillsammans med koppar och ädelmetaller.

På grund av den stora utbredningen av magmatiska bergarter med låga selenhalter i urbergsområdena måste Sverige betecknas som ett bristområde vad beträffar selen. Detta har oroat näringsforskningen, då elementet utgör ett för människan livsnödvändigt mikronäringsämne.

En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syralakbart seleninnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

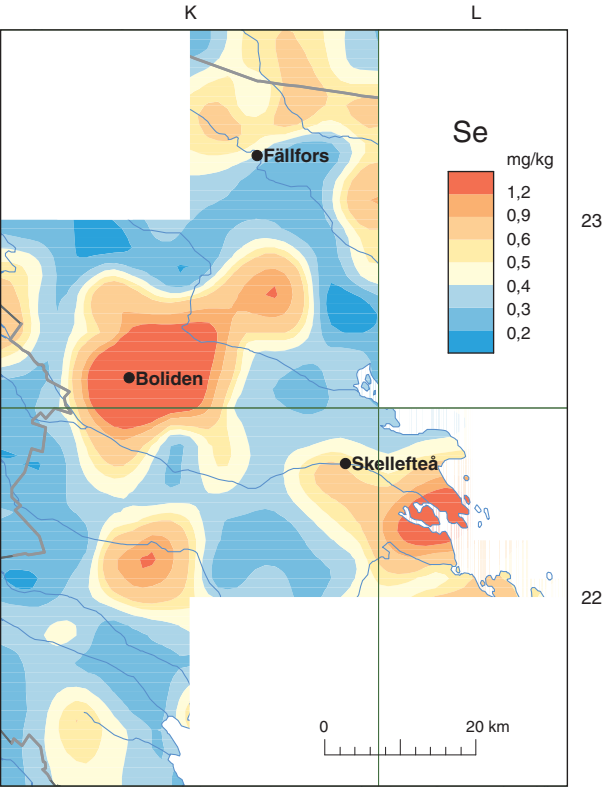
Selen är svårslösligt och således relativt immobilt i kemiskt sura system. I förorenade miljöer minskar rörligheten ytterligare genom selens förmåga att bindas till humusämnen i markens ytskikt. Alkalina miljöer ökar däremot lösligheten och frigör selen till vattensystemen.

SELEN I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Selen analyseras i likhet med kvicksilver på lufttorkade prov som tas ut från var femte provpunkt. De båda elementen bildar därmed ett gemensamt och betydligt glesare provnät jämfört med övriga element.

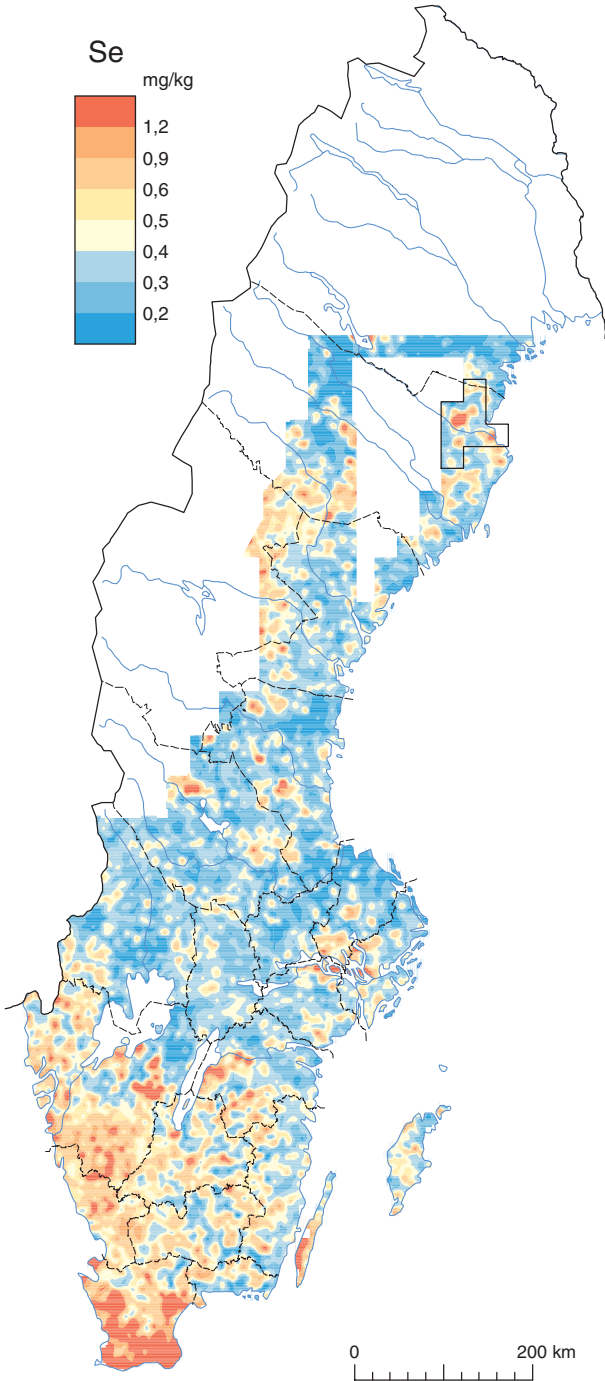
Generellt kan man säga att den svenska berggrunden är fattig på selen. De förhöjda halter av selen som hittills har framkommit i karteringen har varit förknippade med regioner som dominerats av en kalkrik berggrund. En orsak till detta är att selen liksom arsenik, molybden och uran får en ökad rörlighet i marken vid alkaliska förhållanden. I berggrunden dras selen till svavelförande mineral.

Eftersom selen baseras på ett färre antal provpunkter blir tolkningen mer osäker jämfört med övriga element. I undersökningsområdet framträder två större maxima som kan förknippas med sulfidmineral: områdena kring Boliden och Rönnskär. Vid Rönnskär har sannolikt det lokala nedfallet av rökavgaser medfört förhöjda halter av selen. I övriga delar av undersökningsområdet är vittring av sulfidförande mineral sannolikt förklaringen till de mönster som framträder i kartbilden. Kartbilden visar inga tecken på påverkan från sulfidlera eftersom trenden med förhöjda halter mot kusten saknas. Förklaringen till förhöjda selenhalter är i huvudsak en reflektion av den lokala berggrunden och dess ovanpåliggande jordlager.



