

Rapport 2011:19



LÄNSSTYRELSEN  
I STOCKHOLMS LÄN

# Metaller och miljögifter i sediment

– inom Stockholms stad och Stockholms län 2007



**Författare:**

Ingemar Cato & Anna Apler

Rapport 2011:19



LÄNSSTYRELSEN  
I STOCKHOLMS LÄN

# **Metaller och miljögifter i sediment**

– inom Stockholms stad och Stockholms län 2007

Rapporten har tagits fram av Sveriges geologiska undersökning, SGU, på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län och Stockholm stad.

Omslagsbild: Hammarbyslussen sedd från Mälarsidan (manipulerad bild).  
Fotograf: I Cato, 2007.

Utgivningsår: 2011  
ISBN 978-91-7281-436-3.

Rapporten finns att hämta som pdf på Länsstyrelsens webbplats  
[www.lansstyrelsen.se/stockholm](http://www.lansstyrelsen.se/stockholm)

# Förord

---

Miljöförvaltningen i Stockholms stad och Länsstyrelsen i Stockholms län har tagit fram rapporten *"Metaller och miljögifter i sediment – miljö kvalitet och trender inom Stockholms stad och Stockholms län"* som en del av den regionala och lokala miljöövervakningen av miljögifter.

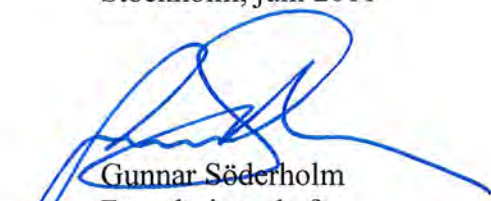
Syftet var att undersöka belastningen av föroreningar i sedimenten i länets kustvatten och den östligaste delen av Mälaren. Vi ville också jämföra den nuvarande miljösituationen med tidigare resultat från samma provtagningsplatser (1997-2001).

Prover av ytsediment samlades år 2007 in från 29 provpunkter och analyserades med avseende på organiskt material, näringsämnen, grundämnen samt utvalda organiska miljögifter. Resultaten redovisas i tabeller, kartor samt i stapeldiagram som visar en öst-västlig transekt. Samtliga provpunkter har klassats med avseende på miljö kvalitet för var och en av de metaller och organiska miljögifter som omfattas av de svenska bedömningsgrunderna för kust och hav. Klassningen utgör ett viktigt underlag för arbetet med vattenförvaltning enligt Förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön. Vi planerar att upprepa undersökningen om några år.


Resultaten visar bland annat att halterna av fosfor och tenn ökat mellan de båda mätperioderna. För att få en säkrare utvecklingstrend för de undersökta metallerna och miljögifterna bör ytterligare en till två provtagningar åtskilda med några års mellanrum genomföras. Med få undantag hittas de högsta koncentrationerna i centrala Stockholm, där miljöstatusen för flertalet ämnen faller i klass 5 (mycket höga halter), med en avklingning mot Oxdjupet respektive Vårberg till klass 4 (hög halt). Länsstyrelsen och Miljöförvaltningen anser att föroreningsinnehållet i sediment ger viktig information som speglar samhällets miljögiftsanvändning och att ett kvitto på miljöarbetets effekt kan avläsas i sedimentens innehåll av miljögifter.

Ingemar Cato (projektledare) och Anna Apler vid Sveriges geologiska undersökning (SGU) har utfört undersökningen. Carl Rolff, Christina Berglind, Rasha Ishaq och Karin Ek på Länsstyrelsen har under projektperioden varit samordnare av projektet tillsammans med Arne Jamtrot och Katrin Holmström på Miljöförvaltningen i Stockholm.

Stockholm, juni 2011



Gunnar Söderholm  
Förvaltningschef  
Miljöförvaltningen i Stockholm stad



Lars Nyberg  
Miljödirektör  
Länsstyrelsen i Stockholms län



<b>Innehållsförteckning</b>	<b>sid.</b>
1. Sammanfattning/Summary	:
2. Uppdraget	.....36
3. Bakgrund	36
4. Aktuellt undersökningsområde	36
5. Metodik och utrustning som nyttjats vid SGUs insamling av beskrivna data	19
5.1 Fartyg och positionering	19
5.2 Seismiska mätningar	1:
5.3 Sedimentekolodsmätning	1:
5.4 Side-scan sonarmätning	1:
5.5 Förarbeten	1:
5.6 Sedimentprovtagning	1:
5.7 Kemiska analyser	1;
5.8 Bedömning av miljö kvalitet	42
6. Resultat	42
6.1 Radiografiska analyser och beskrivning av sedimentkärnor	42
6.2 Ackumulationshastighet	28
6.3 Totalkol, totalt organiskt kol, totalkväve och C/N-kvot	2;
6.3.1 Totalkol (TC)	2;
6.3.2 Totalt organiskt kol (TOC)	52
6.3.3 Totalkväve (TN)	53
6.3.4 Kol-kväve-kvoten (C/N)	54
6.4 Grundämnen	55
6.4.1 Metaller	55
6.4.1.1 Arsenik (As)	36
6.4.1.2 Kadmium (Cd)	39
6.4.1.3 Kobolt (Co)	62
6.4.1.4 Krom (Cr)	63
6.4.1.5 Koppar (Cu)	46
6.4.1.6 Kvicksilver (Hg)	47
6.4.1.7 Nickel (Ni)	4;
6.4.1.8 Bly (Pb)	72
6.4.1.9 Zink (Zn)	74
6.4.1.10 Vanadin (V)	76
6.4.2 Övriga grundämnen	76
6.4.2.1 Litium (Li)	76
6.4.2.2 Niob (Nb)	78
6.4.2.3 Svavel (S)	78
6.4.2.4 Uran (U)	79
6.4.3 Jordartsmetaller	7:
6.5 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	7;
6.5.1 Enskilda PAH-föreningar	84
6.4 Hexaklorbensen (HCB)	94
6.5 Klorerade bifenyler (PCB)	98
7. Sambandsanalyser med totalt organiskt kol	: 4
7.1 Sambandet mellan grundämnen och totalt organiskt kol	: 4
7.2 Sambandet mellan organiska miljögifter och totalt organiskt kol	: 5
8. Sammanfattning av trendanalyser och miljö kvalitet	: 8
9. Referenser	: 4
10. Bilageförteckning	: 5

## 1. Sammanfattning/Summary

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har på uppdrag, dels av Enheten för Miljöanalys vid Länsstyrelsen i Stockholms län, dels av Miljöförvaltningen vid Stockholms stad i oktober 2007 genomfört provtagningar av ytsediment för miljökemiska analyser inom såväl Stockholms stad som inom Stockholms läns kustvatten samt Mälarens östligaste del. 2010 gav länsstyrelsen SGU i uppdrag att låta analysera de nedfrysta och arkiverade sedimentproven som togs 2007. Dessa analyserades med avseende på grundämnen (bl.a. metaller) och vissa organiska miljögifter. Resultaten skulle redovisas i en samlad gemensam rapport med motsvarande analysdata från Stockholms stads prover. De senare proverna analyserades redan 2007/2008.

Provtagningarna genomfördes på av SGU tidigare (1997-2001) framtagna och provtagna stationer placerade på lämpliga ackumulationsbottnar. SGUs tidigare provtagningar genomfördes inom ramen för SGUs marina miljökemiska sedimentprogram som är kopplat till SGUs statsuppdrag att kartlägga Sveriges kontinentalsockelområde (territorialhav och ekonomiska zon, EEZ). Två nya stationer etablerades 2007 för Stockholms stads räkning vid Hägersten i Mälaren och vid Lidingöbro i saltsjön.

Provtagningsplatserna har dokumenterats med undervattensfoto och samtliga upphämtade sedimentkärnor har beskrivits samt dokumenterats med foto och röntgenteknik. De senare för radiografisk analys för klarläggande av inre sedimentstrukturer och eventuell förekomst av fysiska störningar, t.ex. genom ankring eller biologisk omröring (bioturbation).

Det översta sedimentskiktet (0-1 cm) har på samtliga 29 sedimentkärnor uttagits för analys av halten organiskt material och näringsämnen (kol, kväve och fosfor), 57 grundämnen, bl.a. tungmetallerna arsenik (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn) samt polycykliska aromatiska kolväten (PAH). På 8 stationer inom centrala Stockholm analyserades även hexaklorbensen (HCB) och polyklorerade bifenyler (PCB).

Samtliga stationer har klassats med avseende på miljökvalitet för var och en av de metaller och organiska miljögifter som omfattas av de svenska bedömningsgrunderna för sediment i kust och hav. Med undantag för arsenik, kobolt och krom återfinns de högsta koncentrationerna i centrala Stockholm och ut till Oxdjupet samt in i Mälaren till Vårberg (vid Skärholmen). På samtliga dessa stationer faller miljöstatusen för Cd, Cu, Hg, Pb och Zn samt PAH, och HCB i klass 5 (mycket höga halter) med en avklingning mot Oxdjupet respektive Vårberg till klass 4 (hög halt). Samtliga stationer för PCB faller i klass 5. Klasserna 1-2 representerar stationer utspridda i den yttre skärgården utanför dessa gradienter. Endast kobolt (Co) uppträder enbart i de klasser som utgör den naturliga bakgrunden (klass 1) eller något högre (klass 2). Merparten av stationerna med avseende på As, Pb, Cr och Ni och i viss mån bly (Pb) ligger också i dessa två lägsta klasser 1-2.

Den stationsvisa koncentrationsförändringen över tiden (dvs. mellan perioderna 1997-2001 och 2007) av respektive undersökt ämne/substans redovisas och illustreras med diagram. Med hjälp av medel- och medianvärdesförändringen för samma period ges en

generell bild av utvecklingen för den miljökemiska statusen i bottenarna inom Stockholms läns kustavsnitt och östligaste delen av Mälaren.

Medel- och medianvärdesförändringar av halterna för respektive undersökta ämnen har genomförts antingen för hela undersökningsområdet med eller utan data från centrala Stockholm (den s.k. Stockholms-Mälarsgradienten mellan Vårberg/Strömmen och Oxdjupet) och för delområden som t.ex. centrala Stockholm, norra respektive södra skärgårdshavet. Detta då trenderna i många fall är helt olika i dessa områden för ett och samma ämne. Sannolikheten för de ovan beskrivna medelvärdesförändringarna har dessutom testats statistiskt med hjälp av s.k. t-test med (n-1) frihetsgrader för matchade datapar (dvs. data från samma stationer men härrörande från de två provtagningsperioderna 1997-2001 och 2007). För att klarlägga om förändringarna är reella har dessa ställts mot framtagna naturliga inhomogenitetsfaktorer för respektive ämne i sedimentet.

En sammanställning över förändringen av medelvärdeskoncentrationen för några av de mest miljörelevanta ämnena och föreningarna i Stockholms läns kustområdes yt-sediment (0-1 cm) mellan 1997-2001 och 2007 visas i nedanstående figur tillsammans med motsvarande förändringar med och utan Stockholms-Mälarsgradienten. Nedåtriktad pil betyder minskad halt och uppåtriktad pil ökad halt. Färgkodningen visar sannolikheten för beräknade förändringar.

Stockholms läns Kustvatten och östra Mälaren	Förändring Trend 97/2001 - 2007 Hela länet		Förändring Trend 1997/2001 - 2007 Stockholms-Mälars gradienten		Förändring Trend 1997/2001 - 2007 Länet exklusive Stockholms-Mälars gradienten	
	Ämne/förening	%	%	%	%	%
Tot kol (TC)	↘	-5	↘	-13	↘	1
Tot org kol (TOC)	↘	-4	↘	-12	↘	2
Tot kväve (TN)	↘	-0,5	↘	-9	↘	5
C/N	↘	-5	↘	-4	↘	-6
Arsenik (As)	↘	11	↘	3	↘	18
Bly (Pb)	↘	-9	↘	1	↘	-23
Kadmium (Cd)	↘	-29	↘	-30	↘	-28
Kobolt (Co)	↘	-10	↘	-14	↘	-9
Koppar (Cu)	↘	99	↘	106	↘	77
Krom (Cr)	↘	6	↘	13	↘	2
Kvicksilver (Hg)	↘	16	↘	28	↘	-8
Nickel (Ni)	↘	1	↘	-51	↘	27
Vanadin (V)	↘	9	↘	16	↘	7
Zink (Zn)	↘	-7	↘	-12	↘	-0,5
Sum 11 PAH	↘	20	↘	33	↘	-38
Sum 7PCB			↘	-51		
Tot PCB			↘	-35		
HCB			↘	-74		

Sannolikhet

- p>99 %
- p>95 %
- p>90 %
- p>75 %
- p<75 %

Av övriga 57 grundämnen som analyserats i sedimentet kan konstateras att under perioden 1997-2001 till 2007 har inom hela skärgårdshavet halten av t.ex. fosfor (P) ökat med 38 % och tenn (Sn) med 261 %. Koncentrationsökningen av fosfor är störst i Stockholms-Mälarsgradienten (79 %) och beror sannolikt på en ökad fastläggning av fosfor i sedimenten i de områden som fått bottenarna syresatta under 2000-talet.

Även tenn uppvisar den största koncentrationsökningen (870 %) i Stockholm-Mälargradienten. Orsakerna till denna ökning är mer svårbedömd, men det är inte osannolikt att källan kan vara båtbottnfärger innehållande de numera förbjudna organiska tennföreningarna, t.ex tributyltenn (TBT). Att dessa föreningar användes efter förbuden har konstaterats i andra undersökningar, men framförallt kan orsaken vara att båtägare skrapat bort dessa färger på upptagningsplatser och ersatt dem med tillåten färg. Den bortskrapade färgen sköljs antingen genom spolning eller med regn (ytavrinning) ut i havet.

Koncentrationen av uran (U) och wolfram (W) har ökat med 18 respektive 82 % i Stockholm-Mälargradienten. Resultaten tyder på att en källa, berggrundsbedingad eller antropogen finns i Mälaren respektive i centrala Stockholm.

Överlagrat dessa förändringar ligger faktorer för inhomogenitet respektive fysiska omblandning (bioturbation) av sedimentet. Den förra faktorn vanligen mindre än 10 % och den senare faktorn i genomsnitt 20 % på förändringar som ägt rum under en tioårsperiod respektive 35 % på förändringar som ägt rum under en femårsperiod i *oxiderade miljöer*. Faktorer som i flera fall är större än de med hög statistisk sannolikhet observerade genomsnittliga koncentrationsförändringarna utmed kusten. I fall med oxiderade bottenförhållanden krävs därför längre observationsperioder, dvs tre till fyra provtagningsomgångar, för att öka säkerheten i slutsatsen över respektive trend. I sediment från *anoxiska*, dvs miljöer med syrebrist, är inhomogenitetsfaktorn mycket låg och bioturbation saknas. De är den senare typen av botten som provtogs 1997-2001 och som valts ut för 2007 års provtagningar.

Under senare år har dock en med ballastvatten nyligen invandrad, s.k. främmande art, av havsborstmask (*Marenselleria neglecta*) invaderat Östersjöns botten. Arten kan existera i botten med syrebrist (*hypoxia*; <2 ml syre per liter vatten) och därmed åstadkomma bioturberade ytsediment. Ett förhållande som med röntgenteknik observerats i flera av de sedimentkärnor som provtogs 2007. Detta medför att det föreligger en viss osäkerhet i de observerade trenderna.

En säkrare utvecklingstrend, vad avser de olika undersökta ämnena och organiska substanserna, kan därför först erhållas efter ytterligare en till två provtagningsomgångar åtskilda med ett intervall som medger att minst 1-cm nytt sediment ackumulerats på botten sedan den föregående provtagningen. För att utreda provtagningsintervallet har antalet tunna skikt (laminae) räknats och mätts i den radiografiska bilden på respektive sedimentkärna. Beräkningen förutsätter att ett laminae motsvarar ett års ackumulation av sediment.

Akkumulationshastigheten har även beräknats genom att mäta aktiviteten för isotopen  $^{137}\text{Cs}$  (cesium). Isotopen  $^{137}\text{Cs}$  förekommer inte naturligt utan är en antropogent skapad produkt som uppkommer i samband med kärnklyvningsprocesser. Med beaktande av isotopens 30-åriga halveringstid kan man med stor sannolikhet utgå ifrån att allt  $^{137}\text{Cs}$  som idag kan mätas i Östersjöns sediment härrör från Tjernobylyolyckan i april 1986. Isotopens nedre gräns för sitt uppträdande i sedimentlagerföljden utgör därmed en s.k. ”markör” för året 1986. Baserat på vilket sedimentdjup detta sker och de antal år som förflutet mellan Tjernobylyolyckan och provtagningsdatum kan ackumulationshastigheten beräknas.

De två metoderna ger ett mycket samstämmigt resultat ( $r^2 = 0,88$ ), vilket medför att den beräknade ackumulationshastigheten för respektive station kan betraktas som säker. Det beräknade provtagningsintervallet varierar, beroende på ackumulationshastigheten på respektive station från knappt ett år till drygt tre år. Ett lämpligt provtagningsintervall för en fortsatt miljöövervakning av trenderna i antropogen belastning av metaller och organiska miljögifter är därför med lite säkerhetsmarginal fem år.

## Summary

The Geological Survey of Sweden (SGU) has been commissioned, by the Division of Environmental Analysis at the County Administrative Board of Stockholm, and by the Environmental Administration at Stockholm City in October 2007 to conduct sampling of surface sediments for environmental chemical analysis of both the City as the Stockholm County coastal waters, and the east-most part of Lake Mälaren. In 2010 the County Board gave SGU mandated to have an analysis of frozen and archived sediment samples taken in 2007. These were analyzed for elements (among others metals) and some organic contaminants. The results should be presented in a comprehensive joint report with the corresponding analytical data from Stockholm City's samples. The latter samples were analyzed already in 2007/2008.

The sampling was carried out on the SGU earlier (1997-2001) developed and test-exempt stations placed at appropriate accumulation. SGU's previous sampling was carried through within the SGU marine environmental chemical sediment program that is linked to SGU's state mandate to map the continental shelf area of Sweden (Territorial Sea and Exclusive Economic Zone, EEZ). Two new stations were established in 2007 for the Stockholm City count at Hägersten in the Lake Mälaren and at Lidingöbro in the sea.

The sampling points have been documented with underwater photography and all taken sediment cores have been described and documented with photography and by x-ray imaging technology. The latter for radiographic analysis for clarification of the internal sediment structures and the presence of physical disturbances, e.g. anchoring or biological mixing (bioturbation).

The top sediment layer (0-1 cm) on all 29 sediment cores was taken for analysis of organic matter and nutrients (carbon, nitrogen and phosphorus), 57 elements, among others the heavy metals arsenic (As), cadmium (Cd), cobalt (Co), chromium (Cr), copper (Cu), mercury (Hg), nickel (Ni), lead (Pb) and zinc (Zn) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). At the eight stations in central Stockholm hexachlorobenzene (HCB) and polychlorinated biphenyls (PCBs) were also analyzed.

All stations have been classified in terms of environmental quality for each of the metals and organic pollutants covered by the Swedish assessment criteria for sediment in coastal water and sea. With the exception of arsenic, cobalt and chromium the highest levels were found in central Stockholm and northwards to the Oxdjupet deep and into the Lake Mälaren to Vårberg (at Skärholmen). In all of these stations fall the environmental status of Cd, Cu, Hg, Pb and Zn, and PAHs, and HCB in class 5 (very high levels) with a decay to Oxdjupet respective Vårberg to Class 4 (high). All stations of PCBs fall in Class 5. Classes 1-2 represent stations scattered in the outer archipelago outside of these gradients. Only cobalt (Co) occurs in the classes that

constitute the natural background (class 1) or slightly higher (class 2). Most of the stations with respect to As, Pb, Cr and Ni and to some extent lead (Pb) are also in the two lowest classes 1-2.

The station show the concentration change over time (i.e., between the periods 1997-2001 and 2007) of the respective analyzed element/substance and have been reported and illustrated in diagrams. Using the mean and median change for the same period gives a general picture of the development of the environmental chemical status of the seabed within the Stockholm county coastline and the eastern part of the Lake Mälaren.

Mean and median changes in the levels of the respective analyzed substances has been carried out either for the entire study area with or without data from central Stockholm (the Stockholm-Mälaren-gradient between Värberg/Strömmen and Oxdjupet) and for areas such as central Stockholm, northern and southern archipelago. This is because trends in many cases are completely different in these areas for a single substance. The probability of the above average change was also tested statistically by using the so-called t-test with (n-1) degrees of freedom of matched data pair (i.e. data from the same stations but coming from the two sampling periods 1997-2001 and 2007). To clarify whether the changes are real, these are asked in the developed natural inhomogeneity factors for each element/substance in the sediment.

A summary of the change in the average concentration of some of the most environmentally relevant elements/substances in the superficial sediment (0-1 cm) of the Stockholm County's coastal zone between 1997-2001 and 2007 are shown in the figure above (see, Swedish text) along with corresponding changes with and without the Stockholm-Mälaren-gradient. Down-pointing arrow means decreased concentration and upward-pointing arrow enhanced content. The color coding shows the probability of the changes.

Of the other 57 elements analyzed in the sediment can be stated that during the period 1997-2001 to 2007, throughout the archipelago the content of e.g. phosphorus (P) increased by 38 % and tin (Sn) by 261 %. The concentrations of phosphorus is highest in the Stockholm-Mälaren-gradient (79 %) and is probably due to an increased immobilization of phosphorus in sediments in the areas that received oxygenated bottom water in the 2000s'.

Although tin exhibits the largest increase in concentration (870 %) in the Stockholm-Mälaren-gradient. The reason for this increase is more difficult to assess, but it is not unlikely that the source can be anti-fouling paints containing the now banned organotin compounds, such as tributyltin (TBT). That these compounds were used after the bans have been found in other studies, but above all, the reason being that the boat owner scratched out the colors on the boat storage-yards and replaced them with a permitted color. The scraped paint is washed away either by sluicing the hull or by rain (runoff) into the sea.

The concentration of uranium (U) and tungsten (W) has increased 18 and 82 % in Stockholm-Mälaren-gradient. The results indicate that one source, bedrock induced or anthropogenic exist in the Lake Mälaren and in central Stockholm.

Overlaying these changes are factors of inhomogeneity and physical mixing (bioturbation) of the sediment. The last factor is usually less than 10 % and the latter factor was 20 % of changes that occurred over a period of ten years and 35% of the changes that occurred over a period of five years in oxidized environments. Factors that in many cases is higher than those with high statistical probability of the observed average concentration changes along the coast. In the case of oxidized bottom conditions are therefore required longer observation periods, i.e. three to four sampling rounds, to increase security in the conclusion of each trend. In sediments from anoxic, or oxygen-depleted environments, is the inhomogeneity factor very low and there is no bioturbation. It is the latter type of bottoms that were sampled in 1997-2001 and that were selected for the 2007 sampling round.

In recent years, however, with ballast water recently immigrated, so-called alien species, the polychaete (*Marenselleria neglecta*) invaded the Baltic Sea bottom. The species can exist in the bottoms of oxygen deficiency (hypoxia; <2 ml of oxygen per liter of water) and thereby achieve bioturbate surface sediment. A relationship that by the aid of X-ray techniques been observed in several of the sediment cores sampled in 2007. This means that there is some uncertainty in the observed trends.

A safer trend, for the different analyzed elements and organic compounds, can only be obtained after a further one to two sampling rounds separated by an interval that allows at least 1-cm new sediment accumulated on the bottom after the previous sampling. To investigate the sampling interval, the number of thin layers (laminae), were counted and measured in the radiographic image of each sediment core. The calculation assumes that the laminae corresponding to a one-year accumulation of sediment.

Accumulation rate have also been calculated by measuring the activity of the isotope  $^{137}\text{Cs}$  (cesium). The isotope  $^{137}\text{Cs}$  does not occur naturally but is an anthropogenic crafted product that is caused by the nuclear fission process. With regard to the isotope 30-year half-life may be very likely to assume that everything  $^{137}\text{Cs}$  which today can be measured in the Baltic Sea sediments derived from the Chernobyl accident in April 1986. The lower limits of the appearance of the isotope in sediment stratification form a so-called "marker" for years 1986. Based on the sediment depth of the case and the number of years of history between the Chernobyl accident and sampling dates, the accumulation rate may be calculated.

The two methods give very consistent results ( $r^2 = 0.88$ ), which means that the estimated accumulation rate for each station can be considered safe. The calculated sampling interval varies, depending on accumulation rate at each station from almost a year to just over three years. An appropriate sampling interval for the continued monitoring of trends in anthropogenic loading of metals and organic pollutants is therefore with some safety margin five years.

## 2. Uppdraget

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har på uppdrag, dels av Enheten för Miljöanalys vid Länsstyrelsen i Stockholms län, dels av Miljöförvaltningen vid Stockholms stad i oktober 2007 genomfört provtagningar av ytsediment för miljökemiska analyser inom såväl Stockholms stad som inom Stockholms läns kustvatten samt Mälarens östligaste del. 2010 gav länsstyrelsen SGU i uppdrag att låta ombesörja analyser av de nedfrysta och arkiverade sedimentproven som togs 2007. Dessa skulle analyseras med avseende på grundämnen (bl.a. metaller) och vissa organiska miljögifter. Resultaten skulle redovisas i en samlad gemensam rapport med motsvarande analysdata från Stockholms stads prover. De senare proverna analyserades redan 2007/2008.

## 3. Bakgrund

I oktober 2007 genomförde SGU sedimentprovtagningarna för både Stockholms stad och Stockholms länsstyrelse. Provtagningen genomfördes på 27 av SGU tidigare (1997-2000) framtagna och provtagna stationer placerade på lämpliga ackumulationsbottnar. Två nya stationer inom Stockholms stads centrala delar etablerades vid Hägersten och Lidingöbro. SGUs tidigare provtagning genomfördes inom ramen för SGUs marina miljökemiska sedimentprogram som är kopplat till SGUs statsuppdrag att kartlägga Sveriges kontinentalsockelområde (territorialhav och ekonomiska zon, EEZ), samt Väneren, Vättern och Mälaren med avseende på geologiska förhållanden och typ av bottensubstrat. SGUs statsuppdrag omfattar en kartläggning med bl.a. provtagningar och analys av ca 60 grundämnen och ett 40-tal organiska miljögifter (bl.a. PAH, PCB, flamskyddsmedel och pesticider). Denna kartläggning sker en gång, dvs. i SGUs statsuppdrag ingår inte att bedriva en trendövervakning på metaller och organiska miljögifter på dessa stationer. Den senare uppgiften ligger istället på andra organisationer, t.ex. länsstyrelserna, kommunerna eller kustvattenvårdsförbunden.

Stockholms län och Stockholm stad har valt att etablera sina respektive miljöövervakningsprogram för metaller och organiska miljögifter i sediment på 21 respektive 8 av de stationer som SGU omsorgsfullt valt ut inom länet efter genomgående hydroakustiska undersökningar och provtagningar. SGUs undersökningar inom länet mellan åren 1997-2001 utgör därmed en bas för jämförelse med 2007 års provtagningar.

Resultaten presenteras i föreliggande rapport.

## 4. Aktuellt undersökningsområde

Av SGUs kartläggning av kustområdet (fig. 1) framgår att sedimenten i området (fig. 2) är varierande och bitvis består av postglaciala gyttjeleror och lergyttjor avsatta under nuvarande Östersjöstadium (Littorinahavet). Dessa leror underlagras av glaciala leror som avsatts under tidigare Östersjöstadium (Yoldiahavet och Ancylussjön) vid en tidpunkt när inlandsisen (den senaste nedisningen, Weichsel) smälte bort från området för drygt 10 000 år sedan. Glacialleror och underlagrande morän, isälvsmaterial och berg går på många platser upp i bottenytan och anstår öppet i denna på dessa platser.



Figur 1. Översiktskarta över Stockholms läns kustvatten samt östra Mälaren (från Eniro.se). *Outline map showing the coastal water of the Stockholm County and eastern lake Mälaren (from Eniro.se).*

Den geologiska kartbilden och havsbottens geologiska uppbyggnad, som SGU tagit fram inom ramen för den reguljära kartläggningen, redovisas i SGUs Maringeologiska kartor och databaser, se t.ex. kartbladet 9I Landsort-Nynäshamn (Bergh *et.al* 2005, 2009). I figur 2 ges en översiktsbild som visar de karaktäristiska dragen i Mälarens östra del och skärgårdshavet inom Stockholms län. Kartan bygger på data kartlagda för redovisning i skalan 1:100 000.

Havsbottens uppbyggnad i området visar på en stratigrafi som avspeglar Östersjöns utveckling, dels vad avser avlagringar från de olika Östersjöstadierna, dels vad avser den isostatiska landhöjningen som följt i spåren på inlandsisens recession från området. En landhöjning som pågår än idag, om än med förminskad styrka. I skärgårdsområdet uppgår landhöjningen till ca 0,4 mm/år.

Sedimentstratigrafin vittnar om hur öppet hav successivt genom landhöjningen blivit skärgård, varvid områden skyddade av öar ofta har utvecklat ackumulationsområden med leravsättningar. Allteftersom som landhöjningen fortskridit kan bildandet av sund i sådana områden resultera i att en starkare strömsättning avbrutit sedimentationen och givet upphov till residuallager med silt och sand. Med tiden har sunden mer eller mindre slutit sig till följd av den fortgående landhöjningen och området kan ha återgått till ackumulationsområden för finsediment. I många fall kan stagnanta eller periodvis stagnanta bäcken resulterat i en permanent alternativt periodvis syrebrist med tillväxt av svavelbakterier (*Beggiatoa*). Dessa områden omtalas ofta som ”döda bottenar”.

Denna typ av bottenar håller mycket mjuka finsediment av typ lergyttja. Avsaknaden av s.k. bioturbation, (dvs omröring av sedimenten genom bottenlevande och grävande organismer) ger upphov till en botten typ som särskilt lämpar sig för sedimentbaserad miljöövervakning.

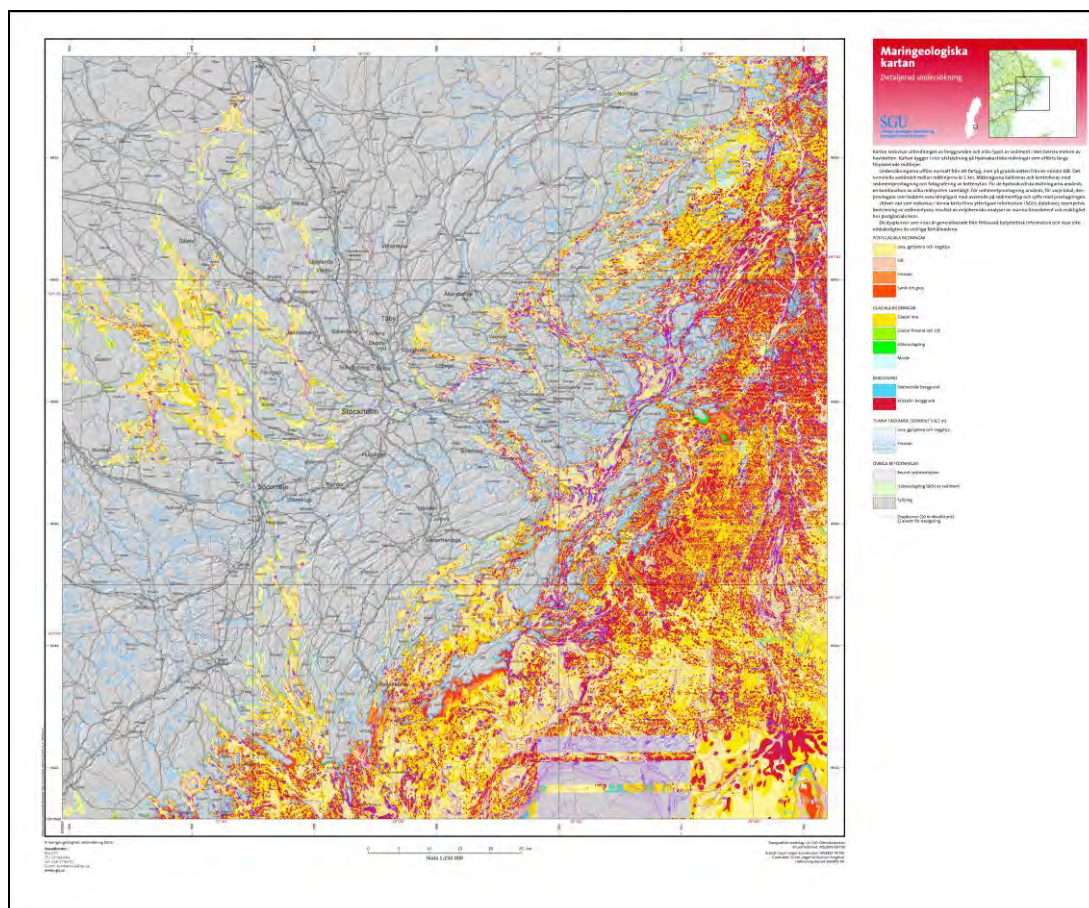
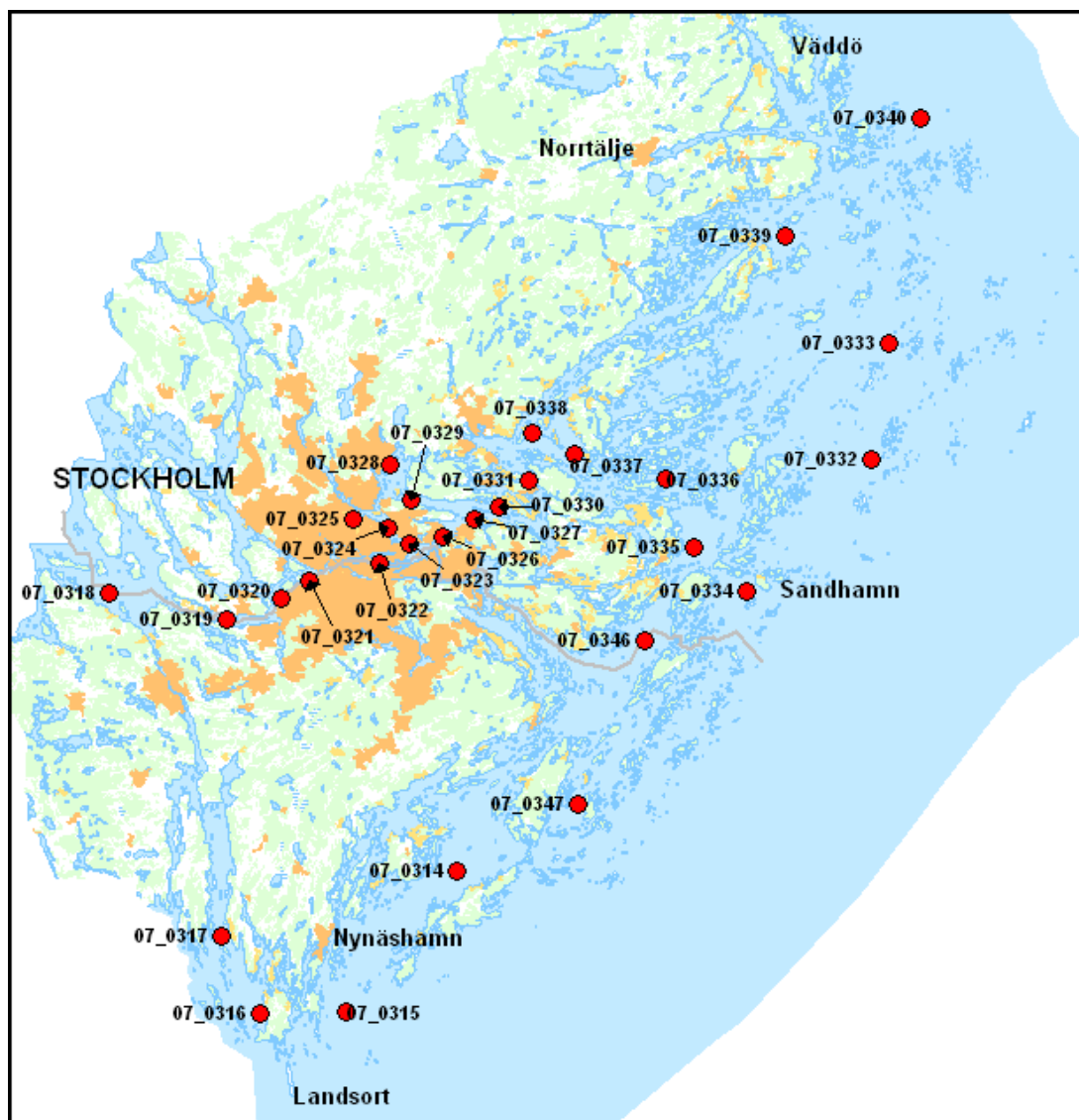


Fig. 2. Marinegeologisk karta utvisande bottenarterna inom undersökningsområdet Stockholms län. Kartläggningen är genomförd av SGU 1997-2001 och har utförts för presentation i skalan 1:100 000. Kartan har framställts genom SGUs kartgenerator och bygger på databaslagrad information.

Legend: Rött = kristallint berg; Blått = morän; Grönt = isälvsavlagring; Orange = sand/grus; Mörkgult = glaciallera; Ljusgult = postglacial och recent lera.

*Marine geological map showing the bottom sediments within the investigation area of the Stockholm County. The mapping was carried out by SGU in 1997-2001 and is aimed for presentation in the scale 1:100 000. The map has been produced by the map generator of SGU, and is based on database stored information.*

*Legend: Red = crystalline bedrock; Blue = till; Green = glaciofluvial deposits; Orange = sand/gravel; Dark yellow = glacial clay; Light yellow = postglacial and recent clays.*



Figur 3. Regionala miljöövervakningsstationer för sediment inom Stockholms läns kustvatten och Stockholms stads vatten i Mälaren och skärgårdshavet (Röda karta, LMV). *Regional environmental trend monitoring sediment stations within the coastal water of Stockholm County and the waters of Stockholm Municipality in lake Mälaren and the archipelago (Red Map, LMV).*

## 5. Metodik och utrustning som nyttjats vid SGUs insamling av beskrivna data

### 5.1 Fartyg och positionering

Berörda områden kartlades 1997-2001 av SGU inom ramen för den reguljära kartläggningen av kartbladsområdena 09i, 09j, 10i, 10j, 11j och 11k (Lantmäteriverkets indelning av landet i storrutor). De inom ramen för föreliggande projekt kompletterande mätningarna och provtagningarna (figur 3) utfördes från SGU:s undersökningsfartyg, S/V Ocean Surveyor, i början av oktober 2007. Utrustningen har under mätningarna positionerats med differentiell GPS. Uppskattningsvis ger dGPS en positionsnoggrannhet av 1-2 meter.

Samtliga positionsuppgifter i undersökningen är angivna i Rikets Nät koordinatsystem RT38/RT90 2,5 gon väst. Positionerna för provtagningarna redovisas i bilagorna 1-2.

Inom ramen för den reguljära maringeologiska kartläggningen, som SGU bedrev i skärgårdområdet 1996-2001, utfördes samtidiga mätningar med s.k. hydroakustiska mätsystem bestående av lättseismisk, penetrerande sedimentekolod och side-scanning sonar (sidoseende ekolod). Mätfarten var 3 meter/sekund. Pulsintervallet för vart och ett av de tre hydroakustiska mätsystemen var satt till 1,0 sekund.

### **5.2 Seismiska mätningar**

Det lättseismiska systemet och sedimentekolodet (se nedan) nyttjades för insamling av information om de djupare liggande sedimentlagren. Det förra systemet bestod av en tryckluftsdreven ljudsändare av typ ”sleevegun” (10 kubiktum) som producerar en kraftig och förhållandevis lågfrekvent puls. Som mottagare nyttjades en 6-kanal linjehydrofon (Teledyne), kopplad till en TritonElics-Delph Seismic registrerings/processeringsenhet. För kontroll av bl a vattnets ljudhastighet genomfördes CTD-mätningar från vattenytan ned till botten på flera stationer. Dessa mätningar utfördes 1997-2001 samt för några nordliga stationer 2007.

### **5.3 Sedimentekolodsmätningar**

För information om de övre sedimentlagrens uppbyggnad användes ett skrofast sedimentekolod av typ Edo Western HiPac (3,5/7 kHz). Sedimentekolodsdata har lagrats/processerats i systemet Triton-ISIS. Rådata lagrades digitalt i formatet SEG-Y. Ekolodning utfördes med hjälp av ett SIMRAD enkelstrålelod.

### **5.4 Side-scan sonarmätningar**

Side-scan sonar mätningar genomfördes i syfte att dokumentera utbredningen i bottenytan av olika sedimenttyper, uppstickande berggrund samt eventuell förekomst av föremål (t ex rörledningar och kablar). För mätningarna nyttjades en side-scan-sonar av Chirp-typ, Benthos SIS1624 med Triton-ISIS lagrings/processeringssystem.

Insamlade rådata har lagrats digitalt i format SEG-Y. Sonarbilderna slant-range-korrigerades och geo-rektifierades till en sonar mosaik i geo-Tiff-format med pixelstorlek motsvarande 1 x 1 meter i verkligheten.

### **5.5 Förarbeten**

Framställningen av den geologiska kartbilden och havsbottens uppbyggnad har SGU baserat på dessa omfattande mätningar tillsammans med information från ett omfattande borrhings- och provtagningsprogram. Baserat på denna kartläggning valdes sedan ut de lämpligaste platserna för SGUs s.k. miljökemisk provtagning omfattande mer än ett hundratal provtagningspunkter i skärgårdshavet och Mälaren.

Såväl Länsstyrelsen i Stockholms län (ref. Carl Rolff) som Stockholms stad (ref. Arne Jamrot) har i samråd med SGU valt ut 27 av dessa plus 2 nya provtagningspunkter att ingå i berörda organisationers nu uppstartade regionala miljöövervakningsprogram av miljögifter i sedimenten inom länet. Provtagningsmetoderna som beskrivs nedan följer de rutiner som utvecklats vid SGU och som bl.a. nyttjas inom den nationella miljöövervakningen av sediment i öppet hav (Cato & Kjellin 2008, Cato 2008, 2009, 2010).

### **5.6 Sedimentprovtagning**

Sedimentprovtagningen i föreliggande redovisning föregicks av en bottenytebesiktning med undervattenskamera. Om bottenytebesiktningen bekräftade den utifrån de hydroakustiska mätningarna utvalda provtagningsplatsernas lämplighet för geokemis-

ka och miljökemiska analyser genomfördes provtagning. Varje sådan plats provtogs med ett ”dubbelpipigt” gravitationslod av typ *Gemini Corer* (Niemistö 1974).

En av de två parallellkärnorna tagna med Gemini Corer från vardera provtagningsplatsen beskrevs, fotograferades, röntgades samt datalagrades ombord i fartygets laboratorium. Röntgning skedde med en digital sediment-scanner av typ ITRAX (Cato *et al.* 2000). Vid röntgen sattes tubspänningen till 60 kV, tubströmstyrka till 18-22 mA och exponeringstiden till 200-250 ms samt steglängden till 0,2 mm.

## 5.7 Kemiska analyser

Analysdata finns redovisade i bilagorna 1-2. Följande metoder har använts:

Torrsubstansen (TS) för kemisk analys bestämdes genom torkning av frystorkade prover i enlighet med standard (SS 028113). Bestämningarna utfördes av ALS Laboratory Group i Luleå.

Vattenhalten i sedimentet bestämdes genom vägning före och efter frystorkning. Bestämningarna utfördes av SGU. Vattenhalten beräknades från torrsubstansen och uttrycks i procent av det frystorkade provets vikt.

Totalkol, organiskt kol och totalkväve analyserades med en Carlo Erba NA 1500 vid Göteborgs universitet.

Huvudelement och spårelement har med några få undantag analyserats med avseende på sedimentets totala halt i enlighet med Internationella havsforskningsrådets (ICES) rekommendationer. Beroende på elementgruppernas olika kemiska och analytiska egenskaper har tre olika metoder för uppslutning/lakning använts. För flertalet element har sedimentprovet smälts med LiBO<sub>2</sub> och sedan upplösts i 5 % HNO<sub>3</sub>. För vissa element (Ag, Be, Co, Cs, Li, Pb, Sb, Tl och Zn) har uppslutning skett med HF/HClO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub> och för några element (As, Cd, Hg och S) efter lakning med 7M HNO<sub>3</sub>. Slutbestämning har skett med plasma-emissionsspektrometri (*Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*, ICP-AES) och plasma-masspektrometri (*Inductively Coupled Plasma Sector Field Mass Spectrometry*, ICP-SEMS). Analyserna har skett enligt modifierade EPA-metoder 200.7 respektive 200.8. Resultaten har jämförts med certifierade standarder (GSD-2, GSD-4, GSD-8). Analyserna utfördes av Analytica (tillhörande ALS Laboratory Group) i Luleå. Laboratoriet är ackrediterat för analyserna.

Organiska miljögifter har efter sohlextraktion av sedimentprovet och efterföljande rening analyserats enligt följande. Polyaromatiska kolväten (PAH) har bestämts med hjälp av högprestanda vätskekromatograf (HPLC). Klorerade ämnen har bestämts med hjälp av högupplösande gaskromatograf (GC-MS) försedd med SPI-injektor och EC-detektor. Resultaten har jämförts med certifierade standarder (NIST, SRM 1647, U.S.EPA C-813-01 och NIST, SMR 1492). Analyserna utfördes av Svenska miljöinstitutet (IVL). Laboratoriet är ackrediterat för analyserna.

Cesium-137. Aktiviteten av radiocesium (<sup>137</sup>Cs) bestämdes i respektive sedimentkärna med en vertikal upplösning av 1 cm. Bestämningen skedde på vått sediment i en gammaspektrofotometer (NaI-detektor) med processeringsenhet bestående av Micro-ACE mångkanalsanalysator med programvara ScintiVision-32.






## 5.8 Bedömning av miljö kvalitet

Sedimentenprovrens miljöstatus har bedömts och klassats (se tabell 1) i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet i kust och hav (Naturvårdsverket 1999, 2005). Samtliga grundämnen utom As, Cd, Hg är klassade enligt tabell 37 i bedömningsgrunderna medan de senare metallerna är klassade enligt tabell 36 (se avsnitt 5.7 ovan).

Klassningen omfattar 5 klasser för tungmetaller, där klass 1 (blå färg) motsvarar ingen/obetydlig avvikelse från jämförvärdet, dvs. avvikelse från den naturliga bakgrunden och klass 5 (röd färg) ett starkt påverkat område med mycket stor avvikelse från jämförvärdet av ifrågavarande tungmetall (tabell 1). Klassningssystemet är liknande för organiska miljögifter. Enda skillnaden är att jämförvärdet är noll (tabell 1).

Svenska bedömningsgrunder finns inte för alla de ämnen som undersökts inom ramen för föreliggande undersökning. I dessa fall redovisas enbart koncentrationsdata samt hur dessa förhåller sig till medianvärdet av motsvarande ämne i SGUs miljökemiska databas. Resultatet av klassningen redovisas i bilagorna 1-2.

Tabell 1. Klassificering enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999).

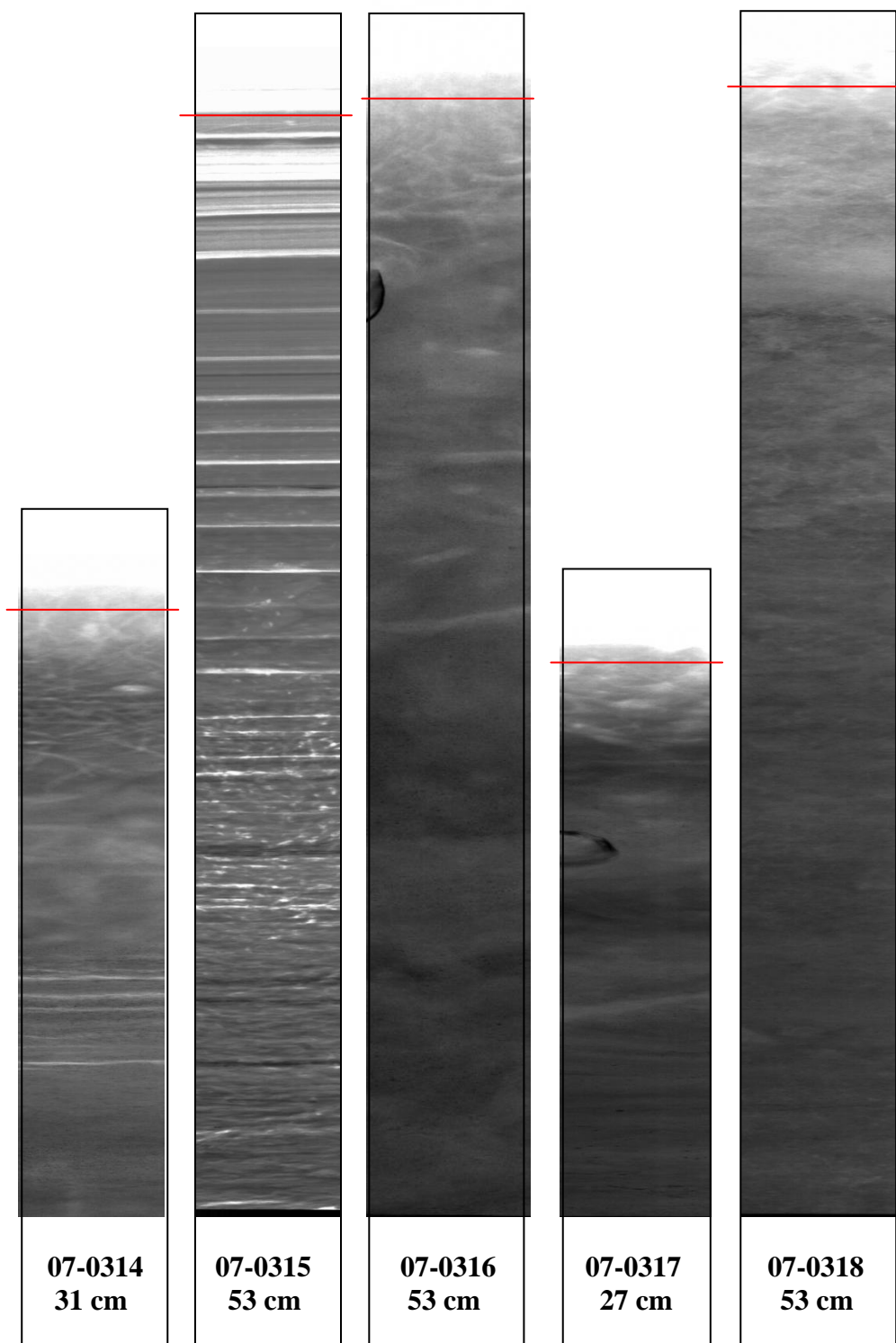
	<b>Metaller</b>	<b>Organiska miljögifter</b>
	<b>Klass 1</b> Ingen/obetydlig avvikelse	Ingen halt
	<b>Klass 2</b> Liten avvikelse	Låg halt
	<b>Klass 3</b> Tydlig avvikelse	Medelhög halt
	<b>Klass 4</b> Stor avvikelse	Hög halt
	<b>Klass 5</b> Mycket stor avvikelse	Mycket hög halt

## 6. Resultat

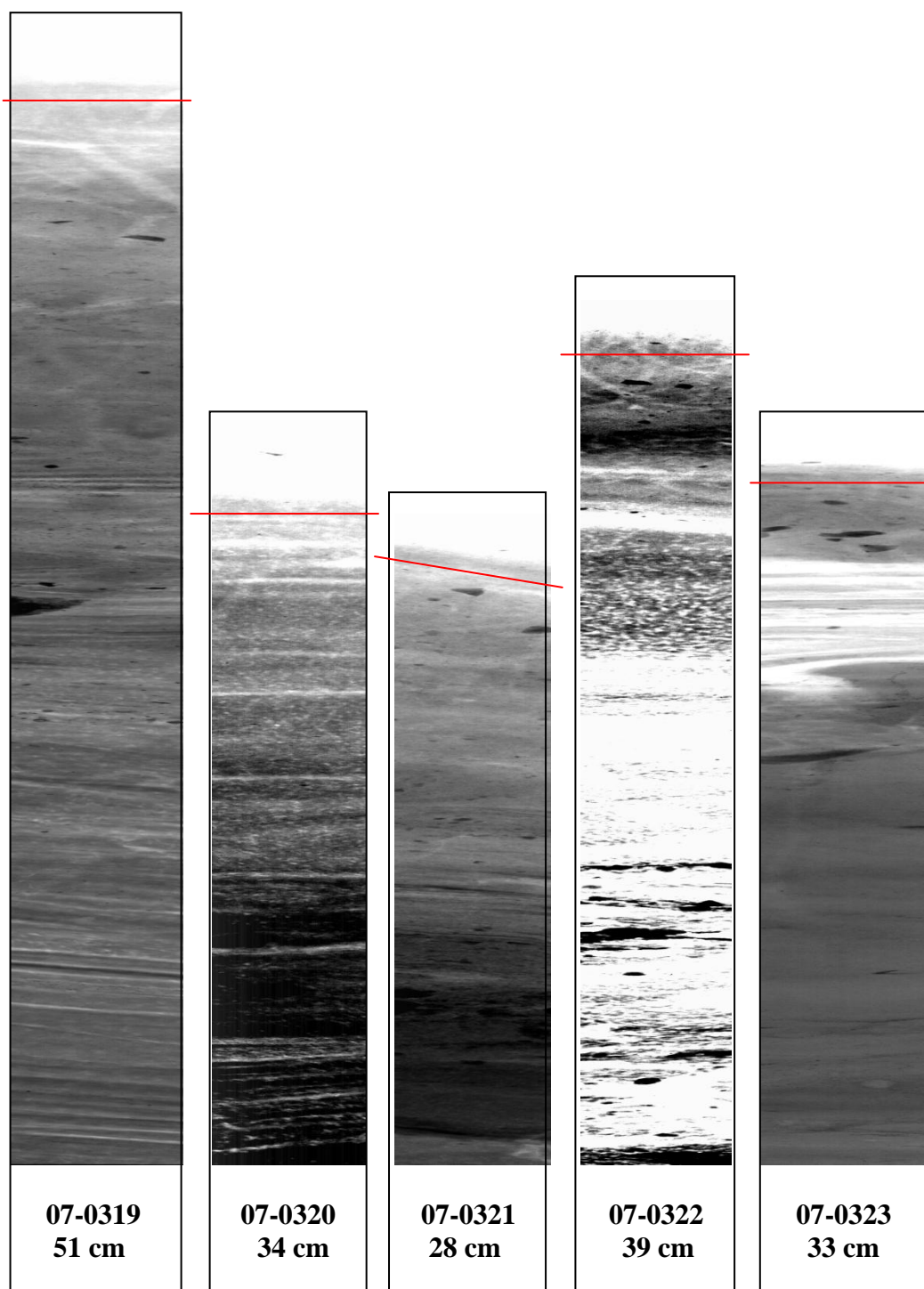
### 6.1 Radiografisk analys och beskrivning av sedimentkärnor

En av de två parallellkärnor som tagits med Gemini Corer på respektive provtagningsplats röntgades ombord i fartygets laboratorium. Röntgning skedde med en digital sediment-scanner av typ ITRAX (Cato *et al.* 2000). Resultaten av den radiografiska analysen presenteras i figurerna 4-9.

