



METALLSTATUS I KALMAR SUND

Bedömning av tillstånd för metallerna koppar, zink, bly,
kadmium, nickel, arsenik och kvicksilver i sediment, vatten och
organismer

Rapport nr Oskarshamns hamn 2004:5

Oskarshamns kommun

Mars 2005

Författad av

Anna-Lena Öberg-Högsta, Anders Bank, Golder Associates AB¹

¹ Biträdande delprojektledare, Delprojektledare miljö

Sammanfattning

Inom ramen för Kalmar läns kustvattenkontrollprogram har blåmusslor och blåstång vid flera provtagningsstationer belägna på grunt vatten i Kalmarsund mer eller mindre regelbundet provtagits och analyserats m a p tungmetaller. Resultaten beträffande upptag i blåmusslor och blåstång i hamnbassängen, omedelbart norr respektive söder om hamnutloppet visar följande:

- I inre och yttre delen av Oskarshamns hamnbassäng är upptaget av metallerna koppar, zink, bly och kadmium stort i blåstång och blåmusslor. Avvikelsen gentemot Naturvårdsverkets jämförvärden är i regel stor eller mycket stor. Inga uppenbara förändringar kan utläsas över tiden. För övriga analyserade metaller är avvikelserna obetydliga eller små.
- Norr och i synnerhet söder om hamnutloppet syns ett förhöjt upptag av kadmium och zink i blåstång. Avvikelserna är tydliga-mycket stora relativt Naturvårdsverkets jämförvärden. Uppmätta halter är också högre här än i andra delar av Kalmarsund, särskilt avseende zink. Upptaget av kadmium verkar dock minska över tiden. För övriga metaller är avvikelserna i regel obetydliga eller små.
- Inga tydliga tecken på förhöjda upptag av metaller i blåmusslor utanför hamnbassängen kan utläsas av genomförda undersökningar under senare tid. Uppmätta halter är låga – måttliga och ligger på samma nivå som vid övriga stationer i Kalmarsund.
- Kadmiumhalterna i lever i strömning fångad vid Utlängan söder om Öland har ökat successivt sedan 1980-talet och i dagsläget är halterna ca 10 ggr högre än jämförvärdet. För övriga metaller är avvikelserna mot jämförvärdena mindre, men det förefaller som om halterna av bly minskar, zink ökar medan halttrenderna för nickel och koppar är osäkra.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	2
1 BAKGRUND OCH SYFTE.....	4
2 ARBETSMETODIK OCH AVGRÄNSNINGAR.....	4
3 ALLMÄN BESKRIVNING AV METALLERNAS TOXISKA EGENSKAPER FÖR VATTENLEVANDE ORGANISMER.....	5
3.1 ARSENIK.....	5
3.2 KADMIUM	5
3.3 KOPPAR.....	5
3.4 KVICKSILVER	6
3.5 NICKEL.....	6
3.6 BLY	6
3.7 ZINK.....	7
4 METALLHALTER I SEDIMENT, VATTEN OCH ORGANISMER.....	8
4.1 OMRÅDESBESKRIVNING	8
4.2 SEDIMENTHALTER	9
4.2.1 Allmänt	9
4.2.2 Årsvariationer	9
4.2.3 Nuläge/senaste mätning (1998).....	12
4.3 VATTENHALTER	14
4.3.1 Allmänt	14
4.3.2 Nuläge/senaste mätning (1999).....	14
4.4 HALTER I ORGANISMER	15
4.4.1 Allmänt	15
4.4.2 Årsvariationer	15
4.4.3 Nuläge/senaste mätning	27
5 DISKUSSION OCH SLUTSATSER	30
6 REFERENSER.....	31

BILAGOR

Bilaga 1

1 Bakgrund och syfte

På uppdrag av Oskarshamns kommun fungerar Golder Associates AB (Golder) som delprojektledare för delprojekt miljö i den projektgrupp som arbetar med förberedelser inför en eventuell sanering av förorenade sediment i Oskarshamns hamn. I förberedelsefasen pågår f.n. framtagande av kompletterande underlag för utarbetande av en huvudstudierapport, som skall utgöra ett av flera underlag till beslut om och i så fall hur de förorenade sedimenten i hamnbassängen skall åtgärdas.

Föreliggande uppdrag omfattar framtagande av underlag för en tillståndsbedömning av metallerna koppar, zink, bly, kadmium, nickel, arsenik och kvicksilver i Oskarshamns hamn och utmed Kalmar sund/södra Östersjön. Bedömningen grundar sig på uppmätta halter av metallerna i sediment, vatten och organismer.

2 Arbetsmetodik och avgränsningar

Uppgifter på halter i sediment, vatten och organismer har inhämtats från tidigare utredningar samt data som funnits tillgängliga på internet alternativt erhållits från Kalmar Högskola, Västerviks kommun och Kalmar län (se *Avsnitt 6 Referenser*). Provtagningspunkterna har valts utmed en gradient från Oskarshamns hamn och söderut utmed svenska kusten. En indelning av olika provtagningsområden har gjorts. Om fler provtagningspunkter har funnits inom samma område har ett aritmetiskt medelvärde av halterna beräknats, förutsatt att halterna inte skiljer sig nämnvärt åt. Indelningen av provtagningsområdena är gjord m.a.p. misstänkta punktkällor utmed kusten samt tillgängliga data.

De uppmätta metallhalterna redovisas dels som årsvariationer, med syfte att identifiera ev. halttrender, och dels som "nuläge" för att identifiera om metaller i dagsläget förekommer i kritiska nivåer. Bedömning av tillstånd görs genom att jämföra halterna med tillgängliga relevanta riktvärden och bedömningsgrunder för marina miljöer (inkl. bräckt vatten, estuarier).

3 Allmän beskrivning av metallernas toxiska egenskaper för vattenlevande organismer

3.1 Arsenik

Arsenik är det tjugonde vanligaste ämnet i jordskorpan (HSDB). I vatten förekommer arsenik framförallt med oxidationstalet fem under oxiderande förhållanden och tre under reducerande förhållanden. Arsenik binder vanligen starkt till sediment, men i vatten med höga pH (marin miljö) så binder arsenik relativt svagt till sediment.

Arsenik är klassat som cancerogent och kan orsaka allergi. Ett cancerriskvärde på 6,7 ng/kg kroppsvikt och dag har satts av det amerikanska naturvårdsverket EPA (ITER). Tokikologiska data (lägsta rapporterade kroniska effektvärden) indikerar att trevärd arsenik kan vara giftigt för sötvattenlevande organismer vid ca 900 µg/l och femvärd arsenik vid ca 50 µg/l (Suter and Tsao 1996). De kanadensiska kvalitetskriterierna för marina/brackvatten- och sötvattenorganismer är satt till 12,5 respektive 5 µg/l för ytvatten och 7,24 respektive 5,9 mg/kg TS för sediment (CCME 2003). Trolig effektnivå (CCME 2003) för marina sediment är 42 mg/kg TS.

3.2 Kadmium

Kadmium förekommer naturligt i miljön. I naturliga vatten kan kadmium förekomma i flera former. De viktigaste oorganiska kadmiumföreningarna i saltvatten är kadmiumkloridföreningar. Kadmium binder till organiskt material i sediment, men också till karbonat, järn-, aluminium- och magnesiumoxider. Kadmium tas upp i fisk via gälarna och koncentreras framförallt i lever och njurar. Kadmium har relativt hög potential att koncentreras i organismer. Livsmedelsverket har fastställt en högsta tillåtna halt i fisk och skaldjur till 0,05-1 mg/kg våtvikt (EU). Det tolerabla dagliga intaget för människor är av holländska RIVM satt till 0,5 µg/kg och dag (ITER). Kadmiums toxicitet mot vattenlevande organismer är starkt beroende av bl.a. vattnets hårdhet, och toxiciteten minskar med ökande hårdhet. Tokikologiska data (lägsta rapporterade kroniska effektvärden) indikerar att kadmium kan vara giftigt för sötvattenlevande fisk och växter vid ca 2 µg/l och för vattenloppa vid 0,15 µg/l och (Suter and Tsao 1996). De kanadensiska kvalitetskriterierna för marina/brackvatten- och sötvattenorganismer är satt till 0,12 µg/l respektive 0,017 µg/l för ytvatten och 0,7 respektive 0,6 mg/kg TS för sediment (CCME 2003). Trolig effektnivå (CCME 2003) för marina sediment är 4,2 mg/kg TS.

3.3 Koppar

Koppar är ett essentiellt näringsämne för alla levande organismer och kan därför ackumulera i relativt hög omfattning i växter och djur (HSDB). I vatten förekommer koppar framförallt i tvåvärd form som jon eller i förening med klorid, nitrat och sulfater. Svårslösliga former av koppar inkluderar oxider, hydroxider, karbonater och sulfider. Koppar binder starkt till partiklar och organiskt material.

Koppar är inte särskilt giftigt för människor, men är mycket giftigt för vattenlevande organismer. Koppars toxicitet är starkt beroende av bl.a. vattnets hårdhet och pH, och toxiciteten minskar generellt med ökande hårdhet och pH. Tokikologiska data indikerar (lägsta rapporterade kroniska effektvärden) att koppar kan vara giftigt för sötvattenlevande fisk vid ca 4 µg/l, vattenloppa vid ca 0,2 µg/l och för växter vid 1 µg/l (Suter and Tsao 1996). De kanadensiska kvalitetskriterierna för marina/brackvatten- och sötvattenorganismer är satt till

18,7 respektive 35,7 mg/kg TS för sediment (CCME 2003). Kvalitetskriterier för ytvattenlevande marina/brackvattenorganismer saknas, men för sötvattenlevande organismer är kriteriet satt till 2-4 µg/l. Trolig effektnivå (CCME 2003) för marina sediment är 108 mg/kg TS.

3.4 Kvicksilver

Kvicksilver förekommer i vattenmiljön som oorganiskt tvåvärt kvicksilver och som organiskt kvicksilver i olika föreningar. Organiskt kvicksilver (t.ex. metylkvicksilver) är särskilt giftigt och har mycket hög potential att ackumulera i organismer. Kvicksilver kan även ackumuleras upp i näringskedjan och därmed orsaka effekter på högre organismer såsom t.ex. fåglar (t.ex. CCME 1999, HSDB). Livsmedelsverket har fastställt en högsta tillåtna halt i fisk och skaldjur till 0,5-1 mg/kg våtvikt (EU). Ett riskvärde på 0,1 µg/kg kroppsvikt och dag har satts av det amerikanska naturvårdsverket för metylkvicksilver (ITER). I vatten förekommer kvicksilver framförallt som lösta hydroxider och bundet till organiskt material. I vatten med höga klor- (saltvatten) och svavelhalter kan kvicksilver dessutom förekomma i förening med dessa båda ämnen (Hudson m.fl. 1994). Kvicksilver binder normalt mycket hårt till organiskt material och lerpartiklar.

Kvicksilver är mycket giftigt för vattenlevande organismer. Tokikologiska data (lägsta rapporterade kroniska effektvärden) på kvicksilver indikerar att oorganisk/totalt respektive metylkvicksilver är giftigt för sötvattenlevande organismer vid <0,23 µg/l respektive <0,04 µg/l (Suter och Tsao 1996). De kanadensiska kvalitetskriterierna för ytvattenlevande organismer i marina/brackvatten- och sötvatten är satt till 0,016 respektive 0,026 µg/l för oorganiskt kvicksilver och för organiskt kvicksilver till 0,004 µg/l i sötvatten (CCME 2003). Trolig effektnivå (CCME 2003) för marina sediment är 0,7 mg/kg TS.

3.5 Nickel

Nickel är ett essentiellt spårämne för vattenlevande organismer (NWQMS 2000). I naturliga vatten förekommer nickel framförallt som tvåvärd positiv jon, vilket är den form som primärt orsakar toxiska effekter på organismer. Nickelföreningar förväntas adsorbera till lösta partiklar och sediment (HSDB). Nickel har relativt låg-måttlig potential att ackumulera i vattenlevande organismer. Nickels toxicitet är t.ex. beroende av vattnets pH och hårdhet och toxiciteten minskar med ökande hårdhet respektive pH (NWQMS 2000). Vissa föreningar av nickel kan vara cancerogena (t.ex. nickelsulfat) och nickel är också giftigt för vattenlevande organismer (HSDB). Ett riskvärde på 8 µg/kg kroppsvikt och dag har satts av ITER för nickelklorid och nickelsulfat (ITER). Tokikologiska data (lägsta rapporterade kroniska effektvärden) indikerar att nickel kan vara giftigt för sötvattenlevande fisk vid <35 µg/l, vattenloppa vid <5 µg/l och för växter vid ca 5 µg/l (Suter and Tsao 1996). De kanadensiska kvalitetskriterierna för sötvattenlevande organismer är satt till 25-150 µg/l (CCME 2003). Kanadensiska kvalitetskriterier för ytvattenlevande organismer i marin/brackvattenmiljö samt för sedimentlevande organismer saknas. Förslag på gränsvärden för sediment finns emellertid framtagna för sedimentlevande organismer i marina/brackvatten och sötvatten av Jones m.fl. (1997). Ett lägsta värde på ca 16 mg/kg TS föreslås för sediment både i havs-/brackvatten och sötvatten.

3.6 Bly

Bly finns naturligt i jordskorpan (HSDB). Tvåvärt bly, vilket är den stabila jonformen, bildar relativt svårslösliga föreningar med hydroxid-, karbonat-, sulfid- och sulfatjoner. Bly kan också binda till humus och adsorberar effektivt till organiskt material och lermineraller i sediment. Bly verkar ackumulera i relativt liten omfattning i fisk, medan vissa skaldjur och musslor kan ackumulera bly i relativt stor omfattning. Livsmedelsverket har fastställt en högsta tillåtna halt i fisk och skaldjur till 0,2-1,5 mg/kg våtvikt (EU).

Amerikanska naturvårdsverket klassar bly som troligen cancerogent. Det tolerabla dagliga intaget är av holländska RIVM satt till 3,6 µg/kg och dag (ITER). Toxikologiska data (lägsta rapporterade kroniska effektvärden) indikerar att bly kan vara giftigt för sötvattenlevande fisk vid ca 20 µg/l, vattenloppa vid ca 10 µg/l och för växter vid 500 µg/l (Suter and Tsao 1996). De kanadensiska kvalitetskriterierna för marina/brackvatten- och sötvattenorganismer är satt till 30,2 respektive 35 mg/kg TS för sediment (CCME 2003). Kvalitetskriterier för ytvattenlevande marina/brackvattenorganismer saknas, men för sötvattenlevande organismer är kriteriet satt till 1-7 µg/l. Trolig effektnivå (CCME 2003) för marina sediment är 112 mg/kg TS.

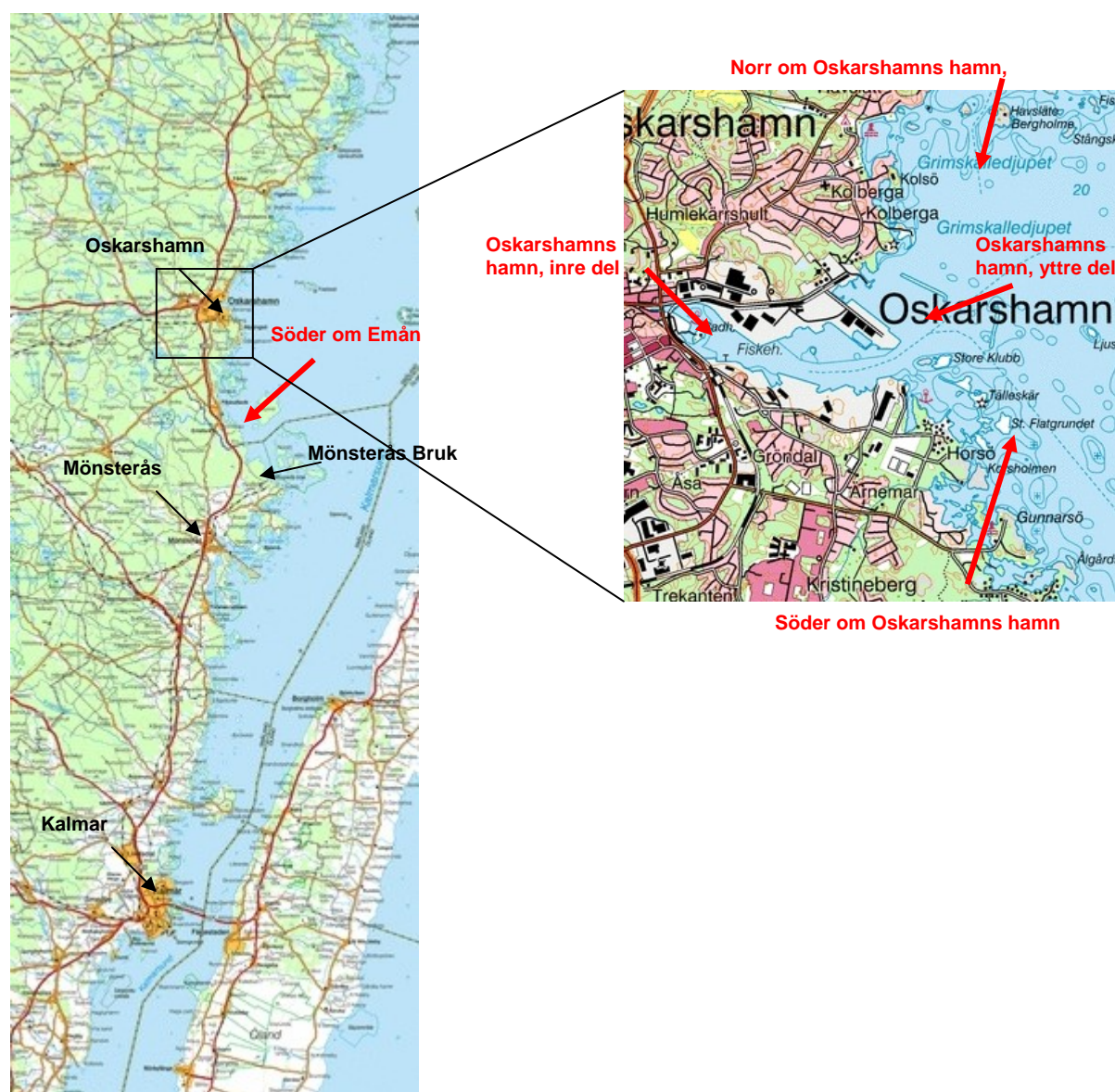
3.7 Zink

Zink förekommer naturligt i jordskorpan och är ett essentiellt grundämne för levande organismer. I vattenmiljön kan zink förekomma i flera olika former beroende på vattenkvaliteten. Den mest biotillgängliga formen av zink är den fria zinkjonen. Zink ackumulerar i organismer, ev. mer i växter och ryggradslösa djur än i fisk och vilda djur, m.a.o. så ackumulerar zink inte högre upp i näringskedjan. Biotillgängligheten och därmed toxiciteten av zink är bl.a. beroende av vattnets hårdhet, fosfathalten och mängden löst organiskt material. Ju högre hårdhet, fosfathalt och halt organsikt material desto lägre toxicitet. Zink anses inte vara särskilt giftigt för människor. Toxikologiska data (lägsta rapporterade kroniska effektvärden) indikerar att zink kan vara giftigt för sötvattenlevande fisk vid ca 40 µg/l, vattenloppa vid ca 50 µg/l och för växter vid 30 µg/l (Suter and Tsao 1996) samt för sedimentlevande organismer i marin miljö vid ca 120 mg/kg TS (Jones 1997). De kanadensiska kvalitetskriterierna för marina/brackvatten- och sötvattenorganismer är satt till 124 respektive 123 mg/kg TS för sediment (CCME 2003). Trolig effektnivå (CCME 2003) för marina sediment är 271 mg/kg TS. Kvalitetskriterier för ytvattenlevande marina/brackvattenorganismer saknas, men för sötvattenlevande organismer är kriteriet satt till 30 µg/l.

4 Metallhalter i sediment, vatten och organismer

4.1 Områdesbeskrivning

I figur 4.1 nedan illustreras det område i Kalmar sund inom vilka uppmätta halter i sediment, vatten och organismer från provtagningspunkter uppströms och nedströms olika potentiella punktkällor är hämtade och som redovisas i figurer och tabeller.



Figur 4.1. Karta över provtagningsområdet från vilket metallhalter redovisas.

4.2 Sedimenthalter






4.2.1 Allmänt

Uppgifterna beträffande halter i sediment är hämtade från Kalmar läns kustvattenkontrollprogram (1985, 1998) samt diverse undersökningar¹, vilka främst gjorts i Oskarshamns hamn. De uppmätta halterna är från prover tagna i ytliga sedimentlager (0-0,2 m). Observera att provpunkterna inte alltid är desamma mellan åren och att proverna inte alltid har tagits på exakt likadant sätt. I de fall flera mätningar har gjorts under ett år och/eller det finns fler provpunkter inom varje provtagningsområde har ett medelvärde beräknats för respektive område.

Halterna har jämförts med Naturvårdsverkets (NVs) jämförvärden (1999), vilka är avsedda att motsvara förindustriella halter i kust-/havssediment. Halter som uppmätts vid de senaste mätningarna, vilka får motsvara nuläget, har även jämförts med de kanadensiska kvalitetskriterierna för marina (inkl. brackvatten) sediment som är satta att skydda de mest känsliga organismerna mot kroniska effekter. För sediment finns två förslag till riktvärden framtagna, ett interim sedimentkvalitetsriktvärde (ISQG) under vilket effekter sällan noterats (<25%) samt ett riktvärde (PEL) där sannolikheten för effekter är stor (50%) om det överskrids. I de fall CCME-värden för sediment saknas har amerikanska naturvårdsverkets förslag till s.k. ”screening benchmarks” använts (Jones m.fl. 1997).