KARTBILDEN – RIKET

De på kartbilden mest iögonfallande förhöjningarna av selen finns i Skåne, där källan är de paleozoiska och mesozoiska marina sedimenten. De högsta halterna i berggrunden finns i alunskifferarna, som är rika på svavel och organiskt material, i den sydöstra delen av landskapet. Den kalkrika miljön i berg och jord underlättar också uttransport av selen till vattensystemen. Det kan nämnas att Skånes jordbruksprodukter har landets högsta selenvärden. På sydvästra Öland återfinns höga halter av selen förorsakade av paleozoiska skiffrar som går i dagen vid Ölands västkust. Ytterligare anomala områden, uppkomna på likartat sätt, finns i Östergötland och i Västergötland, där kambrosiluriska bergarter förorsakat förhöjningar av spårmetaller och kalk. Utefter västkusten och i Mälardalen ansvarar betydligt yngre leror för förhöjningarna av selen. Vid landhöjningen efter istidens slut har dessa leror utsatts för mekanisk och kemisk erosion, varvid selen frigjorts i vattendragen och blivit biotillgängligt. De förhöjningar som på kartbilden uppträder i Jämtlands och Västerbottens inland härstammar troligen från paleozoiska bergarter i fjällkedjan.



Selen i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Selen, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:11*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Selenium, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:11*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:12

Svavel

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverigekartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

SVAVEL – ALLMÄN GEOLOGI

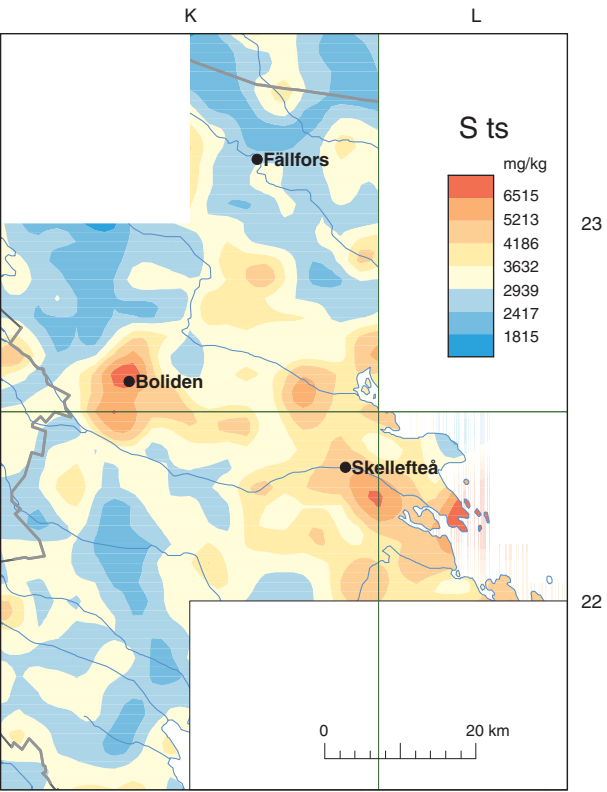
Svavel är ett essentiellt grundämne, en icke-metall som i bergarter i huvudsak förekommer som sulfider och i betydligt mindre utsträckning som sulfat. I bergarter förekommer svavel heterogent, och stora mängder påträffas i exempelvis större sulfidmalmer medan andra bergarter är mycket svavelfattiga. I moräner i Sverige ligger halterna normalt på några hundra mg/kg, men kan ibland uppgå till några tusen mg/kg. En jordart som är känd för att innehålla t.o.m. flera procent svavel är de s.k. sulfidlerorna. Större områden av dessa återfinns idag i Mälardalen samt längs Norrlandskusten, men även mindre förekomster är kända från många andra områden under högsta kustlinjen. Dessa sulfidleror oxideras när de utsätts för atmosfäriskt syre, t.ex. som en följd av dikning. Följden av detta är att lakvattnet kan bli mycket surt (ner till pH 3), samt innehålla betydande halter av olika metaller såsom nickel, kobolt, zink m.m.

SVAVEL I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Kännetecknande för svavel är att det bildar extremt lättvittrade mineral, s.k. sulfider. Inom gruppen sulfidmineral ingår många kända tungmetaller i olika föreningar med svavel. Ur miljösynpunkt kan några av dessa mineral betraktas som naturliga spridningskällor av tungmetaller till mark-, grund- och ytvatten.

Betraktar man den biogeokemiska kartan över Norrlandskusten kan man se hur svavel framträder med förhöjda halter i kustnära områden. Det finns flera förklaringar till att dessa bäcksystem innehåller svavel. En av dessa är bidraget från luftnedfall i både lokal och regional skala och där den storskaliga trenden är att nedfallet minskar mot norr. En annan är det kustnära påslaget av svavel från saltvatten (s.k. seaspray) som enkelt uttryckt är det naturliga svavelnedfall som uppstår då kraftiga vindar piskar havet och för med sig ett fint dis av havsvattenpartiklar in över land. Även geologiska källor i form av mineraliseringar i berggrunden och svavelhaltig lera, s.k. svartmocka, kan bidra med svavel till vattendragen.