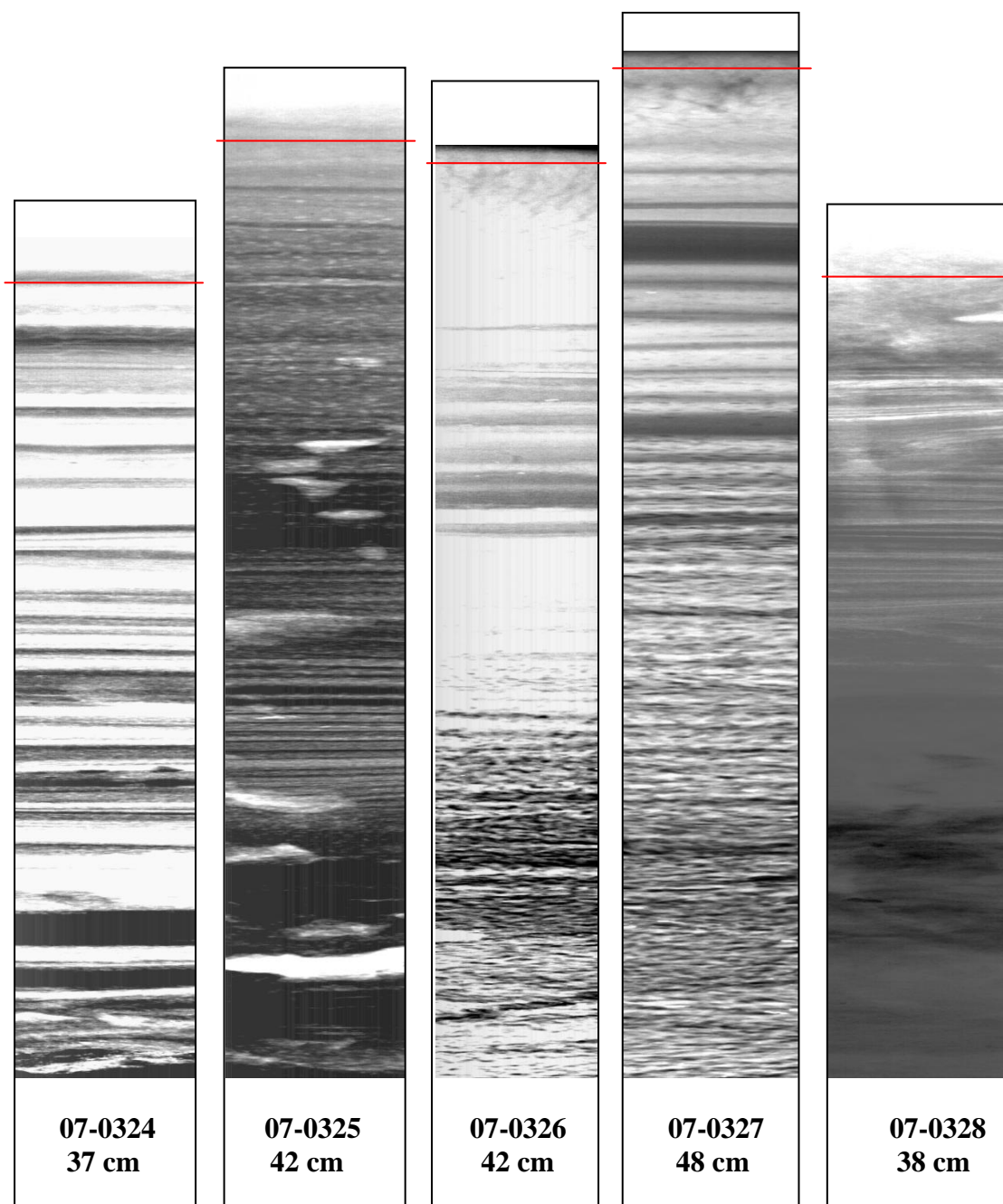
Tillsammans med resultaten från den optiska besiktningen av botten (bilaga 3) och av beskrivningen av sedimentkärnorna (bilaga 4) visar dessa på en postglacial lergyttja innehållande skalhalvor från Östersjömussla (*Macoma baltica*), t.ex. i kärnorna 07-0316 och 07-317 i figur 4. Sedimentkärnan visar spår av bioturbation varför skalhalvorna sannolikt härrör från musslor som levtt och dött på platsen, sannolikt till följd av syrebrist (hypoxia < 2 ml syre/l).



Figur 4. Radiografiska bilder, samt kärnlängd av sedimentkärnorna från stationerna 07-0314 – 07-0318. Skala 1:5. Röd linje markerar provtagningsintervallet för ytsediment (0-1 cm). *Radiograph images and length of sediment cores from the sampling sites 07-0314 – 07-0318. Scale 1:5. Red line marks sub-sample interval of superficial sediment (0-1 cm).*



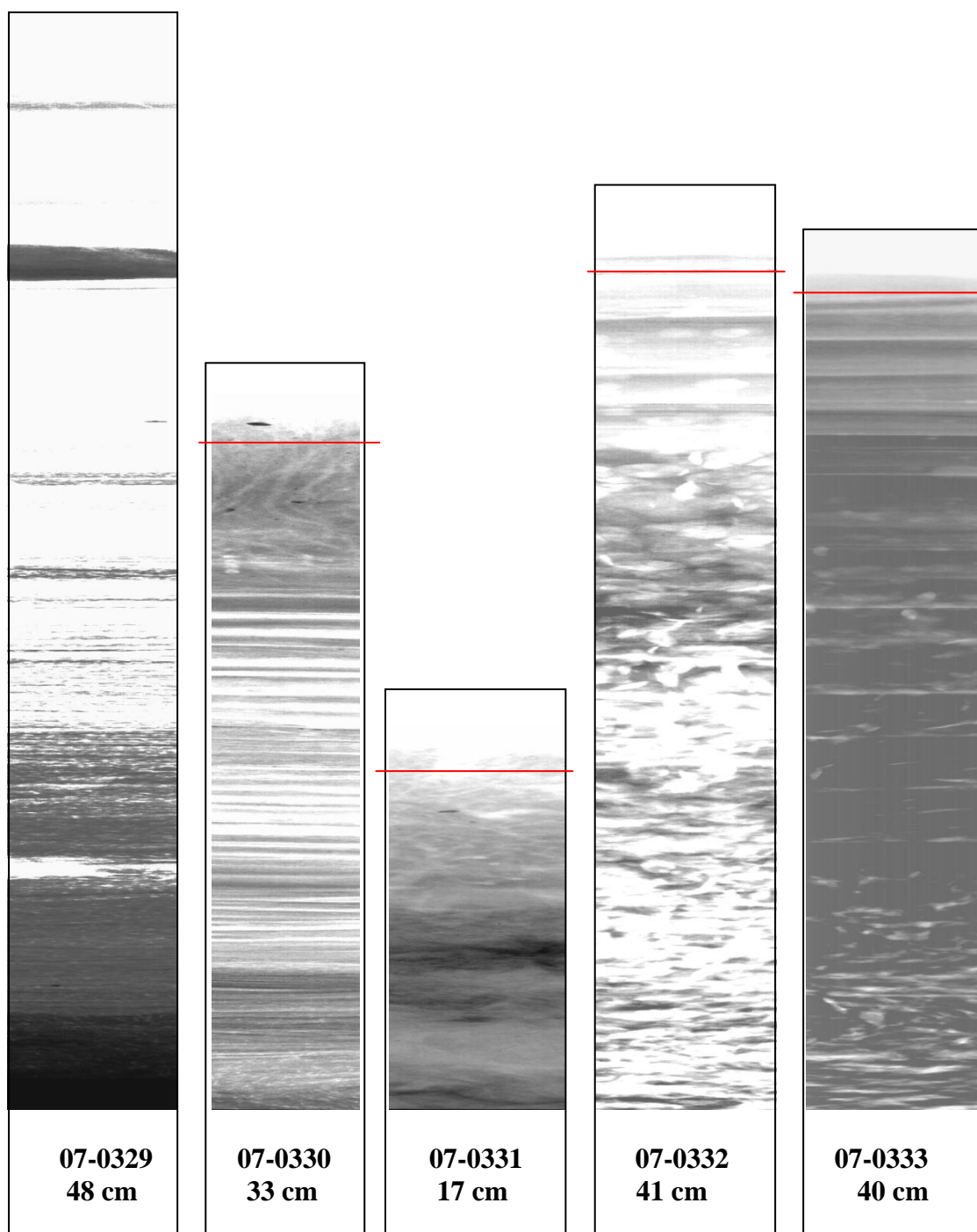
Figur 5. Radiografiska bilder, samt kärnlängd av sedimentkärnorna från stationerna 07-0319 – 07-0323. Skala 1:5. Röd linje markerar provtagningsintervallet för ytsediment (0-1 cm). *Radiograph images and length of sediment cores from the sampling sites 07-0319 – 07-0323. Scale 1:5. Red line marks subsample interval of superficial sediment (0-1 cm).*



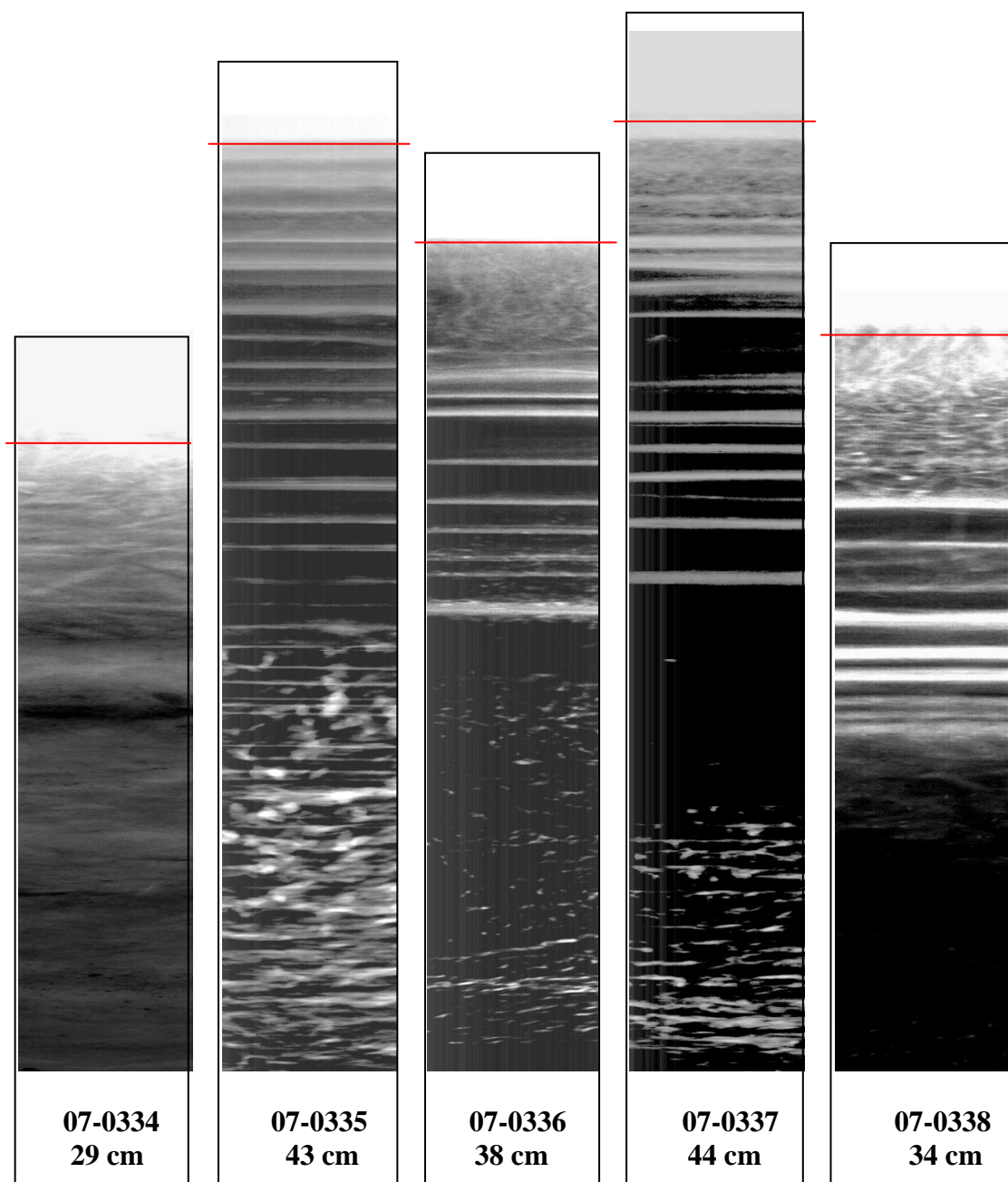
Figur 6. Radiografiska bilder, samt kärnlängd av sedimentkärnorna från stationerna 07-0324 – 07-0328. Skala 1:5. Röd linje markerar provtagningsintervallet för ytsediment (0-1 cm). *Radiograph images and length of sediment cores from the sampling sites 07-0324 – 07-0328. Scale 1:5. Red line marks subsample interval of superficial sediment (0-1 cm).*

I sedimentkärnan syns också tydliga spår av metangas (vita fält och fläckar) härrörande från nedbrytningen av det organiska materialet i sedimentet. Samtliga kärnor är i sin helhet eller i partier laminerade, vilket visar på syrebrist eller tidvis syrebrist i bottenvattnet, vilket förhindrar respektive tidvis förhindrar bioturbation som förstör laminaeringen.

I samtliga sedimentkärnor har en röd horisontell linje lagts in som markera den del som motsvarar det ytprov (0-1 cm) som tagits ut för kemiska analyser.

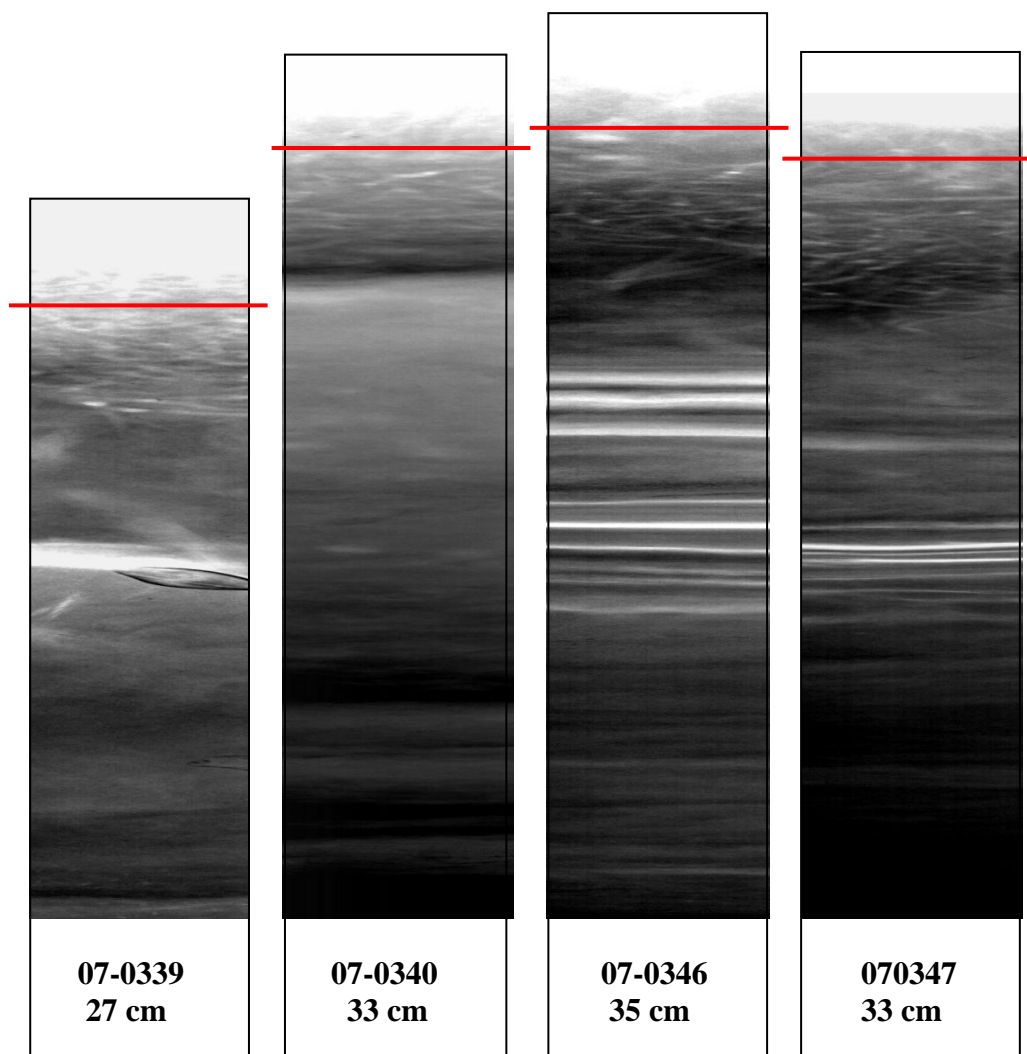


Figur 7. Radiografiska bilder, samt kärnlängd av sedimentkärnorna från stationerna 07-0329 – 07-0333. Skala 1:5. Röd linje markerar provtagningsintervallet för ytsediment (0-1 cm). *Radiograph images and length of sediment cores from the sampling sites 07-0329 – 07-0338. Scale 1:5. Red line marks subsample interval of superficial sediment (0-1 cm).*



Figur 8. Radiografiska bilder, samt kärnlängd av sedimentkärnorna från stationerna 07-0334 – 07-0338. Skala 1:5. Röd linje markerar provtagningsintervallet för ytsediment (0-1 cm). *Radiograph images and length of sediment cores from the sampling sites 07-0334 – 07-0338. Scale 1:5. Red line marks subsample interval of superficial sediment (0-1 cm).*

En närmare beskrivning av observationer med undervattensvideo samt av sedimentkärnornas sedimentfördelning återfinns i bilagorna 3 och 4, där också undervattensfotografier av botten på provtagningsplatsen återges i den senare bilagan. I flera bilder ses den sulfatreducerande bakterien *Beggiatoa sp.* som ett vitt ”ludd” eller ”snö”. Dessa bakterier förekommer endast i reducerade bottenmiljöer, dvs. botten som saknar löst syre i bottenvattnet och sedimentets porvatten.



Figur 9. Radiografiska bilder, samt kärnlängd av sedimentkärnorna från stationerna 07-0339 – 07-0347. Skala 1:5. Röd linje markerar provtagningsintervall för ytsediment (0-1 cm). *Radiograph images and length of sediment cores from the sampling sites 07-0339 – 07-0347. Scale 1:5. Red line marks subsample interval of superficial sediment (0-1 cm).*

## 6.2 Ackumulationshastighet

Akkumulationshastigheten på varje provtagningsstation har beräknats genom att antalet laminae (tunna skikt) har räknats i den radiografiska bilden på respektive sedimentkärna. Längden på det laminerade avsnittet har sedan dividerats med antalet laminae varvid den erhållna kvoten representerar ett genomsnittligt värde för ackumulationshastigheten uttryckt i millimeter per år. Beräkningen förutsätter att ett laminae motsvarar ett års ackumulation av sediment. I verkligheten motsvarar ett laminae en sedimentologisk cykel som inte nödvändigtvis är det samma som ett kalenderår, men vanligtvis är den sedimentologiska cykeln ungefär ett år.

Vissa av de studerade sedimentkärnorna är laminerade, (se fig. 4-9), i sin helhet, andra endast i vissa avsnitt alternativt föreligger så otydliga gränser mellan laminae att dessa inte har varit möjliga att urskilja och räkna. Otydligheten eller den diffusa strukturen kan ha flera orsaker, bl a att den metangas som bildas vid nedbrytningen av dött orga-

niskt material i sedimentet bildar gasbubblor (framträder som vita fläckar i den radiografiska bilden), eller att delar av sedimentet rörts om av grävande bottenfauna (bioturbation) och därmed förstört den laminaestruktur som har funnits. Bioturbation är delvis ett problem som är sammankopplat med syresättning av bottenvattnet, dvs bioturbationen ökar till viss del med ökad syrehalt till följd av att bottenfauna vandrar in i över bottenområdet, varvid vissa miljögifter kan frisättas.

För att undvika bioturberade bottnar har provtagningsstationerna, där så varit möjligt, placerats i bassänger med syrefritt (anoxiskt) bottenvatten alternativt där bottenvattnet har en syrehalt  $<2$  ml/l. Under senare år har dock en nyligen invandrad, s.k. främmande art, av havsborstmask (*Marenselleria neglecta*) invaderat Östersjöns bottnar. Arten klarar mycket låga syreförhållanden och har därmed orsakat bioturbation i det översta sedimentskiktet (bl.a. Karlsson & Jonsson 2011, in press). Syresättning av bottnar sker också till följd av ändrade hydrografiska förhållanden som medför tillfälligt bottenvattenutbyte och därmed invandring av bottenfauna med åtföljande bioturbation. Dessa strukturer återfinns i avsnitt djupare ned i vissa sedimentkärnor. När syreförhållande åter blir låga och bottenfaunan försvinner bildas åter laminae.

Antalet laminae i respektive sedimentkärna presenteras i tabell 2 tillsammans med det laminerade skikt som utgjort underlag för beräkning av ackumulationshastigheten. Den senare storheten utgör ett genomsnittligt värde för det laminerade avsnittet, vilket med stor sannolikhet kan anses vara giltigt för provtagningsplatsen i sin helhet.

Akkumulationshastigheten har även beräknats genom att mäta aktiviteten för isotopen  $^{137}\text{Cs}$  (cesium). Isotopen  $^{137}\text{Cs}$  förekommer inte naturligt utan är en antropogent skapad produkt som uppkommer i samband med kärnklyvningsprocesser. Med beaktande av isotopens 30-åriga halveringstid kan man med stor sannolikhet utgå ifrån att allt  $^{137}\text{Cs}$  som idag kan mätas i Östersjöns sediment härrör från Tjernobylyolyckan i april 1986. Isotopens nedre gräns för sitt uppträdande i sedimentlagerföljden utgör därmed en s.k. ”markör” för året 1986. Baserat på vilket sedimentdjup detta sker och de antal år som förflutet mellan Tjernobylyolyckan och provtagningsdatum kan ackumulationshastigheten beräknas. I en första approximation tas ingen hänsyn till sedimentens kompaktion till följd av avvattning vid sedimentation. Kompaktionen är mycket liten i de yngsta delarna av lagerföljden.

Resultatet av dessa beräkningar på såväl 2007 års provtagningar som den tidigare provtagningen 1997-2001 presenteras i tabell 2. Överensstämmelsen (95% konfidensintervall) mellan metoderna baserade på antalet laminae respektive isotopen  $^{137}\text{Cs}$  i 2007 års undersökning är mycket hög vilket framgår av såväl tabell 2 som sambandsanalysen ( $r^2 = 0,88$ ) i figur 10. Dessutom har en sambandsanalys mellan beräknad ackumulationshastighet baserad på  $^{137}\text{Cs}$  i 2007 och 1997-2001 års mätningar genomförts (figur 11) som en extra kontroll av resultaten på denna mätmetod. Även här är korrelationen hög ( $r^2 = 0,71$ ), trots att flera stationer har saknat aktivitetsanalysdata av  $^{137}\text{Cs}$  från 1997-2001 års undersökningar.

De beräknade ackumulationshastigheterna anger ett minimimått på hur många år som måste skilja mellan provtagningar vid en miljöövervakning för att ett nytt skikt med en mäktighet av 1 cm sediment skall ha ackumulerats sedan föregående provtagningsomgång. Dessa uppgifter presenteras i tabell 2.

Tabell 2. Ackumulationshastigheter beräknade dels utifrån sedimentkärnornas laminerade avsnitt, dels utifrån analys av aktiviteten av isotopen cesium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) uppmätt 2007 samt i perioden 1997-2001. I kolumnen längst till vänster anges det minsta intervall uttryckt i år som måste ligga mellan två på varandra följande provtagningsomgångar vid miljöövervakning som baseras på analyser av det översta sedimentskiktet (0-1 cm). *Accumulation rates based on laminae in the sediment cores and the analysed activity of the isotope cesium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) in 2007 and in the previous period 1997-2001. In the column to the left is present the minimum interval expressed in years, that has to pass between two sample interval aimed for environmental trend monitoring studies of the superficial sediment (0-1 cm).*

Sediment- kärna	Typ av Laminaering Röntgen	Antal Laminae Röntgen	Djup- intervall laminering	Ack.hast. laminering Röntgen	Ack.hast. Cs-137 2007	Sediment- kärna 1997-2001	Ack.hast. Cs-137 1997-2001	Provtagnings- intervall för miljöövervakning Antal år
2007	2007	2007	(cm)	(mm/år)	(mm/år)		(mm/år)	
07-0314	tydliga/diffusa	22	15-31	7	7	09i-0379	10	1,5
07-0315	tydliga	43	0-53	12	12	09i-0359	>12	1
07-0316	enstaka diffusa	12	35-43	7	4	09i-0268	6	2,5
07-0317	tydliga/diffusa	24	19-27	3	3	09i-0264	6	3,3
07-0318	diffusa	98	0-53	5	5	10h-0017	6	2
07-0319	tydliga/diffusa	61	10-51	7	6	10i-0088	7	1,7
07-0320	tydliga/diffusa	48	0-34	7	8	10i-0090	n.a.	1,7
07-0321	tydliga/diffusa	54	0-28	5	4	10i-0091	n.a.	2,5
07-0322	diffusa	23	20-34	6	7	10i-0011	3	1,7
07-0323	tydliga/diffusa	17	0-13	8	n.d.	10i-0045	(2)?	1,3
07-0324	tydliga	33	0-29	9	n.d.	10i-0058	15	1,1
07-0325	tydliga	49	10-33	5	n.d.	10i-0059	n.d.	2
07-0326	tydliga	10	5--15	10	11	10i-0014	16	1
07-0327	tydliga	51	0-39	8	8	10i-0019	10	1,3
07-0328	tydliga	35	3--20	5	3	10i-0002	4	3,3
07-0329	diffusa	49	23-46	7	8	10i-0046	8	1,4
07-0330	tydliga	54	5-33	5	4	10i-0047	>6	2,5
07-0331	diffusa	12	0-6	5	5	10i-0048	n.a.	2
07-0332	tydliga/diffusa	9	0-10	11	>12	10j-0211	13	0,9
07-0333	tydliga	24	0-29	12	>12	11j-0053	n.a.	0,8
07-0334	diffus	11	0-6	5	6	10j-0320	6	2
07-0335	tydliga	26	0-31	12	>12	10j-0252	13	0,8
07-0336	tydliga	11	5--18	12	>12	10j-0247	18	0,8
07-0337	tydliga	18	0-21	12	>12	10j-0268	18	0,8
07-0338	tydliga/diffusa	14	6--19	9	>12	10i-0049	>9	1,1
07-0339	diffusa	18	14-26	7	7	11j-0029	n.a.	1,4
07-0340	tydliga/diffusa	28	18-31	5	3	11j-0114	4	3,3
07-0346	tydliga	30	11-33	9	9	10j-0051	11	1,1
07-0347	tydliga	22	9--29	9	9	10j-0090	10	1,1

De beräknade ackumulationshastigheterna anger ett minimimått på hur många år som måste skilja mellan provtagningar vid en miljöövervakning av sedimentens kemiska status vad avser tungmetaller och organiska miljögifter för att ett nytt skikt med en mäktighet av 1 cm sediment skall ha ackumulerats sedan föregående provtagningsomgång. Dessa uppgifter presenteras i tabell 2. Intervallet varierar, beroende på ackumulationshastigheten på respektive station från knappt ett år till drygt tre år. Ett lämpligt provtagningsintervall för en fortsatt miljöövervakning av trenderna i antropogen belastning av metaller och organiska miljögifter är därför med lite säkerhetsmarginal fem år.

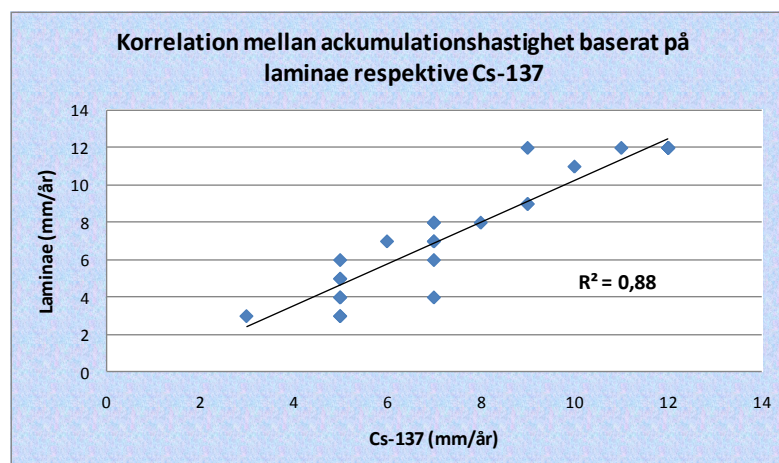


Fig. 10. Relationen mellan ackumulationshastigheten beräknad på lamineringen respektive analys av isotopen  $^{137}\text{Cs}$ . *The relation between the accumulation rate based on lamina structures and the analyse of the isotope  $^{137}\text{Cs}$ .*

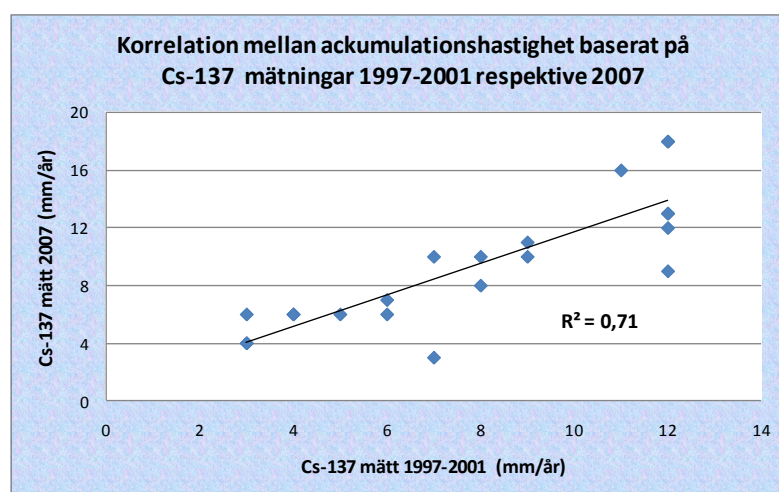


Fig. 11. Relationen mellan ackumulationshastigheten beräknad utifrån analys av aktiviteten av isotopen  $^{137}\text{Cs}$  vid två olika perioder, 2007 respektive 1997-2001. *The relationship between the accumulation rate based on the activity of the isotope  $^{137}\text{Cs}$  at two different periods, 2007 respectively 1997-2001.*

### 6.3 Totalkol, totalt organiskt kol, totalkväve och C/N-kvot

Den geografiska variationen i ytsedimenten (0-1 cm) av totalkol (TC), totalt organiskt kol (TOC) och totalkväve (TN) samt kol-kvävekvoten (C/N) illustreras i figurerna 12-15. Analysresultaten redovisas i bilaga 1.

#### 6.3.1 Totalkol (TC)

Ytsedimentens (0-1 cm) innehåll av totaltkol (TC) år 2007 redovisas i bilaga 1 samt illustreras i fig. 12 tillsammans med 1997-2001 års data. Halten 2007 varierade mellan 3,3 och 11,6 % ts med ett medelvärde och medianvärde av 5,9 respektive 5,5 % ts (tabell 3). Motsvarande medelvärde och medianvärde för perioden 1998-2001 var 6,2 %

ts respektive 6,1 % ts (tabell 3). Vid båda provtagningstillfällena uppvisade Brunnsviken de högsta koncentrationerna (>10 % ts). Utöver Strömmen och Brunnsviken återfinns de högsta halterna 2007 framförallt i den norra delen av skärgårdsområdet, dvs från N Gällnö till V Bullerskär i norr.

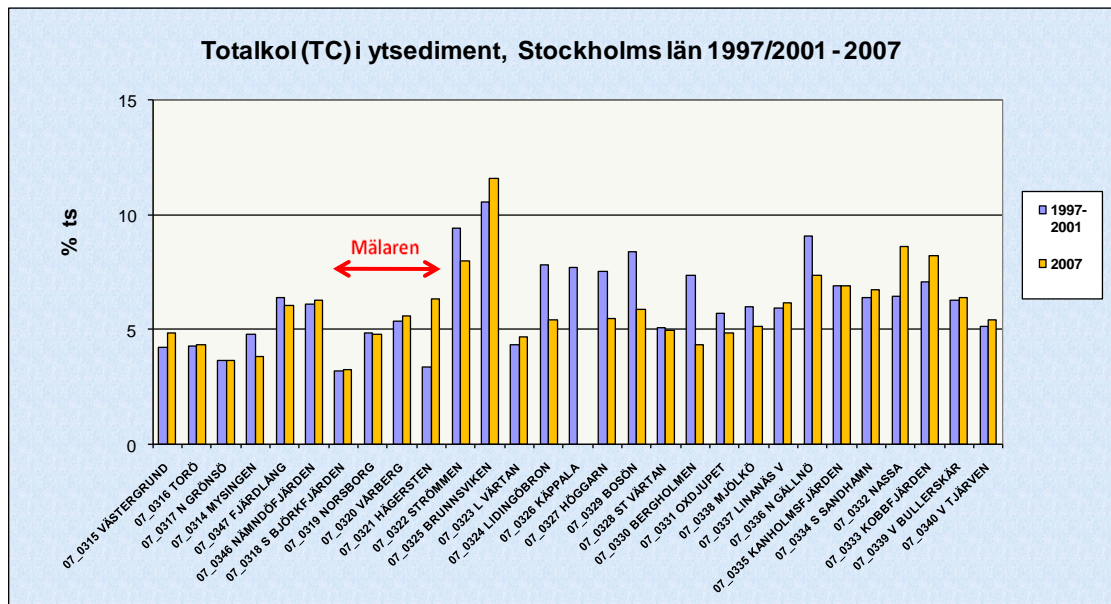


Fig. 12. Koncentrationen av totalkol (TC, % ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. The concentration of total carbon (TC, % dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.

Tabell 3. Statistiska uppgifter över halterna av totalkol (tot-C), totalkväve (tot-N), totalt organiskt kol (org-C) och kol-kväve-kvoten (C/N) inom Stockholms län 1997-2001 respektive 2007. Statistical data on the concentrations of total carbon (TC), total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN) and the carbon-nitrogen ratio (C/N) within the county of Stockholm in 1997-2001 and in 2007 respectively.

Element	År	Sort	Antal prover	Medelvärde	Standardavvikelse	Konfidensnivå(95,0%)	Medianvärde	Minimum	Maximum
tot-C	1997-2001	% TS	29	6,2	1,8	0,70	6,1	3,2	10,6
	2007	% TS	28	5,9	1,8	0,68	5,5	3,3	11,6
tot-N	1997-2001	% TS	29	0,71	0,20	0,07	0,70	0,19	1,0
	2007	% TS	28	0,7	0,21	0,08	0,67	0,40	1,3
org-C	1997-2001	% TS	29	6,0	2,0	0,75	6,1	2,1	10,5
	2007	% TS	28	5,7	1,8	0,69	5,4	3,2	11,4
C/N	1997-2001	-	29	8,5	1,8	0,71	8,6	2,9	14,7
	2007	-	28	8,1	1,1	0,43	5,4	7,2	12,0

En jämförelse mellan de två undersökningsperioderna 1997-2001 och 2007 visar att medelkoncentrationen av TC har minskat med 5 % (tabell 3). En siffra med en signifikans på mellan 75 och 90 % (tabell 4), men som ändå inte kan anses statistiskt signifikant eftersom variationskoefficienten för TC till följd av ytsedimentens inhomogenitet uppgår till ca  $9,8 \pm 2,3$  % (Cato opubl.).

Tabell 4. Signifikansen i medelvärdesförändringen för totalkol, (TC), totalkväve (TN), totalt organisk kol (TOC) och kol-kvävekvoten (C/N) i ytsediment (0-1 cm) från Stockholms läns kustvattenkontroll i Stockholms skärgård och östligaste Mälaren för perioderna 1997-2001 och 2007. Observerad t-fördelning ( $t_s$ ) med  $(n-1)$  frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of total carbon, (TC), total nitrogen (TN), totalt organic karbon (TOC) och the ratio carbon-nitrogen (C/N) in surface sediments (0-1 cm) from the Stockholm County monitoring sites of the Stockholm Archipelago and eastern Lake Mälaren between the periods 1997-2001 and 2007 Observed t-distribution ( $t_s$ ) with  $(n-1)$  degrees of freedom. P is the observed probability.*

Ämne	Antal Stationer	1997-2001 vs. 2007 t	Sannolikhet p
TC	28	-0,90699	0,750<p<0,900
TN	28	-0,63307	p<0,750
TOC	28	-0,63307	p<0,750
C/N	28	-1,19828	0,750<p<0,900

### 6.3.2 Totalt organiskt kol (TOC)

Ytsedimentens (0-1 cm) innehåll av totalt organiskt kol (TOC) år 2007 redovisas i bilaga 1 samt illustreras i fig. 13 tillsammans med 1997-2001 års data. Halten 2007 varierade mellan 3,2 och 11,4 % ts med ett medelvärde och medianvärde av 5,7 respektive 5,4 % ts (tabell 3). Motsvarande medelvärde och medianvärde för perioden 1997-2001 var 6 % ts respektive 6,1 % ts (tabell 3).

Koncentrationer över 7 % ts uppträder i Strömmen och Brunnsviken samt i norra skärgårdsområdet vid N Gällnö, Nassa och Kobbjärden. De högsta koncentrationerna i perioden 1997-2001 återfanns i likhet med 2007 i Strömmen och Brunnsviken.

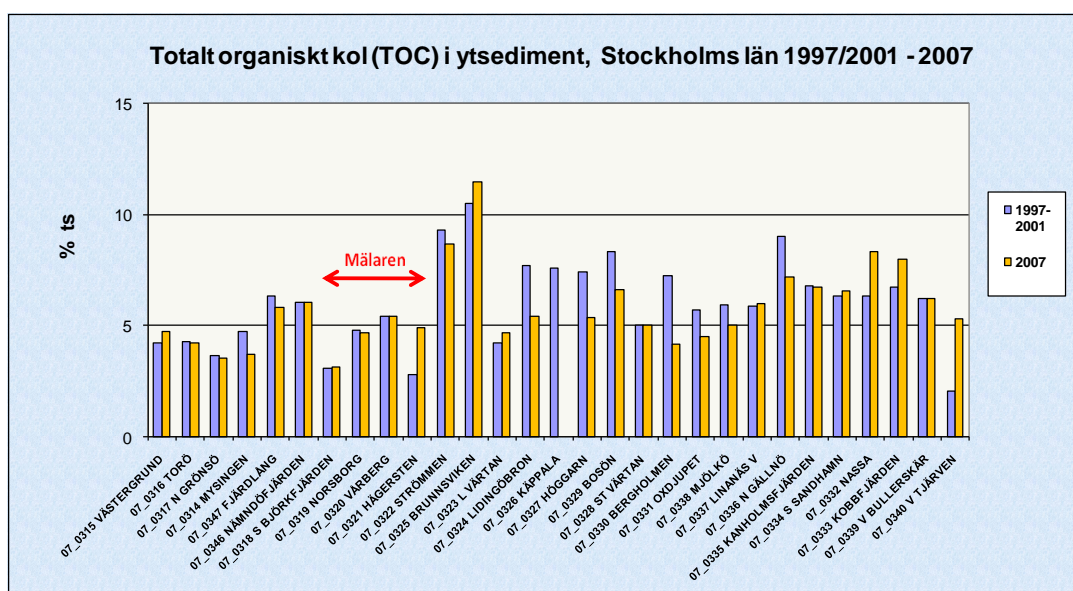


Fig. 13. Koncentrationen av totalt organiskt kol (TOC, % ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hågersten. *The concentration of total organic carbon (TOC, % dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hågersten.*

Skillnaden mellan halten totalt organiskt kol och totalkol är obetydlig i undersökningsområdet, vilket visar att kolet i sedimentet innehåller mycket lite, om ens något, karbonatkol och grafitkol. Det förra till följd av Östersjöns undermättnad på kalk, det senare i brist på närliggande förekomster i berggrunden.

En jämförelse mellan de två undersökningsperioderna 1997-2001 och 2007 visar att medelkoncentrationen av TOC har minskat med 4 % (tabell 3) med en låg signifikans < 75 % (tabell 4). En förändring som kan anses statistiskt signifikant då variationskoefficienten för TOC till följd av ytsedimentens inhomogenitet uppgår till ca  $1,3 \pm 0,7$  % (Cato 1977).

### 6.3.3 Totalkväve (TN)

Ytsedimentens (0-1 cm) innehåll av totalkväve (TN) år 2007 redovisas i bilaga 1 samt illustreras i fig. 8 tillsammans med 1997-2001 års data. Halten 2007 varierade mellan 0,40 och 1,3 % ts med ett medelvärde och medianvärde av 0,70 respektive 0,67 % ts (tabell 3). Motsvarande medelvärde och medianvärde för perioden 1997-2001 var 0,71 % ts respektive 0,70 % ts (tabell 3). Koncentrationer över 1 % ts uppträder 2007 i Strömmen och Brunnsviken samt i norra skärgårdsområdet vid Nassa och Kobbjärden. De högsta koncentrationerna i perioden 1997-2001 återfanns i likhet med 2007 i Strömmen, men i övrigt vid Lidingöbron, Bosön och N Gällnö.

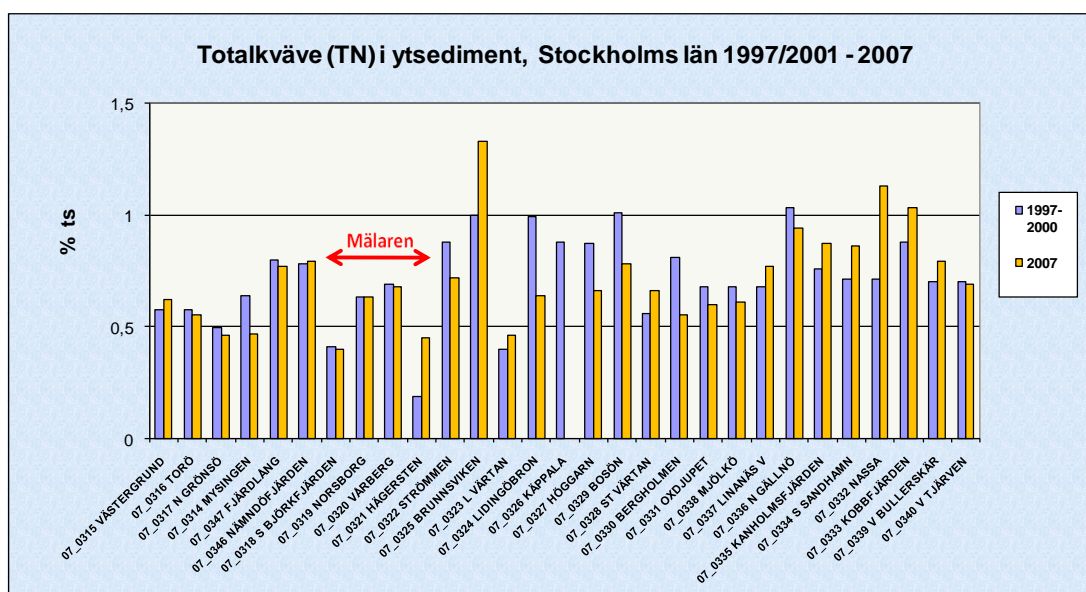


Fig. 14. Koncentrationen av totalkväve (TN, % ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of total nitrogen (TN, % dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

En jämförelse mellan de två undersökningsperioderna 2007 och 1997-2001 visar att medelkoncentrationen av TN är oförändrad (0,5 %, tabell 3) med en låg signifikans < 75 % (tabell 4).

### 6.3.4 Kol-kvävekvoten (C/N)

Ytsedimentens (0-1 cm) kol-kvävekvot (C/N) år 2007 redovisas i bilaga 1 samt illustreras i fig. 15 tillsammans med 1997-2001 års data. Kvoten 2007 varierade mellan 2,2 och 12 med ett medelvärde och medianvärde av 8,1 respektive 5,4 (tabell 3). Kvoter över 10 uppträder enbart i Brunnsviken Motsvarande medelvärde och medianvärde för perioden 1997-2001 var 8,5 respektive 14,7 (tabell 3).

En jämförelse mellan de två undersökningsperioderna 1997-2001 och 2007 visar att C/N-voten har minskat med 4 % (tabell 3) med en signifikans <90 % (tabell 4). En förändring som kan anses statistiskt signifikant då variationskoefficienten för C/N i ytsedimentens organiska material uppgår till ca  $1,3 \pm 0,7$  % (Cato 1977). Det är dock i framför allt i den norra skärgården som kvoten minskat vilket där kan tyda på en ökad belastning av terrestriskt organiskt material alternativt minskad andel marint organiskt material. Det senare skulle i så fall tyda på en något minskad eutrofiering i skärgårdshavet.

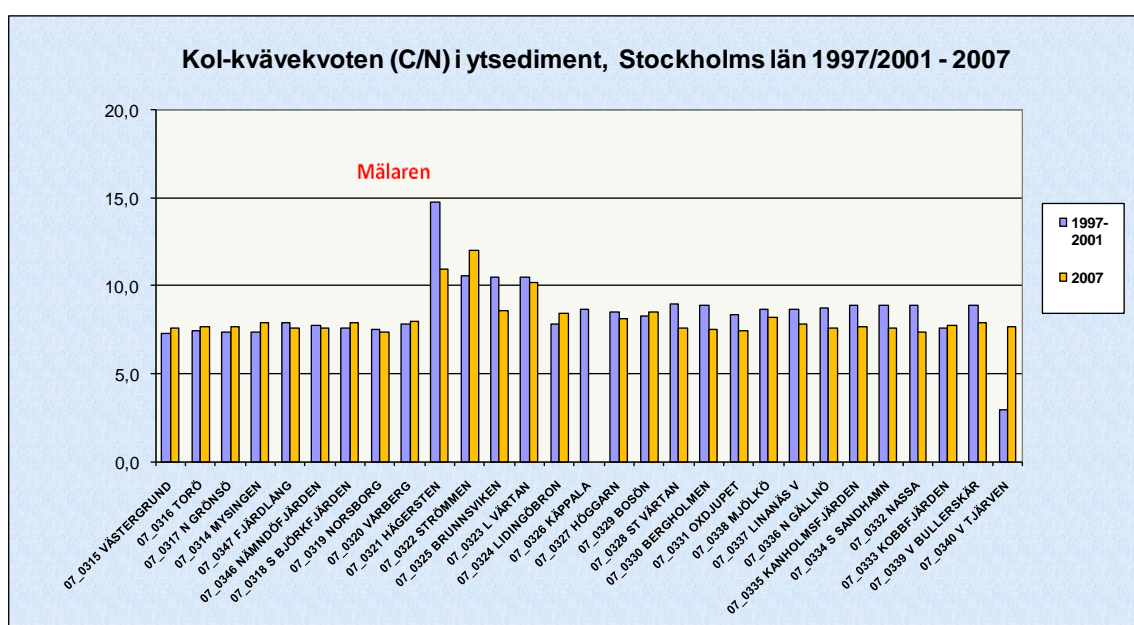


Fig. 15. Kol-kväve-kvoten (C/N, ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *Carbon-nitrogen-ratio (C/N, dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

## 6.4 Grundämnen

### 6.4.1 Metaller

Den geografiska variationen i ytsedimenten av metallerna arsenik (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), bly (Pb), zink (Zn) och vanadin (V) illustreras i figurerna 16 – 37. Analysresultaten redovisas i bilaga 1. Tungmetallerna uppvisar sinsemellan både likheter och olikheter i fördelningsmönstret, varför de nedan i korthet behandlas var för sig.

Vid en analys av medelvärdesförändringen mellan den två provtagningsomgångarna 1997-2001 och 2007 har dels en analys genomförts för samtliga stationer (Skärgårdshavet och östligaste Mälaren), dels en analys av materialet uppdelat på de data som ingår i Stockholmsgradienten (från Strömmen och ut till Oxdjupet), dels på skärgårdshavet och Mälaren exklusive Stockholmsgradient. Detta beroende på att metaller som Cd, Cu, Hg och Pb, i förhållande till övriga skärgårdshavet och Mälaren, uppvisar starkt avvikande koncentrationer i Stockholmsgradienten. I de fall där så inte är fallet har beräkningarna enbart gjorts på hela datamaterialet.

#### 6.4.1.1 Arsenik (As)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende arsenik (As) redovisas i bilaga 1 och figur 16 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av As 2007 varierar mellan 4 och 21 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 10 respektive 11 mg/kg ts (tabell 5). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 9,5 respektive 9,2 mg/kg ts. Halter över 17 mg/kg ts uppträder 2007 vid Mjölkö och V Tjärven, dvs i norra skärgårdsområdet där halterna genomgående är något högre. Det senare kan ha samband med de generellt högre arsenikhalter som återfinns i Bottenhavet och Bottenviken (Cato 2004, 2008, 2009, Cato & Sellén 2004). I Mälaren, i Stockholm och centrala skärgårdsområdet är halterna lägre vid båda undersökningsomgångarna.

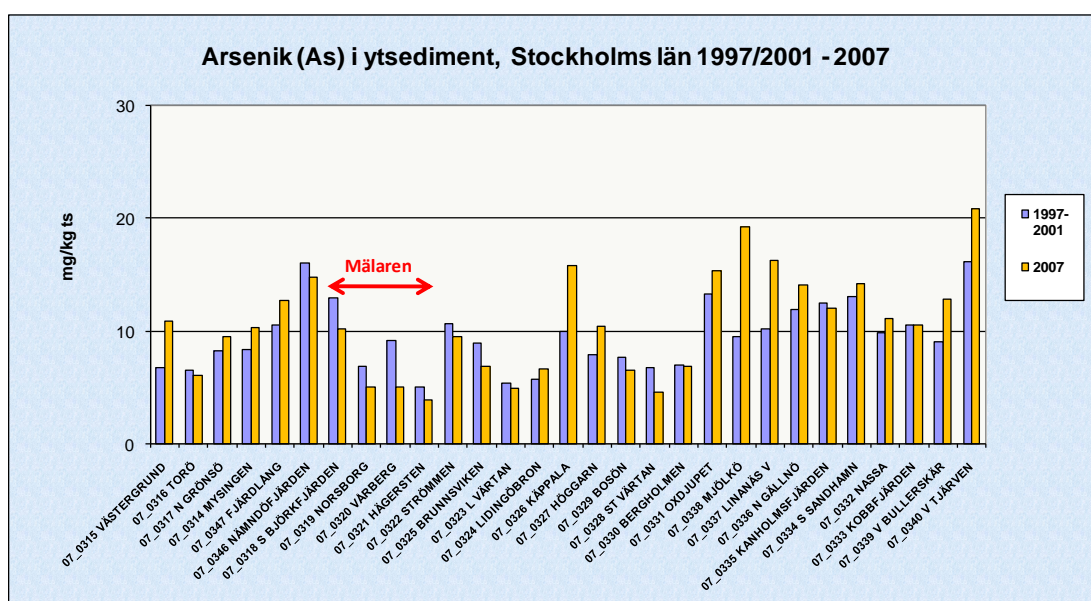


Fig. 16. Koncentrationen av arsenik (As, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of arsenic (As, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

I figur 17 illustreras med en karta en sammanställning omfattande alla de platser som SGU undersökt i skärgårdshavet mellan Bråviken och Vaddö 1997-2001. Av kartan framgår med all tydlighet att vid den tidpunkten återfanns den högsta halten utanför Stora Vika vid Fällnäsvisken medan i övriga delar av skärgårdsområdet låg halterna vid eller nära den naturliga bakgrunden (10 mg/kg).

Tabell 5. Statistiska uppgifter över halterna av grundämnen i ytsedimenten (0-1 cm) inom Stockholms län 1997-2001 respektive 2007. *Statistical data on the concentrations of elements in the superficial sediment (0-1 cm) within the county of Stockholm in 1997-2001 and in 2007 respectively.*

Element	År	Sort	Antal prover	Medelvärde	Standardavvikelse	Konfidensnivå(95,0%)	Medianvärde	Minimum	Maximum
<b>Si</b>	1997-2001	g/kg TS	29	228	30	11	226	154	300
<b>Si</b>	2007	g/kg TS	29	229	21	8,1	228	188	276
<b>Al</b>	1997-2001	g/kg TS	29	64	10	3,8	65	36	79
<b>Al</b>	2007	g/kg TS	29	64	7,3	2,8	65	49	78
<b>Ca</b>	1997-2001	g/kg TS	29	11	1,1	0,41	11	9	14
<b>Ca</b>	2007	g/kg TS	29	11	0,8	0,32	11	9	13
<b>Fe</b>	1997-2001	g/kg TS	29	42	7,2	2,8	43	29	60
<b>Fe</b>	2007	g/kg TS	29	46	6,8	2,6	45	33	63
<b>K</b>	1997-2001	g/kg TS	29	26	3,3	1,3	26	18	30
<b>K</b>	2007	g/kg TS	29	27	2,5	1,0	28	22	32
<b>Mg</b>	1997-2001	g/kg TS	29	15	2,1	0,81	16	8,7	18
<b>Mg</b>	2007	g/kg TS	29	15	2,3	0,87	16	10	19
<b>Mn</b>	1997-2001	g/kg TS	29	1,4	1,2	0,45	0,85	0,49	5,1
<b>Mn</b>	2007	g/kg TS	29	2,0	2,4	0,92	1,0	0,47	11
<b>Na</b>	1997-2001	g/kg TS	29	34	20	7,6	29	9,7	103
<b>Na</b>	2007	g/kg TS	29	27	10	4,0	25	11	50
<b>P</b>	1997-2001	g/kg TS	29	1,8	0,55	0,21	1,7	0,94	2,9
<b>P</b>	2007	g/kg TS	29	2,5	1,2	0,47	2,0	1,1	5,2
<b>Ti</b>	1997-2001	g/kg TS	29	3,4	0,62	0,24	3,6	1,8	4,3
<b>Ti</b>	2007	g/kg TS	29	3,4	0,42	0,16	3,5	2,8	4,2
<b>LOI</b>	1997-2001	% TS	26	20	6,1	2,5	19	9,3	31
<b>LOI</b>	2007	% TS	29	18	5,0	1,9	17	11	30
<b>Ag</b>	1997-2001	mg/kg TS	23	4,9	7,3	3,2	2,4	0,94	36
<b>Ag</b>	2007	mg/kg TS	16	4,5	5,7	3,0	1,9	1,0	21
<b>As</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	9,5	2,9	1,1	9,2	5,1	16
<b>As</b>	2007	mg/kg TS	29	11	4,5	1,7	10	4,0	21
<b>Ba</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	493	85	32	484	310	648
<b>Ba</b>	2007	mg/kg TS	29	485	77	29	482	359	770
<b>Be</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	2,4	0,57	0,22	2,4	1,3	3,6
<b>Be</b>	2007	mg/kg TS	29	2,1	0,24	0,09	2,1	1,6	2,8
<b>Cd</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	1,2	1,5	0,58	0,7	0,36	7,8
<b>Cd</b>	2007	mg/kg TS	29	0,83	1,0	0,37	0,5	0,16	4,5
<b>Co</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	15	4,7	1,8	14,0	7,2	25
<b>Co</b>	2007	mg/kg TS	29	14	2,3	0,9	13,1	9,9	18
<b>Cr</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	82	16	6,2	79	60	143
<b>Cr</b>	2007	mg/kg TS	29	87	16	6,1	86	61	128
<b>Cs</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	5,5	1,6	0,6	5,3	2,1	8,6
<b>Cs</b>	2007	mg/kg TS	29	6,3	1,2	0,4	6,4	3,5	8,5
<b>Cu</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	31	20	7,6	31	2,7	79
<b>Cu</b>	2007	mg/kg TS	29	62	47	18	43	29	242
<b>Ga</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	20	9,6	3,6	19	5,8	41

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar sedimenten i undersökningsområdet med avseende på arsenik *ingen eller liten avvikelse* (klass 1-2) från jämförvärdet med två undantag (figur 18). En *tydlig avvikelse* (klass 3) förekommer på de två tidigare nämnda stationerna; Mjölkö och V Tjärven. De senare stationerna uppvisar en liten försämring i miljö kvalitet sedan 1997-2001 (bilaga 1).

