



Preliminär miljö- och hälsoriskbedömning av föroreningar i sediment inom hamnbassängen

Rapport nr Oskarshamns hamn 2004:14

Oskarshamns kommun

Mars 2005

Författad av

Anders Bank, Golder Associates¹

¹ Delprojektledare miljö

Sammanfattning

Sedan hösten 2003 pågår förberedelser inför en eventuell sanering av förorenade sediment i Oskarshamns hamn. I förberedelsefasen pågår 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 rapport är en lägesrapport med en preliminär riskbedömning som i första hand skall utgöra underlag för det seminarium projektgruppen håller med allmänhet och särskilt inbjudna 18/10 2004. Rapporten utgör också underlag för beslut om ytterligare undersökningar och utredningar krävs.

Genomförda undersökningar har visat att förorenade sediment finns inom stora delar av hamnbassängens bottenarea. Föroreningarna utgörs genomgående av tungmetallerna koppar, zink, bly, kadmium och arsenik och ställvis av andra tungmetaller som nickel, kobolt och kvicksilver samt organiska miljögifter, främst polyklorerade dibenso-dioxiner och -furaner ("dioxiner") och tennorganiska föreningar. De flesta föroreningar kan kopplas till det sedan 1969 nedlagda kopparverket som låg invid hamnbassängen. Kadmium, nickel och tennorganiska ämnen kan dock inte tydligt kopplas till kopparverket. Mängderna av förorenade sediment och föroreningar är mycket stora. I hamnbassängen är halterna i sediment av flera tungmetaller och olika typer av organiska miljögifter så höga att negativa effekter på vatten- och bottenlevande organismer kan förväntas. Ett betydande upptag av metaller i blåmussla och blåstång har också fastställs vilket också innebär en risk för spridning av föroreningarna uppåt i näringskedjan. Om inga åtgärder vidtas bedöms riskbildningen kvarstå under överskådlig tid.

Flera oberoende studier indikerar att det sker en betydande spridning av tungmetaller ut från hamnbassängen. Vissa metaller verkar spridas i "löst" form i vattenmassan medan andra huvudsakligen förefaller spridas med suspenderade partiklar i vattenmassan. För spridning av partikelbundna metaller (främst bly, koppar och zink) har sannolikt den uppvirvling av bottensediment som sker vid fartygstrafik i hamnbassängen en stor betydelse. Spridningen av kadmium och nickel förefaller dock i mindre grad kunna kopplas till fartygstrafiken och sedimenten. Istället kan spridningen av dessa två metaller och även möjligen kvicksilver orsakas av landbaserade källor som i nuläget belastar hamnbassängen.

Underlaget för att bedöma eller beräkna spridning av de organiska miljögifter som påträffas i hamnsedimenten till Kalmarsund är begränsat. I sediment utanför hamnbassängen har dock förhöjda halter av dioxiner med liknande sammansättning som i hamnbassängen påträffats vilket indikerar att även de organiska miljögifterna sprids till Kalmarsund och Östersjön.

Nuvarande och historisk spridning av tungmetaller från hamnbassängen och de verksamheter som belastat densamma har även satt sina spår i kustområdet utanför Oskarshamn. I relativt begränsade områden öster och söder om hamninloppet, där vattendjupet är betydande (ca 20 m), finns mjuka bottnar (ackumulationsbottnar) där halterna av aktuella metaller i sediment kan betraktas som höga eller mycket höga. Inga tydliga tecken på att belastningen minskat över tiden kan utläsas utan metallhalterna är i flera punkter 10 m som högst i det ytligaste sedimentskiktet (0-2 cm). Uppmätta metallhalter i sedimenten överstiger de nivåer där någon form av påverkan på biologiskt liv kan förväntas. Den dominerande effekten på det biologiska livet inom aktuella områden bedöms dock vara eutrofieringen som bl a leder till syrefria bottnar. Mycket tyder också på att metallerna i ackumulationsbottnarna är mycket hårt bundna till sulfider, något som kan förändras om syreförhållandena på bottnarna förändras, t ex via minskad eutrofiering. Om inga åtgärder görs bedöms spridningen fortgå under överskådlig tid och alltmer metaller ansamlas i kustområdet utanför hamnen. Även om åtgärder av sedimenten vidtas finns risk för att spridningen av vissa metaller (kadmium, nickel och kvicksilver) blir mer eller mindre oförändrad p g a nuvarande utsläpp från landbaserade källor. Påverkan i form av förhöjda halter i ytliga sediment utanför hamnbassängen bedöms bestå under en förhållandevis lång

tid även om åtgärder vidtas i hamnbassängen. Även i en grund fjärd (Kättilfjärden) strax söder om hamnen är sedimenten tydligt påverkade. Här synes dock metallbelastningen ha avtagit över tiden och i nuläget är metallhalterna i de ytliga sedimenten förhållandevis låga. Längre ned i sedimenten stiger dock halterna kraftigt och närmar sig de nivåer som uppmäts i hamnbassängen.

Majoriteten av de föroreningar som sprids från hamnbassängen bedöms inte ackumuleras i kustområdet eller i Kalmarsund och därigenom medverka till de allmänna miljöproblem som är förknippade med Östersjön som helhet. Av de föroreningar som sprids från eller som finns i betydande omfattning i hamnbassängens sediment är med nuvarande kunskap kadmium, kvicksilver och dioxiner mest kritiska. Dioxinhalterna i viss fisk överskrider eller ligger nära de gränsvärden som finns för livsmedelskonsumtion. Kviksilverhalter i typiska födoorganismer ligger över eller i nivå med riktvärden för skydd av känsliga rovdjur. Slutligen har kadmiumhalterna i lever hos strömming ökat successivt sedan 1980-talet. I den stora skalan bedöms dock inte bidraget från Oskarshamns hamn kunna urskiljas även om den kan betraktas som en stor punktkälla.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	2
1 BAKGRUND OCH SYFTE.....	5
2 ARBETSMETODIK OCH AVGRÄNSNINGAR.....	5
3 RESULTAT AV GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR.....	6
3.1 ALLMÄNT	6
3.2 NUVARANDE OCH HISTORISKA FÖRORENANDE VERKSAMHETER KRING HAMNEN.....	6
3.3 FÖRORENINGAR I SEDIMENT INOM HAMNBASSÄNGEN	7
3.3.1 Allmänt	7
3.3.2 Karaktär och utbredning.....	7
3.3.3 Tungmetallhalter och -mängder.....	7
3.3.4 Organiska miljögifter	10
3.4 FRIGÖRELSE, SPRIDNING OCH UPPTAG AV FÖRORENINGAR	12
3.4.1 Metallhalter i porvatten	12
3.4.2 Metallhalter i vattenmassan	13
3.4.3 Upptag av metaller i blåstång och blåmusslor	15
3.4.4 Föroreningar på ackumulationsbottnar utanför hamnen	17
3.4.5 Upptag i fisk.....	20
3.4.6 Föroreningar i sediment i Kätilfjärden.....	20
3.4.7 Metalltransportberäkningar.....	21
3.4.8 Transporter av organiska miljögifter.....	22
4 PRELIMINÄR RISKBEDÖMNING	23
4.1 ALLMÄNT.....	23
4.2 MILJÖRISKER.....	24
4.2.1 Hamnområdet.....	24
4.2.2 Kustområdet	24
4.2.3 Grunda fjärdar	25
4.2.4 Södra Östersjön.....	25
4.3 HÄLSORISKER	28
4.4 ÖVRIGA OLÄGENHETER	29
4.5 SAMMANTAGEN PRELIMINÄR RISKBEDÖMNING OCH OSÄKERHETER.....	29
5 REFERENSER.....	30

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 för närvarande 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 rapport är en lägesrapport med en preliminär riskbedömning som i första hand skall utgöra underlag för det seminarium projektgruppen håller med allmänhet och särskilt inbjudna 18/10 2004. Rapporten utgör också underlag för beslut om ytterligare undersökningar och utredningar krävs.

2 Arbetsmetodik och avgränsningar

Föreliggande rapport summerar resultaten av i huvudsak två undersökningsskedan; Dels en fas genomförd 1996-2000, dels den pågående förberedelsefasen år 2004. Följande rapporter har huvudsakligen utgjort underlag till denna rapport:

1. Oskarshamns hamnbassäng. Slutrapport Etapp 3. VBB VIAK, 2000-07-31.
2. O-hamn 2004:4. Svenska metalltransporter till Kalmarsund/Södra Östersjön. Golder Associates AB, Mars 2005.
3. O-hamn 2004:5. Tungmetallstatus i Kalmarsund/Södra Östersjön. Golder Associates AB, Mars 2005.
4. O-hamn 2004:6. Historisk inventering av utsläppskällor. Golder Associates AB, Mars 2005.
5. O-hamn 2004:7. Analys av befintliga metall- och vattenomsättningsberäkningar. Studsvik RadWaste AB, Mars 2005.
6. O-Hamn 2004:8. Batymeterisk undersökning av kustområdet. Marin Mätteknik AB, juni 2004.
7. O-hamn 2004:9. Biologisk beskrivning av kustområdet. WSP Environmental AB, Mars 2005.
8. O-hamn 2004:10. Kompletterande undersökningar i källområdet. Föroreningar och dess växelverkan med sedimenten i Oskarshamns hamn. Studsvik RadWaste AB. Mars 2005.
9. O-hamn 2004:15. Kompletterande undersökningar i källområdet. Fartygstrafikens påverkan på metaller i vattenmassan. Studsvik RadWaste AB. Mars 2005.
10. O-hamn 2004:16. Översiktlig miljöteknisk undersökning av potentiella ackumulationsbottnar i Oskarshamns kustområde. Studsvik RadWaste AB, Mars 2005.
11. O-hamn 2004:17. Fiskundersökningar i Oskarshamn. WSP Environmental AB, Mars 2005.
12. O-hamn 2004:18. Översiktlig miljöteknisk undersökning av sediment i Kättilfjärden. WSP Environmental AB, Mars 2005.

3 Resultat av genomförda undersökningar

3.1 Allmänt

Oskarshamns hamnbassäng är belägen i de centrala delarna av Oskarshamn, se **figur 1**. Arealen av det aktuella vattenområdet är ca 1 200 000 m². Vattendjupet är i medeltal ca 8 m, vilket innebär att vattenvolymen uppgår till ca 10 miljoner m³. I den inre delen av hamnen mynnar Döderhultsbäcken med en årsmedelvattenföring på ca i storleksordningen 0,5 m³/s. Övrig sötvattentillförsel utgörs av utsläpp från Oskarshamns kommunala avloppsreningsverk Ernemar, processavloppsvatten från Saft Nifes batterifabrik samt dagvatten från staden.



Figur 1 Oskarshamns hamnbassäng

Alltsedan mitten av 1800-talet har Oskarshamns hamn haft en stor betydelse för handel och transporter inom Östersjöregionen och har successivt utvecklats till en av de viktigaste svenska hamnanläggningarna i Södra Östersjön. Omfattande kajanläggningar har utförts genom utfyllnader i söder och i norr. Inledningsvis dominerade gods- och varvsverksamhet som under 1900-talets andra hälft ersatts och kompletterats med Gotlandstrafiken och fritidsbåttrafik. Utöver den direkta fartygstrafiken finns och har det funnits ett flertal verksamheter i anslutning till hamnen, bl a varv, tunga industrier, oljedepå (se nedan).

3.2 Nuvarande och historiska förorenande verksamheter kring hamnen

De verksamheter som utifrån nuvarande kunskap främst belastat hamnbassängen med föroreningar är:

- **Kopparverket**, som var beläget på södra sidan av hamnbassängen, tillverkade mellan 1918-1969 främst metallerna koppar, zink och järn samt oorganiska baskemikalier som svavelsyra och kalciumklorid. Verksamheten gav upphov till stora mängder fasta tungmetall- och järnhaltiga restprodukter och processavloppsvatten som släpptes ut i hamnbassängen. De metaller/halvmetaller som främst kan förknippas med verksamheten är koppar, zink, bly, kobolt, arsenik och järn.

- **Saft Nife AB**, som är beläget norr om hamnbassängen, har sedan 1917 tillverkat batterier. Verksamheten har sedan 1974 släppt ut behandlat processavloppsvatten och dagvatten främst innehållande nickel och kadmium i den inre delen av hamnbassängen. Verksamheten pågår alltså och har tillstånd att släppa ut 15 kg kadmium och 70 kg nickel per år.
- **Oskarshamns stad**, vars kommunala avloppsvatten före 1970 leddes obehandlat till hamnbassängen. Sedan dess har behandlat avloppsvatten från Ernemar släppts ut i södra delen av hamnbassängen. Avloppsvatten är främst förorenat av organiska substanser och näringsämnen men även tungmetaller förekommer. Innan avloppsreningsverket uppfördes och kemisk fällning infördes (1988) var sannolikt tungmetallutsläppen betydande. Utöver avloppsreningsverket tillförs föroreningar via stadens dagvattenledningar till hamnbassängen.