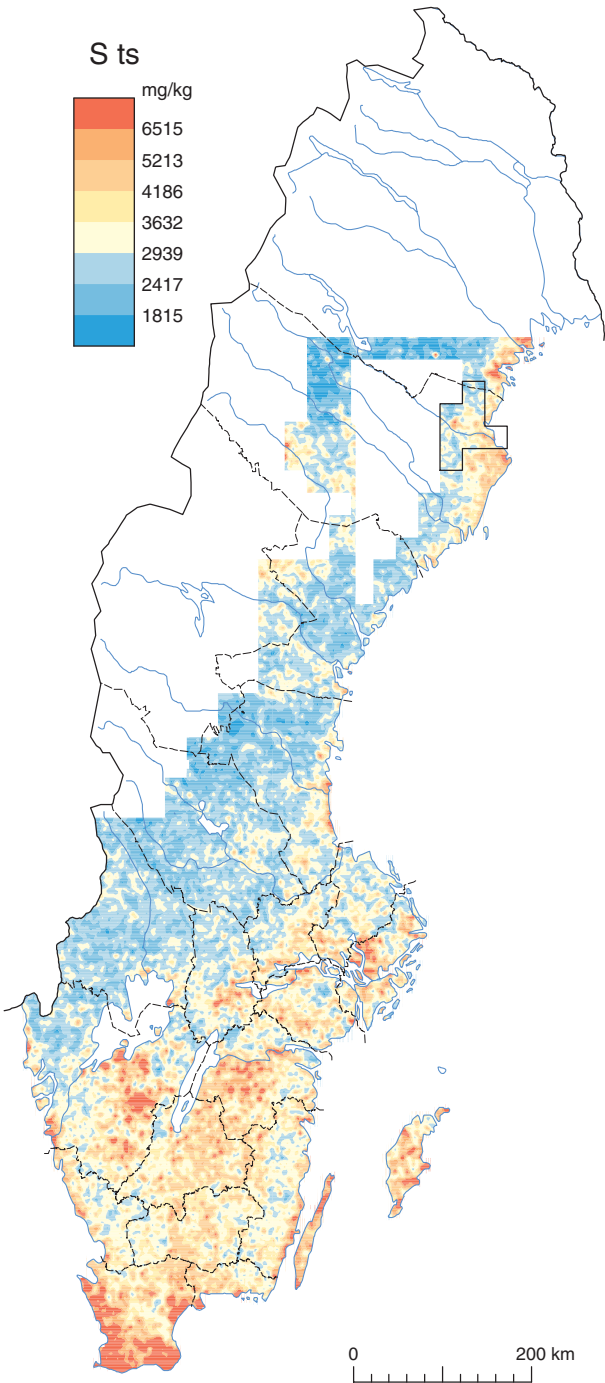
Inom det aktuella undersökningsområdet kan man se en regional trend med högre svavelhalter österut mot kusten. Sannolikt är den dominerande källan urlakning från sulfidhaltiga jordar som förekommer under högsta kustlinjen. De fåtal lokala maxima som framträder med röd färg i kartbilden kan vara betingade av mänsklig påverkan. Det gäller främst det vid Boliden och i Rönnskärsområdet vid kusten. Maximet som förekommer sydost om Skellefteå sammanfaller inte med någon känd miljöstörande verksamhet, förutom jordbruk. Geologiskt sammanfaller maximet med ett sammanhängande område med finsediment som kan innehålla lager av sulfidlera. Dränering av åkermark i kombination med den pågående landhöjningen har tidigare i den biogeokemiska karteringen visat sig ge höga svavelhalter.



KARTBILDEN – RIKET

Den biogeokemiska svavelkartan uppvisar stora likheter med kartor över svavelhalt i morän samt sulfathalt i grundvatten och atmosfärisk deposition. Bakgrundshalterna är förhöjda i en gradient som sjunker norrut, samt mot inlandet från kustzoner. Detta mönster visar att vattendragen och marken definitivt påverkas av atmosfärisk deposition. Några andra element med samma kopplingar är inte kända, vilket tyder på att svavel som deponeras är synnerligen mobilt och därför inte nämnvärt fastläggs i mark.

Av kartan framgår även en rad områden där halterna är förhöjda på grund av förekomst av specifika bergarter. Detta gäller framför allt regioner där unga, paleozoiska bergarter förekommer, t.ex. söder om Örebro, mellan Vänern och Vättern, samt öster om Vättern. Dessa områden framträder även som regioner med förhöjd sulfathalt i vatten från bergborrade brunnar.



Svavel i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivning av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Åke Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Svavel, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:12*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Sulphur, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:12*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:13

Uran

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

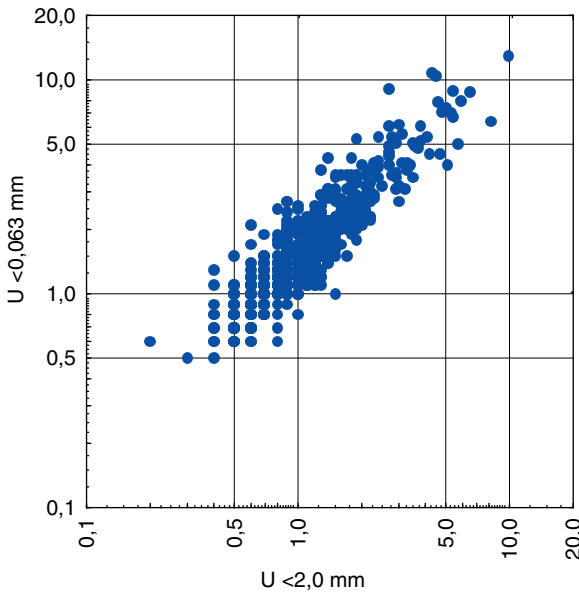
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

URAN – ALLMÄN GEOLOGI

Bland de magmatiska bergarterna förekommer det radioaktiva grundämnet uran främst i de kiselysrarika leden. I Sverige representeras de av de radioaktiva graniterna i vilka uranet är lokaliserat till ett flertal bergartsbildande mineral.



I pegmatitiska delar av graniter kan högre halter registreras i och med upp-trädandet av renodlade uranmineral. Vanligtvis ligger dock halterna av uran i dessa graniter mellan 8 och 27 mg/kg. Bland de sedimentära bergarterna i landet har de paleozoiska alunskifferna genomsnittliga halter på mellan 8 och 300 mg/kg.

