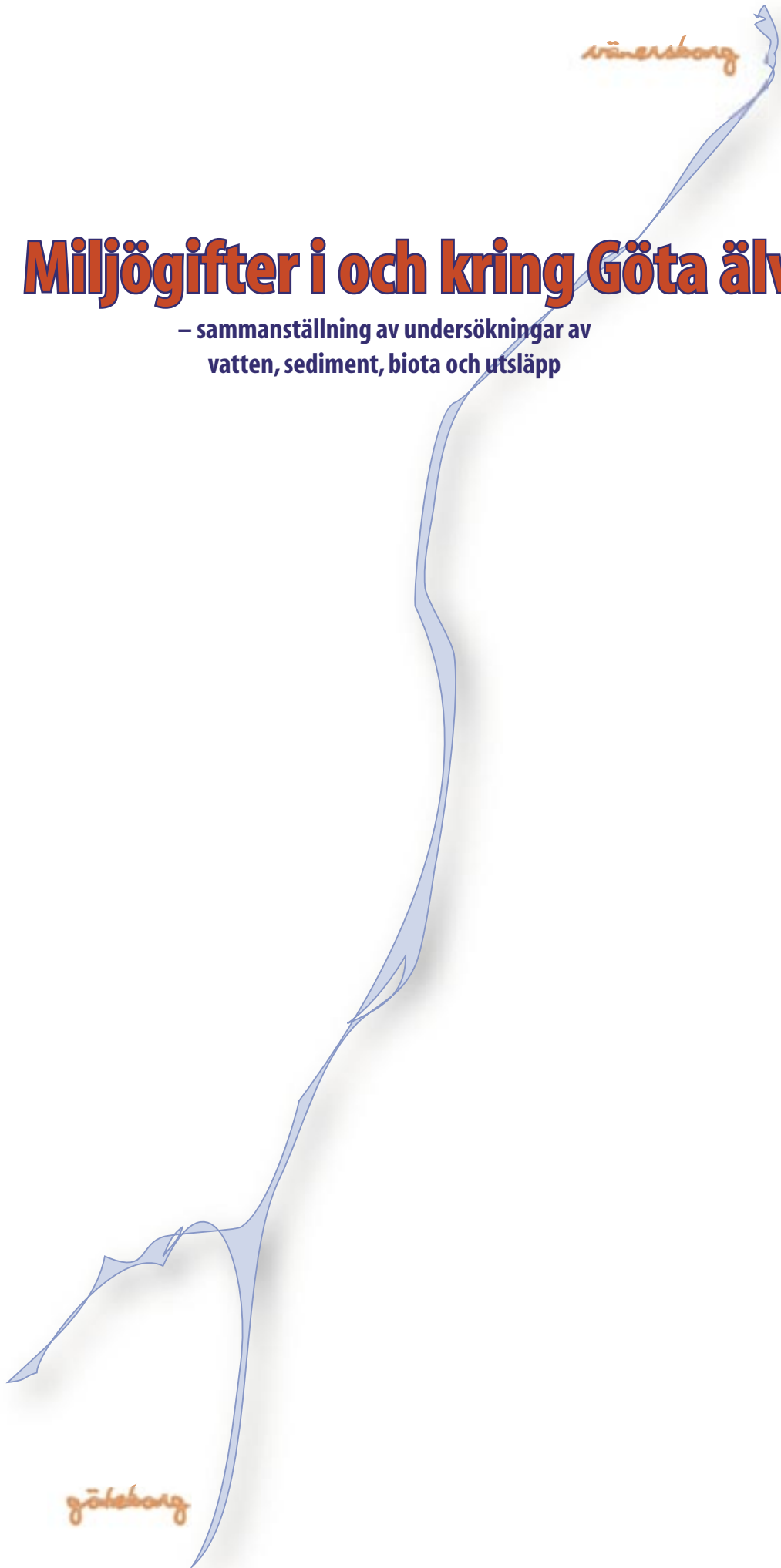


vänersborg

Miljögifter i och kring Göta älv

– sammanställning av undersökningar av
vatten, sediment, biota och utsläpp

göteborg



Miljögifter i och kring Göta älv

– sammanställning av undersökningar av
vatten, sediment, biota och utsläpp



**GÖTEBORGS
HAMN AB**



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN
Rapport 2003:57

GÖTA ÄLVS 
VATTENVÅRDSFÖRBUND

**TEXT Kristina Johansson och Anna Skrapste PROJEKTLEDARE Hans Oscarsson
PROJEKTGRUPP Jan Olofsson, Per Olsson, Hans Oscarsson och Anna Wahlqvist
ISSN 1403-168X PUBLIKATION 2003:57**

1 Innehållsförteckning

1	Innehållsförteckning.....	2
2	Inledning	3
3	Miljötilståndet i Göta älv och dess estuarium.....	3
3.1	Analys av vatten.....	4
3.1.1	Metaller	4
3.1.2	Organiska miljögifter	8
3.2	Analys av sediment	9
3.2.1	Metaller	10
3.2.2	Organiska miljögifter	16
3.2.3	Ackumulationshastighet i Göta älvs estuarium.....	26
3.3	Analys av biologiskt material	27
3.3.1	Miljögifter i gädda.....	27
3.3.2	Miljögiftsundersökning 1997/98.....	28
3.3.3	Miljögifter i tånglake, 1999.....	28
3.3.4	Metaller i vattenmossa	28
3.3.5	Bottenfaunaundersökningar	31
4	Vilka utsläppskällor finns?.....	32
4.1	Industrins utsläpp	32
4.1.1	Metaller samt arsenik och cyanid.....	33
4.1.2	Organiska miljögifter	37
4.2	Metaller och organiska miljögifter i dagvatten och vatten från skogs- och åkermark... 38	
4.3	Förorenade områden.....	40
4.3.1	Riskklassade områden utmed Göta älv	40
4.3.2	Deponier längs Göta älv.....	41
4.3.3	Spridning från förorenade områden	41
4.4	Sjöfart.....	44
4.5	Bakgrundshalter	45
4.6	Sammanställning utsläppskällor.....	45
5	Diskussion	47
6	Referenser	49

Bilagor

2 Inledning

Denna rapport är en sammanställning av miljögiftsundersökningar i Göta älv. Den koncentreras på de senaste årens undersökningar, och behandlar miljögifter i vatten, sediment och biota. Vidare studeras industriutsläpp, belastning från dagvatten, förorenad mark, deponier samt sjöfart.

Rapporten är en del av ett projekt där riskvärdering, prioritering samt åtgärder av förorenade områden inom Göta älvs dalgång behandlas. Projektet drivs av Länsstyrelsen i Västra Götalands län och syftar till att samordna och prioritera efterbehandling av förorenade områden för de många olika aktörerna som på olika sätt berörs av problematiken. Ramprojektet är indelat i två etapper, där etapp 1 påbörjades 1999. Målet för etapp 2, där denna studie ingår, är att

- klarlägga förorenade områdets påverkan på Göta älv i förhållande till andra utsläpp till älven. En frågeställning som tillsynsmyndigheterna (kommuner och Länsstyrelsen) ställs inför är hur man ska bedöma miljörisken för Göta älv utifrån förorenings-spridning från förorenade områden. Riskbedömning från konsultutredningar ger ofta slutsatsen att utspädningseffekten medför liten risk för älven oavsett föroreningsmängd och läckage.
- skapa ett underlag för hur Göta älvsområdet skall prioriteras jämfört med andra områden. Detta ingår i framtagande av handlingsplan för prioritering och efterbehandling av förorenade områden.
- ta fram underlag för gemensamma strategier.

Projektet finansieras genom bidrag från Naturvårdsverkets anslag för inventering och undersökning av förorenade områden, Göta älvs vattenvårdsförbund och Göteborgs Hamn AB samt genom Länsstyrelsens egna medel.

3 Miljötillståndet i Göta älv och dess estuarium

Göta älv är Sveriges vattenrikaste vattendrag med en medelvattenföring på ca 550 m³/s. Dess avrinningsområde sträcker sig från Trysilälva i norr till Göteborg i söder och omfattar ca 50 000 km². Vid Kungälv norr om Göteborg delar sig älven i två grenar. Den största delen av vattenmassan når havet via Nordre älv som mynnar i havet norr om Hisingen, medan den södra grenen som behåller namnet Göta älv mynnar i Göteborgs hamn. Göta älv fungerar som vattentäkt för närmare 700 000 personer och har stor betydelse för industrin, där älven fungerar som såväl energikälla som transportled och vattentäkt. Älven är också en viktig vandringsled för lax, havsöring och ål, med reproduktionsområden i flera biflöden. På många ställen är naturvärdena höga och möjligheterna till friluftsliv goda, och älven är således viktig för både människor och djur. Det är därför naturligt att den sedan lång tid tillbaka varit föremål för en rad olika undersökningar. Inom ramen för bl a Göta älvs vattenvårdsförbund, Bohuskustens vattenvårdsförbund, Sveriges Geologiska Undersökning, Göteborgs kommun, Göteborgs universitet och Chalmers har ett stort antal studier av Göta älv och dess estuarium gjorts.

Miljötillståndet i älven har förbättrats de senaste 20 åren i flera avseende ([Fakta om Göta älv 1996](#)). Bl a har halten av syreförbrukande ämnen i vattnet minskat. Redoxpotential och konduktivitet visar också att påverkan från punktutsläpp minskar. Metallhalterna i vatten och

mossa är generellt låga. Trots låga halter rör det sig om relativt stora mängder då älven är landets vattenrikaste vattendrag.

3.1 Analyser av vatten

Sammanställningar av kontinuerliga mätningar av metallhalter i Göta älvs vatten finns i vattendatabasen hos Statens Lantbruksuniversitet, SLU.

Under andra halvan av 1990-talet har metallhalterna i Göta älvs vatten i många fall legat relativt konstant eller minskat. Samtidigt visar beräkningar av den totala metalltransporten att mängderna av flera av metallerna har ökat under denna tid. Här är det viktigt att observera att vattenflödet i Göta älv sedan 1997 och fram till och med 2001 ökade kraftigt. Data från 2002 visar att såväl vattenflöde som i stort sett samtliga metallmängder minskade jämfört med föregående år.

För åren 1999-2001 är halterna vid den övre mätpunkten, Vargön, i samtliga fall med undantag för kadmium år 2000 och koppar år 1999 lägre än vid den nedre mätpunkten, Alelyckan.

Mätningar av organiska ämnen i älvvattnet har inte gjorts lika kontinuerligt, och analysmetoderna har varierat, vilket kan göra att resultat från olika undersökningar inte är jämförbara. Mätningar från 1992 och fram till 2002 tas upp i denna rapport. Ämnen som har hittats är bl a mineralolja, PCB:er, fenoler och dioxiner. Inga tydligt återkommande mönster kan ses.

3.1.1 Metaller

Vid mätstationerna vid Vargön i Vänersborg och Alelyckan vid Lärjeholm i Göteborgs kommun har mätningar av metallhalter och arsenik i vatten gjorts årligen sedan många år tillbaka. Tabell 1 visar halterna av mangan, koppar, zink, kadmium, bly, krom, kvicksilver, nickel, cobolt, arsenik och vanadin från 1999 till 2001 vid mätpunkterna Alelyckan och Vargön. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för metaller i sjöar och vattendrag ([Naturvårdsverket 2003](#)) är halterna av arsenik, kadmium, krom, koppar, nickel, bly och zink låga eller mycket låga. För övriga metaller saknas bedömningsgrunder.

Utifrån uppmätta halter har man med hjälp av flödesmätningar även beräknat transportererna av metaller i älven. Tabell 2 visar de beräknade mängderna. Mängder av sju av metallerna visas i figur 1, där längre tidsserier tagits. Norr om Bohus delas älvfåran. Ca 75 % av vattnet rinner västerut genom Nordre älv, medan återstående vattenmassa fortsätter genom Göta älv och mynnar i Göteborg. Alelyckans mätstation ligger söder om Bohus, dvs nedströms älvens delning, men föroreningsmängderna vid Alelyckan är beräknade på hela flödet. Detta innebär alltså att Göta älvs estuarium inte tar emot hela den beräknade mängden metaller, den största delen bör nå havet via Nordre älv.

Under andra halvan av 1990-talet har halterna i vatten i många fall legat relativt konstant eller minskat. Samtidigt visar beräkningar av den totala metalltransporten att mängderna av flera av metallerna har ökat under denna tid. För t ex koppar och bly har ökningen kommit efter att mängderna under flera år minskat. Här är det viktigt att observera att vattenflödet i Göta älv sedan 1997 och fram till och med 2001 ökat kraftigt. Data från 2002 (redovisas inte nedan, se SLU och Göta älvs vattenvårdsförbund 2003) visar att såväl vattenflöde som samtliga metallmängder utom mangan vid Vargön minskade jämfört med föregående år. Halterna visar inte någon tydlig trend men ökade i de flesta fall vid Vargön och minskade vid Alelyckan.

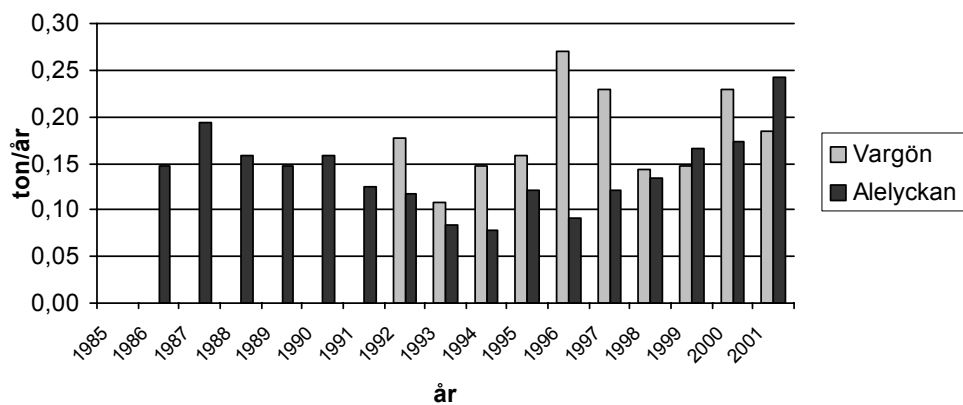
Tabell 1. Metallhalter och arsenik (µg/l) i vatten i Göta älv 1999-2001.

År	Mangan		Koppar		Zink		Kadmium		Bly		Krom	
	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan
1999	4,283	7,400	1,180	1,110	2,908	4,309	0,006	0,007	0,183	0,308	0,450	0,537
2000	2,967	7,233	1,010	1,192	2,183	3,250	0,010	0,007	0,178	0,288	0,345	0,575
2001	3,358	7,983	1,209	1,233	2,617	3,225	0,007	0,009	0,134	0,310	0,352	0,616
År	Kvicksilver		Nickel		Cobolt		Arsenik		Vanadin			
	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan
1999	0,001	0,002	0,753	0,848	0,063	0,119	0,233	0,246	0,303	0,481		
2000	0,0007	0,002	0,777	0,846	0,048	0,109	0,216	0,258	0,267	0,527		
2001	0,0009	0,004	0,812	0,896	0,051	0,119	0,223	0,281	0,273	0,580		

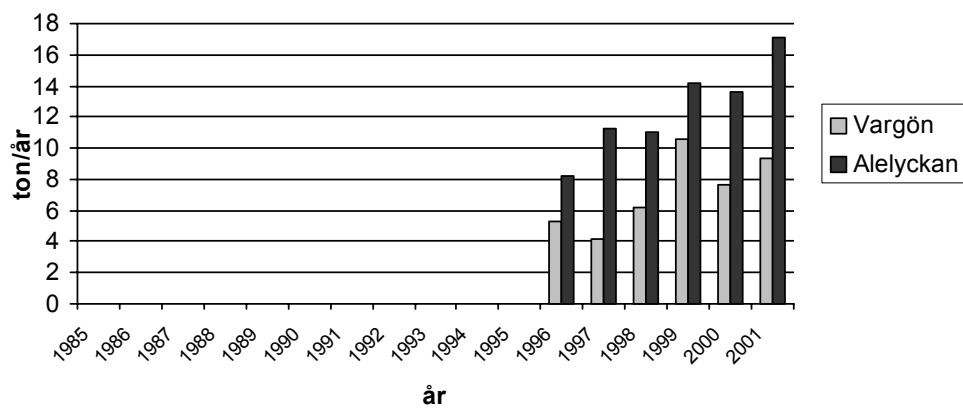
Tabell 2. Beräknade mängder metaller och arsenik (ton/år) i vattnet i Göta älv, baserat på flöde och haltmätningar (haltmätningar i Alelyckan men beräkningar baseras på hela flödet) 1999-2001.

År	Mangan		Koppar		Zink		Kadmium		Bly		Krom	
	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan
1999	94,2	180,0	28,1	27,4	68,7	99,6	0,15	0,17	4,3	7,8	10,6	14,2
2000	65,7	171,0	22,1	27,9	48,1	77,5	0,23	0,17	4,2	7,1	7,6	13,6
2001	83,3	235,0	32,4	35,0	69,3	93,2	0,18	0,24	3,4	9,1	9,3	17,1
År	Kvicksilver		Nickel		Cobolt		Arsenik		Vanadin			
	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan	Vargön	Alelyckan
1999	0,03	0,04	17,6	21,0	1,4	2,9	5,5	6,2	7,0	11,9		
2000	0,02	0,05	16,9	19,8	1,1	2,6	4,8	6,0	6,0	12,6		
2001	0,02	0,09	21,5	25,7	1,3	3,5	6,0	7,9	7,2	16,8		

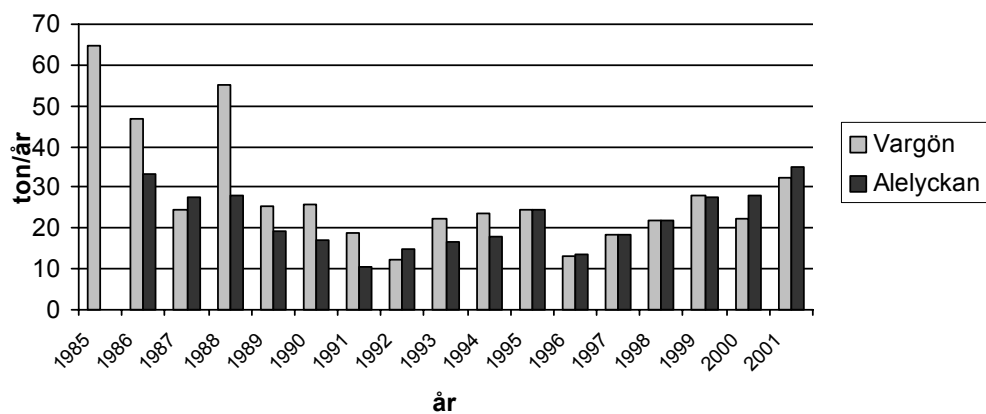
Kadmium



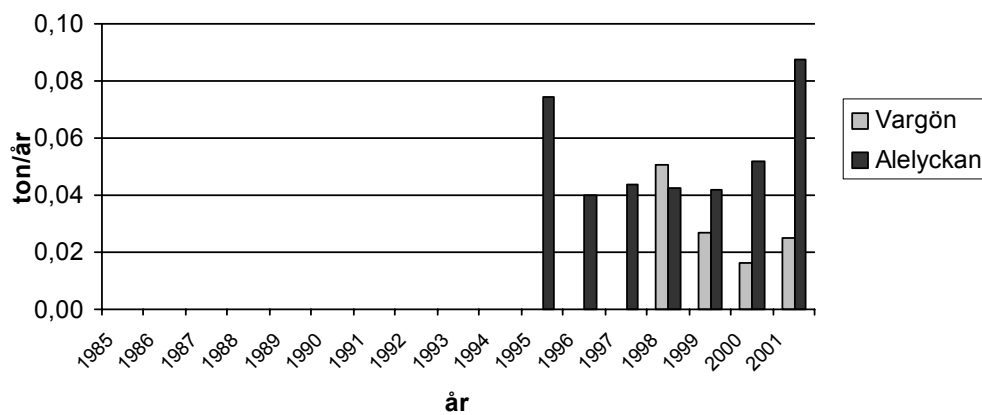
Krom



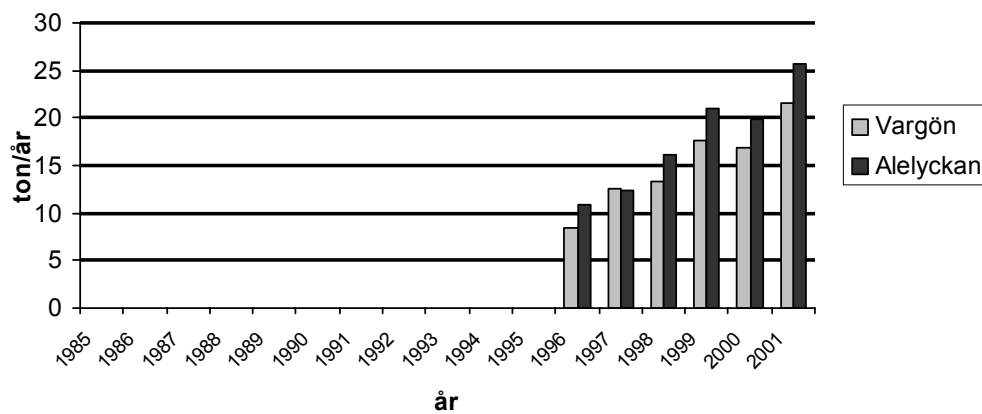
Koppar



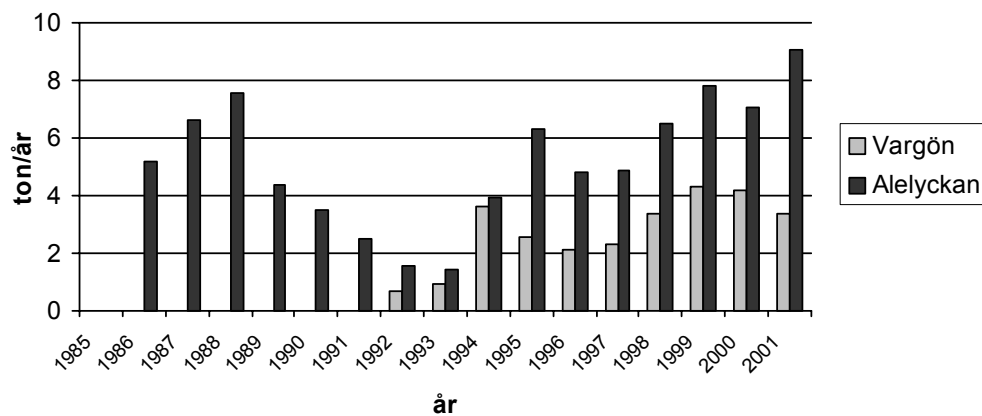
Kvicksilver

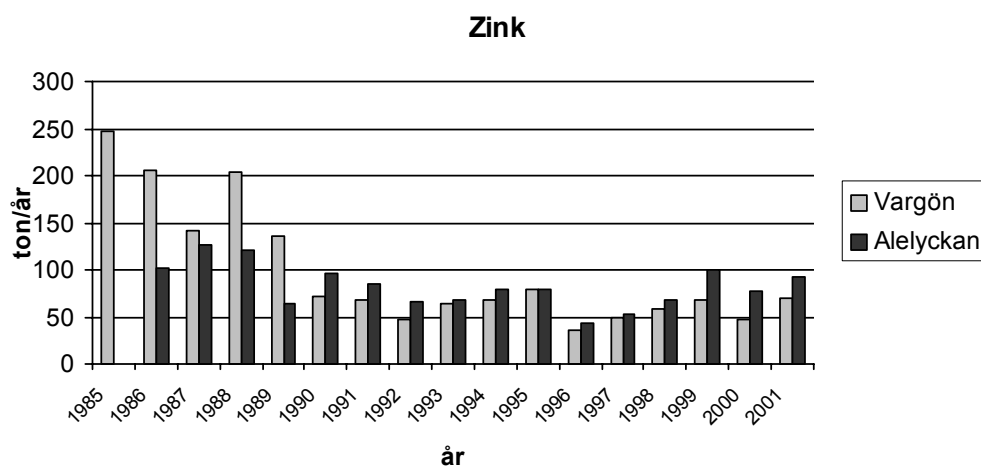


Nickel



Bly





Figur 1. Metallmängder (ton/år) som transporteras i Göta älv. Mängderna beräknade med hjälp av flöde och halter. Mängder vid Alelyckan är beräknade på hela flödet.

[Fakta om Göta älv 1996. Göta älvs vattenvårdsförbund och Göteborgs universitet 1996](#)

[Göta älvs vattenvårdsförbund, 2003. Rapport avseende Vattendragskontroll 2002](#)

[Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för metaller i sjöar och vattendrag
www.naturvardsverket.se](#)

[Statens Lantbruksuniversitet, SLU:s vattendatabas: www.slu.se](#)

3.1.2 Organiska miljögifter

När det gäller undersökningar av organiska miljögifter i vatten finns inga lika långa, kontinuerliga mätserier som för metaller. Man har dock gjort enstaka mätningar år 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1999 och 2002, tabell 3. För samtliga resultat hänvisas till bilaga 1, där även mätningar av organiska miljögifter i vattenmossa 1993 redovisas. Eftersom undersökningarna är gjorda vid olika provpunkter och analyserade på olika sätt är de svåra att jämföra. Generellt så är halterna av organiska miljögifter i vatten låga, flertalet av de undersökta ämnena kommer inte upp i detekterbara nivåer. Enstaka toppar förekommer men mellan dessa finns inget tydligt återkommande mönster. 1999 har halter av fler ämnen kunnat detekteras än tidigare. Det beror inte på att halterna stigit utan på att mätmetoderna förbättrats sedan tidigare mätningar.

[Göta älvs vattenvårdsförbund. Specialundersökningar i Göta älv 1993, 1996 och 1999](#)

[Eka Chemicals Memorandum 1998 och 2003 angående dioxiner i vatten vid Nol och Lärjeholm 1997 och 2002](#)

[VA-FORSK Rapport 1999-2. Miljöföreningar i dricksvatten. VAV AB](#)

Tabell 3. Summering av miljögiftundersökningar i vatten, Göta älv.

Ämnesgrupp	Analyserade ämnen						Högsta uppmätta halt (µg/liter)					
	1992	1993	1994/95	1996	1997/2002	1999	1992	1993	1994/95	1996	1997/2002	1999
VOC	X	X	-	ED	-	ED	0,7	0,7		<1		<0,1
Opolära kolväten /mineralolja	X	ED	-	-	-	-	4,9 mg/l	<0,1 mg/l				
AOX	X	X	-	-	-	-	0,2 mg/l	0,138 mg/l				
Klorbensener	-	-	-	ED	-	X*				<0,2		
Ftalater	X	ED	X	X	-	X		0,9		<1		0,2
Klororganiska pesticide r	-	ED	-	ED	-	X*		<0,01		<0,5		0,00069
PCB:er	-	ED	-	ED	-	X*		<0,01		<0,5		0,000164 (Σ PCB)
PAH:er	-	-	-	ED	-	X*				<0,5		0,01
Fenoler	X	X	X	ED	-	ED	0,2			<1		<0,02
Dioxiner	-	-	-	-	X	-					280/55 pg/m ³	
Fosfat-estrar	-	-	-	ED	-	-				<0,5		
Övriga	-	-	-	ED	-	-				<50**		

ED Ej detekterbart

* Detekterbara nivåer 1999. Förbättrade mätmetoder gör att halter lägre än tidigare års detektionsgräns återfinns

** Gäller mättade alifatiska kolväten (C9 – C40) bland övriga ämnen är högsta halt <1

3.2 Analyser av sediment

Att göra sedimentundersökningar i Göta älv har visat sig vara tämligen svårt, då det finns få depositionsbottnar. 1990 gjorde SGU i samarbete med Göteborgs och Bohus Vattenvårdsförbund och Göta Älvs Vattenvårdsförbund en undersökning vid två kontrollstationer längs älven, vid Bohus i Ale kommun och vid Älvsborgsbron i Göteborgs hamn. Sedimentundersökningar gjordes även längs Bohuskusten, bl a vid Skalkorgarna och Danafjord utanför Göteborg och Rävungarna (Ostindiebådarna) i Nordre älvs estuarium. 1995 gjordes en ny sedimentundersökning; stationen vid Bohus hade då flyttats till ett område utanför Dösebacka (Bohus- och Dösebackastationerna benämns gemensamt Alestationen) och stationen vid Älvsborgsbron hade flyttats något uppströms i hamnen till området utanför Eriksberg (dessa benämns gemensamt Göteborgsstationen). En uppföljning har gjorts under 2000, men data från detta tillfälle är vid sammanställandet av denna rapport ännu inte publicerade. För Göteborgs hamn och skärgård finns fler undersökningar att tillgå. Göteborgs Hamn AB har t ex inför muddringsarbeten analyserat sedimenten. Flera rapporter som ingår i doktorsavhandlingar behandlar också föroreningar i hamnsedimenten.

I SGU:s undersökning från 1995 föll stationerna inom tillståndsklass I, dvs låg föroreningsgrad, vad gäller flera av metallerna, dock inte kadmium, koppar, bly och zink vid Göteborgsstationen där sedimenten var moderat förorenade (tillståndsklass II). Göteborgsstationen var också märkbart förorenad av kvicksilver och föll där inom tillståndsklass III.

En undersökning av sediment och biota i Göta älvs mynning gjordes 2001. Bedömningar har gjorts utifrån Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet Kust och hav, baserat på avvikelser från ett "förindustriellt" jämförvärde. Bedömningen visar bl a att avvikelsen var mycket stor vad gäller zink i en mätpunkt. För kvicksilver var avvikelsen stor för provpunkterna flera av mätpunkterna.

År 2000 gjordes en undersökning av halterna av metylkvicksilver och tributyltenn (TBT) i sediment i Göta älvs estuarium. Koncentrationen av totalkvicksilver i sedimenten bedömdes som relativt höga, medan metylkvicksilver förelåg i halter som är vanliga i förorenade estuarina sediment.

