



Sedimentprovtagning i småbåtshamnar i Stenungsund

Rapport från projekt Hav möter Land



Hav möter Land
Klimat vatten samhällsplanering tillsammans

Rapportnummer: 12

Rapportnummer hos Länsstyrelsen: 2013:29

ISSN: 1403-168X

Författare: Anna Zeffer och Per-Olof Samuelsson, Stenungsunds kommun

Utgivare: Hav möter Land, Länsstyrelsen i Västra Götalands län

Omslagsfoto: Claes Hillén

Ämnesord: föroreningar, sediment, provtagning, båtliv, småbåtshamnar

Rapporten finns på www.havmoterland.se

Sedimentprovtagning i småbåtshamnar i Stenungsund

Provtagningen stöds av Naturvårdsverkets (nuvarande Havs- och vattenmyndighetens) havsmiljöpengar samt är en del av Projekt Hav möter Land, som samlar 24 organisationer i Sverige, Norge och Danmark med fokus på klimat, vatten och samhällsplanering för Kattegatt och Skagerack. Arbetsgrupp 3.6 behandlar avsnittet miljögifter och muddring och leds av Per-Olof Samuelsson, Stenungsunds kommun i samarbete med Orust kommun.



Sammanfattning

Under sommaren 2011 provtogs sedimenten i 11 småbåtshamnar i Stenungsunds kommun. Avsikten var att utvärdera sedimentens föroreningsgrad med avseende på främst koppar, zink, TBT och Irgarol, dvs substanser associerade med båtbottnfärger. Resultatet visar att 6 hamnar är förorenade av TBT i en sådan utsträckning att sedimenten orsakar omfattande akuttoxiska effekter på organismerna i havet. Tre av hamnarna visar en liknande föroreningsgrad för Irgarol. Sedimenten nedanför båtupptaget i Mjösund visar högst föroreningshalt med värden på TBT och Irgarol på 32 respektive 3000 gånger högre än gränsvärdena för substanserna. Sedimenten i Mjösund visar också mycket höga halter av PCB och PAH (associerat med förbränning av bränsle). Småbåtshamnen i Källsby visar på förhållandevis låga värden för alla föroreningar i analyserna, och är därför den minst förorenade hamnen i undersökningen. Halten av föroreningar är högst på platser där båtar tagits upp ur vattnet och sedan spolats av utan rening av spolvattnet. Hypotesen föreslog att halten TBT och Irgarol skulle vara lägre i ytliga sediment än i djupare liggande lager, vilket skulle tyda på att mindre föroreningar avsätts idag jämfört med för ett antal år sedan. Någon sådan trend återfanns dock inte.

Innehållsförteckning	s.
Sammanfattning	3
Bakgrund och Mål	5
Källor till sedimentföroreningar	6
Toxicitet	7
TBT i småbåtshamnar i Västra Götalands län 2010	7
Material och metod	
Provtagningslokaler	8
Provtagningsmetodik	9
Analyser	9
Provernas tenninnehåll	10
TBT/(DBT+MBT)	10
Bedömning av uppmätta värden	10
Resultat	12
Källsnäs småbåtshamn	14
Getskär småbåtshamn	16
Stenungsunds båtklubb	19
Stenungsunds kommuns småbåtshamn	23
Havdens småbåtshamn	31
Borealis småbåtshamn	34
Mjösund	36
Kolhättan	38
Diskussion	
Källsnäs	40
Getskär	40
Stenungsunds båtklubb	44
Stenungsunds kommuns småbåtshamn	41
Havdens småbåtshamn	42
Borealis småbåtshamn	43
Mjösund	43
Kolhättan	43
Allmänna iakttagelser	
TBT- och Irgarolhalter	44
TBT/(DBT+MBT)	44
Mjösund	45
Syreförhållanden	45
Nytt TBT i ytliga sediment	45
Båtupptag	46
Åtgärdsförslag	46
Juridiska möjligheter	46
Referenser	48
Bilaga: Frogs rapport	

Sedimentprovtagning i småbåtshamnar i Stenungsund

BAKGRUND OCH MÅL

I december 2008 tog Tekniska myndighetsnämnden i Stenungsunds kommun beslutet att undersöka föroreningsituationen i kommunens småbåtshamnar. Under 2009/2010 gjordes därför en genomgång av de muddringar som utförts i kommunen de senaste 40 åren. Resultatet visar att inför 10 av muddringarna har analyser av sedimenten genomförts, men endast i ett fåtal av dessa analyser har man valt att testa för föroreningar som är specifika för båtbottnfärger. Med stöd från Naturvårdsverkets (nuvarande Havs- och vattenmyndighetens) havsmiljöpengar samt som en del i EU-projektet "Hav möter land" genomfördes därför, under sommaren 2011, en utökad provtagning av småbåtshamnarna i kommunen för att fastställa hur föroreningsituationen ser ut.

KOPPAR OCH ZINK

Koppar och zink är grundämnen som förekommit i båtbottnfärger under lång tid. Koppar ända sedan fornegyptisk tid. I höga halter är zink akuttoxiskt och kan leda till störd reproduktion. Eftersom marina djur påverkas av lägre halter än alger tenderar växtplankton att öka i antal då betande djur påverkas av zinken. Detta kan leda till samma effekt som övergödning med bland annat algbloomningar. Då överskottet av alger ska brytas ner, uppstår syrebrist på botten. Biologiska effekter uppstår vid en koncentration av 120 mg/kg TS (Naturvårdsverket, 2000). Zink har blandats i båtbottnfärger tillsammans med TBT vilket har ökat färgens effektivitet. Koppar i för höga halter påverkar både växt- och djurplankton, samt blåstång, musslor och fisk. Forskning har visat att organismer påverkas av halter mellan 31 och 70 mg/kg TS (Naturvårdsverket, 2000). I kombination med TBT eller Irgarol har kopparhaltiga båtbottnfärger utgjort ett effektivt skydd mot påväxt. Det är fortfarande tillåtet att använda både zink och koppar i båtbottnfärger. Zink kräver inget specifikt tillstånd men för båtbottnfärger innehållande koppar krävs ett godkännande, men inget förbud är utfärdat.

TBT

Tributyltenn (TBT) är en substans som ursprungligen togs fram för att behandla patienter med Snäckfeber, en parasitsjukdom som är vanlig i bl a Afrika. Under 60-talet började man blanda substansen i båtbottnfärger tillsammans med zink eller koppar. Avsikten var att hindra organismer från att fästa på båtbottnarna, främst för att minska motståndet från vattnet vid framdrift. Forskning under 80-talet kunde visa att också mycket låga halter av tributyltenn är giftigt för många organismer i havet, exempelvis snäckor och musslor (ner till 2 ng/l vatten (Granmo och Magnusson). Man räknar med att det är den giftigaste substans som mänskligheten har släppt ut. Hos snäckor innebär förgiftningen att honor utvecklar hanliga könskaraktärer, sk imposex, vilket kraftigt begränsar reproduktionsframgången hos påverkade individer. Hos musslor tenderar skalerna att deformeras. Musslor ackumulerar TBT i sina vävnader, med halter upp till 100 000 gånger halten i omgivningen (Granmo och Magnusson). Forskning har visat att på lokaler med höga TBT-värden i sedimenten är förekomsten av snäckor lägre än i opåverkade områden. De snäckor som ändå lever i dessa förorenade sediment är i stor utsträckning missbildade. Många arter av däggdjur, inklusive människan, har däremot enzymsystem som kan eliminera giftet, men den möjligheten är begränsad hos

ryggradslösa djur, varför substansen tenderar att lagras i djurens fettvävnader. I dagsläget finns TBT i alla sediment, men i större utsträckning i hamnar och vid skeppsvarv (Granmo och Magnusson). Eftersom det visade sig att TBT är giftigt i mycket låga koncentrationer, förbjöds substansen i båtbottnfärger för mindre båtar 1989 (under 25 m). Först 2003 förbjöds större fartyg att måla skroven med TBT-haltig färg, och sedan 2008 ska fartyg som angör hamnar i EU ha förseglat gammal färg som innehåller TBT (Cato et al. 2007).

Då sedimenten är syresatta bryts TBT ner till DBT (Dibutyltenn) och så småningom till MBT (Monobutyltenn). Halveringstiden påverkas av ett antal yttre faktorer, där hög temperatur ökar nedbrytningshastigheten, liksom tillgången på ljus. Under aeroba förhållanden anses TBT ha en halveringstid i sedimenten på ca 1 år men i riktigt kalla vatten kan halveringstiden överstiga 80 år (Granmo och Magnusson). Sverige har relativt kalla vatten varför halveringstiden troligen är lång. I vävnaden hos snäckor, räknar man med att halveringstiden är ca 60 dagar. Nedbrytningsprodukterna DBT och MBT har visat sig vara giftiga i nästan samma utsträckning som TBT.

IRGAROL

Då det visade sig att TBT påverkar organismer negativt, utvecklades under 80-talet Irgarol, som tillsammans med koppar blandas i båtbottnfärger. Forskning har dock visat att även denna substans är giftig för andra arter än fouling-organismerna. Fotosyntesen hos alger och växtplankton begränsas i närvaro av Irgarol varför Kemikalieinspektionen sedan 2008 inte längre lämnar nya tillstånd till färger där Irgarol är den aktiva substansen.

KÄLLOR TILL SEDIMENTFÖRORENINGAR

Idén med de toxiska substanserna i båtbottnfärger är att försvåra för foulingorganismerna att etablera sig på båtbottnen. För vissa så kallade mjuka färger har det inneburit att färgen innehåller tillräckligt med gift för att etablerande organismer skall dö, men för andra modernare färger innebär det att flagor av färg långsamt lämnar skrovet och samtidigt tar med sig de organismer som försöker fästa. Det innebär att båtar med sådan färg ständigt avger färgflagor med toxiskt innehåll till omgivande vatten och sediment. När båten tas upp på hösten spolas den av och ytterligare färgflagor lämnar skrovet. Om båtspolplatta med efterföljande rening inte används, riskerar vatten, inklusive flagor, att hamna på havsbotten intill upptaget då de ofta spolas ned i havet med högtryckspruta eller nederbörd. Då båten ställts upp för vinterförvaring skrapas och slipas den ofta, varför färgflagor kan hamna på marken.

De föroreningar man kan hitta i sedimenten kan därför komma från långsamt läckage från båtar i vattnet och avspolning av båtar där avfallet hamnar i havet. Men de färgflagor som kommer från uppställningsplatser kan också migrera genom jordlagren och till slut hamna i havet. Det innebär att även mark på land kan vara förorenad av båtbottnfärger.

TOXICITET

Tungmetaller är giftiga i för höga koncentrationer och i allmänhet anses den koncentration då den mest känsliga arten påverkas, som ett lämpligt riktvärde för ämnet i fråga. Se ämnenas toxicitet i tabell 3 b och tabell 5.

Både TBT och Irgarol är toxiska vid mycket låga koncentrationer. Sverige har ännu inte antagit några riktvärden för TBT-halter i sediment, men då man anser att norska och svenska vatten är jämförbara, används ofta de norska gränsvärdena som jämförelse (ex Bengtsson, 2011). Vid en jämförelse av sediment från olika platser, inklusive utsjösediment, kan man konstatera att TBT är närvarande i alla sediment. Det har fått till följd att Norge har antagit riktvärden på förvaltningsmässiga nivåer, snarare än effektbaserade (ekotoxikologiska) nivåer. Det innebär att man har bestämt sig för riktvärden som förvisso överskrider de ekotoxikologiska värdena men som ger värden som kan få en funktionell betydelse i samhället.

Tabell 1. Norska gränsvärden för föroreningar i sediment (Revidering av klassificering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter, Statens forurensningstilsyn, rapport 2229, 2007)

	I	II	III	IV	V
Cu (mg/kg)	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Zn (mg/kg)	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Irgarol (µg/kg)		<0,08	0,08-0,5	0,5-2,5	>2,5
TBT (µg/kg) effektbaserat	<1	0,002	0,002-0,016	0,016-0,032	>0,032
TBT (µg/kg) förvaltningsmässigt	<1	1-5	5-20	20-100	>100

I: Bakgrunds nivå

II: Inga toxiska effekter

III: Kroniska effekter vid långtidsexponering

IV: Akuta toxiska effekter vid korttidsexponering

V: Omfattande akuttoxiska effekter

Norge har valt att sätta 2,5 µg/kg TS som förvaltningsmässigt gränsvärde för Irgarol och 100 µg/kg TS för TBT. Sediment där värdena överstiger dessa gränsvärden anses ge omfattande akuttoxiska effekter för exponerade individer. Dessa förorenade sediment får inte dumpas i havet, utan måste hanteras som farligt avfall på land. Om sedimentens föroreningsgrad faller inom gränserna för klass 4 ska effekten av en dumpning av sedimenten utvärderas, innan beslut tas om en slutlig hantering av massorna.

TBT I SMÅBÅTSHAMNARI I VÄSTRA GÖTALANDS LÄN 2010

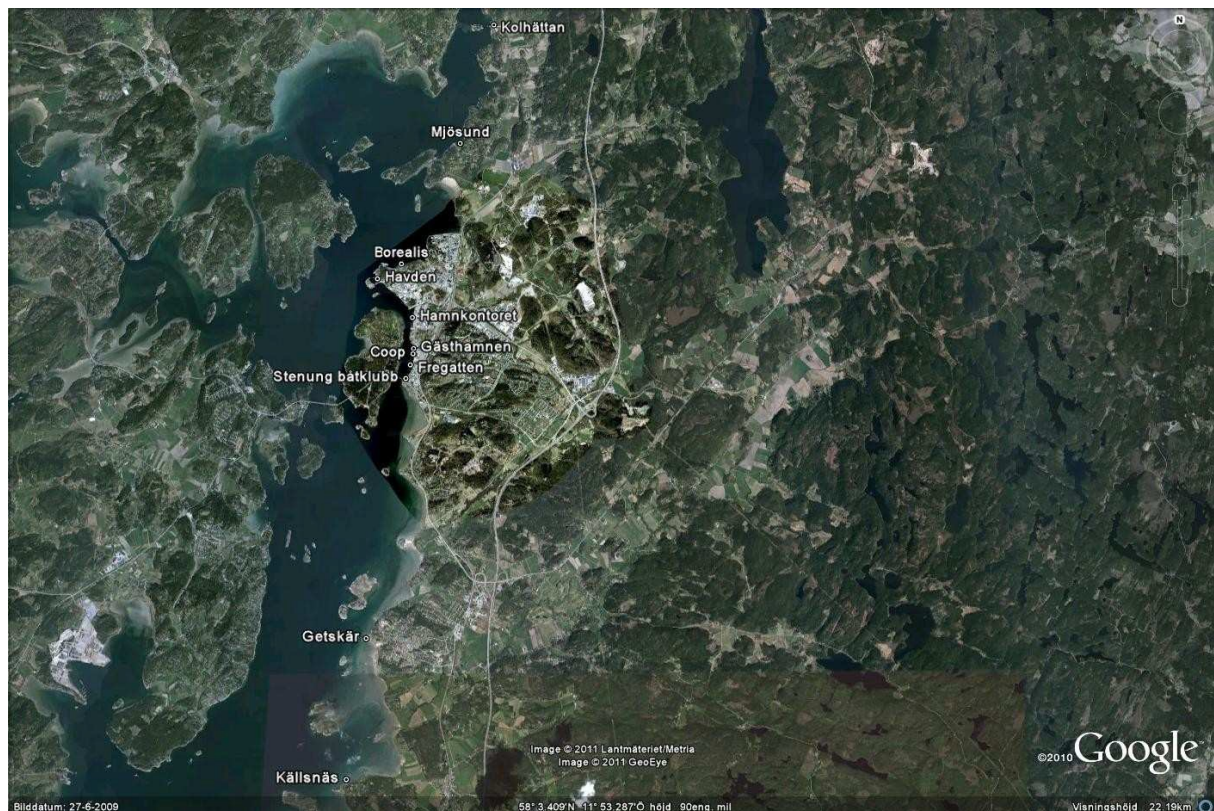
Under 2010 provtog Länsstyrelsen i Västra Götalands län 41 lokaler i länet för att bland annat undersöka halterna av toxiska substanser associerade med båtbottnfärger. Undersökningen visar att 14 av 41 lokaler uppvisar TBT-halter som överskrider de norska gränsvärdena för omfattande akuttoxiska effekter på känsliga organismer. De förorenade lokalerna utgörs främst av småbåtshamnar. I undersökningen hade man förväntat sig att se att halten av TBT ökar med djupet i sedimenten. Eftersom TBT har varit förbjudet som tillsats i båtbottnfärger för fritidsbåtar i drygt 20 år kan man förvänta sig att tillförseln av föroreningar minskat under

årens lopp, och därför borde halten av TBT vara lägre i ytligare sediment. Resultatet visar istället på den motsatta trenden, vilket antas bero på närheten till avspolningsplats för båtarna i många hamnar. Här rengörs båtarna och färgrester spolade sedan ner i havet och ackumuleras. Studien visar också att nedbrytningen av TBT, generellt sett, är långt gången i ytsedimenten, samt att kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter är en god indikator på nedbrytningen av organiska tennföreningar.

Material och metod

PROVTAGNINGSLOKALER

I Stenungsunds kommun finns ca 14 småbåtshamnar av olika storlek. 11 hamnar med plats för mer än 40-50 småbåtar valdes ut och tillfrågades om medverkan i projektet. Den kommunala småbåtshamnen sträcker sig från strax norr om Stenungsöbron förbi centrum till hamnkontoret längre norrut, en sträcka på ca 1,2 km. Ett enda prov antogs därför inte representera hamnen, varför fyra lokaler valdes ut, längs med hamnens längd. Kartan visar en översikt över kommunen med provtagningspunkterna utsatta. Detaljerade kartor över provtagningslokalerna finns under rubriken för varje hamn.



Flygfoto över Stenungsund med provtagningslokalerna utmärkta.

PROVTAGNINGSMETODIK

Under provtagningsdagen (2011-06-07) var sjön lugn, det var uppehåll och inte särskilt blåsigt. Proverna togs från en båt med en kajakprovtagare, som möjliggör provtagning av ostörda sediment. En cylinder av plast trycks ner i botten till lämpligt djup och kärnan skivas sedan för att få sediment från utvalt djup. På alla provtagningslokaler togs ett ytprov på de översta 2 centimetrarna. Om sedimenten var mycket lösa, provtogs de översta 5 centimetrarna. På vissa lokaler togs också ett prov längre ner i sedimenten. Dessa prov antas representera sediment som avsatts för ett antal år sedan, medan de översta centimetrarna representerar nyligen avsatta sediment. Provtagaren hanterades av en diplomerad recipientprovtagare (Robert Eriksson, FROG Marine Service). På varje lokal noterades också kärnans komposition och lukt, samt närvaron av flora och fauna. Provtagningsdjup och exakt lokalisering ses i tabell 5 och under rubriken för varje hamn.

11 lokaler provtogs och totalt 14 prover analyserades. På varje lokal togs flera prov per provpunkt och djup, för att få tillräcklig mängd sediment för analyserna. Proven förvarades under provtagningsdagen i märkta plastpåsar, svalta och mörkt. Senare homogeniserades proverna på ett laboratorium innan de frystes i väntan på transport till ackrediterat laboratorium (Eurofins).

ANALYSER

Analyserna delades upp i två paket. Baspaketet (paket 1) innehåller TBT och dess nedbrytningsprodukter (DBT och MBT), Irgarol, koppar, zink, kadmium, krom, kvicksilver, nickel och arsenik. Här analyserades också torrsubstans, Total Organic Carbon (TOC) och glödförlust. Paket 2 kompletterar vissa analyser med PCB7, PAH11, Oljeindex, Nonylfenol, Oktylfenol och Nonylfenoletoxylater. Rapporteringsgränser anges i tabell 2.

