

Miljöövervakning i Stockholms kommun

Saltsjön och Mälaren - KEMI

Slutrapport: provtagningsåren 96/97, 97/98 och 98/99

Rättad version 2002-04-23

Dag Broman, Lennart Balk och Yngve Zebühr
Laboratoriet för akvatisk ekotoxikologi, Institutet för tillämpad miljöforskning, Stockholms
universitet

Kristofer Warman
Miljölaboratoriet i Nyköping

1. Förord

Detta är slutrapporten från kemiska analyser av sedimentfällematerial insamlade i ett treårigt övervakningsprogram av vattenmiljön i Stockholms kommun. Undersökningen är beställd av Miljöförvaltningen i Stockholm samt Stockholm vatten AB. Denna rapport beskriver belastningen av organiska miljögifter och metaller i sedimenterande material på tre stationer under tre år. Ansvarig för arbetet är Institutet för Tillämpad Miljöforskning (ITM) vid Stockholms Universitet. ITM har lagt upp studien, utfört fältarbetet och sammanställt resultaten. Samtliga kemiska analyser av organiska föreningar har utförts av Miljölaboratoriet i Nyköping AB utöver analyserna av polyklorerade dibenzo-p-dioxiner och furaner (PCDD/Fs) och non-ortho (plana) polyklorerade bifenyl (non-ortho PCB) vilka utförts av ITM. Gundelement har analyserats av SGAB.

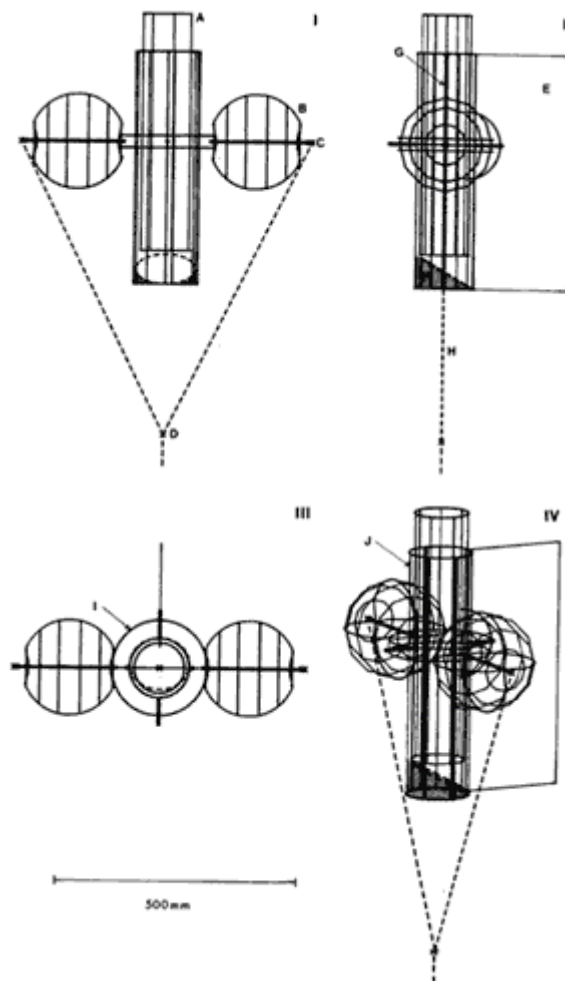
2. Innehållsförteckning

1. FÖRORD	2
2. INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
3. MATERIAL OCH METODER	4
3.1 PROVTAGNING	4
3.2 KEMISKA ANALYSER	7
<i>Polyklorerade bifenyler (PCB)</i>	7
<i>Non-ortho (plana) polyklorerade bifenyler (non-ortho PCB)</i>	7
<i>Polyklorerade dibenzo-p-dioxiner (PCDD) och furaner (PCDF)</i>	7
<i>Di- och polyaromatiska kolväten (PAH)</i>	7
<i>Nonylfenol/nonylfenoletoxylater</i>	7
<i>Klorerade organiska pesticider (o,p-DDE, p,p-DDE, o,p-DDD, p,p-DDD, o,p-DDT, p,p-DDT, Hexaklorbensen, Lindan och Dieldrin)</i>	7
<i>Klorfenoler</i>	7
<i>Ftalater</i>	7
<i>Polybromerade bifenyler (PBB)</i>	8
<i>Polybromerade difenyletrar (PBDE) samt tetrabrombisfenol A</i>	8
<i>Linjära alkylerade sulfonater (LAS)</i>	8
<i>Opolära alifatiska kolväten (NAH)</i>	8
<i>Grundämnen</i>	8
<i>Torrsubstans (TS)</i>	8
<i>Kolbestämning (C)</i>	8
<i>Kvävebestämning (N)</i>	8
4. RESULTATUTVÄRDERING	9
4.1 ORGANISKA MILJÖGIFTER	9
<i>Polyklorerade bifenyler (PCB) - Figur I, texttabell B och tabell I</i>	9
<i>Non-ortho (plana) polyklorerade bifenyler (non-ortho PCB) – Figur II och tabell IIA och B</i>	10
<i>Polyklorerade dibenzo-p-dioxiner (PCDD) och furaner (PCDF) – Figur III, och tabell III</i>	11
<i>Di- och polyaromatiska kolväten (DI-AH och PAH) – Figur IVA, B, texttabell C och tabell IV</i>	12
<i>Nonylfenol/nonylfenoletoxylater – Figur V och tabell V</i>	14
<i>Klorerade organiska pesticider (o,p-DDE, p,p-DDE, o,p-DDD, p,p-DDD, o,p-DDT, p,p-DDT, Hexaklorbensen, Lindan och Dieldrin) – Figur VI A, VI B, VI C, VI D, Texttabell D och tabell VI</i>	15
<i>Klorfenoler – Figur VII och tabell VII</i>	18
<i>Ftalater – Figur och tabell IIX</i>	19
<i>Polybromerade bifenyler (PBB) – Figur och tabell IX</i>	20
<i>Polybromerade difenyletrar (PBDE) samt samt samt tetrabrombisfenol A – Figur X A, X B och Tabell X</i>	21
<i>Linjära alkylerade sulfonater (LAS) – Figur och tabell XI</i>	22
<i>Opolära alifatiska kolväten (NAH) – Figur och tabell XII</i>	23
4.2 GRUNDELEMENT – FIGUR XIII, TEXT-TABELL E, TABELL XIII A-C OCH TABELL XIV	25
5. SAMMANFATTNING	27
6. RESULTAT-TABELLER	28
7. REFERENSER	45

3. Material och metoder

3.1 Provtagning

Insamling av i vattnet sedimenterande partikulärt material för kemiska analyser har skett med sedimentfällor utplacerade vid en station i Saltsjön vid Kastellholmen, en i Riddarfjärden och vid en station i vattenområdet uppströms Centrala Storstockholm vid Klubben (här betraktad som referensstation). Fällornas konstruktion, hydrodynamiska stabilitet och förankringsstrategi har beskrivits i tidigare arbeten (Broman et al., 1993). De är även illustrerade nedan i figur A. Tre sedimentfällor (innehållande tre sedimentfällor per sedimentfälla) per station har använts för partikelinsamlingen. De har varit sammanbyggda tre och tre och förankrade i anslutning till varandra ca 15-20 meter från ytan. Sedimentfällornas positioner, mängden insamlad material (IS eller dw (torrsubstans eller "dry weight"), C och N), provtagningsperiodens längd samt uppgifter vilka har utnyttjats i sedimentationsberäkningarna (vattenområdets yta samt antagen resuspension) för de tre provtagningsstationerna återfinns i tabell A nedan.



Figur A. SEDIMENTFÄLLORNAS KONSTRUKTION SAMT FÖRANKRINGSPRICIP.

Text-tabell A. SEDIMENTFÄLLORNAS POSITIONER, INSAMLINGSPERIOD, MÄNGD INSAMLAT PARTIKULÄRT MATERIAL UTRYCKT I TOTAL MÄNGD (g) TORRSUBSTANS (TS), KOL (C) KVÄVE (N), INNEHÅLLET AV Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃ (%), DEN ANTAGNA VATTENYTAN (km²) VILKEN REPRESENTERAS AV RESPEKTIVE OMRÅDES SEDIMENTFÄLLOR SAMT ANTAGEN RESUSPEN (%) I OMRÅDET.

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
Possition fälla 1	N5918655 E1757605	N5919358 E1803921	N5919261 E1805073	N5918655 E1757605	N5919358 E1803921	N5919261 E1805073	N5918655 E1757605	N5919358 E1803921	N5919261 E1805073
Possition fälla 2	N5918693 E1757808	N5919364 E1803896	N5919181 E1805392	N5918693 E1757808	N5919364 E1803896	N5919181 E1805392	N5918693 E1757808	N5919364 E1803896	N5919181 E1805392
Possition fälla 3	N5918714 E1757925	N5919364 E1803876	N5919117 E1805633	N5918714 E1757925	N5919364 E1803876	N5919117 E1805633	N5918714 E1757925	N5919364 E1803876	N5919117 E1805633
Insamlingsperiod	960910- 971028	960913- 971027	960913- 971027	971027- 981019	971027- 981019	971027- 981018	981019- 991028	981019- 991028	981018- 991103
Insamlat material TS (g)	120	88	125	86	68	145	121	112	204
Insamlat material C (g)	13	8	14	11	7	17	11	9	19
Insamlat material N (g)	1,4	1,0	1,5	1,1	0,9	1,9	1,1	1,0	1,9
Al ₂ O ₃ (% av TS)	11,0	11,4	9,7	11,2	11,3	10,3	11,3	11,6	10,5
SiO ₂ (% av TS)	48,8	51,6	44,3	47,5	49,3	45,9	49,5	52,2	44,8
Fe ₂ O ₃ (% av TS)	5,9	6,4	7,5	5,1	5,6	7,2	5,8	6,1	7,0
Antagen vattenyta (km ²)	3,47	1,33	3,22	3,47	1,33	3,22	3,47	1,33	3,22
Antagen resuspension (%)	50	50	75	50	50	75	50	50	75

Sedimentfällorna har varit utplacerade för insamling av sedimenterande material under tre på varandra följande år. De har tömts på sitt innehåll en gång per år och för att förhindra nedbrytning av miljögifter och organiskt material i sedimentfällorna under insamlingsperioden har kloroform utnyttjats som konserveringsmedel. Denna metod har utvärderats för organiska miljögifter och metaller i flera tidigare arbeten (ex. Broman et al., 1988; 1989; 1994).

I ett vattenområde med god vattenomsättning utgör de miljögifter vilka har en hög partikelaffinitet vanligtvis den största ekotoxikologiska risken. Utnyttjandet av sedimentfällor möjliggör en uppskattning av belastningen av miljögifter i partikulärt material vilket sedimenterar mot bottenarna. Utöver att möjliggöra uppskattningar av innehållet av miljögifter i partikulärt material i ett vattenområde (t.ex. mg miljögift per g partikulärt material) möjliggör tekniken även en grov uppskattning av hur mycket miljögifter som sedimenterar per ytbottenenhet och tid (t.ex. mg miljögift per m² och år).

Brutto-sedimentationen av miljögifter per ytbottenenhet kan även omräknas i en total brutto-sedimentation av miljögifter för hela det vattenområde som sedimentfällorna på en station representerar (t.ex. kg per år). Storheten av detta värde är givetvis beroende av hur stor vattenområdesyta en sedimentfällestation uppskattas att motsvara. De vattenytor för respektive sedimentfällestation som använts i denna studie återfinns i tabell A samt figur B. För station *Klubben* är denna yta avgränsad vid Nockeby och Fläsket i väster samt mitt på Stora Essingens norra och södra sida. För station *Riddarfjärden* är ytan avgränsad västerut vid Västerbron och för station *Kastellbolmen* inkluderas västra, östra och norra hamnbassängen (muntligt Christer Lännergren, Stockholm vatten AB).

En betydande andel av brutto-sedimentationen som insamlas i sedimentfällor utgörs av ”gammalt” på bottenarna tidigare avsatt partikulärt material, vilket resuspenderats och ånyo sedimenterar. För att skatta

den teoretiska fastläggning i sedimenten (netto-sedimentationen) av miljögifter i ett vattenområde måste därför andelen resuspenderat partikulärt material uppskattas. I tabell A redovisas den antagna procentuella resuspensionen för respektive vattenområde. Dessa antaganden bygger på tidigare studier i Stockholms skärgård där andelen resuspenderat material i innerskärgården uppskattades till ca 75% och i mellanskärgården mellan 72 och 35 %. För en mer detaljerad beskrivning av dessa resonemang hänvisas till Broman (1990) och Pettersen (1998). Det ska emellertid påpekas att dessa antagande är mycket grova uppskattningar och att den totala teoretiska fastläggningen i sedimenten (netto-sedimentationen) för respektive vattenområde är baserat på sedimentationen i tre sedimentfällor (totalt 9 sedimentfällor) per station.

Koncentrationerna av både organiska miljögifter och metaller uttrycks i denna studie normaliserat mot torrsvikt (TS). För organiska miljögifter samt vissa metaller är en normalisering mot organiskt kol att föredra men för en enklare jämförelse med tidigare data och data från andra typer av provmatriser (t.ex. sediment) har denna normalisering mot TS föredragits i denna rapport. Variationen i kolinnehåll i det sedimenterande materialet mellan de olika stationerna är också låg varför jämförelsen mellan stationerna förblir korrekt. En omräkning går även lätt att utföra utifrån de data som återfinns i tabell A. I denna tabell redovisas även det procentuella innehållet av Al_2O_3 , SiO_2 samt Fe_2O_3 för en eventuell omräkning och normalisering av vissa metaller och spårelement mot dessa. Vidare redovisas i Tabell XIII koncentrationen (i % av TS) av grundelement framräknade ut respektive huvudelement (Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , MnO_2 , Na_2O , P_2O_5 , SiO_2 och TiO_2).



Figur B. KARTA ÖVER PROVTAGNINGSSOMRÅDEN MED SEDIMENTFÄLLESTATIONERNA MARKERADE

3.2 Kemiska analyser

Polyklorerade bifenyler (PCB)

Bestämningen omfattar sju stycken PCB isomerer och redovisningen sker enligt SNV 3829. Provet analyseras med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi (HRGC/MS). Kvantifieringen utförs enligt internstandardmetoden, vilket innebär att resultaten är kompenserade för extraktions- och provupparbetningsförluster. PCB#209 används som internstandard.

Non-ortho (plana) polyklorerade bifenyler (non-ortho PCB)

Bestämningen omfattar tre stycken PCB isomerer. Provet analyseras med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi (HRGC/MS) vilket föregicks av en extraktion med Soxhlet-extraktor med utnyttjande av touluen samt HPLC upprening/separation med kolkolonn. De redovisade resultaten är kompenserade för extraktions- och upparbetningsförluster. Kompenseringen sker genom att ¹³C-märkta non-ortho PCB sätts till provet före extraktionen.

Polyklorerade dibenzo-p-dioxiner (PCDD) och furaner (PCDF)

Bestämningen omfattar sju PCDDs och tio PCDFs. Provet analyserades med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi (HRGC/MS) vilket föregicks av en extraktion med Soxhlet-extraktor med utnyttjande av touluen samt HPLC upprening/separation med kolkolonn. De redovisade resultaten är kompenserade för extraktions- och upparbetningsförluster. Kompenseringen sker genom att ¹³C-märkta PCDDF/D:er sätts till provet före extraktionen.

Di- och polyaromatiska kolväten (PAH)

Bestämningen utförs med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi. Redovisningen sker enligt metoden EPA 610. De redovisade resultaten är kompenserade för extraktions- och upparbetningsförluster. Kompensering sker genom att Deuteriummärkta D₁₀-Pyren och D₁₂-Perylen sätts till provet före extraktionen. Masstalen 128 - 228 kompenseras med utbyte av D₁₀-Pyren, medan masstalen 252 - 278 kompenseras med utbyte av D₁₂-Perylen.

Nonylfenol/nonylfenoletoxylater

Bestämningen utförs med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi (HRGC/MS). Vid bestämningen används teknisk 4-Nonylfenolstandard och Igepal CO-520 som referens standarder. Kvantifieringen utförs enligt internstandardmetoden, vilket innebär att resultaten är kompenserade för förluster i samband med extraktion och upparbetning. 4-n-Nonylfenol används som internstandard.

Klorerade organiska pesticider (o,p-DDE, p,p-DDE, o,p-DDD, p,p-DDD, o,p-DDT, p,p-DDT, Hexaklorbensen, Lindan och Dieldrin)

Bestämningen utförs med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi (HRGC/MS). Kvantifieringen sker enligt internstandardmetoden, vilket innebär att resultaten är kompenserade för extraktions- och provupparbetningsförluster. ¹³C₆-Hexaklorbensen används som internstandard.

Klorfenoler

Bestämningen utförs med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi. De redovisade resultaten är kompenserade för extraktions- och upparbetningsförluster. Kompenseringen sker genom att D₃-2,4-Diklorfenol och ¹³C-märkt Penta-klorfenol sätts till provet före extraktionen. Masstalen 162-196 kompenseras med utbytet av D₃-2,4-Diklorfenol, medan masstalen 232-266 kompenseras med utbytet av ¹³C-Pentaklorfenol.

Ftalater

Bestämningen omfattar 6 st ftalatföreningar och redovisningen sker enligt metoden EPA 606. Provet analyseras med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi (HRGC/MS), enligt modifierad metod EPA 8270 "Semivolatile organic compounds by gaschromatography/ massspectrometry (GC/MS): Capillary column technique". Kvantifieringen utförs enligt internstandardmetoden, vilket innebär att resultaten är kompenserade för

extraktions- och provupparbetningsförluster.

