



HUVUDSTUDIERAPPORT SANERING AV HAMNBASSÄNGEN I OSKARSHAMN

SAMMANFATTANDE RAPPORT



Mars 2005

Författad av

Anders Bank, Golder Associates AB¹
Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB²

¹ Delprojektledare miljö

² Delprojektledare projektering

Sammanfattning

Sedimenten i hamnbassängen i Oskarshamn är förorenade av verksamheter som pågått i anslutning till hamnen sedan mitten av 1850-talet. De föroreningar som finns i sedimenten är dels tungmetaller som bly, koppar, zink och kadmium, dels organiska miljögifter som dioxiner. Med underlag av omfattande undersökningar och utredningar som genomförts sedan mitten av 1990-talet har en projektgrupp bestående av representanter från Oskarshamns kommun, Kalmar länsstyrelse och konsultföretag utarbetat förslag till hur hamnbassängen kan saneras.

Det åtgärdsalternativ som i första hand förordas (huvudförslaget) innebär att alla förorenade sediment, drygt 770 000 m³, i hamnbassängen muddras. De upptagna massorna avvattnas, stabiliseras och omhändertas sedan i en kvalificerad deponi, som antingen utformas som ett markområde i direkt anslutning till hamnbassängen eller också byggs en landbaserad deponi (monocell) för aktuella massor inom kommunens gränser. Åtgärderna beräknas kunna genomföras under en period av 2-4 år beroende på val av metod och till en total kostnad av ca 400 miljoner kr.

I andra hand (andrahandsalternativet) rekommenderas en åtgärd där vissa mindre förorenade och/eller spridningsbenägna sediment i de innersta och yttersta delarna av hamnbassängen lämnas kvar. Resten, från ca 550 000 m³ (deponering i hamnen) till 620 000 m³ (landbaserad deponering utanför hamnen), muddras och hanteras som i huvudförslaget. Andrahandsalternativet beräknas kunna genomföras under cirka 2-4 år till en total kostnad av ca 330 miljoner kr vid deponering i hamnen och ca 360 Mkr vid deponering utanför hamnen.

Andra tänkbara åtgärdsnivåer och tekniska metoder för att minska den pågående spridningen av föroreningar från sedimenten i hamnbassängen har övervägts och utretts men befunnits vara olämpliga av flera skäl. Genomgående finns stor risk för återkontaminering av de ytor som sanerats om stora förorenade volymer och ytor lämnas kvar. Orsaken är främst fartygstrafiken som visat sig vara av stor betydelse för spridning av metallhaltiga sedimentpartiklar inom hamnen samt från hamnen till Kalmarsund. Resultaten av en delsanering kan således innebära att spridningen av föroreningar inte reduceras i nämnvärd grad i förhållande till ett nollalternativ (ingen åtgärd).

Det övergripande åtgärds målet som ligger till grund för åtgärdsförslag är att pågående spridning av prioriterade (särskilt farliga) tungmetaller och organiska miljögifter från sedimenten i hamnbassängen ska minska. Flera oberoende undersökningar har visat att tungmetaller och troligen också dioxiner sprids från sedimenten i hamnbassängen till Oskarshamns kustområde. I Oskarshamnsområdet resulterar spridningen i förhöjda upptag av tungmetaller i musslor och blåstång och förhöjda halter av främst tungmetaller i sediment utanför hamninloppet. Större delen av föroreningarna som sprids ackumuleras dock troligen inte i kustområdet utan sprids vidare med vattenmassan i Kalmarsund och vidare till Östersjön där de medverkar till de miljö- och hälsorisker som är förknippade med diffus spridning av tungmetaller och dioxiner. Föroreningsbidraget från sedimenten i Oskarshamns hamnbassäng går dock inte att särskilja från andra källor i Östersjön. Som jämförelse motsvarar transporterna av tungmetaller från Oskarshamns hamnbassäng de mängder som sprids med ett stort ytvattendrag i Kalmar län (t ex Emån).