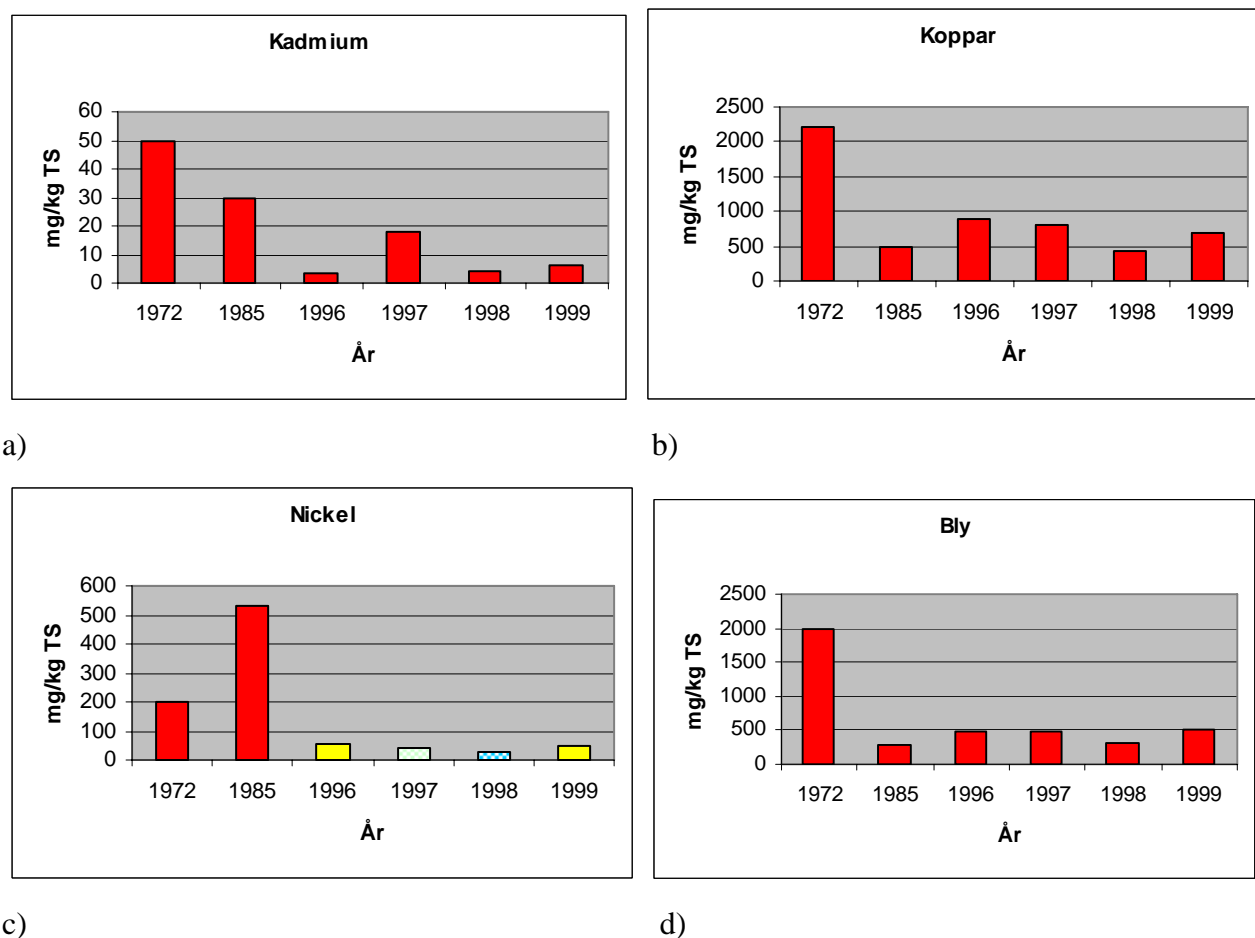
4.2.2 Årsvariationer

I *Figur 4.2-3* nedan redovisas de halter som uppmätts olika år. Årsvariationerna redovisas för respektive delområde och metall. Endast de fall där tydliga årsvariationer förekommer redovisas. För övriga årsvariationer av metallhalter i sediment inom de olika provtagningsområdena hänvisas till *Bilaga 1*. Metallhalterna är klassade efter avvikelse från NVs jämförvärde enligt:

	= ingen/obetydlig avvikelse
	= liten avvikelse
	= tydlig avvikelse
	= stor avvikelse
	= mycket stor avvikelse

¹ 1972, 1996 (VIAC 1996); 1990,1992, 1997 (Terratema 1998); 1999 (SCC 2000); egentliga Östersjön (Stockholms universitet 1997)

Oskarshamns hamn

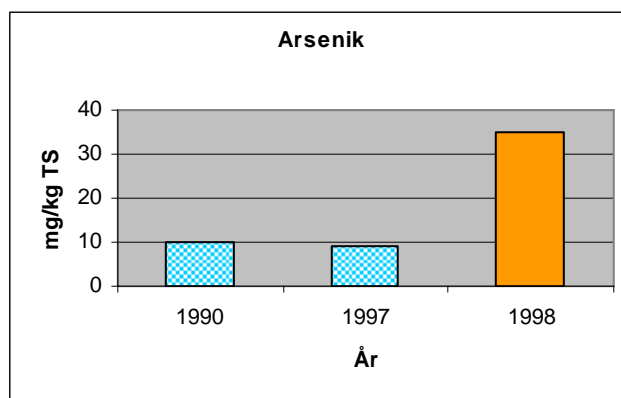


Figur 4.2. Halter av kadmium, koppar, nickel och bly i sediment som uppmätts vid olika år i de inre delarna av Oskarshamns hamn.

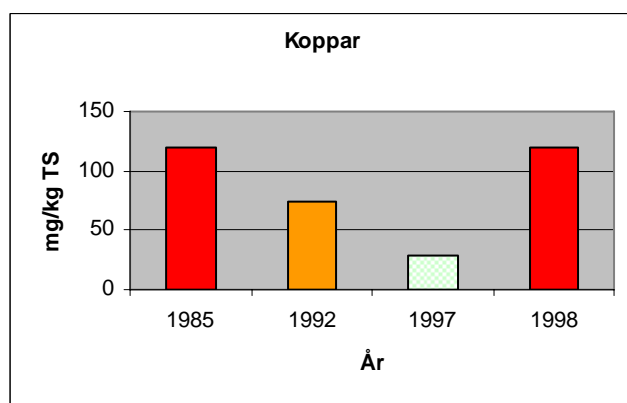
Av figur 4.2 ovan framgår att halterna av kadmium, koppar, nickel och bly i de övre sedimentlagren generellt har minskat sedan början av 1970-talet i de inre delarna av hamnen. Halterna av koppar och bly har inte minskat i någon större omfattning sedan 1985. Även om halterna har minskat är avvikelserna från NVs jämförvärde mycket stor, med undantag för nickel.

För kvicksilver och zink verkar inga tydliga haltförändringar ha skett sedan 1985, men halterna av zink har ev. minskat något (se Bilaga 1). För arsenik finns bara data från senare delen av 1990-talet och det går inte att avgöra om det föreligger faktiska skillnader eller om de är orsakade av variationer mellan provpunkter eller skillnader i antal provpunkter. Detsamma gäller för data från de yttre delarna av hamnen, varför några bedömningar av årstidsvariationer inte kan göras för denna del.

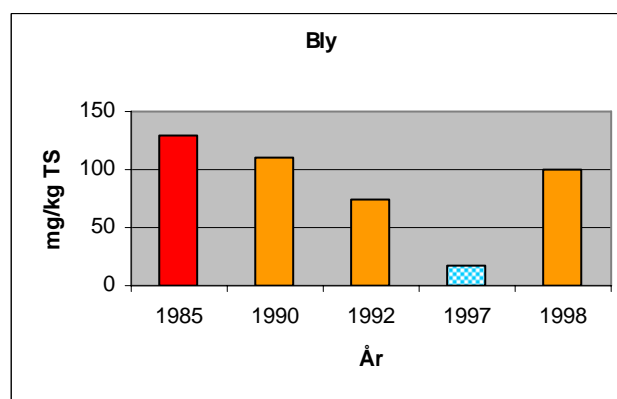
Oskarshamns kust



a) *Norr om Oskarshamns hamn*



b) *Söder om Oskarshamns hamn*



c) *Söder om Oskarshamns hamn*

Figur 4.3. Halter av arsenik, koppar och bly i sediment som uppmätts vid olika år norr och söder om Oskarshamns hamn.

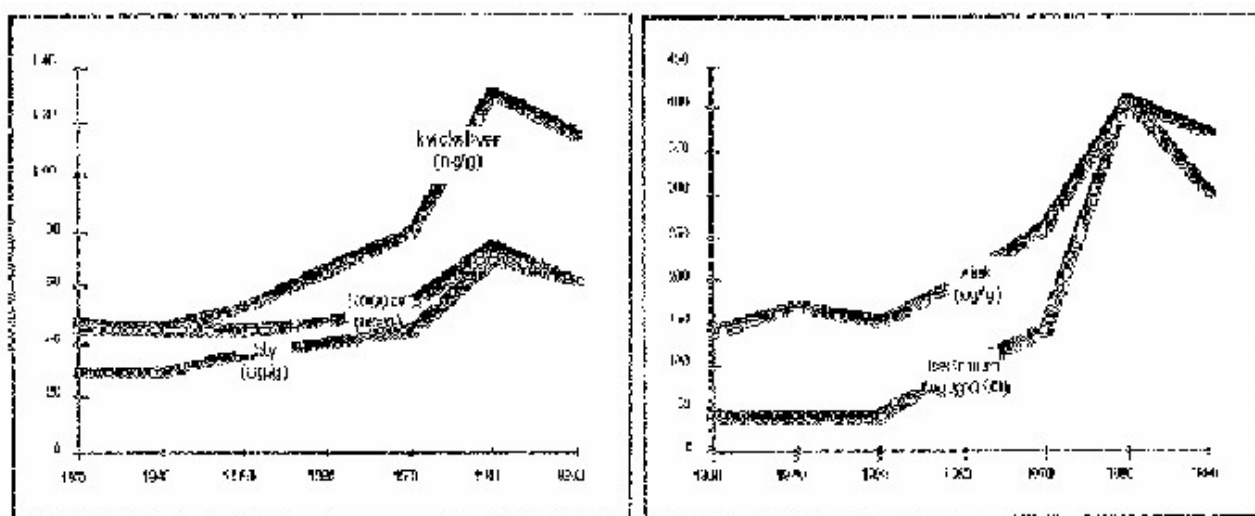
Av figurerna 4.3a-c ovan framgår att halterna av koppar och bly nedströms Oskarshamns hamn har minskat från mitten av 1980-talet och under 1990-talet, men att halterna som uppmättes 1998 ev. indikerar en ökning igen. Även för arsenik uppströms Oskarshamns hamn har halterna ökat mellan 1990 och 1998.

För kadmium, koppar, bly och zink uppströms och nedströms Oskarshamns hamn samt nickel nedströms Oskarshamns hamn ökar ev. halterna något i sedimentprover tagna 1998 (se *Bilaga 1*). Skillnaderna i halter är dock inte större än att det kan röra sig om variationer i mätningarna och provtagningen. För arsenik i prover tagna nedströms Oskarshamns hamn finns bara data från senare delen av 1990-talet och det går inte att avgöra om det föreligger faktiska skillnader eller om de är orsakade av variationer mellan provpunkter eller skillnader i antal provpunkter. Det är osäkert om analyserade sedimentprover är tagna på transport- eller ackumulationsbottnar. Kompletterande undersökningar genomförda under år 2004 (Rapport O-hamn 2004:16) på ackumulationsbottnar öster och söder om hamninloppet, som lokaliserades med avancerade batymetriska mätningar (Rapport O-hamn 2004:8) visar att halterna av aktuella metaller är tydligt förhöjda och betydligt högre än de som redovisas i ovanstående figurer.

Kalmar sund/söder om Oskarshamns kust

Metallhalterna i sedimenten söder om Mönsterås bruk har ev. minskat något eller är oförändrade 1985 jämfört med 1998, medan halterna söder om Kalmar ev. har ökat något (se *Bilaga 1*). Skillnaderna är dock inte större än att de kan vara orsakade av naturliga variationer i mätningarna och/eller provtagningen. Inga större skillnader i halter mellan åren har uppmätts norr om Kalmar. Utanför Kalmar uppmättes emellertid högre halter av nickel respektive lägre halter av zink 1985 jämfört med 1998, men skillnaden kan vara orsakade av att proverna är tagna på olika ställen varför ingen bedömning om ev. trender kan göras.

Egentliga Östersjön



Figur 4.4. Halter av kvicksilver, koppar, zink, kadmium och bly i sediment av olika ålder från egentliga Östersjön (från Dahlberg & Jansson 1997).

Av figur 4.4 ovan framgår att halterna av kadmium, bly, kvicksilver, zink och koppar i sedimenten i Östersjön ökade under 1950-talet för att öka ännu snabbare under 1960-1970-talen. För om 1980-talet minskar halterna, men de är fortfarande mycket högre än under 1930-1940-talen. Det är i linje med övriga mätningar i Oskarshamns hamn och utmed Kalmar kust där halterna också generellt minskat sedan 1970 och 1980-talet eller varit oförändrade.

4.2.3 Nuläge/senaste mätning (1998)

I tabell 4.1 nedan redovisas resultaten från de senaste sedimentanalyserna gjorda utmed Kalmars kust av Kalmar läns kustvattenkontrollprogram. För lokalisering av de olika provtagningsområdena hänvisas till *Avsnitt 4.1*. Metallhalterna är klassade efter avvikelse från NVs jämförvärde (NV 1999) för kust och hav samt jämförs med de kanadensiska kvalitetskriterierna för marina/brackvattensediment (ISQG, PEL) (CCME 2003) samt halter i sediment från 1990 i Egentliga Östersjön (jmf. figur 4.4).

Tabell 4.1. Halter av olika metaller i sediment från Kalmar sund indelade efter avvikelse från NVs jämförvärde och jämförda med kanadensiska riktvärden för marina/brackvattensediment samt halter i sediment från 1990 i Egentliga Östersjön.

Ämnen (mg/kg TS)	Oskarshamns hamn		Oskarshamns kust		Kalmar sund						CCME ISQG	CCME PEL	Ref. Östersjön
	inre del	yttre del	norr hamnen	söder hamnen	söder om Emån	söder om Mönsterås bruk	norr om Kalmar	utanför Kalmar	söder om Kalmar				
Arsenik	31	55	35	8 ²⁾	22	8	17	11	2	11	7,2	42	3)
Kadmium	4	3	2	0,9 ²⁾	3	1,5	2	3	0,4	1	0,7	4,2	3
Koppar	420	920	340	60 ²⁾	120	38	72	51	7,5	55	19	108	50
Kvicksilver	0,6	0,6	0,5	0,14 ²⁾	0,3	0,1	0,2	0,1	<0,04	0,1	0,13	0,7	0,12
Nickel	30	21	26	35 ²⁾	29	17	28	30	6	33	16 ¹⁾	43 ¹⁾	3)
Bly	320	510	250	45 ²⁾	100	52	68	44	12	46	30	112	50
Zink	750	1500	635	190 ²⁾	210	110	200	240	50	215	124	271	370
	Ingen el obetydlig avvikelse												
	Liten avvikelse												
	Tydlig avvikelse												
	Stor avvikelse												
	Mkt stor avvikelse												

¹⁾ EPA 1997

²⁾ Lindödjupet (mellersta Östersjön), referenspunkt söder om Västervik, norr om Oskarshamns kust

³⁾ uppgift saknas

Av tabell 4.1 ovan framgår att:

- Metallhalterna i sedimenten är generellt högst inom Oskarshamns hamn och sedan minskar gradvis söderut utmed Kalmar kust. Halterna vid Grimskalledjupet, omedelbart norr om Oskarshamns hamninlopp, är också i nivå med halterna inom hamnen.
- Halterna av samtliga metaller utom nickel är kraftigt förhöjda inom hamnen och förhöjda utmed Oskarshamns kust. Halterna av kadmium, koppar, bly och zink är emellertid förhöjda utmed större delen av Kalmar sund samt vid en referenspunkt söder om Västervik. Halterna av nickel är dock generellt låga både inom hamnen och i Kalmarsund.
- Metallhalterna i sediment är generellt såpass höga att de överskrider det lägsta föreslagna kanadensiska riktvärdena. varför risken för effekter på sedimentlevande organismer inte kan uteslutas. I hamnen och norr/söder om överskrider också halterna av koppar, bly och zink de troliga effektnivåerna.

4.3 Vattenhalter

4.3.1 Allmänt

Metallhalter i vatten har endast kunnat erhållas från tiden 1997-1999 och från mätningar gjorda i hamnen och utmed Oskarshamns kust samt utanför Idöfjorden (mellersta Östersjön). Då tidsspannet är för kort har inga bedömningar av halttrender i tiden kunnat göras. Endast bedömningar beträffande nuläget har gjorts för de data som finns tillgängliga inom provtagningsområdet.

De uppmätta halterna är från ofiltrerade prover tagna i ytvatten, ca 0,5 m under ytan. För vissa data (VBB VIAK 1998-99) saknas dock uppgifter beträffande provtagningsmetodik, men då halterna inte extremt avviker har det förutsatts att proverna är tagna på liknande sätt. Då det saknas svenska riktvärden för marin miljö har halterna jämförts med de kanadensiska ytvattenkvalitetskriterierna för marint vatten, vilka är satta för att skydda de mest känsliga organismerna mot kroniska effekter. I de flesta fall saknas även CCME-värden för marina vatten. Jämförelsen har då gjorts med riktvärden för sötvatten.

4.3.2 Nuläge/senaste mätning (1999)

I *tabell 4.2* nedan redovisas resultaten från de senaste tillgängliga vattenanalyserna inom de olika provtagningsområdena. För lokalisering av provtagningsområdena hänvisas till *Avsnitt 4.1* ovan. Metallhalterna jämförs med de kanadensiska kvalitetskriterierna för marina vatten (CCME 2002).

Tabell 4.2. Halter av olika metaller i vatten från Kalmar sund jämförda med kanadensiska riktvärden för marina vatten.

Ämnen (µg/l)	Oskarshamns hamn		Oskarshamns kust		CCME	
	inre del	yttre del	norr om hamnen	söder om hamnen		
Arsenik	1	1	1	0,7 ¹⁾	0,85 ²⁾	12,5
Kadmium	0,07	0,03	0,02	0,02 ¹⁾	0,025 ²⁾	0,12
Koppar	2	1	1	0,7 ¹⁾	0,8 ²⁾	2-4³⁾
Kvicksilver	0,002	0,0005	0,0003	0,0002 ¹⁾	0,0003 ²⁾	0,1³⁾
Nickel	1	1	1	0,7 ¹⁾	0,89 ²⁾	25-150³⁾
Bly	1	0,3	0,2	0,1 ¹⁾	0,11 ²⁾	1-7³⁾
Zink	9	5	4	2 ¹⁾	3,1 ²⁾	30³⁾

1) Data från Västerviks kommun (mellersta Östersjön), 1999

2) Data från 1997 (Terratema 1998)

3) CCME för sötvatten

Av *tabell 4.2* ovan framgår att:

- Metallhalterna i vattnet generellt är högst i den inre delen av Oskarshamns hamn och minskar sedan gradvis i vattenströmningsriktningen. Metallhalterna norr om hamnen är i nivå med halterna söder om hamnen. Halterna utanför Idö i mellersta Östersjön är något lägre.

- Metallhalterna överskrider generellt sett *inte* de kanadensiska riktvärdena.. För koppar och bly så är halterna inom hamnen i nivå med den lägsta riktvärdesnivån för sötvatten. Riktvärden för metaller för marina vatten är generellt sett oftast högre satta än för sötvatten varför riktvärdena för sötvatten sannolikt överskattar risken.

4.4 Halter i organismer

4.4.1 Allmänt

De organismer som regelbundet provtas och analyseras m.a.p. tungmetaller utmed Kalmar sund och södra Östersjön är blåstång, blåmussla och sill/strömming. Uppgifterna beträffande halter i blåmussla och blåstång är hämtade från Kalmar läns kustvattenkontrollprogram (1980-2003). Data på halter i fisk har erhållits från IVL samt diverse undersökningar (Bignert & Olsson 1999, Bignert m.fl. 1999). Inga analyser har gjorts på arsenik för någon av organismerna och inga för kvicksilver i blåstång. Metallhalter i blåstång har inte heller analyserats runt Mönsterås och Mönsterås bruk. Några årstrender eller senare mätningar på kvicksilver i fisk utmed Kalmar kust har inte heller kunnat erhållas, utan endast från en provpunkt i Södra Östersjön (Utlängan).






På varje plats insamlas 25 musslor av en viss storlek (15-30 mm) på ungefär 1,5 m djup (Kalmar kustvattenkontroll). Musslorna får därefter vistas i vatten från provtagningsplatsen under två dygn för att tömma tarmen. Metallanalysen görs på mjukvävnad. Musslor tar upp både löst och partikulärt bundna metaller i vattenmassan, medan tång endast tar upp det som finns i löst form. Det ringa vattendjupet innebär att bottarna musslorna fångas på troligen är erosions- eller transportbottnar.

För analys av tungmetaller i blåstång används årsskotten från tio individuella plantor plockade på motsvarande djup som för blåmusslor. På sill/strömming görs metallanalyserna (förutom kvicksilver) på lever. Kviksilver analyseras i muskelvävnad.

De redovisade halterna är från prover tagna inom de olika kustnära provtagningsområdena vars lokalisering anges i *Avsnitt 4.1* ovan. I de fall det finns fler provpunkter och/eller resultat på flera individer inom varje provtagningsområde har ett aritmetiskt medelvärde beräknats för respektive område. Halterna har jämförts med NVs jämförvärden (1999), vilka motsvarar 5-percentilen av samtliga mätdata. Halter som uppmätts vid de senaste mätningarna har fått motsvara nuläget.

