

Sedimentkonsult HB

VERSION 1

Bottenkartering av sex fjärdar längs Gävleborgskusten

**Mottagare:**

Länsstyrelsen Gävleborg
Miljöanalysenheten
Att.: Lijana Gottby
801 70 Gävle

Sollenkroka den 30 november 2011

Adress

JP Sedimentkonsult HB
Västernäsvägen 17
130 40 Djurhamn
per@jpsedimentkonsult.se
www.jpsedimentkonsult.se

Telefon

08-57163744
070-5208057

Postgiro

219638-4

Bankgiro

5943-4704

Org.nr

969720-0815

INLEDNING

JP Sedimentkonsult HB har av Länsstyrelsen i Gävleborg, Lijana Gottby, fått i uppdrag att genomföra bottenundersökningar i sex fjärdar längs Gävleborgskusten. JP tackar för förtroendet och har glädjen att härmed redovisa slutrapporten för projektet.

PROJEKTBESKRIVNING

Arbetet i denna projektdel har omfattat följande moment:

- Utifrån insamlat material sammanställa en rapport av botten- och sedimentförhållandena i skärgårdsfjärdarna Gävle yttre fjärden, Vallviksfjärden, Ljusnefjärden, Sandarnefjärden, Långvindsfjärden och Hudiksvallsfjärden inkluderande bedömningar av:

* Botten- och sedimentdynamik (bottendynamisk karta)

* Sedimentationsförhållanden

På samtliga provpunkter har en okulär dokumentation av ytsedimentet genomförts.

Rapporten överlämnas dels i skriftlig form skriven på svenska, dels i elektronisk form på CD-skiva. Rapporten upprättas i Word-format samt Pdf-format.

På CD bifogas:

- Slutrapport
- DeepView free viewer - installationsfil
- Digitalt side scan sonar-underlag dels som dvs-filer (DeepVision), dels som kmz-filer (Google Earth)
- Bildmaterial

SEDIMENTDYNAMIKENS BETYDELSE FÖR FÖRDELNING AV FÖRORENINGAR I SKÄRGÅRDSFJÄRDAR

Vid denna undersökning har följande definition av botten typer använts (Håkanson & Jansson, 1983):

- **Akkumulationsbottnar (A-bottnar)** är bottnar där finmaterial kontinuerligt deponeras.
- **Transportbottnar (T-bottnar)** är bottnar med oregelbunden deposition och borttransport av finmaterial och blandade sediment.
- **Erosionsbottnar (E-bottnar)** är bottnar där grövre material ($> 0,006$ mm) dominerar.

För att på ett tillfredsställande sätt genomföra sedimentundersökningar i en fjärd fordras kännedom om vilka bottendynamiska förhållanden som råder på platsen.

De flesta sedimentparametrar uppvisar samma föroreningsmönster om man jämför de tre botten typerna: Låga halter i erosionsbottnar, höga halter i akkumulationsbottnar medan transportbottnar karaktäriseras av varierande halter (se t ex Håkanson & Jansson, 1983).

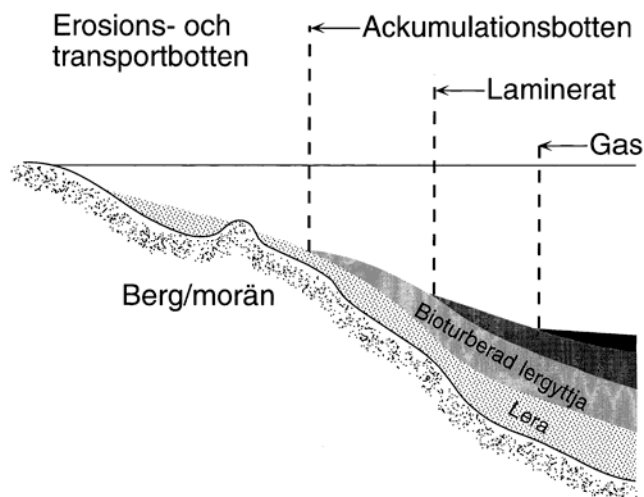
Den viktigaste drivande kraften som avgör vid vilka djup olika botten typer uppträder är vinden. Den sträcka som vinden fritt kan påverka vågbildningen kallas för "fetch". Ju längre fetch, desto högre blir vågorna och desto djupare ligger vågbasen. Vågbasen är det djup till vilket vågorna på ytan ger upphov till turbulens djupare ned i vattenmassan. Den är av avgörande betydelse för var akkumulationsbottnar 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 fjärder på endast några få meters djup. I öppna havsexponerade lägen finner man dock ofta A-bottnar först på djup överstigande 75-80 m (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. Om man mer i detalj önskar kartera detta bör en tätare sonarkartering genomföras kompletterad med verifierande insamling av sedimentkärnor från ett antal lokaler runt fjärden. Man kan även teoretiskt (vid skrivbordet) beräkna såväl den effektiva fetchen, som vågbasen och gränsen mellan A-bottnar och E/T-bottnar (Håkanson and Jansson, 1983).

