

---

# Sedimentkonsult HB

---

## Bottenförhållanden utanför nya kajen vid Beckholmen



### Mottagare:

Beckholmens Dockförening

Sollenkroka den 17 april 2018

JP Sedimentkonsult Rapport 2018:4

---

Adress	Telefon	Postgiro	Bankgiro	Org.nr
JP Sedimentkonsult HB Västernäsvägen 17 130 40 Djurhamn per@jpsedimentkonsult.se www.jpsedimentkonsult.se	08-57163744 070-5208057	219638-4	5943-4704	969720-0815

SAMMANFATTNING	3	
1	UPPDRAG OCH SYFTE	4
1.1	Beställare	4
1.2	Syfte	4
1.3	Arbetsmoment	4
2	UNDERSÖKNINGSOMRÅDET	4
2.1	Bakgrund	4
3	MATERIAL OCH METODER	5
3.1	Utrustning	5
3.1.1	R/V Perca	5
3.2	Positionering	6
3.3	Djupmätning	6
3.4	Kartering med side scan sonar	6
4	RESULTAT OCH DISKUSSION	7
4.1	Kartering med side scan sonar	7
4.1.1	Iakttagelser från sonarplottet	7
4.1.1.1	Översiktligt	7
4.1.1.2	Detaljerade iakttagelser	8
4.1.1.2.1	Bottenstruktur utanför nya kajen	8
4.1.1.2.2	Sjunken boj?	10
4.2	Djupkartering	10
4.3	Bottendynamik	11
4.4	Sedimentförhållanden vid nya kajen	12
REFERENSER	15	

## SAMMANFATTNING

Syftet med undersökningen var att undersöka djupförhållandena vid och utanför den nya kajen genom att genomföra en undersökning med hjälp av side scan sonar, ekolod och bottenvideokamera. Mätningarna genomfördes den 30 oktober 2017 från R/V Perca.

Djupkarteringen utfördes med ett ekolod av märket Garmin 400C. Ekolodet registrerade djupet kontinuerligt och resultaten framställdes med dataprogrammet DrDepth. GPS-mottagaren var placerad rakt ovanför ekolodsgivaren. Sonarkarteringen genomfördes med en Side scan sonar av typ DeepVision (340 KHz) med towfish DeepEye 340 SS. I denna undersökning användes svepvidden 30 och 50 m åt styrbord.

Bottenstrukturen utanför den nya kajen karaktäriseras av en varierad bottenpografi. Omedelbart utanför kajen syns många strukturer på sonarplottet som visar att bottenpografien är ojämn. Särskilt påtagligt är det utanför mittpartiet på kajen. Här indikerar sonaren ett grundare parti som genom att det sticker upp en bit ovanför botten ger en skugga in emot kajen.

Vinkelrätt ut från mitten av kajen på ett avstånd ut från kajen av 60-70 m syns ett tydligt runt eko med en långt utdragen skugga. Diametern är 3-4 m ekots utseende indikerar att det är frågan om en sjunken stålboj. Längden på ekots skugga visar att det sticker upp en bra bit ovanför botten. Utifrån det uppskattade vattendjupet på platsen och skuggans längd indikeras att ekot kan vara farligt för ytnavigering med fartyg med större djupgående än 3 m.

Vid djupkarteringen kördes ett totalt transekt längs kajen med några meters avstånd. Informationen från dessa har sedan av programvaran DrDepth integrerats och djupkartan har tagits fram av programmet. Ungefär mitt på kajen är minsta djupet endast 2,4 m närmast kajen.

I en fjärd av Saltsjöns 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 m. Med tanke på det ringa vattendjupet vid kajen i kombination med betydande svall från förbipasserande fartyg/båtar vid är det troligt att vågbasen, och därmed gränsen för A-bottnars uppträdande, ligger djupare än 4 meter. Denna slutsats stöds av resultaten från sonarkarteringen som indikerar att bottnarna omedelbart utanför den nya kajen och ut till ett vattendjup på 4-5 m huvudsakligen kan karaktäriseras som erosionsbottnar.

Bottenförhållandena har filmats med bottenvideokamera på ca 2 meters avstånd utanför kajen. Proceduren har varit att bottenvideokameran har sänkts ned till botten i höjd med varje stolpe/pollare längs den nya kajen. Den har sedan stått på botten någon minut tills uppslamningen har försvunnit. Därefter har stillbild tagits av skärmen. Bottenförhållandena vid kajen kan generellt karaktäriseras som erosionsbottnar som belamrats med diverse bråte från verksamheten vid Beckholmen. Betydande mängder spån, flisor, träbitar, bräddor och stockar blandas med sten, betongrester och järn/stålbitar. Det är utifrån existerande underlag omöjligt att avgöra vad det underliggande bottenmaterialet består av. Erfarenheten från motsvarande botten typer i andra liknande miljöer är att det sannolikt är fråga om gamla eroderade glacial- eller postglacialer som bildar sedimentytan utanför den nya kajen vid Beckholmen.

