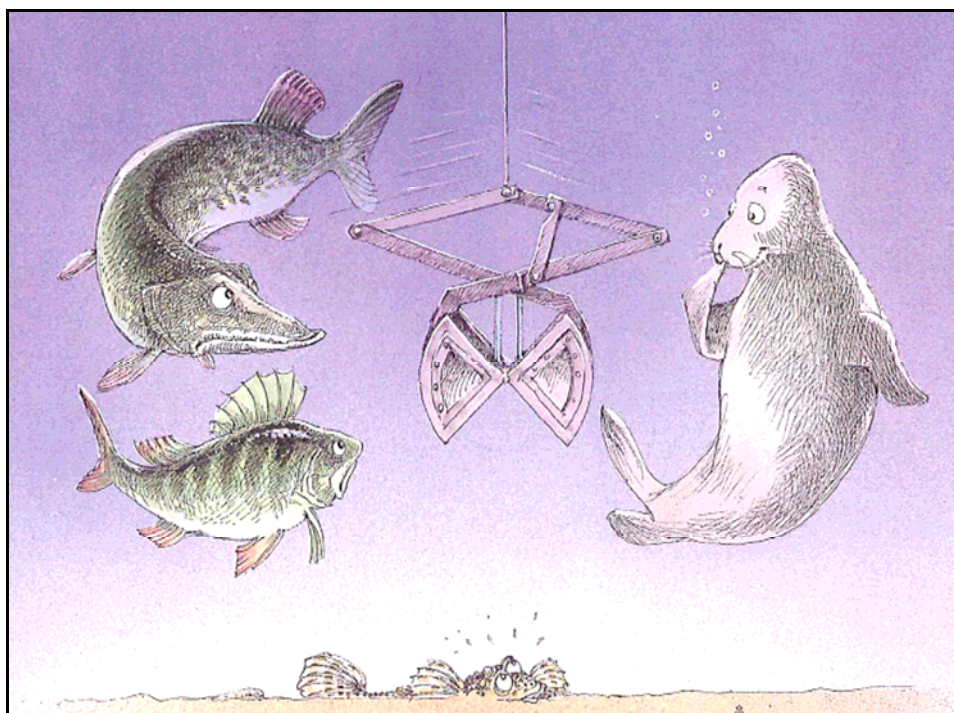




Metaller i sediment längs Norrbottenskusten

8/2007



Länsstyrelsen
Norrbotten

Titel	Metaller i sediment längs Norrbottenskusten. Länsstyrelsens rapportserie nr 8/2007
Författare:	Ulf Pettersson, Uno Strömberg
Omslagsteckning:	Anders Pettersson, Luleå
Kontaktperson:	Ulf Bergelin, Länsstyrelsen i Norrbottens län, 971 86 Luleå. Telefon: 0920-96000, fax: 0920-22 84 11, e-post: lansstyrelsen@bd.lst.se , internet: www.bd.lst.se
ISSN:	0283-9636
Tryck:	Länsstyrelsen i Norrbotten, Luleå, september 2007
Upplaga:	50 exemplar

INLEDNING.....	2
SAMMANFATTNING	3
OMRÅDESBESKRIVNING	5
GEOGRAFI	5
BIOLOGI	5
GEOLOGI	5
BAKGRUNDSINFORMATION OM METALLER I MARINA SEDIMENT	6
MATERIAL OCH METODER	7
PROVTAGNING.....	7
KEMISK ANALYS.....	10
NATURVÅRDSVERKET'S JÄMFÖRELSEVÄRDEN FÖR METALLER I MARINA SEDIMENT	11
RESULTAT OCH DISKUSSION.....	12
OKULÄR BESIKTNING AV SEDIMENTPROVEN	12
GLÖDFÖRLUST OCH TORRSUBSTANS SAMT KARAKTÄRISERING AV OLIKA BOTTENTYPER.....	12
SEDIMENTENS KEMISKA SAMMANSÄTTNING	15
<i>Huvudelement</i>	15
<i>Spårelement</i>	16
Arsenik	17
Bly	20
Kadmium	23
Kvicksilver	26
Krom.....	29
Koppar	32
Zink	35
Kobolt.....	38
Nickel	40
REFERENSER	42
BILAGA 1: ANALYSRESULTAT.....	43

Inledning

Länsstyrelsen i Norrbotten bedriver ett mångsidigt marint miljöarbete som sträcker sig från att pröva miljöfarliga verksamheter till att övervaka och utvärdera statusen på miljön samt att upprätta skyddade marina områden. Övervakningen av den marina miljön sker med hjälp av miljöövervakningsprogram samt, tillsammans med verksamhetsutövare, recipientkontrollprogram. Utvärderingen av den marina miljöstatusen sker till stor del via Miljökvalitetsmålen "Hav i balans" och "Giftfri miljö". I Miljökvalitetsmålet har man antagit ambitionen att miljösituationen om en generation ska vara sådan att metallutsläpp från mänsklig verksamhet inte ska hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. I Länsstyrelsens nuvarande miljöövervakningsprogram ingår det att metaller i kustsediment ska undersökas vart tionde år. Föregående undersökning av metaller i kustsediment genomfördes i samarbete med Länsstyrelsen i Västerbotten (Blomqvist & Jonsson, 1992). Denna undersökning genomför Länsstyrelsen i Norrbotten i samarbete med medlemmarna av det samordnade recipientkontrollprogrammet för Norrbottenskusten. Sedan 2005 är recipientkontrollerna för de kustbaserade större industrierna och reningsverken i Norrbotten samordnade i ett gemensamt recipientkontrollprogram. Samordningen har lett till en ökad effektivisering av datainsamlingen och ett ökat informationsunderlag angående miljösituationen i de olika kustrecipienterna. Det samordnande recipientkontrollprogrammet fokuserar i första hand på vattenkemi och mjukbottenfauna. Länsstyrelsen föreslog därför att år 2006 skulle deltagarna i det samordnade recipientkontrollprogrammet genomföra en gemensam insats med Länsstyrelsen att undersöka metaller i sediment. Detta för att på ett kostnadseffektivt sätt undersöka metallbelastningen längs hela Norrbottenskusten. Länsstyrelsens miljöövervakningsprogram har finansierat provtagning och analys av sediment i fyra referensområden längs med kusten och medlemmarna i det samordnade recipientkontrollprogrammet har finansierat provtagning och analys i respektive recipientområde. Sammanlagt har 46 sedimentprov från tio kustområden analyserats.

Sammanfattning

Denna sedimentstudie visar att metaller generellt visar förhöjda halter längs med hela norrbottenskusten. De högsta halterna av zink, kvicksilver, bly och kadmium återfanns i Vargödraget (Piteå skärgård), de högsta halterna av krom i Skomakarfjärden (Haparanda skärgård), och de högsta halterna av kobolt och nickel samt arsenik och koppar återfanns i referensområdena i Rånefjärden och Kinnbäcksfjärden (länsgränsen Norrbotten/Västerbotten) respektive. Vid en jämförelse med Naturvårdsverkets avvikelsevärden från naturliga bakgrundsvärden så visar metallerna bly och kvicksilver på låga avvikelsevärden, koppar, kobolt och nickel på tydliga avvikelsevärden samt kadmium, zink, arsenik och krom på stora avvikelsevärden. Hela undersökningen visar på en spridning av metallerna bly och kvicksilver mellan Naturvårdsverkets avvikelseklasser 1 till 2 ("ingen" till "liten" avvikelse), koppar, kobolt och nickel mellan avvikelseklasserna 2 till 3 ("liten" till "tydlig" avvikelse), kadmium och zink mellan avvikelseklasserna 2 till 4 ("liten" till "stor" avvikelse) samt arsenik och krom mellan avvikelseklasserna 2 till 5 ("liten" till "mycket stor" avvikelse).

I referensområdena visar metaller ofta på halter som ligger högre än Naturvårdsverkets jämförvärden för "ingen eller obetydlig avvikelse" från naturliga bakgrundsvärden. Inom referensområdena är det endast metallerna kvicksilver, nickel och bly som visar på halter som ligger inom Naturvårdsverket avvikelseklasser 1 och 2, d v s "ingen eller obetydlig"- samt "liten" avvikelse. Metallerna arsenik, kadmium, kobolt, koppar, krom och zink visar alla på högre avvikelseklasser inom referensområdena. En anledning till att höga metallhalter återfinns i referensområdena är att det är skyddade områden för vågpåverkan och att sediment därför kan ackumuleras relativt ostörts där under långa perioder. Genom anrikning av metaller i organiskt material och i järn- och manganoxidhydrider blir metaller som sprids storskaligt i Bottenviken därför anrikade på ackumulationsbottnar. Det område som generellt visar lägsta metallhalter och goda ackumulationsförhållanden är Repskärsfjärden i Kalix skärgård. Repskärsfjärden skulle därmed kunna fungera som ett referensområde för metallhalter i Bottenviken. I och med att Repskärsfjärden ligger i anslutning till pappersindustrin i Kalix bör eventuell påverkan därifrån först utredas innan området ses som en referens för metaller i sediment.

Länsstyrelsens miljöövervakningsprogram för metaller i kustabborre visar på Naturvårdsverkets avvikelseklasser 1 till 2 ("ingen eller obetydlig" till "tydlig" avvikelse) för metallerna kvicksilver, krom, koppar och nickel. Metallerna bly, zink och kadmium visar på de högre avvikelseklasserna 1 till 3, 1 till 3 och 5 respektive (d v s "ingen" till "tydlig" avvikelse samt "mycket stor" avvikelse). Av dessa metaller är det zink och kadmium som även visar på förhöjda halter i sediment. Krom som visade mycket förhöjda halter i sedimentet i den norra delen av skärgården visar inte på förhöjda halter i kustabborre samt bly som visar förhöjda halter i kustabborre visar inte på förhöjda halter i sediment.

Syfte

Syftet med denna undersökning är;

- att beskriva metallhalter i sediment från kustområden som är opåverkade av lokala källor.
- att beskriva den diffusa och långtransporterade metallbelastningen längs med Norrbottens kust
- att utvärdera om de lokala utsläppskällorna har en betydande påverkan på metallkoncentrationerna i områdena nära samhälle och industri.
- att utgöra underlag för uppföljning av miljökvalitetsmålet om en giftfri miljö.
- att följa upp sedimentundersökningen från 1991 och om möjligt se om metallhalter i kustsedimenten har förändrats.
- att jämföra metallhalter i sediment med metallhalter i kustabborre från referensområden inom den regionala miljöövervakningen för att kunna se om högre halter i sedimenten också avspeglas i högre halter i abbormuskel.

Områdesbeskrivning

Geografi

Bottenviken utgör den nordligaste bassängen av Östersjöbäckenet och sträcker sig från norra Kvarken, mellan Västerbottens och Österbottens län, upp till Haparanda- och Torne skärgårdar. Inom Norrbottens län sker de största industri- och hushållsutsläppen till Bottenviken vid de befolkningscentra som finns i Piteå, Luleå, Kalix och Haparanda. Tyngre industrier med betydande utsläpp till Bottenviken är främst pappersindustrier och metallsmältverk. Inom Bottenviken finns pappersindustrierna Billerud (Kalix), Kappa Kraftliner och SCA Packaging (Piteå), SCA Packaging (Holmsund), Stora Enso och Oy Metsä-Botnia (Kemi), Stora Enso (Uleåborg) och UPM Kymmene (Jakobstad). Utsläppen från pappersindustrierna består av en komplex blandning av organiska och oorganiska ämnen. Kvikksilver är en metall som kan släppas ut i stora mängder från pappersindustrier. Metallsmältverk inom Bottenviken är SSAB Tunnpå i Luleå (järnverk), Boliden i Skelleftehamn (koppar, zink), Outokumpu i Torneå (krom, nickel, zink), Rautaruukki i Brahestad (järnverk) och Boliden, Karleby (zink).

Biologi

Bottenviken karaktäriseras av sin brackvattenmiljö med en salthalt i vattnet på mellan 0.1 till 0.3 ‰. I ett globalt perspektiv är brackvattenmiljöer ovanliga. I Bottenviken uppstår brackvattenmiljön i och med sötvattensinflödet från de stora älvarna. I och med att de flesta växt- och djurarter är anpassade för antingen sötvatten- eller saltvattenmiljöer är brackvattenmiljöer artfattiga. Bottenvikens växt- och djursamhälle karaktäriseras av sötvattenstålga kransalger och kärlväxter som till exempel Havsrufse, Borsträse och Grönsträse samt nålsäv, ävjebrodd och höstlånke samt sötvattenstålga fiskar som Sik, Siklöja, Abborre, Gädda och Harr. Djurlivet i de djupare delarna av Bottenviken domineras av Vitmärla, Skorv och Havsborstmask.

Geologi

Bottenviken kan geologiskt beskrivas som en del av en fördjupning i den Baltiska skölden. Den Baltiska skölden är det urberg som bildades under den geologiska eran Prekambrium som sträcker sig från jordklotets bildning för cirka 4 600 miljoner år sedan till för cirka 600 miljoner år sedan. I och med fördjupningen i området så har vittrat och eroderat material ansamlats i de centrala delarna av Bottenviken och sedimentära bergarter har kunnat bildas där. Dessa sedimentära bergarter innehåller en relativt stor andel kalksten och lättvittrade kalcium- och magnesiumrika (basiska) mineral. På land domineras bergarterna av magmatiska bergarter som till största delen innehåller svårvittrade natrium- och kaliumrika (sura) mineral. Därmed skiljer sig bergarterna i Bottenviken från de bergarter som finns på land. I den norra delen av Norrbottens kustområde återfinns man en större andel basiska och kalkrika bergarter nära kusten och på skärgårdsöarna jämfört med i den södra delen av skärgården.

Under den senaste geologiska tidsperioden (kvartär) har Bottenviken utsatts för ett antal perioder med nedisningar. Det är främst spår från den senaste nedisningen som slutade för cirka 10 000 år sedan som man kan se idag i form av olika typer av isälvsavlagringar, moränformationer och landhöjningsprocesser.

Bakgrundsinformation om metaller i marina sediment

Att regelbundet undersöka metaller i sediment vid olika lokaler är ett sätt att följa vilken belastning som har förekommit i tid och rum. Beroende på olikheter i berggrundens mineralsammansättning varierar metallhalterna i sediment naturligt mellan olika områden. Andra orsaker till att metaller naturligt varierar i sediment är hur stor sedimentets andel är av organiskt material samt sekundära utfällningar av järn- och manganoxidhydroxider. Metaller anrikas i både organiskt material och sekundära järn- och manganoxidhydroxider. Man finner därför ofta högre metallhalter i sediment som innehåller en större andel av dessa partiklar.

I viss mån kan man likna sediment vid ett arkiv över nutida och historiska föroreningsbelastningar. Äldre sediment ligger djupare ner i sedimentprofilen och är överlagrade av yngre sediment. Nedbrytning av organiskt material och upplösning av sekundära oxidhydroxider i reducerande miljöer av sedimentprofilen i kombination med diffusion mot sedimentytan via sedimentets porvatten gör att man ofta får en anrikning av metaller i ytsedimentet. Dessa processer försvårar användandet av sedimentprofiler som historiska arkiv.

Genom att studera metallhalter i ytsediment från områden som inte är direkt belastade av punktutsläpp, s.k. referensområden, erhålls en indikation på den diffusa spridningen av metaller från både naturliga processer och mänskliga aktiviteter. Om mätningar i belastade områden jämförs med resultat från dessa referensområden, kan man få en tydligare bild på hur stor påverkan samhällena och industrierna har på metallbelastningen i havssedimenten.