Erosionsbottnar utgörs av sten, grus och sand, ofta överlagrande en glacial eller postglacial lera, och har låga vattenhalter och organiska halter. Eftersom det hela tiden sker en borttransport av material från erosionsbottnar är halterna av näringsämnen och föroreningar normalt låga.

Transportbottnar kännetecknas av mycket varierande halter vilket beror på att dessa bottnar periodvis fungerar som ackumulationsbottnar. Vid ett stormtillfälle kan dock det tidigare ackumulerade materialet resuspenderas och förflyttas nedåt mot de oftast djupare belägna ackumulationsbottnarna.

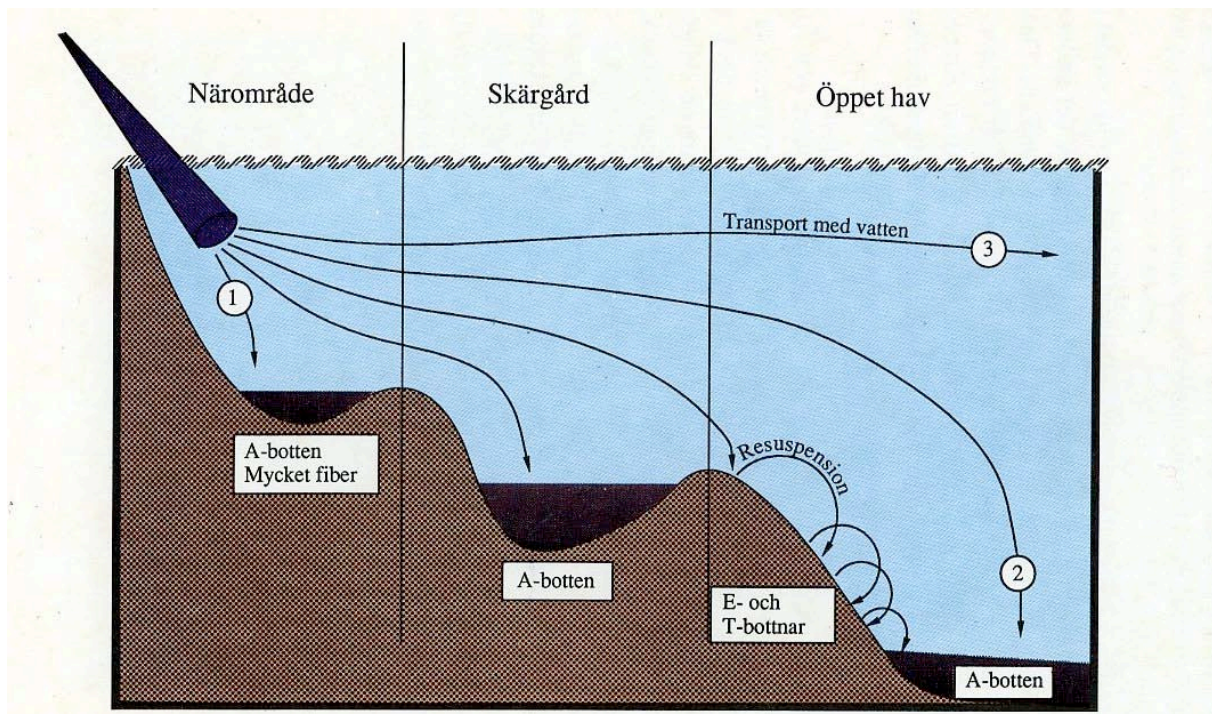
Ackumulationsbottnarna består av finmaterial som gyttjelera och lergyttja och har höga vattenhalter. Ibland kan t.o.m. gränsen mellan sediment och vatten vara svår att avgöra p.g.a. den höga vattenhalten i ytsedimentet. Vanligen finner man de högsta halterna av de flesta föroreningar i ackumulationsbottnarna. Dessa bottnar innehåller även naturligt hög halt organiskt material.