En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syralak-bart uraninnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

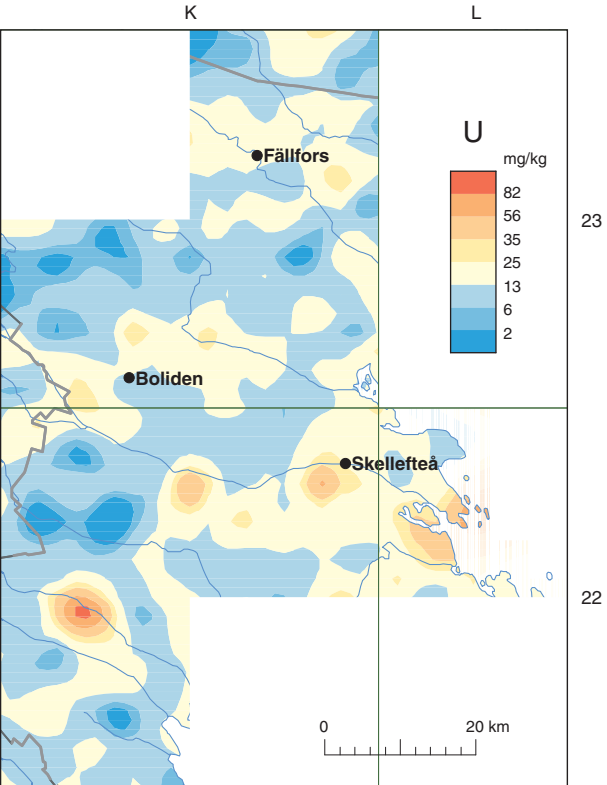
Uran kommer lätt i lösning i många naturliga vatten. Elementet är lösligt i sur miljö, men vid vissa låga pH-intervall kan det emellertid fixeras till humus-ämnen. I nära neutrala vatten kan uran, liksom ett flertal andra tungmetaller, adsorberas till lermineral. Metallens löslighet och mobilitet är dock som störst i alkalina miljöer, där uran bildar komplex med bl.a. karbonatjoner.

URAN I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Vad som hittills framkommit i den biogeokemiska kartläggningen är att halten uran i landets mindre vattendrag i huvudsak härrör från den lokala berggrunden. De två dominerande källorna av uran är alunskiffer och vissa uranförande graniter. Utöver detta kan uran förekomma i lokalt betingade mineraliseringar som t.ex. norr om Arjeplog vid Pleutajokk där uranmineralet pechblände förekommer i långsmala gångar. Vissa partier av gångarna kan innehålla extremt höga koncentrationer av uran.

En potentiell föroreningskälla av uran med arell spridning skulle kunna vara gödning med fosfatmedel. Råvaran till fosfatgödningsmedel kommer vanligtvis från mineral som apatit och fosforit, vilka kan innehålla spår av uran, 1–600 mg/kg beroende på ursprungsort. Åkermarken i Sverige tillförs vanligtvis kalk för att höja pH-nivån och ge matjorden en mera alkalisk miljö. Uran tillhör den grupp av metaller som får en ökad löslighet i marker med alkaliska egenskaper. Det innebär att gödningsmedel som innehåller föroreningar av uran skulle kunna leda till ökat upptag av uran i grödor samt ökad urlakning från själva åkermarken. Svensk åkermark har idag förhöjda uranhalter i de delar av landet där berggrunden består av alunskiffer. Det gäller främst delar av Skåne, Västra Götaland och Östergötland.

Det aktuella undersökningsområdet uppvisar en relativt liten variation och halterna är koncentrerade runt en nivå under medianen för riket. De svaga maxima som uppträder lite här och där har sin förklaring i lokala mineraliseringar i berggrunden.

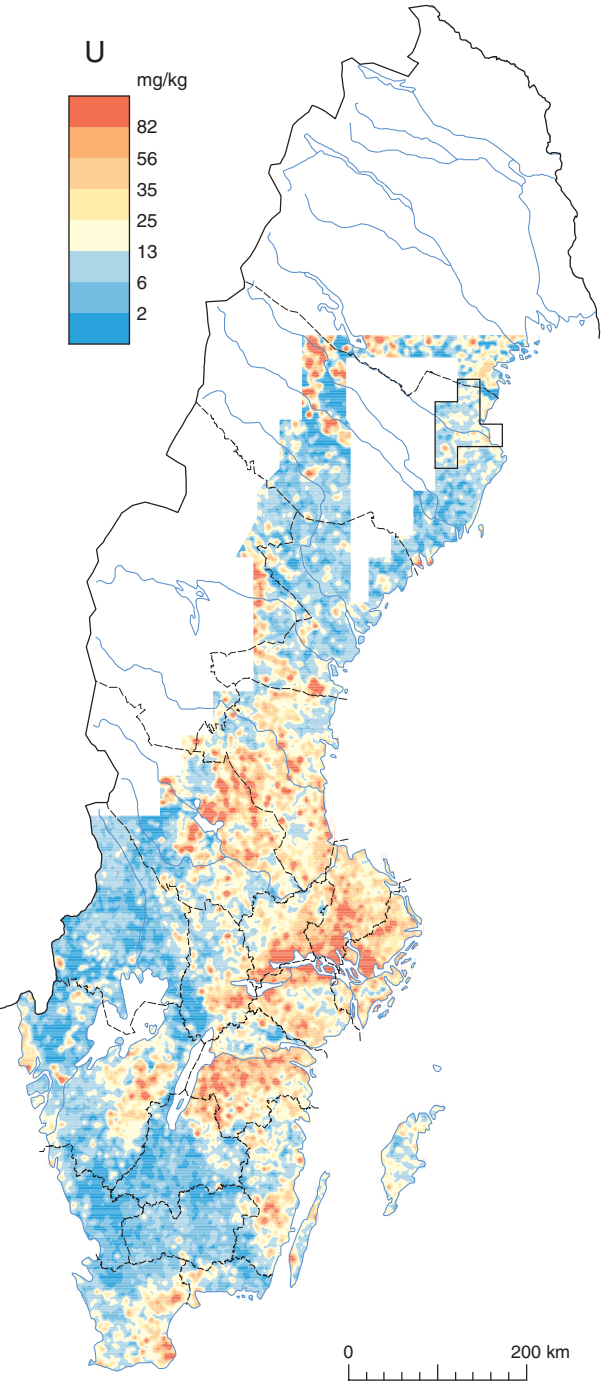


KARTBILDEN – RIKET

Den biogeokemiska kartbilden visar framför allt metallens löslighet och mobilitet i bäcksystem som kommit i kontakt med kemiskt alkalina miljöer. De kalkhaltiga bergarter som berikat jordarna i västra Skåne har bildat förutsättningen för en regional omfattande spridning av uran i vattendragen. Delvis har mängden metall sitt ursprung i alunskifferna i landskapets sydvästra del. Vidare uppvisar Västergötland, med sina av kambrosiluriska bergarter uppbyggda platåberg, tydligt utbredningen av den av kalksten och uranhaltig alunskiffer påverkade moränen. Samma fenomen gäller Östergötland, där material från de paleozoiska bergarterna av inlandsisen har förts åt sydöst. Utbredningen och halterna av uran tycks i detta område, som sträcker sig in i norra Småland, mer än väl motsvara de mängder som kan ha avgivits från alunskifferna. Det troliga är att även relativt ringa karbonathalter i jordarna har aktiverat uran från graniten och övriga prekambrika bergarter öster och söder om kambrosilumrådet. Inom östra Svealands och nordöstra Götalands berg-, morän- och lerområden råder också förhållanden som har mobiliserat uran i bäcksystemen. Här har karbonatmaterial tillförts regionen från södra Bottenhavets paleozoiska bergarter och möjliggjort lösningsprocesserna.

