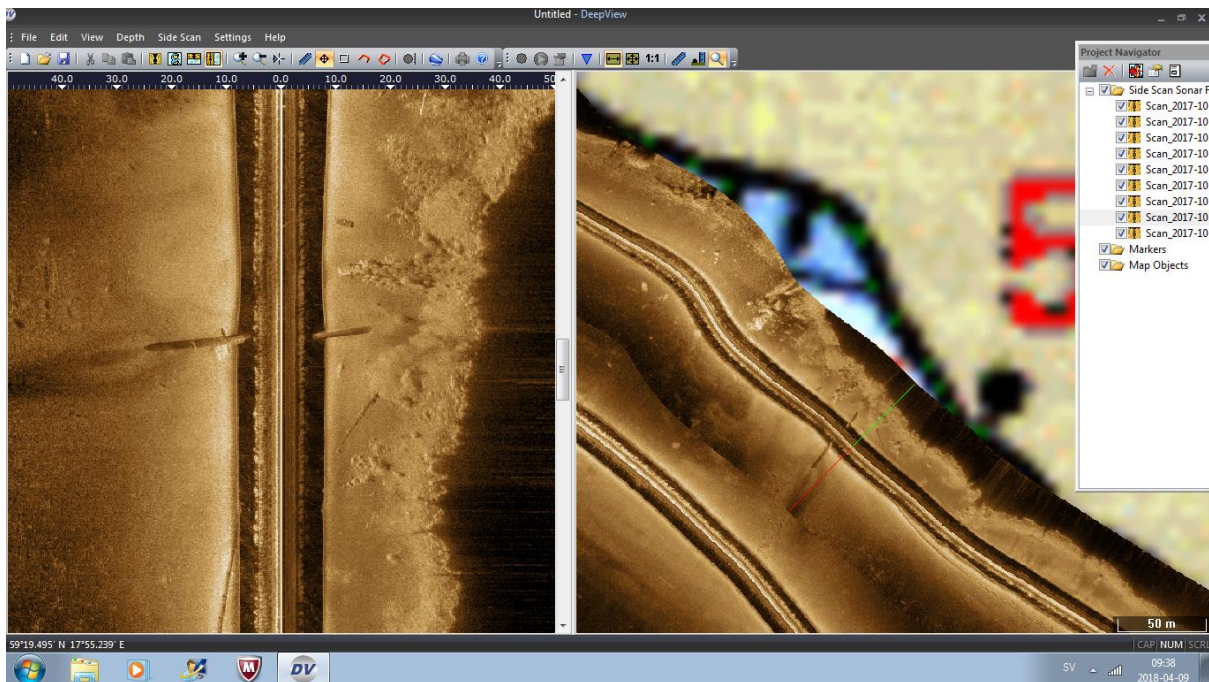


Sedimentkonsult HB

Slutrapport

Föroreningsituationen i sediment från östra Mälaren söder om Nockebybron



Mottagare:
Miljöförvaltningen
Stockholms Stad
Jenny Pirard

Sollenkroka den 17 september 2018

JP Sedimentkonsult Rapport 2018:2

Adress
JP Sedimentkonsult HB
Västernäsvägen 17
139 74 Djurhamn

Telefon
08-57163744
070-5208057

Kontakt
per@jpsedimentkonsult.se
www.jpsedimentkonsult.se

Org.nr
969720-0815

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	3
1 UPPDRAG OCH SYFTE	5
1.1 Beställare	5
1.2 Syfte	5
1.3 Arbetsmoment	5
2 BEDÖMNINGSGRUNDER	5
2.1 Bedömningsgrunder metaller	5
2.2 Bedömningsgrunder organiska miljögifter	6
3 MATERIAL OCH METODER	9
3.1 Undersökningsområdet	9
3.2 Provtagning	9
3.2.1 Provtagningsbåten R/V Perca	9
3.2.2 Positionering	10
3.2.3 Djupmätning	10
3.2.4 Kartering med side scan sonar	10
3.2.5 Sedimentprovtagning	11
3.2.5.1 Sedimentprovtagare	11
3.2.5.1.1 Ponarhämtare	11
3.2.5.1.2 Geminhämtare	12
3.2.5.2 Provhantering	13
3.2.5.3 Dokumentation av sedimentkärnor	13
3.2.5.4 Snittning av sedimentkärna	13
3.3 Analyser	14
4 RESULTAT	16
4.1 Djupkartering	16
4.2 Kartering med side scan sonar	16
4.2.1 Översiktligt	16
4.2.1.2 Iakttagelser från sonarunderlaget	17
4.2.1.2.1 Detaljer	17
4.2.1.2.1.1 Muddringsbrant	17
4.2.1.2.1.2 Rörlidningar	18
4.3 Sedimentologiska basparametrar	20
4.4 Föroreningar	21
4.4.1 Areell fördelning	21
4.4.1.1 Organiska föroreningar	21
4.4.1.2 Metaller	22
4.4.2 Föroreningshistorik	23
4.4.2.1 Organiska föroreningar	23
4.4.2.2 Metaller	23
5 DISKUSSION	24
5.1 Bottendynamik	24
5.2 Areell fördelning av föroreningar	26
5.3 Föroreningshistorik	26
5.4 Jämförelse fisk sediment	26
6 REFERENSER	28

SAMMANFATTNING

Fältundersökningarna genomfördes den 4 oktober 2017. Sonarkarteringen genomfördes längs 4 transekter av varierande längd inom navigeringsbara delar av Nockebyundet. Provtagningsbåtens fart under karteringen var 4-5 knop. Sonarens svepvidd var normalt 2x100 m och sonarfisken bogserades på ett djup av 2-3 m. Ytsedimentprovtagning utfördes med ponarhämtare. På alla stationer utfördes även provtagning av en sedimentkärna för dokumentation av lagerföljden.

Undersökningen visade på en stor mängd ekon förorsakade av mänsklig aktivitet av olika slag som t.ex. brofundament, avbärare, muddringsrännor, rörledningar, vrak etc.

I anslutning till Nockebybron har muddring företagits och spåren framgår tydligt av sonarplottet just sydost bron.

Rörledningar kan iakttas på flera håll i Nockebyundet. En särskilt intressant ledning visar en grov ledning som med stor sannolikhet är den gamla utsläppspunkten från Bromma reningsverk. Där röret mynnar ser man även en oval ytformation som sannolikt härrör från utblåset från ledningen. En annan ledning med ”punkter” på som markerar tyngder för att hålla ned ledningen sträcker sig från gamla utsläppspunkten och vidare sydostvärt i sundet. Drygt 200 m sydost om den gamla utsläppspunkten näst intill ovanpå ledningen ligger ett 8-10 m stort vrak. ”Landningszonen” för ledningen in emot Nockebylandet ligger endast 100 m från den mest förorenade stationen NO4.

Bottnarna i Nockebyundet täcks till stor del av mjuka sediment utom i de grundare delarna av sundet i anslutning till farleden, där något hårdare sediment finns. I den norra grundare delen är sedimenten sannolikt tämligen påverkade av mänskliga ingrepp som t.ex. anläggande av brofundament och avbärare, muddring samt erosion orsakad av fartygstrafik. Det maximalt tillåtna djupgående i Nockebyundet är 5,8 m, vilket innebär att i farleden sker säkerligen erosion ned emot 8 meters djup.

Kärnan NO4 uppvisar i den nedre delen diffusa lamineringar som har använts vid utarbetandet av en översiktlig tidsskala. Analysresultaten uppvisar dessutom tydliga tidstrender vad gäller sPCB7 och TBT, vilket i kombination med lamineringarna har lett till att en översiktlig datering av kärnan har kunnat göras. Den uppskattade sedimenttillväxten på 8 mm/år för station NO4 i Nockebyundet är i rimlig överensstämmelse med vad tidigare undersökningar i Mälarens sediment visat.

Den areella variationen i sedimenthalter av de undersökta ämnena tyder på att huvudsaklig deposition av PCB-er skett i anslutning till stationen NO4 och att det skett en viss spridning sydvärt. Ett liknande spridningsmönster noteras för PAH-er. För metallerna kadmium, kvicksilver, krom, koppar, zink och bly förefaller området mellan NO6 och NO4 utgöra ett lokalt depositionsområde. Sammantaget tycks PCB-föroreningen utifrån ytsedimenthalterna vara geografiskt avgränsad till en förhållandevis liten yta.

Haltprofilen i den undersökta sedimentkärnan NO4 visar att PCB-halterna successivt avtar mot sedimentytan med den högsta halten ca 50 000 ng/g TS vid 35-40 cm sedimentdjup och knappt 1 000 ng/g TS vid sedimentytan. Detta indikerar att den huvudsakliga tillförseln av PCB ägde rum för 40-50 år sedan och att man nu befinner sig i en avklingningsfas, där en

kontinuerlig sedimentation av nytt renare sediment efterhand begraver de tillförda PCB-mängderna. Ett liknande mönster noteras för spårämnesmetallerna kadmium och kvicksilver, men för PAH noteras ungefärligen samma nivåer rakt igenom sedimentkärneprofilen, vilket indikerar en mer konstant men mycket hög tillförsel över tid.

Sommaren 2017 insamlades fisk utanför Sötvattenlaboratoriet Drottningholm ca 2 km norr om Nockebybron. Abborre analyserades med avseende på sitt innehåll av klororganiska ämnen bland annat PCB. De uppmätta halterna indikerar att PCB-halterna i vattenområdena i anslutning till Nockebybron ligger på en urban ”bakgrunds nivå” som är cirka 10 gånger högre än halterna i abborre fångad väster om Adelsö i Björkfjärden, men cirka 5 gånger lägre än i Rosersbergsviken som är kraftigt påverkad av utflödet från den PCB-kontaminerade Oxundasjön.

Eftersom riskerna för mobilisering av sedimentföroreningarna är små om sedimenten lämnas orörda, föreslår vi på föreliggande underlag att inga särskilda åtgärder vidtages. Med tanke på att sedimenttillväxten i området är av storleksordningen 1 cm per år kommer överlagringen med nysedimenterat material på sikt att leda till ytterligare avtagande halter i ytsedimenten av såväl PCB som kvicksilver och kadmium.

1 UPPDRAG OCH SYFTE

1.1 Beställare

Miljöförvaltningen
Stockholms Stad
Jenny Pirard

1.2 Syfte

Syftet med undersökningen har varit:

- att kartlägga sedimenten söder om Nockebybron och vidare upp emot Smedslätten med avseende på bottendynamiska förhållanden och eventuella misstänkta objekt på bottarna
- att utifrån det bottendynamiska underlaget samla in sedimentprover (kärnor och ytsediment) längs en transekt från Nockebybron följandes Brommalandet för kartläggning av föroreningsituationen i området och att geografiskt avgränsa en tidigare konstaterad PCB-förorening i detta område.
- att fastställa framförallt eventuella PCB-källor i undersökningsområdet.
- att utifrån retrospektiva studier av sedimentkärnor fastställa föroreningshistoriken i området.

1.3 Arbetsmoment

Arbetet har omfattat följande moment:

- Uppstartmöte
- Kartering med side scan sonar
- Provtagning av ytsediment från 10 stationer och sedimentkärnor från samma stationer för dokumentation av lagerföljder
- Provtagning av en representativ sedimentkärna för retrospektiv analys av historisk föroreningsutveckling
- Provuttag på olika nivåer i lagerföljden
- Dokumentation av insamlade sedimentkärnor i laboratorium
- Analys av ytsediment samt djupprov i den representativa sedimentkärnan
- Bearbetning och utvärdering av resultat
- Slutrapportering

2 BEDÖMNINGSGRUNDER

2.1 Bedömningsgrunder metaller

För att klassificera föroreningsgraden av metaller finns flera olika strategier att tillgå. Det är väl dokumenterat att det finns en betydande geografisk variation i sedimenten beroende på variationer i berggrund och mark längs den svenska kusten. I avsaknad av bra bakgrundsdata för Stockholmsområdet har JP bedömt att den bästa bakgrundsbilden för metaller i området avspeglas i gamla sediment från Mälaren. Utifrån studium av långa sedimentkärnor i Västeråsfjärden (Jonsson 2014) har regionala bakgrundsvärdena för prover som är ≥ 500 år tagits fram. I Tabell 1 har ett klassningsschema byggts upp som grundar sig på regionala bakgrundshalter i Västeråsfjärdens sediment.