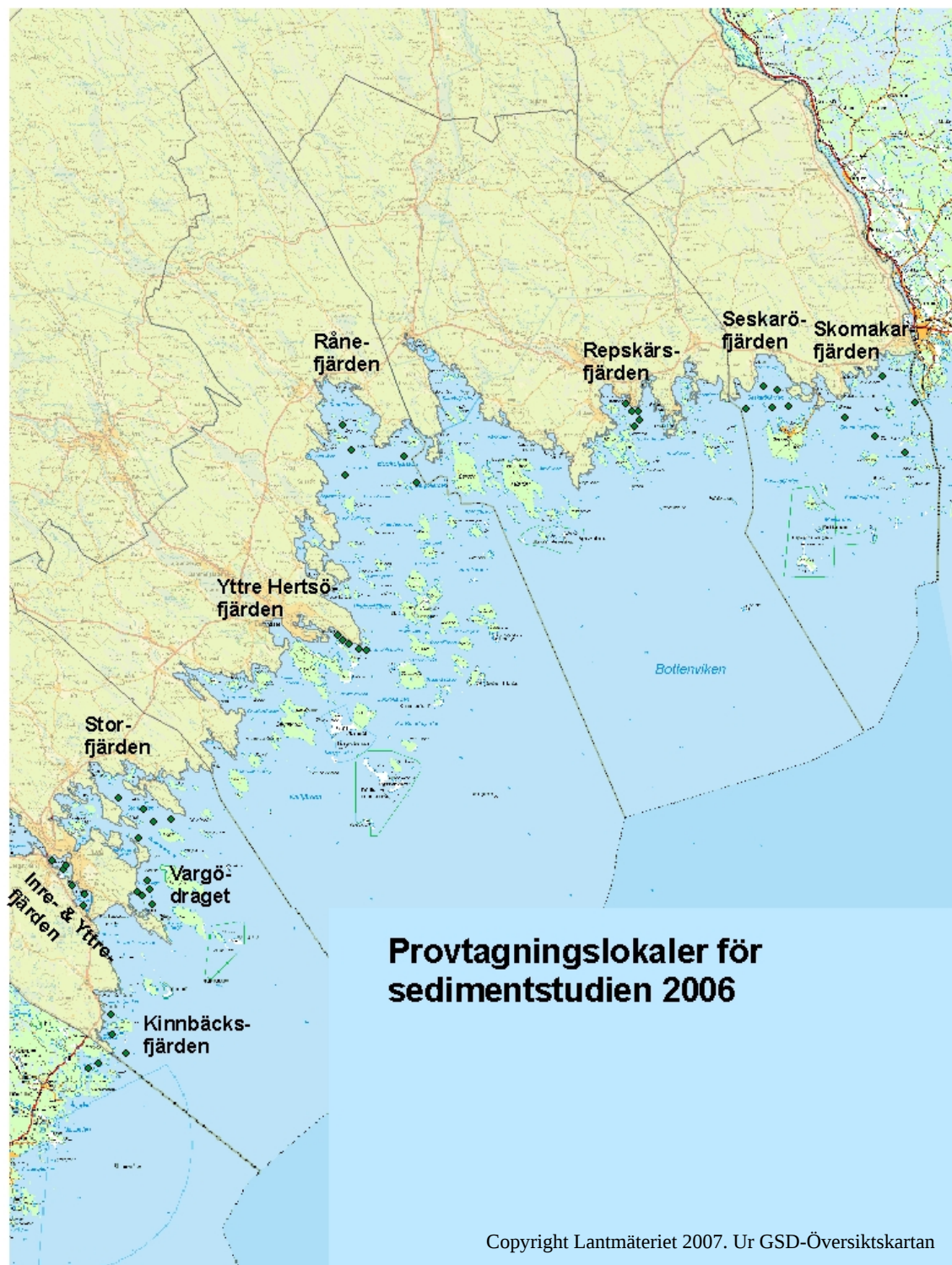
I områden med ökad metallbelastning utsätts de levande organismerna för en ökad giftbelastning. Olika metaller giftighet skiljer sig dock åt. Metaller som kobolt, koppar, krom, nickel och zink är mikronäringsämnen. Dessa metaller ingår i olika vitaminer och behövs därför i små mängder av alla organismer. Metallerna övergår dock snabbt och blir giftiga om intaget blir för stort. Olika organismer eller olika utvecklingsstadium hos en och samma organism kan visa stora skillnader i känsligheten för metallexponering. De kontrollmekanismer som finns i djur och växter för att undvika skador kan sättas ur spel om upptaget av metaller överskrider utsöndringen, vilket i sin tur kan leda till att metallkoncentrationen stiger till en giftig nivå. Metaller som Arsenik, Bly, Kadmium och Kvicksilver har ingen funktion i biologiska system och är därför giftiga redan vid mycket låga halter.

Material och metoder

Provtagning

Fältarbetet utfördes vid utvalda lokaler (se tabell 1 och figur 1) under juni månad 2006. I anslutning till de stora industrierna vid stationerna Repskärsfjärden, Yttre Hertsöfjärden, Vargödraget, Yttrefjärden och Inrefjärden samt vid referensområdet Storfjärden togs proven av industrikonsulter för Billerud, SSAB och Kappa Kraftliner i samband med den årliga bottenfaunaprovtagningen. I referensområdena Rånefjärden och Kinnbäcksfjärden togs proven av personal från UMF (Umeå Marina Forskningscentrum). Länsstyrelsen tog prov i referensområdet Seskaröfjärden samt i recipienten till Bottenvikens reningsverk, Skomakarfjärden, utanför Haparanda.

För att välja ut provtagningslokaler med mjukt sediment av ackumulerande typ i industriernas recipienter användes tidigare års bottenfaunaprotokoll från det samordnade recipientkontrollprogrammet. I referensområdena Kinnbäcksfjärden och Rånefjärden användes bottenfaunaprotokoll från Länsstyrelsens övervakningsprogram för bottenfauna. För referensområdet Seskaröfjärden och för Skomakarfjärden, användes SGU:s arbetsmaterial av den maringeologiska karteringen som utfördes år 2003 i Bottenviken. I lokalerna som valdes ut hade ytsedimenten klassats som postglacial lera, gyttje (mud) eller postglacial silt (muddy sand).



Figur 1. Karta över provtagningsområden för sedimentstudien 2006 längs med Norrbottens kust.

Kustområde	Fjärd	Stations namn	X	Y	Lat	Long	Djup m
Haparanda	Skomakarfjärden	H1	7323565	1876398	6546.850	2402.460	3,5
		H2	7319874	1880969	6545.077	2407.633	8,5
		H3	7317861	1871124	6544.777	2355.533	11,6
		H4	7315137	1875372	6543.056	2400.770	10,5
		H5	7312935	1879495	6541.652	2405.064	14,5
Seskarö Referens	Seskaröfjärden	SE1	7322206	1859895	6548.008	2341.177	8,5
		SE2	7321551	1861886	6547.525	2343.872	5
		SE3	7318995	1857482	6546.273	2337.842	13
		SE4	7319252	1861153	6546.224	2342.484	10,5
		SE5	7319413	1863418	6546.165	2345.891	12,5
Kalix	Repskärsfjärden	K1	7319766	1840964	6547.767	2316.133	4,5
		K4	7318745	1841830	6547.167	2317.100	5,5
		K14	7318730	1842756	6547.100	2318.300	6,0
		K18	7316633	1842199	6546.017	2317.250	10,5
		K22	7317521	1842837	6546.450	2318.217	10,0
Råneå Referens	Rånefjärden	R8-2	7308887	1812098	6543.718	2237.018	16,8
		R8-6	7313238	1803085	6546.561	2225.911	8,8
		R8-8	7316705	1801970	6548.477	2224.937	6,7
		R8-10	7309914	1802181	6544.835	2224.278	8,8
		R8-20	7312376	1810437	6545.679	2235.353	12,2
Luleå	Yttre Hertsöfjärden	LS2	7287800	1801187	6533.069	2219.990	8,6
		LS3	7287080	1801949	6532.642	2220.876	8,2
		LS4	7286496	1802799	6532.282	2221.894	10
		LS6	7285815	1804152	6531.842	2223.546	12,1
		LS8	7285646	1805266	6531.689	2224.959	11,3
Piteå norra Referens	Storfjärden	ST1	7265299	1770964	6522.624	2138.246	
		ST2	7263700	1774348	6521.598	2142.396	
		ST3	7262042	1775880	6520.634	2144.160	
		ST4	7262255	1778226	6520.629	2147.192	
		ST5	7259686	1773747	6519.480	2141.144	
Piteå	Vargödraget	VD2	7252584	1775317	6515.600	2142.300	
		VD5	7252364	1773476	6515.574	2139.922	
		VD7	7253852	1774885	6516.300	2141.900	
		VD9	7251868	1774227	6515.271	2140.822	
		VD10	7250613	1775665	6514.527	2142.509	
Piteälven	Yttrefjärden	YF1	7251890	1766381	6515.670	2130.800	
		YF2	7253141	1764514	6516.430	2128.558	
		YF3	7250343	1766208	6514.850	2130.400	
	Inrefjärden	IF3	7256663	1761730	6518.450	2125.400	
		IF4	7255387	1763328	6517.690	2127.300	
Kinnbäck Referens	Kinnbäcksfjärden	IF5	7255873	1763753	6517.930	2127.900	
		R6-4	7227927	1766753	6502.820	2128.517	11,4
		R6-7	7228616	1768201	6503.119	2130.432	8,2
		R6-10	7229966	1771944	6503.659	2135.334	33,2
		R6-13	7232515	1770146	6505.112	2133.349	19,6
		R6-16	7235329	1769938	6506.629	2133.412	16,9

Tabell 1. Provtagningslokaler, positioner och provtagningsdjup för sedimentstudien 2006 längs med Norrbottens kust.

Sedimentproven togs med ett plexiglasrör och rörprovtagare. Sedimentproppens översta skikt (0-1 cm) fördes över i ren polyetenburk och förvarades mörkt och svalt fram till analys. Vid provtagningen i Seskaröfjärden och Skomakarfjärden användes en båt med för hög reling vilket omöjliggjorde provtagning med rörhämtare. Istället togs sedimentprover med Ekmanhuggare, varefter rörprov togs i mitten av huggaren.

Följande data noterades för varje sedimentprov:

- Datum och tidpunkt för provtagning
- Stationens namn och koordinater
- Djup till botten (m)
- Svavellukt
- Okulär beskrivning av de olika sedimentlagren – utfördes i fält eller m.h.a. foto.

Kemisk analys

Sedimentproven skickades till ackrediterat laboratorium (Analytica AB i Luleå) där de analyserades med avseende på följande variabler:

- Torrsubstanshalten (%) bestämdes genom torkning i 105 °C enligt SS 02 81 13-1.
- Glödningsförlust (%) bestämdes genom upphettning till 1000 °C.
- Spårelementen As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn, Ba, Be, La, Mo, Nb, S, Sn, Sc, Sr, W, Y och Zr (mg/kg TS) samt huvudelementen SiO₂, Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, P₂O₅ och TiO₂ (% TS), har analyserats enligt Analyticas analyspaket MG-1. Analyserna av As, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, S och Zn sker enligt svensk standards lakningsmetod (SS 028150). Proven torkas vid 50°C och lakas i 7M salpetersyra i slutet teflonbehållare i mikrovågsugn (halterna korrigeras till TS 105°C). För övriga ämnen bestäms totalhalten i sedimentprovet efter smältning med litiummetaborat följt av upplösning i utspädd salpetersyra.

Inom miljövärden bestäms metaller i slam och sediment vanligen efter lakning av provet med salpetersyra i autoklav (Svensk Standard SS 028150). Vid sådan syralakning går löst bundna metaller i lösning medan t ex metaller inne i mineralkorn stannar kvar i partiklarna. Detta innebär att en del av metallinnehållet i provet undgår att analyseras. Den lakbara fraktionen kan dock förväntas att bättre återspegla den del av metallinnehållet som är tillgänglig för organismer i miljön.

Skillnaden mellan totalhalter och lakbara halter är olika stor för olika grundämnen. Ibland är skillnaden försumbar (t ex för As, Cd, Cu, Hg och Zn). För ämnen som uppträder i svårslösliga mineral (t ex krom) kan skillnaden vara upptill 100%. För andra metaller som Co, Ni och Pb kan skillnaderna mellan totalhalter och lakbara halter variera mellan 10% och 25%. Stor skillnad mellan de olika metoderna beror främst på om det finns svavelbundna metaller i provet. Grundämnen som till exempel Hg går förlorade då totalhalten analyseras.

Naturvårdsverkets jämförelsevärden för metaller i marina sediment

Naturvårdsverkets jämförelsevärden utgör skattningar av de metallhalter som man kan förvänta sig i områden som inte nämnvärt påverkats av människan. Skattningarna baserar sig på halter uppmätta på ca 55 centimeters djup i sediment från svenska havsområden. Naturvårdsverket antar att det material som påträffas så långt under sedimentytan bör ha avsatts i förindustriell tid och bör därför inte vara märkbart påverkat av människan. För varje metall anger man två olika jämförelsevärden. Detta beroende på om man använder sig av analysmetoden "svensk standard" eller "totalanalys".

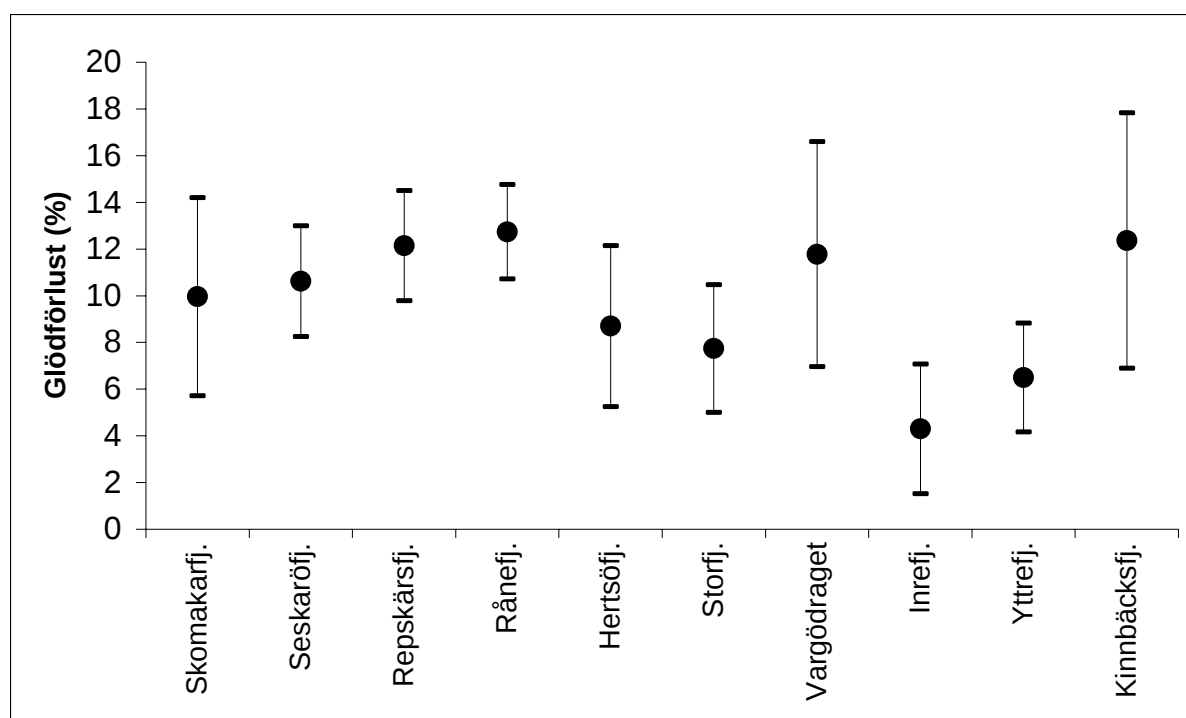
Resultat och diskussion

Okulär besiktning av sedimentproven

En okulär besiktning av sedimentproven gjordes vid provtagningstillfället. Sedimenten vid nästan alla lokaler visade ett tunt lerigt brunt ytskikt följt av ett svart/gråsvart lerigt/gyttjigt skikt. Inslag av sand observerades vid lokalerna Repskär, Yttrefjärden och Vargödraget. Vid Vargödraget fann man även inslag av grus i något prov. Detta innebär att dessa stationer inte kan betraktas som riktiga ackumulationsbottnar. Det observerades även att sedimentens bruna ytskikt expanderade efter det att provet tagits upp. Detta tyder på att reducerat järn i sedimentet fälls ut som oxidhydroxider när det oxideras av syre. Små bruna konkretioner av järnoxidhydroxider observerades även i sedimentet. Inget svavelväte kunde konstateras i sedimentproven.

Glödförlust och torrsubstans samt karaktärisering av olika botten typer

Glödförlusten (figur 2) visade generellt liten variation mellan de olika provtagningslokalerna. Signifikanta skillnader, med 95% säkerhet, kan endast observeras mellan lokalerna Inrefjärden, Yttrefjärden (låga värden) och lokalerna Seskaröfjärden, Repskärsfjärden, samt Rånefjärden (höga värden) samt mellan Storfjärden (lågt värde) och Rånefjärden (høgt värde). Høg glödförlust indikerar mycket organiskt material. I och med att metaller binder till organiskt material kan man förvänta sig høgre metallhalter i sedimentprov med høg glödförlust. Prov som visar lågre glödförluster kan innehålla ett större inslag av grövre partiklar än prov från øvriga lokaler och därför inte vara representativa ackumulationsbottnar.



Figur 2. Andelen organiskt material i sedimentproverna, mätt som glödförlust, % av torrsvikt (medel och standardavvikelse).

Håkansson et al. (1984) har tagit fram kriterier att med hjälp av data på sedimentets glödförlust och vattenhalt uppskatta från vilken typ av botten olika sedimentprov provet är tagna. Enligt Håkansson et al. (1984) beräknas vattenhalten med hjälp av torrsubstansen genom sambandet $100 - TS$ (%). Tabell 2 visar de kriterier Håkansson et al. (1984) har satt för att bedöma de olika botten typerna.

Bottentyp	Vattenhalt (% av våtvikt)	Glödförlust (% av torrsvikt)
Erosionsbotten	< 40 %	< 5 %
Transportbotten	40 – 70 %	5 – 7 %
Akkumulationsbotten	> 70 %	> 7 %

Tabell 2. Kriterier enligt Håkansson et al. (1984) för bedömning av olika botten typer.

Sediment från ackumulationsbotten har hög vattenhalt och hög glödförlust. Detta på grund av att sedimentation av små partiklar tillåts ske kontinuerligt och att sedimentpartiklarna ligger kvar. På transportbotten kan strömmar och vågrörelser tidvis föra bort ackumulerat finsediment. Erosionsbotten karaktäriseras av att bottenströmmar och vågrörelser ständigt transporterar bort finsediment från området. Metaller förekommer och transporteras i huvudsak bundet till partiklar. Därför är halterna av metaller ofta högre på ackumulationsbotten än på transportbotten och erosionsbotten.