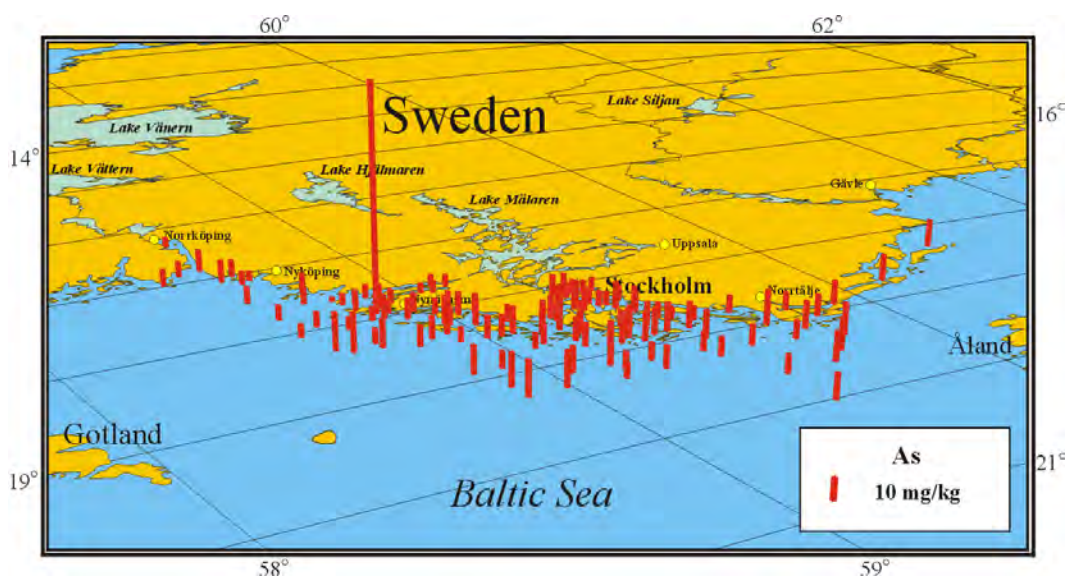


Fig. 17. Fördelningen 1997-2001 av arsenik (As) i ytsedimenten (0-1 cm) i kustområdet mellan Norrköping i söder och Norrtälje i norr. *The distribution of arsenic (As) in 1997-2001 in the coastal area between Norrköping in the south and Norrtälje in the north.*

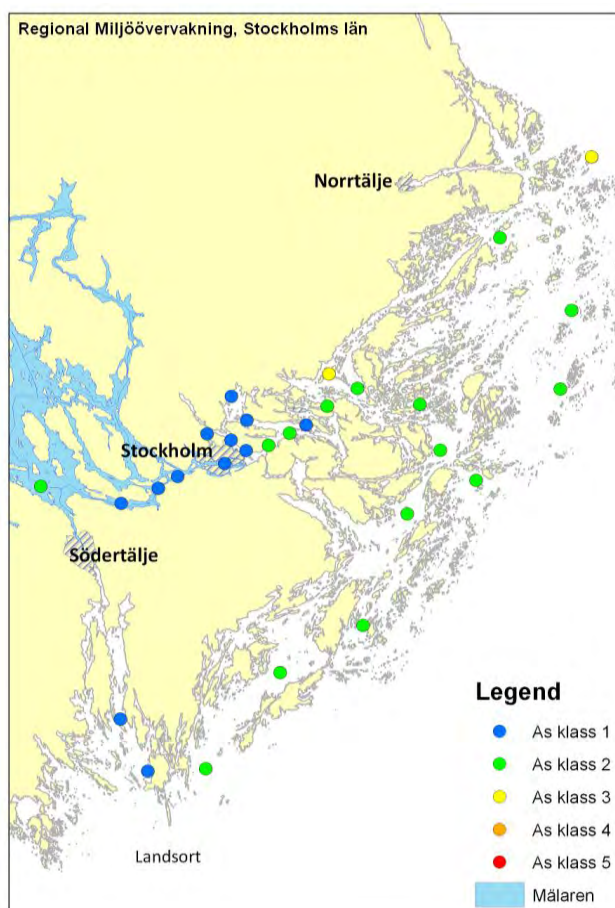


Fig. 18. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på arsenikhalten (As). Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to arsenic content (As) 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

Förändringen på respektive station av sedimentens arsenikhalter mellan perioden 1997- 2001 och 2007 illustreras i figur 16. På närmare hälften av stationerna har arsenikhalterna ökat mellan de två provtagningsomgångarna. Detta gäller framför allt i det norra skärgårdshavet. Baserat på medel- och medianvärdesförändringen är koncentrationssökningen 11 respektive 13 % med en signifikans på mellan 95 och 97,5 %.

Ökningen av arsenik i ytsedimenten är sannolikt reell eftersom variationskoefficienten för arsenik till följd av sedimentens inhomogenitet ligger runt 10 % (Cato, opubl.).

Förändringen mellan perioden 1997-2001 och 2007 är mindre (3 respektive 10 %) i Stockholmsgradienten (Strömmen till Oxdjupet) med en signifikans på mellan 99 och 99,5 % (tabell 7) medan den för övriga Skärgårdshavet och Mälaren är 18 % med en låg signifikans (<75 %) (tabell 8).

Tabell 6. Signifikansen i medelvärdesförändringen för några grundämnen i ytsediment (0-1 cm) från Stockholms läns kustvattenkontroll i Stockholms skärgård och östra Mälaren för perioderna 1997-2001 och 2007. Observerad t-fördelning ( $t_s$ ) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some elements in surface sediments (0-1 cm) from the Stockholm County monitoring sites of the Stockholm Archipelago and eastern Lake Mälaren between the periods 1997-2001 and 2007 Observed t-distribution ( $t_s$ ) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Grund-ämne	Antal Stationer n	1997-2001 vs. 2007	
		t	Sannolikhet p
As	29	1,8729	0,950<p<0,975
Cd	29	-2,813	0,995<p<0,999
Co	29	-2,0932	0,975<p<0,990
Cr	29	1,4116	0,900<p<0,950
Cu	29	4,1012	p>0,999
Hg	29	1,2586	0,750<p<0,900
Ni	29	0,0543	p<0,750
Pb	29	-2,1704	0,975<p<0,990
Zn	29	-2,4702	0,990<p<0,995
V	29	3,6640	p>0,999
Li	29	1,5541	0,900<p<0,950
Nb	29	-4,8609	p>0,999
S	29	-0,6580	p<0,750
U	29	1,5455	0,900<p<0,950

Tabell 7. Signifikansen i medelvärdesförändringen för några grundämnen i ytsediment (0-1 cm) från Stockholms läns kustvattenkontroll i Stockholmsgradienten (Strömmen till Oxdjupet) för perioderna 1997-2001 och 2007. Observerad t-fördelning ( $t_s$ ) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some elements in surface sediments (0-1 cm) from the Stockholm County monitoring sites of the Stockholm gradient (Strömmen to Oxdjupet) between the periods 1997-2001 and 2007 Observed t-distribution ( $t_s$ ) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Grund-ämne	Antal Stationer n	1997-2001 vs. 2007	
		t	Sannolikhet p
As*	12	2,8734	0,990<p<0,995
Cd	9	-2,0065	0,950<p<0,975
Co	9	-2,4279	0,975<p<0,990
Cr	9	1,2476	0,750<p<0,0900
Cu	9	3,3577	0,995<p<0,999
Hg	9	1,8411	0,900<p<0,950
Ni*	9	5,9289	p>0,999
Pb	9	0,9468	0,750<p<0,0900
Zn	9	-2,6608	0,975<p<0,990

- \*As och Ni i norra skärgårdshavet (norr om Oxdjupet). *As and Ni in the northern archipelago (north of Oxdjupet)*

Tabell 8. Signifikansen i medelvärdesförändringen för några metaller i ytsediment (0-1 cm) från Stockholms läns kustvattenkontroll i Stockholms skärgård (utom Stockholmgradienten) och östra Mälaren för perioderna 1997-2001 och 2007. Observerad t-fördelning ( $t_o$ ) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some metals in surface sediments (0-1 cm) from the Stockholm County monitoring sites of the Stockholm Archipelago (Stockholm gradient excluded) and eastern Lake Mälaren between the periods 1997-2001 and 2007 Observed t-distribution ( $t_o$ ) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Grundämne	Antal Stationer n	1997-2001 vs. 2007	
		t	Sannolikhet p
As*	17	0,1667	p<0,750
Cd	20	-5,7111	p>0,999
Co	20	-0,99524	0,750<p<0,900
Cr	20	0,62687	p<0,750
Cu	20	3,8238	p>0,999
Hg	20	-1,8734	0,950<p<0,975
Ni*	20	-2,6475	0,990<p<0,995
Pb	20	-6,7961	p>0,999
Zn	20	-0,9813	0,750<p<0,900

- \*As och Ni i södra skärgården (S om Oxdjupet). *As and Ni in the southern archipelago (S of Oxdjupet)*

#### 6.4.1.2 Kadmium (Cd)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende kadmium (Cd) redovisas i bilaga 1 samt illustreras i figur 19 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av Cd år 2007 varierar mellan 0,16 och 4,5 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 0,83 respektive 1 mg/kg ts (tabell 5). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 0,85 respektive 0,5 mg/kg ts. Halter över 1,2 mg/kg ts uppträder 2007 i Strömmen, Brunnsviken, L Värtan, Lidingöbron och Stora Värtan, dvs i Stockholms innerstadsområde. Halterna i övriga skärgårdsområdet och på Mälarsidan är lägre, men högre än riksgenomsnittet.

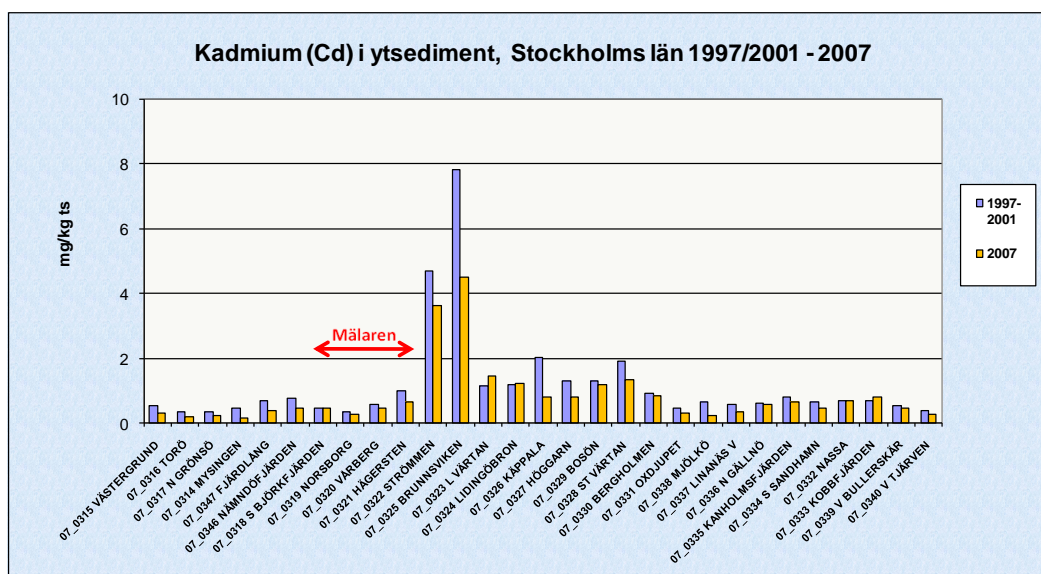


Fig. 19. Koncentrationen av kadmium (Cd, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of cadmium (Cd, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björköfjärden and Hägersten.*

I figur 20 illustreras med en karta en sammanställning omfattande alla de platser som SGU undersökt i skärgårdshavet mellan Bråviken och Vaddö 1997-2001. Av kartan framgår med all tydlighet att även vid den tidpunkten återfanns de högsta halterna i Stockholm, men att även delar av mellersta och södra ytterskärgården, bl a Landsorts-djupet, uppvisade förhöjda halter av kadmium.

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på kadmium (Cd) i länet *ingen eller liten avvikelse* (klass 1-2) från jämförvärdet (0,2 mg/kg) på 15 stationer och *tydlig avvikelse* på 9 stationer (klass 3) (figur 21). På två stationer; Strömmen och Brunnsviken är avvikelsen *mycket stor* (klass 5) och på stationerna L Värtran, Lidingöbron och St Värtan en *tydlig avvikelse* (klass 4). Strömmen och Brunnsviken uppvisade redan 1997-2001 en mycket dålig miljö kvalitet (bilaga 1).

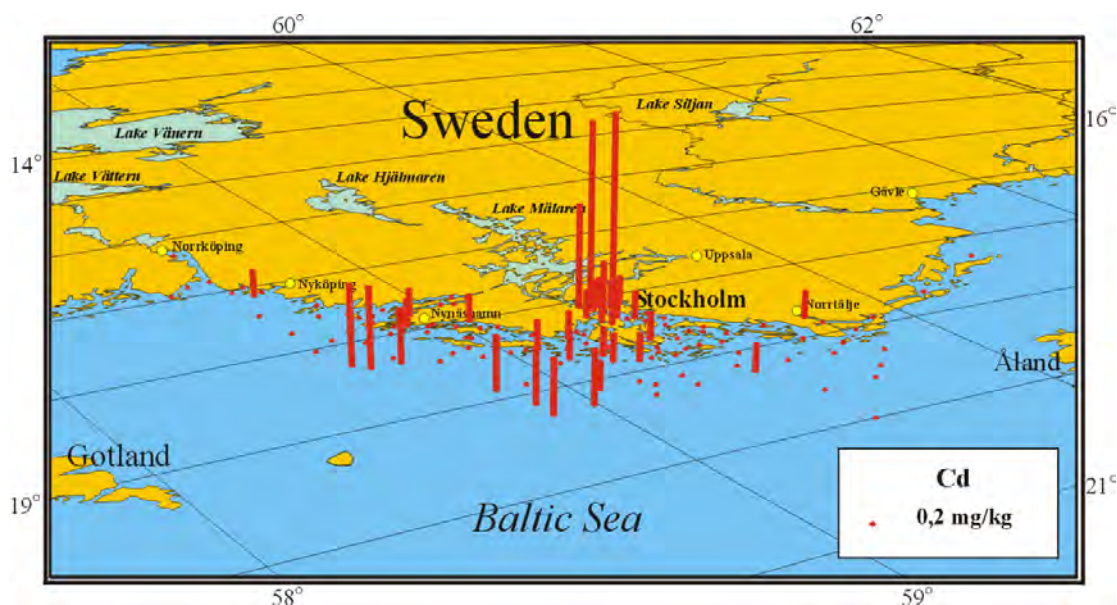


Fig. 20. Fördelningen 1997-2001 av kadmium (Cd) i ytsedimenten (0-1 cm) i kustområdet mellan Norrköping i söder och Norrtälje i norr. *The distribution of cadmium (Cd) in 1997-2001 in the coastal area between Norrköping in the south and Norrtälje in the north.*

Förändringen på respektive station av sedimentens kadmiumhalter mellan perioden 1997-2001 och 2007 illustreras i figur 19. På samtliga stationer utom två har kadmiumhalterna minskat mellan de två undersökningsomgångarna. Baserat på medel- och medianvärdesförändringen är koncentrationsminskningen 29 respektive 30 % med en signifikans på mellan 95 och 97,5 % (tabell 6). I Stockholmsgradienten mellan Strömmen och Oxdjupet har halterna minskat med 30 % med samma signifikans.

Den kraftiga minskningen av kadmium i ytsedimenten är reell eftersom variationskoefficienten för kadmium till följd av sedimentens inhomogenitet ligger på  $4,3 \pm 2,7$  % (jfr. övriga metaller nedan).

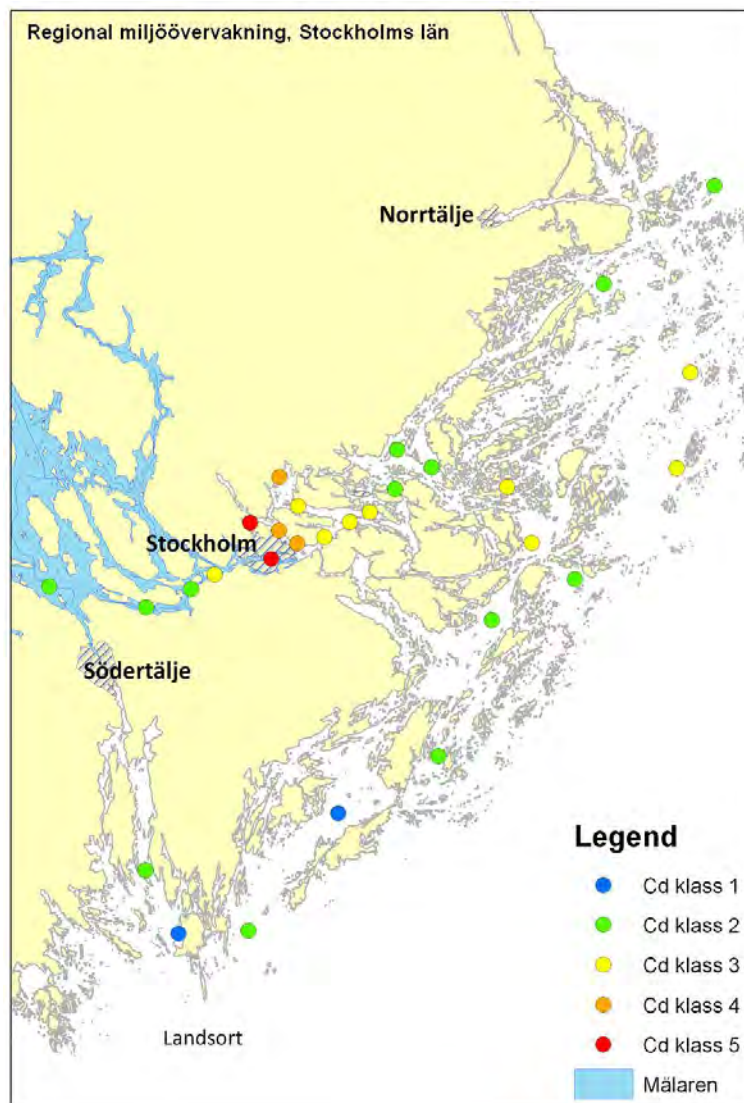


Fig. 21. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på kadmiumhalten (Cd). Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to cadmium (Cd) content 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

### 6.4.1.3 Kobolt (Co)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende kobolt (Co) redovisas i tabell 1 och illustreras i figur 22 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av kobolt år 2007 varierar mellan 9,9 och 18 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 14 respektive 13 mg/kg ts (tabell 5). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 15 respektive 14 mg/kg ts. Till skillnad från 1997-2001 års undersökningar är haltvariationerna 2007 relativt jämnt spridda i skärgårdshavet och Mälaren. Vid 1997-2001 års undersökningar återfanns de högsta halterna i Björköfjärden, Strömmen och vid Käppala (fig. 16).

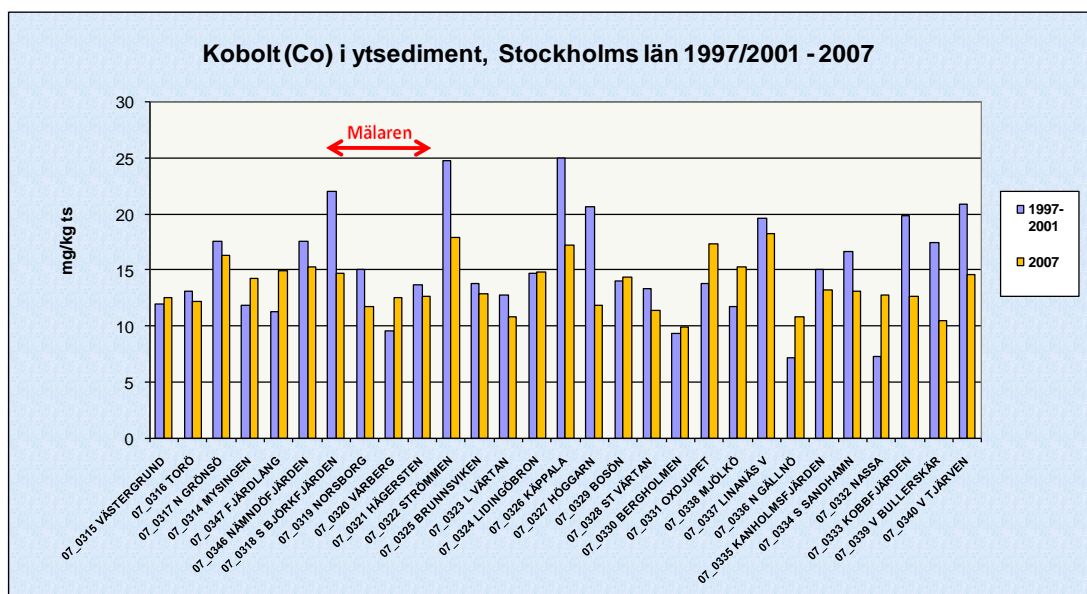


Fig. 22. Koncentrationen av kobolt (Co, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of cobalt (Co, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på kobolt i länet *ingen eller liten avvikelse* (klass 1-2) från jämförvärdet, 14 mg/kg (fig 23). För fyra stationer är detta en liten förbättring sedan perioden 1997-2001 (bilaga 1).

Förändringen på respektive station av sedimentens kobolthalter mellan perioden 1997-2001 och 2007 illustreras i figur 22. På 22 av 29 stationerna har kobolthalterna minskat mellan de två provtagningsomgångarna. Detta gäller framför allt i S Björkfjärden, Strömmen, Käppala, Höggarn och i nordligaste delen av undersökningsområdet. Baserat på medel- och medianvärdesförändringen är koncentrationsminskningen 10 respektive 6,5 % med en signifikans på mellan 97,5 och 99 %.

Den kraftiga minskningen av kobolt i ytsedimenten är reell eftersom variationskoefficienten för kobolt till följd av sedimentens inhomogenitet ligger runt 5 % (jfr. övriga metaller ovan och nedan).

#### 6.4.1.4 Krom (Cr)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende krom (Cr) redovisas i bilaga 1 samt illustreras i figur 24 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av As år 2007 varierar mellan 6,8 och 18 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 87 respektive 86 mg/kg ts (tabell 5). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 82 respektive 79 mg/kg ts. Halter över 112 mg/kg ts uppträder 2007 vid L Värtan och Käppala. Vid 1997-2001 års undersökningar återfanns de högsta halterna i Strömmen, Brunnsviken och vid V Tjärven.

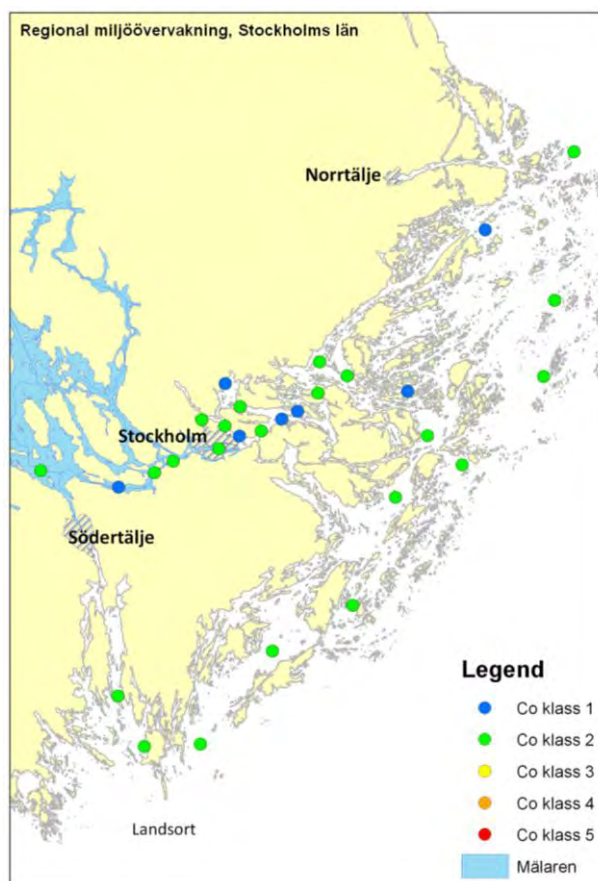


Fig. 23. Ytsedimentens (0-1 cm) miljöklass i Stockholms län 2007 med avseende på kobolthalten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the cobalt content 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

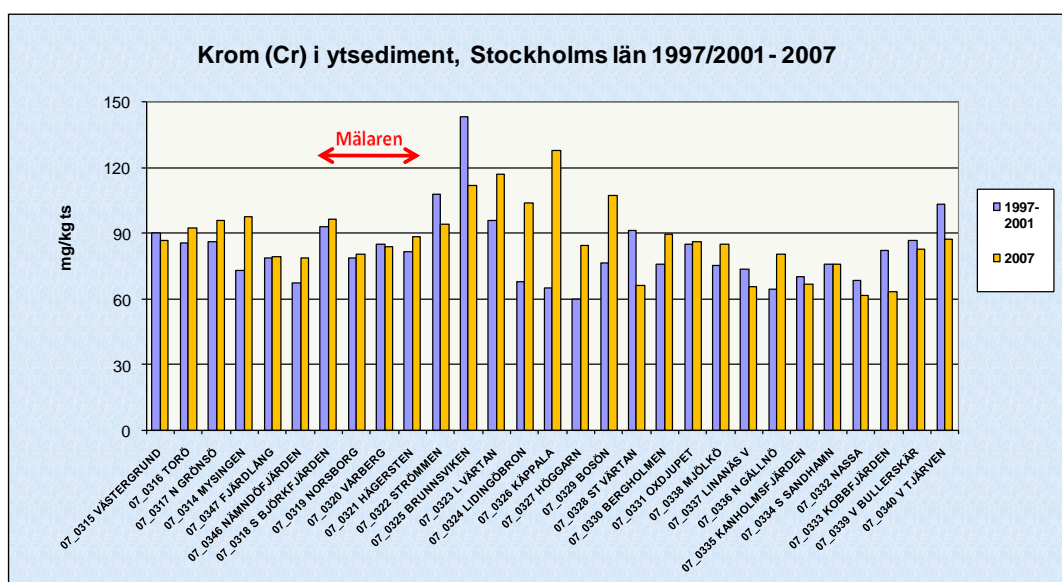


Fig. 24. Koncentrationen av krom (Cr, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of chromium (Cr, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på krom i länet *ingen eller liten avvikelse* (klass 1-2) från jämförvärdet, 80 mg/kg. En *tydlig avvikelse* (klass 3) återfinns i L Värtan och vid Käppala (fig 25). Förhållandena var likartade för perioden 1997-2001 (bilaga 1).

Förändringen på respektive station av sedimentens kromhalter mellan åren 1997-2001 och 2007 illustreras i figur 24. På 14 av 29 stationerna har kromhalterna ökat mellan de två provtagningsomgångarna. Detta gäller framför allt i Mysingen, L Värtan, vid Lidingöbron, Käppala och Bosön. Baserat på medel- och medianvärdesförändringen är koncentrationsökningen 6 respektive 9 % med en signifikans på mellan 90 och 95 %.

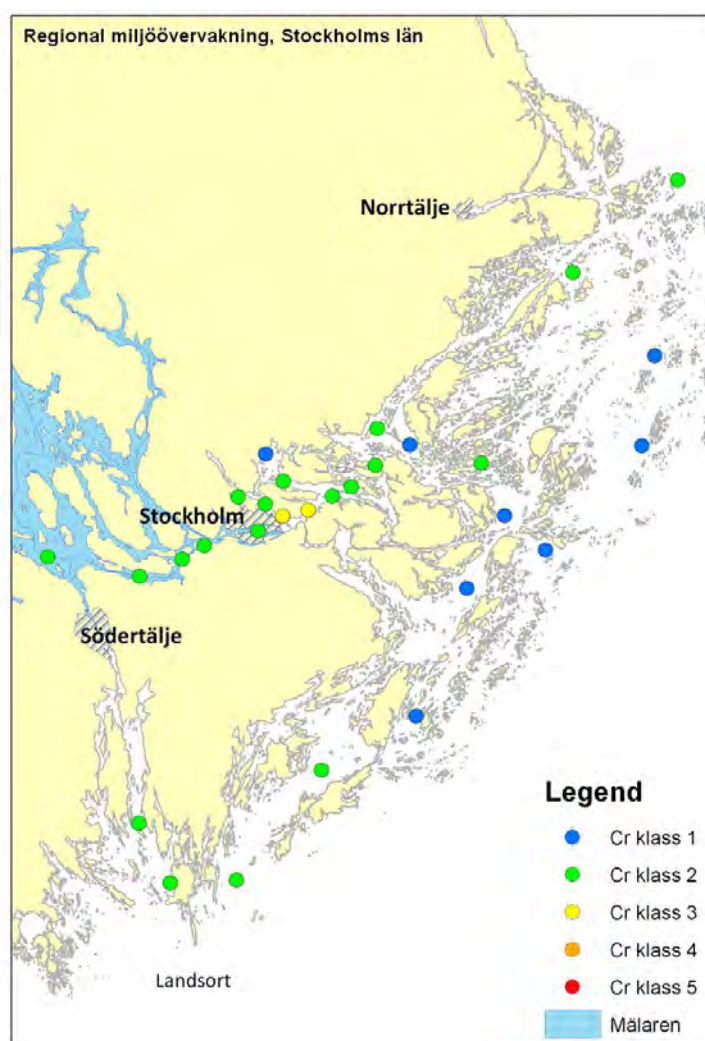


Fig. 25. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på kromhalten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the chromium content 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

Ökningen av krom i ytsedimenten är reell eftersom variationskoefficienten för krom till följd av sedimentens inhomogenitet sannolikt ligger runt 5 % (jfr. övriga metaller nedan).

### 6.4.1.5 Koppars (Cu)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende koppars (Cu) redovisas i bilaga 1 och illustreras i figur 26 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av koppars år 2007 varierar mellan 29 och 242 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 62 respektive 43 mg/kg ts (tabell 5). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är i båda fallen 31 mg/kg ts. Halter över 100 mg/kg ts uppträder 2007 i Strömmen, Brunnsviken och L Värtan med en tydligt fallande gradient ut från Stockholmsområdet.

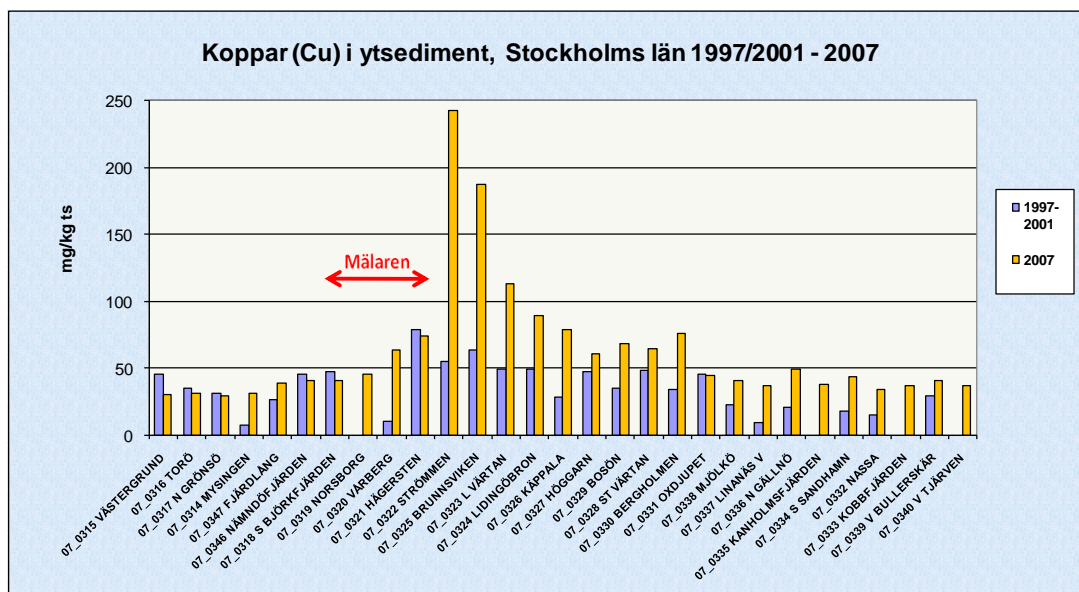


Fig. 26. Koncentrationen av koppars (Cu, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of copper (Cu, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på koppars i länet en *tydlig avvikelse* (klass 3) från jämförvärdet (15 mg/kg) på 16 stationer. En *stor till mycket stor avvikelse* (klass 4-5) återfinns i Stockholm och ut till Bergholmen på skärgårdssidan och in till Värberg (Skärholmen) i Mälaren (fig 27). Endast vid Grönsö i södra skärgårdssområdet påträffades en *liten avvikelse* (klass 2). Sedan perioden 1997-2001 har miljöstatusten försämrats i hela området och framför allt i Stockholmsområdet (bilaga 1).

Förändringen på respektive station av sedimentens kopparshalter mellan perioden 1997-2001 och 2007 illustreras i figur 26. På 18 av 29 stationerna har kopparshalterna ökat mellan de två provtagningsomgångarna. Detta gäller framför allt i Stockholmsgradienten. Baserat på medel- respektive medianvärdesförändringen är koncentrationen 99 respektive 39 % med en signifikans på mer än 99 % (tabell 6). I Stockholmsgradienten (Hägersten till Oxdjupet) är ökningen 106 % med en signifikans på mellan 99,5 och 99,9 % (tabell 7). För övriga skärgårdshavet är signifikansen mer än 99,9 %.

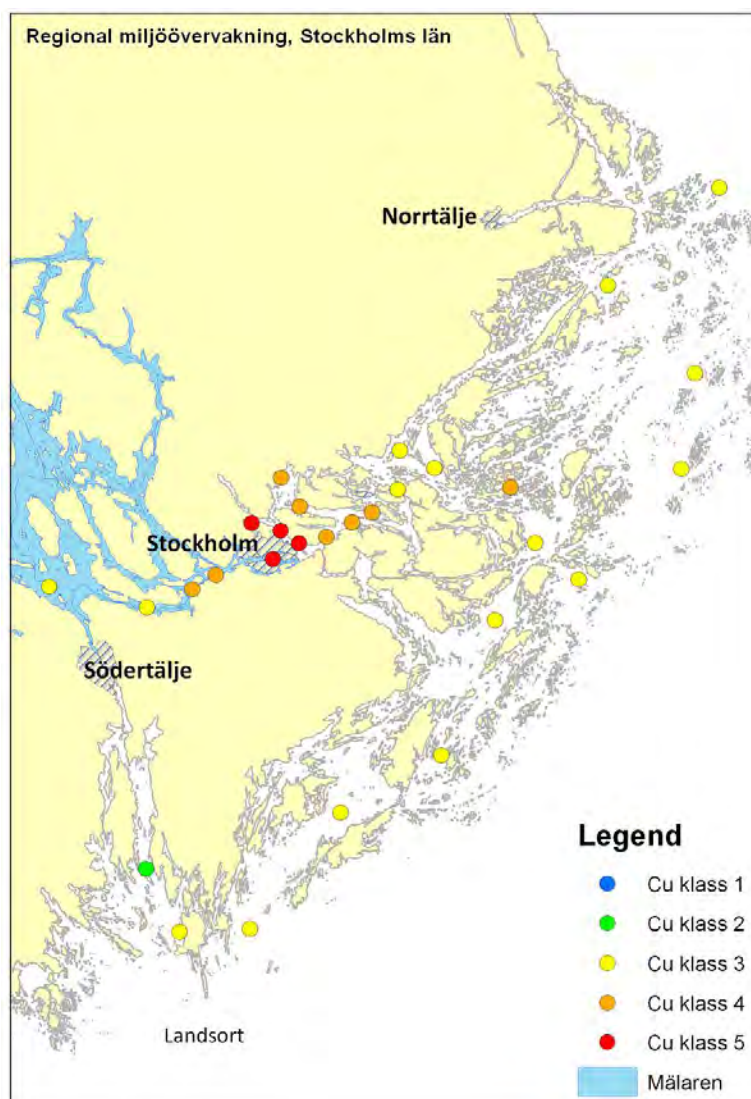


Fig. 27. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på kopparhalten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the copper content 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

Ökningen av koppar i ytsedimenten är reell eftersom variationskoefficienten för koppar till följd av sedimentens inhomogenitet är  $6,6 \pm 4,8$  % (Cato 1977).

#### 6.4.1.6 Kvicksilver (Hg)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende kvicksilver (Hg) redovisas i bilaga 1 och illustreras i figur 28 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av kvicksilver år 2007 varierar mellan 0,07 och 5,4 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 0,63 respektive 0,18 mg/kg ts (tabell 9). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 0,54 respektive 0,18 mg/kg ts. Halter över 5 mg/kg ts uppträder 2007 i Strömmen, med en tydligt fallande gradient från Stockholmsområdet och norrut i skärgårdshavet.

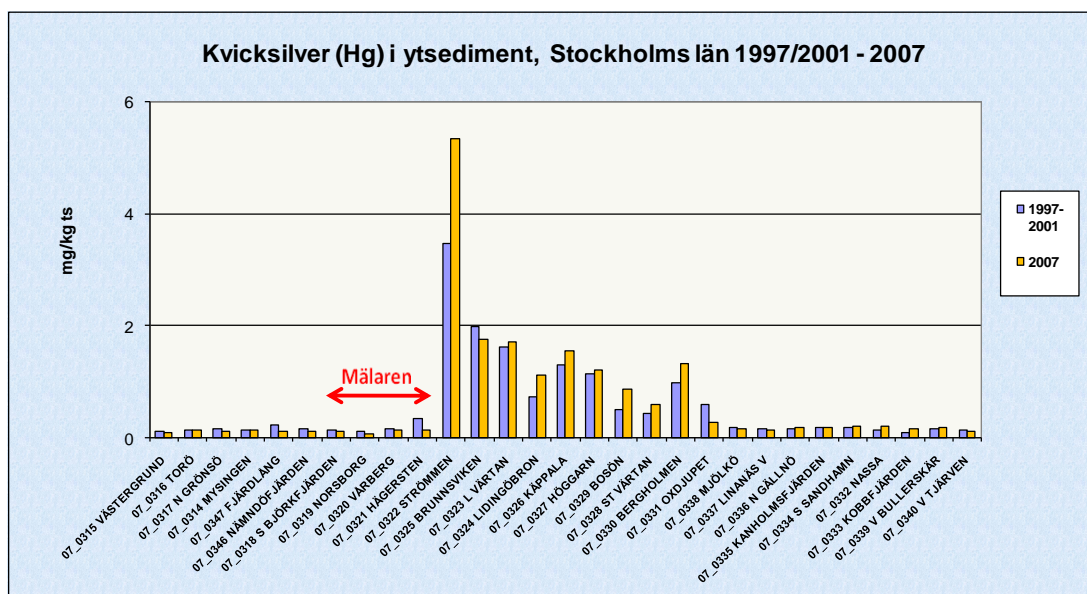


Fig. 28. Koncentrationen av kvicksilver (Hg, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of mercury (Hg, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

I figur 29 illustreras med en karta en sammanställning omfattande alla de platser som SGU undersökt i skärgårdshavet mellan Bråviken och Vaddö 1997-2001. Av kartan framgår med all tydlighet att även vid den tidpunkten återfanns de högsta halterna av kvicksilver i centrala Stockholm med en fallande gradient norrut mot Oxidjupet.

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på kvicksilver i länet en *tydlig avvikelse* (klass 3) från jämförvärdet, 0,04 mg/kg på 13 stationer. En *stor till mycket stor avvikelse* (klass 4-5) återfinns i Stockholm (Strömmen) och ut till Bergholmen (fig. 30). Endast i södra skärgårdsområdet och längst norrut (V Tjärven) samt i Mälaren (S Björkfjärden och vid Norsborg) påträffades en *liten avvikelse* (klass 2). I ingen del av områdets ytsediment återfinns halter motsvarande den naturliga bakgrunden. Den dåliga miljöstatusen (klass 4-5) i Stockholmsgradienten är på samma nivå som 1997-2001, men en liten förbättring kan noteras i södra skärgårdsområdet och i delar av östra Mälaren (bilaga 1).

Förändringen på respektive station av sedimentens kvicksilverhalter mellan perioden 1997-2001 och 2007 illustreras i figur 28. På 14 av 29 stationerna har kvicksilverhalterna minskat mellan de två provtagningsomgångarna. På övriga stationer har den ökat. Detta senare gäller framförallt i Stockholmsområdet och i synnerhet i Strömmen där ökningen är kraftig. Baserat på medel- och medianvärdesförändringen är koncentrationsoökningen 16 respektive 0 % med en sannolikhet på mellan 75 och 90 % (tabell 6). Om Strömmen utesluts i beräkningen sjunker medelvärdet till 4,6 %.

Medel- och medianvärdesförändringen i enbart Stockholmsgradienten visar på en reell koncentrationsoökning på 21 respektive 24 % med en signifikans på mellan 90 och 95 % (tabell 7), medan övriga skärgårdshavet visar på en minskning med en signifikans på mellan 95 och 97,5 %.

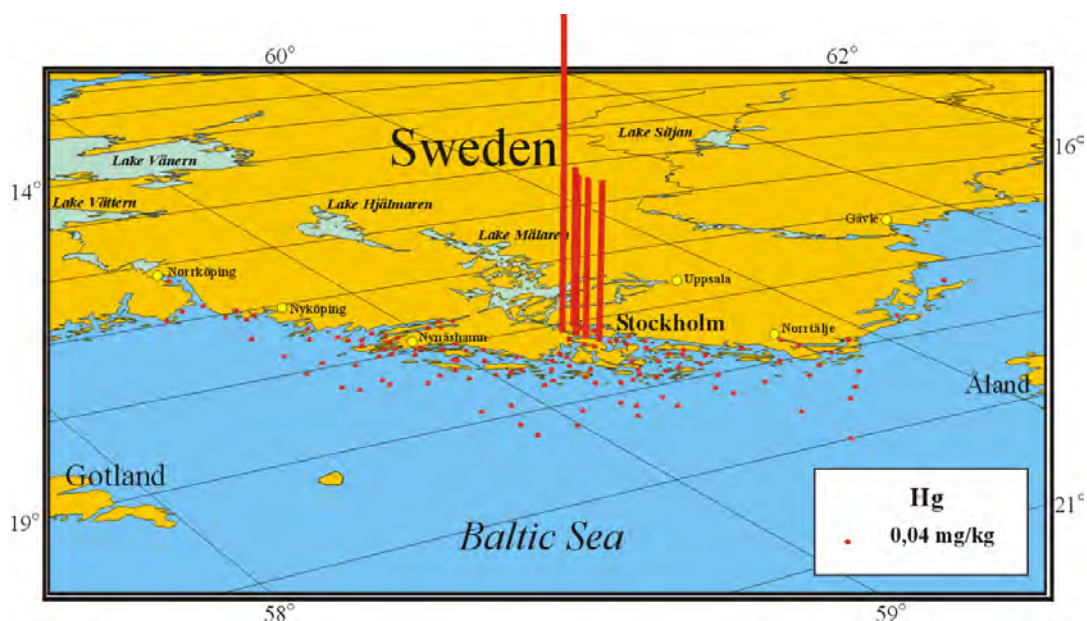


Fig. 29. Fördelningen 1997-2001 av kvicksilver (Hg) i ytsedimenten (0-1 cm) i kustområdet mellan Norrköping i söder och Norrtälje i norr. *The distribution of mercury (Hg) in 1997-2001 in the coastal area between Norrköping in the south and Norrtälje in the north.*

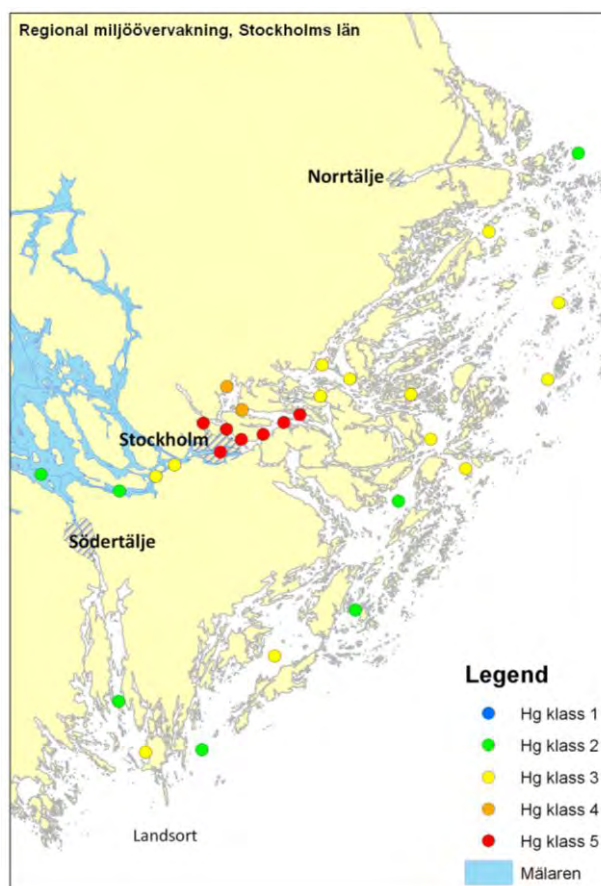


Fig. 30. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på kvicksilverhalten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the mercury content 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

Ökningen av kvicksilverhalten i ytsedimenten är inte reell (om station Strömmen utesluts), med undantag för Stockholmsgradienten eftersom variationskoefficienten för kvicksilver till följd av sedimentens inhomogenitet är  $5,8 \pm 3,1$  % (Cato 1977).

Tabell 9. Statistiska uppgifter över halterna av grundämnen i ytsedimenten (0-1 cm) inom Stockholms län 1997-2001 respektive 2007. *Continue statistical data on the concentrations of elements in the superficial sediment (0-1 cm) within the county of Stockholm in 1997-2001 and in 2007 respectively.*

Element	År	Sort	Antal prover	Medelvärde	Standardavvikelse	Konfidensnivå(95,0%)	Medianvärde	Minimum	Maximum
<b>Hf</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	3,7	1,2	0,45	3,6	1,7	6,1
<b>Hf</b>	2007	mg/kg TS	29	3,4	0,73	0,28	3,2	2,4	5,7
<b>Hg</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	0,54	0,75	0,29	0,18	0,086	3,5
<b>Hg</b>	2007	mg/kg TS	29	0,63	1,1	0,40	0,18	0,069	5,4
<b>Li</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	36	7,2	2,7	38	21	48
<b>Li</b>	2007	mg/kg TS	29	37	4,9	1,9	38	25	44
<b>Mo</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	5,3	7,9	3,0	3,0	0,72	43
<b>Mo</b>	2007	mg/kg TS	29	3,5	3,2	1,2	3,0	1,0	14
<b>Nb</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	14	3,9	1,5	13	6,6	22
<b>Nb</b>	2007	mg/kg TS	29	9,3	2,8	1,1	9,1	3,0	15
<b>Ni</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	26	12	4,4	25	5,5	57
<b>Ni</b>	2007	mg/kg TS	29	26	15	5,7	26	5,0	58
<b>Pb</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	73	54	21	57	38	310
<b>Pb</b>	2007	mg/kg TS	29	67	57	22	44	25	302
<b>Rb</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	127	35	13	125	67	195
<b>Rb</b>	2007	mg/kg TS	29	101	11	4,1	101	78	120
<b>S</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	9308	7414	2820	8450	1060	32000
<b>S</b>	2007	mg/kg TS	29	8624	5892	2241	6730	1290	21100
<b>Se</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>Se</b>	2007	mg/kg TS	29	0,72	0,40	0,15	0,63	0,33	2,5
<b>Sb</b>	1997-2001	mg/kg TS	28	1,2	0,77	0,30	1,0	0,62	4,2
<b>Sb</b>	2007	mg/kg TS	29	1,1	0,72	0,27	0,79	0,48	3,8
<b>Sc</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	11,5	3,2	1,2	12	0,59	17
<b>Sc</b>	2007	mg/kg TS	29	12,1	1,6	0,61	12	8,7	15
<b>Sn</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	2,6	2,9	1,1	0,58	0,23	9,8
<b>Sn</b>	2007	mg/kg TS	29	9,3	11	4,1	3,7	2,2	53
<b>Sr</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	151	25	9,5	150	114	233
<b>Sr</b>	2007	mg/kg TS	29	153	23	8,6	156	111	193
<b>Ta</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	1,3	0,54	0,20	1,2	0,58	2,7
<b>Ta</b>	2007	mg/kg TS	29	1,1	0,21	0,08	1,1	0,78	1,9
<b>Th</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	12	3,6	1,4	11	4,9	20
<b>Th</b>	2007	mg/kg TS	29	12	5,5	2,1	13,5	3,0	20
<b>Tl</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	0,77	0,10	0,038	0,78	0,59	0,94
<b>Tl</b>	2007	mg/kg TS	29	0,78	0,16	0,061	0,82	0,38	1,0
<b>U</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	6,0	3,6	1,4	4,9	2,7	20
<b>U</b>	2007	mg/kg TS	29	6,6	3,5	1,3	4,9	3,7	16
<b>V</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	83	16	6,2	84	47	116
<b>V</b>	2007	mg/kg TS	29	90	13	4,8	89	67	115
<b>W</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	7,7	10	3,9	3,6	1,4	55
<b>W</b>	2007	mg/kg TS	8	28	22	19	17	14	80
<b>Y</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	31	5,7	2,2	31	18	42
<b>Y</b>	2007	mg/kg TS	29	31	4,5	1,7	31	22	43
<b>Zn</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	224	138	53	174	139	777
<b>Zn</b>	2007	mg/kg TS	29	209	122	46	169	131	755
<b>Zr</b>	1997-2001	mg/kg TS	29	134	37	14	127	69	263
<b>Zr</b>	2007	mg/kg TS	29	148	36	14	141	101	262

### 6.4.1.7 Nickel (Ni)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende nickel (Ni) redovisas i bilaga 1 och illustreras i figur 31 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av nickel år 2007 varierar mellan 5 och 58 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 26 mg/kg ts (tabell 9). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 26 respektive 25 mg/kg ts. Halter över 33 mg/kg ts uppträder 2007 i Nämndöfjärden samt från Mjölkö och norrut i skärgårdområdet.

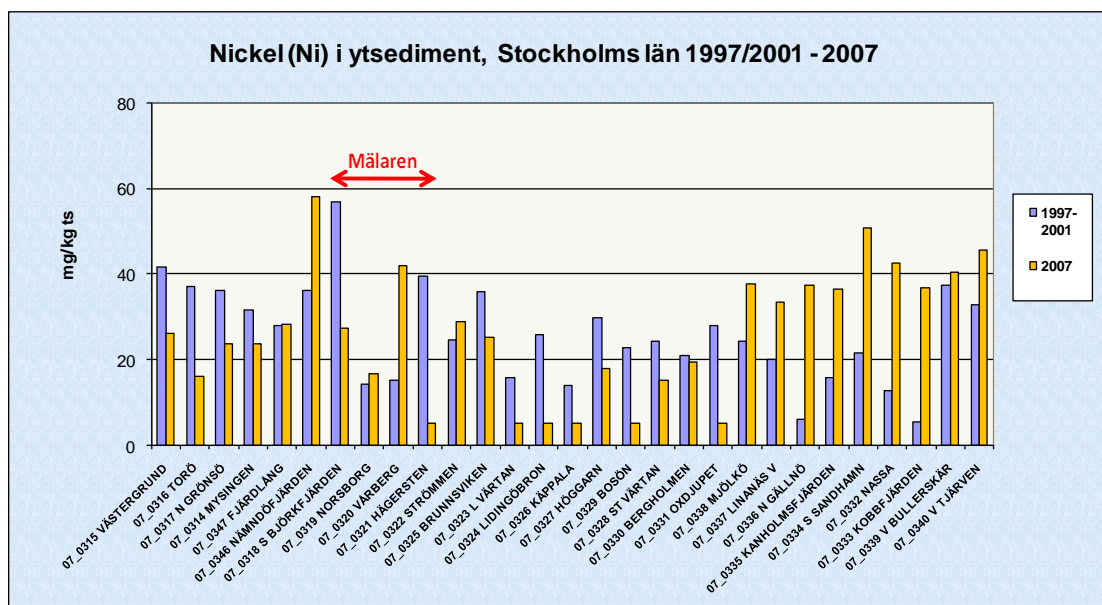


Fig. 31. Koncentrationen av nickel (Ni, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of nickel (Ni, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på nickel i länet (fig. 32) en *tydlig avvikelse* (klass 3) från jämförvärdet (33 mg/kg) på 3 stationer (Nämndöfjärden, S Sandhamn och V Tjärven). I övriga delar av undersökningsområdet är *avvikelsen ingen/obetydlig till liten* (klass 1-2). En försämring av statusen sedan perioden 1997-2001 kan noteras i norra skärgårdshavet (från klass 1 till klass 2) respektive förbättring i södra skärgårdshavet från klass 2 till klass 1) (bilaga 1).

Förändringen på respektive station av sedimentens nickelhalter mellan perioden 1997-2001 och 2007 illustreras i figur 31. På 13 av 29 stationerna har nickelhalterna ökat mellan de två provtagningsomgångarna i Nämndöfjärden, Värberg och Strömmen, men framförallt i norra skärgårdshavet norr om Mjölkö. På övriga stationer har den minskat något. Baserat på medel- och medianvärdesförändringen är förändringen 1 respektive 7 % med en signifikans mindre än 75 % (tabell 6). I norra skärgårdshavet är motsvarande ökning 97 respektive 87 % med en signifikans på mer än 99,9 % och i södra skärgårdshavet har halten minskat med 39 respektive 32 % med en signifikans på mellan 99 och 99,5 %, dvs en snarlik tendens som den för arsenik (se ovan). I Stock

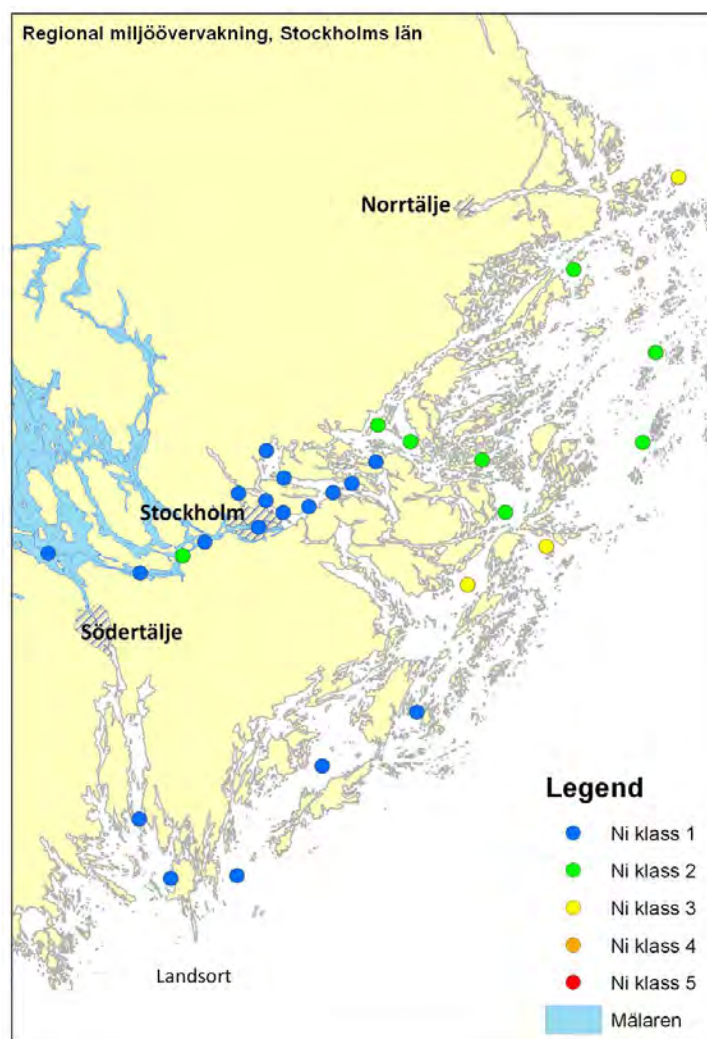


Fig. 32. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på nickelhalten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the nickel content 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

holmsgradienten har halten minskat med 51 respektive 80 %

Variationskoefficienten för nickel till följd av sedimentens inhomogenitet är  $8,4 \pm 4,8$  % (Cato 1977), vilket innebär att en reell ökning har skett i norra skärgårdshavet respektive minskning i södra skärgårdshavet och Mälaren samt i stockholmsgradienten.