Om fördjupning av området utanför kajen avses genomföras krävs sannolikt att sedimentförhållandena karteras bättre med hjälp av en kombination av ytsedimentprov och sedimentkärnor ned till det djup som fördjupningen avser.

## 1 UPPDRAG OCH SYFTE

### 1.1 Beställare

Beckholmens Dockförening (BDF)  
Jan Hedegård

### 1.2 Syfte

Syftet med undersökningen var att undersöka djupförhållandena vid och utanför den nya kajen genom att genomföra en undersökning med hjälp av side scan sonar, ekolod och bottenvideokamera.

### 1.3 Arbetsmoment

Arbetet har omfattat följande moment:

- Djupmätning
- Kartering med side scan sonar
- Dokumentation av sedimentförhållandena med bottenvideokamera
- Bearbetning och utvärdering av resultat
- Slutrapportering

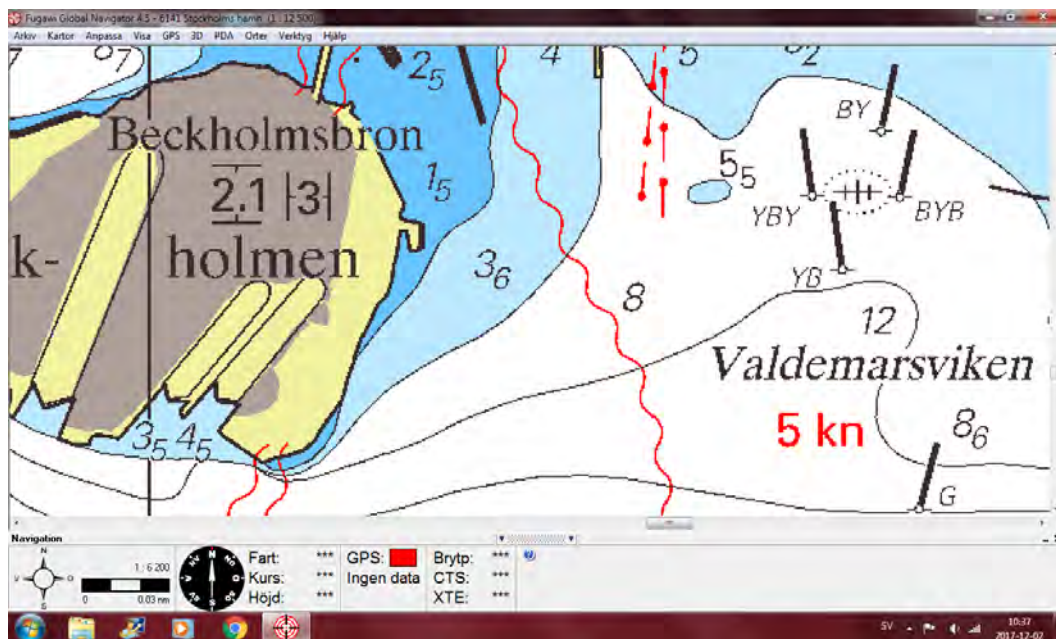
## 2 UNDERSÖKNINGSOMRÅDET

### 2.1 Bakgrund

Under 2017 har en ny kaj anlagts på Beckholmens östra sida (Fig. 1). Enligt uppgift ska djupet vid kajen överstiga 3 m. I samband med temporära förtöjningar av segelskutor vid kajen har det noterats att djupet inte överstiger 3 m på en del ställen strax utanför kajen. Av denna anledning har BDF uppdragit åt JP Sedimentkonsult HB att genomföra föreliggande undersökning av bottenförhållandena utanför den nya kajen.



Figur 1 Den nya kajen vid Beckholmens östra sida. Bild från 3 augusti 2017.



Figur 2 Vattendjup öster om Beckholmen.

I figur 2 visas ett utdrag av sjökort 6141. Vid den östligaste delen av Beckholmen går 3-meterskurvan drygt 20 m utanför landkonturen i sjökortet.

### 3 MATERIAL OCH METODER

#### 3.1 Utrustning

##### 3.1.1 R/V Perca

Mätningarna genomfördes den 30 oktober 2017 från R/V Perca (Fig. 3).

##### *Data för provtagningsbåten R/V Perca*

Längd 7,0 m, bredd 2,4 m, maxfart 23 knop, marschfart 18 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.



Figur 3 Undersökningsbåten R/V Perca.

