

Oskarshamns kommun

**OSKARSHAMNS HAMNBASSÄNG,
ETAPP 3 – RISKVÄRDERING,
COST-BENEFIT ANALYS MED
EKOLOGISK RISKBEDÖMNING**



Stockholm 2000-06-08

Uppdragsnummer 1154138200

rad2s 1999-06-20

VBB VIAK
Gjörwellsgatan 22
Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00
Telefax 08-695 60 10

Uppdrag 1154138200; ANNC
g:\1113\1154138200 cost benefit\cost-benefit\2000-
06-08.doc



1	BAKGRUND	1
1.1	Hamntrafik	1
1.2	Historik	1
1.3	Tidigare undersökningar, Etapp 1 och 2	1
1.4	Etapp 3	2
2	INTRODUKTION TILL COST-BENEFIT OCH EKOLOGISK RISKBEDÖMNING	2
3	METODIK FÖR FÖRELIGGANDE ANALYS	3
3.1	Ekologisk riskbedömning	3
3.2	Cost-Benefit-analys	3
4	PROBLEMFÖRMULERING FÖR EKOLOGISK RISKBEDÖMNING	4
4.1	Tillgängliga data/information	4
4.1.1	Presentation av rapporter utförda inom huvudstudien	4
4.2	Behov av ytterligare information	7
5	ANALYS	7
5.1	Metallers toxicitet	7
5.2	Minskat utläckage av metaller beroende på åtgärd	9
6	RISKBEDÖMNING	13
7	COST-BENEFIT ANALYS	14
7.1	Definiering av nollalternativ och förändringsalternativ	14
7.1.1	Nollalternativ	14
7.1.2	Förändringsalternativ A: Muddring av förorenade massor samt deponering på SAKAB:s deponi Norrtorp	14
7.1.3	Förändringsalternativ B: Muddring, efterbehandling samt deponering hos SAKAB	14
7.1.4	Förändringsalternativ C: Muddring av förorenade massor samt deponering på lokal deponi	14

7.1.5	Förändringsalternativ D: Muddring, efterbehandling samt deponering på lokal deponi	15
7.1.6	Förändringsalternativ E: Täckning av förorenade massor	15
7.1.7	Förändringsalternativ F: Muddring av delområde 5, 8-12 samt delar av områdena 13 och 24	15
7.1.8	Förändringsalternativ G: Täckning inom delområdena 1-3, 6-7 samt halva 8	15
7.1.9	Förändringsalternativ H: Samtliga av VBB VIAKs åtgärdsförslag	15
7.1.10	Förändringsalternativ I: Hamnverksamheten läggs ned	16
7.1.11	Förändringsalternativ J: Hamnverksamheten läggs ned och flyttas till annan ort eller plats	16
7.2	Analys av kostnadseffektiviteten	16
8	SAMMANFATTNING	17

1 Bakgrund

1.1 Hamntrafik

Oskarshamns hamn är Smålandskustens största hamn vad gäller storlek, djupgående och tonnage. Med Gotlandstrafiken passerar varje år $\frac{1}{4}$ av passagerartrafiken och $\frac{1}{2}$ av godstrafiken till och från Gotland via Oskarshamn. 1999 importerades och exporterades 0,5 miljoner ton timmergoods via Oskarshamns hamn¹.

1.2 Historik

Varvsrörelse har pågått i hamnen sedan mitten av 1800-talet. Vid södra stranden har Oskarshamns kopparverk sedan början av 1900-talet utvunnit koppar, salt, kobolt och zink. Man har även framställt järnsinter och svavelsyra vid södra stranden. Verksamheten lades ned i slutet av 1960-talet. Vid norra stranden har SAFT AB tillverkat nickel/järn- eller nickel/kadmiumackumulatorer sedan 1917. Tillfälligt har också bly- och brunstensbatterier tillverkats. Vid framställande av brunstensbatterier användes kvicksilver. Det finns också en oljedepå vid hamnbassängens norra strand².

Ur historiken kring Oskarshamns hamn kan slutsatsen dras att området förorenats av tungmetaller i 150 år. Föroreningarna finns främst i hamnbassängen. De rådande strömmarna och trafiken i hamnen bidrar nu till att metaller läcker till Kalmar sund.

1.3 Tidigare undersökningar, Etapp 1 och 2

Under 1970- och 1980-talen har bottensedimenten i hamnbassängen undersökts översiktligt. En huvudstudie av Oskarshamns hamnbassäng inleddes 1995-1996 (Etapp 1). Då utfördes historisk inventering av industriverksamheter. Översiktlig bedömning gjordes av markens och grundvattnets miljöstatus i anslutning till hamnbassängen. Därefter utfördes detaljerade undersökningar av miljöstatusen i hamnbassängens bottensediment. Undersökningarna inriktades mot metaller och kolväten Dessa resultat visade att

¹ Vilket värde har Oskarshamns hamn för kommunen och regionen? VBB VIAK 2000-05-30

² Informationsbroschyr "Oskarshamns hamn – en miljöbeskrivning" Oskarshamns kommun 1999

bottensedimenten i hamnbassängen hade tydligt förhöjda halter av främst bly, koppar, kadmium och zink.

Vid utförande av etapp 2 har undersökningarna koncentrerats på spridning av föroreningar från hamnbassängen. Tillförsel av föroreningar till hamnbassängen har studerats, dagvattenutsläpp har dock inte detaljundersökts. Modellerings har utförts för att kartlägga vattenströmmar i inre och yttre hamnen. Grundvattenrör har installerats.

1.4 Etapp 3

Inom etapp 3 utförs fördjupade studier av förhållanden inom och utom hamnbassängen. Ny, tätare, bottenprovtagning utförs, ytterligare vattenprover tas så att längre provserier erhålls. I etappen skall även åtgärder och efterbehandlingsmetoder studeras, ny modellering av föroreningars transportförhållanden skall utföras med utgångspunkt från de förtätade provtagningarna. Ansvarsutredning kring frågan om vem som bidragit till de förorenade sedimenten utförs. Denna Cost-Benefit-analys bygger på resultat från samtliga undersökningar och utredningar som utförts inom samtliga tre etapper.

2 Introduktion till Cost-Benefit och ekologisk riskbedömning

Cost-Benefit skulle lämpligast kunna översättas som en monetär värdering av effekter. Det innebär att de kostnader och nyttor som uppkommer vid en förändring i t.ex. samhället värderas i monetära termer. Idén med analysen är att utreda om de investeringar som görs är likvärdiga med nyttan som uppstår av förändringen.

För att kunna utföra en cost-benefit-analys av en sanering av Oskarshamns hamnbassäng krävs en värdering av hamnen. Eftersom det är mycket svårt att sätta ett värde på hamnen har vi därför valt att utöver den traditionella cost-benefit-analysen även utföra en ekologisk riskbedömning av de åtgärder som föreslås utföras. Det är alltid en fördel att utföra en ekologisk riskbedömning inom projekt där kostnaderna är stora. Efter en noggrann studie av risker och effekter är det möjligt att minimera kostnaderna när åtgärdsfasen nås. Metoderna för cost-benefit-analys och ekologisk riskbedömning beskrivs i avsnitt 3 nedan.

3 Metodik för föreliggande analys

3.1 Ekologisk riskbedömning

Den ekologiska riskbedömning som EPA (Environmental Protection Agency) i USA använder kallas EcoRA (Ecological Risk Assessment). EcoRA är en metod för en mer noggrann analys av förhållandet mellan miljöstörande faktorer och oönskade miljöeffekter. Metoden används i ett flertal länder. Den kan beskrivas som en systematisk sortering och analys av data och övrig information. Antaganden och osäkerheter vägs in i bedömningen. Den ekologiska riskbedömningen kan användas för en uppskattning av framtida miljöeffekter och för att relatera tidigare miljöskador till vissa påverkansfaktorer. Riskbedömning kan användas för att uttrycka förändringar i ekologiska effekter som en funktion av förändrad föroreningspåverkan. Detta kan vara särskilt användbart för val av handlingsalternativ eller för att avgöra hur mycket en påverkansfaktor måste reduceras för att ett visst miljömål skall uppfyllas. Riskbedömningen ger också ett underlag för jämförelse och prioritering av alternativ.

Den ekologiska riskbedömningen kan indelas i tre väl avskilda faser; problemformulering, analys och riskbedömning.

3.2 Cost-Benefit-analys

I en Cost-Benefit-analys ställs hamnens värde i jämförelse med de faktiska kostnader som uppstår vid en sanering av hamnbassängen. Eftersom en sanering kan utföras på ett flertal olika sätt har vi uppskattat kostnaderna för flera av sätten. Vi gör även i denna analys en studie av resultatet av att inte utföra några åtgärder alls av sedimenten i hamnbassängen, ett så kallat *nollalternativ*. De övriga alternativen för att sanera, flytta hamnverksamheten eller att lägga ned verksamheten kallas *förändringsalternativ*. De uppskattade kostnaderna kan därefter jämföras med det värde av hamnen som fastställts genom en samhällsanalys³.

Samhällsanalysen har tagits fram av VBB VIAK genom främst intervjuer med personer på handelskammaren och berörda myndigheter, både regionalt och lokalt, samt industrier och rederier. Samhällsanalysen presenteras i separat rapport. Sammanfattningsvis

³ Vilket värde har Oskarshamns hamn för kommunen och regionen? VBB VIAK 2000-05-30

kan sägas att Oskarshamns hamn har en mycket stor betydelse såväl regionalt som lokalt. Kommunens inkomster från hamnverksamheten kommer under år 2000 att uppgå till ca 6 miljoner kronor. Kostnaderna för en eventuell efterbehandling i Oskarshamn överstiger vida de intäkter som kommunen årligen får in på hamnverksamheten. Hamnen har däremot ett stort "mjukt" värde, d.v.s. i form av utvecklingspotential och för de människor som är direkt eller indirekt beroende av hamnverksamheten. Det "mjuka" värdet är mycket svårt att värdesätta. Det finns i Sverige heller inga värderingar gjorda för reducering av metaller i vatten för att beräkna vinsten av "nyttan" att reducera metallhalter i Kalmar sund. Vi väljer därför att jämföra kostnaderna för de redovisade åtgärderna med de effekter som uppnås i Kalmar sund, d.v.s. Cost-Effectiveness eller kostnadseffektiviteten.

4 Problemformulering för ekologisk riskbedömning

Målet och syftet med projektet "Oskarshamns hamnbassäng" är att minska de utläckande metallhalterna till Kalmar sund. I den ekologiska riskbedömningen utreds om de åtgärder som planeras vidtas uppnår detta mål. Riskbedömningen är upplagd på samma sätt som cost-benefit-analysen då varje åtgärd för sig utsätts för en riskbedömning.

4.1 Tillgängliga data/information

I stycke 4.1.1 bedöms kvalité och användbarhet av den insamlade informationen. Behov av mer information identifieras i stycke 4.2.

4.1.1 Presentation av rapporter utförda inom huvudstudien

- **Huvudstudie för sanering av bottensediment i Oskarshamns hamn samt orienterande markundersökningar i upplagsområden, kajer och före detta industriområden VBB VIAK AB 1996-10-29** År 1996 presenterades en studie av tillståndet i Oskarshamns hamnbassäng (etapp 1). I undersökningen har historisk inventering utförts i syfte att identifiera potentiella föroreningskällor. Markens och grundvattnets miljöstatus undersöktes översiktligt. Detaljerade undersökningar av miljöstatusen i hamnbassängens botten-sediment inriktades främst mot sedimentens innehåll av metaller

och kolväten. Huvudsyftet med studien var att kunna ta ställning till behovet av efterbehandlingsåtgärder i hamnbassängen. Studien var en grundlig genomgång av tillståndet i hamnbassängen och gav entydiga svar på vilka undersökningar som krävdes i etapp 2.

- **Spridning av föroreningar från hamnbassängen, Terratema AB februari 1998** Terratema AB har beräknat vattenomsättning och partikelspridning samt beräkning av föroreningsspridning med hjälp av tredimensionell modellering. Vattenflöden i den inre och yttre hamnbassängen har beräknats. Syftet var att kunna bedöma hur partiklar i vattnet sprids och var dessa sedimenterar. Hydrologiska beräkningar av tillrinningen från Döderhultsbäcken samt mätningar av vattenströmmar i hamnbassängen. Rapporten kvantifierar inte mängden partiklar i hamnbassängen utan redogör endast för hur partiklarna rör sig och sedimenterar i hamnbassängen. Undersökningen har använts som underlag vid VBB VIAKs transportberäkningar (se nedan).
- **Beräkning av vattenutbyte i Oskarshamns hamnbassäng under hela 1997 och juni 1998, SMHI 1998-12-11** Beräkningar av vattenflöden och utbytestider i hamnbassängen har gjorts med tredimensionell strömningsmodell (PHOENICS). Undersökningen har använts som underlag vid VBB VIAKs transportberäkningar (se nedan).
- **Beräkning av transport av tungmetaller från Oskarshamns hamnbassäng, VBB VIAK 1998-12-30** beräkningar har gjorts för transport av tungmetaller mellan inre och yttre hamnen. I rapporten lämnas beräkningar på årstransporter av tungmetallerna. Den årliga sedimentationen av respektive metall uppskattas också. Beräkningar har enbart utförts med utgångspunkt från ytvattenobservationer det har inte tagits någon hänsyn till den transport som finns vid botten utan beräkningar har utförts på hela tvärsnittsarean. Resultaten i rapporten bedöms som mer trovärdiga än de som beräknats under etapp 1. Inom etapp 3 utförs återigen samma beräkningar med undantag av att fler provpunkter används samt att hänsyn tas till bottentransport.
- **Huvudstudie - Sammanfattning av etapp 1 och etapp 2, VBB VIAK 1998-12-29** rapporten sammanfattar de undersökningar av hamnbassängen som utförts under perioden 1996 till 1998.

- **Kartering av förorenade sediment, Undersökningsrapport, Scandiaconsult 2000-02-15 reviderad 2000-03-15 samt 2000-05-05** rapporten redovisar undersökningar av bottensedimenten. Sedimentprover togs i 125 punkter fördelade över hamnbassängen. Proverna har undersökts med avseende på metallinnehåll. Ekolodning och sedimentekolodning har utförts. Rapporten ger ingen skriftlig sammanfattning av föroreningsnivån i hamnbassängen. Den korrelerar inte heller resultaten från de olika undersökningarna med varandra.
- **Kartering av förorenade sediment, Utvärderingsrapport, Scandiaconsult 2000-03-15** Rapporten redovisar utvärdering av erhållna resultat från den kartering av förorenade sediment som presenteras i undersökningsrapporten ovan. Rapporten utvärderar de möjligheter som finns med avseende på efterbehandlingsmetoder samt de svårigheter som kan uppstå i samband med efterbehandlingsarbetet. Rapporten tar inte ställning till behovet av att efterbehandla hela eller delar av hamnbassängen.
- **Ansvarsutredning, Aberg & Co 2000-03-21**, Rapporten redovisar översiktligt om miljölagstiftning samt beskriver historiskt hur föroreningarna har uppkommit. Den stora förorenaren, Kopparverket, upphörde före 1969 och kan inte ställas som ansvarig. Advokatfirman Aberg & Co har även konstaterat att SAFT AB samt kommunens reningsverk i begränsad mån bidragit till föroreningarna i Oskarhamns hamnbassäng. Dessa kan därför inte undgå ansvar då de varit verksamma såväl före som efter 1969. Nuvarande hamnverksamhet sprider föroreningarna genom fartygsrörelser och uppgrumling av bottensedimenten men har inte bidragit till föroreningarna. Den nuvarande hamnverksamheten har därför inget ansvar för föroreningarna. Det har inte kunnat konstateras om Oskarshamns varv bidragit till metallföroreningarna. Vidare kan konstateras i rapporten att oljedepån inte bidragit med några metallföroreningar.
- **Beräkning av transport av tungmetaller från Oskarshamns hamnbassäng, VBB VIAK 2000-05-18** Rapporten redovisar beräkningar av hur metaller transporteras i inre och yttre hamnen. Resultatet visar att ca 2 ton metaller, partikulärt och löst, årligen sprids från hamnbassängen.
- **Åtgärdsförslag, VBB VIAK 2000-05-31** Rapporten redovisar en kombination av åtgärder för att minska spridning av metaller från

hamnbasängen till Kalmar sund. Rapporten redovisar också kostnader för respektive åtgärd samt för behandlingsåtgärder och deponeringskostnader.

- *Vilket värde har Oskarshamns hamn för kommunen och regionen?, VBB VIAK 2000-05-31* Rapporten visar att hamnen har ett mycket stort värde såväl lokalt som regionalt. Den strategiska placeringen pekar också på att det finns stora möjligheter för hamnen att utvecklas då handeln med Baltikum kommer att utökas.

4.2 Behov av ytterligare information

Vad som hittills inte undersökts inom huvudstudien av Oskarshamns hamnbassäng är vilka risker som finns med läckage av tungmetaller ut till Kalmar sund. Behov finns av ytterligare undersökningar, denna gång koncentrerade till den biotop som utsätts för det läckage som förekommer från Oskarshamns hamnbassäng. Det bör undersökas vilket sorts ekosystem som finns i Kalmar sund samt om det är påverkat av miljögifter och i sådana fall vilka. Helst bör hela ekosystemet undersökas och inte enbart specifika arter. Om det redan finns tillräckligt noggranna studier av ekosystemet i Kalmar sund är nästa steg att verifiera källan eller källorna till tillståndet i Kalmar sund. Det har inte gjorts några undersökningar av hur metallerna är bundna till sedimenten, är de hårt bundna till sedimenten är de inte biologiskt aktiva och således inte farliga för organismerna i vattnet. Ytterligare undersökningar skulle alltså kunna vara:

- Vilket sorts ekosystem som finns i Kalmar sund
- Källan/källorna till tillståndet i Kalmar sund
- Metallernas bindningsform till sedimenten

5 Analys

5.1 Metaller toxicitet

Tungmetaller förekommer i marina vatten i mycket låga halter och huvudsakligen bundna till partiklar. Med tiden sjunker partiklarna ned till botten vilket leder till att metallerna koncentreras i sedimenten.

Halterna i sedimenten motsvarar alltså vad som har funnits i vattenfasen under en längre tid.

Metallers ekotoxikologiska egenskaper i marin miljö påverkas av en mängd olika förhållanden t.ex. salthalt, temperatur, grumlighet och den kemiska form som metallen förekommer i. Känsligheten för giftiga ämnen varierar också starkt mellan olika arter och organismgrupper liksom mellan olika åldersstadier inom en art. I allmänhet är yngelstadiet känsligast för miljögifter.