Tabell 1 Klassning grundad på regionala (Västeråsfjärden) bakgrundsvärden. Analys enligt svensk standard. (Från Jonsson 2014).

	Klass 1 Ingen/obetydlig avvikelse (mg/kg ts)	Klass 2 Liten avvikelse (mg/kg ts)	Klass 3 Tydlig avvikelse (mg/kg ts)	Klass 4 Stor avvikelse (mg/kg ts)	Klass 5 Mycket stor avvikelse (mg/kg ts)
Arsenik	≤ 7,1	7,2 - 12	13 - 20	21 - 32	≥ 33
Kadmium	≤ 0,23	0,24 - 0,58	0,59 - 1,4	1,5 - 3,5	≥ 3,6
Kobolt	≤ 18	19 - 31	32 - 52	53 - 90	≥ 91
Krom	≤ 53	54 - 64	65 - 80	81 - 95	≥ 96
Koppar	≤ 26	27 - 52	53 - 86	87 - 138	≥ 139
Kvicksilver	≤ 0,04	0,05 - 0,12	0,13 - 0,4	0,5 - 1,3	≥ 1,4
Nickel	≤ 34	35 - 51	52 - 75	76 - 112	≥ 113
Bly	≤ 30	31 - 48	49 - 78	79 - 132	≥ 133
Zink	≤ 134	135 - 201	202 - 322	323 - 563	≥ 564

Vid klassificeringen av Nockeby sundets sediment har JP utifrån diskussionen ovan bedömt att denna regionala bakgrundsklassificering är mer relevant att använda än vad som anges i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav (Naturvårdsverket 1999). Under våren 2018 planeras en undersökning av regionala bakgrundsvärden för Stockholmsområdet.

Som ett led i Sveriges implementering av EU:s vattendirektiv har Havs- och vattenmyndigheten utarbetat en föreskrift om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19 kompletterad med ändringar i HVMFS 2015:4). De flesta av gränsvärdena för uppnående av god kemisk status rör prioriterade ämnen som skall analyseras i vatten och för ett mindre antal även i biota. Endast för ett fåtal ämnen skall nationella gränsvärden gälla för sediment. Dessa ämnen är bly, kadmium, antracen, fluoranten och TBT. Dessa ämnen har analyserats i föreliggande undersökning och, förutom den nationella klassificeringen, görs särskilda värderingar av huruvida god kemisk status enligt HVMFS 2013:19 och 2015:4 uppnås på de enskilda stationerna.

För bly anges i HVMFS 2015:4 ett gränsvärde på 130 mg/kg TS för inlandsvatten. För kadmium anges gränsvärdet till 2,3 mg/kg TS.

2.2 Bedömningsgrunder organiska miljögifter

Havs- och vattenmyndighetens riktlinjer för klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19) anger gränsvärdena för uppnående av god kemisk status i sediment vad gäller antracen och fluoranten till 24 resp. 2000 µg/kg TS normerat till 5 % TOC-halt. Medelkolhalten i ytsediment (0-2 cm) från samtliga ytsedimentstationer är 6,7 %, vilket leder till att gränsvärdet för antracen blir 32 µg/kg TS och för fluoranten 2680 µg/kg TS.

Nedanstående *kursiv text* är ett direkt citat från Naturvårdsverkets hemsida:
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljoovervakning/Bedomningsgrunder/Sediment/>

Naturvårdsverket har med hjälp av SGU tagit fram en uppdaterad tabell där fördelningen av halter av organiska miljögifter i svenska marina sediment presenteras. Motsvarande tabell

fanns tidigare publicerad i Naturvårdsverkets rapport 4914 (1999) Bedömningsgrunder för miljökvalitet – Kust och hav.

Den uppdaterade tabellen omfattar prover tagna mellan 1986 och 2014 i marina sediment och inkluderar fler ämnen än tidigare t.ex. tennorganiska föreningar och PBDE. Dataunderlaget för limniska sediment är ännu inte tillräckligt för att ta fram en liknande tabell. En utförligare beskrivning av uppdateringen finns i SGU-rapport 2017:12 (Josefsson 2017; JP:s förtydligande).

Tabellen kan fungera som referensverktyg vid bedömningar av ett sediments föroreningshalt. För de flesta ämnen har halterna delats in i fem klasser från mycket låg halt till mycket hög halt. En klassificering innebär en bedömning av om halterna är låga eller höga i förhållande till övriga prover och säger ingenting om förekomst av negativa effekter i miljön. För statusklassning inom vattenförvaltningen bör de bedömningsgrunder som finns i HVMFS 2013:19 (konsoliderad version) användas.

Tabellen nedan (Tabell 2; JP:s förtydligande) visar fördelningen av organiska miljögifter i marina sediment i svenska havsområden och ekonomisk zon ($\mu\text{g}/\text{kg}$ torrsvikt). Halterna ska inte normaliseras för kolhalten. Dessa halter och klassgränser är inte kopplade till några effektbaserade värden.

Gränsen mellan klass 1 (Mycket låg halt) och klass 2 (Låg halt) har satts vid 5-percentilen av alla data, gränsen mellan klass 2 och klass 3 (Medelhög halt) vid 25-percentilen, gränsen mellan klass 3 och klass 4 (Hög halt) vid 75-percentilen, och gränsen mellan klass 4 och klass 5 (Mycket hög halt) vid 95-percentilen. Detta innebär att hälften av värdena faller i klass 3, som sträcker sig från 25-percentilen till 75-percentilen. För tennföreningarna gäller andra percentilgränser (se bakgrundsrapport). Alla data har använts, även prover med halter under rapporteringsgränsen. I de fall då många datapunkter ligger under rapporteringsgränsen saknas därför någon eller några av de lägre klasserna då 5-percentilen eller ibland även 25-percentilen av data ligger under rapporteringsgränsen. Ett prov kan i sådana fall komma att klassificeras som klass 1-2 eller 1-3.

Gränsen mellan klass 1 och klass 2 motsvarar ungefär de lägsta halterna i prover tagna i områden långt från punktkällor, dvs. i utsjön, medan prover från områden med en hög föroreningsgrad, ofta kustnära, hamnar i klass 5.

Tabell 2 Fördelning av uppmätta halter organiska miljögifter i marina sediment i svenska havsområden och ekonomisk zon ($\mu\text{g}/\text{kg}$ torrsvikt) under 1986-2014.

Ämne	Klass 1 Mycket låg halt	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Medelhög halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt
Naftalen		<4,9	4,9-19	19-63	≥ 63
Acenaften			<5,5	5,5-33	≥ 33
Fluoren		<2,0	2,0-9,4	9,4-36	≥ 35
Fenantren	<7,0	7,0-17	17-50	50-150	≥ 150
Antracen	<1,0	1,0-3,1	3,1-11	11-45	≥ 45
Fluoranten	<18	18-45	45-140	140-390	≥ 390
Pyren	<12	12-30	30-100	100-380	≥ 380
Bens(a)antracen	<7,5	7,5-19	19-62	62-180	≥ 180
Krysen	<11	11-26	26-67	67-200	≥ 200
Bens(b)fluoranten	<32	32-69	69-200	200-440	≥ 440
Bens(k)fluoranten	<11	11-28	28-79	79-180	≥ 180
Bens(a)pyren	<12	12-31	31-99	99-240	≥ 240
Dibens(ah)antracen	<4,4	4,4-8,9	8,9-27	27-79	≥ 79
Bens(ghi)perylene	<22	22-62	62-180	180-400	≥ 400
Indeno(1,2,3-	<24	24-76	76-220	220-530	≥ 530
Summa PAH 11	<170	170-440	440-1200	1200-2800	≥ 2800
Summa PAH 15	<250	250-440	440-1200	1200-4700	≥ 4700
Summa PAH M 1	<57	57-110	110-320	320-1700	≥ 1700
Summa PAH H 2	<180	180-320	320-940	940-2600	≥ 2600
HCb	<0,020	0,020-0,15	0,15-0,45	0,45-1,6	$\geq 1,6$
PCB 28		<0,066	0,066-0,30	0,30-1,3	$\geq 1,3$
PCB 52		<0,12	0,12-0,40	0,40-1,9	$\geq 1,9$
PCB 101	<0,10	0,10-0,34	0,34-1,1	1,1-5,5	$\geq 5,5$
PCB 118	<0,084	0,084-0,31	0,31-0,84	0,84-3,6	$\geq 3,6$
PCB 138	<0,21	0,21-0,67	0,67-2,0	2,0-9,1	$\geq 9,1$
PCB 153	<0,20	0,20-0,61	0,61-2,0	2,0-7,9	$\geq 7,9$
PCB 180	<0,081	0,081-0,29	0,29-0,90	0,90-4,9	$\geq 4,9$
Summa PCB 7	<0,81	0,81-2,5	2,5-7,6	7,6-34	≥ 34
α -HCH	<0,006	0,006-0,04	0,04-0,17	0,17-0,36	$\geq 0,36$
β -HCH	<0,003	0,003-0,11	0,11-0,57	0,57-1,2	$\geq 1,2$
γ -HCH	<0,006	0,006-0,034	0,034-0,12	0,12-0,30	$\geq 0,30$
Summa HCH	<0,025	0,025-0,21	0,21-0,87	0,87-2,0	$\geq 2,0$
γ -klordan		<0,018	0,018-0,090	0,090-0,39	$\geq 0,39$
α -klordan		<0,006	0,006-0,082	0,082-0,30	$\geq 0,30$
trans-nonaklor		<0,021	0,021-0,088	0,088-0,30	$\geq 0,30$
Summa klordan		<0,063	0,063-0,27	0,27-0,81	$\geq 0,81$
p,p'-DDT		<0,019	0,019-0,29	0,29-2,0	$\geq 2,0$
p,p'-DDD	<0,029	0,029-0,32	0,32-1,7	1,7-5,3	$\geq 5,3$
p,p'-DDE	<0,057	0,057-0,32	0,32-1,2	1,2-3,6	$\geq 3,6$
Summa DDT	<0,32	0,32-0,89	0,89-3,5	3,5-10	≥ 10
PBDE 47		<0,045	0,045-0,11	0,11-0,37	$\geq 0,37$
PBDE 100			<0,041	0,041-0,14	$\geq 0,14$
PBDE 99		<0,047	0,047-0,13	0,13-0,47	$\geq 0,47$
PBDE 85			<0,15	0,15-0,55	$\geq 0,55$
PBDE 209 (Deca)			<2,4	2,4-13	≥ 13
EOCl	<200	200-830	830-2700	2700-5600	≥ 5600
EOBr	<180	180-590	590-1900	1900-3000	≥ 3000
EPOCl		<100	100-560	560-2100	≥ 2100
EPOBr		<88	88-480	480-700	≥ 700
monobutyltenn,		<1	1-10	10-20	≥ 20
dibutyltenn, DBT		<1	1-10	10-26	≥ 26
tributyltenn, TBT		<1	1-19	19-55	≥ 55