Polybromerade bifenyler (PBB)

Bestämningen omfattar fem st PBB isomerer samt summa mono-, di-, tri-, tetra- respektive pentabrombifenyl. Provet analyserades med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi (HRGC/MS). De redovisade resultaten är kompenserade för extraktions- och upparbetningsförluster. Kompenseringen sker genom att ¹³C-märkta PCB:er sätts till provet före extraktionen. Masstal 232-390 kompenseras med utbytet av ¹³C-3,3',4,4'-TeCB och masstal 470-548 kompenseras med utbytet av ¹³C-3,3',4,4',5,5'-HxCB.

Polybromerade difenyletrar (PBDE) samt tetrabrombisfenol A

Bestämningen omfattar summa tri-, tetra- respektive pentabrombifenyletrar. Provet analyseras med hjälp av högupplösande gaskromatografi och massfragmentografi (HRGC/MS). De redovisade resultaten är kompenserade för extraktions- och upparbetningsförluster. Kompenseringen sker genom att ¹³C-märkta PCB:er sätts till provet före extraktionen. Tribrombifenyletrar kompenseras med utbytet av ¹³C-3,3',4,4',5-PnCB, tetra- och pentabrombifenyletrar kompenseras med utbytet av ¹³C-3,3',4,4',5,5'-HxCB.

Linjära alkylerade sulfonater (LAS)

Provberedning och extraktion utfördes i enlighet med Marcomini, Capri och Giger; Journal of Chromatography, 403 (1987), 243-252. Bestämningen skedde med högtrycksvätskekromatografi (HPLC) och masspektrometri (MS). Utvärdering utfördes mot Marlon AS 3-standard. De karakteristiska masstalen 297, 311, 325 och 339 utnyttjades för "Selective Ion Monitoring" (SIM) av de i proven förekommande LAS.

Opolära alifatiska kolväten (NAH)

Provet extraheras med freon och extraktets IR-absorption ger ett mått på totalhalten extraherbara organiska ämnen. Med hjälp av pelarkromatografi genom aluminiumoxid separeras opolära kolväten från övriga ämnen. Slutbestämning sker med IR-spektrofotometri. Rapporteringsgränsen är för alifatiska kolväten 0,2 mg/l och för aromatiska kolväten 0,5 mg/l. Mätprincipen är beskriven i SS 028145-4.

Grundämnen

Grundämnena bestämdes med ICP-MS/ICPQMS efter uppslutning med salpetersyra/vatten (1:1) i mikrovågsugn efter EPA-metoder 200.7 och 200.8.

Torrsubstans (TS)

Bestämning av torrsubstans har skett enligt SS 02 81 13.

Kolbestämning (C)

Bestämning av kol utfördes med elementanalysator enligt standardförfarande.

Kvävebestämning (N)

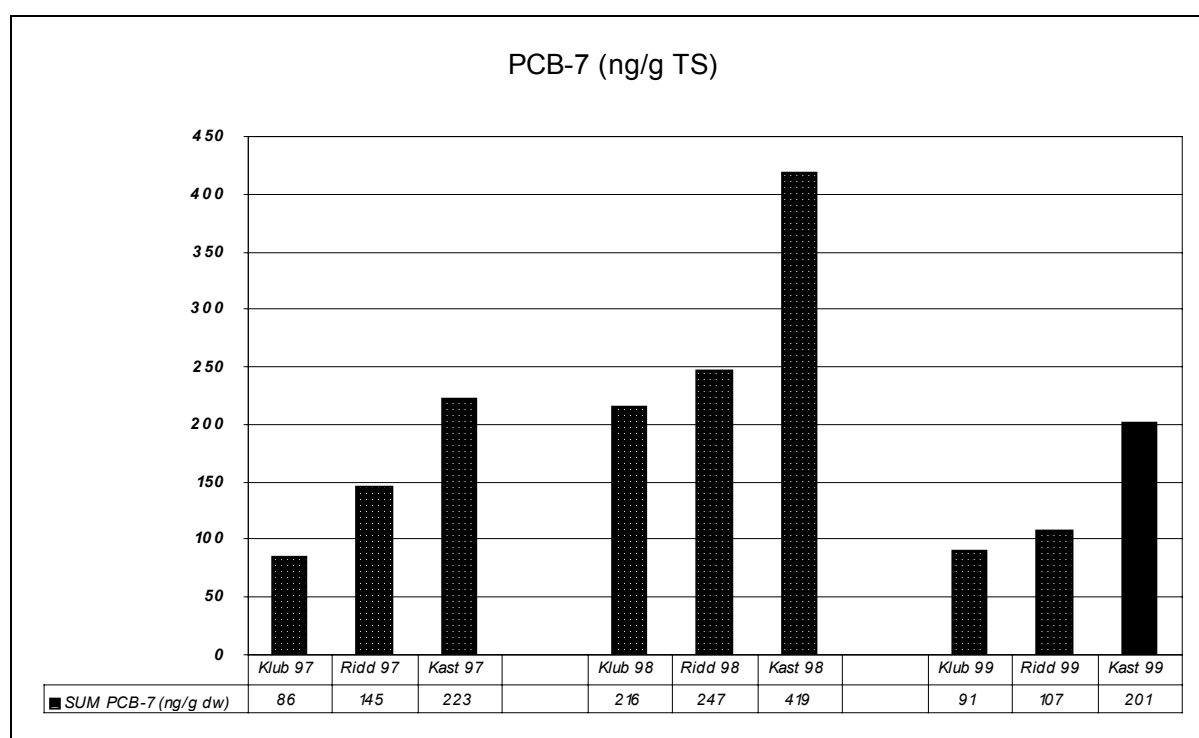
Bestämning av kväve utfördes med elementanalysator enligt standardförfarande.

4. Resultatutvärdering

4.1 Organiska miljögifter

Polyklorerade bifenyler (PCB) - Figur I, texttabell B och tabell I

Koncentrationerna av de sju icke plana PCBer vilka har analyserats visar en geografisk variation med de högsta värdena vid Kastellholmen och de lägsta vid stationen i Mälaren uppströms centrala Storstockholm vid Klubben. Detta understryker centrala Storstockholms betydelse för förekomsten av dessa föreningar. Vilket framgår av figuren nedan uppvisar 97/98 års prover en något högre koncentration än övriga år. Medelkoncentrationerna för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen är 131, 166 respektive 281 ng/g TS. Den totala årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) under de tre provtagningsåren av de sju PCBerna, beräknad med metodiken beskriven i sektion ”3.1 Provtagning”, är ca 329, 147 och 516\$ g för respektive vattenområdet Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen.



Figur I. KONCENTRATIONER AV POLYKLORERADE BIFENYLER (PCB) I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

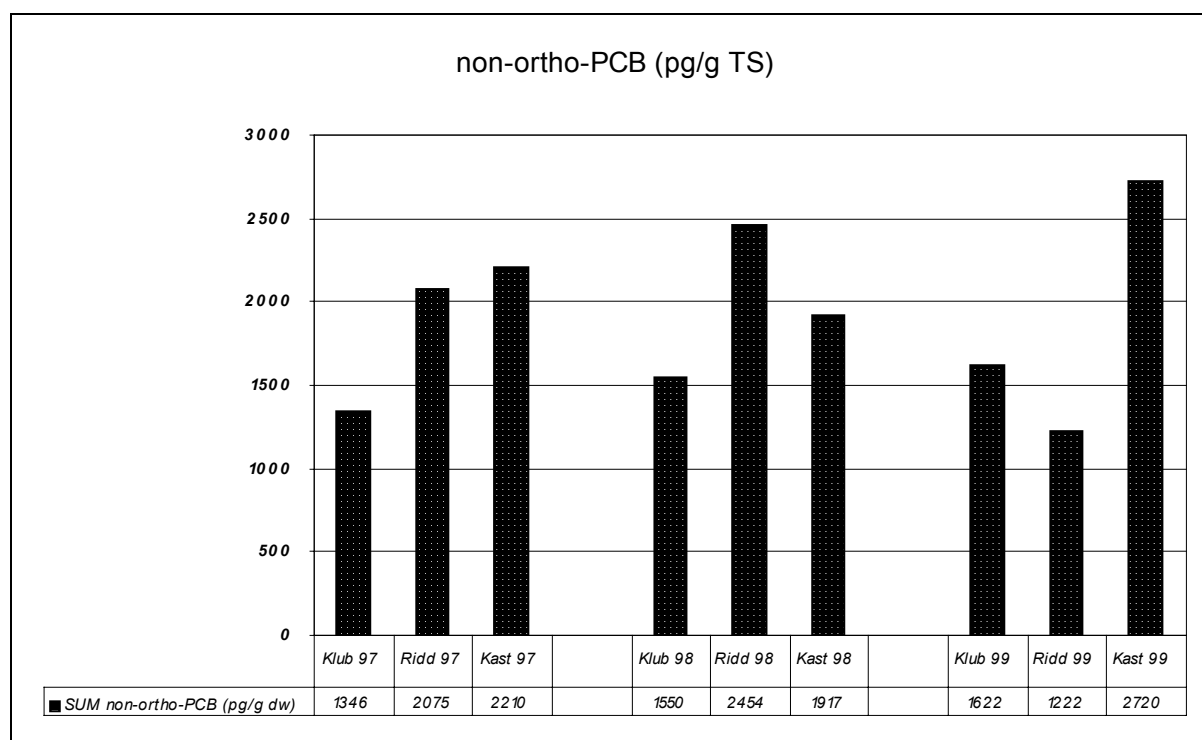
För att bedöma hur höga PCB koncentrationerna är i denna studie har en *tillståndsklassning* gjorts utgående från naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljöklassning (Anon., 1999). Det är av betydelse att påpeka att naturvårdsverkets tillståndsklassningen emellertid avser ytsediment och inte sedimenterande material vilket är insamlat i denna studie. Skillnaderna i koncentrationer av persistenta miljögifter mellan ytsediment och sedimenterande material torde emellertid inte vara större än att en jämförelse ändå är relevant. Klassningen för samtliga organiska miljögifter i denna undersökning, vilka innefattas i naturvårdsverkets bedömningsgrunder, är baserad på medelvärden under de tre provtagningsåren vid respektive station.

Vad avser PCB så är koncentrationerna vid alla tre stationerna höga och kan inordnas i tillståndsklass 4 eller 5. Detta innebär att halterna bedöms som höga (klass 4) eller mycket höga (klass 5). För summan av de 7 analyserade PCBerna är koncentrationerna vid både Riddarfjärden samt Kastellholmen mycket höga (klass 5) och vid klubben höga (klass 4). Detta är anmärkningsvärt och torde avspegla utläckage av PCB från gamla produkter och/eller läckage från gamla deponier i mark och sediment. Med hänsyn tagen till den höga sedimentationen i kombination med ”tillståndsklassningen” vid Kastellholmen blir PCB belastningen mycket stor vid denna station.

Text-tabell B. TILLSTÅNDSKLASSNING AV HALTERNA PCB I SEDIMENTFÄLLE-MATERIALET FRÅN KLUBBEN, RIDDARFJÄRDEN OCH KASTELLHOLMEN.

TABELLEN INNEFATTAR DE ORGANISKA PCB SOM ÄR MEDTAGNA I NATURVÅRDSVERKETS "BEDÖMNINGSGRUNDER FÖR MILJÖKVALITE"(Anon., 1999) OCH ÄR ANALYSERADE I DENNA STUDIE. TILLSTÅNDSKLASSNINGEN VILKEN ÄR GJORD FÖR YTSEDIMENT INDELAR SEDIMENTEN I 5 TILLSTÅNDSKLASSER: klass 1: INGEN HALT; klass 2: LÅG HALT; klass 3: MEDELHÖG HALT; klass 4: HÖG HALT; klass 5: MYCKET HÖG HALT.

Förening	Klubben	Riddarfj.	Kastellh.
2,4,4'-TriCB, #28	5	5	5
2,2',5,5'-TeCB, #52	5	5	5
2,2',4,5,5'-PnCB, #101	4	5	5
2,3',4,4',5-PnCB, #118	4	5	5
2,2',4,4',5,5'-HxCB, #153	4	5	4
2,2',3,4,4',5'-HxCB,#138	4	4	4
2,2',3,4,4',5,5'-HpCB, #180	4	5	4
Summa PCB-7	4	5	5



Figur II. KONCENTRATIONER AV NON-ORTHO (PLANA) POLYKLORERADE BIFENYLER VID I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

Non-ortho (plana) polyklorerade bifenyler (non-ortho PCB) – Figur II och tabell IIA och B

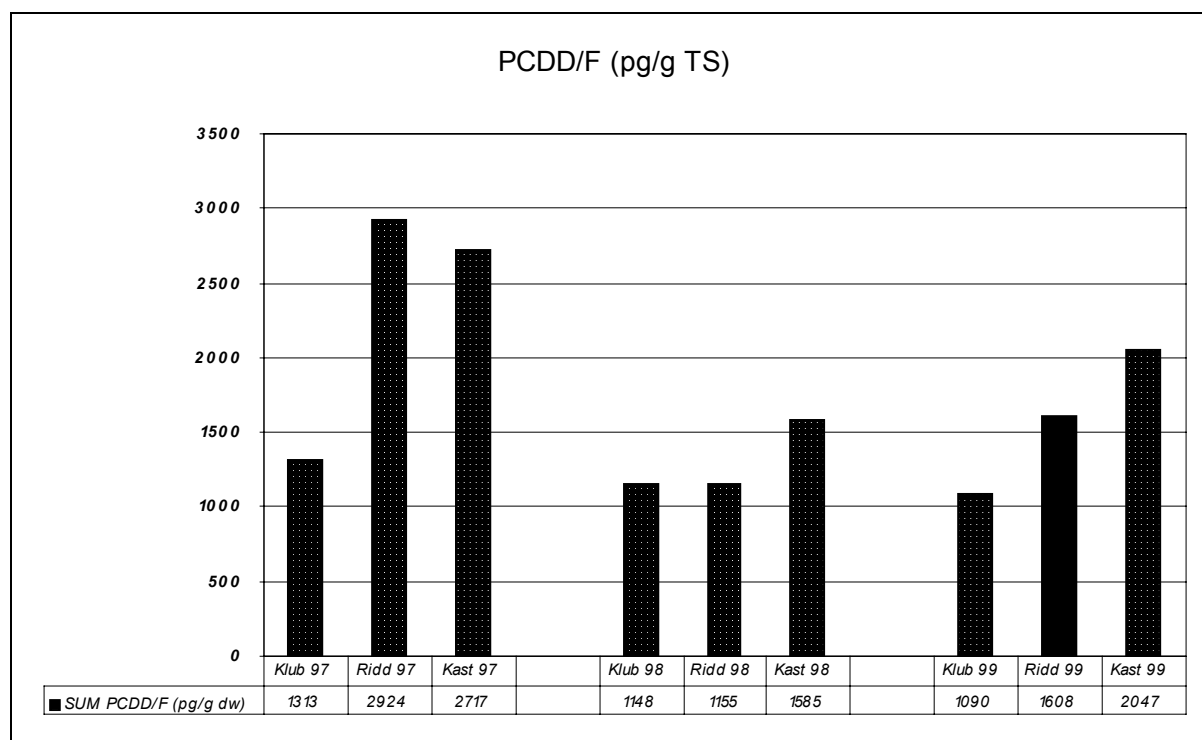
Koncentrationen av de tre plana PCBerna uppvisar liknade geografiskt fördelning som de sju icke plana PCBerna under det första provtagningsåret (96/97) med de högsta värdena vid Kastellholmen och de lägsta vid Klubben. Under det andra provtagningsåret (97/98) uppvisar stationen i Riddarfjärden högst koncentration och under det sista provtagningsåret uppvisar ånyo stationen vid Kastellholmen högst koncentration. Medelkoncentrationerna för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen är 1,5, 1,9 respektive 2,3 ng/g TS. Samma fördelning gäller då koncentrationerna av de tre plana PCBerna redovisas som toxiska ekvivalenter vilket framgår av tabell IIB. Den dominerande plana PCB:n uttryckt på ekvivalentbasis är kongener # 126 vilken uppvisar samma geografiska mönster. Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) av de tre plana PCBerna unde

de tre provtagningsåren är 4 g i vattenområdet kring Klubben, 2 g i Riddarfjärden och 3,7\$ g i vattenområdet kring Kastellholmen.

Någon tillståndsklassning motsvarande den för de icke plana PCBerna kan inte göras för de plana PCBerna då dessa inte finns med i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Den relativa förekomsten av de plana PCBerna i jämförelse med de 7 icke plana PCBerna avviker emellertid inte på sådant sätt ifrån andra prover av sedimenterande material eller sediment (Näf et al., 1996) att någon annan slutsats kan dras än att även koncentrationerna av de plana PCBerna är kraftigt förhöjda vid samtliga tre lokaler.

Polyklorerade dibenzo-p-dioxiner (PCDD) och furaner (PCDF) – Figur III, och tabell III

Under provtagningsåren 97/98 och 98/99 uppvisar de polyklorerade dibenzo-p-dioxinerna och furanerna de högsta koncentrationerna i Kastellholmen följt av Riddarfjärden och Klubben. Halterna är emellertid högst under provtagningsåret 96/97 då också en delvis annorlunda geografisk haltfördelning återfinns. Detta gäller i synnerhet då dessa uttrycks som toxiska ekvivalenter. Gemensamt för samtliga tre provtagnings- och analystillfällen är att de lägsta halterna återfinns uppströms Stockholm vilket illustrerar att storstaden förmodligen utgör den största källan. Medelkoncentrationerna av summa PCDD/F för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen är 1,2, 1,9 respektive 2,1 ng/g TS. Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) av de dessa föreningar är 3 g i vattenområdet kring Klubben, 2 g i Riddarfjärden och 4\$ g i vattenområdet kring Kastellholmen.