Vidare har stora mängder glaciala och postglaciala leror vid sedimentationen medfört en anrikning av metallen. Dessa leror har vid landhöjningen utsatts för kemisk och mekanisk erosion och genom oxidationsprocesser har åter adsorberade metaller kommit i omlopp. Detta har tagit sig uttryck i de markerade uranförlöjningarna i Mälardalen. Källan till elementer är troligen till största delen att finna i de radioaktiva, relativt unga urbergsganiterna i regionen. I urbergsområdena i övrigt är spridda anomalier att hänvisa till lokala metallförlöjningar, förorsakade av förhöjda spårlementhalter i berggrunden eller av mindre mineraliseringar.

Uranet kan också spridas antropogent. I jordbruksområden som berikats med importerat naturligt fosfatgödsel föreligger risker för tillförsel av metallen. Det handlar här t.ex. om fosfatkoncentrat med spårhalter av uran.



Uran i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malmö
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Uran, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:13*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Uranium, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:13*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:14

Wolfram

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

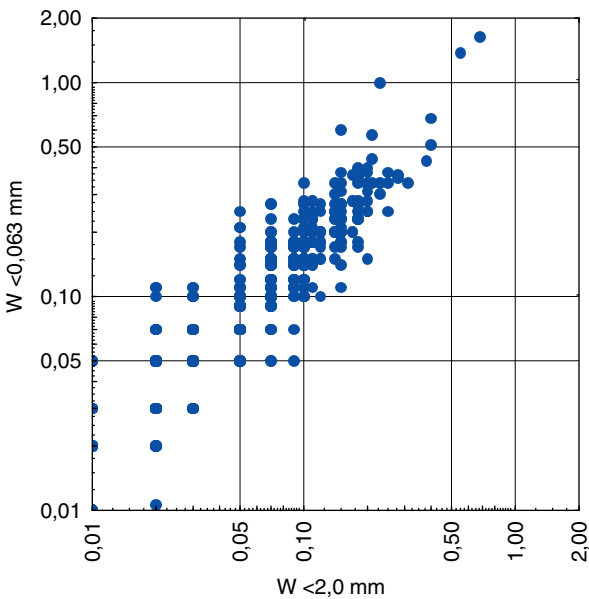
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provberedning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

WOLFRAM – ALLMÄN GEOLOGI

Wolfram associeras framför allt till kvartsrika bergarter och halterna minskar sedan successivt över de intermediära till basiska och ultrabasiska (kvartsfattiga) bergarter. Graniter och kvartsrika vulkaniter håller 1,3 till 2,4 mg/kg wolfram,



dioriter och syeniter (intermediära) 1,0 till 1,9 mg/kg samt ultrabasiska och basiska bergarter 0,1 till 1,1 mg/kg. Lersediment och motsvarande skiffrar samt vissa sandstenar kan uppvisa halter mellan 1,8 och 2,0 mg/kg, medan halterna i kalksten och dolomit vanligtvis ligger lågt med 0,4 till 0,6 mg/kg. Metallens uppträdande i bergarterna påminner om molybden både i de magmatiska och i de sedimentära miljöerna. Som framgår av halterna i skiffrar uppvisar även wolfram starka tendenser att genom adsorption anrikas till lermineral.

En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syrakbart wolframinnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

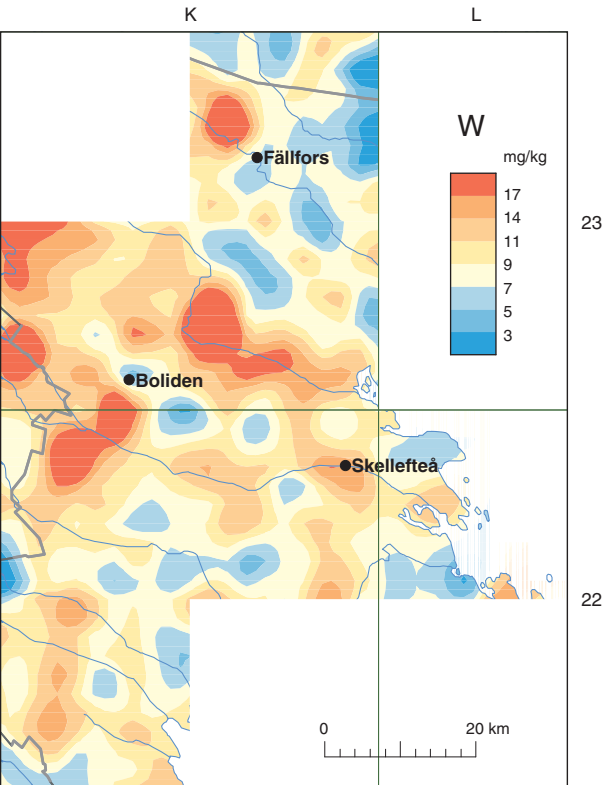
Wolfram visar stora likheter med molybden när det gäller upplösning och mobilitet i ytliga miljöer. Wolframmineralen är normalt mycket svårslösliga och metallens mobilitet är låg i sura yt- och grundvatten, där transporten ytterligare försvåras av metallens villighet att fällas ut med järn- och manganhydroxider. Vid ökat pH ökar rörligheten. Vid neutrala och svagt alkalina förhållanden kan metallen därför lätt spridas i dräneringssystemen.