Figur 1 Principskiss över en recent lagerföljd från djupområde till strandzon.

Oftast återfinns E-/T-bottnarna på mindre vattendjup än A-bottnarna. En vanlig lagerföljd kan se ut som i Figur 1 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 O₂/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.

I Figur 2 åskådliggörs principerna för hur föroreningar sprids från en punktkälla, i detta fall en massaindustri lokaliserad vid kusten (Södergren et al., 1988). De flesta föroreningar är associerade till partiklar och deras spridningsmönster i sedimenten styrs till stor del av hur dessa partiklar fastläggs i sedimenten. Stora partiklar deponeras nära källan medan små partiklar sedimenterar mycket långsamt och kan spridas över stora avstånd.



Figur 2 Principskiss för hur föroreningar sprids från en punktkälla (Från Södergren et al., 1988). I detta fall en kustlokaliserad massaindustri. Samma principer gäller även för insjöar.

METODIK

Fältarbetena utfördes den 21-22 september 2011 från undersökningsfartyget R/V Perca (Figur 3) i samtliga fjärdar.



Figur 3 Undersökningsbåten R/V Perca.

Utrustning

Kartering med sidtittande sonar

I denna studie användes en Side scan sonar av typ DeepVision (340 KHz) med towfish DeepEye 340 SS (DeepVision, 2009; Fig. 4). Svepvidden går att variera mellan 30-300 meter åt varje håll beroende på bottenpografi och områdets djupförhållanden. I detta arbete användes varierande svepvidder vilka framgår av fältanteckningarna i Bilaga 1



Figur 4 Den använda side scan sonaren är mycket lätthanterlig.

En sidtittande sonar använder ljudvågor för att registrera olika bottentyper. Ordet sonar är en förkortning av "sound navigation and ranging". I en torpedliknande "fisk" 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 erhålles. 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.

Positionering

Positionsbestämning av såväl transekter som provpunkter skedde med hjälp av en Garmin 182 GPS kartplotter som medger en positionsnoggrannhet av några få meter. Eftersom sonarfisken släpas efter båten måste positionen för denna bestämmas i förhållande till båten där GPS-en registrerar positionen. I manualen för sonaren (DeepVision, 2009) finns en tabell som visar hur långt akter om båten sonaren går vid en given fart och utlagd linlängd.

Fastläggningen av sonarkabeln gjordes på en knap 3 m akter om GPS-mottagaren. Denna s.k. "layback" har använts vid redovisningen av resultaten så att kartbilden justerats utifrån detta. Detta medför en viss ökad osäkerhet i positionsangivelsen. Använd layback i de olika fjärdarna framgår av fältanteckningarna i Bilaga 1.