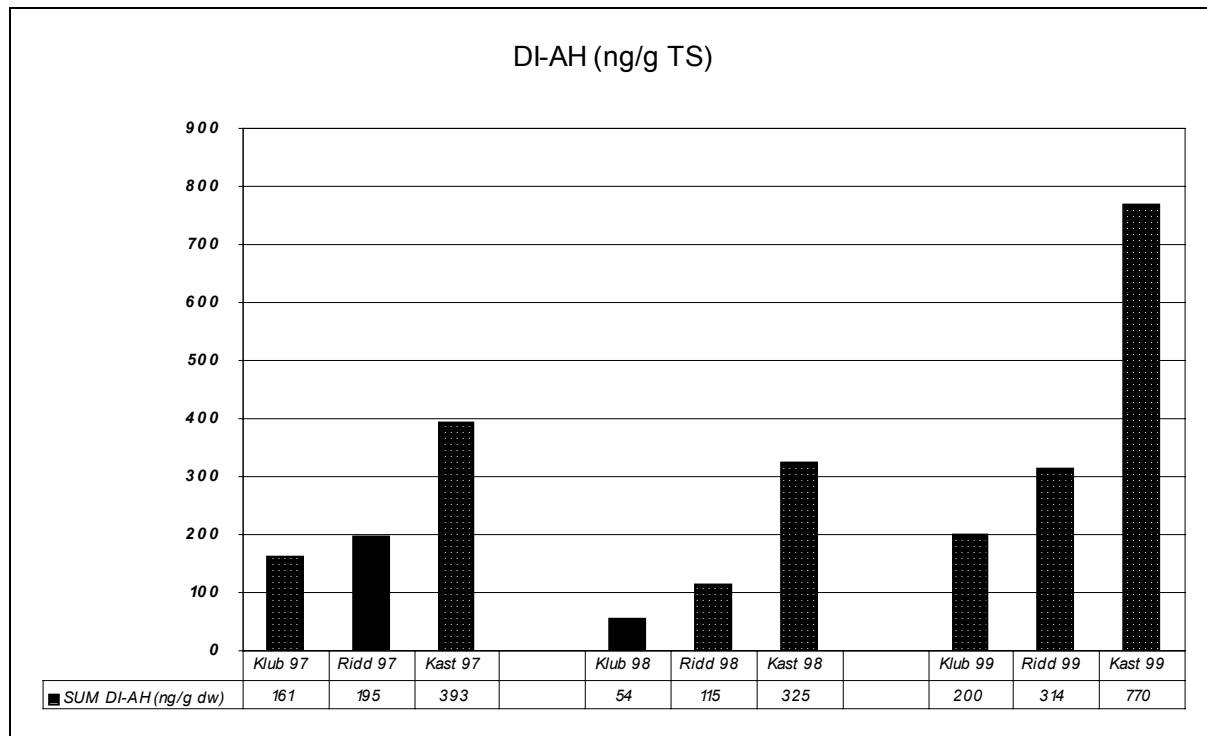
Figur III. KONCENTRATIONER AV AV POLYKLOREDADE DIBENZO-p-DIOXINER OCH FURANER (PCDD/Fs) I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

Inte heller kan någon tillståndsklassning för PCDD/F göras då dessa inte finns med i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet. De högsta PCDD/F koncentrationerna (både uttryckt som totalhalter och TEQ) är emellertid mer än 10-100 gånger högre än funna bakgrundshalter i sedimenterande material från öppna Östersjön (Broman et al., 1989). För de organiska miljögifter vilka tillståndsklassats motsvarar en förhöjning 10-100 ggr över intervallet vilket beskriver bakgrundshalter (eller s.k. låg halt = tillståndsklass 2) tillståndsklass 5.

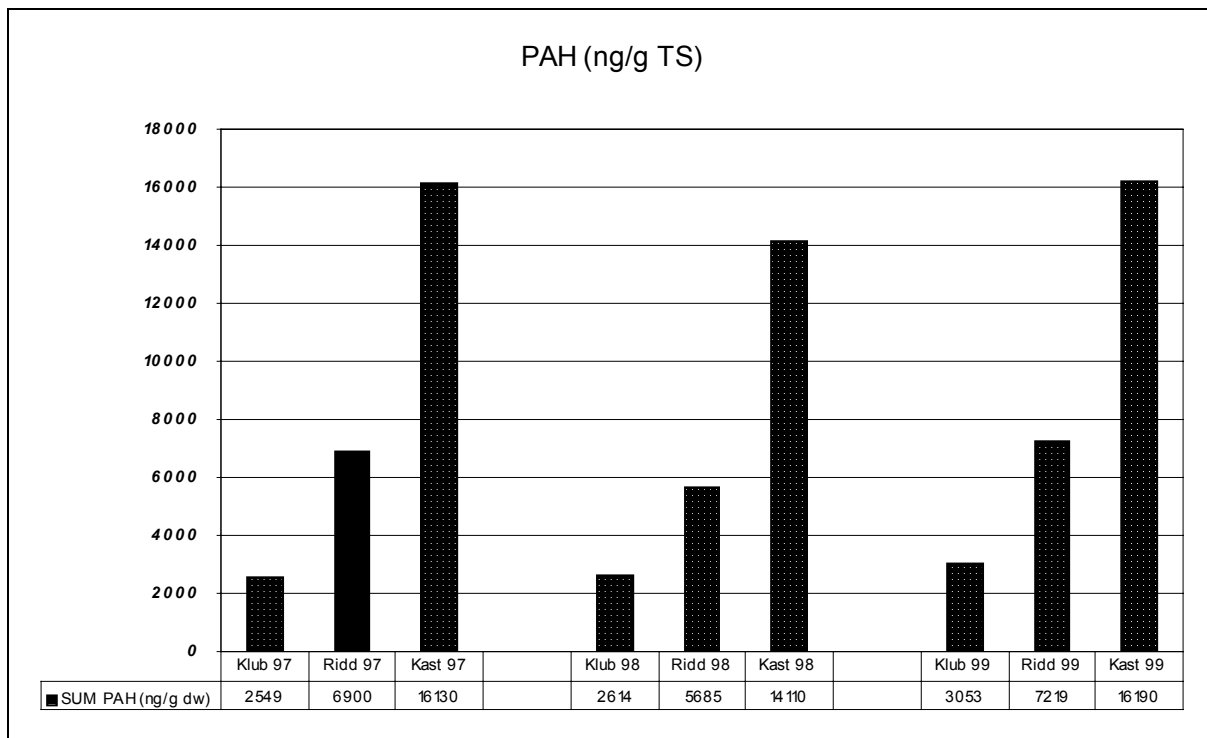
Di- och polyaromatiska kolväten (DI-AH och PAH) – Figur IVA, B, texttabell C och tabell IV

Halterna av di- och polyaromatiska kolväten (PAH) uppvisar en tydlig geografisk trend med högst koncentrationerna vi Kastellholmen, intermediära halter vid Riddarfjärden och lägst vid Klubben. Detta illustrerar tydligt storstadens betydelse för utsläppen av dessa föreningar. Medelkoncentrationerna för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen är 138, 208 respektive 496 ng/g TS för summa di-aromatiska kolväten samt 2,7, 6,6 respektive 15,5 µg/g TS för summa polyaromatiska kolvätena.

Koncentrationen och sedimentationen av PAH vid dessa undersökta stationer är ca 7 till 50 gånger högre än i öppna Östersjön, där studier tidigare utförts med sedimentfalleteknik (Broman, 1990; Axelman et al., 2001). Vid en jämförelse med mätningar vilka utförts vid Kastellholmen 1985, även den med samma teknik, framkommer att halterna och sedimentationen av PAH inte nämnvärt förändrats (Broman, 1990) under den dryga femtonårsperioden. Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) av PAH är ca 7, 6 respektive 28\$ kg i vattenområdet kring Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen. Respektive nettosedimentation för di-aromatiska kolväten är ca 0,4, 0,1 samt 0,7\$ kg i vattenområdet kring Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen.



Figur IV A. KONCENTRATIONER AV DI- (DI-AH) I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN



Figur IV B. KONCENTRATIONER AV POLYAROMATISKA KOLVÄTEN (PAH) I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

Text-tabell C. TILLSTÅNDSKLASSNING AV HALTERNA PAH I SEDIMENTFÄLLE-MATERIALET FRÅN KLUBBEN, RIDDARFJÄRDEN OCH KASTELLHOLMEN.

TABELLEN INNEFATTAR DE PAH ÄR MEDTAGNA I NATURVÅRDSVERKETS "BEDÖMNINGSGRUNDER FÖR MILJÖKVALITÉ" (Anon., 1999) OCH ÄR ANALYSERADE I DENNA STUDIE. TILLSTÅNDSKLASSNINGEN VILKEN ÄR GJORD FÖR YTSEDIMENT INDELAR SEDIMENTEN I 5 TILLSTÅNDSKLASSER: klass 1: INGEN HALT; klass 2: LÅG HALT; klass 3: MEDELHÖG HALT; klass 4: HÖG HALT; klass 5: MYCKET HÖG HALT.

Förening	Klubben	Riddarfj.	Kastellh.
Fenantren	3	4	4
Antracen	3	3	4
Fluoranten	3	4	4
Pyren	3	4	4
Benso(a)antracen	3	4	4
Chrysen/Trifenylen	3	4	4
Benso(b,j)fluoranten	2	3	3
Benso(k)fluoranten	2	3	3
Benso(a)pyren	2	3	4
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2	3	3
Benso(g,h,i)perylen	2	3	3
Summa 11 ovan listade PAH	2	3	3

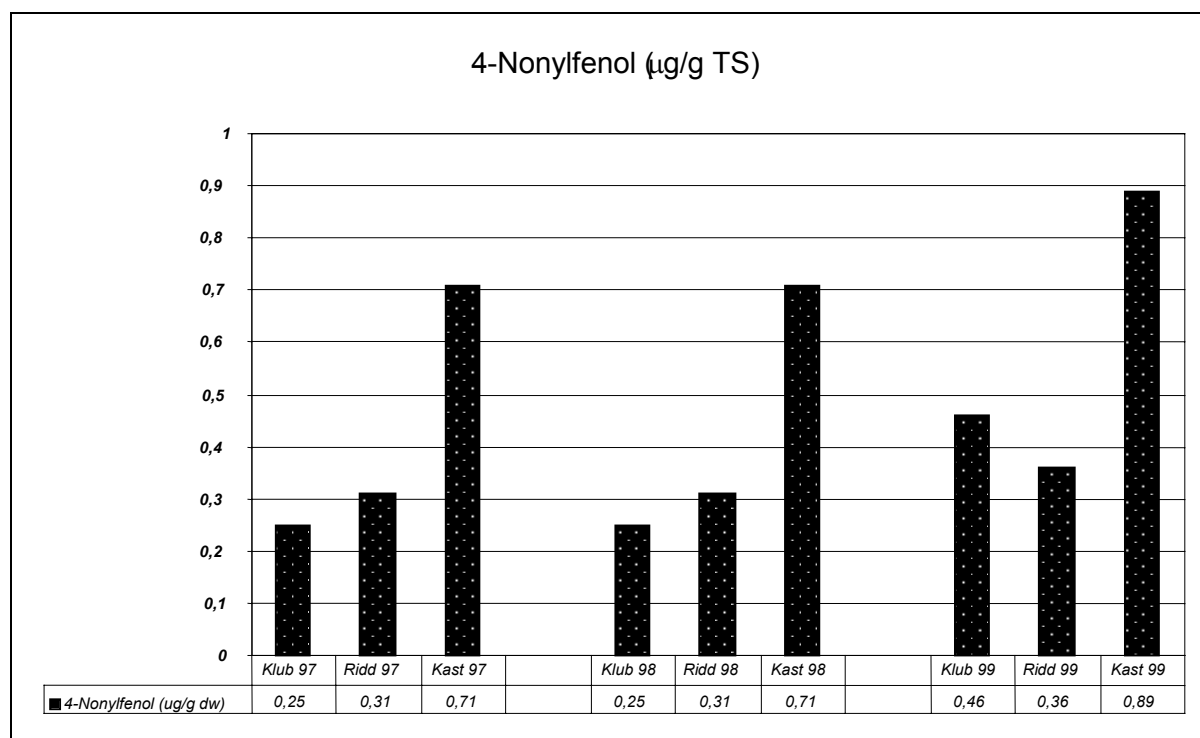
Inga diaromatiska kolväten har tillståndsklassats i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalité. Dessa föreningar är relativt sett tämligen vattenlösliga och primärt akuttoxiska i koncentrationer som förmodligen sällan uppnås i det studerade undersökningsområdet. På grund av di-aromaternas relativa vattenlöslighet har de förhållandevis låg affinitet till partiklar. Detta medför att den använda metodiken, med provtagning av sedimentterande partiklar, inte är helt optimal för dessa kolväten.

Elva PAHer har emellertid medtagits i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalité. Ur de 15 som analyserats i denna studie har dessa 11 valts ut och klassats. Vilket framgår av texttabell C hamnar

PAHerna i förhållandevis låga tillståndsklasser jämfört med de ovan nämnda halogenerade föreningarna. Stationerna Riddarfjärden och Kastellholmen kan hänföras till tillståndsklass 3 eller 4 d.v.s. medelhög till hög PAH halt. Kastellholmen tillhör, för vissa PAH, en något högre klass än Riddarfjärden och Klubben har den lägsta tillståndsklassningen. Genomgående är också att PAH med lägre molekylvikt kan inordnas i högre tillståndsklasser än PAH med högre molekylvikt vilket är ologiskt då högmolekylära PAH är med partikelbundna än lågmolekylära och borde ha högre relativ koncentration i sedimentande partiklar. Med hänsyn tagen till den höga totalsedimentationen i kombination med tillståndsklassningen av PAH vid Kastellholmen blir PAH belastningen stor vid denna station.

Nonylfenol/nonylfenoletoxylater – Figur V och tabell V

I analyserna av nonylfenol/nonylfenoletoxylater från provtagningsåret 96/97 kunde endast 4-nonylfenol detekteras vid de kemiska analyserna. I resterande prover var emellertid flera andra föreningar över detektionsgränsen. Detta gör det svårt att jämföra totalvärden av nonylfenol/nonylfenoletoxylater. Betraktas i stället 4-nonylfenol, vilken detekterats i alla prover, framträder emellertid ett logiskt koncentrations- och sedimentationsresultat med de högsta värdena vid Kastellholmen vilken är belägen i det vattenområde vilket tar emot kommunala avloppsreningsverksutsläpp. Koncentrationsskillnaden mellan stationerna Klubben och Riddarfjärden varierar något men i två av tre analyser är halterna högre i proverna från Riddarfjärden än i proverna från Klubben. Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen över treårsperioden) av 4-nonylfenol, beräknad med metodiken beskriven i sektion ”3.1 Provtagning”, är ca 0,8 kg i vattenområdet kring Klubben, 0,3 kg i Riddarfjärden och 1,1\$ kg i vattenområdet kring Kastellholmen.



Figur V. KONCENTRATIONER AV 4-NONYLFENOL I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

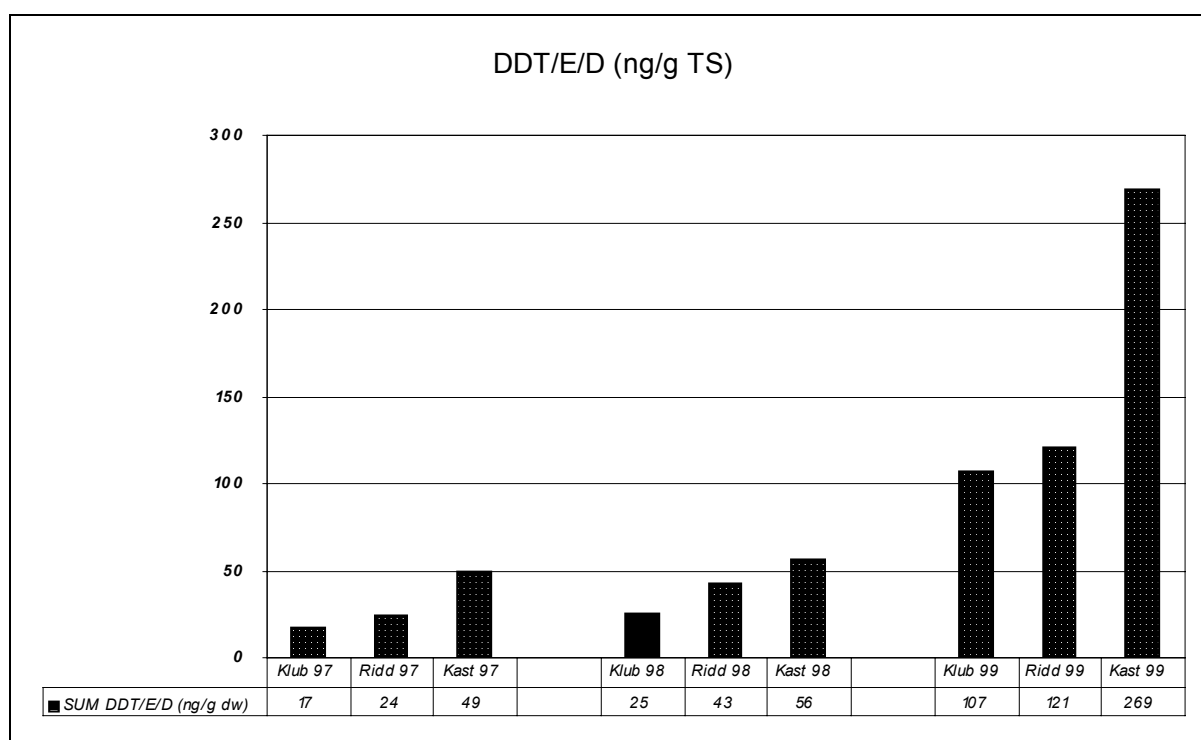
Nonylfenol/nonylfenoletoxylater har ej någon tillståndsklassning i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Bakgrundsvärden för halter i ytsediment från Östersjön har inte återfunnits i litteraturen. En sedimentkartering har emellertid utförts i olika mer eller mindre påverkade sedimentområden i Europa (Anon, 1996). Halterna av ”total fraction” nonylfenoletoxylat i denna sammanställning återfinns i intervallet 0,01-0,4 µg/g TS och för nonylfenol från ”icke detekterbar nivå” till 0,02 µg/g TS.