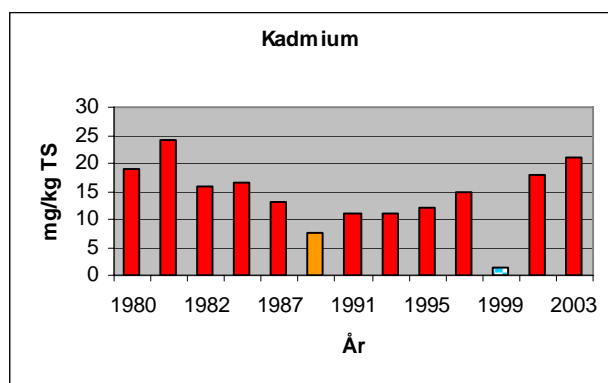
4.4.2 Årsvariationer

I *figur 4.5-4.18* nedan redovisas de halter som uppmätts olika år. Årsvariationerna redovisas för respektive organism, delområde och metall. Endast de fall där trender/haltförändringar kan uttydas redovisas. För övriga årsvariationer av metallhalter i organismer inom de olika provtagningsområdena hänvisas till *Bilaga 1*. Metallhalterna är klassade efter avvikelser från NVs jämförvärde enligt:

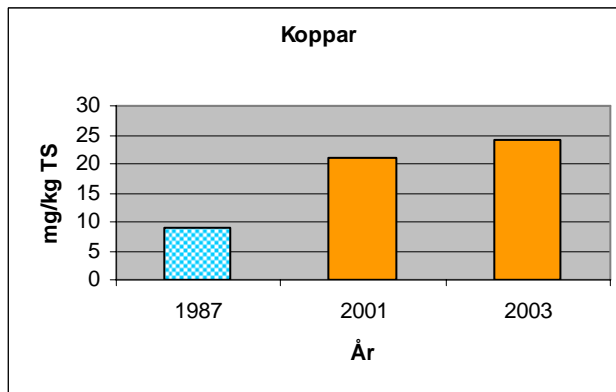
	= ingen/obetydlig avvikelse
	= liten avvikelse
	= tydlig avvikelse
	= stor avvikelse
	= mycket stor avvikelse

Blåmussla

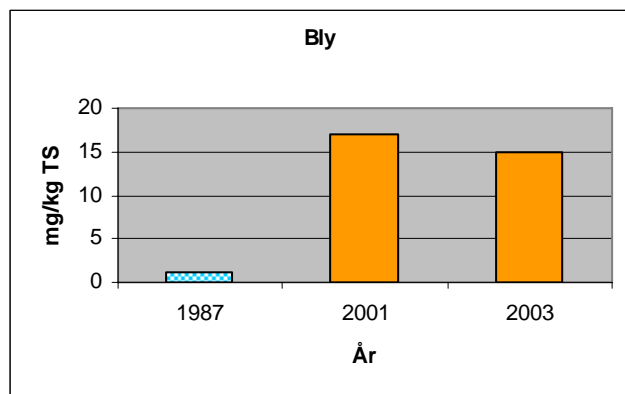
Hamnen



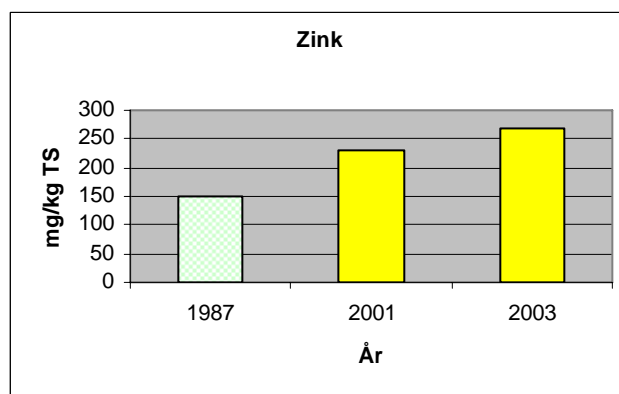
a)



b)

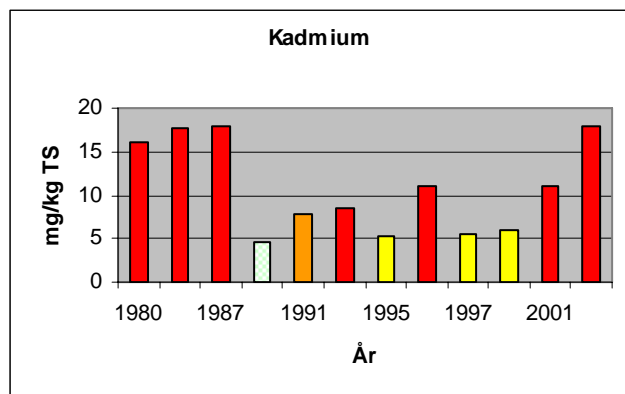


c)

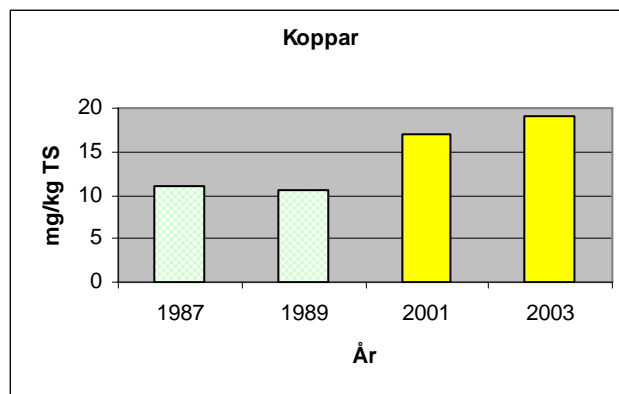


d)

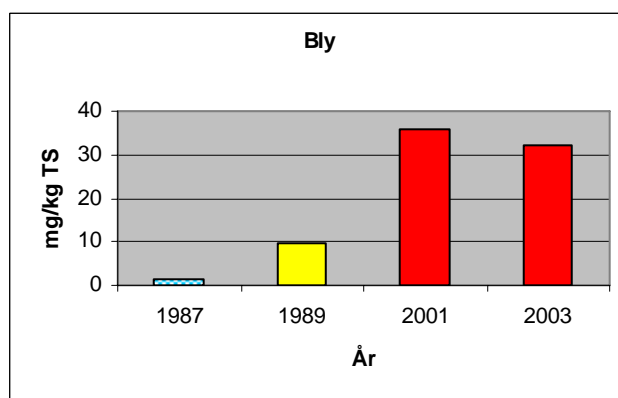
Figur 4.5. Halter av kadmium, koppar, bly och zink i blåmusslor som uppmätta vid olika år i den inre delen av Oskarshamns hamn.



a)



b)

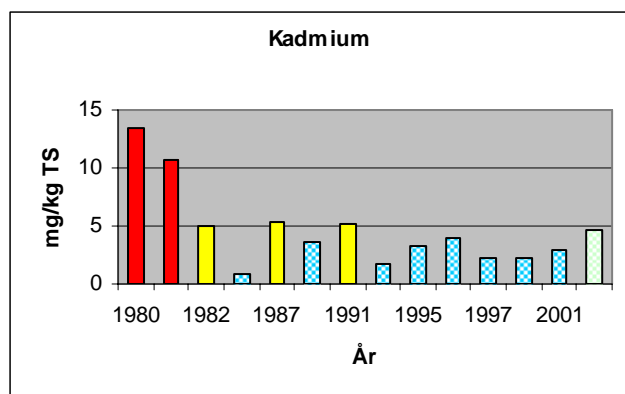


c)

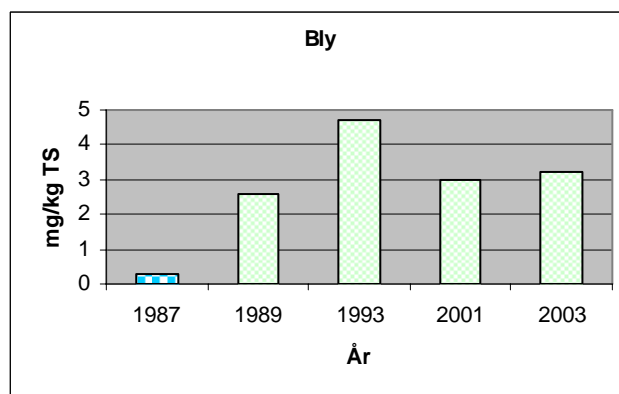
Figur 4.6. Halter av kadmium, koppar och bly i blåmusslor som uppmätts vid olika år i den yttre delen av Oskarshamns hamn.

Av figurerna 4.5a och 4.6a ovan framgår att halten av kadmium i blåmussla som provtagits i hamnen generellt minskar från början av 1980-talet till slutet av 1980-talet/början 1990-talet för att sedan öka igen. Halterna av kadmium är jämförelsevis mycket höga. En motsvarande ökning från slutet av 1980-talet noteras också för koppar, bly och zink, och halterna av dessa metaller har på senare tid ökat till relativt höga halter (se Figur 4.5b-d och 4.6b-c). Även kvicksilverhalter har ökat, men halterna är fortfarande jämförelsevis mycket låga (se Bilaga 1).

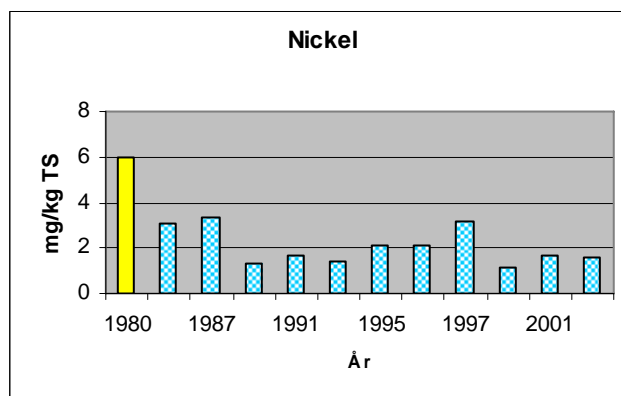
Oskarshamns kust



a)

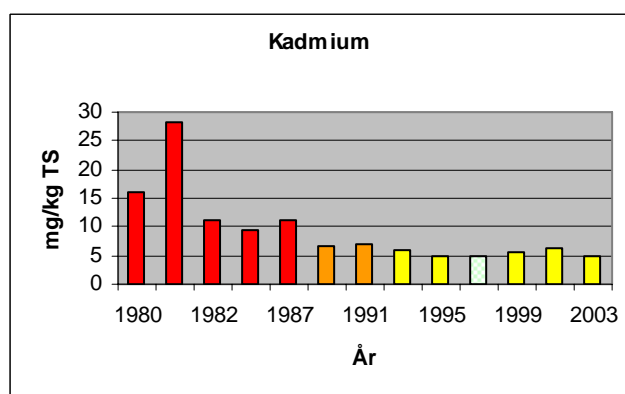


b)

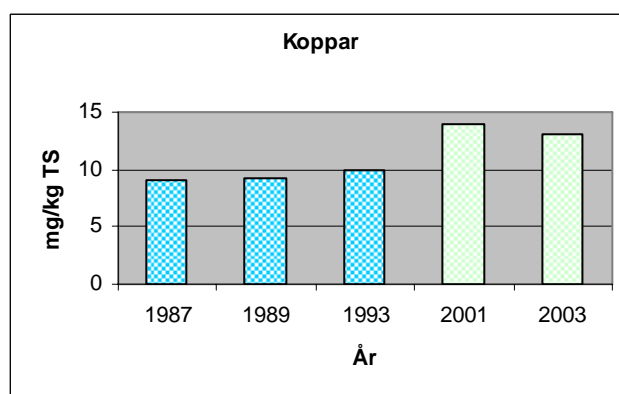


c)

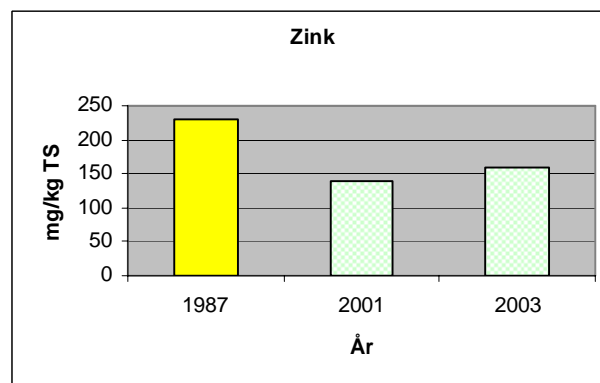
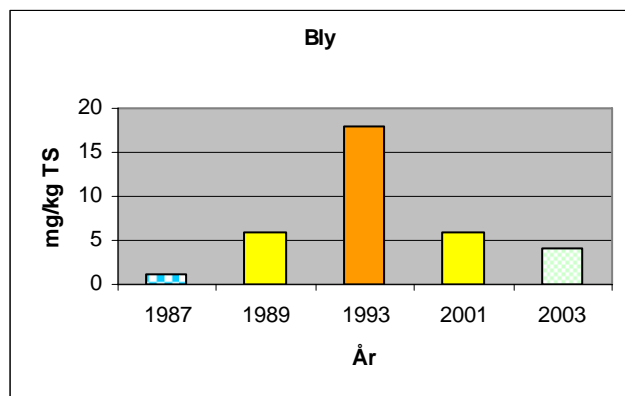
Figur 4.7. Halter av kadmium, bly och nickel i blåmusslor som uppmätts vid olika år norr om Oskarshamns hamn.



a)



b)



c)

d)

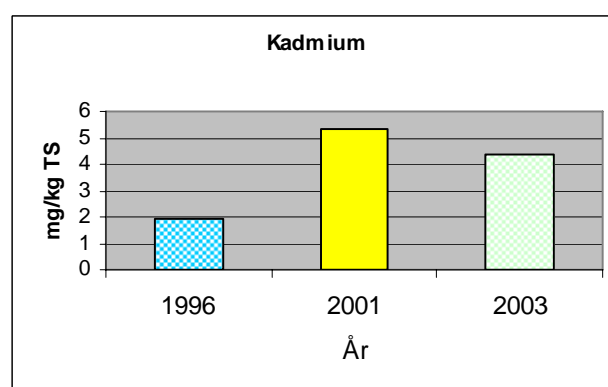
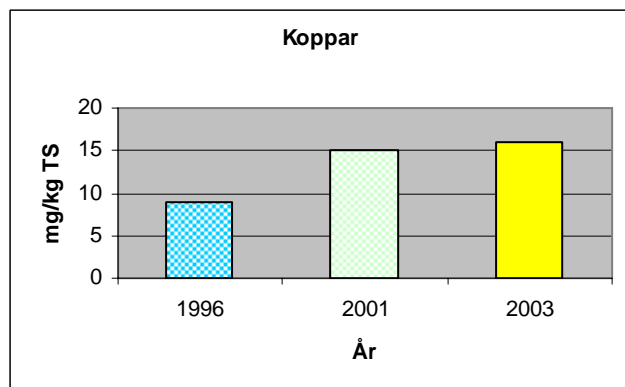
Figur 4.8. Halter av kadmium, koppar, bly och zink i blåmusslor som uppmätts vid olika år söder om Oskarshamns hamn

Av figurerna 4.7a och 4.8a ovan framgår att halten av kadmium i blåmussla som provtagits norr och söder om hamnen generellt minskar från början av 1980-talet till mitten av 1990-talet. Halterna av kadmium norr om har sjunkit till låga nivåer, medan halterna söder om Oskarshamns hamn fortfarande är förhöjda. Även halterna av nickel söder om hamnen verkar ha sjunkit från förhöjda nivåer till förhållandevis mycket låga halter från början av till slutet av 1980-talet (figur 4.7c).

En ökning av blyhalten i blåmussla kan anas för bly både norr och söder om hamnen från mitten av 1980-talet till början av 1990-talet (figur 4.7b och 4.8c). Halterna verkar dock ha sjunkit de senaste 10 åren och är idag relativt låga utanför hamnen.

Kopparhalten utanför hamnen verkar ha ökat från 1987 till början av år 2000, medan zinkhalten har sjunkit (figur 4.8b och d). Även kvicksilverhalter har ökat, men halterna är fortfarande jämförelsevis mycket låga (se Bilaga 1).

Kalmar sund/söder om Oskarshamns kust

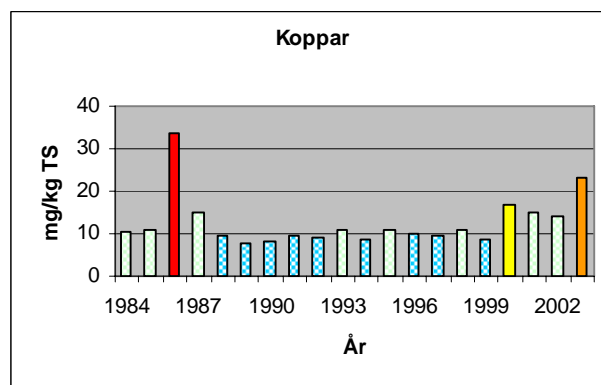
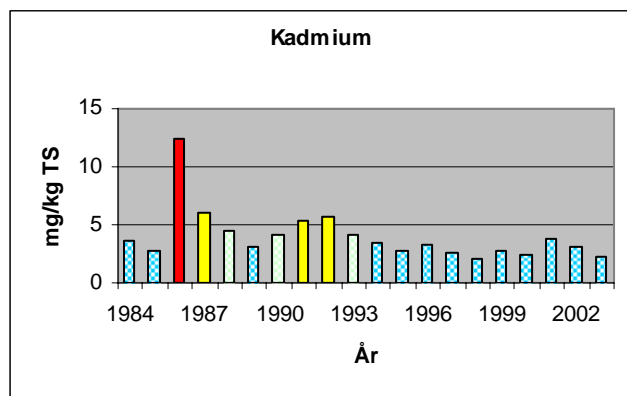


a) Söder om Mönsterås Bruk.

b) Söder om Mönsterås

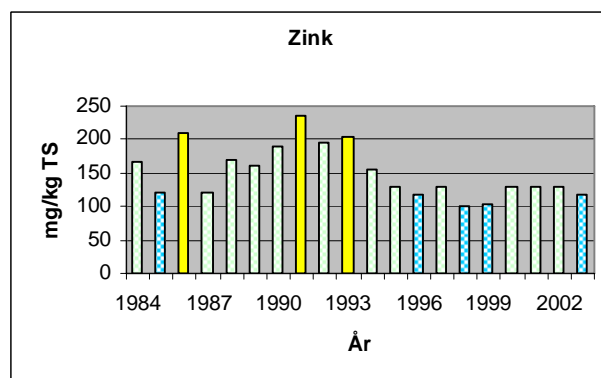
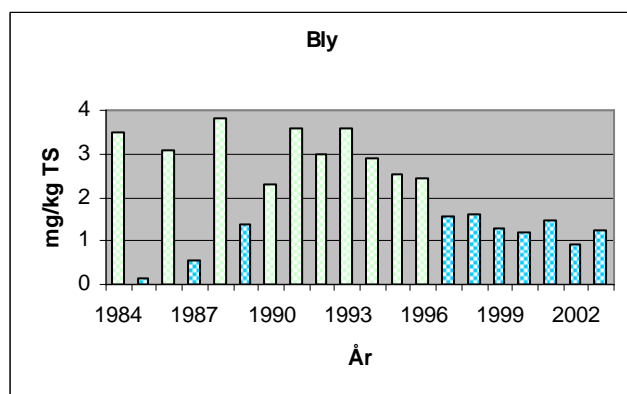
Figur 4.9. Halter av koppar och kadmium i blåmusslor som uppmätts vid olika år söder om Mönsterås och Mönsterås bruk.

Av figur 4.9 ovan framgår att halterna av koppar i blåmussla söder om Mönsterås Bruk och kadmium söder om Mönsterås verkar ha ökat från mitten av 1996 till början av 2003. Det finns relativt få prover tagna söder om Mönsterås respektive Mönsterås bruk och för flera av metallerna går det därför inte att uttala sig om några ev. trender (se Bilaga I).



a)

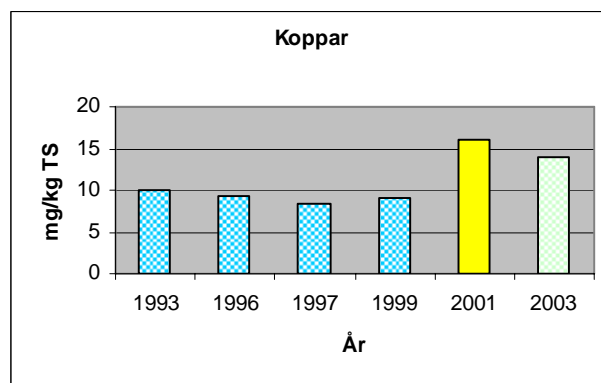
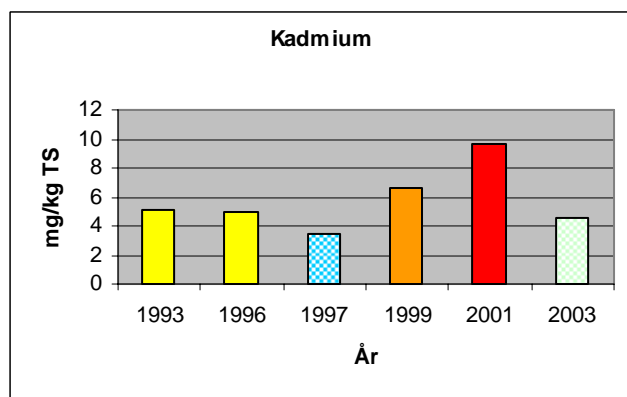
b)



c)

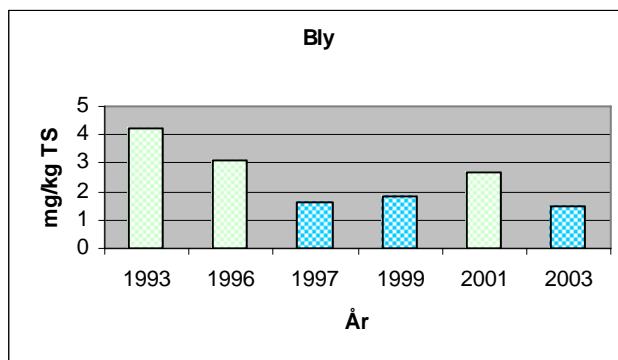
d)

Figur 4.10. Halter av kadmium, koppar, bly och zink i blåmusslor som uppmätts vid olika år norr om Kalmar.



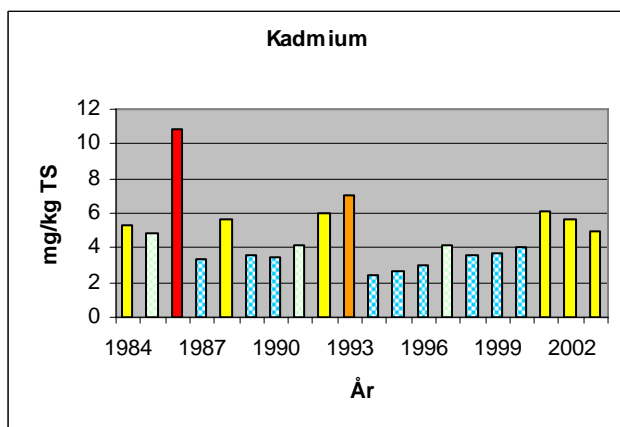
a)

b)

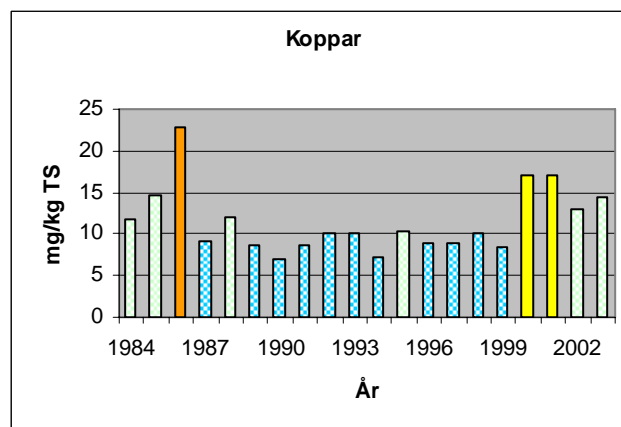


c)

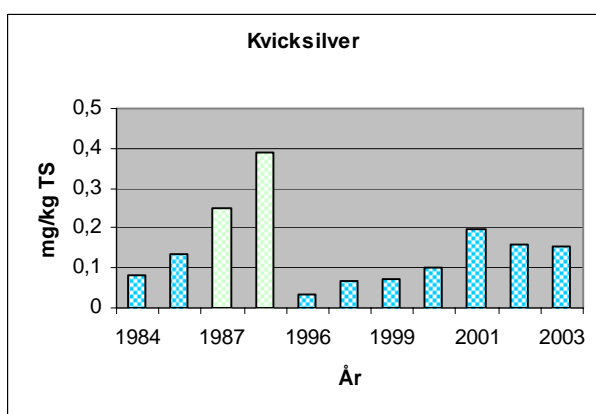
Figur 4.11. Halter av kadmium, koppar och bly i blåmusslor som uppmätts vid olika år utanför Kalmar.