Djupmätning

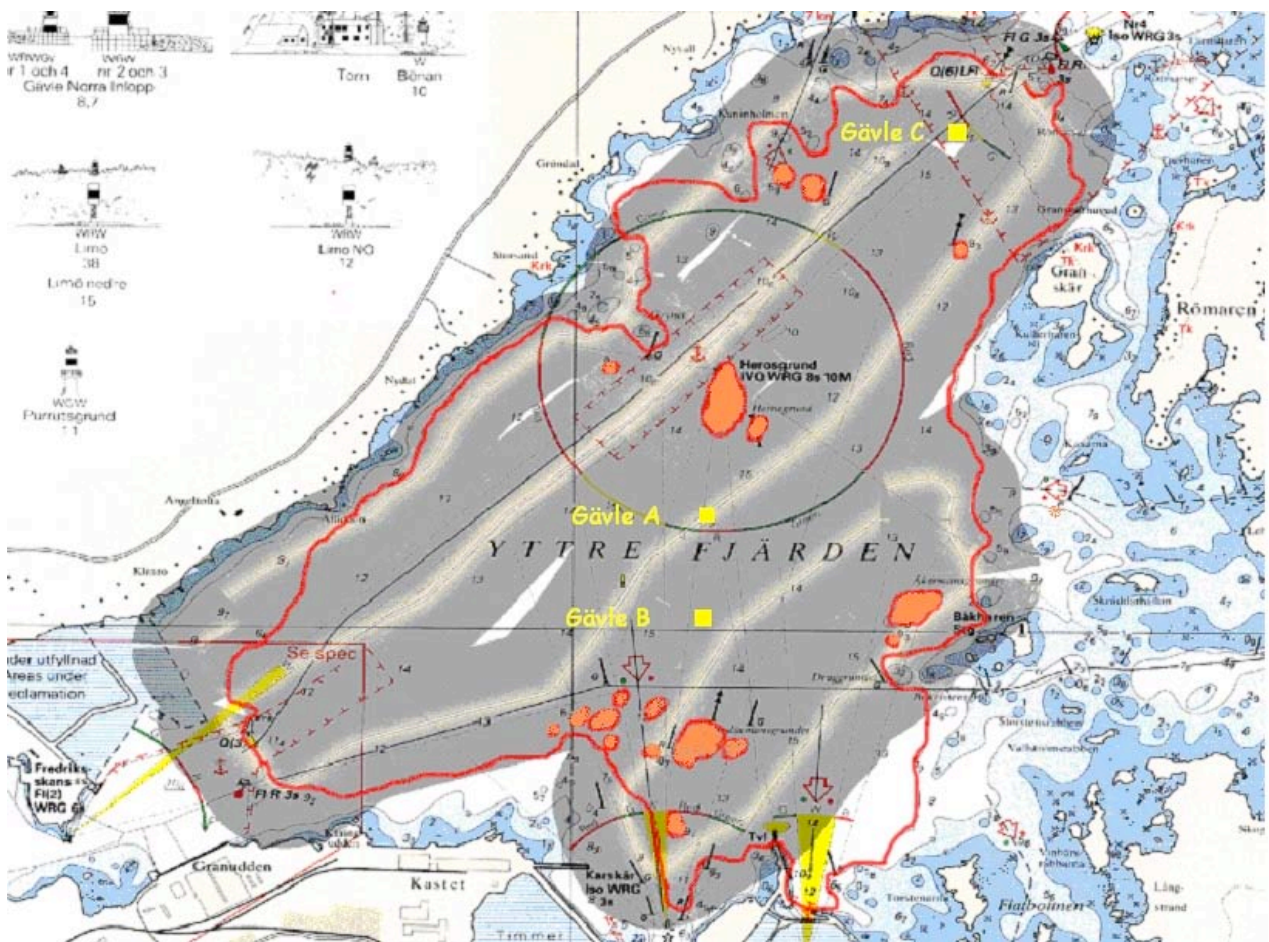
Ett navigationsekolod av modell Eagle Cuda 128 användes kontinuerligt under provtagningen för att registrera bottendjupet och ge en uppfattning om bottendynamiken.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Yttre fjärden Gävle