Vilket ovan nämns återfinns det en viss spridning i halterna från Stockholms närvattenområde och ett stort antal nonylfenoletoxylater är under detektionsgränsen för analyserna. Oavsett detta verkar halterna i sedimentfällorna från Stockholms närvattenområde överstiga ovan nämnda högsta halter i de olika sedimentområden i Europa med en till två tiopotenser.

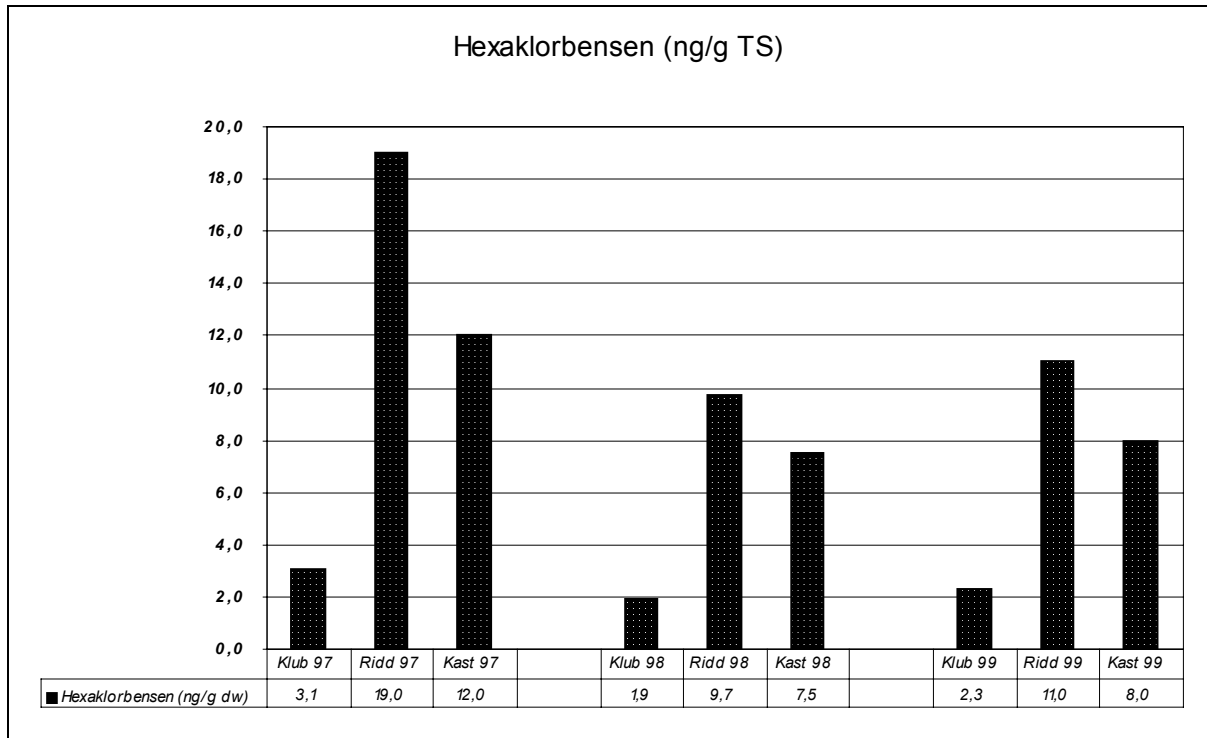
Klorerade organiska pesticider (o,p-DDE, p,p-DDE, o,p-DDD, p,p-DDD, o,p-DDT, p,p-DDT, Hexaklorbensen, Lindan och Dieldrin) – Figur VI A, VI B, VI C, VI D, Texttabell D och tabell VI.

Koncentrationen av klorerade organiska pesticider uppvisar en differentierad geografiskt variation mellan de olika föreningsgrupperna. För summa DDE/D/T återfinns de lägsta värdena vid Klubben och högsta vid Kastellholmen. Halterna är dock förvånade förhöjda vid alla stationer under det sista provtagningsåret 98/99. Det relativa innehållet DDD är också högre i detta prov vilket tyder på en åldrad ”produkt”. Medelkoncentrationen summa DDE/D/T för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen är 50, 63 respektive 125 ng/g TS.

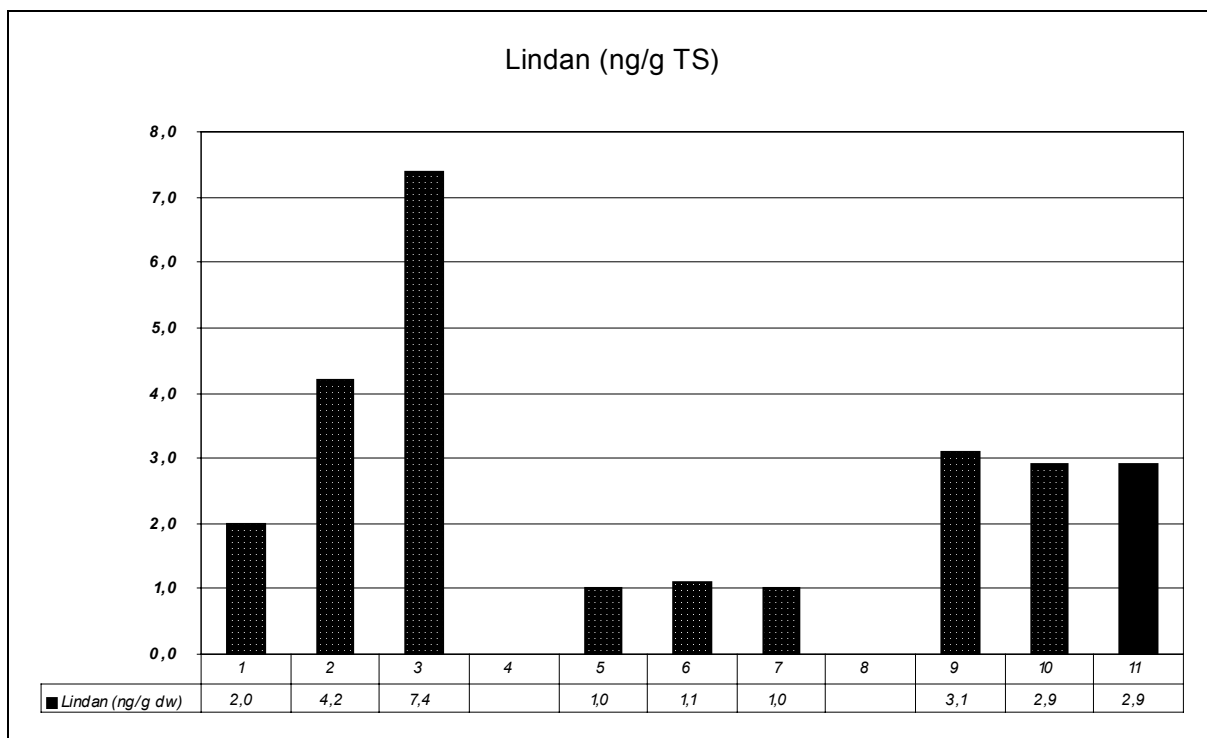
Hexaklorbensen uppvisar samma geografiska mönster alla tre år med de lägsta koncentrationerna vid Klubben och högsta vid Riddarfjärden. Denna geografiska haltfördelning är intressant men svår förklarad och indikerar en källa vilken påverkar Riddarfjärden. Genomsnittskoncentrationen av hexaklorbensen vid Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen under de tre provtagningsåren är 2, 13 respektive 3\$ ng/g TS.



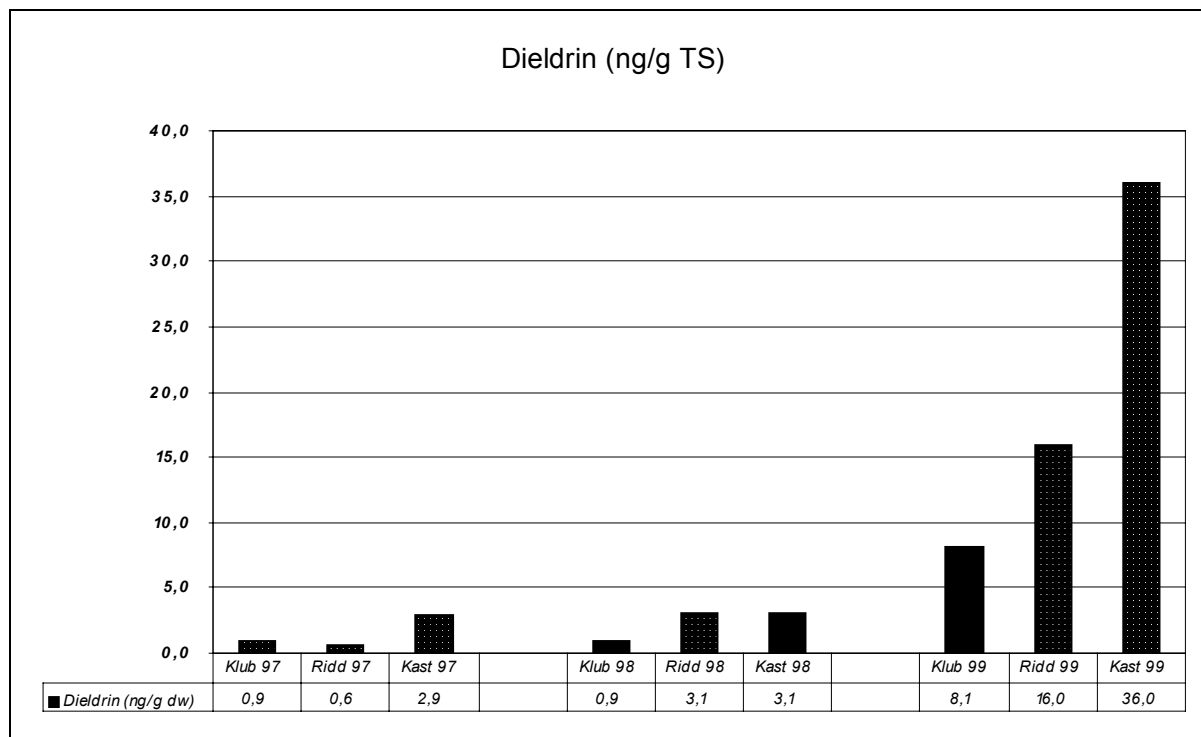
Figur VI A. KONCENTRATIONER AV DDE/D/T I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN



FIGUR VI B. KONCENTRATIONER AV HEXAKLORBENSEN I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN



Figur VI C. KONCENTRATIONER AV LINDAN I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN



Figur VI D. KONCENTRATIONER AV DIELDRLIN I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

Lindan uppvisar något varierande koncentrationer mellan stationerna och mellan de olika provtagningsåren. Det första provtagningsåret uppvisar föreningen samma geografiska haltfördelning som de förbränningsrelaterade kolvätena med höst halter vid Kastellhomen och lägst vid Klubben. De två senaste provtagningsåren är emellertid koncentrationerna vid de tre stationerna jämförbara inbördes med nästa dubbelt så höga under provtagningsåret 98/99 än 97/98. Medelkoncentrationerna Lindan för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen blir 2, 3 respektive 4 ng/g TS.

För dieldrin är det geografiska koncentrationsmönstret det sista provtagningsåret liknande det för DDT/E/D med högst halter vid Kastellholmen och lägst vid Klubben. Detta år är också, liksom för DDT/E/D, halterna betydligt högre än för de två tidigare åren. Dessa två tidigare provtagningsår (96/97 och 97/98) är halterna av dieldrin relativt jämnt geografiskt fördelade. Genomsnittskoncentrationen under de provtagningsåren vid de tre stationerna är 3, 7 respektive 14 ng/g TS för Klubben, Riddarfjärden respektive Kastellholmen.

Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) av summa DDE/D/T är ca 52, 25 och 92\$g, av Hexaklorbensen ca 7, 14 och 19\$g, av Lindan ca 5, 3 och 10\$g samt av Dieldrin ca 18, 1 och 5\$g för vattenområdena vid Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen.

Vissa av de klorerade organiska pesticiderna som analyserats i denna studie innefattas av tillståndsklassningen i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Anon., 1999). Vilket framgår av texttabell D hamnar dessa föreningar i det sedimenterande materialet från alla tre provtagningsområdena i genomgående höga tillståndsklasser. Halterna av DDT/E/D, Lindan och Hexaklorbensen bedöms följaktligen som höga eller mycket höga. Detta gäller för lokalerna Riddarfjärden och Kastellholmen men även stationen Klubben uppströms Stockholm, återfinns i tillståndsklass 4. Detta gäller för samtliga tillståndsklassade klorerade organiska pesticider förutom p,p-DDT vilken hamnar i tillståndsklass 5 vid samtliga stationer. Med hänsyn taget till både de höga koncentrationerna och den speciellt höga sedimentationen av dessa föreningar (se tabell VI) vid Kastellholmen torde denna station vara extremt utsatt.

Dieldrin omfattas inte av naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Vid en jämförelse med sedimentfällematerial insamlat vid referenslokaler längs Bottenhavskusten (0,8-2 ng/g TS) (Näf et al., 1996)

ter sig nivåerna i denna studie endast svagt förhöjda. Dieldrin skulle därför avvika från de övriga klorerade organiska pesticiderna. En annan förklaring är att halterna vid de tre lokalerna längs Bottenhavskusten (Näf et al., 1996) inte är representativa som bakgrundsvärden. Fler relevanta referensdata erfordras för att säkra slutsatser kan dras.

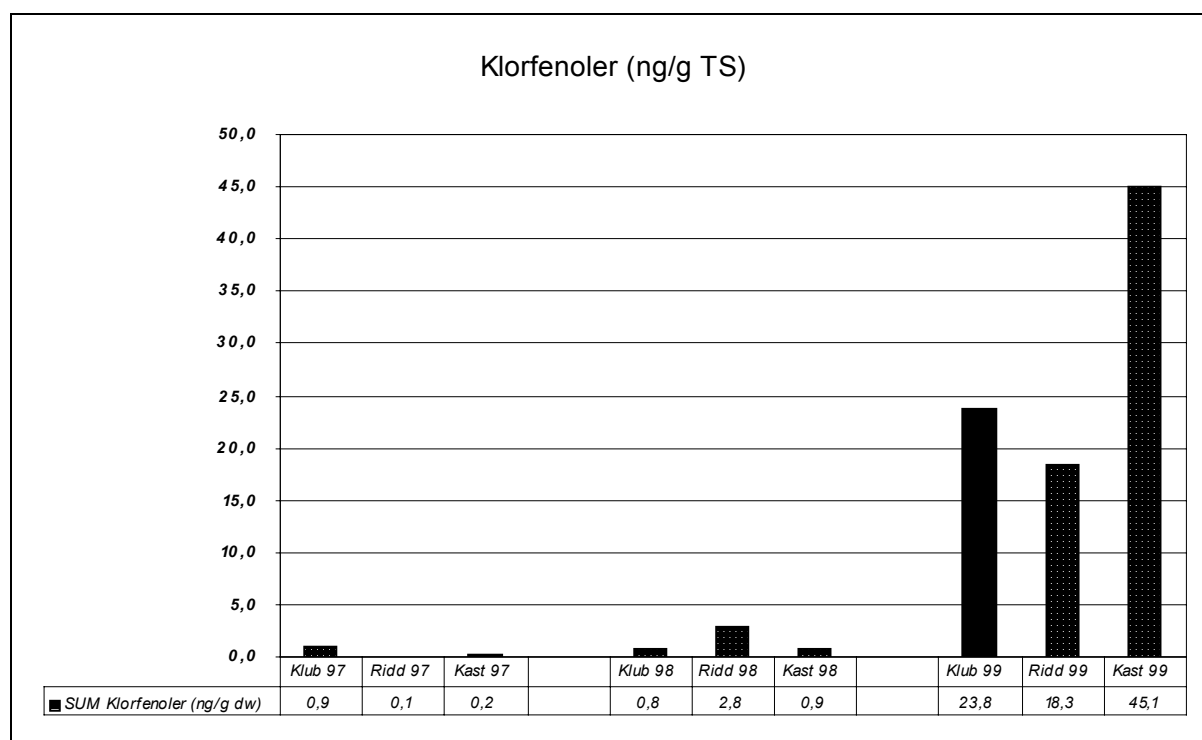
Text-tabell D. TILLSTÅNDSKLASSNING AV HALTERNA ORGANISKAPESTICIDER I SEDIMENTFÄLLE-MATERIALET FRÅN KLUBBEN, RIDDARFJÄRDEN OCH KASTELLHOLMEN.