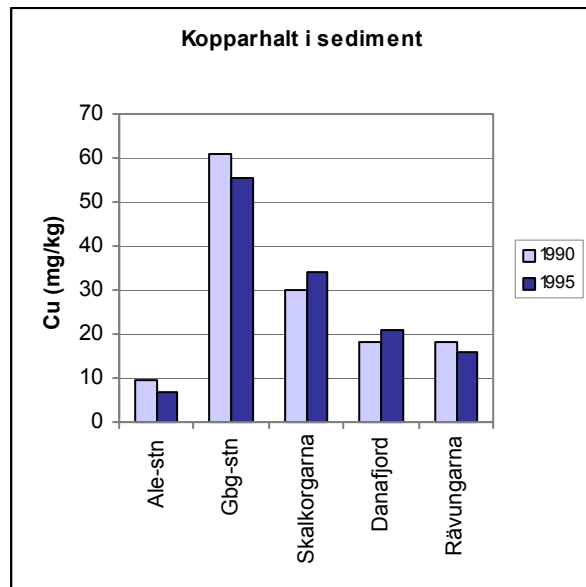
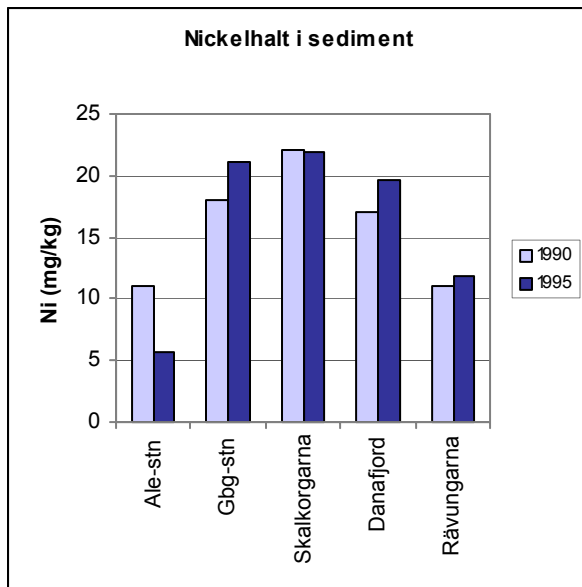
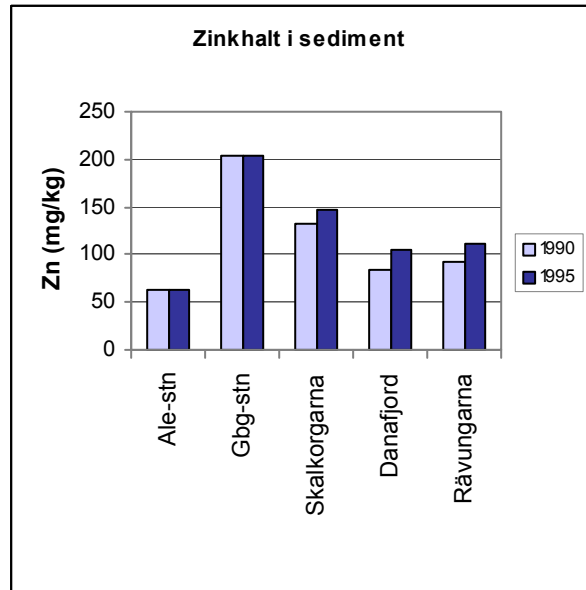
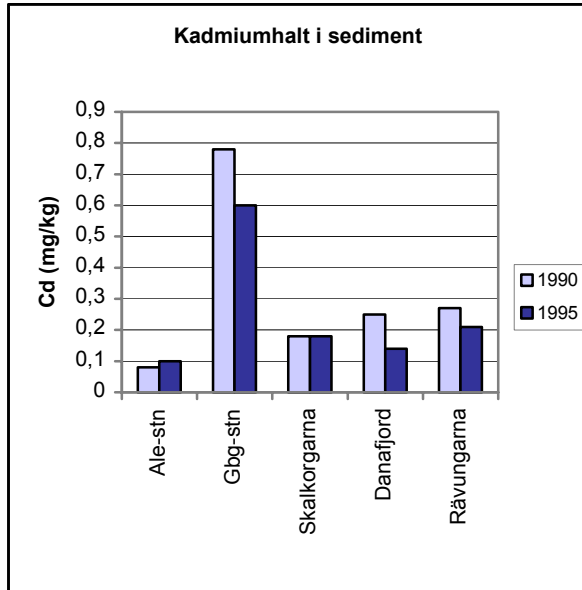
Koncentrationer av metaller från 12 stationer från Frihamnen i öster till Hakefjorden i väster undersöktes år 2000. Skillnader beträffande metallhalter i ytsediment jämfört med blandade sediment påvisades. Kviksilverhalterna var förhöjda inom hela området.

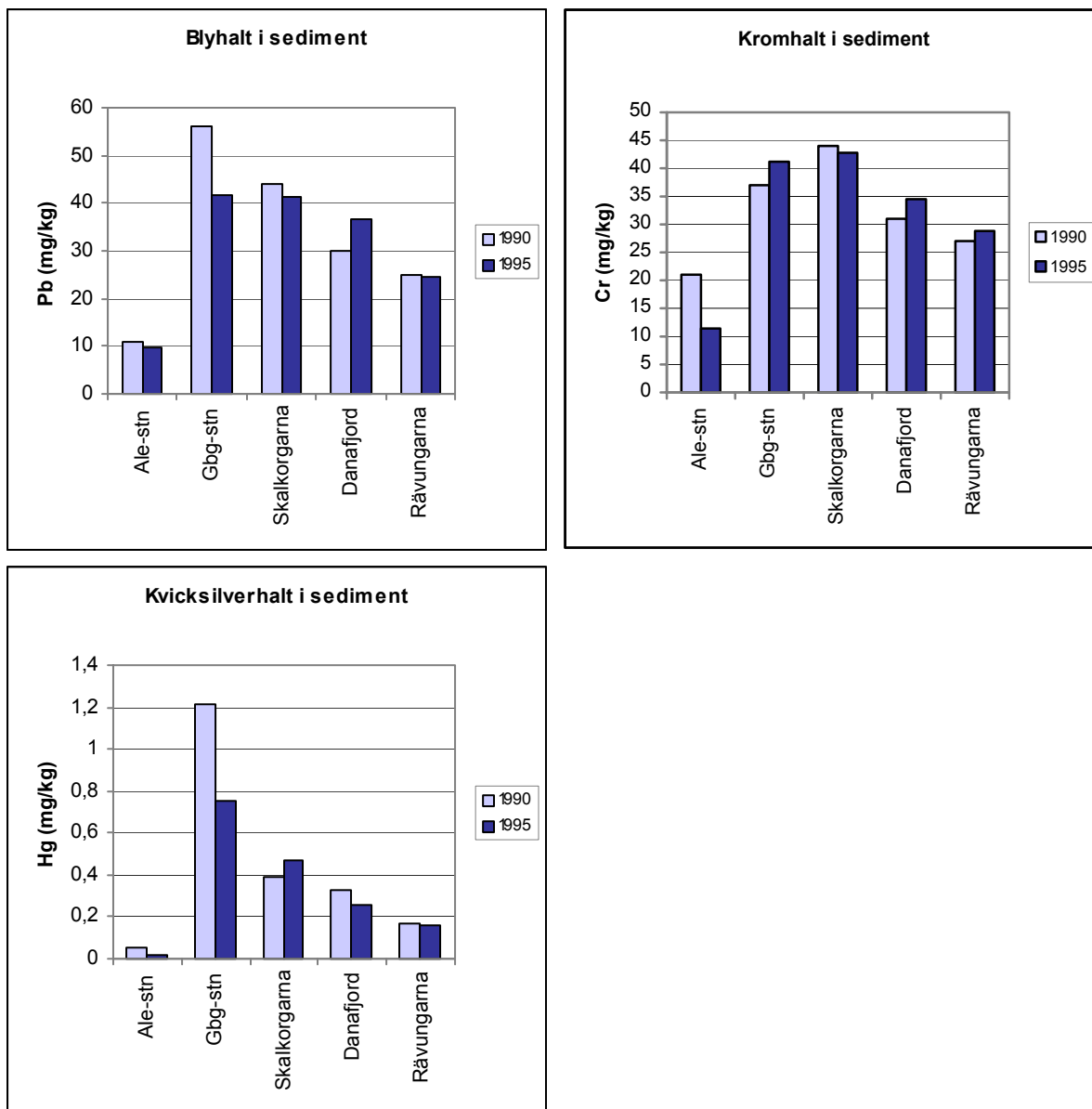
Organiska miljögifter som TBT, PCB, PAH och dioxiner har mätts i flera undersökningar. Slutsatserna från undersökningen 1995 var att sedimenten vid Göteborgsstationen med avseende på PAH och hexaklorbensen var moderat förorenad, medan läget var sämre vad gäller totalolväten, vissa PAH:er, PCB och persistent organiskt material. För Alestationen gäller att halterna generellt var låga med undantag för PAH och PCB. Flera undersökningar i estuariet har visat att t ex halterna av TBT är höga. Dioxinprover från nedre delen av Göta älv har befunnits anmärkningsvärt höga, medan halterna var betydligt lägre i provpunkter i älvens övre delar.

3.2.1 Metaller

I SGU:s undersökning från 1990 och 1995 har ytsedimentprover (0-1 cm) analyserats bland annat med avseende på tungmetaller. I rapporteringen för år 1995 sker klassificeringen av flera ämnen med hjälp av Norsk klassificering av miljö kvalitet i fjordar och kustvatten (Rygg&Thélin, 1993 ur Cato, 1997) där tillståndsklass I är "god", II är "mindre god", III är "nokså dårlig", IV är "dårlig" och klass V är "meget dårlig". Vad gäller metaller bygger det norska systemet på totalupplösning av sediment, dvs halterna som avses är totalhalter. Sedimenten från undersökningarna 1990 och 1995 har till största delen analyserats med laknings- och extraktionsförfarande, vilket betyder att metaller som är hårt bundna till mineral inte omfattas av analysen. Den norska klassningen ger alltså i detta fall en mer positiv bild av föroreningsgraden än vad som verkligen föreligger. Klassningen gäller 1995 års värden.

Vad gäller flera av metallerna faller stationerna inom tillståndsklass I, dvs låg föroreningsgrad, dock inte vad gäller kadmium, koppar, bly och zink vid Göteborgsstationen där sedimenten är moderat förorenade (tillståndsklass II). Göteborgsstationen är också märkbart förorenad av kvicksilver och faller där inom tillståndsklass III ("nokså dårlig"). Sediment från Danafjord och Skalkorgarna faller inom tillståndsklass II vad gäller kvicksilver, bly och zink. För tenn finns inga miljöklassificeringskriterier, men halterna ökar mellan 1990 och 1995 och är höga jämfört med områden som tidigare undersökts längs kusten. Ökningen mellan åren kan dock delvis bero på skillnader i analysförfarande. Även belastningsgradienter har beräknats. Belastningen vad gäller arsenik, koppar, tenn och zink har ökat mellan åren, medan den minskat för kadmium, kvicksilver och bly. För halter och jämförelse, se figur 2 och bilaga 2.





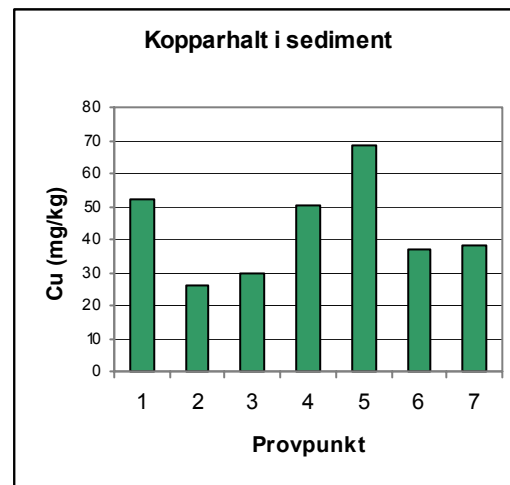
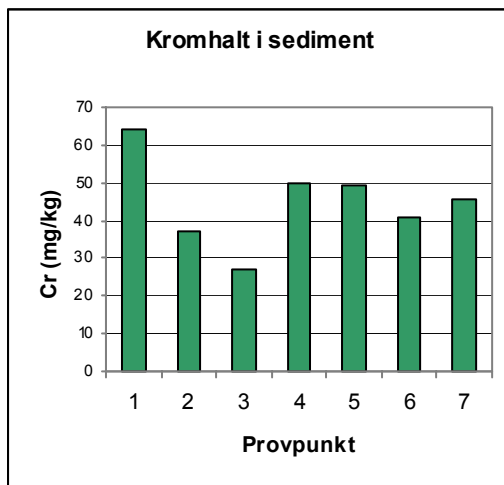
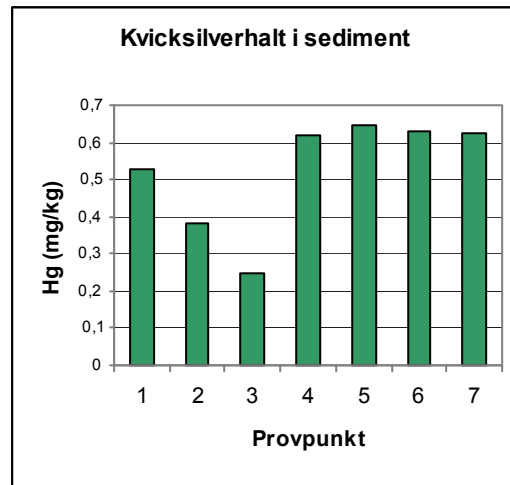
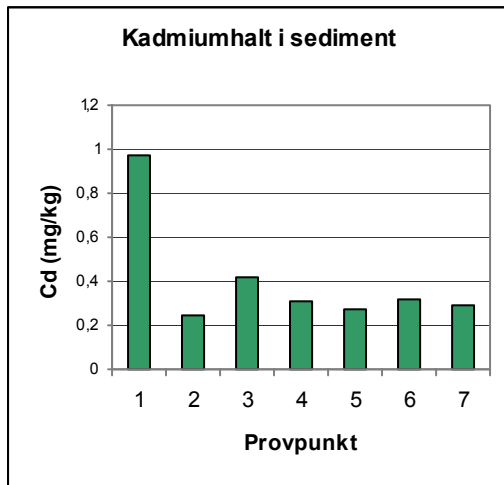
Figur 2. Metallhalter (mg/kg) i sediment 1990 och 1995.

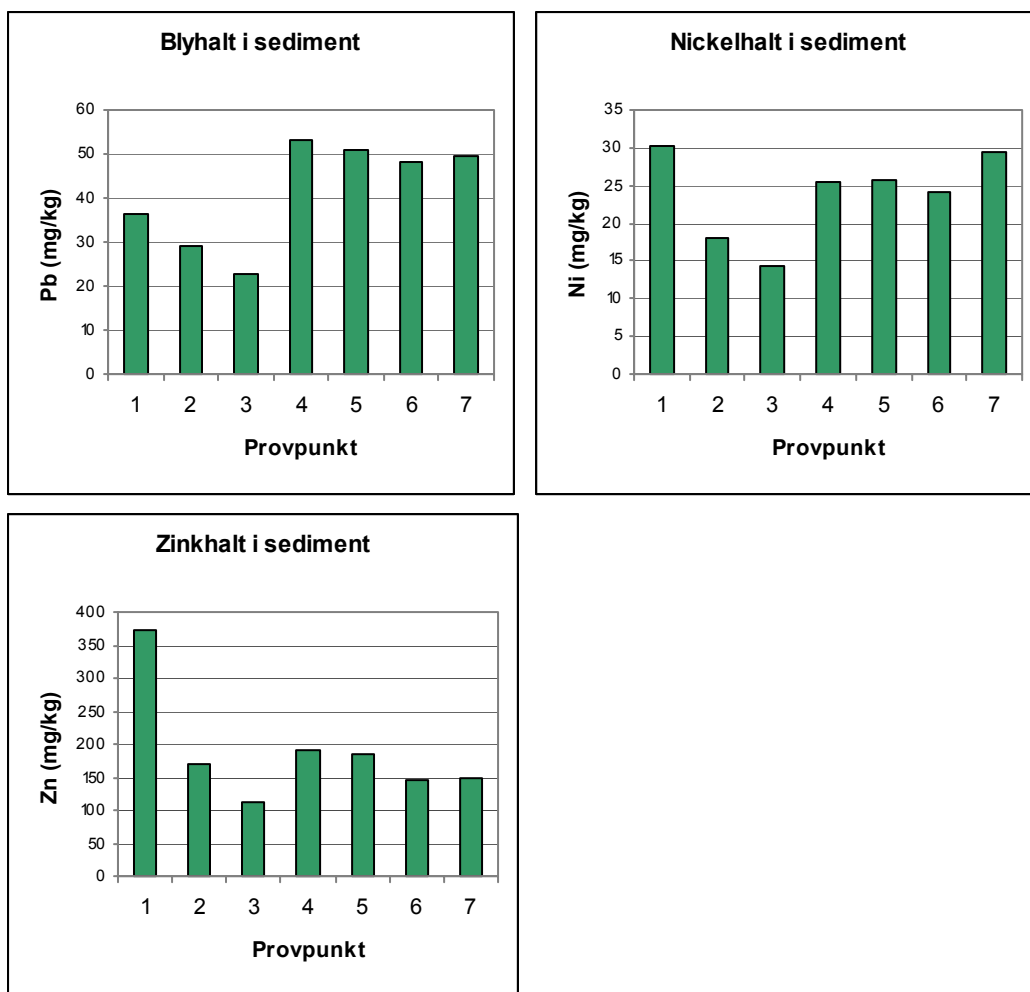
Cato, I., 1997. Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1995 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljö kvalitet – en rapport från fem kontrollprogram. *Del 2 och 3*. SGU.

En undersökning av sediment och biota utanför Preem Raffinaderi AB:s anläggning i Göta älvs mynning gjordes 2001 (Cato, 2002). Undersökningsområdet är beläget utanför Arendal i Göteborgs hamn. Platserna för sedimentprovtagning är belägna från området intill Torsviken (Lagunen 1 och 2) via områdena utanför Risholmen (3 och 4), Knippleskären (5) och Hjärtholmen (6) till Skalkorgarna (7).

Halterna av arsenik, kadmium, cobolt, krom, koppar, kvicksilver, mangan, nickel, bly, vanadin och zink undersöktes i ytsedimentet (0-2 cm), figur 3 och bilaga 3. Analysmetoden är enligt svensk standard och koncentrationerna är beräknade på torrs substans. Bedömningar utifrån Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet Kust och hav (Naturvårdsverket 1999) baserat på avvikelser från ett "förindustriellt" jämförvärde har gjorts. Bedömningen visar bl a att avvikelsen är mycket stor vad gäller zink i den innersta mät punkten, Lagunen 1. För kvicksilver är avvikelsen stor för provpunkterna 1,4,5,6, och 7, och tydlig för punkterna 2 och 3. För flera

metaller återfinns höga mätvärden närmast Preems utsläppspunkt. Halterna avtar sedan vilket kan indikera att bolaget är utsläppskällan. Halterna av vissa metaller, t ex bly och kvicksilver, ökar sedan vid de yttre stationerna, vilket kan tolkas som att tillförseln från Göta älv är betydande.





Figur 3. Metallhalter i sediment i Göta älvs estuarium 2001.

Cato, I., 2002. Miljögifter i sediment och biota utanför Preem Raffinaderi AB:s anläggning vid norra Rivöfjorden i Göta älvs mynningsområde. SGU-rapport 2002:19.

Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet Kust och Hav. Rapport 4914.

Med anledning av bl a Projektet Säkrare Farleder, där stora muddringsarbeten utförs, har omfattande undersökningar av föroreningshalten gjorts av sediment i Göta älvs estuarium. Analysresultat finns från 1989-97, där analyser gjorts i samband med muddringar. 1998/99 togs sedimentprover på fyra djup (0-2, 10-12, 15-17 och 20-22 cm) på 37 lokaler i Göteborgs yttre hamnområde. Kvicksilver- och blyhalter undersöktes. 1999 togs 66 sedimentprover på 33 olika lokaler i muddringsområdet från Skandiahamnen ut mot Vinga. Proverna togs på 0-10 respektive 45-50 cm djup. De analyserade ämnena var bland annat kvicksilver, bly och kadmium.

Vad gäller kvicksilver under perioden 1989-97 överskreds gränsen 1,0 mg/kg (maxhalt för muddermassor som skall tippas vid Vinga) vid 6 provtagningspunkter. Vid dessa områden är sedimenten nu borttagna. Halterna 1998/99 ligger mellan 0,02 och 4,3 mg/kg där fyra lokaler hade högre halter än 1 mg/kg. Här skiljer sig dock analysförfarandet från övriga undersökningar. Vid provtagningen 1999 uppmättes kvicksilverhalten till mellan <0,1 och 0,88 mg/kg TS.

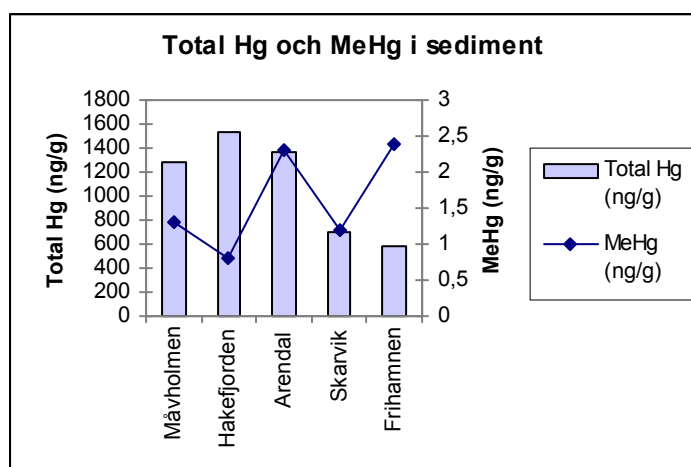
Halterna av kadmium 1989-97 överskred vid en provpunkt gränsvärdet 1 mg/kg. Halten var 1,3 mg/kg. Dessa sediment är nu muddrade. Övriga halter låg mellan <0,04 och 0,87 mg/kg. 1999 låg kadmiumhalterna mellan <0,02 och 0,61 mg/kg.

Blyhalterna låg 1998/99 inom intervallet 11-117 mg/kg. Ett prov låg över gränsen 100 mg/kg. 1999 låg halterna mellan 8,6 och 91 mg/kg. Även här skiljer sig analysmetoderna.

För samtliga värden och provtagningspunkter hänvisas till Projekt Säkrare Farleder – Sediment PM, Sammanställning av analysresultat på sedimentprov tagna i Göteborgs hamns farledsområde, 2000.

År 2000 gjordes en undersökning av halterna av metylkvicksilver och tributyltenn (TBT) i sediment i Göta älvs estuarium (Brack, 2000). Provtagningsstationerna ligger i Göteborgs hamn och skärgård, med en station i Frihamnen, vidare i Skarvikshamnen (oljehamn), Arendal (endast kvicksilver), Hakefjorden (mudderdeponi) samt Stora Måvholmen.

Koncentrationen av totalkvicksilver i sedimenten bedömdes som relativt höga, medan metylkvicksilver förelåg i halter som är vanliga i förorenade estuarina sediment. Totalkvicksilverhalten i sediment var högst i skärgården och lägst i Frihamnen och Skarvikshamnen, medan metylkvicksilverhalten var högst i Frihamnen och utanför Arendal, figur 4 och bilaga 4. Att uppskatta halten metylkvicksilver i sediment enbart utifrån totalkvicksilverhalt är inte möjligt då en rad faktorer såsom syrehalt, sedimentegenskaper, ljusförhållanden och temperatur kan påverka de kemiska jämviktsprocesserna.



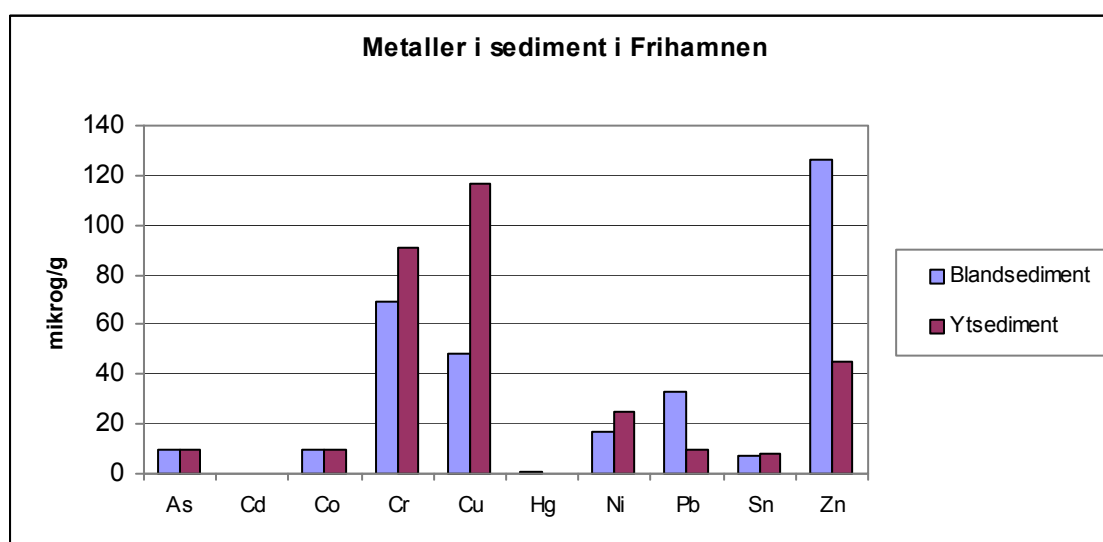
Figur 4. Halt av totalkvicksilver och metylkvicksilver (ng/g) i sediment år 2000.

Även koncentrationen av kvicksilver (Hg) och metylkvicksilver (MeHg) i porvatten mättes. Man fann inget samband mellan dessa koncentrationer och halterna i sediment. En annan slutsats som drogs var att ”sediment och porvatten med höga total Hg-koncentrationer har inte nödvändigtvis höga MeHg-koncentrationer... och sediment och porvatten med låga total Hg-koncentrationer kan ha höga MeHg-koncentrationer”. För porvattenmätningarna hänvisas till Brack.

Vid Arendal och Måvholmen mättes halterna av totalkvicksilver och metylkvicksilver i vattenmassan; på vilket djup är dock inte känt. Vid Arendal var halten total Hg 0,33 ng/g och vid Måvholmen 0,43 ng/g. Metylkvicksilverhalten var vid båda stationerna <0,06 ng/g.

[Brack, K., 2000. Metylkvicksilver och TBT i sediment från Göteborgs Hamn. Rapport, Geologi, Geovetarentrum, Göteborgs Universitet.](#)

Koncentrationer av metaller från 12 stationer från Frihamnen i öster till Hakefjorden i väster undersöktes år 2000 ([Johannesson et al](#)). Man konstaterade att metallhalten i ytsediment skiljer sig från halten i blandade sediment, för Frihamnen se figur 5 och bilaga 5. För övriga värden hänvisas till Johannesson. För området som helhet gäller att metallkoncentrationerna är förhöjda 1-5 gånger jämfört med ”opåverkade” lerlager. Kviksilverhalten är förhöjda inom hela området med högsta halten (4,17 µg/g, blandsediment) vid Torsviken. Även kadmium som vid de flesta punkter inte kunde detekteras hade det högsta mätvärdet vid Torsviken (0,8 µg/g, blandsediment). Metylkvicksilverhalten är högst vid Frihamnen.

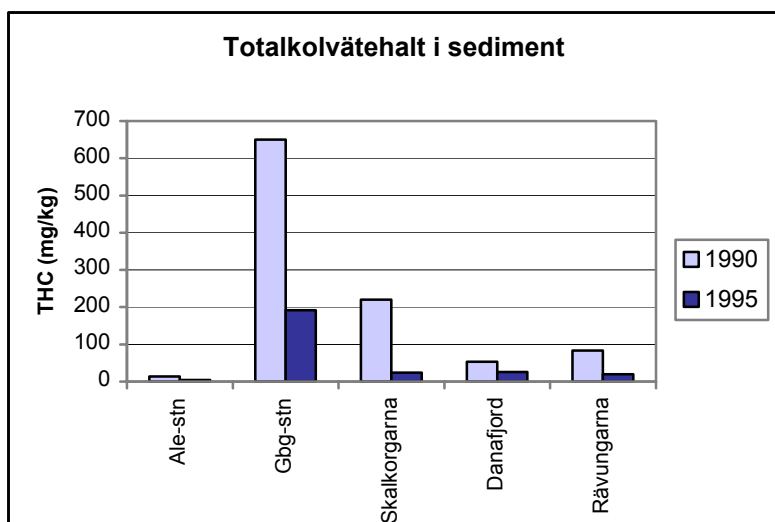


Figur 5. Jämförelser av metallhalter i yt- och blandsediment i Frihamnen år 2000.

[Johannesson L.T., Wernersson A-S. och Griewatsch, K., Sediment quality and metal mobility in Göteborg Harbour, Sweden. Del 7 i Johannesson, L., 2002. Sedimentology and geochemistry of recent sediments from the Göta älv estuary – Göteborg harbour. Doktorsavhandling, Department of Geology, Göteborgs universitet.](#)

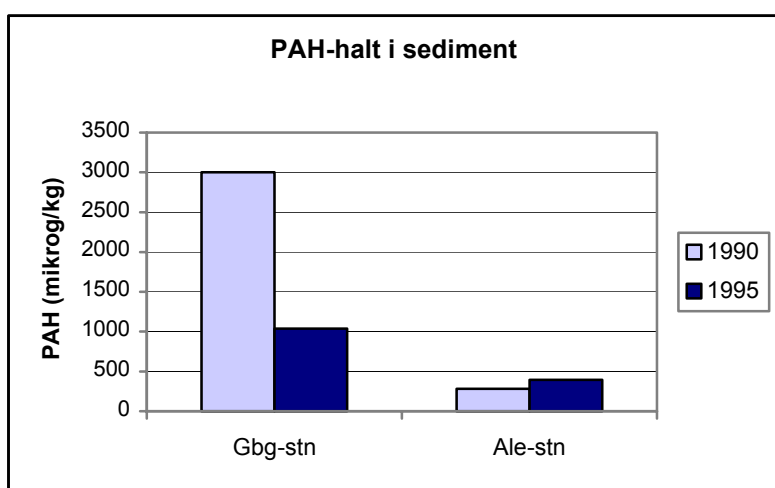
3.2.2 Organiska miljögifter

1990 och 1995 undersöktes totalcolvätehalten (THC) i älven och längs kusten ([Cato 1997](#)). Bohuskusten får enligt ett förslag till klassificering anses vara moderat förorenad. Halten vid Göteborgsstationen är relativt hög och faller inom klass III (”nokså dårlig”), medan Alestationen hamnar i klass I (”god”), figur 6 och bilaga 6.



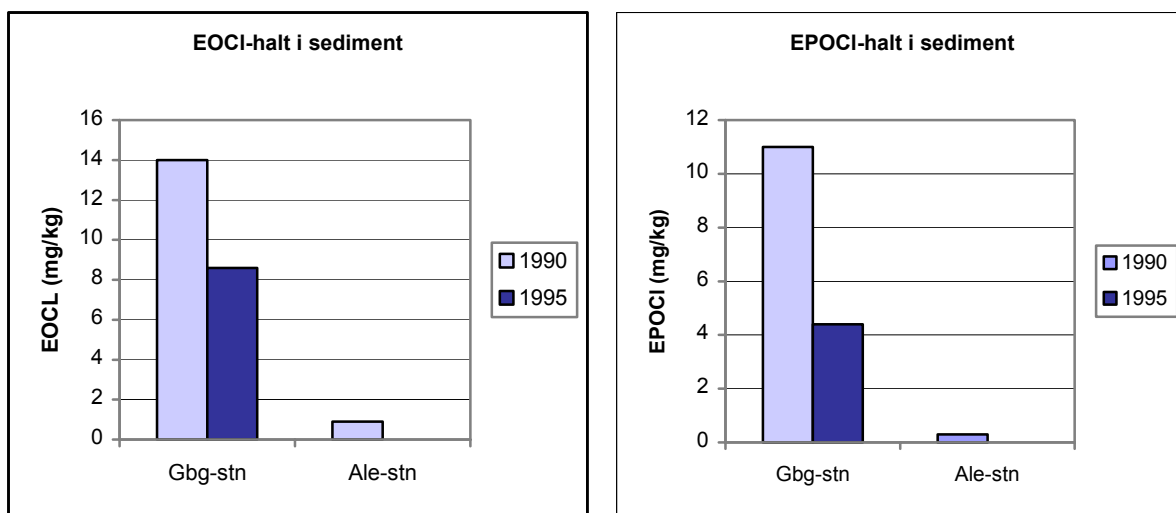
Figur 6. Totalkolvätehalt (mg/kg) i sediment 1990 och 1995.

Halterna av polyaromatiska kolväten (som $\Sigma 16$ PAH) gör att samtliga stationer 1995 faller i tillståndsklass II ("mindre god"). Den vanligaste PAH-föreningen i sedimenten är benso(b+k)fluoranten. För årsvis jämförelse mellan Götaälvsstationerna används $\Sigma 11$ PAH, figur 7 och bilaga 6.