#### 6.4.1.8 Bly (Pb)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende bly (Pb) redovisas i bilaga 1 och figur 33 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av bly år 2007 varierar mellan 25 och 302 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 67 respektive 44 mg/kg ts (tabell 9). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 73 respektive 57 mg/kg ts. Halter över 300 mg/kg ts uppträder 2007 i Strömmen, med en tydligt fallande gradient från Stockholmsområdet och norrut i skärgårdshavet samt i mindre utsträckning också in i Mälaren.

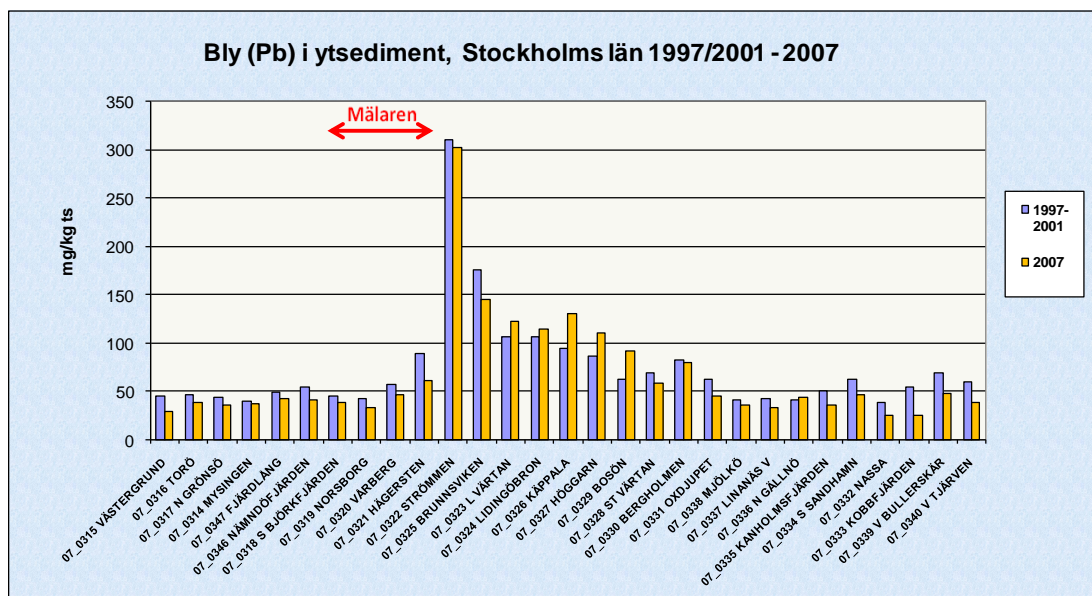


Fig. 33. Koncentrationen av bly (Pb, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of lead (Pb, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på bly i länet en *tydlig avvikelse* (klass 3) från jämförvärdet (31 mg/kg) på 3 stationer (Vårberg i Mälaren, Bosön och Kobbjärden). En *stor till mycket stor avvikelse* (klass 4-5) återfinns i Stockholm (Strömmen) och ut till St Värtan samt vid Hägersten i Mälaren (fig 34). Endast i södra och norra skärgårdsområdet samt i Mälaren (S Björkfjärden och vid Norsborg) påträffades en *liten avvikelse* (klass 2). En viss förbättring kan noteras i norra skärgårdshavet. På endast två stationer i undersökningsområdets ytsediment återfinns halter motsvarande den naturliga bakgrunden.

Förändringen på respektive station av sedimentens blyhalter mellan åren 1997- 2001 och 2007 illustreras i figur 33. På 5 av 29 stationer har blyhalterna baserat på medel- och medianvärdesförändringen ökat med 25 respektive 24 % med en signifikans på mellan 97,5 och 99 % mellan de två provtagningsomgångarna. Dessa stationer ligger i Stockholmsgradienten mellan L Värtan och Bosön. På övriga stationer har halten minskat. Baserat på medel- och medianvärdesförändringen för hela undersökningsområdet är förändringen -9 respektive -22 % med en signifikans på mellan 97,5 och 99 %. Om de 5 stationer som haft en haltökning undantas är motsvarande minskning för resterande stationer 25 respektive 23 % med en signifikans på 99,9 %. Om hela Stockholmsgradienten undantas är minskningen 23 respektive 16 %.

Den starka minskningen av blyhalten i ytsedimenten i det senare fallen och ökningen i Stockholmsgradienten är båda reella eftersom variationskoefficienten för bly till följd av sedimentens inhomogenitet är  $6,1 \pm 5,9$  % (Cato 1977).

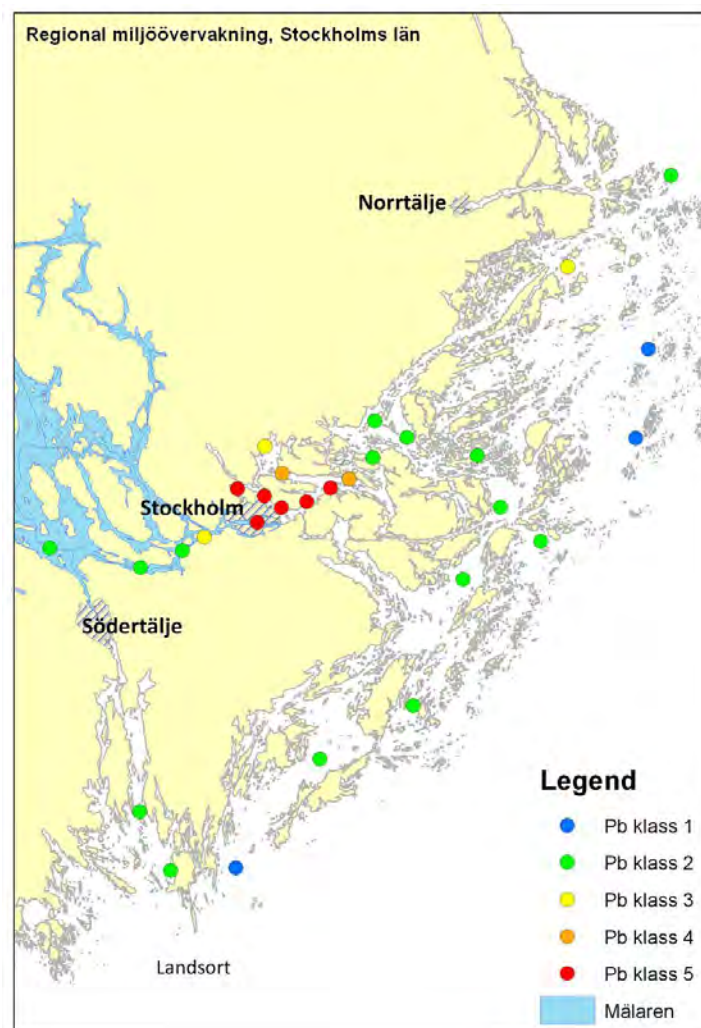


Fig. 34. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på blyhalten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the lead content 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

#### 6.4.1.9 Zink (Zn)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende zink (Zn) redovisas i bilaga 1 och illustreras i figur 35 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av zink år 2007 varierar mellan 131 och 755 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 209 respektive 169 mg/kg ts (tabell 9). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 224 respektive 174 mg/kg ts. Halter över 300 mg/kg ts uppträder 2007 i Strömmen och Brunnsviken.

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på zink i länet en *tydlig avvikelse* (klass 3) från jämförvärdet (85 mg/kg) på 20 av 29 stationer. En *stor till mycket stor avvikelse* (klass 4-5) återfinns i centrala Stockholm (Strömmen) samt in till Vårberg och Hägersten i Mälaren (fig 36). Inga stationer hade en miljöstatus i klass 1-2. Endast smärre förändringar vad gäller miljöstatusen har skett sedan perioden 1997-2001.

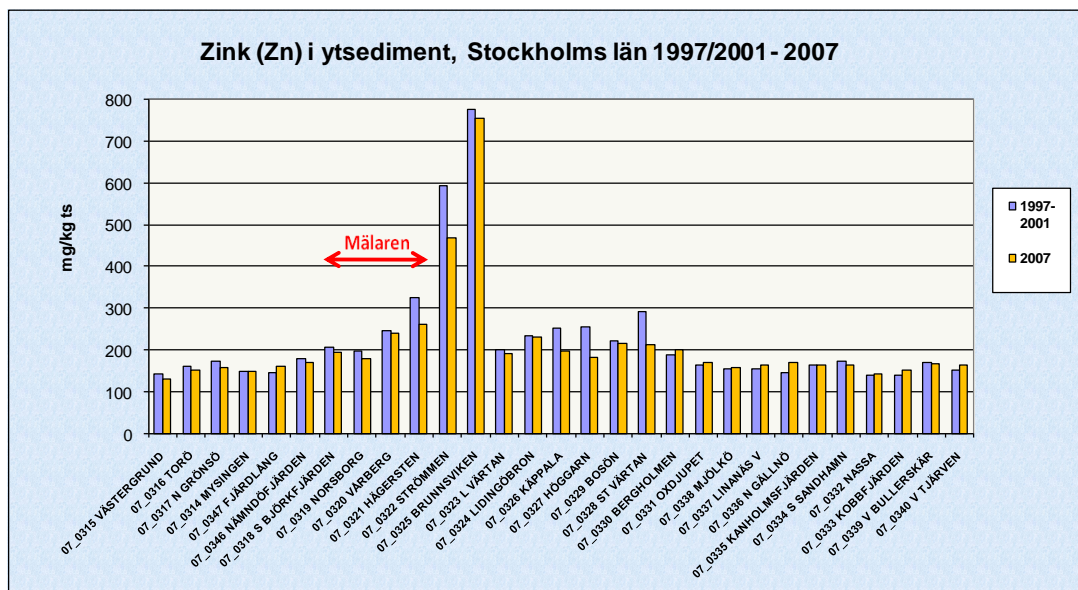


Fig. 35. Koncentrationen av zink (Zn, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of zinc (Zn, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

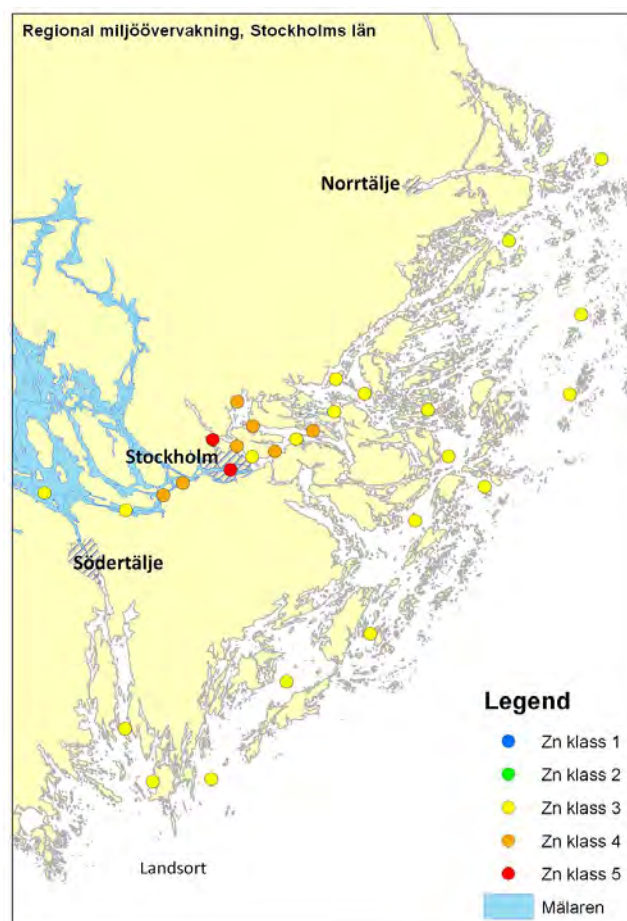


Fig. 36. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på zinkhalten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the zinc content 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

Förändringen på respektive station av sedimentens zinkhalter mellan åren 1997- 2001 och 2007 illustreras i figur 35. På 8 av 29 stationer har zinkhalterna ökat svagt mellan de två provtagningsomgångarna med mellan 7 respektive 9 % med en signifikans på mellan 97,5 och 99 % (tabell 7). Dessa stationer ligger i norra delen av undersökningsområdet. På övriga stationer har halten minskat. Baserat på medel- och medianvärdesförändringen för hela undersökningsområdet är minskningen 7 respektive 3 % med en signifikans på mellan 99 och 99,5 % (tabell 6). I Stockholmsgradienten är motsvarande minskning större; 12 respektive 15 % med en signifikans på mellan 75 och 90 % (tabell 8).

Ökningen av zinkhalten i ytsedimenten i norra skärgårdsområdet respektive minskningen i övriga skärgårdshavet är reella eftersom variationskoefficienten för zink till följd av sedimentens inhomogenitet är  $5,3 \pm 3,4$  % (Cato 1977).

#### **6.4.1.10 Vanadin (V)**

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende vanadin (V) redovisas i bilaga 1 och illustreras i figur 37 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av vanadin år 2007 varierar mellan 67 och 115 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 90 respektive 89 mg/kg ts (tabell 9). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 83 respektive 84 mg/kg ts. I södra Östersjöns och Västerhavets ytsediment är medelvärdet och medianvärdet för vanadin 89 respektive 93 mg/kg ts (Cato 1997).

Generellt sett är vanadinhalterna högre i södra skärgårdsområdet samt i S Björkfjärden, Oxdjupet och vid Mjölkö.

Förändringen på respektive station av sedimentens vanadinhalter mellan åren 1997-2001 och 2007 illustreras i figur 37. På 6 av 29 stationerna har vanadinhalterna minskat något mellan de två provtagningsomgångarna. På övriga stationer har den ökat. Detta senare gäller framförallt mellan Lidingöbron och Bosön samt i Mysingen och på tre stationer i norra skärgårdsområdet. Baserat på medel- och medianvärdesförändringen för hela skärgårdshavet är koncentrationsökningen 9 respektive 6 % med en signifikans på 99,9 %. I Stockholmsgradienten är motsvarande ökning 16 resp. 11 %.

Medelvärdesökningen av vanadinhalten i ytsedimenten är sannolikt inte reell eftersom variationskoefficienten för vanadin till följd av sedimentens inhomogenitet bör ligga som för nickel, dvs ca  $8,4 \pm 4,8$  %.

### **6.4.2 Övriga grundämnen**

#### **6.4.2.1 Litium (Li)**

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende litium (Li) redovisas i bilaga 1 och illustreras i figur 38 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av litium år 2007 varierar mellan 25 och 44 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 35,6 respektive 37,5 mg/kg ts (tabell 9). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 37,3 respektive 38,3 mg/kg ts. I södra Östersjöns och Västerhavets ytsediment är medelvärdet och medianvärdet för vanadin 40 respektive 42 mg/kg ts (Cato 1997).

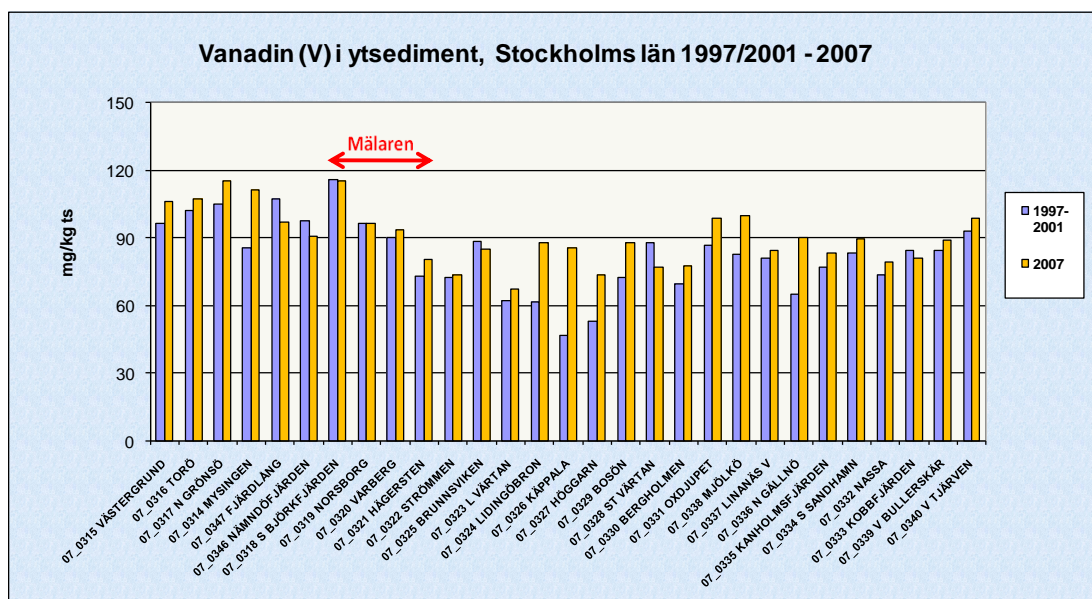


Fig. 37. Koncentrationen av vanadin (V, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of vanadium (V, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

Baserat på medel- och medianvärdesförändringen är koncentrationsökningen 5 respektive 2 % med en signifikans på mellan 90 och 95 %. Ökningen av litiumhalten i ytsedimenten är sannolikt inte reell eftersom variationskoefficienten för litium till följd av sedimentens inhomogenitet bör ligga som för nickel, dvs ca  $8,4 \pm 4,8$  %.

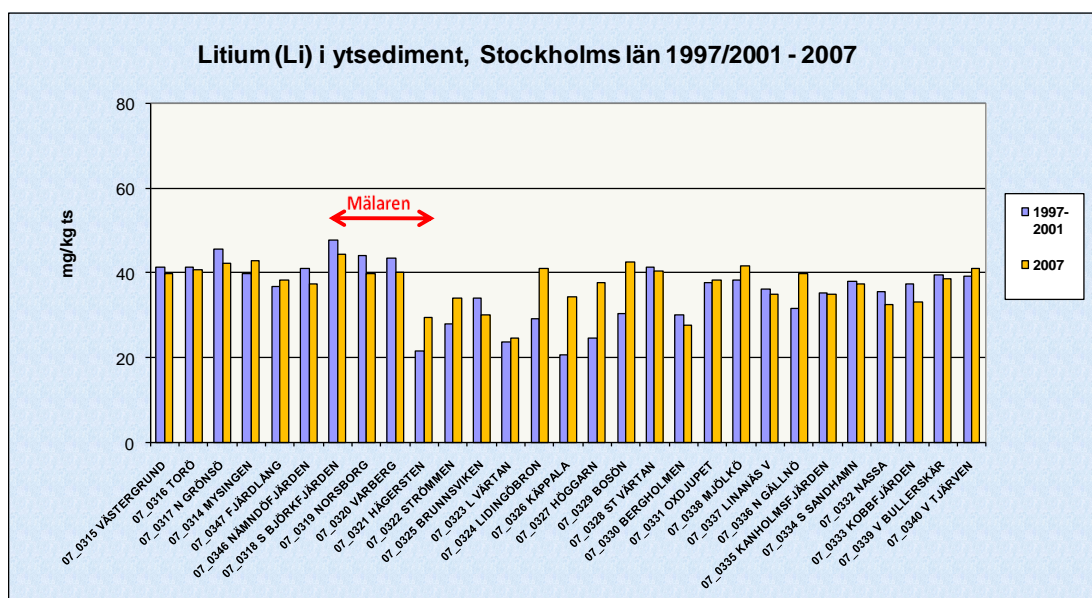


Fig. 38. Koncentrationen av litium (Li, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of lithium (Li, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

### 6.4.2.2 Niob (Nb)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende niob (Nb) redovisas i bilaga 1 och illustreras i figur 39 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av niob år 2007 varierar mellan 3 och 15 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 9,3 respektive 9,1 mg/kg ts (tabell 9). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 14 respektive 13 mg/kg ts.

I södra Östersjöns och Västerhavets ytsediment är medelvärdet och medianvärdet för niob 12,2 respektive 12,3 mg/kg ts (Cato 1997).

Jämfört med 1997-2001 är halterna 2007 betydligt lägre i södra respektive norra skärgårdshavet samt i Mälaren med undantag för Hägersten. På den senare platsen och mellan L Värtan och Höggarn är de enda platser inom undersökningsområdet där niobhalten har ökat mellan de två provtagningsomgångarna.

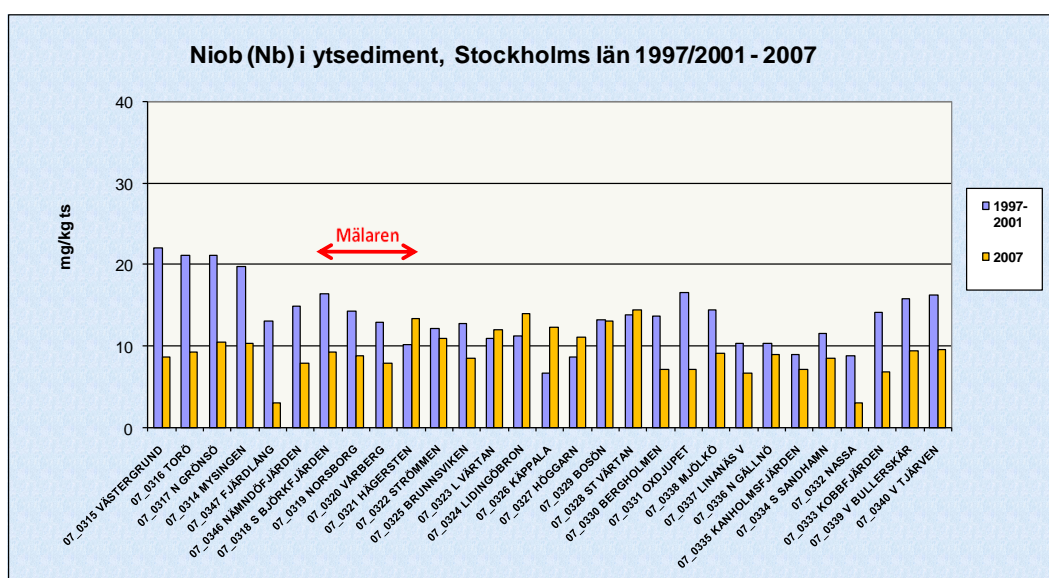


Fig. 39. Koncentrationen av niob (Nb, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of niobium (Nb, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

Baserat på medel- och medianvärdesförändringen är koncentrationsminskningen 33 respektive 30 % med en signifikans på mer än 99,9 %. Minskningen av niobhalten i ytsedimenten är sannolikt reell eftersom variationskoefficienten för niob till följd av sedimentens inhomogenitet bör ligga som för nickel, dvs ca  $8,4 \pm 4,8$  %.

### 6.4.2.3 Svavel (S)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende svavel (S) redovisas i bilaga 1 och i figur 40 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av svavel år 2007 varierar mellan 1 290 och

211 000 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 8 620 respektive 6 730 mg/kg ts (tabell 9). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 var 9 300 respektive 8 500 mg/kg ts.

I södra Östersjöns och Västerhavets ytsediment är medelvärdet och medianvärdet för svavel 3 740 respektive 3 430 mg/kg ts (Cato 1997).

Haltvariationen speglar till stor del syreförhållandena, dvs ju högre halt svavel desto större syrebrist. Bottensedimenten visar att i södra skärgårdshavet och Mälaren samt på några platser i norra skärgårdshavet är syrebristen betydligt mindre än i övriga skärgården och i synnerhet Stockholmsområdet. Svavelhalten i södra skärgårdsområdet och Mälaren ligger 66 % lägre än i övriga skärgårdshavet.

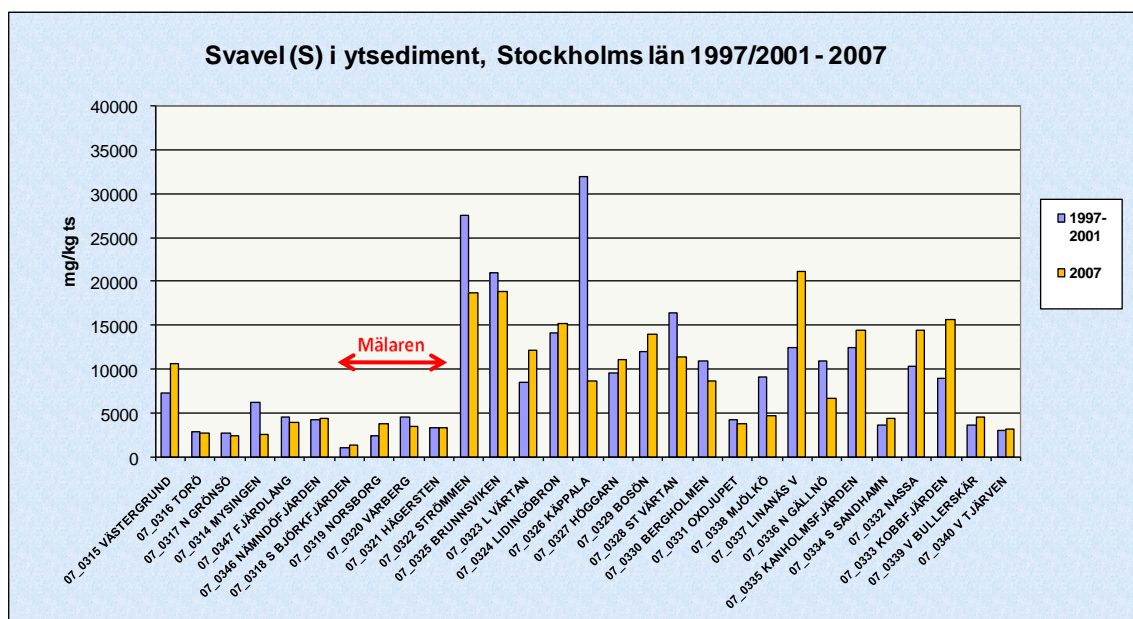


Fig. 40. Koncentrationen av svavel (S, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of sulphur (S, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

#### 6.4.2.4 Uran (U)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende uran (U) redovisas i bilaga 1 samt illustreras i figur 41 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens innehåll av uran år 2007 varierar mellan 3,7 och 16 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 6,6 respektive 4,9 mg/kg ts (tabell 9). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 6 respektive 4,9 mg/kg ts.

I södra Östersjöns och Västerhavets ytsediment är medelvärdet och medianvärdet för uran betydligt lägre; 0,77 respektive 1,99 mg/kg ts (Cato 1997).

Halter över 7 mg/kg ts år 2007 uppträder i Mälaren, Strömmen och Brunnsviken. Förändringarna mellan de två provtagningsomgångarna är små med undantag för en kraftig ökning av uran vid Hägersten respektive kraftig minskning i Brunnsviken. Resultaten tyder på att en urankälla, berggrundsbedingad eller antropogen finns i Mälaren. I Brunnsviken kan halterna ha ett antropogent ursprung.

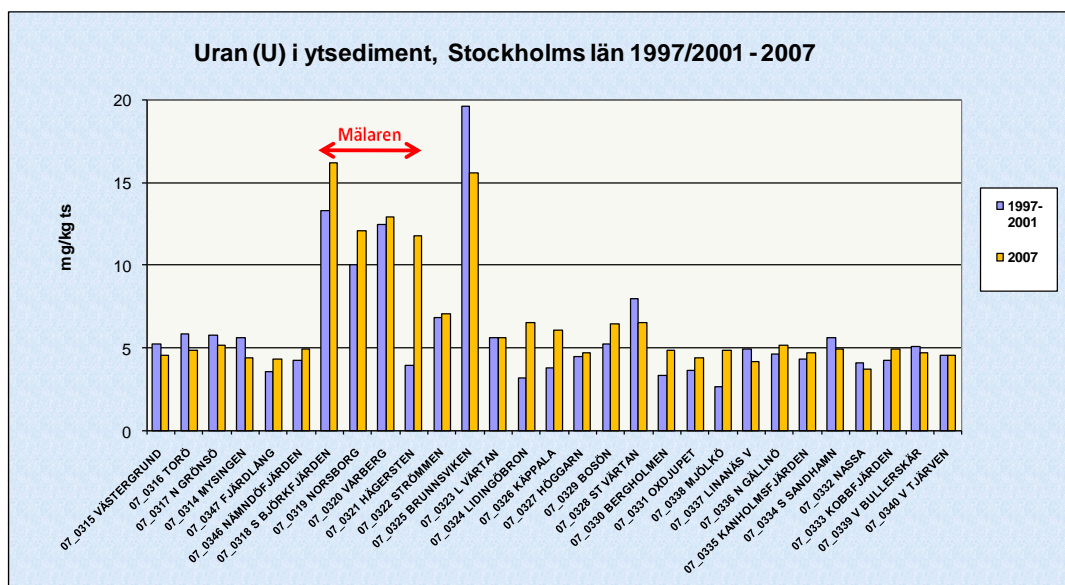


Fig. 41. Koncentrationen av uran (U, mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björköfjärden och Hägersten. *The concentration of uranium (U, mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björköfjärden and Hägersten.*

### 6.4.3. Jordartsmetaller

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende de sällsynta jordartsmetallerna, lantanoiderna (Rare Earth Elements, REE) redovisas i bilaga 1 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Respektive jordartsmetalls spridning, medel- och medianvärden inom undersökningsområdet återges nedan i tabell 10.

De sällsynta jordartsmetallernas säregna elektronstruktur och stora affinitet till ämnen som syre, svavel, bor och kväve har i modern tid kommit att utnyttjas i olika tekniskt mycket avancerade tillämpningar och då vanligen som rena, separerade grundämnen. Tillämpningsområdena är många, t.ex lantan i batterier; cerium i katalysatorer; europium i bildskärmar och fluorescerande lampor; neodym och samarium i permanentmagneter; terbium i magnetostriktiva material och minnen; yttrium i supraledare, verktygskeramer, industrilasrar och högttemperaturreglningar; gadolinium i kylar och frysar. Yttriumoxid utnyttjas också i s.k.lambdasonder för mätning av syrets partialtryck i bilavgaser, vilket möjliggör en optimering av luft-bränsleblandningen till motorer, bl.a bilar.

En närmare studie och sammanställning av de sällsynta jordartsmetallernas spridning och uppträdande i hela Östersjön och Västerhavet pågår (Cato & Vallnius, in prep.).

Tabell 10. Statistiska uppgifter över halterna av jordartsmetaller (REE) i ytsedimenten (0-1 cm) inom Stockholms län 1997-2001 respektive 2007. *Continue statistical data on the concentrations of rare earth elements (REE) in the superficial sediment (0-1 cm) within the county of Stockholm in 1997-2001 and in 2007 respectively.*

Element	År	Sort	Antal prover	Medelvärde	Standard-avvikelse	Konfidens-nivå(95,0%)	Medianvärde	Minimum	Maximum
La	1997-2001	mg/kg TS	29	38	12	4,5	34	23	59
La	2007	mg/kg TS	29	47	5,2	2,0	48	36	61
Ce	1997-2001	mg/kg TS	29	76	23	8,9	72	46	119
Ce	2007	mg/kg TS	29	103	14	5,4	102	81	156
Pr	1997-2001	mg/kg TS	29	11	4,2	1,6	10	5	22
Pr	2007	mg/kg TS	29	10	1,2	0,45	10	7,7	13
Nd	1997-2001	mg/kg TS	29	36	9,9	3,8	33	19	53
Nd	2007	mg/kg TS	29	38	4,2	1,6	38	29	48
Sm	1997-2001	mg/kg TS	29	6,2	1,8	0,69	6,3	3,1	9,5
Sm	2007	mg/kg TS	29	7,0	0,76	0,29	7,1	5,3	8,8
Eu	1997-2001	mg/kg TS	29	1,0	0,32	0,12	1,0	0,45	1,6
Eu	2007	mg/kg TS	29	1,1	0,14	0,053	1,1	0,84	1,3
Gd	1997-2001	mg/kg TS	29	6,3	1,5	0,59	5,9	4,1	10
Gd	2007	mg/kg TS	29	6,0	0,61	0,23	6,0	4,7	7,5
Tb	1997-2001	mg/kg TS	29	0,9	0,24	0,09	0,9	0,53	1,3
Tb	2007	mg/kg TS	29	0,9	0,11	0,04	0,9	0,67	1,2
Dy	1997-2001	mg/kg TS	29	5,2	1,3	0,49	5,0	3,0	7,6
Dy	2007	mg/kg TS	29	5,5	0,62	0,23	5,5	4,1	6,9
Ho	1997-2001	mg/kg TS	29	1,1	0,27	0,10	1,0	0,63	1,5
Ho	2007	mg/kg TS	29	1,1	0,13	0,05	1,1	0,83	1,4
Er	1997-2001	mg/kg TS	29	3,1	0,87	0,33	2,9	1,8	5,2
Er	2007	mg/kg TS	29	3,2	0,36	0,14	3,2	2,3	4,0
Tm	1997-2001	mg/kg TS	29	0,54	0,19	0,071	0,48	0,20	1,0
Tm	2007	mg/kg TS	29	0,47	0,057	0,022	0,47	0,35	0,59
Yb	1997-2001	mg/kg TS	29	2,8	0,79	0,30	2,7	1,4	4,4
Yb	2007	mg/kg TS	29	3,0	0,37	0,14	3,0	2,2	3,8
Lu	1997-2001	mg/kg TS	29	0,40	0,14	0,05	0,39	0,16	0,70
Lu	2007	mg/kg TS	29	0,45	0,06	0,02	0,44	0,34	0,57

### 6.5.1 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende polycykliska aromatiska kolväten ( $\Sigma 11$ PAH) redovisas i bilaga 2 samt illustreras i figur 42 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar. Ytsedimentens (0-1 cm) innehåll av  $\Sigma 11$  PAH år 2007 varierar mellan 0,23 och 13 mg/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 1,8 respektive 1,1 mg/kg ts (tabell 11). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 1,5 respektive 0,84 mg/kg ts. Att  $\Sigma 11$  PAH illustreras i figur 42 och inte  $\Sigma 16$  PAH beror på att svenska bedömningsgrunder endast finns för elva PAHer. Eftersom koncentrationerna för de fem PAHer som ytterligare ingår i  $\Sigma 16$  PAH alltid är betydligt lägre blir skillnaderna normalt mycket marginella mellan de två summaparametrarna, varför fig. 42 även i detta sammanhang kan tjäna som en approximativ god illustration för fördelningen av  $\Sigma 16$  PAH.

Den högsta halten av  $\Sigma 11$  PAH (13 mg/kg ts) uppträder i Strömmen med en tydligt fallande gradient norr ut mot Oxdjupet för att i norra skärgårdshavet ligga relativt konstant på en koncentration av ca 0,5 mg/kg ts. Från Strömmen och in i Mälaren sker

en motsvarande avklingning till Vårberg. I södra skärgårdshavet ligger halterna på ca 0,5 mg/kg ts.

Resultaten visar att Stockholm stad utgör en stark lokal källa för PAH. Motsvarande gradienter föreligger för samtliga 16 studerade PAH-föreningar vilka redovisas nedan i figurerna 39-53.

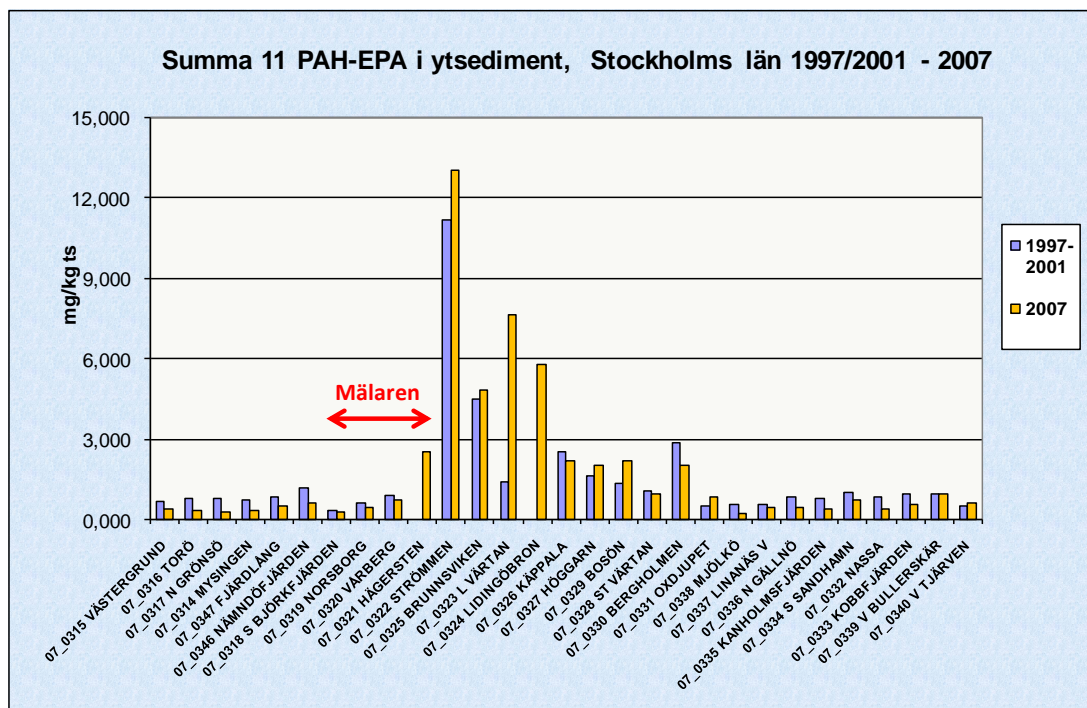


Fig. 42. Koncentrationen av  $\Sigma 11$  PAH (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. The concentration of  $\Sigma 11$  PAH (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.

I figur 43 illustreras med en karta en sammanställning omfattande alla de platser som SGU undersökt i skärgårdshavet mellan Bråviken och Vaddö 1997-2001. Av kartan framgår med all tydlighet att även vid den tidpunkten utgjorde Stockholm en stark lokal källa för dessa föreningar, men att även delar av mellersta skärgården då också uppvisade förhöjda halter av PAH.

Att Stockholm utgör en betydande föroreningskälla vad gäller bl a PAH har även framkommit i tidigare studier (Broman *et al.* 1988, Östlund *et al.* 1998, Sternbeck *et al.* 2003).

Utanför aktuellt undersökningsområde återfanns i perioden 1997-2001 också extremt höga halter av PAH i sedimenten utanför Oxelösund, vilket tyder på en annan starkt lokal källa söder om Stockholms skärgårdshav. Inget i sedimenten tyder på att den senare källan sprider PAH norrut.

Närmare information om tänkbara PAH-källor inom Stockholm återfinns i en rapport framtagen av Stockholm Miljöförvaltning (Hellebuyck *et al.* 2002).

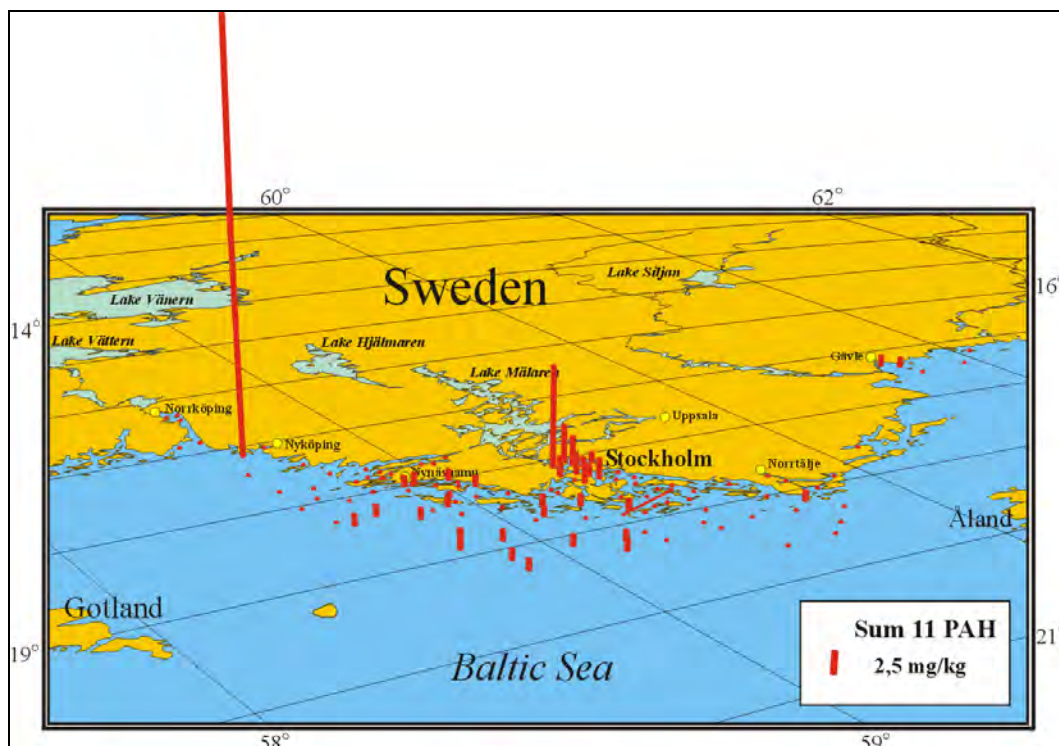


Fig. 43. Fördelningen 1997-2001 av polycykliska aromatiska kolväten ( $\Sigma 11$  PAH) i ytsedimenten (0-1 cm) i kustområdet mellan Norrköping i söder och Norrtälje i norr. *The distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons ( $\Sigma 11$  PAH) in 1997-2001 in the coastal area between Norrköping in the south and Norrtälje in the north.*

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på  $\Sigma 11$  PAH i länet en *medelhög halt* (klass 3) på 15 stationer fördelade i södra respektive norra skärgårdshavet. En *hög* till *mycket hög halt* (klass 4-5) återfinns i Stockholm (Strömmen) och ut till Oxdjupet samt vid Hägersten i Mälaren (fig 44). Endast på två stationer (S Björköfjärden och Mjölkö) påträffades en *låg halt* (klass 2). En viss förbättring i miljöstatus kan noteras i området norr om Oxdjupet där stationer i klass 4 (utom V Bullerskär) numera ligger i klass 3.

Förändringen på respektive station av sedimentens koncentration av  $\Sigma 11$  PAH mellan åren 1997- 2001 och 2007 illustreras i figur 42. På 7 av 29 stationer har PAH-halterna ökat mellan de två provtagningsomgångarna. Dessa stationer ligger mellan Strömmen och Oxdjupet i norr samt vid Hägersten i Mälaren. På övriga stationer har halten minskat.

Baserat på medelvärdesförändringen för hela undersökningsområdet, om Stockholmsgradienten mellan Strömmen och Oxdjupet undantas, visar på en koncentrationsminskning på 38 respektive 44 % med en hög signifikans (>99,9 %) (tabell 13). I Stockholmsgradienten har medel- och medianhalterna ökat med 33 respektive 34 % med en signifikans på mellan 75 och 90 % (tabell 14).

Såväl minskningen av  $\Sigma 11$  PAH i ytsedimenten utanför Stockholmsområdet som ökningen i det senare området är reell eftersom variationskoefficienten för  $\Sigma 11$  PAH till följd av sedimentens inhomogenitet ligger mellan 8-10 % (Cato opubl.).

Tabell 11. Statistiska uppgifter över halterna av polycykliska aromatiska kolväteföreningar (PAH) i yt-sedimenten (0-1 cm) inom Stockholms län 1997-2001 respektive 2007. *Continue statistical data on the concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the superficial sediment (0-1 cm) within the county of Stockholm in 1997-2001 and in 2007 respectively.*

Ämne PAH	Sort	År	Antal stationer	Medelvärde	Standard-avvikelse	Konfidens-nivå(95,0%)	Medianvärde	Minimum	Maximum
Naphtalene*	mg/kg TS	1997-2001	23	0,027	0,027	0,012	0,018	0,005	0,13
Naphtalene*	mg/kg TS	2007	29	0,026	0,051	0,019	0,0044	0,0012	0,22
Acenaphthene*	mg/kg TS	1997-2001	23	0,005	0,007	0,003	0,0027	0,00039	0,03
Acenaphthene*	mg/kg TS	2007	29	0,011	0,020	0,008	0,0030	0,0012	0,10
Fluorene*	mg/kg TS	1997-2001	23	0,017	0,032	0,014	0,0079	0,0015	0,16
Fluorene*	mg/kg TS	2007	29	0,016	0,033	0,013	0,0026	0,0009	0,15
Phenanthrene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,086	0,19	0,074	0,033	0,012	0,99
Phenanthrene	mg/kg TS	2007	29	0,12	0,26	0,10	0,026	0,0074	1,30
Anthracene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,020	0,047	0,019	0,0066	0,0017	0,25
Anthracene	mg/kg TS	2007	29	0,035	0,074	0,028	0,0048	0,0012	0,34
Fluoranthene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,21	0,42	0,17	0,087	0,030	2,19
Fluoranthene	mg/kg TS	2007	29	0,27	0,47	0,18	0,077	0,023	2,25
Pyrene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,15	0,22	0,088	0,064	0,025	1,06
Pyrene	mg/kg TS	2007	29	0,23	0,39	0,15	0,052	0,015	1,81
Benso(a)anthracene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,10	0,19	0,077	0,042	0,017	1,03
Benso(a)anthracene	mg/kg TS	2007	29	0,13	0,25	0,10	0,029	0,010	1,18
Chrysene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,11	0,16	0,063	0,053	0,024	0,85
Chrysene	mg/kg TS	2007	29	0,13	0,22	0,085	0,044	0,014	1,08
Benso(b)fluoranthene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,22	0,29	0,11	0,14	0,053	1,56
Benso(b)fluoranthene	mg/kg TS	2007	29	0,20	0,26	0,10	0,09	0,030	1,19
Benso(k)fluoranthene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,10	0,14	0,06	0,06	0,024	0,74
Benso(k)fluoranthene	mg/kg TS	2007	29	0,10	0,14	0,05	0,04	0,011	0,64
Benso(a)pyrene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,10	0,10	0,04	0,06	0,019	0,46
Benso(a)pyrene	mg/kg TS	2007	29	0,17	0,28	0,11	0,04	0,014	1,2
Dibenzo(ah)anthracene**	mg/kg TS	1997-2001	23	0,026	0,038	0,016	0,017	0,0038	0,18
Dibenzo(ah)anthracene**	mg/kg TS	2007	29	0,038	0,046	0,017	0,015	0,0043	0,17
Benso(ghi)perylene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,19	0,23	0,092	0,12	0,037	1,2
Benso(ghi)perylene	mg/kg TS	2007	29	0,24	0,27	0,10	0,11	0,036	1,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	mg/kg TS	1997-2001	27	0,23	0,24	0,094	0,17	0,049	1,3
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	mg/kg TS	2007	29	0,19	0,21	0,080	0,10	0,027	0,94
Sum 11 EPA-PAH	mg/kg TS	1997-2001	27	1,5	2,1	0,84	0,84	0,34	11
Sum 11 EPA-PAH	mg/kg TS	2007	29	1,8	2,8	1,1	0,64	0,23	13
Sum 16 EPA-PAH	mg/kg TS	1997-2001	23	1,7	2,4	1,0	0,98	0,38	12
Sum 16 EPA-PAH	mg/kg TS	2007	29	1,9	3,0	1,1	0,66	0,24	14

## 6.5.2 Enskilda PAH-föreningar

Förändringen på respektive station av sedimentens koncentration av var och en av de 16 olika PAH-föreningar som undersökts mellan åren 1997- 2001 respektive år 2007 redovisas i bilaga 2 samt illustreras nedan i figurerna 45 – 59. De statistiska uppgifterna samt signifikansen för förändringarna i de olika områdena återfinns i tabellerna 11-14.

Samtliga enskilda PAHer uppvisar samma mönster som  $\Sigma 11$  PAH och  $\Sigma 16$  PAH. Den högsta halten uppträder i Strömmen med en tydligt fallande gradient norr ut mot Ox-djupet (den sk. Stockholmsgradienten) för att i norra skärgårdshavet ligga relativt konstant. Från Strömmen och in i Mälaren sker en motsvarande avklingning till Vår-berg. Detta mönster benämns Mälargradienten.

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på fenantren, antracen, fluoranten, pyren, bens(a)antracen och bens(a)pyren *mycket höga halter* (klass 5) på 5 av 11 stationer i den sk. Stockholms- och Mälargradienten. Krysen och bens(ghi)perylene faller i klass 5 på fem stationer och bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten i klass 5 på fyra stationer. På övriga stationer i gradienten faller samtliga föreningar i klass 4 (*hög halt*).