Föroreningsmängderna och föroreningshalterna i sedimenten i hamnbassängen kan betecknas vara mycket stora respektive höga. Källan är så stor att spridning av föroreningar kan ske i hundratals år i oförminskad takt om inga åtgärder vidtas. Det är främst det nu nedlagda kopparverkets fasta restprodukter och processavloppsvatten som orsakat att sedimenten förorenats av zink, koppar, bly och arsenik. Batterifabriken, som sedan 1917 funnits vid hamnbassängen, bedöms ha orsakat den mesta föroreningen av nickel och kadmium. Även avlopps- och dagvatten från staden har medverkat till föroreningar i sedimenten. Dagens tillförsel av tungmetaller till hamnbassängen är dock liten i förhållande till mängderna i sedimenten.

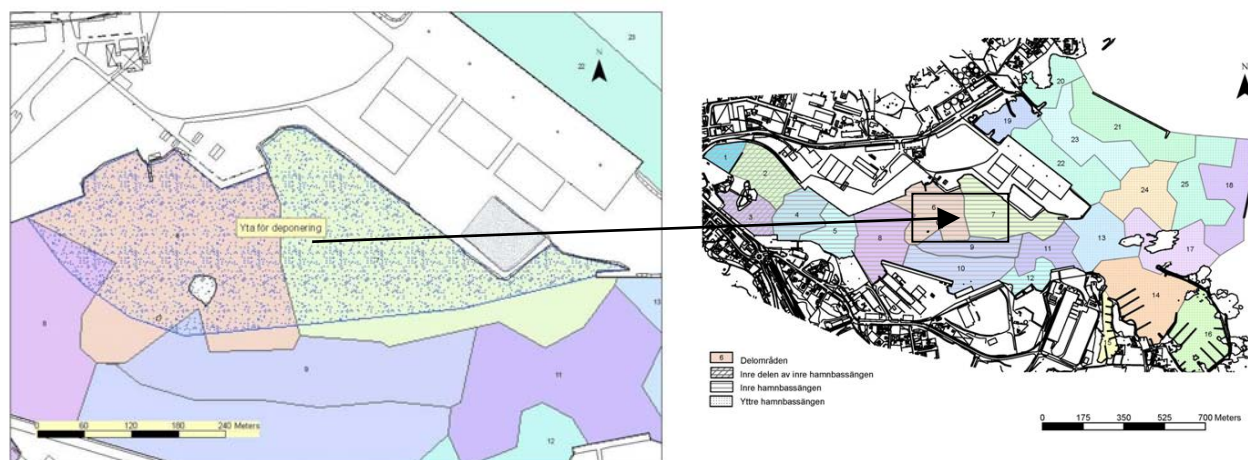
Projektgruppens förslag

Det åtgärdsalternativ som i första hand förordas (huvudförslaget) innebär att alla förorenade sediment, drygt 770 000 m³ i hamnbassängen muddras. De upptagna massorna avvattnas, stabiliseras och omhändertas i en kvalificerad deponi, som antingen utformas som ett markområde i direkt anslutning till hamnbassängen (se **figur 1**) eller också byggs en landbaserad deponi (monocell) för aktuella massor inom kommunens gränser.

Åtgärderna i huvudförslaget beräknas kunna genomföras under 2-4 år beroende på val av metod och till en total kostnad av ca 400 miljoner kr. Skillnaden i kostnader mellan att deponera i hamnen eller utanför hamnen är endast någon procent.

Andrahandsalternativet innebär en åtgärd där vissa mindre förorenade och/eller spridningsbenägna sediment i de innersta och yttersta delarna av hamnbassängen lämnas kvar. Resten, från ca 550 000 m³ (deponering i hamnen) till 620 000 m³ (landbaserad deponering utanför hamnen), muddras och hanteras som i förstahandsalternativet. De sediment som lämnas kvar i andrahandsalternativet ligger i innersta delen av inre hamnen (gräns i höjd med Badholmen), i norra delen av Oljehamnen samt i småbåtshamnen.

Andrahandsalternativet beräknas kunna genomföras under 2-4 år till en total kostnad av ca 330 miljoner kr vid deponering i hamnen och ca 360 Mkr vid deponering utanför hamnen.