### 3.2 Positionering

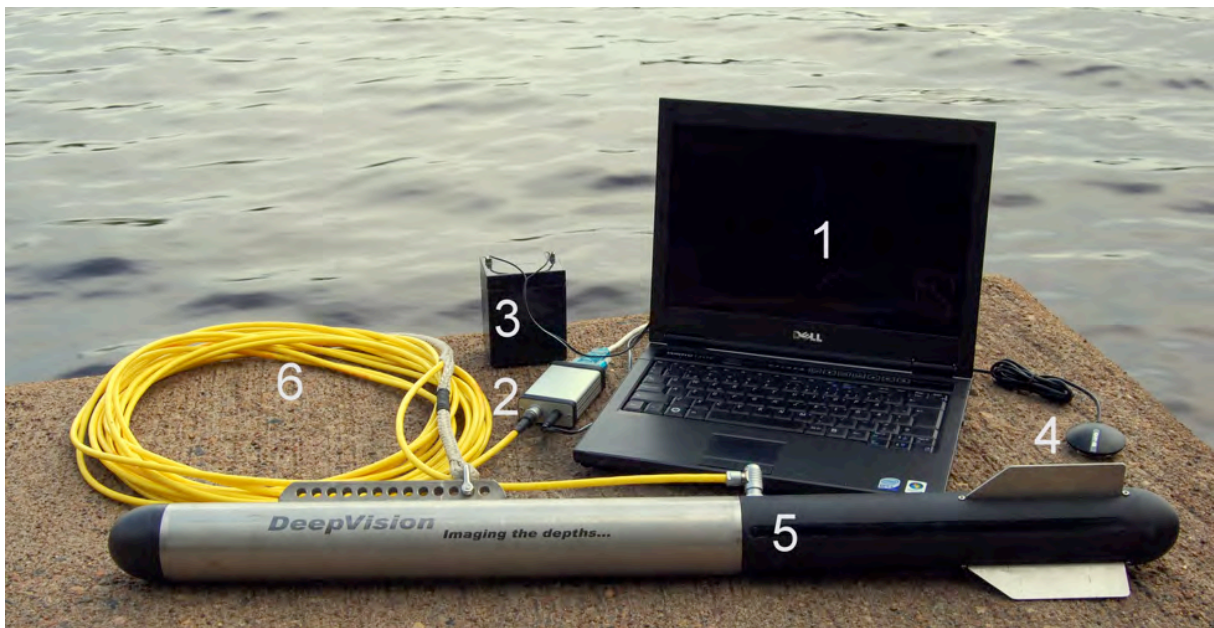
Positionering genomfördes med en GPS-utrustning av märket No: BU-353 kopplad direkt till dator. Utrustningen medger en positionsnoggrannhet av några få meter.

### 3.3 Djupmätning

Djupkarteringen utfördes med ett ekolod av märket Garmin 400C. Ekolodet registrerade djupet kontinuerligt och resultaten framställdes med dataprogrammet DrDepth. GPS-mottagaren var placerad rakt ovanför ekolodsgivaren.

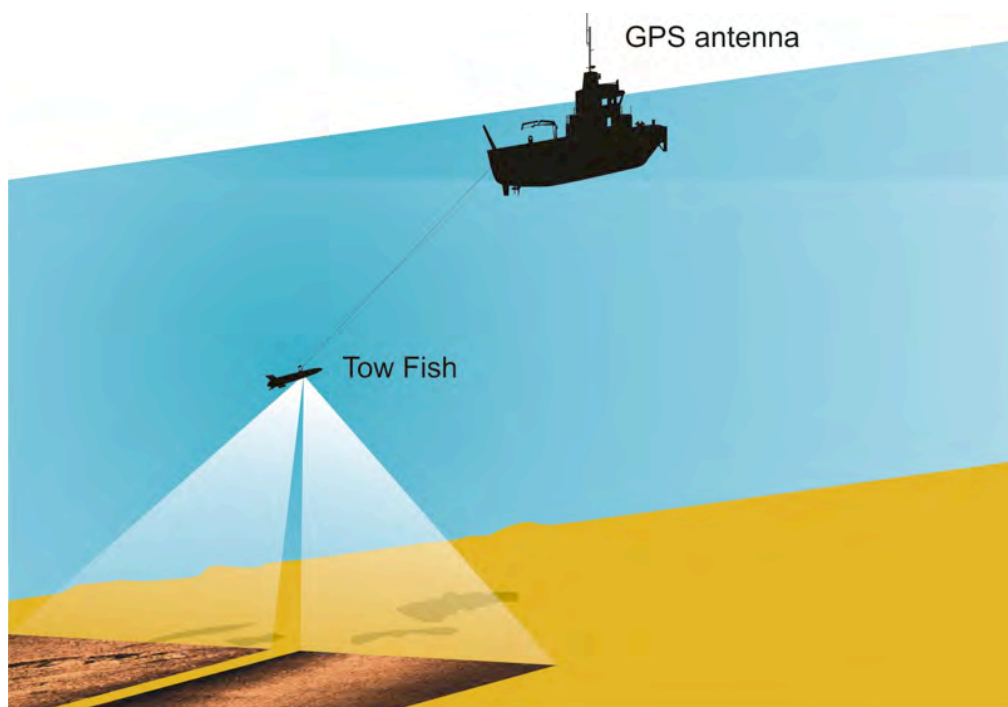
### 3.4 Kartering med side scan sonar

Utrustningen som användes var en Side scan sonar av typ DeepVision (340 KHz) med towfish DeepEye 340 SS (DeepVision, 2009; Fig. 4). 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. I detta arbete användes svepvidden 30 och 50 m åt styrbord. Sonarkabeln lades fast på ett knap styrbord akter. GPS-mottagaren sattes fast alldeles intill knapet. Sonaren sänktes till djupet 1 m. Med den fart som användes, mellan 2 och 3 knop, innebar detta att sonarfiskens position var endast någon dm akter om GPS-mottagaren.