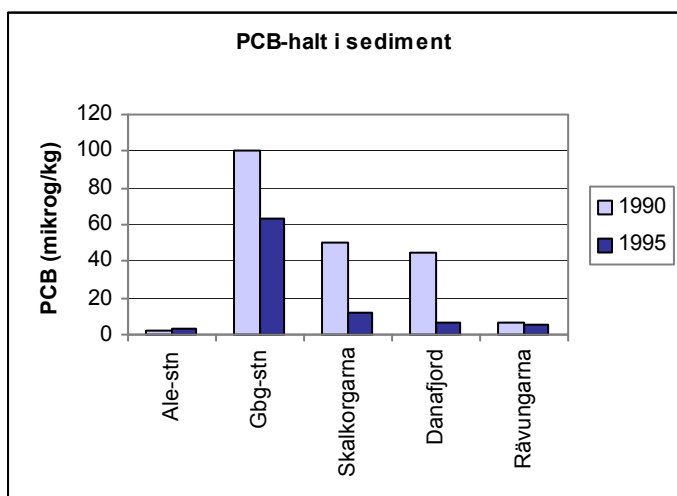
Figur 7. $\Sigma 11$ PAH-halt ($\mu\text{g}/\text{kg}$) i sediment i Göta älv 1990 och 1995.

Extraherbart organiskt och persistent organiskt bundet klor (EOCl respektive EPOCl) analyserades såväl 1990 som 1995. 1995 kunde ingen av parametrarna detekteras vid Alestationen, figur 8 och bilaga 6. Göteborgsstationen, Dana fjord och Rävungarna faller inom tillståndsklass III ("nokså dårlig") vad gäller EPOCl. Skalkorgarna ligger inom tillståndsklass IV ("dårlig").



Figur 8. Halter av EOC respektive EPOC (mg/kg) i sediment vid två mätstationer i Göta älv 1990 och 1995.

1990 analyserades sedimenten med avseende på totalhalt polyklorerade bifenyl. 1995 utökades analyserna till att omfatta bestämning av halterna av 10 PCB:er ($\Sigma 10$ PCB). Högsta halten av $\Sigma 7$ PCB fanns vid Göteborgsstationen, som faller inom tillståndsklass IV ”dårlig”. Alestationen liksom de tre stationerna längs kusten faller inom klass II, figur 9 och bilaga 6. Jämförelser mellan åren kan inte göras direkt då endast totalhalt mättes 1990, men då $\Sigma 7$ PCB utgör ca 50% av totala PCB-halten kan värdena justeras så att de blir jämförbara.



Figur 9. $\Sigma 7$ PCB-halt ($\mu\text{g}/\text{kg}$) i sediment 1990 och 1995.

Pentaklorbensenshalten (5CB) låg på detektionsgränsen för Alestationen och Rävungarna, medan halterna var högre vid stationen i Göteborg och vid Skalkorgarna, tabell 4. Vid Danafjord kunde halten ej kvantifieras. Klassning saknades vid rapportens tryckning, men enligt ett förslag till klassning kan halterna betraktas som låga. Halten av hexaklorbensens (HCB) kunde inte detekteras vid Alestationen, och klassningen blir alltså ”god” (klass I). Samma klassning gäller även Skalkorgarna, Danafjord och Rävungarna medan halten vid Göteborgsstationen betecknades som ”mindre god” (klass II). Halterna har sjunkit mellan provtagningsåren. Oktaklorstyrenhalten (OCS) låg på samtliga stationerna under detektionsgränsen 1995. Detsamma gäller för bekämpningsmedlet klordan. Halterna av lindan låg över detektionsgränsen vid alla stationer utom Alestationen.

Tabell 4. Halter av pentaklorbensen, hexaklorbensen, oktaklorstyren, lindan och klordan ($\mu\text{g}/\text{kg}$) i sediment 1990 och 1995.

		5CB ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	OCS ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Lindan ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Klordan ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Ale-stn	1990	0,4	0,1	e.d.		
	1995	0,1	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.
Gbg-stn	1990	1,5	2,8	e.d.		
	1995	0,3	1,8	e.d.	0,1	e.d.
Skalkorgarna	1990	e.d.	4,3	e.d.		
	1995	0,2	0,4	e.d.	0,1	e.d.
Danafjord	1990	0,4	0,3	1,3		
	1995	e.d.	0,1	e.d.	0,2	e.d.
Rävungarna	1990	0,3	0,6	1,1		
	1995	0,1	0,1	e.d.	0,1	e.d.

e.d. ej detekterbart

Vid Göteborgsstationen har analyser med avseende på polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF) gjorts 1995, tabell 5. Toxiciteten avseende dioxiner och furaner, beräknad som TCDD-ekvivalenten, är den högsta som uppmätts vid Bohuskusten enligt rapporten. Trots detta faller stationen inom tillståndsklass I. Halterna av plana PCB:er undersöktes, och visade sig vara mer än dubbelt så hög som i Stenungsundsområdet.

Tabell 5. Halter av dioxiner och plana PCB:er (ng/kg) samt toxicitetskvivalenter i sediment vid Göteborgsstationen i Göta älv 1995

Dioxiner och plana PCB:er (ng/kg)	PCDD	PCDF	TCDD-ekvivalent (N-TEQ/89)	Plana PCB:er	TCDD-ekvivalent (WHO)	
Gbg-stn	1995	1035	633	23	375	2,72

Förekomst av de alifatiska halogenföreningarna kloroform, tetraklorometan, trikloreten och tetrakloreten undersöktes, tabell 6. Kloroform och tetraklorometan påvisades vid samtliga stationerna, medan trikloreten endast påvisades vid Alestationen och vid Danafjord. Tetrakloreten kunde inte detekteras vid någon station. Halterna av kloroform och trikloreten i sedimenten i älven är låga och ligger under medelvärdet för stationerna inom Göteborgs och Bohus läns kustvattenkontroll. Tetraklorometanhalt var högst vid Göteborgsstationen, där koncentrationen är den högsta som uppmätts längs Bohuskusten.

Tabell 6. Halter ($\mu\text{g}/\text{kg}$) av kloroform, tetraklorometan, trikloreten och tetrakloreten i sediment 1995.

Alifatiska halogenföreningar ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Kloroform	Tetraklorometan	Triklor-eten	Tetraklor-eten	
Ale-stn	1995	0,3	0,3	0,02	e.d.
Gbg-stn	1995	0,1	1,3	e.d.	e.d.
Skalkorgarna	1995	0,3	0,4	e.d.	e.d.
Danafjord	1995	1,5	0,3	0,02	e.d.
Rävungarna	1995	0,9	0,2	e.d.	e.d.

e.d.=ej detekterbart

Bensen, toluen, etylbensen och xylener (BTEX) påvisades vid samtliga stationer med undantag för bensen som ej återfanns vid Göteborgsstationen; här låg också toluenhalten under kvantifieringsgränsen, tabell 7.

Tabell 7. Halter ($\mu\text{g}/\text{kg}$) av bensen, toluen och Σ etylbenzen och xylener i sediment 1995.

		Bensen ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Toluen ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Σ Etylbenzen och Xylener ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Ale-stn	1995	2,3	12	5,5
Gbg-stn	1995	e.d	e.k.	2,5
Skalkorgarna	1995	1,6	3,1	3,2
Danafjord	1995	13,5	81	38,5
Rävungarna	1995	5,5	39	28,5

e.d.=ej detekterbart; e.k.=ej kvantifierbart

Halten av di-2-etylhexylftalat var relativt hög vid Göteborgsstationen, kvantifierbar vid Skalkorgarna medan den vid övriga stationer låg under kvantifieringsgränsen, tabell 8. Även halten av butylbensylftalat var relativt hög vid Göteborgsstationen, medan ämnet inte kunde påvisas vid övriga stationer. Dimetylftalat, dietylftalat och dibutylftalat kunde inte påvisas.

Tabell 8. Halter (mg/kg) av ftalater i sediment 1995.

Ftalater (mg/kg)		Butyl- bensyl- ftalat	Di-2- etylhexyl- ftalat	Dietyl- ftalat	Dimetyl- ftalat	Dibutyl- ftalat
Ale-stn	1995	e.d.	e.k.	e.d.	e.d.	e.d.
Gbg-stn	1995	0,17	8,2	e.d.	e.d.	e.d.
Skalkorgarna	1995	e.d.	e.k.	e.d.	e.d.	e.d.
Danafjord	1995	e.d.	e.k.	e.d.	e.d.	e.d.
Rävungarna	1995	e.d.	e.k.	e.d.	e.d.	e.d.

e.d.=ej detekterbart; e.k.=ej kvantifierbart

Polybromerade difenyletrar (PBBE) undersöktes vid Alestationen och Skalkorgarna, tabell 9. 4Br-PBBE och 5Br-PBBE kunde detekteras i sedimenten i älven, medan 3Br-PBBE och 6Br-PBBE inte hittades på någon station.

Tabell 9. Halter (mg/kg) av polybromerade difenyletrar i sediment vid Alestationen i Göta älv 1995.

		4Br-PBBE (mg/kg)	5Br-PBBE (mg/kg)
Ale-stn	1995	0,021	0,022
Skalkorgarna	1995	e.d.	e.d.

e.d.=ej detekterbart

4-nonylfenol kunde inte detekteras vid någon av stationerna. Guajakol som undersöktes vid Alestationen och Skalkorgarna kunde inte påvisas.

En screening-analys för ”priority pollutants” kunde i övrigt endast påvisa fenol- och kresolhalter på respektive under kvantifieringsgränserna (0,01 mg/kg) vid Göteborgsstationen, tabell 10. Vid Alestationen kunde ämnena ej påvisas. Vid Skalkorgarna kunde halterna av fenol och kresol kvantifieras, liksom kresolhalten vid Danafjord.

Tabell 10. Halter (mg/kg) av fenol och kresol i sediment 1995.

		Fenol (mg/kg)	Kresol (mg/kg)
Göta älv *	1995	0,01	0,01
Skalkorgarna	1995	1,13	0,01
Danafjord	1995	0,01	e.k.
Rävungarna	1995	e.k.	e.k.

*= medelvärde av Ale- och Gbg-stationerna

e.k.= ej kvantifierbart

Slutsatserna i rapporten om sedimenten i Göta älv ([Cato 1997, del 3](#)) är att med avseende på PAH och hexaklorbensen är Göteborgsstationen moderat förorenad, medan läget är sämre vad gäller totalkolväten, vissa PAH:er, PCB och persistent organiskt material. För Alestationen gäller att halterna generellt är låga med undantag för PAH och PCB.

Statistiskt signifikanta förändringar mellan 1990 och 1995 vid Göteborgsstationen visar en haltminskning för bl a PAH, EOC1, EPOCI, klorbensener och styrener och PCB. Däremot ökar halterna av bl a totalkolväten samt dioxiner och furaner.

[Cato, I., 1997. Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1995 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljö kvalitet – en rapport från fem kontrollprogram. Del 2 och 3. SGU.](#)

I undersökningen utanför Preems anläggning i Göteborgs hamn analyserades sedimenten med avseende på 16 polyaromatiska kolväten ([Cato 2002](#)). 10 av dessa föreningar återfanns vid några provpunkter, antingen punkt 3 och 5 eller 3, 4 och 5, tabell 11. För halter av de enskilda föreningarna hänvisas till Cato 2002. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder klassas halterna av de enskilda ämnena som höga till mycket höga, och $\Sigma 11$ PAH (klassning av $\Sigma 16$ PAH saknas) som medelhög till hög.

Tabell 11. Halt av $\Sigma 16$ PAH i sediment i Göteborgs hamn 2001.

Provpunkt	$\Sigma 16$ PAH (mg/kg)
Lagunen 1	e.d.
Lagunen 2	e.d.
Risholmen 3	1,7
Risholmen 4	0,57
Knippleskären 5	2,4
Hjärtholmen 6	e.d.
Skalkorgarna 7	e.d.

e.d.= ej detekterbart

Bensen, toluen, etylbensen och xylener (BTEX) kunde inte detekteras. Tidigare uppmätta halter i skärgården ligger i flera fall under detektionsgränserna för analyserna i denna undersökning.

Alifater och aromater undersöktes. Vid provpunkterna Lagunen 1 och Knippleskären 5 uppmättes halter av alifater i fraktionen >C₁₆-C₃₅. Halten vid punkt 1 var 210 mg/kg, och vid punkt 5 180 mg/kg. Inga aromater eller övriga alifatfraktioner kunde detekteras.

Sju polyklorerade bifenyler undersöktes, varav sex återfanns vid Risholmen 3. I tabell 12 redovisas halten av Σ7 PCB.

Tabell 12. Halt av Σ7 PCB i sediment i Göteborgs hamn 2001.

Provpunkt	Σ7 PCB (mg/kg)
Lagunen 1	e.d.
Lagunen 2	e.d.
Risholmen 3	0,1
Risholmen 4	e.d.
Knippleskären 5	e.d.
Hjärtholmen 6	e.d.
Skalkorgarna 7	e.d.

e.d.= ej detekterbart

Polyklorerade dibensodioxiner och dibensofuraner undersöktes vid provpunkterna 1, 4 och 6. I tabell 13 har endast de kongener som detekterades tagits med.

Tabell 13. PCDD- och PCDF-halt (ng/kg) i sediment i Göteborgs hamn 2001.

PCDD, PCDF (ng/kg)	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,4/7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8/9-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Lagunen 1	24	118	8,3	4	6,8	8,5	4,5	4,8	24	7,5	61
Risholmen 4	13	46	2,9	2,7	3	5,3	4,4	e.d.	9,4	e.d.	22
Hjärtholmen 6	18	102	5,2	5	4,3	6,6	e.d.	e.d.	18	e.d.	24

[Cato, I., 2002. Miljögifter i sediment och biota utanför Preem Raffinaderi AB:s anläggning vid norra Rivöfjorden i Göta älvs mynningsområde. SGU-rapport 2002:19.](#)

[Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet Kust och Hav. Rapport 4914.](#)

I samband med bland annat muddringar har sedimenten i Göteborgs hamn analyserats med avseende på organiska miljögifter. Analysresultat för PCB finns från 1989-97. 1997 gjordes undersökningar av TBT i ytsediment (0-2 cm). 1999 togs 66 sedimentprover på 33 olika lokaler i muddringsområdet från Skandiahallen ut mot Vinga. Proverna togs på 0-10 respektive 45-50 cm djup. De analyserade ämnena var bland annat PCB och PAH.

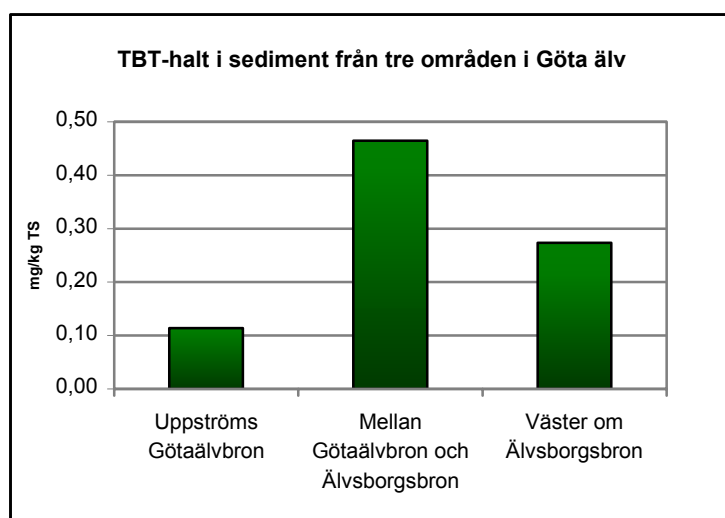
Vid provtagningen för summahalt PCB 1989-97 överskreds gränsvärdet 0,1 mg/kg i två prov. Halterna var 0,128 och 0,17mg/kg. Sedimenten är borttagna. 1999 visade analyserna att halten Σ PCB låg inom intervallet <0,007-0,05 mg/kg.

Σ 6 PAH-halten låg 1999 mellan <0,3 och 4,02 mg/kg. För två områden låg halterna över 3 mg/kg.

TBT-halten låg 1997 inom intervallet 0,061-0,671 mg/kg. Föroreningsgraden kan klassas som hög till mycket hög.

För samtliga värden och provtagningspunkter hänvisas till [Projekt Säkrare Farleder – Sediment PM, Sammanställning av analysresultat på sedimentprov tagna i Göteborgs hamns farledsområde, 2000.](#)

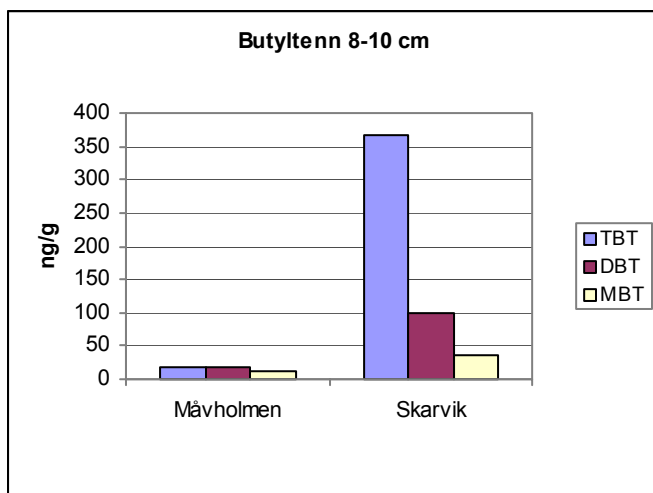
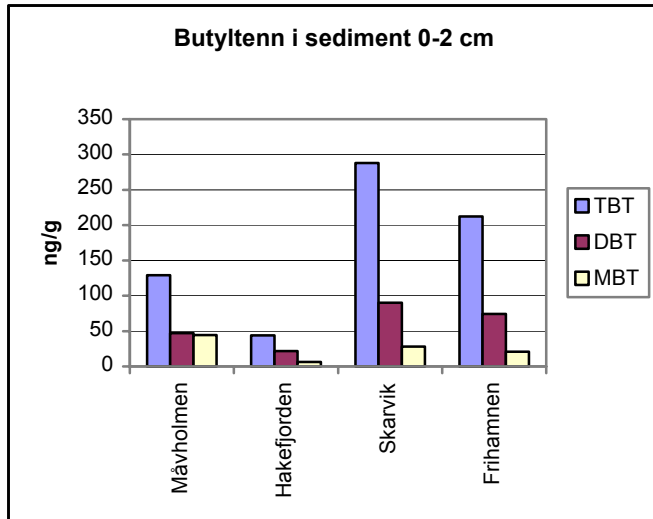
Göteborgs Hamn AB, GHAB, har under 2001/02 gjort undersökningar av tributyltennhalten (TBT) i sediment i hamnområdet, figur 10 och bilaga 7. Sedimentdjupet är i de flesta fall 0-10 cm, men för området uppströms Götaälvsbron är nivån 0-5 cm för merparten av punkterna. Möjligen kan det göra jämförelsen mellan områdena något missvisande.



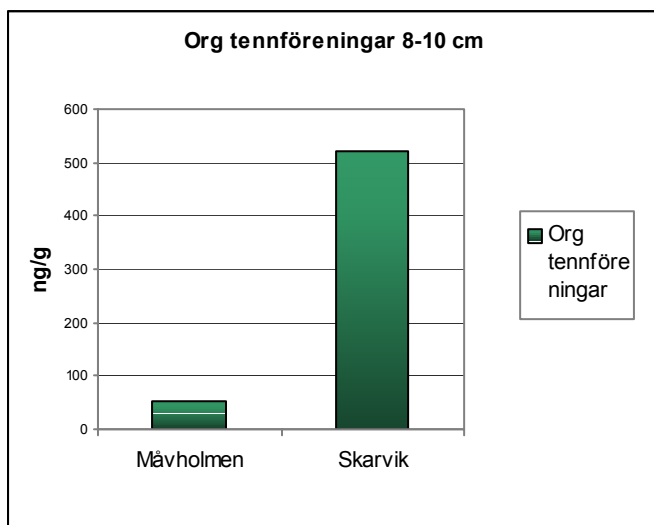
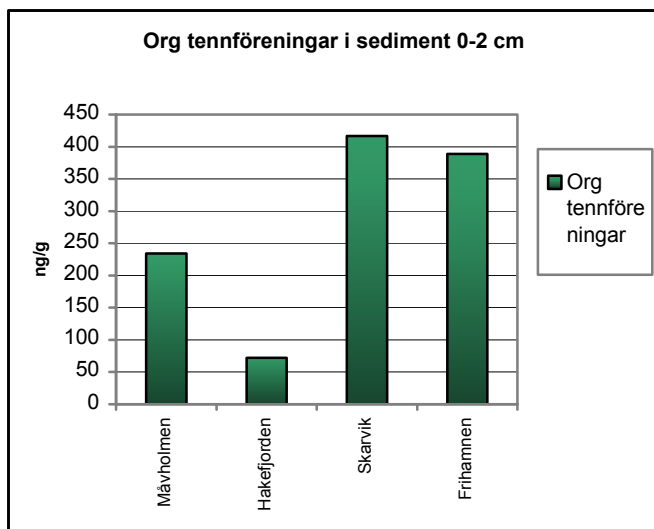
Figur 10. TBT-halt (medelvärde, mg/kg) i sediment från tre områden i Göta älv och dess estuarium 2001/02.

[GHAB, 2001, 2002. Undersökningar av TBT-halten i sediment i hamnområdet](#)

I undersökningen år 2000 av halterna av tributyltenn i sediment i Göta älvs estuarium ([Brack, 2000](#)) bedömdes sedimenten vara förorenade till starkt förorenade, med halter som är jämförbara med andra stora hamnar. Resultaten från denna undersökning är jämförbara med en tidigare undersökning i hamnen ([delacruz och Molander, 1998, genom Brack 2000](#)), där mycket höga halter av TBT återfanns i Lundbyhamnen och Lindholmshamnen. Möjligen kan en minskning av halterna anas, vilket skulle kunna bero på TBT-förbudet från 1993. Figur 11 och 12 visar halter av butyltenn och organiska tennföreningar (butyltenn- och fenyltennföreningar) i ytsediment (0-2 cm) och sediment från 8-10 cm djup, för värden se bilaga 8.



Figur 11. Halter av butyltenn i ytsediment och sediment från 8-10 cm djup år 2000.



Figur 12. Halter av organiska tennföreningar i ytsediment och sediment från 8-10 cm djup år 2000.

Brack, K., 2000. Metylkvikksilver och TBT i sediment från Göteborgs Hamn. Rapport, Geologi, Geovetarcentrum, Göteborgs Universitet.

Koncentrationer av PCB, PAH, alifater och TBT i sediment från 12 stationer från Frihamnen i öster till Hakefjorden i väster undersöktes år 2000 (Johannesson L.T. et al, 2000), tabell 14. I tabellen nedan visas endast värden i Frihamnen. Σ PCB- och Σ PAH-halterna var högst vid Torsviken (0,35 respektive 5,59 mg/kg i blandsediment). För TBT vid Skarvikshamnen, där halterna är högst gäller att de är högre på 8-10 cm djup (366 ng/g) än vid ytan (0-2 cm, 288 ng/g). Undersökningen pekar också på att sedimenten kan vara fototoxiska. För övriga värden hänvisas till Johannesson 2002.

Tabell 14. Halter av Σ PCB, PAH (totalhalt av 15 PAH:er), alifater och tributyltenn i sediment i Frihamnen år 2000.

Provpunkt	7 PCB ($\mu\text{g/g}$)	PAH ($\mu\text{g/g}$)	Alifater ($\mu\text{g/g}$)	TBT (ng/g)
Frih. Blandat	0,04	0,96	10	
Frih. Yta				212

Johannesson L.T., Wernersson A-S. & Griewatsch, K., Sediment quality and metal mobility in Göteborg Harbour, Sweden. Del 7 i Johannesson, L., 2002. Sedimentology and geochemistry of recent sediments from the Göta älv estuary – Göteborg harbour. Doktorsavhandling, Department of Geology, Göteborgs universitet.

Hösten 1989 togs inom ramen för Naturvårdsverkets dioxinundersökning sedimentprov i nedre delen av Göta älv. Då dessa prover befanns ha anmärkningsvärt höga dioxinhalter, mellan knappt 20 pg/g upp till 207 pg/g, beslöt man att även undersöka älvens övre delar. Detta gjordes 1990. Dioxinhalterna visade sig vara betydligt lägre i de övre delarna, där sediment i fyra av fem provpunkter hade halter som understeg 10 pg/g.

Göta älvs vattenvårdsförbund, 1992. Rapport avseende vattendragskontroll 1991

3.2.3 Ackumulationshastighet i Göta älvs estuarium

Akkumulationshastighet och massberäkningar av zink och kvicksilver i Göta älvs estuarium har beräknats (Brack, Johannesson och Stevens). På grund av de skiftande förhållanden som råder inom området har det delats upp i inre estuariet som omfattar Göteborgs hamn, och yttre estuariet. I hamnen har massberäkningar och beräkningar av ackumulationshastighet gjorts för områdena kring Ryaverket, Frihamnen och Säveåns mynning, medan man i det yttre området har studerat dessa parametrar i olika sedimentlager.

Total massa inom hela området är 4000 ton Zn och >20 ton Hg, där 367 ton Zn och >0,72 ton Hg ligger inom hamnen och 3657 respektive 19 ton ligger i det yttre området. Här kan tilläggas att det yttre området har en yta på ca 28 100 000 m² och är ca 8 gånger större än det inre som har en yta på ca 3 300 000 m².

Mängd per areaenhet är i hamnen 107 g/m² för zink. Beräkning saknas för kvicksilver. Mängden zink i yttre området är 130 g/m² och kvicksilver 0,96 g/m².

Akkumulationshastigheten är för zink 5 g/m² och år och för kvicksilver 0,01 g/m² och år i hamnen. I det yttre området är hastigheten 1,5 g/m² och år för zink och 0,007 g/m² och år för kvicksilver. Sedimentationshastigheten beräknas vara 1 cm/år i hamnen och 0,34 cm/år i ytterområdet.

I det inre området är såväl halter som mängd och ackumulationshastighet av zink och kvicksilver lägst vid Säveåns mynning, och ökar sedan ut mot Rya. För värden för de enskilda områden hänvisas till Brack et al. 2000.

Brack, K., Johannesson, L.T. och Stevens R.L. Accumulation rates and mass calculations of Zn and Hg in recent sediments, Göta älv estuary, Sweden, Kapitel 3 i Brack, K., 2000. Göta älv estuary – evaluation of anthropogenic and natural influences. Doktorsavhandling, der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

3.3 Analyser av biologiskt material

Analyser av biologiskt material som blåmussla, fisk, krabba och blåstång har gjorts vid flera provpunkter i Göteborgs skärgård. Insamling av materialet skedde mellan 1992 och 1998, och såväl metaller som organiska miljögifter undersöktes. Nya resultat från mätningar under 2001 väntas under året. Från älven har analyser av gädda gjorts under 1993 och 1994. Metallhalter i vattenmossa har undersökts. 1997 och 2000 gjordes bottenfaunaundersökningar i älven. För översiktlig sammanställning, se tabell 15.

Tabell 15. Sammanställning av rapporter om miljögiftsanalyser i biologiskt material.

Undersökning	År	Ämnen	Organ	Provpunkter
Miljögift i Gädda	1993	Kvicksilver	Muskel	Trollhättan, Nedströms Bohus, Lärjeholm, Gbg hamn, Nordre älv
Miljögift i Gädda	1994	PCB, DDT, Bly, Kadmium	Muskel	Trollhättan, Lilla Edet, Uppströms Bohus, Nedströms Bohus, Lärjeholm, Gbg hamn, Nordre älv
Miljögiftsundersökning Blåstång, Blåmussla, Tånglake, Torsklever, Krabbtaska, Strandkrabba	1992-1998	Bly, Kadmium, Zink, Koppar, Nickel, Krom, Vanadin, Arsenik, Kvicksilver, Tenn, PAH, PCB, Dioxin	Muskel. Lever	Danafjord/Öckerö, Galterö/Böttö, Måvholmen, Skeppstadsholmen, Kopparholmarna, Tornö/Kungsö, Långholmen
Miljögifter i Tånglake	1999	PAH, Nonylfenol, Bisfenol A, Triclosan	Lever, Galla. EROD-aktivitet	Göta älvs mynning (Danafjord): Älvsborg, Långholmen
Metaller i vattenmossa	1993-2001	Metaller	Vattenmossa	Göta älv, Vargön, Alelyckan, Älvabo, Nol, Lödöse, Surte, Nordre älv, Ormo
Bottenfauna i Göta älv 2000	1997 & 2000		Bottenfauna	Vargön, Älvabo, Garn, Södra Nol, Surte och Lärjeholm
Miljögifter i sediment och biota utanför Preem Raffinaderi AB:s anläggning vid norra Rivöfjorden i Göta älvs mynningsområde. Cato, 2002. SGU-rapport 2002:19.	2002	Bly, Kadmium, Zink, Koppar, Nickel, Krom, Arsenik, Kvicksilver, Cobolt, Mangan, PAH, PCB	Blåmussla, Tånglake	Rivöfjorden

Fram till 1994 sammanställdes resultat från en rad undersökningar av kvicksilver i biota i Länsstyrelsens skvicksilverdatabas. Bland annat finns undersökningar i torsk och skrubba från Rivöfjord, Ostindiebådarna och Skalkorgarna. I Nordre älv och Göta älv har blåsik, abborre och gädda undersökts. SLV, kommunerna runt älven, SIF, Fiskeristyrelsen och Göta älvs vattenvårdsförbund var beställare/ansvariga för undersökningarna.

3.3.1 Miljögifter i gädda

Undersökningar av miljögifter i gädda i Göta älv och Nordre älv har gjorts 1993 och 1994. Bland annat är kvicksilverhalterna i gädda från Göta älv genomgående låga. Enstaka gäddor nedströms Bohus uppvisar dock förhöjda halter.

[Göta älvs vattenvårdsförbund & Sportfiskarna, 1994 och 1995](#)

3.3.2 Miljögiftsundersökning 1997/98

Undersökningen är gjord i Bohuskustens vattenvårdsförbunds regi, där man mätt miljögifter i biota på ett antal provplatser längs Bohuskusten. En av stationerna (nr 4) är belägen strax utanför Göteborgs hamninlopp. Dessutom har mätningar i blåmussla gjorts vid fem stationer i anslutning till Göta älvs utlopp. Undersökningen av miljögifter i organismer planeras att genomföras fortlöpande vart femte år. Syftet är att registrera eventuella miljögifter inom kustvattenområdet som härrör dels från medlemmarna i Bohuskustens vattenvårdsförbund, dels tidigare utsläpp som lagrats i sediment, dels utifrån diffusa utsläpp. Resultaten i denna undersökning som är från 1996 och 1997 jämförs även med resultat från tidigare år, 1990 och 1992.

I Göteborgsregionen visar mätningarna i blåmussla på en tydlig minskning av metallerna koppar, bly och kvicksilver i blåmussla. Samtliga prover ligger inom tillståndsklass I (Statens forureningstilsyn TA 1467/1997) med undantag av bly i de två provpunkterna närmast hamnen och Göta älvs utlopp som ligger inom klass II. För organiska miljögifter noteras även här en tydlig minskning från 1993 till 1996, men med en ökning år 1997.

För station 4 visar resultaten att halterna av metaller i blåstång och blåmussla är låga (tillståndsklassning I), undantaget nickel i blåstång som ligger inom klass II. För metaller i tånglake syns en minskning av bly och vanadin medan halterna av nickel och arsenik är mellan två och tio gånger högre än vid tidigare undersökning. Organiska miljögifter förekommer inte alls eller i låga halter i både blåstång, blåmussla och tånglake. En minskning gentemot föregående undersökning kan ses.

[Bohuskustens vattenvårdsförbund. Miljögiftundersökning 1997-1998](#)

3.3.3 Miljögifter i tånglake, 1999

Undersökningen av miljögifter i tånglake omfattar fem fiskeområden längs Bohuskusten, varav två i Göta älvs mynning (Älvsborg i det inre området och Långholmen i det yttre). Undersökningen av fisken från Göta älvs mynning tyder på tidiga störningar (förhöjda EROD-aktiviteter hos samtliga fiskar) som troligtvis orsakas av polycykliska aromatiska kolväten, PAH:er. Särskilt av hydroxylerade PAH uppmättes relativt höga nivåer. Fisken i Göta älvs mynning innehöll också produkter från tvättmedel, nonylfenol och mjukgörare från plast, bisfenol A. Halterna av dessa båda östrogenpåverkande ämnen var högre än väntat, men ytterligare undersökningar krävs för att ta reda på om halterna leder till feminisering av fisken. Trolig källa till de förhöjda halterna är Ryaverket. Även oväntat höga halter av det bakteriedödande medlet triclosan återfanns inom området. Fisken påverkas troligtvis inte av halterna, men eventuellt förekommer en ökad risk för bildning av bakterier med ökad motståndskraft.