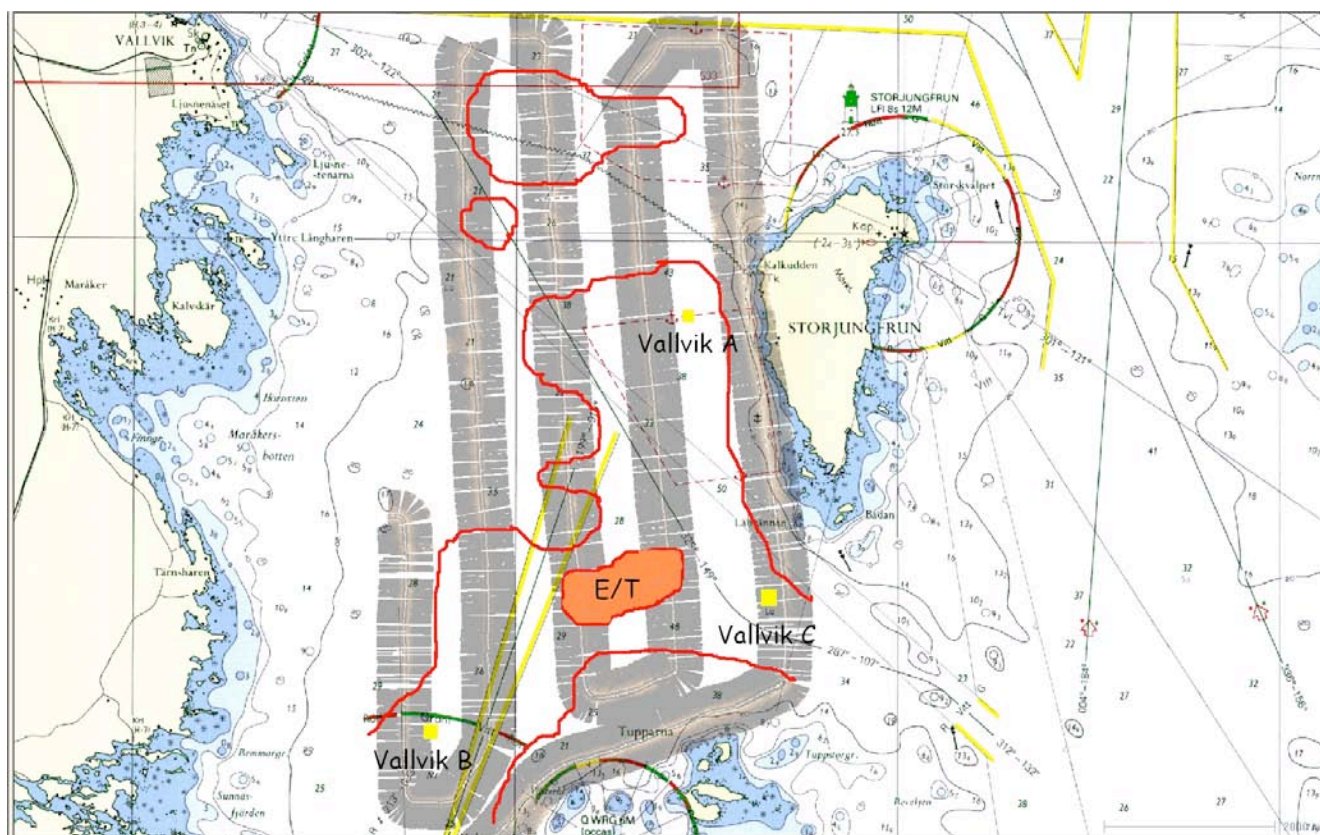
Sonarkarteringen av Yttre fjärden genomfördes längs ett antal transekter som framgår av Figur 6. Avståndet mellan transekterna var ca 0,2-0,3 distansminut, dvs. ca 370-560 m. Sonarens svepvidd valdes till 2-300 m åt båda hållen vilket avsågs innebära en överlappning av 30-40 m. Emellertid visade det sig i efterhand att den maximala räckvidden i dessa vatten- och djupförhållanden endast var ca 200 m åt vardera hållet. Detta innebär att ca 200 m mitt emellan transekterna i de centrala delarna av fjärden inte registrerats. En bottendynamisk karta kan dock upprättas ändå med referens till djupsiffror från sjökortet. Provtagningsbåtens fart under karteringen var ca 5,5 knop.

Gränsen mellan A-bottnar och E/T-bottnar bedömdes utifrån sonarplotten att ligga vid i storleksordningen 10 m på de flesta ställen i fjärden.



Figur 5 Bottendynamisk karta Yttre fjärden Gävle. Provtagningsstationer anges med gula fyrkanter. Båtens färdväg representeras av mitten på de ljusare spår. Gränsen mellan ackumulationsbotten (A) å den ena sidan och erosions- och transportbotten (E/T) å den andra sidan representeras av den röda linjen. E/T-botten inom A-bottenområden har angivits med orange färg.