Figur 4 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 botten typer. Ordet sonar är en förkortning av "sound navigation and ranging". I en torpedliknande "fisk" (Fig. 5) 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 5 Principskiss för side scan sonar-kartering.

## 4 RESULTAT OCH DISKUSSION

I denna undersökning har vi använt ett klassificeringssystem av botten typer enligt Håkanson and Jansson (1983). Bottnarna karaktäriseras enligt följande:

- Ackumulationsbottnar (A-bottnar) är bottnar där finmaterial (medium silt, kornstorlek  $< 6 \mu\text{m}$ ) deponeras kontinuerligt.
- Transportbottnar (T-bottnar) är bottnar med diskontinuerlig deposition av finmaterial, dvs. där perioder med ackumulation omväxlar med resuspensions- och transportperioder.
- Erosionsbottnar (E-bottnar) är bottnar där deposition av finmaterial ej sker.

### 4.1 Kartering med side scan sonar

#### 4.1.1 Iakttagelser från sonarplottet

##### 4.1.1.1 Översiktligt

Sonarkarteringen genomfördes längs tre transekter utanför den nya kajen (Fig. 6). Strandlinjen under och innanför kajen är mörkbrun i bildens vänstra del. Omedelbart där utanför syns ett antal mörka streck mot den ljusare botten. Detta är skuggor av pålarna som bär upp kajen. Pålarna i sig ses som små vita prickar i änden på skuggstråken. Detta behandlas närmare i kommande avsnitt. Bottenkonturen utanför kajen visar en ojämn bottenstruktur som karaktäriseras av små åsar och däremellan något djupare partier.



Figur 6 Sonarplott öster om den nya kajen på Beckholmen.

#### 4.1.1.2 Detaljerade iakttagelser

##### 4.1.1.2.1 Bottenstruktur utanför nya kajen

Bottenstrukturen utanför den nya kajen karaktäriseras av en varierad bottentopografi (Fig. 7). Pålarna som den nya kajen är uppbyggd på syns som vita prickar i fler rader snett genom figur 7 från den övre högra delen till det nedre vänstra hörnet. Skuggorna syns tydligt och särskilt den nordostliga utbyggnaden framgår klart där den bryter av i östlig riktning.

I avsnittet omedelbart utanför kajen och ut mot provtagningsfartygets spår syns många strukturer som visar att bottentopografien är ojämn. Särskilt påtagligt är det utanför mittpartiet på kajen. En tydlig mörk fläck syns i mitten av den nedre delen av bilden. Denna indikerar ett grundare parti som tack vare att det sticker upp en bit ovanför botten ger en skugga inemot kajen.

I nedre vänstra hörnet finns en skala som sträcker sig från 0 till 11 m. Det ljusa partiet utanför den mörka fläcken ligger 5-7 m utanför kajen. Det är påtagligt grundare än 2,7 m som är R/V Sunbeams största djupgående. I samband med losskastning från kajen med stäven i sydvästlig riktning och körning på styrbords förspring gick det inte att få ut aktern. Med största sannolikhet var det denna grundklack som ”tog emot”.