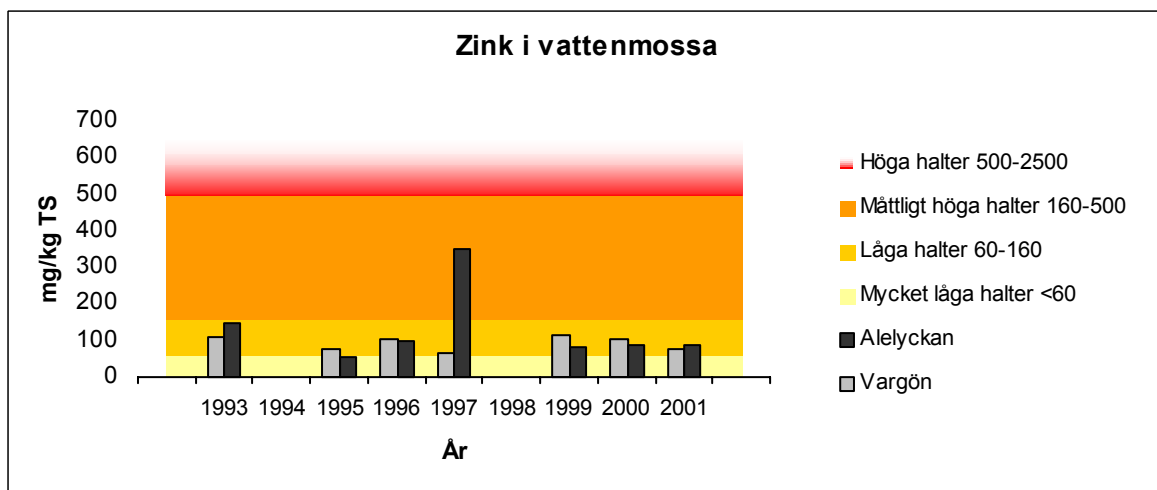
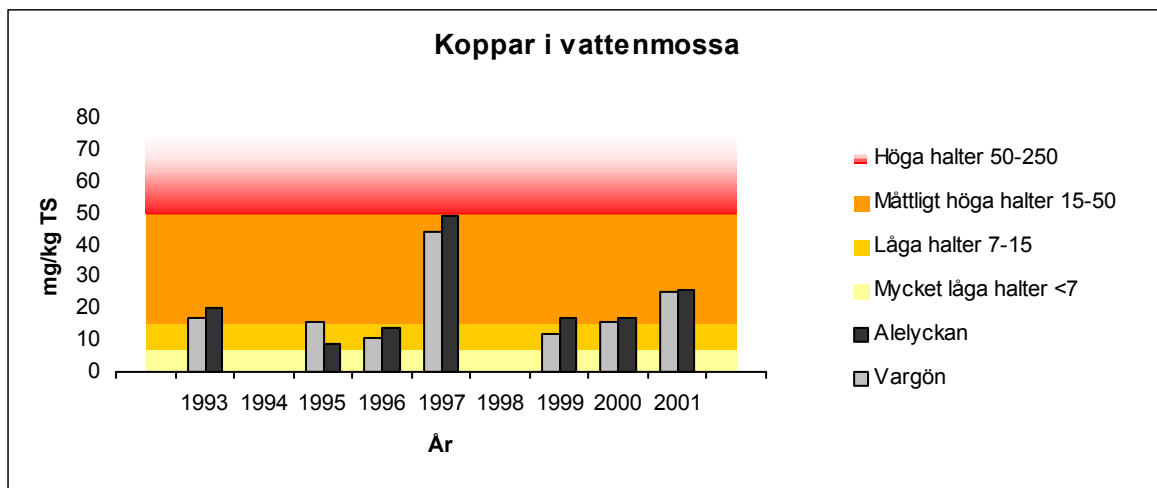
[Bohuskustens vattenvårdsförbund 1999. Undersökning av tånglake i Göta älvs mynning, Stenungsund, Brofjorden och Fjällbacka](#)

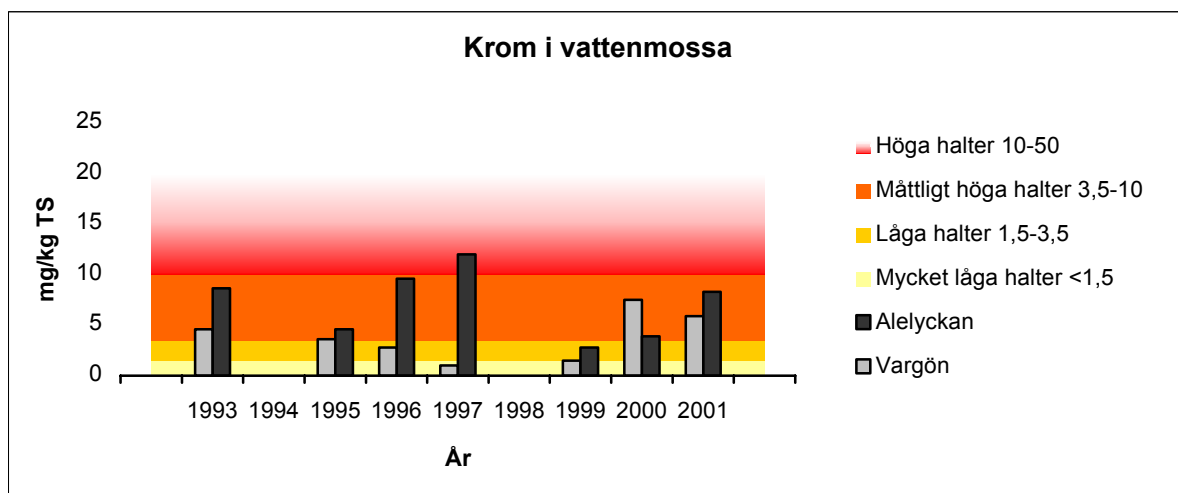
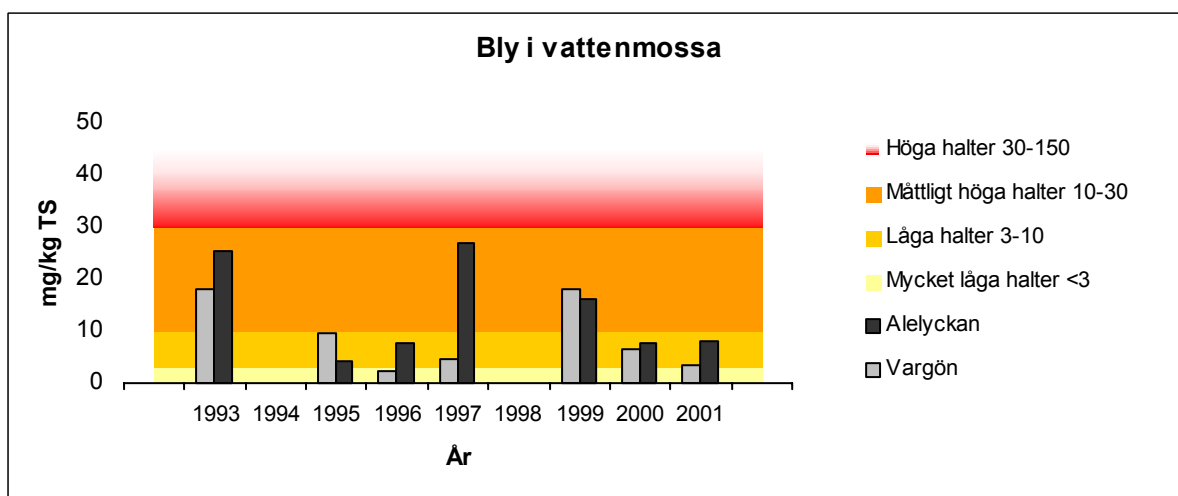
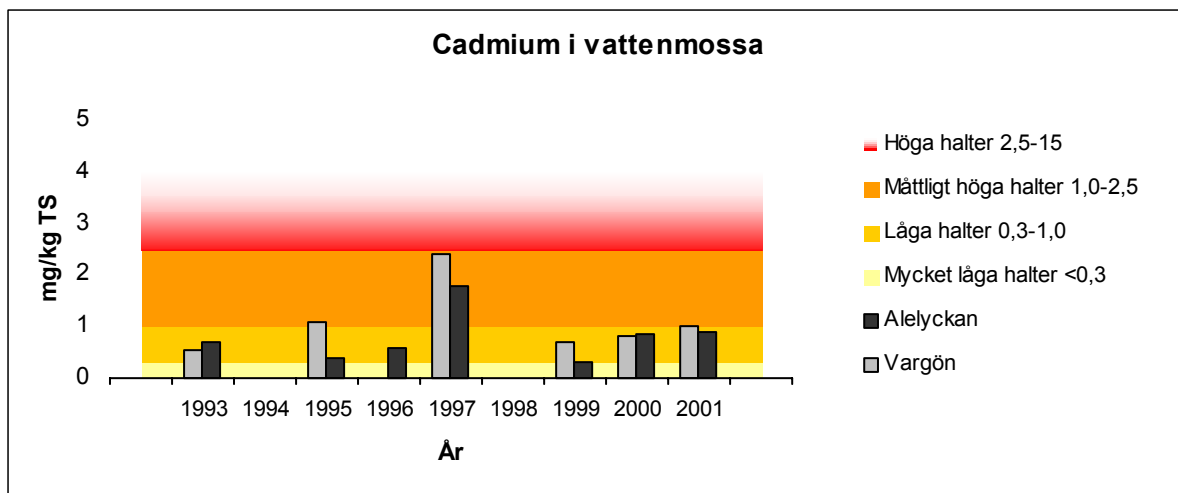
3.3.4 Metaller i vattenmossa

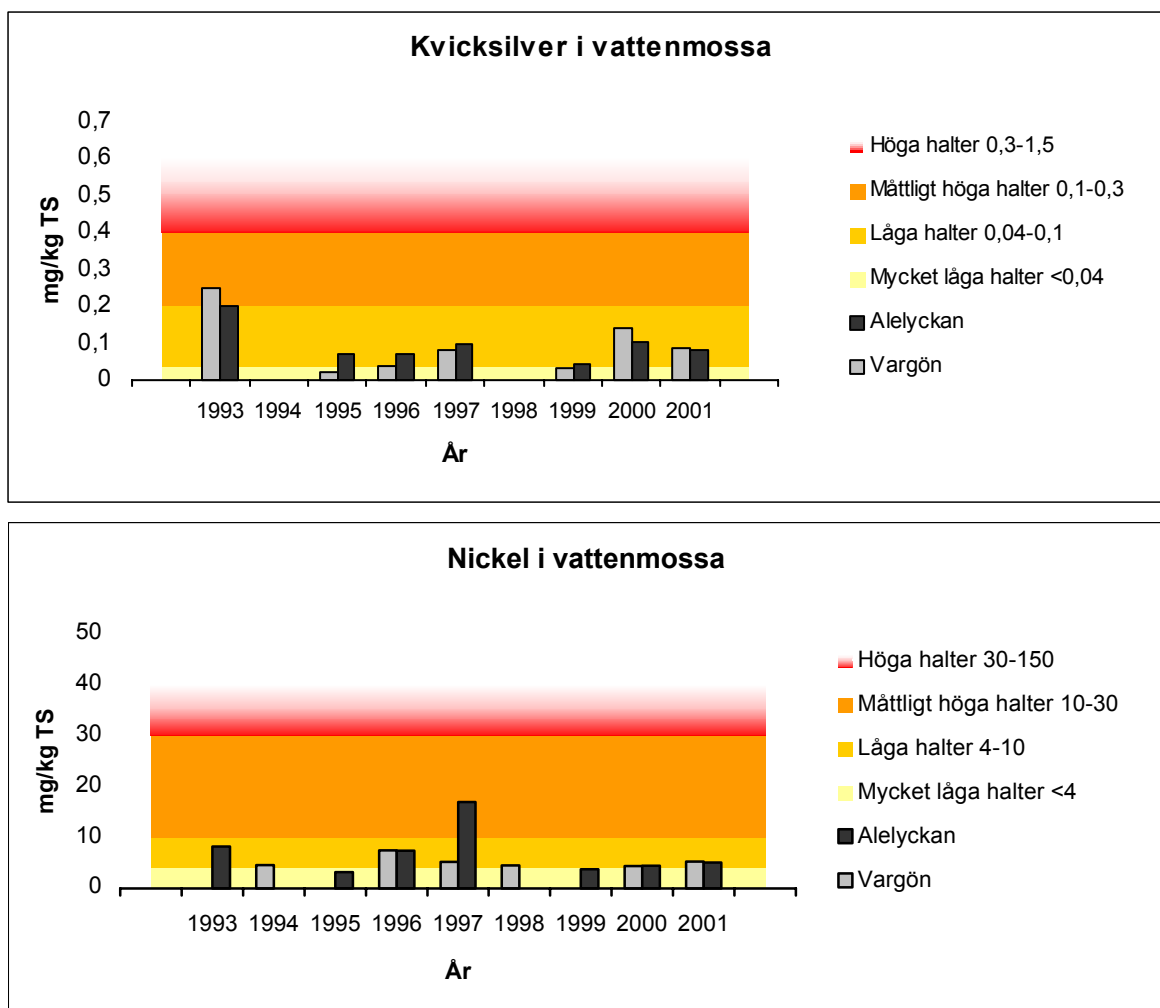
Sedan 1993 har undersökningar av metallhalter i vattenmossa utförts i ett växande antal provpunkter längs älven och dess biflöden år 1993, 1995, 1996, 1997, 1999, 2000 & 2001 ([Medins Sjö- och Åbiologi](#)). Figur 13 visar halter av sju metaller samt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för en längre tidsperiod vid två av provpunkterna, Vargön och Alelyckan

för åren 1999-2001 (Naturvårdsverket 2003). För korrekt bedömning bör mätningar utföras under minst tre år med månatliga provtagningar, vilket inte är fallet här. Bedömningsnivåerna ger ändå en uppfattning om föroreningsgrad. För värden för ytterligare metaller samt flera provpunkter hänvisas till bilaga 9.

Generellt ligger halterna de senaste åren på låga nivåer. Vid 2001 års undersökning där prover togs vid bl a Vargön, Älvabo, Lödöse, Nol, Surte, Alelyckan i Göta älv och Ormo i Nordre älv var kvicksilverhalterna låga eller måttligt höga. För mätpunkterna från Vargön till Nol var halten sjunkande för kvicksilver, medan Ormo hade det högsta värdet. För bly konstaterades en ökning mellan Vargön och nedströms liggande provpunkter ner till Surte, där högsta halten uppmättes. Halterna bedömdes vara låga till måttliga. Kopparhalten var i samtliga provpunkter måttliga och var relativt konstant för mätpunkterna i Göta älv. Halten av krom ökade kraftigt från Vargön till Älvabo, för att sedan sjunka vid nedströms liggande provpunkter. Halterna bedömdes i flera fall vara höga.







Figur 13. Metallhalter i vattenmossa samt bedömningsgrunder vid två mätpunkter i Göta älv.

Medins Sjö- och Åbiologi AB, 1993-2001. Metaller i vattenmossa. Göta älvs vattenvårdsförbunds Rapport avseende Vattendragskontroll för respektive år.

Naturvårdsverket, 2003. Bedömningsgrunder för metaller i sjöar och vattendrag, www.naturvardsverket.se

3.3.5 Bottenfaunaundersökningar

Bottenfaunaundersökningar i Göta älvs huvudfåra har genomförts vid två olika tillfällen, år 1997 och år 2000 (Medins Sjö- och Åbiologi, 1997 och 2000). I båda undersökningarna har åtta provpunkter undersökts varav sex är samma för de två åren (Vargön, Älvabo, Garn, Södra Nol, Surte och Lärjeholm). I studien från år 2000 jämförs resultaten även med tidigare års undersökning. I sammanställningen används termen ”annan påverkan” som ett samlingsbegrepp för en mängd olika typer av störningar som kan påverka bottenfauna negativt, såsom utsläpp av tungmetaller eller organiska miljögifter, vattenreglering, bevattningsuttag, grävningar eller dikning. Undersökningen utreder dock inte hur stor del av denna ”annan påverkan” som beror på utsläpp av olika miljögifter, varför det är svårt att uttala sig om hur starkt bidragande denna faktor är. Resultaten för annan påverkan visar att i provpunkterna Vargön och Älvabo, d v s älvens norra del, samt provpunkten i Nordre älv syns ingen/obetydlig påverkan. Provpunkterna Garn, Södra Nol och Lärjeholm visar på en betydlig påverkan. Surte är den enda provpunkt som är starkt/mycket starkt påverkad. Jämförelsen med 1997 års undersökning tyder på en förbättring av tillståndet i punkterna Älvabo och Södra Nol har förbättrats.

Medins Sjö- och Åbiologi, 1997. Undersökning av bottenfauna i Göta- och Nordre älv 1997. På uppdrag av Göta älvs vattenvårdsförbund. Rapport för Vattendragskontroll 1997

Medins Sjö- och Åbiologi, 2000. Bottenfauna i Göta älv 2000. På uppdrag av Göta älvs vattenvårdsförbund. Rapport för Vattendragskontroll 2000

4 Vilka utsläppskällor finns?

Ett antal olika källor bidrar till föroreningar i Göta älv. Från industrin släpps metaller och organiska ämnen ut med avlopps-, dag- och kylvatten. Vid olyckor kan läckage till älven förekomma. Marken längs Göta älv har länge använts för olika verksamheter och på många ställen finns föroreningar som via grundvattnet lakas ur jorden. Från dagvatten och vatten från skogs- och åkermark tillförs älven metaller och organiska miljögifter. Även sjöfarten bidrar med föroreningar. Dessutom finns vad gäller metaller en naturlig bakgrundshalt som bestäms av bl a berggrundens metallhalt och metallernas rörlighet. Dessa källor diskuteras i detta kapitel. Andra källor som inte tas upp vidare är t ex biflödenas föroreningsmängder samt skred längs älvkanten, läckage från sediment med höga föroreningshalter och atmosfäriskt nedfall på sjöar och vattendrag.

4.1 Industrins utsläpp

Längs älven ligger ett stort antal industrier, deponier och några avloppsreningsverk, varav många släpper ut miljöskadliga ämnen till vattnet. Den som bedriver tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet är enligt miljöbalken skyldig att till tillsynsmyndigheten inlämna en årlig miljörapport. Här skall bl a utsläpp av miljöskadliga ämnen redovisas. Utsläppen från företag som har utsläpp över en viss gräns läggs in i emissionsdatabasen EMIR av handläggare på Länsstyrelsen. I denna rapport har uppgifter i databasen sammanställts. Dock blir det beräknade utsläppet från industrin en underskattning, eftersom många industrier med mindre utsläpp samt många anläggningar där Länsstyrelsen inte är tillsynsmyndighet saknas. Dessutom gäller sammanställningen endast huvudfåran.

I vissa av miljörapporterna är ”mindre än”-värden angivna. Det kan bero på att föroreningshalterna är detekterbara men inte kvantifierbara. För att få ett värde som möjliggör beräkningar har dessa värden i flera fall halverats, så att <2 kg anges som 1 kg. I vissa fall, utifrån handläggarnas synpunkter, har hela värdet angivits. T ex är SAAB:s utsläpp av kadmium egentligen angivet som <1,4 kg per år medan det i tabellen anges vara 1,4 kg. Äldre data ur EMIR är något osäkra, därför har bara de senaste årens värden tagits med vad gäller metaller. I fråga om de organiska ämnena där längre tidsserier tagits med får man ha denna osäkerhet i åtanke.

Utöver de utsläpp som omfattas av tillstånd eller anmälningar sker ibland olyckor med utsläpp som följd. I Göta älvs vattenvårdsförbunds årliga rapport listas anmälda händelser under det gångna året. Under 2001 skedde några utsläpp av bl a olja. Under 2002 var antalet störningar som resulterat i avvikelserapporter rekordlåg, och inga omfattande oljeutsläpp skedde ([Göta älvs vattenvårdsförbund, 2002 och 2003](#)).

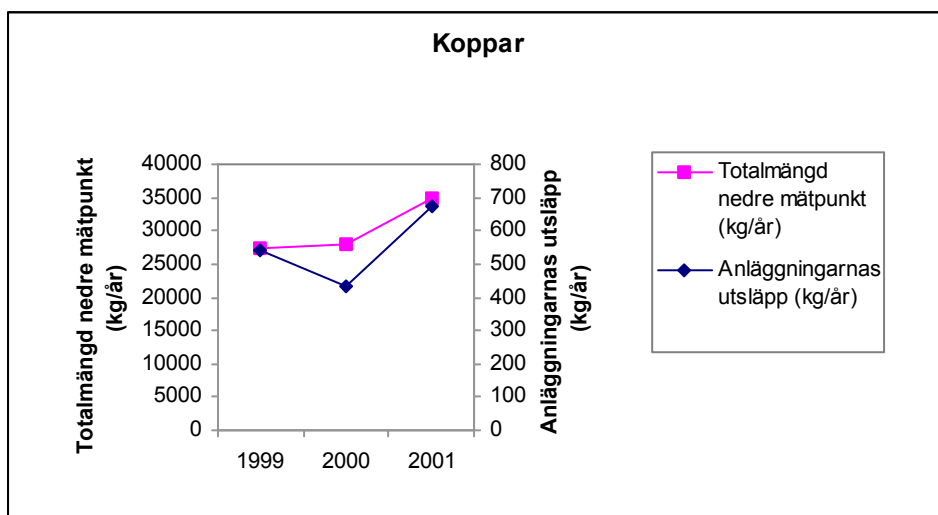
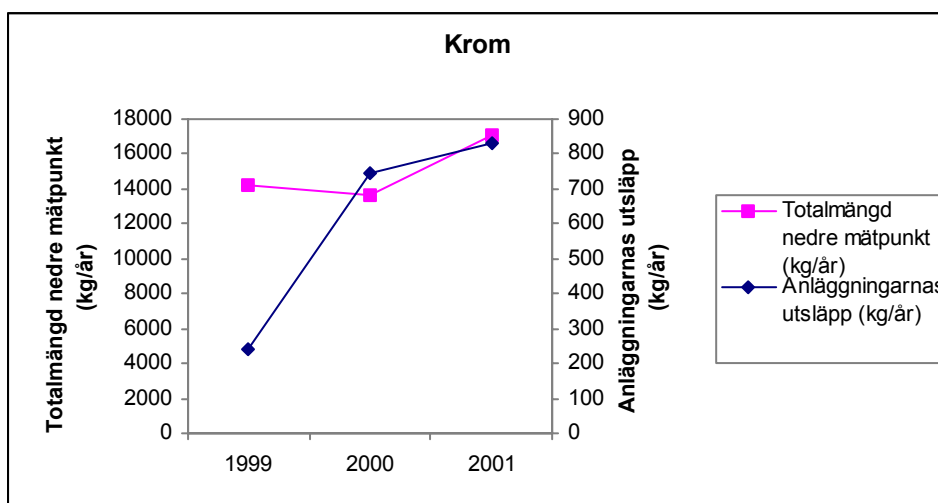
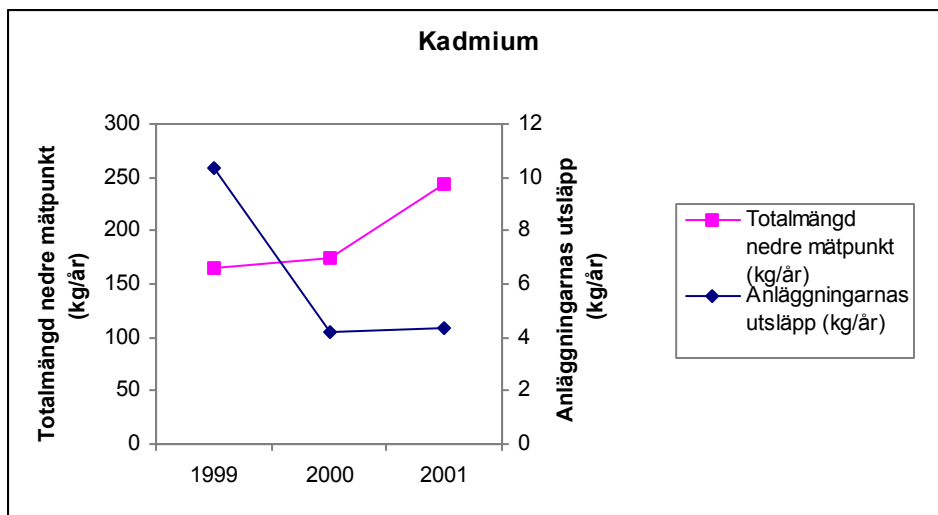
4.1.1 Metaller samt arsenik och cyanid

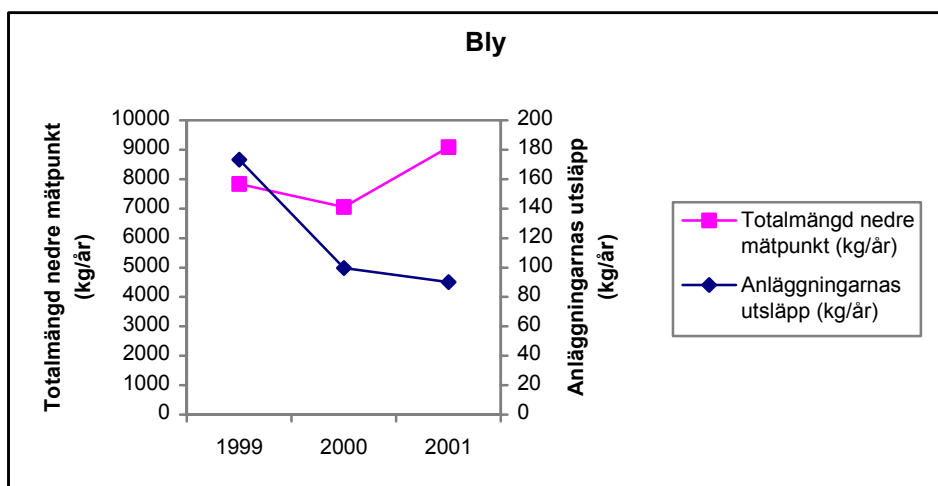
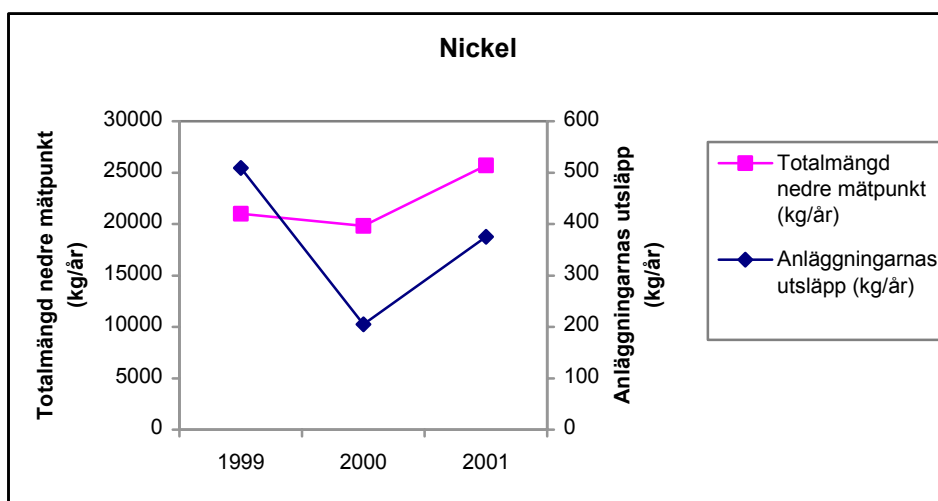
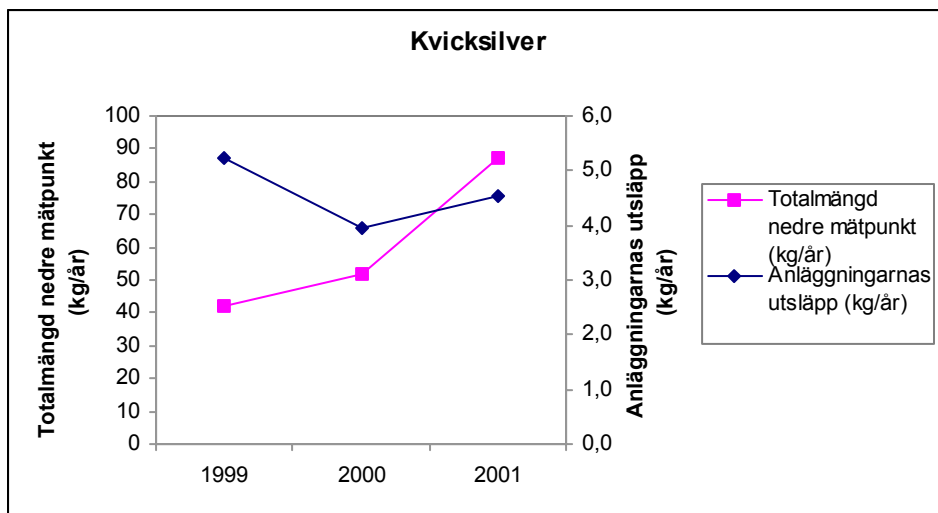
I tabell 16 redovisas utsläppsmängderna av arsenik, bly, cobolt, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel, zink, vanadin och cyanid från industri, avfallsdeponi och avloppsreningsverk längs älven år 2001. Anläggningarnas utsläpp 1999-2001 har sammanställts i bilaga 10.

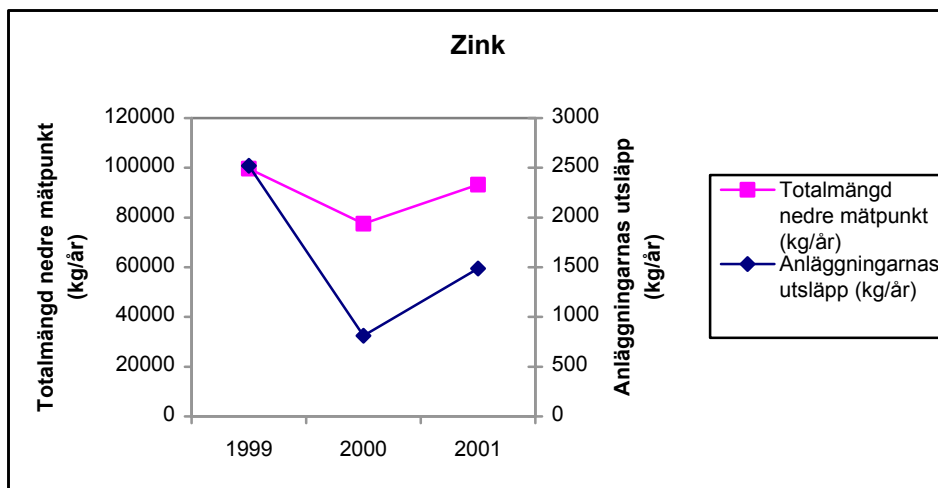
Vid Alelyckan vid Lärjeholm görs mätningar av bl a metallhalter i älvvattnet (se avsnittet Analyser av vatten). Utsläppen av sju metaller från ett flertal industrier, deponi och reningsverk uppströms Alelyckan (Lärjeholm) samt de totala mängder som årligen transporterades i älvvattnet vid Alelyckan för åren 1999-2001 visas i figur 14. Observera att mängderna är beräknade på hela flödet, trots att Alelyckan ligger nedströms älvens delningspunkt. Flödet i Nordre älv inkluderas alltså i beräkningarna. Metallmängderna ökar mellan Vargön och Alelyckan. De uppströms Alelyckan liggande anläggningars möjliga bidrag till denna ökning visas i figur 15.