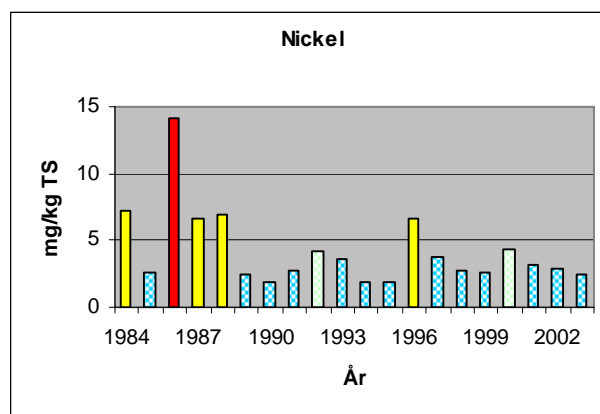
a)



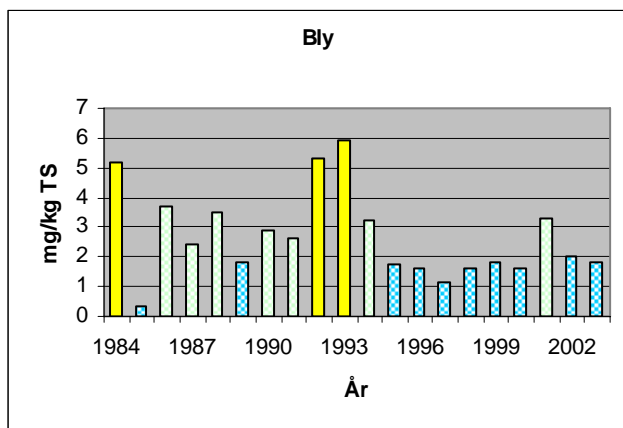
b)



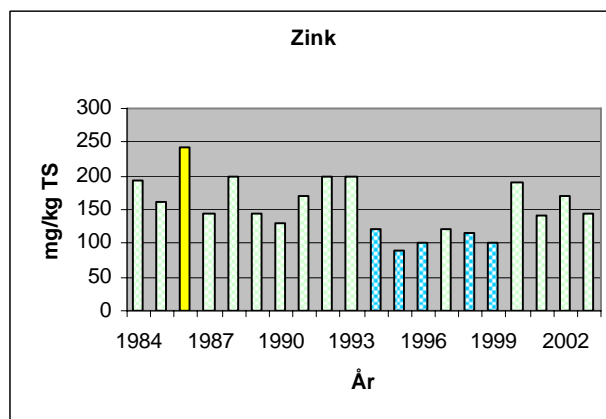
c)



d)



e)



f)

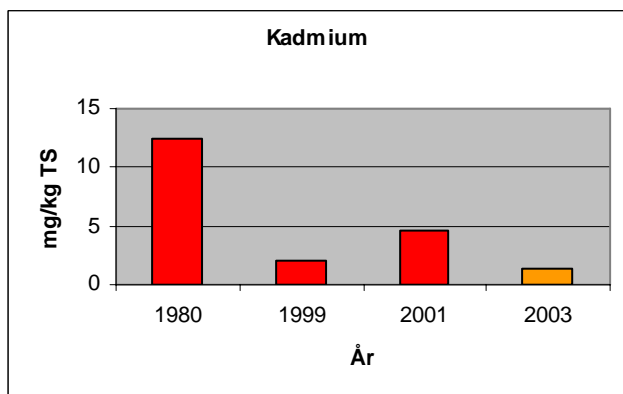
Figur 4.12. Halter av kadmium, koppar, kvicksilver, nickel, bly och zink i blåmusslor som uppmätts söder om Kalmar.

Av figurerna 4.10a-4.12a ovan framgår att halten av kadmium i blåmussla som provtagits norr och söder samt utanför Kalmar generellt minskade under slutet av 1980-talet för att sedan öka igen under början av 1990-talet. Från 1993 sjönk halterna återigen till jämförelsevis mycket låga halter, men de senaste åren anas en ökande trend utanför och nedströms Kalmar. En motsvarande trend kan ses för kopparhalterna i blåmussla, med den skillnaden att halterna legat relativt still under 1990-talet och först ökat i slutet av 1990-talet (figur 4.10b-4.12b). Ökningen kan ses både uppströms, nedströms och utanför Kalmar. Även zinkhalten minskar från början av 1990-talet och liksom för kadmiumhalten så håller trenden i sig norr om Kalmar medan halten söder om Kalmar verkar öka från slutet av 1990-talet (figur 4.10d och 4.12f).

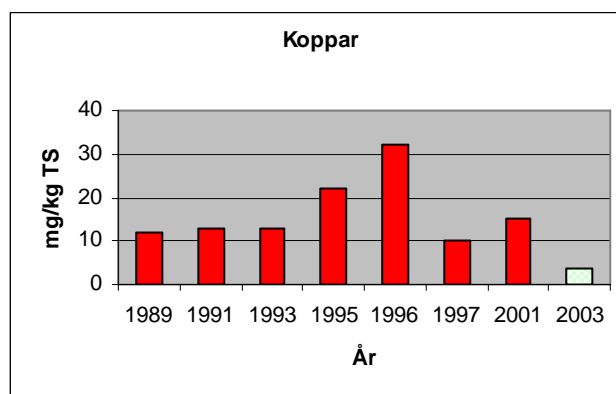
För bly är halttenden nedåtgående från början av 1990-talet och idag är halterna jämförelsevis mycket låga (figur 4.10c-4.11c och 4.12e). Nickel- och kvicksilverhalterna söder om Kalmar har också sjunkit till mycket låga halter f.o.m. mitten av 1980-talet (figur 4.12c-d). För kvicksilver anas dock en ökande trend från mitten av 1990-talet.

Blåstång

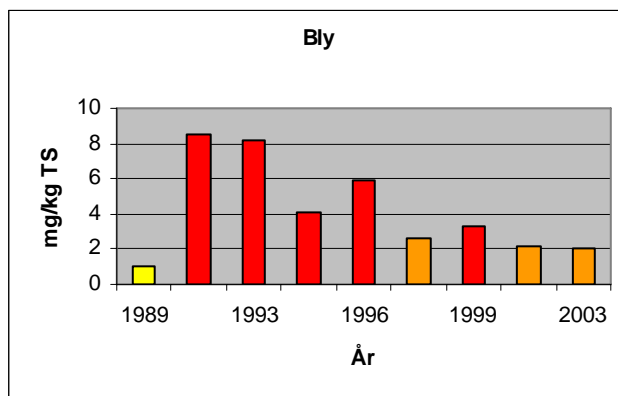
Hamnen



a)



b)



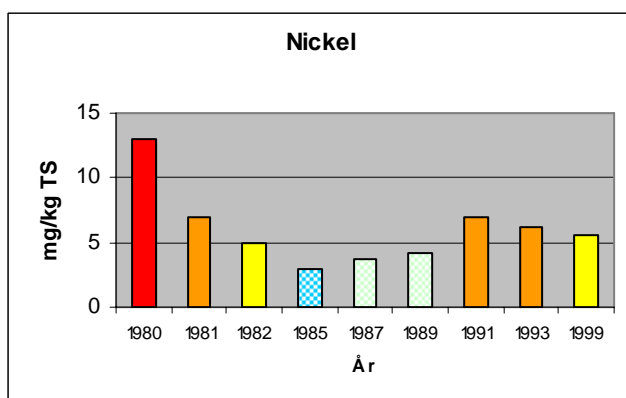
c)

Figur 4.13. Halter av kadmium, koppar och bly i blåstång som uppmätts vid olika år i den yttre delen av Oskarshamns hamn.

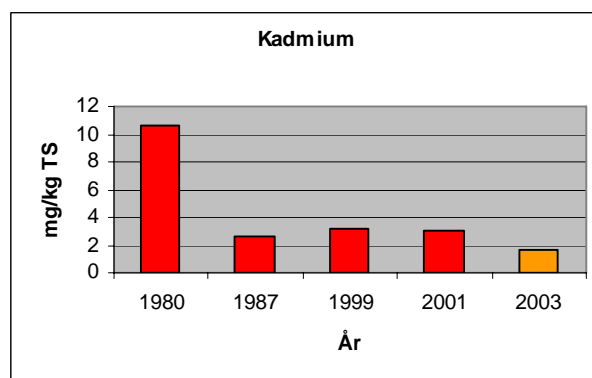
Av figur 4.13 ovan framgår att halten av kadmium i blåstång som provtagits i den yttre delen av Oskarshamns hamn generellt är förhållandevis höga, men att de har minskat från 1980. Halterna av koppar och bly har också varit mycket höga under hela 1990-talet, men trenden är sjunkande halter f.o.m. mitten av 1990-talet för båda metallerna.

Nickelhalterna sjönk under 1980-talet, men har därefter gått upp och ner under 1990-talet och början av 2000-talet (se Bilaga 1). För zink finns endast två mätningar gjorda på senare tid, vilket gör det svårt att uttala sig om några trender.

Oskarshamns kust



a) Norr om Oskarshamns hamn



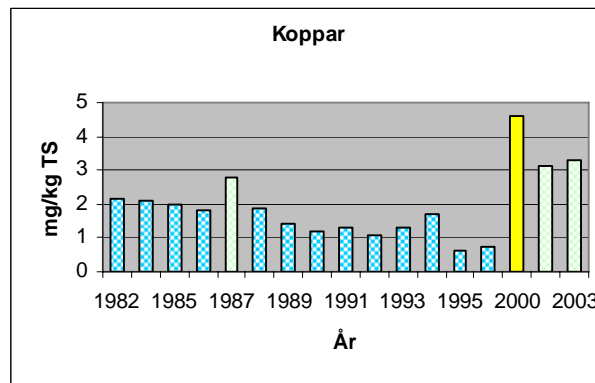
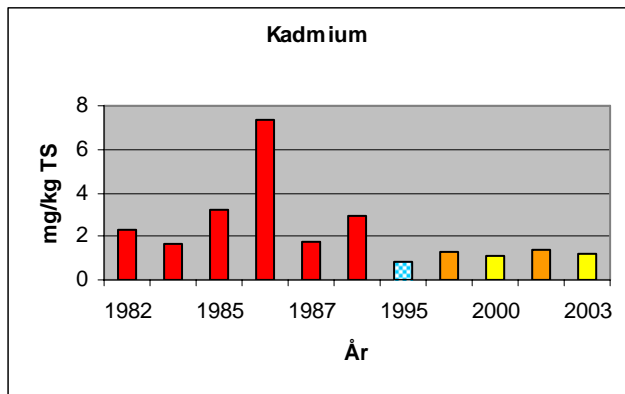
b) Söder om Oskarshamns hamn.

Figur 4.14. Halter av nickel och kadmium i blåstång som uppmätts vid olika år norr respektive söder om Oskarshamns hamn.

Av figur 4.14b ovan framgår att halten av kadmium i blåstång som provtagits söder om Oskarshamns hamn generellt är förhållandevis höga, men att de har minskat från 1980. Inga trender m.a.p. kadmium kan med klarhet skönjas norr om hamnen, men halterna är förhållandevis mycket höga (se Bilaga 1).

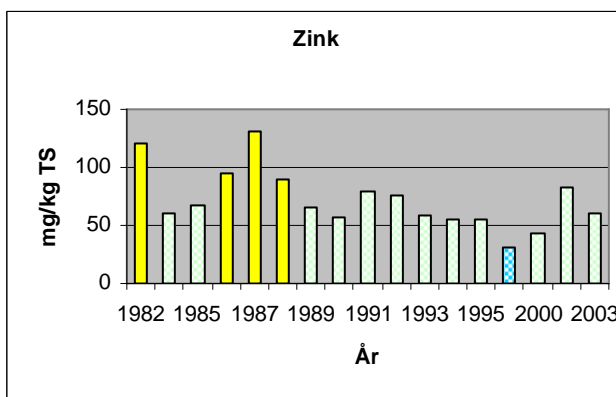
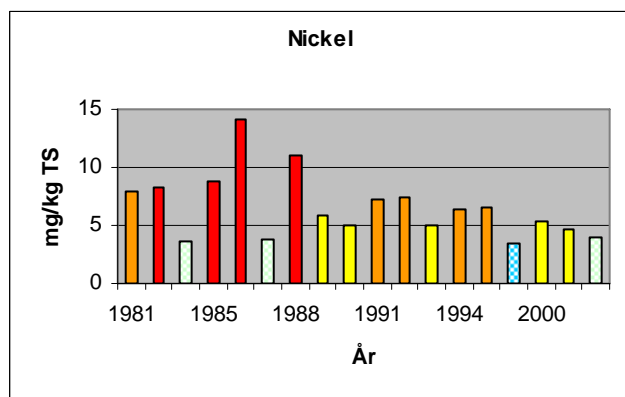
Halten av nickel sjönk under första delen av 1980-talet i blåstång som provtagits norr om Oskarshamns hamn, men har därefter ökat (figur 4.14a). Ev. är halterna långsamt på väg neråt igen. En liknande trend kan ev. skönjas söder om hamnen (se Bilaga 1). Inga tydliga trender har kunnat utläsas för övriga metaller.

Kalmar sund/Söder om Oskarshamn



a)

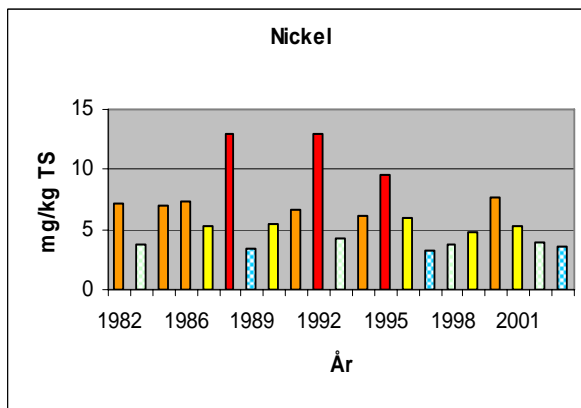
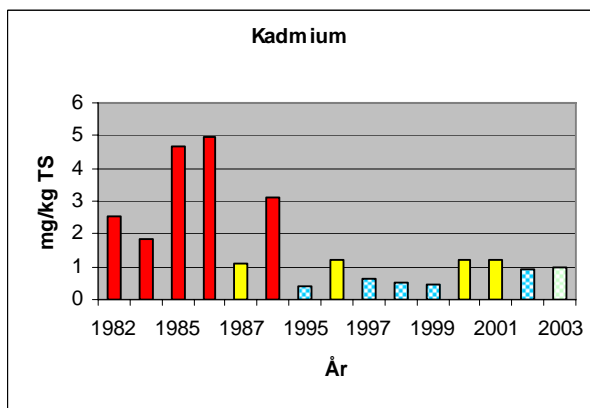
b)



c)

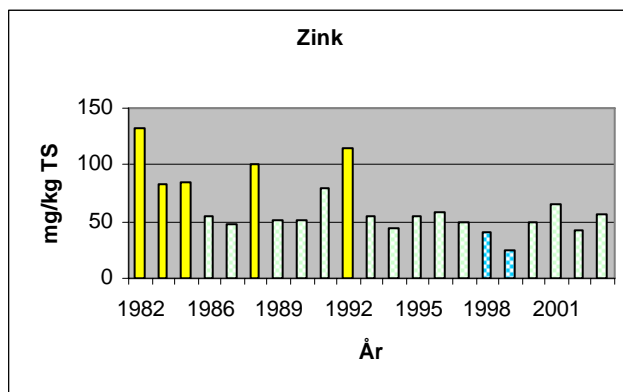
d)

Figur 4.15. Halter av kadmium, koppar, nickel och zink i blåstång som uppmätts vid olika år norr om Kalmar.



a)

b)



c)

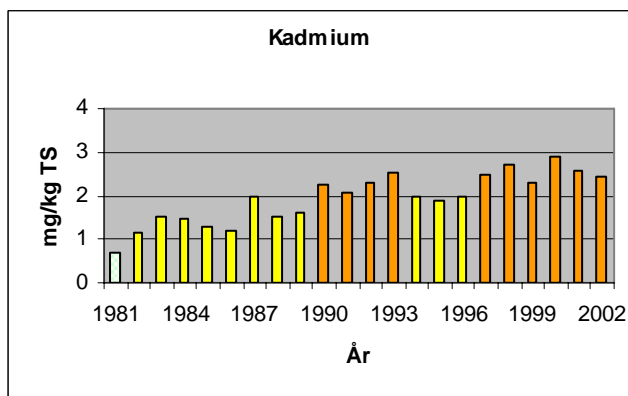
Figur 4.16. Halter av kadmium, nickel och zink i blåstång som uppmätts vid olika år söder om Kalmar.

Av figurerna 4.15a-4.16a ovan framgår att halten av kadmium i blåstång provtagna norr och söder om Kalmar generellt har minskat sedan början av 1980-talet.

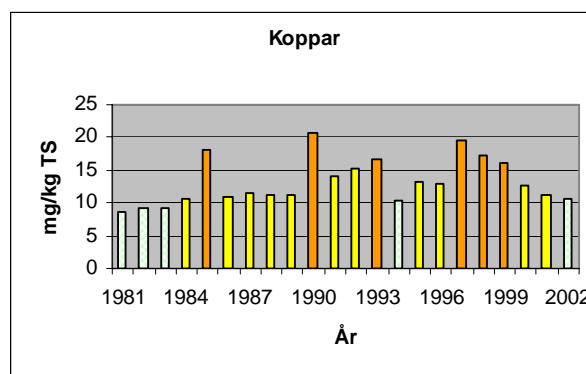
Halterna av nickel har gått väldigt upp och ner under hela provtagningsperioden, men trenden tycks ändå vara minskande halter under de senaste åren (figur 4.15c och 4.16b). Kopparhalterna har däremot ökat de senaste åren i blåstång som provtagits norr om Kalmar (figur 4.15b). Nedströms har halterna däremot gått upp och ner på senare år (Se Bilaga 1).

Inga tydliga trender kan uttydas för zink, men medelhalten under 1980-talet har generellt sett varit högre än under 1990-talet och början av 2000-talet både norr och söder om Kalmar.

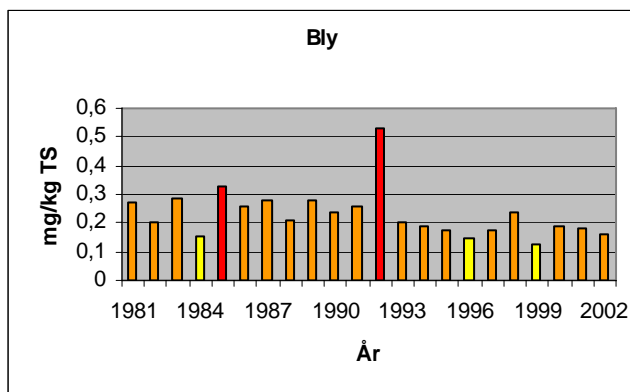
Sill/strömning i Södra Östersjön/söder om Kalmar sund (Utlängan)



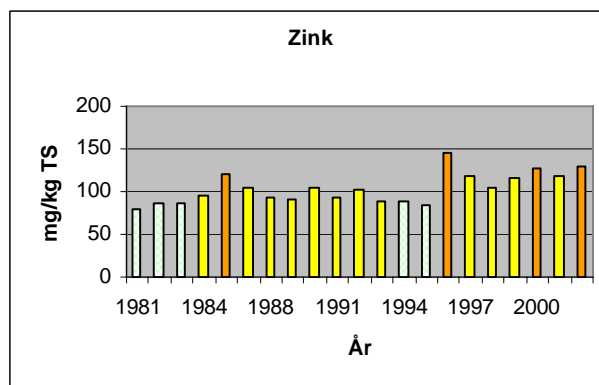
a)



b)

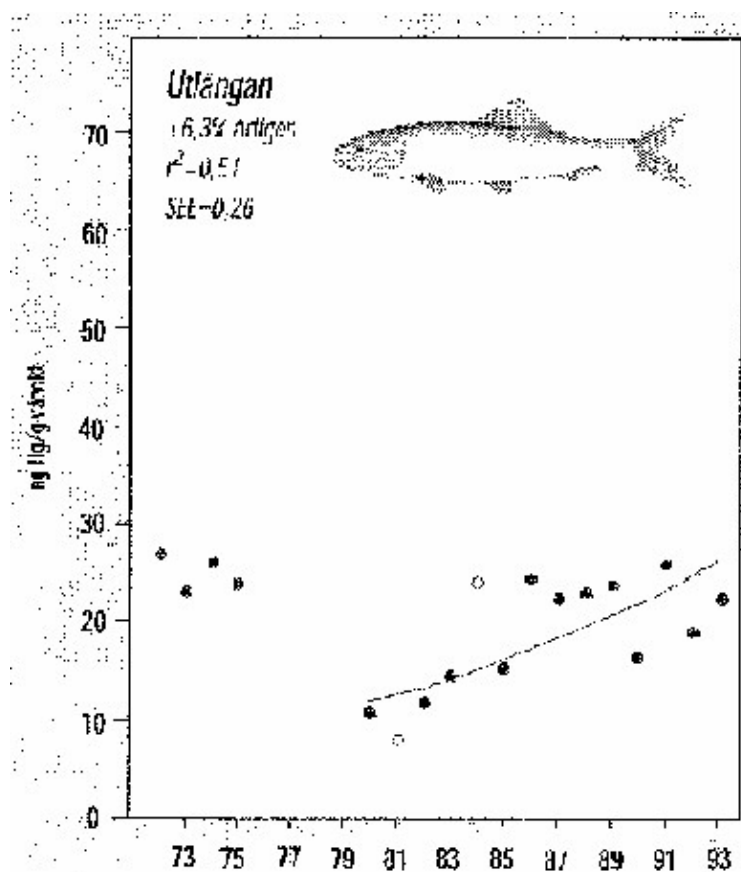


c)



d)

Figur 4.17. Halter av kadmium, koppar, bly och zink som uppmätts i lever i sill/strömning som fångats vid Utlängan i Södra Östersjön vid olika år.