3.3 Föroreningar i sediment inom hamnbassängen

3.3.1 Allmänt

Sedan början av 1990-talet har provtagningar och kemiska analyser av sediment tagna i hamnbassängen genomförts. Undersökningarna har gett likartade resultat, vilka sammanfattas nedan.

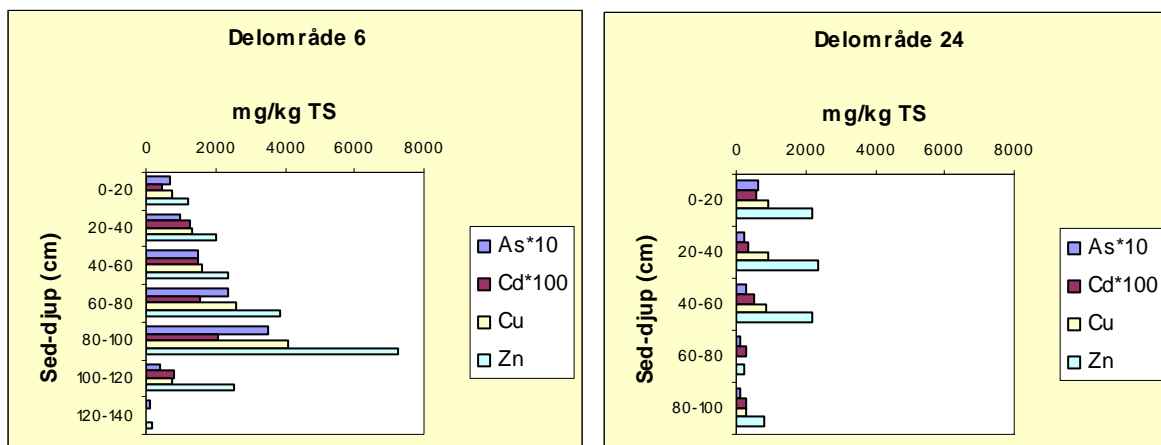
3.3.2 Karaktär och utbredning

Sedimenten i en stor del av hamnbassängen är lösa, d v s finkorniga och innehåller en relativt hög andel vatten och organiskt material. På botten i hamnen finns det dock också något fastare tungmetallhaltiga restprodukter från det gamla kopparverket. De förorenade sedimenten underlagras av fast morän alternativt något fastare gyttja. Bottnarna i hamnbassängen kan till stor del karakteriseras som s k ackumulationsbottnar, men sedimenten är störda p g a yttre påverkan (fartygstrafik). T ex har det inte varit möjligt att åldersbestämma de kraftigt omlagrade sedimenten.

Förorenade sediment har påträffats inom ca 750 000 m² i hamnbassängen (drygt 60 % av hamnbassängens yta). Mäktigheten av de förorenade sedimenten är i genomsnitt knappt 1 m, men varierar relativt kraftigt (0 - >2 m). I allmänhet är sedimenttjockleken mindre i de yttre delarna av hamnbassängen.

3.3.3 Tungmetallhalter och -mängder

Halterna av tungmetaller varierar kraftigt i djupled och i plan. I **figur 2** visas två haltprofiler, en från inre hamnbassängen och en från yttre. Av figuren framgår att i det ena delområdet (delområde 6 i inre delen av hamnbassängen) ökar tungmetallhalterna från ytan och nedåt varefter de sjunker kraftigt när ursprunglig naturlig botten nås, i detta fall en morän. I det andra exemplet sjunker halterna successivt från ytan och nedåt.



Figur 2 Exempel på vertikala haltutbredningar av tungmetaller i sediment inom Oskarshamns inre och yttre hamnbassäng.

I **tabell 1** redovisas en statistisk sammanställning av uppmätta halter av tungmetaller i hamnbassängens sediment för två undersökningar. Dels den sedimentkartering SCC genomförde år 2000 och där samlingsprover i skikt om 20 cm analyserats ned till opåverkad botten (0 - >2 m sedimentdjup), dels den undersökning Studsvik genomförd år 2004 då centimetervisa sedimentskikt ned till 40 cm djup undersöktes mer detaljerat. I tabellen jämförs beräknade statistiska mått med Naturvårdsverket bedömningsgrunder för kust och hav (NV Rapport 4914).

Tabell 1 Beräknade statistiska mått av tungmetallhalter i sediment inom Oskarshamns hamnbassäng (mg/kg TS).

Undersökning/Statistisk parameter	Zn	Cu	Pb	As	Co	Hg	Cd	Ni
SCC år 2000 (156 st)								
Medianvärde	1 500	600	350	30	20	0,7	7	40
Aritm. Medelvärde	2 500	1 000	700	140	100	1,0	11	80
90-percentil	6 300	2 400	1 800	310	120	2,0	23	120
Maxvärde	16 300	14 700	9 800	4 000	1 800	7,3	102	1 000
Studsvik 2004 (46 st)								
Medianvärde	1 500	900	452	70	20	1,8	8	50
Aritm. Medelvärde	2 500	1 500	1 200	310	40	2,1	12	50
90-percentil	6 800	4 000	2 900	780	90	4,0	29	80
Maxvärde	9 300	7 400	9 800	2 400	180	7,0	44	138
NV Stor avvikelse¹⁾	200	50	65	28	35	0,4	1,2	70
NV Mkt stor avvikelse¹⁾	360	80	110	45	60	1,0	3,0	100
Stockholm median²⁾	640	210	220	7		1,7	2,5	40

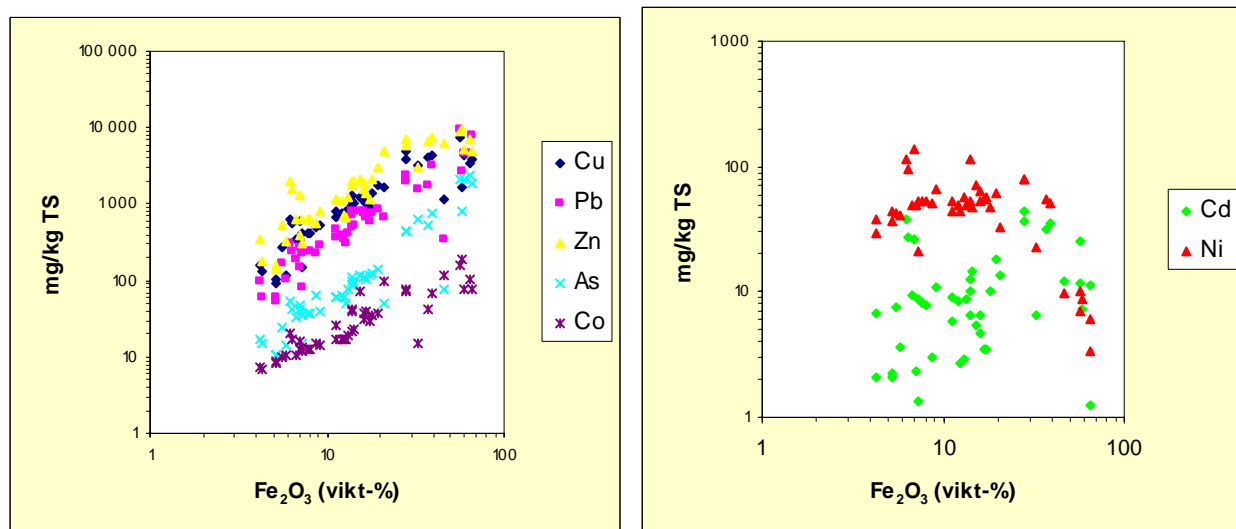
1) Bedömningsgrunder för miljökvalitet Kust och hav. NV Rapport 4914.

2) Beräknade medianvärden i yttliga sediment i Stockholms vattenområden.

Av tabellen framgår följande:

- De uppmätta halterna vid Studsviks undersökning år 2004 är för de flesta metaller något högre än vid SCCs undersökning år 2000, vilket sannolikt beror på att analysmetoderna skiljde sig åt. Analyserna av Studsviks prover gjordes med en starkare upplösningsmetod ("totalhalter").
- Sedimenten är tydligt förorenade av metallerna zink, koppar, bly, arsenik och kadmium. Föroreningsnivån av kvicksilver och kobolt är måttlig medan sedimenten inte kan betraktas vara förorenade av nickel.

Halterna av metallerna koppar, zink, bly, arsenik och kobolt korrelerar tydligt med järnhalterna i sedimentprover (se **figur 3**), vilket indikerar att dessa tungmetaller till övervägande delen härrör från samma källa; det nu nedlagda kopparverket. Kadmium och nickel korrelerar inte alls på samma tydliga sätt med järnhalterna, vilket kan tolkas som att dessa två metaller inte härrör eller inte enbart härrör från det nu nedlagda kopparverket. Med hänsyn till föroreningshistoriken är det troligt att dessa båda metaller härrör från Saft Nifes verksamhet.



Figur 3 Uppmätta halter av koppar, bly, zink, arsenik, kobolt, kadmium och nickel som funktion av järnoxidhalterna i sedimentprover från Oskarshamns hamnbassäng.

Utifrån uppmätta halter av metaller i sedimentprover har mängderna tungmetaller i sedimenten i Oskarshamns hamnbassäng beräknats. Resultaten av dessa beräkningar visas i **tabell 2**. Mängderna av tungmetaller kan betraktas som mycket stora.

Tabell 3 Beräknade mängder tungmetaller i sedimenten i Oskarshamns hamnbassäng.

Metall	Mängd (ton)
Zink	570
Koppar	250
Bly	160
Arsenik	28
Nickel	20
Kobolt	16
Kadmium	3
Kvicksilver	0,3

3.3.4 Organiska miljögifter

Ett begränsat antal (10 st) sedimentprover från hamnbassängen har analyserats m a p organiska miljögifter. Resultaten sammanfattas i **tabell 4** där statistiska mått jämförs med olika typer av jämförförden.

Tabell 4 Beräknade statistiska mått av organiska ämnen i sediment inom Oskarshamns hamnbassäng (mg/kg TS).

Statistiskt mått/jämförförde	PCDD&PCDF I-TEF ⁴ (ng/kg TS)	Summa tennorg. föreningar (µg/kg TS)	Summa PCB ₇ (µg/kg TS)	Summa PAH ₁₆ (µg/kg TS)
Antal >Det. gräns	10 prover	5 prover	8 prover	7 prover
Medianvärde	350	49	63	3 800
Medelvärde	840	312	84	4 500
90-percentil	1 700	830	177	9 500
Maxvärde	3 200	870	330	11 000
CCME PEL ¹⁾	21	-	189	-
NV Mkt höga halter ²⁾	-	-	150	25 000
Effektgräns Ospar ³⁾	-	0,2	-	-

1) Kanadensiska troliga effektnivåer i marina sediment.

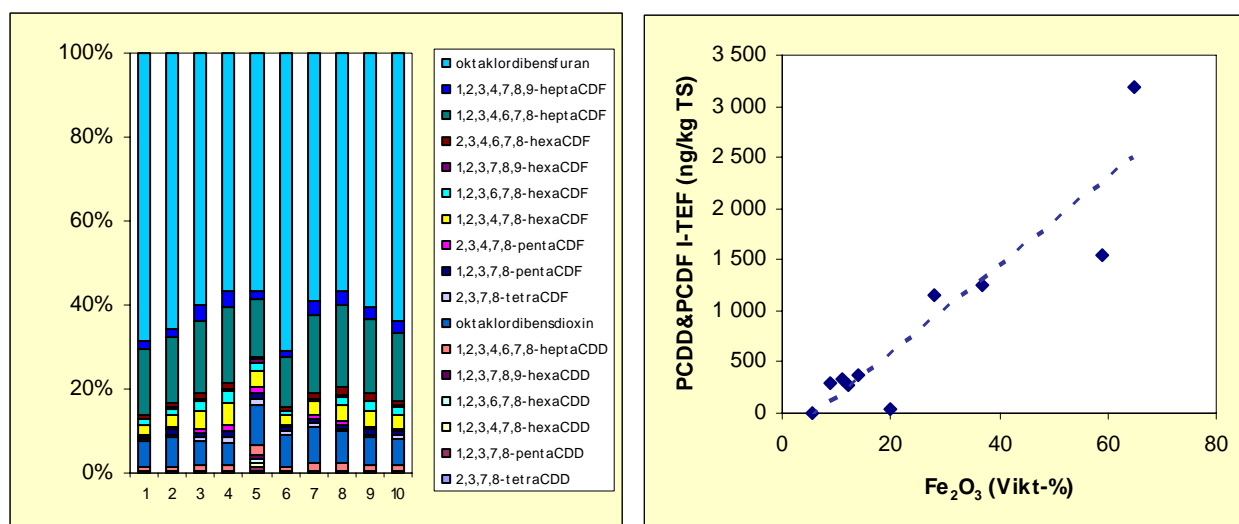
2) Nedre gräns för mycket höga halter enligt NVs bedömningsgrunder för miljö kvalitet Kust och hav (NV Rapport 4914), justerat med hänsyn till organisk halt i sedimenten.