Tabell 16. Utsläpp av metaller, arsenik och cyanid (kg/år) från anläggningar längs Göta älv 2001. Kursiv stil anger att anläggningen ligger uppströms Alelyckan.

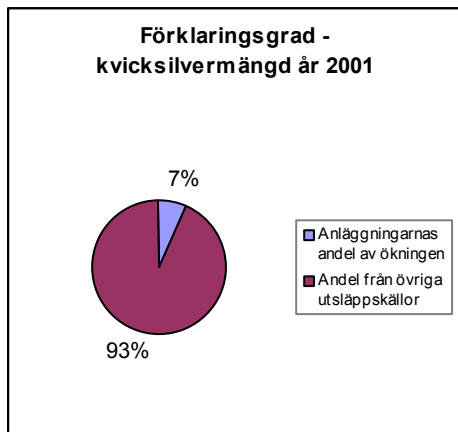
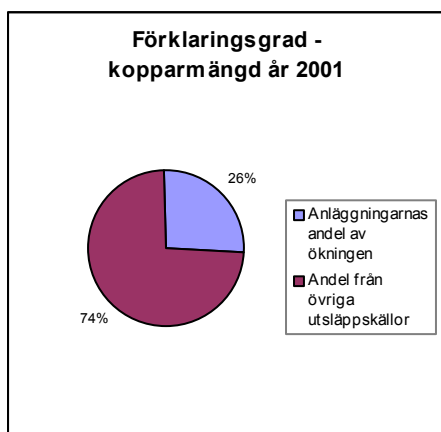
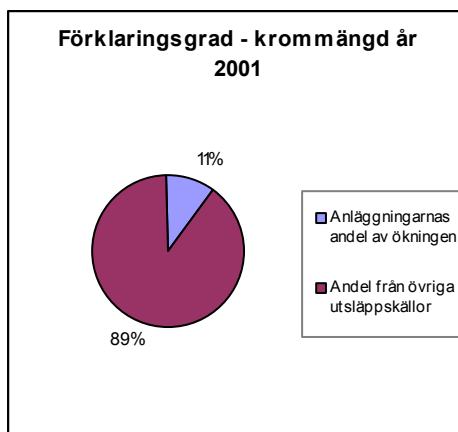
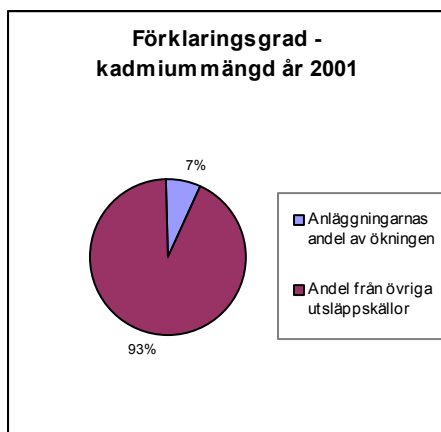
	As	Cd	Cyanid	Cr	Co	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Ferroprodukter AB			5,4	0,4				4,4			5,9
Reci Industri AB, Skarvikshamnen				0,56		0,59		3,4	0,37		2,9
Nynäs Refining AB								62,5			
Shell Raffinaderi AB	5	0,5		0,5		0,5	0,5	7	0,2	11	15
Preem Raffinaderi AB	6	0,005		1,1		24	0,08	4	0,38	8	18
GRYAAB Ryaverket		10,1		413		1218	16,1	693	264		2040
<i>Edet bruk</i>		<i>0,65</i>		<i>4,25</i>	<i>10,7</i>	<i>29,2</i>	<i>0,24</i>	<i>10,7</i>	<i>2,1</i>		<i>198</i>
<i>Eka Chemicals AB</i>							2,9				
<i>Tudor AB</i>									28		
<i>Trollhättans Arv, Arvidstorp</i>		<i>0,83</i>		<i>433</i>		<i>402</i>	<i>1,1</i>	<i>166</i>	<i>23,8</i>		<i>727</i>
<i>Munkebo Avfallsupplag</i>	<i>0,284</i>	<i>0,11</i>		<i>1,59</i>		<i>0,68</i>	<i>0,01</i>		<i>0,46</i>		<i>3,64</i>
<i>Volvo Aero Corporation</i>		<i>0,023</i>		<i>3,6</i>		<i>2,6</i>		<i>3,1</i>			
<i>SAAB Automobile AB</i>		<i>1,4</i>		<i>7</i>		<i>6,8</i>		<i>31</i>	<i>14</i>		<i>8,2</i>
<i>Holmen Paper AB</i>		<i>1</i>		<i>360</i>		<i>140</i>		<i>150</i>	<i>18</i>		<i>450</i>
<i>Lignotech Sweden AB</i>				<i>10</i>							
<i>Vänersborgs Arv, Ut</i>		<i>0,32</i>		<i>11</i>		<i>95,3</i>	<i>0,28</i>	<i>14</i>	<i>3,72</i>		<i>100</i>
Summa utsläpp 2001	11	15	5	1246	11	1920	21	1149	355	19	3569

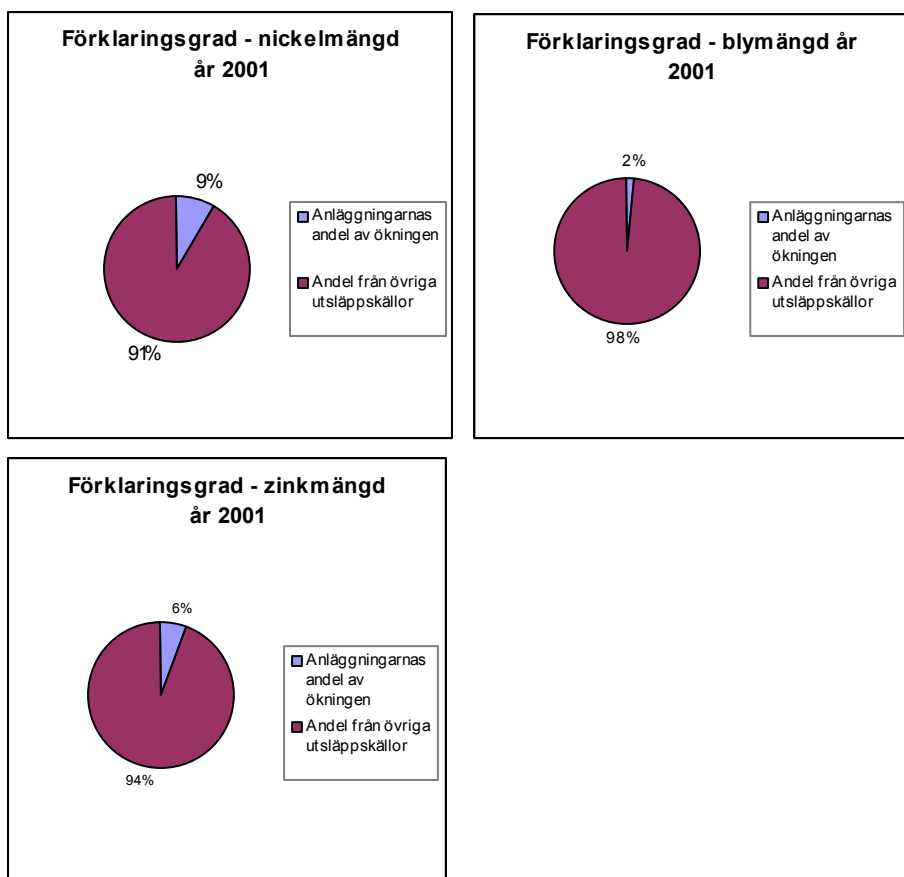






Figur 14. Metallutsläpp (kg/år) från industrier, deponi och reningsverk uppströms Alelyckan samt totala metallmängden (kg/år) som transporteras i vattnet vid Alelyckan.





Figur 15. De uppströms Alelyckan belägna anläggningarnas möjliga andel av den ökning av metallmängd som sker mellan Vargön och Alelyckan 2001.

[Göta älvs vattenvårdsförbund, 200. Rapport avseende Vattendragskontroll 2001](#)

[Göta älvs vattenvårdsförbund, 2003. Rapport avseende Vattendragskontroll 2002](#)

[Länsstyrelsens i Västra Götaland databas EMIR](#)

4.1.2 Organiska miljögifter

Utsläppen av adsorberbara organiska halogenföreningar (AOX), fenoler och olja (opolära kolväten, OPALCH, och polära kolväten, TEX) från industrianläggningarna längs älven under 2001 redovisas i tabell 17. För längre tidsserier och diagram hänvisas till bilaga 11.

Tabell 17. Utsläpp av organiska miljögifter (kg/år) från industrier längs Göta älv 2001. Kursiv stil anger att anläggningarna ligger uppströms Alelyckan.

Anläggning	AOX (kg/år)	Fenoler (kg/år)	Olja- OPALCH (kg/år)	Olja-TEX (kg/år)
Reci Industri AB, Ciclean	26,7	68	237	360
Nynäs Refining AB		22	108	183
Preem raffinaderi AB	39	373	850	1880
Shell Raffinaderi AB	100	116	1900	4500
GRYAAB, Ryaverket	5286		20200	92500
<i>Edet Bruk</i>	<i>400</i>			
<i>Inlands Kartongbruk</i>	<i>260</i>			
<i>Munkebo avfallsupplag</i>	<i>18,18</i>			
<i>SAAB Automobile AB</i>			27	544
<i>Volvo Aero Corporation</i>			17	43
Summa	6130	579	23339	100010

[Länsstyrelsens i Västra Götaland databas EMIR](#)

4.2 Metaller och organiska miljögifter i dagvatten och vatten från skogs- och åkermark

Belastningsberäkningar från dagvatten har gjorts med hjälp av Chalmers och VA-verket i Göteborg. Man utgår från schablonhalter för ämnen i dagvatten från olika typer av markanvändning, och genom att uppskatta arealer för denna markanvändning beräknas föroreningsmängder. Beräkningarna är mycket grova och får enbart ses som ett försök att få en uppfattning om storleksordning.

VA-verket har skattat utsläppen av metaller från dagvatten till Göta älv inom Göteborgs kommun, indelat i norr och söder om råvattenintaget vid Lärjeholm, tabell 18. För dessa beräkningar gäller följande:

Schablonhalter enligt StormTac, version 2001-10

Endast hårdgjorda ytor. Utsläpp via dagvattensystem

Ej parkytor eller atmosfäriskt nedfall.

Inom Göteborgs kommun. Fördelning av markanvändning endast uppskattad, ej mätt.

Ej dagvatten från bräddavlopp, endast duplikatsystem.

Kvicksilver har osäkra mätdata

VA-verket konstaterar i rapporten ”Dagvatten inom planlagda områden” att koppar har den största miljöpåverkan på den akvatiska miljön. Arbetet med att minska mängden koppar till dagvattnet måste därför prioriteras. Centrumområden, flerfamiljshus och industriområden är stora utsläppskällor av koppar. Även biltrafiken är en stor källa till föroreningar. Starkt förorenat dagvatten bör renas innan utsläpp sker till recipient. Några av de projekt som genomförts är bl a rening med hjälp av dagvattendammar vid Järnbrott och Välen i Göteborg. Man har också infört kvalitetsstyrning vid den största pumpstationen i Ryaverkets avrinningsområde. Det innebär att det första, mest förorenade dagvattnet pumpas till Ryaverket, medan efterföljande dagvatten, som innehåller lägre halter av föroreningar, i större utsträckning leds till Göta älv.

I denna rapport har beräkningar av föreningsmängder i dagvatten, tabell 18, samt vatten från skogs- och åkermark, tabell 19, gjorts för området norr om Lärjeholm i Göteborgs kommun och vidare upp mot Vänern. Atmosfäriskt nedfall på sjöar och vattendrag har inte tagits med i beräkningarna. Korrigeringar för fastläggning av föroreningar i sediment i sjöar och vattendrag har heller inte gjorts.

Schablonhalterna som används kommer i första hand från Vägverkets rapport ”Dagvattenbelastning på sjöar och vattendrag i förhållande till andra föroreningskällor” (Publ 2001:114). Då vissa ämnen saknas i rapporten har värden från Storm Tac, version 2003-02 använts. För schablonvärden och beräkningar hänvisas till bilaga 12.

Markanvändningen för ett område på 136 538 ha har delats in i användningsområdena bebyggelse (i tätort), industriområden, vägar, jordbruksmark, skog, sjöar, vattendrag och sankmark, markanvändningsarealer i bilaga 12. Indelningen är grov och många parametrar är uppskattade. Arealen av bebyggelse är beräknad utifrån fastighetskartan och gäller bara tätorter, vilket innebär att många bostäder inte kommer med i arealuppskattningen. Beräkningar görs med hjälp av schablonvärden för områden med flerfamiljshus, vilket gör att många halter kan ha överskattats. Vägarean är beräknad utifrån längd på allmänna vägar, motortrafikleder och motorvägar, uppmätt på översiktskartan. Viss information om bredd fås från kartan. Beräkningarna tar inte hänsyn till trafikintensiteten, utan schablonvärden för väg med ca 30 000 fordon per dygn har använts.

För dagvattnets totalbelastning på älven summeras VA-verkets beräknade mängder söder om intaget med mängderna beräknade av Länsstyrelsen, tabell 18. Området norr om intaget inom Göteborgs kommun överlappar nämligen området som Länsstyrelsen gjort beräkningar för.

Tabell 18. Uppskattad mängd metaller, olja och PAH (kg/år) som årligen tillförs Göta älv via dagvatten.

	Göteborgs kommun norr om Lärjeholm	Göteborgs kommun söder om Lärjeholm	Området från Vänern till Lärjeholm	Hela området*
Pb	27	245	380	625
Cu	52	268	796	1064
Zn	189	1127	2962	4089
Cd	1	6	6	12
Cr	8	52	120	172
Ni	8	61	158	219
Hg	3	1	1,4	2,4
Olja			10591	
PAH			13	

* Inkluderar kolumnerna Göteborgs kommun söder om Lärjeholm och Området från Vänern till Lärjeholm

Tabell 19. Utlakning av metaller (kg/år) från skogs- och åkermark längs Göta älv.

	Areal (ha)	Utlakning (kg/år)						
		Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg
Skog	78000	312	234	7800	46,8	195	312	1,6
Odlad åker	25800	77	206	722	2,6	129	181	0,5
Summa		389	440	8522	49,4	324	493	2,1

I en undersökning från 1992 ([Miljö- och hälsoskydd, Göteborgs stad, 1992:16](#)) uppskattas utsläppen av olja via dag- och bräddvatten till recipienter i Gryaab:s upptagningsområde (Ale, Göteborg, Härryda, Kungälv, Mölndal och Partille) till totalt 35,5 ton. Av denna mängd tar Göta älv emot drygt 16 ton, Säveån knappt 4 ton och Mölndalsån ca 5,5 ton, resterande mängd går till mindre, ”lokala” recipienter. Man poängterar att osäkerheten i beräkningarna är mycket stor.

[Fastighetskartan, Översiktskartan](#)

[Miljö- och hälsoskydd, Göteborgs stad, 1992:16. Oljeutsläpp, miljöårsprogram vatten](#)

[Storm Tac, version 2003-02. Schablonhalter. www.stormtac.com](#)

[VA-verket, Göteborg, 2001. Dagvatten inom planlagda områden. Underlagsmaterial till ”Vatten så klart”, vattenplan för Göteborg.](#)

[VA-verket, Göteborg, 2003. Muntlig information samt utförda beräkningar](#)

[Vägverket, 2001. Dagvattenbelastning på sjöar och vattendrag i förhållande till andra föroreningskällor. Publ 2001:114](#)

4.3 Förorenade områden

Utmed Göta älv med biflöden finns ett stort antal potentiellt förorenade områden samt mark med konstaterade, förhöjda halter av miljögifter. Från dessa områden kan föroreningar spridas till älven. Då dalgången dessutom är ett av de mest skredfrekventa områdena i landet finns även risk för skred av förorenade jordmassor, vilket ytterligare ökar föroreningsbelastningen på älven.

De flesta markundersökningar görs i samband med exploateringar. Därutöver arbetar Länsstyrelsen med att kartlägga och översiktligt riskklassificera dessa områden efter en inventeringsmodell som kallas ”MIFO” (Metodik för Inventering av Förorenade Områden). Inom den första fasen (MIFO-fas 1) genomförs en orienterande studie där aktuella områden identifieras. Information om området tas fram och platserna besöks. Sammanställning, utvärdering och rapportering sker, varpå denna inventering avslutas med en översiktlig riskklassificering. Riskklass 1 innebär objekt med mycket stor risk för miljön medan klass 4 innebär liten risk

Utifrån detta resultat prioriteras objekten inför den andra fasen (MIFO-fas 2), som innebär en översiktlig miljöteknisk undersökning. Riskklassificeringen omvärderas därefter för de undersökta områden, ofta efter en översiktlig riskbedömning, för förnyad prioritering inför eventuella efterbehandlingsåtgärder.

4.3.1 Riskklassade områden utmed Göta älv

Med hjälp av Länsstyrelsens MIFO-databas har en sammanställning gjorts av riskklassade områden (främst enligt MIFO-fas 1) utmed älven (kontakta Länsstyrelsen i Västra Götaland för information om dessa områden). Deponier redovisas separat nedan.

Riskklassade områden inom ett avstånd av ca 1 km från älvens huvudfåra har tagits med i sammanställningen. Inom detta område från Vänerns utlopp till Olskroken uppströms Götaälvsbron i Göteborg finns drygt 150 objekt, varav 23 st bedöms tillhöra riskklass 1 (bilaga 13). Flera av dessa områden ingår i Länsstyrelsens sammanställning över de 30 mest prioriterade objekten i länet. Av de drygt 150 objekten har man inom uppskattningsvis 10 st hanterat kvicksilver i någon form, 22 st har hanterat bly och 25 st krom. Nedströms Olskroken finns ett flertal objekt med förhöjda föroreningshalter i marken, bl a i Göteborgs hamn. Dessa objekt påverkar genom sitt läge inte älven i någon större utsträckning, men kan givetvis bidra till föroreningen av vatten och sediment i estuariet.

[Länsstyrelsens MIFO-databas, 2003](#)

4.3.2 Deponier längs Göta älv

Av länets ca 50 deponier i drift finns inom kommunerna längs Göta älvs huvudfåra 6 deponier, se tabell 20. För Sörmossen och Högstorp har avslutningsplaner lämnats in. För Högstorp avfallsupplag och Edet bruks deponi finns inga uppgifter om mätningar av metaller och organiska miljögifter i utgående vatten. Vargön Alloys lakvatten samlas upp och används som kylvatten i produktionen. Övriga leder vattnet till kommunala reningsverk.

Tabell 20. Deponier i drift längs Göta älvs huvudfåra

Kommun	Anläggning	Recipient
Ale	Sörmossen	Ryaverket
Göteborg	Tagene	Ryaverket
Lilla Edet	Edet Bruk	Göta älv
Lilla Edet	Högstorp avfallsupplag	Göta älv
Vänersborg	Heljestorp	Kommunalt reningsverk
Vänersborg	Vargön Alloys AB	Lakvattnet tas omhand

En omfattande sammanställning av nedlagda och illegala deponier har gjorts inom MIFO-inventeringen (kort redovisning finns på Länsstyrelsens hemsida www.o.lst.se välj Miljöskydd, Förorenade områden, Inventering enligt MIFO, Redovisning deponier). Ca 10 deponier ligger i området mellan Vänerns utlopp och Olskroken i Göteborg inom ett avstånd av 1 km från älvens huvudfåra. Nedströms Olskroken finns ett stort antal nedlagda och illegala deponier.

[Länsstyrelsen i Västra Götaland, 2003. Muntlig information samt MIFO-databas](#)

4.3.3 Spridning från förorenade områden

Från förorenade markområden kan föroreningar spridas till älvvattnet. Vid markarbeten längs älven har många analyser av föroreningar i marken gjorts, men få undersökningar har inkluderat beräkningar av vilka mängder som lakas ur jordmassorna och når älven. På Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad pågår en studie där mängden koppar, bly, zink, arsenik, kadmium, kvicksilver och opolära oljor som sprids till älven via grundvattnet beräknas. Man har sammanställt föroreningshalter i grundvattenprover tagna vid markundersökningar på fastigheter längs älven inom kommunen. Utifrån dessa resultat har översiktliga beräkningar av möjlig tillförsel av föroreningar via grundvattnet gjorts ([Miljöförvaltningen, Göteborg, 2003](#)).

För Eka Chemicals industritomt i Bohus samt Stallbackaåns industriområde i Trollhättans kommun har beräkningar av läckage gjorts.

Eka Chemicals

Eka Chemicals industriområde i Bohus omfattar ca 30 ha och gränsar med en sträcka av ca 1400 m mot Göta älv. Området ligger på en bädd av lera, överlagrad med ett 1-2 m tjockt lager fyllnadsmaterial. I fyllnadsmaterialet sker praktiskt taget all grundvattentransport och här finns föroreningar som kan spridas till älven.

Verksamheten startade 1924 med kloralkaliproduktion. Idag har verksamheten utökats och bl a ingår produkter till läkemedelsindustrin i företagets produktion. Man hanterar kemikalier som klor, järnklorid, lut och salter. Luten innehåller en liten mängd kvicksilver.

1992 gjordes en undersökning av föroreningshalter och läckage från mark vid Eka Chemicals ([Terratema AB 1992](#)). Den visar att dioxin (polyklorerade dibensodioxiner och polyklorerade dibensofuraner) förekommer spritt inom området, med halter som varierar mellan 2 och 14 000 pg/g i jorden. Det årliga dioxinutsläppet till Göta älv från området beräknas till ca 4,7 mg. Ca 2/3 av denna mängd beräknas tillföras älven via dagvattnet. Dioxinet i dagvattnet tros dock komma från jordpartiklar som läcker in i otäta ledningar, det kommer alltså indirekt från den förorenade marken. Grundvattnet innehåller dioxinhalter på mellan 350 och 14 000 pg/m³. Dag- och kylvattnets halt av dioxin ligger mellan 48 och 1995 pg/m³.

Kvicksilverhalten i jorden ligger mellan 0,3 och 40 mg/kg, vilket stämmer överens med tidigare undersökningar. Kvicksilverutsläppen via grundvatten, dag-, kyl-, och dräneringsvatten från industritomten beräknas uppgå till ca 1,2 kg/år. Undersökningarna av kvicksilverhalterna i grundvattnet visar på värden mellan <0,4 och 2,1 µg/l.

Innehållet av övriga tungmetaller i undersökta massor bedöms som måttligt höga (marken skall dock betraktas som förorenad och någon form av restriktion eller närmare undersökning krävs), frånsatt två punkter där halten av koppar respektive bly är hög.

Förekomst av ca 70 organiska ämnen, s k ”priority pollutants” har undersökts. Generellt är halterna av dessa organiska föroreningar i jord låga. Bi- och polycykliska aromatiska kolväten förekommer i samtliga jordprover, men vanligen i halter som underskrider kvantifieringsgränserna. Klorerade aromater finns i kvantifierbara halter i ett jordprov, och halterna av fenoler är påvisade men inte kvantifierbara. Halogenerade kolväten förekommer i kvantifierbara halter.

Sedan denna undersökning gjordes har bolaget i södra delen av området anlagt en barriär i form av en bentonitmur i marken mot älven. Mätningar har visat att muren minskar grundvattenrörelserna i marken och genom detta minskar utläckaget till älven ([Eka Chemicals, 2003. Muntlig information](#)). Man har också uppfört en anläggning där behandling av förorenade jordmassor sker.

Även Institutet för tillämpad miljöforskning, ITM, har gjort uppskattningar av mängden dioxin som årligen läcker ut från Ekas industriområde, baserade på analyser av älvvatten och sediment ([ITM 1998, i Naturvårdsverkets yttrande 1998-02-25 till Koncessionsnämnden för miljöskydd, nr 523-1337-96 Kb](#)). Dessa beräkningar anger att utsläppsmängden är mellan 80 och 600 mg dioxin/år, och kan alltså inte anses vara försumbar. Man anser också att det finns starka bevis för att det mesta av det PCDF-påslag (polyklorerade dibensofuraner) som sker mellan Nol och Lärjeholm härstammar från Ekas anläggning.

Stallbacka industriområde

Stallbacka industriområde i Trollhättans kommun gränsar till Göta älv och genomkorsas av Stallbackaån. Recipient är Göta älv. Industriell verksamhet, bl a tillverkning av stållegeringar, har bedrivits sedan början på 1900-talet. Idag hanteras bl a skrot och kreosot innehållande slipers, vilket kan innebära risk för PAH-, metall- och petroleumförorening.

Föroreningsinnehållande slaggprodukter och slam från tidigare verksamheter har använts som fyllnadsmaterial inom området. Under 90-talet genomfördes flera marktekniska undersökningar, bl a gjordes 1998 en större miljöteknisk undersökning ([Golder Associates AB, 1998](#)). Den visade att förhöjda kromhalter förekommer generellt i ytjorden inom området, medan zink, bly och koppar sporadiskt förekommer i förhöjda halter. På vissa ställen är halterna av arsenik, nickel och PAH förhöjda. I fyllnadsmassorna är kromhalterna generellt förhöjda, medan vissa områden har förhöjda halter av zink, koppar, bly, arsenik och molybden.

Området har en yta av ca 1 250 000 m². Området med utfyllnadsmassor omfattar ca 500 000 m². Fyllnadsmaterialets mäktighet varierar från <1 m till >2 m. Med underlag från utförda lakförsök, jordanalyser och beräknade vattenbalanser uppskattas molybdenläckaget via grundvatten uppgå till ca 100 kg/år och läckaget av krom till ca 30 kg/år. Läckagen av koppar och vanadin beräknas uppgå till 5-10 kg/år, medan läckagen av arsenik, kadmium, bly, zink och nickel beräknas understiga 1 kg/år. Då lakförsöken ersätts med grundvattenanalyser uppgår det beräknade läckaget av molybden till ca 300 kg/år. Läckagen av krom och zink beräknas uppgå till ca 5 kg/år, medan kadmium- och kvicksilverläckagen beräknas understiga 0,1 respektive 0,01 kg/år. Övriga metallers läckage beräknas understiga 1 kg/år. Orsaken till skillnaderna kan vara att lakförsöken utfördes i aerob (syrerik) miljö. Vid verkliga förhållanden är tillgången på syre ofta begränsad, vilket kan påverka urlakningsprocesserna för vissa metaller. Därför kan läckaget av krom, beräknat utifrån resultaten från lakförsöken, ha överskattats.

[Eka Chemicals, 2003. Muntlig information](#)

[Golder Associates AB, 1998. Fördjupad miljöriskbedömning samt förslag till efterbehandlingsåtgärder inom Stallbacka industriområde, Trollhättans kommun.](#)

[ITM 1998, i Naturvårdsverkets yttrande 1998-02-25 till Koncessionsnämnden för miljöskydd, nr 523-1337-96 Kb](#)

[Livsmedelsverket, SLVFS 2001:30](#)

[Miljöförvaltningen, Göteborg, 2003. Muntlig information](#)

[Terratema AB, 1992. Föroreningsförhållandena i industrimarken vid Eka Nobel i Bohus](#)

4.4 Sjöfart

Få beräkningar av sjöfartens diffusa utsläpp till vattnet i Göta älv har gjorts. I en undersökning från 1992 ([Göteborgs stad Miljö- och hälsoskydd, 1992:16](#)) görs en ungefärlig uppskattning av sjöfartens oljeutsläpp till vatten. Man utgår från antalet fritidsbåtar med tvåtaktsmotorer, och att varje liter bränsle ger upphov till ett utsläpp av 2 g petroleumprodukter till vattnet vid normal körning. I Göteborgsområdet beräknas utsläppet av olja då uppgå till ca 9 ton per år, vilket med en densitet på ca 0,78 kg/l innebär ca 11 500 l.

Ca 2200 fartyg (kommersiell trafik) i storleksintervallet 280-3600 gt trafikerar årligen älven. Därtill kommer 3000-4000 fritidsbåtar som ej inkluderas i beräkningarna nedan. Den genomsnittliga gångtiden från Göteborg till Vänersborg dit de flesta fartyg går är 9,5 timmar inklusive tid vid t ex slussar (muntlig info från Sjöfartsverket, Trollhätte kanal, och Göteborgs Hamn AB). I en rapport om användningen av kemiska produkter inom sjöfarten ([Ahlbom & Duus, 2003](#)) anges några uppskattningar av utsläpp av olja via propellerhylsor. En tillverkare av propellerhylssystem uppskattar att medelläcketaget per dygn för ett oceangående fartyg är ca 6 l. Från svenska passagerarfärjor har läckage på 2 m³ olja per år och propeller rapporterats. Andra bedömare anger att rimliga värden på läckage ligger mellan 1 och 2 l/dygn. Dessa uppskattade värden torde gälla fartyg i större storleksklass än fartygen i älven. Dock kan de ge en grov uppskattning av storleksordningen på sjöfartens utsläpp till vattnet:

Läckage på 1 liter olja per 24 timmars gångtid → läckage på ca 0,04 l per timme

Genomsnittlig gångtid för fartyg i Göta älv, tur och retur: 19 h

Genomsnittligt antal fartyg per år: 2200

$0,04 * 19 * 2200 = 1672$ l per år

Ett läckage på 1 liter olja per dygn från varje fartyg skulle alltså ge ett årligt flöde på ca 1700 l olja. Görs beräkningen istället på 6 liter olja per dygn vilket innebär 0,25 l per timme, fås ett läckage på

$0,25 * 19 * 2200 = 10\ 450$ l per år

Ytterligare påverkan från fartygstrafiken kan uppkomma genom utsläpp vid t ex lastning och lossning av miljöförorenande ämnen samt vid olyckor på älven. Räddningstjänsten har dock inga rapporter om olyckor med större utsläpp som följd under de senaste åren. Användning av giftig båtbottnfärg bidrar rimligen till föroreningsbelastningen på älven. Trafiken medför också ökad erosion med risk för skred, samt större turbulens i vattnet vilket kan leda till att sediment rörs upp.

[Ahlbom, J. & Duus, U., 2003. Rent skepp kommer lastat. Projekt Grön kemi.](#)

[Göteborgs Hamn AB, 2003. Muntlig information](#)

[Göteborgs stad Miljö- och hälsoskydd, 1992:16. Oljeutsläpp, miljövårdsprogram vatten](#)

[Räddningstjänsten, 2003. Muntlig information](#)

[Sjöfartsverket, Trollhätte kanal, 2003. Muntlig information](#)

4.5 Bakgrundshalter

Sötvatten innehåller naturligt metaller i halter som varierar beroende på bl a berggrunden och jordarterna i området. Dessutom får mark och vatten idag ett tillskott av föroreningar genom atmosfäriskt nedfall. Naturvårdsverket har beräknat nutida bakgrundshalter i vatten utifrån typ av vatten (sjö, mindre eller större vattendrag) och läge i landet (norra och södra Sverige) (Naturvårdsverket 2003). Dessa halter skall återspegla nutida ”normala” halter i sjöar och vattendrag som är opåverkade av lokala föroreningskällor. Man har även beräknat jämförvärden, dvs skattningar av naturliga, ursprungliga metallhalter i olika typer av svenska vatten. Jämförvärdet är alltså till skillnad från bakgrundsvärdet helt opåverkat av såväl lokala källor som atmosfäriskt nedfall.

De beräknade bakgrundshalterna kan avvika tämligen mycket från de verkliga, då bl a berggrundens sammansättning lokalt kan vara mycket skiftande. I denna rapport har inte bakgrundshalterna och deras bidrag till totalmängderna tagits med, eftersom avvikelserna från dessa halter förmodligen är mycket stora; i flera fall ligger metallhalterna i älven under de beräknade bakgrundshalterna, vilket skulle tyda på att älven inte var påverkad av lokala utsläpp.