Enligt kriterierna från Håkansson et al (1984) återfinns ackumulationsbotten vid alla provtagningslokaler (tabell 3). Vid lokalerna Seskaröfjärden, Repskärsfjärden, Rånefjärden, Hertsöfjärden, Vargödraget och Kinnbäcksfjärden dominerade ackumulationsbotten vid provtagningspunkterna. Vid Skomakarfjärden och Storfjärden ökade andelen transport och erosionsbotten vid provtagningspunkterna samt vid lokalerna Yttrefjärden och Innrefjärden dominerade transportbotten vid provtagningspunkterna. I enlighet med denna bedömning kan man därför anta att utsläpp av metaller inte ackumuleras i någon större utsträckning vid lokalerna Inre- och Yttrefjärdarna.

Kustområde	Fjärd	Stations namn	Djup m	Bottentyp (<u>A</u> ckumulation, <u>T</u> ransport, <u>E</u> rosion)
Haparanda	Skomakarfjärden	H1	3,5	T
		H2	8,5	T
		H3	11,6	A
		H4	10,5	A
		H5	14,5	A
Seskarö Referens	Seskaröfjärden	SE1	8,5	A
		SE2	5	A
		SE3	13	A
		SE4	10,5	A
		SE5	12,5	A
Kalix	Repskärsfjärden	K1	4,5	A
		K4	5,5	A/T
		K14	6,0	A
		K18	10,5	A
		K22	10,0	A
Råneå Referens	Rånefjärden	R8-2	16,8	A
		R8-6	8,8	A
		R8-8	6,7	A
		R8-10	8,8	A
		R8-20	12,2	A
Luleå	Yttre Hertsöfjärden	LS2	8,6	A
		LS3	8,2	A
		LS4	10	A
		LS6	12,1	A
		LS8	11,3	T
Piteå norra Referens	Storfjärden	ST1		A
		ST2		A
		ST3		A
		ST4		E/T
		ST5		T
Piteå	Vargödraget	VD2		A
		VD5		E/T
		VD7		A
		VD9		A
		VD10		A
Piteälven	Yttrefjärden	YF1		T/E
		YF2		T/E
		YF3		A
	Inrefjärden	IF3		A
		IF4		T/E
		IF5		T
Kinnbäck Referens	Kinnbäcksfjärden	R6-4	11,4	A
		R6-7	8,2	A
		R6-10	33,2	A/T
		R6-13	19,6	A
		R6-16	16,9	A

Tabell 3. Klassning av provtagningslokalernas olika bottentyper.

Sedimentens kemiska sammansättning

Huvudelement

För att få en översikt över sedimentets kemiska sammansättning har huvudelementen Si, Al, Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, P och Ti analyserats. I tabell 4 redovisas den inbördes förekommande ordningen av de olika huvudelementen vid varje lokal.

Lokal	Huvudelement, inbördes ordning	Karaktäristiska ämnen
Skomakarfj.	Si>Fe>Al>Ca>Mg>Na>K>Ti>Mn>P	Ca, Mg (Basiska mineral) + Fe
Seskaröfj.	Si>Fe>Al>Ca>Mg>Na>K>Mn>Ti>P	Ca, Mg (Basiska mineral) + Fe + Mn
Repskärsfj.	Si>Fe>Al>Ca>Mg>Na>K>Ti>Mn>P	Ca, Mg (Basiska mineral) + Fe
Rånefj.	Si>Fe>Al>Mn>Ca>Mg>Na>K>Ti>P	Ca, Mg (Basiska mineral) + Fe + Mn
Hertsöfj.	Si>Fe>Al>Mn>Ca>Na>K>Mg>Ti>P	Na, K (Sura mineral) + Fe + Mn
Storfj.	Si>Al>Fe>Ca>Na>K>Mg>Ti>Mn>P	Na, K (Sura mineral)
Vargödraget	Si>Al>Fe>Ca>Na>K>Mg>Ti>Mn>P	Na, K (Sura mineral)
Inrefj.	Si>Al>Fe>Ca>K>Na>Mg>Ti>Mn>P	K, Na (Sura mineral)
Yttrefj.	Si>Al>Fe>Ca>K>Na>Mg>Ti>Mn>P	K, Na (Sura mineral)
Kinnbäcksfj.	Si>Fe>Al>Ca>Na>K>Mn>Mg>Ti>P	Na, K (Sura mineral) + Fe + Mn
ref Granit	Si>Al>Fe>K>Na>Mg>Ca>Ti>P>Mn	K, Na (Sura mineral)
ref Itu	Si>Al>Fe>Ca>Mg>Na>K>Mn>Ti>P	Ca, Mg (Basiska mineral) + Mn

Tabell 4. Inbördes ordning av huvudelement samt karaktäristiska ämnen vid de olika provtagningsområdena.

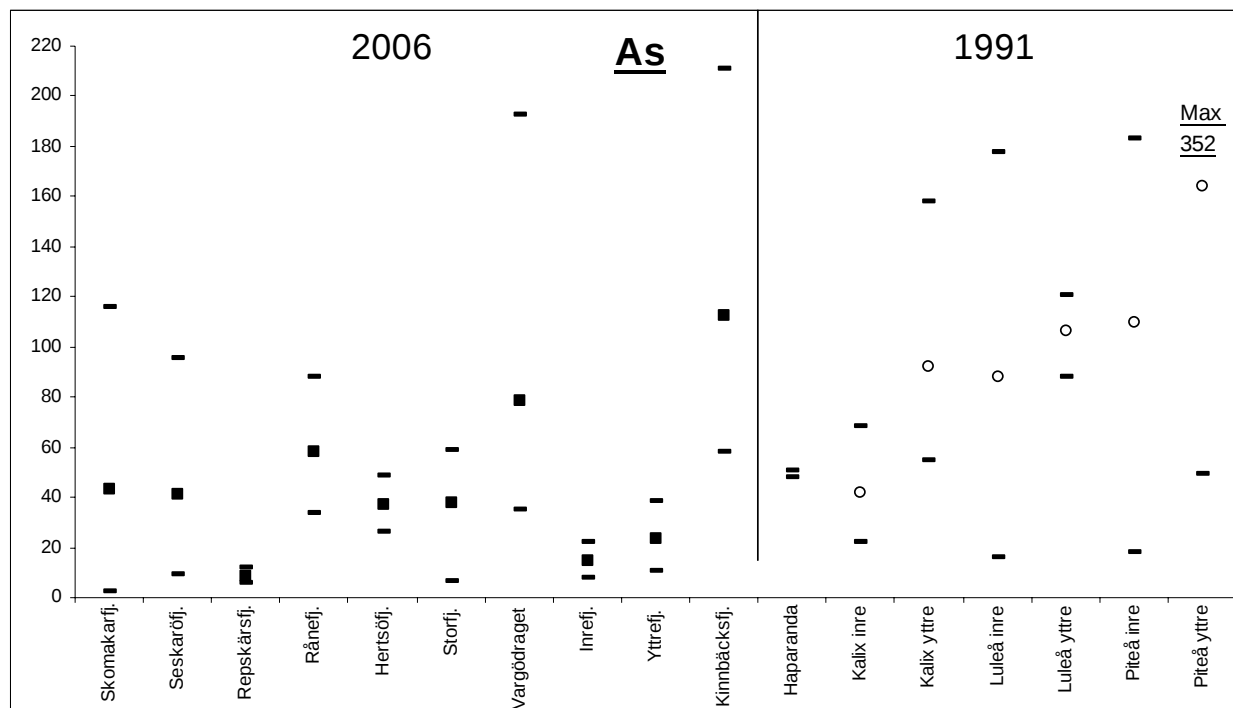
Sedimentpartiklar i ett havsområde avspeglar generellt den lokala geologins elementsammansättning. Som tidigare nämnts påverkar dock biologiska och geokemiska processer ytsedimentens elementsammansättning. En generell elementsammansättning för en granitisk berggrund är; Si > Al > Fe > K > Na > Mg > Ca > Ti > P > Mn. Får man ett inslag av kalkrika eller basiska mineral ökar andelen Ca och Mg i sammansättningen. I en tidigare sedimentundersökning som Luleå Tekniska Universitet har utfört i Bottenvikens utsjöområde har man fått en generell elementsammansättning av bottensedimentet som motsvarar följden; Si > Al > Fe > Ca > Mg > Na > K > Mn > Ti > P. Elementsammansättningen visar på ett inslag av mer basiska mineral jämfört med den granitiska berggrunden samt att Mn är anrikat.

I denna undersökning visar sedimentprov tagna i den norra delen av undersökningsområdet (Skomakarfjärden till Rånefjärden) generellt på ett större inslag av basiska mineral (Ca och Mg) jämfört med prov tagna i den södra delen av skärgården, där inslaget av sura mineral (Na och K) är större. Detta reflekterar olikheterna i berggrunden längs med kusten där man har ett ökat inslag av basiska mineral (Ca och Mg) i den norra delen av kustområdet och ett ökat inslag av sura mineral (Na och K) i den södra delen. Vid stationerna mellan sträckan Skomakarfjärden – Hertsöfjärden samt vid Kinnbäcksfjärden är järn generellt förhöjt vilket antyder att järn anrikas sekundärt vid sedimentytan i dessa områden. Vid stationerna Rånefjärden, Hertsöfjärden och Kinnbäcksfjärden är både järn och mangan kraftigt förhöjda. Denna anrikning uppkommer genom en sekundär utfällning av reducerat järn och mangan vid sedimentytan. Järn- och manganoxidhydroxider löser upp sig i reducerande förhållanden i de djupare delarna av sedimentprofilen. När järn och mangan kommer i löst fas diffunderar de upp mot sedimentytan där oxiderande förhållanden åter faller ut elementen som oxidhydroxider. Vid kraftig anrikning av dessa element kan det bildas små klumpar, järn- och mangan-noduler. Dessa sekundära utfällningar av järn- och manganoxidhydroxider har negativa ytor som kan binda metaller. Det har därför visat sig att man ofta har förhöjda metallhalter i ytsediment där man har en anrikning av järn- och manganoxidhydroxider.

Spårelement

I figur 3 till 17 samt i bilaga 1 redovisas analysresultaten för metallerna arsenik, bly, kadmium, kvicksilver, krom, koppar, zink, kobolt och nickel. De fyra först uppräknade metallerna har inga funktioner i biologiska system och är därför giftiga vid låga halter medan de andra metallerna har en viss funktion som mikronäringsämnen men blir giftiga vid förhöjda halter. I figurerna visas medelvärde samt max- och min-värde för de analyserade provpunkterna. Figuren är uppdelad så att analysresultaten från denna undersökning redovisas i den vänstra delen av figuren och analysresultaten från 1991 års sedimentundersökning redovisas i den högra delen. Naturvårdsverkets jämförvärden och avvikelseklassning för de olika metallerna i havssediment anges i tabeller under figurerna. En jämförelse med metallhalter i Kustabborre och strömming från Länsstyrelsens och Naturvårdsverkets övervakningsprogram för miljögifter görs även där data finns tillgängligt.

Arsenik



Figur 3: Halter av arsenik (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökningar 2006 och 1991.

AS	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
	Ingen eller obetydlig avvikelse	Liten avvikelse	Tydlig avvikelse	Stor avvikelse	Mycket stor avvikelse
mg/kg torrsvikt	< 10	10–17	17–28	28–45	> 45

Tabell 5: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för arsenik i ytsediment..

Generella bakgrundshalter (Laveskog et al., 1976)

Jordskorpa	5mg/kg
Vulkaniska bergarter	2mg/kg
Jordar	5mg/kg

Denna undersökning

Medelvärde alla stationer	48mg/kg
---------------------------	---------

I Länsstyrelsens undersökning 2006 visar arsenik ett medelvärde för alla provpunkter på 48 mg/kg, d v s högt över de globala jämförvärdena för arsenik i jordar och bergarter. Sju av tio havsområden visar på medelvärden enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser 4 och 5, d v s stor avvikelse respektive mycket stor avvikelse. De återstående tre havsområdena visar på avvikelseklasserna 2 och 3 (liten till tydlig avvikelse).

De tre havsområdena Repskärsfjärden, Inrefjärden och Yttrefjärden visade generellt lägre arsenikhalterna än de övriga undersökta havsområdena. Detta lägre arsenikhalterna kan till stor del förklaras utifrån förekomsten av transport och erosionsbottnar i de tre områdena. De lägsta halterna av arsenik uppmättes i Skomakarfjärden (2.72 och 5.48 mg/kg) samt Repskärsfjärden (6.15 och 6.97 mg/kg). Halterna ligger alla väl ovan detektionsgränsen som är 0,1 mg/kg för den använda analysmetoden.

De högsta halterna av arsenik uppmättes i Kinnbäcksfjärden (211 och 123 mg/kg), Vargödraget (193 mg/kg) och Skomakarfjärden (116 mg/kg). Att höga halter av arsenik återfanns i referensområdena Kinnbäcksfjärden (211 mg/kg) och Rånefjärden (89 mg/kg) kan delvis förklaras utifrån de förekommande ackumulationsbottnarna samt utfällningarna av järn- och manganoxidhydroxider på vilkas ytor arsenik och andra metaller kan binda.

Inom varje havsområde visar de enskilda provtagningspunkterna på en stor spridning av analysresultaten. Tre av havsområdena (Skomakarfjärden 2.7 – 116 mg/kg, Seskaröfjärden 9.5 – 96 mg/kg och Storfjärden 7 – 59 mg/kg) visar på en spridning som sträcker sig mellan Naturvårdsverkets avvikelseklasser 1 till 5, d v s mellan ”ingen eller obetydlig” avvikelse till ”mycket stor” avvikelse. Kinnbäcksfjärden visade en spridning av analysresultaten mellan 58 till 211 mg/kg där alla resultat håller sig inom avvikelseklass 5 (”mycket stor” avvikelse). Havsområdena Vargödraget och Rånefjärden visade en spridning mellan 35 till 193 mg/kg respektive 34 till 89 mg/kg där resultaten ligger inom avvikelseklasserna 4 och 5 (”stor” avvikelse till ”mycket stor” avvikelse).

Jämförelse med 1991 års sedimentundersökning samt Länsstyrelsens miljöövervakning.

Sedimentundersökningen från 1991 visar på något högre medelvärden för arsenik jämfört med 2006 års undersökning (figur 3). Resultaten från 1991 års undersökning visar på en tydligare trend med högre arsenikhalter i den södra delen av kustområdet som avtar mot norr, jämfört med 2006 års undersökning.

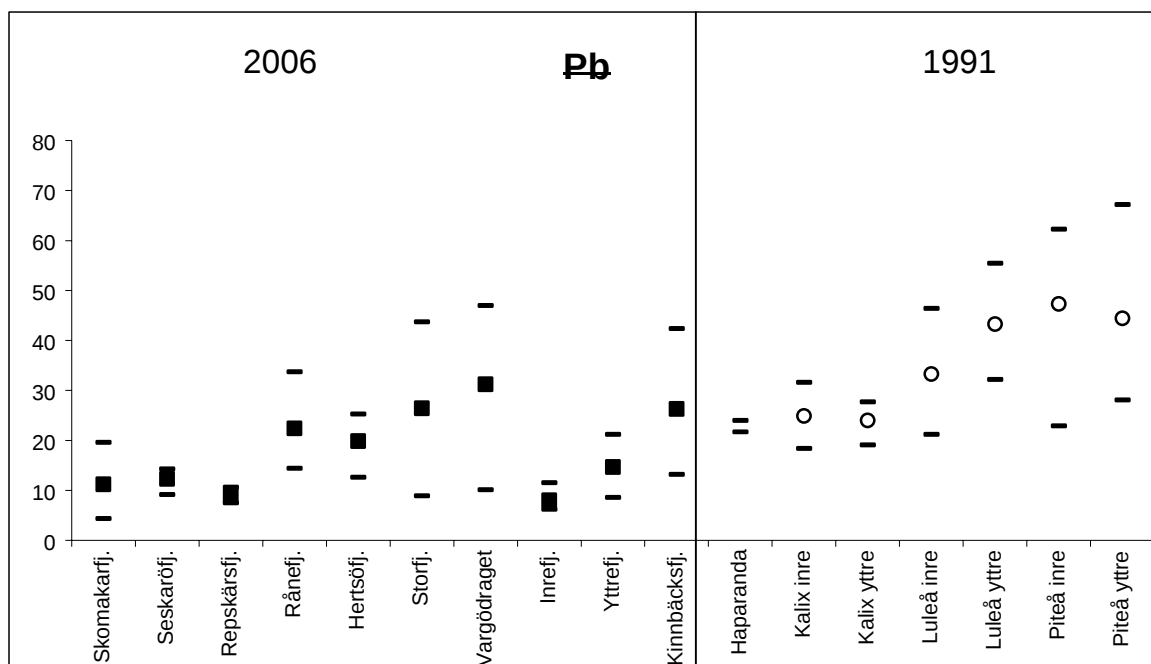
Enligt Naturvårdsverket tyder avvikelseklass 5 på föroreningar från punktkällor. Eftersom höga arsenikhalter detekteras vid alla stationer, inklusive referensstationerna Rånefjärden och Kinnbäcksfjärden, tyder resultaten på en storskalig spridning av arsenik under en längre period som har påverkat hela Bottenviken. Potentiella källor av arsenik inom Bottenviken är Bolidens smältverk i Skelleftehamn och Karleby. Extremt höga halter av arsenik på 1500 mg/kg (Jonsson och Blomkvist, 1991) samt 29500 mg/kg (Lundgren och Pettersson, 1991) har uppmätts i ytsediment på olika avstånd från smältverket Rönnskärsverken i Skelleftebukten. Andra studier visar på samma mönster med höga arsenikhalter i hela Bottenviken. Exempelvis visar finska studier på arsenikhalter mellan 109 och 239 mg/kg i Bottenviken (Loukola-Ruskeeniemi och Lahermo 2004). Sveriges Geologiska undersökning (Selinus et al. 2005) har uppmätt halter på 10 600 mg/kg i djupare liggande sediment (avsatta ungefär mellan åren 1940 och 1960) i Skelleftebukten. SGU har även visat att naturliga förhöjningar av arsenik i Bottenviken, på grund av de förekommande sulfidmineraliseringarna inom området, inte avviker från det nationella bakgrundsvärdet som ligger på mellan 5 till 20 mg/kg (Selinus et al. 2005). De förhöjda värdena av Arsenik i Bottenviken torde därför komma från industriutsläpp.