Vallviksfjärden

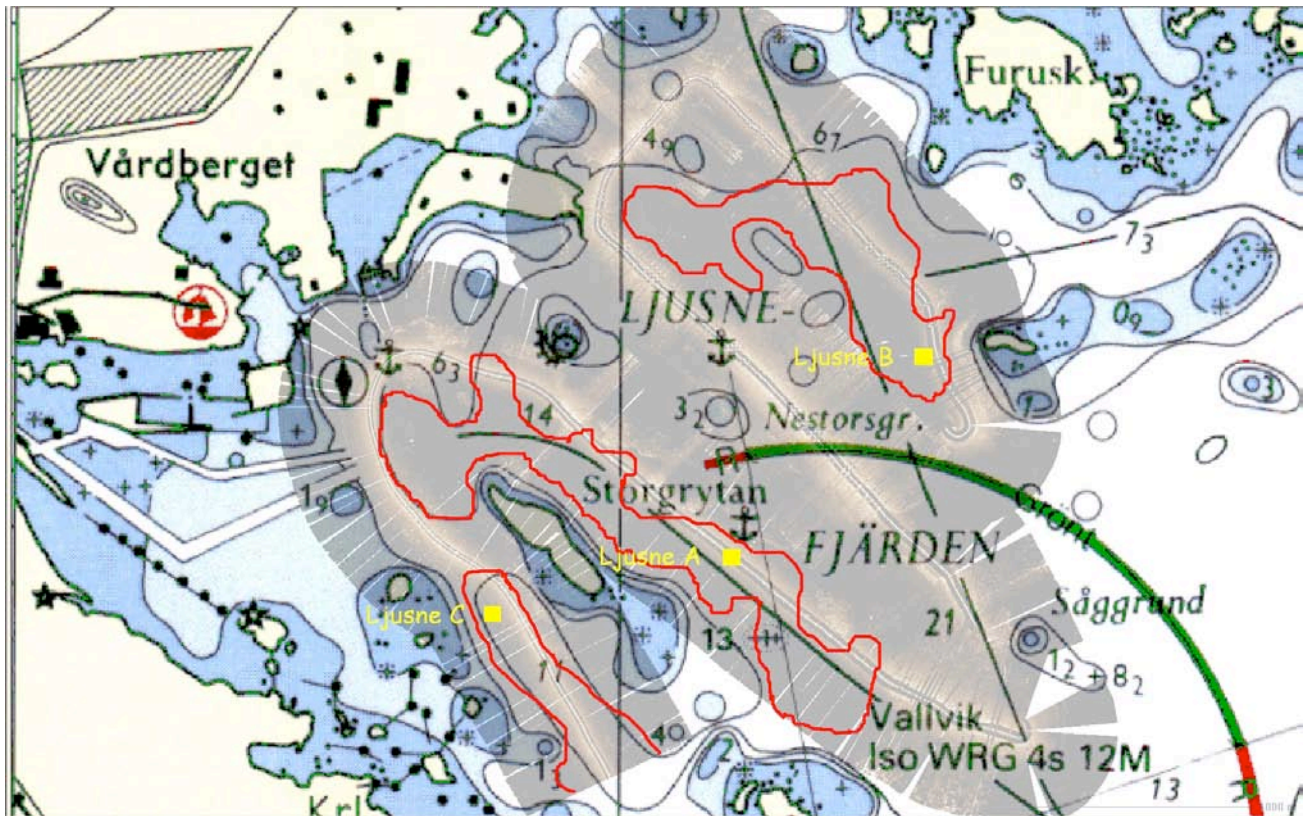


Figur 6 Översiktlig bottendynamisk karta för Vallviksfjärden med sedimentprovtagningsstationer Vallvik A, Vallvik B och Vallvik C inlagda. Den röda linjen representerar gränsen mellan erosions- och transportbotten (E/T) å ena sidan och ackumulationsbotten (A) å den andra. E/T-botten inom A-bottenområden har angivits med orange färg. Båtens färdväg representeras av mitten på de ljusare spåren.

Sonarkarteringen av Vallviksfjärden genomfördes längs ett antal transekter som framgår av Figur 6. Provtagningsbåtens fart under karteringen var ca 8 knop. Avståndet mellan transekterna var ca 0,6 distansminut, dvs. ca 1 100 m. Sonarens svepvidd valdes till 300 m åt båda hållen. Detta innebär okarterade korridorer mellan transekterna med ca 500 m bredd. Sonarunderlaget för denna stora fjärd är därför bristfälligt för att upprita en bottendynamisk karta med tillfredsställande noggrannhet. En översiktlig bottendynamisk karta kan dock uppskattas med referens till djupuppgifter från sjökortet. Förekomsten av djupsiffror är gles i sjökortet varför betydande fel kan föreligga i den bottendynamiska kartan.