Figur 4.18. Halter av kvicksilver som uppmätts i muskel i sill/strömning som fångats vid Utlängan i södra Östersjön vid olika år (från Bignert m.fl. 1994)

Figur 4.17a ovan visar en generellt ökande trend från början av 1980-talet för halten av kadmium i sill/strömning som provtagits i södra Östersjön, söder om Kalmar sund. Även för zink är halten generellt högre från senare delen av 1990-talet och framåt (figur 4.17d). Koppar visar däremot en minskande trend för

motsvarande period (figur 4.17b) och även halterna av bly är generellt lägre under denna period än under 1980-talet (figur 4.17c).

Av figur 4.18 framgår att kvicksilverhalten har ökat under 1980-talet i sill/strömning som provtagits i Södra östersjön, söder om Kalmar Sund.

4.4.3 Nuläge/senaste mätning

I tabell 4.3-4.5 nedan redovisas resultaten från de senaste analyserna på metallhalter i blåmussla, blåstång respektive sill/strömning gjorda utmed Kalmars kust inom ramen för Kalmar läns kustvattenkontrollprogram. För indelning av de olika provtagningsområdena hänvisas till Avsnitt 4.1. Metallhalterna är klassade efter avvikelse från NVs jämförvärde (NV 1999).

Blåmussla (2003)

Tabell 4.3. Halter av olika metaller i blåmussla från Kalmar sund indelade efter avvikelse från NVs jämförvärde för Kust och hav (1999).

Ämnen (mg/kg TS)	Oskarshamns hamn		Oskarshamns kust		Kalmar sund				
	inre del	yttre del	norr om hamnen	söder om hamnen	söder om Mönsterås bruk	söder om Mönsterås	norr om Kalmar	utanför Kalmar	söder om Kalmar
Kadmium	21	18	4,7	5	3,6	4,4	2,3	4,6	5
Koppar	24	19	14	13	16	12	23	14	14,5
Kvicksilver	0,14	0,14	0,13	0,11	0,16	0,13	0,1	0,11	0,16
Nickel	1,2	2,1	1,6	1,4	1,7	2,0	1,1	2,4	2,4
Bly	15	32	3,2	4,2	1,5	1	1,25	1,5	1,8
Zink	270	380	160	160	130	140	119	140	145
	Ingen el obetydlig avvikelse								
	Liten avvikelse								
	Tydlig avvikelse								
	Stor avvikelse								
	Mkt stor avvikelse								

Av tabell 4.3 ovan framgår att:

- Halterna av kadmium, koppar, bly och zink i blåmussla är högst inom Oskarshamns hamn. Halterna av tungmetaller i musslor utanför hamnbassängen är för närvarande i nivå med de halter som uppmäts i musslor fångade i övriga delar av Kalmarsund.

- Halterna av kadmium, koppar, bly och zink är generellt jämförelsevis höga till mycket höga inom hamnen, men relativt låga både strax utanför hamnen samt utmed Kalmar kust. Ställvis förekommer dock förhöjda halter av kadmium och koppar utmed kusten.
- Uppmätta halter av kvicksilver och nickel i blåmusslor kan genomgående betraktas som låga.

Blåstång (2003)

Tabell 4.4. *Halter av olika metaller i blåstång från Kalmar sund indelade efter avvikelse från NVs jämförvärde för Kust och hav (1999).*

Ämnen (mg/kg TS)	Oskarshamns hamn	Oskarshamns kust		Kalmar sund	
	yttre del	norr om hamnen	söder om hamnen	norr om Kalmar	söder om Kalmar
Kadmium	1,3	1,7	1,6	1,2	1
Koppar	3,5	2,2	4,4	3,3	1,4
Nickel	3,5	5,6	3,6	3,9	3,5
Bly	2,1	0,3	0,9	0,5	0,5
Zink	98	-	180	61	56
	Ingen el obetydlig avvikelse				
	Liten avvikelse				
	Tydlig avvikelse				
	Stor avvikelse				
	Mkt stor avvikelse				

- data från senare tid saknas

Av tabell 4.4 ovan framgår att:

- Halterna av koppar, kadmium, bly och zink i blåstång är generellt högre inom samt utanför Oskarshamns hamn jämfört med längre ner utmed Kalmar kust, uppströms och söder om Kalmar.
- Halterna av kadmium, bly och zink är generellt jämförelsevis höga inom hamnen, medan koppar och nickel är relativt låga och i nivå med halterna söder om Kalmar.

Sill/strömning (2002)

Tabell 4.5. Halter av olika metaller i lever i sill/strömning från Kalmar sund indelade efter avvikelse från NVs jämförvärde för Kust och hav.

Ämnen (mg/kg TS)	Södra Östersjön/ söder om Kalmar sund
Kadmium	2,4
Koppar	11
Nickel	0,27
Bly	0,16
Zink	130
	Ingen el obetydlig avvikelse
	Liten avvikelse
	Tydlig avvikelse
	Stor avvikelse
	Mkt stor avvikelse

Av tabell 4.5 ovan framgår att halterna av kadmium, nickel, bly och zink är generellt jämförelsevis höga i södra Östersjön, medan kopparhalten är relativt låg.

5 Diskussion och slutsatser

Utredningen har sammanfattningsvis visat följande:

- Halterna av de aktuella metallerna i sediment i hamnen är så pass höga att de troligen har negativa effekter på sedimentlevande organismer. För koppar, bly och zink gäller detta även i vattenområdet strax utanför hamnbassängen. På andra platser utmed kusten i Kalmar sund är metallhalterna med undantag för nickel i sedimenten visserligen generellt högre än Naturvårdsverkets jämförvärden (tydlig - stor avvikelse), men halterna understiger kanadensiska troliga effektnivåer för marina sediment. Det ska också påpekas att bottenförhållandena kan variera mellan olika provpunkter och därmed förutsättningarna för ackumulation av metallerna i sedimenten.
- Uppmätta halter av aktuella metaller i vattenfasen inom och utanför hamnbassängen kan betecknas som låga och de underskrider också kanadensiska lågriskvärden för skydd av den känsligaste organismen i marin miljö. Halterna är genomgående något högre i Oskarshamns hamnbassäng än utanför.
- I blåmusslor som fångats i yttre hamnbassängen är halterna av kadmium, koppar, bly och zink kraftigt förhöjda och betydligt högre än utanför hamnbassängen och utmed kusten i Kalmar sund. Halterna i mussla inom inre och yttre hamnen verkar också öka med tiden. Utanför hamnbassängen och utmed kusten i Kalmar sund är metallhalterna i musslor i nivå med normala bakgrundsvärden i Östersjön. Inga tydliga trender beträffande haltutvecklingen över tiden finns förutom för koppar som förefaller öka. Kvicksilverhalterna i musslor som fångats såväl i hamnen som utanför och i Kalmar sund är likartade och inte förhöjda i ett östersjöperspektiv. Halterna är i nivå med det lågriskvärde avseende halter i födoorganismer för skydd av högre stående djur (t.ex. fåglar) som finns framtaget i Kanada.
- Metallhalterna i blåstång är i nivå eller något högre än normala halter i Kalmarsund förutom zinkhalterna som är tydligt förhöjda i yttre hamnen och i kustområdet söder om hamnen. Kadmiumhalterna verkar generellt ha minskat de senaste åren medan kopparhalterna möjligen tenderar att öka söder om Kalmar. För övriga metaller ses inga entydiga halttrender.
- Kadmiumhalterna i lever i strömming fångade vid Utlängan söder om Öland har ökat successivt sedan 1980-talet och i dagsläget är halterna ca 10 ggr högre än jämförvärdet. För övriga metaller är avvikelserna mot jämförvärdena mindre, men det förefaller som om halterna av bly minskar, zink ökar medan halttrenderna för nickel och koppar är osäkra.
- Underlaget för att bedöma tillståndet avseende arsenik är bristfälligt och egentligen finns endast haltuppgifter i sediment.

6 Referenser

Litteratur

Bignert A., Olsson M & Åslund K. 1999. Miljögifter.

Bignert A. & Olsson M. 1999. Miljögifter – kadmium ökar trots minskad användning.

Byrån för Europeiska gemenskapernas officiella publikationer (EU). 2003. Kommissionens förordning (EG) nr 466/2001 om fastställande av högsta tillåtna halt av vissa främmande ämnen i livsmedel. Konsoliderad text. CONSLEG: 2001R0466.-01/11/2003.

CCME, 1999. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. Mercury.

Canadian Environmental Quality Guideline (CCME). 2002. Summary of existing Canadian environmental quality guidelines.

Dahlberg K. & Jansson B-O, Stockholm universitet, Institutionen för Systemekologi. 1997. Östersjöns miljötillstånd på 40-talet, nu och i framtiden.

Hudson R J M, Gherini S A, Watras C J och Porcella D B. 1994. Modelling the biogeochemical cycle of mercury in lakes: the mercury cycling model (MCM) and its application to the MTL study lakes. Mercury pollution-integration and Synthesis, Edited by C J Watras & J W Huckabee, Lewis Publishers.

Jones DS, Suter GW, Hull RN. 1997. Toxicological benchmarks for screening contaminants of potential concern for effects on sediment-associated biota: 1997 Revision. ES/ER/TM-95/R4

NWQMS (National Water Quality Management Strategy) 2000. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Prepared by Australia and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ).

Naturvårdsverket, 1999. bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Kust och hav. Rapport 4914.

Suter GW, Tsau CL. 1996. Toxicological benchmarks for screening potential contaminants of concern for effects on aquatic biota: 1996 Revision. ES/ER/TM-96/R2

Hemsidor

Kalmar kustvattenkontroll. <http://www.kalmarlanskustvatten.org/>

Hazardous Substances Data Bank (HSDB). National Library of Medicine. 2004. <http://toxnet.nlm.nih.gov/>

International toxicity estimates for risk database (ITER). Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA), 2004. <http://www.tera.org/iter/>

Data

Kalmar Läns Kustavattenkontroll halter i blåmussla och blåstång. 1985, 1998

Kalmar Läns Kustavattenkontroll halter i blåmussla och blåstång. 1980-2003

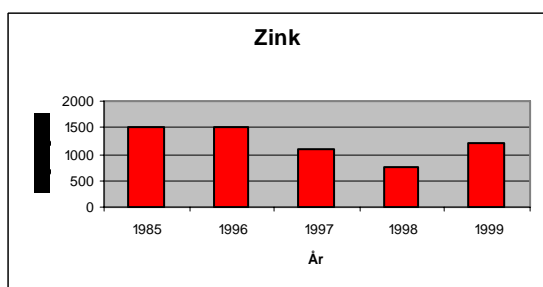
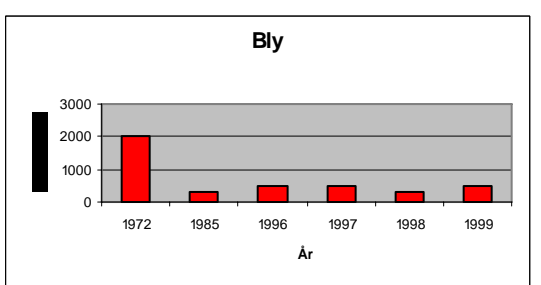
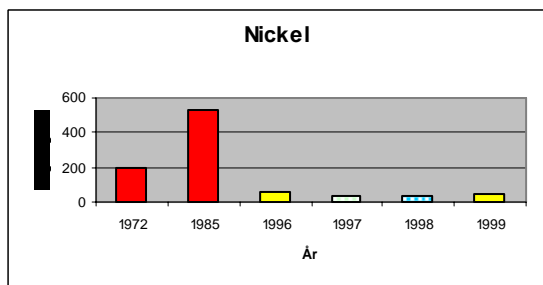
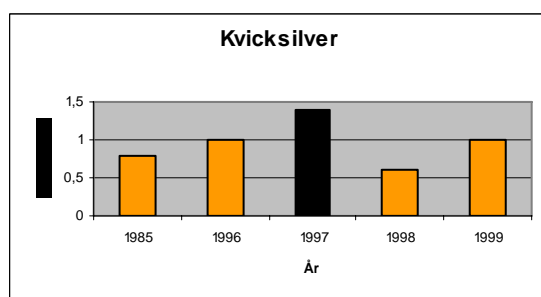
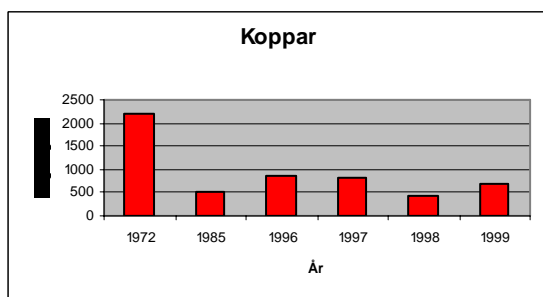
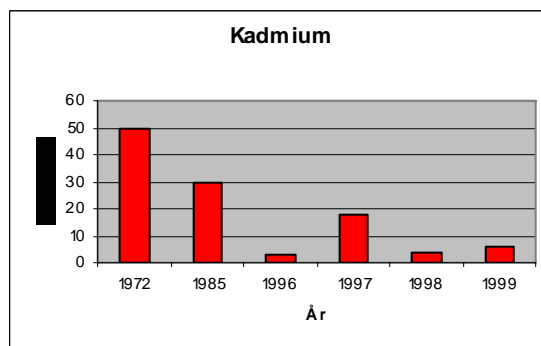
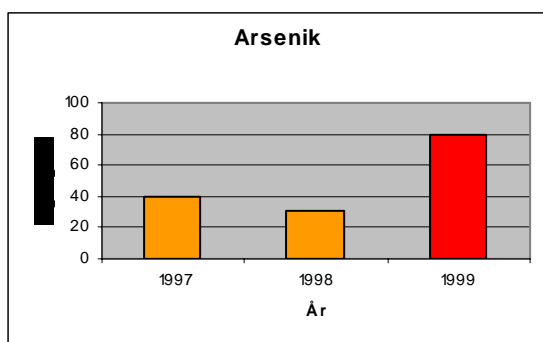
VBB Viak. Halter i vatten. 1998-1999.

IVL. Halter i fisk. 1981-2002.

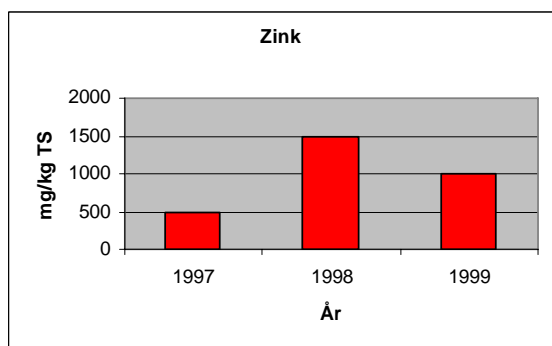
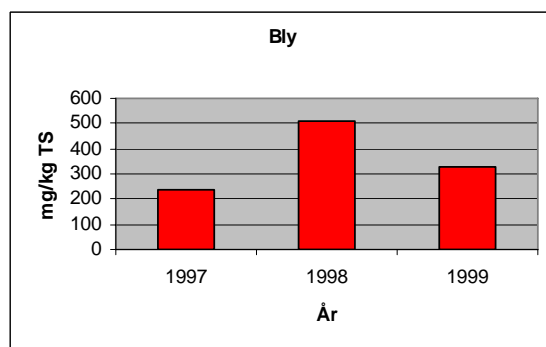
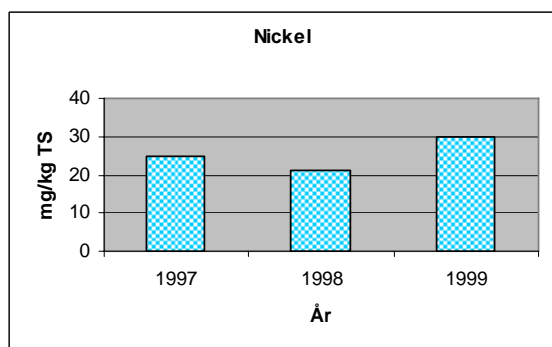
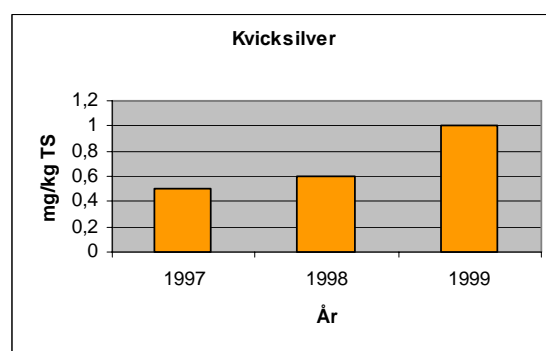
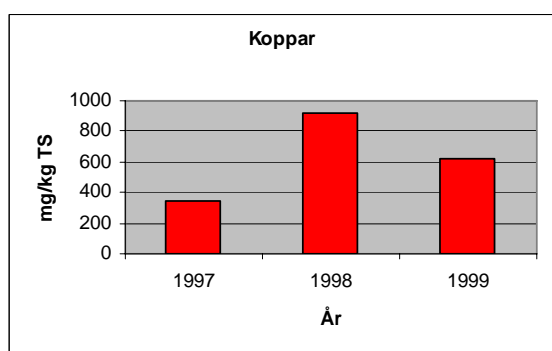
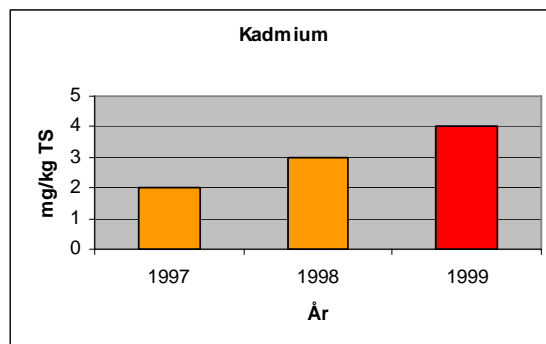
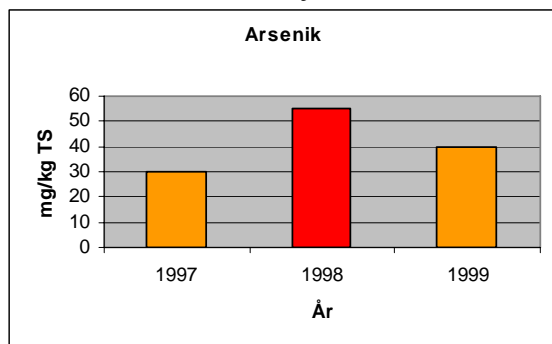
BILAGA 1

HALTER I SEDIMENT

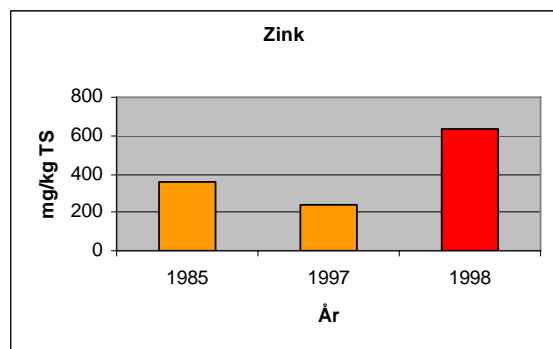
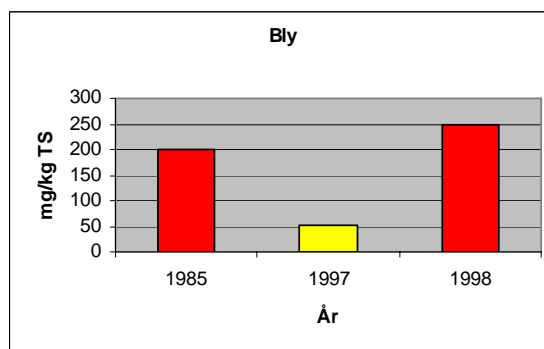
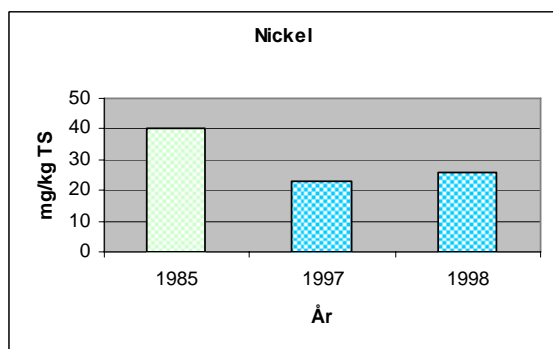
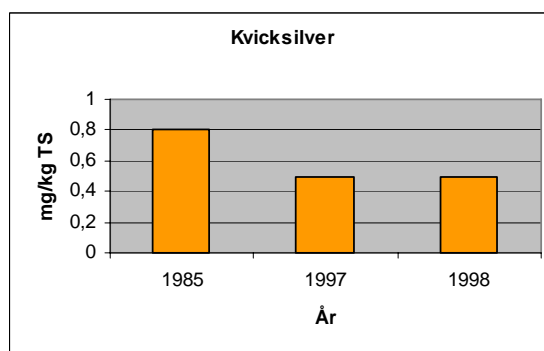
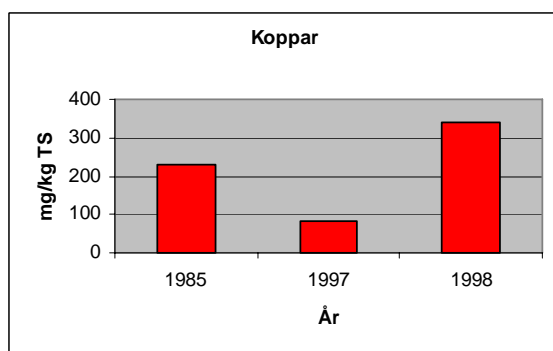
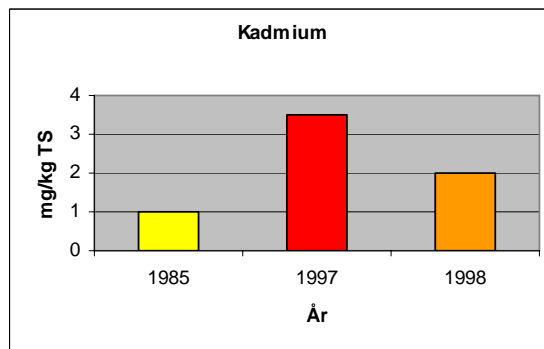
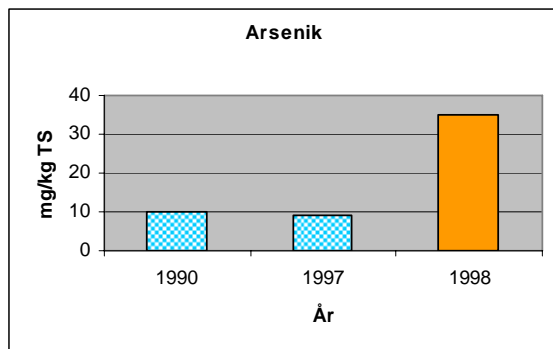
Oskarshamns hamn, inre del