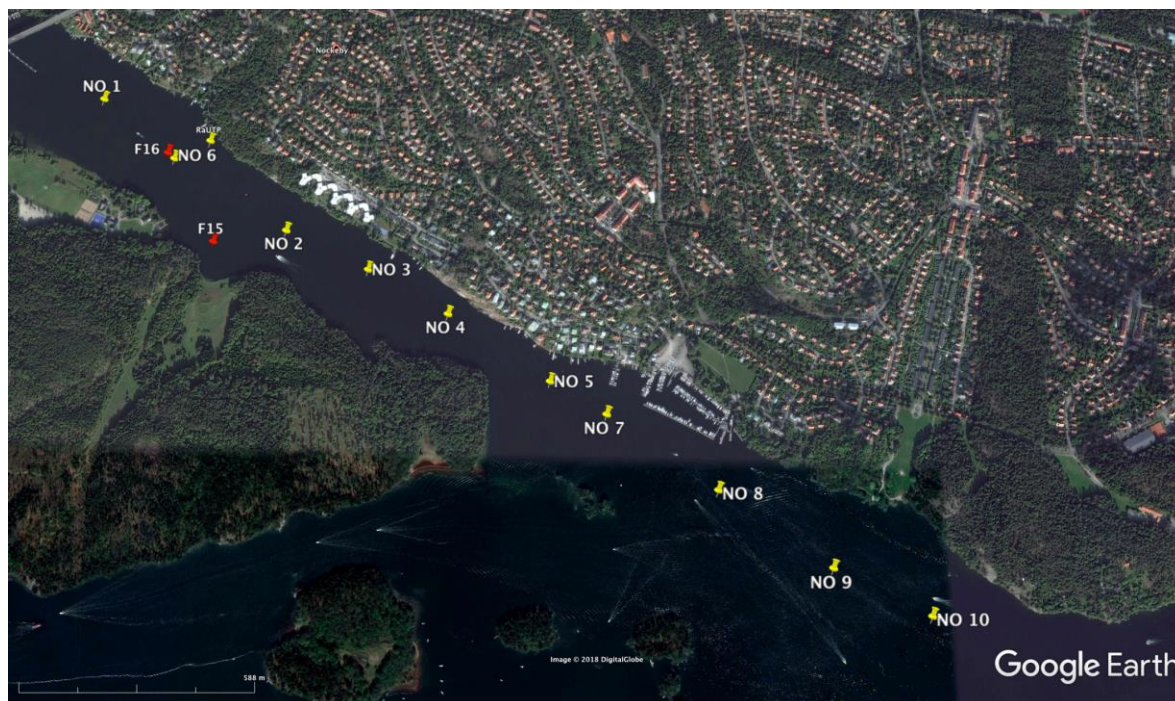
¹PAH M = fem PAH med medelhög molekylvikt

²PAH H = åtta PAH med hög molekylvikt

3 MATERIAL OCH METODER

3.1 Undersökningsområdet

Provtagningsstationernas läge framgår av Figur 1.



Figur 1. GoogleEarth-bild över undersökningsområdet med provtagningsstationerna NO1-NO10 markerade. Även provtagningsstationerna F15 och F16 från en bottenundersökning 2014 har lagts in (Sahlin 2015).

3.2 Provtagning

3.2.1 Provtagningsbåten R/V Perca

Fältinsatserna genomfördes från undersökningsbåten R/V Perca (Fig. 2).



Figur 2 Undersökningsbåten R/V Perca.

Data för provtagningsbåten R/V Perca

Längd 7,0 m, bredd 2,4 m, maxfart 23 knop, marschfart 17 knop. Maskin: 4-cylindrig Yanmar diesel, 100HK. Gångvärme samt Webasto dieselvärmare. Provtagningsutrustning: Eldriven provtagningsvinsch som klarar Gemini-hämtare, tillgång till många typer av provtagningsutrustning, kylskåp/frysbox. Elsystem: 12V, 240V portabelt elverk. Navigatorisk utrustning: Radar av märket Furuno, ekolod, Garmin GPS/kartplotter, VHF-radio. Kan ombaseras sjöledes eller på trailer.

3.2.2 Positionering

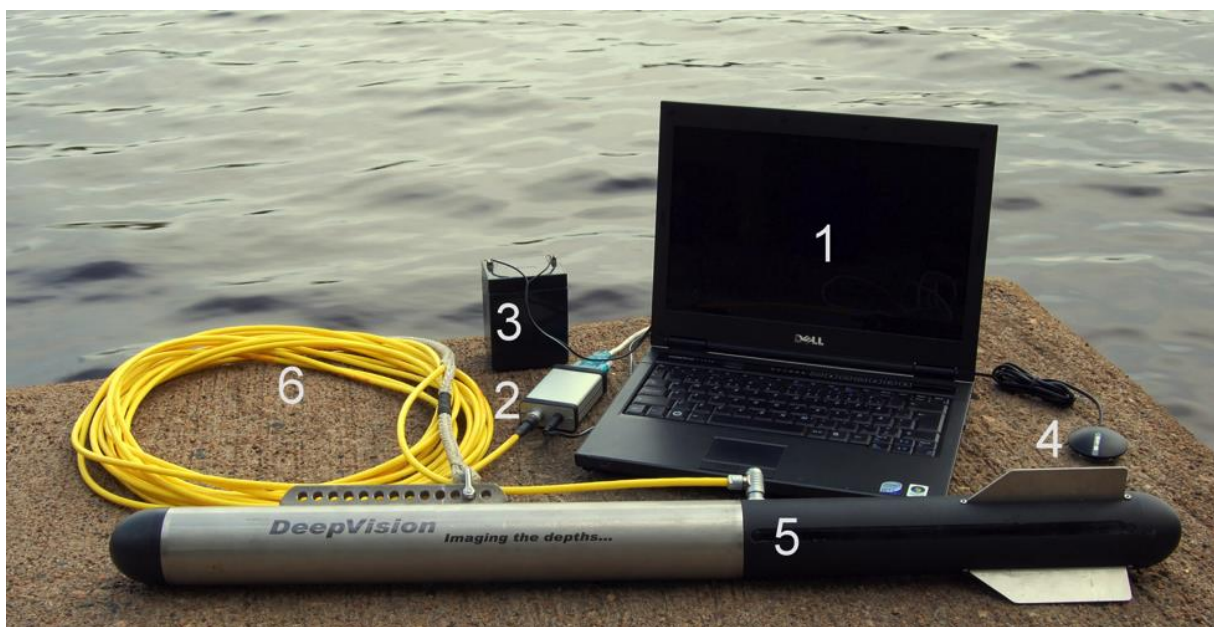
Positionering genomfördes med en GPS-utrustning av märket No: BU-353 kopplad direkt till dator. Utrustningen medger en positionsnoggrannhet av 2-3 meter.

3.2.3 Djupmätning

Djupkartering skedde med ett ekolod av märket Garmin 400C. Ekolodet registrerade djupet kontinuerligt.

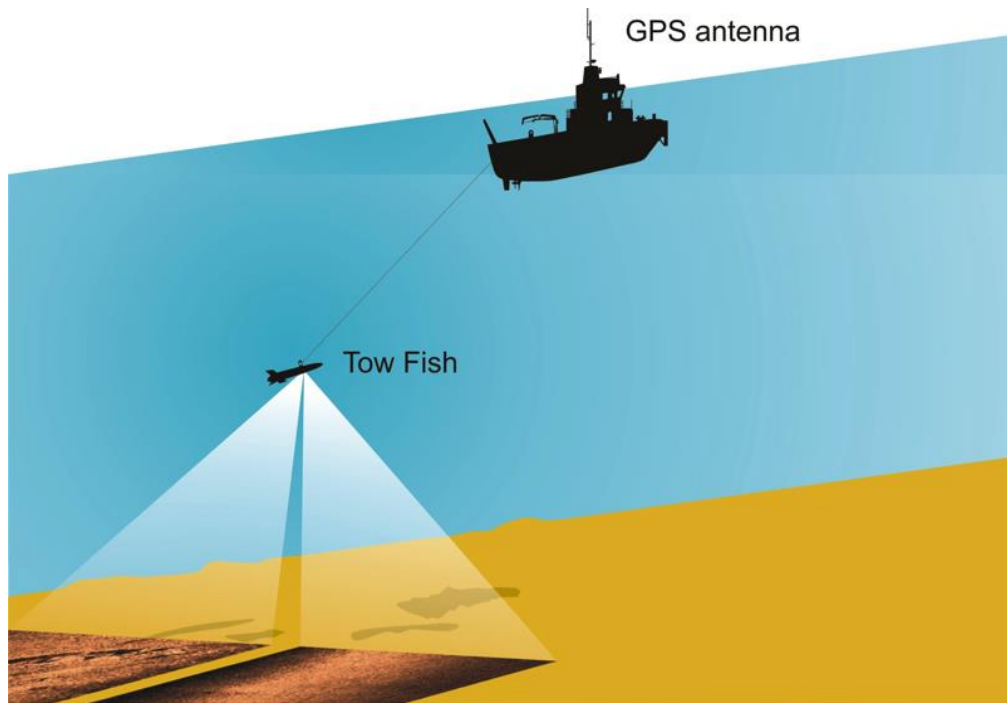
3.2.4 Kartering med side scan sonar

Utrustningen som användes var en Side scan sonar av typ DeepVision (340 KHz) med towfish DeepEye 340 SS (DeepVision, 2009; Fig. 3). Svepvidden går att variera mellan 30-200 meter åt varje håll beroende på bottenpografi och områdets djupförhållanden. Man kan även välja att bara scanna antingen åt styrbord eller babord. Sonarkabeln lades fast på ett knapet styrbord akter. GPS-mottagaren sattes fast alldeles intill knapet. Sonaren sänktes till ca 2 meters djup. Med den fart som användes, mellan 2 och 6 knop, innebar detta att sonarfiskens position var mindre än en meter akter om GPS-mottagaren.



Figur 3 Portabel side scan sonar av typ DeepVision (340 KHz). 1/ Dator , 2/ ytenhet, 3/ batteri, 4/ GPS-antenn, 5/ sonarfisk, 6/ kabel.

En sidtittande sonar använder ljudvågor för att registrera olika bottentyper. Ordet sonar är en förkortning av "sound navigation and ranging". I en torpedliknande "fisk" (Fig. 4) som bogseras efter båten sitter två uppsättningar sändare/mottagare, som läser av babords respektive styrbords sida (vinkelrätt mot instrumentets färdriktning). Ljudvågor utsändes från sändaren i fisken och reflekteras mot botten. I fisken omvandlas dessa till elektriska impulser, som går till datorn ombord på båten, varvid en horisontell skalriktig bild av botten erhålls. Starka reflektioner (hårda bottenar och hårda föremål) avbildas som ljusa partier i sonarplottet och svaga reflektioner (mjuka bottenar) avbildas mörkare. Sonarkarteringen ger en ytriktig "flygbild" över botten.



Figur 4 Principskiss för side scan sonar-kartering.

3.2.5 Sedimentprovtagning

Fältundersökningarna genomfördes den 4 oktober 2017. Ytsedimentprovtagning (0-5 cm) utfördes med ponarhämtare. På alla stationer utfördes även provtagning av en sedimentkärna för dokumentation av lagerföljden.

Vid provtagningen upprättades ett fältprotokoll för varje provtagningsstation där positionen i WGS-84, sedimentkaraktistik, provtagningsdjup och övriga observationer noterades. I efterhand har positionerna även omräknats till SWEREF 99 1800.

3.2.5.1 Sedimentprovtagare

Två olika sedimenthämtare användes vid undersökningen.

3.2.5.1.1 Ponarhämtare

För ytsedimentprovtagningen användes den välbeprövade och för ytsedimentprovtagning ofta

nyttjade modifierade Ponarhämtaren (Håkanson och Jansson 1983). Den har en enkel och funktionellt tillförlitlig konstruktion. Löstagbara vikter gör att den kan användas på såväl mjuka som hårda bottenar (Fig. 5).

Hämtaren medger fri vattenpassage under nedfiring. När den nått botten och draget i vajern upphör frisläpps låsmekanismen varvid hämtaren stänger när uppfirning påbörjas. Stor vikt lades vid att kontrollera att hämtaren inte var toppfylld, vilket kan medföra att delar av ytsedimentet gått förlorat. Från Ponarhämtaren uttogs prov som representerar de översta 0-2 cm av sedimentet.



Figur 5 Vänster: Ponarhämtaren laddad och redo för hugg. Höger: Uttagning av ytsedimentprover.

3.2.5.1.2 Geminihämtare

Provtagning av sedimentkärnor skedde med Geminihämtare (Winterhalter 1998; Fig. 6). Hämtaren, som även benämns Gemax, utvecklades under början av 1990-talet av den finske sedimentologen Lauri Niemistö. Den består av ett metallskelett i vilken man fäster två plaströr som medger fri vattenpassage på nedvägen. Två utfällda armar fungerar som låsmekanismer och slår igen då provtagaren tas upp. Detta förhindrar att sedimentet rinner ur provtagaren. Den är lätt att använda, framförallt på mjukbottenar, men kan även användas på något hårdare sediment då det går att hänga på extra vikter. Provtagningsrören är genomskinliga, vilket medger en första kontroll av sedimentkärnornas utseende på plats i fält. Rören är 80 cm långa och har en innerdiameter på 80 mm, vilket medger att relativt stora mängder prov, 50 ml per cm från varje kärna, kan tas ut för analys. Den stora fördelen med Geminihämtaren är att den tar två sedimentkärnor samtidigt. Därmed erhålls dubbelt så stor mängd material från varje nivå, något som är viktigt när materialkrävande analyser skall utföras för att erhålla tidstrender.