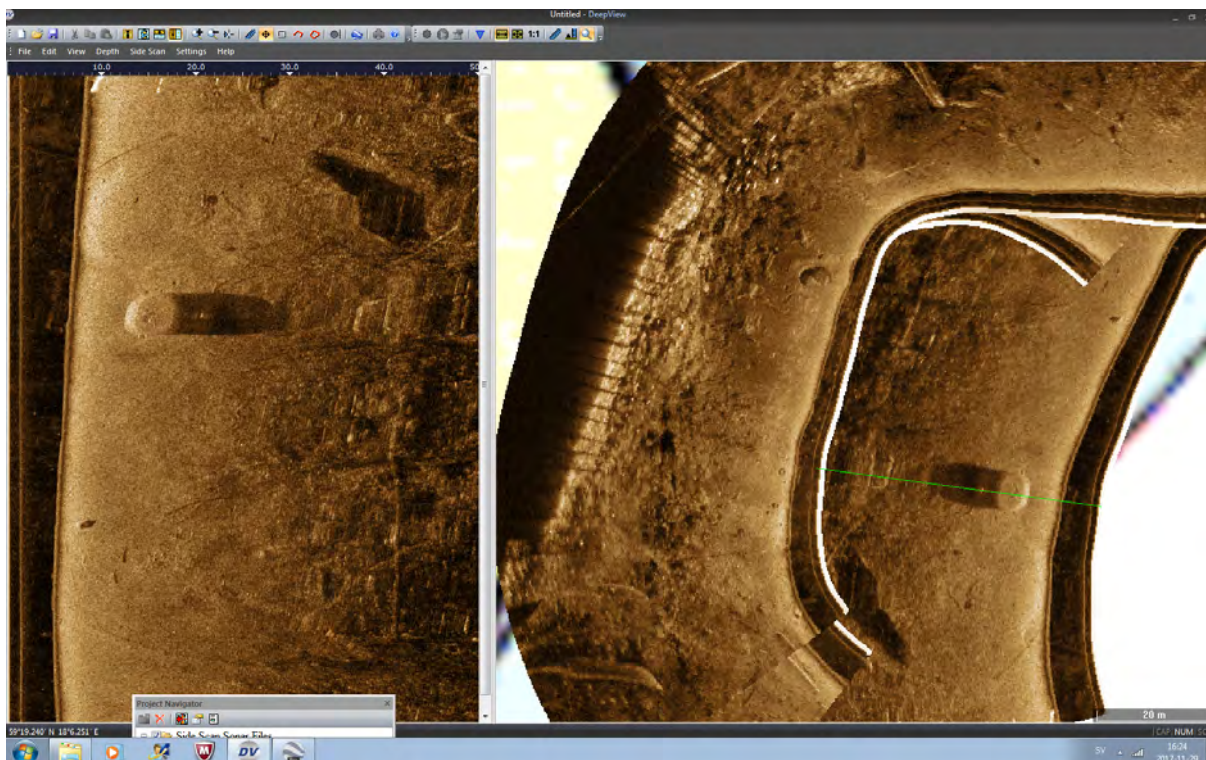




Figur 7      Detaljplott av området utanför den nya kajen.

#### 4.1.1.2.2 Sjunken boj?

I mitten av det högra sonarstråket (Fig. 8) på ett avstånd från kajen av 60-70 m syns ett tydligt runt eko med en långt utdragen skugga. Diametern är 3-4 m ekots utseende indikerar att det är frågan om en sjunken stålboj. Längden på ekots skugga visar att det sticker upp en bra bit ovanför botten. Utifrån det uppskattade vattendjupet på platsen (5-6 m) och skuggans längd indikeras att ekot kan vara farligt för ytnavigering med fartyg med större djupgående än 3 m. Positionen är lätt att erhålla utifrån sonarplottet om man vill kolla ekot noggrannare.



Figur 8  
och  
ut åt sidan

Detaljbild av området utanför nya kajen visande ett objekt med ca 5 meters diameter. Den vänstra delen av figuren visar sonarplottet i detalj. Båten har gått nedifrån i bild uppåt och det mörka spåret till vänster ligger rakt under sonarfisken. Det mörka området representerar en blind sektor rakt under fisken. Skalan i meter återfinns i plottets övre del och visar avståndet från båten i sidled, i detta fall styrbord max 50 m. Den högra delen av bilden visar sonarplotten inlagda i sjökortet. Ett grönt streck snett upp till höger visar positionen för den vänstra sonarbilden.

## 4.2 Djupkartering

I figur 9 har utbredningen av den nya kajen skisserats. Positionerna är sannolikt inte exakta. Vid karteringen kördes ett tiotal transekter längs kajen med några meters avstånd. Informationen från dessa har sedan av programvaran DrDepth integrerats och djupkartan har tagits fram av programmet. Observera dock att vattenståndet vid karteringen var +19 cm och att detta inte korrigerats i figuren. Det verkliga vattendjupet vid medelvatten är sålunda ca 2 dm mindre än som figurens färgskala anger. Ungefär mitt på kajen är minsta djupet endast 2,4 m närmast kajen.



Figur 9 Uppmätt vattendjup väster om Beckholmen. Vattenståndet i Saltsjön var +19 cm och kartbilden är inte korrigerad för det. Verkligt djup är sålunda ca 2 dm mindre än i figurens färgskala.