WOLFRAM I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

Allmänt förekommer wolfram i kiselsyrarika bergarter och ofta tillsammans med molybden. Medelhalten av wolfram i jordskorpan är högre än för t.ex. arsenik, vilket inte direkt framgår när man jämför de biogeokemiska resultaten. Orsaken är att wolfram bildar svårslösliga mineral som inte påverkas av vittring i samma utsträckning som sulfidmineral. Spår av wolfram kan förekomma även i flertalet sulfidmineral som arsenikkis, blyglans och zinkblände. Sannolikt är det wolfram från något eller några av dessa sulfider som till stor del framträder i de biogeokemiska resultaten eftersom lakbarheten är avgörande för metallhalten i vattendragen.

Inom den södra halvan av undersökningsområdet uppvisar wolfram en relativt liten haltvariation, mellan 5 och 11 mg/kg wolfram vilket kan jämföras med övriga riket där medianhalten ligger på 7 mg/kg. I undersökningsområdet kan man konstatera att ca 80 % av bäckarna ligger över medianen för riket. Denna allmänna nivåhöjning har sin främsta förklaring i berggrunden. Även jordtäckets beskaffenhet kan ha en viss betydelse för de geokemiska mönstren i kartbilden.

De rödmarkerade maxima som förekommer i kartområdet 23K SV har en viss överensstämmelse med kartbilden för metallerna antimon, molybden och vismut. I berggrunden kan wolfram och molybden uppvisa likartade egenskaper och bilda närbesläktade mineral som sulfider (WS₂ och MoS₂) och som

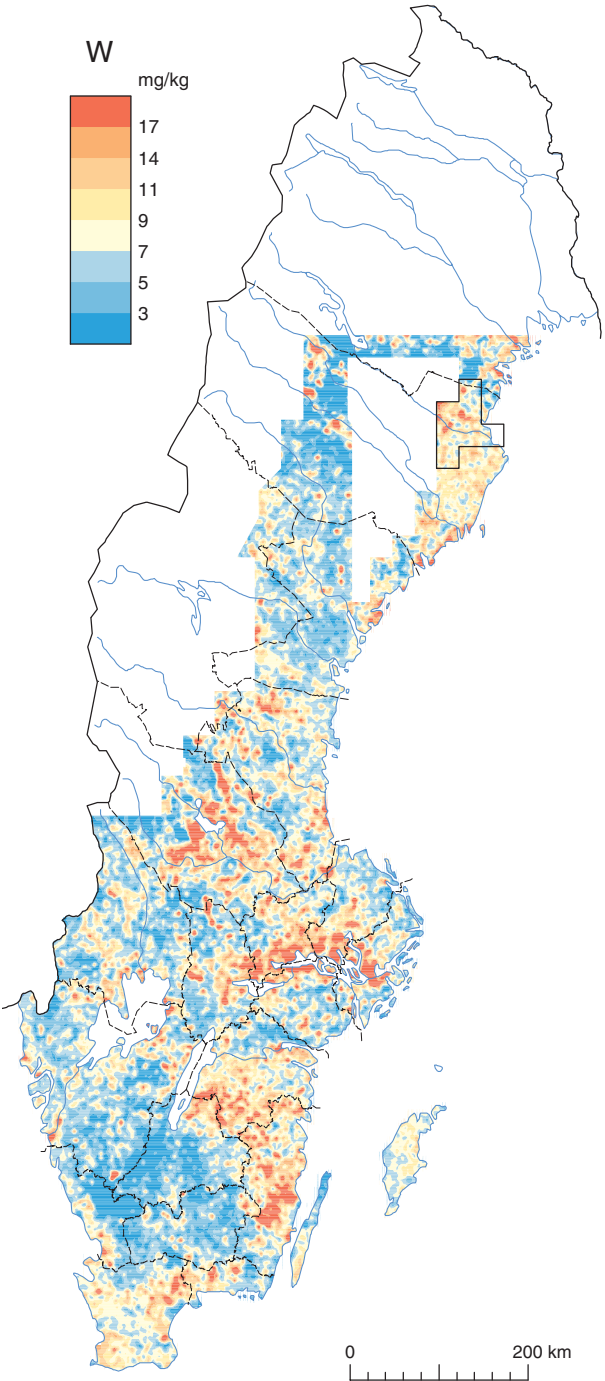


oxider (CaWO₄ och CaMoO₄). Tvärs över kartområdet 23K NO från sydvästra hörnet till nordöstra hörnet och vidare norrut finns en smal förhöjning som bara kan noteras i kartbilderna över wolfram och molybden.

KARTBILDEN – RIKET

I moränområdena i Norrlands inland, nordvästra Svealand samt inom höglandet i Sydsverige är wolframs mobilitet bestämt av skogsvegetationens sura jordar. Den biogeokemiska kartan visar oftast mindre anomala områden förorsakade av mineraliseringar, ofta tillsammans med koppar och molybden (Bergslagen). Mer vidsträckta förhöjningar orsakas av höga wolframhalter i granitiska eller porfyrisk bergarter i Blekinge, Småland (Kalmar län) och sydvästra Östergötland. Det bör noteras att vissa av anomalierna i nordöstra Götaland beror på alkalina inslag i jordarna från Östgötaslätten.

I Mälardalen med Hjälmaren visar sig metallens förmåga att adsorberas till lermineral. Här har wolfram, ursprungligen fixerat till marina, postglaciala leror, genom landhöjning och vittring åter kommit i cirkulation i yt- och grundvatensystemen.