Figur 6 Vänstra bilden: Gemini-hämtaren surrad för transport. Högra bilden: Geminihämtaren laddad och redo för hugg.

3.2.5.2 Provhantering

Kärnorna förvarades så svalt som möjligt ombord och transporterades efter provtagningen till kylrum och förvarades i + 4° C i avvaktan på dokumentation.

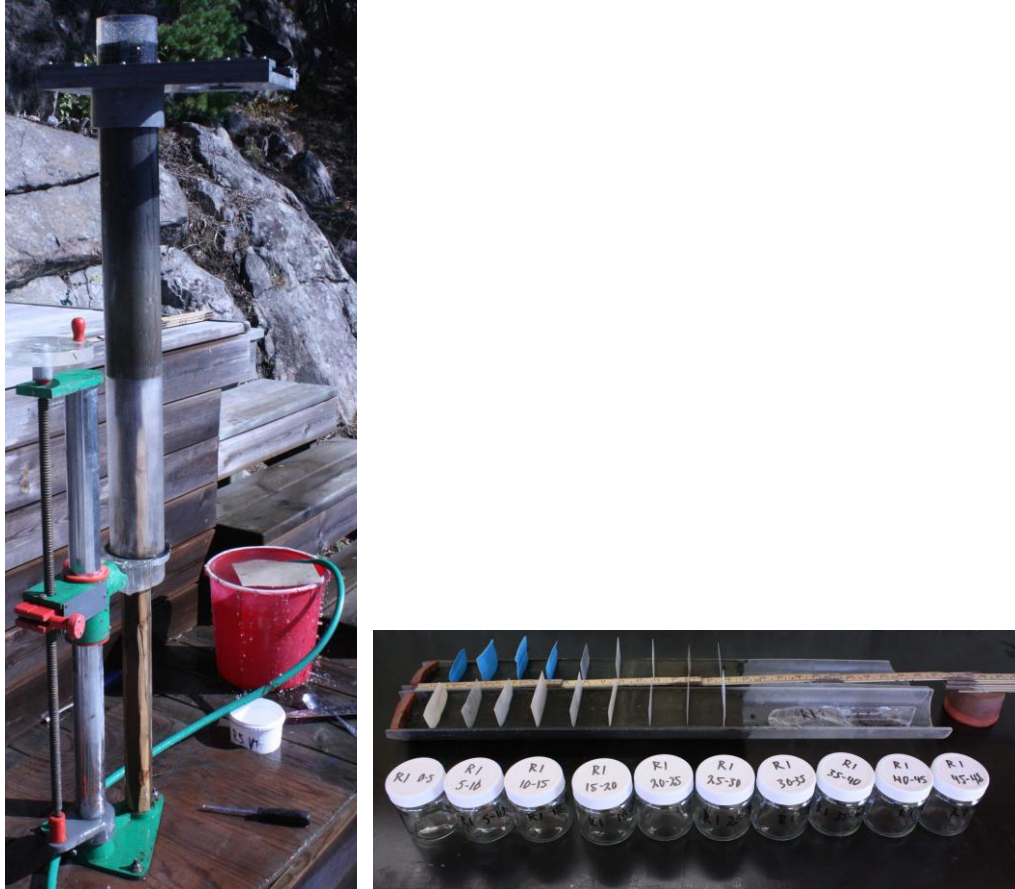
Ytsedimentproverna och kärnorna transporterades efter provtagningen till kylrum och förvarades i + 4° C i avvaktan på dokumentation, provuttag och vidare transport till ALS för analys.

3.2.5.3 Dokumentation av sedimentkärnor

För att undvika att löst sediment rann ut i samband med utskjutningen placerades sedimentkärnorna avsedda för dokumentation i frysbox i ca 2 timmar så att de yttersta 3-4 mm frös till. Efter en snabb spolning med varmt vatten pressades sedimentkärnan ut ur röret med en utskjutare. Ett tunt isskikt både på ytsedimentet och på sidorna hindrade härigenom utflytning av löst sediment. Efter utskjutning av kärnan klövs den på mitten och de båda kärnhälvorna placerades i två rännor. De två halvorna fotograferades med digitalkamera. Bilderna överfördes sedan till dator för vidare bildanalys. I datorn analyserades kärnorna noggrant med avseende på bland annat laminering, varvantal, varvtjocklek, färg och struktur.

3.2.5.4 Snittning av sedimentkärna

Kärnan som skulle användas för analys av metaller och miljögifter snittades med snittningsutrustning för Gemini-hämtaren (Fig. 7 vänster). Prover uttogs på 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 o.s.v. ned till kärnans maxdjup 55 cm. Kärnan som delades för dokumentation användes även den för provuttag (Fig. 7 höger).



Figur 7 Vänster: Direkt snittning av Gemini-kärna. Höger: Provtagning av utskjuten Geminikärna.

3.3 Analyser

Fysikalisk-kemiska analyser har utförts av ALS Scandinavia AB.

3.3.1 Sedimentologiska basparametrar

3.3.1.1 Vattenhalt

Vattenhalten bestämdes av ALS efter frystorkning enligt metod DIN 38414-S22.

3.3.1.2 Glödförlust

Glödförlust bestämdes av ALS enligt DIN EN 15169.

3.3.1.3 Totalt organiskt kol (TOC)

Bestämning av TOC enligt DIN ISO 10694.

3.3.2 Metaller

Bestämning av metaller enligt ALS analyspaket M-2. Provet har torkats vid 50°C och elementhalterna torrsbstanskorrigerats. Upplösning har skett med salpetersyra och

slutbestämning har skett med ICP-SFMS enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod).

3.3.3 Organiska ämnen

3.3.3.1 Tennorganiska föreningar

Bestämning har skett enligt metod ISO 23161:2011 med sur extraktion och slutbestämning har skett med GC-ICPMS.

3.3.3.2 Polyklorerade bifenyler

Bestämning av polyklorerade bifenyler PCB (7 kongener) har skett enligt DIN ISO 10382. Slutbestämning har skett med GC-MS.

3.3.3.3 Polycykliska aromatiska kolväten

Bestämning av polycykliska aromatiska kolväten, PAH (16 föreningar enligt EPA). Mätning utfördes med GC-MS.

PAH cancerogena utgörs av benso(a)antracen, krysen, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren, dibenso(ah)antracen och indeno(123cd)pyren.

PAH summa M: fluoren, fenantren, antracen, fluoranten och pyren

PAH summa H: benso(a)antracen, krysen, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren, indeno(1,2,3-c,d)pyren, dibenso(a,h)antracen och benso(g,h,i)perylen
Enligt direktiv från Naturvårdsverket oktober 2008.

PAH summa 11 utgörs av fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benso(a)antracen, krysen, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren, benso(ghi)perylen och indeno(123cd)pyren. Enligt naturvårdsverkets rapport 4914.

4 RESULTAT

4.1 Djupkartering

Området är karterat tidigare dels via Sjöfartsverkets sjökort 111 och djupmätning av Myrica AB 1999 (Myrica 1999). Av denna anledning utförde inte vi någon djupmätning.

4.2 Kartering med side scan sonar

Sonarkarteringen genomfördes den 4 oktober 2017 inom navigeringsbara delar av Nockebysundet längs 4 transekter av varierande längd (Fig. 8). Provtagningsbåtens fart under karteringen var 4-5 knop. Sonarens svepvidd var normalt 2x100 m och sonarfisken bogserades på ett djup av 2-3 m. Det breda omväxlande mörka/ljusa området i mitten på varje transekt representerar en blind sektor rakt under fisken. Ju bredare den blinda sektorn är desto större är vattendjupet.

4.2.1 Översiktligt

I översikten visas undersökningens sonarplott inlagda i Google Earth. Man kan med fördel förstora bilderna i Word för att studera detaljer. Emellertid begränsas upplösningen i denna typ av fil. Vill man komma längre i detaljupplösning kan man studera separata kmz-filer som har samma geografiska utbredning som bilderna nedan. Behövs ännu högre detaljrikedom kan man studera de enskilda sonarfilerna som har en avsevärt bättre upplösning. För att kunna göra detta kan man gratis ladda ned programvaran DeepView FV från www.deepvision.se.

Undersökningen visade på en stor mängd ekon förorsakade av mänsklig aktivitet av olika slag som t.ex. brofundament, avbärare, muddringsrännor, rörledningar, vrak etc.



Figur 8 Sonaröversikt över Nockebysundet.

En stor del av bottenarean utgörs av mjukbottnar. Detta framgår av att stora arealer visar en mörkt brun kulör. Ljusare partier indikerar hårdare, och därmed ofta, grundare bottnar. Bandet i mitten på transekten ligger rakt under sonaren och representerar ljudets gång genom den fria vattenmassan och utgör på detta vis en ”blind” sektor under sonarfisken. Ju bredare detta spår är desto större är vattendjupet.

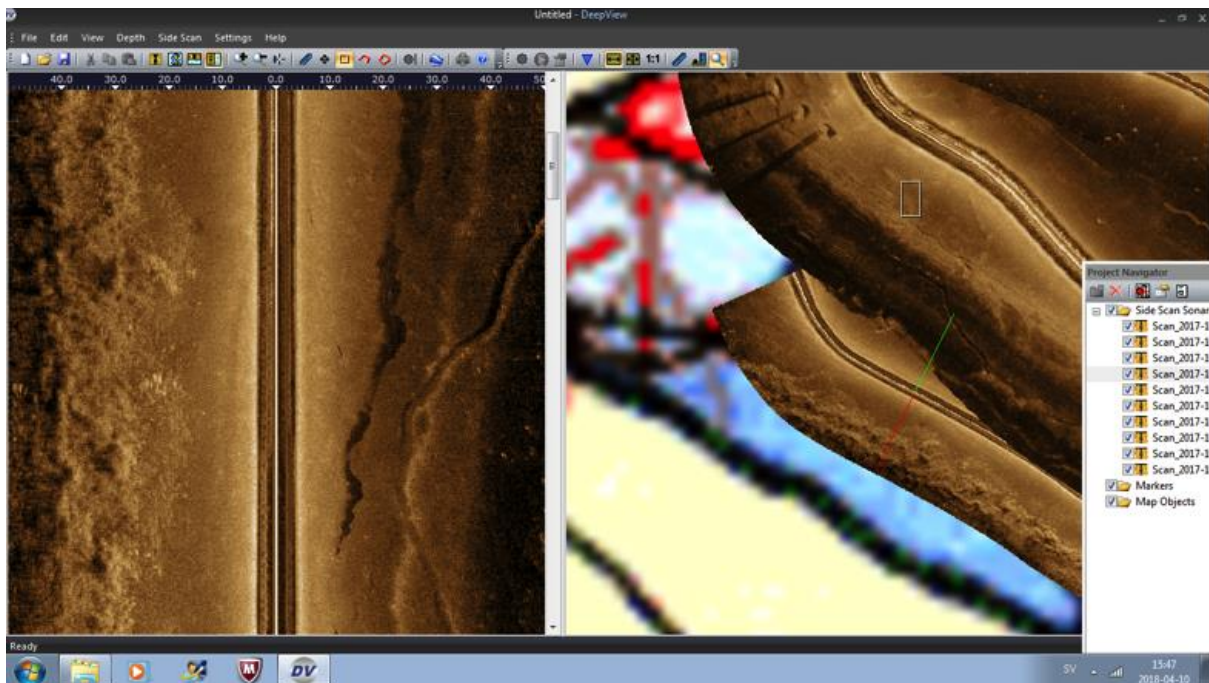
4.2.1.2 Iakttagelser från sonarunderlaget

I detta avsnitt görs en genomgång av speciella iakttagelser som gjorts från sonarplotten. Dessa har även bl.a. använts som underlag för att beskriva bottenodynamiken i sundet (Avsnitt 5.1). En stor mängd iakttagelser kan göras beträffande bottenformationer etc. utifrån side scan sonar-underlaget. Alla dessa speciella företeelser kan med fördel studeras genom systematisk genomgång av de enskilda sonar-filerna. I det följande nämns endast några mycket påtagliga iakttagelser som gjorts utifrån sonarplotten.