En del länder har börjat utarbeta riktlinjer för effekter av miljögifter i sediment. I en nyligen genomförd amerikansk genomgång av ca 50 riktvärdeslistor fann man skillnader på flera tiopotenser för samma ämne⁴. Detta resultat är inte förvånande när man beaktar alla variabler som påverkar ett ämnes toxicitet och effektvärden som är framtagna i helt andra delar av världen är föga tillämpbara i svenska brackvattenmiljöer. Enligt Naturvårdsverket är känsligheten hos olika arter i svenska kustvatten dåligt känd⁵ varför specifika ekotoxikologiska undersökningar kan behövas för att utreda riskerna med de förorenade sedimenten i Oskarshamn.

Naturvårdsverket har delat in metaller i olika farlighetsklasser. De metaller som klassas som "mycket hög farlighet" är arsenik, bly, kadmium, kvicksilver samt krom om det uppträder som sexvärt (Cr(VI)). De metaller som klassas som "hög farlighet" är kobolt, koppar nickel och krom i alla varianter som inte är Cr(VI). Vad gäller toxiciteten hos Cr i bottensedimenten i Oskarshamn så är det inte troligt att Cr uppträder som sexvärt utan snarare som den stabila Cr(III). Cr(VI) kan egentligen bara förekomma om mangan-dioxid finns samtidigt i sedimenten.

Skador av metaller vid måttligt förhöjda halter uppträder främst på organismer i nedre delen av näringskedjan, t.ex. på växt- och djurplankton. Reproduktionen av fisk är också känslig för metallpåverkan.⁶

Vattenlevande organismer, främst skaldjur, anrikar arsenik som finns naturligt i havsvatten. Denna form av arsenik är däremot inte i sådan form att den skadar högre organismer.

⁴ Chapman et al: Env. Sci. Technol. 1999,33, 3937-3941

⁵ Bedömningsgrunder för miljö kvalitet: Kust och hav. Rapport 4914, Naturvårdsverket 1999

⁶ Bedömningsgrunder för vattenkvalitet: Sjöar och vattendrag, NV rapport 4913

Bly tillhör de metaller som är giftigt högre upp i näringskedjan. Bly kan blockera det enzymsystem i benmärgen som påverkar blodbildningen hos människan.

Krom och **kadmium** påverkar organismer på ungefär samma sätt. De lägre organismerna är relativt okänsliga mot förhöjda halter av Cr och Cd. Däremot de djur som står högst upp i näringskedjan tar skada av ämnena då njurarna skadas.

Kvicksilver är en metall som anrikas i näringskedjan. Den är precis som kadmium farligt redan vid mycket små mängder. Det är främst reproduktionen hos högre djur som skadas av metallen.

Höga halter av **koppar** skadar planktonalger och då främst grönalger.

Zink i förhöjda halter skadar fisk genom att zinkhydroxid bildar beläggning på fiskarnas gälar. Fisken drabbas av syrebrist.

Nickel kan innebära en stor risk för lägre organismer. Genom anrikning i näringskedjan kan nickel även påverka reproduktionen hos fiskar.

Förhöjda halter av toxiska ämnen kan också innebära att vissa organismer, t.ex. alger, gynnas på grund av sin tåligghet mot toxiciteten.

5.2 Minskat utläckage av metaller beroende på åtgärd

Enligt VBB VIAK:s beräkningar i rapporten "Beräkning av transport av tungmetaller från Oskarshamns hamnbassäng", 2000-05-18 sker läckage av metaller som redovisas i tabell 1 på följande sida.

Tabell 1 Beräknade årstransporter för 1999. Sammanställning av årstransporter för varje undersökt ämne.

Ämne	Inre hamn, netto (kg/år)	Yttre hamn, netto (kg/år)
As	90	66
Cd	28	20
Co	15	42
Cr	-8 ¹⁾	28
Cu	276	835
Pb	166	200
Zn	2266	729
Hg	0,3	0,8
Ni	31	262

¹⁾ Minustecken anger att transporten går i motsatt riktning, d.v.s. från yttre hamnen till inre.

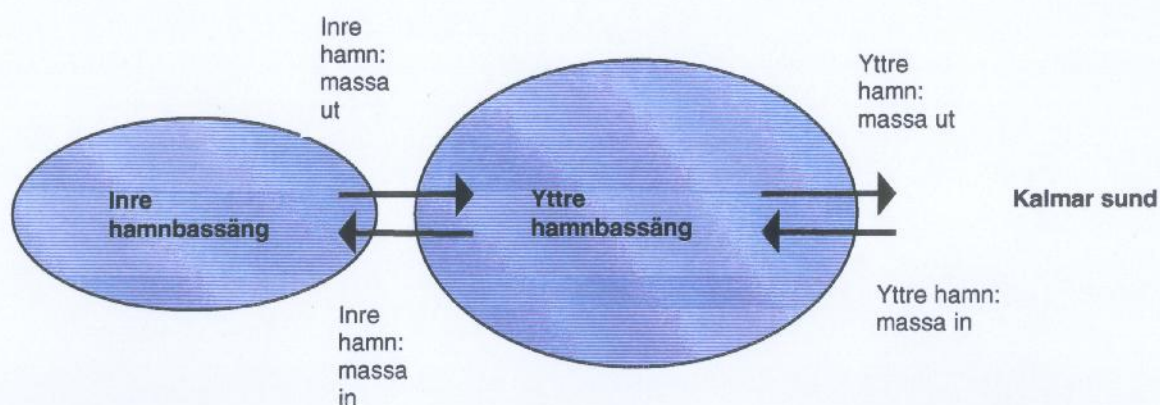
Beräkningar har gjorts för att studera hur nettotransporten per år från yttre hamnen till Kalmar sund förändras om åtgärder i inre hamnen vidtas i form av muddring eller täckning. Fem olika fall har studerats:

1. Övertäckning av delområde 1-3
2. Övertäckning av delområde 6-7 samt halva delområde 8
3. Muddring av delområde 9-12 samt halva 8
4. Muddring av delområde 9-12 samt halva 8 och utöver det även delområde 5
5. Samtliga av VBB VIAK föreslagna åtgärder genomförs

I beräkningarna har inte den föreslagna muddringen av delområde 13 och 24, norr om farleden, tagits med.

I beräkningarna förutsätts att metallerna sprids på samma sätt oavsett i vilken del av inre hamnbassängen som de härstammar från. Det bör noteras att studien är gjord för att i grova drag få en uppskattning om de effekter som kan uppnås i samband med

åtgärder i den inre hamnbassängen. För att få en mer noggrann uppskattning av effekterna bör ytterligare modelleringar utföras. I figur 1 redovisas en schematisk skiss över hur den grova beräkningen är utförd.



Antagande:

$Y_{massa\ ut} = F(I_{massa\ ut}) + Y$ där $Y_{massa\ ut}$ är metallmängd transporterad till Kalmar sund, F är den faktor som minskar metalltransport från inre hamnen beroende på åtgärd, Y är det metalläckage som tillkommer från yttre hamnbassängen

Figur 1. Schematisk bild över beräkning av metalltransport ut ur Oskarshamns hamnbassäng efter det att åtgärd i inre hamnen genomförts.

I tabell 2 på följande sida redovisas resultatet av den grova beräkning som gjorts av det resultat som kan förväntas efter olika åtgärder i inre hamnbassängen. Minustecken innebär att nettotransporten sker in i yttre hamnbassängen från Kalmar sund.

Tabell 2 Beräkning av nettotransport av metaller ut från yttre hamnen till Kalmar sund efter åtgärder i inre hamnen. Minustecken innebär att nettotransporten sker in i yttre hamnbassängen från Kalmar sund

Ämne	Nettotransport av metaller ut från yttre hamnen till Kalmar sund					
	(kg/år)					
	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Beräknad transport 1999
As	38	-113	-188	-194	-405	66
Cd	-4	8	12	11	-25	20
Co	39	35	13	13	2,8	42
Cr	19	8	8	8	-2,2	28
Cu	706	394	495	486	-82	835
Hg	0,6	0,5	0,6	0,6	0,2	0,8
Ni	107	112	70	55	-250	262
Pb	166	102	54	52	-79	200
Zn	-241	-946	-991	-1035	-3674	729

Beräkningarna har sammanfattats enligt följande;

Fall 1: Övertäckning av delområde 1-3; Kraftig reduktion av Ni, Cd och Zn. Det räcker med denna åtgärd om enda önskan är att undvika spridning av Cd och Zn. Åtgärden har liten effekt på övriga metaller.

- Fall 2:** Övertäckning av delområde 6-7; samt halva delområde 8; Läckage av As och Zn reduceras totalt. Övriga metaller utom Co och Hg reduceras kraftigt.
- Fall 3:** Muddring av delområde 9-12 - samt halva 8; Läckage av As och Zn reduceras helt. Övriga metaller utom Hg reduceras kraftigt.
- Fall 4:** Muddring av delområde 9-12 samt halva 8 och utöver det även delområde 5; Läckage av As och Zn reduceras helt. Övriga metaller utom Hg reduceras kraftigt.
- Fall 5:** Samtliga av VBB VIAK:s föreslagna åtgärder genomförs; Läckaget av As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb samt Zn reduceras totalt. Co och Hg reduceras kraftigt.