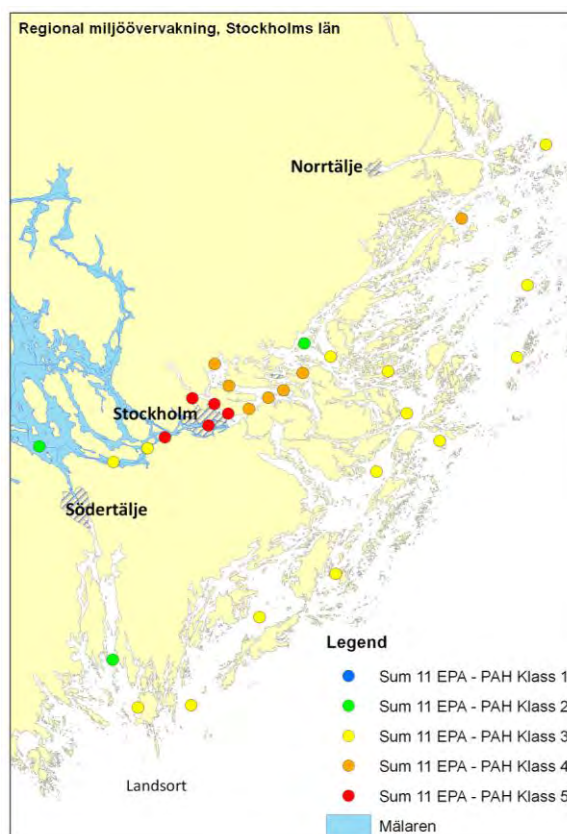


Fig. 44. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på halten  $\Sigma 11$  PAH. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the content of  $\Sigma 11$  PAH in 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

Tabell 12. Signifikansen i medelvärdesförändringen för några polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i ytsediment (0-1 cm) från Stockholms läns kustvattenkontroll i Stockholms skärgård och östra Mälaren för perioderna 1997-2001 och 2007. Observerad t-fördelning ( $t_s$ ) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in surface sediments (0-1 cm) from the Stockholm County monitoring sites of the Stockholm Archipelago and eastern Lake Mälaren between the periods 1997-2001 and 2007. Observed t-distribution ( $t_s$ ) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Kemisk förening	Antal Stationer n	1997-2001 vs. 2007 t	Sannolikhet p
Naftalen	23	-0,3198	p<0,750
Acenaften	23	1,5207	0,900<p<0,950
Fluoren	23	-0,0593	p<0,750
Fenantren	27	1,0642	0,750<p<0,900
Antracen	27	1,4247	0,900<p<0,950
Fluoranten	27	0,7779	0,750<p<0,900
Pyren	27	1,2979	0,750<p<0,900
Bens(a)antracen	27	0,8340	0,750<p<0,900
Krysen	27	0,4798	p<0,750
Bens(b)fluoranten	27	-1,1591	0,750<p<0,900
Bens(k)fluoranten	27	-0,6976	0,750<p<0,900
Bens(a)pyren	27	0,9927	0,750<p<0,900
Dibens(ah)antracen	23	1,8240	0,950<p<0,975
Benso(ghi)perylen	27	1,0107	0,750<p<0,900
Indeno(1,2,3-cd)pyren	27	-1,8261	0,950<p<0,975
Sum 11 EPA-PAH	27	0,4990	p<0,750
Sum 16 EPA-PAH	23	0,7607	0,750<p<0,900

Tabell 13. Signifikansen i medelvärdesförändringen för några polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i ytsediment (0-1 cm) från Stockholms läns kustvattenkontroll i Stockholms skärgård (utom Stockholmgradienten) och östra Mälaren för perioderna 1997-2001 och 2007. Observerad t-fördelning ( $t_s$ ) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in surface sediments (0-1 cm) from the Stockholm County monitoring sites of the Stockholm Archipelago(Stockholm gradient excluded) and eastern Lake Mälaren between the periods 1997-2001 and 2007 Observed t-distribution ( $t_s$ ) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Kemisk förening	Antal	1997-2001 vs. 2007	Sannolikhet
	Stationer n	t	p
Naftalen	14	-7,3304	p>0,999
Acenaften	14	-1,4108	0,900<p<0,950
Fluoren	14	-3,6513	0,995<p<0,999
Fenantren	18	-8,7606	p>0,999
Antracen	18	-3,7864	p>0,999
Fluoranten	18	-3,2771	0,995<p<0,999
Pyren	18	-4,7615	p>0,999
Bens(a)antracen	18	-6,6117	p>0,999
Krysen	18	-3,1787	0,995<p<0,999
Bens(b)fluoranten	18	-7,6248	p>0,999
Bens(k)fluoranten	18	-7,2801	p>0,999
Bens(a)pyren	18	-7,2645	p>0,999
Dibens(ah)antracen	14	0,1590	p<0,750
Benso(ghi)perylen	18	-2,4779	0,975<p<0,990
Indeno(1,2,3-cd)pyren	18	-5,2840	p>0,999
Sum 11 EPA-PAH	18	-6,8311	p>0,999
Sum 16 EPA-PAH	18	-4,4558	p>0,999

Tabell 14 Signifikansen i medelvärdesförändringen för några polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i ytsediment (0-1 cm) från Stockholms läns kustvattenkontroll i Stockholmgradienten (Strömmen till Oxdjupet) för perioderna 1997-2001 och 2007. Observerad t-fördelning ( $t_s$ ) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in surface sediments (0-1 cm) from the Stockholm County monitoring sites of the Stockholm gradient (Strömmen to Oxdjupet) between the periods 1997-2001 and 2007 Observed t-distribution ( $t_s$ ) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Kemisk förening	Antal	1997-2001 vs. 2007	Sannolikhet
	Stationer n	t	p
Naftalen	9	-1,1610	0,750<p<0,900
Acenaften	9	-2,3769	0,975<p<0,990
Fluoren	9	-1,0040	0,750<p<0,900
Fenantren	9	-1,8353	0,950<p<0,975
Antracen	9	-1,8587	0,950<p<0,975
Fluoranten	9	-1,4787	0,900<p<0,950
Pyren	9	-2,0678	0,950<p<0,975
Bens(a)antracen	9	-1,6616	0,900<p<0,950
Krysen	9	-1,6249	0,900<p<0,950
Bens(b)fluoranten	9	-0,4127	p<0,750
Bens(k)fluoranten	9	-0,6066	p<0,750
Bens(a)pyren	9	-1,5733	0,900<p<0,950
Dibens(ah)antracen	9	-2,3763	0,975<p<0,990
Benso(ghi)perylen	9	-2,0881	0,950<p<0,975
Indeno(1,2,3-cd)pyren	9	-0,0664	p<0,750
Sum 11 EPA-PAH	9	1,2220	0,750<p<0,900
Sum 16 EPA-PAH	9	-1,3789	0,900<p<0,950

I diagrammen som följer visas fördelningen av de olika PAH-föreningarna:

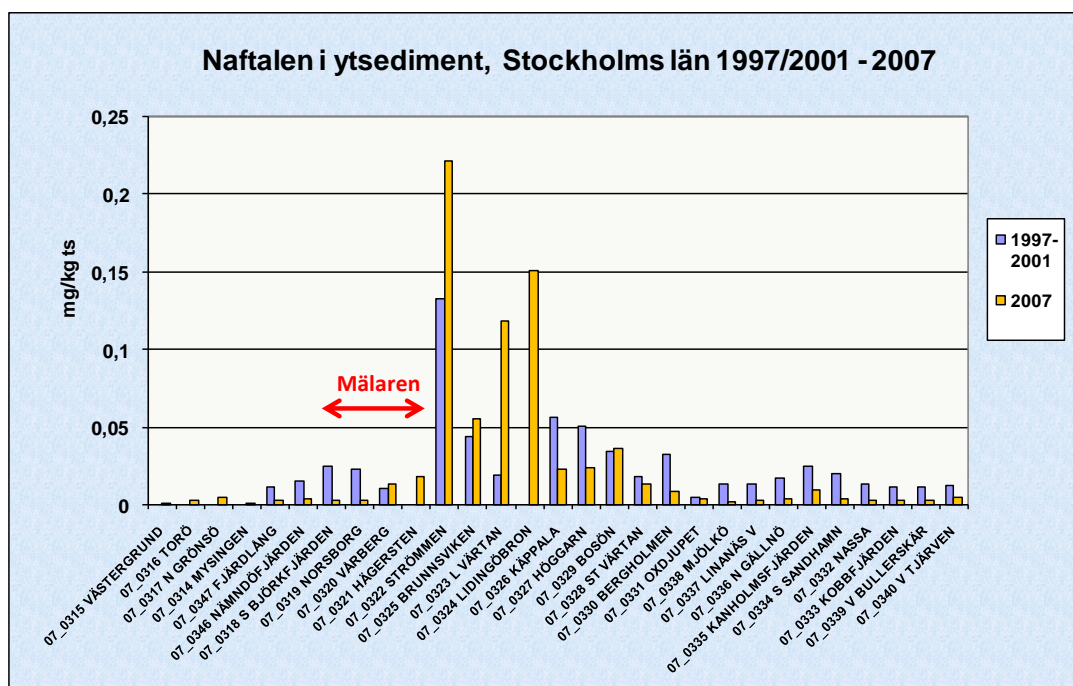


Fig. 45. Koncentrationen av naftalen (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of naphthalene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

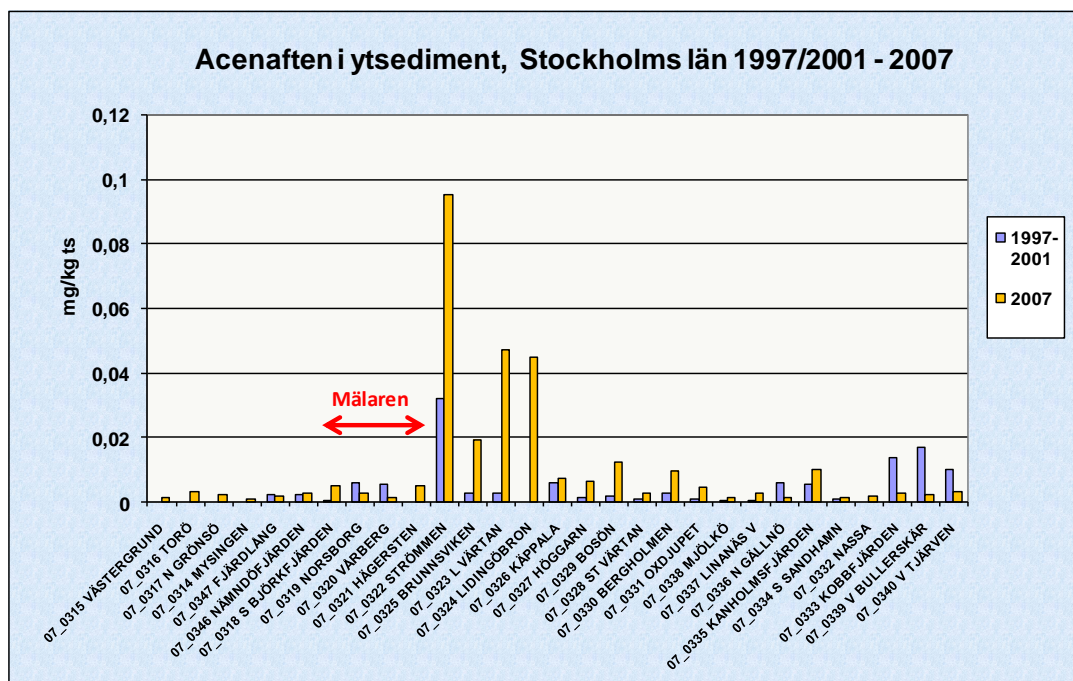


Fig. 46. Koncentrationen av acenaften (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of acenaphthene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

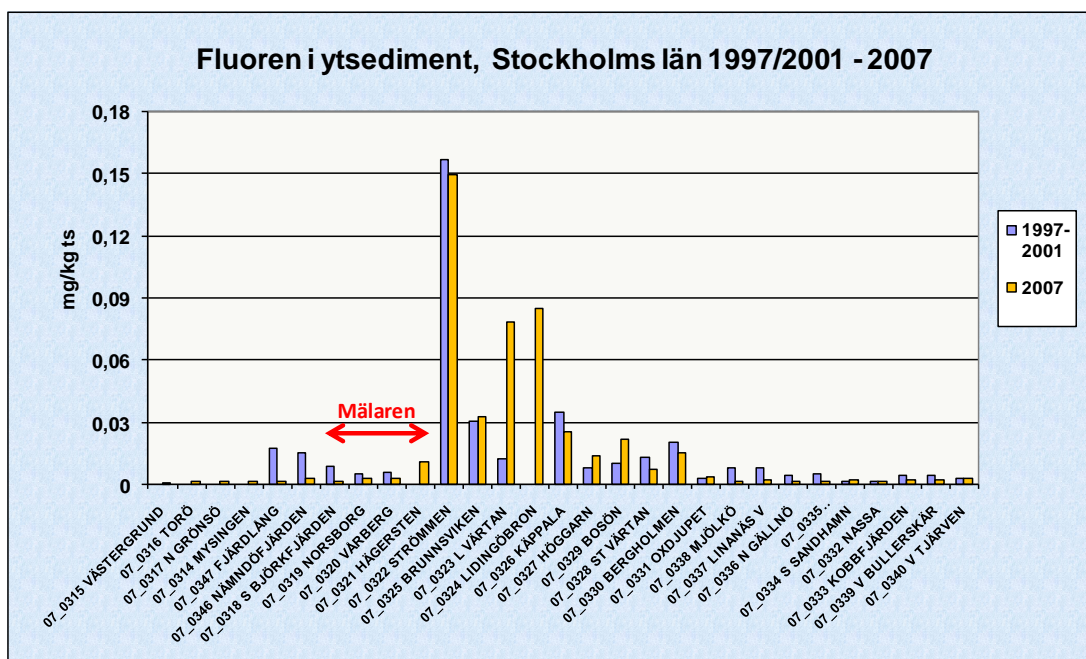


Fig. 47. Koncentrationen av fluoren (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of fluorene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

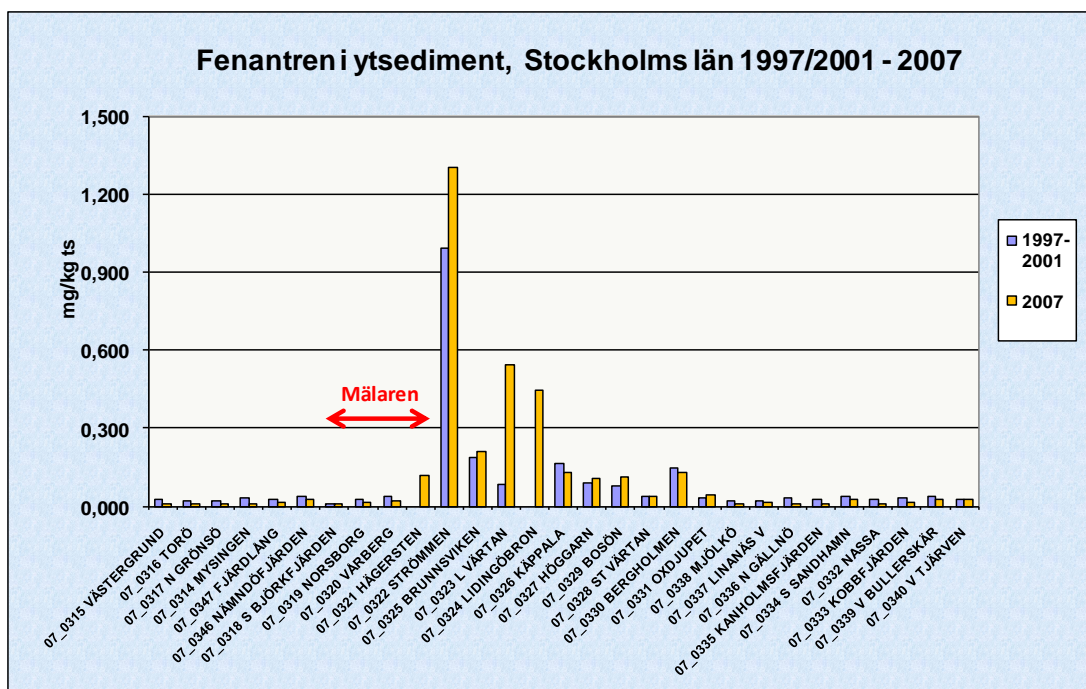


Fig. 48. Koncentrationen av fenantren (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of phenanthrene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

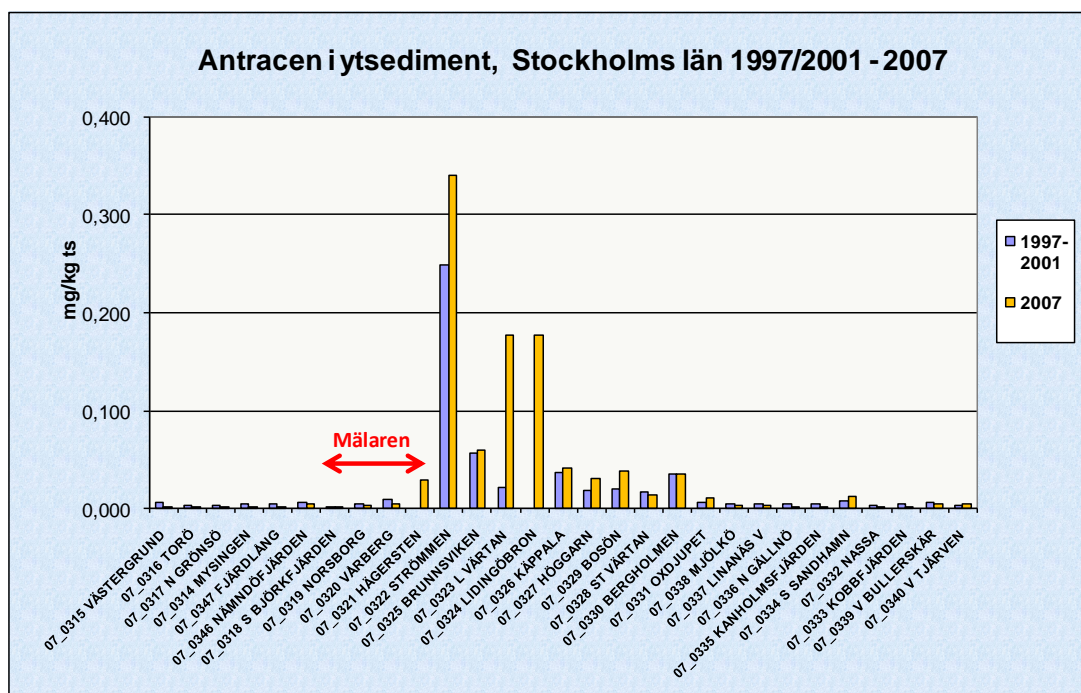


Fig. 49. Koncentrationen av antraceni (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of anthracene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

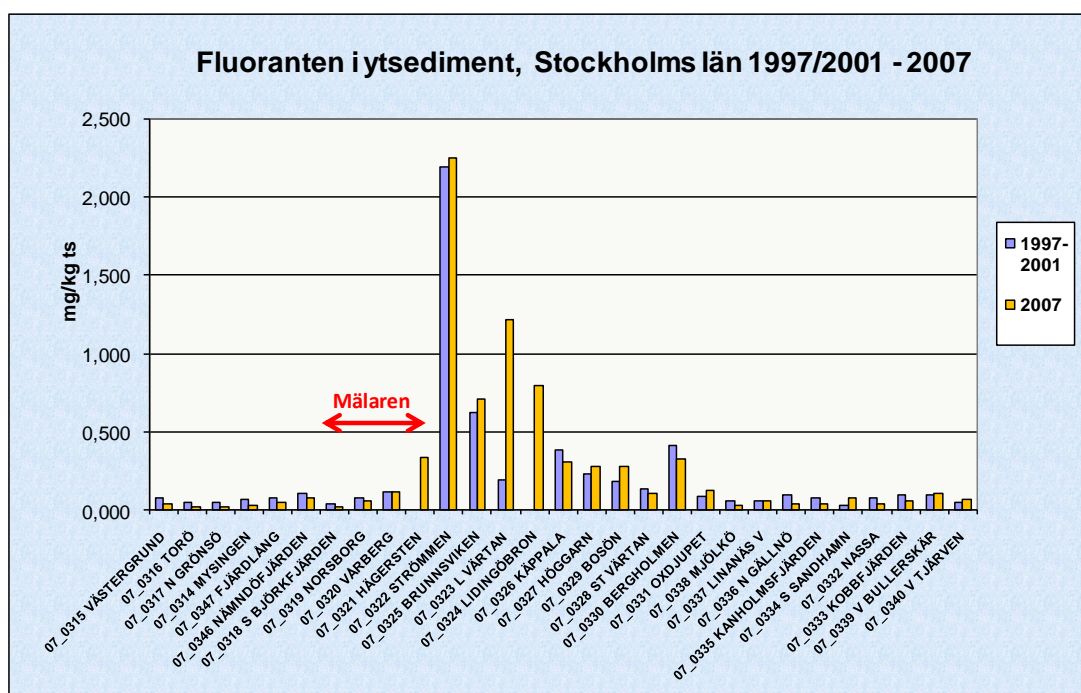


Fig. 50. Koncentrationen av fluoranten (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of fluorantene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

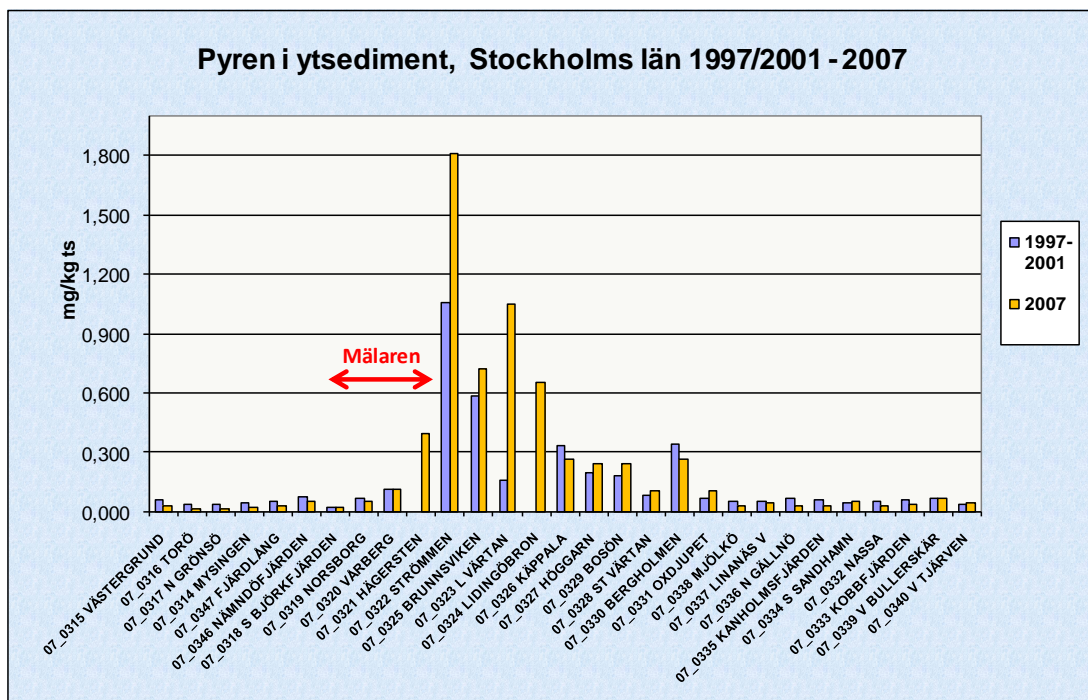


Fig. 51. Koncentrationen av pyren (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of pyrene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

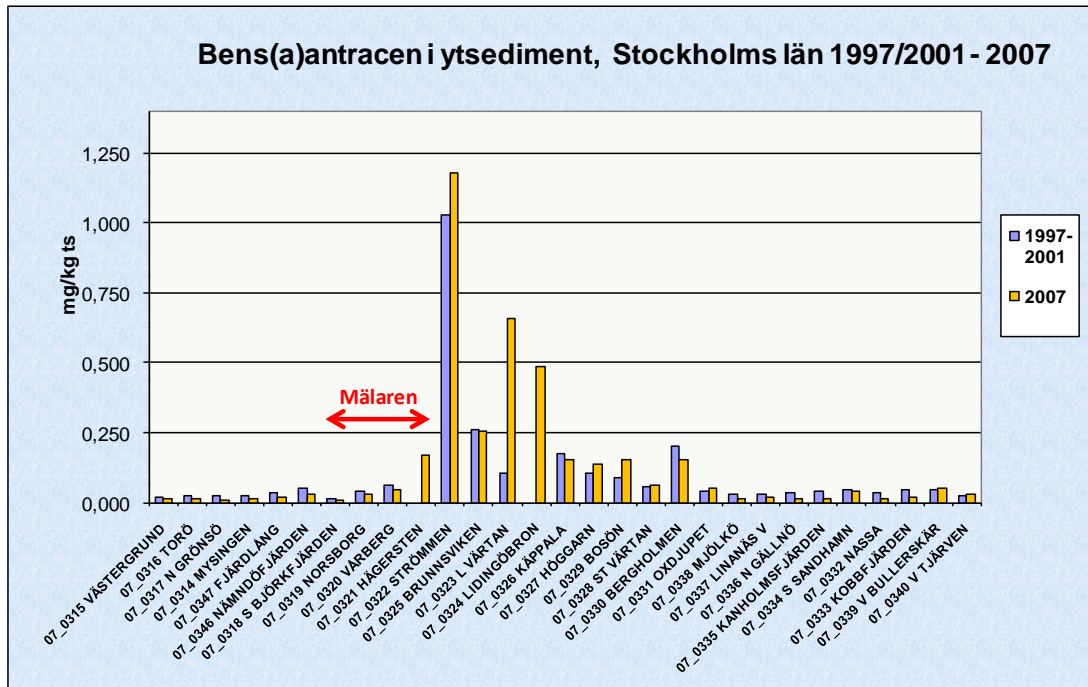


Fig. 52. Koncentrationen av bens(a)antraceni (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of benzo(a)anthracene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

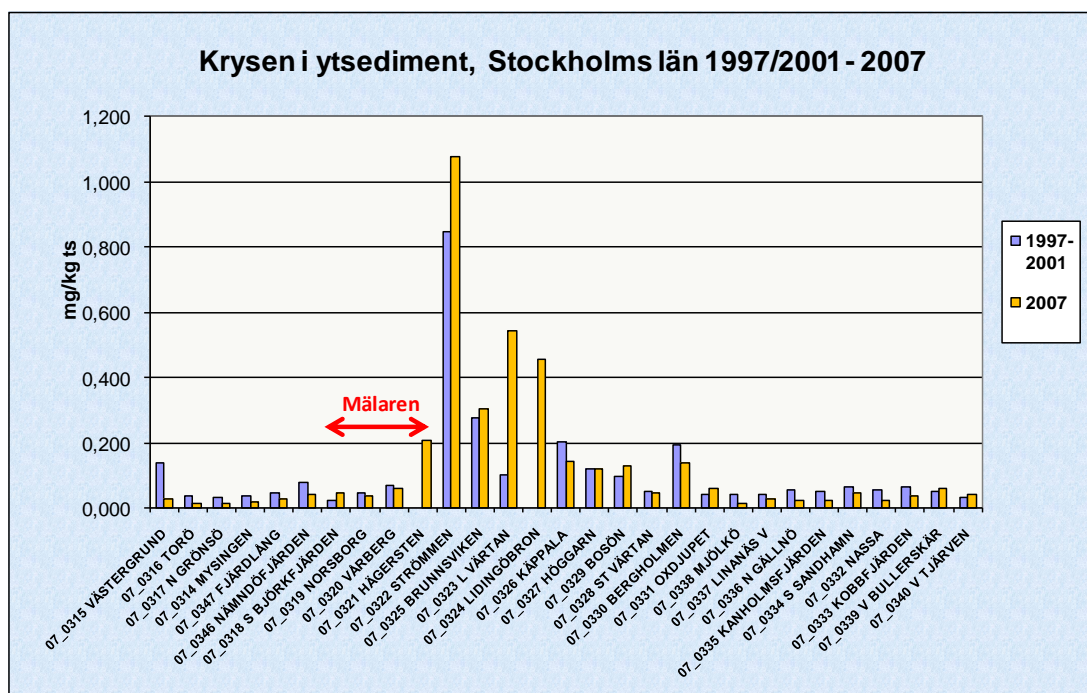


Fig. 53. Koncentrationen av krysen (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of chrysene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

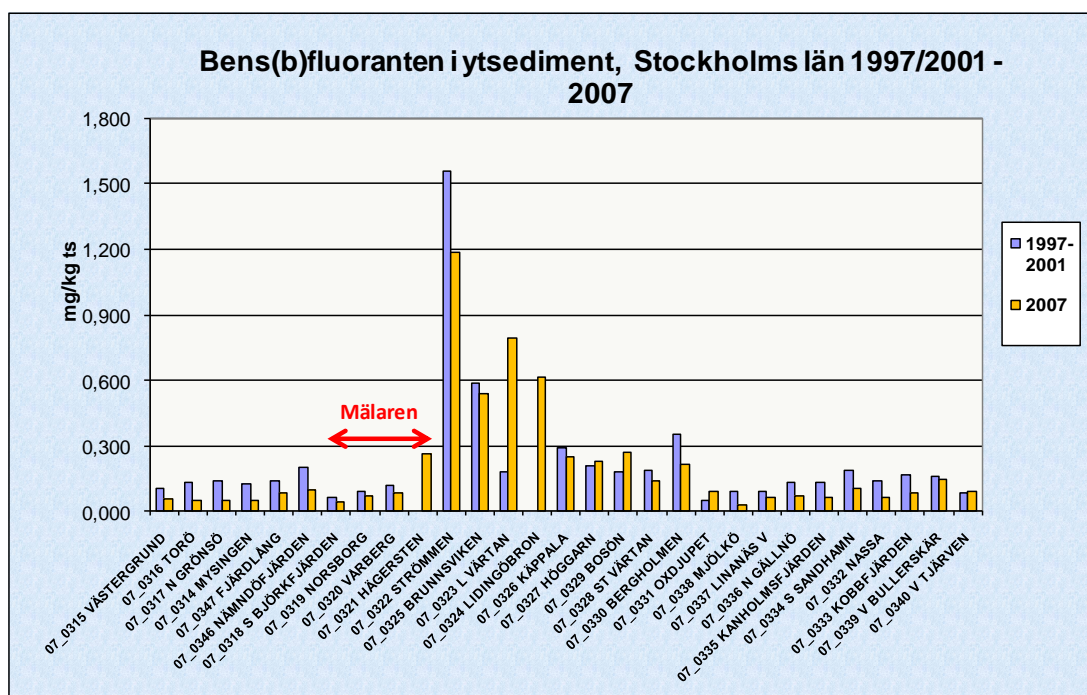


Fig. 54. Koncentrationen av bens(b)fluoranten (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of benzo(b)fluoranthene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

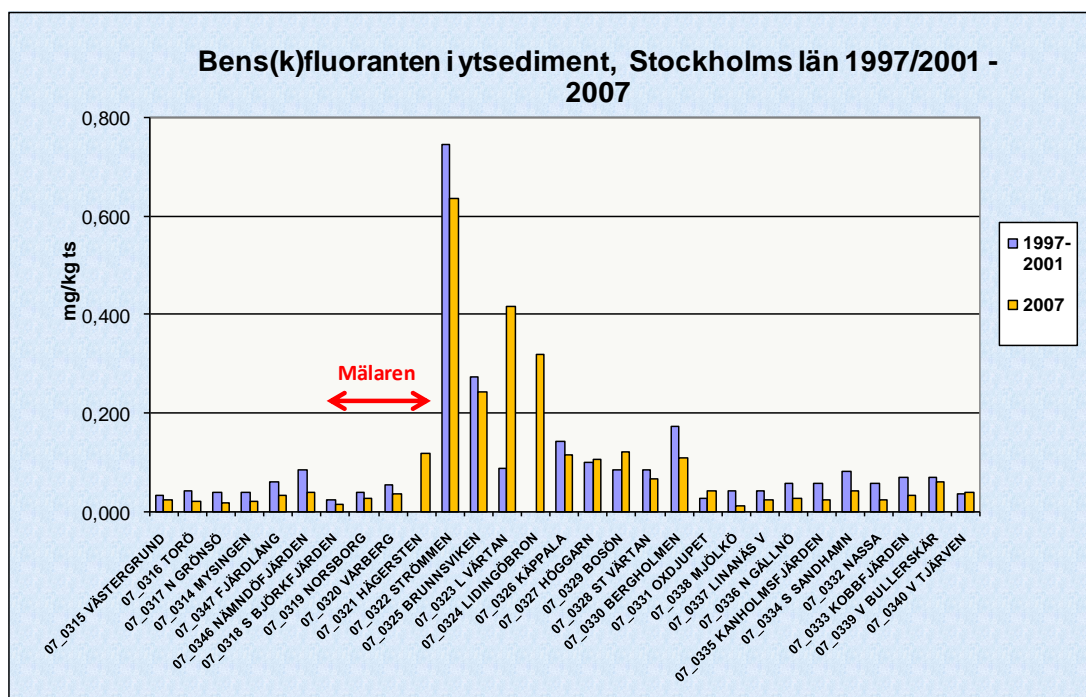


Fig. 55. Koncentrationen av bens(k)fluoranten (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of benzo(k)fluoranthene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

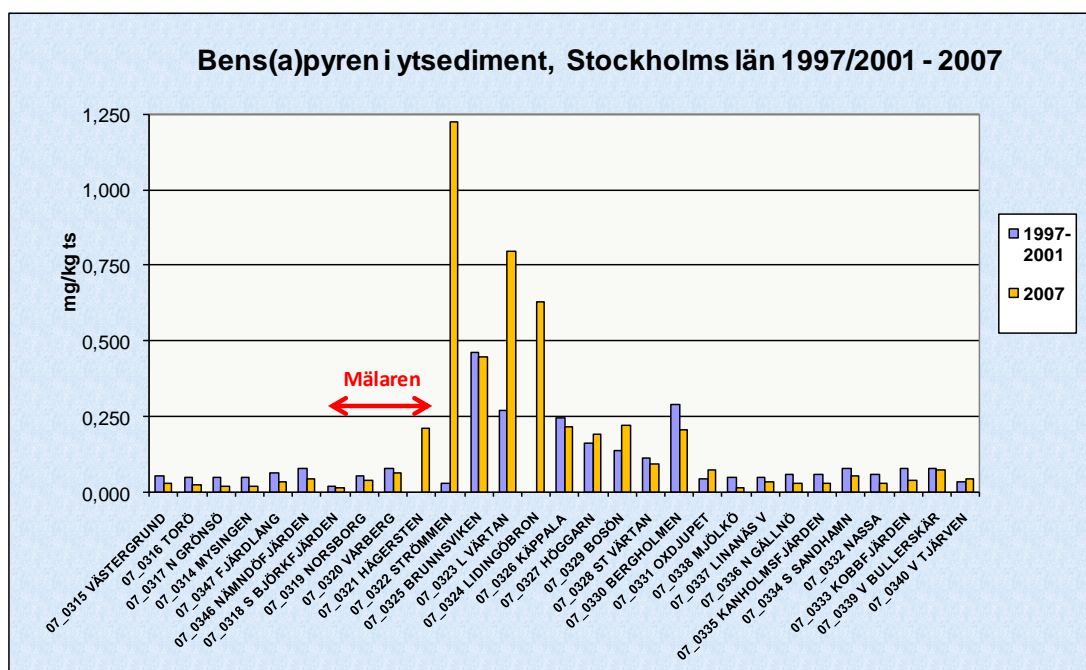


Fig. 56. Koncentrationen av bens(a)pyren (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of benzo(a)pyrene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

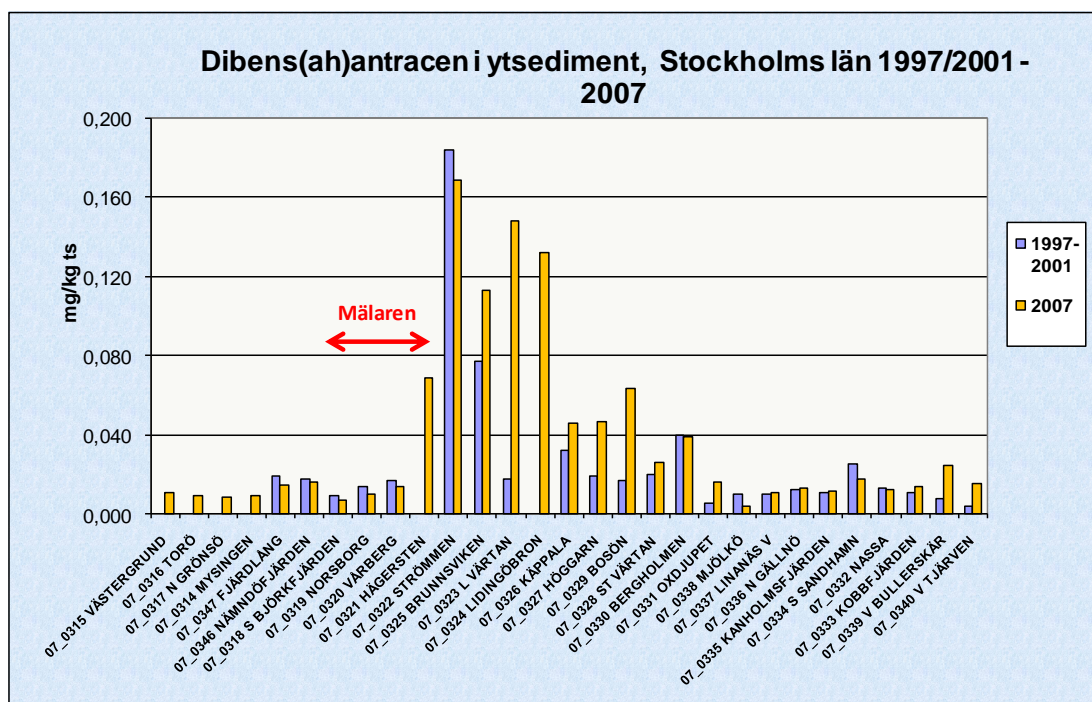


Fig. 57. Koncentrationen av dibens(ah)antracen (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of dibenso(ah)anthracene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

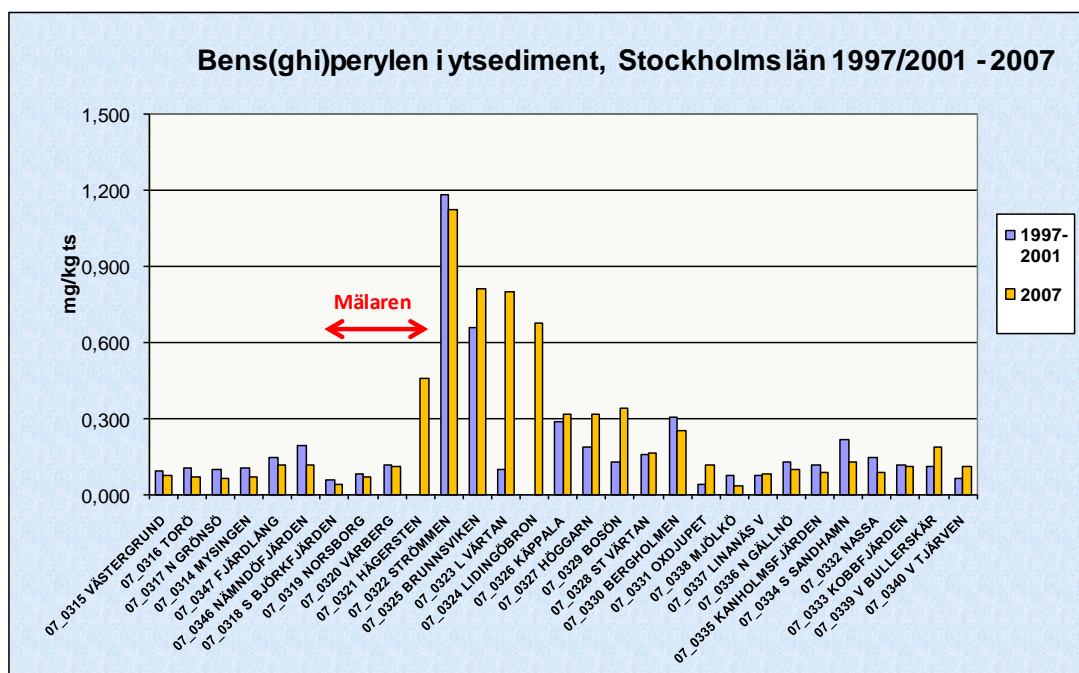


Fig. 58. Koncentrationen av bens(ghi)perylene (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of benso(ghi)perylene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

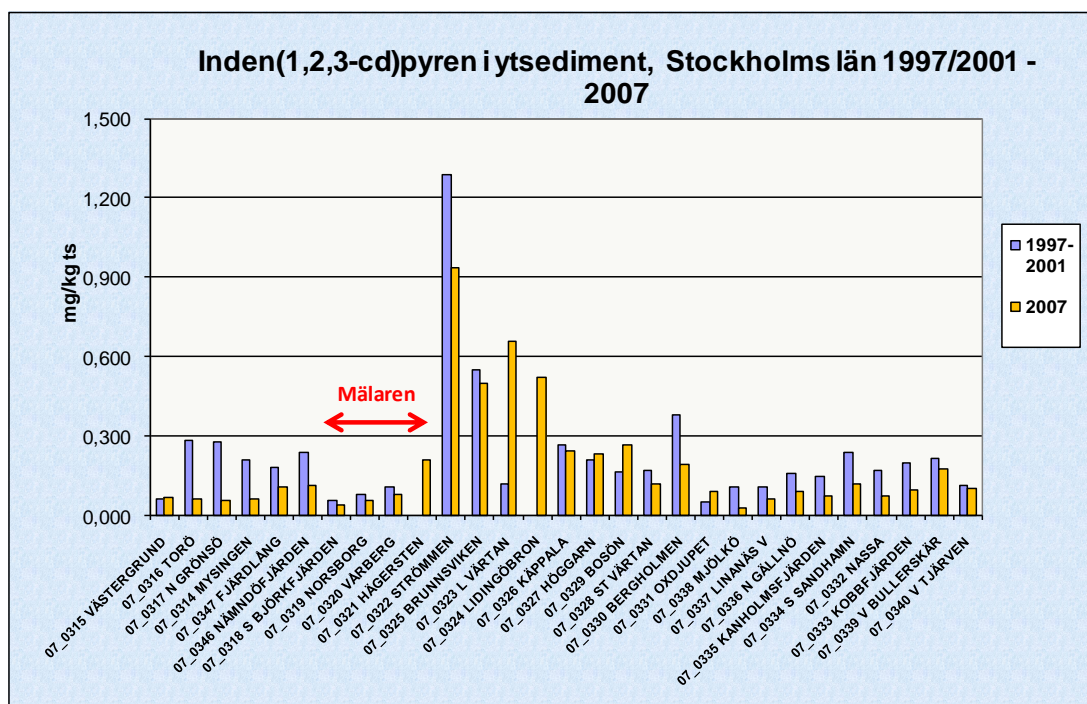


Fig. 59. Koncentrationen av inden(1,2,3-cd)pyren (mg/kg ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björköfjärden och Hägersten. The concentration of inden(1,2,3-cd)pyrene (mg/kg dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björköfjärden and Hägersten.

#### 6.4 Hexaklorbensen (HCB)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende hexaklorbensen (HCB) har enbart genomförts på 8 stationer inom Stockholm. Analysresultaten redovisas i bilaga 2 och illustreras i figur 60 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar av skärgårdshavet och östra Mälaren (27 stationer). Ytsedimentens (0-1 cm) innehåll av HCB år 2007 varierar mellan 0,17 och 13  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts med ett medelvärde och medianvärde av 2,7 respektive 0,41  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts (tabell 15). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 1,5 respektive 0,6  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts.

De högsta halterna av HCB (13 och 5,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts) återfinns vid Hägersten i Mälaren respektive Strömmen i centrala Stockholm. Mellan L Värtan och Bosön i saltsjön är koncentrationen betydligt lägre och relativt konstant mellan ca 0,2 - 0,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts.

I figur 61 illustreras med en karta en sammanställning omfattande alla de platser som SGU undersökt i skärgårdshavet mellan Bråviken och Vaddö 1997-2001. Av kartan framgår med all tydlighet att även vid den tidpunkten återfanns de högsta halterna i Stockholm, men att även delar av mellersta skärgården uppvisade förhöjda halter av HCB. Utanför aktuellt undersökningsområde uppträder en hög halt i sedimenten vid Gävle.

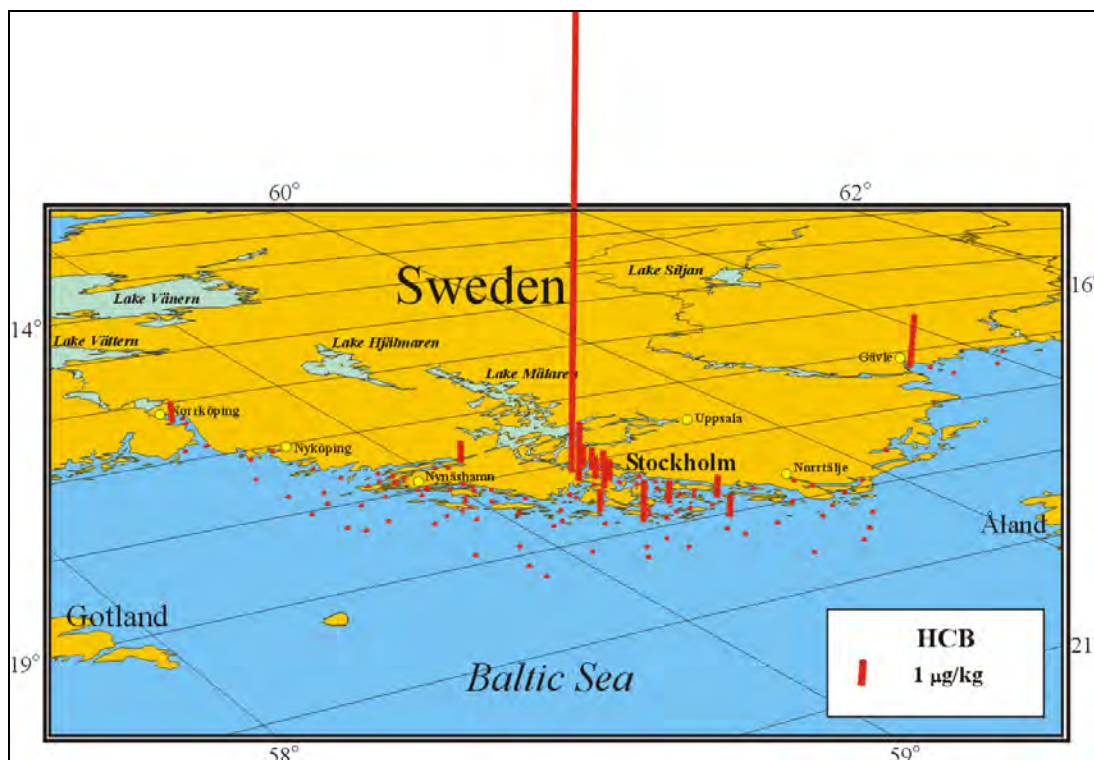


Fig. 61. Fördelningen 1997-2001 av hexaklorbensen (HCB) i ytsedimenten (0-1 cm) i kustområdet mellan Norrköping i söder och Norrtälje i norr. *The distribution of Hexachlorobenzene (HCB) in 1997-2001 in the coastal area between Norrköping in the south and Norrtälje in the north.*

Vid undersökningarna 1997-2001 konstaterades en mycket hög HCB-halt (24 µg/kg ts) vid Strömmen.

Resultaten från undersökningen 2007 visar att en lokal HCB-källa finns i Mälaren och att ett visst bidrag möjligen kan komma från centrala Stockholm. Det kan dock inte uteslutas att förekomsten av HCB i Stockholm från Strömmen och ut mot Höggarn kan bero på en spridning från källan i Mälaren. HCB är en biprodukt vid bl a PVC-framställning, men har också använts som bekämpningsmedel.

Enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) uppvisar ytsedimenten 2007 med avseende på HCB i Stockholm en *medelhög halt* (klass 3) på en enda station (St Värtan) och i övrigt en *hög till mycket hög halt* (klass 4-5) från Mälaren och vidare norrut till Bosön (fig 62).

Förändringen på respektive station av sedimentens koncentration av HCB mellan perioden 1997- 2001 och 2007 illustreras i figur 60. På samtliga 6 stationer där en jämförelse kan göras har halten minskat med i genomsnitt 74 % (medianvärde 75 %) med en signifikans på mellan 75 och 90 % (tabell 16) sedan den tidigare provtagningsomgången. Den relativt låga signifikansen beror på att en jämförelse endast är möjlig på sex stationer.

Koncentrationsminskningen av HCB i ytsedimenten i Stockholmsområdet är reell eftersom variationskoefficienten för HCB till följd av sedimentens inhomogenitet ligger mellan 8-10 % (Cato opubl.).



Fig. 624. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på halten  $\Sigma 7$  PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ). Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the content of  $\Sigma 7$  PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) in 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

Tabell 16. Signifikansen i medelvärdesförändringen för hexaklorbensenen (HCB) och polyklorerade bifenyler (PCB) i ytsediment (0-1 cm) i Stockholm läns kustvattenkontroll inom Stockholm stad (Hägersten till St Värtan) för perioderna 1997-2001 och 2007. Observerad t-fördelning ( $t_s$ ) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some hexachlorobenzene (HCB) and polychlorinated biphenyls (PCB) in surface sediments (0-1 cm) from the Stockholm County monitoring sites of the Stockholm city (Hägersten to Oxdjupet) between the periods 1997-2001 and 2007 Observed t-distribution ( $t_s$ ) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Kemisk förening	Antal	1997-2001 vs. 2007	Sannolikhet
	Stationer n	t	p
HCB	6	1,2443	0,750<p<0,900
PCB-28	6	1,4481	0,750<p<0,900
PCB-52	6	1,3135	0,750<p<0,900
PCB-101	6	1,5077	0,900<p<0,950
PCB-118	6	1,7665	0,900<p<0,950
PCB-153	6	1,5811	0,900<p<0,950
PCB-138	6	1,6909	0,900<p<0,950
PCB-180	6	1,8448	0,900<p<0,950
Sum 7 PCB	6	1,6151	0,750<p<0,900
Total-PCB	6	1,0436	0,750<p<0,900

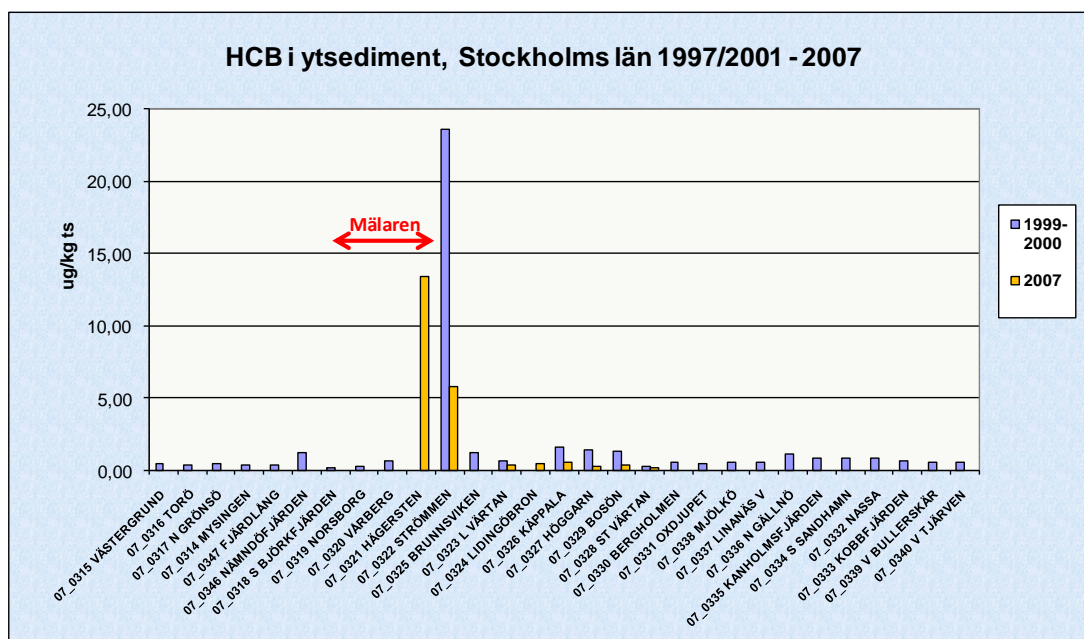


Fig. 61. Koncentrationen av hexaklorbensen (HCB) ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of hexachlorobensene (HCB) ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

Tabell 15. Statistiska uppgifter över halterna av hexaklorbensen (HCB) och polyklorerade bifenyler (PCB) i ytsedimenten (0-1 cm) inom Stockholms län 1997-2001 respektive 2007. *Statistical data on the concentrations of hexachlorobenzene (HCB) and polychlorinated biphenyls (PCB) in the surficial sediment (0-1 cm) within the county of Stockholm in 1997-2001 and in 2007 respectively.*

Ämne HCB och PCB	Sort	År	Antal stationer	Medelvärde	Standard- avvikelse	Konfidens- nivå(95,0%)	Medianvärde	Minimum	Maximum
HCB	ug/kg TS	1997-2001	27	1,5	4,4	1,7	0,60	0,19	24
HCB	ug/kg TS	2007	8	2,7	4,7	4,0	0,41	0,17	13
PCB 28	ug/kg TS	1997-2001	27	3,5	7,7	3,1	0,35	0,08	36
PCB 28	ug/kg TS	2007	8	3,8	3,5	2,9	3,2	0,65	12
PCB 52	ug/kg TS	1997-2001	27	3,3	5,9	2,3	0,61	0,10	24
PCB 52	ug/kg TS	2007	8	4,5	2,8	2,4	3,9	1,44	11
PCB 101	ug/kg TS	1997-2001	27	6,2	9,4	3,7	1,9	0,43	36
PCB 101	ug/kg TS	2007	8	8,9	3,4	2,9	8,9	5,1	15
PCB 118	ug/kg TS	1997-2001	27	5,5	8,8	3,5	1,3	0,47	35
PCB 118	ug/kg TS	2007	8	5,8	2,4	2,0	6,0	2,9	10
PCB 153	ug/kg TS	1997-2001	27	7,8	10	4,1	3,6	0,69	40
PCB 153	ug/kg TS	2007	8	12	5,3	4,5	11	6,3	23
PCB 138	ug/kg TS	1997-2001	27	8,9	12	4,8	3,5	1,1	47
PCB 138	ug/kg TS	2007	8	14	6,1	5,1	12	6,4	25
PCB 180	ug/kg TS	1997-2001	27	4,5	6,4	2,5	1,6	0,53	25
PCB 180	ug/kg TS	2007	8	7,6	4,5	3,8	6,5	3,2	18
Sum 7 PCB	ug/kg TS	1997-2001	27	40	59	23	13	4	244
Sum 7 PCB	ug/kg TS	2007	8	56	23	20	52	31	93
Total PCB	ug/kg TS	1997-2001	27	201	294	116	63	22	1220
Total PCB	ug/kg TS	2007	8	378	156	131	350	210	620

## 6.5 Klorerade bifenyler (PCB)

Analysresultaten från 2007 års sedimentundersökningar avseende polyklorerade bifenyler (PCB) har enbart genomförts på 8 stationer inom Stockholm. Analysresultaten för  $\Sigma 7$  PCB redovisas i bilaga 2 och illustreras i figur 63 tillsammans med motsvarande data från 1997-2001 års undersökningar av skärgårdshavet och östra Mälaren (27 stationer). Ytsedimentens (0-1 cm) innehåll av  $\Sigma 7$  PCB år 2007 varierar mellan 31 och 93  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts med ett medelvärde och medianvärde av 56 respektive 52  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts (tabell 15). Motsvarande värden för undersökningarna 1997-2001 är 40 respektive 13  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts.

De högsta halterna av  $\Sigma 7$  PCB (88 och 93  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts) uppträder vid Hägersten i Mälaren respektive L Värtan i saltsjön med en tydligt fallande koncentrationsgradient ut till St Värtan. Data från perioden 1997-2001 visar upp samma fördelningsmönster. Av dessa data, som omfattar betydligt fler stationer än 2007 års data, framgår det att den avklingande koncentrationsgradienten då sträckte sig ända ut till Oxdjupet. Det är högst sannolikt att detta förhållande även rådde 2007, men analysdata från det senare året saknas för att bekräfta detta.

Det beskrivna mönstret är snarlikt för alla sju PCB-kongenerna såväl 2007 som 1997-2001. Dock med den skillnaden att den högsta halten 1997-2001 förekom i Strömmen. Inga data från Hägersten finns från den tiden, men det kan inte uteslutas att halterna då var ännu högre där, dvs att det relativa fördelningsmönstret 1997-2001 kan ha varit detsamma som 2007. Dessa koncentrationsdata illustreras i figurerna 65-71 samt redovisas i bilaga 2. I figur 72 åskådliggörs på samma sätt halten total-PCB baserad på den tekniska blandningen Aroclor.

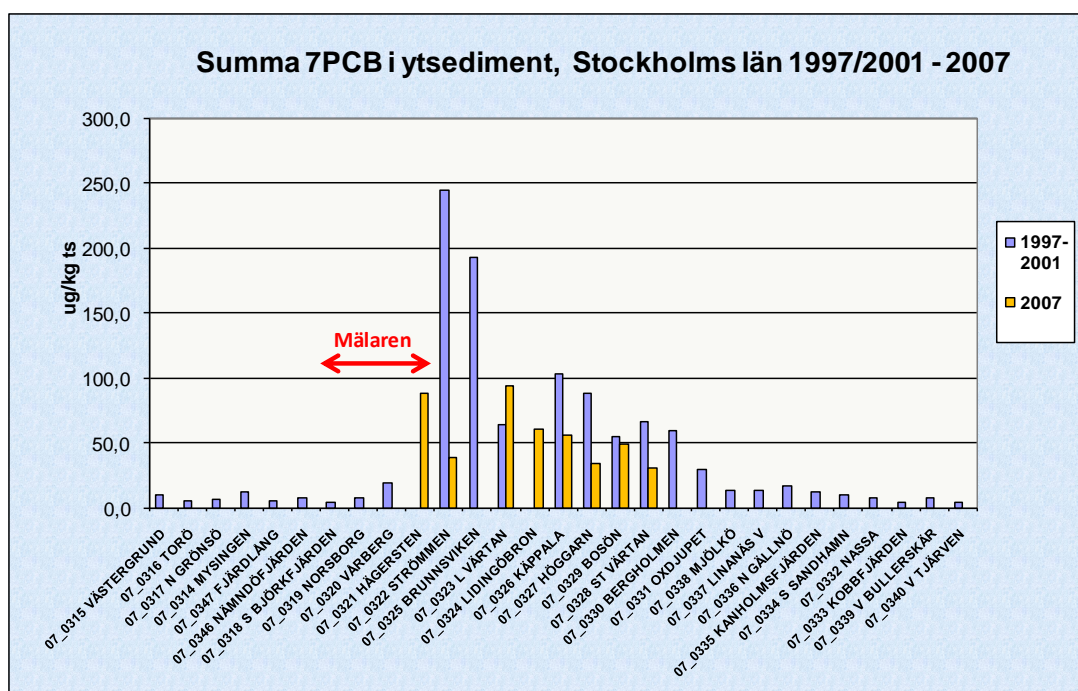


Fig. 63. Koncentrationen av  $\Sigma 7$  PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. The concentration of  $\Sigma 7$  PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  dw) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.

En intressant iakttagelse från 2007 är att kongenerna PCB-180, PCB-138 och PCB-153 uppvisar de högsta halterna vid Hägersten, medan kongenerna PCB-118, PCB-101, och i synnerhet PCB-52 och PCB-28 uppvisar den högsta halten i L. Värtan. Denna skillnad förelåg inte 1997-2001.

Resultaten visar entydigt att Hägersten i Mälaren har en stark lokal kontamineringskälla för PCB inte bara vad gäller denna del av Mälaren utan också för saltsjön i Stockholm och vidare ut mot L Värtan och möjligen också ut mot Oxdjupet. Det kan inte heller uteslutas att en annan lokal PCB-källa kan finnas vid L. Värtan.

En klassificering enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999) visar att ytsedimenten i Stockholm 2007 med avseende på PCB uppvisar en *mycket hög halt* (klass 5) från Mälaren och vidare nordost ut i saltsjön till Höggarn (fig 64). Detta förhållande föreligger för alla sju kongenerna liksom för total-PCB (fig. 73). Detsamma gällde för perioden 1997-2001, vilket visar att miljöstatusen för sedimenten i detta avseende är oförändrad trots att halterna har sjunkit kraftigt sedan dess.

Förändringen på respektive station av sedimentens koncentration av PCB mellan åren 1997- 2001 och 2007 illustreras i figurerna 63, 65-72. På samtliga 6 stationer som kan jämföras mellan åren har halten  $\Sigma 7$  PCB minskat med i genomsnitt 74 % (medianvärde 75 %) med en signifikans mellan 75-90 % (tabell 16) sedan den tidigare provtagningsomgången. Förhållandet är liknande för alla kongenerna och total-PCB, vilka minskat med mellan 43 och 68 % respektive 35 %.

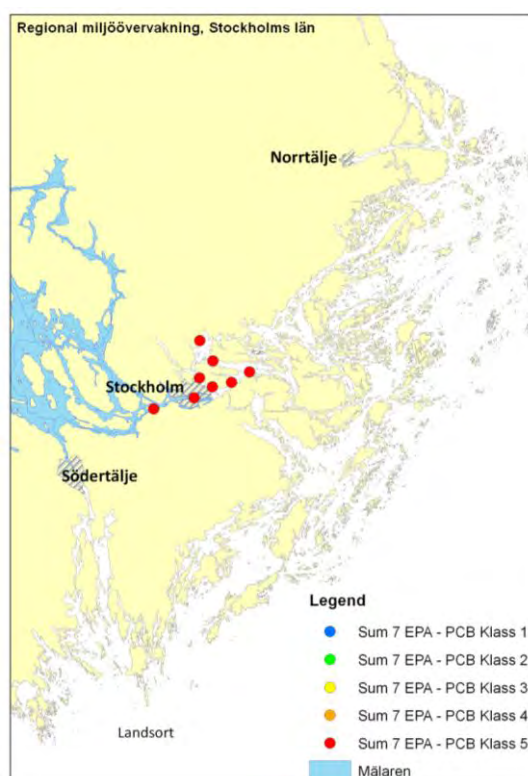


Fig. 64. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet i Stockholms län 2007 med avseende på halten  $\Sigma 7$  PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts). Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). *The environmental quality of the surface sediments (0-1 cm) within the Stockholm County with respect to the content of  $\Sigma 7$  PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ts) in 2007. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).*

Koncentrationsminskningen av  $\Sigma 7$  PCB och de enskilda kongenerna i ytsedimenten i Stockholmsområdet är reell eftersom variationskoefficienten för PCB till följd av sedimentens inhomogenitet ligger mellan 8-10 % (Cato opubl.).