De generellt höga halterna av arsenik i hela Bottenviken antyder att halterna inte har minskat i sedimentet i relation till de betydligt minskade utsläpp som har skett från smältverken i området (Kronholm et al. 2005). En förklaring till detta är att arsenik är väldigt rörligt i de översta 10 – 15 cm av sedimentprofilen i och med att de binder till järnoxidhydroxider som löser upp sig i syrefria miljöer (Widerlund 1996). Denna rörlighet resulterar i att man får en anrikning av arsenik i det syresatta ytsedimentet och att arsenik därför lätt kan resuspenderas och transporteras vidare eller fortsätta att tas upp av växter och bottenlevande djur långt efter det att ett utsläpp har upphört. Bottenlevande fisk och skaldjur kan innehålla förhållandevis höga halter av arsenik främst i form av arsenobetain. Denna arsenikform har låg toxicitet och

utsöndras snabbt i urinen. Den anses därför inte utgöra något hälsoproblem (Öman et al. 2000, Kemikalieinspektionen 1989).

I Länsstyrelsens och Naturvårdsverkets övervakning av miljögifter i Kustabborre och strömming i Bottenviken ingår inte Arsenik i analyserna. Länsstyrelsen har därför inga egna undersökningar på Arsenik i biologiskt material i Bottenviken. Utanför Karleby, på finska sidan av Bottenviken, har man analyserat arsenik och andra metaller i Ishavsgråsugga. Där visar analyserna på att i takt med minskade utsläpp under 1970-talet har halterna av kvicksilver, kadmium och koppar minskat, medan halterna av arsenik och zink inte minskade under samma period (Kronholm et al., 2005).

Bly



Figur 4: Halter av bly (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökningar 2006 och 1991.

Pb	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
	Ingen eller obetydlig avvikelse	Liten avvikelse	Tydlig avvikelse	Stor avvikelse	Mycket stor avvikelse
mg/kg torrvikt	< 25	25–40	40–65	65–110	>110

Tabell6: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för bly i ytsediment.

Generella bakgrundshalter (Laveskog et al., 1976)

Jordskorpa	16mg/kg
Vulkaniska bergarter	12.5mg/kg
Sedimentära bergarter	20mg/kg
Jordar	20mg/kg

Denna undersökning

Medelvärde alla stationer	19mg/kg
---------------------------	---------

I Länsstyrelsens undersökning 2006 visar bly ett medelvärde för alla provpunkter på 19 mg/kg, d v s i samma storleksordning som de globala jämförvärdena för bly i jordar och bergarter. Alla havsområden visar på medelvärden enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser 1 och 2 d v s ingen eller liten avvikelse.

De generellt lägre blyhalterna i havsområdena Repskärsfjärden och Inrefjärden kan delvis förklaras utifrån förekomsten av transport och erosionsbottnar i de områdena. De lägsta halterna av bly uppmättes i Skomakarfjärden (4.4 och 5.2 mg/kg), Inrefjärden (6.2 mg/kg) och Repskärsfjärden (7.5 mg/kg). De ligger alla väl ovan detektionsgränsen som är 0.1 mg/kg för den använda analysmetoden.

De högsta halterna av bly uppmättes i Vargödraget (47 mg/kg), Storfjärden (44 mg/kg) och Kinnbäcksfjärden (42 mg/kg). Dessa värden visar på avvikelseklassen ”tydlig avvikelse” enligt Naturvårdsverket. Högre blyhalter i havsområdena i den södra delen av länet visar på samma mönster som för arsenik och kadmium med ett möjligt spridningsmönster söderifrån.

Spridningen mellan de enskilda provtagningspunkterna i de olika havsområdena är mindre för bly än för övriga metaller. Den största spridningen var i havsområdena Storfjärden (9 till 44 mg/kg), Vargödraget (10 till 47 mg/kg) och Skomakarfjärden (4 till 20 mg/kg). I Storfjärden och Vargödraget visade halterna på avvikelseklasserna 1 till 3 d v s ”ingen eller obetydlig avvikelse” till ”tydlig avvikelse”.

Jämförelse med 1991 års sedimentundersökning samt Länsstyrelsens miljöövervakning.

1991 års sedimentundersökning visar på ett tydligare mönster med högre blyhalter i havsområdena i den södra delen av länet (figur 4). Detta skulle, liksom arsenik, kunna tyda på en långväga spridning av bly från metallsmältverket Rönnskärsverken utanför Skellefteå. Jonsson och Blomkvist (1991) fann blyhalter på 148 mg/kg utanför Skelleftebukten samt Lundgren och Pettersson (1992) fann blyhalter på över 5000 mg/kg i Skelleftebukten närmare smältverket.

Övervakningen av miljögifter i kustabborre i Bottenviken visar på blyhalter enligt Naturvårdsverkets avvikelseklass ”tydlig” och ”stor avvikelse” under 2005 samt ”ingen eller obetydlig avvikelse” under 2004 vid de tre lokalerna Säivisviken, Rånefjärden och Storfjärden (tabell 7 och 8).

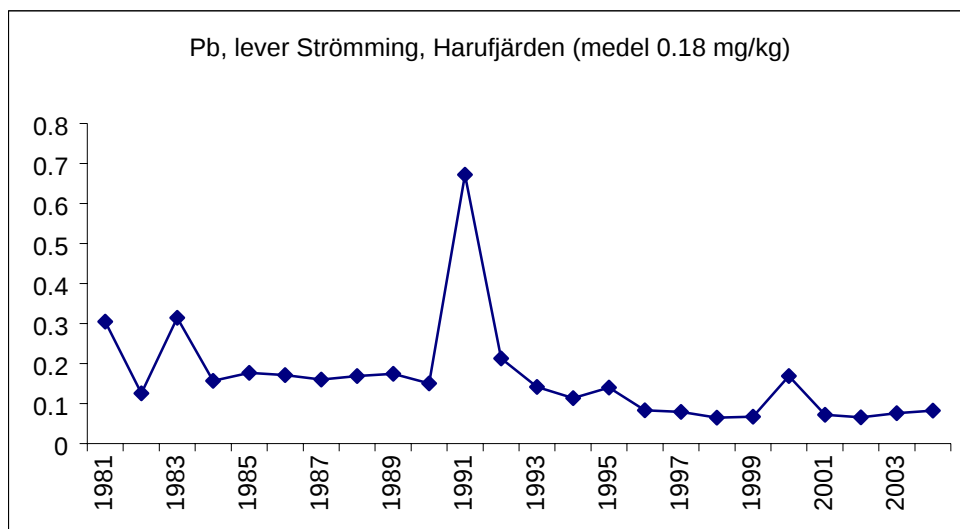
Pb lever Abborre (mg/kg)		
Lokal	2004	2005
Säivisviken (Haparanda)	0.022	0.12
Rånefjärden	0.025	0.098
Storfjärden (Piteå)	0.020	0.093

Tabell 7: Blyhalter i lever från Abborre (mg/kg). Data från Länsstyrelsen i Norrbottens miljöövervakningsprogram.

Ref. Naturvårdsverket Pb lever Abborre		
klass	Avvikelse	mg/kg
1	Ingen eller obetydlig	<0.04
2	Liten	0.04 - 0.07
3	Tydlig	0.07 - 0.11
4	Stor	0.11 - 0.18
5	Mycket stor	> 0.18

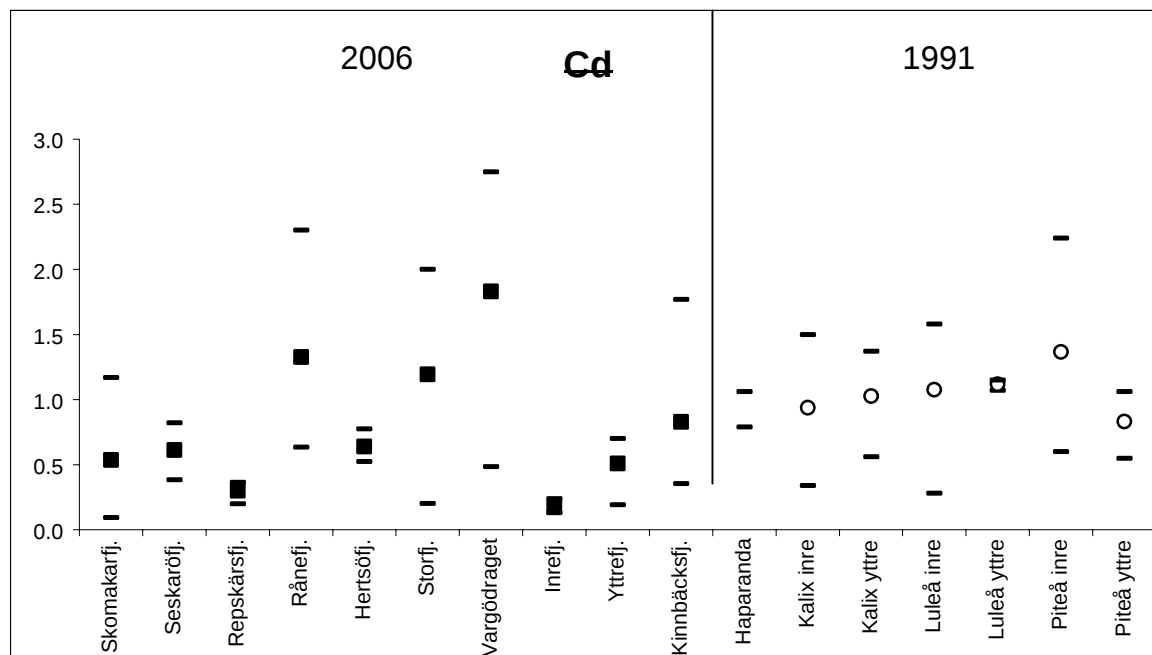
Tabell 8: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för bly i lever från Abborre.

Den längre tidsserien på Bly i lever på Strömming från Harufjärden visar att halterna i regel ligger kring 0.2 mg/kg (medelvärde 0.18 mg/kg). Tidsserien från Harufjärden visar en tendens till avtagande blyvärden med tiden i Strömming (figur 5).



Figur 5: Blyhalter i lever från Strömming i Harufjärden. Data är hämtade från IVLs databas Metaller och organiska miljögifter i marin biota, trend- och områdesövervakning och data har tagits fram inom svensk samordnad miljöövervakning.

Kadmium



Figur 6: Halter av kadmium (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökningar 2006 och 1991.

Cd	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
	Ingen eller obetydlig avvikelse	Liten avvikelse	Tydlig avvikelse	Stor avvikelse	Mycket stor avvikelse
mg/kg torrvikt	< 0.2	0.2–0.5	0.5–1.2	1.2–3	>3

Tabell 9: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för kadmium i ytsediment.

Generella bakgrundshalter (Laveskog et al., 1976)

Jordskorpa	0.55mg/kg
Vulkaniska bergarter	0.2mg/kg
Sedimentära bergarter	0.3mg/kg
Jordar	0.06mg/kg

Denna undersökning

Medelvärde alla stationer	0.8mg/kg
---------------------------	----------

I Länsstyrelsens sedimentundersökning 2006 visar kadmium ett medelvärde för alla provpunkter på 0.8 mg/kg, vilket är något högre än de globala jämförvärdena för kadmium i jordar och berggrund. Åtta av tio havsområden visar på medelvärden enligt naturvårdsverkets avvikelseklasser 3 och 4 "tydlig" avvikelse till "stor avvikelse". I två av havsområdena visar medelvärdena på klass 2 "liten" avvikelse.

De generellt lägre kadmiumhalterna i havsområdena Repskärsfjärden och Inrefjärden kan delvis förklaras utifrån förekomsten av transport och erosionsbottnar i de områdena. De lägsta halterna av kadmium uppmättes i Skomakarfjärden (0.09 mg/kg) och Inrefjärden (0.13 mg/kg). Dessa halter ligger väl ovan detektionsgränsen som är 0,01 mg/kg för den använda analysmetoden.

De högsta halterna av kadmium uppmättes i Vargödraget (2.8 mg/kg), Rånefjärden (2.3 mg/kg) och Storfjärden (2.0 mg/kg). Höga halter av kadmium vid referensstationerna Rånefjärden samt även Kinnbäcksfjärden kan delvis förklaras med de förekommande ackumulationsbottnarna samt utfällningarna av järn- och manganoxidhydroxider på vilkas ytor arsenik och andra metaller kan binda.

Spridningen av analysresultaten inom varje havsområde är något mindre för kadmium jämfört med arsenik. Störst spridning visar analysresultaten i havsområdena Skomakarfjärden (0.1 – 1.2 mg/kg), Storfjärden (0.2 – 2.0 mg/kg), Vargödraget (0.5 – 2.8 mg/kg) och Kinnbäcksfjärden (0.4 – 1.8) d v s mellan Naturvårdsverkets avvikelseklasser 1 och 2 till 4 ("ingen"- eller "liten" avvikelse till "stor" avvikelse). Skomakarfjärden visar en spridning inom Naturvårdsverket avvikelseklasser 1 till 3 ("ingen" till "tydlig" avvikelse).

Jämförelse med 1991 års sedimentundersökning samt Länsstyrelsens miljöövervakning.

Analysresultaten från 1991 visar liksom undersökningen från 2006 på en stor spridning vid de olika lokalerna (figur 6). Medelvärdena från undersökningen 1991 visar på Naturvårdsverkets avvikelseklass 3 "tydlig" avvikelse. En liknande trend som för arsenik, med högre halter av kadmium i den södra delen av kustområdet jämfört med den norra delen, antyds endast i undersökningen från 1991 men kan inte statistiskt säkerställas.

Sedimentundersökningarna från 2006 och 1991 visar i stort sett på förhöjda halter av kadmium längs med hela norrbottenskusten. En orsak till att kadmium visar på en storskalig spridning kan förklaras med att kadmium binder till järn och manganoxider och är därför väldigt mobila i de översta 10 – 15 cm av sedimenten. Denna rörlighet resulterar i att man får en anrikning av kadmium i ytsedimentet och att kadmium därför lätt kan resuspenderas och transporteras vidare eller fortsätta att tas upp av växter och bottenlevande djur långt efter det att ett utsläpp har upphört.

Övervakningen av miljögifter i kustabborre i Bottenviken visar på kadmiumhalter enligt Naturvårdsverkets avvikelseklass "mycket stor" vid de tre lokalerna Sävisviken, Rånefjärden och Storfjärden (tabell 10 och 11).

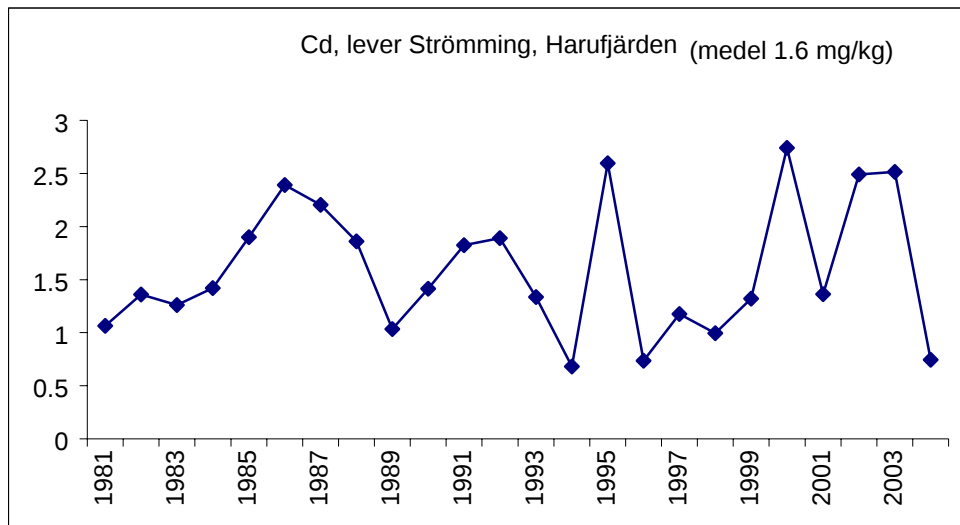
Cd lever Abborre (mg/kg)		
Lokal	2004	2005
Sävisviken (Haparanda)	1.10	1.1
Rånefjärden	1.62	1.0
Storfjärden (Piteå)	1.27	1.2

Tabell 10: Kadmiumhalter i lever från Abborre (mg/kg). Data från Länsstyrelsen i Norrbottens miljöövervakningsprogram.