Wolfram i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetärcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, wolfram, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:14*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Tungsten, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:14*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9

Biogeokemiska kartan

K 31:15

Zink

Norra Västerbottenskusten

22K–23L

skala 1:1 000 000

SGU

Sveriges geologiska undersökning

BIOGEOKEMI

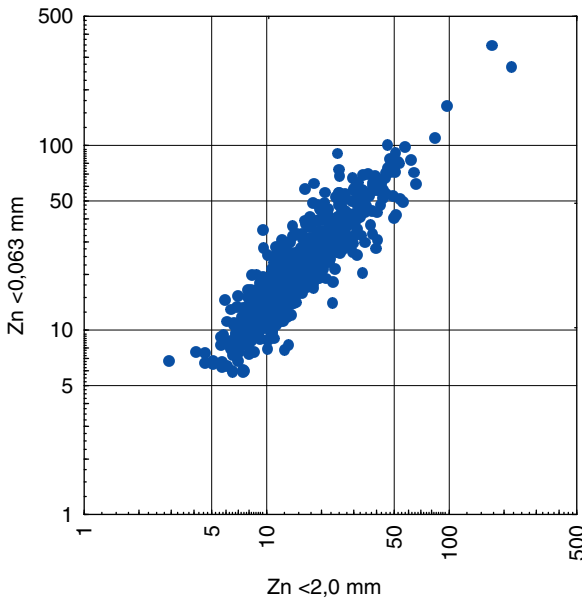
Den biogeokemiska kartan visar ytvattnets kemiska sammansättning i mindre vattendrag som bäckar, diken och mindre åar. Kartläggningen innebär provtagning och analysering av artspecifika växtrötter och vattenlevande mossor som naturligt förekommer i vattendragen. Resultaten återspeglar vattenkemin från en längre tidsrymd, 1–3 år, vilket vi benämner som ett mått på vattendragens metallstatus. Provtätheten är i medeltal 1 prov per 6 km² men kan variera något beroende på hur vattendragen förekommer i naturen.

Provtagningen innebär att ca 500 g av renvaskade rötter och mossor samlas in från varje provlokal. Innan analysen genomgår växtmaterialet en provbedrning där proverna först torkas vid 105 °C och vägs för att därefter inaskas i 450 °C under 12 timmar. Askan analyseras med XRF.

Ett duplikatprov tas vid var femte provlokal för analys av Hg och Se. Dessa prov inaskas inte utan får torka i rumstemperatur innan analys med AAS. Sverige kartan längst till höger visar den aktuella täckningen av landet med den biogeokemiska metoden.

ZINK – ALLMÄN GEOLOGI

Zink förekommer som spårelement i de flesta magmatiska bergarter men en viss förhöjning kan märkas i vissa basiska varianter. I sura bergarter ligger nivåerna på 40 till 60 mg/kg, medan de basiska håller 80 till 120 mg/kg. Lägre halter



finns i sedimentära bergarter såsom sandstenar och kalkstenar (10 till 30 mg/kg). Zink förekommer som spårelement i höga halter i sulfider och i mineral som t.ex. zinkblände i landets sulfidmalmer. Zink har ofta en stark affinitet till järn och mangan.

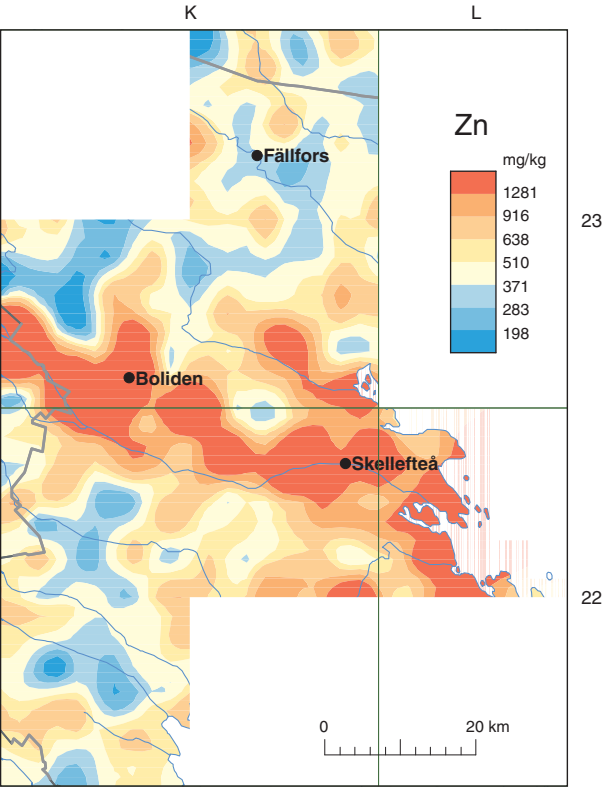
En del prov från den markgeokemiska karteringen har analyserats på syralakbart zinkinnehåll i såväl finfraktionen (<0,063 mm) som i <2,0 mm-fraktionen. I figuren nedan till vänster åskådliggörs förhållandet mellan de två fraktionerna. Korrelationen är starkt positiv och halterna i <2,0 mm-fraktionen ligger på ca två tredjedelar av halten i finfraktionen. Den grövre av de två fraktionerna används vid undersökningar av förorenad mark.

Vid vittringen av zinkmineral i sur existerande miljö bildas ett flertal lättlösliga joner och jonkomplex som gör zink till en mycket mobil tungmetall. En faktor som i viss mån motverkar rörligheten i dräneringssystemen är zinks förmåga att binda sig till järn- och manganhydroxider och till humusämnen. Zink, liksom ett flertal andra tungmetaller, har även en stark tendens att adsorberas till lermineral.

ZINK I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET – BIOGEOKEMI

En dominerande källa till förhöjda tungmetallhalter i landets vattendrag är förekomsten av sulfidmineral i berg och jordlager. Förutom svavel innehåller dessa mineral även betydande mängder av arsenik, bly, kadmium, koppar och zink. I oxiderande miljöer är flera sulfidmineral extremt lättvittrade. I naturen kan man ibland se detta i form av rostbruna block och hållar.

I undersökningsområdet kan man se att zink uppvisar likartade mönster med arsenik, bly, guld, kadmium och koppar. Likt ett pärlband förbinder den högsta färgklassen de malmförande bergarter som har gett upphov till gruvdriften i Skelleftefältet. Från området strax väster om Boliden och fram till trakten av Skellefteå kan man följa hur berggrunden påverkar bäcksystemens zinkinnehåll. Öster därom, strax söder om Rönnskär, sammanfaller förhöjda zinkhalter med övriga malmrelaterade metaller i en anomali som troligtvis härrör från nedfall av rökavgaser. Denna kustnära anomali är den miljöpåverkan som kan relateras till gruvverksamheten inom undersökningsområdet. Vid Kägefjärden sträcker sig ett högområde som en tunga in mot nordväst. Inom det området finns inga kända zinkfyndigheter, utan förhöjda halter kan sannolikt härledas till förekomsten av metasediment i berggrunden och till förekomsten av postglaciala finsediment.