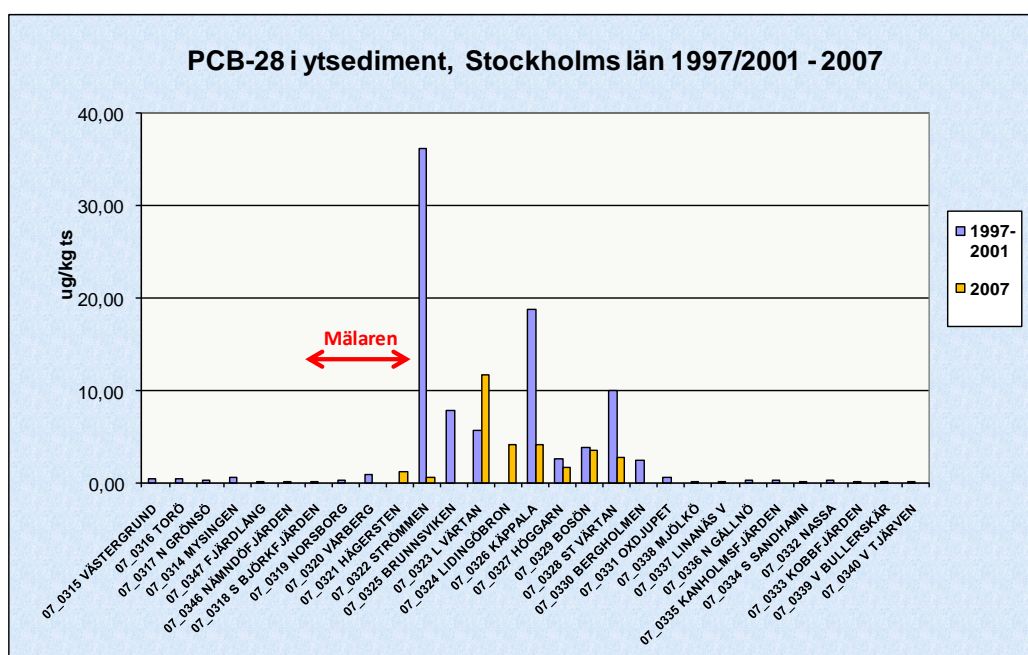


Fig. 65. Koncentrationen av PCB-28 ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of PCB-28 ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

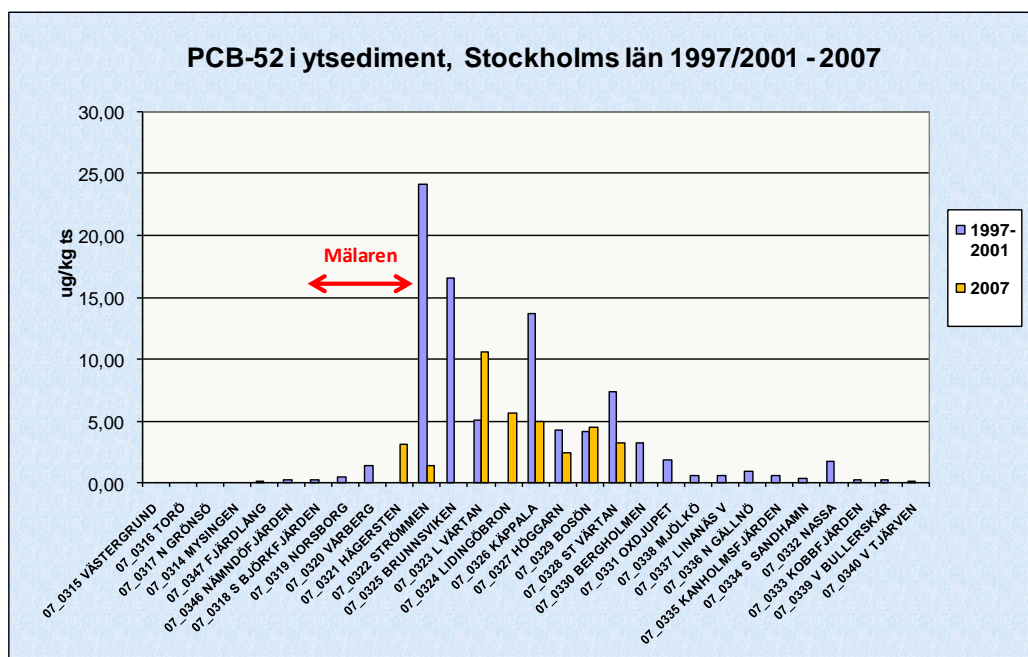


Fig. 66. Koncentrationen av PCB-52 ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of PCB-52 ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

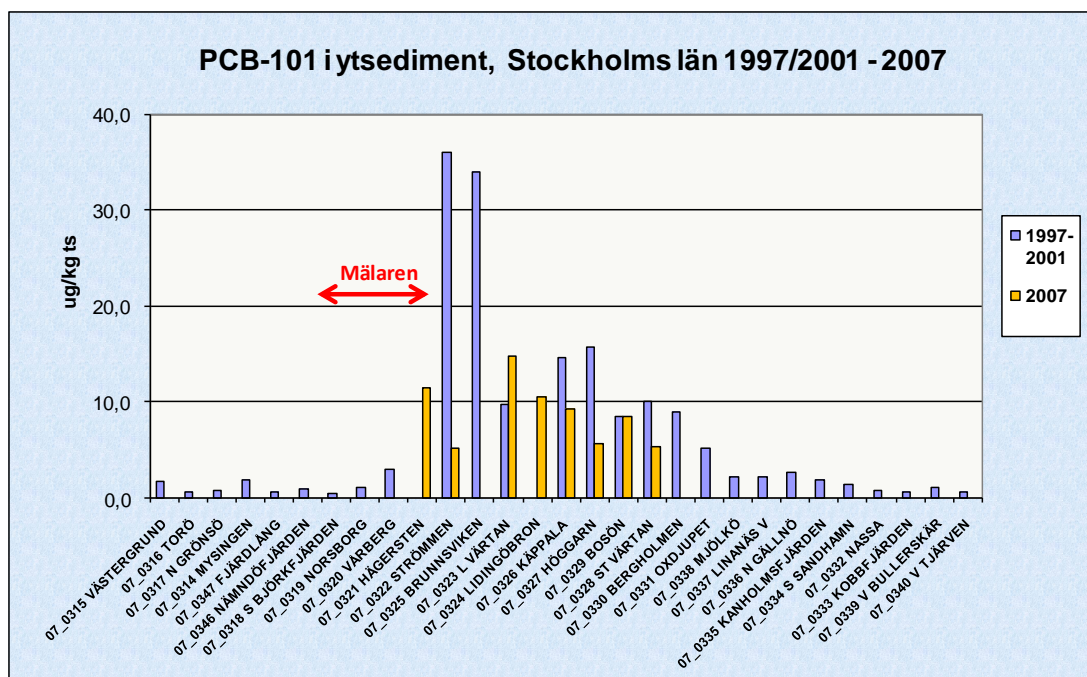


Fig. 67. Koncentrationen av PCB-101 ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of PCB-101 ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

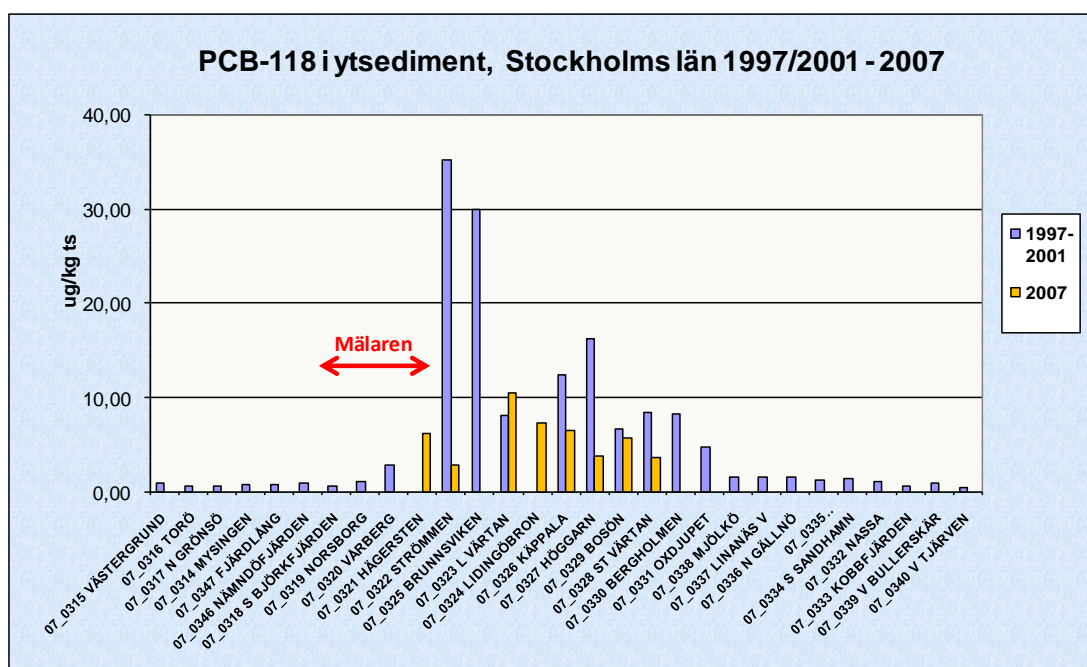


Fig. 68. Koncentrationen av PCB-118 ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of PCB-118 ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

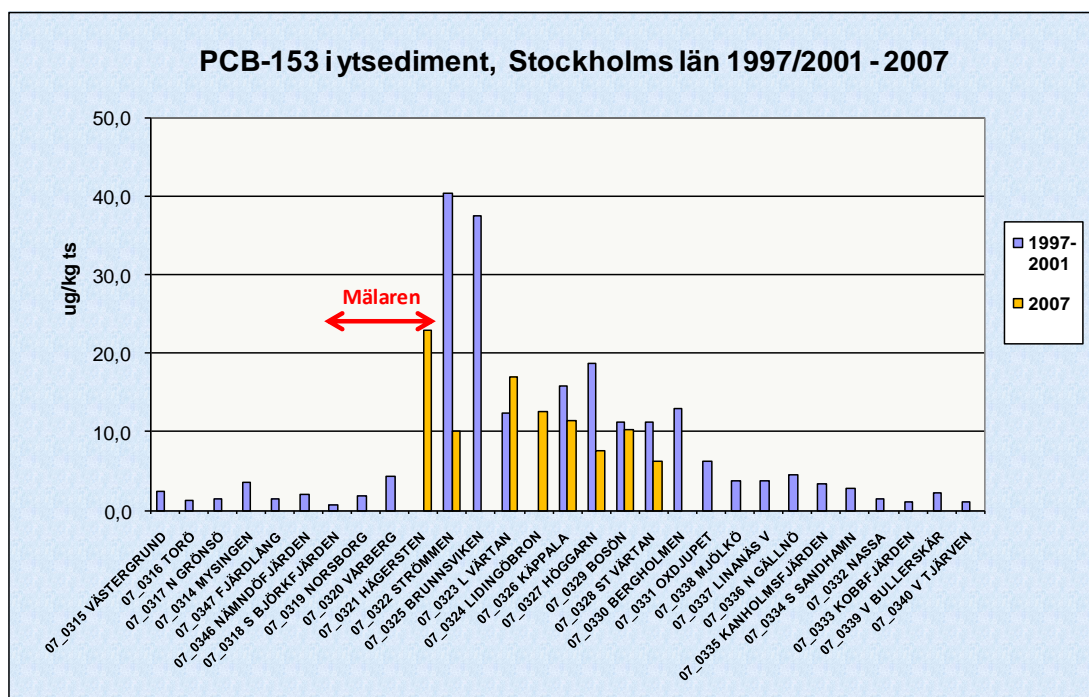


Fig. 69. Koncentrationen av PCB-153 ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of PCB-153 ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

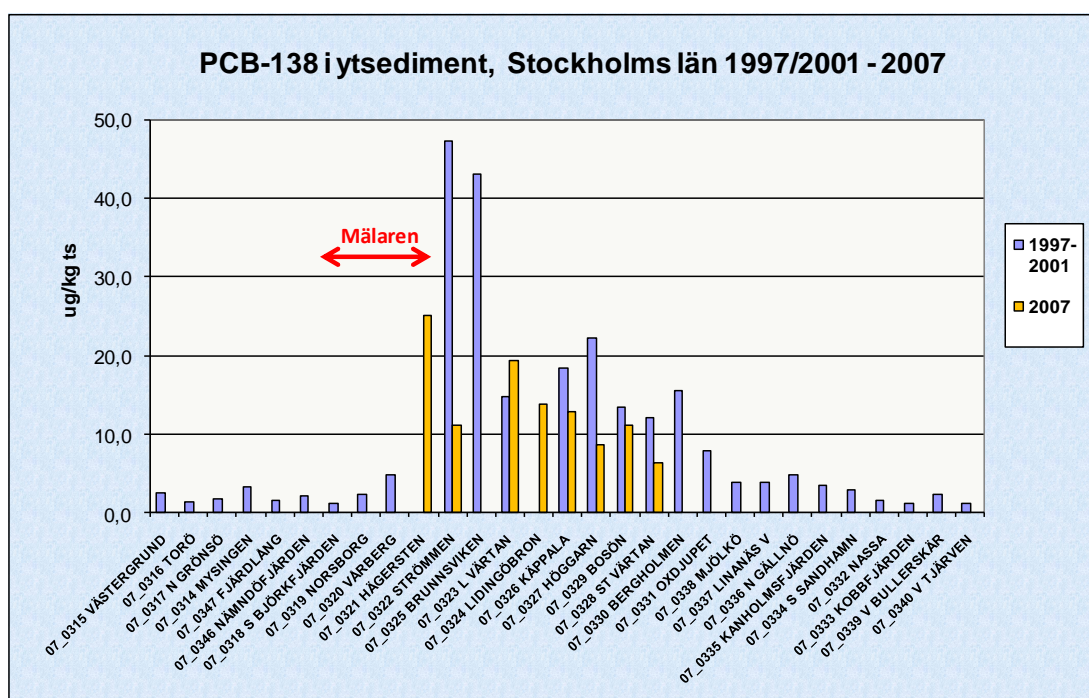


Fig. 70. Koncentrationen av PCB-138 ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of PCB-138 ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

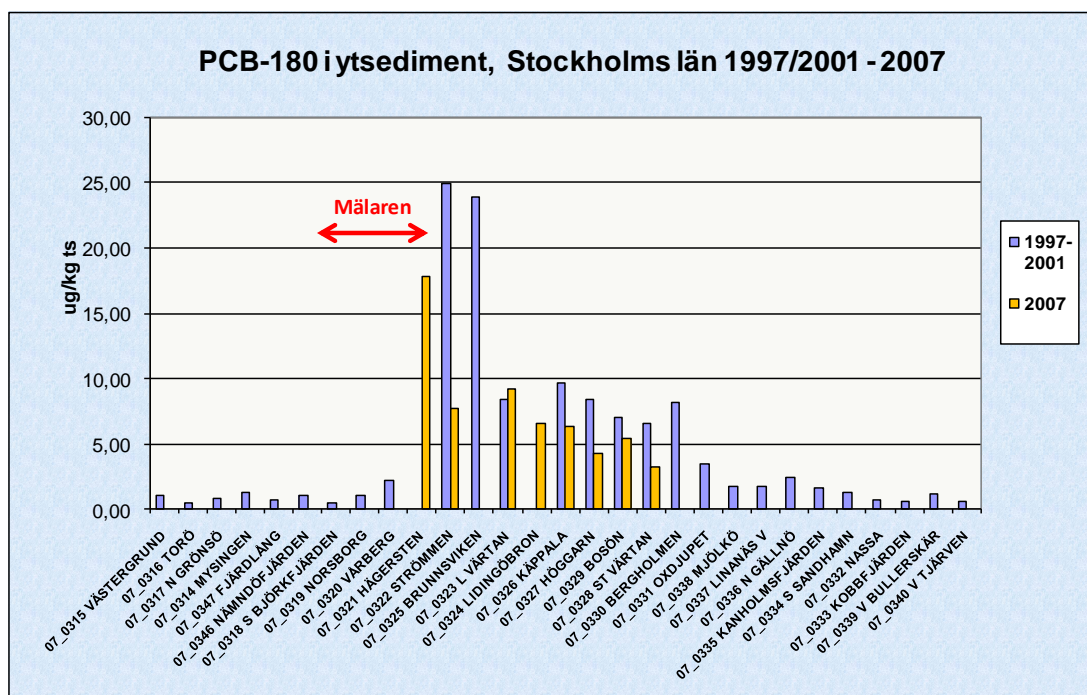


Fig. 71. Koncentrationen av PCB-180 ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of PCB-180 ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

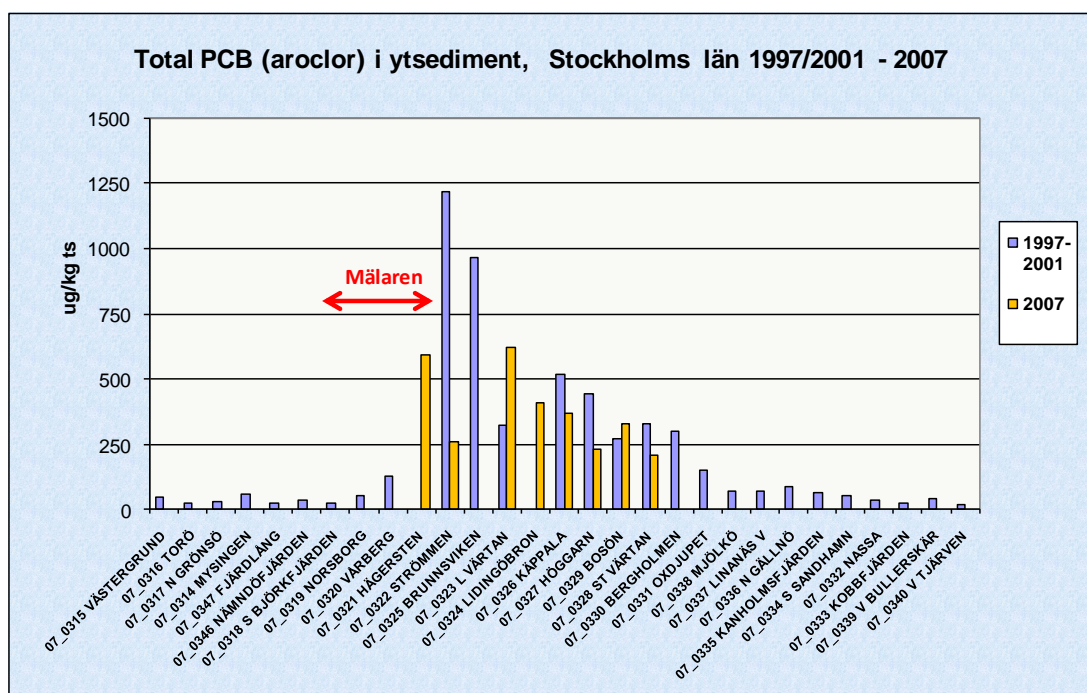


Fig. 72. Koncentrationen av Total-PCB (som aroclor) ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of Total-PCB (as aroclor) ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten.*

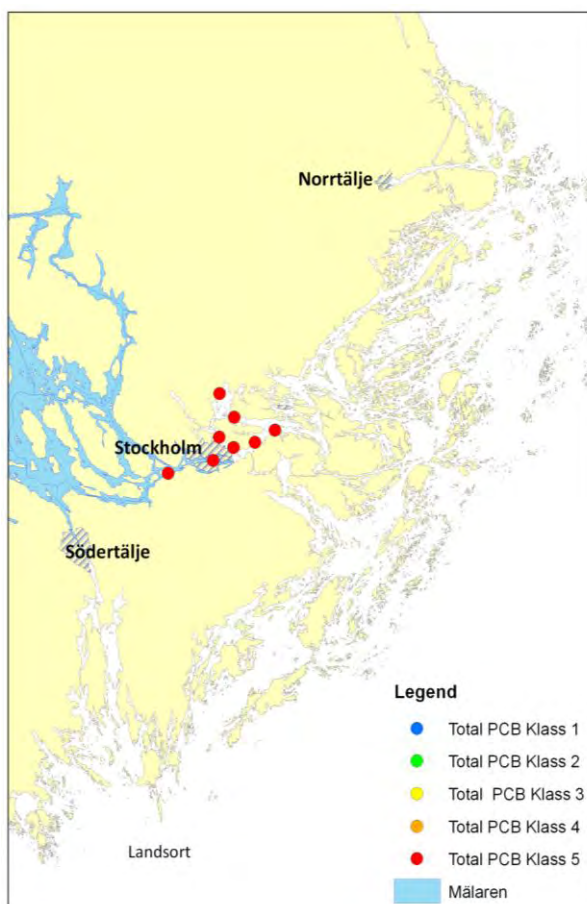


Fig. 73. Koncentrationen av total- PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg ts}$ ) i ytsedimentet (0-1 cm) på respektive station i Stockholms län 1997-2001 och 2007. Mälaren representeras av stationerna mellan S Björkfjärden och Hägersten. *The concentration of total PCB ( $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ) in the surficial sediments (0-1 cm) at each station within the Stockholm County in 1997-2001 and 2007 respectively. Lake Mälaren is represented by the stations between S Björkfjärden and Hägersten*

## 7. Sambandsanalyser med totalt organiskt kol

I vattenmiljön kan suspenderat organiskt material fungera som bärarsubstans för vissa metaller och organiska miljögifter (se t.ex. Cato 1977, Förstner 1980, Förstner & Petchineelam 1976, Förstner & Wittman 1983). I synnerhet har detta påvisats i gradienter ut från kommunala utsläpp från reningsverk där ämnena på ett eller annat sätt är direkt associerade med det organiska materialet. I andra fall, t.ex. utsjömråden där mängden organiskt material i vattenmassan till mycket stor del utgörs av plankton, kan ämnen i lösning tas upp av plankton och/eller när dessa dör adsorberas till dem och sedimenteras med dem för att slutligen ackumuleras på botten. En stor mängd kemiska/fysikaliska processer är involverade, vilka varierar starkt i olika miljöer beroende på bl a salthalt och redoxförhållanden i vattenmiljön.

### 7.1 Sambandet mellan grundämnen och totalt organiskt kol

Sambandet mellan grundämnen och totalt organiskt kol (TOC) har undersökts med avseende på 2007 års analysdata. Resultaten presenteras i figurerna 74-75. Av diagrammen framgår att för de flesta metaller och grundämnen föreligger inget samband alls, men för några grundämnen finns ett svagt positivt samband. Det gäller kadmium

(Cd,  $r^2 = 0,51$ ), zink (Zn,  $r^2 = 0,44$ ) och svavel (S,  $r^2 = 0,42$ ), men spridningen i data är dock förhållandevis stor. Av diagrammen för kadmium och svavel kan dock utläsas att det i utsjöområdena föreligger ett starkare positiva samband, men då med betydligt mindre lutningskoefficient, vilket indikerar två populationer i datasetet.

Negativa samband till TOC uppvisar vanadin (V,  $r^2 = 0,24$ ) och litium (Li,  $r^2 = 0,15$ ), men här styrs sambanden starkt av ett fåtal avvikande värden. Om dessa sju, fem respektive tre värden från Stockholms och Mälargradienten utesluts är de negativa sambanden för vanadin (V,  $r^2 = 0,90$ ), krom (Cr,  $r^2 = 0,69$ ) respektive litium (Li,  $r^2 = 0,71$ ), dvs dessa ämnen är utanför Stockholms- och Mälargradienten uteslutande relaterade till de oorganiska partiklarna i sedimentet.

Sambandet mellan TOC data från perioden 1997-2001 och 2007 års data uppvisar en god korrelation ( $r^2 = 0,52$ ), men här uppvisar Stockholmsgradienten en minskad belastning vad gäller organiskt material. Sambandet mellan totalkväve (TN) och TOC är förväntat starkt ( $r^2 = 0,84$ ), vilket sammanhänger med att kväve till största delen ingår i det organiska materialets byggstenar (se t.ex. Cato 1977). Den högre kvoten i Hägersten, Strömmen och L Värtan hänför sig till ett mer landdominerat organiskt material (se avsnitt 6.3.4).

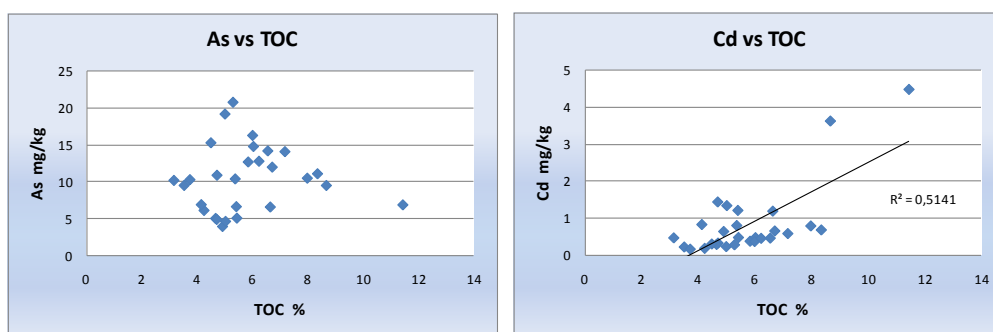


Fig. 74a. Relation mellan totalt organiskt kol (TOC) och respektive arsenik (As) och kadmium (Cd). *Relationship between arsenic (As) and cadmium (Cd) respectively and total organic carbon (TOC).*

## 7.2 Sambandet mellan organiska miljögifter och totalt organiskt kol

Sambanden mellan polycykliska aromatiska kolväte (sum 11 PAH) illustreras i figur 76. Inget direkt samband föreligger, vilket inte är förvånande då PAH från andra undersökningar visats vara associerat med sotpartiklar (*black carbon*) (Sánchez-García, Cato & Gustafsson, 2010, och inskickat manus).

Något underlag för en sambandsanalys av 2007 års data vad avser hexaklorbensen (HCB) och polyklorerade bifenyl PCB) med TOC finns egentligen inte då endast ett fåtal stationer från centrala Stockholm finns att tillgå. Plotteddiagrammet visas i figur 76. En sambandsanalys har därför utförts på data från perioden 1997-2001 som också illustreras i figur 76 för summa 7 PCB respektive HCB. En svagt positiv korrelation ( $r^2 = 0,43$ ) föreligger mellan TOC och PCB, men sambandet är osäkert då det till största delen styrs av några få punkter. Utesluts dessa är sambandet dåligt. I fallet hexaklorbensen däremot föreligger ett samband ( $r^2 = 0,54$ ).

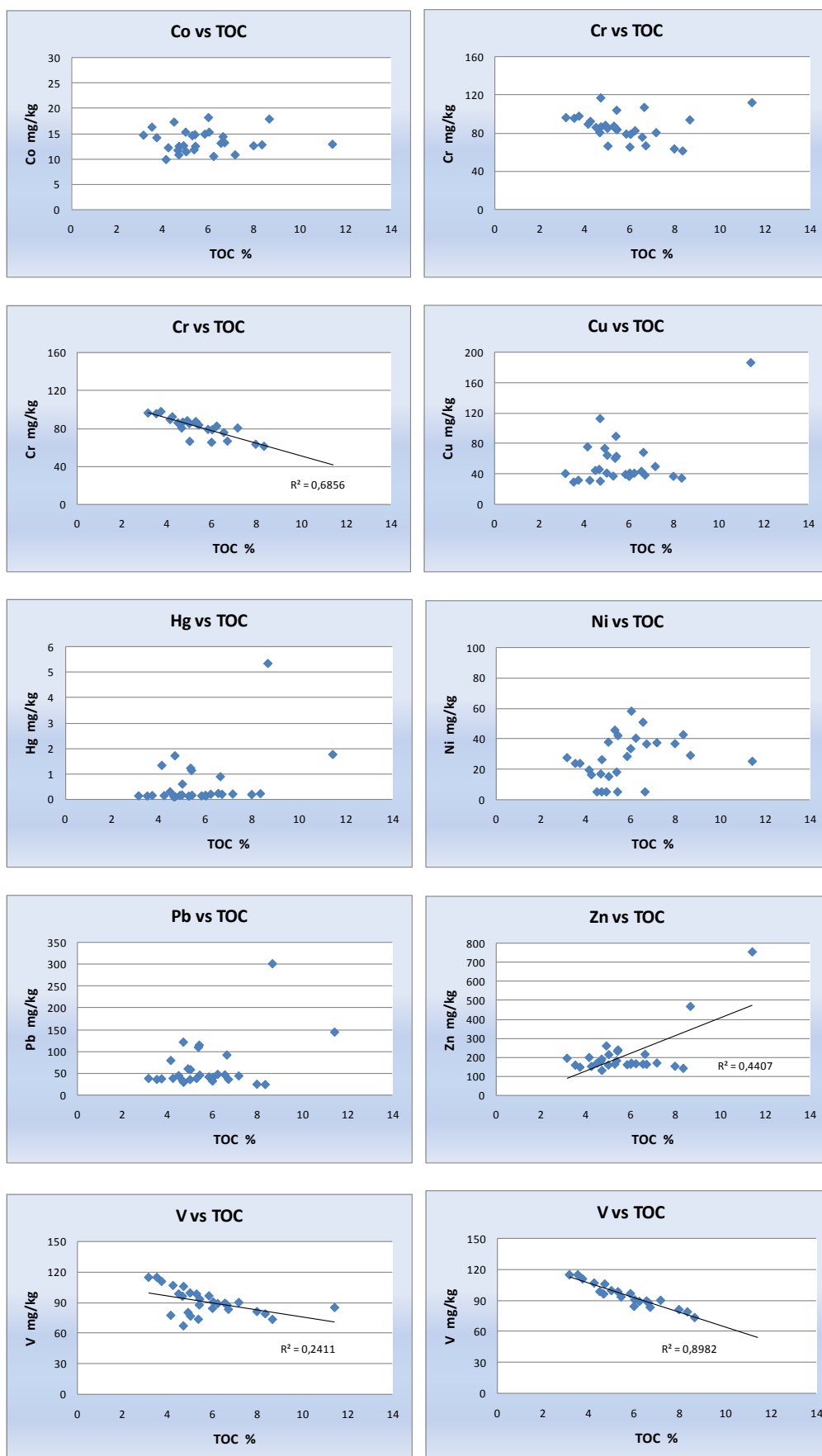


Fig. 74 b. Relation mellan totalt organiskt kol (TOC) och respektive kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), bly (Pb), zink (Zn) samt vanadin (V). Se vidare i texten ovan. *The relationship between two metals and total organic carbon (TOC). See further in the text above.*

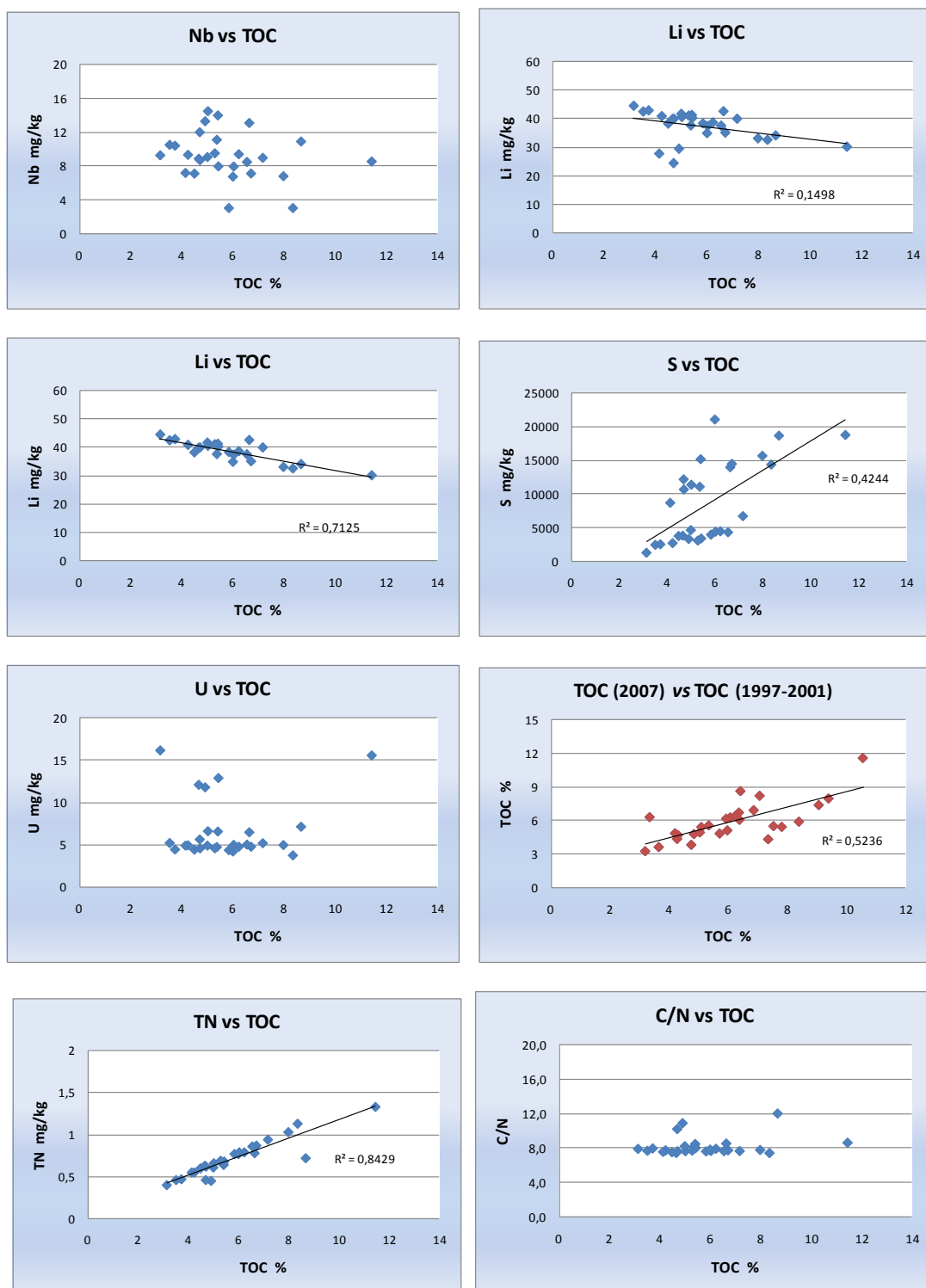


Fig. 75. Relation mellan totalt organiskt kol (TOC) och respektive niob (Nb), litium (Li), svavel (S), uran (U), totalkväve (TN) och C/N-kvoten, samt mellan TOC från 1997-2001 respektive 2007. Se vidare texten ovan. *The relationship between total organic carbon (TOC) and niob (Nb), litium (Li), sulphur (S), uranium (U), total nitrogen (TN) and the C/N-ratio respectively, and between TOC in 1997-2001 and in 2007 respectively. See further the text above.*

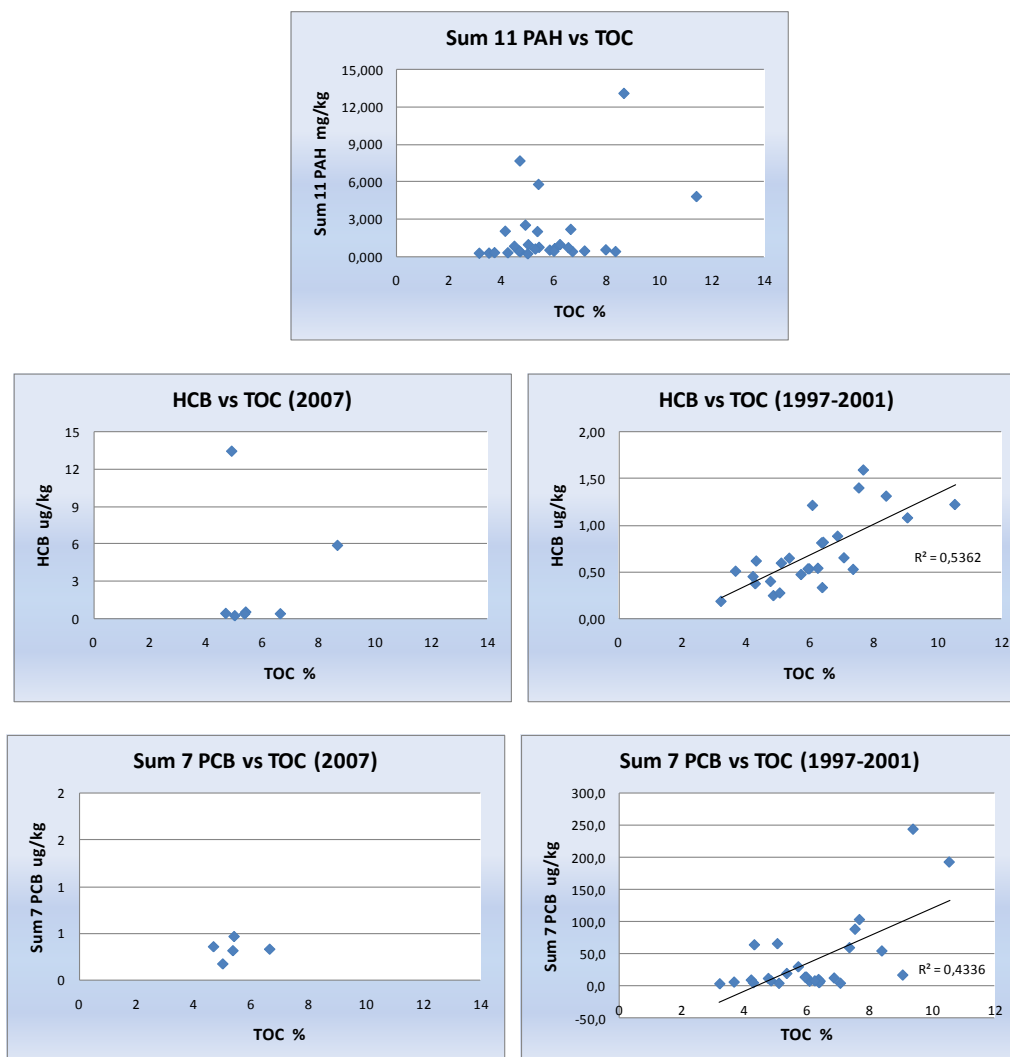


Fig. 76. Relation mellan totalt organiskt kol (TOC) och respektive summa 11 polycykliska aromatiska kolväten (sum 11 PAH), hexaklorbensen (HCB), summa 7 polyklorerade bifenyler (sum 7 PCB) för 2007, samt för HCB och sum 7 PCB även för perioden 1997-2001. Se vidare texten ovan. *The relationship between total organic carbon (TOC) and the sum 11 polycyclic aromatic hydrocarbons (sum 11 PAH), hexachlorobenzene (HCB), sum 7 polychlorinated biphenyls (sum 7 PCB) in 2007, and regarding HCB and sum 7 PCB also from the period 1997-2001.*

## 8. Sammanfattning av trendanalyser och miljö kvalitet

I de föregående avsnitten har presentationen av analysresultaten främst varit inriktad på att presentera den stationsvisa koncentrationsförändringen över tiden av respektive undersökt ämne/substans, samt att med hjälp av medel- och medianvärdesförändringen för samma period ge en generell bild av utvecklingen inom Stockholms läns kustavschnitt och östligaste delen av Mälaren. De senare uppgifterna har ställts mot framtagna inhomogenitetsfaktorer för respektive ämne i sedimentet.

Sannolikheten för att de ovan beskrivna medelvärdesförändringarna är reella har dessutom testas statistiskt (enl. Fowler & Cohen 1996) med hjälp av s.k. t-test med (n-1) frihetsgrader för matchade datapar (dvs. data från samma stationer men härrörande från de två olika provtagningsperioderna 1997-2001 och 2007). Resultaten av denna

test har redovisast dels för hela skärgårdshavet och Mälaren, dels för Stockholms-Mälargradienten, samt för skärgårdshavet exklusive Stockholms-Mälargradienten för kol och kväve i tabell 4, för grundämnena i tabellerna 6, 7 och 8 och för PAH, HCB och PCB i tabellerna 12, 13 och 14. Dessa s.k. trendanalyser ger med större eller mindre sannolikhet svar på hur säker en observerad förändring över tiden (trenden) är. Jämförelsematerialet för HCB och PCB utgörs endast av 6 stationer, vilket drar ned signifikansen trots att förändringen kan vara relativt stor.

Den procentuella koncentrationsförändringen, uttryckt som medelvärden och medianvärden för (enligt ovan) hela och delar av skärgårdsområdet, mellan de två provtagningsomgångarna 1997-2001 och 2007 har för samtliga undersökta grundämnen och organiska substanser sammanställts i tabellerna 17 och 18 (se nedan).

I figur 77 (nedan) sammanfattas dessutom trenderna för totalkol (TC), totalt organiskt kol (TOC), totalkväve (TN) samt kol-kväveknoten (C/N), relevanta metaller, hexaklorbensen (HCB) och summaparametrarna för polycykliska aromatiska kolväten ( $\Sigma 11$  PAH) och polyklorerade bifenyler ( $\Sigma 7$  PCB) samt den statistiska sannolikheten för förändringar observerade mellan perioden 1997-2001 och 2007. Dessa uppgifter redovisas antingen för hela skärgårdsområdet och eller för delområden enligt ovan. Detta då trenderna kan vara helt olika i dessa områden för ett och samma ämne/förening.

Av övriga 57 grundämnen som analyserats i sedimentet kan konstateras att under perioden 1997-2001 till 2007 har inom hela skärgårdshavet halten av t.ex. fosfor (P) ökat med 38 % och tenn (Sn) med 261 %. Koncentrationsökningen av fosfor är störst i Stockholm-Mälargradienten (79 %) och beror sannolikt på en ökad fastläggning av fosfor i sedimenten i de områden som fått bottarna syresatta under 2000-talet.

Även tenn uppvisar den största koncentrationsökningen (870 %) i Stockholm-Mälargradienten. Orsakerna till denna ökning är mer svårbedömd, men det är inte osannolikt att källan kan vara båtbottnfärger innehållande de numera förbjudna organiska tennföreningarna, t.ex. tributyltenn (TBT). Att dessa föreningar användes efter förbuden har konstaterats i andra undersökningar, men framförallt kan orsaken vara att båtägare skrapat bort dessa färger på upptagningsplatser och ersatt dem med tillåten färg. Den bortskrapade färgen sköljs antingen genom spolning eller med regn (ytavrinning) ut i havet.

Koncentrationen av uran (U) och wolfram (W) har ökat med 18 respektive 82 % i Stockholm-Mälargradienten. Resultaten tyder på att en källa, berggrundsbetingad eller antropogen finns i Mälaren respektive i centrala Stockholm.

Överlagrat dessa förändringar mellan 1997-2001 och 2007 ligger dessutom ovan beskrivna faktorer för inhomogenitet respektive fysiska omblandning (bioturbation) av sedimentet. Den förra faktorn vanligen mindre än 10 % och den senare faktorn i genomsnitt 20 % på förändringar som ägt rum under en tioårsperiod respektive 35 % på förändringar som ägt rum under en femårsperiod i *oxiderade miljöer* (Cato 2006). Faktorer som i flera fall är större än de med hög statistisk sannolikhet observerade genomsnittliga koncentrationsförändringarna utmed kusten. I fall med oxiderade bottenförhållanden krävs därför längre observationsperioder, dvs tre till fyra provtagningsomgångar, för att öka säkerheten i slutsatsen över respektive trend. I sediment från anoxiska, dvs miljöer med syrebrist, är inhomogenitetsfaktorn mycket låg och beror i

Tabell 17. Den procentuella koncentrationsförändringen (medelvärden och medianvärden) för totalt organiskt kol, kväve, totalkol och grundämnen i ytsediment (0-1 cm) i Stockholm läns skärgårdshav (29 stationer), i Stockholmsgradienten respektive i skärgårdshavet exklusive Stockholmsgradienten mellan provtagningsperioderna 1997-2001 och 2007. *The percentage change in concentration (average and median values) of total organic carbon, nitrogen, total carbon and elements in surface sediments (0-1 cm) of the archipelago of the Stockholm County (29 stations), the Stockholm gradient and the archipelago exclusive the Stockholm gradient respectively between the sampling periods 1997-2001 and 2007.*

Ämne	Hela Skärgårdshavet & Mälaren	Sthlmsgradienten	Skärgårdshavet exkl Sthlmsgradienten
	MV %	MV %	MV %
tot-C	-5	-13	1
tot-N	-0,5	-9	5
org-C	-4	-12	2
C/N	-4	-4	-6
Si	0,1	6	-3
Al	-1	7	-5
Ca	-1	-5	1
Fe	8	15	6
K	7	9	5
Mg	1	-3	2
Mn	50	47	60
Na	-21	-43	-2
P	38	79	22
Ti	-0,1	9	-4
LOI	-10	-23	-3
Ag		-11	
As	11	3	18
Ba	-1	12	-9
Be	-14	-13	-13
Cd	-29	-30	-28
Co	-10	-14	-9
Cr	6	13	2
Cs	14	23	9
Cu	99	106	77
Ga	-27	-19	-32
Hf	-9	11	-20
Hg	16	21	-8
Li	5	18	-1
Mo	-33	-37	-33
Nb	-32	-4	-46
Ni	1	-51	27
Pb	-9	1	-23
Rb	-21	-20	-20
S	-7	-21	14
Sb	-12	-16	-6
Sc	5	16	-0,4
Sn	261	871	17
Sr	1	3	0,1
Ta	-12	16	-25
Th	0,5	-33	13
Tl	1	-7	5
U	10	18	5
V	9	16	7
W		82	
Y	1	5	-2
Zn	-7	-12	-0,5
Zr	10	15	7
La	26	42	20
Ce	37	62	26
Pr	-3	20	-13
Nd	6	25	-1
Sm	13	41	3
Eu	11	29	5
Gd	-4	-2	-5
Tb	-1	8	-5
Dy	4	17	-1
Ho	4	19	-3
Er	3	22	-6
Tm	-14	-2	-20
Yb	8	36	-3
Lu	13	52	-2

Ämne	Hela Skärgårdshavet & Mälaren	Sthlmsgradienten	Skärgårdshavet exkl Sthlmsgradienten
	Md %	Md %	Md %
tot-C	-9	-28	1
tot-N	-4	-25	10
org-C	-11	-30	-2
C/N	-9	-2	-7
Si	1	10	-2
Al	-1	4	-4
Ca	-1	-5	4
Fe	5	13	4
K	7	12	4
Mg	-3	-0,4	1
Mn	14	-18	18
Na	-15	-23	-6
P	16	17	7
Ti	-3	3	-3
LOI	-14	-32	-4
Ag		-20	
As	13	-10	18
Ba	-0,4	6	-3
Be	-13	-12	-14
Cd	-30	-8	-36
Co	-6	-7	-13
Cr	9	15	2
Cs	21	28	18
Cu	39	58	82
Ga	-24	-16	-34
Hf	-11	14	-19
Hg	0,0	24	-12
Li	2	18	1
Mo	-1	-76	10
Nb	-31	-2	-39
Ni	7	-80	30
Pb	-22	23	-16
Rb	-19	-21	-15
S	-20	-5	-3
Sb	-18	-7	-22
Sc	2	21	-5
Sn	533	3025	443
Sr	4	10	3
Ta	-6	15	-14
Th	25	-63	18
Tl	5	-4	5
U	0,0	44	-2
V	6	11	12
W		54	
Y	-1	8	-3
Zn	-3	-15	4
Zr	11	31	9
La	42	45	43
Ce	42	63	29
Pr	2	13	-15
Nd	16	30	-3
Sm	12	50	4
Eu	8	30	8
Gd	1	-1	8
Tb	3	15	5
Dy	9	20	1
Ho	11	22	-1
Er	11	22	-9
Tm	-1	1	-15
Yb	14	37	8
Lu	15	41	11

Tabell 18. Den procentuella koncentrationsförändringen (medel- och medianvärden) för polycykliska aromatiska kolväten (PAH), i ytsediment (0-1 cm) i Stockholm läns skärgårdsområde (29 stationer), i Stockholmsgradienten respektive i skärgårdshavet exklusive Stockholmsgradienten samt hexaklorbenssen (HCB) och polychlorerade bifenyler (PCB) i centrala Stockholm (6 stationer) mellan provtagningsperioderna 1997-2001 och 2007. *The percentage changes(average and median values) in concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the superficial sediments (0-1 cm) of the archipelago of the Stockholm County (29 stations), the Stockholm gradient and the archipelago exclusive the Stockholm gradient respectively, and hexachlorobensen (HCB) and polychlorinated biphenyls (PCB) in central Stockholm (6 stations) between the sampling periods 1997-2001 and 2007.*

Polycykliska aromatiska kolväteföreningar	Hela Skärgårdshavet & Mälaren	Sthlms-gradienten	Skärgårdshavet exkl Sthlms-gradienten
	MV %	MV %	MV %
Naphtalene	-4	72	-74
Acenaphthene	96	390	-46
Fluorene	-1	54	-72
Phenanthrene	40	44	-44
Anthracene	71	69	-36
Fluoranthene	24	24	-26
Pyrene	53	59	-28
Benso(a)anthracene	32	37	-38
Chrysene	23	37	-39
Benso(b)fluoranthene	-7	4	-44
Benso(k)fluoranthene	-1	9	-43
Benso(a)pyrene	64	101	-39
Dibenzo(ah)anthracene	46	73	-4
Benso(ghi)perylene	28	45	-20
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	-17	2	-50
Sum 11 EPA-PAH	20	33	-38
Sum 16 EPA-PAH	11	34	-39

Polycykliska aromatiska kolväteföreningar	Hela Skärgårdshavet & Mälaren	Sthlms-gradienten	Skärgårdshavet exkl Sthlms-gradienten
	Md %	Md %	Md %
Naphtalene	-76	-26	-77
Acenaphthene	8	471	-40
Fluorene	-67	77	-66
Phenanthrene	-21	46	-49
Anthracene	-27	73	-49
Fluoranthene	-12	45	-41
Pyrene	-19	33	-45
Benso(a)anthracene	-32	46	-52
Chrysene	-17	20	-43
Benso(b)fluoranthene	-33	28	-50
Benso(k)fluoranthene	-35	19	-45
Benso(a)pyrene	-31	33	-42
Dibenzo(ah)anthracene	-10	224	2
Benso(ghi)perylene	-4	81	-22
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	-39	18	-56
Sum 11 EPA-PAH	-24	34	-44
Sum 16 EPA-PAH	-32	35	-47

Organisk förening	Centrala Stockholm	
	MV %	Md %
HCB	-74	-75
PCB 28	-68	-60
PCB 52	-54	-38
PCB 101	-49	-43
PCB 118	-62	-54
PCB 153	-43	-27
PCB 138	-46	-33
PCB 180	-44	-30
Sum 7 PCB	-51	-43
Total PCB	-35	-24

Stockholms läns Kustvatten och östra Mälaren		Förändring Trend 97/2001 - 2007 Hela länet	Förändring Trend 1997/2001 - 2007 Stockholms-Mälars gradienten	Förändring Trend 1997/2001 - 2007 Länet exklusive Stockholms-Mälars gradienten	
Ämne/förening		%	%	%	
Tot kol (TC)	↘	-5	↘	-13	↘
Tot org kol (TOC)	↘	-4	↘	-12	↘
Tot kväve (TN)	↘	-0,5	↘	-9	↘
C/N	↘	-5	↘	-4	↘
Arsenik (As)	↘	11	↘	3	↘
Bly (Pb)	↘	-9	↘	1	↘
Kadmium (Cd)	↘	-29	↘	-30	↘
Kobolt (Co)	↘	-10	↘	-14	↘
Koppar (Cu)	↘	99	↘	106	↘
Krom (Cr)	↘	6	↘	13	↘
Kvicksilver (Hg)	↘	16	↘	28	↘
Nickel (Ni)	↘	1	↘	-51	↘
Vanadin (V)	↘	9	↘	16	↘
Zink (Zn)	↘	-7	↘	-12	↘
Sum 11 PAH	↘	20	↘	33	↘
Sum 7PCB			↘	-51	
Tot PCB			↘	-35	
HCB			↘	-74	

**Sannolikhet**

- p>99 %
- p>95 %
- p>90 %
- p>75 %
- p<75 %

Figur 77. Sammanställning över förändringen av medelvärdeskoncentrationen för några ämnen och organiska föreningar i Stockholms läns kustområdes ytsediment (0-1 cm) mellan 1997-2001 och 2007 med och utan Stockholm-Mälars-gradienten. Nedåtriktad pil betyder minskad halt och uppåtriktad pil ökad halt. I oxiderade miljöer med bioturbation krävs förändringar som är större än 20 respektive 35 % för att en förändring med säkerhet skall kunna detekteras vid ett tioårigt respektive femårigt provtagningsintervall. I miljöer med syrebrist behöver man endast ta hänsyn till sedimentens inhomogenitetsfaktor (<10 %). *Compilation of the changes in the average concentrations of some elements and organic compounds, in the superficial sediment (0-1 cm) of the Stockholm County Coast, between 1997-2001 and 2007. Arrow pointed downwards implies decreasing concentration and arrow pointed upwards implies increasing concentration. In oxidized environments changes bigger than 20 and 35 % are needed to detect changes with a high significance in a ten- and five-years sampling interval respectively. In anoxic environments only the inhomogeneity factor (<10 %) has to be taken into account.*

sådana sällsynta fall endast på störningar av migrerande, naturligt bildad, metangas (sedimentgas).

Stationerna som är utvalda att ingå i länets regionala miljöövervakning är valda att representera botten med syrebrist, vilket normalt innebär att ingen bioturbation sker där. Under senare år har dock en med ballastvatten nyligen invandrad, s.k. främmande art, av havsborstmask (*Marenselleria neglecta*) invaderat Östersjöns botten (se t.ex. Karlsson & Jonsson, in press). Arten har dessutom med rekordfart spridit sig vidare utmed Västeuropas kust och finns numera ända ned i Frankrike (muntlig uppgift från M Deprez, SIEGMA i Frankrike, och J van Dalzen, Deltares i Holland).

*Marenselleria* klarar mycket låga syreförhållanden och kan därmed orsaka bioturbation i det översta sedimentskiktet, vilket också observerats i de radiografiska bilderna på sedimentkärnor från flera av 2007 års provtagningsplatser (se avsnitt 6.1). Det översta skiktet på 0-5 cm är påverkat i 50 % av 2007 års provtagningspunkter. Detta

fenomen existerade inte vid 1997-2001 års provtagningar, men kan till okänd omfattning vara ett problem på flera stationer i 2007 års sedimentundersökning. Indikationer på att vissa bottenar med hypoxia i Stockholms närområde under senare delen av 2000-talet åter har syresats har observerats av Karlsson *et al.* (in press). Dessa omständigheter gör att det finns en viss osäkerhet (till följd av bioturbation) i de framtagna tendenserna mellan de två provtagningsomgångarna. En säkrare utvecklingstrend, vad avser de olika undersökta ämnena och substanserna, kan därför först erhållas efter ytterligare en till två provtagningsomgångar åtskilda med, vad som utretts ovan (se tabell 2), ca fem års mellanrum.

I figur 78 sammanfattas miljö kvaliteten med avseende på de metaller och organiska miljögifter som omfattas av de svenska bedömningsgrunderna för sediment i kust och hav (Naturvårdsverket 1999). I figuren redovisas samtliga 29 stationer i 2007 års undersökningar fördelade på ämnen och de klasser dessa faller i. Observera att HCB och PCB endast har undersökts på 8 stationer i centrala Stockholm.