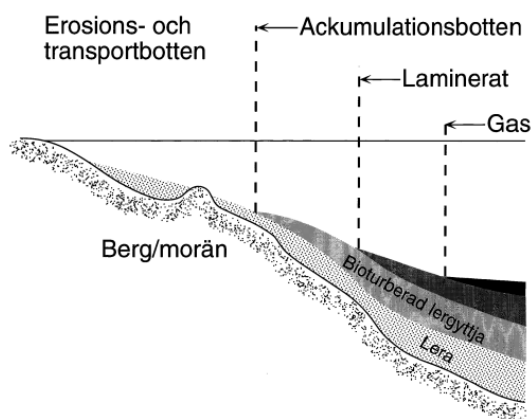
### 4.3 Bottendynamik

Omsättningen och depositionen av finmaterial i akvatiska miljöer är en av nyckelfaktorerna i ekologiska sammanhang eftersom finmaterialet har stor inverkan på såväl funktionen som karaktären hos ett akvatiskt ekosystem. Då man definierar fördelningen mellan olika bottentyper (=bottendynamiska förhållanden) utgår man från det mest lätttrörliga finmaterialet (med partikelstorlek < 0,006 mm, eller medium silt), som också är viktigt i ekologiska sammanhang eftersom det generellt har stor förmåga att binda olika typer av föroreningar (Håkanson and Jansson, 1983). För att på ett tillfredsställande sätt genomföra sedimentundersökningar i en fjärd fordras kännedom om vilka bottendynamiska förhållanden som råder på platsen.

Den viktigaste drivande kraften som avgör vid vilka djup olika bottentyper uppträder i skärgården är vinden. Den sträcka som vinden fritt kan påverka vågbildningen kallas för "fetch". Ju längre fetch, desto högre blir vågorna och desto djupare ligger vågbasen. Vågbasen är det djup till vilket vattenvågor på ytan ger upphov till turbulens djupare ned i vattenmassan. Den är av avgörande betydelse för var ackumulationsbottnar för finsediment kan uppträda. Generellt kan säjas att ovanför vågbasen uppträder erosions- och transportbottnar och under den finner man ackumulationsbottnarna. Undantag finns där den lokala strömsituationen kan ha stor betydelse för sedimentdynamiken.

Erfarenheten visar att A-bottnar kan uppträda i skyddade vikar och sjöar/fjärdar på endast någon eller några få meters djup. Spännvidden i djup är stor beroende på vattenområdets storlek och varierar från någon meter till 75-80 m i öppna exponerade lägen i Östersjön (Jonsson et al., 1990). Detta leder också till att gränsen mellan A-bottnar och E/T-bottnar självfallet varierar beroende på var i fjärden man befinner sig. Orsaken till detta är att den effektiva fetchen (den sträcka som vinden fritt kan påverka vågbildningen) varierar i rummet. Ju större fetch desto djupare vågbas som i sin tur leder till att gränsen för uppträdande av A-bottnar återfinns djupare ned.

Oftast återfinns E-/T-bottnarna på mindre vattendjup än A-bottnarna. En vanlig lagerföljd kan se ut som i Figur 10, där de olika sedimenttyperna börjar uppträda på olika vattendjup. I en opåverkad sjö eller skärgårdsfjärd domineras vanligen A-bottnarna av bioturberade lergyttjesediment. Om syrehalten vid botten längre eller kortare perioder underskrider 2-3 mg O<sub>2</sub>/l har ofta bottenfaunan slagits ut mer eller mindre. Då finner man ofta laminerade, årsvarviga sediment (Persson and Jonsson, 2000; Jonsson et al., 2003). Om den organiska belastningen varit mycket hög kan man finna gasrika sediment som innehåller metangas och svavelväte.



Figur 10 Principskiss över en recent lagerföljd från djupområde till strandzon.

I en fjärd av Saltsjöns 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). Med tanke på det ringa vattendjupet i kombination med betydande svall från förbipasserande fartyg/båtar vid är det troligt att vågbasen, och därmed gränsen för A-bottnars uppträdande, ligger djupare än 4 meter. Denna slutsats stöds av resultaten från sonarkarteringen som indikerar att bottnarna omedelbart utanför den nya kajen och ut till ett vattendjup på 4-5 m huvudsakligen kan karakteriseras som erosionsbottnar. Förbipasserande fartygs inverkan på sedimentresuspensionen vid Beckholmen har konstaterats vara betydande (Jonsson 2015).

#### 4.4 Sedimentförhållanden vid nya kajen

Bottenförhållandena på ca 2 meters avstånd utanför kajen framgår dels av Tabell 1 där djupet (korrigerat i förhållande till aktuellt vattenstånd) redovisas och bottenförhållandena kommenteras. Proceduren har varit sådan att bottenvideokameran har sänkts ned till botten i höjd med varje stolpe/pollare längs den nya kajen. Den har sedan stått på botten någon minut tills uppslamningen har försvunnit. Därefter har stillbild tagits av skärmen. Om man vill kontrollera bilderna noggrannare kan man öka förstoringen i Word till 200 eller 500 %. Tabellens stolpnummer refererar till bilderna i figur 11-16 nedan.

Tabell 1 Data från djupmätning och videofilmning längs den nya kajen vid Beckholmen.