6 Riskbedömning

I det fall effekterna av förhöjda metallhalter i Kalmar sund endast skulle styras av Cd och Zn skulle det räcka med att åtgärda läckage från delområde 1-3. Av resultatet från de översiktliga beräkningarna kan konstateras att muddring av delområde 5 endast ger marginella minskningar av metalläckaget till Kalmar sund. Genomförandet av samtliga åtgärder som VBB VIAK föreslagit skulle medföra att läckaget för de flesta ämnen upphör. Läckage av Co och Hg skulle reduceras kraftigt.

Det är möjligt att "fall 5", VBB VIAK:s samtliga föreslagna åtgärder, inte är de mest optimala för att på det mest kostnadseffektiva sättet minska utläckaget av metaller till Kalmar sund. I första hand bör metallernas effekter på ekosystemet studeras noggrant. Detta krävs för att kunna veta vilka metaller som i första hand skall reduceras. Därefter bör sedimentens föroreningsinnehåll studeras ytterligare för att på bästa sätt minimera de mängder som muddras eller de ytor som täcks över. Noggrannare analys av metalltransporter in och ut ur såväl inre som yttre hamnen samt Kalmar sund bör också utföras.

7 Cost-Benefit analys

7.1 Definiering av nollalternativ och förändringsalternativ

Nollalternativet är att hamnen behålls i sitt nuvarande utförande och att färje- och godstrafik fortsätter som tidigare. Förändringsalternativ är att hamnbassängen saneras i enlighet med de åtgärdsförslag som framlagts av VBB VIAK i rapport daterad 2000-05-26 alternativt läggs hamnen ned eller verksamheten flyttas till annan plats.

7.1.1 Nollalternativ

Att stanna vid nollalternativet och därmed låta verksamheten pågå som den gjort tidigare innebär att förorenade sediment riskerar att läcka till Kalmar Sund. Regeringens mål att åtgärda de lokaler som är klassade som riskklass 1 enligt NV inom 20 år kommer inte uppnås. Det uppstår inga kostnader om nollalternativet väljs.

7.1.2 Förändringsalternativ A: Muddring av förorenade massor samt deponering på SAKAB:s deponi Norrtorp

Muddring av samtliga förorenade massor i hamnbassängen sker i enlighet med de metoder som beskrivits i VBB VIAK:s rapport åtgärdsförslag, avvattning utförs och massorna deponeras på SAKAB:s deponi Norrtorp utanför Kumla. Kostnaderna för detta alternativ uppgår till ca 1,2 miljarder kronor. *I samtliga kostnadsberäkningar för muddring har en investeringskostnad på 100 miljoner kr medtagits.*

7.1.3 Förändringsalternativ B: Muddring, efterbehandling samt deponering hos SAKAB

Sanering av samtliga förorenade massor i hamnbassängen sker på samma sätt som beskrivs i avsnitt 7.1.2 med undantag av att jorden efterbehandlas i enlighet med de metoder som beskrivs i VBB VIAK:s rapport åtgärdsförslag innan massorna skickas till SAKAB:s deponi. Kostnaderna för detta alternativ uppgår till ca 2 miljarder kronor.

7.1.4 Förändringsalternativ C: Muddring av förorenade massor samt deponering på lokal deponi

Muddring av samtliga förorenade massor i hamnbassängen sker i enlighet med de metoder som beskrivits i VBB VIAK:s rapport

åtgärdsförslag, avvattning sker och massorna deponeras på lokal deponi. Kostnaderna för detta alternativ uppgår till ca 453 miljoner kronor.

7.1.5 Förändringsalternativ D: Muddring, efterbehandling samt deponering på lokal deponi

Sanering av samtliga förorenade massor i hamnbassängen sker på samma sätt som beskrivs i avsnitt 7.1.3 med undantag av att jorden efterbehandlas i enlighet med de metoder som beskrivs i VBB VIAK:s rapport åtgärdsförslag. Kostnaderna för detta alternativ uppgår till ca 1,4 miljarder kronor.

7.1.6 Förändringsalternativ E: Täckning av förorenade massor

Samtliga förorenade massor i hamnbassängen täcks med betongfyllda madrasser i enlighet med de metoder som beskrivs i VBB VIAK:s rapport åtgärdsförslag. Kostnaderna för detta alternativ uppgår till ca 300 miljoner kronor.

7.1.7 Förändringsalternativ F: Muddring av delområde 5, 8-12 samt delar av områdena 13 och 24

Muddring längs med farleden och på dess södra sida inom delområdena 8-12 samt 5. Farleden muddras även på sin norra sida inom delområde 13 och 24 i enlighet med det förslag som beskrivits i VBB VIAK:s rapport åtgärdsförslag. Muddermassorna deponeras på lokal deponi. Kostnaderna för detta alternativ uppgår till ca 122 miljoner kronor.