De metaller och organiska miljögifter (PAH, HCB och PCB) som faller i klass 5 härör alla från centrala Stockholm, medan de som faller i klass 4 hänför sig till den yttre delen av den s.k. Stockholmsgradienten som går ut till Oxdjupet och Mälargradienten som når in till Vårberg i Mälaren. Ämnen i klass 3 ansluter till och ingår i flera fall också i dessa gradienter. Klasserna 1-2 representerar stationer utspridda i den yttre skärgården utanför dessa gradienter. Endast kobolt (Co) uppträder enbart i de klasser som utgör den naturliga bakgrunden (klass 1) eller något högre (klass 2). Merparten av stationerna med avseende på arsenik (As), krom (Cr), nickel (Ni) och i viss mån bly (Pb) ligger också i dessa två lägsta klasser 1-2.

Sediment			Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
Stockholms län	Antal						
2007	stationer		Bakgrund	Låg halt	Medelhög halt	Hög halt	Mycket hög halt
Ämne/förening			Background	Low cont.	Medium cont.	High cont.	Very high cont.
Arsenik (As)	29	12	15	2			
Bly (Pb)	29	2	16	3	2	6	
Kadmium (Cd)	29	2	13	9	3	2	
Kobolt (Co)	29	7	22				
Koppar (Cu)	29	1	16	8	4		
Krom (Cr)	29	8	19	2			
Kvicksilver (Hg)	29		7	13	2	7	
Nickel (Ni)	29	18	8	3			
Zink (Zn)	29			20	7	2	
Sum 11 PAH	29			17	6	6	
Sum 7 PCB	8					8	
Tot PCB	8					8	
HCB	8			1	5	2	

Figur 78. Klassificering av miljö kvaliteten på de 29 sedimentstationer som ingår i kustvattenkontrollen i Stockholms län 2007 samt 8 stationer vad avser HCB och PCB. Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass. Klassificering enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999, 2005). *Classification of environmental sediment quality of the 29 stations (and 8 stations regarding HCB and PCB) run by the County Administration of Stockholm in the coastal sediment programme in 2007. The figures refer to the number of stations within each class. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999, 2005).*

## 9. Referenser

- Bergh, G., Cato, I., Kjellin, B. & Klingberg, F., 2005: Maringeologiska kartan 9I Landsort-Nynäshamn. *Sveriges geologiska undersökning Serie K3:1, K3:2*.
- Bergh, G., Cato, I., Kjellin, B. & Klingberg, F., 2005: Maringeologiska kartan Mälaren. *Sveriges geologiska undersökning Serie K223:1, K223:2*.
- Broman, D., Colmsjö, A., Ganning, B., Näf, C. & Zebuhr, 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. Technology*, 22, 1219-1228.
- Cato, I., 1977: Recent sedimentological and geochemical conditions and pollution problems in two marine areas in south-western Sweden. *Striae*, 6, 158 s.
- Cato, I., 1997: Contaminants in the Skagerrak and Kattegat Sediments. In Cato, I. & Klingberg, F., (eds.): Proceedings of the Fourth Marine Geological Conference - the Baltic. *Sver. geol. unders. Ser. Ca 86, 21-35*. Uppsala.
- Cato I., Rindby, A. & Rudolfsson, J., 2000: Unik sedimentscanner utvecklad. *Geologiskt Forum*, nr 25, 13-15.
- Cato, I. & Sellén, E., 2004: Miljökemisk sedimentundersökning utanför Rönnskärsverken 2003. *SGU-rapport 2004:14*, 63 p.
- Cato, I., 2004: Miljökemisk sedimentundersökning av bottensedimenten utmed Bottenvikskusten i Skellefteå kommun 2003. *SGU-rapport 2004:24*, 105 p.
- Cato, I., 2005: The National Swedish Status and Trend Monitoring Programme based on Chemical Contamination in Offshore Sediment – An overview of the results from 2003. HELCOM MONAS 8/2005, 17 pp.
- Cato, I., 2006: Miljökvalitet och trender i sediment och biota utmed Bohuskusten 2000/2001 – en rapport från sju kontrollprogram. Environmental quality and trends in sediment and biota along the Bohus Coast in 2000/2001 – a report from seven trend monitoring programmes. *Geological Survey of Sweden, Rapp & Medd no. 122*, 490 pp.
- Cato, I., 2008: Sedimenten visar kemikaliers spridning. *Havet 2008* s. 79-81. Naturvårdsverket. ISBN 978-620-1277-9.
- Cato, I., 2009: Förändringar i sedimenten – sedan 2003. I Viklund, K. (ed.): *Havet 2009* s. 66-69. Naturvårdsverket. ISBN 978-620-1277-9.
- Fowler, J. & Cohen, L., 1996: *Practical Statistics for Field Biology*, 227 s. John Wiley & Sons. New York.
- Förstner, U., 1980. Inorganic pollutants, particularly heavy metals in estuaries. In Olausson, E. & Cato, I. (eds.): *Chemistry and Biogeochemistry of Esuaries*, s. 307-348. John Wiley & Sons. Chichester.
- Förstner, U. & Petchineelam, S.R., 1976: Bindung und Mobilisation von Schwermetallen in fluviatilen Sedimenten. *Chem. Zeitung*, 100 (2), 49-57.
- Förstner, U. & Wittman, G.T.W., 1983: *Metal Pollution in Aquatic Environment*. Springer Verlag. Heidelberg. 486 s.
- Hellebuyck, A., Jonsson, A. & Johansson, C., 2002: PAH i sediment i Stockholmsområdet – Halter och källor. Rapport från SLB-analys Nr 1:2002, 41 s.
- Jonsson, P., 2010: Spridning av föroreningar från Beckholmen - Sedimentundersökning i Stockholms hamn. Rapport JP Sedimentkonsult HB, 45 s.
- Karlsson, O.M., Jonsson, P., Lindgren, D., Malmaeus, J.M. & Stehn, A., (In press): Indications of recovery from Hypoxia in the inner Stockholm archipelago. *Ambio X*, 10 s.
- Larsson, U., Hansson, S., Kautsky, H., 1993: Miljökvalitetsbeskrivning av Norrtälje kommuns kustområde. Institutionen för systemekologi, Stockholms universitet, Technical Report No 14, 156 s.
- Naturvårdsverket, 1999: Bedömningsgrunder – Kust och hav. *Naturvårdsverket Rapport 4914*, 134 sid.
- Naturvårdsverket 2005: [://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/fororen/orggift/organisk.html](http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/fororen/orggift/organisk.html)

- Niemistö, L., 1974: A gravity corer for studies of soft sediments. *Merentutkimuslait. Julk./Havsforskningsinst. Skr.* 238, 33-38.
- Sánchez-García, L., Cato, I. & Gustafsson, Ö., 2010. Evaluation of the influence of black carbon on the distribution of PAHs in sediments from along the entire Swedish continental shelf. *Marine Chemistry* 119, 44-51.
- Sánchez-García, L., Cato, I. & Gustafsson, Ö. (submitted): Evaluation of the influence of black carbon on the distribution of PAHs in sediments from along the entire Swedish continental shelf. *Marine Chemistry*.
- Sternbeck, J., Brorström-Lundén, E., Remberger, M., Kaj, L., Palm, A., Junedahl, E. & Cato, I., 2003: WFD Priority substances in sediments from Stockholm and the Svealand coasta region. *IVL-rapport B1538*, 82 s.
- Östlund, P., Sternbeck, J. & Brorström-Lundén, E., 1998: Metaller, PAH, PCB och total-kolväten i sediment runt Stockholm – flöden och halter. *IVL-rapport B 1297*, 97 s.

## 10. Bilageförteckning

Bilaga 1: Metadata och analysdata över huvudelement och spårelement	90-95
Bilaga 2: Metadata och analysdata över organiska miljögifter	96-99
Bilaga 3: Bottenytebesiktning av provtagningsplatserna	100
Bilaga 4: Observationsdokument för sedimentkärnor	101-129

## Metadata och analysdata över huvudelement och spårelement.

## Bilaga 1.

Provtag. nr 2007	Provtag. nr 1997-2001	Projekt 2007	Plats 1997-2001 2007	Nivå (cm) 1997-2001 2007	X (RT90) m 1997-2001	Y (RT90) m 1997-2001	X (RT90) m 2007	Y (RT90) m 2007	Vattendjup m 1997-2001	Vattendjup m 2007
07_0314	09i_0379	Proj:A-län_07	MYSINGEN	0-1	6542109	1639568	6542107	1639568	45	46
07_0315	09i_0359	Proj:A-län_07	VÄSTERGRUND	0-1	6524869	1625988	6524869	1625986	67,6	69,1
07_0316	09i_0268	Proj:A-län_07	TORÖ	0-1	6524523	1615571	6524526	1615569	29,7	30,4
07_0317	09i_0264	Proj:A-län_07	N GRÖNSÖ	0-1	6534052	1610768	6534052	1610769	34,3	34,8
07_0318	10h_0017	Proj:A-län_07	S BJÖRKFJÄRDEN	0-1	6576262	1596921	6576262	1596922	37,5	45,9
07_0319	10i_0088	Proj:A-län_07	NORSBORG	0-1	6573031	1611326	6573029	1611328	22	23,2
07_0320	10i_0090	Proj:A-län_07	VÄRBERG	0-1	6575661	1618045	6575660	1618044	25,3	26,2
07_0321	10i_0091	Stockholm Stad_07	HÄGERSTEN	0-1	6577763	1621537	6577769	1621535	15,5	17,07
07_0322	10i_0011	Stockholm Stad_07	STRÖMMEN	0-1	6579953	1630073	6579952	1630076	25,7	27,17
07_0323	10i_0045	Stockholm Stad_07	L VÄRTAN	0-1	6582303	1633912	6582301	1633914	9,6	10,32
07_0324	10i_0058	Stockholm Stad_07	LIDINGÖBRON	0-1	6584191	1631238	6584189	1631240	19,9	20,9
07_0325	10i_0059	Proj:A-län_07	BRUNNSVIKEN	0-1	6585378	1626944	6585380	1626945	13,6	9,6
07_0326	10i_0014	Stockholm Stad_07	KÄPPALA	0-1	6583143	1637964	6583143	1637965	52,9	53,73
07_0327	10i_0019	Stockholm Stad_07	HÖGGARN	0-1	6585360	1641795	6585359	1641793	52,1	52,79
07_0328	10i_0002	Stockholm Stad_07	ST VÄRTAN	0-1	6592121	1631405	6592120	1631405	6,2	7,2
07_0329	10i_0046	Stockholm Stad_07	BOSÖN	0-1	6587770	1634143	6587768	1634143	18,8	19,56
07_0330	10i_0047	Proj:A-län_07	BERGHOLMEN	0-1	6586786	1644819	6586785	1644819	24,9	26,2
07_0331	10i_0048	Proj:A-län_07	ODJUPET	0-1	6590108	1648623	6590107	1648624	4,0	36
07_0332	10j_0211	Proj:A-län_07	NASSA	0-1	6592728	1690631	6592725	1690631	76,6	78,3
07_0333	11j_0053	Proj:A-län_07	KOBBFJÄRDEN	0-1	6606912	1692839	6606920	1692840	76,9	77
07_0334	10j_0320	Proj:A-län_07	S SANDHAMN	0-1	6576428	1675274	6576429	1675272	34,9	36,3
07_0335	10j_0252	Proj:A-län_07	KANHOLMSFJÄRDEN	0-1	6581917	1668868	6581917	1668870	83,6	85
07_0336	10j_0247	Proj:A-län_07	N GÄLLNÖ	0-1	6590261	1665316	6590264	1665314	36,7	37,6
07_0337	10j_0268	Proj:A-län_07	LINANÄS V	0-1	6593261	1654129	6593261	1654128	60,5	61,8
07_0338	10i_0049	Proj:A-län_07	MJÖLKÖ	0-1	6595949	1649013	6595946	1649014	48,2	49,4
07_0339	11j_0029	Proj:A-län_07	V BULLERSKÄR	0-1	6620165	1680098	6620166	1680095	200,7	27,9
07_0340	11j_0114	Proj:A-län_07	V TJÄRVEN	0-1	6634586	1696735	6634585	1696737	71,2	70,8
07_0346	10j_0051	Proj:A-län_07	NÄMNDÖFJÄRDEN	0-1	6570459	1662802	6570458	1662801	77,6	76,9
07_0347	10j_0090	Proj:A-län_07	FJÄRDLÅNG	0-1	6550416	1654607	6550418	1654608	66,2	65,5

Provtag. nr 2007	Sedimenttyp 1997-2001 2007	Provtagare 1997-2001 2007	/attenhalt % 2007	Totalkol		Totalkväve		Organiskt kol		Kisel	
				tot-C % TS 1997-2001	tot-C % TS 2007	tot-N % TS 1997-2001	tot-N % TS 2007	org-C % TS 1997-2001	org-C % TS 2007	Si g/kg TS 1997-2001	Si g/kg TS 2007
07_0314	pgIGy	GEM	79	4,76	3,80	0,64	0,47	4,73	3,71	217	235
07_0315	pg.IGy	GEM	90	4,21	4,83	0,576	0,62	4,21	4,69	249	219
07_0316	pg.IGy	GEM	80	4,28	4,32	0,576	0,55	4,28	4,22	241	231
07_0317	pg.gyL	GEM	81	3,66	3,60	0,496	0,46	3,66	3,50	244	235
07_0318	pg.IGy	GEM	81	3,2	3,23	0,41	0,40	3,1	3,13	260	251
07_0319	pg.IGy	GEM	89	4,85	4,75	0,635	0,63	4,8	4,64	261	253
07_0320	pg.IGy	GEM	89	5,35	5,52	0,69	0,68	5,4	5,39	255	252
07_0321	pg.IGy	GEM	83	3,35	6,30	0,19	0,45	2,8	4,91	300	257
07_0322	pg.IGy	GEM	84	9,4	7,97	0,88	0,72	9,31	8,67	204	217
07_0323	pg.IGy	GEM	77	4,31	4,69	0,4	0,46	4,2	4,70	285	276
07_0324	pg.IGy	GEM	89	7,82	5,43	0,99	0,64	7,72	5,41	202	237
07_0325	pg.IGy	GEM	94,6	10,6	11,52	1,0	1,33	10,5	11,38	194	188
07_0326	pg.IGy	GEM	88	7,68	n.a.	0,88	n.a.	7,61	n.a.	154	223
07_0327	pg.IGy	GEM	91	7,54	5,49	0,87	0,66	7,41	5,37	194	210
07_0328	pg.IGy	GEM	85	5,05	4,93	0,56	0,66	5,03	5,02	241	241
07_0329	pg.IGy	GEM	91,9	8,4	5,89	1,01	0,78	8,33	6,64	212	226
07_0330	pg.IGy	GEM	80	7,36	4,30	0,81	0,55	7,22	4,11	224	268
07_0331	pg.IGy	GEM	86	5,72	4,81	0,68	0,60	5,69	4,47	226	233
07_0332	pg.IGy	GEM	91,1	6,42	8,58	0,71	1,13	6,33	8,30	213	194
07_0333	pg.IGy	GEM	93,3	7,07	8,16	0,88	1,03	6,7	7,94	231	198
07_0334	pg.IGy	GEM	86	6,37	6,67	0,71	0,86	6,32	6,52	223	228
07_0335	pg.IGy	GEM	94,1	6,87	6,88	0,76	0,87	6,78	6,67	212	205
07_0336	pg.IGy	GEM	89	9,07	7,34	1,03	0,94	8,99	7,13	192	211
07_0337	pg.IGy	GEM	93,8	5,94	6,12	0,68	0,77	5,89	5,96	216	203
07_0338	pg.IGy	GEM	85	5,98	5,08	0,68	0,61	5,9	4,98	217	228
07_0339	pg.IGy	GEM	89	6,25	6,38	0,7	0,79	6,23	6,20	243	235
07_0340	pg.IGy	GEM	88	5,1	5,38	0,7	0,69	2,05	5,26	252	237
07_0346	pg.IGy	GEM	88	6,08	6,24	0,78	0,79	6,07	6,00	233	218
07_0347	pg.IGy	GEM	87	6,39	6,03	0,8	0,77	6,33	5,81	228	222

## Forts. Metadata och analysdata över huvudelement och spårelement.

## Bilaga 1.

Provtagn. nr	Aluminium		Kalcium		Järn		Kalium		Magnesium		Mangan	
	Al	Al	Ca	Ca	Fe	Fe	K	K	Mg	Mg	Mn	Mn
	g/kg TS 1997-2001	g/kg TS 2007	g/kg TS 1997-2001	g/kg TS 2007	g/kg TS 1997-2001	g/kg TS 2007	g/kg TS 1997-2001	g/kg TS 2007	g/kg TS 1997-2001	g/kg TS 2007	g/kg TS 1997-2001	g/kg TS 2007
07_0314	67,2	75,2	11,1	11,2	44,6	47,7	20,4	31,5	17,9	18,2	0,782	2,71
07_0315	76,2	68,8	11,8	10,8	44,9	48,3	29,6	28,5	16,8	18,5	0,589	0,66
07_0316	78,3	75,2	11,4	11,1	47,6	46,2	29,1	31,0	17,6	18,9	0,852	1,09
07_0317	79,4		11,4	11,9	49,8	50,4	29,3	31,7	17,3	19,2	2,308	2,88
07_0318	76,7	74,6	11,9	11,1	60,1	55,0	27,6	29,9	15,3	14,8	5,066	4,53
07_0319	74,6	69,3	9,86	10,3	53,2	45,0	26,2	28,0	13,3	12,8	1,65	1,01
07_0320	69,9	67,2	10,1	10,5	54,0	43,9	25,2	27,4	12,2	12,1	2,22	0,968
07_0321	62,5	65,6	13,7	12,5	37,1	45,6	24,5	26,5	8,75	11,3	0,591	0,875
07_0322	54,0	56,6	10,7	11,1	47,2	48,3	22,0	25,1	13,1	12,4	0,844	0,531
07_0323	64,0	60,9	13,0	12,0	30,4	33,3	26,8	27,7	10,0	10,3	0,702	0,515
07_0324	50,4	67,8	10,9	9,51	33,7	40,2	24,7	28,6	16,0	15,3	0,600	0,554
07_0325	61,9	49,0	11,0	10,1	42,5	38,2	26,0	21,7	14,8	15,0	0,657	0,472
07_0326	35,9	60,9	10,6	9,93	46,0	57,3	18,1	25,8	16,6	14,8	0,899	3,95
07_0327	44,6	58,2	10,4	9,36	28,7	50,4	19,3	25,7	16,5	14,5	0,647	1,65
07_0328	71,5	67,8	10,8	10,2	41,2	39,1	28,1	28,4	15,6	14,7	0,701	0,557
07_0329	58,2	65,6	9,43	8,72	35,5	42,0	24,5	29,0	14,4	15,4	0,673	0,494
07_0330	60,3	62,5	10,4	11,6	35,4	36,3	26,5	27,7	13,3	11,7	0,537	0,503
07_0331	68,8	64,6	11,2	11,0	45,7	55,0	29,2	28,9	15,7	15,5	2,161	3,14
07_0332	59,3	49,3	9,29	9,72	35,5	36,9	25,3	21,6	16,4	16,6	0,713	1,19
07_0333	65,1	50,4	9,01	10,3	38,5	39,7	26,8	24,2	16,7	16,5	0,860	0,697
07_0334	65,1	64,0	10,3	10,7	41,5	43,1	27,6	26,3	15,7	15,8	4,00	5,21
07_0335	60,3	57,2	9,93	9,93	37,9	40,9	24,9	23,5	16,2	17,3	1,36	0,710
07_0336	53,5	63,5	10,6	10,7	32,6	48,3	23,3	26,7	16,2	16,9	0,494	0,566
07_0337	64,0	56,6	9,01	9,36	40,1	52,1	25,6	29,1	16,2	17,2	0,860	0,790
07_0338	65,1	66,7	10,3	10,4	45,0	62,5	28,6	28,1	16,5	16,3	1,01	2,12
07_0339	70,9	63,5	9,93	10,4	42,9	45,0	28,8	27,1	16,5	15,7	0,66	0,54
07_0340	72,0	65,1	10,4	10,8	47,6	51,3	29,2	27,1	16,5	15,7	1,70	1,90
07_0346	67,8	63,0	9,79	10,5	44,6	44,4	25,2	26,1	16,2	16,0	4,00	11,39
07_0347	70,4	66,2	12,0	10,9	44,4	42,1	17,8	28,1	15,4	16,9	1,08	6,81

Provtagn. nr	Natrium		Fosfor		Titan		S:a oxid		Glödförlust		Silver	
	Na	Na	P	P	Ti	Ti	S:a oxid	S:a oxid	LOI	LOI	Ag	Ag
	g/kg TS 1997-2001	g/kg TS 2007	g/kg TS 1997-2001	g/kg TS 2007	g/kg TS 1997-2001	g/kg TS 2007	% TS 1997-2001	% TS 2007	% TS 1997-2001	% TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007
07_0314	42,0	24,9	2,93	2,19	3,53	4,10	79,5	84,6	19,2	12,9	n.a.	<2
07_0315	25,4	33,1	1,28	1,49	4,01	3,69	86,6	80,2	13,7	16,6	n.a.	<2
07_0316	25,5	24,6	1,77	1,98	4,09	3,99	85,8	83,2	13,9	13,8	n.a.	<2
07_0317	23,5	24,4	1,65	1,85	4,21	4,24	86,9	85,6	12,4	12,4	n.a.	<2
07_0318	9,72	10,7	2,14	2,06	4,18	3,90	89,4	86,3	11,4	11,3	2,41	<2
07_0319	10,4	11,1	2,17	1,97	3,69	3,31	87	83,2	13,6	14,4	0,943	<2
07_0320	10,4	11,1	2,78	2,39	3,41	3,17	84,9	82,3	15	15,3	3,69	<2
07_0321	15,1	13,2	1,00	1,60	2,67	3,29	90,4	83,4	9,3	13	1,55	1,1
07_0322	30,0	21,4	2,37	3,87	3,05	3,08	72,1	75,1	27,9	20,1	13,5	15
07_0323	21,5	20,0	1,25	1,15	2,93	2,90	87,9	85,5	12,9	10,5	8,87	6,63
07_0324	65,2	20,9	1,37	1,47	2,57	3,70	74,4	80,3	n.a.	14,8	6,25	3,99
07_0325	24,6	35,5	1,34	1,61	3,62	2,81	70,7	67,2	30,3	29,6	35,7	20,7
07_0326	103	27,7	1,41	5,24	1,80	3,05	67,4	80,3	n.a.	17,8	3,93	6,45
07_0327	78,6	31,3	1,09	4,67	2,04	2,87	71,8	75,9	n.a.	16,8	6,16	4,18
07_0328	24,3	20,6	0,94	1,34	3,99	3,79	82,7	81	17,3	14	3,69	2,71
07_0329	35,8	23,4	1,41	1,16	3,02	3,53	73,8	78	27,7	16,7	5,22	4,06
07_0330	30,3	23,7	1,71	1,44	2,98	2,85	76,2	85,3	25	12,7	3,01	<5
07_0331	30,8	23,7	1,94	4,84	3,75	3,47	81	82,7	19,8	15,3	1,47	<2
07_0332	45,1	49,9	1,37	1,78	3,31	2,79	76	70,7	25,5	28,3	1,94	<2
07_0333	35,5	47,5	1,68	1,75	3,58	2,80	80,4	72	20,4	27	1,06	<2
07_0334	29,0	26,1	1,73	2,50	3,73	3,64	78,8	79,6	21,3	19,4	2,2	<2
07_0335	43,4	46,9	1,37	1,41	3,18	3,05	76,2	74,9	25,2	23,7	2,66	<2
07_0336	49,9	31,4	1,93	3,78	2,78	3,48	70,4	77,4	30,8	21,7	2,3	<2
07_0337	37,3	46,1	1,32	1,45	3,31	2,95	77	76,5	24,3	23	2,29	<2
07_0338	36,4	23,9	2,66	5,15	3,56	3,68	79,1	83,2	22	16,1	2,35	<2
07_0339	25,4	25,4	1,95	2,65	3,94	3,59	83,7	80,8	16,9	18,4	1,11	<2
07_0340	24,9	23,6	1,99	3,03	4,27	3,78	86,7	82,5	14,7	16,2	1,04	<2
07_0346	27,9	29,5	2,44	2,72	3,70	3,43	81,5	78,9	18	19,4	n.a.	<2
07_0347	27,0	27,2	2,68	2,68	3,67	3,57	79,8	79,4	19,2	18,4	n.a.	<2

## Forts. Metadata och analysdata över huvudelement och spårelement.

## Bilaga 1.

Provtagning nr	Arsenik		Barium				Beryllium				Kadmium		Kobolt		Krom			Cesium	
	As	As	Ba	Ba	Be	Be	Cd	Cd	Co	Co	Cr	Cr	Cr	Cr	Cs	Cs			
	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007			
07_0314	8,33	10,3	538	515	2,44	2,24	0,458	0,156	11,9	14,2	72,8	97,8	5,26	7,83					
07_0315	6,78	10,9	579	483	2,49	1,97	0,524	0,321	12	12,5	90,3	86,6	6,55	7,13					
07_0316	6,56	6,13	565	482	2,63	2,29	0,367	0,178	13,1	12,2	85,7	92,3	7,18	7,1					
07_0317	8,25	9,52	569	498	2,89	2,31	0,358	0,215	17,6	16,3	86,3	95,6	7,43	7,46					
07_0318	12,9	10,2	569	508	3,6	2,8	0,444	0,463	22	14,7	92,9	96,3	5,87	8,47					
07_0319	6,91	5,04	558	479	3,24	2,38	0,363	0,284	15,1	11,7	78,6	80,5	5,37	6,93					
07_0320	9,18	5,08	554	475	3,32	2,32	0,577	0,473	9,6	12,5	85,2	83,6	4,83	6,38					
07_0321	5,08	3,95	591	528	2,43	2,21	0,983	0,637	13,7	12,6	81,5	88,2	2,05	4,12					
07_0322	10,7	9,51	648	770	2,36	1,76	4,71	3,64	24,8	17,9	108	93,9	4,13	4,1					
07_0323	5,43	4,91	611	599	2,19	1,81	1,14	1,44	12,8	10,8	95,9	117	4,08	3,46					
07_0324	5,78	6,64	384	509	2,04	2,02	1,20	1,21	14,7	14,8	68	104	3,55	6,14					
07_0325	8,95	6,88	484	377	2,57	1,86	7,81	4,5	13,8	12,9	143	112	3,78	5,24					
07_0326	10	15,8	310	587	1,68	1,9	2,01	0,801	25	17,2	65	128	3,16	5,06					
07_0327	7,91	10,4	321	512	1,81	1,89	1,31	0,799	20,6	11,8	60,1	84,5	4,1	5,43					
07_0328	6,76	4,64	480	471	2,83	2,13	1,93	1,34	13,3	11,4	91,5	66,4	7,25	6,21					
07_0329	7,65	6,59	405	470	2,13	2,12	1,29	1,19	14	14,4	76,3	107	5,99	6,31					
07_0330	7,03	6,91	451	486	2,3	2,03	0,905	0,826	9,34	9,87	75,7	89,4	4,01	5,03					
07_0331	13,3	15,3	497	483	2,63	2,11	0,456	0,296	13,8	17,3	85	86	4,91	6,92					
07_0332	9,8	11,1	431	359	2,19	1,64	0,703	0,679	7,26	12,8	68,5	61,3	4,7	5,49					
07_0333	10,5	10,5	448	386	1,3	1,68	0,70	0,787	19,8	12,6	82,3	63,4	8,43	5,62					
07_0334	13	14,2	479	462	2,5	2,02	0,665	0,456	16,7	13,1	75,6	75,7	6,84	6,55					
07_0335	12,5	12	443	405	2,27	1,85	0,796	0,651	15	13,2	69,9	66,7	5,63	6,26					
07_0336	11,9	14,1	380	435	2,07	2,12	0,628	0,58	7,18	10,8	64,3	80,5	4,68	7,21					
07_0337	10,2	16,3	442	390	2,4	1,87	0,579	0,364	19,6	18,2	73,4	65,4	7,49	6,27					
07_0338	9,48	19,2	476	477	2,43	2,22	0,644	0,225	11,7	15,3	75,2	85,1	4,63	7,4					
07_0339	9,08	12,8	477	456	1,58	2,1	0,524	0,451	17,5	10,5	86,8	82,5	7,61	6,78					
07_0340	16,2	20,8	497	501	1,48	2,08	0,395	0,274	20,9	14,6	103	87,3	8,56	6,9					
07_0346	16	14,8	494	482	1,97	2,05	0,761	0,469	17,6	15,3	67,5	78,7	5,54	6,83					
07_0347	10,5	12,7	608	493	3,55	2,13	0,678	0,372	11,3	14,9	78,9	79	5,19	6,73					

Provtagning nr	Koppar		Gallium				Germanium				Hafnium		Kvicksilver		Litium		Molybden	
	Cu	Cu	Ga	Ga	Ge	Ge	Hf	Hf	Hg	Hg	Li	Li	Mo	Mo				
	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007				
07_0314	7,39	31,6	21,9	17,3	4,75	<10	5,99	3,21	0,125	0,129	39,8	42,8	1,95	<6				
07_0315	45,7	30,3	28	16,9	3,73	<10	6,06	3,21	0,109	0,084	41,5	39,9	2,72	<6				
07_0316	35,4	31,3	35,7	17,2	2,74	<10	5,37	3,2	0,145	0,123	41,3	40,8	3,02	<6				
07_0317	31,1	29,1	34,5	17,7	2,57	<10	5,38	3,5	0,164	0,109	45,6	42,4	2,56	<6				
07_0318	47,5	40,4	23,2	18,4	<10	<10	4,22	3,48	0,139	0,114	47,7	44,4	4,44	<6				
07_0319	<6	45,9	19,2	16,3	<10	<10	4,15	3,16	0,109	0,0693	44,1	39,8	2,53	<6				
07_0320	10,4	63,2	17,3	15,2	<10	<10	3,61	3,07	0,163	0,137	43,4	40,2	<2	<6				
07_0321	78,5	73,7	13,2	14,5	<10	<10	5,42	4,34	0,332	0,129	21,6	29,5	4,74	<2				
07_0322	55,2	242	32,4	11,9	<13,6	<10	2,67	3,02	3,47	5,35	28,1	34,1	6,14	3,13				
07_0323	49,3	113	21,1	12,7	<11,7	<10	5,14	5,68	1,61	1,7	23,7	24,5	2,51	<2				
07_0324	49,1	89,6	<18,5	15,1	<10,0	<10	2,7	3,66	0,726	1,12	29,2	41,2	4,06	<2				
07_0325	63,6	187	12,2	11,1	<10,0	<10	3,22	2,66	1,99	1,75	33,9	30,2	7,17	13,6				
07_0326	28,4	79,1	<28,1	14,4	<19,9	<10	1,74	2,92	1,3	1,55	20,7	34,4	4,19	<2				
07_0327	47,6	60,6	<18,1	12,8	<20,6	<10	2,21	2,44	1,14	1,21	24,5	37,6	4,68	<3				
07_0328	48	64,6	16,4	15,1	<10,0	<10	4,39	4,54	0,426	0,579	41,3	40,5	1,67	<2				
07_0329	34,7	68,3	19,7	14,5	<11,7	<10	2,35	2,93	0,495	0,873	30,4	42,5	7,08	<2				
07_0330	34,1	75,7	16,5	12,8	<10,0	<10	3,28	4,87	0,979	1,32	30	27,8	2,35	<6				
07_0331	45,6	44,4	19,7	13,7	<10,0	<10	3,66	3,81	0,583	0,274	37,8	38,2	3,49	<6				
07_0332	15,2	34,3	<11,6	11,3	<10,0	<10	2,73	2,79	0,141	0,202	35,6	32,6	0,716	6,27				
07_0333	<5,47	36,7	31,4	10,9	102	<10	3,06	2,88	0,0864	0,167	37,5	33,1	5,06	13,9				
07_0334	17,7	43,3	13,2	14,5	<10,0	<10	3,83	3,62	0,185	0,21	37,9	37,5	2,2	<6				
07_0335	<5,99	38,3	<12,0	12,3	<10,0	<10	2,68	2,95	0,175	0,175	35,3	35,1	5,15	7,48				
07_0336	21	49,7	<11,8	14,4	<10,0	<10	2,61	2,75	0,151	0,185	31,5	39,9	2,13	<6				
07_0337	9,17	36,6	15,4	12,8	<14,0	<10	2,99	2,46	0,16	0,133	36,3	34,9	2,84	<6				
07_0338	22,6	41	22,6	15,5	<10,0	<10	2,95	3,32	0,176	0,148	38,2	41,6	2,12	<6				
07_0339	29,8	40,9	33,9	14,4	102	<10	3,57	3,84	0,166	0,179	39,6	38,6	2,25	<6				
07_0340	<5,82	37	40,5	15,4	179	<10	4,5	3,89	0,145	0,104	39,3	41	3,19	<6				
07_0346	45,2	41	24,5	14,7	<8,32	<10	3,94	3,32	0,147	0,112	41,2	37,4	42,8	<6				
07_0347	26,2	39,2	14,3	14,9	<6,33	<10	4,27	3,35	0,235	0,115	36,7	38,3	18,7	<6				

## Forts. Metadata och analysdata över huvudelement och spårelement.

## Bilaga 1.

Provtagn. nr	Niob		Nickel		Bly		Rubidium		Svavel		Selen		Antimon		Sb
	Nb	Nb	Ni	Ni	Pb	Pb	Rb	Rb	S	S	Se	Se	Sb	Sb	
	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	
07_0314	19,7	10,4	31,5	23,7	40,4	37,6	119	112	6160	2540	n.a.	0,484	0,851	0,634	
07_0315	22,1	8,69	41,6	26,2	44,9	29,7	195	101	7280	10700	n.a.	0,567	0,763	0,652	
07_0316	21,1	9,32	37,1	16,2	46,4	38,8	179	120	2930	2720	n.a.	0,541	0,763	0,484	
07_0317	21,2	10,5	36,2	23,7	43,6	36,3	180	120	2750	2460	n.a.	0,492	0,813	0,543	
07_0318	16,4	9,26	56,8	27,5	44,7	38,5	174	113	1060	1290	n.a.	0,333	0,906	0,635	
07_0319	14,3	8,85	14,2	16,8	42,5	33,7	161	104	2460	3820	n.a.	0,376	1,04	0,56	
07_0320	12,9	7,95	15,3	42	57,1	46,1	149	97,3	4500	3410	n.a.	0,452	n.a.	0,768	
07_0321	10,1	13,3	39,4	<10	89,4	60,6	122	96,9	3260	3330	n.a.	0,455	2,5	2,14	
07_0322	12,2	10,9	24,5	29	310	302	143	88,3	27500	18700	n.a.	2,51	4,15	3,77	
07_0323	10,9	12	15,9	<10	106	122	162	91	8450	12200	n.a.	0,699	1,28	1,32	
07_0324	11,3	14	25,9	<10	106	115	81,8	98	14100	15200	n.a.	0,785	1,42	1,19	
07_0325	12,7	8,53	35,8	25,1	176	145	123	79,2	21000	18800	n.a.	1,19	2,81	2,68	
07_0326	6,6	12,3	<28,1	<10	95	130	66,7	105	32000	8580	n.a.	0,941	1,99	1,2	
07_0327	8,61	11,1	29,8	18	86,5	110	83,7	97,7	9500	11100	n.a.	0,723	1,1	1,01	
07_0328	13,8	14,5	24,3	15,1	69,4	58,6	118	101	16400	11400	n.a.	0,548	0,999	0,612	
07_0329	13,2	13,1	22,8	<10	62,8	92,3	141	95,6	12000	14000	n.a.	0,629	1,21	1,04	
07_0330	13,7	7,17	21,1	19,4	81,8	79,8	131	95,3	10900	8710	n.a.	0,459	0,885	0,59	
07_0331	16,5	7,09	28	<10	62,6	45	146	110	4240	3770	n.a.	0,501	0,89	0,679	
07_0332	8,79	<6	12,7	42,6	37,9	24,5	87,7	77,5	10400	14400	n.a.	1,06	0,919	1,22	
07_0333	14,2	6,78	<10,9	36,7	53,9	25,1	110	89,2	9030	15700	n.a.	0,882	1,09	1,39	
07_0334	11,5	8,47	21,6	50,8	62,2	46,8	92,5	106	3610	4330	n.a.	1	1,12	0,957	
07_0335	8,95	7,1	15,8	36,5	50	36,4	89,8	88,4	12400	14500	n.a.	0,823	1,33	1,52	
07_0336	10,3	8,96	<11,8	37,3	40,5	44,4	82	108	11000	6730	n.a.	0,876	0,62	0,666	
07_0337	10,3	6,73	19,9	33,4	42,5	32,5	92,3	91,2	12400	21100	n.a.	0,573	0,83	0,755	
07_0338	14,5	9,05	24,2	37,7	41	35,9	168	114	9060	4660	n.a.	0,564	0,692	0,523	
07_0339	15,8	9,39	37,5	40,3	69	47,9	132	107	3660	4470	n.a.	0,738	0,694	0,597	
07_0340	16,2	9,5	32,7	45,6	59,7	38,4	125	107	3030	3100	n.a.	0,629	0,867	0,79	
07_0346	14,9	7,93	36,2	58,1	54,3	41,4	138	106	4310	4420	n.a.	0,502	1,05	1,33	
07_0347	13	<6	28,1	28,3	49,1	42	93,4	103	4550	3970	n.a.	0,684	0,831	1,04	

Provtagn. nr	Skandium		Tenn		Stromtium		Tantal		Torium		Tallium		Uran		U
	Sc	Sc	Sn	Sn	Sr	Sr	Ta	Ta	Th	Th	Tl	Tl	U	U	
	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	
07_0314	12,6	14,3	3,2	3,67	193	161	2,71	1,28	17,8	16,4	0,773	0,955	5,62	4,39	
07_0315	13,9	12,9	4,2	2,61	151	156	2,46	1,19	16,4	15,3	0,896	0,924	5,24	4,52	
07_0316	14,9	14,1	5,5	2,15	156	149	2,4	1,31	18,6	17,8	0,826	0,955	5,83	4,89	
07_0317	15,4	14,9	4	3,29	156	157	2,2	1,34	19,7	18,8	0,828	0,972	5,81	5,16	
07_0318	17,3	14,1	7,45	3,15	116	112	1,47	1,32	11,3	20,2	0,92	1,04	13,3	16,2	
07_0319	13,8	12,1	6,79	4,62	114	111	1,22	1,07	9,42	17,6	0,858	0,877	10	12,1	
07_0320	12	11,5	6,62	5,65	114	112	1,32	0,98	8,33	15,8	0,784	0,865	12,5	12,9	
07_0321	7,81	12,2	9,82	11,1	189	144	1,05	1,19	4,91	3,45	0,707	0,377	3,93	11,8	
07_0322	9,15	12,5	2,93	52,6	170	193	1,61	1,85	10,4	2,96	0,748	0,691	6,86	7,1	
07_0323	10,1	12,3	3,81	24,5	170	166	0,976	1,23	10,4	2,95	0,684	0,52	5,65	5,59	
07_0324	9,27	14,4	0,911	20,6	147	137	0,804	1,36	7,6	3,34	0,644	0,986	3,22	6,53	
07_0325	12,4	9,37	2,14	20,2	133	129	1,47	1,17	14,5	13,7	0,799	0,846	19,6	15,6	
07_0326	6,76	11,7	<1,12	19,7	175	193	0,575	1,18	6,61	5,56	0,631	0,582	3,78	6,11	
07_0327	6,87	10,9	<0,725	17,5	147	191	0,802	1,1	8,61	3,52	0,603	0,464	4,48	4,68	
07_0328	13,9	13	<0,493	10,8	136	137	1,35	1,34	15,2	3,85	0,94	0,541	7,98	6,57	
07_0329	10,6	14	<0,483	16,2	130	128	0,843	1,16	9,48	3,47	0,807	0,861	5,23	6,44	
07_0330	11,2	8,74	<0,473	12,7	146	161	1,03	0,893	8,96	13,4	0,717	0,822	3,32	4,85	
07_0331	14	11,4	<0,480	2,88	156	178	1,18	1,09	9,64	14,7	0,792	0,825	3,63	4,37	
07_0332	10,7	9,36	<0,465	2,97	135	146	0,744	0,784	10,4	10,2	0,605	0,693	4,08	3,69	
07_0333	11,7	9,51	<1,09	2,86	131	140	0,979	0,813	8,77	10,8	0,898	0,711	4,28	4,92	
07_0334	13,5	12,2	<0,471	3,36	150	157	1,17	1,04	13,3	13,3	0,733	0,738	5,6	4,97	
07_0335	11,5	11	<0,479	2,55	154	147	0,921	0,909	11,6	12,5	0,729	0,742	4,31	4,72	
07_0336	10,4	12,6	<0,473	4,01	159	174	0,882	1,02	12	14,1	0,587	0,824	4,6	5,14	
07_0337	11,9	11	<0,473	2,76	134	144	1,03	0,897	13,5	13,1	0,771	0,72	4,94	4,15	
07_0338	12,9	13,5	<0,461	2,87	155	178	0,965	1,12	9,49	15,8	0,773	0,83	2,69	4,85	
07_0339	12,5	12,1	<1,12	4,1	140	152	1,38	1,04	10,8	14,3	0,784	0,832	5,08	4,72	
07_0340	13,1	12,5	<1,16	3,24	139	156	1,07	1,09	11,3	14,2	0,846	0,849	4,52	4,53	
07_0346	<1,17	11,9	6,97	3,63	155	166	1,39	1,05	14,4	14,2	0,932	0,799	4,23	4,94	
07_0347	13,9	11,6	5,16	2,58	233	168	1,45	1,04	13,8	13,5	0,788	0,821	3,55	4,31	

## Forts. Metadata och analysdata över huvudelement och spårelement.

## Bilaga 1.

Provtagning. nr 2007	Vanadin		Volfram		Yttrium		Zink		Zirkonium		Lantan		Cerbium		Ce mg/kg TS 2007
	V	V	W	W	Y	Y	Zn	Zn	Zr	Zr	La	La	Ce	Ce	
	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	
07_0314	85,8	111	3,03	<60	32,7	33,7	148	148	121	154	54,6	51,7	111	117	
07_0315	96,1	106	2,12	<60	34,6	29,5	144	131	146	140	54,3	45,9	111	102	
07_0316	102	107	2,75	<60	37,4	34,1	162	152	125	129	57,7	53,8	115	115	
07_0317	105	115	3,14	<60	38,7	37,6	172	159	136	143	58,9	55,7	119	118	
07_0318	116	115	4,59	<60	42	42,9	208	195	147	137	58	60,9	115	122	
07_0319	96,5	96,3	2,74	<60	38,3	36,5	196	179	136	122	52	49,7	101	102	
07_0320	90,2	93,5	3,37	<60	36,2	35,7	246	239	118	116	49,6	49,2	95	97,7	
07_0321	73,2	80,3	8,51	14,2	25,6	33,6	324	260	207	205	43,1	51,4	83,7	109	
07_0322	72,2	73,5	55,4	79,7	28,4	27,6	593	468	117	151	35,5	45,8	71,6	93	
07_0323	62,3	67,1	15,9	33,4	33,3	30,6	200	190	263	262	31,6	43,3	61,3	92,9	
07_0324	61,3	87,7	8,02	15,8	25,1	31,7	235	232	118	154	27,2	51,3	54,7	112	
07_0325	88,5	85,2	14	<60	34,6	29,6	777	755	116	110	40,5	45,9	79,9	102	
07_0326	46,8	85,8	11,7	31,4	18,3	25,5	252	198	69,2	111	24	42,1	45,8	156	
07_0327	52,8	73,6	11,2	16,3	19,7	25,4	255	182	79,4	101	26,3	43,1	53,3	88,3	
07_0328	87,6	76,7	16,8	14,8	35,8	32,1	292	214	166	182	39,8	50	79,5	104	
07_0329	72,6	87,8	11,2	18,2	27,9	29,8	221	216	117	133	25,3	48,1	50,2	100	
07_0330	69,6	77,5	8,2	<60	29,7	32,7	189	199	149	225	30,2	41,3	56,7	87,6	
07_0331	86,9	98,7	7,88	<60	35,1	31,4	164	169	153	155	35,9	46,3	68,4	98	
07_0332	73,7	79	1,4	<60	24,9	22	139	142	117	123	23	35,7	48,1	81,3	
07_0333	84,2	81,2	2,08	<60	25,2	22,8	140	153	127	124	27,4	38,3	64,4	85,4	
07_0334	83,3	89,5	2,75	<60	31,6	30,2	174	164	137	165	25,7	46,2	55	101	
07_0335	77,2	83,4	2,8	<60	27,6	26	164	163	113	121	25,9	43	48,9	93,2	
07_0336	65	90,2	2,63	<60	25,5	31	147	170	98,9	143	24,1	49,5	50	106	
07_0337	80,9	84,3	3,49	<60	27,8	24,7	156	164	103	107	27,8	42,8	55,8	91,6	
07_0338	82,9	99,6	3,58	<60	31	30,5	154	159	128	143	32,6	50,2	64,1	106	
07_0339	84,2	89,1	2,05	<60	31,7	32,4	170	166	149	177	33,6	47,9	77,7	105	
07_0340	92,8	98,5	1,96	<60	32,2	30,2	152	164	170	170	33,5	48,4	79	107	
07_0346	97,8	90,7	4,88	<60	29,7	29,1	180	169	119	141	47,3	47,8	90,8	102	
07_0347	107	96,7	3,79	<60	24,5	31,3	146	161	147	138	43,3	45,3	85,8	97,8	

Provtagning. nr 2007	Praseodym		Neodym		Samarium		Europium		Gadolinium		Terbium		Dysprosium		Dy mg/kg TS 2007
	Pr	Pr	Nd	Nd	Sm	Sm	Eu	Eu	Gd	Gd	Tb	Tb	Dy	Dy	
	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	mg/kg TS 1997-2001	mg/kg TS 2007	
07_0314	12,7	11,3	47,1	41,7	8,61	7,71	1,56	1,24	8,06	6,28	1,3	0,978	6,2	5,67	
07_0315	12,7	10	49,6	36,5	8,78	6,56	1,4	1,08	7,9	5,68	1,1	0,861	6,73	5,13	
07_0316	13,3	11,8	50,2	42,6	6,97	7,83	1,48	1,26	9,48	6,7	1,24	0,992	7,12	5,9	
07_0317	13,5	12,2	50,7	44,8	8,13	8,24	1,3	1,26	10,2	7,09	1,31	1,04	7,56	6,25	
07_0318	14,6	13,2	53,3	48,1	9,46	8,84	1,3	1,29	7,14	7,5	1,26	1,15	7,48	6,9	
07_0319	13,3	11	48,4	39,7	8,74	7,48	1,1	1,07	7,14	6,67	1,13	1	6,38	6,09	
07_0320	12,2	10,4	45,8	38,3	8,45	6,94	1,17	0,988	6,93	6,12	1,09	0,926	6,01	5,47	
07_0321	10,2	11,7	37,5	41,2	6,33	7,67	0,888	0,994	5	6,13	0,755	0,883	4,43	5,92	
07_0322	8,99	9,71	31,4	34,7	5,35	6,5	0,992	0,843	8,48	5,83	0,903	0,741	6,35	4,93	
07_0323	8,01	9,81	27,6	35,8	4,45	6,8	0,851	0,983	4,41	5,99	0,637	0,84	3,9	5,66	
07_0324	9,18	11,2	25,8	40,9	4,25	7,48	0,461	1,04	5,94	6,14	0,633	0,899	3,73	5,74	
07_0325	8,72	9,67	37,9	34,6	5,86	6,15	0,895	0,889	6,75	5,4	0,872	0,776	4,72	4,74	
07_0326	6,15	9,27	18,8	33,4	3,14	6,38	0,451	0,882	4,12	5,61	0,527	0,754	3,01	5,22	
07_0327	6,9	9,88	23,7	34,1	4,1	6,67	0,616	0,884	6,12	5,0	0,73	0,746	4,6	4,77	
07_0328	10,2	11,8	36,8	41,1	6,27	7,62	1,12	1,05	7,68	6,39	1,2	0,94	7,35	6,38	
07_0329	7,49	10,6	24,4	39,3	4,19	7,17	0,598	1,04	4,25	5,87	0,617	0,873	3,38	5,41	
07_0330	8,43	9,19	27,1	33,6	4,53	6,44	0,721	1,07	5,36	5,75	0,683	0,822	4,15	5,22	
07_0331	10,2	10,2	33,1	37,8	5,55	7,05	0,765	1,11	7,18	5,98	0,918	0,902	5,06	5,32	
07_0332	4,89	7,67	22,8	28,6	3,62	5,29	0,499	0,851	4,98	4,69	0,599	0,672	3,55	4,1	
07_0333	18,3	8,43	32,9	31	6,35	5,6	0,752	0,926	5,29	5,21	0,809	0,744	5,03	4,44	
07_0334	7,74	10,4	30,6	38	5,64	7,05	1,09	1,15	5,24	5,95	0,79	0,902	4,76	5,44	
07_0335	5,98	9,45	24,1	34,2	4,75	6,21	0,851	1,03	5,43	5,52	0,732	0,845	4,05	4,82	
07_0336	6,94	10,9	27,4	39,4	4,7	7,25	0,537	1,19	5,29	6,32	0,653	0,953	4,58	5,63	
07_0337	7,87	9,08	29,8	33,3	6,32	6,23	1,01	0,998	4,86	5,48	0,691	0,75	4,24	4,68	
07_0338	9,33	11,2	30,3	40,4	4,7	7,45	1,08	1,26	6,05	6,63	0,784	0,977	4,5	5,78	
07_0339	22,1	11	40,4	39,2	8,37	7,42	1,15	1,26	5,29	6,46	0,911	0,984	6,14	5,95	
07_0340	21,3	10,8	42,1	39,3	7,96	7,43	0,763	1,21	4,83	6,48	0,872	0,982	5,7	5,94	
07_0346	10,7	10,4	42	38,6	7,52	7,2	1,42	1,21	6,53	6,2	1,14	0,911	5,56	5,46	
07_0347	10,2	9,93	39,1	36,8	6,52	6,68	1,19	1,08	5,82	5,58	0,992	0,818	5,04	5,1	

## Forts. Metadata och analysdata över huvudelement och spårelement.

## Bilaga 1.

Provtagning nr 2007	Holmium		Erbium		Tulium		Ytterbium		Lutetium	
	Ho mg/kg TS 1997-2001	Ho mg/kg TS 2007	Er mg/kg TS 1997-2001	Er mg/kg TS 2007	Tm mg/kg TS 1997-2001	Tm mg/kg TS 2007	Yb mg/kg TS 1997-2001	Yb mg/kg TS 2007	Lu mg/kg TS 1997-2001	Lu mg/kg TS 2007
07_0314	1,37	1,15	3,55	3,21	0,798	0,492	4,07	3,06	0,7	0,448
07_0315	1,38	1,02	3,6	2,86	0,574	0,42	4,38	2,82	0,571	0,413
07_0316	1,37	1,14	4,19	3,32	0,654	0,503	4,09	3,12	0,583	0,456
07_0317	1,52	1,25	4,2	3,6	0,622	0,541	4,34	3,53	0,585	0,497
07_0318	1,39	1,42	4,1	3,99	0,559	0,59	3,42	3,81	0,605	0,574
07_0319	1,4	1,25	3,98	3,62	0,555	0,514	3,51	3,43	0,569	0,51
07_0320	1,18	1,12	3,89	3,27	0,574	0,486	3,55	3,04	0,545	0,443
07_0321	0,746	1,21	2,58	3,53	0,424	0,534	2,06	3,38	0,387	0,537
07_0322	1,14	0,983	3,67	2,98	0,557	0,414	2,31	2,75	0,322	0,423
07_0323	0,733	1,17	2,16	3,43	0,422	0,501	2,21	3,44	0,311	0,535
07_0324	0,882	1,2	1,78	3,39	0,41	0,514	1,77	3,27	0,263	0,536
07_0325	1,01	0,977	2,91	2,8	0,454	0,415	2,65	2,69	0,38	0,387
07_0326	0,69	1,08	2,02	3,13	0,475	0,411	1,42	2,74	0,155	0,364
07_0327	0,928	0,971	2,94	2,79	0,482	0,41	2,07	2,68	0,219	0,417
07_0328	1,45	1,27	3,79	3,67	0,707	0,543	2,99	3,43	0,429	0,557
07_0329	0,672	1,12	1,85	3,31	0,365	0,492	2,15	3,02	0,241	0,461
07_0330	0,859	1,02	2,3	3	0,436	0,459	2,25	3,02	0,294	0,439
07_0331	1,03	1,08	2,92	3,14	0,511	0,455	2,69	2,98	0,349	0,432
07_0332	0,632	0,827	1,81	2,34	0,202	0,349	1,8	2,23	0,197	0,338
07_0333	1,11	0,877	3,69	2,53	0,939	0,362	2,48	2,35	0,32	0,356
07_0334	0,905	1,09	2,73	3,22	0,432	0,468	2,71	3,01	0,404	0,438
07_0335	0,774	0,973	2,39	2,89	0,477	0,393	2,36	2,57	0,323	0,37
07_0336	0,9	1,12	2,53	3,27	0,459	0,482	2,57	2,99	0,356	0,463
07_0337	0,865	0,98	2,69	2,66	0,396	0,404	2,34	2,49	0,386	0,348
07_0338	0,929	1,12	2,5	3,24	0,382	0,47	2,31	3,26	0,31	0,441
07_0339	1,41	1,21	5,22	3,27	1,02	0,501	3,41	3,24	0,486	0,489
07_0340	1,23	1,16	3,71	3,34	0,922	0,492	2,67	3,18	0,393	0,48
07_0346	1,13	1,08	2,88	2,96	0,46	0,451	3,18	2,95	0,459	0,448
07_0347	0,996	0,996	2,63	2,89	0,364	0,436	2,8	2,72	0,395	0,397