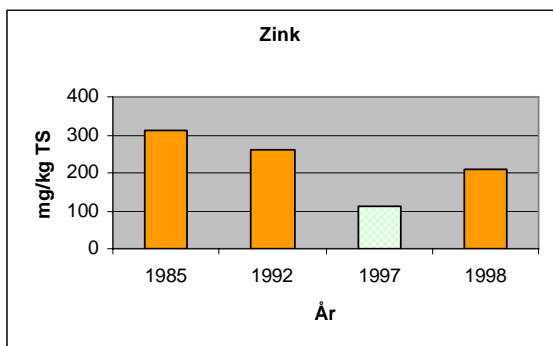
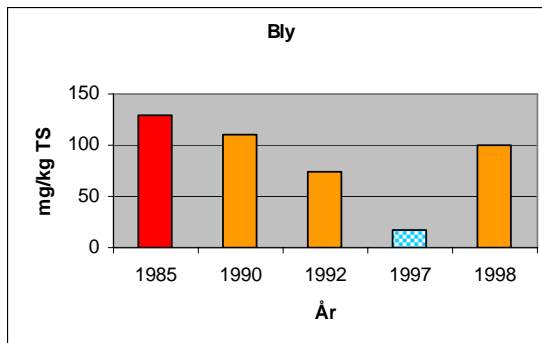
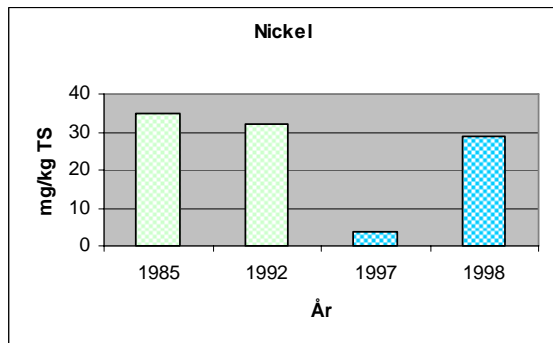
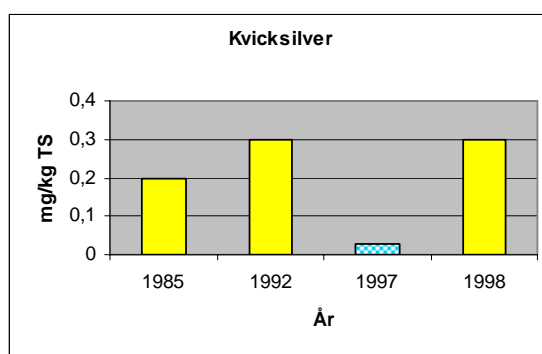
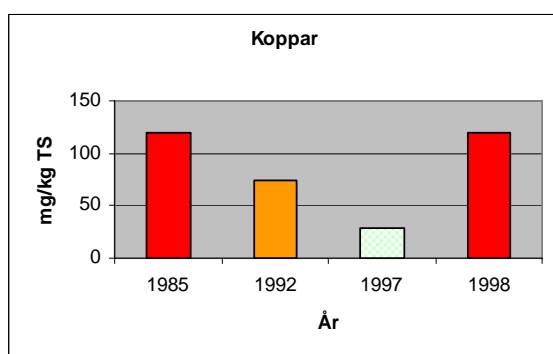
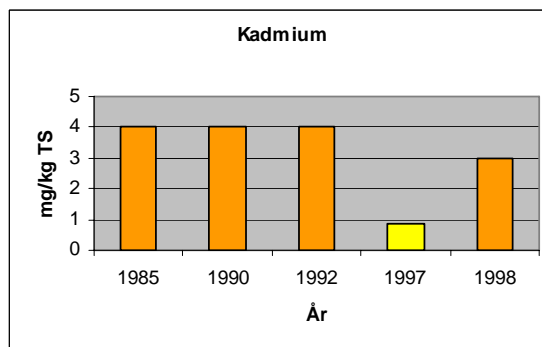
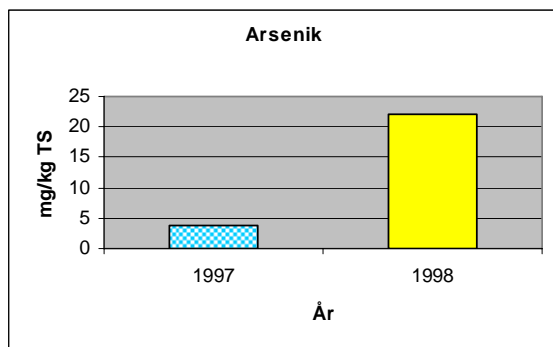
Oskarshamns hamn, yttre del



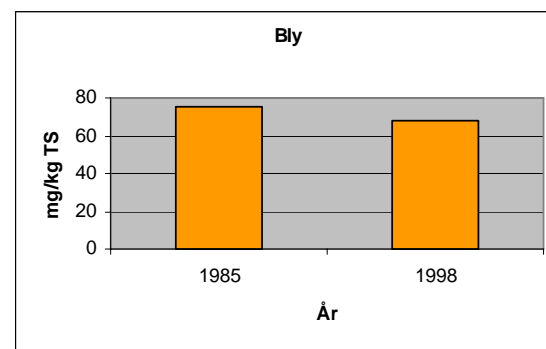
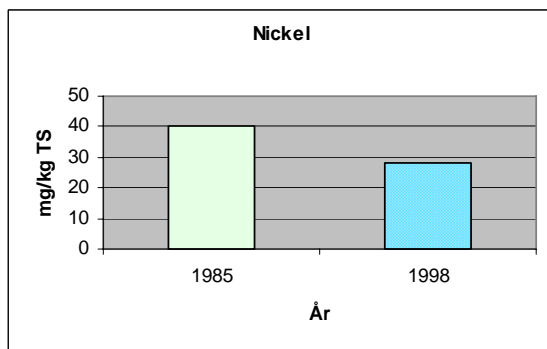
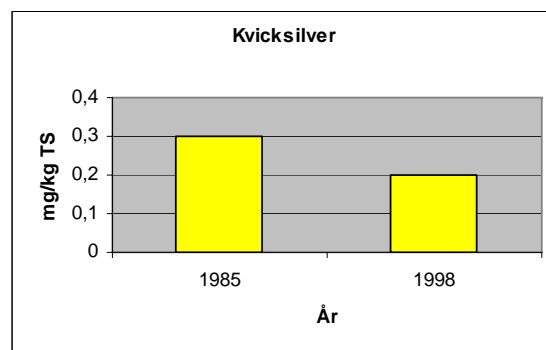
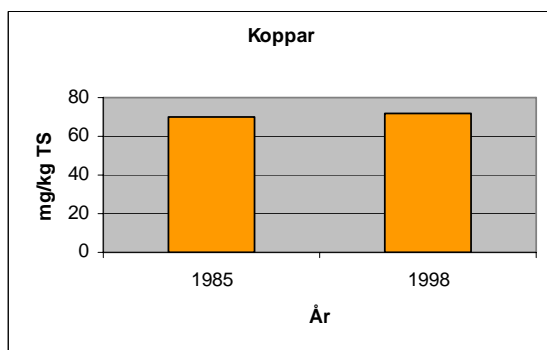
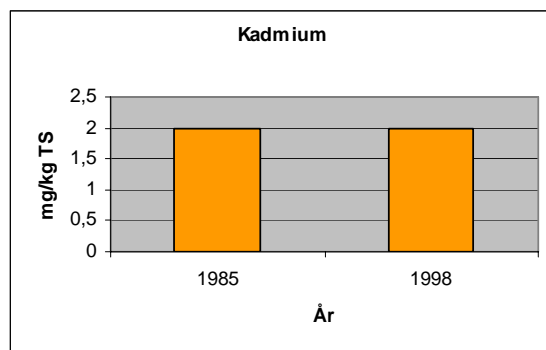
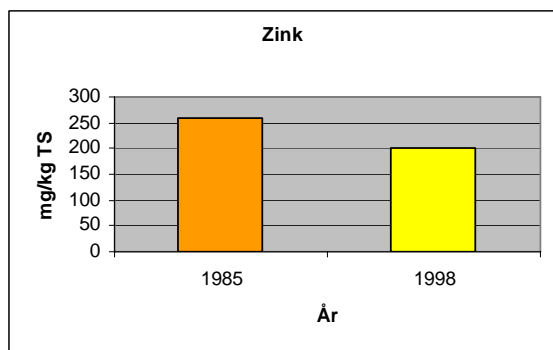
Norr om Oskarshamns hamn



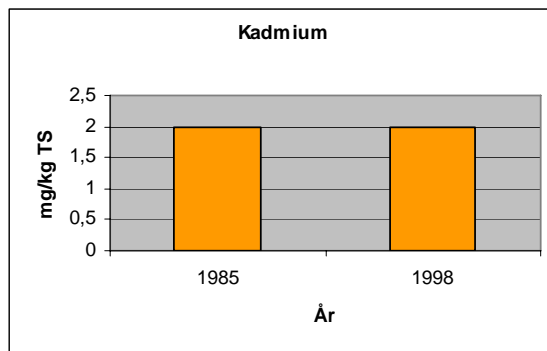
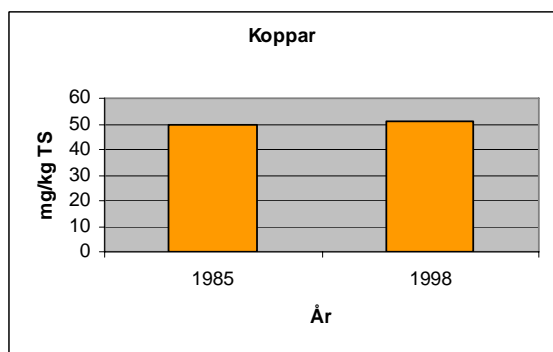
Söder om Oskarshamns hamn



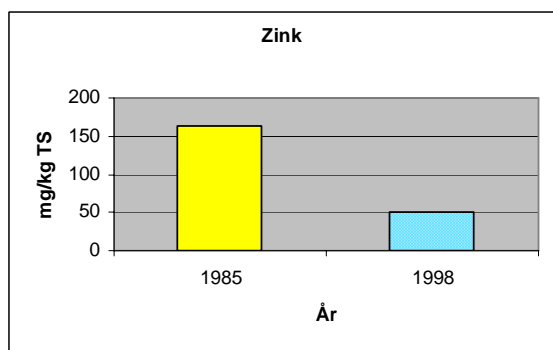
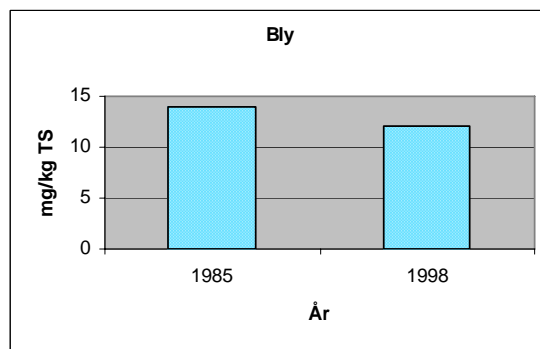
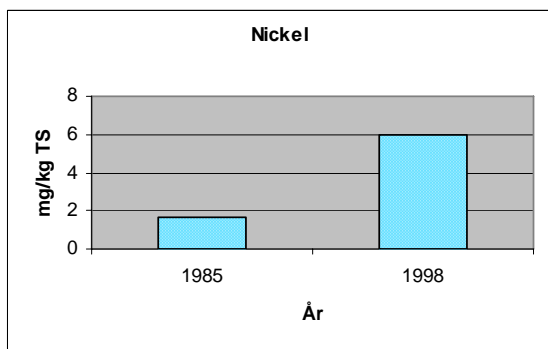
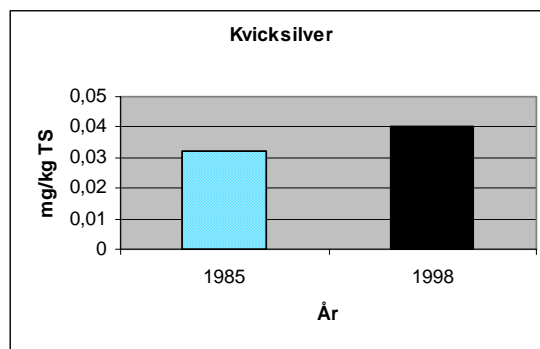
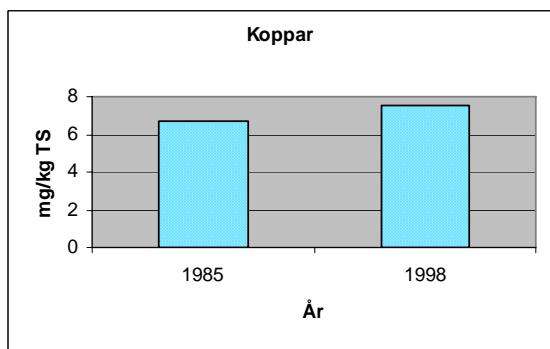
Söder om Mönsterås bruk



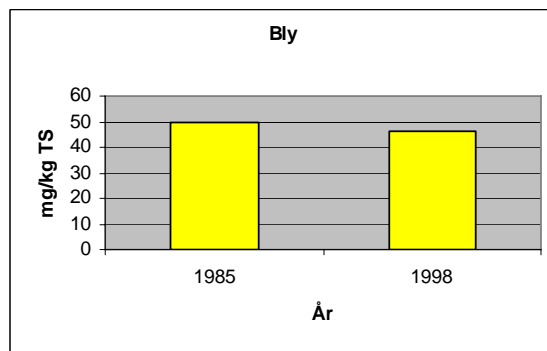
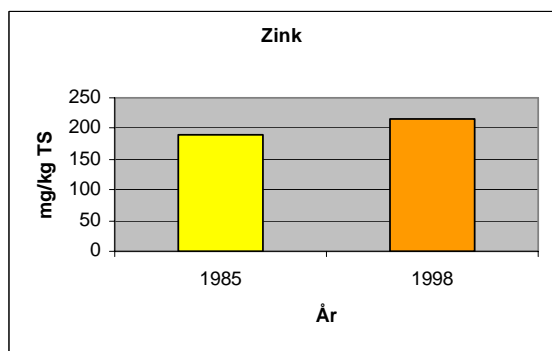
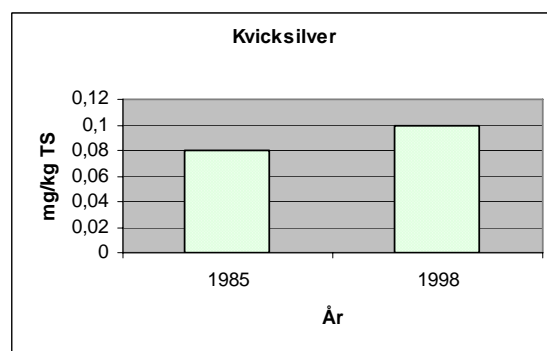
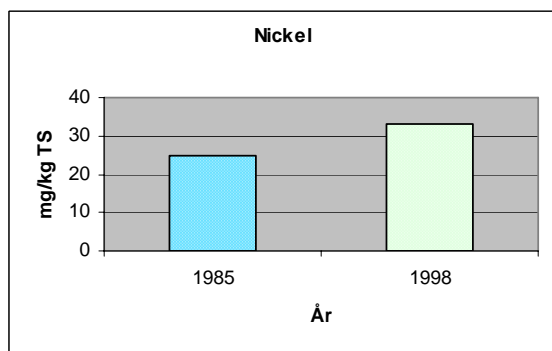
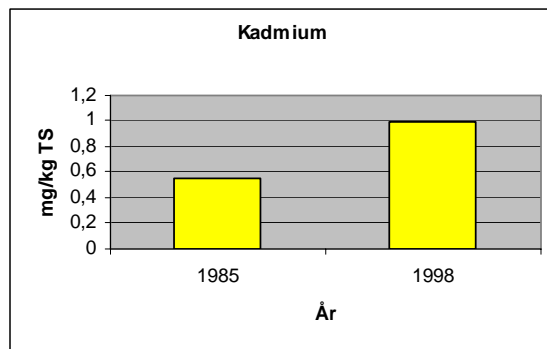
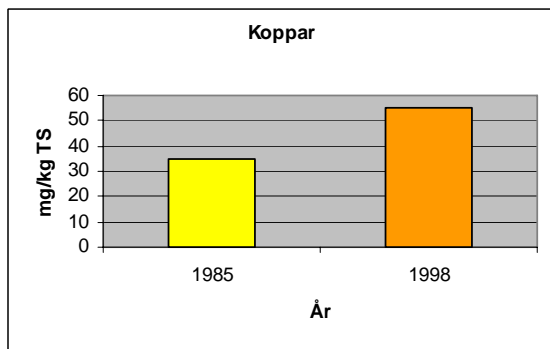
Norr om Kalmar



Utanför Kalmar

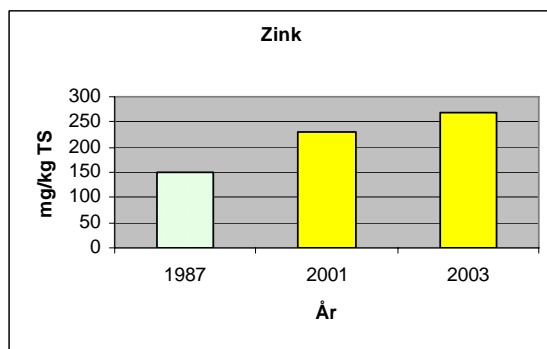
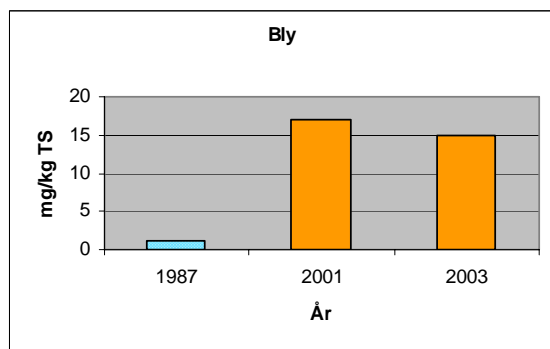
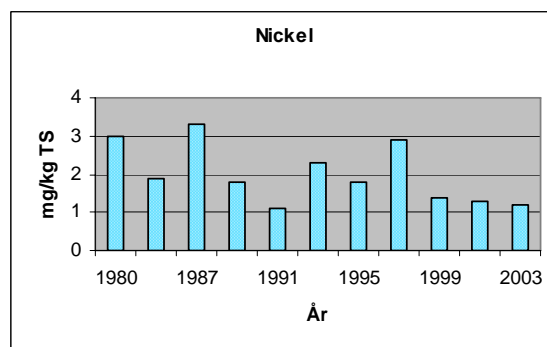
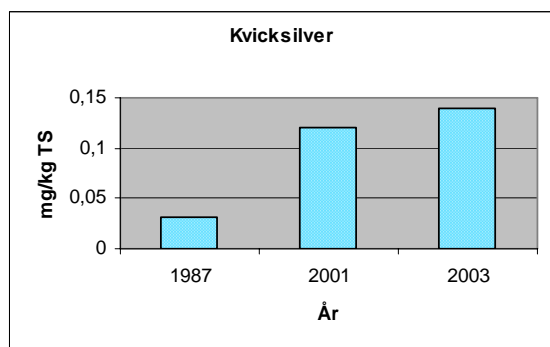
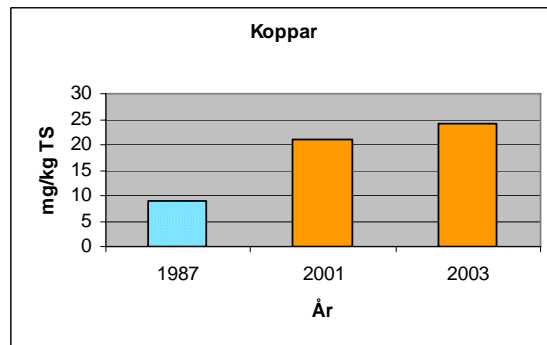
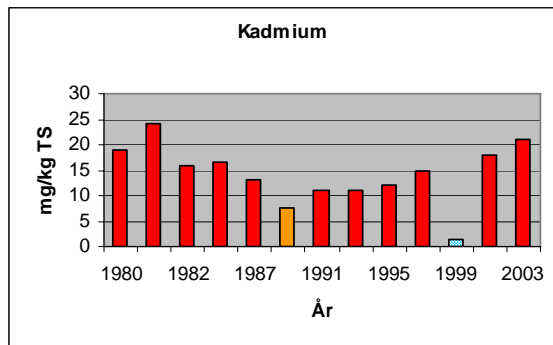