3) Effektnivå Ospar för tributyltenn i havssediment enligt NVs bedömningsgrunder för miljö kvalitet Kust och hav. Justerat med hänsyn till organisk halt i sedimenten. Effektnivån är dock mycket osäker.

4) Summa polyklorerade dibensodioxiner och -dibensofuraner omräknade till toxicitetsekvivalenter.

Av tabellen och genomförda undersökningar framgår följande:

- De uppmätta halterna av summa PCDD och PCDF ("dioxiner") uttryckt i toxicitetskvivalenter är mycket höga och i vissa prover bland de högsta som uppmätts i svenska bottensediment. Typiska bakgrundshalter i ytliga sediment i södra Östersjön är ca 10 ng I-TEF/kg TS. Högst halter påträffades en bit ned i sedimenten utanför det f d kopparverket i den mellersta delen av hamnbassängen, medan halterna i yttre delen av hamnbassängen var lägst. Fördelningen av olika kongener är likartad och en förhållandevis god korrelation mellan dioxinhalter och järnhalter i näraliggande sedimentprover finns (se **figur 4**), vilket dels tyder på att dioxinerna har samma ursprung, dels att källan till dioxinerna troligen härrör från det nu nedlagda kopparverket. Tänkbara processer som kan ha medverkat till bildning av dioxiner är klorerad rostning samt sintring av järn. Det finns också starka misstankar om att koppar är en effektiv katalysator för dioxinbildning (Jernkontoret, 2003 samt <http://www.ping.be>).
- Tennorganiska föreningar, främst tributyltenn (TBT), förekommer i förhållandevis höga halter i sedimentprover tagna i småbåtshamnen och i den inre delen av hamnbassängen. Källan till dessa är troligen båtbottnfärger som tidigare innehöll mycket höga halter av TBT. Nyligen genomförda undersökningar av SGU har visat att halterna av tennorganiska föreningar ofta är mycket höga (500 – 1 000 µg/kg TS) i svenska hamnar (Havsmiljön, september 2003).
- Övriga analyserade organiska miljögifter förekommer i förhållandevis måttliga halter och kan inte betraktas som onormalt höga i hamnar.



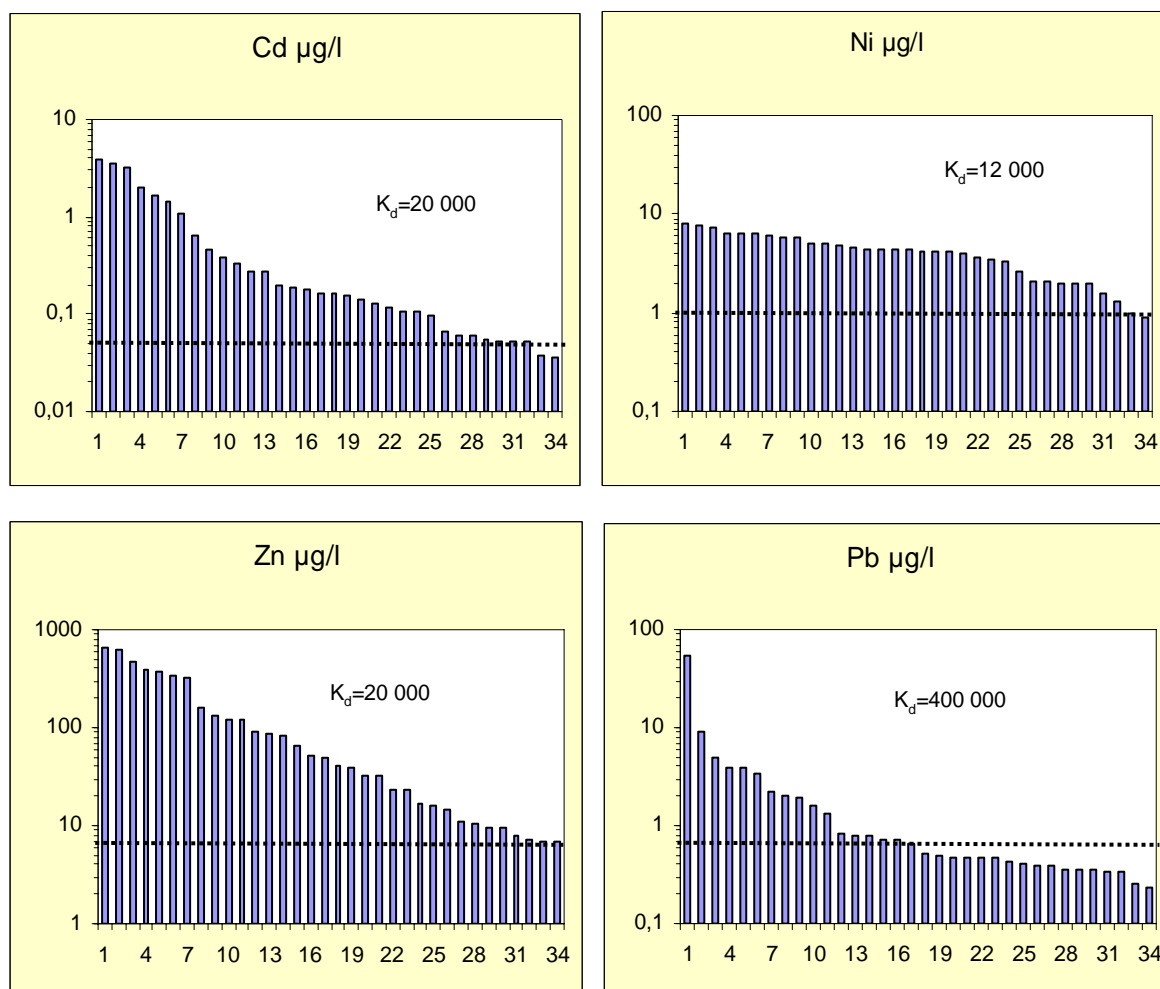
Figur 4 Fördelningen av olika PCDD&PCDF i sedimentprover från Oskarshamns hamnbassäng samt uppmätta halter av PCDD&PCDF som funktion av järnhalter i sedimentprover.

Beroende på det ringa antalet analyserade sedimentprover är mängduppskattningar av organiska miljögifter mycket osäkra. En överslagsberäkning baserat på ett beräknat medianvärde visar att mängden PCDD&PCDF som I-TEF i sedimenten i Oskarshamns hamnbassäng kan uppgå till i storleksordningen 100 gram, vilket kan betraktas som en förhållandevis stor föroreningskälla.

3.4 Frigörelse, spridning och upptag av föroreningar

3.4.1 Metallhalter i porvatten

I **figur 5** visas uppmätta halter av ett urval metaller i porvattnet i sedimenten inom Oskarshamns hamnbassäng. I figurerna visas också beräknade genomsnittliga fördelningskoefficienter avseende kvoten mellan halt i fast fas och halt i porvatten (K_d med enhet l/kg) samt typiska totalhalter av respektive metall i vattenmassan i hamnbassängen ovanför sedimenten (streckad linje). Ju högre K_d är desto mindre mobil är metallen i den aktuella miljön.



Figur 5 Uppmätta halter av kadmium, nickel, zink och bly i porvatten i sedimentprover tagna i Oskarshamns hamnbassäng. I figurerna visas också beräknade genomsnittliga K_d (l/kg) samt genomsnittliga metallhalter i vattenmassan ovan sedimenten.

Undersökningarna har sammanfattningsvis visat följande:

- Järnhalterna är förhöjda eller t o m mycket höga (flera tiotals mg/l), vilket indikerar syrefattiga förhållanden i sedimenten. Endast de övre centimetrarna av sedimenten verkar vara syrerika. Kobolt och arsenik uppvisar en tydlig trend att frigöras tillsammans med järn. För arsenik är detta ett känt fenomen, då arsenitjonen som är stabil vid reducerande förhållanden är mer löslig än arsenat. Vidare

kan konstateras att porvattnet i sedimenten ställvis innehåller mycket höga lösta fosforhalter, vilket sannolikt förklaras av de starkt reducerande förhållandena.

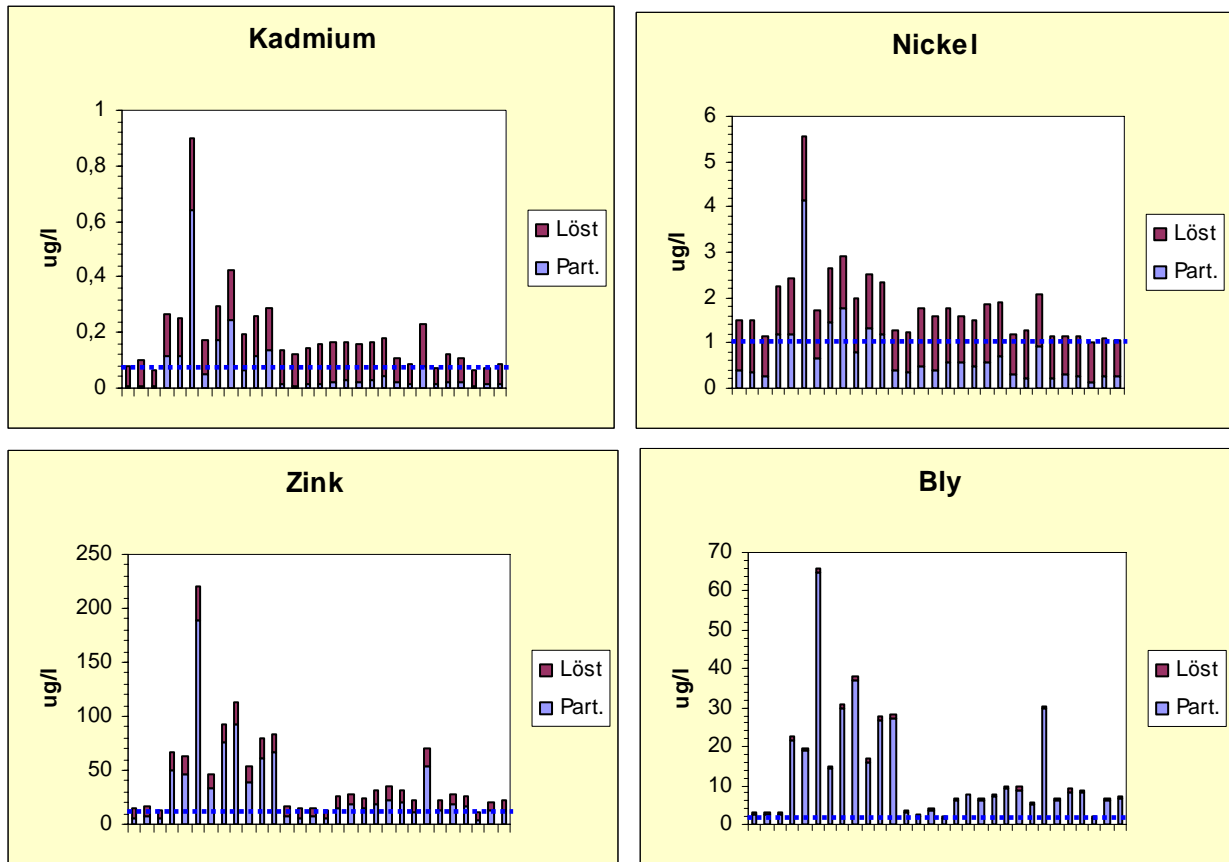
- Metallerna är generellt sett starkt bundna till sedimentpartiklar och de lösta halterna är förhållandevis låga mot bakgrund av de extremt höga halter som uppmäts i den fasta fasen.
- Störst relativ mobilitet (lägst genomsnittligt K_d) verkar kobolt, arsenik och nickel ha. Minst mobilitet har bly och koppar. Kadmium och zink intar ett mellanläge.
- I förhållande till uppmätta halter i vattenmassan vid ostörda förhållanden, är halvförhöjningarna i porvattnet störst för zink, arsenik och kobolt (i snitt ca 10 ggr) och minst för koppar och bly (i snitt <2 ggr).