## Metadata och analysdata över organiska miljögifter.

## Bilaga 2.

Provtag. nr	Provtag. nr	Projekt	Plats	Nivå (cm)	X (RT90)	Y (RT90)	X (RT90)	Y (RT90)	Vattendjup	Vattendjup
2007	1997-2001	2007	1997-2001	1997-2001	m	m	m	m	1997-2001	2007
07_0314	09i_0379	Proj:A-län_07	MYSINGEN	0-1	6542109	1639568	6542107	1639568	45	46
07_0315	09i_0359	Proj:A-län_07	VÄSTERGRUND	0-1	6524869	1625988	6524869	1625986	67,6	69,1
07_0316	09i_0268	Proj:A-län_07	TORÖ	0-1	6524523	1615571	6524526	1615569	29,7	30,4
07_0317	09i_0264	Proj:A-län_07	N GRÖNSÖ	0-1	6534052	1610768	6534052	1610769	34,3	34,8
07_0318	10h_0017	Proj:A-län_07	S BJÖRKFJÄRDEN	0-1	6576262	1596921	6576262	1596922	37,5	45,9
07_0319	10i_0088	Proj:A-län_07	NORSBORG	0-1	6573031	1611326	6573029	1611328	22	23,2
07_0320	10i_0090	Proj:A-län_07	VÅRBERG	0-1	6575661	1618045	6575660	1618044	25,3	26,2
07_0321	10i_0091	Stockholm Stad_07	HÄGERSTEN	0-1	6577763	1621537	6577769	1621535	15,5	17,1
07_0322	10i_0011	Stockholm Stad_07	STRÖMMEN	0-1	6579953	1630073	6579952	1630076	25,7	27,2
07_0323	10i_0045	Stockholm Stad_07	VÄRTAN	0-1	6582303	1633912	6582301	1633914	9,6	10,3
07_0324	10i_0058	Stockholm Stad_07	LIDINGÖBRON	0-1	6584191	1631238	6584189	1631240	19,9	20,9
07_0325	10i_0059	Proj:A-län_07	BRUNNSVIKEN	0-1	6585378	1626944	6585380	1626945	13,6	9,6
07_0326	10i_0014	Stockholm Stad_07	KÄPPALA	0-1	6583143	1637964	6583143	1637965	52,9	53,7
07_0327	10i_0019	Stockholm Stad_07	HÖGGARN	0-1	6585360	1641795	6585359	1641793	52,1	52,8
07_0328	10i_0002	Stockholm Stad_07	ST VÄRTAN	0-1	6592121	1631405	6592120	1631405	6,2	7,2
07_0329	10i_0046	Stockholm Stad_07	BOSÖN	0-1	6587770	1634143	6587768	1634143	18,8	19,6
07_0330	10i_0047	Proj:A-län_07	BERGHOLMEN	0-1	6586786	1644819	6586785	1644819	24,9	26,2
07_0331	10i_0048	Proj:A-län_07	OXDJUPET	0-1	6590108	1648623	6590107	1648624	4,0	3,6
07_0332	10j_0211	Proj:A-län_07	NASSA	0-1	6592728	1690631	6592725	1690631	76,6	78,3
07_0333	11j_0053	Proj:A-län_07	KOBBFJÄRDEN	0-1	6606912	1692839	6606920	1692840	76,9	77
07_0334	10j_0320	Proj:A-län_07	S SANDHAMN	0-1	6576428	1675274	6576429	1675272	34,9	36,3
07_0335	10j_0252	Proj:A-län_07	KANHOLMSFJÄRDEN	0-1	6581917	1668868	6581917	1668870	83,6	85
07_0336	10j_0247	Proj:A-län_07	N GÄLLNÖ	0-1	6590261	1665316	6590264	1665314	36,7	37,6
07_0337	10j_0268	Proj:A-län_07	LINANÄS V	0-1	6593261	1654129	6593261	1654128	60,5	61,8
07_0338	10i_0049	Proj:A-län_07	MJÖLKÖ	0-1	6595949	1649013	6595946	1649014	48,2	49,4
07_0339	11j_0029	Proj:A-län_07	V BULLERSKÅR	0-1	6620165	1680098	6620166	1680095	200,7	27,9
07_0340	11j_0114	Proj:A-län_07	V TJÄRVEN	0-1	6634586	1696735	6634585	1696737	71,2	70,8
07_0346	10j_0051	Proj:A-län_07	NÄMNDÖFJÄRDEN	0-1	6570459	1662802	6570458	1662801	77,6	76,9
07_0347	10j_0090	Proj:A-län_07	FJÄRDLÅNG	0-1	6550416	1654607	6550418	1654608	66,2	65,5

Provtag. nr	Sedimenttyp	Provtagare	Organiskt kol								Acenaften	Acenaften
			TS	Vattenhalt	org-C	org-C	Lab ID	Naftalen	Naftalen	Acenaften		
2007	1997-2001	1997-2001	%	%	% TS	% TS	IVL	ug/g TS	ug/g TS	ug/g TS	ug/g TS	
2007	2007	2007	2007	2007	1997-2001	2007	2007	2007	1997-2001	2007	1997-2001	2007
07_0314	pglGy	GEM	21	79	4,73	3,71	3686_1	n.a.	0,002	n.a.	0,001	
07_0315	pg.lGy	GEM	10	90	4,21	4,69	3686_2	n.a.	<0,0024	n.a.	0,002	
07_0316	pg.lGy	GEM	20	80	4,28	4,22	3686_3	n.a.	0,003	n.a.	0,003	
07_0317	pg.gyl	GEM	19	81	3,66	3,50	3686_4	n.a.	0,005	n.a.	0,003	
07_0318	pg.lGy	GEM	19	81	3,1	3,13	3686_5	0,025	0,003	<0,001	0,005	
07_0319	pg.lGy	GEM	11	89	4,8	4,64	3686_6	0,023	0,003	0,006	0,003	
07_0320	pg.lGy	GEM	11	89	5,4	5,39	3686_7	0,011	0,013	0,005	0,002	
07_0321	pg.lGy	GEM	17	83	2,8	4,91	2088_11	n.a.	0,019	n.a.	0,005	
07_0322	pg.lGy	GEM	16	84	9,31	8,67	2088_12	0,13	0,22	0,032	0,095	
07_0323	pg.lGy	GEM	23	77	4,2	4,70	2088_13	0,019	0,12	0,003	0,047	
07_0324	pg.lGy	GEM	11	89	7,72	5,41	2088_14	n.a.	0,15	n.a.	0,045	
07_0325	pg.lGy	GEM	5,4	94,6	10,5	11,38	3686_8	0,044	0,056	0,003	0,019	
07_0326	pg.lGy	GEM	12	88	7,61	n.a.	2088_15	0,056	0,023	0,006	0,008	
07_0327	pg.lGy	GEM	9	91	7,41	5,37	2088_16	0,050	0,024	0,002	0,006	
07_0328	pg.lGy	GEM	15	85	5,03	5,02	2088_17	0,018	0,013	0,001	0,003	
07_0329	pg.lGy	GEM	8,1	91,9	8,33	6,64	2088_18	0,035	0,036	0,002	0,012	
07_0330	pg.lGy	GEM	20	80	7,22	4,11	3686_9	0,032	0,009	0,003	0,010	
07_0331	pg.lGy	GEM	14	86	5,69	4,47	3686-10	0,005	0,004	0,001	0,004	
07_0332	pg.lGy	GEM	8,9	91,1	6,33	8,30	3686-11	0,013	0,003	<0,001	0,002	
07_0333	pg.lGy	GEM	6,7	93,3	6,7	7,94	3686-12	0,012	0,003	0,014	0,003	
07_0334	pg.lGy	GEM	14	86	6,32	6,52	3686-13	0,020	0,004	0,001	0,002	
07_0335	pg.lGy	GEM	5,9	94,1	6,78	6,67	3686-14	0,025	0,010	0,005	0,010	
07_0336	pg.lGy	GEM	11	89	8,99	7,13	3686-15	0,017	0,004	0,006	0,002	
07_0337	pg.lGy	GEM	6,2	93,8	5,89	5,96	3686-16	0,014	0,003	0,0004	0,003	
07_0338	pg.lGy	GEM	15	85	5,9	4,98	3686-17	0,014	0,002	0,0004	0,001	
07_0339	pg.lGy	GEM	11	89	6,23	6,20	3686-18	0,012	0,003	0,017	0,002	
07_0340	pg.lGy	GEM	12	88	2,05	5,26	3686-19	0,013	0,005	0,010	0,003	
07_0346	pg.lGy	GEM	12	88	6,07	6,00	3686-21	0,016	0,004	<0,005	0,003	
07_0347	pg.lGy	GEM	13	87	6,33	5,81	3686-22	0,012	0,003	<0,005	0,002	

**Forts. Metadata och analysdata över organiska miljögifter. Bilaga 2.**

Provtag. nr 2007	Fluoren		Fenantren		Antracen		Fluoranten		Pyren	
	ug/g TS 1997-2001	ug/g TS 2007	ug/g TS 1997-2001	ug/g TS 2007	ug/g TS 1997-2001	ug/g TS 2007	ug/g TS 1997-2001	ug/g TS 2007	ug/g TS 1997-2001	ug/g TS 2007
07_0314	n.a.	0,001	0,033	0,009	0,0050	0,002	0,066	0,031	0,041	0,020
07_0315	n.a.	0,001	0,028	0,010	0,0066	0,002	0,078	0,045	0,056	0,030
07_0316	n.a.	0,002	0,024	0,009	0,0037	0,002	0,053	0,026	0,035	0,017
07_0317	n.a.	0,001	0,020	0,007	0,0039	0,001	0,052	0,024	0,035	0,015
07_0318	0,009	0,001	0,012	0,009	0,0017	0,001	0,039	0,023	0,025	0,018
07_0319	0,005	0,003	0,026	0,015	0,0055	0,003	0,082	0,061	0,071	0,052
07_0320	0,006	0,003	0,041	0,022	0,009	0,005	0,119	0,115	0,111	0,111
07_0321	n.a.	0,011	n.a.	0,122	n.a.	0,030	n.a.	0,335	n.a.	0,397
07_0322	0,16	0,15	0,992	1,301	0,248	0,340	2,192	2,253	1,060	1,807
07_0323	0,012	0,078	0,085	0,542	0,022	0,178	0,196	1,217	0,155	1,049
07_0324	n.a.	0,085	n.a.	0,448	n.a.	0,176	n.a.	0,801	n.a.	0,653
07_0325	0,031	0,033	0,188	0,211	0,056	0,060	0,629	0,711	0,588	0,724
07_0326	0,035	0,025	0,163	0,131	0,037	0,042	0,389	0,309	0,335	0,265
07_0327	0,008	0,013	0,089	0,110	0,019	0,031	0,230	0,283	0,199	0,243
07_0328	0,013	0,008	0,039	0,041	0,017	0,013	0,137	0,106	0,079	0,106
07_0329	0,010	0,022	0,077	0,115	0,020	0,038	0,190	0,283	0,178	0,244
07_0330	0,020	0,015	0,146	0,132	0,036	0,035	0,412	0,333	0,339	0,262
07_0331	0,003	0,004	0,034	0,045	0,007	0,012	0,087	0,131	0,070	0,103
07_0332	0,002	0,001	0,024	0,011	0,004	0,0016	0,080	0,045	0,052	0,028
07_0333	0,005	0,002	0,030	0,016	0,005	0,0020	0,096	0,064	0,062	0,039
07_0334	0,002	0,002	0,038	0,026	0,008	0,013	0,030	0,082	0,042	0,056
07_0335	0,005	0,002	0,026	0,011	0,004	0,002	0,080	0,041	0,058	0,027
07_0336	0,005	0,002	0,030	0,012	0,005	0,002	0,097	0,044	0,064	0,028
07_0337	0,008	0,002	0,022	0,016	0,004	0,003	0,065	0,058	0,051	0,043
07_0338	0,008	0,001	0,022	0,011	0,004	0,003	0,065	0,037	0,051	0,028
07_0339	0,005	0,002	0,038	0,026	0,007	0,005	0,101	0,105	0,068	0,070
07_0340	0,003	0,003	0,025	0,027	0,004	0,004	0,053	0,072	0,036	0,045
07_0346	0,015	0,003	0,037	0,027	0,007	0,005	0,107	0,077	0,074	0,051
07_0347	0,017	0,002	0,025	0,015	0,004	0,0023	0,079	0,048	0,055	0,030

Provtag. nr 2007	Benzo(a)anthracene		Krysen		Benzo(b)fluoranten		Benzo(k)fluoranten		Benzo(a)pyren	
	Ben(a)ant ug/g TS 1997-2001	Ben(a)ant ug/g TS 2007	Krysen ug/g TS 1997-2001	Krysen ug/g TS 2007	Ben(b)fluo ug/g TS 1997-2001	Ben(b)fluo ug/g TS 2007	Ben(k)fluo ug/g TS 1997-2001	Ben(k)fluo ug/g TS 2007	Ben(a)pyr ug/g TS 1997-2001	Ben(a)pyr ug/g TS 2007
07_0314	0,024	0,012	0,035	0,016	0,126	0,050	0,038	0,020	0,047	0,022
07_0315	0,022	0,016	0,138	0,026	0,109	0,058	0,034	0,024	0,054	0,029
07_0316	0,026	0,012	0,035	0,015	0,133	0,049	0,041	0,021	0,051	0,023
07_0317	0,025	0,010	0,032	0,014	0,143	0,048	0,041	0,019	0,049	0,0196
07_0318	0,017	0,010	0,024	0,048	0,068	0,047	0,024	0,016	0,019	0,014
07_0319	0,042	0,029	0,046	0,036	0,091	0,068	0,038	0,027	0,054	0,040
07_0320	0,061	0,049	0,067	0,059	0,123	0,087	0,053	0,037	0,078	0,062
07_0321	n.a.	0,169	n.a.	0,206	n.a.	0,267	n.a.	0,119	n.a.	0,210
07_0322	1,027	1,179	0,850	1,077	1,556	1,187	0,745	0,636	0,030	1,22
07_0323	0,104	0,660	0,101	0,545	0,182	0,794	0,089	0,416	0,272	0,796
07_0324	n.a.	0,485	n.a.	0,457	n.a.	0,616	n.a.	0,318	n.a.	0,627
07_0325	0,261	0,255	0,277	0,303	0,584	0,537	0,273	0,244	0,461	0,447
07_0326	0,176	0,152	0,202	0,144	0,293	0,248	0,142	0,116	0,244	0,217
07_0327	0,104	0,140	0,120	0,121	0,209	0,228	0,099	0,105	0,163	0,193
07_0328	0,057	0,063	0,050	0,044	0,186	0,142	0,084	0,065	0,111	0,091
07_0329	0,092	0,152	0,097	0,129	0,183	0,270	0,085	0,121	0,139	0,221
07_0330	0,205	0,151	0,191	0,140	0,356	0,215	0,173	0,110	0,290	0,206
07_0331	0,040	0,052	0,042	0,059	0,053	0,094	0,026	0,042	0,044	0,075
07_0332	0,035	0,015	0,053	0,025	0,140	0,065	0,058	0,025	0,060	0,028
07_0333	0,047	0,020	0,064	0,035	0,170	0,087	0,070	0,033	0,081	0,038
07_0334	0,045	0,039	0,065	0,047	0,191	0,103	0,082	0,043	0,078	0,053
07_0335	0,040	0,015	0,051	0,024	0,136	0,066	0,057	0,025	0,060	0,029
07_0336	0,038	0,016	0,055	0,022	0,136	0,074	0,057	0,027	0,061	0,032
07_0337	0,031	0,020	0,042	0,029	0,094	0,063	0,041	0,025	0,050	0,034
07_0338	0,031	0,012	0,042	0,015	0,094	0,030	0,041	0,011	0,050	0,017
07_0339	0,049	0,050	0,052	0,060	0,159	0,148	0,069	0,061	0,077	0,075
07_0340	0,023	0,028	0,033	0,042	0,09	0,095	0,035	0,038	0,033	0,042
07_0346	0,054	0,029	0,077	0,040	0,203	0,099	0,086	0,039	0,081	0,042
07_0347	0,038	0,019	0,047	0,027	0,140	0,086	0,060	0,034	0,062	0,034

## Forts. Metadata och analysdata över organiska miljögifter.

## Bilaga 2.

Provtagn. nr	Benzo(a)pyren		Dibenzo(ah)antracen		Benso(ghi)perylene		Indeno(1,2,3-cd)pyren		Sum 11 EPA-PAH	
	Ben(a)pyr ug/g TS	Ben(a)pyr ug/g TS	Dib(ah)ant ug/g TS	Dib(ah)ant ug/g TS	Ben(ghi)per ug/g TS	Ben(ghi)per ug/g TS	In(1,2,3-cd)p ug/g TS	In(1,2,3-cd)p ug/g TS	11 EPA-PAH ug/g TS	11 EPA-PAH ug/g TS
	1997-2001	2007	1997-2001	2007	1997-2001	2007	1997-2001	2007	1997-2001	2007
07_0314	0,047	0,022	n.a.	0,009	0,102	0,068	0,211	0,063	0,730	0,314
07_0315	0,054	0,029	n.a.	0,010	0,090	0,078	0,061	0,069	0,676	0,385
07_0316	0,051	0,023	n.a.	0,009	0,106	0,069	0,286	0,065	0,793	0,307
07_0317	0,049	0,0196	n.a.	0,008	0,101	0,061	0,275	0,059	0,777	0,280
07_0318	0,019	0,014	0,009	0,007	0,055	0,042	0,054	0,040	0,338	0,269
07_0319	0,054	0,040	0,014	0,010	0,084	0,070	0,079	0,057	0,620	0,459
07_0320	0,078	0,062	0,017	0,014	0,119	0,113	0,109	0,081	0,889	0,742
07_0321	n.a.	0,210	n.a.	0,069	n.a.	0,46	n.a.	0,207	n.a.	2,517
07_0322	0,030	1,22	0,18	0,17	1,18	1,12	1,287	0,935	11,169	13,060
07_0323	0,272	0,796	0,017	0,15	0,098	0,80	0,118	0,658	1,421	7,651
07_0324	n.a.	0,627	n.a.	0,13	n.a.	0,67	n.a.	0,520	n.a.	5,775
07_0325	0,461	0,447	0,077	0,113	0,657	0,811	0,547	0,500	4,520	4,803
07_0326	0,244	0,217	0,032	0,046	0,286	0,317	0,268	0,245	2,535	2,185
07_0327	0,163	0,193	0,019	0,047	0,187	0,316	0,208	0,231	1,628	2,001
07_0328	0,111	0,091	0,020	0,026	0,155	0,162	0,168	0,118	1,084	0,951
07_0329	0,139	0,221	0,017	0,064	0,127	0,338	0,166	0,267	1,353	2,178
07_0330	0,290	0,206	0,040	0,039	0,306	0,254	0,381	0,194	2,835	2,031
07_0331	0,044	0,075	0,005	0,016	0,037	0,119	0,049	0,094	0,491	0,826
07_0332	0,060	0,028	0,013	0,012	0,144	0,087	0,167	0,073	0,818	0,402
07_0333	0,081	0,038	0,011	0,014	0,115	0,109	0,197	0,097	0,937	0,541
07_0334	0,078	0,053	0,025	0,018	0,217	0,127	0,236	0,121	1,032	0,711
07_0335	0,060	0,029	0,011	0,011	0,119	0,084	0,148	0,072	0,778	0,397
07_0336	0,061	0,032	0,012	0,013	0,128	0,098	0,159	0,091	0,830	0,447
07_0337	0,050	0,034	0,010	0,010	0,078	0,081	0,107	0,061	0,585	0,433
07_0338	0,050	0,017	0,010	0,004	0,078	0,036	0,107	0,027	0,585	0,226
07_0339	0,077	0,075	0,007	0,025	0,112	0,184	0,213	0,174	0,945	0,957
07_0340	0,033	0,042	0,004	0,015	0,064	0,109	0,113	0,103	0,507	0,606
07_0346	0,081	0,042	0,018	0,016	0,194	0,119	0,240	0,111	1,160	0,639
07_0347	0,062	0,034	0,019	0,015	0,147	0,114	0,183	0,109	0,840	0,518

Provtagn. nr	Sum 16 EPA-PAH		Hexaklorbensen		Polyklorerade bifenyler							
	16 EPA-PAH ug/g TS	16 EPA-PAH ug/g TS	HCB ng/g TS	HCB ng/g TS	PCB 28 ng/g TS	PCB 28 ng/g TS	PCB 52 ng/g TS	PCB 52 ng/g TS	PCB 101 ng/g TS	PCB 101 ng/g TS	PCB 118 ng/g TS	PCB 118 ng/g TS
	1997-2001	2007	1997-2001	2007	1997-2001	2007	1997-2001	2007	1997-2001	2007	1997-2001	2007
07_0314	n.a.	0,327	0,40		0,65		<0,2		1,9		0,71	
07_0315	n.a.	0,398	0,45		0,47		<0,2		1,7		0,89	
07_0316	n.a.	0,323	0,37		0,47		<0,2		0,69		0,55	
07_0317	n.a.	0,297	0,51		0,30		<0,2		0,83		0,53	
07_0318	0,381	0,285	0,19		0,08		0,28		0,43		0,51	
07_0319	0,667	0,478	0,25		0,31		0,56		1,1		1,0	
07_0320	0,928	0,774	0,65		0,99		1,4		3,0		2,8	
07_0321	n.a.	2,621		13		1,3		3,1		11		6,2
07_0322	11,675	13,695	24	5,8	36	0,65	24	1,4	36	5,1	35	2,9
07_0323	1,472	8,043	0,62	0,36	5,8		12	5,1	11	9,8	15	8,0
07_0324	n.a.	6,187		0,47			4,2		5,6		11	
07_0325	4,674	5,024	1,2		7,9		17		34		30	
07_0326	2,665	2,287	1,6	0,53	19	4,1	14	5,0	15	9,3	12	6,4
07_0327	1,707	2,091	1,4	0,31	2,7	1,7	4,3	2,5	16	5,6	16	3,8
07_0328	1,136	1,001	0,27	0,17	10	2,9	7,4	3,2	10	5,4	8,4	3,6
07_0329	1,417	2,312	1,3	0,33	3,8	3,5	4,1	4,5	8,5	8,4	6,6	5,7
07_0330	2,930	2,104	0,53		2,5		3,2		9,0		8,2	
07_0331	0,506	0,854	0,47		0,64		1,9		5,2		4,7	
07_0332	0,846	0,420	0,82		0,35		1,8		0,72		1,1	
07_0333	0,978	0,564	0,65		0,18		0,23		0,63		0,58	
07_0334	1,080	0,737	0,81		0,24		0,37		1,3		1,3	
07_0335	0,824	0,430	0,88		0,29		0,58		1,9		1,3	
07_0336	0,869	0,466	1,1		0,33		1,0		2,7		1,5	
07_0337	0,617	0,451	0,53		0,22		0,61		2,2		1,5	
07_0338	0,617	0,236	0,53		0,22		0,61		2,2		1,5	
07_0339	0,986	0,989	0,54		0,21		0,26		1,1		0,88	
07_0340	0,536	0,632	0,60		0,14		0,17		0,59		0,47	
07_0346	1,208	0,665	1,2		0,18		0,31		0,93		0,91	
07_0347	0,888	0,540	0,33		0,15		0,19		0,63		0,73	

## Forts. Metadata och analysdata över organiska miljögifter.

## Bilaga 2.

Provtagn. nr 2007	Polyklorerade bifenyler									
	PCB 153 ng/g TS 1997-2001	PCB 153 ng/g TS 2007	PCB 138 ng/g TS 1997-2001	PCB 138 ng/g TS 2007	PCB 180 ng/g TS 1997-2001	PCB 180 ng/g TS 2007	Sum 7 PCB ng/g TS 1997-2001	Sum 7 PCB ng/g TS 2007	Total PCB ng/g TS 1997-2001	Total PCB ng/g TS 2007
	07_0314	3,6		3,3		1,3		11,9		60
07_0315	2,4		2,6		1,03		9,5		47	
07_0316	1,2		1,4		0,53		5,2		26	
07_0317	1,5		1,7		0,88		6,3		32	
07_0318	0,69		1,1		0,53		3,7		24	
07_0319	1,8		2,3		1,1		8,2		54	
07_0320	4,3		4,9		2,2		19,7		130	
07_0321		23		25		18		88		590
07_0322	40	10	47	11	25	7,7	243,9	39	1220	260
07_0323	12	17	15	19	8,4	9,3	64,3	93	321	620
07_0324		13		14		6,6		61		410
07_0325	37		43		24		192,8		964	
07_0326	16	11	18	13	9,6	6,4	103,4	56	517	370
07_0327	19	7,6	22	8,7	8,4	4,3	88,5	34	442	230
07_0328	11	6,3	12	6,4	6,6	3,2	66,0	31	330	210
07_0329	11	10	13	11	7,0	5,4	54,7	49	273	330
07_0330	13		16		8,2		59,7		299	
07_0331	6,2		7,9		3,5		30,1		150	
07_0332	1,4		1,6		0,8		7,7		39	
07_0333	1,1		1,2		0,56		4,6		23	
07_0334	2,7		2,9		1,3		10,3		51	
07_0335	3,5		3,5		1,6		12,6		63	
07_0336	4,5		4,8		2,4		17,2		86	
07_0337	3,7		3,9		1,8		14,0		70	
07_0338	3,7		3,9		1,8		14,0		70	
07_0339	2,2		2,3		1,2		8,2		41	
07_0340	1,1		1,3		0,63		4,4		22	
07_0346	2,0		2,3		1,1		7,7		38	
07_0347	1,5		1,5		0,68		5,4		27	



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: 09i\_0379 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0314  
Provtagare GEMINI Vattendjup (m) 46

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-41 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation, laminering (tydlig ned till ca 25 cm)

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning 2007, Lst07-AB01



# PROVPROTOKOLL

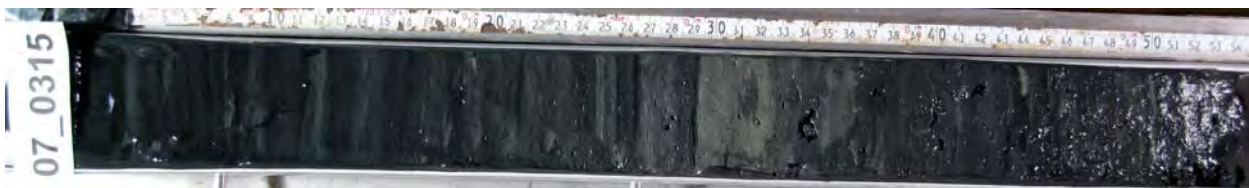
Dkci c'6

Linje nr: Site nr: \_091-0359 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0315  
Provtagare GEMINI Vattendjup (m) 46

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-46	Postglacial leryttja (sapropel)	Recent sedimentation, laminerad, färg 2,5/N (svart)

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning 2007, Lst07-AB02



# PROVPROTOKOLL

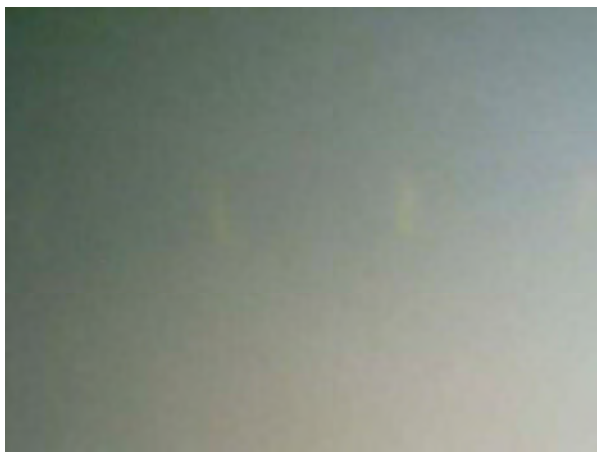
Dnr c'6

Linje nr: Site nr: 09i-0268 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0316  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 30,4

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-49 cm	Postglacial lergyttja	Recent sedimentation, laminerad 13-18 cm, oxiderad yta.
		<i>Macoma baltica</i> (levande) 5cm djup

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning LST07-AB03



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: 09i\_0264

Projekt: Ist07

Prov nr: 07\_0317

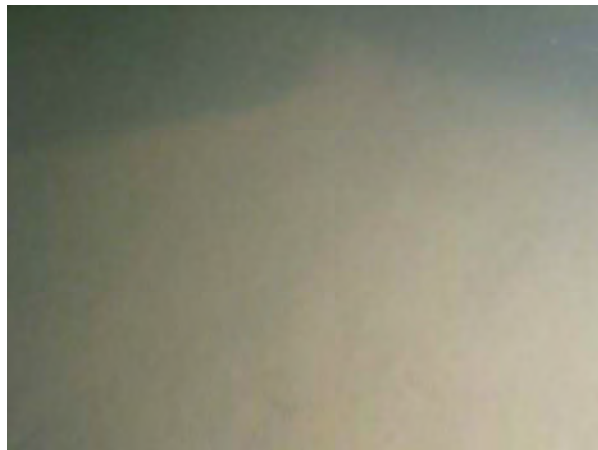
Provtagare GEMINI

Vattendjup (m)

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-50 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation, Laminerad 0-17 cm. Oxiderad yta.
		Dålig sikt vid botten. Kan det vara en effekt efter avstängd kväverening (Himmerfjärdsförsöket 2007-2010)?

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning Lst07-AB04



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: \_10H-0017 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0318  
Provtagare GEMINI Vattendjup (m) 45,9

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-73 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation. 0-7 cm oxiderat sediment, 7-73 cm diffus laminering med sulfid skiktning.
		Mycket dålig sikt vid botten.

**Frågeställning:**

**Slutsats/ Kommentar:** Miljöövervakningsstation LST07-AB05



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: **\_10i-0088** Projekt: **Ist07** Prov nr: **07\_0319**  
Provtagare: **GEMINI** Vattendjup (m): **23,2**

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-69 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation. Laminerad. Oxiderad yta. Slaggsten 49 cm, skalfragment Gastropod sp. 26 cm

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning Lst07-AB06



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: \_10i-0090 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0320  
Provtagare GEMINI Vattendjup (m) 26,2

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-50 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation. Laminerad, reducerad. Ytan 0-2 cm oxiderad. 4 x 3 cm tegelstensbit

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning. Lst07-AB07



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: **\_10i-0091** Projekt: **lst07** Prov nr: **07\_0321**  
Provtagare: **GEMINI** Vattendjup (m): **17,1**

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-39	Pg. lergyttja	Recent sedimentation. Laminerad. Två grovsandkorn (19 och 31 cm), samt slaggstensbit (14 cm)

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning. Lst07-AB08



# PROVPROTOKOLL

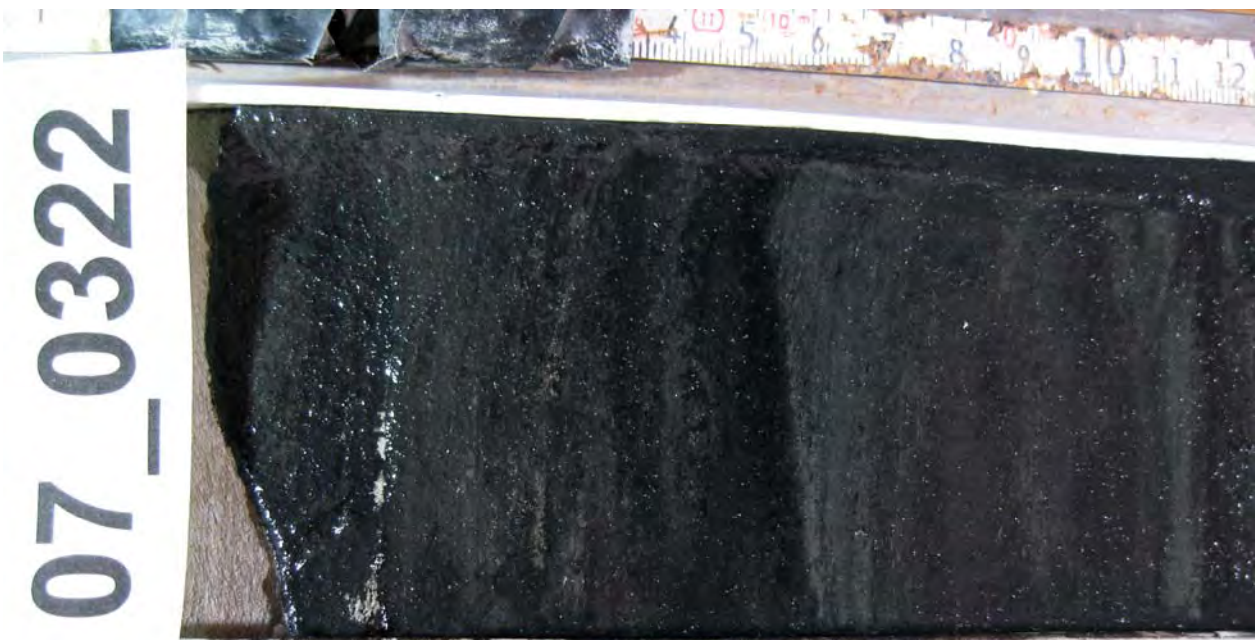
Dkci c'6

Linje nr: Site nr: 10i-0011 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0322  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 27,2

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-63 cm	Pg. lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Kolsvart färg 2,5/N, reducerad

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning- Lst07-AB09



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: 10i-0045 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0323  
Provtagare GEMINI Vattendjup (m) 10,3

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-13 cm	Pg lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad sapropel, svart
13-47 cm	Pg. lergyttja	Grågrön 5Y 3/2

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning. Lst07-AB10



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: 10i-0058 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0324  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 20,9

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-44	Pg.lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad, Svart 2,5/N

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB11



# PROVPROTOKOLL

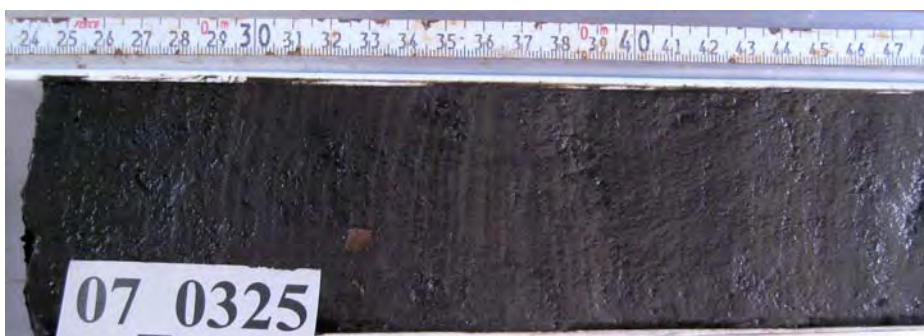
Dkci c'6

Linje nr: Site nr: 10i-0059 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0325  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 9,6

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-67 cm	Pg. gyttja	Recent sedimentation. Laminerad, rikligt med makrodetritus
		Svart färg 2,5/N

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB12



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: 10i-0014 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0326  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m) 53,7

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-73 cm	Pg.lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad, Kolsvart 2,5/N, 3 mm lerskikt på nivåerna 4, 5, 7, 13, 43, 45, 48 och 50 cm djup. Slaggstenar på nivån >57 cm.

## Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB13



# PROVPROTOKOLL

Dnr c'6

Linje nr: Site nr: 10i-0019 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0327  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 52,8

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-78 cm	Pg. lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Kolsvart 2,5/N, laminerad, enstaka skorstenslagg

**Frågeställning:**

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB14



# PROVPROTOKOLL

Dkci c'6

Linje nr: Site nr: 10i-0002 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0328  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 7,2

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-24 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation. Laminerad
24-31 cm	Pg- lergyttja	Diffust laminerad
31-60 cm	Pg.gyttjelera	Homogen

## Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB15



# PROVPROTOKOLL

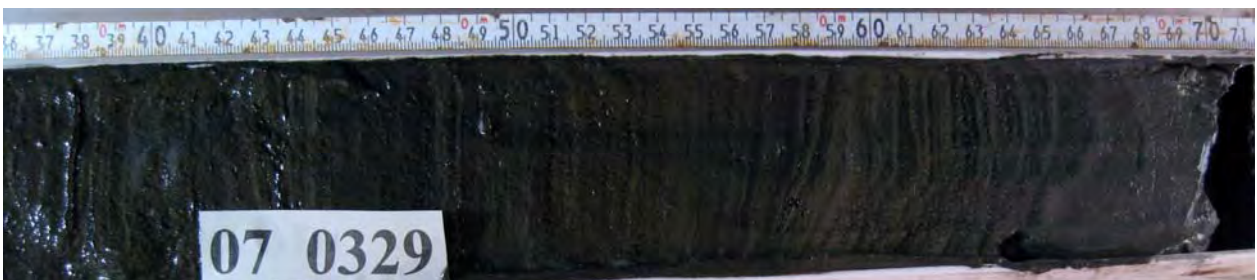
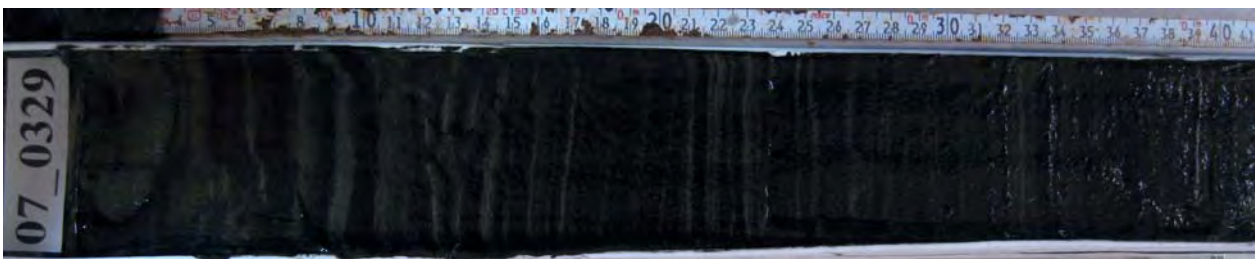
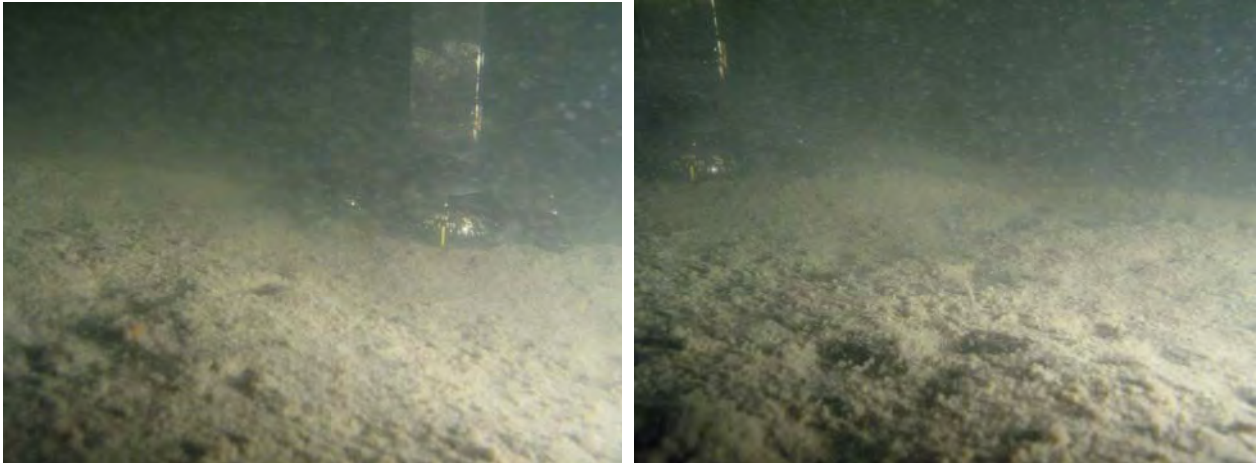
Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10i-0046 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0329  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 19,6

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-70 cm	Pg.lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad, reducerad, svart.

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB16



# PROVPROTOKOLL

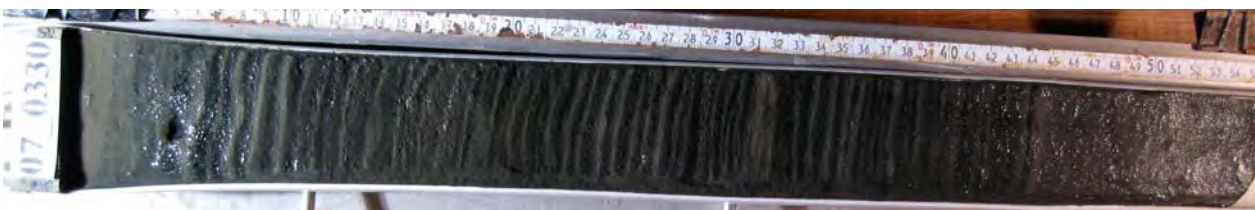
# Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10i-0047 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0330  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 26,2

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-55 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation. Laminerad. Laminae i botten 3-5 cm mäktiga på djup >44 cm. 69 laminae i hela kärnan

### Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB17



# PROVPROTOKOLL

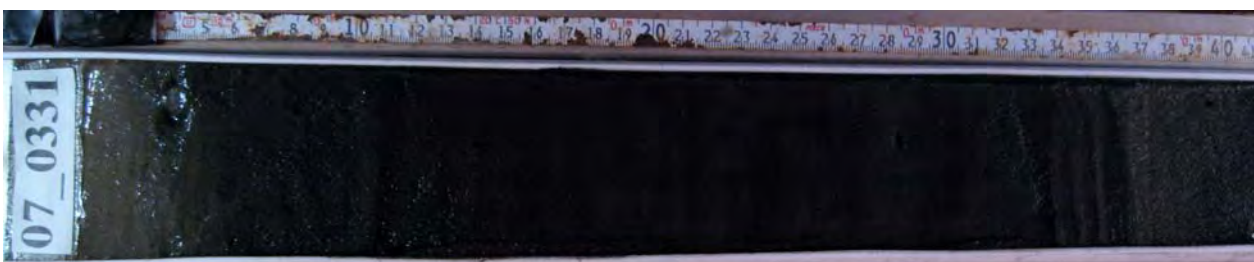
Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10i-0048 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0331  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 36

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-42 cm	Pg. lergyttja	Laminerad, reducerad, men oxiderad yta.

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB18



# PROVPROTOKOLL

Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10j-0211 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0332  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 78,3

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-61 cm	Pg. lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad. Kolsvart 2,5/N. Måttligt gasinnehåll. <i>Beggiatoa sp</i> i ytan
		<i>Macoma baltica</i> (båda skalhalvorna) på nivån 19 cm

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB19



# PROVPROTOKOLL

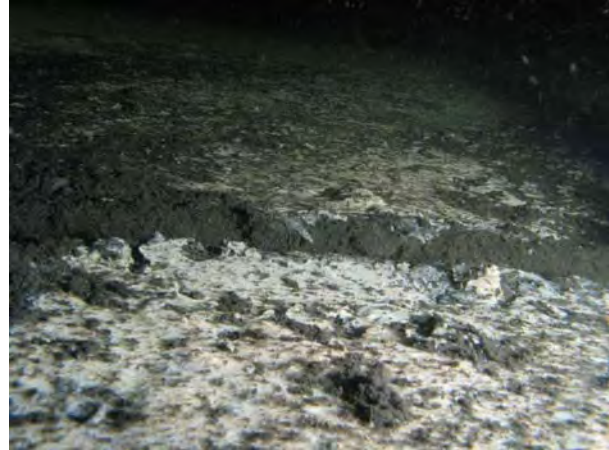
# Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 11j-0053 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0333  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 77

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-54 cm	Pg. lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad, färg 2,5/N kolsvart
		<i>Beggiatoa sp</i> i ytan

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB20



# PROVPROTOKOLL

Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10j-0320 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0334  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 36,3

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-42 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation. Diffust laminerad. Oxiderad yta 0-6 cm.

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB21



# PROVPROTOKOLL

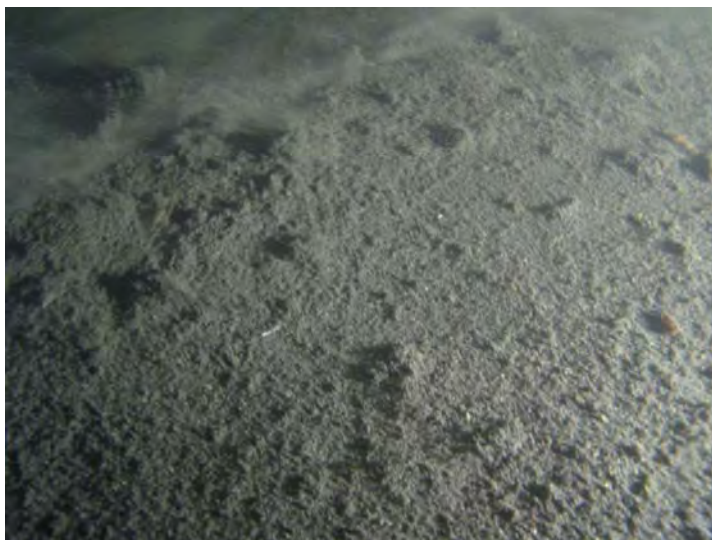
Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10j-0252 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0335  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 85

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-60 cm	Pg. lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad, färg 2,5/N svart

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB22



# PROVPROTOKOLL

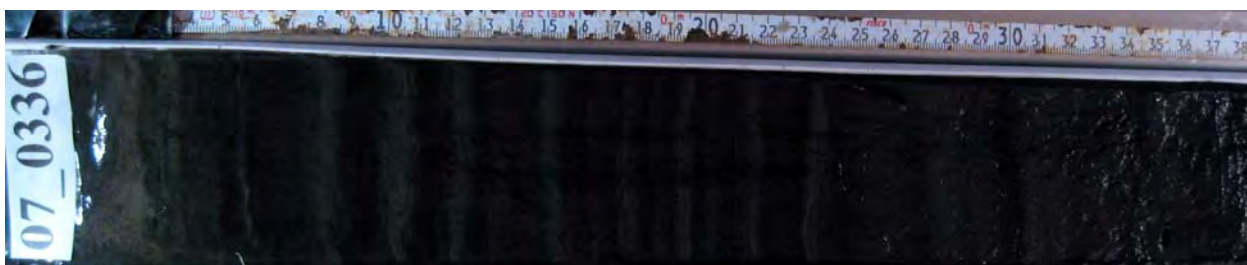
# Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10j-0247 Projekt: Ist07 Provnr: 07\_0336  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 37,6

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-64 cm	Pg. lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad, reducerad, färg 2,5/N svart

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB23



# PROVPROTOKOLL

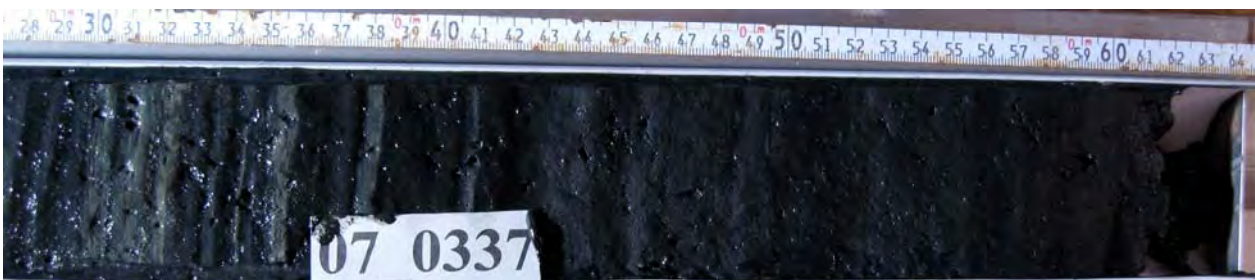
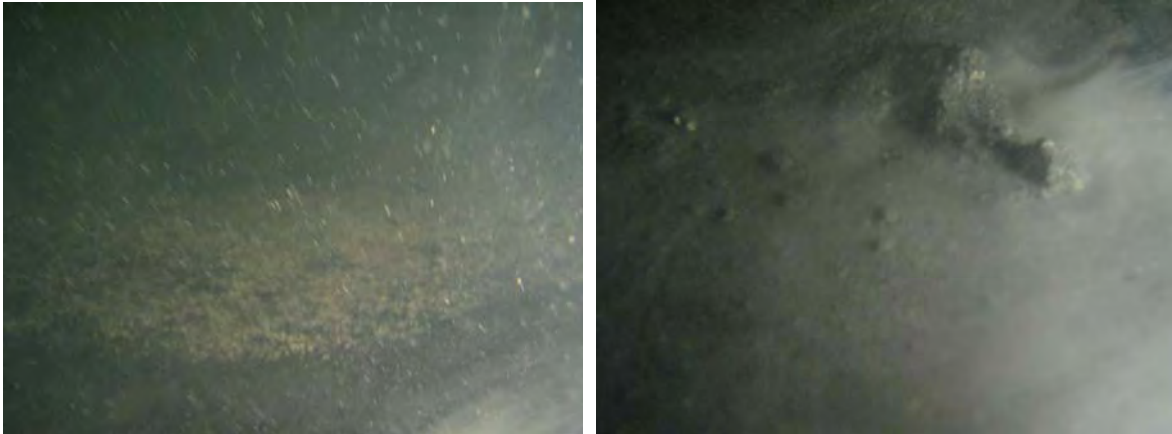
# Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10j-0268 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0337  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 61,8

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-62 cm	Pg- lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad. Reducerad färg 2,5/N svart

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB24



# PROVPROTOKOLL

Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10i-0049 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0338  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 49,4

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-53 cm	Pg. lergyttja (sapropel)	Recent sedimentation. Laminerad , reducerad 2,5/N. Oxiderad yta.

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB25



# PROVPROTOKOLL

Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 11j-0029 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0339  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 27,9

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-43 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation. Bitvis diffust laminerad. Oxiderad yta.
		<i>Macoma baltica</i> 22 cm djup. Färg 5Y 2,5/1

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB26



# PROVPROTOKOLL

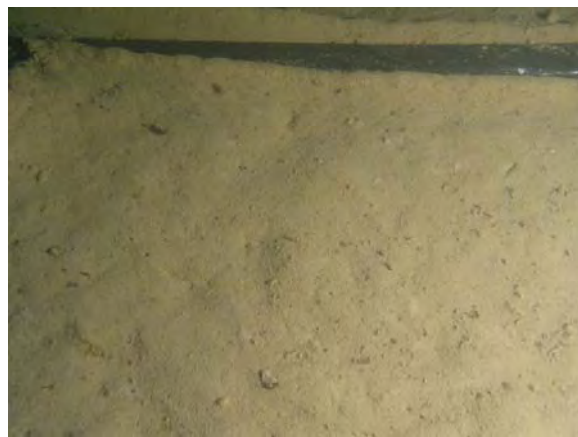
Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 11j-0114 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0340  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 70,8

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-33 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation. Diffust laminerad 2-29 cm. Oxiderad yta 0-2 cm, reducerat 2-29 cm djup Färg 2,5/N. Levande liten röd polychaete i ytan (främmande art)
33-58 cm	Pg. gyttjelera	Grågrön färg 5Y 3/1

## Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB



# PROVPROTOKOLL

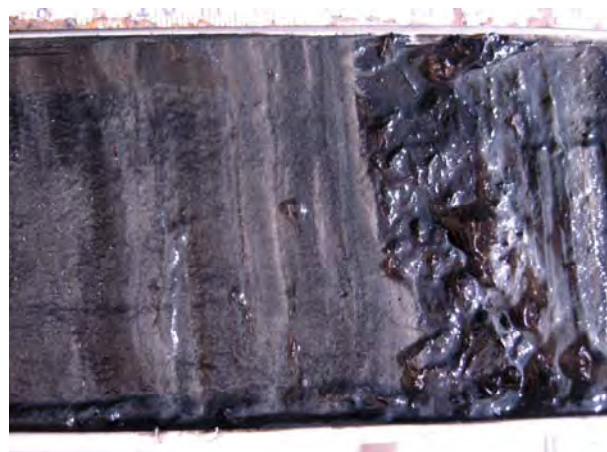
Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10j\_0051 Projekt: Ist07 Provnr: 07\_0346  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 76

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-56 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation, laminering i hela kärnan, färg 5Y 2/1

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB28



# PROVPROTOKOLL

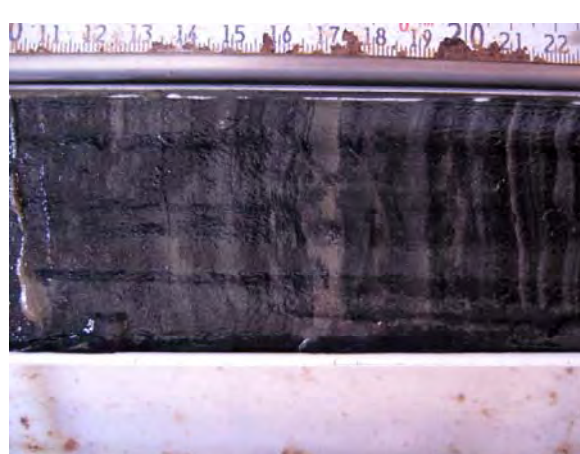
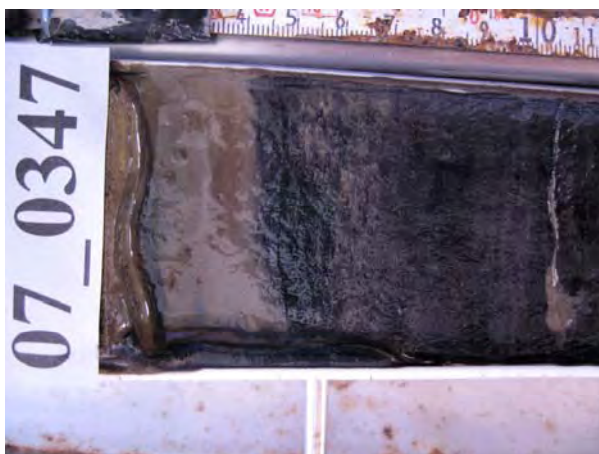
Bilaga 4

Linje nr: Site nr: 10j-0090 Projekt: Ist07 Prov nr: 07\_0347  
Provtagare: GEMINI Vattendjup (m): 65.5

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-53 cm	Pg. lergyttja	Recent sedimentation, hela kärnan laminerad

Frågeställning:

Slutsats/ Kommentar: Miljöövervakning, Lst07-AB29



# Länsstyrelsens rapportserie

---

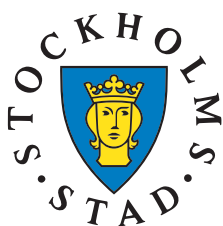
## Utkomna rapporter under 2011

1. Nya bostäder i Stockholms skärgård – aktuella bostadsprojekt 2011, *avdelningen för social utveckling*
2. Klimatförändringar och Mälaren ur ett vatten- och naturmiljöperspektiv, *avdelningen för samhällsskydd och beredskap*
3. På rätt väg? – Regional strategi för jämställdhet i Stockholms län 2008-2013, *avdelningen för tillväxt*
4. Tillsyn av bostadsstiftelser – granskning av 41 bostadsstiftelser 2010-2011, *avdelningen för rättsliga frågor*
5. Landsbygden i Stockholms län – en sammanställning i siffror, *avdelningen för landsbygd*
6. Skyddat boende för våldsutsatta personer – delrapport av en nationell kartläggning, *avdelningen för social utveckling*
7. SOL-projektet – resultat och effekter – en översikt, *avdelningen för tillväxt*
8. Länsstyrelsens medverkan i rullande översiktsplanering, *avdelningen för planfrågor*
9. Riktlinjer för bostadsförsörjning med koppling till rullande översiktsplanering, *avdelningen för social utveckling*
10. En dörr in – flera vägar ut – en studie av ungdomsarbetslösheten i Stockholmsregionen, *avdelningen för tillväxt*
11. Bottenfauna i Stockholms län 2010 – en undersökning av åtta lokaler i rinnande vatten och fyra lokaler i sjölitoral, *avdelningen för miljö*
12. Kiselalger i vattendrag i Norra Östersjöns vattendistrikt 2010, *avdelningen för miljö*
13. Bostadsmarknadsenkäten Stockholms län 2011, *avdelningen för social utveckling*
14. Övervakning av strandexploatering längs sötvattenstränder – metodutveckling 2010, *avdelningen för miljö*
15. Är våra kommuner klimatanpassade? – Ansvar, riktlinjer och åtgärder, *avdelningen för samhällsskydd och beredskap*
16. Entrepreneur Sthlm – effekter på det regionala rådgivningssystemet?, *avdelningen för tillväxt*
17. Tillgång till tobak – en undersökning om anskaffning och attityder bland gymnasieelever under 18 år i Stockholms län, *avdelningen för social utveckling*
18. Tema Nyanlända – slutrapport. Etablering utifrån ett helhetsperspektiv, *avdelningen för tillväxt*
19. Metaller och miljögifter i sediment – miljö kvalitet och trender inom Stockholms stad och Stockholms län 2007, *avdelningen för miljö*
20. Flykting i Stockholms län – så gick det sedan ..., *avdelningen för tillväxt*
21. Läget i länet – bostadsmarknaden i Stockholms län 2011, *avdelningen för social utveckling*

22. Förvaltningsplan för stora rovdjur i Stockholms län – förvaltningsperioden 2011-2015, *avdelningen för miljö*
23. Hur kan vi få fler landsbygdsföretag att satsa på biogasproduktion i Uppsala och Stockholms län? – kartläggning, ekonomisk analys och handlingsplan, *avdelningen för landsbygd*



*Ingår i arbetet med miljömålet  
Giftfri miljö*



LÄNSSTYRELSEN  
I STOCKHOLMS LÄN

*Kontakt*

*Mer information kan du få av  
enheten för miljöanalys,  
Länsstyrelsen i Stockholms län  
Tfn: 08- 785 40 00 (vxl)  
Rapporten finns som pdf på vår webbplats  
[www.lansstyrelsen.se/stockholm](http://www.lansstyrelsen.se/stockholm)*

*Adress*

*Länsstyrelsen i Stockholms län  
Hantverkargatan 29  
Box 22 067  
104 22 Stockholm, Sverige  
Tfn: 08- 785 40 00 (vxl)*