Figur 1. Område (eller del av område) inom vilken deponering av muddermassor föreslås ske i hamnen

Vid deponering i hamnen sker detta inom invallning och sedimenten stabiliseras och täcks så att ytan kan nyttjas i hamnverksamheten. Det ska observeras att kostnads kalkylen för att deponera utanför hamnen bygger på att en deponi kan lokaliseras högst några mil från hamnen inom kommunens gränser. I annat fall stiger kostnaden kraftigt för deponering utanför hamnen.

Bakgrund

Oskarshamns kommun utreder för närvarande behovet av sanering av bottensediment i hamnbassängen. Sedimenten är förorenade huvudsakligen på grund av historiska utsläpp från nu nedlagda industriella verksamheter i hamnen. De föroreningar som finns i sedimenten är dels tungmetaller som bly, koppar, zink och kadmium, dels organiska miljögifter som dioxiner. Omfattande undersökningar har tidigare utförts i tre etapper under tiden 1996-2000. Under 2003 startade en fjärde etapp som kompletterar de tre tidigare etapperna i syfte att slutgiltigt bedöma hälso- och miljörisker, åtgärdsbehov samt kostnader för en sanering. Föreliggande rapport utgör en sammanfattning av den huvudstudierapport som nu sammanställts - *Sanering av hamnbassängen i Oskarshamn, Miljö och hälsoriskbedömning och åtgärdsutredning, mars 2005*. Rapporten ska utgöra ett underlag för beslut om sedimenten i hamnbassängen ska åtgärdas och i så fall hur. Förutom denna vetenskapligt inriktade rapport kommer fler beslutsunderlag att tas fram inom ramen för en riskvärdering, där identifierade risker värderas utifrån andra aspekter än de strikt miljömässiga. Resultaten av denna rapport ska därför vägas samman med andra samhällsintressen som t ex infrastruktur, näringsliv och utveckling i kommunen.

Övervägda åtgärdsalternativ och åtgärdsmetoder

Vilka ytor i hamnen ska saneras?

Om stora mängder sediment lämnas kvar finns stor risk för återkontaminering av de ytor som sanerats. Orsaken är fartygstrafiken som visat sig vara av stor betydelse för spridning av metallhaltiga sedimentpartiklar inom hamnen samt från hamnen till Kalmarsund. Resultaten av en delsanering kan således innebära att spridningen av föroreningar inte reduceras i nämnvärd grad i förhållande till nollalternativet (ingen åtgärd).

Inom ramen för åtgärdsutredningen har det utretts vilka ytor inom hamnbassängen som bör prioriteras för sedimentsanering med beaktande av föroreningsgrad, lokalisering i hamnen, påverkan från fartygstrafik idag och i framtiden, vattendjup etc. Fyra åtgärdsnivåer, mellan ytterligheterna totalsanering och ingen åtgärd, har på detta sätt utarbetats systematiskt på vetenskapliga grunder för att om möjligt optimera åtgärderna, dvs hitta den mest kostnadseffektiva åtgärden. Ingen av dessa nivåer har befunnits uppfylla det övergripande målet som ställts på en åtgärd. Andrahandsalternativet har dock utgått från en av åtgärdsnivåerna men kompletterats med hänsyn till att fartygstrafik ska kunna ske i vissa delar av inre hamnen utan att betydande återkontaminering sker.

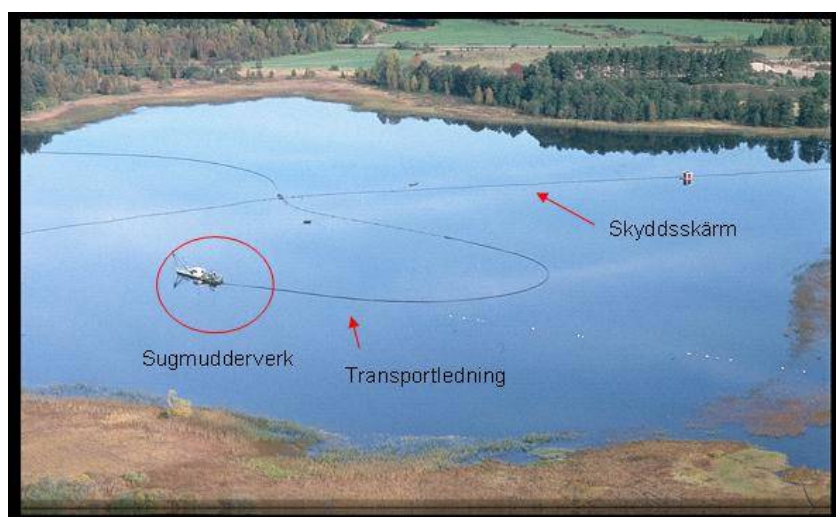
Hur ska saneringen ske?