3.4.2 Metallhalter i vattenmassan

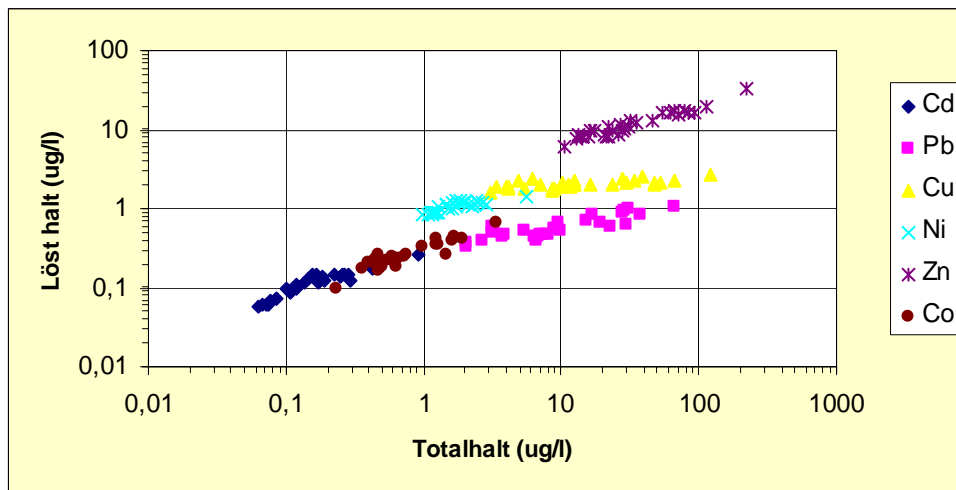
Prover av ytvatten har dels tagits vid ostörda förhållanden i hamnbassängen, dels i samband med fartygstrafik då mer eller mindre omfattande uppvirvling av sediment från botten skett. Proverna har tagits vid flera tillfällen på olika djup i inre delen av hamnbassängen och i hamnbassängens yttre del. Vid provtagningarna under störda förhållanden har partikelburna såväl som lösta metaller analyserats. I **figur 6** illustreras resultaten för ett urval metaller.

Av genomförda undersökningar framgår sammanfattningsvis följande:

- Vid ostörda förhållanden, d v s när ingen fartygstrafik pågår, är halterna av samtliga metaller i den inre delen av hamnbassängen något högre än i den yttre delen. Halterna i den yttre delen är samtidigt marginellt högre än i Kalmarsund. I jämförelse med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för metaller i sötvatten kan halterna av samtliga metaller betraktas som mycket låga eller låga.
- I samband med fartygstrafik (störda förhållanden) stiger halterna av metaller lokalt i vattenmassan. Förhöjningarna är störst för de metaller som förekommer i högst halter i sedimenten; koppar, zink och bly. Förhöjningen är relativt sett minst för nickel medan övriga metaller intar ett mellanläge. De maximalt uppmätta totalhalterna kan betraktas som mycket höga.
- Vid ostörda förhållanden föreligger en mycket stor del av kadmium och nickel i löst form (70 – 90 %), medan bly endast till knappt 20 % är löst. Övriga metaller intar ett mellanläge med ungefär 50 % löst och 50 % partikelbundna.
- Vid störda förhållanden minskar generellt andelen lösta metaller i vattenmassan, men halterna av lösta metaller ökar (se **figur 7**), vilket tyder på en viss frigörelse av lösta metalljoner/komplex från sedimenten. Störst frigörelse av lösta metaller sker relativt sett av kadmium, kobolt och zink, medan lösta koppar- och blyjoner/komplex frigörs i relativt sett minst omfattning.



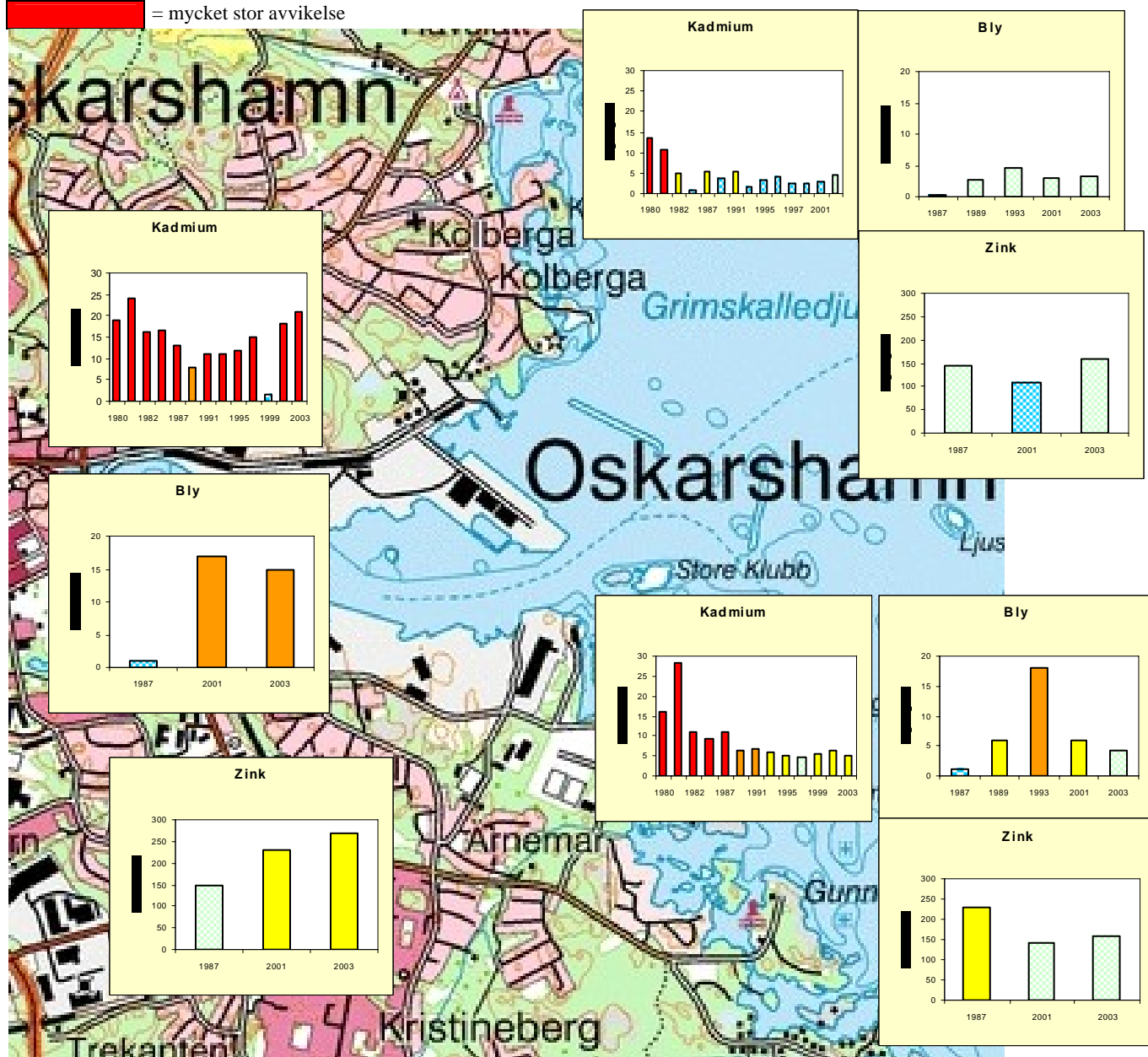
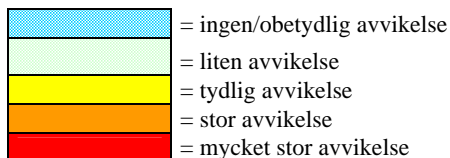
Figur 6 Uppmätta lösta och partikelbundna halter av kadmium, nickel, zink och bly vid störda (staplar) respektive ostörda (streckad linje) förhållanden i Oskarshamns hamnbassäng.



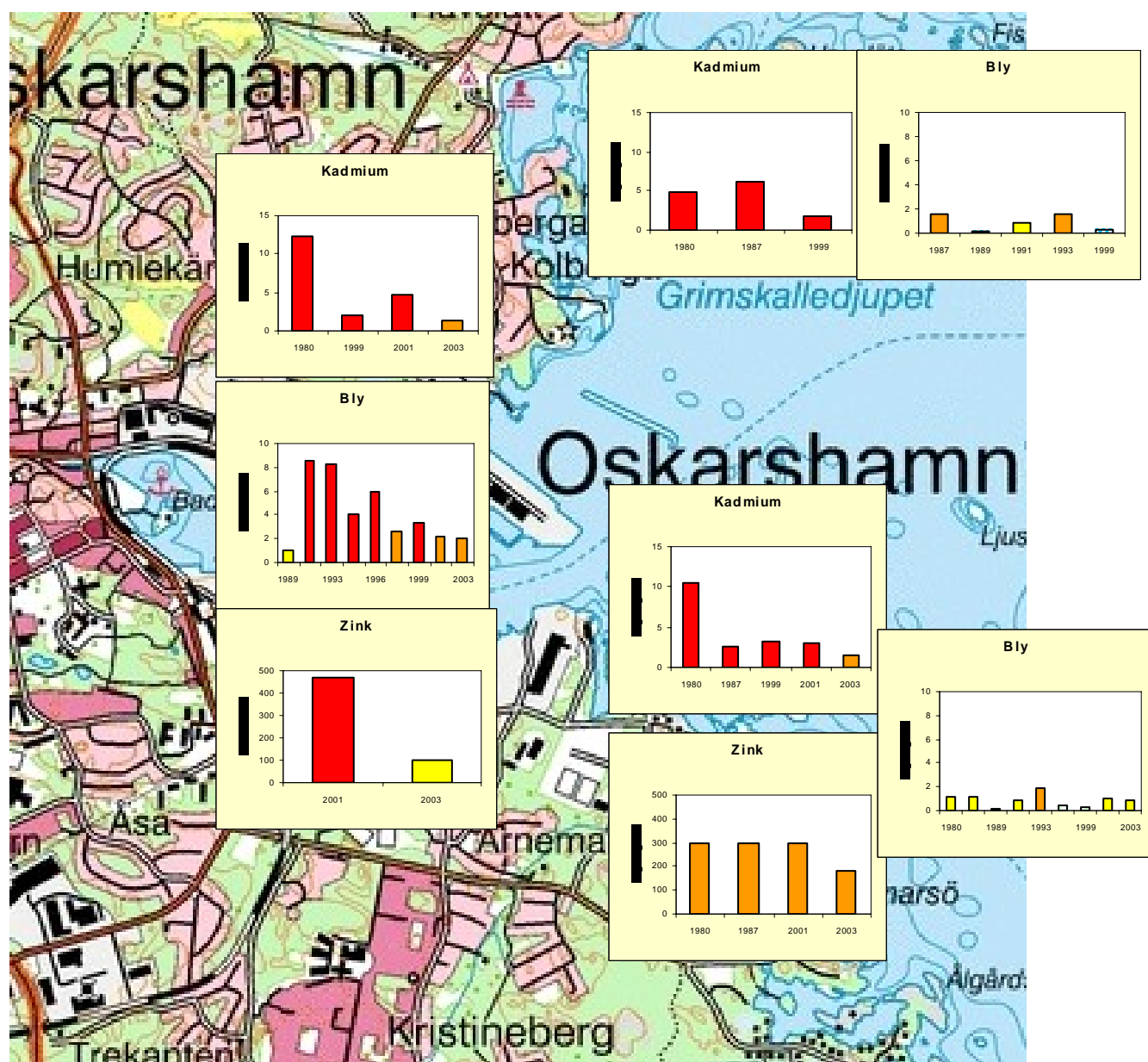
Figur 7 Uppmätta lösta metallhalter som funktion av uppmätta totalhalter i Oskarshamns hamnbassäng vid störda förhållanden.

3.4.3 Upptag av metaller i blåstång och blåmusslor

Inom ramen för Kalmar läns kustvattenkontrollprogram har blåmusslor och blåstång på grunt vatten mer eller mindre regelbundet provtagits och analyserats m a p metaller. Resultaten för ett urval metaller beträffande upptag i blåmusslor och blåstång i hamnbassängen, omedelbart norr respektive söder om hamnutloppet illustreras i **figur 8** respektive **9**. I figurerna jämförs med Naturvårdsverkets jämförvärde enligt följande;



Figur 8 Uppmätta halter av kadmium, zink och bly i blåmusslor inom, norr och söder om Oskarshamns hamnbassäng.



Figur 9 Uppmätta halter av kadmium, bly och zink i blåstång inom, norr och söder om Oskarshamns hamnbassäng.

Av genomförda undersökningarna framgår följande:

- I Oskarshamns hamnbassäng är upptaget av metallerna koppar, zink, bly och kadmium stort i blåstång och blåmusslor. Avvikelsen gentemot jämförvärden är i regel stor eller mycket stor. Inga uppenbara förändringar kan utläsas i tiden. För övriga analyserade metaller, kvicksilver och nickel är avvikelserna obetydliga eller små.
- Norr och i synnerhet söder om hamninloppet 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 ligger på samma nivå som vid övriga stationer i Kalmarsund.

De påvisade förhöjda upptagen av främst zink men också kadmium utanför hamnbassängen indikerar att det sker en spridning av dessa båda metaller från hamnbassängen främst söderut i Kalmarsund. Blåstång anses främst ta upp lösta metaller, varför resultaten indikerar att lösta zink- och kadmiumjoner/komplex sprids från hamnbassängen. För övriga metaller kan inga påvisbara förhöjda upptag i blåmussla eller i blåstång utläsas utanför hamnbassängen.