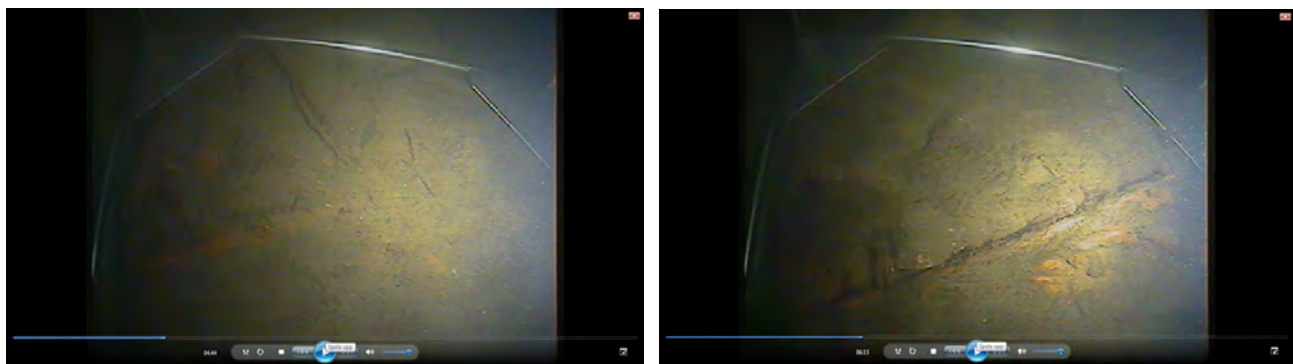
Stolpe	Korrigerat djup (m)	Tid på videon (min:sek)	Kommentar
1	3,4	1:06	Ringa slam. Stativet väger på stock
2	3,0	2:44	En del spån som virvlar upp. Två stockar. Sten vid sidan.
3	3,0	4:45	Mycket slam. En hel del löst material. Armeringsjärn?
4	2,5	5:46	Ringa slam. Järnstång.
5	2,4	8:14	Ringa slam. Sten och spån.
6	2,5	9:03	Måttligt med spån som virvlar upp. Stock spån.
7	2,8	10:46	Relativt mycket spån som virvlar upp. Spån, flisor, träbit, sten.
8	2,8	12:39	Ringa slam. Sten, betongkross, brädbit.
9	3,0	14:54	Ringa slam. Sten, blad.
10	3,6	16:18	Mycket fint slam.
11	3,5	18:24	Måttligt med slam. Stege, sten.

Bottenförhållandena vid kajen kan generellt karaktäriseras som erosionsbottnar som belamrats med diverse bråte från verksamheten vid Beckholmen. Betydande mängder spån, flisor, träbitar, brädor och stockar blandas med sten, betongrester och järn/stålbitar. Det är utifrån existerande underlag omöjligt att avgöra vad det underliggande bottenmaterialet består av. Erfarenheten från motsvarande botten typer i andra liknande miljöer är att det sannolikt är fråga om gamla eroderade glacial- eller postglacialer som bildar sedimentytan utanför den nya kajen vid Beckholmen.

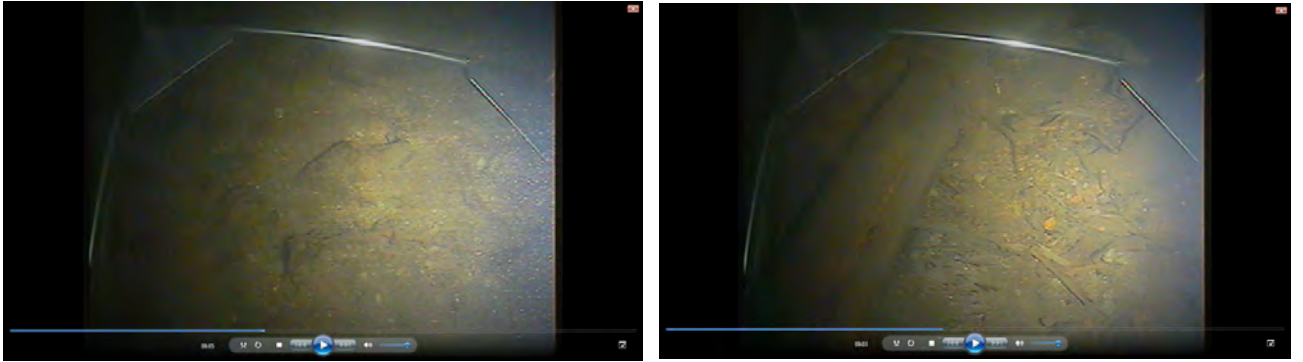
Om fördjupning av området utanför kajen avses genomföras krävs sannolikt att sedimentförhållandena karteras bättre med hjälp av en kombination av ytsedimentprov och sedimentkärnor ned till det djup som fördjupningen avser.



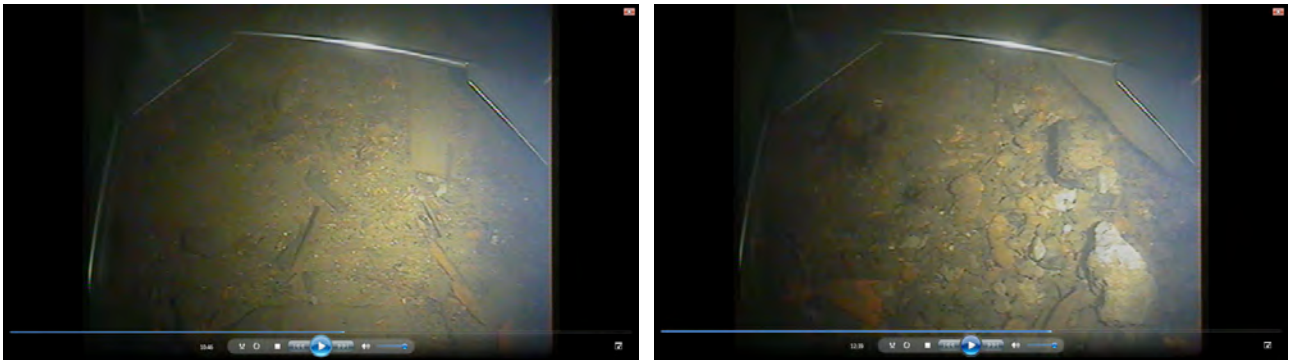
Figur 11 Videobilder av botten vid stolpe 1 (vänster) och stolpe 2 (höger). Stolpe (pollare) 1 ligger längst nordostvart på nya kajen. Stålrampen som syns i bilden är 100x100 cm.



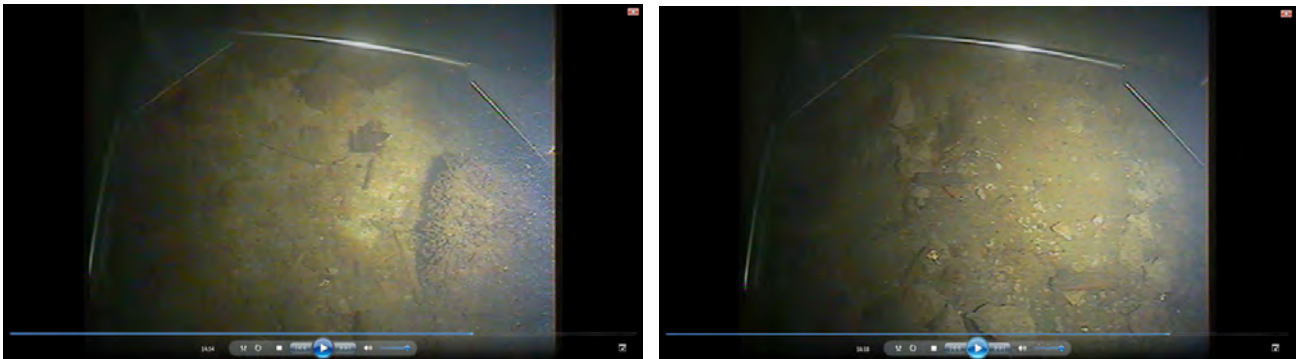
Figur 12 Videobilder av botten vid stolpe 3 (vänster) och stolpe 4 (höger).



Figur 13 Videobilder av botten vid stolpe 5 (vänster) och stolpe 6 (höger).



Figur 14 Videobilder av botten vid stolpe 7 (vänster) och stolpe 8 (höger).



Figur 15 Videobilder av botten vid stolpe 9 (vänster) och stolpe 10 (höger).



Figur 16 Videobild av botten vid stolpe 11.

## REFERENSER

- DeepVision, 2009. DeepEye Sonar System - User's Guide, 8 sid. <http://www.deepvision.se/>
- DrDepth Djupmättningsprogramvara. <http://www.drdepth.se>
- Håkanson, L. and Jansson, M., 1983. Principles of lake sedimentology. Springer-Verlag, Berlin, 316 p.
- Jonsson, P., Carman, R. and Wulff, F., 1990. Laminated sediments in the Baltic - A tool for evaluating nutrient mass balances. *Ambio* Vol. 19 No. 3, May 1990, p 152-158.
- 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., 2012. Bottenkartering av Västeråsfjärden. Rapport JP Sedimentkonsult 2012:01, 39 sid.
- Jonsson, P., 2014. Kompletterande sedimentprovtagning i Köpings hamnområde. JP Sedimentkonsult Rapport 2014:3, 31 sid.
- Jonsson, P. och Karlsson, M. O., 2012. Björnöfjärdens historiska utveckling. JP Rapport 2012:02, 45 sid.
- Jonsson, 2015. Utredning av Beckholmens påverkan på vattenmiljön. Länsstyrelsen Stockholm Rapport (In press), 44 sidor samt bilagor.
- 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. och Karlsson, M. O., 2013. Sonarkartering och sedimentprovtagning i Grycken. JP Sedimentkonsult Rapport 2013:4, 36 sid.
- Persson, J. and Jonsson, P. 2000. Historical development of laminated sediments - an approach to detect soft sediment ecosystem changes in the Baltic Sea. *Mar.Pollut. Bull.* 40, 122-134.
- 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.
- Sublight Technology. Bottenvideokamera