Naturvårdsverket, 2003. [Bedömningsgrunder för metaller i sjöar och vattendrag, www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

4.6 Sammanställning utsläppskällor

I tabell 21 och 22 listas de i denna rapport redovisade utsläppen från olika verksamheter. Att värden saknas beror inte nödvändigtvis på att utsläpp saknas, det kan betyda att inga rapporter funnits tillgängliga eller att området inte undersökts närmare i denna studie.

Vad gäller dagvatten och vatten från skog och åker har beräkningar gjorts för i stort sett hela huvudfårans avrinningsområde. En viss del av föroreningarna som kommer ut i vattendrag och sjöar kommer dock att sedimentera och läggas fast. Inga korrigeringar har gjorts för denna fastläggning.

För industrin, deponier och avloppsreningsverk har de objekt som ligger nära älven tagits med. Inom parantes anges den del av utsläppen som kommer från anläggningar uppströms Lärjeholm. På grund av närheten till älven kan man anta att endast en mindre mängd av det utsläppta vattnets föroreningar läggs fast i sediment eller jord innan vattnet når Göta älv. Mindre industrier har inte inkluderats, vilket ger en total underskattning av anläggningarnas utsläpp.

Vad gäller förorenade områden har endast de objekt som ligger inom ett avstånd på 1 km från älven tagits med, då dessa bedöms ha störst påverkan på älven.

Från sjöfarten har endast oljeutsläpp från kommersiell trafik beräknats. Siffrorna är mycket osäkra och pga den stora mängd fritidsbåtar som trafikerar älven kan beräknade mängder vara underskattningar.

Tabell 21. Föroreningstransporten i älvvattnet samt utsläppskällors bidrag till föroreningsbelastningen på älven och dess estuarium 2001 – metaller samt arsenik och cyanid (kg/år).

	As	Cd	Cyanid	Cr	Co	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
Transport i älven, Vargön	6000	180	-	9300	1300	32400	20	-	21500	3400	7200	69300
Transport i älven, Alelyckan	7900	240	-	17100	3500	35000	90	-	25700	9100	16800	93200
Punktutsläpp längs älven*	11,3 (0,3)	15 (4,3)	5	1246 (830)	11 (11)	1920 (677)	21 (4,5)	-	1149 (375)	355 (90)	19	3569
Dagvatten*	-	12 (6)	-	172 (120)	-	1064 (796)	2,4 (1,4)	-	219 (158)	625 (380)	-	4089 (2962)
Avrinning från skog, åker	-	50	-	324	-	440	2,1	-	493	389	-	8522
Förenade områden	Bristande underlag											
Sjöfart	Bristande underlag											
Atmosfärisk deposition	Har ej studerats i denna sammanställning											
Bakgrundshalt	Har ej studerats i denna sammanställning											

*Siffror inom parantes gäller anläggningarna respektive området uppströms Alelyckan.

Tabell 22. Utsläppskällors bidrag till föroreningsbelastningen på älven och dess estuarium 2001 – organiska miljögifter (kg/år).

Utsläppskälla	AOX	Fenoler	Olja . OPALCH	Olja - TEX	Olja	Dioxin (mg/år)	PAH
Punktutsläpp längs älven	6130	579	23339	100010	-	-	-
Dagvatten	-	-	-	-	10591 ♦	-	13
Avrinning från skog, åker	Bristande underlag						
Förenade områden	Bristande underlag						
Sjöfart	-	-	-	-	1670-10450 l/år*	-	-
Atmosfärisk deposition	Har ej studerats i denna sammanställning						
Bakgrundshalt	Har ej studerats i denna sammanställning						

♦ Huvudfårens avrinningsområde från Vänerns utlopp till Lärjeholm.

* Oljeutsläpp från kommersiell fartygstrafik på Göta älv.

5 Diskussion

Miljö tillståndet i älven har förbättrats de senaste 20 åren i flera avseende. Bl a har halten av syreförbrukande ämnen i vattnet minskat. Redoxpotential och konduktivitet visar också att påverkan från punktutsläpp minskar. Metallhalterna i vatten och mossa är generellt låga. Trots låga halter rör det sig om relativt stora mängder då älven är landets vattenrikaste vattendrag och utspädningseffekten blir stor.

Utsläppen under 2001 från anläggningarna längs älvens huvudfåra utgör mellan 2 och 26 % (bly respektive koppar) av den ökning av metaller som sker mellan Vargön och Alelyckan. Eventuella utsläpp från mindre verksamheter längs älven inkluderas inte i beräkningarna. Trots denna underskattning av utsläppen kan resultaten ses som en indikator på att andra föroreningskällor bör vara inblandade.

Utöver de tillåtna utsläppen av olika ämnen sker varje år ett antal olyckor inom anläggningarna, vilket kan leda till att t ex processavloppsvatten, slam och olja släpps ut i älven. 1996 skedde t ex ett utsläpp av mellan 2 och 5 m³ xylol vid en anläggning i Nol i samband med lossning av ett fartyg. Rutinerna för att rapportera driftstörningar till Alelyckans vattenverk förefaller dock fungera bra och de senaste åren har antalet störningar minskat och var år 2002 rekordlåg. Bland annat inträffade inte något mera omfattande oljeutsläpp ([Göta älvs vattenvårdsförbund, 1997, 2001, 2002, 2003](#)). Vid sammanställandet av denna rapport utreds dock ett större utsläpp av olja från ett företag i Skarvikshamnen i Göteborg. Detta belyser det faktum att stora föroreningsmängder kan tillföras älven och estuariet vid olyckor.

Sjöfarten står för utsläpp av miljöfarliga ämnen; mängderna är dock dåligt undersökta och i denna sammanställning har en översiktlig beräkning av diffusa oljeutsläpp från kommersiell fartygstrafik gjorts. Olyckor inom sjöfarten har inte närmare studerats. Räddningstjänsten uppger att man för de senaste åren inte har någon rapportering om fartygsolyckor med större, mätbara oljeutsläpp som följd.

Mängden miljöfarliga ämnen i dagvatten har beräknats för huvudfårans avrinningsområde söder om Väneren. Uppskattningarna är grova och många felkällor finns, men beräkningarna kan ändå ge en uppfattning om vilka föroreningsmängder det rör sig om.

Undersökningarna vid Stallbacka industriområde och Eka Chemicals industritomt visar att läckage från förorenade områden sker. Längs älven finns ett stort antal områden där marken innehåller eller misstänks innehålla förhöjda halter av ett flertal föroreningar. Hur stor mängd föroreningar som sprids till vattnet beror på flera faktorer, bl a jordens genomsläpplighet, pH i marken och hur hårt ämnena binds till markpartiklar. Det har gjorts få undersökningar av de föroreningsmängder som sprids från förorenade områden, och genom inventeringar och nya studier försöker man nu öka kunskapen.

Längs älven finns dessutom områden där risk för skred föreligger. Om rasmassorna är förorenade ökar miljögiftsbelastningen på vattnet. SGI konstaterar i en rapport att stor risk för skred föreligger vid bl a Agnesberg, vid industriområdena i Surte och Eka Nobel samt vid småbåtshamnen i Tollered ([SGI proj nr 2-6605/92, 1994, genom Fakta om Göta älv 1996](#)). På Länsstyrelsen i Västra Götaland finns stabilitetsbedömningar av marken som digitalt material för området längs älven. Skredrisken har inte diskuterats i denna rapport.

Inga beräkningar av bidraget av metaller från bakgrundshalterna har tagits med i rapporten, då en sådan beräkning skulle bygga på skattade värden som i flera fall ligger över de verkliga metallhalterna i älven.

Föroreningar som kommer från Säveåns och Mölndalsåns avrinningsområden har inte undersökts. Dessa föroreningar påverkar förvisso inte huvuddelen av älven, men utgör sannolikt ett bidrag till förhöjda halter av miljögifter i hamnen och skärgården. Miljöförvaltningen i Göteborg har gjort en riskinventering för Säveåns avrinningsområde, där man bl a hänvisar till en undersökning från 1992 där utsläppet av olja via dagvattnet till Säveån beräknades till ca 4 ton per år.

Önskvärt vore en sammanställning av utsläppen från kommunernas tillsynsobjekt längs älven, vilket skulle ge en mer korrekt beräkning av anläggningarnas bidrag. Även industrins, avloppsreningsverkens och deponiernas utsläpp till Mölndalsån och Säveån bör ingå. Uppdatering av utsläppen från anläggningarna längs huvudfåran bör göras för det senaste året, liksom ett tillägg utifrån den uppföljande undersökningen om miljögifter i sediment år 2000.

Bakgrundshalterna i vatten förefaller, med utgångspunkt från Naturvårdsverkets skattade värden, kunna ge ett betydande bidrag till föroreningsmängderna. Att närmare kunna bestämma storleksordningen på detta tillskott skulle ge en klarare bild av föroreningssituationen i Göta älv.

6 Referenser

Ahlbom, J. & Duus, U., 2003. Rent skepp kommer lastat. Projekt Grön kemi.

Bohuskustens vattenvårdsförbund 1999. Undersökning av tånglake i Göta älvs mynning, Stenungsund, Brofjorden och Fjällbacka.

Bohuskustens vattenvårdsförbund. Miljögiftundersökning 1997-1998

Brack, K., 2000. Metylkviksilver och TBT i sediment från Göteborgs Hamn. Rapport, Geologi, Geovetacentrum, Göteborgs Universitet

Brack, K., Johannesson, L.T. och Stevens R.L. Accumulation rates and mass calculations of Zn and Hg in recent sediments, Göta älv estuary, Sweden, Kapitel 3 i Brack, K., 2000. Göta älv estuary – evaluation of anthropogenic and natural influences. Doktorsavhandling, der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Cato, I., 1997. Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1995 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljö kvalitet – en rapport från fem kontrollprogram. *Del 2 och 3*. SGU

Cato, I., 2002. Miljögifter i sediment och biota utanför Preem Raffinaderi AB:s anläggning vid norra Rivöfjorden i Göta älvs mynningsområde. SGU-rapport 2002:19

Eka Chemicals, Memorandum 1998 och 2003 angående dioxiner i vatten vid Nol och Lärjeholm 1997 och 2002, samt muntlig information 2003

Fakta om Göta älv 1996. Göta älvs vattenvårdsförbund och Göteborgs universitet 1996

Fastighetskartan, Översiktskartan

Företagens miljörapporter

Golder Associates AB, 1998. Fördjupad miljöriskbedömning samt förslag till efterbehandlingsåtgärder inom Stallbacka industriområde, Trollhättans kommun

Göta älvs vattenvårdsförbund, 1992. Rapport avseende Vattendragkontroll 1991

Göta älvs vattenvårdsförbund & Sportfiskarna 1994, 1995. Kvicksilver i gädda från Göta och Nordre älv, Sävån, Mölndalsån samt Rådasjön i Rapport avseende Vattendragkontroll 1993 och Miljögifter i gädda från Göta älv i Rapport avseende Vattendragkontroll 1994

Göta älvs vattenvårdsförbund, 1997. Rapport avseende Vattendragkontroll 1996

Göta älvs vattenvårdsförbund, 2001. Rapport avseende Vattendragkontroll 2000

Göta älvs vattenvårdsförbund, 2002. Rapport avseende Vattendragkontroll 2001

Göta älvs vattenvårdsförbund, 2003. Rapport avseende Vattendragkontroll 2002

Göta älvs vattenvårdsförbund. Specialundersökningar i Göta älv 1993, 1996 och 1999

Göteborgs Hamn AB, 2001, 2002. Undersökningar av TBT-halten i sediment i hamnområdet

Göteborgs Hamn AB, 2003. Muntlig information

ITM 1998, i Naturvårdsverkets yttrande 1998-02-25 till Koncessionsnämnden för miljöskydd, nr 523-1337-96 Kb

Johannesson L.T., Wernersson A-S. Och Griewatsch, K., Sediment quality and metal mobility in Göteborg Harbour, Sweden. Del 7 i Johannesson, L., 2002. Sedimentology and geochemistry of recent sediments from the Göta älv estuary – Göteborg harbour. Doktorsavhandling, Department of Geology, Göteborgs universitet

Länsstyrelsen i Västra Götaland, 2003. Muntlig information

Länsstyrelsen i Västra Götaland, stabilitetsbedömningar av marken längs Göta älv, digitalt material

Länsstyrelsens i Västra Götaland databas EMIR

Länsstyrelsens i Västra Götaland kvicksilverdatabas. Sammanställningar av resultat från en rad undersökningar av kvicksilver i biota fram till 1994

Länsstyrelsens i Västra Götaland MIFO-databas, 2003

Länsstyrelsens i Västra Götaland sammanställning över de 30 mest prioriterade förorenade områdena i länet

Medins Sjö- och Åbiologi AB, 1993-2001. Metaller i vattenmossa. Göta älvs vattenvårdsförbunds Rapport för Vattendragskontroll för respektive år

Medins Sjö- och Åbiologi, 1997. Undersökning av bottenfauna i Göta- och Nordre älv 1997. På uppdrag av Göta älvs vattenvårdsförbund. Rapport för Vattendragskontroll 1997

Medins Sjö- och Åbiologi, 2000. Bottenfauna i Göta älv 2000. På uppdrag av Göta älvs vattenvårdsförbund. Rapport för Vattendragskontroll 2000

Miljöförvaltningen, Göteborg, PM 2002:1. Riskinventering av miljöfarliga verksamheter i Säveåns avrinningsområde

Miljöförvaltningen, Göteborg, 2003. Muntligt angående studie av lakning från förorenad mark

Miljö- och hälsoskydd, Göteborgs stad, 1992:16. Oljeutsläpp, miljövårdsprogram vatten

Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet Kust och Hav. Rapport 4914

Naturvårdsverket, 2003. Bedömningsgrunder för metaller i sjöar och vattendrag, www.naturvardsverket.se (augusti 2003)

Projekt Säkrare Farleder – Sediment PM, Sammanställning av analysresultat på sedimentprov tagna i Göteborgs hamns farledsområde, 2000

Räddningstjänsten, Göteborg, 2003. Muntlig information

Statens Lantbruksuniversitet, SLU:s vattendatabas: www.slu.se (april 2003)

Sjöfartsverket, Trollhätte kanal, 2003. Muntlig information

Storm Tac, version 2003-02. Schablonhalter för dagvattenberäkningar. www.stormtac.com

Terratema AB, 1992. Föroreningsförhållandena i industrimarken vid Eka Nobel i Bohus

VA-FORSK Rapport 1999-2. Miljöföroreningar i dricksvatten. VAV AB

VA-verket, Göteborg, 2001. Dagvatten inom planlagda områden. Underlagsmaterial till "Vatten så klart", vattenplan för Göteborg

VA-verket, Göteborg, 2003. Muntlig information samt utförda beräkningar angående dagvatten

Vägverket, 2001. Dagvattenbelastning på sjöar och vattendrag i förhållande till andra föroreningskällor. Publ 2001:114

Bilagor

- Bilaga 1** Organiska miljögifter i vatten och vattenmossa
- Bilaga 2** Metaller och arsenik i sediment 1990 och 1995
- Bilaga 3** Metaller och arsenik i sediment 2001
- Bilaga 4** Totalkviksilver och metylkvicksilver i sediment 2000
- Bilaga 5** Metaller i yt- och blandsediment 2000
- Bilaga 6** Organiska miljögifter i sediment 1990 och 1995
- Bilaga 7** Tributyltenn i sediment 2001/02
- Bilaga 8** Butyltenn och organiska tennföreningar i sediment 2000
- Bilaga 9** Metaller i vattenmossa
- Bilaga 10** Anläggningarnas utsläpp av metaller
- Bilaga 11** Anläggningarnas utsläpp av organiska miljögifter
- Bilaga 12** Metaller och organiska miljögifter från dagvatten, skogs- och åkermark
- Bilaga 13** Förorenade områden, MIFO-klass 1

Organiska miljögifter i vatten och vattenmossa, Göta älv																
	Diklor-metan microg/l	Triklor- metan microg/l	1,1,1-Triklor- etan microg/l	1,1,2- Triklor-etan microg/l	Tetraklor- metan microg/l	Bromdiklor- metan microg/l	Dibromkloro- metan microg/l	Bromo- form microg/l	Tetraklor- eten microg/l	Triklor-eten microg/l	DBP Dibutyl- ftalat microg/l	BBP Butylbensyl- ftalat microg/l	DMP Dimetyl- ftalat microg/l	DEP Dietyl-ftalat microg/l	DEHP Dietylhexyl-ftalat microg/l	DOP Dioktyl- ftalat microg/l
Ar 1993																
Vargön april	<0.2	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	0.09	0.68	0.02	<0.02	<0.02	<0.02
aug	<0.2	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
dec	0.4	0.19	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	0.06	0.39	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Gärn april	<0.2	0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	0.22	0.5	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
aug	<0.2	0.03	0.02	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	0.14	0.9	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
dec	0.4	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	0.07	0.09	0.09	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Lärjeholm/Ålelyckan	<0.2	0.03	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	0.05	0.49	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
aug	<0.2	0.1	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
dec	0.2	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	0.04	9.11	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Stenpiren april	<0.2	0.03	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	0.04	0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
aug	<0.2	0.08	0.02	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
dec*	0.3	0.7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	0.08	0.19	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Ar 1994/95																
Skräcklan											0.23	0.04	<0.01	0.04	0.39	0.0094
Lärjeholm/Ålelyckan 94																
Lärjeholm/Ålelyckan 95 prov 1											0.1	<0.01	<0.01	0.041	0.29	<0.01
Lärjeholm/Ålelyckan 95 prov 2																
Ar 1996																
Vargön prov 1 (M)	<0.5	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	<0.5	<1			0.4	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Vargön prov 2 (M)	<0.5	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	<0.5	<1			0.3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Ar 1999																
Ålvabo																
Södra Nol																
Lärjeholm/Ålelyckan																
ED = ej detekterbar																
Ar 1993 vattenmossa																
Vargön	<0.2	0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	9.7	3.75	0.2	0.19	<0.02	mg/TS
Gärn	<0.2	0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	19.47	3.93	0.25	0.25	0.25	<0.02	mg/TS
Lärjeholm/Ålelyckan	<0.2	0.03	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	23.74	6.15	0.81	0.81	0.2	<0.02	mg/TS
Stenpiren	<0.2	0.03	<0.01	0.02	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	18.25	6.4	0.05	0.28	<0.02	<0.02	mg/TS

Bilaga 2 - Metaller och arsenik i sediment

	Metaller (mg/kg)											
		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	V	Zn
Ale-stn	1990	3	0,08	21	9,4	0,05		11	11	<0,2	36	64
	1995	1,3	0,1	11,4	6,6	0,02	199	5,7	9,68	1	23,7	63,6
Gbg-stn	1990	8,6	0,78	37	61	1,21		18	56	2,6	39	203
	1995	10,3	0,6	41,2	55,6	0,75	367	21,1	41,8	5,2	62,3	203
Skalkorgarna	1990	13	0,18	44	30	0,39		22	44	1,4	59	133
	1995	20,1	0,18	42,8	33,9	0,47	388	21,9	41,4	3,3	66,7	148
Danafjord	1990	13	0,25	31	18	0,33		17	30	1,3	44	85
	1995	12,9	0,14	34,5	20,7	0,26	466	19,7	36,8	3,9	56,2	105
Rävungarna	1990	5	0,27	27	18	0,17		11	25	1,2	28	93
	1995	8,4	0,21	28,8	15,9	0,16	238	11,9	24,4	2,4	41,8	112

Bilaga 3 - Metaller och arsenik i sediment 2001

	Metaller (mg/kg)										
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn
Lagunen 1	25,7	0,971	11,7	64	52,4	0,528	358	30,3	36,5	79,2	374
Lagunen 2	18,4	0,246	8,07	37,3	26	0,381	422	18,1	29,2	50,3	171
Risholmen 3	6,64	0,419	6,09	26,9	30	0,249	244	14,4	22,9	38,4	112
Risholmen 4	12,5	0,306	11,2	49,6	50,3	0,617	484	25,4	53	65,3	191
Knippleskären 5	12,1	0,27	11,4	49,4	68,6	0,645	453	25,8	51,1	67,5	185
Hjärtholmen 6	10,4	0,318	10,2	40,7	36,7	0,631	378	24,1	48,1	55,7	144
Skalkorgarna 7	13,2	0,287	12,2	45,4	38	0,622	426	29,3	49,6	69,3	149

Bilaga 4 - Totalkvicksilver och metylkvicksilver i sediment år 2000

Stn namn	Stn nr	Djup cm	Tot Hg (ng/g)	MeHg (ng/g)
Måvholmen	4	2-32	1277	1,3
Hakefjorden	5	2-9	1532	0,8
Arendal	3	2-25	1365	2,3
Skarvik	11	2-36	703	1,2
Frihamnen	12	2-23	585	2,4

Bilaga 5 - Metallhalter i yt- och blandsediment i Frihamnen år 2000.

Provpunkt	Metaller (mikrogram/g)									
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn
Frih. Blandat	10	e.d.	10	69	48	0,42	17	33	7	126
Frih. Yta	10		10	91	117		25	10	8	45

e.d.= ej detekterat

Bilaga 6 - Organiska miljögifter i sediment

Station	År	THC (mg/kg)	PAH (mikrog/kg)		PCB (mikrog/kg)		EOX, EPOX (mg/kg)			
			Σ11 PAH	Σ16 PAH	Σ7 PCB*	Σ10 PCB	EOCI	EPOCI	EOBr	EPOBr
Ale-stn	1990	14	280		2		0,9	0,3		
	1995	4,5	395	471	3,1	3,5	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.
Gbg-stn	1990	650	3000		100		14	11		
	1995	191,9	1039	1312	63,4	69,3	8,6	4,4	3,9	2,2
Skalkorgarna	1990	220			50		5,8	1,7		
	1995	23,7		1475,2	12,2	14	4,7	2,7	3,3	2,3
Danafjord	1990	53			45		1,9	0,6		
	1995	26		1191,4	6,5	7,5	3,3	1,9	5	3
Rävungarna	1990	83			7		3,8	1,2		
	1995	19,4		457,2	6	6,8	5	1,7	3,4	2,1

* värde för 1990 beräknat ur total-PCB

Bilaga 7 - TBT-halt i sediment

Kursiv stil="Mindre än"-värde

Uppströms Götaälvbron				
År	Station nr	Station namn	TBT-halt (mg/kg TS)	Nivå
2001/2002	5	Götaälvbron	0,322	0-10 cm
	26	Nedströms Säveån	0,048	
	22	Kpl 247, Marieholmsbron	0,0791	
2001/2002	U6	Norr om Götaälvbron	0,104	0-5 cm
	U7	Norr om Götaälvbron	0,438	
	U8	Ringökajen/Gullbergskajen	0,677	
	U9	Ringökajen/Gullbergskajen	0,135	
	U10	Ringökajen/Gullbergskajen	0,258	
	U11	Nedströms Säveån	0,093	
	U12	Tingstadsstunneln	0,07	
	U13	Tingstadsstunneln	0,039	
	U14	Söder om Marieholmsbron	0,123	
	U15	Söder om Marieholmsbron	0,056	
	U16	Söder om Marieholmsbron	0,078	
	U17	Marieholms industriområde	0,001	
	U18	Marieholms industriområde	0,02	
	U19	Marieholms industriområde	0,049	
	U20	Marieholms industriområde	0,015	
	U21	Marieholms industriområde	0,001	
	U22	Fredrikshamns skans	0,001	
	U23	Fredrikshamns skans	0,001	
	U24	Söder om Lärjeholm	0,016	
	U25	Söder om Lärjeholm	0,001	
		Medelvärde	0,11	

Mellan Götaälvbron och Älvsborgsbron				
År	Station nr	Station namn	TBT-halt (mg/kg TS)	Nivå
2001/2002	4	Cityvarvet	0,811	0-10 cm
	6	Cityvarvet	0,551	
	7	Cityvarvet	1,02	
	37	Cityvarvet	0,436	
	8	Frihamnen kpl 109	0,344	
	9	Frihamnen kpl 105	0,526	
	20	Viking	0,1	
	3	Älvsborgsbron	0,8	
	11	Älvsborgsbron	0,5	
	23	Eriksberg	0,884	
	24	Snötipp Kusten	0,522	
	25	Kpl 34, Hacket	0,058	
	U1	Packhuskajen	0,161	
	U2	Lilla Bommens hamn	0,254	
	U3	Lilla Bommens hamn	0,232	
	U4	Lilla Bommens hamn	0,217	
	U5	Söder om Götaälvbron	0,485	
		Medelvärde	0,46	

Väster om Älvsborgsbron				
År	Station nr	Station namn	TBT-halt (mg/kg TS)	Nivå
2001/2002	2	Skarvikshamnen	0,615	0-10 cm
	12	Kpl 601, Skarvikshamnen	0,289	
	13	Kpl 600, Skarvikshamnen	0,466	
	14	Kpl 521, Skarvikshamnen	0,232	
	15	Kpl 615, Skandiahamnen	0,558	
	16	Kpl 613, Skandiahamnen	1,39	
	17	Kpl 610, Skandiahamnen	0,0024	
	18	Nya Älvsborg	0,28	
	19	Torshamnen	0,122	
2001/2002	1	Längedrag	0,0602	
2001/2002	29	Nya Älvsborg	0,262	
	30	Nya Älvsborg	0,001	
	31	Nya Älvsborg	0,0019	
	32	Nya Älvsborg	0,0312	
	33	Nya Älvsborg	0,001	
	34	Nya Älvsborg	0,0444	
	35	Nya Älvsborg	0,001	
	36	Nya Älvsborg	0,0587	
	38	Skarvik/Ryhamnen	0,537	
	39	Skarvik/Ryhamnen	0,237	
	40	Skarvik/Ryhamnen	0,546	
		Medelvärde	0,27	

Bilaga 8 - Tributyltenn, dibutyltenn, monobutyltenn samt butyltenn
och organiska tennföreningar i sediment i Göteborgs hamn

Nivå (cm)	Stn nr	Stn namn	TBT (ng/g TS)	DBT (ng/g TS)	MBT (ng/g TS)	Butyltenn tot (ng/g TS)	Org tennföreningar (ng/g TS)
0-2	4	Måvholmen	129,32	47,04	44,4	220,76	234,04
	5	Hakefjorden	43,92	21,56	6,51	71,99	71,99
	11	Skarvik	287,92	90,16	28,12	406,2	416,5
	12	Frihamnen	212,28	74,48	20,72	307,48	388,78
8-10	4	Måvholmen	16,59	16,66	12,58	45,83	53
	11	Skarvik	366	98	35,52	499,52	520,62

Medins Sjö- och Åbiologi

	Järn				Aluminium			
	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön
	mg/kgTS							
1993								
1994								
1995	3831	3887,5	5212	3941	1500	1811	2200	1400
1996	10886	5859	3720	2902	2030	3219	2059	1463
1997	22200	3250	3030	1870	6970	1810	2160	1190
1998								
1999	9350	8710	10200	13100	2130	1630	2040	2370
2000	4075	5060	5360	4880	3110	3600	4000	3550
2001	8810	7370	1780	3620	5820	5000	5020	2460

	Koppar				Zink			
	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön
1993	20				17	146,5		107
1994								
1995	9	27	11	16	55	72,5	59	74
1996	14	14	12	11	98	86	102	104
1997	49	27	76	44	348	80	75	67
1998								
1999	17	14	11	12	80	73	75	116
2000	17	19	17	16	85	84	102	106
2001	26	25	26	25	88	116	96	77

	Nickel				Kobolt			
	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön
1993	8,25				4,6			
1994								
1995	3,2	8,25	3,5	7,5	2	8	3	3
1996	7,4	8,4	6,7	5,2	5	9	6	7
1997	17	3,2	11	4,5	45	5	3	4
1998								
1999	3,8	1,8	3,1	4,4	26	28	28	42
2000	4,45	5,4	5,2	5,3	4,5	6	6	5
2001	5,1	5,2	4,8	2,7	6	11	5	2

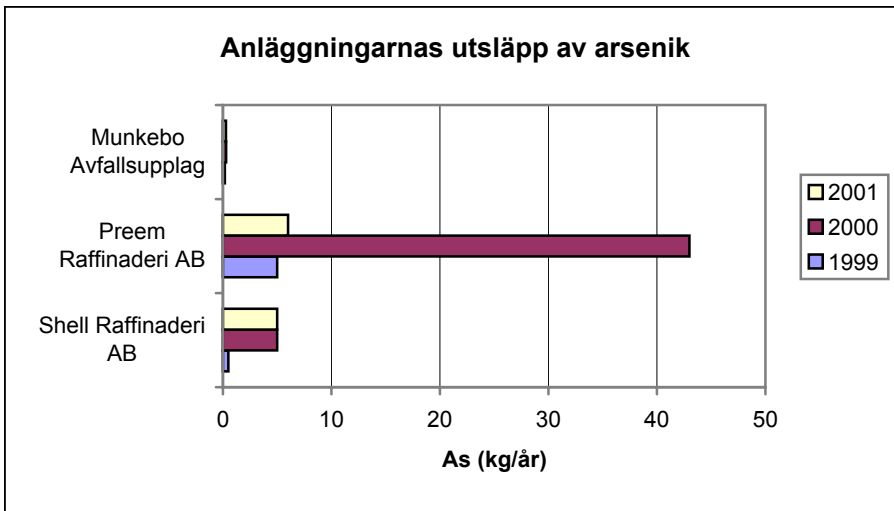
	Cadmium				Bly			
	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön
1993	0,68			0,525	25,5			18
1994								
1995	0,4	0,7	0,4	1,1	4,1	10,65	6,9	9,6
1996	0,6	0,4	0,5	0	7,8	5,6	3,5	2,5
1997	1,8	0,4	0,5	2,4	27	6,8	5,6	4,5
1998								
1999	0,3	0,3	0,3	0,7	16	15	12	18
2000	0,85	0,5	0,6	0,8	7,7	7	8,1	6,5
2001	0,9	0,8	1	1	8	10	8,7	3,6

	Krom				Kvicksilver			
	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön
1993	8,65			4,6	0,2			0,25
1994								
1995	4,6	109,65	4,2	3,6	0,07	0,085	0,1	0,019
1996	9,6	7,3	4,8	2,8	0,07	0,05	0,05	0,04
1997	12	2,4	4,2	1	0,098	0,072	0,09	0,084
1998								
1999	2,8	1,2	2,5	1,5	0,042	0,036	0,037	0,03
2000	3,9	4,4	9,7	7,5	0,1045	0,132	0,129	0,143
2001	8,3	5,5	23	5,9	0,079	0,144	0,078	0,085

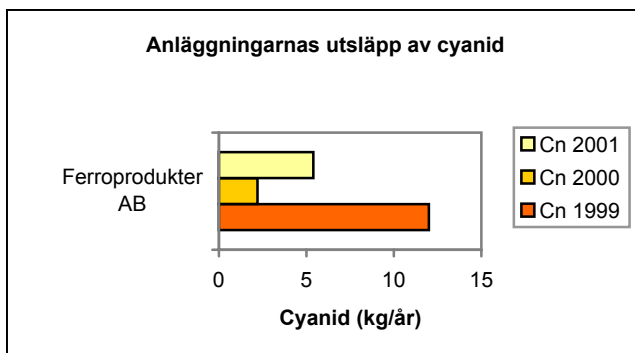
	Arsenik				Mangan			
	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön	Alelyckan	Ormo	Älvabo	Vargön
1993	4,55			2,95				
1994								
1995	0,97	1,55	1,2	1,6				
1996	0,8	1,7	0,7	0,8				
1997	6,5	1	0,5	0,4				
1998								
1999	2,1	2,6	3	4,8	5910	6080	7000	11100
2000	1,25	1,9	1,7	1,2	728	801	796	871
2001	2,9	2,2	2,3	1	960	1480	782	520