3.4.4 Föroreningar på ackumulationsbottnar utanför hamnen

Oskarshamns kustområde såväl som Kalmarsund i sin helhet karakteriseras av relativt höga strömningshastigheter och bottenarna är i regel s k erosions- eller transportbottnar. På sådana bottnar sedimenterar inte fina partiklar varför några betydande föroreningshalter heller inte påträffas. D v s det är ingen mening med att provta sådana bottnar för att utvärdera eventuell föroreningspåverkan.

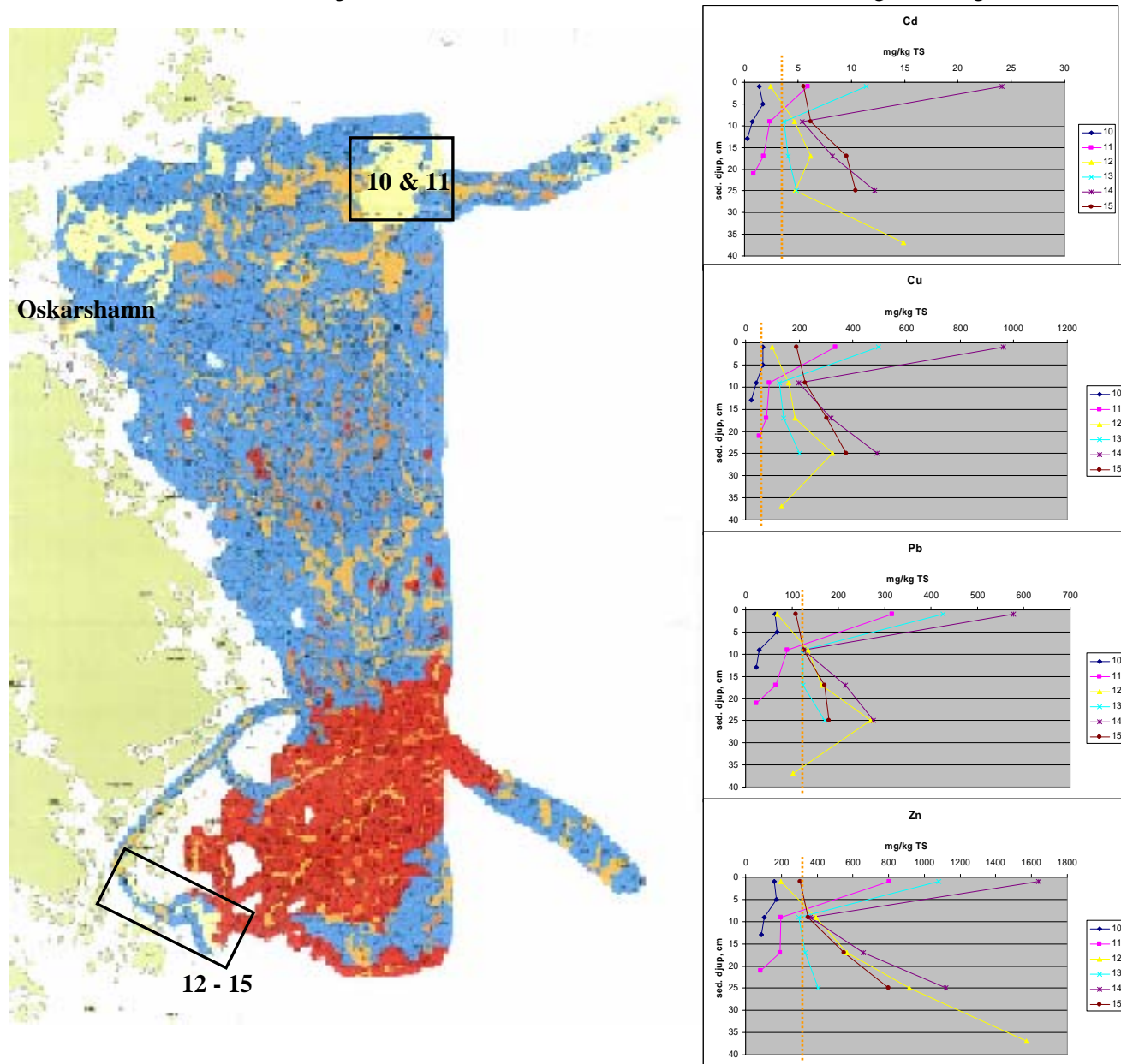
I syfte att identifiera förekomsten av sammanhängande mjukbottnar där förutsättningar för ackumulation av fina partiklar (och föroreningar) finns genomfördes under våren 2004 en batymetrisk undersökning utanför Oskarshamns hamnutlopp. Resultaten av dessa undersökningar visade att större delen av undersökningsområdet (ca 25 km²) utanför Oskarshamn utgjordes av transport/erosionsbottnar av morän, sand eller kalt berg. Rakt österut finns dock ett ganska brett stråk med mjuka bottnar på relativt stora vattendjup och ca 5 km söder om hamnutloppet finns ett begränsat område med mjuka bottnar (ljusgula områden i **figur 10**). Den sammanlagda ytan av mjuka bottnar uppskattas till knappt 2 km², d v s mindre än 10 % av den sammanlagda bottenarean inom undersökningsområdet. Inom dessa potentiella ackumulationsbottnar har sedimentprover tagits i sex punkter.

Resultaten i form av analyser av ett urval metaller illustreras i **figur 10**. I figuren jämförs uppmätta halter med nedre gränsen för trolig påverkan av punktkälla för havssediment. Resultaten visar sammanfattningsvis följande:

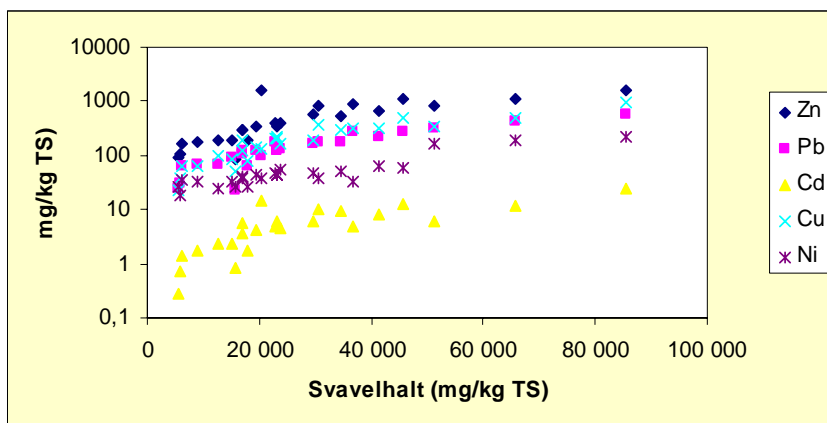
- De undersökta bottenarna kan karakteriseras som s k ackumulationsbottnar med låga TS-halter (10 – 15 %) och relativt höga halter organiskt material (10 – 15 % av TS). Lukten av svavelväte var tydlig i sedimentproverna vilket tyder på starkt reducerande förhållanden. Flera metaller visar också en tydlig korrelation med svavelhalterna i sedimenten (se **figur 11**), vilket kan indikera att de binds in i sedimenten som sulfider, som är ytterst stabila vid syrefattiga förhållanden.
- Halterna av kadmium, koppar, zink och bly i det ytligaste skiktet (0-2 cm) kan betraktas som höga till mycket höga (stor-mycket stor avvikelse enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder). Även halterna av nickel, kobolt och arsenik är ställvis höga till mycket höga i det ytligaste sedimentskiktet. Halterna är betydligt högre än vad som tidigare uppmätts i sediment i Kalmarsund.
- I vissa punkter stiger metallhalterna mot ytan medan det omvända gäller i andra punkter.
- I sediment med höga föroreningsnivåer liknar fördelningen mellan vissa metaller den som finns i sedimenten i hamnbassängen, t ex fördelningen mellan bly, koppar och zink. För andra metaller, t ex

kadmium, nickel och kobolt, liknar inte halfördelningen alls den som finns i hamnbassängens sediment.

- Något förhöjda halter av dioxiner har uppmätts i proverna, 2 - 4 ggr högre än normal bakgrundshalt i östersjön. Dioxinsammansättningen liknar den som finns i hamnbassängen, vilket tyder på att dioxinerna har samma källa.
- Om de uppmätta halterna är representativa för de ackumulationsbottnar som identifierats utanför Oskarshamns hamnbassäng finns i storleksordningen 1 ton av vardera arsenik och kadmium, 5 ton nickel, 20 ton av vardera koppar och bly och ca 40 ton zink i de övre 30 cm av sedimenten. D v s 10 - 30 % av de metallmängder som beräknats finnas i sedimenten i hamnbassängen i nuläget.

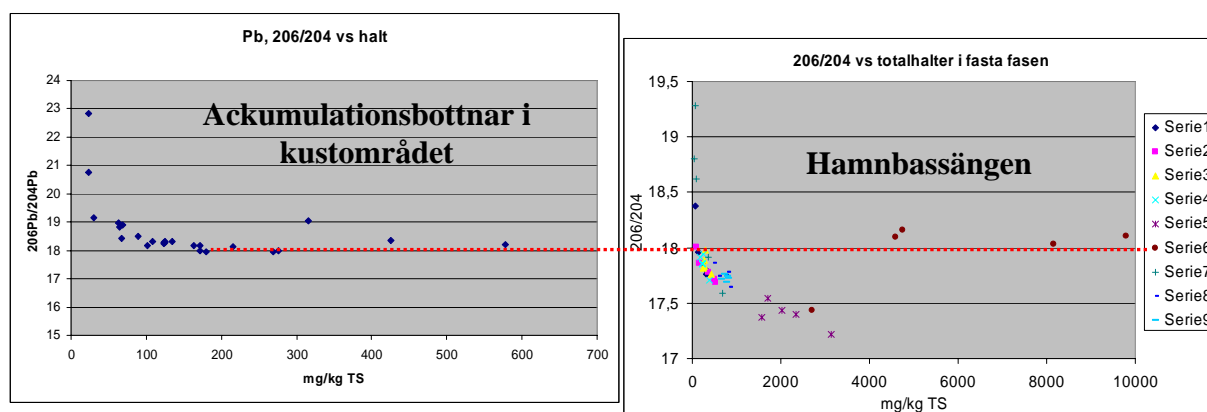


Figur 10 Uppmätta metallhalter inom ackumulationsbottnar i Oskarshamns kustområde. Halter jämförs med Naturvårdsverkets nedre gräns för trolig påverkan av punktkälla för havssediment.



Figur 11 Uppmätta metallhalter som funktion av svavelhalter i sedimentprover tagna inom ackumulationsbottnar utanför Oskarshamns hamn.

För att undersöka om de förhöjda metallhalter som påvisats i ovan nämnda ackumulationsområden härrör från sedimenten i Oskarshamns hamnbassäng har fördelningen mellan olika blyisotoper analyserats och utvärderats. Utvärderingen visar att blyet som påträffas i de mest förorenade sedimentprover i Oskarshamns kustområde och i Oskarshamns hamn har nästan identisk isotopsammansättning. Blyet som kontaminerat ackumulationsbottnarna i Oskarshamns kustområde härrör därmed sannolikt från sedimenten i Oskarshamns hamnbassäng. I **figur 12** illustreras resultaten där kvoten mellan Pb206 och Pb204 som funktion av totalhalten bly i sedimentprover från ackumulationsbottnarna i kustområdet respektive hamnbassängen. Sedimentprover med de högsta halterna av bly har tagits utanför det f d kopparverket (serie 6 i **figur 12**).



Figur 12 Kvoter mellan Pb206 och Pb204 som funktion av uppmätta totalhalter i sedimentprover från kustområdet respektive Oskarshamns hamnbassäng.

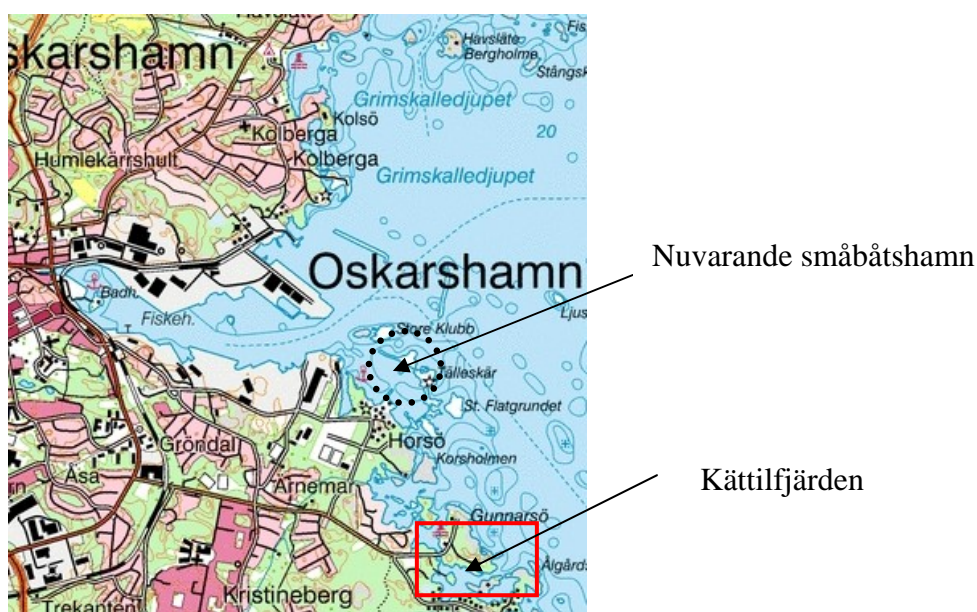
Resultaten av de genomförda undersökningarna i ackumulationsbottnar öster och söder om Oskarshamns hamnutlopp visar att det sker en spridning av bly från sedimenten i hamnbassängen. Inga tecken på att spridningen minskat med tiden kan utläsas, snarare tvärtom. Mycket tyder också på att de kraftigt förhöjda halterna av koppar och zink som uppmäts i sedimenten i ackumulationsområdena orsakas av spridning från hamnbassängens sediment. Vad gäller kadmium och nickel så är haltnivåerna i sediment lika höga eller högre i kustområdet än i hamnbassängen till skillnad från metallerna koppar, zink och bly, som är betydligt högre i hamnbassängen. Mycket tyder således på att själva sedimenten i hamnbassängen till mindre del orsakar den påverkan av i synnerhet nickel men även av kadmium som kan påvisas i ackumulationsområdena

utanför hamnbassängen. Utifrån genomförda undersökningar finns tecken på att även dioxiner från hamnbassängen påverkar samma områden.

3.4.5 Upptag i fisk

För att få en uppfattning om det sker ett betydande upptag av föroreningar i fisk i området har abborrar och flundror på fyra platser analyserats m a p tungmetaller och dioxiner. Både små och stora fiskar har fångats i hamnbassängen, på två av de djupt liggande ackumulationsbottnar som redovisats ovan samt i en grund fjärd (Kättilfjärden, se **figur 13**) ungefär 1 km söder om hamninloppet. Resultaten visar följande:

- Tungmetallhalterna i abborrar ligger generellt i nivå med eller något högre än den närmaste referensstationen i Östersjön. Inga systematiska skillnader föreligger mellan de provtagna lokalerna, d v s upptaget kan inte sägas vara högre i hamnbassängen än utanför.
- Blyisotopmönstret i fisk indikerar att det bly som fiskarna tar upp i Oskarshamnsområdet har sitt ursprung från det gamla kopparverket.
- Halterna av tungmetaller och dioxiner i fisk från Oskarshamnsområdet ligger långt under Livsmedelsverkets gränsvärden för fiskkonsumtion.



Figur 13 Lokalisering av Kättilfjärden. På kartan syns inte de piranläggningar som genomfördes i början av 1970-talet då småbåtshamnen anlades.

3.4.6 Föroreningar i sediment i Kättilfjärden

I Kättilfjärden togs även sedimentprover vid tre stationer. I två av tre stationer är metallhalter lägre i ytsedimenten för att successivt öka nedåt, vilket skulle kunna indikera en minskad belastning över tiden. Denna minskning i belastning kan möjligen helt eller delvis förklaras av den förändrade strömningssituation som igenfyllningen av södra delen av småbåtshamnen troligen innebar (se **figur 13**). Denna igenfyllning skedde i början av 70-talet. Uppmätta halter i de ytligaste sedimenten är låga i förhållande till uppmätta halter i ackumulationsområdena söder och öster om hamninloppet, medan halterna i djupare sediment (ca 15 cm under överytan) är betydligt högre och indikerar tydlig påverkan av punktkälla. Det förekommer dock områden längs fjärdens strandområden som fyllts ut med okända massor, varifrån spridning av metaller inte kan uteslutas.

3.4.7 Metalltransportberäkningar

Flera företag har beräknat transporter av metaller från Oskarshamns hamnbassäng till Kalmarsund utifrån uppgifter om vattenomsättning (flöden) och uppmätta halter i vattenmassan. Beräkningarna är förknippade med relativt stora osäkerheter då såväl flöden som halter i vattenmassan varierar i tid och rum samt att endast marginella skillnader föreligger mellan metallhalter i vattnet inom hamnbassängen och utanför. Beräkningarna har genomgående baserats på uppmätta metallhalter i hamnbassängen vid relativt ostörda förhållanden (ingen fartygstrafik).

Resultaten visar att vattenflödet in och ut från hamnen till största delen styrs av vindhastighet och vindriktning och till övervägande delen utgörs av vatten från Kalmarsund. Vid höga vindhastigheter ökar flödena och vice versa. Under det år (1999) flödessimuleringar genomförts har det genomsnittliga vattenflödet ut från hamninloppet i genomsnitt varit ca 50 m³/s. Vindmässigt anses inte 1999 skilja sig särskilt mycket år från ett normalår.

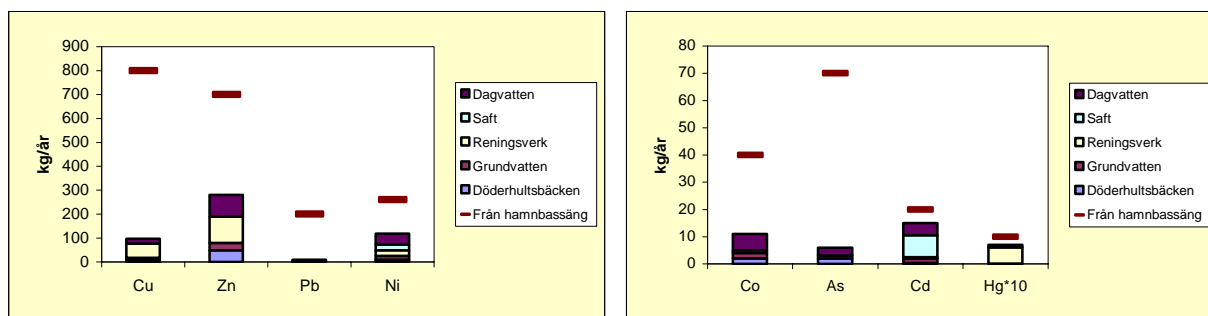
I **tabell 5** redovisas en sammanställning av resultaten av de metalltransportberäkningar som genomförts. Något förenklat kan sägas att beräkningsmodell 1 utgått från årsvisa beräknade aritmetiska medelvärden av dels vattenflödena, dels uppmätta halter i yttre delen av hamnbassängen. Beräkningsmodell 2 har i stället arbetat med dygnsvisa vattenflöden och simulerade metallhalter utifrån en korrelationsanalys mellan uppmätta metallhalter i vatten och vattentemperatur och -flöde. Av tabellen framgår att beräkningarna för en del metaller skiljer sig markant från varandra, t ex zink, nickel och arsenik. Vidare framgår att den verkliga transporten av ett flertal metaller kan ligga inom ett relativt vitt intervall, vilket belyser osäkerheterna. Det bör dock återigen noteras att transportberäkningarna genomgående baseras på metallhalter uppmätta vid ostörda förhållanden i hamnbassängen, vilket därigenom betyder att de verkliga metalltransporterna kan vara högre än de beräknade.

Tabell 5 Beräknade metalltransporter från Oskarshamns hamnbassäng (i kg/år).

Ämne	Beräkningsmodell 1		Beräkningsmodell 2
	Bästa skattning	90-% konfidensintervall ¹⁾	
Zink	3 000	150 – 8 000	730
Koppar	700	50 - 800	800
Nickel	600	20 - 1500	250
Arsenik	350	40 - 900	70
Bly	250	0 - 600	200
Kobolt	50	10 - 100	40
Kadmium	20	2 - 50	20
Kvicksilver	0,8	0 - 2	0,8

1) Om de uppmätta metallhalterna är representativa och normalfördelade så ligger den verkliga transporten med 90 % sannolikhet inom det angivna intervallet.

I sammanhanget har också utsläppen av metaller från källor belägna kring hamnbassängen beräknats. Resultaten av dessa beräkningar illustreras i **figur 14**, där de beräknade utsläppen från landbaserade källor jämförs med de uppskattade metalltransporterna ut från hamnbassängen (beräkningsmodell 2).



Figur 14 Beräknade utsläpp från landbaserade källor till Oskarshamns hamnbassäng i relation till beräknade uttransporterade metallmängder från hamnbassängen till Kalmarsund.

Av figuren framgår att utsläppen av nickel, kadmium och kvicksilver från landbaserade källor är stora i förhållande till de beräknade transporterna ut från hamnen (>50 %). De beräknade utsläppen av koppar, arsenik och bly från landbaserade källor är dock förhållandevis små (<15 % av uppskattade transporter ut från hamnbassängen) medan utsläppen av zink och kobolt intar ett mellanläge (30 – 40 %). Hur stor del av de landbaserade utsläppen som ackumuleras i hamnens sediment respektive sprids vidare ut till Kalmarsund är okänt. Utsläppen från landbaserade källor kan emellertid vara potentiellt betydelsefull för transporterna ut från hamnen, i synnerhet om sedimenten i hamnbassängen åtgärdas.

3.4.8 Transporter av organiska miljögifter

Underlaget för att beräkna transporter av miljögifter ut från hamnbassängen är så begränsat att några meningsfulla transportberäkningar inte kan göras. Genomförda dioxinanalyser av sediment tagna utanför hamnbassängen indikerar dock kvalitativt att dioxiner från hamnbassängen har spridits till Kalmarsund.

4 Preliminär riskbedömning

4.1 Allmänt

De undersökningar och utredningar som genomförts visar att botten inom stora delar av Oskarshamns hamn är täckta av lösa sedimenten som allmänt är kraftigt förorenade av tungmetallerna bly, koppar, zink och arsenik. Dessa metaller bedöms till största delen härröra från historiska utsläpp från det nedlagda kopparverket invid hamnbassängen. Vissa sediment i hamnbassängen liknar t o m de fasta restprodukter som bildades i verket. Utifrån ett begränsat analysunderlag finns även indikationer på att vissa restprodukter från kopparverket och därmed sedimenten i hamnbassängen innehåller betydande halter av dioxiner. Ställvis finns även förhöjda halter av metallerna kadmium och nickel i sedimenten, vars förekomst dock inte direkt kan kopplas till det nedlagda kopparverket.

Flera oberoende studier har påvisat att det sker en spridning av metaller ut från hamnbassängen. Kvantitativa beräkningar har stärkts med analyser av blåstång utanför hamnbassängen vad avser spridning av zink och kadmium och med analyser av sediment i ackumulationsbottnar utanför hamnen vad avser bly, koppar och zink. Utifrån genomförda undersökningar har följande primära spridningsmekanismer bedömts som mest troliga för de olika metallerna:

- Koppar, bly och zink sprids huvudsakligen i partikulär form, varvid den uppvirvling av bottensediment som sker vid trafik med större båtar sannolikt är av central betydelse.
- Kadmium och nickel sprids huvudsakligen i löst form, varvid den tillförsel som sker från landbaserade källor kring hamnbassängen troligen är mest betydelsefull i nuläget.

Metaller som sprids utanför hamninloppet blandas successivt ut med Östersjövatten men en del ackumuleras i de avgränsade områden med mjuka bottnar som finns öster och söder om Oskarshamns hamnbassäng. Inga tydliga tecken finns på att spridningen av metaller från hamnbassängen har minskat över tiden till dessa områden. Undersökningarna tyder också på att betydande spridning av metaller från hamnbassängen förr också skedde till grunda fjärdar söder om hamninloppet, men att denna spridning nu är avsevärt mindre. Det finns även tecken på att dioxiner sprids från hamnbassängen till kustområdet.

Med hänsyn till förorenings- och spridningsbilden är således påverkansområdet relativt stort och utgörs av:

- själva hamnbassängen
- kustområdet med ackumulationsbottnar på stort vattendjup öster och söder om hamninloppet
- grunda fjärdar i hamnens närhet
- Södra Östersjön.

Nedan belyses kortfattat riskbilden och en preliminär bedömning görs för respektive område.

4.2 Miljörisker

4.2.1 Hamnområdet

Skyddsvärdet för de djur och växter som finns eller som söker föda i hamnbassängen får med hänsyn till nuvarande användning betraktas som lågt. Det innebär att betydelsen av den påverkan som kan ske av föroreningar är av ringa intresse och trots allt kanske är mindre betydelsefull än den påverkan som sker p g a hamnverksamheten i sig. Nedan illustreras riskbilden vad avser föroreningar:

Sedimentlevande organismer: Uppmätta halter av flera metaller, dioxiner och organiska tennföreningar överskrider allmänt de nivåer där någon form av effekt troligen uppträder på känsliga organismer (CCME PEL, 2004). Utifrån jämförelser med holländska riktvärden för sediment, överstiger halterna av koppar och dioxiner de nivåer där allvarliga effekter kan förväntas (RIVM, 2001 SRC_{Eco} – en nivå där 50 % av arterna eller de ekologiska processerna i ett ekosystem kan påverkas).