Ref. Naturvårdsverket Cd lever Abborre		
klass	Avvikelse	Mg/kg
1	Ingen eller obetydlig	< 0.2
2	Liten	0.2 - 0.3
3	Tydlig	0.3 - 0.6
4	Stor	0.6 - 1
5	Mycket stor	>1

Tabell 11: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för kadmium i lever från Abborre.

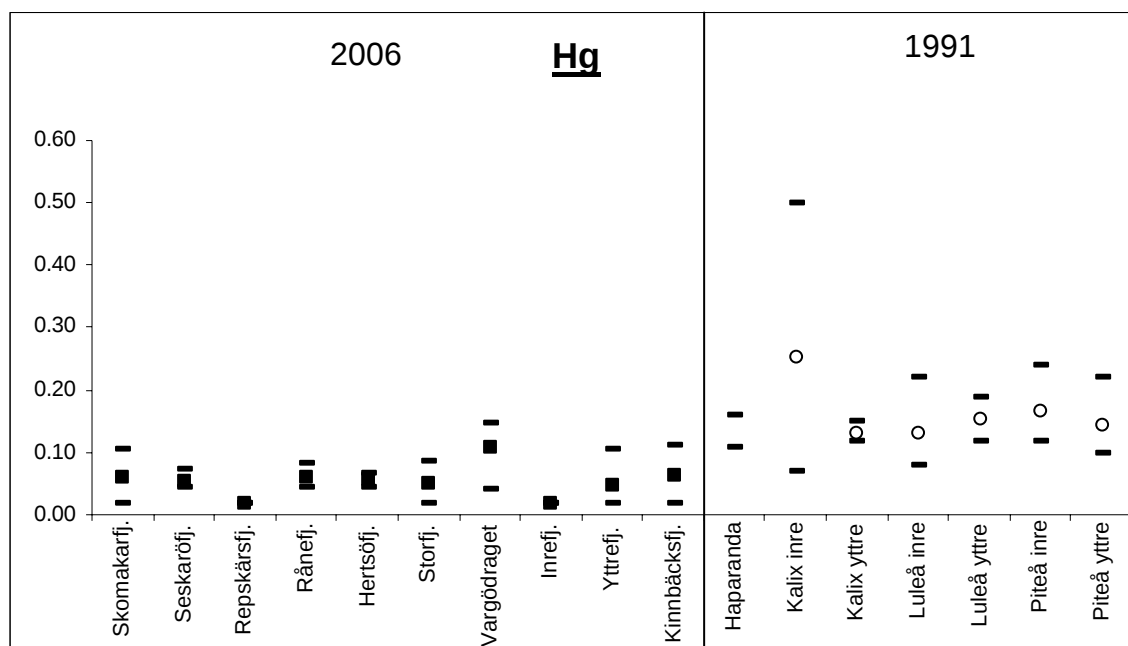
Den längre tidsserien på kadmium i lever på Strömming från Harufjärden visar att halterna kan variera avsevärt år från år men att det inte finns någon tydlig trend till minskande halter (figur 7).



Figur 7: Kadmiumhalter i lever från Strömming i Harufjärden. Data är hämtade från IVLs databas Metaller och organiska miljögifter i marin biota, trend- och områdesövervakning och data har tagits fram inom svensk samordnad miljöövervakning.

I Bottenviken utanför Karleby i Finland har man analyserat kadmium i Ishavsgråsugga och funnit att halterna har minskat i takt med de minskade utsläppen av kadmium sedan 1970-talet.

Kvicksilver



Figur 8: Halter av kvicksilver (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökningar 2006 och 1991.

Hg	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
	Ingen eller obetydlig avvikelse	Liten avvikelse	Tydlig avvikelse	Stor avvikelse	Mycket stor avvikelse
mg/kg torrvikt	< 0.04	0.04–0.13	0.13–0.4	0.4–1	>1

Tabell 12: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för kvicksilver i ytsediment.

Generella bakgrundshalter (Laveskog et al., 1976)

Jordskorpa	0.05 – 0.08 mg/kg
Sedimentära bergarter	0.05 – 0.44 mg/kg
Jordar	0.01 – 0.15 mg/kg

Denna undersökning

Medelvärde alla stationer	0.06 mg/kg
---------------------------	------------

I Länsstyrelsens undersökning 2006 visar kvicksilver ett medelvärde för hela undersökningen på 0.06 mg/kg d v s i samma storleksordning som de globala jämförvärdena för kvicksilver i jordskorpan och jordar. Alla havsområden i undersökningen visar på medelvärden enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser 1 och 2 d v s ingen eller liten avvikelse.

De generellt lägre kvicksilverhalterna i havsområdena Repskaröfjärden och Inrefjärden kan delvis förklaras utifrån förekomsten av transport och erosionsbottnar i de områdena. De lägsta halterna av kvicksilver uppmättes i Repskaröfjärden och Inrefjärden där alla provtagningspunkter visade halter under detektionsgränsen 0.02mg/kg. Provpunkter med kvicksilverhalter under detektionsgränsen återfanns även i havsområdena Skomakaröfjärden, Storfjärden, Yttrefjärden och Kinnbäcksfjärden.

De högsta halterna av kvicksilver uppmättes i Vargödraget (0.15 mg/kg), Kinnbäcksfjärden, Yttrefjärden och Skomakarfjärden (0.11 mg/kg). Det är enbart i Vargödraget som värden visar på "tydlig avvikelse" enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser.

Spridningen mellan de enskilda provtagningspunkterna i de olika havsområdena är mindre än för övriga metaller. Den största spridningen var i havsområdena Yttrefjärden, Kinnbäcksfjärden och Skomakarfjärden som alla hade en spridning mellan <0.02 till 0.11 mg/kg. Detta motsvarar Naturvårdsverkets avvikelseklasser "ingen eller obetydlig avvikelse" till "liten avvikelse".

Jämförelse med 1991 års sedimentundersökning samt Länsstyrelsens miljöövervakning.

1991 års sedimentundersökning visar generellt högre kvicksilverhalter än undersökningen från 2006 (figur 8). Detta indikerar att halterna av kvicksilver har minskat i sedimenten under de senaste åren. Att de högsta halterna återfanns i havsområdet utanför Kalix indikerar att det lokalt kan vara pappersindustrierna som är den största källan till kvicksilver.

Övervakningen av miljögifter i kustabborre i Bottenviken visar på kvicksilverhalter enligt Naturvårdsverkets avvikelseklass "liten avvikelse" vid de tre lokalerna Säivisviken, Rånefjärden och Storfjärden (tabell 13 och 14).

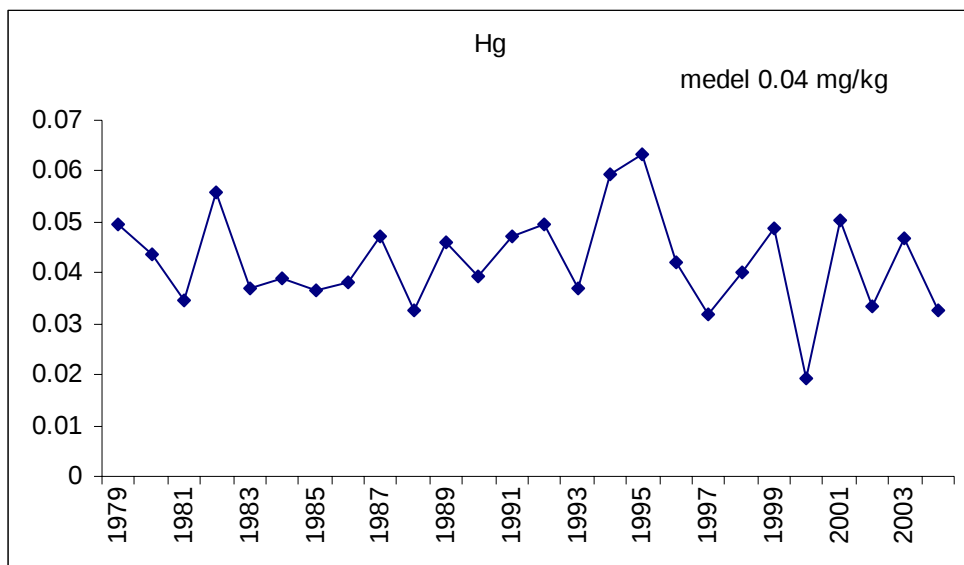
Hg muskel Abborre (mg/kg)		
Lokal	2004	2005
Säivisviken (Haparanda)	0.078	0.046
Rånefjärden	0.055	0.089
Storfjärden (Piteå)	0.069	0.069

Tabell 13: Kvicksilver i muskel från Abborre (mg/kg). Data från Länsstyrelsen i Norrbottens miljöövervakningsprogram.

Ref. Naturvårdsverket Hg muskel Abborre		
klass	Avvikelse	mg/kg
1	Ingen eller obetydlig	< 0.04
2	Liten	0.04-0.10
3	Tydlig	0.10-0.23
4	Stor	0.23-0.56
5	Mycket stor	>0.56

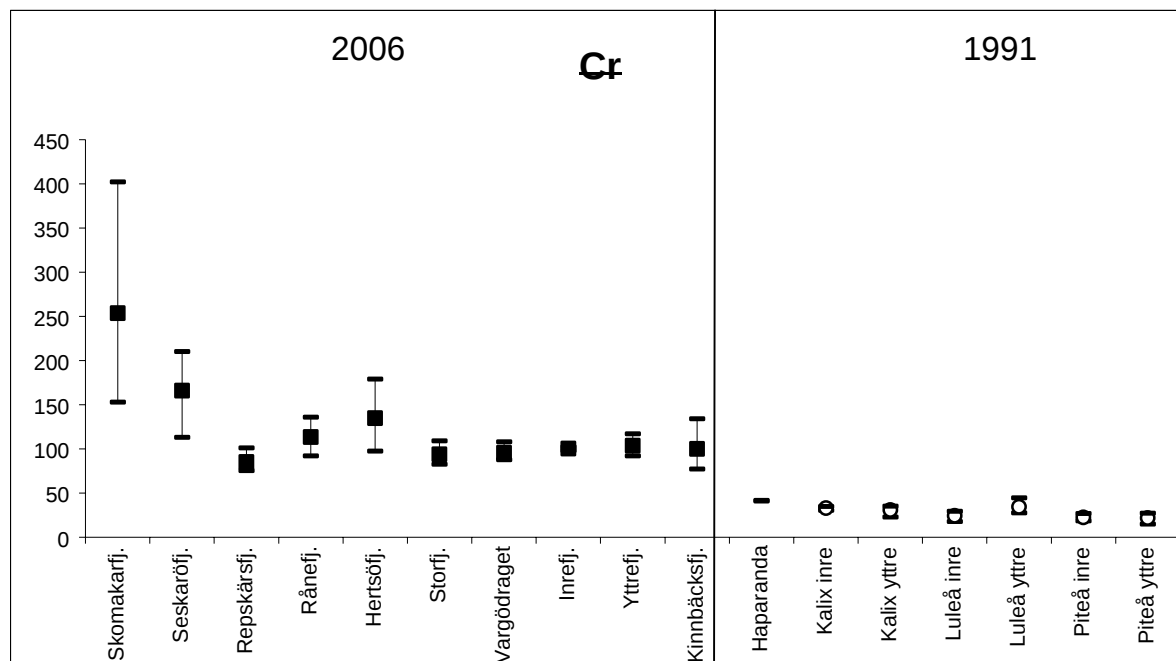
Tabell 14: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för kvicksilver i muskel från Abborre.

Den längre tidsserien på kvicksilver i lever på Strömming från Harufjärden visar att halterna i regel ligger kring 0.04 mg/kg. Ingen tendens till stigande eller avtagande kvicksilvervärden i Strömming med tiden går att utläsa (figur 9).

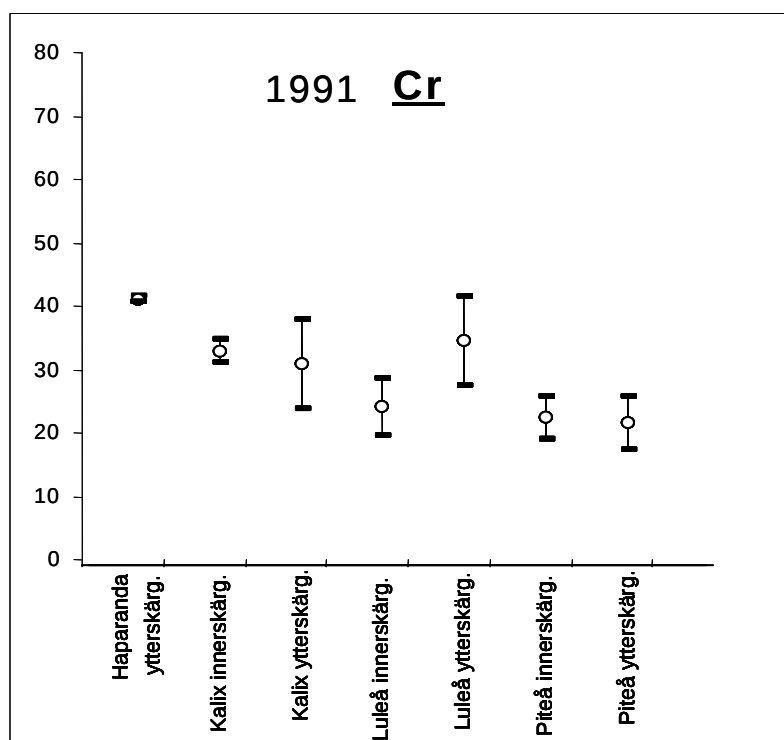


Figur 9: Kvicksilverhalter i lever från Strömming i Harufjärden. Data är hämtade från IVLs databas Metaller och organiska miljögifter i marin biota, trend- och områdesövervakning och data har tagits fram inom svensk samordnad miljöövervakning.

Krom



Figur 10: Halter av krom (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökningar 2006 och 1991.



Figur 11: Halter av krom (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökning 1991.

Cr	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
mg/kg torrvikt	Ingen eller obetydlig avvikelse	Liten avvikelse	Tydlig avvikelse	Stor avvikelse	Mycket stor avvikelse
Lakning	<40	40-50	50-60	60-70	>70
Total analys	<80	80-110	110-160	160-220	>220

Tabell 15: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för krom i ytsediment.

Generella bakgrundshalter (Laveskog et al., 1976)

Jordskorpa	- mg/kg
Vulkaniska bergarter	100 mg/kg
Sedimentära bergarter	10 – 100 mg/kg
Jordar	100 mg/kg

Denna undersökning

Medelvärde alla stationer	127 mg/kg
---------------------------	-----------

Krom har i sedimentundersökningen från 2006 analyserats med en metod som innebär att hela partikeln löses upp i en litium-metaboratsmälta. Denna metod är en totalanalys där allt krom som ingår i mineralpartiklarna analyseras. I sedimentundersökningen från 1991 analyserades krom med en lakmetod där endast partikelbundet krom analyserades. Båda analyserna är enligt svensk standard. Som ett resultat av metoderna visar analysresultaten från 1991 års undersökning därför generellt lägre halter än analysresultaten från 2006 års undersökning. Naturvårdsverket har jämförvärden för båda metoderna enligt tabell 15.

I Länsstyrelsens undersökning 2006 visar krom ett medelvärde för hela undersökningen på 127 mg/kg, d v s i samma storleksordning som de globala jämförvärdena för bly i jordar och bergarter. Sju av tio havsområden visar på medelvärden enligt Naturvårdsverkets avvikelseklass 2, d v s ”liten avvikelse”. Medelvärdet för Hertsöfjärden visade på avvikelseklass 3, d v s ”tydlig avvikelse”. Havsområdena Sesaröfjärden och Skomakarfjärden visar på högre medelvärden än de övriga havsområdena. Enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser hamnar de i klasserna 4 och 5, d v s ”Stor” och ”Mycket stor” avvikelse respektive.

De lägsta halterna av krom uppmättes i Repskärsfjärden 75 mg/kg och Kinnbäcksfjärden 77 mg/kg. De lägst uppmätta halterna ligger väl ovan detektionsgränsen som är 10 mg/kg för den använda metoden.

De tre högsta halterna av krom uppmättes i Skomakarfjärden (402, 275 och 243 mg/kg). Förutom i Skomakarfjärden och Sesaröfjärden uppmättes halter enligt naturvårdsverkets jämförvärde ”tydlig avvikelse” vid enstaka provtagningspunkter i Repskärsfjärden, Rånefjärden och Kinnbäcksfjärden.

Spridningen av analysresultaten mellan de enskilda provtagningspunkterna i de olika havsområdena är högre i den norra delen av havsområdet (Skomakarfjärden 153 – 402 mg/kg, Sesaröfjärden 113 – 210 mg/kg) än i den södra delen (Vargödraget 88 – 108, Kinnbäcksfjärden 77 – 134 mg/kg). Havsområdena Skomakarfjärden, Sesaröfjärden och Hertsöfjärden visar på en spridning av analysresultaten inom naturvårdsverkets avvikelseklasser 4 till 5, 3 till 4 och 2 till 4, respektive, d v s ”stor” till ”mycket stor” avvikelse, ”tydlig” till ”stor” avvikelse samt ”liten” till ”stor” avvikelse. De övriga stationerna visar en spridning mellan avvikelseklasserna 1 till 3, d v s ”ingen” till ”tydlig” avvikelse.

De höga halterna av krom i Skomakarfjärden och Seskaröfjärden kan med stor sannolikhet förklaras med metallindustrin i Torneå, Finland, där man producerar stållegeringar som till en stor andel innehåller krom. Andra metaller som ingår i mindre mängder i legeringarna är nickel och molybden. Hertsöfjärden och Rånefjärden visar även en tendens mot något högre kromhalter. Källor till de högre kromhalterna vid dessa lokaler kan dels vara långtransporterade partiklar från områdena kring Torneå/Haparanda samt Luleå.

Jämförelse med 1991 års sedimentundersökning samt Länsstyrelsens miljöövervakning.

Analysresultaten från 1991 visar på en liknande trend som analysresultaten från 2006 med högre kromhalter i den norra delen av Norrbottenskusten jämfört med den södra (figur 10 och 11). Luleå ytterskärgränd skiljer sig i undersökningen från 1991 från den generella trenden genom att visa på högre halter än de närliggande stationerna. Halterna från undersökningen 1991 ligger enligt Naturvårdsverkets bedömning i klasserna 1 och 2 "ingen eller obetydlig avvikelse" samt "liten avvikelse". Analyserna från 1991 års undersökning gjordes enligt svensk standard och visar därmed endast lakbara metaller på partikelytor.

Övervakningen av miljögifter i kustabborre i Bottenviken visar på kromhalter enligt Naturvårdsverkets avvikelseklass "ingen" och "liten" avvikelse vid de tre lokalerna Sävisviken, Rånefjärden och Storfjärden (tabell 16 och 17).

Cr lever Abborre (mg/kg)		
Lokal	2004	2005
Sävisviken (Haparanda)	0.0880	0.11
Rånefjärden	0.094	0.075
Storfjärden (Piteå)	0.095	0.087

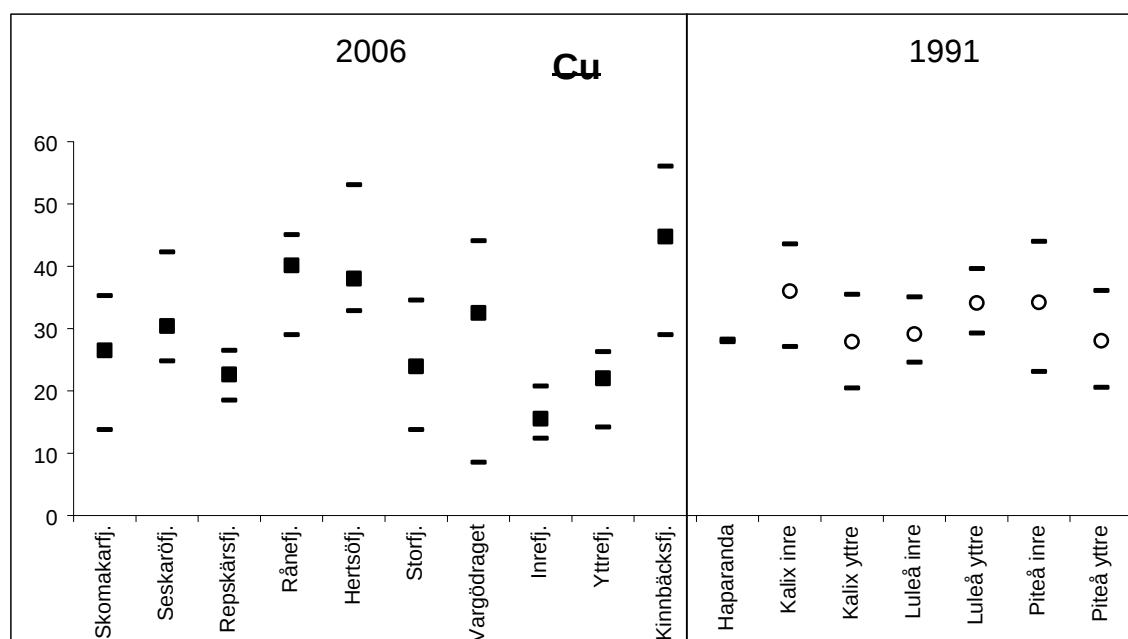
Tabell 16: Kromhalter i lever från Abborre (mg/kg). Data från Länsstyrelsen i Norrbottens miljöövervakningsprogram.

Ref. Naturvårdsverket Cr lever Abborre		
klass	Avvikelse	mg/kg
1	Ingen eller obetydlig	<0.10
2	Liten	0.10 - 0.14
3	Tydlig	0.14 - 0.21
4	Stor	0.21 - 0.31
5	Mycket stor	>0.31

Tabell 17: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för krom i lever från Abborre.

Krom har inte analyserats i den längre tidsserien på Strömning i Harufjärden.

Koppar



Figur 12: Halter av koppar (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökningar 2006 och 1991.

Cu	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
	Ingen eller obetydlig avvikelse	Liten avvikelse	Tydlig avvikelse	Stor avvikelse	Mycket stor avvikelse
mg/kg torrvikt	< 15	15–30	30–50	50–80	>80

Tabell 18: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för koppar i ytsediment.

Generella bakgrundshalter (Laveskog et al., 1976)

Jordskorpa	100 mg/kg
Vulkaniska bergarter	55 mg/kg
Sedimentära bergarter	4 – 45 mg/kg
Jordar	20 mg/kg

Denna undersökning

Medelvärde alla stationer	31 mg/kg
---------------------------	----------

I Länsstyrelsens undersökning 2006 visar koppar ett medelvärde för hela undersökningen på 31 mg/kg, d v s lägre än de globala jämförvärdena för koppar i jordskorpan men i samma storleksordning som i sedimentära bergarter och jordar. De globala jämförvärdena för koppar ligger generellt högt jämfört med Naturvårdsverkets jämförvärden. Havsområdet Sesarö, Rånefjärden, Hertsöfjärden, Vargödraget och Kinnbäcksfjärden visar på medelvärden enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser 3 d v s "Tydlig avvikelse". Havsområdena Skomakarfjärden, Repskärsfjärden, Storfjärden, Inrefjärden och Yttrefjärden visar på medelvärden enligt Naturvårdsverkets avvikelseklass 2, d v s "Liten avvikelse".

De lägsta halterna av koppar uppmättes i Vargödraget (8.5mg/kg), Inrefjärden (12.4 mg/kg) och Skomakarfjärden (13.8 mg/kg). De lägst uppmätta halterna ligger väl ovan detektionsgränsen som är 0.1 mg/kg för den använda metoden.

De högsta halterna av koppar uppmättes i Kinnbäcksfjärden (56 mg/kg), Hertsöfjärden (53 mg/kg) och Rånefjärden (45 mg/kg). Höga halter i referensområdena Kinnbäcksfjärden och Rånefjärden kan delvis förklaras utifrån de förekommande ackumulationsbottnarna samt utfällningarna av järn- och manganoxidhydroxider på vilkas ytor koppar och andra metaller kan binda. Höga halter i Hertsöfjärden kan bero på industriella utsläpp från Luleåområdet.

Spridningen mellan de enskilda provtagningspunkterna i Kinnbäcksfjärden och Hertsöfjärden är mellan 29 till 56 mg/kg och 33 till 53 mg/kg, vilket sträcker sig mellan Naturvårdsverkets jämförelseklasser "Liten" till "Stor avvikelse" samt "Tydlig" till "Stor avvikelse". Provtagningspunkterna i de övriga havsområdena visar en spridning enligt Naturvårdsverkets jämförelseklasser mellan "Ingen" till "Liten" avvikelse eller mellan "Ingen" till "Tydlig" avvikelse.

Koppar visar inte några tydliga geografiska gradienter.

Jämförelse med 1991 års sedimentundersökning samt Länsstyrelsens miljöövervakning.

1991 års sedimentundersökning visar på ett liknande sätt som undersökningen från 2006 på jämnhöga halter av koppar (medelvärde 31mg/kg) längs med hela Norrbottenskusten (figur 12).

Övervakningen av miljögifter i kustabborre i Bottenviken visar på kopparhalter enligt Naturvårdsverkets avvikelseklass "liten avvikelse" vid de tre lokalerna Sävisviken, Rånefjärden och Storfjärden (tabell 19 och 20).

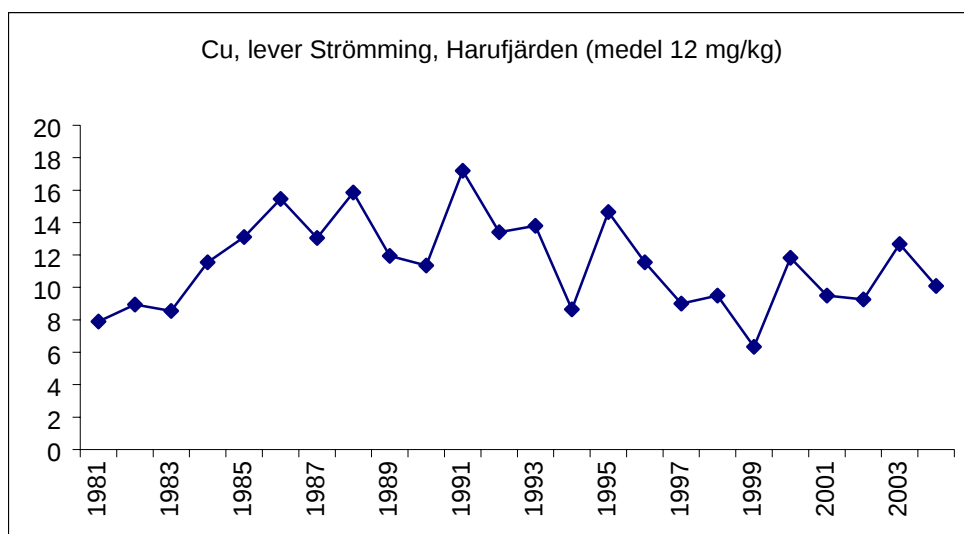
Cu lever Abborre (mg/kg)			
Lokal	2004	2005	
Sävisviken (Haparanda)	9.26	9.8	
Rånefjärden	10.1	7.5	
Storfjärden (Piteå)	6.51	12	

Tabell 19: Kopparhalter i lever från Abborre (mg/kg). Data från Länsstyrelsen i Norrbottens miljöövervakningsprogram.

Ref. Naturvårdsverket Cu lever Abborre		
klass	Avvikelse	Mg/kg
1	Ingen eller obetydlig	<7
2	Liten	7 - 11
3	Tydlig	11 - 17
4	Stor	17 - 26
5	Mycket stor	>26

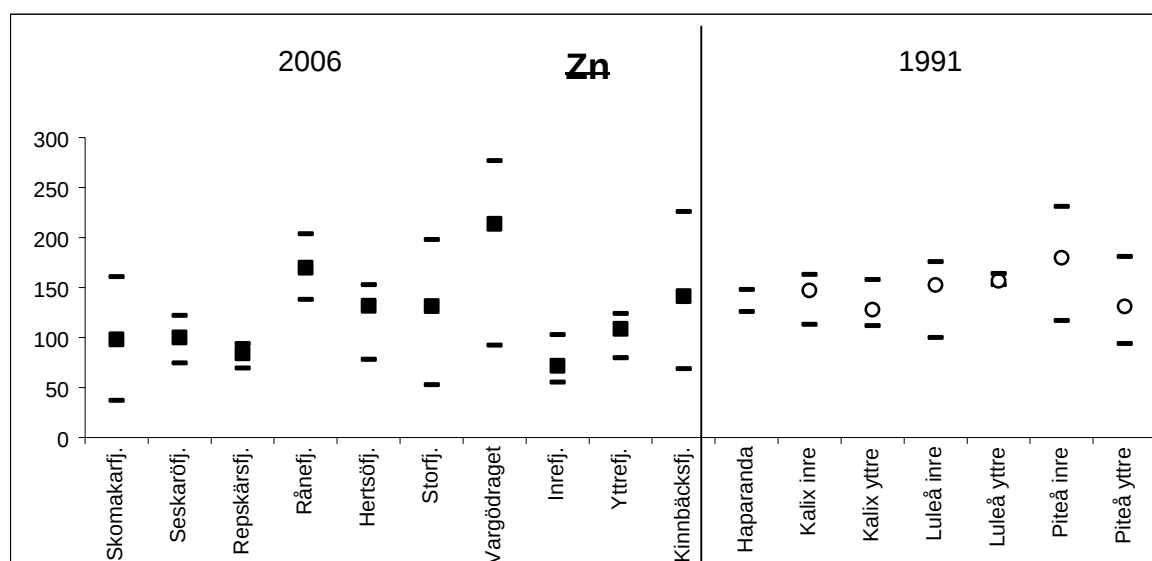
Tabell 20: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för koppar i lever från Abborre.

Den längre tidsserien på koppar i lever på Strömming från Harufjärden visar att halterna i regel ligger kring 12 mg/kg. Tidsserien från Harufjärden visar en tendens med lägre kopparhalter under de första åren under 2000-talet jämfört med perioden 1985 till 1995 (figur 13).



Figur 13: Kopparhalter i lever från Strömming i Harufjärden. Data är hämtade från IVLs databas Metaller och organiska miljögifter i marin biota, trend- och områdesövervakning och data har tagits fram inom svensk samordnad miljöövervakning.

Zink



Figur 14: Halter av zink (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökningar 2006 och 1991.

Zn	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
	Ingen eller obetydlig avvikelse	Liten avvikelse	Tydlig avvikelse	Stor avvikelse	Mycket stor avvikelse
mg/kg torrvikt	< 85	85–130	130–200	200–350	>350

Tabell 21: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för zink i ytsediment.

Generella bakgrundshalter (Laveskog et al., 1976)

Jordskorpa	40 mg/kg
Vulkaniska bergarter	70 mg/kg
Sedimentära bergarter	15 – 100 mg/kg
Jordar	50 mg/kg

Denna undersökning

Medelvärde alla stationer	128 mg/kg
---------------------------	-----------

I Länsstyrelsens undersökning 2006 visar zink ett medelvärde för hela undersökningen på 128 mg/kg, d v s högre än de globala jämförvärdena för zink i jordar och bergarter. Havsområdena Vargödraget och Kinnbäcksfjärden visar på medelvärden enligt Naturvårdsverkets avvikelseklass 4 d v s ”stor avvikelse”. Havsområdena Rånefjärden, Hertsöfjärden och Kinnbäcksfjärden visar på medelvärden enligt Naturvårdsverkets avvikelseklass 3 d v s ”tydlig avvikelse”.

De lägsta halterna av zink uppmättes i Skomakarfjärden (37mg/kg). De lägst uppmätta halterna ligger väl ovan detektionsgränsen som är 1 mg/kg för den använda metoden.

De högsta halterna av zink uppmättes i Vargödraget (277 mg/kg).

Spridningen mellan de enskilda provtagningspunkterna i många av de olika havsområdena är relativt stor. Vargödraget och Kinnbäcksfjärden visar en spridning mellan 92 till 277 och 98 till 226 mg/kg respektive, d v s mellan Naturvårdsverkets avvikelseklass 2 till 4 (”liten” till ”stor” avvikelse). Rånefjärden visar en spridning mellan 138 till 204 mg/kg, d v s mellan

avvikelseklasserna 3 till 4 ("tydlig" till "stor" avvikelse). Övriga havsområden visar en spridning av analysresultaten mellan Naturvårdsverkets avvikelseklasser 1 till 2 och 1 till 3 ("ingen" till "liten" avvikelse samt "ingen" till "tydlig" avvikelse).

På samma sätt som för Nickel och Koppar visar Zink ingen tydlig skillnad mellan olika geografiska områden. Generellt visar dock området mellan Luleå och Piteå på de högsta halterna av Zink.

Jämförelse med 1991 års sedimentundersökning samt Länsstyrelsens miljöövervakning.

1991 års sedimentundersökning visar på zinkhalter av samma storleksordning som undersökningen 2006 samt på en liknande geografisk spridning med högre halter i området kring Luleå och Piteå än längs resten av Norrbottenskusten (figur 14).

Övervakningen av miljögifter i kustabborre i Bottenviken visar på zinkhalter enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser "liten" och "tydlig" avvikelse vid de tre lokalerna Säivisviken, Rånefjärden och Storfjärden (tabell 22 och 23).