Bilaga 10 - Anläggningarnas utsläpp av metaller till Göta älv

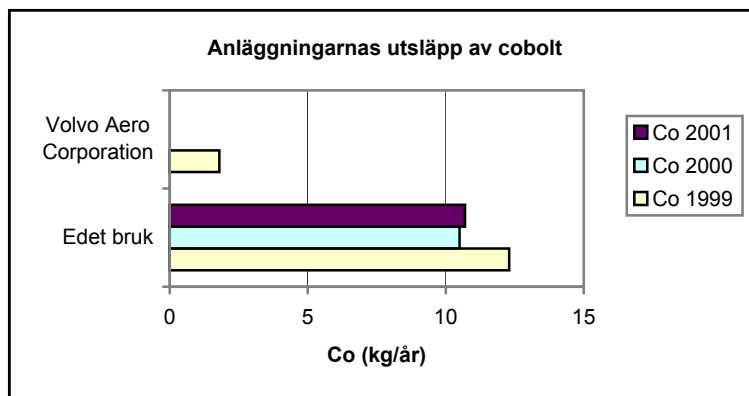
Anläggning	År	Arsenik kg/år	
Shell Raffinaderi AB	1999	0,5	
Preem Raffinaderi AB	1999	5	
Munkebo Avfallsupplag	1999	0,177	
		summa	6
Shell Raffinaderi AB	2000	5	
Preem Raffinaderi AB	2000	43	
Munkebo Avfallsupplag	2000	0,302	
		summa	48
Shell Raffinaderi AB	2001	5	
Preem Raffinaderi AB	2001	6	
Munkebo Avfallsupplag	2001	0,284	
		summa	11



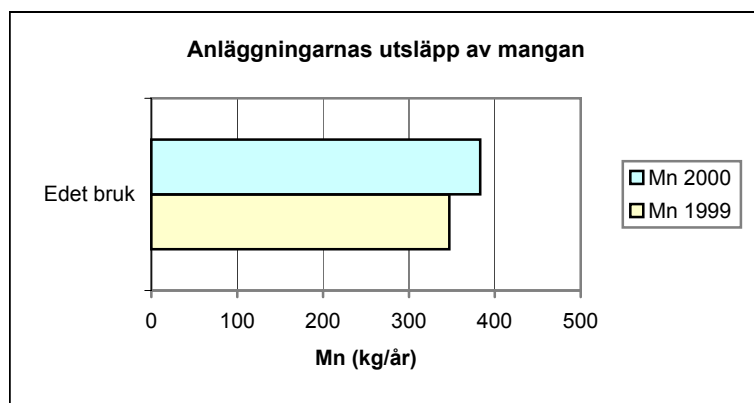
Anläggning	År	Cyanid kg/år	
Ferroprodukter AB	1999	12	
Ferroprodukter AB	2000	2,2	
Ferroprodukter AB	2001	5,4	
		summa	20



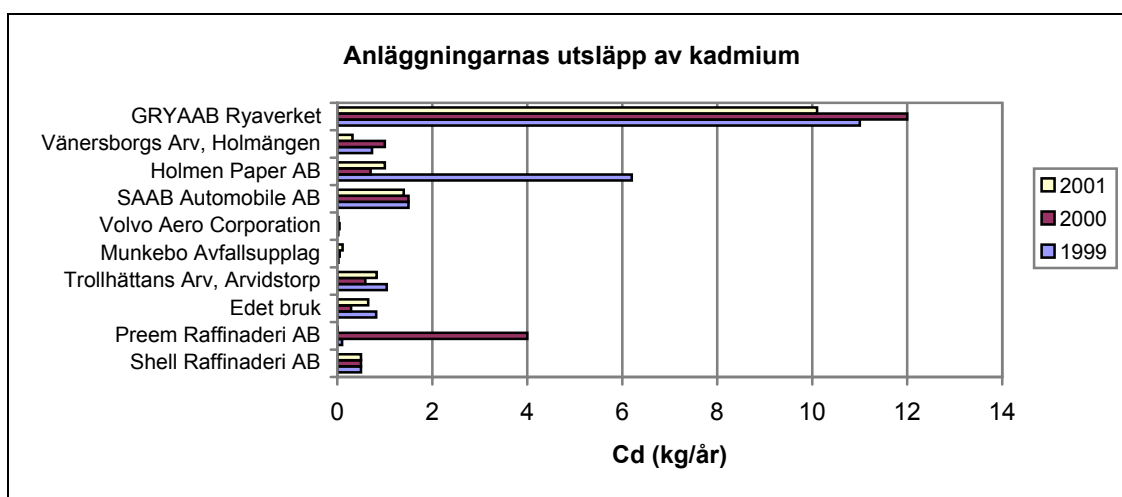
Anläggning	År	Cobolt kg/år	
Edet bruk	1999	12,3	
Volvo Aero Corporation	1999	1,8	
		summa	14
Edet bruk	2000	10,5	
		summa	11
Edet bruk	2001	10,7	
		summa	11



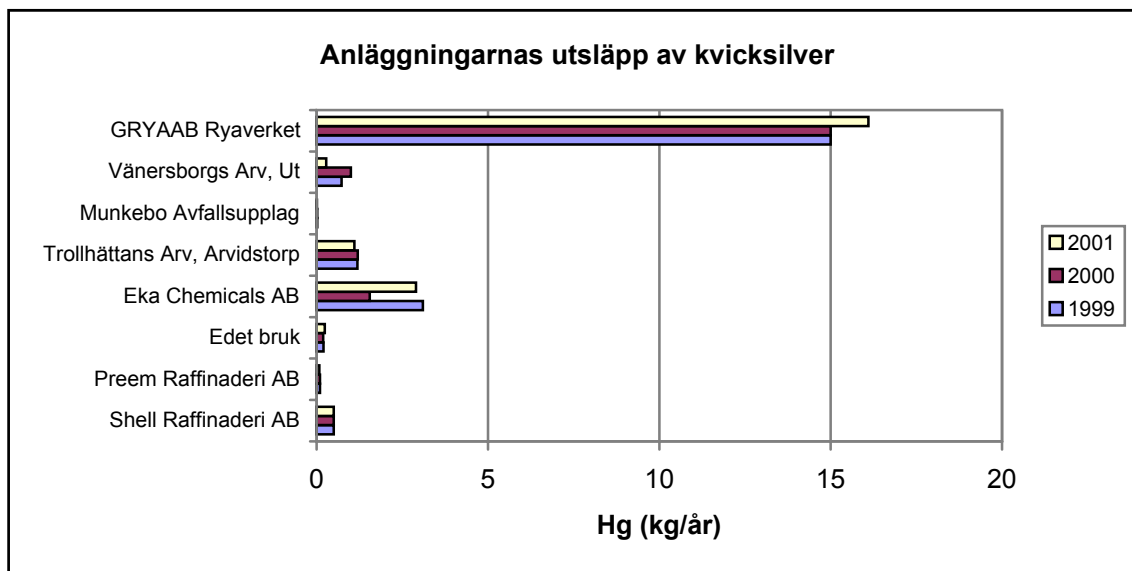
Anläggning	År	Mangan kg/år
Edet bruk	1999	347
Edet bruk	2000	383



Anläggning	År Kadmium	
	År	kg/år
Shell Raffinaderi AB	1999	0,5
Preem Raffinaderi AB	1999	0,1
Edet bruk	1999	0,82
Trollhättans Arv, Arvidstorp	1999	1,04
Munkebo Avfallsupplag	1999	0,025
Volvo Aero Corporation	1999	0,02
SAAB Automobile AB	1999	1,5
Holmen Paper AB	1999	6,2
Vänersborgs Arv, Holmänge	1999	0,73
GRYAAB Ryaverket	1999	11
	summa	22
Shell Raffinaderi AB	2000	0,5
Preem Raffinaderi AB	2000	4
Edet bruk	2000	0,29
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2000	0,59
Munkebo Avfallsupplag	2000	0,052
Volvo Aero Corporation	2000	0,046
SAAB Automobile AB	2000	1,5
Holmen Paper AB	2000	0,7
Vänersborgs Arv, Holmänge	2000	1
GRYAAB Ryaverket	2000	12
	summa	21
Shell Raffinaderi AB	2001	0,5
Preem Raffinaderi AB	2001	0,005
Edet bruk	2001	0,65
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2001	0,83
Munkebo Avfallsupplag	2001	0,11
Volvo Aero Corporation	2001	0,023
SAAB Automobile AB	2001	1,4
Holmen Paper AB	2001	1
Vänersborgs Arv, Holmänge	2001	0,32
GRYAAB Ryaverket	2001	10,1
	summa	15

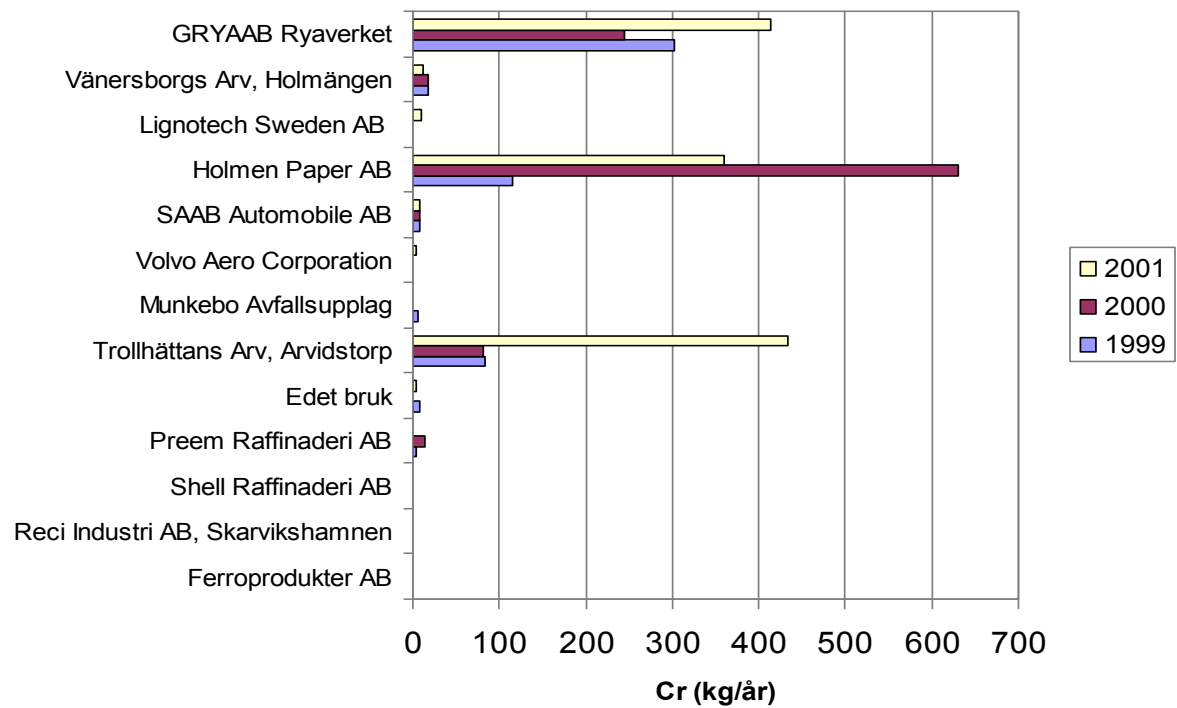


Anläggning	År (kvicksilver)		
		kg/år	
Shell Raffinaderi AB	1999	0,5	
Preem Raffinaderi AB	1999	0,1	
Edet bruk	1999	0,2	
Eka Chemicals AB	1999	3,1	
Trollhättans Arv, Arvidstorp	1999	1,19	
Munkebo Avfallsupplag	1999	0,017	
Vänersborgs Arv, Ut	1999	0,73	
GRYAAB Ryaverket	1999	15	
		Summa	21
Shell Raffinaderi AB	2000	0,5	
Preem Raffinaderi AB	2000	0,1	
Edet bruk	2000	0,19	
Eka Chemicals AB	2000	1,55	
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2000	1,2	
Munkebo Avfallsupplag	2000	0,02	
Vänersborgs Arv, Ut	2000	1	
GRYAAB Ryaverket	2000	15	
		Summa	20
Shell Raffinaderi AB	2001	0,5	
Preem Raffinaderi AB	2001	0,08	
Edet bruk	2001	0,24	
Eka Chemicals AB	2001	2,9	
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2001	1,1	
Munkebo Avfallsupplag	2001	0,01	
Vänersborgs Arv, Ut	2001	0,28	
GRYAAB Ryaverket	2001	16,1	
		Summa	21



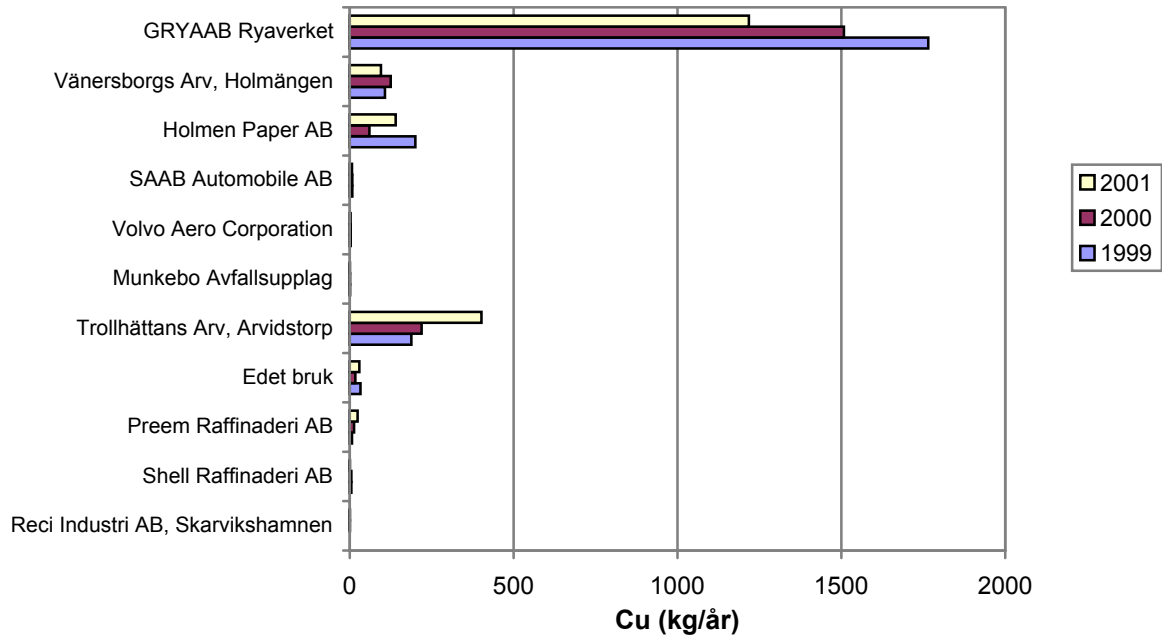
Anläggning	År	Krom kg/år	
Ferroprodukter AB	1999	1	
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	1999	0,12	
Shell Raffinaderi AB	1999	0,5	
Preem Raffinaderi AB	1999	3	
Edet bruk	1999	8,18	
Trollhättans Arv, Arvidstorp	1999	83,4	
Munkebo Avfallsupplag	1999	5,55	
Volvo Aero Corporation	1999	1,9	
SAAB Automobile AB	1999	8	
Holmen Paper AB	1999	116	
Lignotech Sweden AB	1999	0	
Vänersborgs Arv, Holmängen	1999	17,5	
GRYAAB Ryaverket	1999	302	
		summa	547
Ferroprodukter AB	2000	0,6	
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2000	0,56	
Shell Raffinaderi AB	2000	0,5	
Preem Raffinaderi AB	2000	13	
Edet bruk	2000	2,88	
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2000	81	
Munkebo Avfallsupplag	2000	2,94	
Volvo Aero Corporation	2000	2,3	
SAAB Automobile AB	2000	8	
Holmen Paper AB	2000	630	
Lignotech Sweden AB	2000	0	
Vänersborgs Arv, Holmängen	2000	18	
GRYAAB Ryaverket	2000	244	
		summa	1004
Ferroprodukter AB	2001	0,4	
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2001	0,2	
Shell Raffinaderi AB	2001	0,5	
Preem Raffinaderi AB	2001	1,1	
Edet bruk	2001	4,25	
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2001	433	
Munkebo Avfallsupplag	2001	1,59	
Volvo Aero Corporation	2001	3,6	
SAAB Automobile AB	2001	7	
Holmen Paper AB	2001	360	
Lignotech Sweden AB	2001	10	
Vänersborgs Arv, Holmängen	2001	11	
GRYAAB Ryaverket	2001	413	
		summa	1246

Anläggningarnas utsläpp av krom



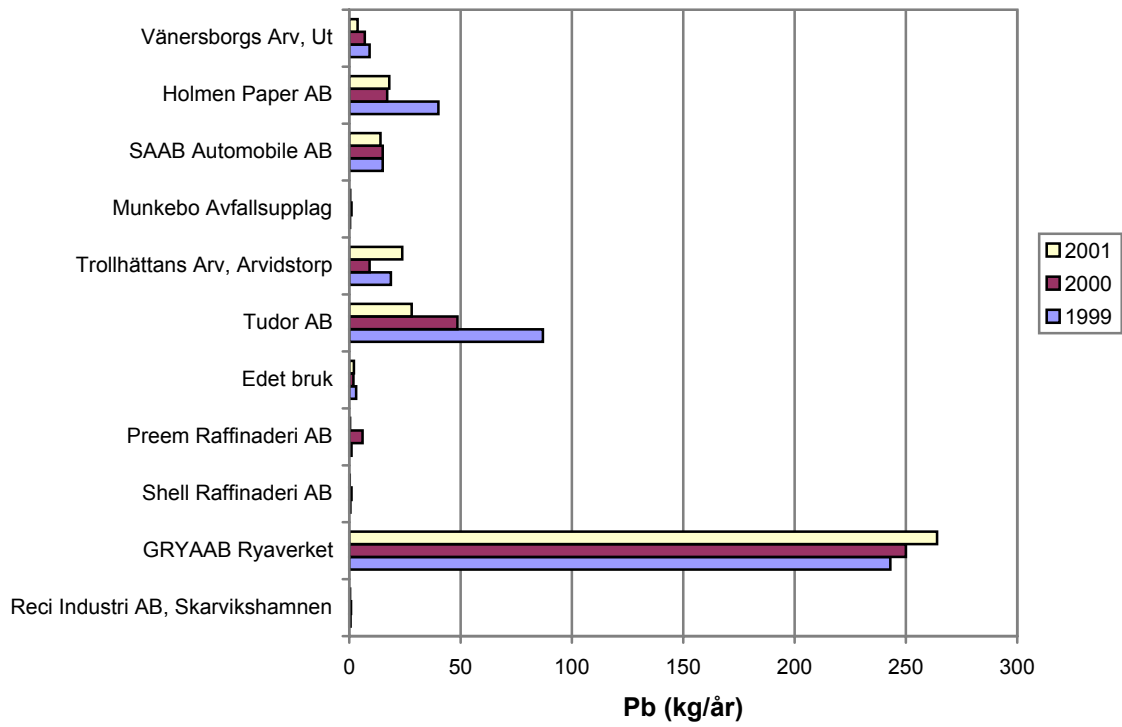
Anläggning	År	Koppar kg/år	
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	1999		
Shell Raffinaderi AB	1999	5	
Preem Raffinaderi AB	1999	7	
Edet bruk	1999	32,7	
Trollhättans Arv, Arvidstorp	1999	188	
Munkebo Avfallsupplag	1999	1,01	
Volvo Aero Corporation	1999	3,1	
SAAB Automobile AB	1999	8	
Holmen Paper AB	1999	200	
Vänersborgs Arv, Holmängen	1999	107,3	
GRYAAB Ryaverket	1999	1765	
		summa	2317
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2000	0,66	
Shell Raffinaderi AB	2000	5	
Preem Raffinaderi AB	2000	13	
Edet bruk	2000	17,3	
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2000	219	
Munkebo Avfallsupplag	2000	0,86	
Volvo Aero Corporation	2000	2,7	
SAAB Automobile AB	2000	8	
Holmen Paper AB	2000	60	
Vänersborgs Arv, Holmängen	2000	125	
GRYAAB Ryaverket	2000	1508	
		summa	1960
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2001	0,59	
Shell Raffinaderi AB	2001	0,5	
Preem Raffinaderi AB	2001	24	
Edet bruk	2001	29,2	
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2001	402	
Munkebo Avfallsupplag	2001	0,68	
Volvo Aero Corporation	2001	2,6	
SAAB Automobile AB	2001	6,8	
Holmen Paper AB	2001	140	
Vänersborgs Arv, Holmängen	2001	95,3	
GRYAAB Ryaverket	2001	1218	
		summa	1920

Anläggningarnas utsläpp av koppar



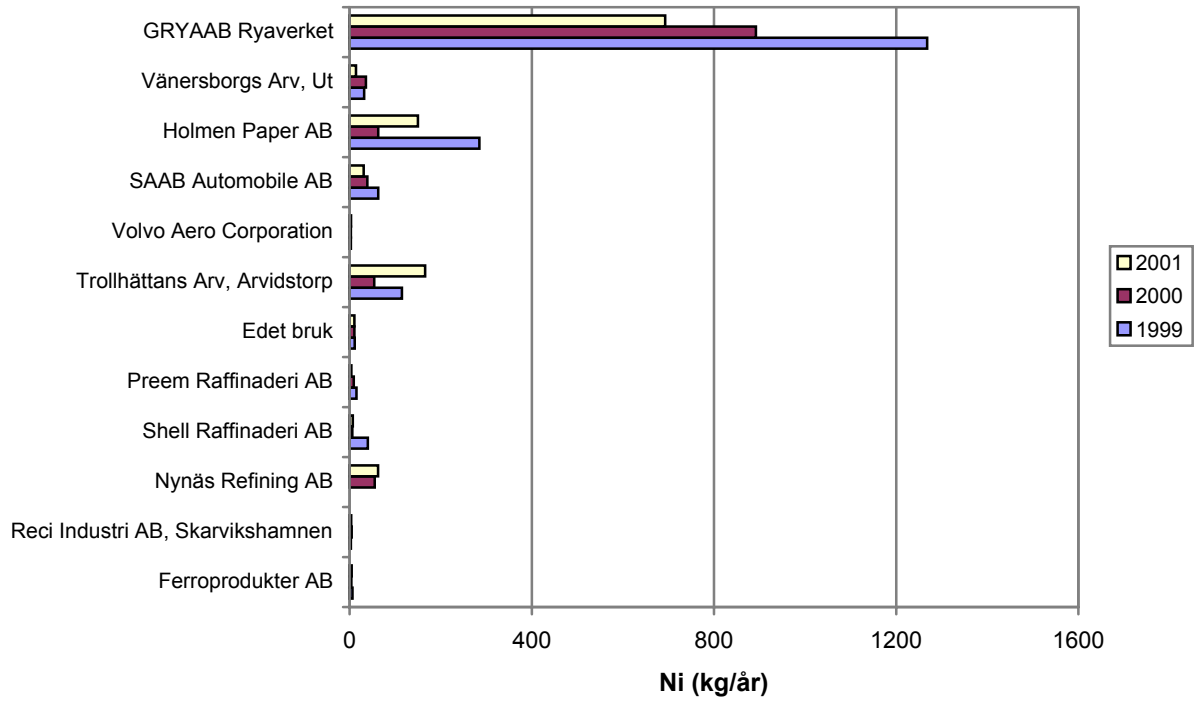
Anläggning	År	Bly kg/år
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	1999	0,6
GRYAAB Ryaverket	1999	243
Shell Raffinaderi AB	1999	0,5
Preem Raffinaderi AB	1999	1
Edet bruk	1999	3,1
Tudor AB	1999	87
Trollhättans Arv, Arvidstorp	1999	18,7
Munkebo Avfallsupplag	1999	0,336
SAAB Automobile AB	1999	15
Holmen Paper AB	1999	40
Vänersborgs Arv, Ut	1999	9,12
Summa		418
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2000	0,78
GRYAAB Ryaverket	2000	250
Shell Raffinaderi AB	2000	1
Preem Raffinaderi AB	2000	6
Edet bruk	2000	1,9
Tudor AB	2000	48,6
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2000	9,1
Munkebo Avfallsupplag	2000	1,04
SAAB Automobile AB	2000	15
Holmen Paper AB	2000	17
Vänersborgs Arv, Ut	2000	7
Summa		357
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2001	0,37
GRYAAB Ryaverket	2001	264
Shell Raffinaderi AB	2001	0,2
Preem Raffinaderi AB	2001	0,38
Edet bruk	2001	2,1
Tudor AB	2001	28
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2001	23,8
Munkebo Avfallsupplag	2001	0,46
SAAB Automobile AB	2001	14
Holmen Paper AB	2001	18
Vänersborgs Arv, Ut	2001	3,72
Summa		355

Anläggningarnas utsläpp av bly



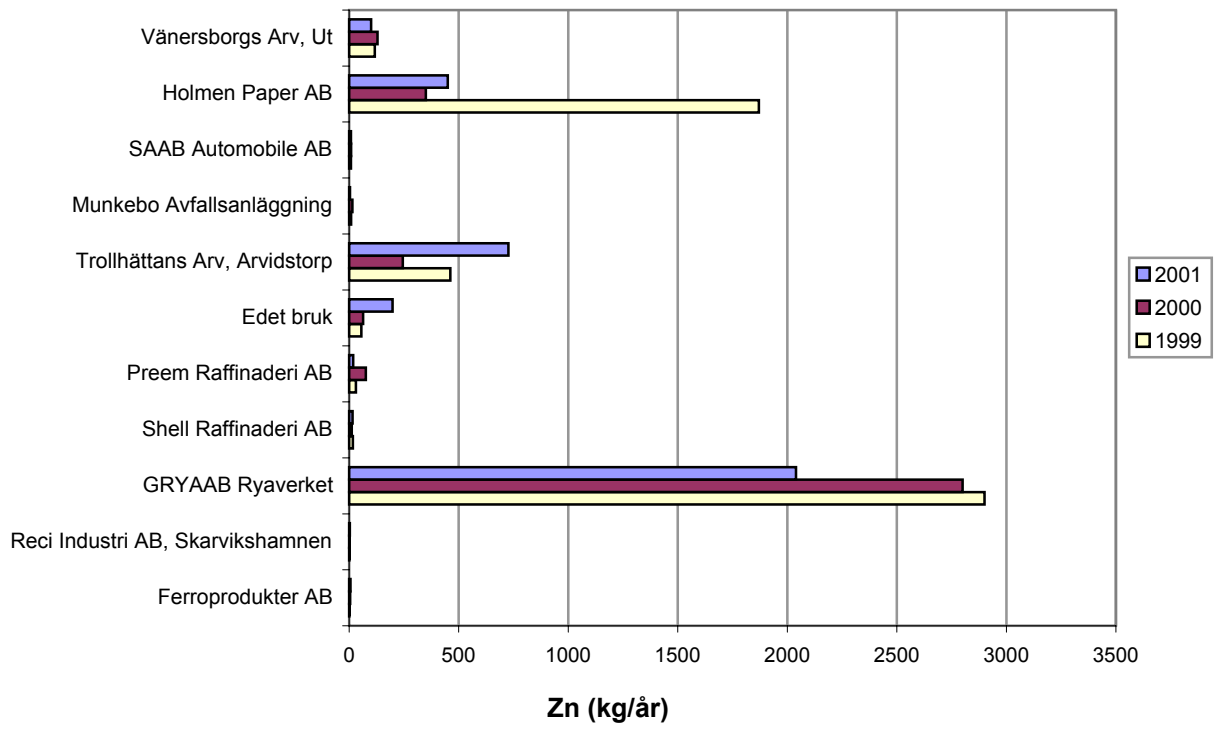
Anläggning	År	Nickel kg/år
Ferroprodukter AB	1999	6,2
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	1999	2,73
Nynäs Refining AB	1999	
Shell Raffinaderi AB	1999	40
Preem Raffinaderi AB	1999	15
Edet bruk	1999	11,2
Trollhättans Arv, Arvidstorp	1999	115
Volvo Aero Corporation	1999	2,7
SAAB Automobile AB	1999	63
Holmen Paper AB	1999	285
Vänersborgs Arv, Ut	1999	32
GRYAAB Ryaverket	1999	1268
Summa		1841
Ferroprodukter AB	2000	4
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2000	4,51
Nynäs Refining AB	2000	55
Shell Raffinaderi AB	2000	6
Preem Raffinaderi AB	2000	9
Edet bruk	2000	10,5
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2000	54
Volvo Aero Corporation	2000	2,7
SAAB Automobile AB	2000	39
Holmen Paper AB	2000	63
Vänersborgs Arv, Ut	2000	36
GRYAAB Ryaverket	2000	892
Summa		1176
Ferroprodukter AB	2001	4,4
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2001	3,4
Nynäs Refining AB	2001	62,5
Shell Raffinaderi AB	2001	7
Preem Raffinaderi AB	2001	4
Edet bruk	2001	10,7
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2001	166
Volvo Aero Corporation	2001	3,1
SAAB Automobile AB	2001	31
Holmen Paper AB	2001	150
Vänersborgs Arv, Ut	2001	14
GRYAAB Ryaverket	2001	693
Summa		1149

Anläggningarnas utsläpp av nickel

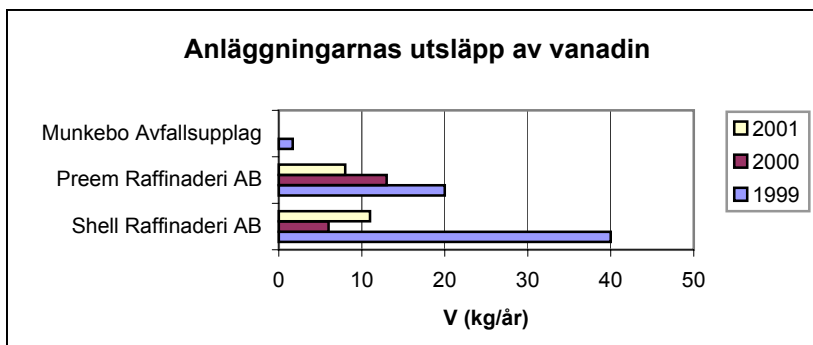


Anläggning	År	Zink kg/år
Ferroprodukter AB	2001	5,9
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2001	2,9
GRYAAB Ryaverket	2001	2040
Shell Raffinaderi AB	2001	15
Preem Raffinaderi AB	2001	18
Edet bruk	2001	198
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2001	727
Munkebo Avfallsanläggning	2001	3,64
SAAB Automobile AB	2001	8,2
Holmen Paper AB	2001	450
Vänersborgs Arv, Ut	2001	100
Summa		3569
Ferroprodukter AB	2000	4,7
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	2000	1,6
GRYAAB Ryaverket	2000	2800
Shell Raffinaderi AB	2000	12
Preem Raffinaderi AB	2000	76
Edet bruk	2000	63,2
Trollhättans Arv, Arvidstorp	2000	245
Munkebo Avfallsanläggning	2000	14,9
SAAB Automobile AB	2000	9
Holmen Paper AB	2000	350
Vänersborgs Arv, Ut	2000	129
Summa		3705
Ferroprodukter AB	1999	1
Reci Industri AB, Skarvikshamnen	1999	0,53
GRYAAB Ryaverket	1999	2900
Shell Raffinaderi AB	1999	17
Preem Raffinaderi AB	1999	31
Edet bruk	1999	55,2
Trollhättans Arv, Arvidstorp	1999	462
Munkebo Avfallsanläggning	1999	8,91
SAAB Automobile AB	1999	8
Holmen Paper AB	1999	1870
Vänersborgs Arv, Ut	1999	116,8
Summa		5470