Vattenlevande organismer: Uppmätta halter av metaller i vattenmassan underskrider under större delen av tiden de nivåer där påverkan av de mest känsliga arterna kan ske (CCME Marine Aquatic life, 2004). Temporärt och lokalt vid fartygstrafik kan dock möjligen halterna av vissa metaller nå sådana nivåer att akuttoxiska effekter uppträder.

Semiakvatiska djur: Med semiakvatiska djur menas i detta fall huvudsakligen fåglar som vistas och som söker föda inom hamnområdet. Med hänsyn till de förhöjda upptag av flera metaller som uppmätts i musslor och blåstång kan risken för påverkan av fåglar som regelbundet söker föda i hamnbassängen inte uteslutas. Troligen är dock såväl antalet arter och individer som regelbundet söker föda i hamnbassängen begränsat.

Om inga åtgärder vidtas bedöms liknande riskbild bestå under överskådlig tid.

4.2.2 Kustområdet

Inom ramen för kustvattenkontrollen i Kalmar län har kustvattenekosystemet i Oskarshamnsområdet beskrivits. Liksom i övriga delar av länet har storskaliga förändringar i kustvattenekosystemet relaterade till pågående eutrofiering (övergödning) dokumenterats. Mjukbottenfaunan, d v s smådjur på mjuka botten, i Oskarshamns hamns närområde bedöms reducerad, både vad avser antalet individer och antalet påträffade arter. Detta kan bero på eutrofiering med tillhörande problem med syrefria botten och/eller förekomst av föroreningar. En noterad ökning av artantalet utanför hamnen kan indikera att förutsättningarna har förbättrats över tiden.

Inga biologiska undersökningar har genomförts i de mjuka botten med höga föroreningshalter som påvisats på relativt stora vattendjup (ca 20 m) dels ca 5 km söder om Oskarshamns hamn, dels öster om hamninloppet. Sannolikt är det dock svårt att särskilja eventuella effekter på bottenfauna av metaller från den överskuggande effekt i form av syrefria botten som eutrofieringen innebär. Eutrofieringen innebär också sannolikt att dessa botten f n inte utgör särskilt viktiga födoområden för fiskar, varför metallspridning uppåt

i näringskedjan begränsas. Om eutrofieringssituationen förbättras och aktuella mjukbottnar syresätts kan riskbilden förändras i och med att födotillgången och därigenom upptaget av metaller i fisk och vidare till fåglar ökar i betydelse. Mycket tyder vidare på att metallerna i aktuella ackumulationsområden är bundna till sulfider, som så länge miljön är syrefri är extremt stabila, men som kan frigöras om miljön blir syrerik. Mätningar i fisk, som visat normala halter av tungmetaller, styrker hypotesen om att metallerna för närvarande inte sprids uppåt i näringskedjan.

I Oskarshamnsområdet, liksom längs hela Kalmar läns kust, har blåstångens djuputbredning och förekomst minskat, vilket bedöms orsakas av eutrofieringen. Under senare år har förändringarna i Oskarshamnsområdet varit små och en viss förbättring i täthet och utbredning indikeras. Metallspridningen från Oskarshamns hamn bedöms inte inverka på blåstången utanför hamnområdet.

En nedgång i de kustnära bestånden av abborre och gädda har noterats de senare åren längs Kalmar län. Återigen anges eutrofieringen som den troliga orsaken till tillbakagången. Både norr och söder om hamninloppet finns flera grunda avsnörda vikar som enligt uppgift är viktiga lek- och uppväxtområden för abborre och gädda. Utifrån genomförda undersökningar kan inga förhöjda upptag av tungmetaller noteras varför påverkan knappast orsakas av hamnbassängens tungmetallförorenade sediment.

Den påverkan av metaller på bottenarna i ackumulationsområden öster och söder om hamninloppet med tillhörande riskbild som konstateras kommer troligen bestå under överskådlig tid om inga åtgärder i hamnbassängen genomförs. Även om en åtgärd genomförs i hamnbassängen kommer riskbilden att bestå under mycket lång tid.

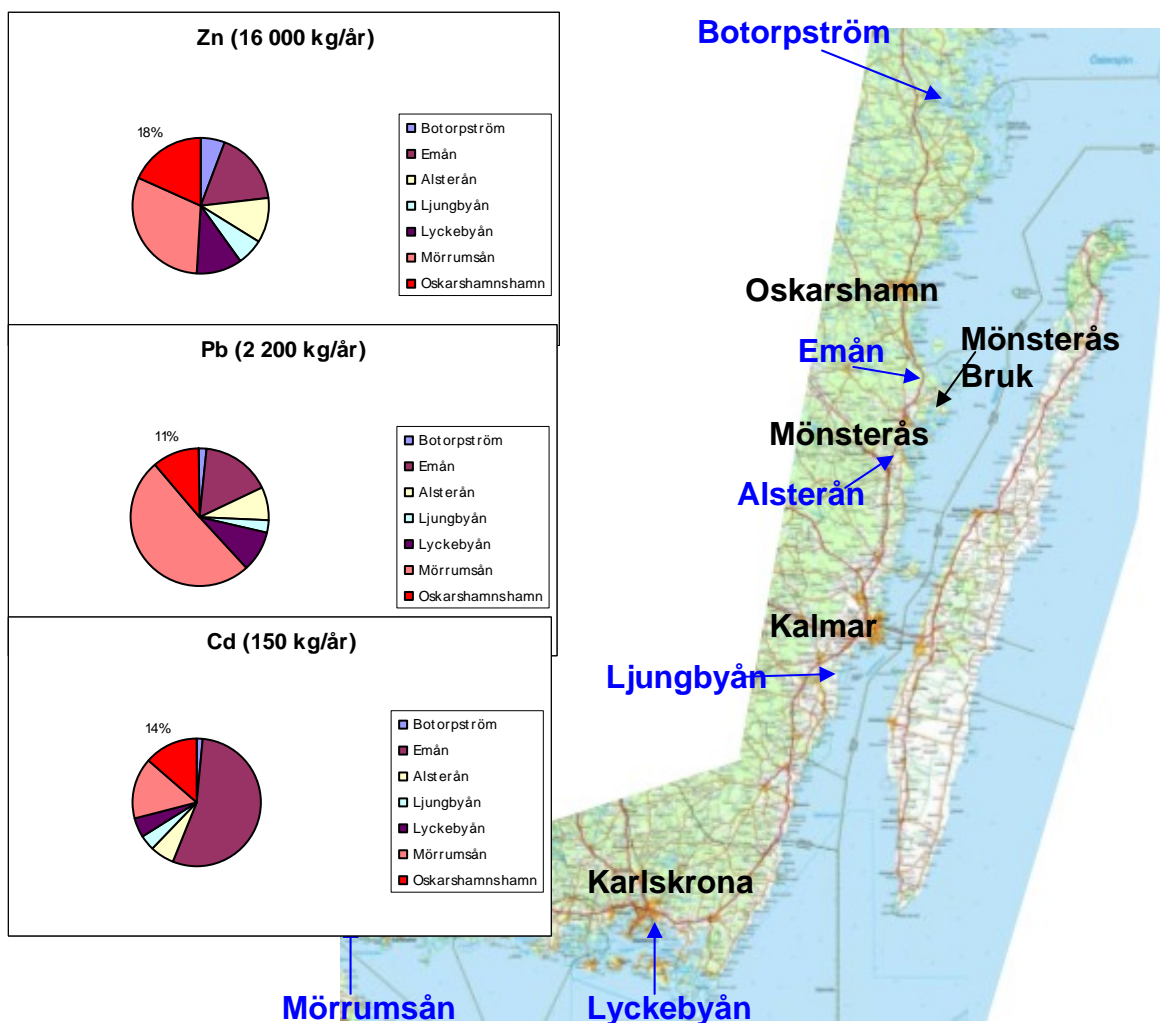
4.2.3 Grunda fjärdar

Det finns för närvarande ett begränsat underlag för att bedöma huruvida de grunda vikar som finns norr och söder om hamninloppet påverkas av sedimentföroreningar från hamnbassängen. Den översiktliga undersökning av sediment som genomförts i Kättilfjärden, ca 1 km söder om hamninloppet, indikerar dock att nuvarande belastning är förhållandevis liten men att påverkan sannolikt förr var betydligt större. Detta kan möjligen förklaras av att förorenat vatten från hamnbassängen ofta strömmade ut mer kustnära innan småbåtshamnen anlades i början av 70-talet.

Uppmätta metallhalter i fisk styrker hypotesen om att belastningen av metaller numera är liten och knappast i sig skadlig.

4.2.4 Södra Östersjön

Södra Östersjön belastas av föroreningar från flera länder, däribland Sverige. De sammanlagda utsläppen av föroreningar till södra Östersjön är mycket stora. Alla punktkällor blir vid en sådan jämförelse mer eller mindre obetydliga. För att belysa betydelsen av den spridning av metaller som uppskattas ske från Oskarshamns hamn jämförs i *figur 15* med uppgifter om transporter av ett urval metaller från större svenska ytvattendrag som mynnar i Kalmarsund och vattenområdet strax söder därom. Av figuren framgår att de beräknade utsläppen av metaller från Oskarshamns hamn motsvarar 10 – 20 % av de metalltransporter som sker från stora svenska ytvattendrag till området. D v s spridningen av metaller från Oskarshamns hamn kan sägas motsvara de transporter som sker från ett relativt stort ytvattendrag i Kalmar län. Därför är det rimligt att förmoda att en mätbar påverkan finns i Oskarshamns kustområde, något som undersökningarna också bekräftar.



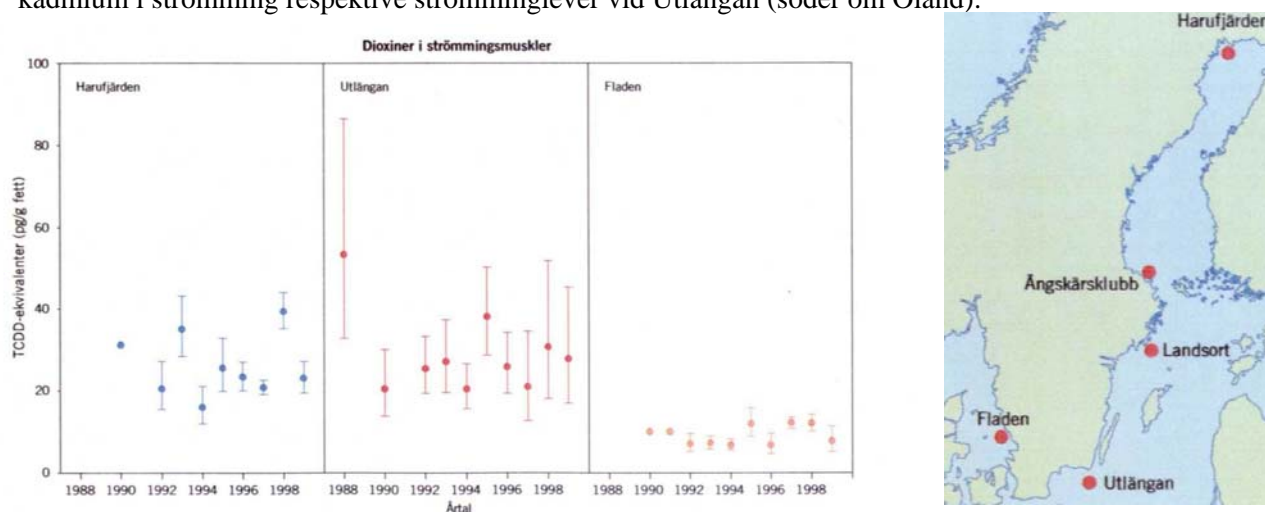
Figur 15 Jämförelse mellan beräknad spridning av metaller från Oskarshamns hamn med några större svenska ytvattendrag som mynnar i södra Östersjön.

Sett i ett större Östersjöperspektiv är de beräknade utsläppen av metaller från Oskarshamns hamnbassäng praktiskt taget obetydliga. I **tabell 6** jämförs med dokumenterade utsläpp av metaller från ytvattendrag och punktkällor till egentliga Östersjön år 2000 (Baltic Ser Environmental Proceedings No. 93). Egentliga Östersjön omfattar vattenområdet mellan Stockholms skärgård till Danmark med kuststräckor tillhörande Polen, Ryssland, Baltstaterna, Tyskland och Danmark. Det bör observeras att det endast är dokumenterade utsläpp som är medtagna, varför de verkliga utsläppen kan vara högre. Av tabellen framgår att de beräknade utsläppen från Oskarshamns hamn i förhållande till den sammanlagda direkta belastningen på egentliga Östersjön är mycket små (några promille). I ett svenskt perspektiv är det dock en betydande punktkälla.