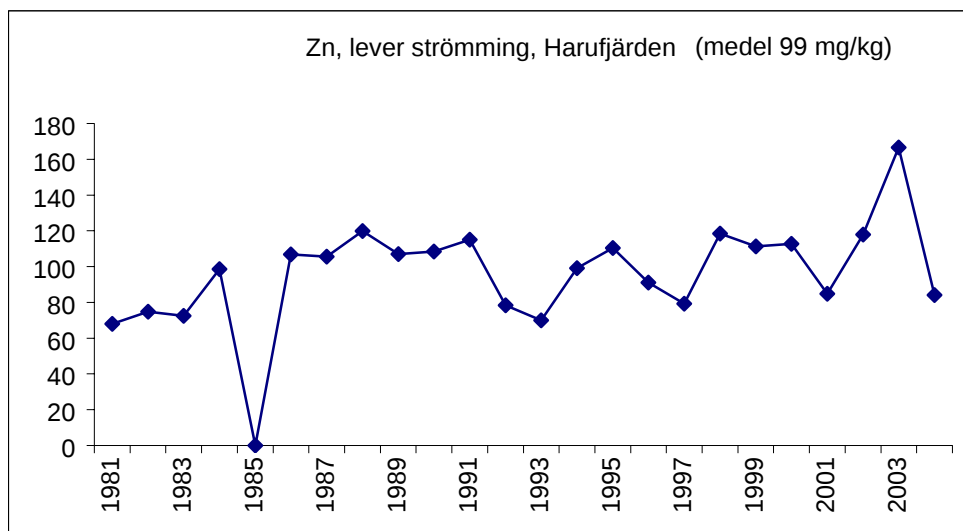
Zn lever Abborre (mg/kg)			
Lokal	2004	2005	
Säivisviken (Haparanda)	82.9	100	
Rånefjärden	69.4	83	
Storfjärden (Piteå)	82.4	100	

Tabell 22: Zinkhalter i lever från Abborre (mg/kg). Data från Länsstyrelsen i Norrbottens miljöövervakningsprogram.

Ref. Naturvårdsverket Zn lever Abborre		
klass	Avvikelse	mg/kg
1	Ingen eller obetydlig	<65
2	Liten	65 - 90
3	Tydlig	90 - 125
4	Stor	125 - 175
5	Mycket stor	>175

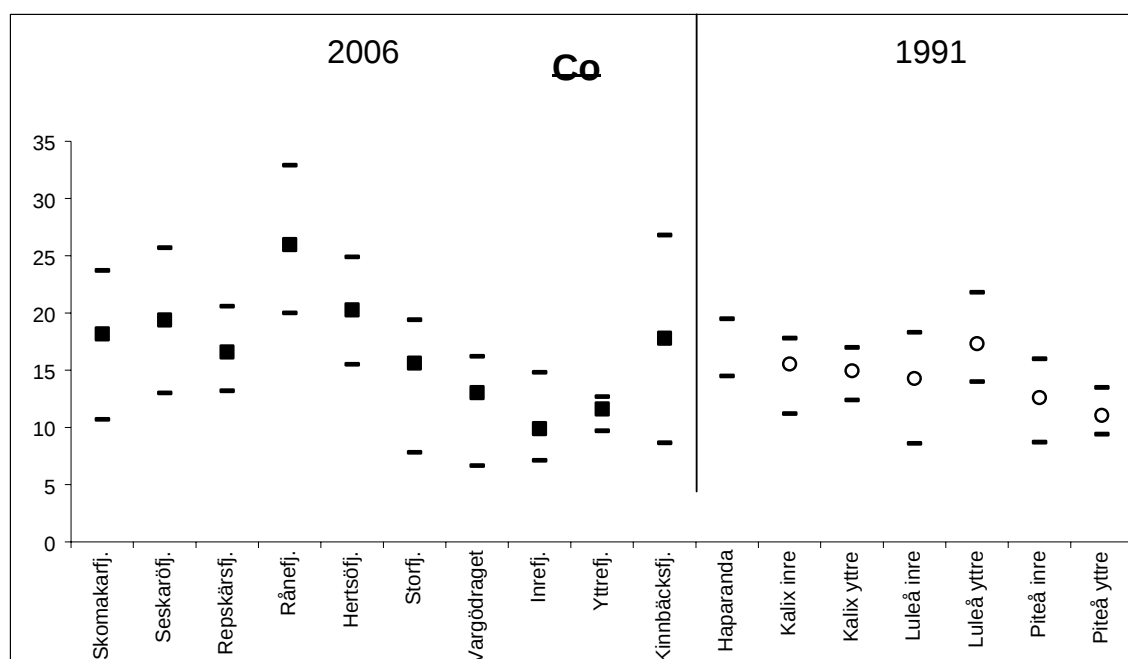
Tabell 23: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för zink i lever från Abborre.

Den längre tidsserien på Zink i lever på Strömming från Harufjärden visar att halterna i regel ligger kring 100 mg/kg (medelvärde 99 mg/kg). Tidsserien från Harufjärden visar en svag tendens till ökande zinkvärden i Strömming (figur 15).



Figur 15: Zinkhalter i lever från Strömming i Harufjärden. Data är hämtade från IVLs databas Metaller och organiska miljögifter i marin biota, trend- och områdesövervakning och data har tagits fram inom svensk samordnad miljöövervakning.

Kobolt



Figur 16: Halter av kobolt (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökningar 2006 och 1991.

Co	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
	Ingen eller obetydlig avvikelse	Liten avvikelse	Tydlig avvikelse	Stor avvikelse	Mycket stor avvikelse
mg/kg torrvikt	< 14	14–20	20–28	28–40	>40

Tabell 24: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för kobolt i ytsediment.

Generella bakgrundshalter (Laveskog et al., 1976)

Jordskorpa	23 mg/kg
Vulkaniska bergarter	25 mg/kg
Sedimentära bergarter	19 mg/kg
Jordar	8 mg/kg

Denna undersökning

Medelvärde alla stationer	17 mg/kg
---------------------------	----------

I Länsstyrelsens undersökning 2006 visar kobolt ett medelvärde för hela undersökningen på 17 mg/kg d v s i samma storleksordning som de globala jämförvärdena för kobolt i sedimentära bergarter, något högre än i jordar samt något lägre än halterna i jorskorpa samt i vulkaniska bergarter. Alla havsområden utom Hertsöfjärden och Storfjärden visar på medelvärden enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser 1 och 2 d v s ”ingen” eller ”liten” avvikelse. Hertsöfjärden och Storfjärden visar på medelvärden enligt avvikelse klassen ”tydlig avvikelse”.

De lägsta halterna av kobolt uppmättes i Vargödraget och Inrefjärden. De lägst uppmätta halterna ligger väl ovan detektionsgränsen som är 0.01 mg/kg för den använda metoden. De generellt lägre kobolthalterna i havsområdena Vargödraget, Inrefjärden och Yttrefjärden kan delvis förklaras utifrån förekomsten av transport och erosionsbottnar i de områdena.

De högsta halterna av kobolt uppmättes i Rånefjärden (33 mg/kg). Stationerna Skomakarfjärden, Seskaröfjärden, Repskärsfjärden, Rånefjärden och Kinnbäcksfjärden visar värden på en ”tydlig” avvikelse enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser.

Spridningen mellan de enskilda provtagningspunkterna i de olika havsområdena är något mindre och jämnare än genomsnittet. Den största spridningen var i havsområdena Kinnbäcksfjärden (8.7 till 26.8 mg/kg) och Skomakarfjärden (11 till 24 mg/kg). Där sträckte sig spridningen mellan naturvårdsverkets avvikelseklasser ”ingen eller obetydlig avvikelse” till ”tydlig avvikelse”.

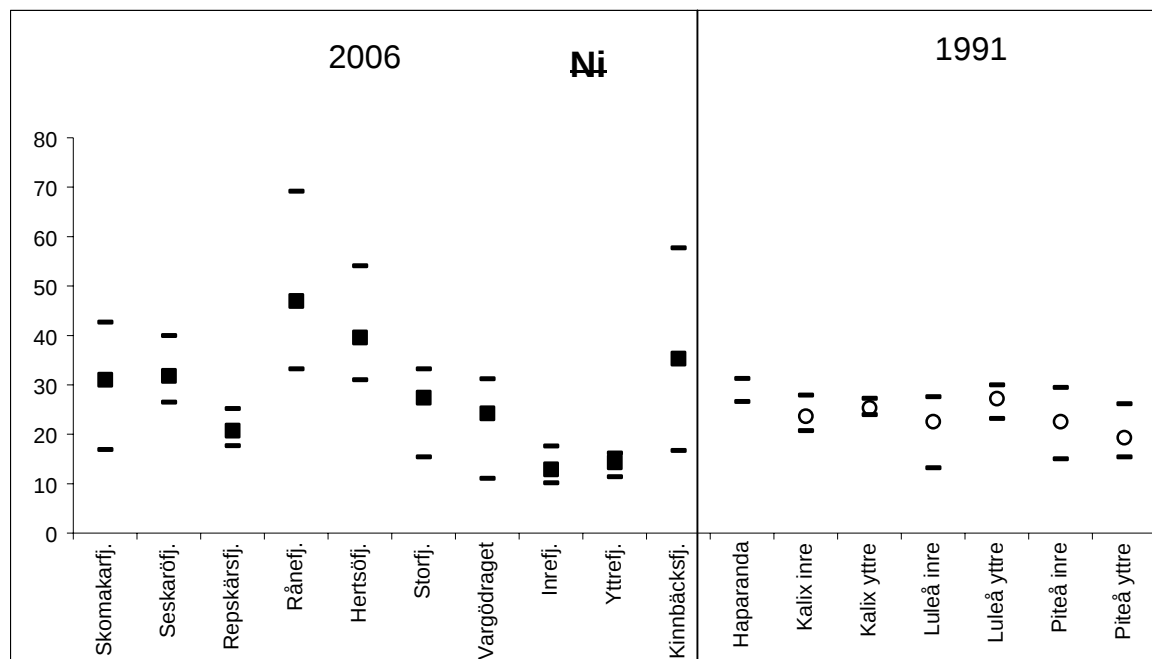
Kobolt visar generellt högre halter i den norra delen av havsområdena med högst halter kring Luleåområdet. Potentiella källor av kobolt i den norra delen av länet är metall- och stålindustrin inom området.

Jämförelse med 1991 års sedimentundersökning samt Länsstyrelsens miljöövervakning.

Analysresultaten från 1991 visar på relativt jämn variation av kobolthalterna med resultat inom Naturvårdsverkets avvikelseklass 2 ”liten avvikelse” (figur 16). Den jämnare spridningen från undersökningen 1991 kan delvis förklaras från att sedimentproven generellt tagits längre ut från kusten där man får en större inblandning av sediment från olika områden och därmed ett homogenerare sediment. 1991 års sedimentundersökning visar på ett liknande mönster som i undersökningen från 2006 med högre kobolthalter i havsområdena i den norra delen av länet.

Kobolt har inte analyserats i övervakningen av miljögifter i Kustabborre och strömming vid Bottenvikskusten.

Nickel



Figur 17: Halter av nickel (max, min och medel, mg/kg) i ytsediment vid de olika provtagningslokalerna vid Länsstyrelsens undersökningar 2006 och 1991.

Ni	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
	Ingen eller obetydlig avvikelse	Liten avvikelse	Tydlig avvikelse	Stor avvikelse	Mycket stor avvikelse
mg/kg torrvikt	< 30	30–45	45–65	65–100	>100

Tabell 25: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för nickel i ytsediment.

Generella bakgrundshalter (Laveskog et al., 1976)

Jordskorpa	100 mg/kg
Vulkaniska bergarter	75 mg/kg
Sedimentära bergarter	2 – 70 mg/kg
Jordar	40 mg/kg

Denna undersökning

Medelvärde alla stationer	30 mg/kg
---------------------------	----------

I Länsstyrelsens undersökning 2006 visar nickel ett medelvärde för hela undersökningen på 30 mg/kg, d v s lägre än de globala jämförvärdena för Nickel i i jordskorpan men i samma storleksordning som i sedimentära bergarter och jordar. De globala jämförvärdena ligger generellt högt jämfört med Naturvårdsverkets jämförvärden. Rånefjärden visar på det högsta medelvärdet och ligger enligt Naturvårdsverkets i avvikelseklass 3, d v s ”tydlig avvikelse”.

De lägsta halterna av nickel uppmättes i Vargödraget (11mg/kg), Yttrefjärden (11mg/kg) och Inrefjärden (10mg/kg). Låga halter i dessa havsområden kan delvis förklaras utifrån förekomsten av transport och erosionsbottnar i områdena. De lägst uppmätta halterna ligger väl ovan detektionsgränsen som är 0.08 mg/kg för den använda metoden.

De högsta halterna av nickel uppmättes i Rånefjärden (69 mg/kg) och Kinnbäcksfjärden (58 mg/kg). Att de högsta nickelhalterna återfanns i referensområdena Rånefjärden och Kinnbäcksfjärden kan delvis förklaras utifrån de förekommande ackumulationsbottnarna samt

utfällningarna av järn- och manganoxidhydroxider på vilkas ytor nickel och andra metaller kan binda

Spridningen mellan de enskilda provtagningspunkterna i Rånefjärden är mellan 33 till 69 mg/kg, vilket sträcker sig mellan Naturvårdsverkets jämförelseklasser "liten" till "stor avvikelse". I Kinnbäcksfjärden är spridningen mellan 17 till 58 mg/kg, vilket motsvarar jämförelseklasserna "ingen" till "tydlig" avvikelse. De övriga havsområdena, förutom Hertsöfjärden, visar en spridning mellan avvikelseklasserna "ingen" till "liten" avvikelse. Ingen tydlig skillnad vad gäller belastningen av Nickel mellan olika geografiska områden kan observeras. En viss ökning av nickelhalterna kring Luleåområdet kan anas.

Jämförelse med 1991 års sedimentundersökning samt Länsstyrelsens miljöövervakning.

1991 års sedimentundersökning visar på samma sätt som undersökningen från 2006 på jämnhöga halter av nickel (medelvärde 23mg/kg) längs med hela Norrbottenskusten (figur 17).

Övervakningen av miljögifter i kustabborre i Bottenviken visar på nickelhalter enligt Naturvårdsverkets avvikelseklasser "ingen" och "stor" avvikelse vid de tre lokalerna Säivisviken, Rånefjärden och Storfjärden (tabell 26 och 27).

Ni lever Abborre (mg/kg)			
Lokal	2004	2005	
Säivisviken (Haparanda)	0.042	0.081	
Rånefjärden	0.039	0.069	
Storfjärden (Piteå)	0.031	0.11	

Tabell 26: Nickelhalter i lever från Abborre (mg/kg). Data från Länsstyrelsen i Norrbottens miljöövervakningsprogram.

Ref. Naturvårdsverket Ni lever Abborre		
klass	Avvikelse	mg/kg
1	Ingen eller obetydlig	<0.06
2	Liten	0.06 - 0.12
3	Tydlig	0.12 - 0.24
4	Stor	0.24 - 0.48
5	Mycket stor	> 0.48

Tabell 27: Naturvårdsverkets jämförvärden (mg/kg) för nickel i lever från Abborre.

Nickel har inte analyserats i den längre tidsserien på Strömming i Harufjärden.

Referenser

- Håkansson L., Jansson M. 1983. Principles of Lake Sedimentology. Springer Verlag. 316 pp.
- Jonsson B., Blomkvist D. 1992. Miljögifter och sedimentförhållanden i norra Bottniska viken. Länsstyrelsens tryckeri, Umeå, ISSN:0283-9636.
- Kemikalieinspektionen. 1989. Miljöfarliga ämnen, exempellista och vetenskaplig dokumentation. Rapport 10/89, Kemikalieinspektionen, Solna.
- Kronholm M., Albertsson J., Laine A. 2005. Bottenviken Life. Handlingsprogram för Bottenviken. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 1/2005. ISSN 0283-9636.
- Laveskog A., Lindskog A., Stenberg U. 1976. Om metaller, en litteratursammanställning. Statens Naturvårdsverk. ISBN 91-38-02987-1.
- Lundgren C., Pettersson U. 1992. Karaktärisering av bärarpartiklar samt budgetering av tungmetallutsläpp. En studie i recipienten till Rönnskärsverken. Examensarbete i Naturgeografi. Umeå Universitet.
- Loukola-Ruskeeniemi K., Lahermo P. 2004. Arsenic in Finland: Distribution, Environmental Impacts and Risks. Geologian tutkimuskeskus, Espoo 2004. ISBN 951-690-886-1
- Selinus O., Aastrup M., Cato I., Ek B.M. 2005. Mineralmarknaden, Tema Arsenik. SGU Program, Mineralpolitiska utredningar. ISSN 0283-2038.
- Widerlund A. 1996. Suspended particulate matter, sedimentation and early diagenetic processes in the Kalix River estuary, northern Sweden. Luleå University of Technology. Doctoral Thesis.
- Öman C., Malmberg M., Wolf-Watz C. 2000. Handbok för Lakvattenbedömning Metodik för karakterisering av lakvatten från avfallsupplag. IVL Rapport B 1354, RFV Rapport 00:7.