Söder om Kalmar

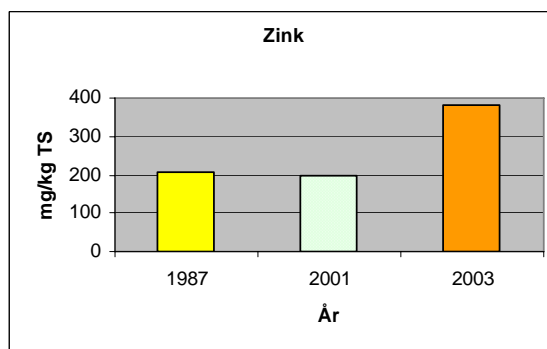
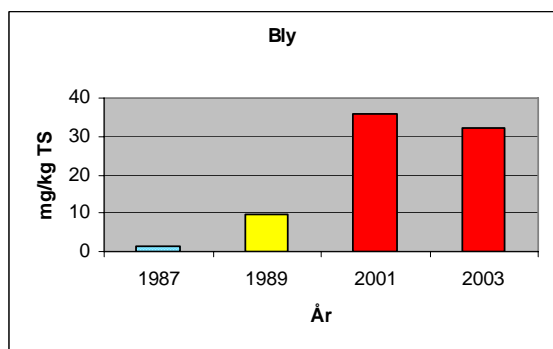
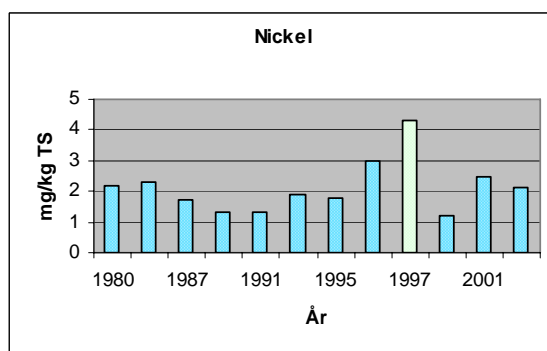
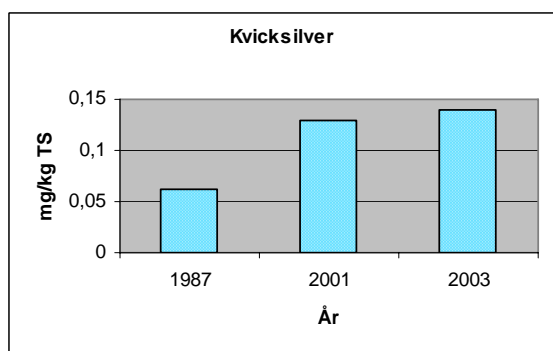
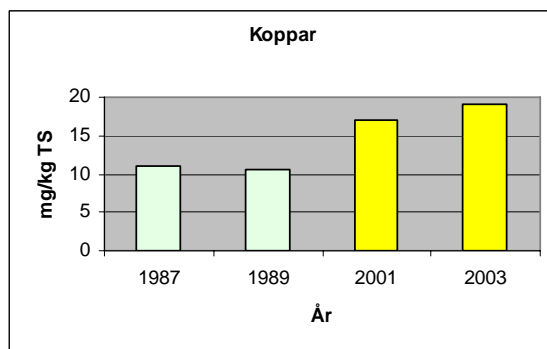
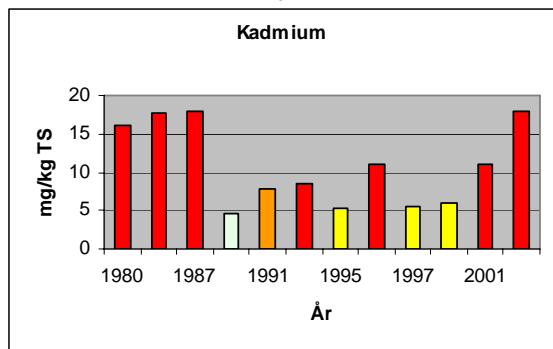


HALTER I BLÅMUSSLA

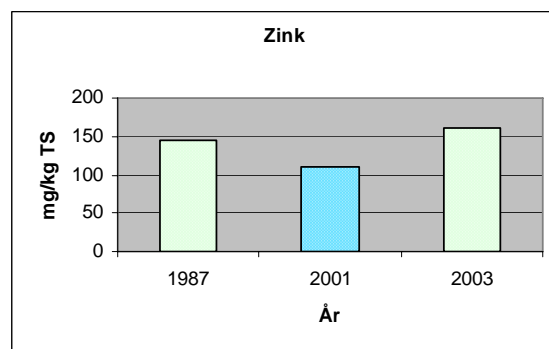
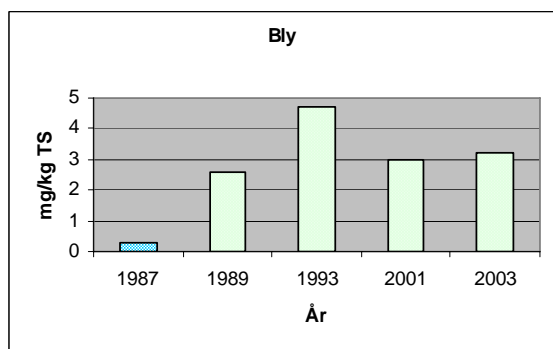
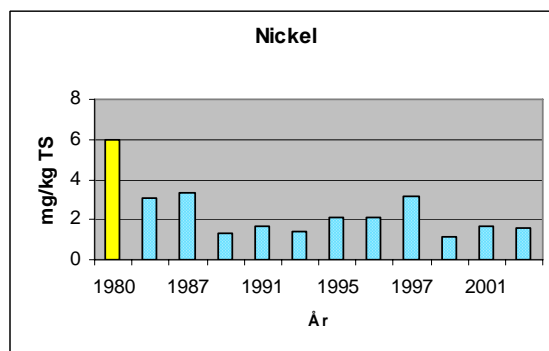
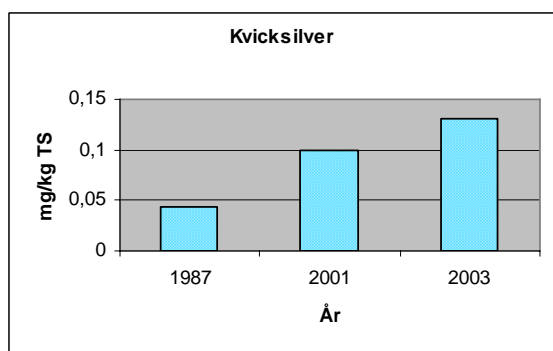
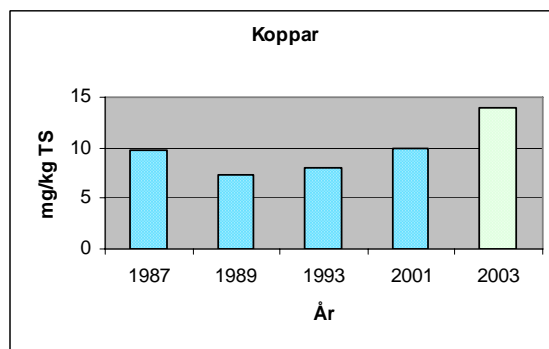
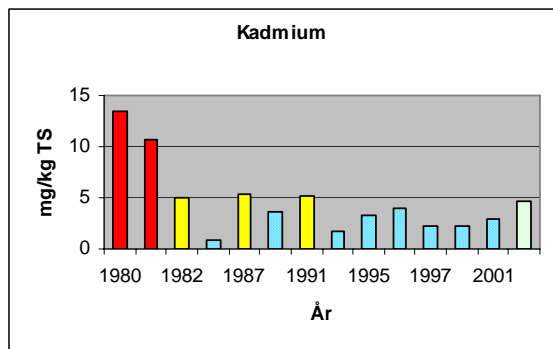
Oskarshamns hamn, inre del



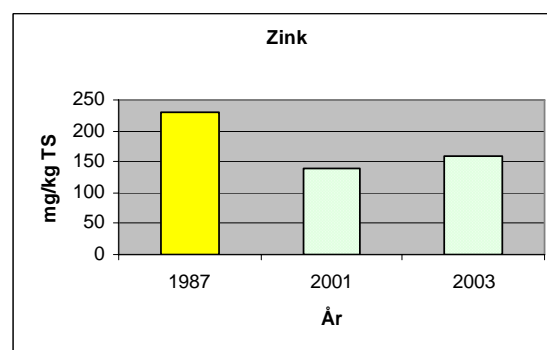
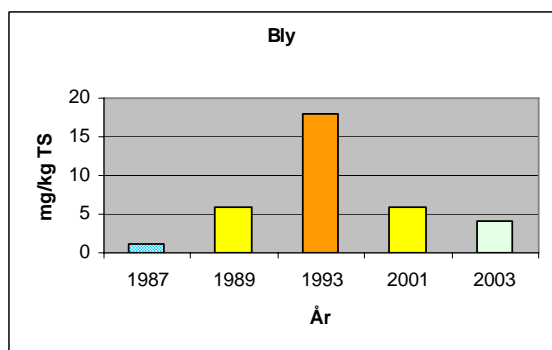
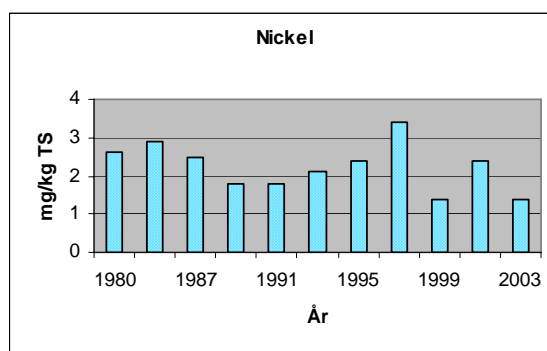
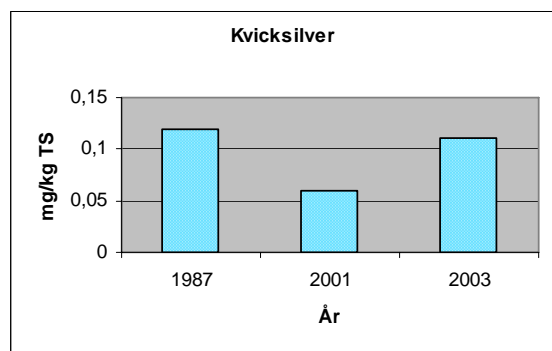
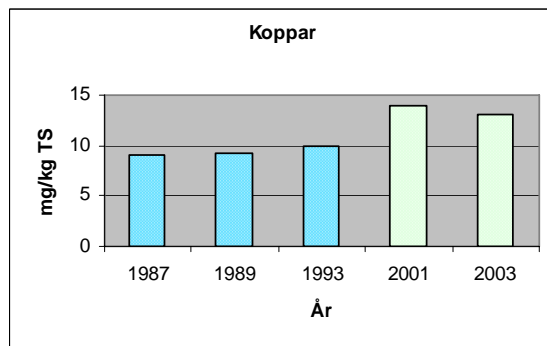
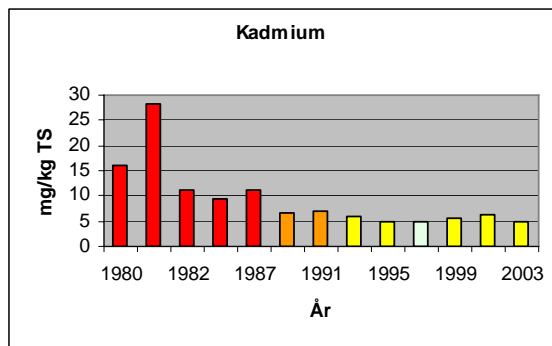
Oskarshamns hamn, yttre del



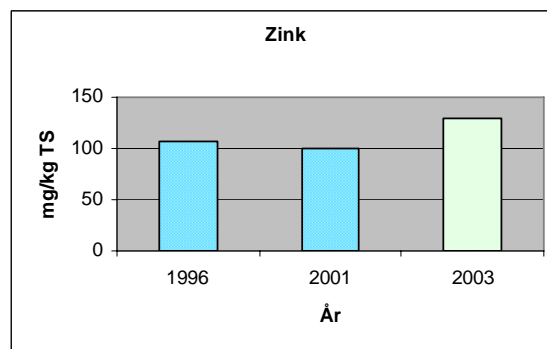
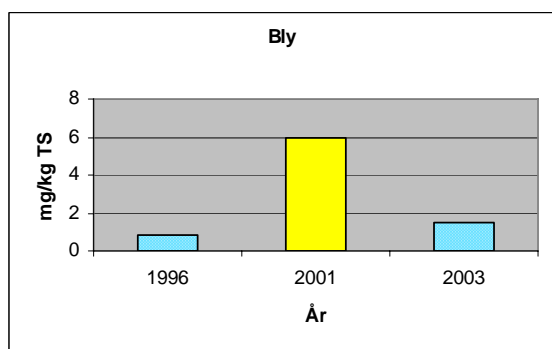
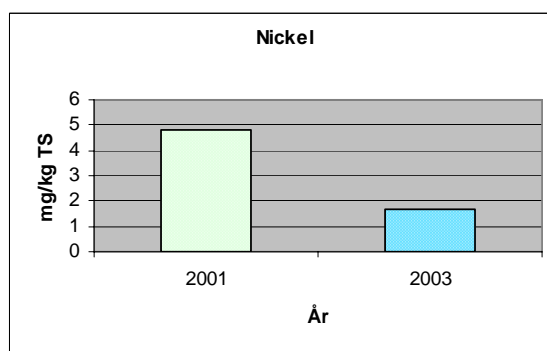
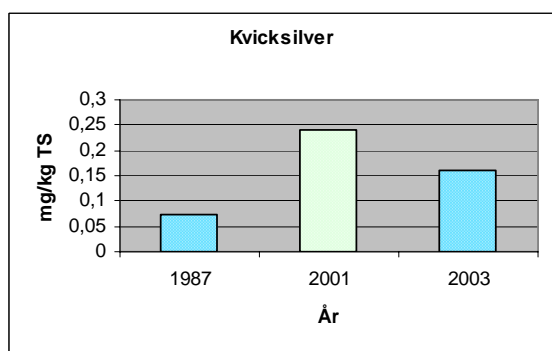
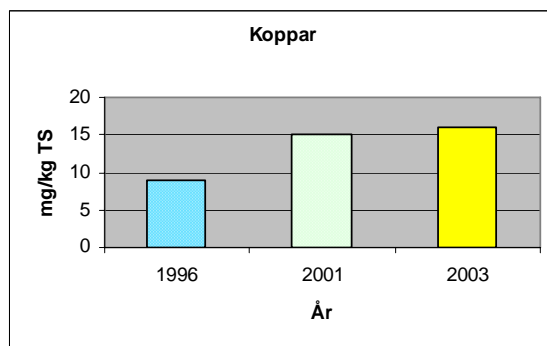
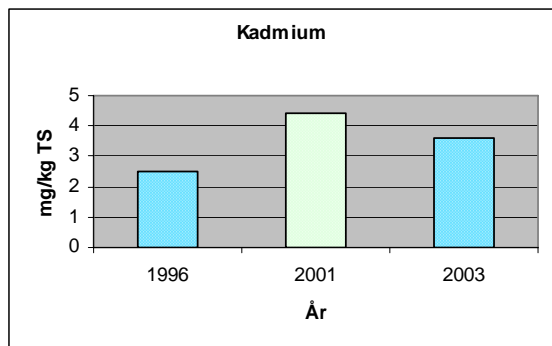
Norr om Oskarshamns hamn



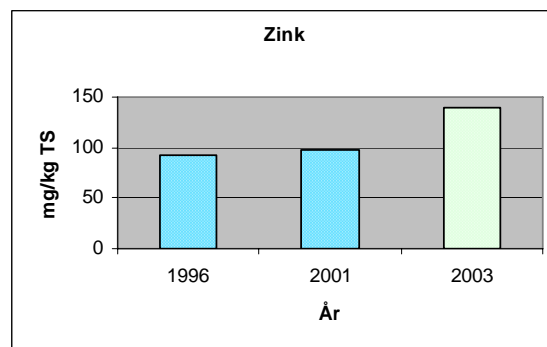
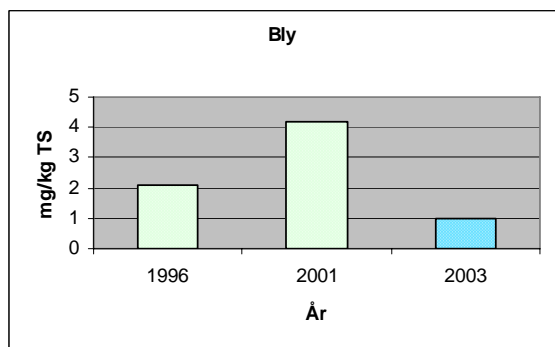
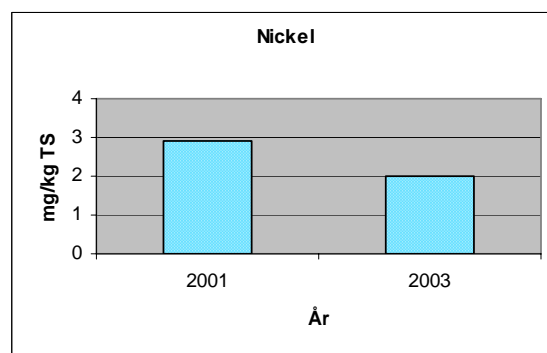
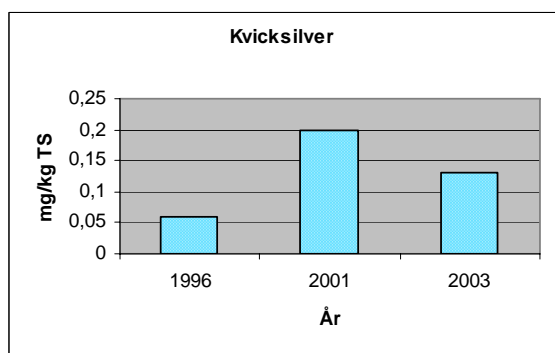
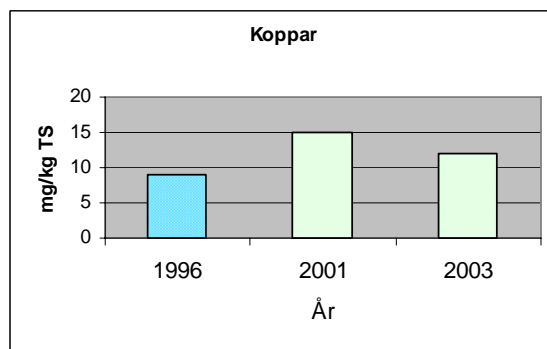
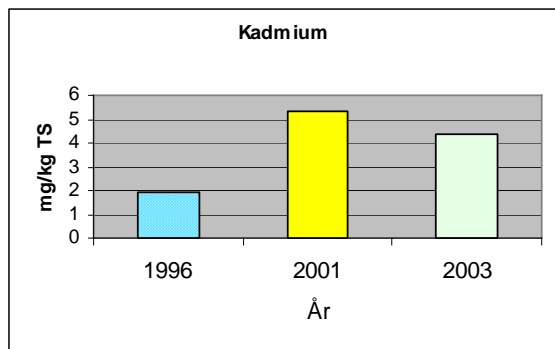
Söder om Oskarshamns hamn



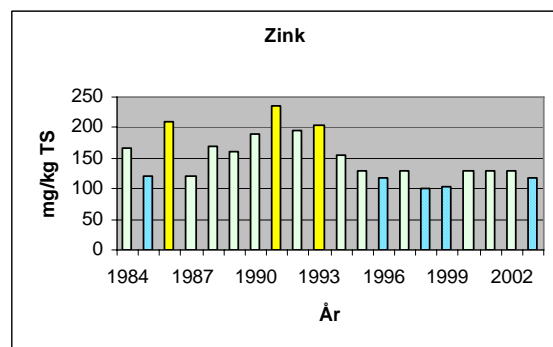
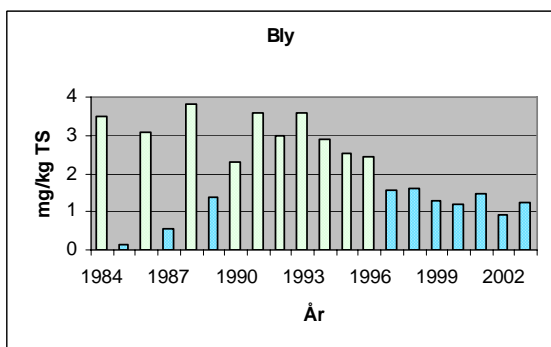
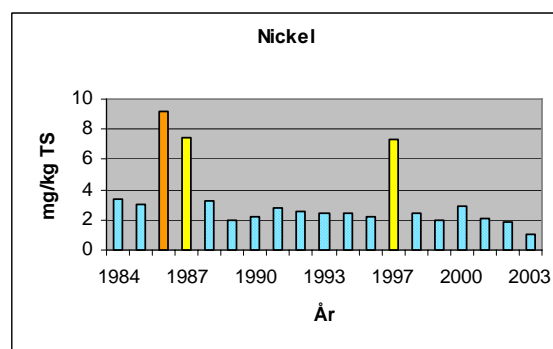
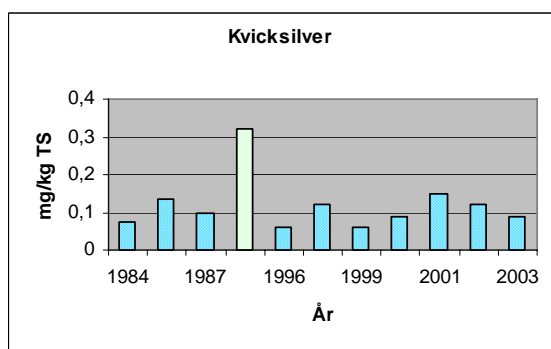
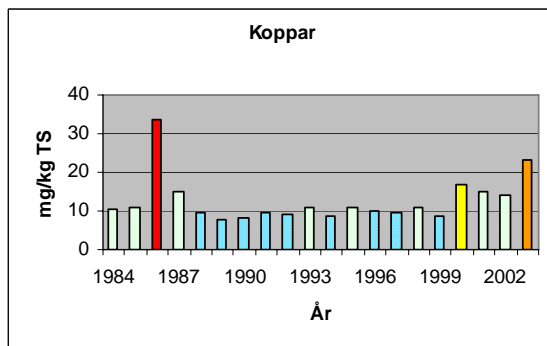
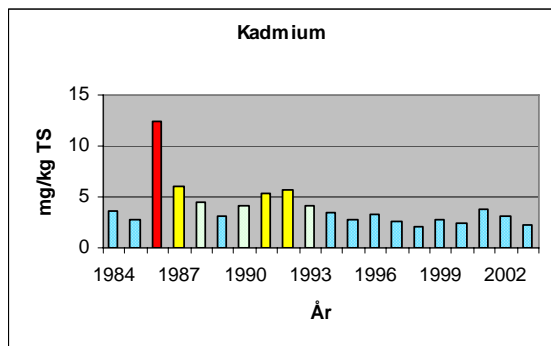
Söder om Mönsterås bruk