De metoder som övervägts på bassängens botten är muddring och övertäckning av förorenade sediment. Övertäckning har visat sig vara dyr och inte förenlig med verksamheten i en hamn där krav finns på minsta vattendjup, eventuell ankring och risken för erosion p.g.a. fartygstrafik är överhängande. Vidare är övertäckning av lösa sediment en relativt oprövad metod. Olika muddringsmetoder har utretts. I Oskarshamns hamn finns vissa sediment som är lämpliga för grävuddring (se **figur 2**) medan andra är mer lämpliga för suguddring:

- Grävuddring är billigare, genererar mindre vattenhaltiga sediment och passar bra för relativt grovkorniga sediment. Nackdelen är att det krävs skyddsåtgärder för att hantera grumlingen där det annars finns risk för ogynnsam spridning, speciellt av lösa sediment.

- Sugmuddring är dyrare och genererar stora mängder uppumpade sediment p.g.a. den inblandning av vatten som krävs. Avvattnings- och reningssystem för vatten blir således en viktig fråga. En fördel är att grumlingen minskar och att finkorniga sediment kan tas upp på ett effektivt sätt.

Normalt krävs omfattande skyddsåtgärder under muddringen i form av olika typer av skärmar för att hindra partikelspridning, i synnerhet om sedimenten grävuddras. Vilka muddringmetoder som kommer att användas i olika delar av hamnen utreds i projekteringsfasen. Kraven på skyddsåtgärder kommer att fastställas inom ramen för den tillståndsprövning enligt miljöbalken som erfordras för denna typ av arbeten.



Figur 2. Sugmuddring i Järnsjön 1993-94 (nederst), grävuddring i Trondheims hamnbassäng 2004 (överst).

Behandling av sediment

Upptagna muddermassor pumpas eller förs med pråm till land där de behandlas före slutligt omhändertagande. Behandlingen syftar till att stabilisera massorna genom avvattning och eventuell tillsättning av stabiliseringsmedel (t ex kalk). Avvattning kan ske passivt (sedimentationsdammar) och/eller maskinellt (silbandspressar, centrifuger etc). I det fall sedimenten sugmuddrats bildas stora volymer vatten

vid avvattningen som måste behandlas före avledning till hamnbassängen. Vattenbehandlingsanläggningen kan utformas för att avskilja enbart partiklar (mekanisk rening) men också för lösta ämnen, t.ex. via kemisk fällning eller sorptionsfilter. Hur behandlingen ska genomföras i detalj kommer att fastställas i projekteringsfasen och inom ramen för den tillståndsprövning som krävs.

Omhändertagande av sedimenten

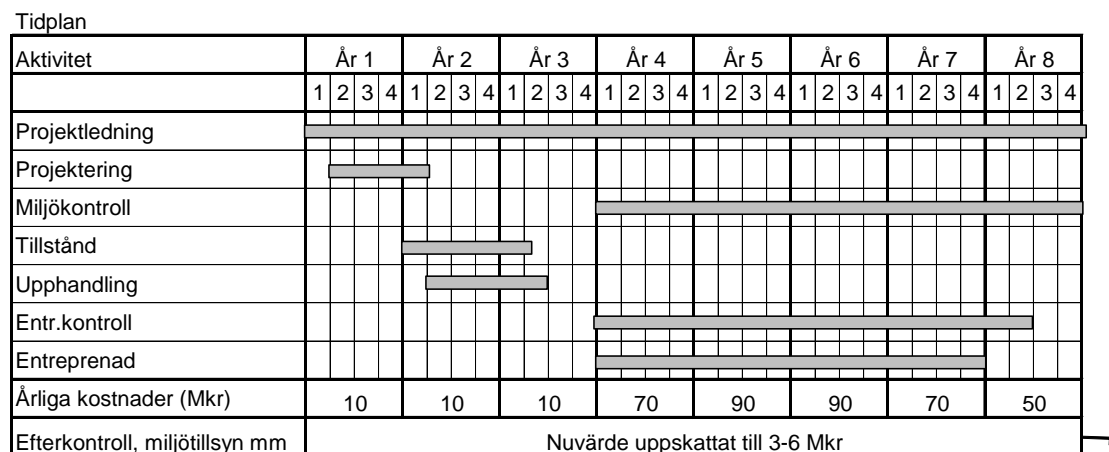
När massorna behandlats måste de omhändertas på sådant sätt att sedimentens föroreningar inte sprids eller på annat sätt medför olägenheter på kort och lång sikt. Metoder för destruktion och/eller återvinning av föroreningar har övervägts men förkastats av olika skäl. Tungmetaller är grundämnen och kan inte destrueras. Metoder för återvinning av metaller ur kontaminerade sediment befinner sig inte heller i nuläget på kommersiell nivå. Istället föreslås att sedimenten antingen nyttiggörs genom deponering så att nya mark- och kajområden kan anläggas i norra delen av hamnen (se *figur 1*) eller också deponeras massorna på en för ändamålet lämplig plats i kommunen. Oavsett lokalisering kommer det att ställas höga krav på barriärer kring sedimenten för att säkerställa minimala läckage. Vidare fordras en långsiktig uppföljning och kontroll av området.

En deponering invid hamnbassängen ställer också höga krav på att marken ska kunna användas som lageryta m.m. I kostnadsberäkningarna har det antagits att de miljökrav som ställs motsvarar de som i dagsläget gäller deponier för farligt avfall. Fördelen med deponering i hamnen är att transportbehovet blir minimalt samt att sedimenten kommer till nytta. Regler finns idag som säger att avfall med organiskt innehåll inte får deponeras, vilket i dagsläget innebär att sedimenten inte är tillåtna att deponera förrän det organiska innehållet reducerats (gränsen är idag maximalt 5 % organiskt kol). Problemet är dock inte specifikt för sedimenten i Oskarshamn utan gäller generellt för praktiskt taget alla sediment, varför utredningen antar att regelverket kommer att ändras eller att dispens kan ges för deponering.

Underlag för beslut om vilket omhändertagande som slutligen väljs, d v s deponi i hamnen eller deponi på annan plats i kommunen kommer att tas fram i samband med miljöprövningen och i en projekteringsfas där alternativen utreds ytterligare.

Tidplan med bedömd kostnadsfördelning

Nedanstående preliminära tidplan har upprättats för huvudalternativet. Entreprenadtiden varierar mellan 2-4 år, beroende på vilken metod som väljs samt vilken kapacitet som nås på tidskritiska delar i utförandet. I figuren har den längre tiden markerats.



Åtgärds mål

Det övergripande åtgärds målet för åtgärderna i hamnbassängen föreslås vara att **långsiktigt minska spridningen av prioriterade (särskilt farliga) tungmetaller och organiska miljögifter från sedimenten i Oskarshamn hamnbassäng**. Målet har baserats dels på den miljö- och hälsoriskbedömning som genomförts där just den diffusa belastningen på Kalmarsund och Östersjön identifierats som den viktigaste miljöaspekten, dels på de nationella miljömålen *Giftfri miljö* och *Hav i balans samt levande kust och skärgård*.

För val av åtgärder har också bl a följande utgångspunkter ställts upp:

- Hamnverksamheten ska bibehållas och kunna utvecklas för framtida transportsätt och transportbehov.
- Hamnens akvatiska miljö är skyddsvärd, men utgör inte ett särskilt skyddsvärd objekt.
- Kustområdet utanför hamnen, Kalmar sund och Östersjön utgör särskilda skyddsvärda objekt.
- Sedimentsaneringen är oberoende av de landbaserade källornas utsläpp och saneringen styrs inte av deras utsläpp.

Under projekteringsfasen kommer mätbara åtgärds mål och entreprenadanpassade åtgärds krav att fastställas. De mätbara målen och åtgärds kraven kan bl a komma att omfatta vilka halter och mängder av föroreningar som får kvarlämnas i sedimenten i hamnbassängen, hur stor spridningen av föroreningar från sedimenten får vara en viss tid efter åtgärderna samt hur och med vilken säkerhet man avser genomföra mätningar för att kontrollera kraven och målen.

Vad händer om ingenting görs?

Pågående och framtida spridning

Undersökningar i hamnbassängen har visat att halterna och mängderna av tungmetaller som bly, arsenik, koppar, kadmium och zink samt vissa organiska miljögifter som dioxiner i sedimenten är mycket stora. Flera oberoende undersökningar har också indikerat att föroreningar sprids ut från hamnbassängen till Kalmarsund:

- Tungmetallhalterna i hamnbassängens vattenmassa är något högre eller ibland t.o.m. mycket högre än i Kalmarsund.
- Upptaget av tungmetaller i blåstång och musslor inom och strax utanför hamnbassängen är tydligt förhöjt.
- Höga tungmetallhalter och förhöjda dioxinhalter som kan kopplas till det gamla kopparverket, uppmäts i sediment på flera km avstånd från hamninloppet.

I **tabell 1** redovisas beräknade metalltransporter med två olika metoder från Oskarshamns hamn till Kalmarsund. I tabellen redovisas även uppskattade utsläpp från landbaserade källor till hamnbassängen.

Tabell 1 Beräknade metalltransporter från Oskarshamns hamnbassäng (i kg/år).

Ämne	Beräkningsmodell 1		Beräkningsmodell 2	Landbaserade källor
	Bästa skattning	90-% konfidensintervall ¹⁾		
Zink	3 000	150 – 8 000	730	300
Koppar	700	50 - 800	800	100
Nickel	600	20 - 1500	250	100
Arsenik	350	40 - 900	70	10
Bly	250	0 - 600	200	10
Kadmium	20	2 - 50	20	15

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

Utifrån genomförda undersökningar har följande primära spridningsmekanismer bedömts som mest troliga för de olika metallerna i nuläget:

- Koppar, bly och zink sprids huvudsakligen i partikulär form, varvid den uppvirvling av förorenade bottensediment som sker vid fartygstrafik i hamnbassängen är av central betydelse. Hur stor del av de suspenderade partiklar som sprids ut från hamnen är i hög grad beroende av vattenströmningsförhållandena i hamnbassängen, som i sin tur styrs av vindförhållandena.
- Kadmium och nickel sprids huvudsakligen i löst form från hamnbassängen, varvid den tillförsel som sker från landbaserade källor kring hamnbassängen är betydelsefull i nuläget.

Metaller som sprids utanför hamninloppet blandas successivt ut med Östersjövattnet men en del ackumuleras i de avgränsade områden med mjuka bottnar som finns öster och söder om hamninloppet. Inga tydliga tecken finns på att spridningen av metaller från hamnbassängen har minskat över tiden till dessa områden. Om inga åtgärder vidtas i hamnbassängen kommer spridning av föroreningar från hamnbassängen att fortsätta under mycket lång tid. Det är dock inte möjligt att förutse om spridningen ökar eller minskar över tiden då flera faktorer påverkar omfattningen. På mycket lång sikt kan dock de mängder tungmetaller (100-tals ton) och organiska miljögifter som nu finns lagrade på bassängens botten till stor del spridas till Kalmarsund och Östersjön.

Miljö- och hälsorisker

Uppmätta halter av flera föroreningar i sedimenten i och utanför hamnbassängen överskrider de nivåer där någon form av negativ effekt troligen uppträder på känsliga vattenlevande organismer. 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 och dess omedelbara närhet inte heller uteslutas (se illustration i **figur 2**). Skyddsvärdet för de djur och växter som finns eller som söker föda i hamnbassängen får dock med hänsyn till nuvarande användning betraktas som lågt. Det innebär att betydelsen av den

påverkan som kan ske av föroreningar i dagsläget är av ringa intresse. Men om s.k. generella riktvärden, som t ex finns för industri- och bostadsmark, funnits för sedimentkvalitet skulle utan tvekan dessa överskridits med bred marginal i hamnbassängen.