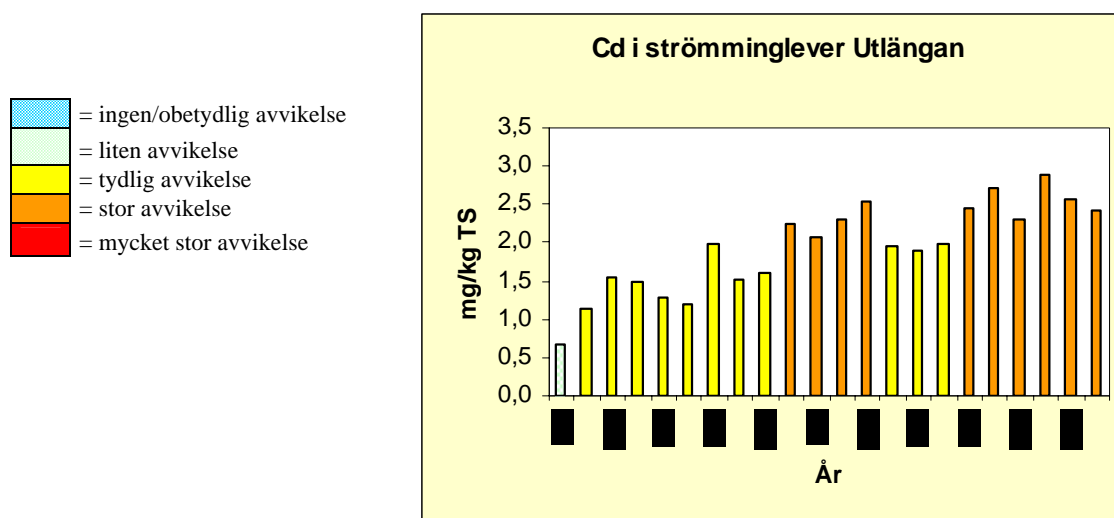
Tabell 6 Dokumenterade utsläpp av metaller till egentliga Östersjön år 2000 (ton/år).

Källor	Cd	Hg	Pb	Cu	Zn
Svenska punktkällor	0,1	0,01	0,6	3,3	17
Svenska ytvattendrag	0,8	0,03	7,5	43	80
Övriga länder	8,8	43	62	118	862
Summa	9,7	43	70	164	959
Oskarshamns hamnbassäng	0,02	0,001	0,2	0,8	1 - 3

Med hänsyn till ovan redovisade metallbelastningar på egentliga Östersjön kommer det inte gå att mäta eller urskilja föroreningshalter eller miljöeffekter i egentliga Östersjön som orsakas av utsläppen från Oskarshamns hamnbassäng. Däremot medverkar utsläppen från hamnbassängen till de potentiella negativa effekter och faktiska problem som vissa föroreningar har eller kan komma att innebära i framtiden. Exempel på sådana i dagsläget kända problemämnen är främst olika typer av persistenta organiska miljögifter som dioxiner men även kadmium och kvicksilver där halterna i vissa organismer redan passerat skadliga nivåer eller successivt ökar. I *figur 16* respektive *figur 17* illustreras som exempel uppmätta halter av dioxiner och kadmium i strömning respektive strömminglever vid Utlängan (söder om Öland).



Figur 16 Uppmätta halter av dioxiner i strömning i Östersjön och Kattegatt (Bottniska viken, 2002).



Figur 17 Uppmätta halter av kadmium i strömminglever. Halterna jämförs med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (NV Rapport 4914).

Utifrån de uppgifter som finns starka skäl att så långt möjligt minska utsläppen av dioxiner till Östersjön. Likaså är den haltuppbbyggnad som sker av kadmium och kvicksilver i flera medier i Södra Östersjön odiskutabel, varför det finns starka skäl till att minska belastningen av dessa både metaller. Vad gäller övriga metaller som sprids i nämnbar omfattning från hamnen (koppar, bly, zink, arsenik och kobolt) finns för närvarande inga tecken på att dessa skulle orsaka några allvarliga störningar på Östersjöns ekosystem. Metallernas egenskaper gör dock att det knappast är positivt att de sprids till Östersjön.

Om inga åtgärder vidtas i hamnbassängen kommer spridning av föroreningar från hamnbassängen att fortsätta under överskådlig tid.

4.3 Hälsorisker

Människor exponeras normalt inte direkt för föroreningar som finns bundna i bottensediment. I Oskarshamns hamnbassäng vistas regelbundet endast de som arbetar i verksamheter kring hamnen. Vid nuvarande användning av hamnområdet bedöms den viktigaste exponeringsvägen för människor vara intag av fisk som vistas i aktuella vattenområden och som därigenom kan ta upp föroreningar från sedimenten. Det finns inga svenska hälsoriskbaserade riktvärden för föroreningar i sediment. En enkel jämförelse mellan uppmätta föroreningshalter i sediment i och utanför hamnbassängen med holländska hälsoriskbaserade riktvärden (RIVM, 2001) visar att dioxinhalterna i ungefär hälften av analyserade prover (>210 ng/kg TS) och de högst uppmätta blyhalterna (>3 200 mg/kg TS) i hamnbassängen kan utgöra en potentiell hälsorisk. De holländska riktvärdena är baserade på att människor badar och äter fisk från områden där de förorenade sedimenten finns.

Uppmätta halter av tungmetaller och dioxiner i fisk underskrider med god marginal Livsmedelsverkets gränsvärden för fiskkonsumtion. Risken för att de förorenade sedimenten direkt eller indirekt orsakar negativa hälsoeffekter vid nuvarande användning bedöms således som liten.

4.4 Övriga olägenheter

De förorenade sedimenten i hamnbassängen ställer till stora problem vid alla typer av anläggningsarbeten som berör vattenområdet. Anläggningsarbetena kan orsaka temporär ökad spridning av föroreningar varför omfattande och fördyrande skyddsåtgärder erfordras. I dagsläget är det stor brist på anläggningar som kan omhänderta aktuella sediment, varför betydande transportarbete och kostnader kan förutses. Om inga åtgärder genomförs kan utvecklingen av hamnen begränsas i stor omfattning under överskådlig tid.

4.5 Sammantagen preliminär riskbedömning och osäkerheter

Utifrån genomförda undersökningar och utredningar görs följande sammantagna preliminära riskbedömning avseende de förorenade sedimenten i Oskarshamns hamnbassäng:

- I själva hamnbassängen är halter av flera tungmetaller och olika typer av organiska miljögifter så höga att negativa effekter på vatten- och bottenlevande organismer kan förväntas. Negativa effekter på fåglar som söker föda i hamnbassängen kan heller inte uteslutas. Om inga åtgärder vidtas bedöms riskbilden kvarstå under överskådlig tid. Betydelsen av dessa effekter kan dock diskuteras då även den egentliga hamnverksamheten starkt påverkar förutsättningarna för det biologiska livet i hamnbassängen. Utifrån genomförda kemiska analyser av fiskar från hamnbassängen och nuvarande användning görs bedömningen att människor knappast tar skada av sedimentföroreningar.
- Den spridning av metaller som skett historiskt och som sker i dag leder till ett förhöjt upptag av vissa vattenlösliga metaller som kadmium och zink i blåstång strax utanför hamninloppet. Vidare ackumuleras en viss del av de metaller i ackumulationsbottnar som finns öster och söder om hamninloppet. Uppmätta metallhalter i sedimenten överstiger de nivåer där någon form av påverkan på biologiskt liv kan förväntas. För närvarande är dock upptaget av föroreningar i fisk i Oskarshamnsområdet inte onormalt högt. Mycket tyder på att metallerna i ackumulationsbottarna är mycket hårt bundna till sulfider, något som kan förändras om syreförhållandena på bottarna förändras, t ex via minskad eutrofiering. Om inga åtgärder görs bedöms spridningen fortgå under överskådlig tid och alltmer metaller ansamlas i kustområdet utanför hamnen. Även om åtgärder av sedimenten vidtas finns risk för att spridningen av vissa metaller (kadmium, nickel och kvicksilver) blir mer eller mindre oförändrad p g a nuvarande utsläpp från landbaserade källor. Den påverkan i form av förhöjda halter i ytliga sediment utanför hamnbassängen bedöm bestå under en förhållandevis lång tid även om åtgärder vidtas i hamnbassängen.
- Även sedimenten i grunda fjärdar söder om hamnbassängen tycks påverkade av spridning av föroreningar från hamnbassängen. De begränsade undersökningar som genomförts indikerar dock att belastningen av metaller minskat över tiden och metallhalterna i de översta sedimentskikten är förhållandevis låga. Den minskade belastningen över tiden kan möjligen delvis förklaras av en förändrad strömningsbild från hamnbassängen orsakad av den anläggning av småbåtshamnen vid hamninloppet som gjordes i början av 70-talet.
- Föroreningar som sprids från hamnbassängen bedöms till stor del inte ackumuleras i kustområdet utan spridas vidare och därigenom medverka till de allmänna miljöproblem som är förknippade med Östersjön. Av de föroreningar som sprids från eller som finns i betydande omfattning i hamnbassängens sediment är med nuvarande kunskap kadmium, kvicksilver och dioxiner mest kritiska. Dioxinhalterna i fet fisk överskrider eller ligger nära de gränsvärden som finns för livsmedelskonsumtion. Kvicksilverhalter i typiska födoorganismer ligger över eller i nivå med riktvärden för skydd av känsliga rovdjur. Slutligen har kadmiumhalterna i lever hos strömming ökat successivt sedan 1980-talet. I den stora skalan bedöms dock inte bidraget från Oskarshamns hamn kunna urskiljas även om det i ett svenskt perspektiv kan betraktas som en mycket stor punktkälla.

5 Referenser

- Oskarshamns hamnbassäng. Slutrapport Etapp 3. VBB VIAK, 2000-07-31.
- O-hamn 2004:4. Svenska metalltransporter till Kalmarsund/Södra Östersjön. Golder Associates AB, Mars 2005.
- O-hamn 2004:5. Tungmetallstatus i Kalmarsund/Södra Östersjön. Golder Associates AB, Mars 2005.
- O-hamn 2004:6. Historisk inventering av utsläppskällor. Golder Associates AB, Mars 2005.
- O-hamn 2004:7. Analys av befintliga metall- och vattenomsättningsberäkningar. Studsvik RadWaste AB, Mars 2005.
- O-Hamn 2004:8. Batymeterisk undersökning av kustområdet. Marin Mätteknik AB, juni 2004.
- O-hamn 2004:9. Biologisk beskrivning av kustområdet. WSP Environmental AB, Mars 2005.
- O-hamn 2004:10. Kompletterande undersökningar i källområdet. Föroreningar och dess växelverkan med sedimenten i Oskarshamns hamn. Studsvik RadWaste AB, Mars 2005.
- O-hamn 2004:15. Kompletterande undersökningar i källområdet. Fartygstrafikens påverkan på metaller i vattenmassan. Studsvik RadWaste AB, Mars 2005.
- O-hamn 2004:16. Översiktlig miljöteknisk undersökning av potentiella ackumulationsbottnar i Oskarshamns kustområde. Studsvik RadWaste AB, Mars 2005.
- O-hamn 2004:17. Fiskundersökningar i Oskarshamn. WSP Environmental AB, Mars 2005.
- O-hamn 2004:18. Översiktlig miljöteknisk undersökning av sediment i Kättilfjärden. WSP Environmental AB, Mars 2005.
- Havsmiljön September 2003. Aktuell rapport om miljötillståndet i Kattegatt, Skagerack och Öresund.
- RIVM report 711701 023 Technical evaluation of the intervention values for Soil/sediment and Groundwater. February 2001.
- Naturvårdsverkets rapport 4914. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Kust och hav.
- Miljöprojekt Nr. 796 2003. Kortaegning av dioxinforurening samt kilder till dioxinforurening i Östersöen. Miljöstyrelsen (Danmark).
- Bottniska Viken 2002. Dioxiner - ett särskilt problem för Bottenhavet. Mats Olsson, Anders Bignert, Cynthia deWitt och Peter Haglund (Naturhistoriska Riksmuseet).
- <http://www.ping.be/~ping5859/Eng/ChlorineDiChem.html> (Chemistry of dioxin formation)
- Luftutsläpp av organiska miljögifter från ljusbågsugnar: Förekomst och möjliga åtgärder för att minska miljöpåverkan. Jernkontoret D793 2003-05-16.
- Baltic Sea Environment Proceedings No. 93. The Fourth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-4). Helsinki Commission. Baltic Marine Environment Protection Commission.

Golder Associates AB

Anders Bank

Anna-Lena Öberg-Högsta