Bilaga 1: Analysresultat

ELEMENT %(TS)	TS	GF	SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	TiO2
Repskärsfj K1	20,5		50,8	10,7	2,24	9,36	2,32	1,8	0,281	2,8	0,314	0,604
Repskärsfj K4	32,9		55,4	11,6	2,36	8,56	2,54	1,92	0,259	3,23	0,298	0,662
Repskärsfj K14	17,1		52	11,3	2,29	9,42	2,36	1,92	0,254	3,08	0,343	0,648
Repskärsfj K18	19,9		48,7	10,5	2,13	11,7	2,23	2,12	0,617	3,09	0,361	0,616
Repskärsfj K22	18,1		49,7	10,9	2,23	11,4	2,32	2,17	0,521	3,37	0,365	0,638
Vargödraget 2	11,1	13,6	56,8	10,5	2,09	6,87	2,51	1,55	0,358	3,28	0,783	0,557
Vargödraget 5	42,2	3,8	67,3	11,4	2,29	5,62	3,04	1,02	0,293	3,14	0,288	0,494
Vargödraget 7	19	9,9	59,6	10,6	1,96	6,52	2,6	1,44	0,765	3,17	0,344	0,499
Vargödraget 9	11	15,3	53,4	10,1	2,01	6,92	2,36	1,54	0,308	3,15	0,501	0,516
Vargödraget 10	17,2	12,1	57,6	10,3	1,95	5,83	2,46	1,48	0,2	3,13	0,264	0,491
Storfj ST 1	19,9	7,6	56,9	11,4	2,15	8,21	2,72	1,91	0,581	3,25	0,307	0,567
Storfj ST 2	22,5	8,1	57,6	11,2	2,08	7,89	2,67	1,76	0,433	3,1	0,43	0,571
Storfj ST 3	21,7	7,1	58,2	11,4	2,12	8,24	2,76	1,76	0,334	3,12	0,423	0,583
Storfj ST 4	41,5	3,4	67,3	12,6	2,31	4,86	3,19	1,39	0,103	3,41	0,225	0,571
Storfj ST 5	35,3	4,1	59	10,9	2,19	11,4	2,78	1,33	0,534	2,95	0,793	0,535
Inre fj 3	42,8	2,3	69,3	12,5	2,29	4,8	3,22	1,29	0,278	3,07	0,157	0,523
Inre fj 4	45,6	2,2	68,1	12,7	2,33	5,41	3,21	1,39	0,169	3,1	0,192	0,586
Inre fj 5	21,8	6,3	58	12,4	2,19	9,77	2,91	1,63	0,748	2,7	0,283	0,631
Yttre fj 1	23,9	7,4	57,8	12,8	2,28	7,83	3,02	1,83	0,233	2,84	0,463	0,672
Yttre fj 2	42	3,1	65,9	12,7	2,46	5,9	3,08	1,47	0,13	3,02	0,277	0,668
Yttre fj 3	31,8	5,4	60,3	12,9	2,39	7	3,07	1,75	0,316	3,04	0,295	0,658
H1 Skomakarfj	33,3	5,3	60,5	12	2,71	6,09	2,31	2,04	0,104	3,1	0,239	0,739
H2 Skomakarfj	48,3	2,8	67,9	11,1	1,97	5,74	2,46	1,64	0,0855	2,78	0,152	0,478
H3 Skomakarfj	18,1	10	51,5	11,2	2,13	10,7	2,19	2,29	0,599	2,88	0,395	0,638
H4 Skomakarfj	16	10,8	47,2	10,7	1,98	14,4	2,08	2,33	0,459	2,73	0,716	0,583
H5 Skomakarfj	14,7	11,5	50,5	10,7	1,96	11,6	2,08	2,28	0,598	2,78	0,416	0,585
SE1 Seskaröfj	25,1	6,9	55,8	11,4	2,35	10,3	2,32	2,02	0,266	2,97	0,68	0,633
SE2 Seskaröfj	28,8	5,5	54,6	12,4	2,29	11	2,54	2,43	0,302	2,94	0,266	0,704
SE3 Seskaröfj	25	7	56,1	12,5	2,39	7,21	2,45	2,43	0,201	3,01	0,344	0,711
SE4 Seskaröfj	14,8	11,2	46,6	10,1	1,99	11,9	1,93	2,2	1,08	2,59	0,457	0,583
SE5 Seskaröfj	15	12,6	50,4	10,2	2,16	14,2	2,09	2,15	1,11	2,86	0,359	0,587
R8-2 Rånefj Ref	7,9	14,7	45,9	9,82	2,16	12,8	2,14	2,08	3,06	3,34	0,562	0,547
R8-6 Rånefj Ref	11,4	11,9	48,4	10,6	2,19	15,3	2,39	1,97	2,63	3,16	0,452	0,579
R8-8 Rånefj Ref	9,6	12,2	48,6	10,9	2,14	12,7	2,49	2,01	2,69	3	0,377	0,589
R8-10 Rånefj Ref	10,1	12,1	45,1	10,5	2,18	16,4	2,42	2,02	3,57	3,14	0,67	0,567
R8-20 Rånefj Ref	11,8	11,3	50,6	11,6	2,28	12,9	2,74	2,25	0,821	3,26	0,756	0,64
LS2 Yttre Härtsöfj	14,6	9,6	50,9	10,8	2,27	14,8	2,51	1,9	2,55	3,07	0,354	0,587
LS3 Yttre Härtsöfj	11,6	10,6	52,5	10,8	2,32	9,62	2,52	1,96	3,39	3,23	0,319	0,602
LS4 Yttre Härtsöfj	12,6	9,7	51,7	10,5	2,26	15,8	2,48	1,78	2,62	3,16	0,297	0,592
LS6 Yttre Härtsöfj	11,5	10,6	52,7	10,6	2,3	9,96	2,48	1,84	2,78	3,35	0,317	0,587
LS8 Yttre Härtsöfj	27	3,9	61,6	11,7	2,33	11,3	2,9	1,33	0,485	3,37	0,236	0,554
R6-4 Kinnbäcksfj	7,5	17,5	48,7	7,73	1,58	12,9	1,8	1,4	1,64	2,98	0,6	0,359
R6-7 Kinnbäcksfj	8	18,4	48,8	7,89	1,64	12,8	1,94	1,46	2,69	2,89	0,49	0,386
R6-10 Kinnbäcksfj	24,5	6,1	66,1	10,6	2,01	6,09	2,66	0,989	0,338	3,19	0,287	0,463
R6-13 Kinnbäcksfj	17,3	9,8	59,1	9,68	1,95	11,9	2,41	1,17	0,311	3,02	0,446	0,467
R6-16 Kinnbäcksfj	12,4	8,9	59,8	10,3	2,06	7,69	2,57	1,34	1,12	3,35	0,287	0,501

ELEMENT mg/kg	As	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	La	Mo	Nb
R8-2 Rånefj ref	88,6	600	1,37	1,16	24,2	103	45,1	0,0822	52,5	21	11,7
R8-6 Rånefj ref	48,2	601	1,56	0,996	26,8	135	40,2	0,0451	45,7	18,2	9,98
R8-8 Rånefj ref	33,7	631	1,43	0,634	25,9	92	29	0,0595	51,7	26,3	12,1
R8-10 Rånefj ref	65,5	697	1,45	2,3	32,9	136	42	0,0508	56,3	44,1	11,3
R8-20 Rånefj ref	56,9	617	2,11	1,54	20	101	44,5	0,0689	49,7	8,07	13,1
LS2 Yttre härtsöfj	45,3	681	1,71	0,547	24,6	157	32,9	0,0684	51,7	22,1	12,6
LS3 Yttre härtsöfj	30,9	649	1,62	0,69	16,7	103	33,1	0,0638	47,9	32,2	13,8
LS4 Yttre härtsöfj	36,5	618	1,67	0,775	24,9	179	53,1	0,0556	44,8	31,9	11,5
LS6 Yttre härtsöfj	48,9	655	1,46	0,669	19,6	97,4	37,8	0,046	41,8	23,1	12,3
LS8 Yttre härtsöfj	26,5	657	2	0,523	15,5	137	33,2	<0,04	35,1	7,21	9,66
R6-4 Kinnbäcksfj Ref	211	422	1,75	0,902	22,6	77,2	49,3	0,112	48,7	11,5	8,49
R6-7 Kinnbäcksfj ref	123	486	1,62	1,77	26,8	115	56,1	0,112	61,4	12,7	7,11
R6-10 Kinnbäcksfj ref	85,7	523	1,8	0,354	8,66	84,4	29	<0,04	32,4	<6	11,7
R6-13 Kinnbäcksfj ref	85,5	477	2,04	0,512	16,5	134	46	<0,04	32,5	7,29	9,06
R6-16 Kinnbäcksfj ref	58,4	532	1,99	0,611	14,4	89,8	43,5	0,0567	46,2	10,4	12
Repskärsfj K1	7,08	541	2,14	0,253	16	78,8	21,5	<0,04	40,4	<6	10,7
Repskärsfj K4	6,15	579	2,41	0,2	13,2	101	18,5	<0,04	46,9	<6	14,4
Repskärsfj K14	6,97	539	2,19	0,357	15,1	75,2	21,2	<0,04	36,6	<6	<6
Repskärsfj K18	12,3	537	2,23	0,365	20,6	87,6	25,6	<0,04	52,6	9,56	14,8
Repskärsfj K22	10,9	530	2,15	0,332	18	83,6	26,5	<0,04	42,6	<6	9,09
Vargödraget 2	193	635	2,16	1,77	12,5	87,9	35,5	0,129	58,1	<6	11,5
Vargödraget 5	64	597	2,13	0,486	6,66	97,5	8,53	0,0417	26,4	<6	12,1
Vargödraget 7	49,3	577	2,16	1,97	14,8	108	32,5	0,0993	54,3	<6	10,6
Vargödraget 9	53,3	530	2,11	2,18	16,2	96,8	42	0,126	51,8	<6	10,4
Vargödraget 10	35,1	501	2,23	2,75	15	87,7	44,1	0,146	50,6	<6	11,6
Storfj st1	27,9	634	2,41	1,68	18,9	98,9	27,9	0,0746	60,5	13,8	13,1
Storfj st2	45,2	586	2,43	2	19,4	89,7	34,6	0,0873	69,4	<6	13
Storfj st3	51,5	613	2,21	1,06	14,8	109	26,6	0,0605	63,8	<6	12,6
Storfj st4	6,95	733	2,49	0,201	7,83	88,9	13,8	<0,04	54,1	<6	13
Storfj st5	59,2	727	2,39	1,03	17,1	82,7	16,7	<0,04	36,5	6,88	12,6
Inre fj 3	7,94	625	2,28	0,147	7,78	102	12,4	<0,04	28,6	<6	10,7
Inre fj 4	13,8	629	2,35	0,133	7,13	101	13,4	<0,04	37,6	<6	14,1
Inre fj 5	22,3	643	2,42	0,238	14,8	98,1	20,8	<0,04	55,2	7,2	13,9
Yttre fj 1	38,6	631	2,78	0,701	12,7	102	25,5	<0,04	51	<6	14,1
Yttre fj 2	10,6	613	2,58	0,191	9,7	92,1	14,2	<0,04	41	<6	15,1
Yttre fj 3	23,1	657	2,69	0,635	12,4	117	26,3	0,107	49,9	<6	14,6
Skomakarafj H1	2,72	580	1,91	0,132	12,4	196	15,8	<0,04	35,5	5,59	14,3
Skomakarafj H2	5,48	566	1,57	0,0944	10,7	153	13,8	<0,04	20,1	<6	<6
Skomakarafj H3	31,7	564	2,06	0,501	22,7	243	32,6	0,0569	30,6	7,6	11,6
Skomakarafj H4	116	583	2,1	1,17	21,3	402	35,1	0,106	43	13	8,42
Skomakarafj H5	62,4	519	2,16	0,779	23,7	275	35,3	0,0976	53,9	7,41	15,6
Seskarö fj SE1	95,7	610	2,31	0,65	17,8	185	25,6	0,0484	30,6	<6	7,48
Seskarö fj SE2	15,6	578	2,03	0,385	20,5	117	24,8	<0,04	40,2	11,2	11,4
Seskarö fj SE3	9,5	615	2,07	0,658	13	113	27	0,0473	54,8	9,46	20,6
Seskarö fj SE4	66	541	1,43	0,821	19,9	210	32,3	0,0738	43,8	11,5	12,8
Seskarö fj SE5	18,8	550	1,72	0,546	25,7	205	42,3	0,0452	24,8	<6	<6

ELEMENT (mg/kg)	Ni	Pb	S	Sc	Sn	Sr	V	Y	Zn	Zr
R8-2 Rånefj ref	41,5	22,7	2120	9,48	<20	260	97,5	31,6	170	186
R8-6 Rånefj ref	52	17,6	1620	9,66	<20	255	102	33	157	209
R8-8 Rånefj ref	33,2	14,4	1620	10	<20	246	88,8	32	138	200
R8-10 Rånefj ref	69,2	23,7	1570	9,9	<20	273	104	34,8	204	191
R8-20 Rånefj ref	39	33,7	1580	11,2	<20	257	107	35,3	181	204
LS2 Yttre härtsöfj	43,8	25,3	1130	9,72	<20	254	150	32,4	153	234
LS3 Yttre härtsöfj	31	21,7	1410	9,84	<20	263	126	34,3	151	241
LS4 Yttre härtsöfj	54,1	20,5	1270	8,91	<20	244	133	33,5	143	258
LS6 Yttre härtsöfj	33	19,2	1560	8,96	<20	254	103	33,7	133	260
LS8 Yttre härtsöfj	35,9	12,6	697	7,33	<20	259	82,2	28,6	78,3	316
R6-4 Kinnbäcksfj Ref	33,5	38,3	2730	5,97	<20	196	60,3	35,2	201	140
R6-7 Kinnbäcksfj ref	57,7	42,4	2990	6,44	<20	203	70,7	38,1	226	154
R6-10 Kinnbäcksfj ref	16,7	13,2	991	6,3	<20	218	50,8	29,7	68,8	319
R6-13 Kinnbäcksfj ref	40,6	18,2	1690	6,01	<20	211	69,7	33,9	98,4	288
R6-16 Kinnbäcksfj ref	28	19,4	1660	7,15	<20	226	62,5	36,6	112	277
Repskärsfj K1	19,3	8,46	1910	9,19	<20	207	84,9	27,2	79,7	255
Repskärsfj K4	17,7	7,49	1480	10,5	<20	226	86,7	27,5	69,5	287
Repskärsfj K14	19,6	8,14	1680	8,61	<20	220	81	24,9	87	245
Repskärsfj K18	25,2	9,7	1760	11	<20	214	93,2	27,5	93,8	197
Repskärsfj K22	21,8	10,6	1680	10,2	<20	222	91,1	26,8	91	207
Vargödraget 2	24	31	2800	8,58	<20	239	68,6	39,8	230	242
Vargödraget 5	11,1	10,1	499	7,67	<20	238	49,4	31,5	92,4	368
Vargödraget 7	26,9	36,3	5080	8,16	<20	210	66,2	38	209	268
Vargödraget 9	28	31,7	13400	8,08	<20	213	65	37,4	261	217
Vargödraget 10	31,2	47	9030	8,52	<20	204	72	39,1	277	224
Storfj st1	33,2	31,7	20500	10,6	<20	238	73,6	42,3	165	226
Storfj st2	33	43,7	3770	10,5	<20	216	77,1	42,1	198	235
Storfj st3	23,7	33,1	2420	10,4	<20	220	74,9	39,8	136	239
Storfj st4	15,4	8,91	1500	9,36	<20	291	62,5	34,6	52,9	296
Storfj st5	31,7	14,8	1590	8,28	<20	252	63,2	37,2	105	277
Inre fj 3	10,8	6,25	208	8,27	<20	225	54	29,9	55,5	371
Inre fj 4	10,2	6,18	177	9,12	26,3	227	58	33,2	56,9	363
Inre fj 5	17,6	11,5	464	10	<20	205	68,7	39	103	261
Yttre fj 1	15,3	14,2	1000	10,6	<20	226	73,9	41,1	124	264
Yttre fj 2	11,4	8,55	287	9,67	<20	227	62,6	40,4	79,7	390
Yttre fj 3	16,2	21,2	2380	10,3	<20	228	71	40,3	122	295
Skomakarafj H1	18,5	5,22	810	12,3	<20	248	85,5	24	52,8	296
Skomakarafj H2	16,9	4,37	4830	7,36	<20	226	61,2	16,3	37,3	174
Skomakarafj H3	36,9	11,7	2260	11,6	<20	213	98,6	25	106	180
Skomakarafj H4	40	19,6	1040	10,7	<20	217	104	25,5	161	155
Skomakarafj H5	42,7	15,2	5170	12,1	<20	200	107	25,4	133	165
Seskarö fj SE1	30,1	12,5	756	10,2	<20	240	86,5	27,3	106	233
Seskarö fj SE2	30	9,14	49000	12,4	<20	224	95	25,7	74,7	217
Seskarö fj SE3	26,5	13	2210	14,5	<20	242	109	26,6	84,9	234
Seskarö fj SE4	32,4	14,3	1590	11,3	<20	212	100	21,6	122	165
Seskarö fj SE5	40	12,4	2000	9,32	<20	216	99,6	22,2	113	172



Länsstyrelsen
Norrbotten