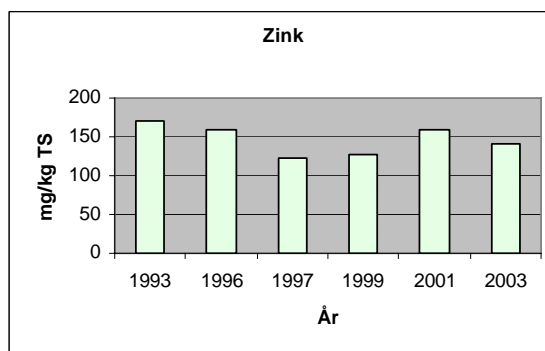
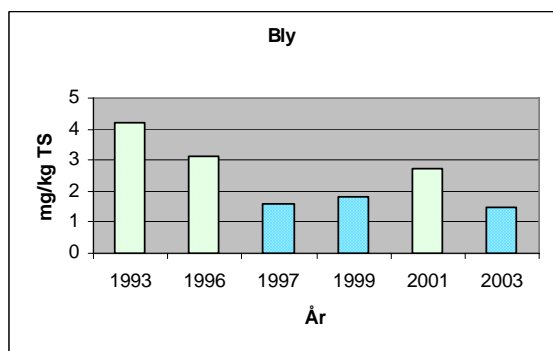
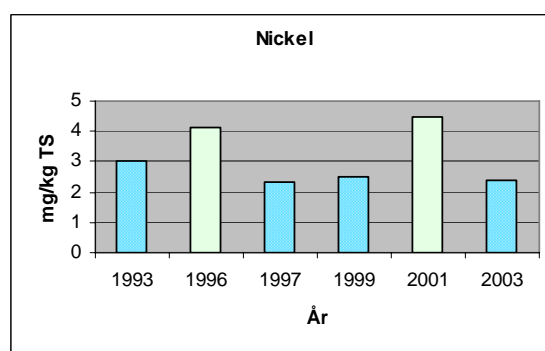
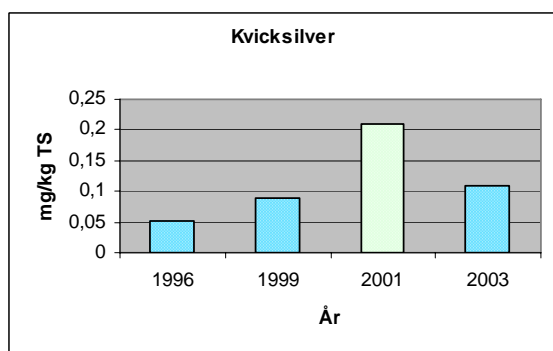
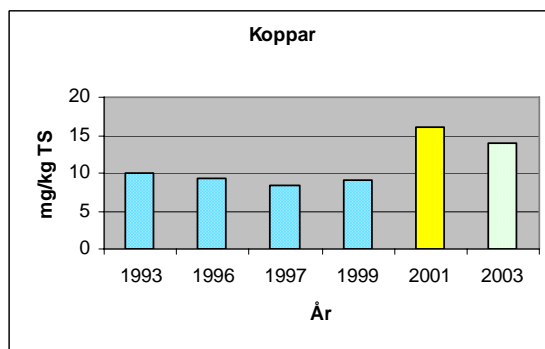
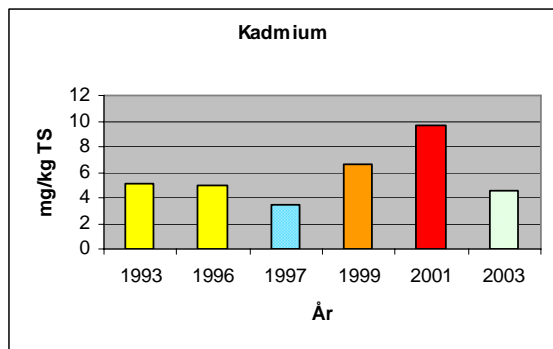
Söder om Mönsterås



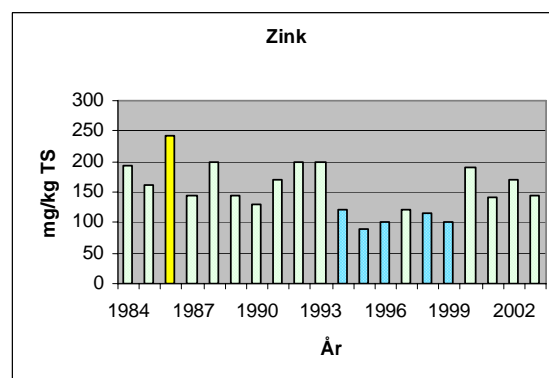
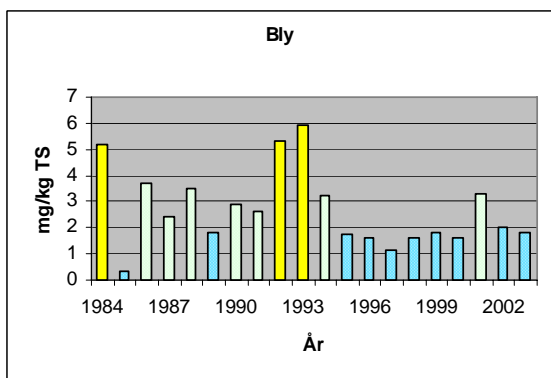
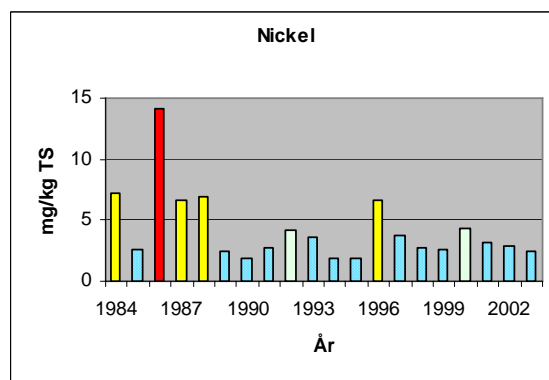
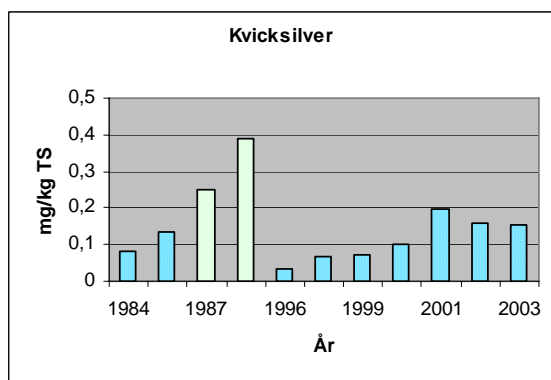
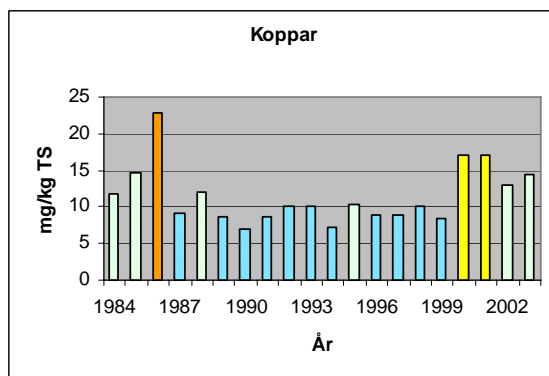
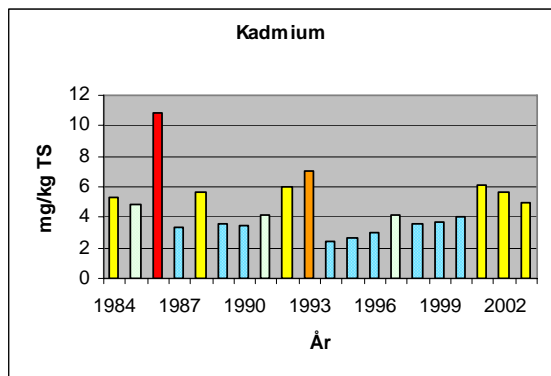
Söder om Kalmar



Utanför Kalmar

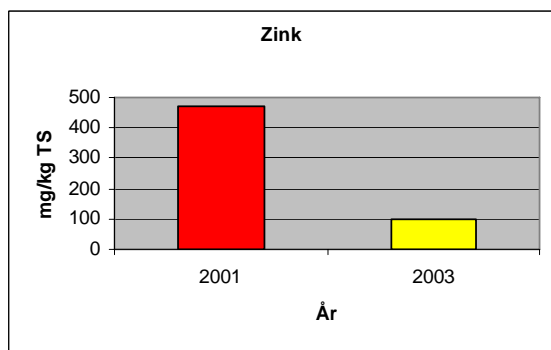
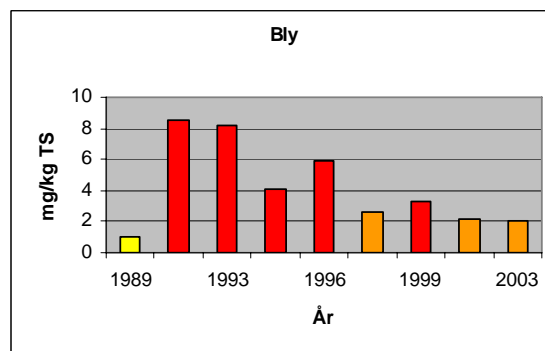
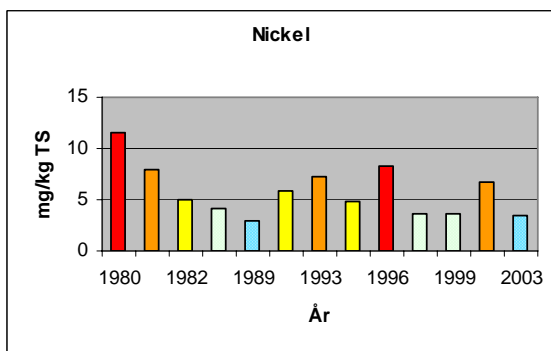
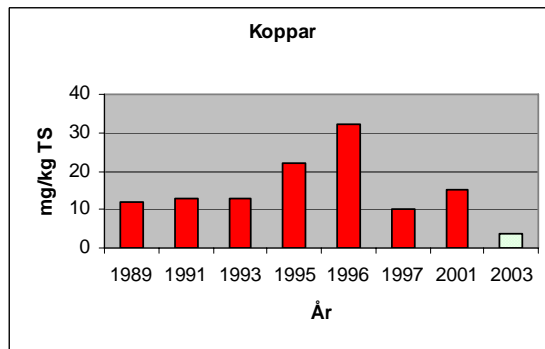
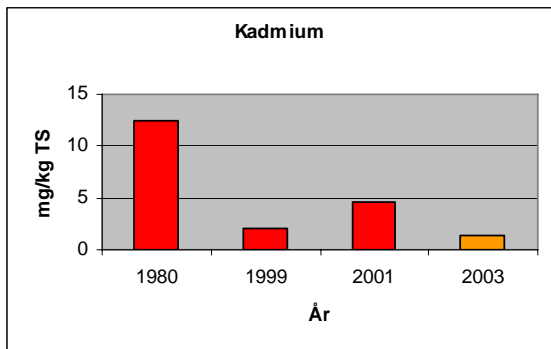


Söder om Kalmar

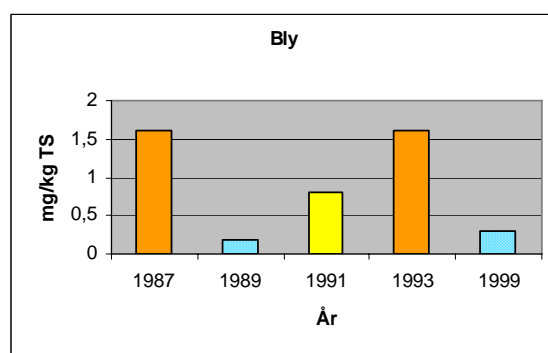
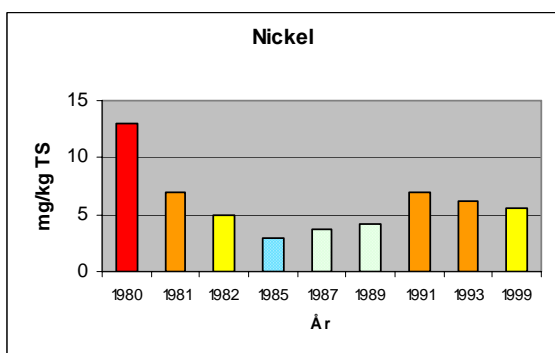
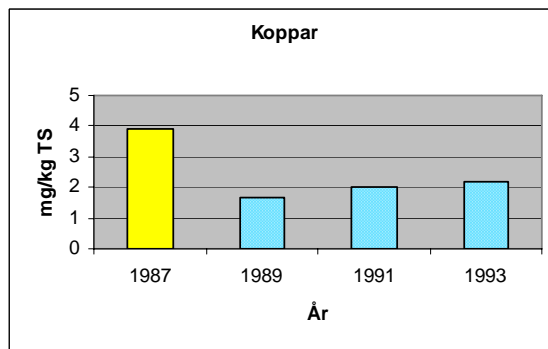
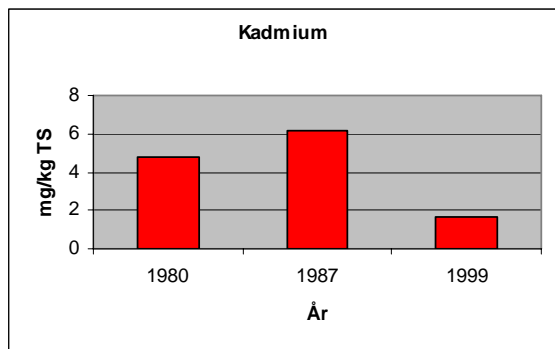


HALTER I BLÅSTÅNG

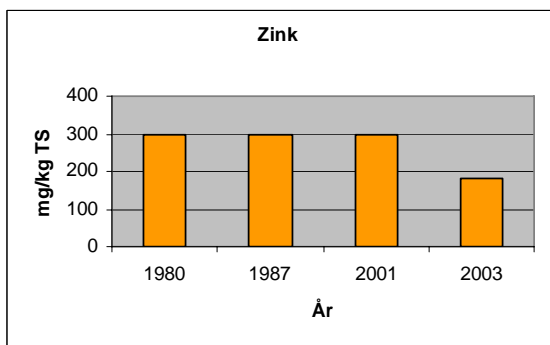
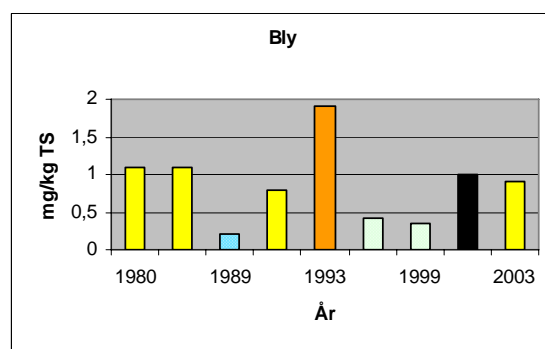
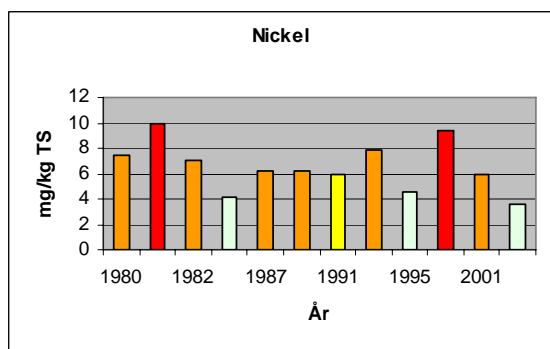
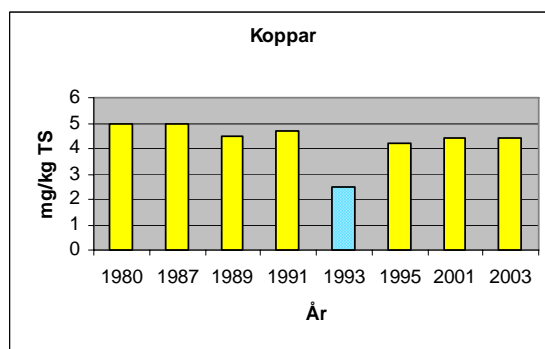
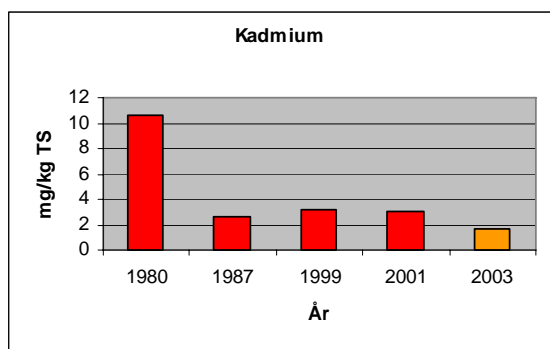
Oskarshamns hamn, yttre del



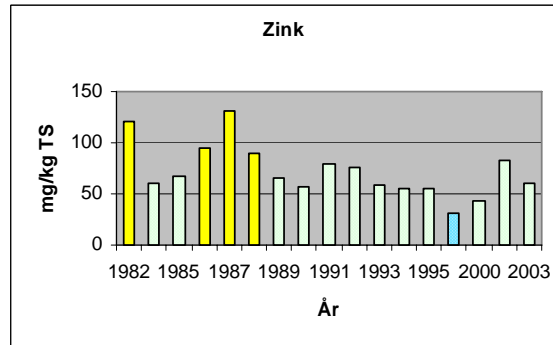
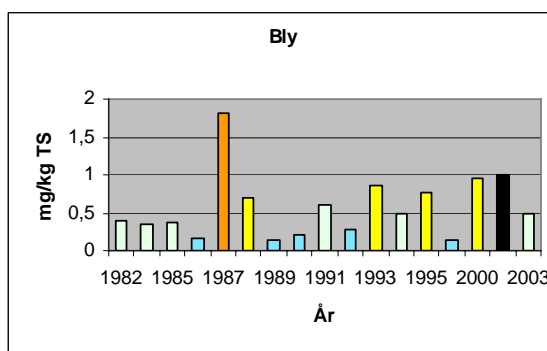
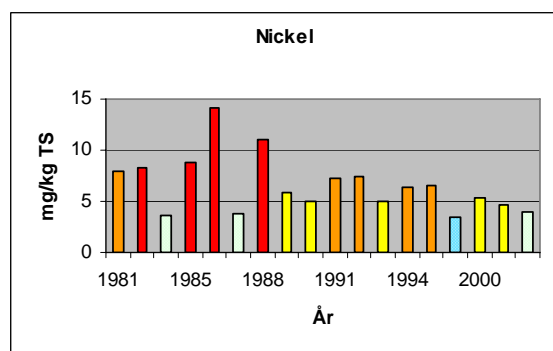
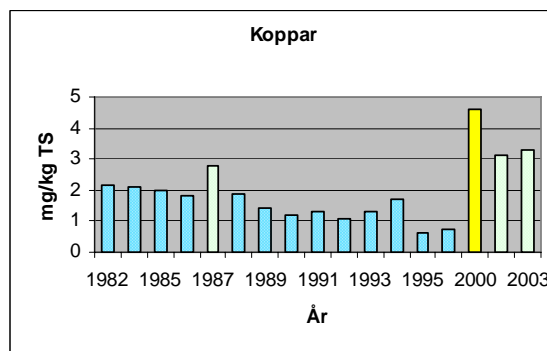
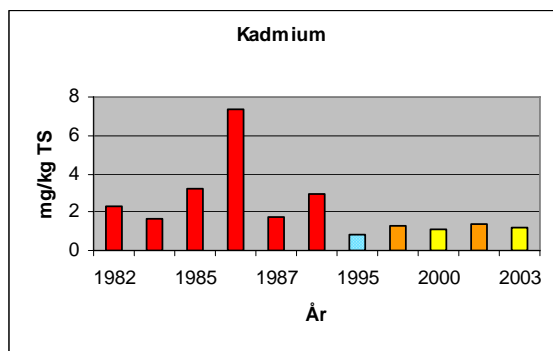
Norr om Oskarshamns hamn



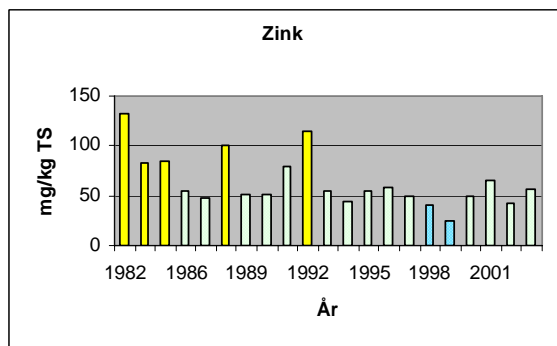
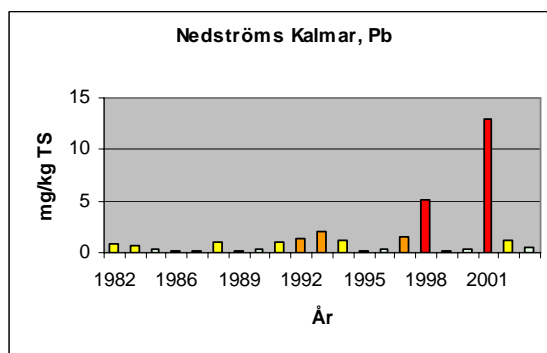
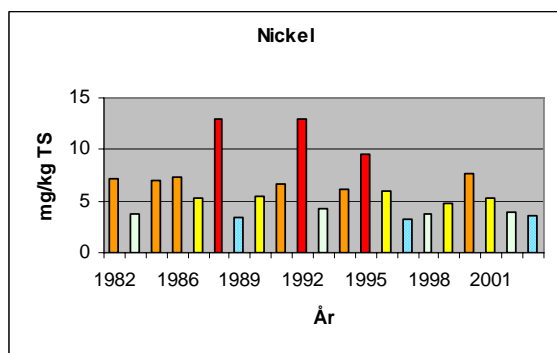
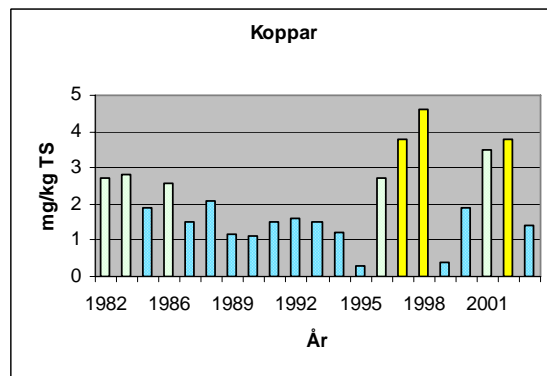
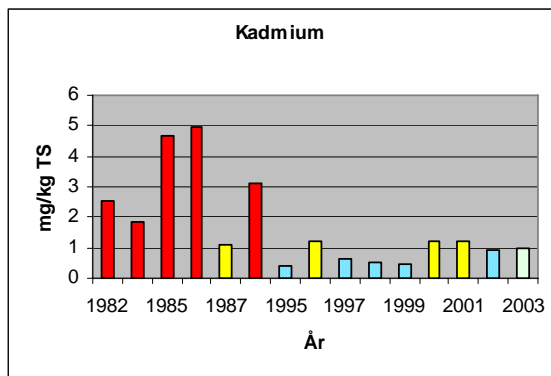
Söder om Oskarshamns hamn



Norr om Kalmar



Söder om Kalmar



HALTER I SILL/STRÖMMING

Södra Östersjön (Utlängan)