4.2.1.2.1 Detaljer

4.2.1.2.1.1 Muddringsbrant

I anslutning till Nockebybron har muddring företagits och spåren framgår tydligt av sonarplottet just sydost bron (Fig. 9). Den vänstra delen av figuren visar sonarplottet i detalj.



Figur 9 Detaljbild från Nockebysundet visande muddringsbranter strax sydost om Nockebybron.

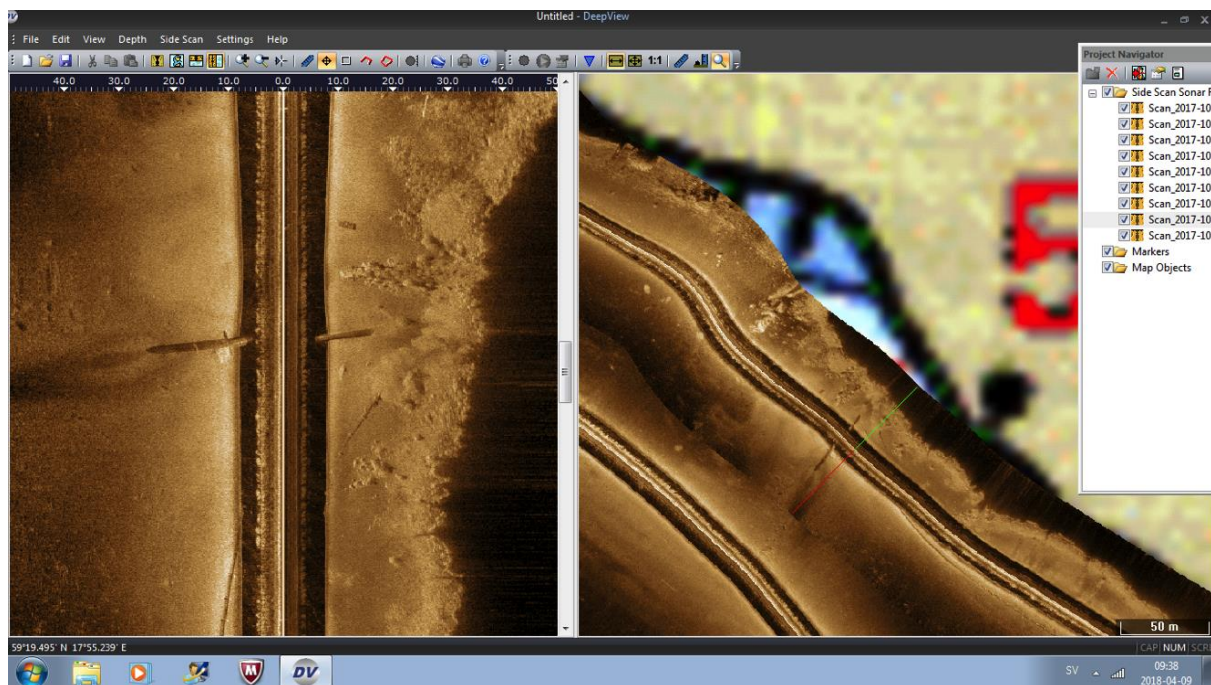
Bilden är ytriktig och fartyget har gått nedifrån i bild och uppåt och det mörka spåret i mitten ligger rakt under sonarfisken. Det representerar en blind sektor rakt under fisken. Skalan i meter ut åt sidan återfinns i plottets övre del och visar avståndet från fartyget i sidled, i detta fall max 50 m styrbord och babord. Den högra delen av bilden visar sonarplotten inlagda i sjökortet. Mitten på den vänstra bilden representeras av ett grönt/rött streck i mitten på den högra bilden och visar positionen för sonarplottet till vänster. Detta streck visar babord i den

röda halvan och styrbord i den gröna. Denna typ av streck finns i alla sonarfigurerna nedan, men kan vara svår att hitta. Prova med att förstora texten till 500 % så brukar det gå att hitta var linjen går.

I den vänstra bilden syns till höger en tydlig skugga som sträcker sig snett upp till vänster. Detta motsvarar muddringsbrantens närmaste kant. Den mörka skuggan vid sidan av branten uppkommer på samma sätt som solstrålarna ger skugga på land.

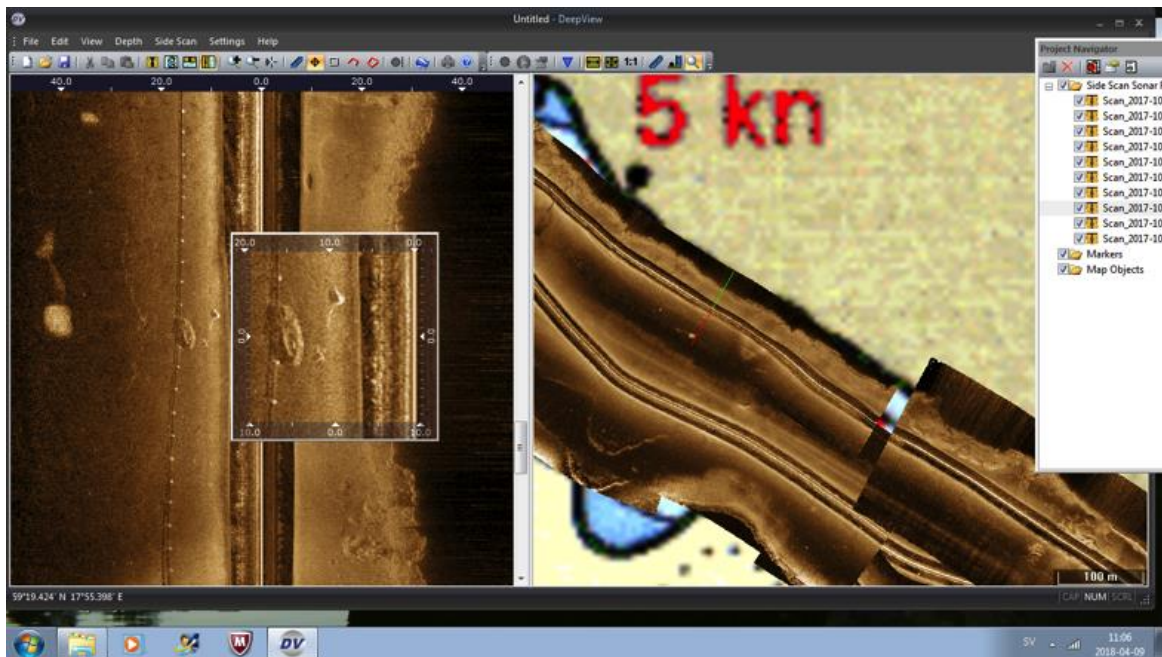
4.2.1.2.1.2 Rörledningar

Rörledningar kan iakttas på flera håll i Nockebysundet. En särskilt intressant ledning visas i figur 10. I bilden ser man i den vänstra delen av plottet en grov ledning (bredare än 1 m) som med stor sannolikhet är den gamla utläppspunkten från Bromma reningsverk. Där röret mynnar till vänster om mittlinjen ser man även en oval ytformation som sannolikt härrör från utblåset från ledningen. I den högra delen av bilden ser man sonarplottet inlagt i sjökortet. Här ser man också en smal rödgrön linje som motsvarar mitten på den vänstra bilden. Grönt betyder styrbord och rött betyder babord. Strax ovanför den gröna linjen ser man en röd fläck. Denna symboliserar början på den röda rörmarkeringen i sjökortet. I den vänstra bildrutan syns en annan ledning som går ut nedanför huvudledningen snett nedåt. Längst ned till vänster ser man tydligt denna ledning med ”punkter” på som markerar tyngder för att hålla ned ledningen.



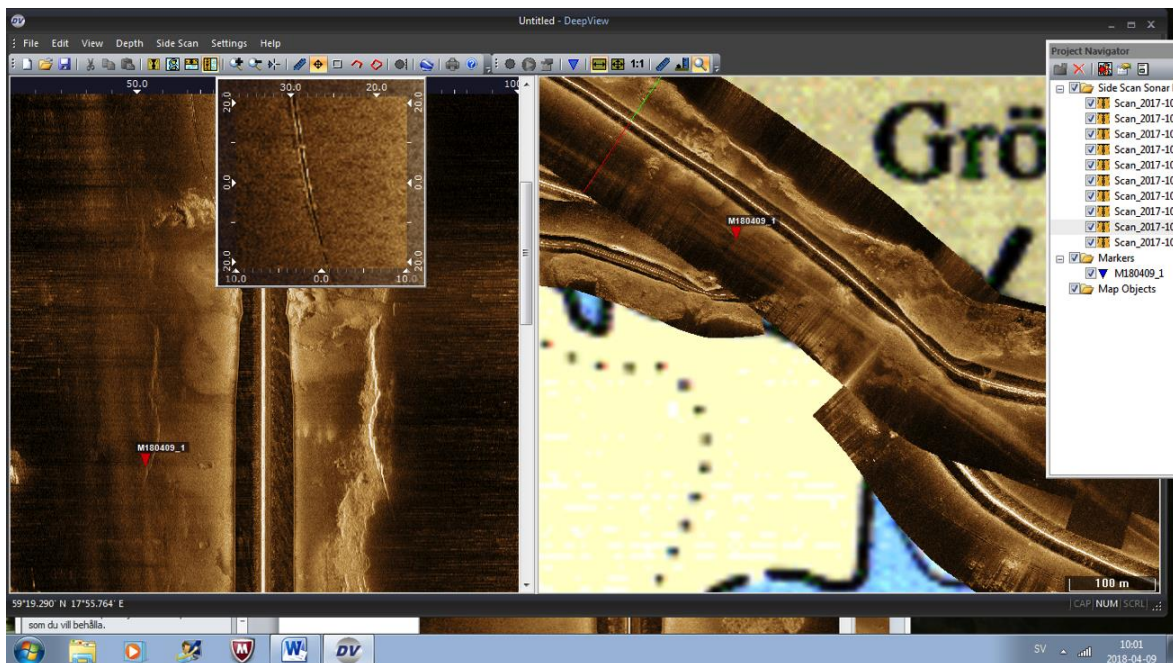
Figur 10 Detaljbild från Nockebysundet visande rörledningar som sannolikt har kopplingar till den gamla utläppspunkten från Bromma kommunala reningsverk. Rörledningarna utgår från Nockebylandet.

Denna ledning, som sträcker sig från gamla utläppspunkten och vidare sydostvärt i sundet, syns tydligt på sonarplottet hela vägen ned mot provtagningsstationen NO4. Drygt 200 m sydost om den gamla utläppspunkten ligger ett 8-10 m stort vrak i direkt anslutning till ledningen (Fig. 11).



Figur 11 Detaljbild från Nockebysundet visande ett vrak vid (på?) rörledningen genom Nockebysundet.