TABELLEN INNEFATTAR DE ORGANISKA PESTICIDER SOM ÄR MEDTAGNA I NATURVÅRDSVERKETS "BEDÖMNINGSGRUNDER FÖR MILJÖKVALITE" (Anon., 1999) OCH ÄR ANALYSERADE I DENNA STUDIE.

TILLSTÅNDSKLASSNINGEN VILKEN ÄR GJORD FÖR YTSEDIMENT INDELAR SEDIMENTEN I 5

TILLSTÅNDSKLASSER: klass 1: INGEN HALT; klass 2: LÅG HALT; klass 3: MEDELHÖG HALT; klass 4: HÖG HALT; klass 5: MYCKET HÖG HALT.

Förening	Klubben	Riddarfj.	Kastellh.
p,p-DDE	4	4	4
p,p-DDT	5	5	5
SUM DDT/E/D	4	5	5
Lindan	4	4	4
Hexaklorbensen	4	5	4



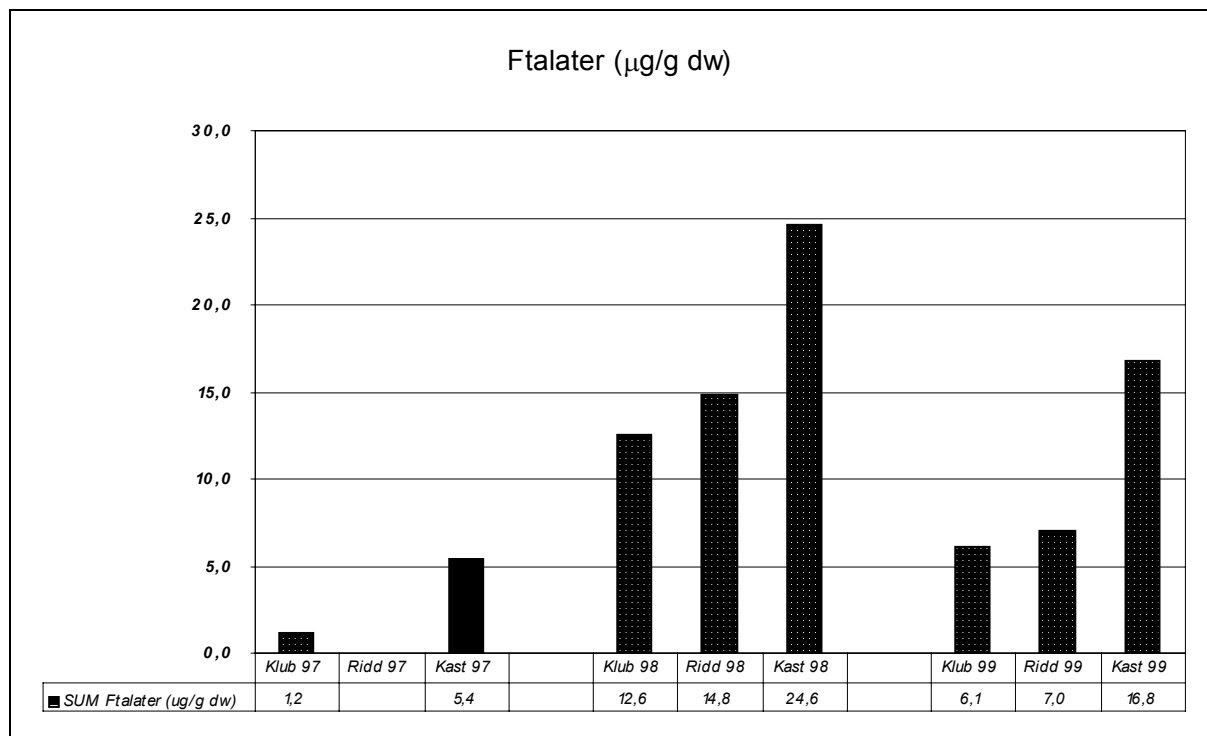
Figur VII. KONCENTRATIONER AV KLORFENOLER I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE ROVTAGNINGÅREN

Klorfenoler – Figur VII och tabell VII

För klorfenolerna uppvisar koncentrationerna både geografiskt och årlig oregelbunden variation. Detta kan i viss mån förklaras genom att detektionsgränserna för analyserna varierat något mellan åren. Emellertid är det uppenbart att för dessa föreningar liksom för några andra (t.ex. dieldrin) utgör provtagningsåret 98/99 ett extremt år med höga koncentrationer av miljögifter. Orsakerna till detta är svårförklarade men det torde inte vara ett för Stockholm lokalt fenomen. Detta då samtliga stationer uppvisar förhöjda halter. Medelkoncentrationerna summa klorfenol för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben,

Riddarfjärden och Kastellholmen blir 9, 7 respektive 15 ng/g TS. Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) av klorfenoler är ca 26 g i vattenområdet kring Klubben, 7 g i Riddarfjärden och 35 g i vattenområdet kring Kastellholmen.

Som för flertalet i denna studie analyserade ämnen kan inte heller någon tillståndsklassning för klorfenoler göras då dessa inte finns med i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalité. Klorfenolhalterna i denna studie kan dock jämföras med halterna i ytsediment från öppna Östersjön (Østfelt et al., 1994). Det totala innehållet av ”fria” klorfenoler i dessa ytsediment återfanns inom koncentrationsintervallet 0.05-21 ng/g TS. De uppmätta totalkoncentrationerna vid Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen befinner sig inom och något över detta intervall vilket indikerar att belastningen av klorfenoler i området är relativt låg. Det ska emellertid påpekas att det är en avsevärd haltvariation mellan de olika åren i det insamlade sedimentfällematerialet från Stockholms närvattenområde.

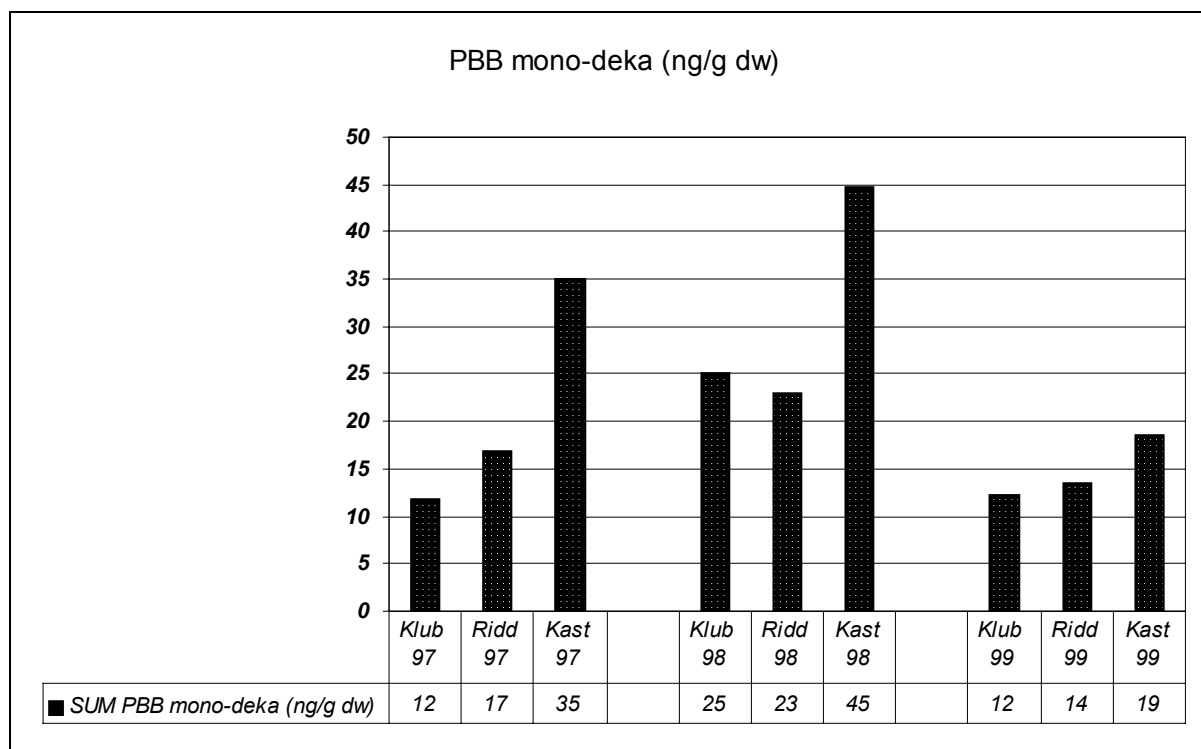


Figur IIX. KONCENTRATIONER AV FTALATER I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

Ftalater – Figur och tabell IIX

Beroende på kontamination av provet från Riddarfjärden kan endast koncentration och sedimentation av ftalater från övriga stationerna redovisas provtagningsåret 96/97. De andra provtagningsperioderna visar att halterna är högst vid Kastellholmen och lägst vid Klubben. För denna ämnesgrupp återfinns de högsta halterna under provtagningsperioden 97/98. Genomsnittskoncentrationen av summa fatalater under de tre provtagningsåren är 7, 11 respektive 16 µg/g TS för Klubben, Riddarfjärden respektive Kastellholmen. Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) av summa ftalater, beräknad med metodiken beskriven i sektion ”3.1 Provtagning”, blir då ca 17, 9 respektive 30 g i vattenområdet kring Klubben, Riddarfjärden samt Kastellholmen.

Inte heller ftalaterna innefattas av naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalité. Bakgrundshalter av di-(etylhexyl)-ftalat som härrör från svenska sjöar har hittats i litteraturen (Turén, 1988). Halten di-(etylhexyl)-ftalat i sedimentfällorna från Stockholms närvattenområde är jämförbara med dessa eller endast svagt förhöjda. Samma studie rapporterar dock värden 10-1000 gånger högre utanför vissa punktkällor. Detta indikerar att sedimentfällematerialet från stationerna i Stockholmrecipienten innehåller låga halter av fatalater.

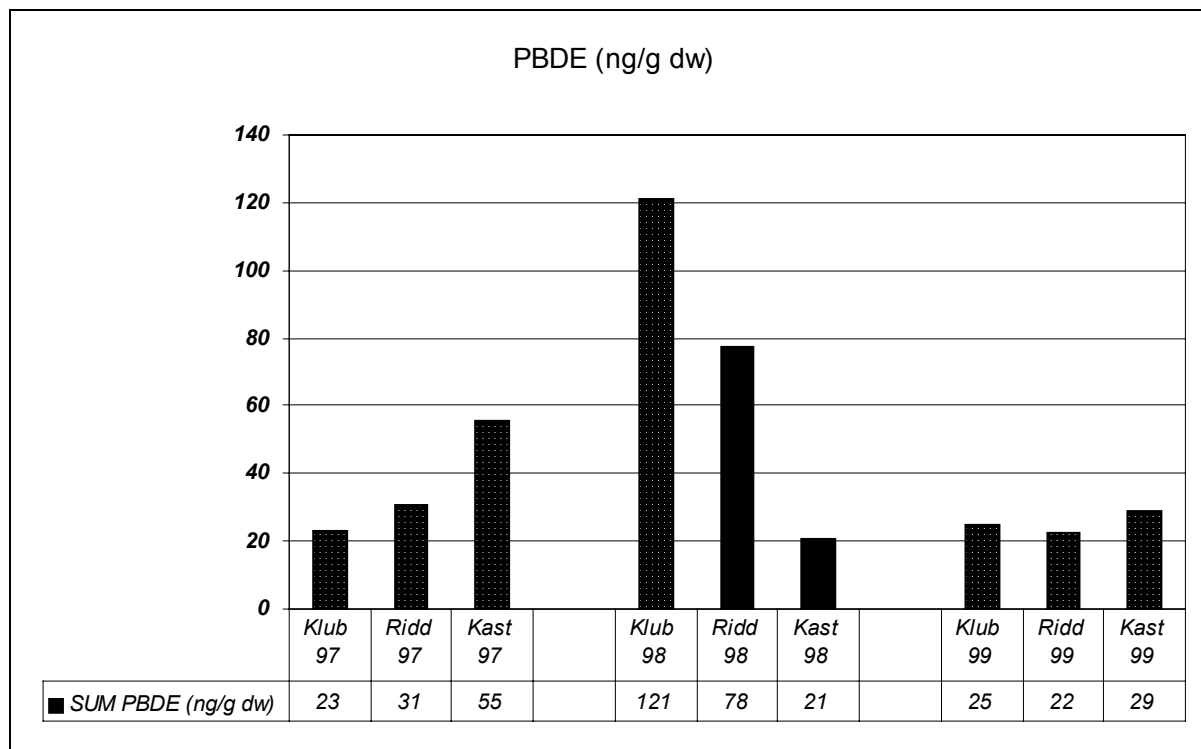


Figur IX. KONCENTRATIONER AV POLYBROMERADE BIFENYLER (PBB) I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

Polybromerade bifenyler (PBB) – Figur och tabell IX

Koncentrationen och sedimentationen av polybromerade bifenyler (PBB) uppvisar en geografisk variation med de högsta värdena vid Kastellholmen och de lägsta vid Klubben. Haltskillnaderna mellan Klubben och Riddarfjärden är emellertid små. Under provtagningsperioden 97/98 är proverna vid Riddarfjärden de lägsta halterna. Jämförelsen mellan år kompliceras i viss mån då olika antal polybromerade bifenyler har ingått i analyserna de olika åren och att detektionsgränserna för analyserna varierat något mellan åren. Medelkoncentrationen summa PBB för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen är 16, 18 respektive 33 ng/g TS. Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) är 40, 14 respektive 50\$g i vattenområdet kring Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen.

Inga bromerade föreningar återfinns i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvälité. Polybromerade difenyletrar (PBDE) samt samt samt tetrabrombisfenol A har emellertid kvantifierats i ytsediment från öppna Östersjön (se nedan). Relevanta referensvärden på polybromerade bifenyler (PBB) har emellertid inte återfunnits. Det är också osäkert att uppskatta områdets belastning avseende PBB utifrån nedan beskrivna skattning av PBDE då den tidsmässiga användning och produktionsvolymerna av de två föreningsgrupperna sannolikt skiljer sig avsevärt.



Figur X A. KONCENTRATIONER AV POLYBROMENRADE DIFENYLETRAR (PBDE) I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

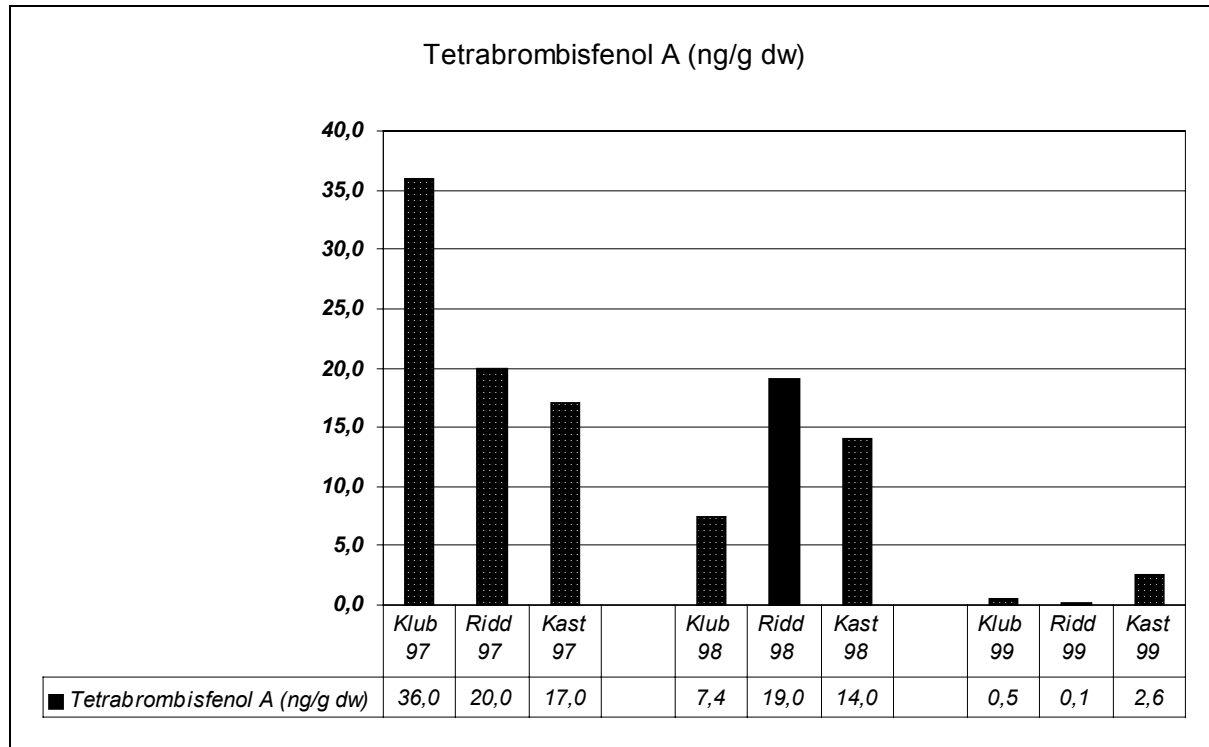
Polybromerade difenyletrar (PBDE) samt samt samt tetrabrombisfenol A – Figur X A, X B och Tabell X

Den geografiska variationen i koncentrationen av polybromerade difenyletrar (PBDE) är svårtolkad då den är olika alla tre provtagningsår. De högsta halterna uppmäts vid Klubben 97/98 och här är det framförallt oktadibromdifenyler vilken är förhöjd. Genomsnittskoncentrationen summa PBDE (summa tri-deka) under de tre provtagningsåren vid de tre stationerna är 56, 43 respektive 35 ng/g TS för Klubben, Riddarfjärden respektive Kastellholmen. Variationen mellan år och mellan de olika föreningarna är emellertid stor. Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) av PBDE är 137, 34 samt 59\$g i respektive vattenområde kring Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen.