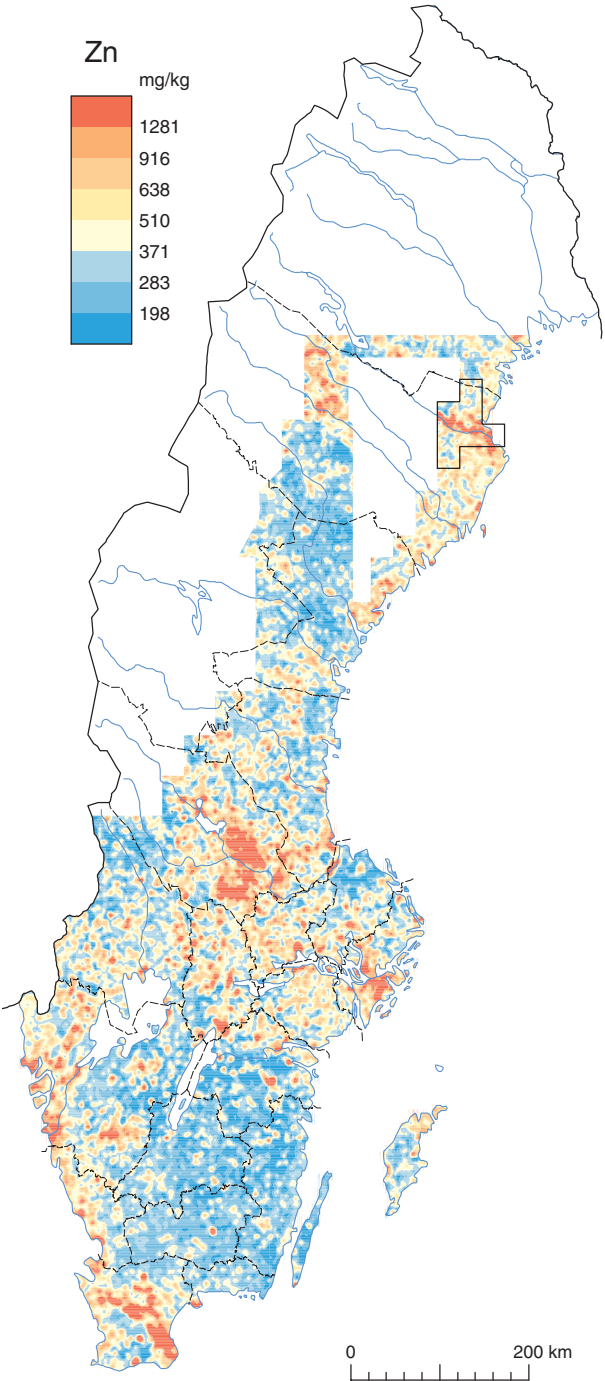


KARTBILDEN – RIKET

I den utpräglade barrskogsterrängen, dvs. morän- och myrområdena i Norrlands inland, västra Svealand och Sydsveriges moränområden, finns en naturligt sur miljö i jordarna. Här kan zinkförhöjningarna relativt enkelt associeras till källorna, vilka vanligtvis utgörs av metallförhöjningar i berggrunden. Som exempel kan nämnas Årvidabergs malmfält i Östergötland och de kraftiga anomalier som finns i södra Dalarna och norra Västmanland. I Skåne finns höga zinkhalter från Österlen mot Skålderviken i nordväst. Dessa härrör troligen från berggrunden, främst från metallkoncentrationer i den kambriska sandstenen.

Zinks förmåga att anrikas till lermineral genom adsorption visar sig tydligt i den geokemiska kartbilden. Bland regioner under högsta kustlinjen (HK) uppvisar speciellt öst- och västkustens berg- och lerområden samt nordöstra Götalands och östra Svealands berg-, morän- och lerområden förhöjningar av zink. Zink har frigiorts vid oxidations- och vittringsprocesser när lerbottnarna frilagts i och med landhöjningen. I likhet med ett antal andra tungmetaller uppvisar Mälardalen markant förhöjda halter. Vid Vätterns nordspets visar en kraftig zinkanomali läget för Zinkgruvan. Den ursprungliga kopplingen direkt till berggrunden är i dag helt dominerad av effekten från gruvbrytning, varphögar, anrikningsverk och avfallsdammar.

Det höga zinkinnehållet i lerslätternas bäcksystem kan också ha påverkats av tillfört zink från vissa gödningsmedel. Zinkförhöjningarna runt tätorterna härstammar från äldre och nyare förbränning av biobränslen som kol, olja, torv och flis.



Zink i biogeokemiska prov i den hittills karterade delen av Sverige.



Huvudkontor:
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
Besök: Villavägen 18
751 28 UPPSALA
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

Filialkontor:
Geovetarcentrum
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 031-20 00 75
Fax: 031-20 02 05
E-post: gbg@sgu.se

Killiansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 046-14 01 05
Fax: 046-12 00 39
E-post: lund@sgu.se

Mineralinformationskontoret
Skolgatan 4
930 70 Malå
Tel: 0953-107 60
Fax: 0953-216 86
E-post: mala@sgu.se

Drottninggatan 33
Box 16247
103 24 Stockholm
Tel: 08-545 21 500
Fax: 08-24 68 14
E-post: stockholm@sgu.se

© Sveriges geologiska undersökning, 2005
Medgivande behövs från SGU för varje form av mångfaldigande eller återgivande av denna karta. Detta innefattar inte bara kopiering utan även digitalisering eller överföring till annat medium.

Den biogeokemiska provtagningen utfördes i huvudsak under 2001 under ledning av Harald Ressar. Kartan är sammanställd av Sten-Ake Ohlsson.

Referens till kartan: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeokemiska kartan, Zink, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, skala 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:15*.
Reference to the map: Ohlsson, S.-Å., 2005: Biogeochemical map, Zinc, Norra Västerbottenskusten, 22K–23L, scale 1:1 000 000. *Sveriges geologiska undersökning K 31:15*.

ISSN 1652-8336
ISBN 91-7158-734-9