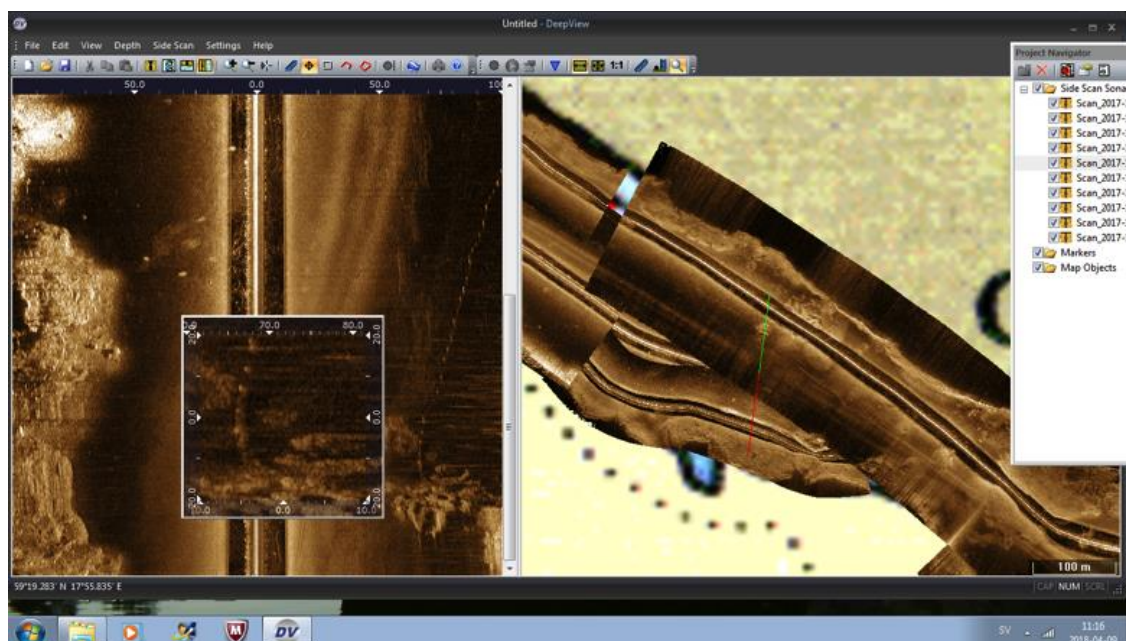
I den övre vänstra delen av figur 12 framgår hur ledningen kommer uppifrån till vänster om extrarutan. Denna ruta är en uppförstoring (ca 2 ggr) av området till vänster om den och här ser man mycket tydligt ledningen. Alldeles nedanför 0.0 i extrarutans nedre del och snett åt höger ser man svagt ledningen gå iland. Området där den går iland är mycket ljusare än andra delar vilket innebär att materialet är hårdare. De mörka områdena just till vänster om 0.0 är skuggor från hårdare bottenpartier som sticker upp från botten.



Figur 12 Detaljbild från Nockebysundet visande en rörlednings närhet till provtagningspunkten NO4.

Provtagningspunkten NO4 är inlagd som den röda triangeln i den vänstra nedre delen av bilden. Den framgår även i den högra bildens övre vänstra del. Som framgår uppe i kanten av den vänstra bilden har vi använt svepvidden 0-100 m åt vardera hållet. Avståndet mellan NO4 och ledningens landningspunkt är sålunda endast ca 100 m.

I figur 13 granskas landningszonen för ledningen noggrannare. Man kan konstatera att den måhända inte är idealisk med hårda kuperade bottenar. Den mindre fyrkanten är en uppförstoring av en del av sonarplottet till vänster som visar hur ledningen svänger in emot Nockebylandet. Rören ligger ovanpå bottenen, vilket framgår av de tydliga förankringspunkterna som ligger på ungefär 5 meters avstånd mellan tyngderna längs ledningen.



Figur 13 Detaljbild från Nockebysundet visande en rörlednings ”landningspunkt” vid Nockeby.

4.3 Sedimentologiska basparametrar

Sedimentologiska basparametrarna torrsubstanshalt (TS), glödförlust (LOI) och totalt organiskt kol (TOC) i de undersökta ytsedimenten (0-2 cm) redovisas i Tabell .

Tabell 3 TS-halt, glödförlust LOI och totalt organiskt kol (TOC) i ytsediment.

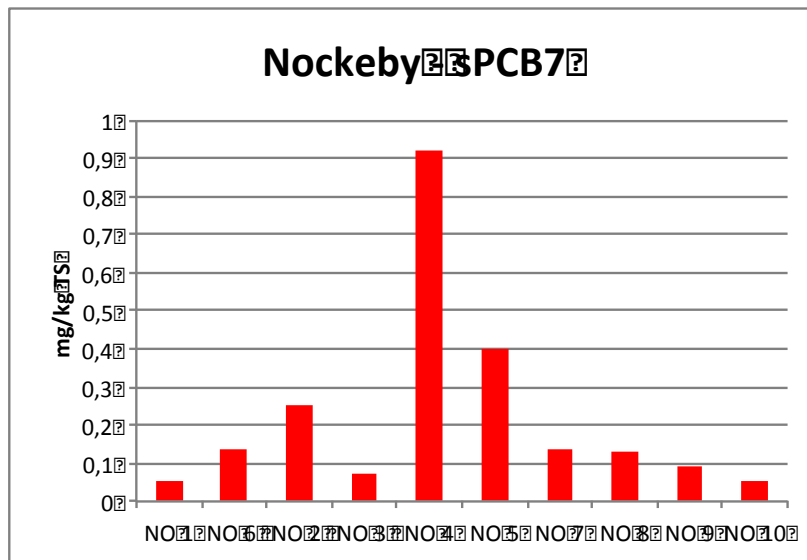
Station	TS-halt [%S)	Glödförlust [%S)	TOC [%S)
NO1	23,3	7,9	3,8
NO5	26,3	20,9	12
NO2	18,7	12,3	6,6
NO3	38,7	7,5	5,5
NO4	21,7	14,8	8,8
NO5	15,7	17,2	6,1
NO7	14,7	13,1	6,1
NO8	15,6	13	6,1
NO9	14,1	12,8	6,1
NO10	13,9	12,9	5,9

4.4 Föreningar

4.4.1 Areell fördelning

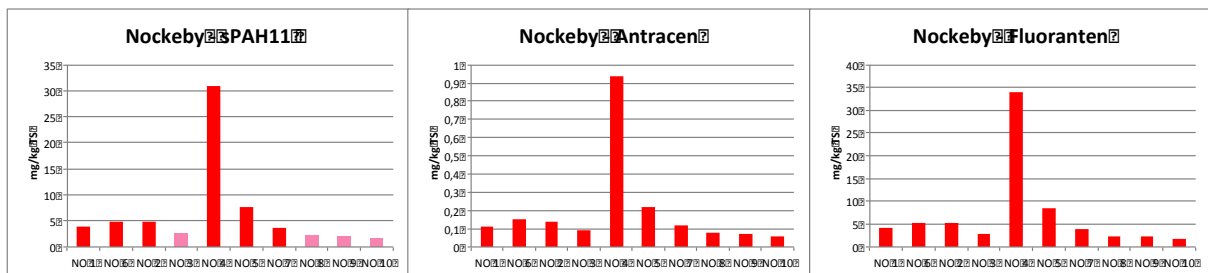
4.4.1.1 Organiska föreningar

I Figur 14 visas halter av sPCB7 i den undersökta transekten.

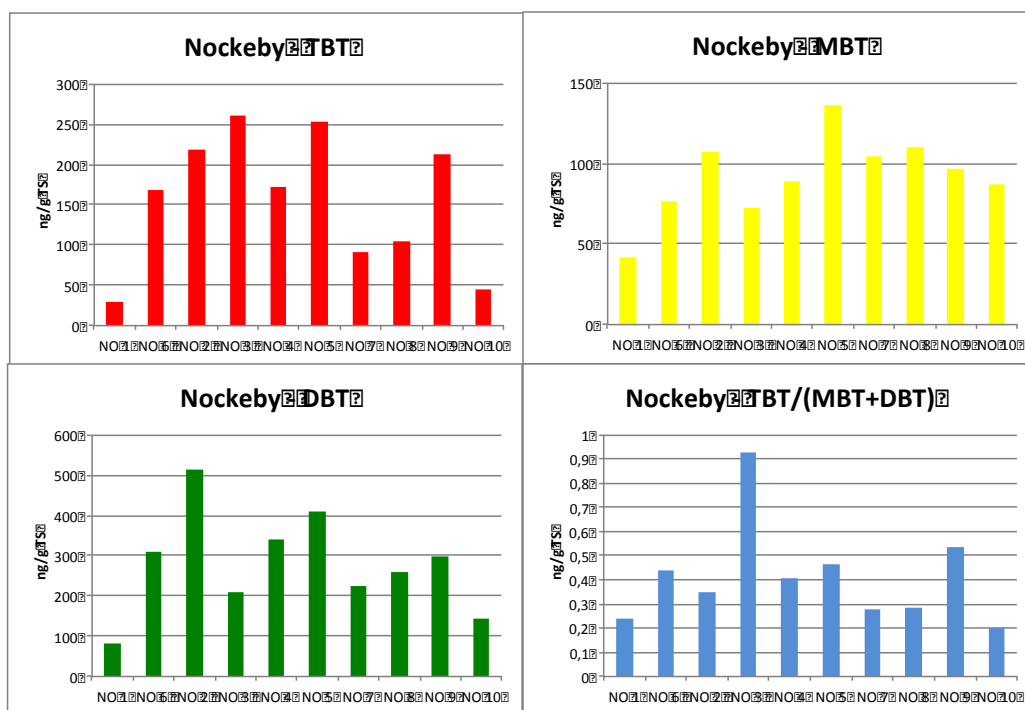


Figur 14 Halter av sPCB7 i ytsediment från det undersökta området. Halterna är klassade i enlighet med färgskalan i Tabell 2.

I Figur 15 visas halter av sPAH11, antracen och fluoranten i den undersökta transekten.



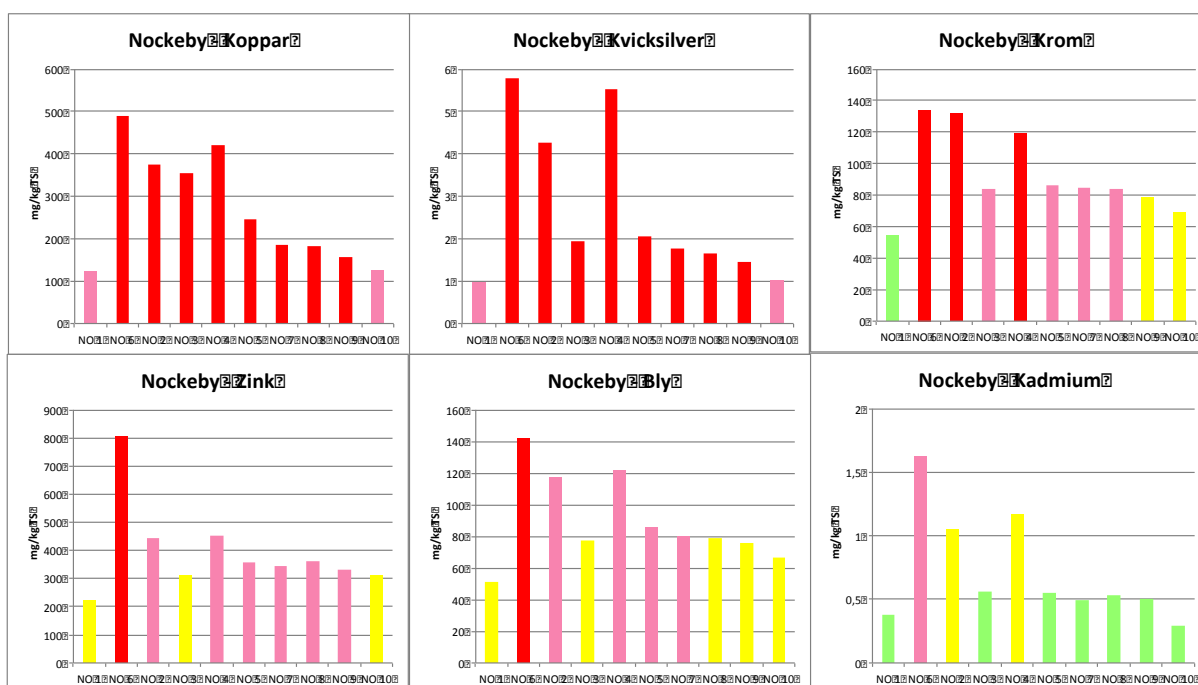
Figur 15 Halter av sPAH11, antracen och fluoranten i ytsediment från det undersökta området. Halterna är klassade i enlighet med färgskalan i Tabell 2.



Figur 16 Halter av TBT, MBT, DBT och kvoten TBT/(MBT+DBT) i ytsediment (0-2 cm) från det undersökta området. Färgerna har inget med klassning att göra.

4.4.1.2 Metaller

I Figur 17 visas halter av metaller i den undersökta transekten.

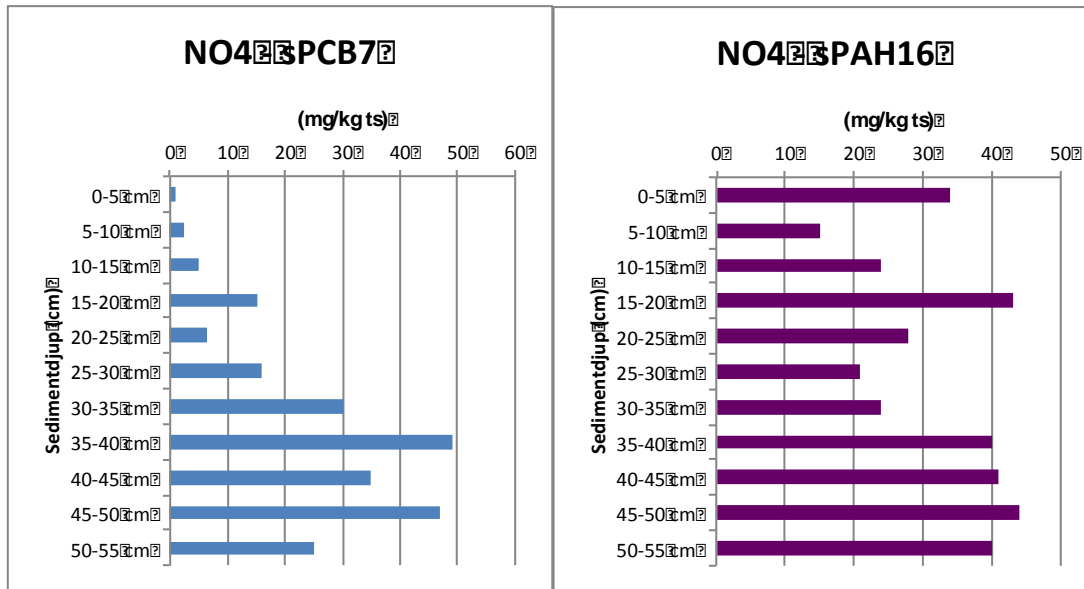


Figur 17 Halter av koppar, kvicksilver, krom, zink, bly och kadmium i ytsediment (0-2 cm) från det undersökta området. Halterna är klassade enligt färgschema i Tabell 1.

4.4.2 Föroreningshistorik

4.4.2.1 Organiska föroreningar

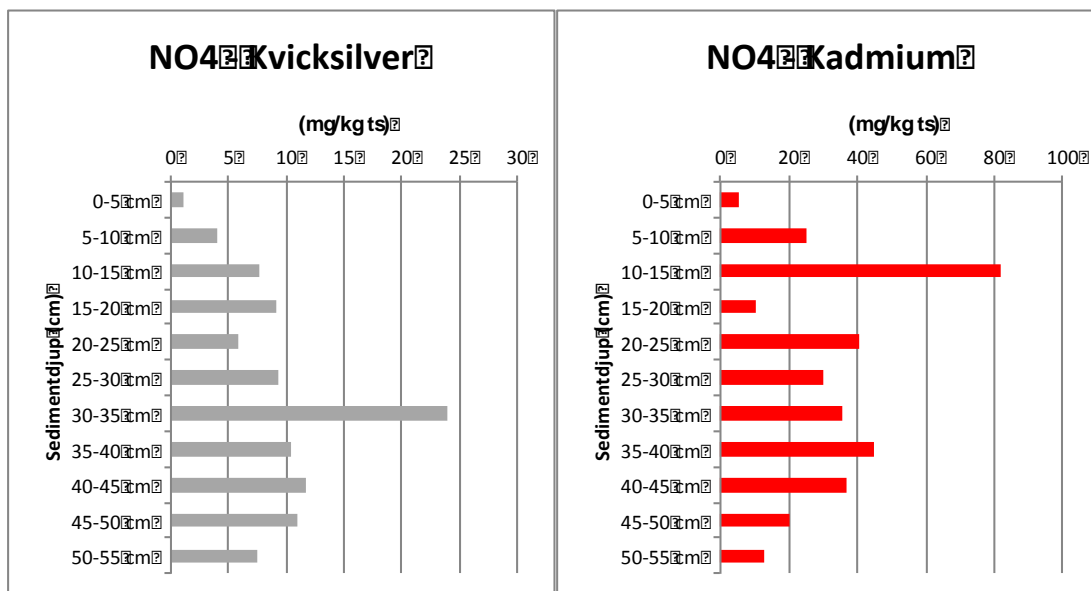
I Figur 18 visas halter av sPCB7 och sPAH16 i en sedimentkärnprofil från station NO4.



Figur 18 sPCB7 och sPAH16 i en sedimentkärnprofil från station NO4.

4.4.2.2 Metaller

I Figur 19 visas halter av kvicksilver och kadmium i en sedimentkärnprofil från station NO4.



Figur 19 Halter av kvicksilver och kadmium i en sedimentkärnprofil från stn. NO4.

5 DISKUSSION

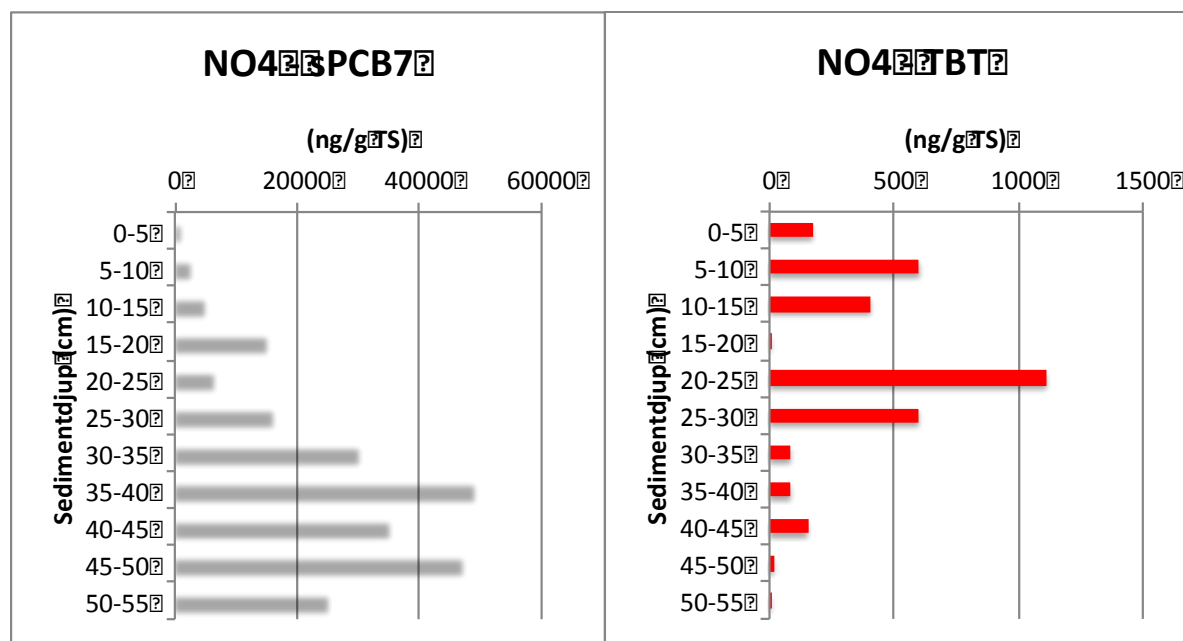
5.1 Bottendynamik

I ett sjöområde av Nockebysundets storlek brukar gränsen mellan erosions- och transportbottnar (E/T-bottnar) å den ena sidan och ackumulationsbottnar (A-bottnar) å den andra ligga på mellan 2 och 4 meter (Jonsson 2012; Jonsson och Karlsson 2012; Jonsson och Karlsson 2013; Jonsson 2014; Rydin et al. 2016; Jonsson 2017). Utifrån sonarkarteringen kan konstateras att bottarna i Nockebysundet till stor del täcks av mjuka sediment utom i de grundare delarna av sundet i anslutning till farleden, där något hårdare sediment finns.

I den norra grundare delen är sedimenten sannolikt tämligen påverkade av mänskliga ingrepp som t.ex. anläggande av brofundament och avbärare, muddring samt erosion orsakad av fartygstrafik. Det maximalt tillåtna djupgående i Nockebysundet är 5,8 m (SjöV 2018), vilket innebär att i farleden sker säkerligen erosion ned emot 8 meters djup. Det är därför inte möjligt att på vanligt sätt utifrån sonarkarteringen i kombination med sedimentprovtagning bestämma gränsen mellan ackumulation och erosion/transport.

Utifrån sedimentologiska basparametrar (Tab. 3) bedöms provtagningen ha utförts på bottnar med deposition av kohesivt finmaterial lämpliga för sedimentkemiska undersökningar. Stationen NO3 hade emellertid en avvikande hög TS-halt och relativt låg organisk halt (Tab. 3), varför uppmätta halter från denna station skall tolkas med försiktighet.

Kärnan NO4 från Nockebysundet uppvisar i den nedre delen, från 47 cm och nedåt, diffusa lamineringar som kan användas vid utarbetandet av en översiktlig tidsskala. Analysresultaten uppvisar dessutom tydliga tidstrender vad gäller sPCB7 och TBT (Fig. 20), vilket i kombination med lamineringarna innebär att en översiktlig datering kan göras utifrån kända storskaliga generella tidstrender för dessa föroreningar.

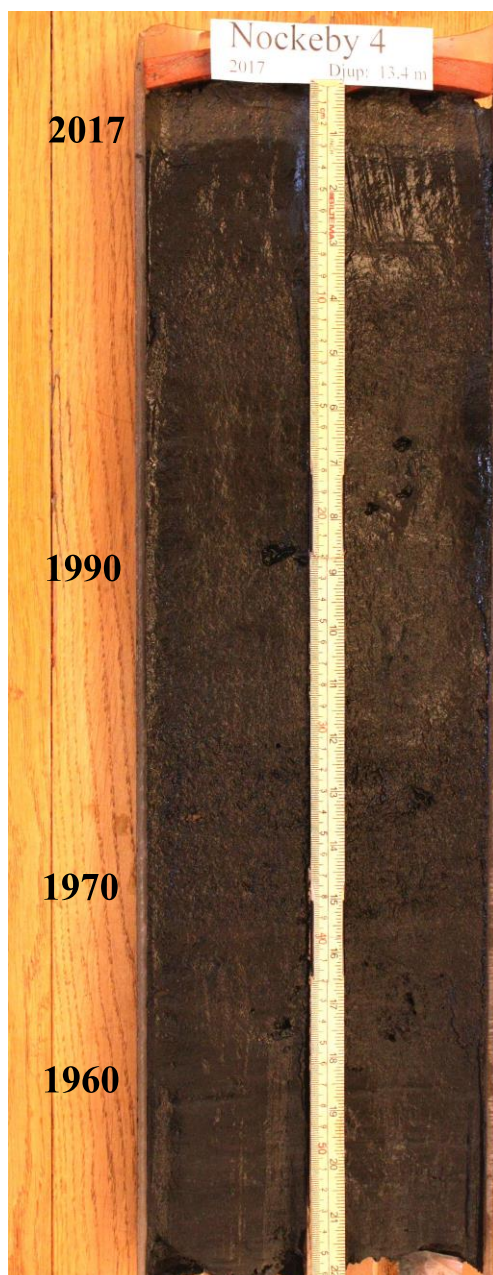


Figur 20 Halter av sPCB7 och TBT i sedimentkärnan från station NO4.

I figur 21 görs ett försök till datering av sedimentkärnan Nockeby 4 utifrån följande antaganden:

- PCB introducerades under 1930-talet
- TBT introducerades i början av 1960-talet
- PCB nådde maxhalter i början av 1970-talet
- Många metaller nådde maxhalter under 1970-talet
- TBT nådde maxhalter under 1990-talet

TBT uppträdde första gången på 1960-talet, som motsvaras av nivån kring 40-45 cm (Fig. x) och nådde max-värden i början på 1990-talet motsvarande 20-25 cm. PCB nådde pikvärde i början av 1970-talet, vilket motsvarar ungefär 35-40 cm. Även metallerna nådde max-värden på 1970-talet. Enstaka max-värden för kvicksilver på 30-35 cm och för kadmium på 10-15 cm betraktas i detta sammanhang som outliers.



Figur 21 Försök till datering av sedimentkärnan Nockeby 4,NO4 från Nockebysundet.

Om vi antar att försöket till datering av sedimentkärnan från NO4 är korrekt har ca 47 cm sediment avsatts sedan 1960 vilket motsvarar en genomsnittlig sedimenttillväxt med ca 8 mm/år. Jonsson et al. (2003) fann att sedimenttillväxten i 27 fjärdområden från den svenska ostkusten varierade mellan 1 och 70 mm per år med ett medelvärde på 17 mm/år. I Västeråsfjärden (Jonsson 2013) var tillväxten generellt lägre och beräknades till i genomsnitt 10 mm/år med extremvärden på 3 resp. 14 mm/år. Jonsson (2015) fann utifrån två laminerade sedimentkärnor från Riddarfjärden att den genomsnittliga årliga sedimenttillväxten låg på 5,5-7,5 mm. I en studie av Ulvsundasjöns sediment (Jonsson manus) konstaterades varvtjocklekar på 4-8 mm. Den uppskattade sedimenttillväxten på 8 mm/år för station NO4 i Nockeby-sundet är sålunda i rimlig överensstämmelse med tidigare undersökningar i Mälarens sediment.

5.2 Areell fördelning av föroreningar

Variationen i halter av de undersökta ämnena i sedimenten utmed den undersökta transekten tyder på att huvudsaklig deposition av PCB-er skett i anslutning till stationen NO4 och att det skett en viss spridning sydvart (Fig. 14). PCB-halterna klingar emellertid snabbt av söder om station NO5. Ett liknande spridningsmönster noteras för PAH-er (Fig. 15). För metallerna kadmium, kvicksilver, krom, koppar, zink och bly (Fig. 17) förefaller området mellan NO6 och NO4 utgöra ett lokalt depositionsområde. För övriga undersökta metaller och tennorganiska föreningar noterades ingen uppenbar variation i halter mellan de undersökta stationerna. Sammantaget tycks den tidigare konstaterade PCB-föroreningen av sediment ifrån området (Sahlin, 2015) utifrån ytsedimenthalterna vara geografiskt avgränsad till en förhållandevis liten yta.

5.3 Föroreningshistorik

Som framgår av Figur 18 visar PCB-halterna en successivt avtagande trend mot sedimentytan med den högsta halten ca 50 mg/kg TS vid 35-40 cm sedimentdjup och knappt 1 mg/kg TS vid sedimentytan. Detta indikerar att den huvudsakliga tillförseln av PCB ägde rum för 40-50 år sedan och att man nu befinner sig i en avklingningsfas, där en kontinuerlig sedimentation av nytt renare sediment sakta men säkert begraver de tillförda PCB-mängderna. Ett liknande mönster noteras för spårämnesmetallerna kadmium och kvicksilver (Fig. 19). För PAH noteras ungefärligen samma nivåer rakt igenom sedimentkärnprofilen, vilket indikerar en mer konstant men mycket hög tillförsel över tid.

5.4 Jämförelse fisk sediment

Sommaren 2017 insamlades fisk utanför Sötvattenlaboratoriet Drottningholm ca 2 km norr om Nockebybron. Abborre analyserades med avseende på sitt innehåll av klororganiska ämnen bland annat PCB. I Tabell 4 jämförs uppmätta halter med motsvarande värden i abborre från andra lokaler i östra och norra Mälaren. Jämförelsen är inte helt adekvat då abborren fångad utanför Drottningholm var större och äldre (7-8 år) jämfört med den mindre och yngre (3-5 år) abborre som fångades vid övriga lokaler. Uppmätta halter ger emellertid en fingervisning om att PCB-halterna i vattenområdena i anslutning till Nockebybron ligger på en urban "bakgrundsnivå" som är cirka 10 gånger högre än halterna i abborre fångad väster om Adelsö i Björkfjärden men cirka 5 gånger lägre än i Rosersbergsviken som är kraftigt påverkad av utflödet från den PCB-kontaminerade Oxundasjön (Hållén et al., 2017). I Oxundasjön har PCB-halter av ungefärligen samma storleksordning som vid stationen NO4 i

föreliggande undersökning uppmätts i sedimenten. Skillnaden är emellertid att dessa halter i sedimenten i Oxundasjön är spridda över en yta på flera kvadratkilometer (Karlsson et al., 2016) och i detta system har det skett ett betydande upptag i fisk och andra organismer exempelvis mink och signalkräfta.

Tabell 4 Σ PCB7-halter i abborre från norra och östra Mälaren fångad mellan 2013 och 2017.

Lokal	Σ PCB-7 (ng/g vv)	Referens
Drottningholm	24	IVL, opubl. data
Eolshäll	17	Karlsson & Viktor, 2014
Adelsö	2	Karlsson & Viktor, 2014
Riddarfjärden	18	Karlsson & Viktor, 2014
Årstaviken	30	Karlsson & Viktor, 2014
Ulvundasjön	34	Karlsson & Viktor, 2014
Lövsta	11	Karlsson & Viktor, 2014
Munkholmen	26	Karlsson, 2016
Rosersbergsviken	115	Karlsson, 2014
Steningeviken	23	Karlsson & Viktor, 2014
Nationellt medel insjöar	2	Karlsson & Viktor, 2014

I Tabell 5 jämförs PCB-halter i ytsediment mellan föreliggande undersökning i Nockebyområdet med motsvarande halldata från närliggande sedimentprovtagningsstationer i norra och östra Mälaren som undersökts under senare år. Det kan konstateras att Σ PCB₇-halten vid NO4 är tydligt förhöjd medan halterna vid NO1 och NO10 ligger i nivå med vad som uppmätts på flera andra platser i regionen.

Tabell 5 Σ PCB7-halter i ytsediment från norra och östra Mälaren insamlade 2007-2017.

Lokal	Σ PCB-7 (ng/g ts)	Referens
NO 1	54	Denna undersökning
NO 4	920	Denna undersökning
NO 10	55	Denna undersökning
Hägersten	88	Cato & Apler, 2011
Riddarfjärden	540	Jonsson, 2015
Lövsta	28	Karlsson, 2012
Mörbyfjärden	8	Karlsson, 2012
Årstaviken	100	Jonsson, 2015
Ulvundasjön	86	Jonsson, 2015
Rosersbergsviken	387	Karlsson et al., 2016
Skarven	28	Karlsson et al., 2016

Sammanfattningsvis talar det mesta för att PCB-kontamineringen av sedimenten söder om Nockebybron är av lokal karaktär och kopplat till ett historiskt utsläpp från en punktkälla. Spridningen av PCB-föreningen synes vara begränsad och halterna har över tid klingat av. De högsta halterna av PCB påträffades vid stationen NO 4. Analyser av en sedimentkärneprofil från denna station tyder på att PCB-tillförseln kulminerade på 1970-talet. I samma begränsade område som kontaminerats av PCB påträffas även höga halter av främst kvicksilver och kadmium.

Eftersom riskerna för mobilisering av sediment föroreningarna är små om sedimenten lämnas orörda, föreslår vi på föreliggande underlag att inga särskilda åtgärder vidtages. Med tanke på att sedimenttillväxten i området är av storleksordningen 1 cm per år kommer överlagringen med nysedimenterat material på sikt att leda till ytterligare avtagande halter i ytsedimenten av såväl PCB som kvicksilver och kadmium.

6 REFERENSER

- Cato, I. & Apler, A., 2011. Metaller och miljögifter i sediment– inom Stockholms stad och Stockholms län 2007. Länsstyrelsen i Stockholms län rapport 2011:19.
- DeepVision, 2009. DeepEye Sonar System - User´s Guide, 8 sid. <http://www.deepvision.se/>
- HVMFS 2013:19, 2015. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter.
- HVMFS 2015:4, 2015. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter.
- Håkanson, L. and Jansson, M., 1983. Principles of lake sedimentology. Springer-Verlag, Berlin, 316 p.
- Hållén, J., Karlsson, M. & Hansson, K., 2017. PCB-undersökningar i Oxundasjön 2016. IVL-rapport U5846.
- Jonsson, P., 2012. Bottenkartering av Västeråsfjärden. Rapport JP Sedimentkonsult 2012:01, 39 sid.
- Jonsson, P., 2013. Sedimentbundna föroreningar från Västerås - Bottenundersökning i Västeråsfjärden. JP Sedimentkonsult Rapport 2013:2, 43 sid.
- Jonsson, P., 2014. Regionala bakgrundshalter av metaller i Västeråsfjärden. JP Sedimentkonsult Rapport 2014:2, 27 sid.
- Jonsson, P., 2015c. Provtagning av sediment i Riddarfjärden. JP Sedimentkonsult Rapport 2015:2, 53 sidor samt bilagor
- Jonsson, P., 2015. Miljögifter i sediment i Stockholms skärgård och östra Mälaren 2013. Länsstyrelsen i Stockholms län rapport 2015:3.
- Jonsson, P., 2017. Kartering och verifierande sedimentprovtagning i Norrviken inom LIFE IP Rich Waters (LIFE IPE SE 015 Rich Waters). JP Sedimentkonsult Rapport 2017:4, 36 sidor.
- Jonsson, P., manuskript. Metaller och organiska miljöföroreningar i Ulvsundasjön, Karlbergskanalen och Bällstaviken 2017. JP Sedimentkonsult Rapport 2018:2, 57 sidor + bilagor.
- Jonsson, P. (Red.), Persson, J. och Holmberg, P., 2003. Skärgårdens bottnar. Naturvårdsverket Rapport 5212, Stockholm, ISBN 91-620-5212-8, ISSN 0282-7298, 112 sid. English summary.
- Jonsson, P. och Karlsson, M. O., 2012. Björnöfjärdens historiska utveckling. JP Rapport 2012:02, 45 sid.
- Jonsson, P. och Karlsson, M. O., 2013. Sonarkartering och sedimentprovtagning i Grycken. JP Sedimentkonsult Rapport 2013:4, 36 sid.
- Josefsson, A., 2017. Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment. SGU rapport 2017:12
- Karlsson, M., 2012. Vatten- och sedimentundersökningar i östra Mälaren 2012. IVL-rapport U3800 för Fortum Värme samägt med Stockholm stad AB, 19 sid.
- Karlsson, M., 2014. PCB i nedre Oxundaåsystemet. IVL-rapport U4925.
- Karlsson, M., 2016. PCB i fisk från Skarven IVL-rapport U5627.
- Karlsson, M. & Viktor, T., 2014. Miljöstörande ämnen i fisk från Stockholmsregionen. IVL-rapport B2214.
- Karlsson, M., Palm Cousins, A. & Malmaeus, M., 2016. PCB i Oxundasjön - mängder och

flöden. IVL-rapport U5556.

- Myrica, 1999. Djupkartering. Myrica AB 1999.

- Naturvårdsverket, 1999. Rapport 4914. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Kust och hav. Naturvårdsverket, Stockholm, ISBN 91-620-4917-8, ISSN 0282-7298, 136 sid.

- Naturvårdsverket, 2017. Organiska miljögifter i sediment. Naturvårdsverkets bedömningsgrunder Rapport 4913.

- Rydin, E., Jonsson, P., Karlsson, M. & Gustafsson, A., 2016. Läckagebenägen fosfor i Brunnsvikens sediment 2016. Underlag för lokalt åtgärdsprogram. Naturvatten AB Rapport 2016:34, 45 sidor samt bilagor.

- Sahlin, J., 2015. Markkabelförläggning och vattenverksamhet Beckomberga-Bredäng - Sedimentundersökning för sjökabelförläggning. WSP rapport 2015-01-15.

- Sjöfartsverket, 2018.

<http://www.sjofartsverket.se/sv/Sjofart/Lotsning/Lotsomraden/Lotsomrade-Sodertalje/Riktvarde--restriktioner/Hasselby/>

- Winterhalter, B., 1998. The Gemax corer for soft sediments, 9 sid. Geological Survey of Finland, Espoo. <http://www.kolumbus.fi/boris.winterhalter/GEMAX.pdf>