Tetrabrombisfenol A uppvisar också ett svårtolkad geografiskt mönster vad avser koncentrationer. Variationen mellan åren är avsevärd med de högsta halterna under provtagningsperioden 96/97 och då i synnerhet vid Klubben. Medelkoncentrationen tetrabrombisfenol A för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen är 15, 13 respektive 11 mg/g TS och den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) av år 39, 9 respektive 18\$g.

För att skatta belastningen av PBDE i undersökningsområdet kan en jämförelse göras med uppmätta halter i ytsediment från öppna Östersjön. För summa BDE-47, -99 och -100 är den rapporterade halten ca 0,5 ng/g TS (Nylund, 1992). I Stockholms närvattenområde återfinns totalhalterna av dessa tre föreningar i intervallet 0,9-9,5 ng/g TS. Halterna av dessa PBDE är följaktligen från samma nivå upp till ca 20 gånger förhöjda i Stockholms närvattenområde. För de organiska miljögifter vilka tillståndsklassats i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvälité motsvarar en förhöjning överstigande ca 20 ggr klass 2 (=låg halt= bakgrundsnivån) ”tillståndsklass” 3 till 4.

Inga relevanta uppgifter om bakgrundhalter av tetrabrombisfenol A i ytsediment har återfunnits i litteraturen. Det är också osäkert att dra slutsatser om belastningen utifrån förhållandet PBDE och Tetrabrombisfenol A i sedimentfällproverna från denna studie. Detta beror framförallt på att förhållandet PBDE och tetrabrombisfenol A varierar i de fåtal miljöprover de båda föreningsgrupperna analyserats.

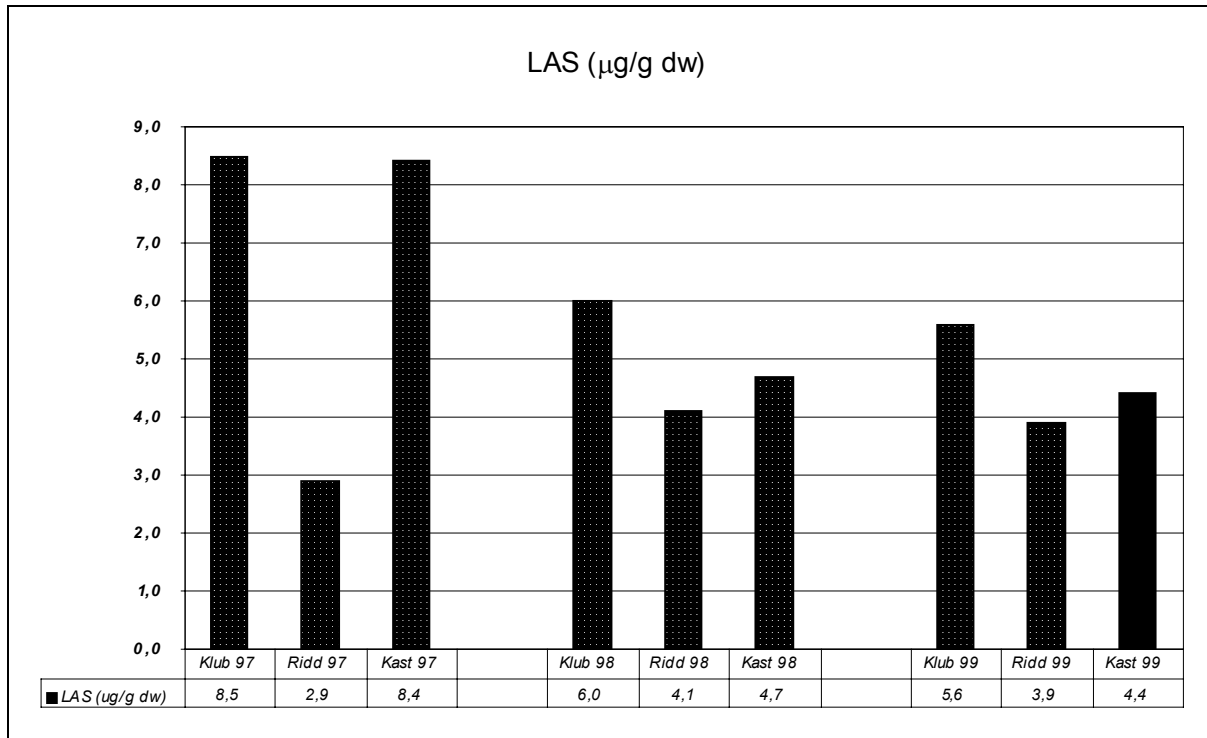


Figur X B. KONCENTRATIONER AV TETRABISFENOL A I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

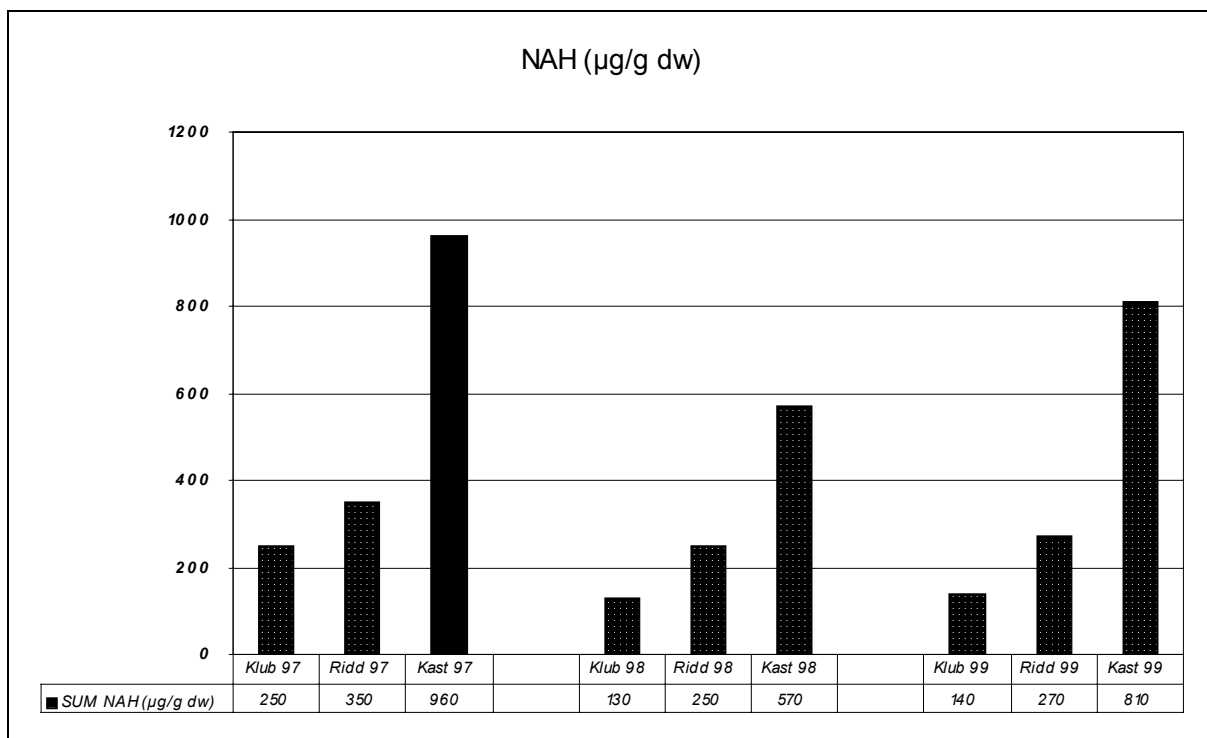
Linjära alkylerade sulfonater (LAS) – Figur och tabell XI

De linjära alkylerade sulfonaterna (LAS) uppvisar en geografisk variation i koncentration som inte har sin motsvarighet i några av de andra av de analyserade organiska ämnena. För LAS återfinns lika höga eller högre koncentrationer vid Klubben än vid Kastellhomen emedan halterna vid Riddarfjärden är lägre, i synnerhet provtagningsperioden 96/97. Detta geografiska koncentrationsmönster är svårförklarad då de den helt betydande delen av Stockholms kommunala avloppsreningsverk har sina utsläppspunkter vid eller nedströms Kastellholmen. Medelkoncentrationerna av LAS för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen är 7, 4 respektive 6 $\mu\text{g/g TS}$. Den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten (medel netto-sedimentationen) i respektive vattenområde blir ca 18, 3 respektive 10\$kg.

LAS har ej någon tillståndsklassning i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalité. Inga relevanta bakgrundsvärden för ytsediment har heller återfunnits i litteraturen.



Figur XI. KONCENTRATIONER AV LAS I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN



Figur XII. KONCENTRATIONER AV OPOLÄRA ALIFATISKA KOLVÄTEN (NAH) I UNDERSÖKNINGSOMRÅDET UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN

Opolära alifatiska kolväten (NAH) – Figur och tabell XII

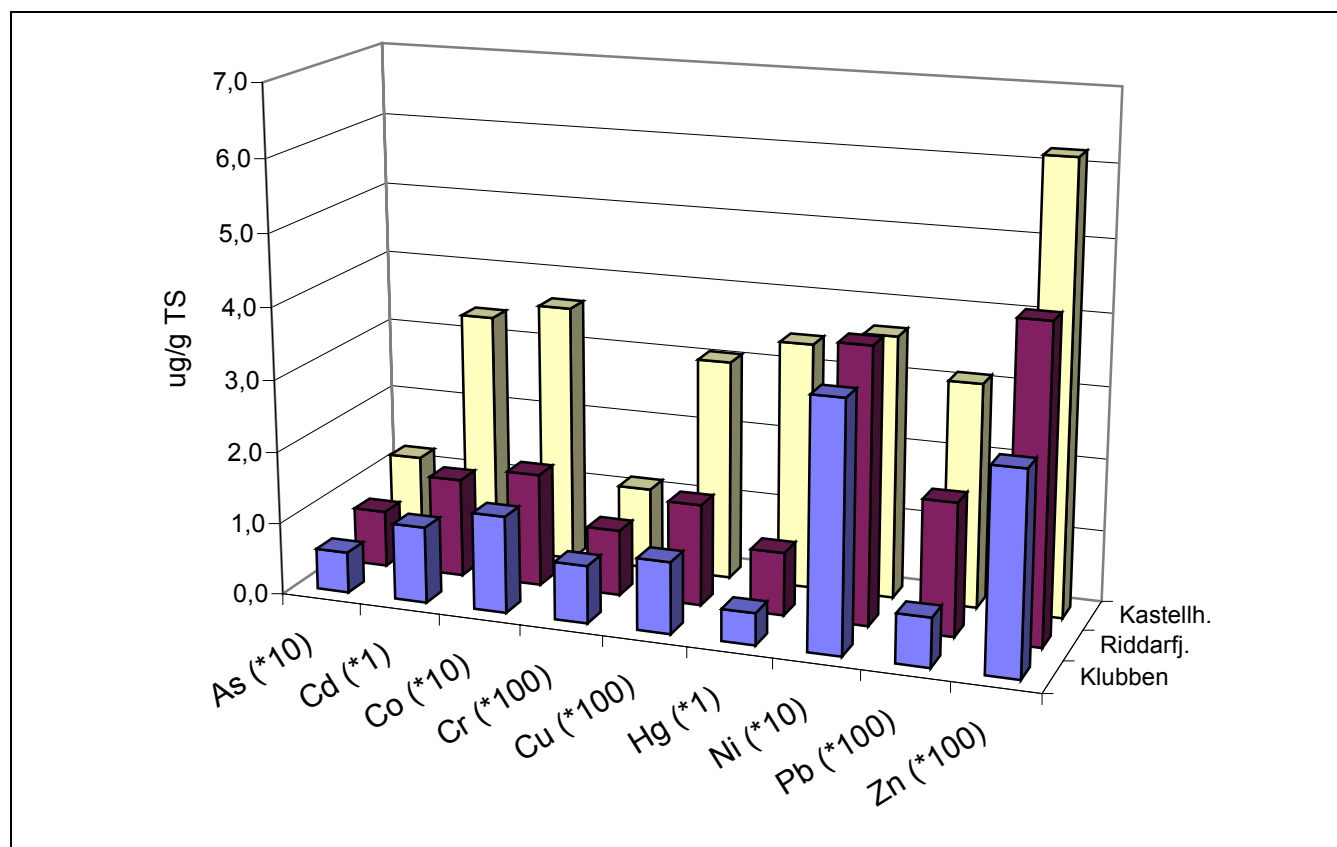
Halterna av opolära alifatiska kolväten (NAH) uppvisar en tydlig geografisk trend med högst koncentrationerna vid Kastellholmen, intermediära halter vid Riddarfjärden och lägst vid Klubben. Denna koncentrationsgradient återfinns för dessa liksom flertalet förbränningsrelaterade kolväten i denna studie

och indikerar storstadens betydelse för tillförseln. Medelkoncentrationerna summa NAH för de tre provtagningsåren vid stationerna Klubben, Riddarfjärden och Kastellholmen är 173, 290 respektive 780 µg/g TS och den årliga teoretiska fastläggningen i sedimenten ca 471, 246 respektive 1385\$ kg.

De opolära alifatiska kolvätena återfinns inte i naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvälité. Denna grupp av föreningar skiljer sig också något från övriga organiska föreningar denna studie i det att analysmetoden är relativt ospecifik och har inte kapacitet att till fullo särskilja biogena (naturliga) och petrogena (oljekolväten som härrör från oljeprodukter) kolväten. Den ger därmed endast en indikation om den relativa belastningen och det är vanskligt att jämföra olika sediment eller sedimenterande material från olika områden.

4.2 Grundelement – Figur XIII, text-tabell E, tabell XIII A-C och tabell XIV

Av de grundelement som ofta förekommer som ”storstadsföroreningar” uppvisar flertalet av metallerna och halvmetallerna en geografiskt variation i koncentration och sedimentation med högst värden vid Kastellholmen, lägre vid Riddarfjärden och lägst vid Klubben i östra Mälaren (se figur XII). Detta gäller t.ex. för As, Cd, Cu, Co, Hg, Pb och Zn. Tydligast koncentrationsskillnad mellan de olika stationerna uppvisar Hg, Cr och Ni, vilka är två ytterligare typiska ”storstadsföroreningar” bland metallerna, uppvisar mindre variation mellan de tre lokalerna vilket kan indikera andra föroreningskällor än Stockholms storstad. Variationen mellan de tre provtagningsperioderna är också liten för dessa element.



Figur XIII. MEDELKONCENTRATIONER AV METALLER/HALVMETALLER UNDER DE TRE PROVTAGNINGÅREN. NOTERA ATT KONCENTRATIONERNA FÖR SKA MULTIPLICERAS MED FÖLJANDE FAKTOR (ÄVEN ANGIVEN I X-AXELN EFTER NAMNET): Cd OCH Hg $\mu\text{g/g TS} * 1$, As, Co OCH Ni $\mu\text{g/g TS} * 10$, Cr, Cu, Pb OCH Zn $\mu\text{g/g TS} * 100$.

I text-tabell E nedan redovisas hur mycket medelhalterna under tre åren avviker från jämförvärden för de olika metallerna. Jämförvärdet för en metall motsvarar 50-percentilen av det förindustriella värdet fastställt genom analyser av referensprover tagna på 55 cm sedimentdjup i bakgrundsområden (Anon., 1999). Vilket framgår av tabellen förekommer en avsevärd variation i avvikelse framförallt mellan de olika metallerna men i viss mån även mellan de olika stationerna. Genomgående störst avvikelse från referensvärdet uppvisar sedimentfällokalen vid Kastellholmen därefter Riddarfjärden och lägst Klubben.

Den metall som uppvisar högst avvikelse och där alla tre sedimentfällokalen återfinns i avvikelseklass 5 (=mycket stor avvikelse) är Cu. Därefter kommer Zn vilken återfinns i avvikelseklass 5 vid Kastellholmen och Riddarfjärden och avvikelseklass 4 (=stor avvikelse) vid Klubben. Pb återfinns i avvikelseklass 5 vid både Kastellholmen och Riddarfjärden men i klass 3 vid Klubben. Hg och Cd återfinns också i avvikelseklass 5 vid Kastellholmen men i båda i klass 4 vid Riddarfjärden samt i avvikelseklass 4 respektive 3 vid Klubben.

Ovan diskuterade avvikelseklassning gäller för metallkoncentrationerna i det sedimentterande materialet vid de olika stationerna. Om hänsyn även tas till sedimentationen blir stationen Kastellholmen än mer belastad då nedfallet per bottenyttenhet är störst vid denna lokal.

Minst avvikelse bland de s.k. vanligt förekommande ”storstadsföroreningar” uppvisar As som återfinns i avvikelseklass 2 (=liten avvikelse) vid Kastellholmen och klass 1 (=ingen/obetydlig avvikelse) vid Klubben och Riddarfjärden. Ni återfinns i avvikelseklass 2 vid alla tre stationer och Co och Cr uppvisar samma mönster båda två och återfinns båda i avvikelseklass 1 vid Klubben, 2 vid Riddarfjärden och 3 vid Kastellholmen.