Gränsen för på vilket djup A-botten uppträder varierar sannolikt påtagligt i Vallviksfjärden. I den norra mer vindexponerade delen ligger gränsen med största sannolikhet djupare än i den allra sydligaste mer skyddade delen.

Ljusnefjärden



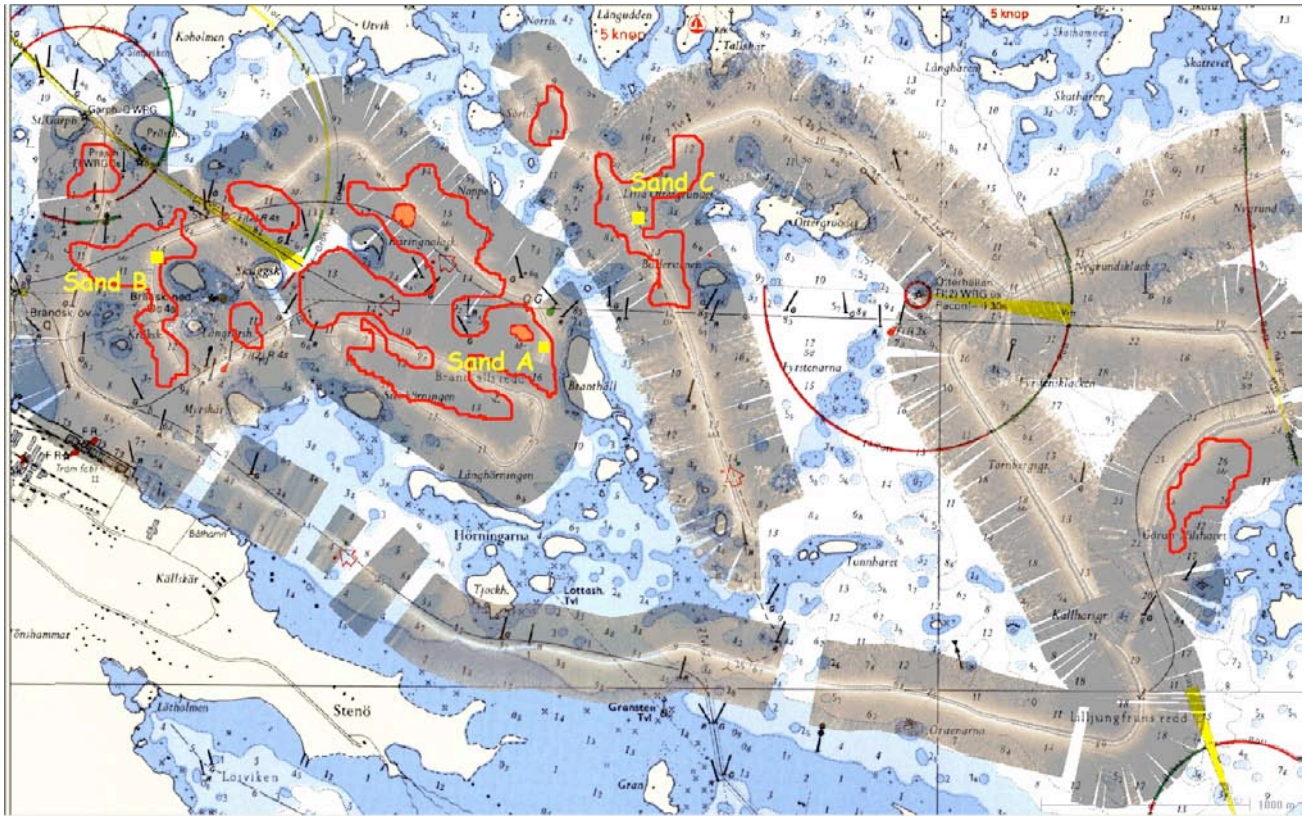
Figur 7 Översiktlig bottendynamisk karta för Ljusnefjärden med sedimentprovtagningsstationer Ljusne A, Ljusne B och Ljusne C inlagda. Den röda linjen representerar gränsen mellan erosions- och transportbottnar (E/T) å ena sidan och ackumulationsbottnar (A) å den andra. Båtens färdväg representeras av mitten på de ljusare spåren.

Sonarkarteringen av Ljusnefjärden genomfördes längs fyra transekter som framgår av Figur 7. