

Tabell 4.3.1 Beräkning av nettotransport av metaller ut från yttre hamnen till Kalmar sund efter olika delåtgärder i inre hamnen - västlig vind

Nettotransport av metaller ut från yttre hamnen till Kalmar sund - västlig vind (kg/år)								
	Ingen åtgärd	Fall D1	Fall D2	Fall D3	Fall D4	Fall D5	Fall D6	Fall D7
As	73	68	52	11	11	0.4	-12	-3
Cd	23	19	20	23	23	22	16	19
Co	44	42	40	35	34	33	29	34
Cu	765	729	645	526	525	471	380	418
Hg	0.95	0.90	0.89	0.90	0.90	0.91	0.79	0.87
Ni	313	266	267	308	302	290	210	236
Pb	511	495	444	363	364	333	282	312
Zn	750	673	536	493	490	441	230	418

Tabell 4.3.2 Beräkning av nettotransport av metaller ut från yttre hamnen till Kalmar sund efter olika delåtgärder i inre hamnen - östlig vind

Nettotransport av metaller ut från yttre hamnen till Kalmar sund - östlig vind (kg/år)								
	Ingen åtgärd	Fall D1	Fall D2	Fall D3	Fall D4	Fall D5	Fall D6	Fall D7
As	109	104	88	42	42	32	20	28
Cd	23	19	20	24	24	23	16	20
Co	49	47	45	39	38	37	33	38
Cu	993	955	869	701	700	642	546	585
Hg	1.16	1.10	1.09	1.09	1.09	1.10	0.97	1.05
Ni	316	269	270	311	305	293	212	239
Pb	645	626	574	453	454	420	365	395
Zn	1422	1338	1198	1106	1102	1050	823	1019

## 5 Slutsatser

Modellerna som tagits fram för transporten av tungmetaller i Oskarshamns hamn har använts för att simulera spridningen från de förorenade sedimenten till Östersjön. Beräkningar har skett för dagens situation samt effekterna av olika åtgärdsalternativ (3 huvudfall samt 7 delåtgärder i inre hamnen) i form av muddring och täckning av sedimenten i vissa delar av hamnen.

Simuleringarna för dagens situation (nollalternativet) visar att ca 25 kg Cd, 50 kg Co, 70-100 kg As, 500-650 kg Pb, 320 kg Ni, 770-1000 kg Cu, 1 kg Hg och upp till 1400 kg Zn sprids till Östersjön från Oskarshamns hamn varje år. Variationerna beror på om den förhärskande vindriktningen är västlig eller östlig. För den östliga vindsituationen är utsläppet till Östersjön högre.

Modellsimuleringarna av åtgärdsalternativen A och B visar att reduktionen av utsläppet från hamnen är liknande för de två alternativen. Skillnaden mellan Fall A och B är att ytterligare ett område (område 3) muddras för alternativ B. Reduktionen av tungmetallutflödet till Kalmarsund är störst för As och Zn, vars sedimenthalter efter muddring är låga. För As blir utflödet efter åtgärder minimalt eller negativt, för Zn är reduktionen mer än 70%. Utflödet av Pb och Cu reduceras med mer än 50%. För Cd, Co och Ni är reduktionen mellan 40 och 50%. För Hg är reduktionen av utflödet ca 30%. Modellsimuleringarna för östlig vind ger en liknande reduktion av utsläppet som vid västlig vind. Reduktionen av As och Zn är dock inte lika stor som för fallet med västlig vind och nettotransporten av dessa metaller kommer att vara riktad ut ur hamnen.

Åtgärdsalternativ C ger högre utsläpp än alternativen A och B. Fall C innebär en muddring i stället för täckning av område 5 och 7 och leder till ett något högre tungmetallläckage p g a att resuspensions- och diffusionsprocesser kan verka.

Åtgärdsalternativ D1-D7 omfattar muddring och/eller täckning av områden i den inre hamnen men ej delmuddring av område 8 i de yttre hamndelarna. Dessa åtgärder leder till ett högre utsläpp än för åtgärdsalternativ A-C och ger en indikation om nyttan med att muddra även delar av den yttre hamnen.

Enligt modellsimuleringarna bidrar de förorenade sedimenten i den inre hamnbassängen med mellan 50% och 80% av det totala utsläppet till Östersjön i dagsläget (för en västlig vindsituation). Efter genomförda saneringsåtgärder bidrar de inre delarna till högst hälften av utsläppet till havet. Den dominerande spridningsprocessen från sedimenten i Oskarshamns hamn är resuspension av sedimenterade partiklar. Diffusionen är av viss betydelse för Ni, As och Cd men är förhållandevis oviktig för läckaget av de övriga tungmetallerna.

Simuleringarna med den dynamiska modellen visar att läckaget av metaller från sedimenten kommer att fortsätta under lång tid om inga åtgärder genomförs. Beräkningar skedde för en 5-årsperiod men den långsamma reduktionen av utsläppet (20% för Cu) kan extrapoleras ytterligare några år framåt i tiden. Halterna i ytsedimenten sjunker relativt långsamt under den studerade perioden. I område 2 och 3 i inre delen av hamnen ökar koncentrationen något i sedimenten på grund av att sedimentationen av material och föroreningar är högre än resuspensionen. Efter genomförande av åtgärdsalternativ A kommer sedimenthalterna att minska i alla områden utom de som täckts. I de senare (område 1, 5 och 7) stiger halterna enligt beräkningarna något p g a en omfördelning av förorenat suspenderat material i hamnen.



## 6 Diskussion

Det verkliga utsläppet av tungmetaller till Östersjön bedöms ligga inom de med modellen beräknade intervallen för västliga och östliga vindförhållanden. Egentligen är utsläppet ett resultatet av olika vindförhållanden under olika perioder av året. Huvudsyftet med modellerna var främst att bedöms de relativa effekterna av åtgärdsalternativen.

Enligt modellsimuleringar för koppar sker i dagsläget inget metalläckage från område 1-3 eller från område 11 och 13. Detta innebär att sedimenten i dessa delar fungerar som en sänka för metaller och effekten av muddrings- eller täckningsåtgärder inom dessa områden blir begränsade. Förutom de områden som planeras att åtgärdas, bidrar även område 10 till metalläckaget enligt modellsimuleringarna (i ungefär samma storleksordning som område 5).

## 7 Referenser

Bockting G J M, van de Plassche E J och Canton J H (1992): Soil water partition coefficients for some trace metals, Report 679101003, National Institute of Public Health and Environmental Protection, RIVM, Bilthoven, Nederländerna.

NV (1999): Bedömningsgrunder för förorenade områden, Rapport 4918, Naturvårdsverket.

Scandiaconsult (2000): Jord- och bergteknik, Oskarshamns hamn, Kartering av förorenade sediment, undersökningsrapport, 00-02-15, rev 00-03-15, 140127.

SMHI (1998a): Beräkning av vattenutbyte och simulering av partikelspridning i Oskarshamns hamnbassäng, Nordblom O, Ambjörn C, Svensson J, SMHI, Bilaga till Huvudstudie hamnbassängen, Terratema, 1998.

SMHI (1998b): Beräkning av vattenutbyte i Oskarshamns hamnbassäng under hela 1997 och juni 1998, Jonny Svensson, Carina P-Erlandsson, SMHI, rapport 59.

SMHI (2000): Resultat av simuleringar av vattenströmning i Oskarshamns hamnbassäng, Personlig kommunikation, Jonny Svensson, SMHI, 2000-06-15.

Terratema/SMHI (1998): Oskarshamns kommun, Huvudstudie hamnbassängen, Tredimensionell PHOENICS-modellering av vattenomsättningen och partikelspridning samt beräkning av föroreningspridning, Magnus Hammar, oktober 1998.

VBB VIAK (1998): Oskarshamns kommun, Oskarshamns hamnbassäng, Beräkning av transport av tungmetaller från Oskarshamns hamnbassäng, 1998-12-30, uppdragsnummer 115.4032.000.

VBB VIAK (2000a): Oskarshamns kommun, Oskarshamns hamnbassäng, Beräkning av transport av tungmetaller från Oskarshamns hamnbassäng, 2000-05-18, uppdragsnummer 1154138100.

VBB VIAK (2000b): *Pågående utredning, maj 2000*, Oskarshamns kommun, Oskarshamns hamnbassäng, Etapp 3 - Åtgärdsförslag, Uppdragsnummer 1154138200.