Text-tabell E. AVVIKELSEKLASSNING AV HALTERNA METALLER I SEDIMENTFÄLLE-MATERIALET FRÅN KLUBBEN, RIDDARFJÄRDEN OCH KASTELLHOLMEN. TABELLEN INNEFATTAR DE METALLER SOM ÄR MEDTAGNA I NATURVÅRDSVERKETS ”BEDÖMNINGSGRUNDER FÖR MILJÖKVALITET” (Anon., 1999) OCH ÄR ANALYSERADE I DENNA STUDIE. TILLSTÅNDSKLASSNINGEN VILKEN ÄR GJORD FÖR YTSEDIMENT INDELAR SEDIMENTEN I 5 AVVIKELSEKLASSER: klass 1: INGEN/OBETYDLIG AVVIKELSE; klass 2: LITEN AVVIKELSE; klass 3: TYDLIG AVVIKELSE; klass 4: STOR AVVIKELSE; klass 5: MYCKET STOR AVVIKELSE.

	Klubben	Riddarfj.	Kastellh.
As	1	1	2
Cd	3	4	5
Co	1	2	3
Cr	1	2	3
Cu	5	5	5
Hg	4	4	5
Ni	2	2	2
Pb	3	5	5
Zn	4	5	5

Halterna av övriga metaller och halvmetaller redovisas liksom alla grundelements årliga sedimentation och teoretiska fastläggning i sedimenten (netto-sedimentation) i tabell XIII och uppvisar inga extrema koncentrationer eller geografiska gradienter. I tabell XIV har även koncentrationen (i % TS) av respektive grundämne ingående i de vanligaste förekommande huvudelementen (Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , MnO_2 , Na_2O , P_2O_5 , SiO_2 OCH TiO_2) redovisats.

5. Sammanfattning

Detta är slutrapporten från ett övervakningsprogram av miljögifter i vattenmiljön i Stockholms kommun. I undersökning har sedimentterande partikulärt material insamlats med sedimentfällor utplacerade vid tre stationer i Stockholms närvattenområde för kemisk analys. Under tre på varandra följande åt f.o.m. hösten 1996 t.o.m. hösten 1999 togs års-prover vid de tre stationerna. En station var belägen i Saltsjön vid Kastellholmen, en i Riddarfjärden och en i vattenområdet uppströms centrala Stockholm vid Klubben i östra Mälaren. Studien har genomförts för att belysa nuvarande belastning av främst organiska miljögifter och metaller. Följande har analyserats i det partikulära materialet: polyklorerade bifenyler (PCB), non-ortho (plana) polyklorerade bifenyler (non-ortho PCB), polyklorerade dibenzo-p-dioxiner och furaner (PCDD/F), di- och polyaromatiska kolväten (PAH), nonylfenol/nonylfenoletoxylater, klorerade organiska pesticider (DDT, hexaklorbensen, lindan och dieldrin), klorfenoler, ftalater, polybromerade bifenyler (PBB), polybromerade difenyletrar (PBDE) och tetrabrombisfenol A, linjära alkylerade sulfonater (LAS), opolära alifatiska kolväten (NAH) och metaller/halvmetaller (bl.a. As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn).

Stockholms närvattenområde visar sig vara kraftigt påverkad och halterna i det sedimenterade materialet är höga när det gäller ett stort antal av de organiska föreningarna och flera metaller. För denna bedömning har miljögiftshalterna i sedimentfällematerialet jämförts med ytbottensediment och ”tillstånds- eller avvikelseklassat” utgående från naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvälité (Anon., 1999). För de ämnen som inte behandlats i bedömningsgrunderna har halterna, om möjlighet förelegat, jämförts med bakgrundshalter från relevanta ytsediment.

Vad beträffar de organiska miljögifterna så bedöms halterna *höga* eller *mycket höga* av flera ”kända och gamla” miljögifter som PCB, PCDD/F (dioxiner och furaner) och flera av de klorerade organiska pesticiderna (DDT, hexaklorbensen och lindan). Något lägre halter återfinns av en annan välstuderad storstadsföroreningsgrupp nämligen PAH. Dessa återfinns i koncentrationer som efter naturvårdsverkets bedömningsgrunder klassas som ”medelhög” till ”hög” halt. Bland de bromerade föreningarna förekommer PBDE i koncentrationer från samma nivå upp till ca 20 gånger över de i bakgrundssediment. Dessa föreningar har inte klassats enligt ovan men skulle motsvara ”låg” till ”hög” halt vid en grov indelning enligt liknade metodik. För PBB och tetrabrombisfenol A har ingen jämförelse gjorts p.g.a. brist på relevanta jämförelsedata. Belastningen av nonylfenol/nonylfenoletoxylater är avsevärd då halterna i sedimentfällorna överstiger funna sedimentkoncentrationer med en till två tiopotenser. Dessa föreningar är inte heller klassade i naturvårdsverkets bedömningsgrunder men en indelning skulle motsvara ”medelhög” till ”mycket höga” halter. LAS har inte heller kunna bedömdas p.g.a. brist på relevanta data. För klorfenoler och ftalater bedöms halterna som låga då de jämförs med tillgängliga relevanta bakgrundssediment. För NAH har inget försök till belsatningsbedömning gjorts då analysmetoden för dessa är relativt ospecifik och har inte kapacitet att till fullo särskilja biogena (naturliga) och petrogena (oljekolväten som härrör från oljeprodukter) kolväten. Föreninggruppen NAH illustrerar dock det som är gemensamt för det stora flertalet organiska föreningar i denna undersökning nämligen att stationen nedströms centrala Stockholm (Kastellholmen) är utsatt för den största belastningen.

Liksom flertalet organiska miljögifter visar metallhalterna en geografiskt variation med högst värden vid Kastellholmen nedströms centrala Stockholm, lägre vid Riddarfjärden och lägst vid Klubben uppströms centrala Stockholm. Detta gäller t.ex. för As, Cd, Cu, Co, Hg, Pb och Zn. Medelmetallhalterna under de tre provtagningsåren vid varje station har relaterats till hur mycket de avviker från ”jämförvärden” från referensprover (bakgrundsvärden) tagna från naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvälité (Anon., 1999). Den metall som uppvisar högst avvikelse, d.v.s. ”*mycket stor avvikelse*”, vid samtliga stationer är Cu. Zn, Pb, Hg och Cd uppvisar också alla ”*mycket stor avvikelse*” vid Kastellholmen nedströms centrala Stockholm, men något lägre (”*stor avvikelse*”) vid en eller båda av de övriga stationerna. ”*Ingen/ obetydlig avvikelse*” eller ”*liten avvikelse*” uppvisar As vid samtliga stationer vilket också Ni, Co och Cr gör vid Klubben och Riddarfjärden. Vid Kastellholmen uppvisar emellertid de två sistnämnda metallerna ”*tydlig avvikelse*” vilket illustrerar den höga belastningen av miljögifter vid denna station.

6. Resultat-tabeller

Tabell I. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV POLYKLORERADE BIFENYLER (PCB)\$

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS
2,4,4'-TriCB, #28	9	10	29	20	16	39	9	10	29
2,2',5,5'-TeCB, #52	10	9	21	31	32	78	10	9,4	21
2,2',4,5,5'-PnCB, #101	13	22	32	42	43	68	13	22	32
2,3',4,4',5'-PnCB, #118	13	22	36	36	36	59	13	22	36
2,2',4,4',5,5'-HxCB, #153	16	30	38	45	53	76	16	30	38
2,2',3,4,4',5'-HxCB,#138	18	36	45	30	44	65	18	36	45
2,2',3,4,4',5,5'-HpCB, #180	7	16	22	12	23	34	7	16	22
Summa	86	145	223	216	247	419	86	145	223
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Summa	134	167	367	279	251	913	166	180	580
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se sid 6)	233	111	296	484	167	735	287	119	467

Tabell IIA. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV NON-ORTHO (PLANA) POLYKLORERADE BIFENYLER (non-ortho PCB)§

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS
3,3',4,4',tetra-PCB #77	1293	2003	2110	1425	2380	1794	1505	1118	2587
3,3',4,4',5-penta-PCB #126	48	62	86	111	65	116	107	96	123
3,3',4,4',5,5'-hexa-PCB #169	4	11	14	13	9	7	11	7	9
Summa	1346	2075	2210	1550	2454	1917	1622	1222	2720
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Summa	2,1	2,4	3,6	2,0	2,5	4,2	2,4	3,5	6,4
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se sid 6)	3,7	1,6	2,9	3,5	1,7	3,3	4,2	2,3	5,0

Tabell IIB. TOXISKA EKVALENTER AV NON-ORTHO (PLANA) POLYKLORERADE BIFENYLER (non-ortho PCB)§

		Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	TEF	pgTEQ/g TS	pgTEQ/g TS	pgTEQ/g TS	pgTEQ/g TS	pgTEQ/g TS	pgTEQ/g TS	pgTEQ/g TS	pgTEQ/g TS	pgTEQ/g TS
3,3',4,4',tetra-PCB	0,0005	0,6	1,0	1,1	0,7	1,2	0,9	0,8	0,6	1,3
3,3',4,4',5-penta-PCB	0,1	4,8	6,2	8,6	11	6,5	12	11	9,6	12
3,3',4,4',5,5'-hexa-PCB	0,01	0,04	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Summa		5,5	1,6	3,3	12	1,6	4,3	12	10	4,7

Tabell IIIA. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV POLYKLORERADE DIBENZO-p-DIOXINER OCH FURANER (PCDD/Fs)

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS
2348/2378-TCDF	26	40	26	38	26	24	39	37	36
2378-TCDD	6	13	8	4	3	8	4	4	3
12348/12378-PnCdf	21	54	29	9	7	7	17	12	13
12378-PnCDD	33	79	45	15	8	16	23	18	20
23478-PnCdf	35	72	43	10	8	9	13	14	8
123479/123478-HxCDF	38	72	48	10	11	18	16	23	19
123678-HxCDF	33	75	42	14	11	11	18	18	14
234678-HxCDF	30	68	38	11	2	13	8	17	11
123789-HxCDF	19	58	34	13	9	9	7	14	10
123478-HxCDD	19	64	47	7	4	5	8	8	8
123678-HxCDD	28	64	46	12	8	12	16	17	21
123789-HxCDD	28	64	39	9	9	11	14	12	16
1234678-HpCDF	664	684	922	208	416	376	201	341	468
1234789-HpCDF	30	84	53	7	6	3	5	8	13
1234678-HpCDD	26	198	179	161	134	194	176	205	262
OCDF	160	390	309	24	37	21	14	20	39
OCDD	117	845	808	595	459	845	511	840	1085
Summa	1313	2924	2717	1148	1155	1585	1090	1608	2047
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Summa	2,1	3,4	4,5	1,5	1,2	3,5	2,4	4,9	7,8
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se s. 6)	4	2	4	3	1	3	4	3	6

Tabell IIIB. KONCENTRATIONER (UTTRYCKT I TOXISKA EKVIALENTER) AV POLYKLORERADE DIBENZO-p-DIOXINER OCH FURANER (PCDD/Fs)

		Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	TEF	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS	pg/g TS
2348/2378-TCDF	0,1	2,6	4,0	2,6	3,8	2,6	2,4	3,9	3,7	3,6
2378-TCDD	1	6,1	12,9	8,2	4,2	2,5	8,4	3,8	3,8	3,2
12348/12378-PnCDF	0,01	1,1	2,7	1,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
12378-PnCDD	0,5	16,5	39,5	22,5	7,6	3,9	7,9	11,7	9,2	9,9
23478-PnCDF	0,5	17,4	36,1	21,6	5,0	3,8	4,7	6,6	7,2	4,2
123479/123478-HxCDF	0,1	3,8	7,2	4,8	1,0	1,1	1,8	1,6	2,3	1,9
123678-HxCDF	0,1	3,3	7,5	4,2	1,4	1,1	1,1	1,8	1,8	1,4
234678-HxCDF	0,1	3,0	6,8	3,8	1,1	0,2	1,3	0,8	1,7	1,1
123789-HxCDF	0,1	1,9	5,8	3,4	1,3	0,9	0,9	0,7	1,4	1,0
123478-HxCDD	0,1	1,9	6,4	4,7	0,7	0,4	0,5	0,8	0,8	0,8
123678-HxCDD	0,1	3,0	6,4	4,6	1,2	0,8	1,2	1,6	1,7	2,1
123789-HxCDD	0,1	2,8	6,4	3,9	0,9	0,9	1,1	1,4	1,2	1,6
1234678-HpCDF	0,01	6,6	6,8	9,2	2,1	4,2	3,8	2,0	3,4	4,7
1234789-HpCDF	0,01	0,3	0,8	0,5	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
1234678-HpCDD	0,01	0,3	2,0	1,8	1,6	1,3	1,9	1,8	2,0	2,6
OCDF	0,001	0,2	0,4	0,3	0,02	0,04	0,02	0,01	0,02	0,04
OCDD	0,001	0,1	0,8	0,8	0,6	0,5	0,8	0,5	0,8	1,1
Summa		71	153	98	33	24	38	39	41	40

Miljöövervakning – vatten – Stockholms kommun

Tabell IV. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV DI- (DiAH) OCH POLYAROMATISKA KOLVÄTEN (PAH)S

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS
Naftalen	53	70	150	23	33	110	60	89	290
Acenaftalen	20	35	58	18	29	63	33	57	120
Acenaften	29	41	65	13	20	52	7	28	100
Fluoren	59	49	120	<0.01	33	100	100	140	260
Summa di-AH	161	195	393	54	115	325	200	314	770
	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år
Summa di-AH	0,3	0,2	0,6	0,1	0,1	0,7	0,3	0,3	1,1
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se s.6)	0,4	0,1	0,5	0,1	0,1	0,6	0,5	0,2	0,9
	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS
Fenantren	120	290	730	91	210	610	220	530	1400
Antracen	10	40	160	12	35	160	39	99	330
Fluoranten	370	960	2100	260	640	1700	390	960	2100
Pyren	340	900	2000	330	780	1800	340	820	1800
Benso(a)antracen	120	440	1200	130	340	1100	180	430	1100
Chrysen/Trifenylen	140	430	930	240	520	1300	280	660	1400
Benso(b,j)fluoranten	430	1000	2600	480	950	2100	390	830	1800
Benso(k)fluoranten	160	340	810	140	280	810	130	280	700
Benso(e)pyren	240	610	1300	290	560	1200	220	500	1100
Benso(a)pyren	80	380	1200	130	350	1300	170	430	1100
Perylen	30	120	310	60	130	370	75	150	340
Indeno(1,2,3-cd)pyren	230	620	1300	190	340	680	240	550	1200
Benso(g,h,i)perylene	180	490	970	200	430	720	250	620	1200
Dibenso(a,h)antracen	40	120	270	61	120	260	45	130	280
Coronen	59	160	250	53	150	180	84	230	340
Summa PAH	2549	6900	16130	2614	5685	14110	3053	7219	16190
	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år
Summa PAH	4	7,9	26,6	3,4	5,8	30,7	4,6	11,6	46,6
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se s.6)	7	5	21	6	4	25	8	8	37

Tabell V. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV NONYLFENOL/NONYLFENOLETEOXYLATER

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS
4-Nonylfenol	0,25	0,31	0,71	0,25	0,31	0,71	0,46	0,36	0,89
NF-EO 1	< 10	< 10	< 20	<6	<10	<10	5,5	3,4	9,4
NF-EO 2	< 9	< 10	< 20	<3	<10	<6	3,1	1,9	9,1
NF-EO 3	< 5	< 7	< 4	4,1	19,0	<3	3,4	2,5	14
NF-EO 4	< 2	< 4	< 2	2,3	9,1	2,2	3,2	1,2	6,7
NF-EO 5	< 20	< 4	< 10	<3	9,3	<3	<1	<2	<1
NF-EO 6	< 3	< 2	< 5	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Summa 4-Nonylfenol	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år
Summa	0,4	0,4	1,2	0,3	0,3	1,5	0,8	0,6	2,6
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se s. 6)	0,7	0,2	0,9	0,3	0,3	0,2	1,4	0,4	2,1

Tabell VI. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV KLORERADE ORGANISKA PESTICIDERS

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS
o,p-DDE	<0.7	< 0.2	< 0.9	<2	<0.8	<1	<2	<3	<3
p,p-DDE	5,0	5,6	12	7,1	24	15	34	27	64
o,p-DDD	< 1,0	1,8	7,1	1,9	3,1	12	3,2	1,9	7,6
p,p-DDD	2,9	8,9	17	<2	<6	<9	26	47	130
o,p-DDT	<2.0	<2.0	<3.0	3,2	<2	<3	<7	<3	<8
p,p-DDT	8,8	7,3	13	13	16	29	44	45	67
Summa DDE/D/T	17	24	49	25	43	56	107	121	269
Hexaklorbensen	3,1	19,0	12,0	1,9	9,7	7,5	2,3	11	8,0
Lindan	2,0	4,2	7,4	1,0	1,1	1,0	3,1	2,9	2,9
Dieldrin	0,9	0,6	2,9	0,9	3,1	3,1	8,1	16	36
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Summa DDE/D/T	26	27	81	33	44	122	30	40	142
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se s. 6)	45	18	65	56	29	98	53	26	114
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Hexaklorbensen	5	22	20	2	10	16	6	32	35
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se s. 6)	8	15	16	4	7	13	10	21	28
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Lindan	3	5	12	1	1	2	4	7	21
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se s. 6)	5	3	10	2	1	2	6	5	17
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Dieldrin	14	0,7	5	1,1	3	7	17	1,0	8
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se s. 6)	25	1	4	2	2	5	29	1	7