Tabell 2: Rapporteringsgränser

Förkortning	Substans	Rapporteringsgräns	Enhet
TBT	Tributyltenn	1	µg/kg TS
DBT	Dibutyltenn	1-5	µg/kg TS
MBT	Monobutyltenn	1-5	µg/kg TS
	Irgarol	1	µg/kg TS
Cu	Koppar	0,05	mg/kg TS
Cr	Krom	0,05	mg/kg TS
Zn	Zink	0,05	mg/kg TS
Ca	Kadmium	0,01	mg/kg TS
Pb	Bly	0,1	mg/kg TS
Hg	Kvicksilver	0,01	mg/kg TS
As	Arsenik	0,1	mg/kg TS
	PCB	0,002	mg/kg TS
	PAH	0,01	mg/kg TS
TPH (C10-C40)	"Oljeindex"	<38	mg/kg TS
	Nonylfenol	0,1	mg/kg TS
	Oktylfenol	0,01	mg/kg TS
	Nonylfenoletoxylater	0,1	mg/kg TS

PROVERNAS TENNINNEHÅLL

Den aktiva substansen i båtbottnfärger har varit Tributyltenn (TBT), vilken så småningom bryts ner till Dibutyltenn (DBT) och senare till Monobutyltenn (MBT). Närvaron av TBT i ytsedimenten indikerar att tennföreningen nyligen avsatts i sedimenten. Men det kan också betyda att sedimenten är dåligt syresatta vilket ger att TBT bryts ner till DBT mycket långsamt om alls. Vanligtvis används TBT-halterna som indikation på sedimentens grad av förorening, men DBT och MBT har motsvarande effekt på organismerna, varför en summering av substanserna kan ge en bättre bild av föroreningsgraden i sedimenten, så som föreslås i Länsstyrelsens rapport nr 2011:30. Närvaron av TBT i ytsediment på lokaler med ackumulationsbotten antyder att substansen nyligen avsatts vilket kan bero på att båtbottnfärger med TBT fortfarande används, alternativt (vilket är troligare) att färgflagor från äldre lager av båtbottnfärg spolats ner i havet i samband med båtbottnspolning och slipning. Om hamnen också har en uppställningsplats för vinterförvaring av båtar, kan denna fungera som källa för TBT från gamla färglager, varifrån föroreningarna sprids till havet.

TBT/(DBT+MBT)

Genom att räkna ut kvoten av TBT jämfört med summan av DBT och MBT, fås en uppfattning om miljöstatusen i sedimenten. Om mycket TBT brutits ned till DBT och MBT blir kvoten under 1. I ytliga sediment innebär det att TBT inte tillförs sedimenten i någon utsträckning. I djupa sediment innebär en låg kvot att nedbrytningen av TBT är god och att den är långt gånge. En hög kvot (över 1) indikerar att TBT fortfarande tillförs ytliga sediment. Men i djupare sediment innebär en hög kvot syrebegränsade förhållanden, där substanserna inte genomgår någon nedbrytning att tala om, och därför kvarstår mer eller mindre opåverkad år efter år (Länsstyrelsen 2011:30).

BEDÖMNING AV UPPMÄTTA VÄRDEN

Uppmätta värden för olika ämnen har jämförts med ett medelvärde av insamlade data för ämnet från ett stort antal prover tagna i sediment på 55 cm djup (där man använt analysmetoden Svensk standard). Dessa jämförelsevärden anses representera förindustriella värden för ämnet. Kvoten har sedan jämförts med tabellen "Avvikelseklassningen av metaller" redovisade i "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Kust och Hav" (rapport 4914, Naturvårdsverket):

Klassificeringen är ett mått på hur mycket det uppmätta värdet på lokalen avviker från vad som betraktas som förindustriella värden. I tabell 3a har värdena i rapport 4914 räknats om.

Tabell 3a: Avvikelseklassning för metaller i sediment baserat på svensk standard. Omräknat från tabell 34 och 36 i Naturvårds verkets rapport 4914 (mg/kg TS).

	klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
As	<10	10-17	17-28	28-45	>45
Cd	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,2	1,2-3	>3
Cr	<40	40-48	48-60	60-72	>72
Cu	<15	15-30	30-49,5	49,5-79,5	>79,5
Hg	<0,04	0,04-0,12	0,12-0,4	0,4-1	>1
Ni	<30	30-45	45-66	66-99	>99
Pb	<25	25-40	40-65	65-110	>110
Zn	<85	85-127,5	127,5-204	204-357	>357

- Klass 1 Ingen/obetydlig avvikelse från jämförelsevärdet
 Klass 2 Liten avvikelse från jämförelsevärdet
 Klass 3 Tydlig avvikelse från jämförelsevärdet
 Klass 4 Stor avvikelse från jämförelsevärdet
 Klass 5 Mycket stor avvikelse från jämförelsevärdet

Jämförelsevärdena för ekotoxikologiska nivåer för tungmetaller kommer från tabell 27 i Naturvårdsverkets rapport 4914 (1999) (tabell 3b). Tabellen är uppbyggd av data för effektgränser från NOAA och kanadensiska sedimentkvalitetsgränser. Värdena anger de koncentrationer över vilka man kan förvänta sig påverkan på organismer. Skillnader i gränsvärde för ett ämne beror i allmänhet på att man använt olika metoder samt definierat ingående variabler på olika sätt. Värdena i tabellen gäller för totalanalys, medan jämförelserna för avvikelseklassning baseras på Svensk standard.

Tabell 3b: Effektgränser för metaller i sediment (mg/kg TS) enligt tabell 27 i Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Kust och Hav, rapport 4914 från Naturvårdsverket

	NOOA	TEL Kanada 1996
Arsenik	35	5,9
Kadmium	5	0,6
Krom	80	37
Koppar	70	36
Kvicksilver	0,15	0,17
Nickel	30	18
Bly	35	35
Zink	120	123

Ekotoxikologiska värden för TBT är satt till 0,032 µg/kg TS, baserat på de norska effektbaserade gränsvärdena. Också en jämförelse med det förvaltningsbaserade gränsvärdet på 100 µg/kg TS görs. (Revidering av klassificering av metaller och organiska miljögifter i vann og sediment, Statens forurensningstilsyn, rapport 2229, 2007). För Irgarol är gränsvärdet 2,5 µg/kg TS enligt det norska gränsvärdet för omfattande akuttoxiska nivåer.

För PAH och PCB har mätvärdena jämförts med Naturvårdsverkets tillståndsklassning enligt tabell 4.

Tabell 4: Tillståndsklassning enligt Naturvårdsverkets rapport nr 4914, uppdaterad från Naturvårdsverkets hemsida.

	Låg halt	Medelhög halt	Hög halt	Mycket hög halt
PAH11, µg/kg TS	0-280	280-800	800-2500	>2500
PCB, µg/kg TS	0-1,3	1,3-4	4,0-15	>15

Resultat

Analysresultatet redovisas i tabell 5 med stöd av FROG Marine Service rapport, bilaga 1. Värden som faller inom klass 3 och högre (enligt avvikelseklassningen) har markerats i tabellen. Halterna av TBT, butyltenn och Irgarol redovisas i diagram 1, 2 och 3. Diagram 4 visar fördelningen av kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter.

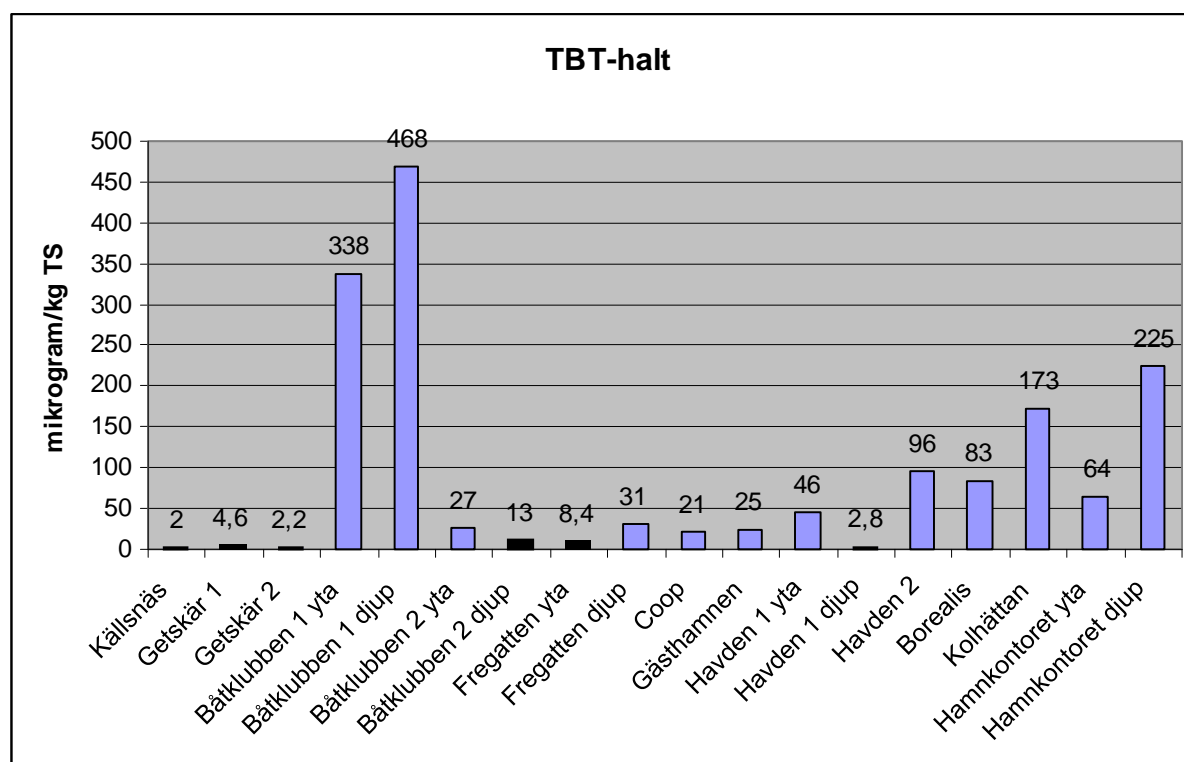


Diagram 1: Halten av TBT (µg/kg TS) för alla provpunkter utom Mjösund. Värdet på denna provpunkt är så högt (3240 µg/kg TS) att om det inkluderas i diagrammet åskådliggörs inte de andra provpunkterna i diagrammet.

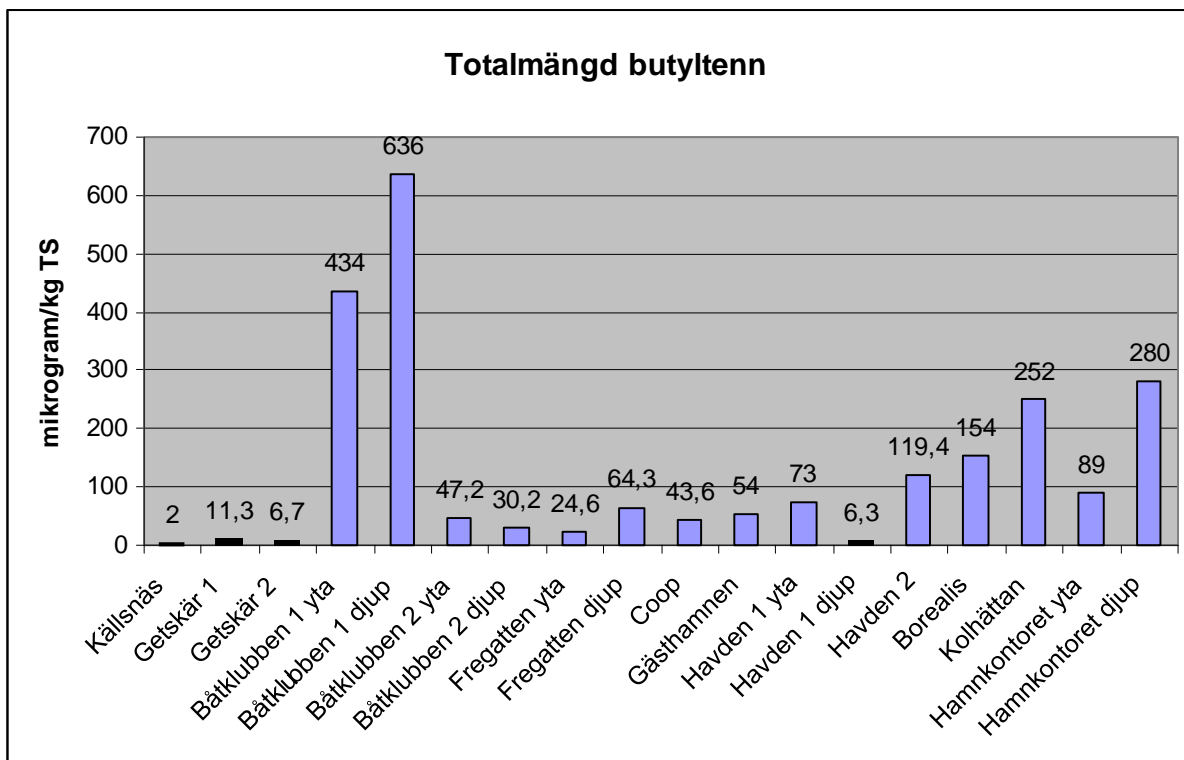


Diagram 2: Totalmängd butyltenn (TBT+DBT+MBT) per provtagningspunkt utom Mjösund. Värdet på denna provpunkt är så högt (4378 µg/kg TS) att om det inkluderas i diagrammet åskådliggörs inte de andra provpunkterna i diagrammet.

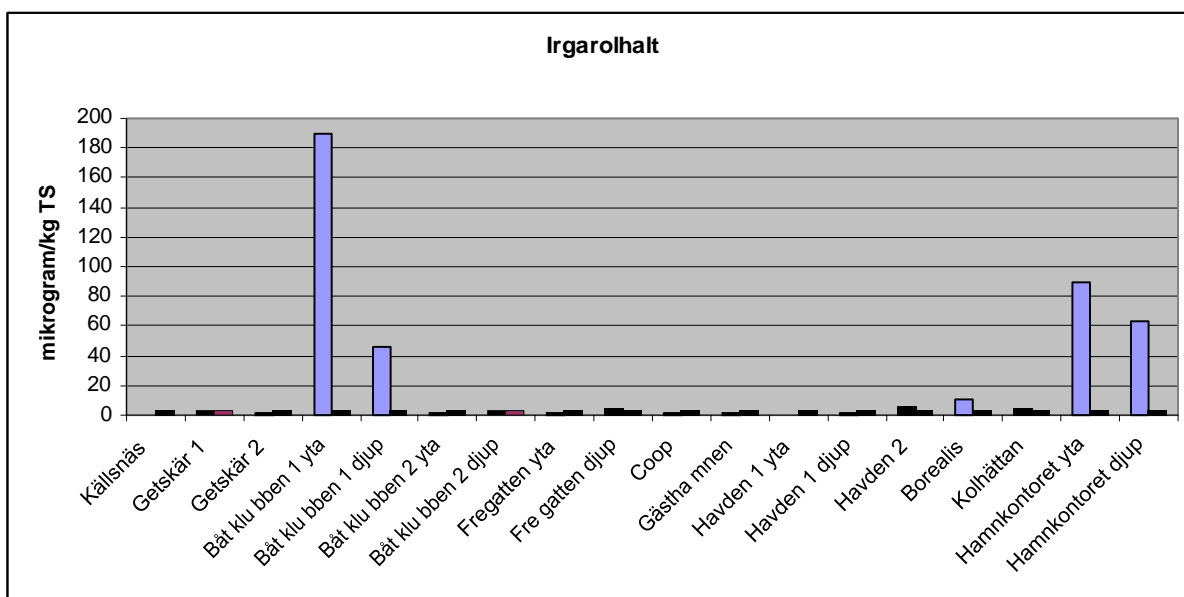


Diagram 3: Halten av Irgarol i sedimenten på de olika provpunkterna. Mjösund har utelämnats då värdet är så högt (7400 µg/kg TS) att om det inkluderas i diagrammet åskådliggörs inte de andra provpunkterna i diagrammet.

KÄLLSNÄS SMÅBÅTSHAMN

Beskrivning

Småbåtshamnen i Källsnäs består av 6 bryggor med plats för totalt ca 180 fritidsbåtar. Botten är sandig till ett djup av ca 15 cm och därunder fanns mycket styv lera, varför det var svårt att ta ett prov med kajakprovtagaren. På bottenytan fanns ishavstång/blåstång och ålgräs som eventuellt var Dvärgålgräs (*Zostera noltii*). Bioturbering och oxidation noterades ner till 4 cm djup med gångar från oligochaeter och polychaeter. På 15 cm djup i sedimenten fanns ett musselskal från en *Nuculana*. Källsnäs småbåtshamn verkar inte ha ackumulationsbotten. På lokalen togs ett prov som analyserades enligt paket 1.

Sedimenten var brungrå på ytan (0-15 cm) och grå längre ner. Det föreföll luktfritt.

Koordinater för provtagningspunkt (WGS84): N57°59.347'
E011°47.645'



Flygfoto över provtagningspunkt Källsnäs.



Sedimentkärna från Källsnäs

Jämfört med de norska gränsvärdena för dumpningsbara sediment ligger TBT-värdet för sedimenten i Källsnäs småbåtshamn på en låg nivå (2 jämfört med 100 µg/kg TS).

Från ett ekotoxikologiskt perspektiv finns risk att känsliga organismer påverkas av förhöjda halter av TBT.

Resultat

Enligt provresultaten från Källsnäs småbåtshamn visar sedimenten påverkan av koppar (30 mg/kg TS) då nivån hamnar i tillståndsklass 3 – tydlig avvikelse från bakgrundshalten, enligt den svenska avvikelseklassningen.

Halterna av TBT (2 µg/kg TS) och dess nedbrytningsprodukter är låga. Kvoten för TBT/ DBT + MBT kunde inte beräknas då halterna för nedbrytningsprodukterna understeg rapporteringsgränsen. Summan av TBT och dess nedbrytningsprodukter uppgår till 2 µg/kg TS, vilket är en underskattning av den totala mängden butyltenn då halterna för nedbrytningsprodukterna understiger rapporteringsgränsen.

Närvaro av Irgarol kan påvisas, men halten faller under rapporteringsgränsen 1 µg/kg TS.

Källsnäs

Sedimentdjup, cm	0-2
Vattendjup, m	3
Torrsubstans, %	75,5
TOC, % TS	1,2
Glödförlust, % TS	2,1
Irgarol, µg/kg TS	<1,0
Arsenik, mg/kg TS	1,9
Kadmium, mg/kg TS	0,079
Krom, mg/kg TS	5,2
Koppar, mg/kg TS	30
Kvicksilver, mg/kg TS	0,05
Nickel, mg/kg TS	3,3
Bly, mg/kg TS	2,8
Zink, mg/kg TS	16
TBT, µg/kg TS	2
DBT, µg/kg TS	<1
MBT, µg/kg TS	<1
Kvot TBT/DBT+MBT	-

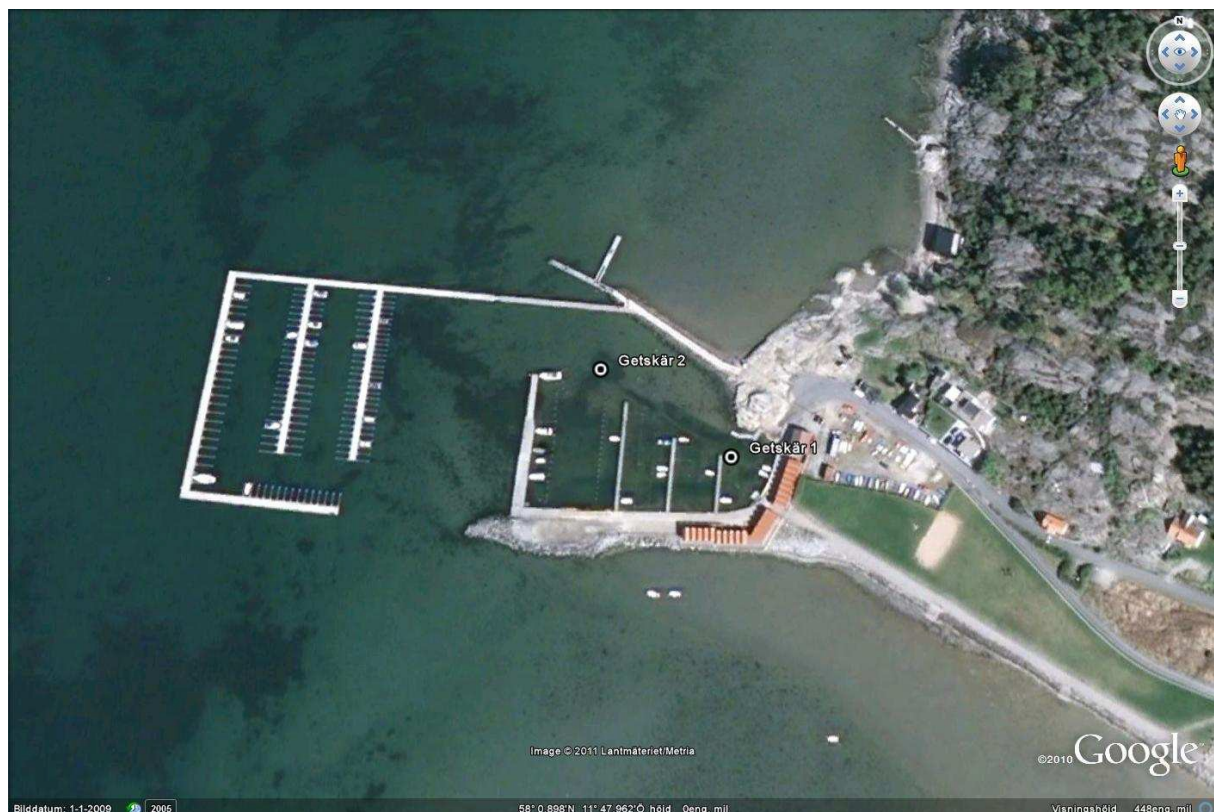
GETSKÄRS SMÅBÅTSHAMN

Småbåtshamnen i Getskär består av två delar. Den inre delen är den gamla småbåtshamnen med plats för ca 140 båtar. Den yttre delen är relativt ny och har plats för ca 130 båtar. Hamnen har underhållsmuddrats tre gånger; 1998, 2002 och 2005.

Botten är en långgrund ackumulationsbotten med lösa, gråsvarta sediment. Ett ytprov togs (0-2 cm) på två olika ställen. Ett vid rampen för båtupptag (Getskär 1). Här analyserades sedimenten både enligt paket 1 och paket 2. Ett andra prov togs vid båtplatserna (Getskär 2). Dessa analyserades enligt paket 1.

Vid båtupptaget syntes fragmentariska alger av bl a *Ceramium sp.* Efter provtagningen bredde fläckar av olja ut sig på ytan. I övrigt fanns ingen synlig flora eller fauna, och inte heller någon bioturbering. Sedimenten avgav en tydlig lukt.

Längre ut, vid båtplatserna, syntes varken flora eller fauna. Här når bioturberingen ner till ca 1 cm. Också här kunde man uppfatta en tydlig lukt.



Flygfoto över provpunkterna i Getskär

Koordinater för provtagningarna (WGS84):

Getskär 1 Båtupptaget N58°00.886' E011°48.015'

Getskär 2 Båtplatserna N58°00.908' E011°47.957'



Sedimentkärna från Getskär 1 – Båtuupptaget

Resultat

Getskär 1

Provet vid Getskär 1 togs vid upptagningsplatsen för båtar. Förhöjda halter av koppar och zink noteras i ytsedimenten (35 mg/kg TS resp 100 mg/kg TS, klass 3 resp klass 2), liksom närvaro av PAH:er (229 µg/kg TS, klass 2). Förekomst av PCB kan påvisas men värdena understiger rapporteringsgränsen. Den angivna summan av PCB7 är därför en överskattning av det verkliga värdet då rapporteringsgränsen (2 µg/kg TS) har använts för de delsubstanser där halterna understiger rapporteringsgränsen.

Halten TBT ligger på 4,6 µg/kg TS. Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter (0,69) understiger 1 vilket indikerar att TBT inte längre tillförs sedimenten i någon utsträckning. Summan av mängden butyltenn uppgår till 11,3 µg/kg TS.

Provresultat för Getskär 1

Vid en jämförelse med de norska gränsvärdena för TBT, ligger halten i Getskär 1 på en relativt låg nivå (4,6 jämfört med 100 µg/kg TS). Halterna för Irgarol ligger däremot närmare den norska gränsen för omfattande akuttoxiska effekter (2,3 jämfört med 2,5 µg/kg TS). Även vid en jämförelse med den totala mängden butyltenn hamnar halten relativt lågt (11,3 µg/kg TS).

Från ett ekotoxikologiskt perspektiv kan man räkna med att känsliga arter framför allt påverkas av halterna av koppar, TBT och Irgarol.

Sedimentdjup, cm	0-2
Vattendjup, m	2
Torrsubstans, %	43,6
TOC, % TS	4,4
Glödförlust, % TS	7,7
Irgarol, µg/kg TS	2,3
Arsenik, mg/kg TS	7,5
Kadmium, mg/kg TS	0,18
Krom, mg/kg TS	39
Koppar, mg/kg TS	35
Kvicksilver, mg/kg TS	0,02
Nickel, mg/kg TS	25
Bly, mg/kg TS	19
Zink, mg/kg TS	100
TBT, µg/kg TS	4,6
DBT, µg/kg TS	2,4
MBT, µg/kg TS	4,3
Kvot TBT/DBT+MBT	0,687
Summa Butyltenn	11,3
Summa PAH11, µg/kg TS	229
Summa PCB7, µg/kg TS	<8

Getskär 2

Längre ut, vid båtplatserna, togs ytterligare ett ytprov. Resultatet visar på förhöjda halter av koppar (36 mg/kg TS). I övrigt ses en liten avvikelse för zinkhalten i sedimentet (110 mg/kg TS, klass 2).

Halten av TBT uppgår till 2,2 µg/kg TS. Kvoten av TBT i förhållande till sina nedbrytningsprodukter (0,49) indikerar att TBT inte längre tillförs sedimenten. Den totala mängden butyltenn uppgår till 6,7 µg/kg TS.

Sedimentkärna från Getskär 2- Båtplatserna
Jämfört med de norska gränsvärdena ligger halten TBT och summan butyltenn relativt lågt (2,2 och 6,7 µg/kg TS jämfört med 100 µg/kg TS), medan värdet för Irgarol ligger närmare gränsvärdet för omfattande akuttoxiska effekter (1,8 jämfört med 2,5 µg/kg TS).

Organismer kan antas påverkas av förhöjda halter av främst koppar, Irgarol och TBT.

Provresultat för Getskär 2

Sedimentdjup, cm	0-2
Vattendjup, m	3
Torrsubstans, %	45,2
TOC, % TS	4,4
Glödförlust, % TS	7,7
Irgarol, µg/kg TS	1,8
Arsenik, mg/kg TS	8,7
Kadmium, mg/kg TS	0,18
Krom, mg/kg TS	39
Koppar, mg/kg TS	35
Kvicksilver, mg/kg TS	0,02
Nickel, mg/kg TS	25
Bly, mg/kg TS	19
Zink, mg/kg TS	100
TBT, µg/kg TS	2,2
DBT, µg/kg TS	1,5
MBT, µg/kg TS	3
Kvot TBT/DBT+MBT	0,489
Summa Butyltenn	6,7



Sedimentkärna från Getskär 2 - båtplatserna

STENUNGSUNDS BÅTKLUBB

Stenungsunds båtklubbs småbåtshamn är belägen strax norr om det östra fästet för Stenungsöbron. Den består av tre bryggor med plats för ca 130 båtar. Hamnen anlades 1957 och den sista bryggan fanns på plats 1974.

Botten är en delvis långgrund ackumulationsbotten med lösa, svarta sediment som var lätta att provta. Prover togs på två lokaler; dels vid båtupptaget/kranen (1). Här togs prov på ytan (0-2 cm) samt på ett djup av 15-20 cm. Den andra lokalen ligger vid bryggorna (2). Här togs ett ytprov (0-2 cm) samt ett prov på ett djup av 25-30 cm. De ytliga proven från båtupptaget (1) analyserades enligt paket 1 och 2, medan de djupare proven på samma lokal, samt provet från bryggorna (2), analyserades enligt paket 1.

Vid båtupptaget syntes inte tecken på varken flora eller fauna, men enstaka skal av Blåmussla (*Mytilus*) återfanns. Provet visade ingen tydlig oxidering och inte heller någon tydlig bioturbering. En tydlig lukt kunde urskiljas.

Vid bryggorna syntes inte heller någon flora eller fauna och bioturbering saknades. Enstaka musselskal samt copepoder fanns dock med i provet. Sedimenten föreföll oxiderade ner till ett djup av 1 cm.



Flygfoto över provpunkterna vid Stenungsunds båtklubb

Koordinater för provtagningspunkterna (WGS84):

Stenungsunds båtklubb, båtupptaget 1	N58°03.829'	E011°48.794'
Stenungsunds båtklubb, bryggorna 2	N58°03.869'	E011°48.732'

Resultat

I vattnet utanför Stenungsunds båtklubb analyserades fyra prover. Två ytprover och på samma lokaler, två prover på djupare sediment. Vid båtupptaget (punkt 1) har båtar spolats av under många år men spolplatta med rening saknades då proverna togs.

Stenungsunds båtklubb, punkt 1, båtupptaget

Provresultat båtupptaget, 1

Sedimentdjup, cm	0-2	Sedimentdjup, cm	15-20
Vattendjup, m	2-3	Vattendjup, m	2-3
Torrsubstans, %	46,4	Torrsubstans, %	48,5
TOC, % TS	4,5	TOC, % TS	4,4
Glödförlust, % TS	7,9	Glödförlust, % TS	7,8
Irgarol, µg/kg TS	190	Irgarol, µg/kg TS	46
Arsenik, mg/kg TS	7,4	Arsenik, mg/kg TS	7,1
Kadmium, mg/kg TS	0,24	Kadmium, mg/kg TS	0,26
Krom, mg/kg TS	31	Krom, mg/kg TS	21
Koppar, mg/kg TS	55	Koppar, mg/kg TS	17
Kvicksilver, mg/kg TS	0,03	Kvicksilver, mg/kg TS	0,03
Nickel, mg/kg TS	20	Nickel, mg/kg TS	15
Bly, mg/kg TS	17	Bly, mg/kg TS	18
Zink, mg/kg TS	110	Zink, mg/kg TS	54
TBT, µg/kg TS	338	TBT, µg/kg TS	468
DBT, µg/kg TS	53	DBT, µg/kg TS	52
MBT, µg/kg TS	43	MBT, µg/kg TS	116
Kvot TBT/DBT+MBT	3,521	Kvot TBT/DBT+MBT	2,786
Summa Butyltenn	434	Summa Butyltenn	636
Summa PAH11, µg/kg TS	387		
Summa PCB7, µg/kg TS	17		

Ytprovet visade på avvikelser från opåverkade sediment för koppar (55 mg/kg TS, klass 4). Sedimenten innehöll också medelhöga halter av PAH11 (367 µg/kg TS, klass 3) samt mycket höga halter av PCB7 (17 µg/kg TS).

Värdena för Irgarol (190 µg/kg TS) och TBT (338 µg/kg TS) ligger på nivåer som väntas ge omfattande akuttoxiska effekter på känsliga organismer.

Kvoten för TBT och dess nedbrytningsprodukter överstiger 1 (3,52) vilket indikerar antingen att TBT fortfarande tillförs sedimenten antingen genom ny färg, eller kanske troligare, genom att båtar med gammal färg spolats av eller slipas varvid resterna hamnar i havet. Summan av butyltenn uppgår till 434 µg/kg TS.

Djupare ner i sedimenten (15-20 cm) är halten koppar lägre (17 mg/kg TS), vilket representerar en liten avvikelse (klass 2) från opåverkade sediment.



Stenungsunds båtklubb 1, båtupptaget

Värdena för Irgarol är fortfarande höga (46 µg/kg TS) även om de är lägre än i ytsedimenten.

TBT-halten är däremot högre än i ytsedimenten (468 µg/kg TS). Detta återspeglas dock inte i kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter (2,79) vilken istället är lägre än i ytsedimenten. Eftersom kvoten överstiger 1,5 kan man inte räkna med att TBT butyltennet genomgår någon nedbrytning i de djupare sedimenten på lokalen. Summan av butyltenn uppgår till 636 µg/kg TS.

Organismerna i sedimenten i hamnen påverkas av förhöjda halter av Irgarol och TBT.

Punkt 2, bryggorna

Vid bryggorna togs två prover. Dels ett ytprov, men också ett prov 25-30 cm ner i sedimenten.

Provresultat bryggorna, 2

Sedimentdjup, cm	0-2	Sedimentdjup, cm	25-30
Vattendjup, m	3	Vattendjup, m	3
Torrsubstans, %	37,6	Torrsubstans, %	50,7
TOC, % TS	4,2	TOC, % TS	4
Glödförlust, % TS	7,4	Glödförlust, % TS	7
Irgarol, µg/kg TS	1,2	Irgarol, µg/kg TS	2,2
Arsenik, mg/kg TS	6,5	Arsenik, mg/kg TS	5,3
Kadmium, mg/kg TS	0,18	Kadmium, mg/kg TS	0,2
Krom, mg/kg TS	45	Krom, mg/kg TS	31
Koppar, mg/kg TS	52	Koppar, mg/kg TS	30
Kvicksilver, mg/kg TS	0,02	Kvicksilver, mg/kg TS	0,02
Nickel, mg/kg TS	20	Nickel, mg/kg TS	16
Bly, mg/kg TS	16	Bly, mg/kg TS	13
Zink, mg/kg TS	160	Zink, mg/kg TS	87
TBT, µg/kg TS	27	TBT, µg/kg TS	13
DBT, µg/kg TS	8,2	DBT, µg/kg TS	4,2
MBT, µg/kg TS	12	MBT, µg/kg TS	13
Kvot TBT/DBT+MBT	1,337	Kvot TBT/DBT+MBT	0,756
Summa Butyltenn	47,2	Summa Butyltenn	30,2

I de ytliga sedimenten ligger kopparhalten inom gränserna för klass 4 (52 mg/kg TS, stor avvikelse från ursprungliga sediment). Halten zink ligger på 160 mg/kg TS, vilket hamnar inom klass 3 (tydlig avvikelse).

Halten TBT ligger på 27 $\mu\text{g/kg}$ TS. Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger strax över 1 (1,34) vilket kan tolkas som att sedimenten mottar ett märkbart tillskott av TBT. Den totala mängden butyltenn uppgår till 47 $\mu\text{g/kg}$ TS.

Jämfört med de norska gränsvärdena för omfattande akuttoxiska effekter ligger värdet för TBT samt summan av butyltenn relativt lågt (27 och 47 $\mu\text{g/kg}$ TS jämfört med 100 $\mu\text{g/kg}$ TS). Halten Irgarol (1,2 $\mu\text{g/kg}$ TS) understiger gränsen för omfattande akuttoxiska effekter (2,5 $\mu\text{g/kg}$ TS).

I de ytliga sedimenten kan känsliga organismer påverkas av förhöjda halter av koppar, zink och TBT.

Djupare ner i sedimenten (25-30 cm) vid bryggorna har halten koppar sjunkit till 30 mg/kg TS, vilket hamnar i klass 3 (tydlig avvikelse från ursprungliga sediment). Zinkhalten är också betydligt lägre (87 mg/kg TS, klass 2) än i de ytligare sedimenten.

TBT-halten är lägre än i ytsedimenten (13 $\mu\text{g/kg}$ TS) men ligger fortfarande ganska högt jämfört med det exotoxikologiska gränsvärdet på 0,032. Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger under 1 (0,76), vilket indikerar att sedimenten genomgått långt gången nedbrytning och att syre finns tillgängligt i processen. Den totala mängden butyltenn uppgår till 30 $\mu\text{g/kg}$ TS.

Jämfört med de norska gränsvärdena för omfattande akuttoxiska effekter ligger halten TBT och summan butyltenn relativt lågt (13 och 30 $\mu\text{g/kg}$ TS jämfört med 100 $\mu\text{g/kg}$ TS). Halten Irgarol ligger dock nära den norska gränsen på 2,5 $\mu\text{g/kg}$ TS (2,2 $\mu\text{g/kg}$ TS).

Känsliga organismer som kommer i kontakt med de djupare sedimenten riskerar att påverkas av förhöjda halter av Irgarol och TBT.



Stenungsunds båtklubb 2, bryggorna

STENUNGSUNDS KOMMUNS SMÅBÅTSHAMN

Mellan Stenungsunds centrum och Stenungsön löper en farled som på östra sidan kantas av en långsträckt småbåtshamn ägd av Stenungsunds kommun. Här finns plats för ca 300 båtar och prover togs på fyra lokaler, som benämns Fregatten, Coop, Gästhamnen och Hamnkantoret.



Flygfoto över provpunkterna längs Stenungsunds kommuns småbåtshamn

Fregatten

Provpunkten är lokaliserad mellan bryggorna strax utanför kulturhuset Fregatten. Här togs två prover på samma lokal, ett i ytan (0-2 cm) samt ett prov på 25-30 cm djup. Analyserna gjordes enligt paket 1.

Sedimentet var svarta med en tydlig lukt. Kiselalger fanns på ytan av sedimenten men ingen övrig flora eller fauna återfanns. Sedimenten föreföll syresatta ner till 1 cm djup, men ingen bioturbering syntes. Det råder tydliga ackumulationsförhållanden på platsen.

Koordinater för provpunkten (WGS84): N58°03.968'
E011°48.890

Resultat

I det ytliga provet är kopparhalten förhöjd (39 mg/kg TS, klass 3). Halten zink visar på en liten avvikelse från ursprungsediment (110 mg/kg TS, klass 2).

Fregatten

Sedimentdjup, cm	0-2	25-30
Vattendjup, m	2-3	2-3
Torrsubstans, %	40,8	46,1
TOC, % TS	4,8	4,6
Glödförlust, % TS	8,5	8
Irgarol, µg/kg TS	1,2	3,7
Arsenik, mg/kg TS	6,6	6,6
Kadmium, mg/kg TS	0,27	0,33
Krom, mg/kg TS	37	37
Koppar, mg/kg TS	39	27
Kvicksilver, mg/kg TS	0,03	0,03
Nickel, mg/kg TS	25	25
Bly, mg/kg TS	19	20
Zink, mg/kg TS	110	110
TBT, µg/kg TS	8,4	31
DBT, µg/kg TS	5,2	8,3
MBT, µg/kg TS	11	25
Kvot TBT/DBT+MBT	0,519	0,931
Summa Butyltenn	24,6	64,3

Halten TBT uppgår till 8,4 µg/kg TS medan kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger en bit under 1 (0,52), vilket indikerar att nytt TBT inte tillförs sedimenten. Den totala mängden butyltenn uppgår till 25 µg/kg TS. Jämfört med det norska gränsvärdet för omfattande akuttoxiska effekter ligger nivåerna för TBT ganska lågt.

Halten Irgarol (1,2 µg/kg TS) understiger det norska gränsvärdet för omfattande akuttoxiska effekter (2,5 µg/kg TS).

Känsliga organismer riskerar att påverkas av förhöjda halter av TBT.

I det djupare provet är halten koppar lägre (27 mg/kg TS, klass 2). Halten

zink ligger på samma nivå som i ytproverna.

Halten TBT är högre i de djupare sedimenten ($31\mu\text{g}/\text{kg}$ TS), jämfört med ytproverna. Kvoten är också högre (0,93), men fortfarande lägre än 1. Förhållandet mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter indikerar att sedimenten genomgår en god nedbrytning. Den totala halten av butyltenn uppgår till $64\mu\text{g}/\text{kg}$ TS, vilket fortfarande understiger normmännens akuttoxiska gränsvärde.



Sedimentkärna från provpunkt Fregatten

Halten Irgarol är också högre än i ytproverna ($3,7\mu\text{g}/\text{kg}$ TS jämfört med $1,2\mu\text{g}/\text{kg}$ TS i ytsedimenten), vilket indikerar att tillförseln av nytt Irgarol minskat. Värdet för det djupare sedimentet överstiger det norska värdet för omfattande akuttoxiska effekter ($2,5\mu\text{g}/\text{kg}$ TS).

Från ett ekotoxikologisk perspektiv finns risk att organismer påverkas av förhöjda halter av TBT och Irgarol.

COOP

Provpunkten är lokaliserad mellan bryggorna strax utanför ingången till Coop. Provet togs från ytan av sedimenten (0-2 cm). Här råder tydliga ackumulationsförhållanden, men det syntes inga spår av flora, fauna eller bioturbering. Sedimenten var svarta och föreföll syresatta till ett djup av ca 1 cm.

Provet analyserades i enlighet med paket 1.

Koordinater för provpunkten (WGS84): N58°04.116'
E011°48.945'

Resultat

Provet består av ytsediment där halterna av koppar (59 mg/kg TS, klass 4) och zink (150 mg/kg TS, klass 3) är förhöjda i förhållande till ursprungsedimenten.

Sedimentdjup, cm	0-2
Vattendjup, m	2-3
Torrsubstans, %	41,9
TOC, % TS	5,3
Glödförlust, % TS	9,3
Irgarol, µg/kg TS	1,9
Arsenik, mg/kg TS	6,4
Kadmium, mg/kg TS	0,39
Krom, mg/kg TS	40
Koppar, mg/kg TS	59
Kvicksilver, mg/kg TS	0,04
Nickel, mg/kg TS	26
Bly, mg/kg TS	21
Zink, mg/kg TS	150
TBT, µg/kg TS	21
DBT, µg/kg TS	8,6
MBT, µg/kg TS	14
Kvot TBT/DBT+MBT	0,929
Summa Butyltenn	43,6

Halten av TBT ligger på 21 µg/kg TS, vilket är högre än det effektbaserade gränsvärdet, men lägre än gränsvärdena för norska vatten (100 µg/kg TS). Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger på 0,91 vilket är lägre än 1 och därför indikerar att nytt TBT tillförs sedimenten endast i liten utsträckning. Den totala mängden butyltenn uppgår till nästan 44 µg/kg TS.

Halten Irgarol ligger under normmännens gränsvärde för omfattande akuttoxiska effekter (2,5 µg/kg TS).

Från ett ekotoxikologiskt perspektiv finns risken att känsliga organismer påverkas av förhöjda halter av Irgarol, zink och TBT.



Sedimentkärna från provpunkt Coop

GÄSTHAMNEN

Provpunkten Gästhamnen är belägen strax utanför och söder om kommunhuset. Här var sedimenten svarta med något brun yta. Provet togs på ytan av sedimenten (0-2 cm) där ingen flora eller fauna återfanns. Sedimenten visade inte upp någon tydlig bioturbering och inte heller någon tydlig oxidering. Enstaka skal av *Mytilus* (Blåmussla) och *Cerastoderma* (Hjärtmussla) återfanns dock. Tydliga ackumulationsförhållanden råder på botten. En gång genomborrade sedimentkärnan från botten till toppen, sannolikt efter en passerande gasbubbla.

Analyserna på provet genomfördes i enlighet med paket 1.

Koordinater för provpunkten (WGS84): N58°04.177'
E011°48.954'

Resultat

Vid Gästhamnen togs ett prov på ytliga sediment. Liksom för provpunkt Coop är halten av

Gästhamnen

Sedimentdjup, cm	0-2
Vattendjup, m	2-3
Torrsubstans, %	39,6
TOC, % TS	5,6
Glödförlust, % TS	9,9
Irgarol, µg/kg TS	1,5
Arsenik, mg/kg TS	7,7
Kadmium, mg/kg TS	0,38
Krom, mg/kg TS	38
Koppar, mg/kg TS	51
Kvicksilver, mg/kg TS	0,04
Nickel, mg/kg TS	25
Bly, mg/kg TS	24
Zink, mg/kg TS	150
TBT, µg/kg TS	25
DBT, µg/kg TS	12
MBT, µg/kg TS	17
Kvot TBT/DBT+MBT	0,862
Summa Butyltenn	54



Sedimentkärna för provpunkten Gästhamnen

koppar förhöjd jämfört med ursprungssedimenten (51 mg/kg TS, klass 4). Zinkhalten är också förhöjd (150 mg/kg TS, klass 3).

Halten TBT ligger på 25 µg/kg TS, och kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger på 0,86, vilket indikerar att TBT tillförs sedimenten i liten utsträckning. Den totala

halten av butyltenn uppgår **till** 54 11g/kg TS. I förhållande **till** de norska gränsvärdena för dumpningsbara massor, ligger halterna i Gästhamnen på en relativt låg nivå.

Halten Irgarol uppgår **till** 1,5 f!g/kg TS, vilket understiger det norska gränsvärdet för omfattande akuttoxiska effekter (2,5 11g/kg TS).

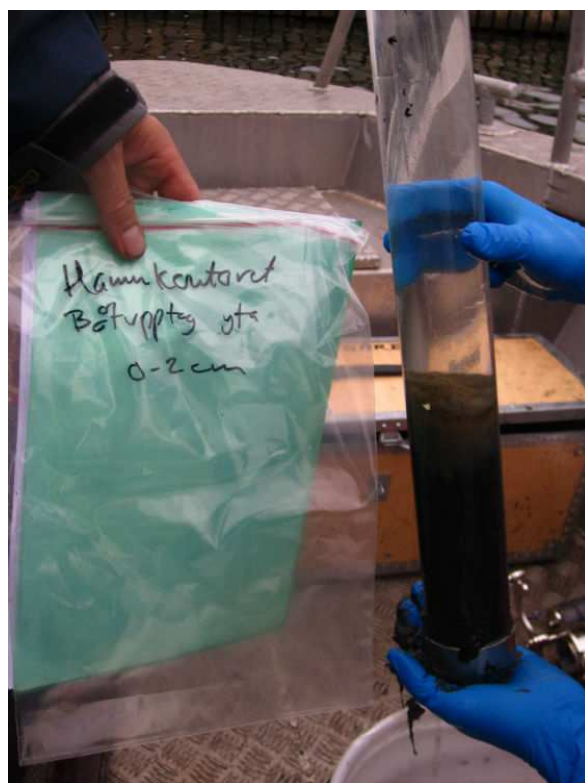
Känsliga organismer kan påverkas av förhöjda halter av Irgarol, zink och TBT.

HAMNKONTORET

Vid hamnkontoret finns det kommunala båtupptaget där avspolning av båtar skett utan spolplatta med rening under många år. Sedan 2½ båtupptagningsäsong har avspolning skett till spolplatta med slutet reningssystem d.v.s. inget avloppsvatten har släppts ut. Proverna togs vid bryggan, strax utanför hamnkontoret. Ytprovet utgjorde de översta 2 centimetrarna, medan det djupare provet togs på 15-20 cm djup. Sedimenten var gråsvarta och bioturbation kunde ses ner till nästan 1 cm djup. Oxidationsdjupet föreföll vara ca 2 cm. Provet var homogent till färg och komposition men innehöll två stycken snäckor av arten *Hinia nitida* (Nätsnäcka).

Ytsedimenten testades i enlighet med analyspaket 1 och 2, medan provet från de djupare sedimenten analyserades enligt paket 1.

Koordinater för provpunkten: N58°04.540'
E011°48.923'



Sedimentkärna från provpunkt Hamnkontoret

Hamnkontoret

Sedimentdjup, cm	0-2	15-20
Vattendjup, m	3	3
Torrsubstans, %	49,1	61
TOC, % TS	2,9	2,9
Glödförlust, % TS	5,1	5
Irgarol, µg/kg TS	89	63
Arsenik, mg/kg TS	4,3	4,1
Kadmium, mg/kg TS	0,21	0,24
Krom, mg/kg TS	17	21
Koppar, mg/kg TS	61	26
Kvicksilver, mg/kg TS	0,03	0,05
Nickel, mg/kg TS	11	14
Bly, mg/kg TS	12	16
Zink, mg/kg TS	92	79
TBT, µg/kg TS	64	225
DBT, µg/kg TS	13	27
MBT, µg/kg TS	12	28
Kvot TBT/DBT+MBT	2,560	4,091
Summa Butyltenn	89	280
Summa PAH11, µg/kg TS	300	
Summa PCB7, µg/kg TS	11	

Resultat

Vid hamnkontorets avspolningsplats för båtar togs två prover på en lokal. Förutom ett prov på ytsedimenten togs också ett prov på djupare sediment (15-20 cm).

I ytsedimenten sågs ett förhöjt värde på koppar (61 mg/kg TS, klass 4). Halten zink visar på en liten avvikelse från ursprungssedimenten (92 mg/kg TS, klass 2).

Halten TBT uppgår till 64 µg/kg TS och kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter uppgår till 2,56, vilket indikerar att TBT fortfarande tillförs sedimenten. Totalt sett innehöll provet 280 µg/kg TS butyltenn. Det samlade värdet överstiger det norska gränsvärdet för omfattande akuttoxisk påverkan på 100 µg/kg TS.

Irgarolhalten ligger på 89 µg/kg TS vilket är högt i förhållande till det norska gränsvärdet för akuttoxiska effekter (2,5 µg/kg TS).

Från ett ekotoxikologiskt perspektiv påverkas organismer av höga värden av Irgarol och TBT. I

de djupare sedimenten är halterna Irgarol och TBT höga (63 respektive 225 µg/kg TS) medan värdet för koppar är lägre (26 mg/kg TS) än i ytsedimenten. Halten zink är också lägre än i ytsedimenten (79 mg/kg TS).

Kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger på 4,09, undersökningens högsta kvot. Värdet indikerar att det råder syrebrist i sedimenten på 15-20 cm djup vilket leder till att TBT inte bryts ned i någon utsträckning. Den totala mängden butyltenn uppgår till 280 µg/kg TS, vilket överstiger det norska förvaltningsbaserade gränsvärdet för omfattande akuttoxiska effekter.

Från ett ekotoxikologiskt perspektiv tar organismer skada av höga halter av Irgarol och TBT.

HAVDENS SMÅBÅTSHAMN

Havdens småbåtshamn är lokaliserad i en vik där den sydöstra begränsningen består av en pir av sprängsten, som stängt till den vattengenomströmning som förut fanns på platsen. Vikens enda kontakt med havet är en relativt smal öppning i väst. Hamnen ligger därför i lä och ackumulationsförhållanden råder. Hamnen har plats för ca 80 båtar. Botten består av lösa, brunsvarta sediment ner till ca 30 cm djup, där sand tar över. Intill båtupptaget, ca 30 meter norr om Havden 1, var botten för styv för sedimentprovtagning men vid Havden 1 var sedimenten mycket lösa och uppblandade med stenblock. Här fanns Ålgräs och Ålgräsrhizom i de ytliga sedimenten på två meters vattendjup. Bioturbation iaktogs ner till ca 1 cm, vilket också motsvarar oxidationsdjupet. På den andra provpunkten, vid båtplatserna (Havden 2) på över fem meters vattendjup, fanns ingen flora eller fauna med i provet. Här fanns heller ingen synlig bioturbation eller oxidation av sedimenten.

Vid båtupptaget (1) togs ett ytligt prov (0-5 cm pga mycket lösa sediment) samt ett prov på ca 10-15 cm djup. Vid båtplatserna (2) togs ett ytligt prov bestående av de översta 2 centimetrarna.

Alla tre prov analyserades i enlighet med analyspaket 1.



Flygfoto över provpunkterna i Havden

Koordinater för provpunkterna (WGS84):

Havden 1 - båtupptaget	N58°05.001'	E011°48.144'
Havden 2 - båtplatserna	N58°04.970'	E011°48.105'

Resultat

På Havdens småbåtshamn togs prover på två lokaler, båtupptaget (1) och intill båtplatserna (2).

Havden 1

Kopparhalten i provet visar en liten avvikelse från jämförelsevärdet (29 mg/kg TS, klass 2).

Havden 1

Sedimentdjup, cm	0-5	10-15
Vattendjup, m	2	2
Torrsubstans, %	37,8	40,7
TOC, % TS	5,9	5,6
Glödförlust, % TS	10,3	9,8
Irgarol, µg/kg TS	<1	1
Arsenik, mg/kg TS	5,5	4,3
Kadmium, mg/kg TS	0,4	0,36
Krom, mg/kg TS	33	33
Koppar, mg/kg TS	29	20
Kvicksilver, mg/kg TS	0,02	0,01
Nickel, mg/kg TS	24	24
Bly, mg/kg TS	13	12
Zink, mg/kg TS	73	62
TBT, µg/kg TS	46	2,8
DBT, µg/kg TS	12	1,6
MBT, µg/kg TS	15	1,9
Kvot TBT/DBT+MBT	1,704	0,800
Summa Butyltenn	73	6,3



Sedimentkärna provpunkt Havden 1 – båtupptaget

Halten för TBT ligger på 46 µg/kg TS medan kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger över 1 (1,70) vilket indikerar att sedimenten mottar ett märkbart nytillskott av TBT, förmodligen via ny färg eller färg som tvättats/slipats bort från båtbottnar. Den totala halten av butyltenn uppgår till 73 µg/kg TS.

Irgarol kan påvisas i sedimenten, men halten ligger under rapporteringsgränsen.

Jämfört med de norska värdena för omfattande akuttoxiska skador, ligger halten TBT på en ganska låg nivå. Också då man jämför med den totala halten butyltenn. Irgarol kan endast påvisas och halten ligger således under rapporteringsgränsen (1 µg/kg TS).

Från ett ekotoxikologiskt perspektiv kan känsliga organismer ta skada av förhöjda halter av TBT.

I de djupare sedimenten visar halten koppar på en liten avvikelse (20 mg/kg TS, klass 2) från bakgrundsvärdet.

TBT halten ligger lågt (2,8 µg/kg TS) och kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger på 0,8 vilket indikerar att sedimenten ligger på gränsen till god nedbrytning av TBT. Den totala halten butyltenn uppgår till 6,3 µg/kg TS, vilket understiger det norska gränsvärdet för omfattande akuttoxiska effekter.

Halten Irgarol ligger på 1 µg/kg TS, vilket understiger det norska gränsvärdet för omfattande akuttoxiska effekter.

Från ett ekotoxikologiskt perspektiv kan känsliga organismer ta skada av förhöjda halter av TBT och Irgarol.

Havden 2

Vid båtplatserna togs ett prov på ytsedimenten. Resultatet visar att halterna av koppar och zink visar en stor avvikelse från bakgrundshalterna (58 mg/kg TS, klass 4 respektive 210 mg/kg TS, klass 4). Halten kadmium visar på en tydlig avvikelse från ursprungssedimenten (0,57 mg/kg TS, klass 3).

Havden 2

Sedimentdjup, cm	0-2
Vattendjup, m	över 5
Torrsubstans, %	15,9
TOC, % TS	8,7
Glödförlust, % TS	15,2
Irgarol, µg/kg TS	5,7
Arsenik, mg/kg TS	6,1
Kadmium, mg/kg TS	0,57
Krom, mg/kg TS	37
Koppar, mg/kg TS	58
Kvicksilver, mg/kg TS	0,09
Nickel, mg/kg TS	25
Bly, mg/kg TS	26
Zink, mg/kg TS	210
TBT, µg/kg TS	96
DBT, µg/kg TS	15
MBT, µg/kg TS	8,4
Kvot TBT/DBT+MBT	4,103
Summa Butyltenn	119,4



Havden 2 – båtplatserna

Halten TBT ligger på 96 µg/kg TS och kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter hamnar på 4,10, vilket är en tydlig indikation på att TBT fortfarande tillförs sedimenten. Den totala halten butyltenn ligger på 119 µg/kg TS, jämfört med det norska värdet för omfattande akuttoxiska effekter (100 µg/kg TS).

Halten Irgarol ligger på 5,7 µg/kg TS, vilket överstiger det norska gränsvärdet för omfattande akuttoxiska effekter (2,5 µg/kg TS).

Organismer på lokalen påverkas av förhöjda halter koppar, zink, kadmium, TBT och Irgarol.

BOREALIS SMÅBÅTSHAMN

Hamnen ligger skyddat med öppning mot havet norrut. Ca 65 båtplatser finns i hamnen. Här var sedimenten mycket styva och framstod som grågröna. I ytan blandades silt med grus och i de ytliga sedimenten uppfattades en tydlig lukt. Älgräs växte på botten (vid ca 2 m vattendjup) och bioturbationen sträckte sig 1 centimeter ner, vilket också motsvarar oxidationsdjupet. Efter provtagning syntes oljefläckar på vattenytan.

Ett ytligt prov togs på lokalen, invid båtupptaget, vilket omfattar de översta 2 cm av sedimenten.

Analysen av provet genomfördes enligt analyspaket 1.



Flygfoto över provpunkt Borealis

Koordinater för provpunkten (WGS84): N58°05.175'
E011°48.667'

Resultat

Resultatet för provpunkten säger att halten av koppar visar en mycket stor avvikelse från bakgrundsnivån (85 mg/kg TS, klass 5), medan zink visar på en stor avvikelse från bakgrundsnivån (210 mg/kg TS, klass 4). Kadmiumhalten (0,69 mg/kg TS) hamnar i klass 3, tydlig avvikelse.

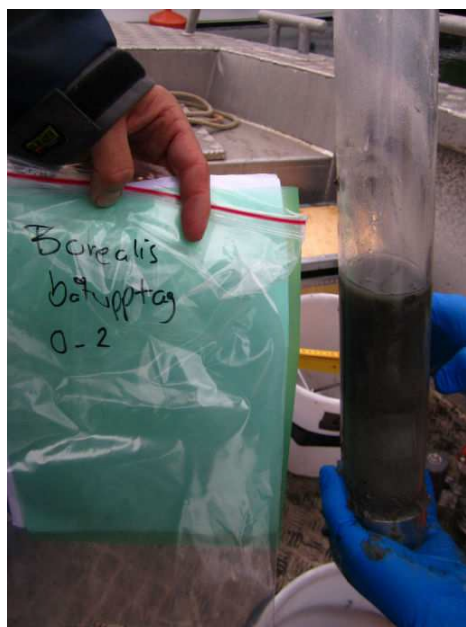
Halten TBT ligger på 83 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS medan kvoten med dess nedbrytningsprodukter hamnar på 1,17, vilket indikerar att sedimenten mottar ett märkbart nytillskott av TBT. Den totala halten butyltenn uppgår till 154 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS, jämfört med det norska värdet för omfattande akuttoxiska effekter.

Borealis

Sedimentdjup, cm	0-2
Vattendjup, m	2
Torrsubstans, %	33,6
TOC, % TS	7,5
Glödförlust, % TS	13,1
Irgarol, $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	10
Arsenik, mg/kg TS	8,1
Kadmium, mg/kg TS	0,69
Krom, mg/kg TS	38
Koppar, mg/kg TS	85
Kvicksilver, mg/kg TS	0,07
Nickel, mg/kg TS	25
Bly, mg/kg TS	26
Zink, mg/kg TS	210
TBT, $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	83
DBT, $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	30
MBT, $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	41
Kvot TBT/DBT+MBT	1,169
Summa Butyltenn	154

Halten Irgarol ligger på 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS jämfört med de norska gränsvärdena på 2,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS.

Från en ekotoxikologisk synvinkel påverkas organismer av förhöjda halter av koppar, zink, TBT och Irgarol.



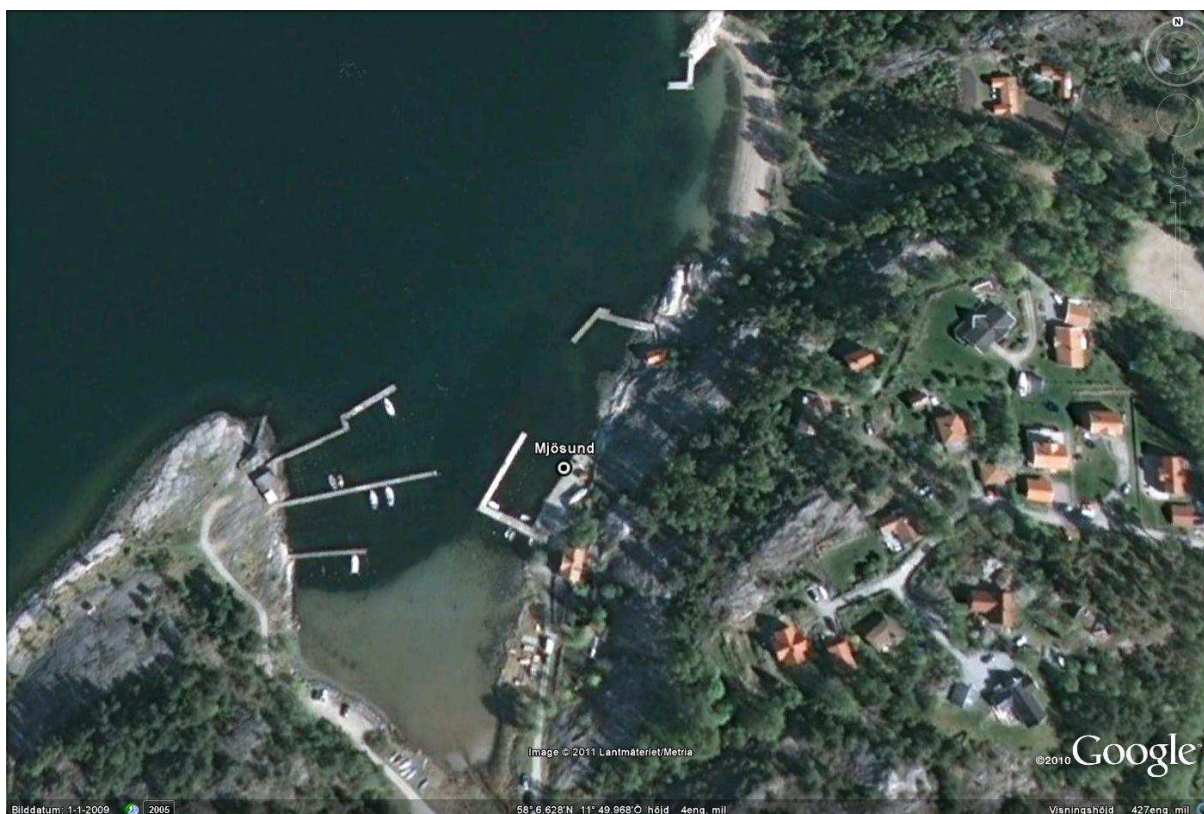
Sedimentkärna för provpunkt Borealis

MJÖSUND

Hamnen ligger i en vik utanför Ödsmål och har plats för ca 200 fritidsbåtar. Botten består av sand överlagrad med skalgrus vilket indikerar att det inte är en ackumulationsbotten i vanlig mening. Större partiklar tenderar dock att sedimentera på plats. Sedimentkärnan var mycket styv och i huvudsak brun men uppvisade svarta stråk på 5-15 centimeters djup, vilka luktade starkt likt bränt gummi, samt svavelväte. Innehållet i sedimentet bestod också av färg- och rostflagor, samt andra partiklar från mänsklig verksamhet. Ett visst inslag av ishavstång och blåstång identifierades. Oxideringsnivå och eventuell bioturbation gick inte att fastställa pga sedimentens geologiska komposition.

Provtagningpunkten är lokaliserad alldeles nedanför kranen, där båtupptag skett under många år. Ett prov på de yttliga sedimenten samlades in och analyserades enligt provpaket 1 och 2.

Koordinater (WGS84): N58°06.616'
 E011°49.949'



Flygfoto över provpunkt Mjösund

Resultat

Resultaten från provet i Mjösund visar på mycket höga halter av ett flertal föroreningar. Kopparhalten uppgår till 2700 mg/kg TS (klass 5) medan halten zink ligger på 1100 mg/kg TS (klass 5). Blyhalten uppgår till 200 mg/kg TS (klass 5).



Sedimentkärna från provpunkt Mjösund

Mjösund

Sedimentdjup, cm	0-2
Vattendjup, m	2
Torrsubstans, %	60,2
TOC, % TS	3,2
Glödförlust, % TS	5,6
Irgarol, µg/kg TS	7400
Arsenik, mg/kg TS	14
Kadmium, mg/kg TS	0,23
Krom, mg/kg TS	21
Koppar, mg/kg TS	2700
Kvicksilver, mg/kg TS	0,06
Nickel, mg/kg TS	12
Bly, mg/kg TS	200
Zink, mg/kg TS	1100
TBT, µg/kg TS	3240
DBT, µg/kg TS	884
MBT, µg/kg TS	254
Kvot TBT/DBT+MBT	2,847
Summa Butyltenn	4378
Summa PAH11, µg/kg TS	10904
Summa PCB7, µg/kg TS	670

Halten TBT är också mycket hög, med ett värde på 3240 µg/kg TS jämfört med det norska gränsvärdet för sediment som inte får dumpas till havs, 100 µg/kg TS. Kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger på 2,85, vilket indikerar att tillförsel av TBT fortfarande sker i stor utsträckning. Den totala halten av butyltenn uppgår till 4378 µg/kg TS.

Halten Irgarol (7400 µg/kg TS) överstiger det norska gränsvärdet på 2,5 µg/kg TS nästan 3000 gånger.

Mjösund ingår i de prov där analyspaket 2 applicerades. Resultaten visar att PAH11 uppvisar en mycket hög halt (10904 µg/kg TS, klass 3), liksom PCB7 med 670 µg/kg TS. Resultatet indikerar en påverkan från förbränning av bränsle.

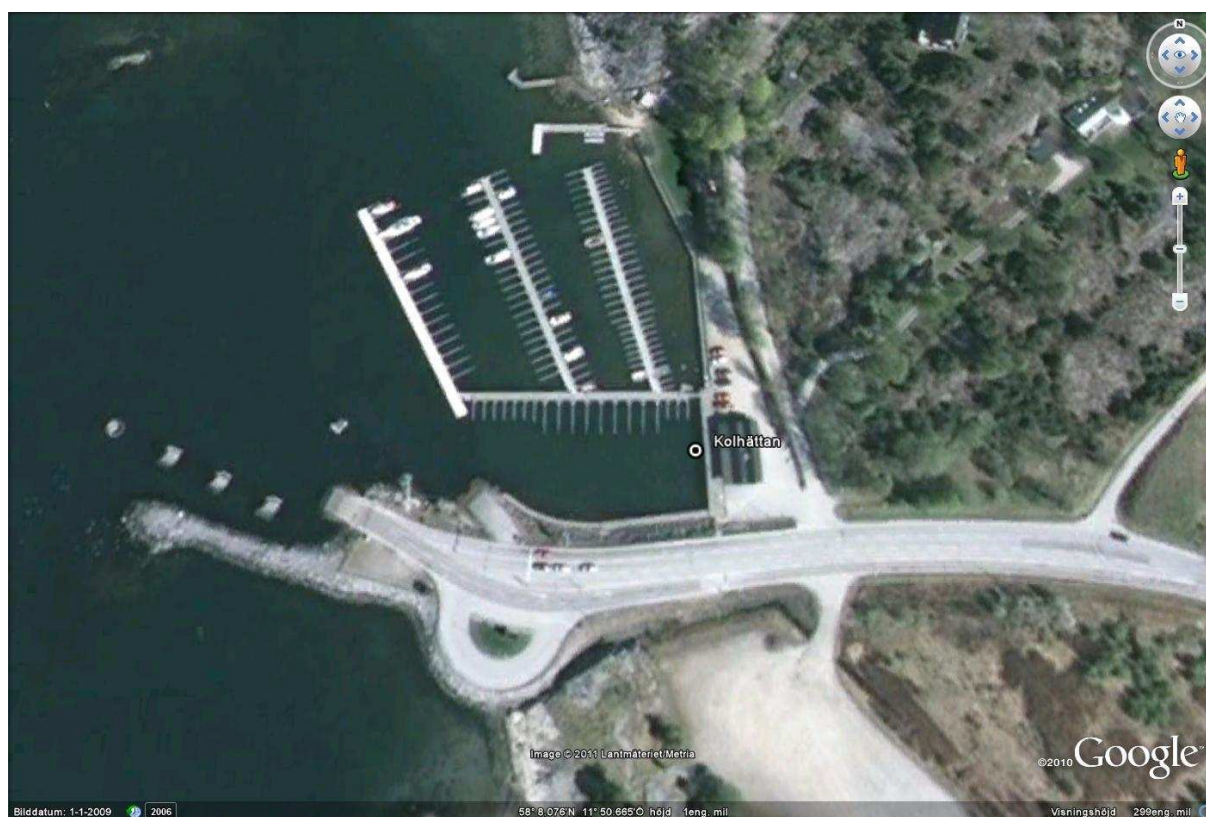
Från ett ekotoxikologiskt perspektiv verkar det osannolikt att eventuella organismer skulle överleva de kraftiga föroreningarna av Irgarol, koppar, bly, zink, TBT, PAH:er och PCB.

KOLHÄTTAN

Kolhättans småbåtshamn ligger strax norr om färjeläget i Kolhättan, med plats för ca 150 båtar. Botten är långgrund och består till stor del av sand. Sedimenten är mycket styva med inblandning av stenig sand. De föreföll brungrå och oxidationen bedöms sträcka sig 2 cm ner. Pga sedimentens geologiska komposition var det inte möjligt att identifiera någon bioturbation. Sedimenten föreföll luktfria. På botten växer ishavstång och blåstång.

Provtagningspunkten är lokaliserad till träbryggan nära byggnaden där båtupptag skett i närheten. Ett prov på de översta två centimetrarna analyserades enligt analyspaket 1.

Koordinater (WGS84):
N58°08.070'
E011°50.690'



Flygfoto över provtagningspunkt Kolhättan.

Resultat

Halterna av koppar (360 mg/kg TS) visade stor avvikelse från ursprungssedimenten (klass 5), medan zink (260 mg/kg TS) hamnade i klass 4 (stor avvikelse från jämförelsevärdet).

Kolhättan

Sedimentdjup, cm	0-2
Vattendjup, m	2-3
Torrsubstans, %	43,9
TOC, % TS	4,3
Glödförlust, % TS	7,6
Irgarol, µg/kg TS	4,6
Arsenik, mg/kg TS	6,1
Kadmium, mg/kg TS	0,36
Krom, mg/kg TS	19
Koppar, mg/kg TS	360
Kvicksilver, mg/kg TS	0,03
Nickel, mg/kg TS	12
Bly, mg/kg TS	14
Zink, mg/kg TS	260
TBT, µg/kg TS	173
DBT, µg/kg TS	37
MBT, µg/kg TS	42
Kvot TBT/DBT+MBT	2,190
Summa Butyltenn	252



Sedimentkärna från Kolhättan

Halten för TBT ligger på 173 µg/kg TS (klass 5) och kvoten för TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger på 2,19, vilket indikerar att nytt TBT tillförs sedimenten. Den totala halten butyltenn uppgår till 252 µg/kg TS, jämfört med det norska gränsvärdet för omfattande akuttoxiska effekter på 100 µg/kg TS.

Irgarol visar ett värde på 4,6 µg/kg TS, vilket klass 5 (mycket stor avvikelse). Jämfört med det norska gränsvärdet (2,5 µg/kg TS) är halten i Kolhättan nästan dubbelt så hög.

Från ett ekotoxikologiskt perspektiv påverkas organismer av Irgarol, koppar, zink och TBT.

DISKUSSION

I elva av kommunens småbåtshamnar provtogs sedimenten dels på ytan men på fem provtagningspunkter provtogs också djupare sediment (se tabell 5).

Källsnäs

Den minst förorenade hamnen är Källsnäs småbåtshamn. Det råder inte ackumulationsförhållanden i hamnen och det finns inga möjligheter för båtupptag. Tillförseln till sedimenten av partiklar från båtbottnfärger kommer därför med stor sannolikhet endast från partiklar som släpper från båtarna. Då ackumulationsförhållanden inte råder kan sådana partiklar också svepas iväg med strömmar och sedimentera på annan plats i havet. Det är därför möjligt att värdena på föroreningarna i sedimenten inte är representativa för nedfallet från båtarna. Det är endast kopparhalten som visar en tydlig avvikelse från värden i förindustriella sediment. Halten hamnar mitt i intervallet för det ekotoxikologiska jämförelsevärdet, och kan inte sägas utgöra något större hot mot organismerna i havet. Halten TBT ligger mycket lågt jämfört med de norska gränsvärdena, men högre än det effektbaserade gränsvärdet varför det är möjligt att känsliga sedimentlevande organismer i Källsnäs småbåtshamn kan ta skada av förhöjda halter av TBT. Någon kvot av TBT och dess nedbrytningsprodukter kunde inte beräknas då halterna av DBT och MBT ligger under rapporteringsgränserna.

Getskär

Småbåtshamnen i Getskär består av två delar som ägs och drivs av två olika föreningar. En äldre del som ligger längst in i hamnen, samt en nyare del som endast består av bryggor längre ut. Vid den äldre delen finns en ramp med möjlighet att ta upp båtar. Här är det också möjligt att spola av båtarna varför ett prov på sedimenten togs i närheten av upptagningsplatsen. Provet från ytsedimenten visar på förhöjda halter av koppar, dock fortfarande inom intervallet för möjlig ekotoxikologisk påverkan. Halten TBT ligger lågt men samtidigt över gränsen för påverkan på organismer. Några PAH-substanser visar också förhöjda värden vilket indikerar påverkan från bränsleförbränning. Närvaro av PCB kan påvisas men halterna av de olika komponenterna i PCB7 understiger rapporteringsgränsen. Längre ut i hamnen, i höjd med båtplatserna, visar provet på förhöjda halter av koppar och TBT på ungefär samma nivå som för provpunkten vid båtupptaget. Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger långt under 1 på båda provpunkterna, varför man kan anta att TBT inte längre tillförs sedimenten.

I hela hamnen råder ackumulationsförhållanden varför man kan vänta sig att partiklar från upptaget och de stillaliggande båtarna sedimenterar till botten och inte sveps iväg med strömmar. Hamnen har underhållsmuddrats ett antal gånger vilket innebär att man avlägsnat sediment som kan ha varit förorenade och istället blottat äldre sediment med eventuellt lägre föroreningsgrad. Det kan utgöra en förklaring till de relativt låga halterna i sedimenten. Provresultaten är dock troligen representativa för den aktivitet som bedrivs i hamnen i nuläget.

Stenungsunds båtklubb

I småbåtshamnen finns möjligheter att ta upp båtar med hjälp av en kran. Här sker också avspolning av båtar och i nuläget finns ingen spolplatta med tillhörande reningsanordning på plats. Vid båtupptaget togs prov på både ytliga sediment och sediment på 15-20 cm djup. Ytproverna visar höga halter av Irgarol. Även längre ner är värdena höga men ändå avsevärt lägre jämfört med ytan. Resultatet tyder på att tillförseln av färgflagor med Irgarol har ökat under åren och att relativt höga halter fortfarande tillförs sedimenten. För TBT råder det omvända förhållandet med högre halt av TBT i djupare sediment jämfört med ytliga. Även sammanlagt är halten butyltenn högre djupare ner än i ytligare sediment. Skillnaderna mellan ytliga och djupa sediment beror troligen på en minskad användning av TBT-baserade båtbottnfärger under de senaste åren. Kvoten av TBT jämfört med dess nedbrytningsprodukter är lägre i djupare sediment, vilket tyder på att nedbrytningen av TBT pågår och att sedimenten således är syresatta. Att värdena i ytsedimenten trots allt är höga, tyder dock på att substansen ändå fortfarande tillförs sedimenten från färgflagor från underliggande gammal färg.

Vid båtplatserna är förhållandena omvända. Halterna TBT är mycket lägre än inne vid båtupptaget, men halterna är högre i ytan än i sedimenten längre ner. Summeringen av butyltenn samt kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter visar på samma trend, varför det är troligt att den lägre halten TBT på djupare sediment beror på en god nedbrytning av substansen. Då ingen rengöring sker då båtarna ligger i vattnet och ackumulationsförhållanden råder, är det troligt att halten TBT i ytsedimenten beror på sedimentering av färgflagor från båtbottnarna. Halten Irgarol är mycket lägre vid båtplatserna än inne vid båtupptaget. Djupare sediment visar på högre halter än proverna från ytligare lager, vilket indikerar en minskad användning av Irgarol under årens lopp.

Stenungsunds kommuns småbåtshamn

Då småbåtshamnen sträcker sig längs 1,2 km av kusten togs prover på fyra olika lokaler.

Fregatten

Här togs ett prov från ytan av sedimenten, medan ett andra togs från 25-35 cm djup. TBT-halten är högre i provet från djupare liggande sediment jämfört med ytliga sediment. Summan av butyltenn visar på en trend då värdena är högre djupare ner. Kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter stödjer trenden ytterligare då den är lägre i ytliga sediment. Det är därför troligt att tillförseln av TBT har minskat på senare år. Detsamma gäller för Irgarol, där halterna i ytsedimenten är lägre än i sedimenten längre ner.

Coop

På provpunkt Coop togs ett prov på ytsedimenten. Resultaten visar på skadliga halter av Zink, TBT och Irgarol. Kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter tyder på att TBT

visserligen fortfarande tillförs sedimenten, men också att nedbrytningen av substansen fortgår. Halten Irgarol är relativt låg och underskrider de norska gränsvärdena för omfattande akuttoxiska effekter. På lokalen sker ingen avspolning av båtar, utan de substanser som finns på platsen är antingen sedimenterade partiklar från båtarna eller material som förts hit med vattenströmmar.

Gästhamnen

Gästhamnen består dels av permanenta båtplatser men också ett antal platser för tillfälligt besökande båtar. Värdena för Irgarol, Zink och TBT är nästan identiska med dem på provpunkt Coop, belägen några hundra meter söderut. Summan av butyltenn ligger dock lite högre, medan kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger något lägre än för provpunkt Coop. Det innebär att det mesta av butyltennet finns i form av nedbrytningsprodukterna MBT och DBT. Sedimenten borde således vara syresatta i tillräcklig utsträckning för att nedbrytningen ska kunna fortgå.

Hamnkontoret

Vid hamnkontoret har verksamheten innefattat rengöring av båtbottnar under många år. Sedan senhösten 2008 finns en spolplatta där spolvattnet renas i flera steg i en sluten reningsanläggning. Man kan därför förvänta sig att TBT halten i ytsedimenten är lägre än i djupare sediment. Så visade sig också vara fallet. Halten TBT är nästan 4 gånger så hög i djupare sediment jämfört med ytligare lager. Summan av butyltenn i ytliga sediment är ca en tredjedel av halten i djupare liggande lager. Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter i ytsedimenten är dock fortfarande tillräckligt hög så man kan misstänka att TBT fortfarande tillförs sedimenten via färgflagor från underliggande gammal färg och/eller från översprut vid båtbottnentvätt eller avskavning vid båtlyft. Den relativt korta tid som båtspolplattan varit i drift (sedan 2008) kanske än inte hunnit ge fullt utslag i låga halter i sedimenten. Kvoten för djupare sediment är mycket hög, vilket indikerar låg nedbrytning och syrebrist. Halterna av zink och Irgarol är högre i ytliga sediment än i djupare liggande lager. Zinkhalten ligger under det ekotoxikologiska gränsvärdet medan halterna av Irgarol är mycket höga både i ytliga och djupare sediment, med stor risk för skador på känsliga organismer.

Havdens småbåtshamn

Småbåtshamnen i Havden är personalbåthamn för anställda på Ineos Sverige AB. Här finns båtupptag, samt ett antal båtplatser. Den naturliga vattengenomströmning i hamnen har begränsats av en vågbrytare av sprängsten som anlagts längs hamnens sydöstra sida.

Nära kajen där båtupptag sker fanns ingen sedimentationsbotten, ”båtupptaget” är en plats ca 25-30 meter ifrån själva kajen för båtupptag.

Till skillnad från hamnen i Getskär och vid Stenungsunds Båtklubb, är TBT halterna högre vid båtplatser snarare än vid ”båtupptaget”. Vid ”båtupptaget” är TBT halten högre i ytan än längre ner i sedimenten. Kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter är hög i ytan, varför det verkar sannolikt att TBT fortfarande tillförs sedimenten, särskilt som ackumulationsförhållanden råder. Djupare ner i sedimenten är kvoten under 1 vilket tyder på syresatta sediment där nedbrytningen av substansen fortskrider. Vid båtplatserna uppmättes

undersökningens högsta kvot vilket tyder på en fortsatt tillförsel av TBT från de båtar som ligger förtöjda vid bryggorna. Här är också zinkhalten förhöjd. Irgarolhalten är också avsevärt högre vid båtplatserna än vid båtupptaget, där Irgarol kan påvisas men inte uppmätas då halten understiger rapporteringsgränsen. Djupare ner i sedimenten vid ”båtupptaget” är halten Irgarol något högre, men utgör ändå bara en sjättedel av halten i ytan vid båtplatserna. Det verkar sannolikt att Irgarol fortfarande används i de båtbottnfärger som täcker båtarnas skrov. Skillnaden mellan ”båtupptaget” och båtplatserna kan bero på att avspolning av båtarna skedde tidigare inte vid kaj utan på den enskilda båtuppställningsplatsen..

Borealis småbåtshamn

Borealis småbåtshamn utgör personalhamn för anställda vid Borealis AB. Hamnen rymmer ca 65 båtplatser och här finns en ramp för båtupptag, samt en öppen yta där båtar vinterförvaras och rengörs. Halterna av TBT, Zink och Irgarol är höga utifrån ett ekotoxikologiskt perspektiv. Kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger strax över noll vilket indikerar att nytt TBT inte längre tillförs sedimenten i någon utsträckning. Då mycket av substansen brutits ner är det troligt att sedimenten är syresatta. Ackumulationsförhållanden råder inte i hamnen, varför det är möjligt att föroreningar från båtbottnfärger sveps bort med strömmar och halterna därför inte är representativa för den mängd föroreningar som faktiskt lossnar från båtarna i hamnen.

Mjösund

Småbåtshamnen i Mjösund sköts av en gemensamhetsförening. I anslutning till hamnen finns en upptagningsplats för båtar i privat regi. Nedanför kajen, vid båtupptaget, togs ett prov på ytsedimenten. Provet var fullt av partiklar, bland annat färgflagor, rost och något som luktade som bränt gummi. En lukt av svavel kunde också urskiljas, vilket indikerar syrefria nedbrytningsförhållanden. Ackumulationsförhållanden råder inte på platsen varför det är sannolikt att damm och andra lätta partiklar sveps med strömmar för ansamling på annan plats i havet. Kvar på platsen stannar större och tyngre partiklar. Tillförseln av föroreningar torde således vara större än vad som framgår av sedimentprovet. Halterna av föroreningar var mycket höga. Substanserna associerade med båtbottnfärger (TBT, Irgarol, zink och koppar) ligger många gånger högre än halterna för omfattande akuttoxiska effekter (TBT ca 100 000 gånger högre (ca 32 gånger högre än det norska gränsvärdet för icke dumpningsbara massor) och Irgarol ca 3000 gånger högre). Zinkhalten ligger 10 gånger högre än det ekotoxikologiska gränsvärdet och koppar ca 50 gånger högre. Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger en bra bit över 1 vilket indikerar att TBT fortfarande tillförs sedimenten via färgflagor från underliggande gammal färg.. Lokalen har också påverkats starkt av föroreningar från förbränning av bränsle (PAH11) och PCB7. Det är osannolikt att några organismer överhuvudtaget kan överleva i sedimenten på lokalen.

Kolhättan

Småbåtshamnen i Kolhättan är privatägd och belägen alldeles norr om färjeläget. Här finns ingen kran och inte heller någon ramp men båtar har periodvis tagits upp. Sedimenten är styva och innehåller både sand och sten. Ackumulationsförhållanden råder inte på platsen, vilket indikerar att värdena för lokalen kan vara underskattade, då en del föroreningar förs bort med

de strömmar som passerar. Halterna av koppar, zink, TBT och Irgarol ligger över gränsvärdena för omfattande akuttoxiska effekter. Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter ligger på 2,19 vilket indikerar att TBT fortfarande tillförs sedimenten via färgflagor från underliggande gammal färg. Närheten till Svanesundsfärjans tilläggningsplats kan tänkas påverka småbåtshamnsområdets halter av de analyserade ämnena.

ALLMÄNNA IAKTTAGELSER

TBT och Irgarol-halter

En önskvärd trend i undersökningen vore att TBT- och Irgarolhalterna är lägre i ytsedimenten, än djupare ner. Det skulle i så fall innebära att tillförseln av föroreningarna har minskat med åren. Vi kan dock inte se en tydlig trend att TBT-halterna är högre i proverna från djupare sediment. Vid båtupptaget på Stenungsunds båtklubb, Fregatten och Hamnkontoret är TBT-halterna högre i djupare sediment än i ytliga. Men det omvända gäller för båtplatserna vid Stenungsunds båtklubb samt i Havden 1. Det är dock mycket svårt att uttala sig på ett entydigt sätt om förhållandet ytprov kontra djupare prov. Bioturbation, strömförhållanden och fysikaliskt-kemiska förhållanden påverkar. Dock bör vi på sikt och vid förhoppningsvis upprepad provtagning kunna se en sjunkande trend i ytproven då fr. o. m. 2012 samtliga båtupptagningsplatser av betydelse har båtspolplatta med längre gående rening.

Av totalt 14 provtagna lokaler visade 4 st på en TBT-halt på över 100 µg/kg TS. Ytterligare 2 hamnar tillkommer om den totala halten butyltenn räknas in. Sju av lokalerna visar på Irgarolvärden över 2,5 µg/kg TS.

Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter

Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter säger hur mycket av butyltennet som föreligger i primär fas jämfört med nedbruten fas. I ytliga sediment innebär en hög kvot att TBT fortfarande tillförs sedimenten medan det i djupare sediment innebär att nedbrytningen går långsamt eller helt stannat av. Den mest sannolika orsaken till detta är brist på syre.

Länsstyrelsens studie från 2011 (2011:30) visade generellt sett att nedbrytningen är långt gången i ytsedimenten (90% av ytproven visar på kvoter lägre än 1,5). Den här studien visar inte lika tydligt på denna trend, då ca 58 % av ytproverna visar på kvoter lägre än 1,5 (se diagram 4).

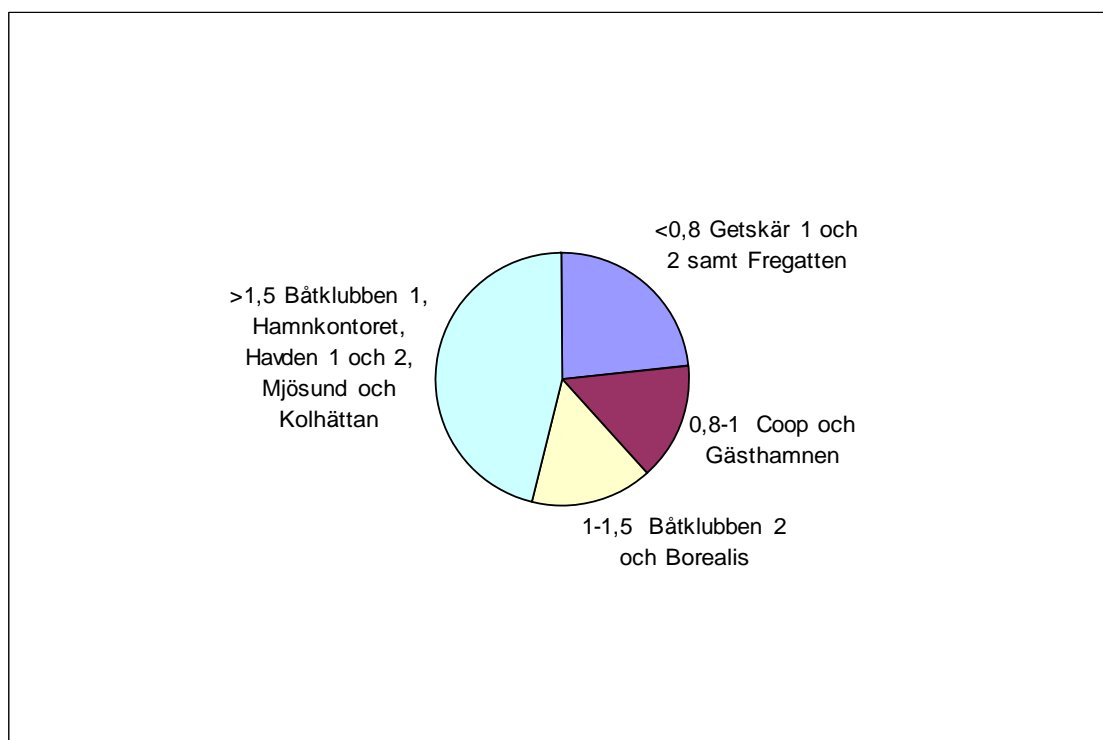


Diagram 4: Fördelning av kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter i ytsedimenten. Hög kvot innebär tillförsel av nytt TBT relativt nyligen.

Mjösund

Båttupptaget i Mjösund visar tecken på kraftiga föroreningar i de ytliga sedimenten. Föroreningarnas art tyder på att båtar målade med förbjudna färger relativt nyligen spolats av på kajen. Det finns också tydliga tecken på att sedimenten är förorenade av olja, kol och tjära, som bildas vid förbränning av bränsle. Den höga halten av PCB kan bero på att substansen användes i båtbottnfärger för ett antal år sedan (men om det är länge sedan, borde det inte synas i ytsedimenten??).

Syreförhållanden

Om kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter är låg i djupt liggande sediment, innebär det att TBT bryts ned och att syre finns tillgängligt för processen (Bengtsson, 2011). Man kan alltså räkna med att de djupare sedimenten vid Stenungsunds båtklubb 2 (vid båtplatserna), vid Fregatten och vid Havden 1 (båttupptaget) är tillräckligt syresatta för nedbrytningen. Om kvoten istället är hög, råder sannolikt syrebrist i sedimenten. Så är fallet vid båttupptaget på Stenungsunds båtklubb och vid Hamnkontoret. Här har båtar lyfts och spolats av utan rening under många år, och föroreningar har ackumulerats med tiden.

Nytt TBT i ytliga sediment

En hög kvot av TBT och dess nedbrytningsprodukter i ytliga sediment innebär att nytt TBT har tillförts sedimenten på senare år (Bengtsson, 2011), trots att substansen varit förbjuden i båtbottnfärger för fritidsbåtar sedan 1988. Så är sannolikt fallet vid Hamnkontoret, vid både båtplatserna och upptaget vid Havden, vid Kolhättan, Mjösund och vid Stenungsunds båtklubbs båtupptag. Sedimenten under båtarna vid den kommunala båthamnen (Fregatten,

Coop och Gästhamnen) verkar inte ha mottagit något direkt nytillskott av TBT under de senaste åren. Här har dock båtar endast legat förtöjda, medan det kommunala båtupptaget visar tydliga tecken på föroreningar, både i djupa och ytliga sediment. Framtvättade färgflagor från underliggande färglager är den sannolik orsaken till det vi sett. Lågst kvot visar sedimenten i Getskär, där småbåtshamnens användare verkar ha sökt sig bort från båtbottnfärger som innehåller TBT.

Båtupptag

I sex av hamnarna i undersökningen har det funnits möjligheter att lyfta båtar och de har sannolikt spolats av vid samtliga platser (Getskär, Stenungsunds båtklubb, Havden, Kolhättan, Mjösund och Hamnkotoret). Förutom Mjösund, visar sedimenten vid Hamnkotoret stor påverkan av sådana aktiviteter. Också vid Stenungsunds båtklubbs båtupptag är halterna av både TBT och Irgarol höga. Vid Hamnkotoret installerades en båtpolplatta med avancerad rening 2008 och vid Stenungsunds båtklubb byggs en sådan under innevarande år. Vi kan alltså förvänta oss att halterna i ytsedimenten kommer att minska framöver. I Havdens småbåtshamn lyfts också en del båtar. TBT och Irgarol-värdena är lägre här än vid de två andra upptagen, men ändå tillräckligt höga för att påverka känsliga organismer. Även här har en båtpolplatta med avancerad rening färdigställts under hösten. Vid Mjösund kommer inga båtar att spolats av innan en spolplatta med rening byggts. Detsamma gäller för Kolhättans hamn.

ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Hamnen i Mjösund är kraftigt förorenad av ett antal olika föroreningar. Det är mycket troligt att sedimentlevande organismer har stora problem med att överleva på denna lokal. Lokalen bör snarast saneras med skyddsåtgärder och massorna tas om hand på ett miljöriktigt sätt på land.

Vid ytterligare några av småbåtshamnarna i kommunen är sedimenten förorenade (av främst TBT och Irgarol) på ett sådant sätt att muddermassor bör placeras på land eller oskadliggöras på annat sätt.. Saneringsåtgärd på dessa platser bör ske inom några år, antingen genom underhållsmuddring eller, om sådan inte är aktuell, saneringsmuddring/annanåtgärd. Vid en muddring bör skyddsåtgärder vidtas. Följande lokaler är aktuella för denna typ av behandling (se diagram 1-3 och tabell 5):

Båtupptaget vid Stenungsunds båtklubb
Hamnkotoret
Havden
Borealis
Kolhättan

JURIDISKA MÖJLIGHETER

Föroreningar från avspolning av båtar, markläckage från uppställningsytor för vinterförvaring av båtar, samt diffust läckage från båtar under den aktiva säsongen kan leda till att sedimenten i småbåtshamnar blir förorenade. Kommunernas miljönämnder har tillsyn över småbåtshamnar enligt 9 (miljöfarlig verksamhet) och 10 kap. (förorenad mark) i Miljöbalken.

Förorenade sediment i småbåtshamnar kan hänföras till regelverket för förorenad mark (10 kap. Miljöbalken) och det finns ingen gräns fastlagd i Miljöbalkens 9:e och 10:e kap. att tillsynsansvaret slutar vid vattenlinjen. Miljöbalken torde därför kunna tolkas så att det är kommunernas miljönämnder som har tillsynsansvar för både den miljöfarliga verksamheten på land och, i förekommande fall, de förorenade sedimenten i hamnarna. Kommunernas miljönämnder borde därför kunna förelägga en marina om en saneringsåtgärd med stöd av 10 kap. Miljöbalken. Saneringsåtgärden kan, och bör i det flesta fall, vara en muddring av de förorenade sedimenten (oftast ytliga), så kallad sektionerad muddring. I vissa fall kan övertäckning av förorenade sediment eller annan åtgärd passa bättre.

Då åtgärder vidtas i vatten, måste dessutom hänsyn tas till reglerna i Vattenkapitlet (11 kap) i Miljöbalken. Det innebär en anmälan till Länsstyrelsen vid mindre arbeten. Om mer omfattande saneringsåtgärder behövs (större yta än 3 000 kvm), krävs istället tillstånd av mark- och miljödomstolen.

REFERENSER

Bengtsson, H. (2011) ”TBT i småbåtshamnar i Västra Götalands län 2010 – En studie av belastning och trender” Länsstyrelsen i Västra Götaland rapport 2011:30

Cato, I., Magnusson, M., Granmo, Å., Borgegren, A. (2007) ”Organiska tennföreningar – ett hot mot livet i våra hav.” Havet

Granmo, Å., Magnusson, M. ”Organiska tennföreningar” Sven Lovéns centrum för marina vetenskaper, Kristineberg.

Naturvårdsverkets (1999) ”Bedömningsgrunder för miljökvalitet – Kust och Hav” rapport nr 4914

Naturvårdsverket (2000) ”Hav och kust” rapport 5052.

Naturvårdsverket (2008) ”Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen” Rapport 5799.

Samuelsson, P-O (2006) ”Miljöanpassat båtupptag,” rapport Miljösamverkan Västra Götaland m.fl.

Statens forurensningstilsyn (2007) ”Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter”, rapport 2229.

Zeffer, A. (2011) ”Kartläggning av muddrade områden i Stenungsunds kommun, med avseende på föroreningar av koppar, zink, TBT och Irgarol i sedimenten.” Stenungsunds kommun.

Tabell 5: Analysresultat inklusive ekotoxikologiskt jämförelsevärde och koordinater för provtagningspunkterna

Ekotoxikologiskt jämförelsevärde	Källmät	Gettkär 1	Gettkär 2	Båtklubben 1 yta	Båtklubben 1 djup	Båtklubben 2 yta
Position	N57°59.347' E011°47.645'	N58°00.886' E011°48.015'	N58°00.908' E011°47.957'	N58°03.829' E011°48.794'	N58°03.829' E011°48.794'	N58°03.869' E011°48.732'
Sedimentdjup, cm	0-2	0-2	0-2	0-2	15-20	0-2
Vattendjup, m	3	2	3	2-3	2-3	3
Torrsubstans, %	75,5	43,6	45,2	46,4	48,5	37,6
TOC, % TS	1,2	4,4	4,4	4,5	4,4	4,2
Glödförlust, % TS	2,1	7,7	7,7	7,9	7,8	7,4
Irgarol, µg/kg TS	2,5 ²⁾	<1,0	2,3	1,8	190	46
Arsenik, mg/kg TS	5,9-35 ¹⁾	1,9	7,5	8,7	7,4	7,1
Kadmium, mg/kg TS	0,6-5 ¹⁾	0,079	0,18	0,18	0,24	0,26
Krom, mg/kg TS	37-80 ¹⁾	5,2	39	39	31	21
Koppar, mg/kg TS	19-70 ¹⁾	30	35	35	55	17
Kvicksilver, mg/kg TS	0,13-0,4 ¹⁾	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03
Nickel, mg/kg TS	16-100 ¹⁾	3,3	25	25	20	15
Bly, mg/kg TS	30-40 ¹⁾	2,8	19	19	17	18
Zink, mg/kg TS	120-123 ¹⁾	16	100	100	110	54
TBT, µg/kg TS	0,032 ²⁾	2	4,6	2,2	338	468
DBT, µg/kg TS	saknas	<1	2,4	1,5	53	52
MBT, µg/kg TS	saknas	<1	4,3	3	43	116
Kvot TBT/DBT+MBT			0,69	0,49	3,52	2,79
Summa Butyltenn	2	11,3	6,7	434	636	47,2
Summa PAH11, µg/kg TS	2500		229	387		
Summa PCB7, µg/kg TS	15		<8	17		

1) Naturvårdsverkets rapport 4914 (1999) tabell 27

2) "Revidering av klassifisering av metaller och organiska miljögifter i vann och sediment" Statens forurensningstilsyn, rapport 2229 (2007)

Tabell 5: forts

Ekotoxikologiskt jämförelsevärde	Båthubben 2 djup	Fregatten yta	Fregatten djup	Coop	Gätthamnen	Hevden 1 yta	Hevden 1 djup
	N58°03.869' E011°48.732'	N58°03.968' E011°48.890'	N58°03.968' E011°48.890'	N58°04.116' E011°48.945'	N58°04.177' E011°48.954'	N58°05.001' E011°48.144'	N58°05.001' E011°48.144'
Position							
Sedimentdjup, cm	25-30	0-2	25-30	0-2	0-2	0-5	10-15
Vattendjup, m	3	2-3	2-3	2-3	2-3	2	2
Torrsubstans, %	50,7	40,8	46,1	41,9	39,6	37,8	40,7
TOC, % TS	4	4,8	4,6	5,3	5,6	5,9	5,6
Glödförlust, % TS	7	8,5	8	9,3	9,9	10,3	9,8
Irgarol, µg/kg TS	0,18-0,8 ¹⁾	2,2	1,2	3,7	1,9	1,5	<1
Arsenik, mg/kg TS	5,9-35 ¹⁾	5,3	6,6	6,6	6,4	7,7	5,5
Kadmium, mg/kg TS	0,6-5 ¹⁾	0,2	0,27	0,33	0,39	0,38	0,4
Krom, mg/kg TS	37-80 ¹⁾	31	37	37	40	38	33
Koppar, mg/kg TS	19-70 ¹⁾	30	39	27	59	51	29
Kvicksilver, mg/kg TS	0,13-0,4 ¹⁾	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02
Nickel, mg/kg TS	16-100 ¹⁾	16	25	25	26	25	24
Bly, mg/kg TS	30-40 ¹⁾	13	19	20	21	24	13
Zink, mg/kg TS	120-123 ¹⁾	87	110	110	150	150	73
TBT, µg/kg TS	0,032 ³⁾	13	8,4	31	21	25	46
DBT, µg/kg TS		4,2	5,2	8,3	8,6	12	12
MBT, µg/kg TS		13	11	25	14	17	15
Kvot TBT/DBT+MBT		0,76	0,52	0,93	0,93	0,86	1,70
Summa Butyltenn		30,2	24,6	64,3	43,6	54	73
Summa PAH11, µg/kg TS							
Summa PCB7, µg/kg TS							

Tabell 5: forts

Ekotoxikologiskt jämförelsevärde	Hevden 2	Mjörsund	Borealis	Kelhätten	Hamnkontoret yta	Hamnkontoret djup
	N58°04.970' E011°48.105'	N58°06.616' E011°49.949'	N58°05.175' E011°48.667'	N58°08.070' E011°50.690'	N58°04.540' E011°48.923'	N58°04.540' E011°48.923'
Position						
Sedimentdjup, cm	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	15-20
Vattendjup, m	över 5	2	2	2-3	3	3
Torrsubstans, %	15,9	60,2	33,6	43,9	49,1	61
TOC, % TS	8,7	3,2	7,5	4,3	2,9	2,9
Glödförlust, % TS	15,2	5,6	13,1	7,6	5,1	5
Irgarol, µg/kg TS	0,18-0,8 ¹⁾	5,7	7400	10	4,6	89
Arsenik, mg/kg TS	5,9-35 ¹⁾	6,1	14	8,1	6,1	4,3
Kadmium, mg/kg TS	0,6-5 ¹⁾	0,57	0,23	0,69	0,36	0,21
Krom, mg/kg TS	37-80 ¹⁾	37	21	38	19	17
Koppar, mg/kg TS	19-70 ¹⁾	58	2700	85	380	61
Kvicksilver, mg/kg TS	0,13-0,4 ¹⁾	0,09	0,06	0,07	0,03	0,03
Nickel, mg/kg TS	16-100 ¹⁾	25	12	25	12	11
Bly, mg/kg TS	30-40 ¹⁾	26	200	26	14	12
Zink, mg/kg TS	120-123 ¹⁾	210	1100	210	260	92
TBT, µg/kg TS	0,032 ³⁾	96	3240	83	173	64
DBT, µg/kg TS		15	884	30	37	13
MBT, µg/kg TS		8,4	254	41	42	12
Kvot TBT/DBT+MBT		4,10	2,85	1,17	2,19	2,56
Summa Butyltenn		119,4	4378	154	252	89
Summa PAH11, µg/kg TS			10904			300
Summa PCB7, µg/kg TS			670			11

Sedimentprovtagning STO

Projektnr: 10-0939

Projekt/uppdrag/ärende:

Frog har på uppdrag av Stenungsunds kommun m.fl., tagit sedimentprover för att översiktligt kartera föroreningars utbredning i flera småbåtshamnar kring Stenungsund.

Deltagande personer:

Robert Eriksson, Frog Marine Service, ansvarig provtagare

PO Samuelsson, Stenungsunds kommun, assisterande provtagare

Anna Zeffer, Stenungsunds kommun, assisterande provtagare

Ingemar Fransson, Hamnkotoret Stenungsunds kommun, skeppare

Rapport upprättad av:

Robert Eriksson

Granskad av:

PO Samuelsson

Rapport skapad datum:

2011-08-17

Reviderad datum:

2011-09-08

FROG Marine Service AB

Lergodsgatan 1
SE-417 07 Göteborg
Sweden

24 h service phone:
+46 (0) 31-303 33 00
Fax:
+46 (0) 31-303 33 99

Org nr:
556788-9000
VAT:
SE556788900001

BG: 488-4532
Bank: Bohusbanken
info@frog.se
www.frog.se

INNEHÅLL

1. SAMMANFATTNING	3
2. BAKGRUND	4
3. MATERIAL & METOD	4
3.1. PROVTAGNING AV SEDIMENT.....	4
3.2. ANALYSERADE FÖRORENINGAR	5
4. RESULTAT	6
4.1. GENERELLA IAKTTAGELSER	8
4.2. PROVTAGNA LOKALER	8
5. DISKUSSION & SLUTSATSER	10
6. BILAGOR	12
6.1. SAMMANFATTANDE TABELL/RENSKRIVET FÄLTPROTOKOLL.....	12
6.2. FIGUR 1, PROVTAGNINGSPLAN	12
6.3. FOTON PÅ SEDIMENTKÄRNOR	12
6.4. ANALYSPROTOKOLL	12

1. Sammanfattning

Föreliggande rapport beskriver föroreningssituationen i 19 prover fördelade på 14 provtagningspunkter i 11 unika lokaler omgivande Stenungsund. Dessa lokaler är småbåtshamnarna Källsnäs, Getskär, Borealis, Mjösund, Havden, Kolhättan, Stenungsunds båtklubb, Stenungsunds gästhamn. Vidare provtogs botten utanför Hamnkantoret, Coop samt Fregatten i Stenungsund.

Prover från samtliga lokaler analyserades för Tributyltenn (TBT) dess nedbrytningsderivat DBT och MBT, Irgarol, koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), bly (Pb), kvicksilver (Hg), arsenik (As), glödförlust, torrsubstans samt beräknad halt organiskt kol (TOC). Fyra av proverna från lika många lokaler (Getskär, Stenungsunds båtklubb, Mjösund och Hamnkantoret) analyserades även för PCB: er, PAH: er, oljeföroreningar (TPH), Nonylfenol, Oktylfenol, samt nonylfenoletoxylater. Frogs provtagning med efterföljande analys visar att sedimenten framförallt är förorenade med avseende på Irgarol, TBT, samt koppar.

Irgarolhaltererna är i 9 prover (av totalt 19) högre än den norska akuta toxicitetsgränsen om 2,5 µm/kg TS. Högsta halten uppmättes i Mjösunds småbåtshamn (7400 µm/kg TS). Lägst halten återfanns i Källsnäs samt Havdens småbåtshamn, bägge vilka hade halter under rapporteringsgränsen 1,0 µm/kg TS.

TBT-halterna ger tillståndsklass 5 (mycket höga halter) i totalt 4 lokaler (Stenungsunds båtklubb, Mjösund, Kolhättan samt Hamnkantoret). Högsta halten uppmättes i Mjösund (3240 µm/kg TS), följt av Stenungsunds båtklubb (468 µm/kg TS) och Hamnkantoret (225 µm/kg TS). Lägst halt fanns i Källsnäs (2 µm/kg TS).

Tungmetallhaltererna är generellt låga i samtliga lokaler, förutom koppar som i 6 av 19 prover har tillståndsklassning 4. Tre lokaler fanns halter uppgående till tillståndsklass 5 (Borealis, Mjösund och Kolhättan). Även zink-halterna är förhöjda där klass 4 uppnås i tre lokaler (Havden, Borealis samt Kolhättan), medan lokalen Mjösund uppnår klass 5. Mjösund uppnår även klass 5 för bly. Övriga lokaler har tillståndsklassning 1 eller 2, dvs. ingen eller låg halt av bly.

De prover som analyserades för PCB: er och PAH: er m.fl. föroreningar gav att lokalerna Stenungsunds båtklubb, Mjösund och Hamnkantoret hade halter uppgående till tillståndsklass 4 (höga halter) eller 5 (mycket höga halter) för nämnda föroreningar.

2. Bakgrund

På begäran av Stenungsunds kommun (genom STO-upphandling daterad 2010-11-08), har Frog genomfört sedimentprovtagning av bottenarna vid 19 provtagningspunkter fördelade mellan Kolhättans och Källsnäs småbåtshamn, norr respektive söder om Stenungsund.

Syftet med sedimentprovtagningen och efterföljande analys av föroreningar, var att kartera föroreningarnas utbredning i yta, samt även i viss mån i sedimentens djupled.

Även prover för ekotoxikologiska tester togs. Eftersom denna provtagning gjordes utanför ramen för upphandlingen berörs metodiken eller resultaten av dessa analyser ej i föreliggande rapport.

3. Material & metod

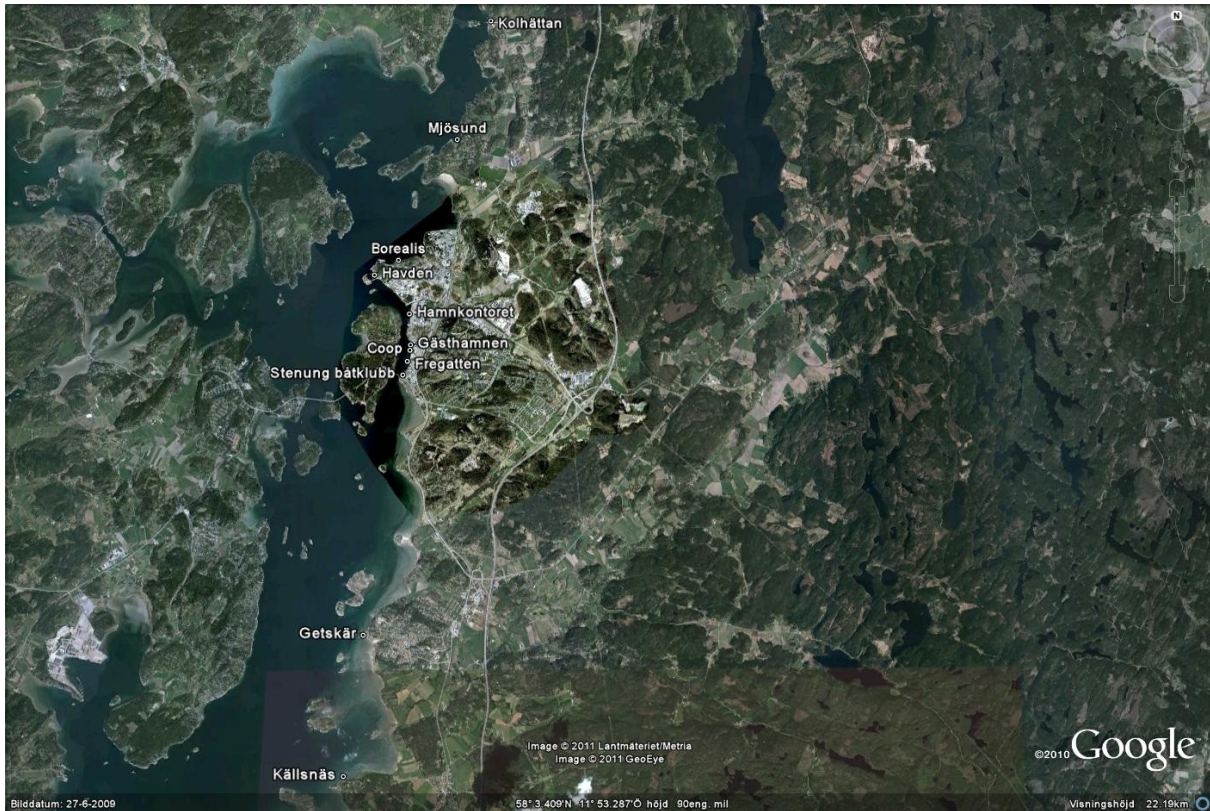
3.1. Provtagning av sediment

Sedimentprovtagningen skedde den 2011-06-07, vid totalt 14 provpunkter fördelade på 11 unika lokaler. Tabellen i bilaga 1 sammanfattar nyckelinformation kring provtagningslokaler, positioner mm. Provtagna vattenförekomster avser Hakefjorden (SE575700-114240), Askeröfjorden (SE580500-114725), samt Halsefjorden (SE580688-114860).

Provtagning skedde från en mindre motorbåt tillhandahållen av Stenungsunds kommun. Ansvarig provtagare var marinbiolog Robert Eriksson (diplomerad recipientprovtagare). De kommunala tjänstemännen P-O Samuelsson och Ingemar Fransson samt tjänstekvinnan Anna Zeffer bistod vid provtagningen.

Positionering av respektive provpunkt skedde med GPS (Garmin 72). Se figur 1 nedan, för en översiktlig grafisk illustration av provtagningslokalerna. Figur 1 finns även i högupplöst format i bilaga 2 /tillsammans med detaljbilder av provtagningslokalerna), samt i digitalt format på bifogad DVD.

Vattenståndet bedömdes okulärt på respektive provtagningslokal.



Figur 1. Provtagningsplan. Ungefärlig position på respektive provtagningslokal. En högupplöst figur återfinns i bilaga 2. Kartkälla: Google Earth 2011-08-26.

Provtagning skedde med en kajakprovtagare, vilket medger provtagning av en ostörd sedimentkärna. Denna kan sedan skivas i utvalda intervall (sedimentdjup). Därvid kan föroreningarnas djupbredning beskrivas. Typiska intervall var i föreliggande studie 0-2 cm för ytliga sediment (0-5 cm för lösa sediment) och för de djupare sedimenten valdes 10-15, 15-20 eller 25-30 cm. Vilket intervall som valdes berodde på sedimentens beskaffenhet och följaktligen på hur pass djupa sedimentkärnor som kunde provtas.

För att säkerställa tillräckligt sedimentmängd, togs 2-4 kärnor på respektive provpunkt. Proverna sammanslogs i fält i respektive djupintervall.

Sedimentkärnorna fotades med digitalkamera (se bilaga 3), och beskrevs till färg, lukt och geologisk komposition. Även förekomst av flora och fauna beskrevs för respektive prov (se tabellen i bilaga 1). Därefter skivades sedimentkärnan i utvalda intervall. Efter skivning av sedimentkärnan lades respektive prov i nya ziplock-påsar för sval och mörk förvaring. Provtagningsutrustningen rengjordes med recipientvatten mellan provtagning vid respektive provpunkt.

Proverna homogeniserades (i lab.) och frystes innan transport till det ackrediterade laboratoriet Eurofins för analys.

3.2. Analyserade föroreningar

Analys av föroreningar delades upp (i enlighet med upphandlingsunderlaget) i två analyspaket. De primära analyserna (paket 1) avsåg TBT och dess nedbrytningsderivat DBT och MBT, Irgarol och tungmetallerna Cu, Zn, Cd, Pb, Hg samt As. Även glödrest, torrsubstans samt beräknad TOC analyserades. Det sekundära analyspaketet (paket 2) avsåg PCB: er, PAH:

er, "Oljeindex" (TPH¹ C10-C40), Nonylfenol, Oktylfenol, samt Nonylfenoletoxylater. Rapporteringsgränser för respektive förorening anges i tabell 1, nedan.

Tabell 1. Sammanställning av rapporteringsgränser för respektive analyserad förorening. TBT avser TBT och dess nedbrytningsderivat.

Analyspaket	Förorening	Rapporteringsgräns	Enhet
1	TBT	1-5	µg/kg TS
-	Irgarol	1	-
-	Cu	0,05	mg/kg TS
-	Zn	0,05	-
-	Cd	0,010	-
-	Pb	0,10	-
-	Hg	0,01	-
-	As	0,10	-
2	PCB	0,002	-
-	PAH	0,01	-
-	"Oljeindex"	<38	-
-	Nonylfenol	0,1	-
-	Oktylfenol	0,01	-
-	Nonylfenoletoxylater	0,1	-

4. Resultat

De 14 provtagningspunkterna fördelades på 11 unika provtagningslokaler. Dessa lokaler var Källsnäs, Getskär, Båtklubben, Fregatten, Coop, Gästhamnen, Havden, Borealis, Mjösund, Kolhättan och Hamnkantoret. Vid Getskär, Båtklubben, samt Havden provtogs två punkter per lokal.

Vidare provtogs även djupare sediment vid Båtklubben (båda provpunkterna), Fregatten, Havden samt Hamnkantoret. Detta gav totalt 19 prover att analysera. Samtliga prover analyserades för paket 1, medan 4 av proverna analyserades för analyspaket 1 samt 2 (Getskär, Båtklubben, Mjösund samt Hamnkantoret).

Tabellen i bilaga 1 sammanfattar resultaten från provtagningen med avseende på geologisk komposition, lukt, färg, innehåll av flora/fauna, provtagna sedimentdjup, analyserade parametrar mm. Bilaga 2 innehåller provtagningsplanen (figur). Bilaga 3 innehåller de foton som togs på ett urval av de sedimentkärnor som provtogs på respektive lokal. Bilaga 4 innehåller analysrapporterna i originalformat. Samtliga bilagor inklusive föreliggande rapport finns även bränd på DVD.

I nedanstående delavsnitt beskrivs generella iakttagelser i samband med provtagningen samt resultat kopplade till respektive provtagen lokal. En tillståndsklassning enligt Naturvårdsverkets rapport 4914 (med tillägg) görs. För TBT görs jämförelser med normmännens gränsvärden för TBT². Gränsvärden för DBT och MBT saknas. Tabell 2, nedan sammanfattar analysresultat samt tillståndsklassning.

För att hålla föreliggande rapport någotsånär kort och koncis kommenteras ej tillståndsklassningar lägre än klass 3 (medelhög halt/tydlig avvikelse från bakgrundshalt). Resultaten från analyserna av "oljeindex", fenoler samt etoxylater presenteras i tabellen nedan, men lämnas annars därhän i föreliggande rapport. Den intresserade läsaren hänvisas till bilaga 4 där analysprotokollen återfinns i sin helhet.

¹ Total Petroleum Hydrocarbon

² Klass 1 0<1, klass 2 1≤5, klass 3 5≤20 klass 4 20≤100 klass 5 >100 µm/kg TS.

Tabell 2. Analysresultat. I de fall då gränsvärden för tillståndsklassning finns, har tillståndsklassning enligt Naturvårdsverkets rapport 4914 genomförts. Röd färg avser klass 5, orange klass 4 och blå klass 3. Klass 1 och 2 är ej markerade. För Irgarol har gränsvärdet 2,5 µm/kg TS använts för klass 5 (lägre halter är ommarkerade). Analysresultat markerade med < avser värden under rapporteringsgränsen. Irgarol, TBT, PCB7 och PAH11 är i enheten µm/kg TS medan tungmetallerna har enheten mg/kg TS.

	Provnamn																			
	Källsnäs	Getskär 1 (gamla hamnen)		Getskär 2	Båtklubben 1 yta	Båtklubben 1 djup	Båtklubben 2 yta	Båtklubben 2 djup	Fregatten yta	Fregatten djup	Coop	Gästhamnen	Hamnkontoret yta	Hamnkontoret djup	Havden 1 yta	Havden 1 djup	Havden 2	Borealls	Mjösund	Kolhättan
Sedimentdjup (cm)	0-2	0-2	0-2	0-2	15-20	0-2	15-20	0-2	25-30	0-2	25-30	0-2	0-2	15-20	0-5	10-15	0-2	0-2	0-2	0-2
Torrsubstans (%)	75,5	43,6	45,2	46,4	48,5	37,6	50,7	40,8	46,1	41,9	39,6	49,1	61,0	37,8	40,7	15,9	33,6	60,2	43,9	
TOC (% TS)	1,2	4,4	4,4	4,5	4,4	4,2	4,0	4,8	4,6	5,3	5,6	2,9	2,9	5,9	5,6	8,7	7,5	3,2	4,3	
Glödförlust (% TS)	2,1	7,7	7,7	7,9	7,8	7,4	7,0	8,5	8,0	9,3	9,9	5,1	5,0	10,3	9,8	15,2	13,1	5,6	7,6	
Irgarol	<1,0	2,3	1,8	190	46	1,2	2,2	1,2	3,7	1,9	1,5	89	63	<1,0	1,0	5,7	10	7400	4,6	
As	1,9	7,5	8,7	7,4	7,1	6,5	5,3	6,6	6,6	6,4	7,7	4,3	4,1	5,5	4,3	6,1	8,1	14	6,1	
Cd	0,079	0,18	0,20	0,24	0,26	0,18	0,2	0,27	0,33	0,39	0,38	0,21	0,24	0,4	0,36	0,57	0,69	0,23	0,36	
Cu	30	35	36	55	17	52	30	39	27	59	51	61	26	29	20	58	85	2700	360	
Hg	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,05	0,02	0,01	0,09	0,07	0,06	0,03	
Pb	2,8	19	21	17	18	16	13	19	20	21	24	12	16	13	12	26	26	200	14	
Zn	16	100	110	110	54	160	87	110	110	150	150	92	79	73	62	210	210	1100	260	
TBT	2,0	4,6	2,2	338	468	27	13	8,4	31	21	25	64	225	46	2,8	96	83	3240	173	
DBT	<1,0	2,4	1,5	53	52	8,2	4,2	5,2	8,3	8,6	12	13	27	12	1,6	15	30	884	37	
MBT	<1,0	4,3	3,0	43	116	12	13	11	25	14	17	12	28	15	1,9	8,4	41	254	42	
Fenantren		35,4		32,7								31							1350	
Antracen		8,84		14,3								11,2							222	
Flourantren		77,7		106								71,5							2110	
Pyren		39,7		57,8								49							1680	
Benso(a)antracen		7,56		22,6								20,2							954	
Krysen		13,2		27,3								26,4							1000	
Bens(b)flourantren		13,1		42,3								32,1							1200	
Bens(k)flourantren		6,7		11,1								8,57							456	
Bens(a)pyren		7,86		13,1								12,2							905	
Bens(ghi)perylene		9,17		20								19,1							446	
Indeno(cd)pyren		10,5		19,8								18,5							581	
Summa PAH11		229		367								300							10904	
PCB28		<2		<2								<2							2,3	
PCB52		<2		2,7								<2							46	
PCB101		<2		3								<2							140	
PCB118		<2		2,7								<2							140	
PCB153		<2		4,1								3,8							170	
PCB138		<2		2,9								2,6							130	
PCB180		<2		<2								<2							42	
Summa PCB7		<8		17								11							670	
TPH C10-C12		3,5		4,1								8,2							7,0	
TPH C12-C16		<5,0		9,0								9,3							15	
TPH C16-21		<6,0		35								30							37	
TPH C21-C30		<12		46								74							43	
TPH C30-C35		<6,0		22								35							13	
TPH C35-40		<6,0		12								18							<6,0	
Summa TPH C10-C40		<38		130								170							120	
Nonylfenol		0,047		0,05								<0,02							0,044	
Nonylfenoldietoxylat		<0,02		<0,02								<0,02							<0,02	
Nonylfenoletoxylat		<0,02		<0,02								<0,02							<0,02	
Oktylfenol		<0,01		<0,01								<0,01							<0,01	

4.1. Generella iakttagelser

Vid provtagningen rådde medelvattenstånd (okulärt bedömt på respektive plats).

4.2. Provtagna lokaler

4.2.1. Källsnäs

Källsnäs småbåtshamn provtogs i en punkt (0-2 cm sedimentdjup). Sedimenten var svåra att provta pga. hårda sandiga sediment. Provtagaren fick tryckas ned i botten. Ackumulationsförhållanden råder ej. Ålgräs syntes från ytan. Noterbart i sammanhanget är att detta ålgräs mycket väl kan vara Dvärgålgräs *Zostera noltii*, enär skottspetsen skiljde sig något från typiska *Zostera marina*.

Analysresultaten visar på ingen eller liten avvikelse från bakgrundvärden, förutom för koppar där en tydlig avvikelse från bakgrundhalten finns (tillståndsklass 3; 30 mg/kg TS). Irgarolanalysen påvisar förekomst av ämnet, men dock under rapporteringsgränsen 1,0 µm/kg TS.

4.2.2. Getskär

Getskärs gamla hamn provtogs i två punkter (ytliga sediment 0-2 cm). Båtuptaget/rampen (Getskär 1) samt vid båtplatserna (Getskär 2). Getskär 1 analyserades för paket 2 (PAH, PCB m.fl. föroreningar).

Kopparhalten är tydligt förhöjd för bägge punkter (klass 3; 35 mg/kg TS för bägge punkter). Summa PCB7 ligger i tillståndsklass 4 (<8 mg/kg TS), men här skall sägas att 5 av 11 ingående ämnen ligger under rapporteringsgränserna för respektive PCB. Summa PCB 7 är därför överskattad då själva rapporteringsgränsen använts vid summeringen. Förekomst av PCB: er är alltså påvisade i sedimenten men deras exakta halter kan ej bestämmas med säkerhet. Irgarolhalten är förhöjd (1,8 µm/kg TS), men dock lägre än normmännens akuta toxicitetsvärde (2,5 µm/kg TS).

Sedimenten är i övrigt fattiga på flora och fauna. Sedimenten var därtill lösa, och 25 cm provtogs utan besvär. Det är tydligt att ackumulationsförhållanden råder i denna hamn. Efter provtagningen blommar oljerosor upp på ytan, något som tyder på att utsläpp av smörjolja eller drivmedel tidigare skett.

4.2.3. Båtklubben

Sedimenten i Stenungsunds båtklubb provtogs i två punkter. För bägge punkterna gäller att det är tydliga ackumulationsförhållanden som råder på platsen. Den ena punkten var lokaliserad till båtuptaget/kranen (Båtklubben 1), medan den andra låg vid båtplatserna längre ut i hamnen (Båtklubben 2). Ytliga sediment (0-2 cm) samt djupare (15-20 respektive 25-30 cm) provtogs vid båda punkter. De ytliga sedimenten vid båtuptaget/kranen analyserades även för paket 2.

Irgarolhalterna för de ytliga samt djupare sedimenten i punkt 1 är över gränsvärdet för akut toxicitet (190 respektive 46 µm/kg TS), och är därför markerade som tillståndsklass 5 i tabell 2 ovan.

TBT-halten för punkt 1 uppgår till klass 5. Detta gäller både ytliga samt djupare sediment. Halterna är högre i de djupare sedimenten (468 respektive 338 µm/kg TS). Även i punkt 2 längre ut i hamnen är TBT halten hög; klass 4 i ytliga sediment (27 µm/kg TS), klass 3 i djupare (13 µm/kg TS).

Vidare är kopparhalterna förhöjda i de ytliga sedimenten (klass 4 för bägge punkterna; 55 respektive 52 mg/kg TS). Inne vid kranen uppmäts även klass 5 (17 µm/kg TS) på summan av PCB7 medan summan av PAH11 ligger i klass 3 (367 µm/kg TS).

4.2.4. Fregatten

Sedimenten vid Fregatten småbåtshamn provtogs i en punkt (0-2 samt 25-30 cm). Tydliga ackumulationsförhållanden råder på platsen.

Kopparhalten är förhöjd i de ytliga sedimenten (klass 3; 39 mg/kg TS). Även TBT är förhöjda i de ytliga sedimenten (klass 3; 8,4 µm/kg TS), medan de djupare sedimenten håller hög halt (klass 4; 34 µm/kg TS). Irgarolhalten för de djupare sedimenten överskrider gränsvärdet för akut toxicitet (3,7 µm/kg TS).

4.2.5. Coop

Sedimenten vid småbåtshamnen utanför Coop, provtogs i en punkt (0-2 cm). Tydliga ackumulationsförhållanden råder på platsen.

Sedimenten håller koppar- och TBT-halter vilka uppnår klass 4 (59 mg/kg TS respektive 21 µm/kg TS). Zink uppnår klass 3 (150 mg/kg TS).

4.2.6. Gästhamnen

Sedimenten vid bryggorna i Stenungsunds gästhamn, provtogs i en punkt (0-2 cm). Tydliga ackumulationsförhållanden råder på platsen. Sedimenten var mycket lösa, och sedimentytan var svår att urskilja eftersom den var väldigt vattenbemängd. Genom sedimentkärnan kunde en "gång" ses, vilken tycktes för jämn och stor för att vara orsakad av någon grävande organism. Istället är det troligt att gången bildats då gas som bildats i sedimenten avgått.

Koppar och TBT hamnar i tillståndsklass 4 (51 mg/kg TS respektive 25 µm/kg TS), medan zink uppnår klass 3 med 150 mg/kg TS.

4.2.7. Hamnkontoret

Både ytliga (0.2 cm) och djupare (15-20 cm) sediment provtogs utanför hamnkontorets brygga.

De ytliga sedimenten håller koppar (89 mg/kg TS), TBT samt PCB (64 respektive 11 µm/kg TS) halter vilken ger tillståndsklass 4. Summan av PAH7 ger klass 3 med 300 µm/kg TS. De djupare sedimenten har en TBT-halt som uppnår klass 5 (225 µm/kg TS). Irgarol överskrider det akuta toxicitetsvärdet för både ytliga samt djupare sedimenten (89 respektive 63 µm/kg TS).

4.2.8. Havden

Vid Havdens småbåtshamn provtogs två punkter; en vid båtupptagen (Havden 1) samt en något längre ut vid båtplatserna (Havden 2). Punkten vid båtupptaget (Havden 1) provtogs i ytliga (0-5 cm) samt djupare (10-15 cm) sediment. Denna punkt hade lös yta, men mycket styv djupare del. Provpunkten längre ut bestod av ackumulationsbotten, med vid 30 cm sedimentdjup övergår botten att bestå av sand.

De ytliga sedimenten inne vid båtupptaget har klass 4 för TBT (46 µm/kg TS), medan den andra punkten längre ut håller koppar (58 mg/kg TS), zink (210 mg/kg TS) och TBT (96 µm/kg TS) i klass 5. Kadmium i klass 3 (0,57 mg/kg TS). Irgarol överskrider det akuta toxicitetsvärdet i den yttre punkten (5,7 µm/kg TS).

4.2.9. Borealis

Borealis småbåtshamn provtogs i en punkt (0-2 cm). Botten var mycket styv, och ytligt bestod den av sten/grus. I övrigt, täcktes botten av Ålgräs.

Kadmiumhalten ger tillståndsklass 3 (0,69 mg/kg TS), medan zink (210 mg/kg TS) och TBT (83 µm/kg TS) ger klass 4. Kopparhalten ger klass 5 (85 mg/kg TS). Irgarol överskrider flerfaldigt det akuta toxicitetsvärdet med uppnådda 10 µm/kg TS.

4.2.10. Mjösund

Vattenståndet tycktes ca 40 cm under medelvatten.

Mjösunds småbåtshamn provtogs i en provpunkt (0-2 cm), belägen vid båtupptaget/kranen. Här var sedimenten tydligt påverkade av antropogen verksamhet. Rostflagor och färgflagor syntes tydligt i sedimentprovet. En obehaglig stickande lukt kunde kännas. Denna var snarlik bränt gummi. Botten har tydligt ej ackumulationsförhållanden, och vissa svårigheter att provta förelåg därför.

Koppar (2700 mg/kg TS), bly (200 mg/kg TS), zink (1100 mg/kg TS), TBT (3240 µg/kg TS), PAH (10904 µg/kg TS) samt PCB (670 µg/kg TS) hamnar alla i tillståndsklass 5. Irgarol överskrider det akuta toxicitetsvärdet närmre tretusenfaldigt med uppnådda 7400 µm/kg TS.

4.2.11. Kolhättan

Provtagning skedde i en punkt i den gamla delen av hamnen (0-2 cm). Sedimenten var mycket styva, innehållandes sand och sten. Det är tydligt ej ackumulationsförhållanden i denna hamn.

Halterna av koppar (360 mg/kg TS) och TBT (173 µm/kg TS) ger tillståndsklass 5, medan zink uppgår till klass 4 (260 mg/kg TS). Irgarol överskrider det akuta toxicitetsvärdet (4,6 µm/kg TS).

5. Diskussion & slutsatser

Föreliggande rapport beskriver föroreningssituationen i elva unika lokaler, i vilka totalt 19 sedimentprover har analyserats för flertalet föroreningar. Somliga prover har härstammat från de ytliga sedimenten (14 st.), medan övriga kommit från underliggande sedimentlager. Föroreningssituationen har sett olika ut i de olika småbåtshamnarna varför en jämförelse dem emellan med avseende på djupa kontra ytliga sediment blir mindre meningsfull. Emellertid är det intressant att granska de lokaler där både ytliga samt djupa sediment har analyserats.

I Stenungsunds båtklubb samt vid provlokalen Hamnkontoret ser vi att Irgarolhalterna är högre i ytliga sediment än i de djupare, historiska, sedimenten. Omvänt förhållande gäller för TBT, där de högsta halterna återfinns på djupet. Detta återspeglar det faktum att TBT-haltiga båtbottnfärger idag är förbjudna (och således var vanligare förr), medan Irgarolfärger å andra sidan tycks vara vanligare idag. Att även koppar håller högre halt i de ytliga sedimenten lär även det avspegla att kopparhaltiga färger återigen har blivit vanligare i och med förbudet mot TBT under 90-talet.

Nedbrytningsderivaten från TBT har ej redovisats i föreliggande rapport. Den intresserade läsare kan granska analysrapporterna där även nedbrytningsderivaten anges. En ledtråd till huruvida användningen av TBT-haltiga färger är recent eller historisk kan ges vid denna granskning. Om sedimenten ej är helt syrefria, kommer TBT att brytas ned till DBT, och sedan MBT. Om TBT användning helt upphört kan man således förvänta sig högre halter av

nedbrytningsderivaten. Om TBT användningen olovligen pågår, kan man därför se högre halter TBT än nedbrytningsderivat. Detta gäller dock endast för syresatta sediment; syrefattiga sediment medger ingen eller lite nedbrytning av TBT. Nedbrytningen tar även längre tid i våra kalla vatten.

För Stenungsunds båtklubb provtogs två punkter; en vid båtupptaget/kranen samt en längre ut vid båtplatserna. Här ser vi att halterna föroreningar är högre inne vid båtupptaget än ute vid båtplatserna. Detta är inte förvånansvärt, eftersom man förväntar sig en högre grad av aktivitet samt dessutom en högre grad av ackumulerande sediment inne vid land än längre ut i hamnarna. Det är sannolikt så att de föroreningar som återfinns vid båtplatserna härrör från passiv diffusion från båtbottnfärgerna medan föroreningar vid båtupptaget kan härröra från skav, spolning mm. Dumpning av färgrester, batterier eller annat avfall kan naturligtvis ske varsohelst, men detta tenderar att ge punktvis fördelning av föroreningarna snarare än en jämn utbredning.

Havden småbåtshamn sticker ut jämfört med de andra. Här provtogs två punkter (vid båtupptaget/rampen samt vid båtplatserna). Här var sedimenten renare vid båtupptaget än vid båtplatserna, ett faktum som sannolikt förklaras av att det ej är 100 % ackumulationsförhållanden vid båtupptaget. Eventuella föroreningar kan därför ha transporterats bort, exempelvis mot båtplatserna där ackumulationsförhållanden råder. En annan aspekt värd att notera för denna lokal är att bygget av en vågbrytare på 70-talet sannolikt har skapat ackumulationsförhållanden på bottnar som mest troligt varit rena transportbottnar tidigare.

Huruvida en botten är ackumulationsbotten eller inte är naturligtvis avgörande för omsättningen av föroreningar vilka binder till sediment. Likväl kan bottnar som ej är ackumulationsbottnar hålla extremt höga föroreningsnivåer. Mjösunds småbåtshamn är ett bra exempel på detta. På dessa bottnar sker ingen nämnvärd ackumulation, vilket ger att passiv diffusion från båtbottnfärger sannolikt inte bidrar särskilt mycket till botten totala föroreningsbelastning (eftersom dessa föroreningar transporteras bort och ackumuleras annorstädes). Istället är det annan verksamhet som ger föroreningsbelastningen. Vid båtupptaget/kranen kan man förvänta sig mer påverkan från gammal båtbottnfärg, anoder eller andra källor kopplade till underhållet snarare än bruket av båtarna. Vid exempelvis spolning av båtbottn kommer tunga flagor av gammal färg mm att spolade ned i vattnet och hamna på närliggande bottnar. Detta ger en lokalt mycket hög belastning av substanser som exempelvis Irgarol och/eller TBT, koppar, zink, alla vilka används eller har använts i båtbottnfärger.

För just Mjösunds marina har detta faktum gett att föroreningarnas tillstånd hamnar i tillståndsklassen 5, vilket är den högsta klassen. Halterna av exempelvis en specifik tungmetall har en mycket hög avvikelse från bakgrundsvärdet (beräknat som en kvot mellan uppmätt värde och "naturlig" bakgrundshalt i vattenförekomsten). För antropogena substanser såsom Irgarol och TBT använder man sig istället av totalhalt snarare än en kvot mellan uppmätt värde och bakgrundshalt. Klass 5 innebär således "mycket hög halt". Klass 4 står för hög halt, eller hög avvikelse, medan klass 3 står för medelhöghalt eller tydlig avvikelse från bakgrundhalten.

Härvidlag inser man att klass 3 även innebär att sedimenten är tydligt påverkade av en punktkälla, medan klasserna 1 och 2 snarare är påverkade av diffusa källor. Vi tar Källsnäs som exempel. Vid denna småbåtshamn råder ej 100 % ackumulationsförhållanden. Därför kan vi ej heller förvänta oss att bottarna är tydligt påverkade av föroreningar som härstammar från småbåtshamnens verksamheter. Föroreningarna ligger framförallt i klasserna 1 och 2, vilket ger att de är diffust påverkade. Skulle man undersöka vattenströmningar vid denna småbåtshamn, skulle dessa leda till en botten på ett visst avstånd där sedimenten (och följaktligen föroreningarna från hamnen) ackumulerar. Här är det fullt möjligt att klasserna 3 eller högre uppmäts. Småbåtshamnen kan därför agera punktkälla för spridning av föroreningar, men i den direkta närheten tycks omgivningen vara mer eller mindre opåverkad.

Irgarolhalterna var högre än normmännens akuta toxicitetsgränsen om 2,5 µm/kg TS i 9 prover av 19. Övriga prover hade lägre halter, men bara två prover (Källsnäs och Havden 1 yta) höll halter under rapporteringsgränsen om 1,0 µm/kg TS. I sammanhanget bör beaktas att ekologiska effekter sannolik uppkommer mycket tidigare än 2,5 µm/kg TS. I Naturvårdsverkets rapport 5799 från 2008 ("Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen"), står att läsa att det indikativa gränsvärdet torde ligga mellan 0,2-0,8 µm/kg TS, dvs. lägre än rapporteringsgränsen för Irgarol i föreliggande studie. Dock skall påpekas att ett indikativt gränsvärde är beräknat och ej testat; toxiciteten för Irgarol lär vara både artspecifik och beroende av övriga föroreningar i sedimenten.

I föreliggande rapport har rapporteringsgräns snarare än detektionsgräns använts. Detta innebär att de resultat som presenteras häri är exakta i enlighet med den metod som använts, så till vida att halterna ej understigit rapporteringsgränsen för respektive substans. I de fall då en förorenings halt har understigit rapporteringsgränsen har detta angivits med tecknet <. Av detta kan slutsatsen dras att substansen är påvisad i sedimenten, men dess halt ej exakt kvantifierad. I fallet med PCB resultatet från Getskärs småbåtshamn ger detta en överskattning eftersom summa PCB7 är en summering av 7 unika PCB: er, somliga vilkas halter var lägre än rapporteringsgränsen. Summeringen är alltså en överskattning av föroreningsgraden.

6. Bilagor

- 6.1. Sammanfattande tabell/renskrivet fältprotokoll**
- 6.2. Figur 1, Provtagningsplan**
- 6.3. Foton på sedimentkärnor**
- 6.4. Analysprotokoll**

Om projekt Hav möter Land

Klimat, vatten, samhällsplanering tillsammans

Hav möter Land samlar 26 organisationer i Sverige, Norge och Danmark. Vi samarbetar om klimat, vatten och samhällsplanering för Kattegat och Skagerrak.



Våra resultat är användbara för beslutsfattare, planläggare, forskare och förvaltare av naturresurser.

Klimatet förändrar våra möjligheter att bo och livnära oss här. Vi tar fram gemensam kunskap för gemensam beredskap.

I projektet arbetar kommuner, regioner, universitet och statliga myndigheter tillsammans. EU är med och finansierar projektet genom Interreg IVA.

Hjälp gärna till på www.havmoterland.se.



Partners

Länsstyrelsen i Västra
Götalands län
Østfold fylkeskommune
Artdatabanken
Aust-Agder fylkeskommune
Buskerud fylkeskommune
Falkenbergs kommun
Fylkesmannen i Aust-Agder
Fylkesmannen i Buskerud
Fylkesmannen i Telemark
Fylkesmannen i Vestfold
Fylkesmannen i Østfold
Göteborgs universitet
Havs- och vattenmyndigheten

Kungsbacka kommun
Larvik kommune
Lysekils kommun
Länsstyrelsen i Hallands län
Nøtterøy kommune
Orust kommun och
projekt 8 fjordar
Region Halland
SMHI
Sotenäs kommun
Telemark fylkeskommune
Vestfold fylkeskommune
Västra Götalandsregionen
Århus Universitet

Sedimentprovtagning i småbåtshamnar i Stenungsund

Vilka gifter finns på botten i en vanlig småbåtshamn?

De flesta småbåtshamnar i Stenungsund är kraftigt förorenade. Under 2011 tog vi prover i sedimenten i elva småbåtshamnar i Stenungsunds kommun i Sverige. Avsikten var att utvärdera hur förorenade sedimenten var av koppar, zink, TBT och Irgarol, alltså ämnen associerade med båtbottnfärger. Sex av hamnarna var så förorenade av TBT att det ger akut giftiga effekter på djur och växter i havet. I en hamn var föroreningarna av Irgarol 3000 gånger högre än gränsvärdet. Föroreningarna var värst på platser där båtar tagits upp ur vattnet och spolats av utan att spolvattnet renats. Proverna visade inte att det avsätts mindre föroreningar idag jämfört med förr.



Hav möter Land

Projekt Hav möter Land samlar 26 kommuner, regioner, universitet och statliga myndigheter i Sverige, Norge och Danmark. Vi samarbetar om klimat, vatten och samhällsplanering för Kattegat och Skagerrak. Vårt resultat är användbara för beslutsfattare, planläggare, forskare och förvaltare av naturresurser. Klimatet förändrar våra möjligheter att bo och livnära oss här. Vi tar fram gemensam kunskap för gemensam beredskap. EU är med och finansierar projektet genom Interreg IVA.

www.havmoterland.se



Hav möter Land



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska regionala
utvecklingsfonden



Interreg IVA
ÖRESUND – KATTEGAT – SKAGERRAK