Anläggningarnas utsläpp av zink



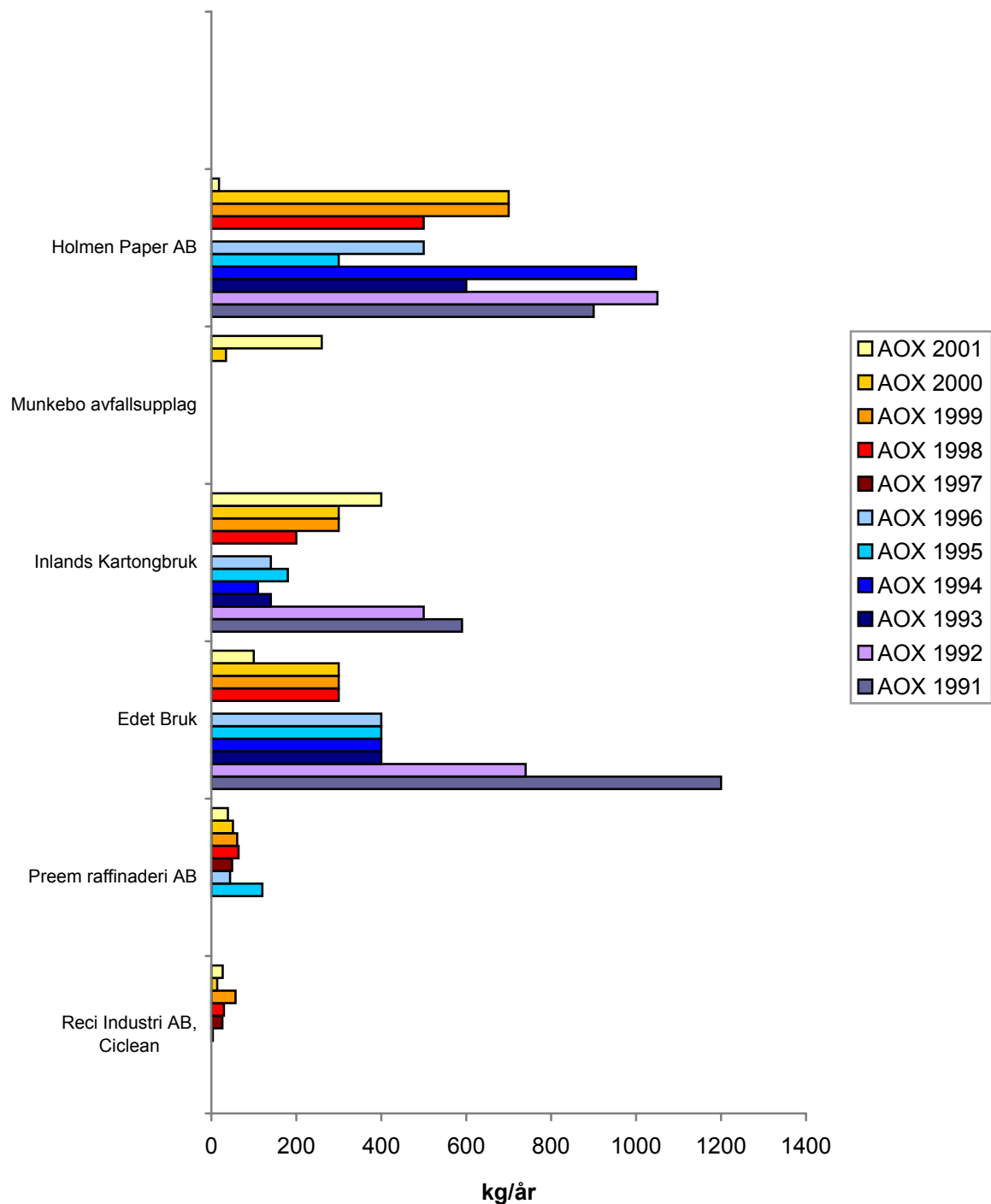
Anläggning	År	Vanadin kg/år	
Shell Raffinaderi AB	1999	40	
Preem Raffinaderi AB	1999	20	
Munkebo Avfallsupplag	1999	1,68	
Summa	Summa		62
Shell Raffinaderi AB	2000	6	
Preem Raffinaderi AB	2000	13	
Munkebo Avfallsupplag			
	Summa		19
Shell Raffinaderi AB	2001	11	
Preem Raffinaderi AB	2001	8	
Munkebo Avfallsupplag			
	Summa		19



Bilaga 11 - Anläggningarnas utsläpp av organiska miljögifter till Göta älv

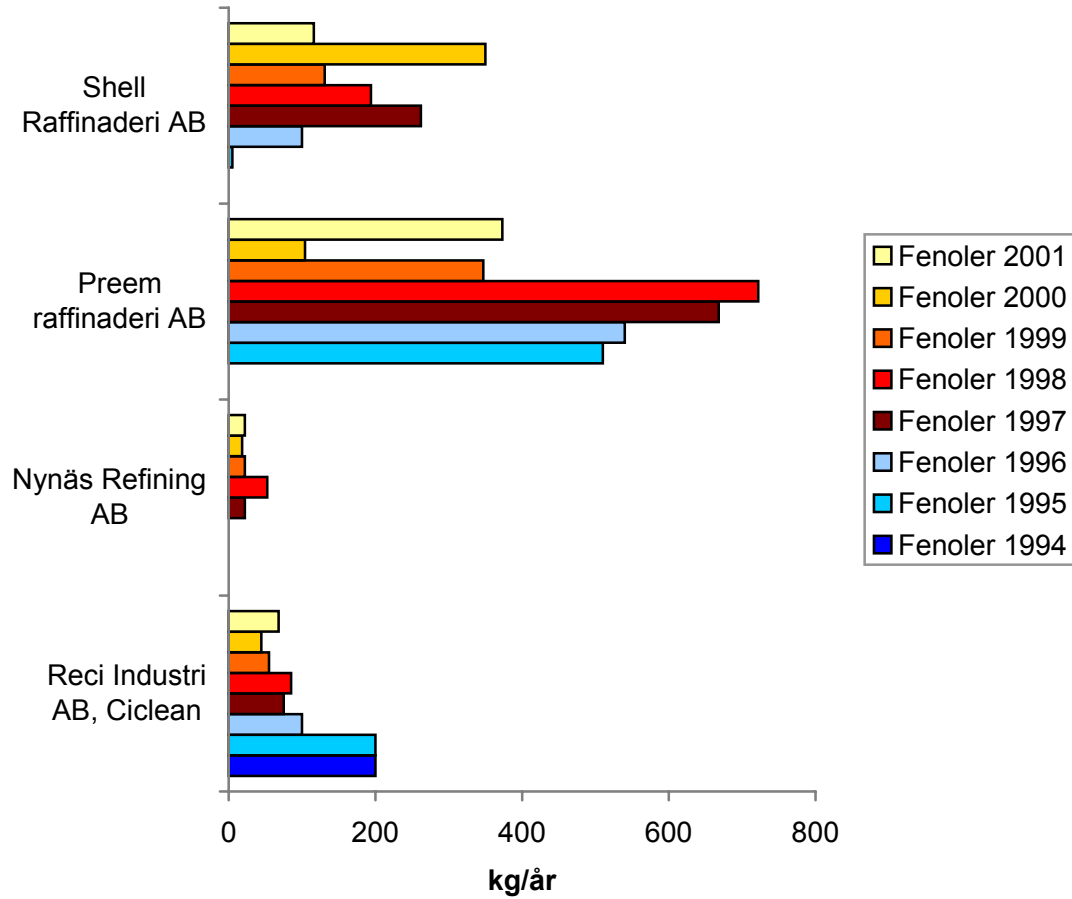
AOX			AOX		
Anläggning	År	kg/år	Anläggning	År	kg/år
Reci Industri AB, Ciclea	1991		Reci Industri AB, Ciclea	1997	26
Preem raffinaderi AB	1991		Preem raffinaderi AB	1997	49
Edet Bruk	1991	1200	Edet Bruk	1997	
Inlands Kartongbruk	1991	590	Inlands Kartongbruk	1997	
Munkebo avfallsupplag	1991		Munkebo avfallsupplag	1997	
Holmen Paper AB	1991	900	Holmen Paper AB	1997	
GRYAAB, Ryaverket	1991		GRYAAB, Ryaverket	1997	12700
summa		2690	summa		12775
Reci Industri AB, Ciclea	1992		Reci Industri AB, Ciclea	1998	29,5
Preem raffinaderi AB	1992		Preem raffinaderi AB	1998	64
Edet Bruk	1992	740	Edet Bruk	1998	300
Inlands Kartongbruk	1992	500	Inlands Kartongbruk	1998	200
Munkebo avfallsupplag	1992		Munkebo avfallsupplag	1998	
Holmen Paper AB	1992	1050	Holmen Paper AB	1998	500
GRYAAB, Ryaverket	1992		GRYAAB, Ryaverket	1998	9940
summa		2290	summa		11033,5
Reci Industri AB, Ciclea	1993		Reci Industri AB, Ciclea	1999	57,1
Preem raffinaderi AB	1993		Preem raffinaderi AB	1999	61
Edet Bruk	1993	400	Edet Bruk	1999	300
Inlands Kartongbruk	1993	140	Inlands Kartongbruk	1999	300
Munkebo avfallsupplag	1993		Munkebo avfallsupplag	1999	
Holmen Paper AB	1993	600	Holmen Paper AB	1999	700
GRYAAB, Ryaverket	1993		GRYAAB, Ryaverket	1999	9050
summa		1140	summa		10468,1
Reci Industri AB, Ciclea	1994		Reci Industri AB, Ciclea	2000	14
Preem raffinaderi AB	1994		Preem raffinaderi AB	2000	51
Edet Bruk	1994	400	Edet Bruk	2000	300
Inlands Kartongbruk	1994	110	Inlands Kartongbruk	2000	300
Munkebo avfallsupplag	1994		Munkebo avfallsupplag	2000	34,41
Holmen Paper AB	1994	1000	Holmen Paper AB	2000	700
GRYAAB, Ryaverket	1994		GRYAAB, Ryaverket	2000	6840
summa		1510	summa		8239,41
Reci Industri AB, Ciclea	1995		Reci Industri AB, Ciclea	2001	26,7
Preem raffinaderi AB	1995	120	Preem raffinaderi AB	2001	39
Edet Bruk	1995	400	Shell Raffinaderi AB	2001	100
Inlands Kartongbruk	1995	180	Edet Bruk	2001	400
Munkebo avfallsupplag	1995		Inlands Kartongbruk	2001	260
Holmen Paper AB	1995	300	Munkebo avfallsupplag	2001	18,18
GRYAAB, Ryaverket	1995	12700	Holmen Paper AB	2001	0
summa		13700	GRYAAB, Ryaverket	2001	5286
Reci Industri AB, Ciclea	1996	3,4	summa		6129,88
Preem raffinaderi AB	1996	44			
Edet Bruk	1996	400			
Inlands Kartongbruk	1996	140			
Munkebo avfallsupplag	1996				
Holmen Paper AB	1996	500			
GRYAAB, Ryaverket	1996	6680			
summa		7767,4			

Anläggningarnas utsläpp av AOX



Anläggning	År	Fenol kg/år
Reci Industri AB, Ciclean	1994	200
Nynäs Refining AB	1994	
Preem raffinaderi AB	1994	
Shell Raffinaderi AB	1994	
	summa	200
Reci Industri AB, Ciclean	1995	200
Nynäs Refining AB	1995	
Preem raffinaderi AB	1995	510
Shell Raffinaderi AB	1995	5
	summa	715
Reci Industri AB, Ciclean	1996	100
Nynäs Refining AB	1996	
Preem raffinaderi AB	1996	540
Shell Raffinaderi AB	1996	100
	summa	740
Reci Industri AB, Ciclean	1997	75
Nynäs Refining AB	1997	22
Preem raffinaderi AB	1997	668
Shell Raffinaderi AB	1997	262
	summa	1027
Reci Industri AB, Ciclean	1998	85
Nynäs Refining AB	1998	52,6
Preem raffinaderi AB	1998	722
Shell Raffinaderi AB	1998	194
	summa	1054
Reci Industri AB, Ciclean	1999	55
Nynäs Refining AB	1999	22
Preem raffinaderi AB	1999	347
Shell Raffinaderi AB	1999	131
	summa	555
Reci Industri AB, Ciclean	2000	44,5
Nynäs Refining AB	2000	18,4
Preem raffinaderi AB	2000	104
Shell Raffinaderi AB	2000	350
	summa	517
Reci Industri AB, Ciclean	2001	68
Nynäs Refining AB	2001	22
Preem raffinaderi AB	2001	373
Shell Raffinaderi AB	2001	116
	summa	579

Anläggningarnas utsläpp av fenoler



Olja-OPALC			Olja-OPALC		
Anläggning	År	kg/år	Anläggning	År	kg/år
Reci Industri AB, Ciclean	1991	600	Reci Industri AB, Ciclean	1997	500
Nynäs Refining AB	1991	160	Nynäs Refining AB	1997	111
Preem raffinaderi AB	1991	2200	Preem raffinaderi AB	1997	800
Shell Raffinaderi AB	1991	550	Shell Raffinaderi AB	1997	853
SAAB Automobile AB	1991	139	SAAB Automobile AB	1997	333
Volvo Aero Corporation	1991		Volvo Aero Corporation	1997	34,5
GRYAAB Ryaverket			GRYAAB Ryaverket	1997	88000
	summa	3649		summa	90632
Reci Industri AB, Ciclean	1992	6	Reci Industri AB, Ciclean	1998	600
Nynäs Refining AB	1992	150	Nynäs Refining AB	1998	86
Preem raffinaderi AB	1992		Preem raffinaderi AB	1998	900
Shell Raffinaderi AB	1992		Shell Raffinaderi AB	1998	1145
SAAB Automobile AB	1992	140	SAAB Automobile AB	1998	62
Volvo Aero Corporation			Volvo Aero Corporation	1998	9,8
GRYAAB Ryaverket			GRYAAB Ryaverket	1998	13160
	summa	296		summa	15963
Reci Industri AB, Ciclean	1993	2300	Reci Industri AB, Ciclean	1999	410
Nynäs Refining AB	1993		Nynäs Refining AB	1999	102
Preem raffinaderi AB	1993	2700	Preem raffinaderi AB	1999	700
Shell Raffinaderi AB	1993	970	Shell Raffinaderi AB	1999	880
SAAB Automobile AB	1993	39	SAAB Automobile AB	1999	45
Volvo Aero Corporation			Volvo Aero Corporation	1999	23,9
GRYAAB Ryaverket			GRYAAB Ryaverket	1999	27450
	summa	6009		summa	29611
Reci Industri AB, Ciclean	1994	435	Reci Industri AB, Ciclean	2000 <520	
Nynäs Refining AB	1994	150	Nynäs Refining AB	2000	106
Preem raffinaderi AB	1994	1900	Preem raffinaderi AB	2000	300
Shell Raffinaderi AB	1994	2600	Shell Raffinaderi AB	2000	950
SAAB Automobile AB	1994	55	SAAB Automobile AB	2000	30
Volvo Aero Corporation			Volvo Aero Corporation	2000	
GRYAAB Ryaverket			GRYAAB Ryaverket	2000	40900
	summa	5140		summa	42286
Reci Industri AB, Ciclean	1995	300	Reci Industri AB, Ciclean	2001	237
Nynäs Refining AB	1995		Nynäs Refining AB	2001	108
Preem raffinaderi AB	1995		Preem raffinaderi AB	2001	850
Shell Raffinaderi AB	1995	1380	Shell Raffinaderi AB	2001	1900
SAAB Automobile AB	1995	59	SAAB Automobile AB	2001	27
Volvo Aero Corporation			Volvo Aero Corporation	2001	17
GRYAAB Ryaverket		27600	GRYAAB Ryaverket	2001	20200
	summa	29339		summa	23339
Reci Industri AB, Ciclean	1996	200			
Nynäs Refining AB	1996	102			
Preem raffinaderi AB	1996				
Shell Raffinaderi AB	1996	1170			
SAAB Automobile AB	1996	60			
Volvo Aero Corporation	1996				
GRYAAB Ryaverket	1996	19800			
	summa	21332			

Anläggning	Ämne	Olja-TEXARC	Olja-TEXALC	Olja-TEX
	År	kg/år	kg/år	kg/år
Reci Industri AB, Ciclean	1991			0
Nynäs Refining AB	1991	410		410
Preem raffinaderi AB	1991		4400	4400
Shell Raffinaderi AB	1991		15000	15000
SAAB Automobile AB	1991		3100	3100
Volvo Aero Corporation	1991			
GRYAAB Ryaverket	1991			
			summa	22910
Reci Industri AB, Ciclean	1992	2000		2000
Nynäs Refining AB	1992	239		239
Preem raffinaderi AB	1992		4400	4400
Shell Raffinaderi AB	1992		4400	4400
SAAB Automobile AB	1992		2450	2450
Volvo Aero Corporation	1992			
GRYAAB Ryaverket	1992			
			summa	13489
Reci Industri AB, Ciclean	1993	5		5
Nynäs Refining AB	1993			0
Preem raffinaderi AB	1993		4900	4900
Shell Raffinaderi AB	1993		3100	3100
SAAB Automobile AB	1993		2300	2300
Volvo Aero Corporation	1993			
GRYAAB Ryaverket	1993			
			summa	10305
Reci Industri AB, Ciclean	1994	2190		2190
Nynäs Refining AB	1994	300		300
Preem raffinaderi AB	1994		5100	5100
Shell Raffinaderi AB	1994		4400	4400
SAAB Automobile AB	1994		3141	3141
Volvo Aero Corporation	1994			
GRYAAB Ryaverket	1994			
			summa	15131
Reci Industri AB, Ciclean	1995			0
Nynäs Refining AB	1995	350		350
Preem raffinaderi AB	1995	550	3000	3550
Shell Raffinaderi AB	1995	600	3950	4550
SAAB Automobile AB	1995		3300	3300
Volvo Aero Corporation	1995			
GRYAAB Ryaverket	1995			237000
			summa	248750
Reci Industri AB, Ciclean	1996			0
Nynäs Refining AB	1996	250		250
Preem raffinaderi AB	1996	900	2700	3600
Shell Raffinaderi AB	1996	670	1830	2500
SAAB Automobile AB	1996		2900	2900
Volvo Aero Corporation	1996			
GRYAAB Ryaverket	1996			109400
			summa	118650

Anläggning	Ämne Olja-TEXARC Olja-TEXALC Olja-TEX			
	År	kg/år	kg/år	kg/år
Reci Industri AB, Ciclean	1997	150		150
Nynäs Refining AB	1997	270		270
Preem raffinaderi AB	1997	1000	2900	3900
Shell Raffinaderi AB	1997	205	1876	2081
SAAB Automobile AB	1997		3890	3890
Volvo Aero Corporation	1997			149,5
GRYAAB Ryaverket	1997			78000
			summa	88440,5
Reci Industri AB, Ciclean	1998	1100		1100
Nynäs Refining AB	1998	250		250
Preem raffinaderi AB	1998	700	2200	2900
Shell Raffinaderi AB	1998	550	3100	3650
SAAB Automobile AB	1998		4270	4270
Volvo Aero Corporation	1998			84
GRYAAB Ryaverket	1998			68300
			summa	80554
Reci Industri AB, Ciclean	1999	580		580
Nynäs Refining AB	1999	220		220
Preem raffinaderi AB	1999	500	2200	2700
Shell Raffinaderi AB	1999	610	1930	2540
SAAB Automobile AB	1999		4820	4820
Volvo Aero Corporation	1999			71
GRYAAB Ryaverket	1999			139000
			summa	149931
Reci Industri AB, Ciclean	2000	135		135
Nynäs Refining AB	2000	212		212
Preem raffinaderi AB	2000	300	1200	1500
Shell Raffinaderi AB	2000	710	2610	3320
SAAB Automobile AB	2000		936	936
Volvo Aero Corporation	2000			
GRYAAB Ryaverket	2000			133500
			summa	139603
Reci Industri AB, Ciclean	2001	360		360
Nynäs Refining AB	2001	183		183
Preem raffinaderi AB	2001	580	1300	1880
Shell Raffinaderi AB	2001	900	3600	4500
SAAB Automobile AB	2001		544	544
Volvo Aero Corporation	2001			43
GRYAAB Ryaverket	2001			92500
			summa	100010

Bilaga 12 – Bidrag från dagvatten och vatten från skogs- och åkermark

För dagvattenberäkningarna har schablonhalten för ett ämne multiplicerats med nederbörd (800 mm/år), areal, avrinningsfaktor och en omräkningsfaktor ($1,0 \cdot 10^{-5}$). Vad gäller bebyggelse har schablonhalter för flerfamiljshus använts, vilket förmodligen innebär vissa överskattningar av föroreningshalten. Detta uppvägs möjligen av att endast bebyggelse i tätort tagits med vid arealbestämningen. Arealen bebyggelse har tagits fram från fastighetskartan, vägarealen har tagits fram med hjälp av översiktskartan. För utlakning från skogs- och åkermark har Vägverkets schablonvärden multiplicerats med arealen mark som tagits fram från fastighetskartan. Hg och PAH har osäkra data.

Schablonvärden från Vägverket. OBS! Kursivt=Värden från StormTac		Vägar (30 000 fordon per dygn)	Villor	Radhus	Flerfamiljs-hus	Centrum	Industriomr	Skog	Åker	
Landsväg (30 000-60 000 fordon/dygn)		Villaområden			Flerfamiljs-husområden	Bostads- och Centrumomr	Industri	Urbana ytor generellt	(g/ha år) (g/ha år)	
µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
Pb	30	15	15	40	20	40	40	25	4	
Cu	60	35	40	110	50	70	70	50	3	
Zn	250	120	110	250	180	250	250	150	100	
Cd	0,5	0,3	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	
Cr	5	4	6	12	12	5	5	5	2,5	
Ni	4,4	6	15	15	15	10	10	10	4	
Hg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	
Olja	1000	200	250	300	300	800	1500			
PAH	1,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1			
Areal (ha)										
Föroreningsmängd i dagvattnet (kg/år)										
Totalareal	136538	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	PAH
Bebyggelse	1812	0,5	145	362	1305	2,9	87	109	0,7	2174
Industri	744	0,6	143	250	893	1,8	18	36	0,4	5357
Vägar	450	0,85	92	184	765	1,5	15	13	0,3	3060
Summa			380	796	2962	6,2	120	158	1,4	10591
Utlakning (kg/år)										
Areal (ha)		Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg			
	Pb									
Skog	78000	312	234	7800	46,8	195	312	1,6		
Odlad åker	25800	77	206	722	2,6	129	181	0,5		

Markanvändning Arealberäkningar 2003-06-18

Odlad åker (Fastighetskartan)

Summa areal: 25 798 ha

Sankmark (Fastighetskartan)

Summa areal: 8 391 ha

Sjöyta (Översiktskartan)

Summa areal: 6326 ha

Skog (Barr- och lövskog) (Fastighetskartan)

Summa areal: 78 003 ha

Bebyggelse Hög+Låg+Sluten (Fastighetskartan)

Summa areal : 1811 ha

Industriområden (Fastighetskartan)

Summa areal: 744 ha

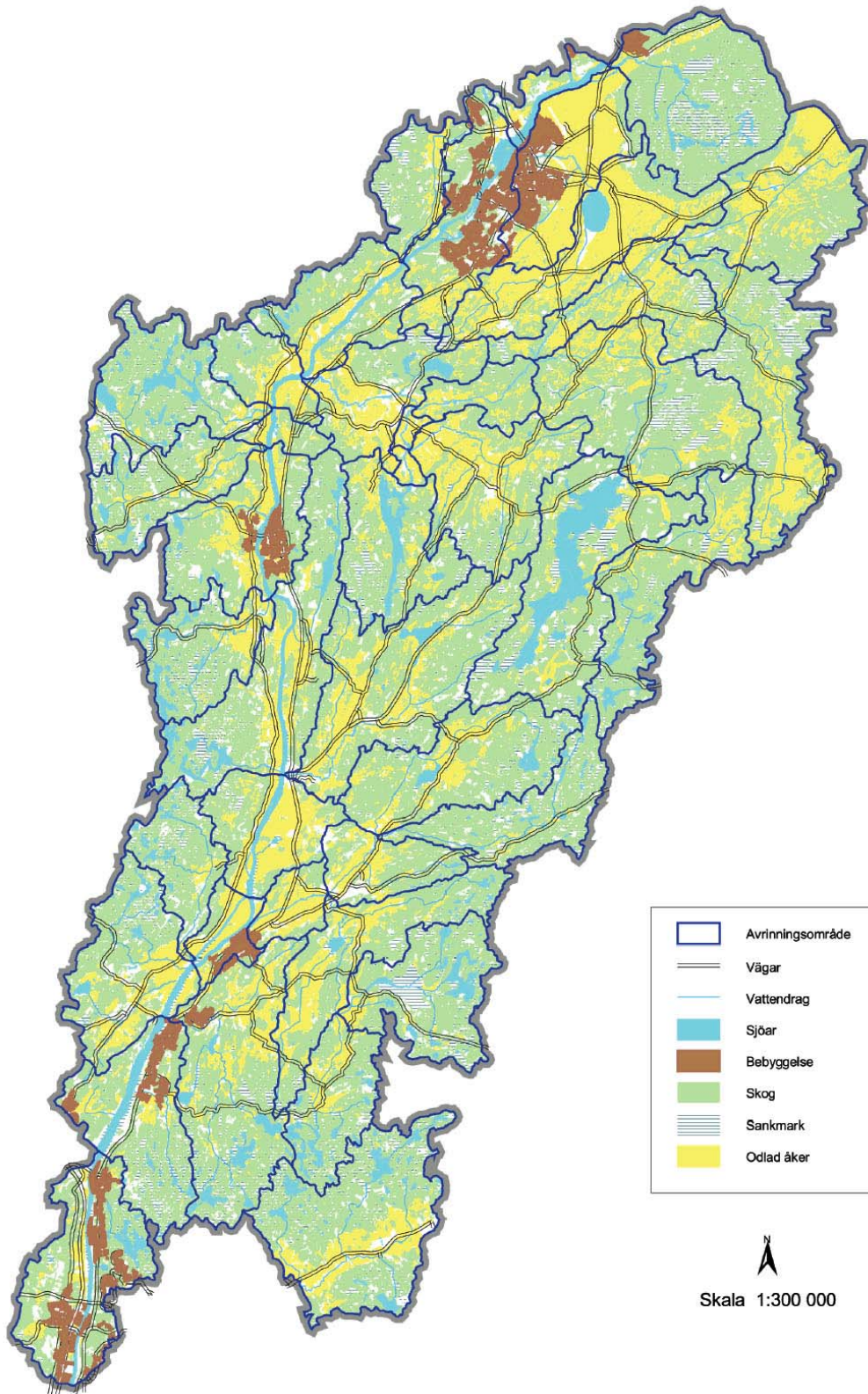
Vägar (Översiktskartan)

Bredd för allmän väg >7m, Motortrafikled och Motorväg sätts till 12m, allmän väg 5-7m till 6m och allmän väg <5m till 4m

Bredd m	Längd m	Area m2
4	145641,3	582566
6	266612,4	1599674
12	193381,2	2320574
Summa	605634,9	4502814

Summa areal: 450 ha

Markanvändning



Markanvändning inom Göta älvs avrinningsområde från Vänern till Göteborgs kommun.
Indelning och källa enligt följande: Bebyggelse (hög, låg samt industri), skog, åker
och sankmark från Fastighetskartan och vägar, sjöar och vattendrag från Översiktskartan.

Bilaga 13 - Förorenade områden, MIFO-klass 1

OBJEKTID	KOMMUN	KEMIKALIER	MOTIVERING
F1440-112	Ale	Bly, svavelsyra, fotogen, olja	Gammal, stor verksamhet med koncessionsbeslut på åtgärder.
F1440-0001	Ale	Tungmetaller Mn, Ti, Va, Cr, Ni, Zn, P, Pb, As och Cd	
F1440-0009	Ale	Spilloljor, blästersand, metaller (Pb, Cu, Sn m.m.) från färger.	Marken kan ha fyllts ut med förorenade massor. Varvsverksamhet - gammal. Reparation, service, målning m.m. av båtar <499 ton
F1440-114	Ale	Klorparaffiner, dioxaner, styren, BTEX (klorbensen).	
F1440-113	Ale	Xylen, ftalsyraanhydrid	
F1440-101	Ale	Hg, klor, syror	Hg och dioxiner i marken. Läcker även dioxiner ut till Göta Älv.
F1440-131	Ale	Olja, fetter, lösningsmedel, metallbearbetningsvätska	
F1480-0001	Göteborg	Stenkol, koks, tjära, bensen, tjock eldningsolja, ammoniak, svavel	Behov av undersökningar inom hela området men främst inom de centrala delarna - omr. norr om scrubbern/bensolfabriken - där brunnarna/cisterner finns nedgrävda! Delar av den forna tomten har sanerats.
F1480-0041	Göteborg	färg, fernissa, olja	Deponi vid strandkanten. Ökad försurning av grundvattnet, ökad påverkan av strandbrinken pga stora fartyg och kraftiga tappningar kan påverka innehållet i deponin. Lagring av kabelskrot
F1480-0055	Göteborg		Inga markprover tagna, trots det antas föroreningsnivån vara hög. Marieholmsområdet är beläget nedst.vattenintaget och är industriellt belastat
F1480-0067	Göteborg	Metylenbis(tiocyanat) Nalcon 7620, 400 kg, 3,5-dimetyltetrahydro-2H1-3,5-tiadiazin-2-tion kaliumhydroxid, GR824, 400 kg, Metylenbisthiocyanat, Butyl-di-glykol, Dimetylformamid, GR849, 200kg, slambekämpningsmedel framför allt Hg, difenyl	I branschkartläggningen klassas massa- och pappersbruk till riskklass 1.
F1480-0139	Göteborg	Olja, lösningsmedel t ex trikloretylen, perkloretylen.	Omfattande hantering av petroleumprodukter under lång tid har bevisligen förorenat marken kraftigt.
F1482-0003	Kungälv	Olja deponerades inom fabriksområdet.	Förorening konstaterad. Åtgärdsbehov
F1462-103	Lilla Edet	PCB?, Hg, klor - tidigare	Nuvarande byggnader och verksamhet i god ordning. Vid de gamla lokalerna vid älven finns risk för föroreningar. Oljetanken överfylldes 1966 och sanerades. 1996 undersöktes platsen igen, olja kvar i bergficka.
F1462-101	Lilla Edet	Hg?, klor?	Gammal, omfattande verksamhet, stor oljehantering. Slambekämpning ?, klorblekning ?

F1488-0013	Trollhättan	Bly	
F1488-138	Trollhättan	olja, Cd, Zn, Cr, Pb	Gammal verksamhet. Brister i hanteringen av ytbehandlingskemikalier. Oljehantering tidigare förmodligen det största problemet.
F1488-104	Trollhättan	TRI, Cd, Cr, flygbränsle, klorerade metallbearbetning vätskor, olja m.m	Gammal mycket omfattande verksamhet. Mycket hantering med elaka kemikalier. Mycket bränslehantering och många underjordscisterner.
F1488-145	Trollhättan	dikromat, klorat	Kraftig förorening av mark och grundvatten, samt närheten till Göta älv.
F1488-0044	Trollhättan	Klorat, krom, As, Pb, PAH,m.m	
F1487-120	Vänersborg	Fe, Cr, kol, Al, SiO2 m.m.	Gammal, omfattande verksamhet! Stofffilter sattes in i början av 70-talet, innan dess gick allting rakt ut. På deponin lagras kromhaltigt stoft. Lakvattnet tas om hand. Lakvattnet från deponier undersöks kontinuerligt.
F1487-121	Vänersborg	Hg (före 1978), Klor (före 1980) m.m.	
F1487-152	Vänersborg	fenylkvicksilverföreningar Cr, Ba-klorid m.m.	Mycket gammal verksamhet, mycket omfattande.