7.1.8 Förändringsalternativ G: Täckning inom delområdena 1-3, 6-7 samt halva 8

Delområde 1-3, 6-7 samt halva 8 täcks över med betongfyllda madrasser som beskrivs i VBB VIAK:s rapport åtgärdsförslag. Kostnaderna för detta förslag uppgår till ca 80 miljoner kronor.

7.1.9 Förändringsalternativ H: Samtliga av VBB VIAKs åtgärdsförslag

Förändringsalternativ H innebär att samtliga VBB VIAKs åtgärdsförslag utförs. Täckning av delområdena 1-3, 6-7 samt halva 8. Muddring sker i delområden 9-12 samt halva delområdena 8,13 samt 24. Eventuellt sker muddring även av delområde nr 5. Deponering sker på lokal deponi eller hos SAKAB i Norrtorp.

Kostnader för detta alternativ då investeringskostnader medräknas är 289 miljoner kronor (alternativ 1) eller 448 miljoner kronor (alternativ 2) om deponering sker hos SAKAB.

7.1.10 Förändringsalternativ I: Hamnverksamheten läggs ned

Under förutsättning att den utredning kring värdet på Oskarshamns hamn pekar på att hamnens värde är lika med noll eller har ett minusvärde kan hamnverksamheten läggas ned utan att verksamheten flyttas till annan ort i regionen eller plats i Oskarshamn. I förekommande fall uppstår ingen kostnad för detta alternativ. VBB VIAKs samhällsanalys av hamnen har dock visat att hamnen är mycket värdefull för kommunen och regionen varför detta alternativ tills vidare förkastas.

7.1.11 Förändringsalternativ J: Hamnverksamheten läggs ned och flyttas till annan ort eller plats

Då Oskarshamns hamn visar sig ha ett värde för regionen och de föreslagna saneringsalternativen är kostsammare än detta värde kan hamnverksamheten flyttas till annan ort i regionen eller plats i Oskarshamn. Kostnaden för detta är lägst 500 miljoner kronor. VBB VIAKs samhällsanalys av hamnen har dock visat att hamnen är mycket värdefull för kommunen och regionen varför detta alternativ tills vidare förkastas.

7.2 Analys av kostnadseffektiviteten

I vår analys av kostnadseffektiviteten har vi använt oss av de beräkningar som använts i den ekologiska riskbedömningen. Vi jämför kostnaderna som uppstår i samband med olika åtgärder i hamnbassängen. Vi har också beräknat kostnaden per kg reducerad metall för varje efterbehandlingsmetod. Tabell 3 nedan redovisar resultatet effektivitetsanalysen.

Tabell 3 Jämförelse mellan de olika åtgärdsförslagens effekt, totalkostnad sam kostnad per reducerad kg metall.

Åtgärdsalternativ	Effekt	Kostnad (kr)	Kostnad (kr/kg)
A	Full	1100*10 ⁶	1030
B	Full	2200*10 ⁶	2060
C	Full	453*10 ⁶	420
D	Full	1400*10 ⁶	1310
E	Full	300*10 ⁶	280
F	Full för As och Zn, kraftig reducering av övriga metaller	122*10 ⁶	300
G	Full för As och Zn, kraftig reducering av övriga metaller	80*10 ⁶	160
H (alt 1)	Full	289*10 ⁶	340
H (alt 2)	Full	448*10 ⁶	530

Resultatet som redovisas i tabell 3 visar att H, alternativ 1 samtliga VBB VIAKs åtgärdsförslag då lokal deponi anläggs, är den mest kostnadseffektiva åtgärd som kan utföras i Oskarshamns hamnbassäng. Alternativ E, att helt täcka in samtliga sediment i hamnbassängen, är också en mycket kostnadseffektiv åtgärd men åtgärden innebär då att stora restriktioner måste sättas för båttrafiken i hamnen.

8 Sammanfattning

Resultatet av analyserna kring ekologisk risk och kostnadseffektivitet visar att Oskarshamns hamnbassäng bör saneras för att minska läckaget av metaller till Kalmar sund. Noggrannare undersökningar bör dock först utföras för att fastställa hur ekosystemet i Kalmar sund påverkas av metalläckaget. Metallernas bindningsform till sedimenten bör undersökas liksom om det finns ytterligare källor som bidrar med metaller till Kalmar sund.

Vid en efterbehandling av sedimenten i hamnbassängen är det mest effektivt och billigast att efterbehandla enligt de metoder som föreslagits av VBB VIAK i rapporten Åtgärdsförslag 2000-05-31. Det

kan dock inte uteslutas att det är möjligt att genom ytterligare undersökningar minimera åtgärderna i hamnbassängen och ändå nå ett fullgott resultat med avseende på metalläckaget till Kalmar sund.

VBB VIAK AB
Stockholm / Vatten & Miljö


Ann-Charlotte Carlsson


Ola Lindstrand