Tabell VII. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV KLORFENOLERS

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	ng/g TS	Ng/g TS	Ng/g TS	Ng/g TS	Ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS
2,4-Diklorfenol	0,03	0,01	0,02						
2,5-Diklorfenol	0,04	<0,005	<0,006	<7	<2	<10	6,0	2,2	13
2,3-Diklorfenol	0,02	0,002	0,002	<1	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5
2,6-Diklorfenol	0,03	0,004	0,01	<1	<3	<2	<2	<1	<1
3,5-Diklorfenol	0,09	0,01	0,02	<1	<1	<4	<0,6	<2	<1
3,4-Diklorfenol	0,08	0,01	<0,002	<4	<4	<10	<2	<2	<0,6
2,3,5-Triklorfenol	0,04	0,005	0,005	0,5	<0,3	<0,2	0,8	0,6	1,0
2,4,6-Triklorfenol	0,06	<0,01	0,03	<0,9	<1	<2	1,4	1,6	2,9
2,4,5-Triklorfenol	0,06	0,01	0,02	<0,2	<0,2	<0,2	1,0	1,0	4,2
2,3,4-Triklorfenol	0,04	0,004	0,01	<0,2	<0,3	<0,2	0,3	0,2	0,6
2,3,6-Triklorfenol	0,04	0,002	0,002	<0,2	0,2	<0,2	0,1	<0,1	0,4
3,4,5-Triklorfenol	0,11	0,01	0,01	<0,4	<1	<0,2	2,4	1,8	3,1
2,3,5,6-Tetraklorfenol	0,07	<0,004	<0,006	<2	<1	<4	0,5	0,6	1,3
2,3,4,5-Tetraklorfenol	0,05			0,3	0,6	0,9	0,7	0,8	1,7
2,3,4,6-Tetraklorfenol	0,06	sa:0,0050	sa:0,0049	<1	2,0	<4	1,0	1,7	2,8
Pentaklorfenol	0,12	0,02	0,04	<40	<10	<10	10	8	14
Summa	0,9	0,1	0,2	0,8	2,8	0,9	24	18	45
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Summa	1,5	0,1	0,3	1,1	2,9	1,9	43	31	130
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se s. 6)	2,5	0,1	0,2	1,9	1,9	1,5	75	20	105

sa=summa 2,3,4,5-Tetraklorfenol samt 2,3,4,6-Tetraklorfenol, na=ej analyserad

Tabell IIX. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV FTALATER\$

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS
Dimetylftalat	0,03	*	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01
Dietylftalat	0,22	*	0,18	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,06
Di-n-butylftalat	0,32	*	0,26	2,70	2,10	2,40	0,25	0,34	0,33
Butylbensylftalat	0,02	*	0,04	0,12	0,12	0,23	0,07	0,05	0,05
Di-(etylhexyl)-ftalat	0,59	*	4,8	9,1	12,0	21,0	5,6	6,3	16,0
Di-n-oktylftalat	<0,003	*	0,12	0,58	0,53	0,87	0,17	0,23	0,32
Summa	1,2		5,4	12,6	14,8	24,6	6,1	7,0	16,8
	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år
Summa	2		9	16	15	54	11	12	48
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se sid 6)	3	*	7	28	10	43	19	8	39

* ej detekterat pga förorening

Tabell IX. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV POLYBROMERADE BIFENYLER (PBB)\$

	Klubben 97	Riddarfj. 97	Kastellh. 97	Klubben 98	Riddarfj. 98	Kastellh. 98	Klubben 99	Riddarfj. 99	Kastellh. 99
	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS
2-Brombifenyl,#1	2,0	0,8	2,4	<0.01	<0.02	<0.02	0,6	0,1	0,7
4,4'-Dibrombifenyl,#15	0,3	0,2	0,5	0,03	0,04	0,1	0,1	0,1	<0,02
2,2',5-Tribrombifenyl,#18	0,2	0,5	0,1	0,02	0,02	0,01	<0,01	<0,02	<0,01
3,3',5,5'-Tetrabrombifenyl,#80				<0.01	<0.01	<0.01	<0,02	<0,02	<0,02
2,2',4,5',6-Pentabrombifenyl,#103	1,4	0,7	2,1	2,8	1,3	2,9	<0,01	<0,02	<0,02
2,3',4,4',5-PnBB,#118							<0,02	<0,02	<0,02
2,2',4,4',5,5'-HxBB,#153							<0,02	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5'-HxBB,#138							<0,02	<0,02	<0,04
2,3',4,4',5,5'-HxBB,#167							<0,04	<0,05	<0,05
2,2',3,4,4',5,5'-HpBB,#180							<0,02	<0,02	<0,02
Summa 2- resp. 4-brombifenyl							0,6	0,1	0,7
Summa Monobrombifenyl				11	11	25			
Summa Dibrombifenyl	6,2	7,6	19	2,0	1,9	2,7	2,3	2,0	3,8
Summa Tribrombifenyl	2,5	6,5	11	1,3	1,3	1,8	1,8	2,0	3,5
Summa Tetrabrombifenyl				3,0	3,9	6,1	4,7	5,5	5,6
Summa Pentabrombifenyl				7,9	4,8	9,1	3,4	4,1	5,7
Summa Tetra/pentabrombifenyl	3,2	2,7	5,1						
DekaBB,#209							<0,06	<0,04	<0,04
Summa (mono-deka)	12	17	35	25	23	45	12	14	19
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Summa	19	19	58	33	23	97	18	19	43
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se sid 6)	32	13	47	56	15	78	31	13	34

Tabell X. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV POLYBROMERADE BIFENYLETRAR (PBDE) SAMT TETRABROMBISFENOL A.§

	Klubben 97	Riddarfj. 97	Kastellh. 97	Klubben 98	Riddarfj. 98	Kastellh. 98	Klubben 99	Riddarfj. 99	Kastellh. 99
	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS	ng/g TS
3,3',4-Tribromdifenyleter,#35	0,27	0,01	0,72	<0,01	<0,00	0,04	<0,01	<0,02	<0,02
3,3',4,4'-Tetrabromdifenyleter,#77	0,03	0,00	0,08	<0,00	<0,00	<0,00	<0,01	<0,01	<0,01
2,2',4,4',6-Pentabromdifenyleter,#119	0,03	0,04	0,00	<0,00	<0,00	<0,00	<0,01	<0,00	<0,00
2,2',4,4',5,5'-Hexabromdifenyleter,#153	0,24	0,40	1,4	0,52	0,29	0,57	0,4	0,31	0,41
2,2',4,4'-TeBDE,#47	3,3	0,33	4,7	3,9	0,36	3,2	2,5	1,2	3,1
2,2',4,4',6-PnBDE,#100	0,70	0,07	1,3	0,87	0,10	0,89	0,51	0,29	0,66
2,2',4,4',5-PnBDE,#99	4,0	0,46	6,6	4,7	0,46	4,7	3	1,7	3,7
2,2',3,4,4'-PnBDE,#85	0,11	<0,03	0,21	0,14	<0,04	0,23	0,14	<0,08	0,18
2,2',4,4',5,6'-HxBDE,#154	0,28	<0,02	0,43	0,29	<0,03	0,36	0,17	0,12	0,25
2,2',3,4,4',5'-HxBDE,#138	<0,02	<0,03	<0,02	<0,04	<0,04	<0,05	<0,02	<0,02	<0,04
Summa Tribromdifenyletrar	2,9	2,2	8,7	1,1	0,98	2,4	2,5	2,1	4,4
Summa Tetrabromdifenyletrar	8,6	8,6	19	2,2	2,4	3,9	6,4	6,2	7,5
Summa Pentabromdifenyletrar	10	4,4	12	4,6	2,3	5,1	4,7	3,2	5,6
Summa Hexabromdifenyletrar	1,4	2,4	6,4	2,5	1,7	3,6	3,1	2,3	2,8
Summa Heptabromdifenyletrar	-	-	-	-	-	-	4	5	4
Summa Oktabromdifenyletrar	-	-	-	-	-	-	<0,2	<0,2	<0,3
Dekabromdifenyleter,#209	<5	13	9,3	110	70	5,0	4,0	3,9	5,2
Summa (tri-deka)	23	31	55	120	77	20	25	22	29
Tetrabrombisfenol A	36	20	17	7,4	19	14	0,5	0,1	2,6
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Summa (tri-dekabromdifenyleter)	36	35	91	155	79	44	45	37	84
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se sid 6)	62	23	73	270	52	35	79	25	68
	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år	µg/m ² /år
Summa Tetrabrombisfenol A	56	23	28	10	19	31	0,9	0,2	8
	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se sid 6)	98	15	23	17	13	25	2	0,1	6

Tabell XI. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV LAS\$

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS
Summa LAS	8,5	2,9	8,4	6,0	4,1	4,7	5,6	3,9	4,4
	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år
Summa LAS	13	3	14	8	4	10	10	7	13
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se sid 6)	23	2	11	13	3	8	18	4	10

Tabell XII. KONCENTRATIONER OCH SEDIMENTATION AV OPOLÄRA ALIFATISKA KOLVÄTEN (NAH)\$

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS
Summa NAH	250	350	960	130	250	570	140	270	810
	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år
Summa NAH	392	403	1580	168	254	1242	254	453	2339
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Summa netto-sedimentation i resp. vattenområde (se sid 6)	680	268	1 272	291	169	1 000	441	301	1 883

Tabell XIII.A. KONCENTRATION ($\mu\text{g/g}$ TS) AV GRUNDELEMENT

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	$\mu\text{g/g}$ TS	$\mu\text{g/g}$ TS	$\mu\text{g/g}$ TS	$\mu\text{g/g}$ TS	$\mu\text{g/g}$ TS	$\mu\text{g/g}$ TS	$\mu\text{g/g}$ TS	$\mu\text{g/g}$ TS	$\mu\text{g/g}$ TS
As	5,1	7,7	11,2	5,8	7,3	12,7	6,2	8,6	12,9
Ba	502	496	638	480	476	658	479	467	625
Be	2,9	3,3	2,9	2,3	2,2	2,1	2,8	2,8	2,5
Cd	0,8	1,2	2,9	1,4	1,7	4,3	1,0	1,2	3,0
Co	12	16	35	12	14	37	16	17	37
Cr	89	111	121	69	76	111	82	86	111
Cu	98	151	308	97	130	300	102	141	313
Hg	0,4	0,9	3,2	0,5	1,0	3,7	0,4	0,7	3,4
Mo	<5.76	<5.92	<5.39	<6,36	<5,91	<5,92	<5,28	<5,64	<5,31
Nb	32	37	32	33	17	17	14	12	14
Ni	29	35	36	35	37	35	39	43	39
Pb	62	203	280	72	171	325	69	176	327
Pt	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0827	<0,0831	<0,0873	<0,040	<0,040	<0,040
Sc	4,29	6,22	4,14	7,26	8,78	9,33	9,96	9,81	9,04
Sn	<23.1	<23.7	<21.6	<25,4	<23,7	44,9	<21,1	<22,6	<21,3
Sr	107	120	232	116	116	255	104	110	239
V	72,7	79,2	74,6	68,7	69,1	77,4	81,7	87	88,3
W	<57,7	<59,2	<53,9	<63,6	<59,1	67,3	<52,8	<56,4	<53,1
Y	20	27	19	30	30	28	31	33	27
Zn	267	467	634	287	422	620	276	415	608
Zr	99	117	114	85	88	109	100	110	98

Tabell XIII.B. SEDIMENTATION (mg/m²/år) AV GRUNDELEMENT

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år	mg/m ² /år
As	8	9	18	8	7	28	9	13	32
Ba	787	571	1050	620	484	1434	912	832	1842
Be	4,5	3,8	4,7	3,0	2,2	4,6	5,2	5,5	8,3
Cd	1,3	1,3	4,7	1,8	1,8	9,4	1,5	1,9	8,3
Co	19	18	57	16	15	80	21	26	100
Cr	140	128	199	89	77	242	162	186	349
Cu	154	174	507	126	132	654	178	253	889
Hg	0,6	1,1	5,3	0,7	1,0	8,0	0,7	1,6	9,3
Mo	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Nb	50	42	52	42	17	37	58	61	92
Ni	46	40	59	45	38	75	53	58	104
Pb	98	234	461	93	174	708	113	341	809
Pt	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Sc	6,7	7,2	6,8	9,4	8,9	20,3	7,8	10,4	12,0
Sn	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	98	n.e.	n.e.	n.e.
Sr	168	138	382	150	118	556	194	201	670
V	114	91	123	89	70	169	132	133	215
W	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	147	n.e.	n.e.	n.e.
Y	31	31	31	39	30	62	35	44	54
Zn	419	538	1044	371	429	1351	485	784	1831
Zr	154	135	188	110	89	237	179	196	329

n.e.=ej uppskattat pga analysresultat under detektionsgräns

Tabell XIII.C. UNGEFÄRLIG ÅRLIG NETTO-SEDIMENTATION (kg) I RESPEKTIVE VATTENOMRÅDE AV GRUNDELEMENT

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
As	14	6	15	13	5	22	16	9	26
Ba	1 366	380	846	1 075	322	1 154	1 582	554	1 483
Be	8	3	4	5	1	4	9	4	7
Cd	2	1	4	3	1	8	3	1	7
Co	32	12	46	27	10	64	37	17	80
Cr	243	85	160	154	51	195	281	124	281
Cu	267	116	408	218	88	526	309	169	716
Hg	1	1	4	1	1	6	1	1	8
Mo	n.e.	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e
Nb	86	28	42	73	11	30	100	41	74
Ni	79	26	48	78	25	61	92	39	84
Pb	170	155	371	161	116	570	197	227	651
Pt	n.e.	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e.	n.e	n.e	n.e
Sc	12	5	5	16	6	16	14	7	10
Sn	n.e.	n.e	n.e	n.e	n.e	79	n.e.	n.e	n.e
Sr	291	92	307	260	78	447	337	134	539
V	198	61	99	154	47	136	229	88	173
W	n.e.	n.e	n.e	n.e	n.e	118	n.e.	n.e	n.e
Y	53	20	25	68	20	50	61	30	43
Zn	727	358	840	643	285	1 087	842	521	1 474
Zr	268	90	151	190	59	191	310	131	265

n.e.=ej uppskattat pga analysresultat under detektionsgräns

Miljöövervakning – vatten – Stockholms kommun

Tabell XIV. KONCENTRATION (% AV TS) AV GRUNDELEMENT FRAMRÄKNADE UR RESPEKTIVE HUVUDELEMENT Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , MnO_2 , Na_2O , P_2O_5 , SiO_2 OCH TiO_2 .

	Klubben97	Riddarfj.97	Kastellh.97	Klubben98	Riddarfj.98	Kastellh.98	Klubben99	Riddarfj.99	Kastellh.99
	% TS	% TS	% TS	% TS	% TS	% TS	% TS	% TS	% TS
Al	5,8	6,0	5,1	5,9	6,0	5,5	6,0	6,1	5,6
Ca	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0	1,2	1,1	1,1	1,1
Fe	4,1	4,5	5,3	3,5	3,9	5,1	4,0	4,2	4,9
K	2,2	2,2	1,9	2,2	2,2	2,1	2,3	2,3	2,2
Mg	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2
Mn	0,6	0,3	0,7	0,4	0,2	1,0	0,5	0,2	0,7
Na	0,9	1,2	2,1	1,0	1,0	1,7	0,9	1,0	1,8
P	0,4	0,3	0,7	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6
Si	22,9	24,3	20,8	22,3	23,2	21,6	23,3	24,5	21,1
Ti	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

7. Referenser

- Anon. (1991). SNV, 1991. SNV Rapport 3696, Solna 86pp.
- Anon. (1996). DIFFCHEM-project on Alkylphenol and Akylphenoletoxylater. University of Amsterdam, Amsterdam (stencil), 25pp.
- Anon. (1999). SNV, 1999. SNV Rapport 4914, Stockholm 86pp.
- Axelmann, J., Näf, C., Bandh, C., Ishaq, R., Pettersen, H., Zebühr, Y. & Broman, D. Occurrence, distribution and turnover of PAHs and PCBs in the Baltic - A mass balance approach. In: *A Systems Analysis of the Changing Baltic Sea*. Wulff, F., Rahm, L. & Larsson, P. Eds. Springer-Verlag. In press.
- Broman, D., Colmsjö, A., Ganning, B., Näf, C. & Zebühr, Y. (1988). A multi sediment trap study on the temporal and spatial variability of polycyclic aromatic hydrocarbons and lead in an anthropogenic influenced archipelago. *Environ. Sci. Technol.*, 22, 1219-1228.
- Broman, D., Näf, C., Zebühr, Y. & Lexén, K. (1989). The composition, distribution and flux of PCDDs and PCDFs in settling particulate Matter (SPM) - A sediment trap study in the northern Baltic. *Chemosphere*, 19, 445-450.
- Broman, D., Kugelberg, J. & Näf, C. (1990). Two hydrodynamically stable self-suspended buoyant sediment traps of a simple design. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 30, 429-436.
- Broman, D., Lundbergh, I. & Näf, C. (1994). Spatial and seasonal variation of major and trace elements in settling particulate matter in an estuarine like archipelago area of the northern Baltic proper. *Environ. Pollut.* 85, 243-257.
- Muntligt; Christer Lännergern, Stockholm vatten AB.
- Nylund, K et al. (1992). Analysis of some polyhalogenated organic pollutants in sediment and sewage sludge. *Chemosphere*, 24, 1721-.
- Näf, C. et al. (1996). Ackumulering och fördelning av miljögifter i Bottniska Viken – Näringsvävsprojektet. (Stencil). Stockholms universitet.
- Turén, A. (1988). Phtalate esters in the environment. Thesis. Department of ecology, Lund university. 26 pp.
- de Wit, C. (2000). Brominated flame retardants. Swedish Environmental Protection Agency. Report 5065. 94pp.
- Østfelt et al. (1994). Halogenated organic compounds in the marine environment 1989-1990. *Tema Nord* 1994:591. 77 pp.