Figur 2 *Föroreningar som tas upp i musslor och blåstång i Oskarshamnsområdet kan spridas och bioackumuleras uppåt i näringskedjan och därigenom påverka högre stående djur negativt. Musslan filtrerar vatten med föroreningar, musslan äts upp av en sjöfågel eller av fisk. Fisken och sjöfåglar äts i sin tur av större rovdjur (säl, havsörn etc) och människor.*

Redan utanför hamninloppet har de föroreningar som sprids från hamnbassängen späts ut så mycket att det inte med säkerhet går att koppla eventuella negativa effekter på miljön till spridningen. Exempelvis är föroreningshalterna i fisk som fångats i Oskarshamnsområdet inte högre än på andra håll i Kalmarsund och halterna underskider Livsmedelsverkets gränsvärden. De effekter som påvisats i Oskarshamns kustområde såväl som i Kalmarsund/Östersjön de senaste åren i form av syrefattiga bottenar, algbloomning, nedgång i bestånden av abborre och gädda samt minskad utbredning av blåstång kan snarare kopplas till problemen med för hög belastning av näringsämnen än tungmetallutsläpp.

I mjukbotten belägna på större djup kring Oskarshamn, där fina partiklar och föroreningar koncentreras märks dock spridningen av metaller från Oskarshamns hamnbassäng tydligt. Dessa bottenar hyser dock troligen i nuläget ett begränsat djurliv beroende på syrebrist, varför effekter av metaller överskyls. Om man kommer till rätta med övergödningsproblemen kan metallernas förekomst på bottenarna utanför Oskarshamns hamn bli mer betydelsefull och utgöra ett potentiellt hot. Man måste dock vara medveten om att även om sedimenten i Oskarshamns hamnbassäng åtgärdas, kommer det att ta lång tid innan metallhalterna minskar på bottenarna utanför hamninloppet.

Östersjön belastas av föroreningar från flera länder, däribland Sverige. De sammanlagda utsläppen av föroreningar till Östersjön är mycket stora. Alla punktkällor blir vid en sådan jämförelse mer eller mindre obetydliga. De beräknade utsläppen av metaller från Oskarshamns hamn motsvarar 10 – 20 % av de metalltransporter som sker från stora svenska ytvattendrag i regionen, d.v.s. spridningen av metaller från Oskarshamns hamn kan sägas motsvara de transporter som sker från ett relativt stort ytvattendrag i Kalmar län, t ex Emån. Därför är det rimligt att en mätbar påverkan finns i Oskarshamns kustområde på samma sätt som en påverkan ses utanför Emåns mynning, något som undersökningar också bekräftar.

Sett i ett större Östersjöperspektiv är de beräknade utsläppen av metaller från Oskarshamns hamnbassäng små (se *tabell 2*). I ett svenskt perspektiv är det dock en betydande punktkälla. Med hänsyn till nuvarande metallbelastningar på egentliga Östersjön kommer det inte gå att mäta eller urskilja föroreningshalter eller miljöeffekter i egentliga Östersjön eller i Kalmarsund som orsakas av utsläppen från Oskarshamns hamnbassäng. Däremot medverkar utsläppen från hamnbassängen till de potentiella negativa effekter och

faktiska problem som aktuella föroreningar har eller kan komma att innebära i framtiden. Denna diffusa föroreningsspridning ligger bl.a. till grund för de två nationella miljömålen *Gifrfri miljö* och *Hav i balans samt levande kust och skärgård*.

Tabell 2 Dokumenterade utsläpp av metaller till egentliga Östersjön år 2000 (i ton/år om inget annat anges).

Källor	Cd	Pb	Cu	Zn
Svenska punktkällor	0,1	0,6	3,3	17
Svenska ytvattendrag	0,8	7,5	43	80
Övriga länder	8,8	62	118	862
Summa	9,7	70	164	959
Oskarshamns hamnbassäng (nuläge)	0,02	0,25	0,7	3
Akkumulerade mängder i sediment i Oskarshamns hamnbassäng (ton)	3	160	250	570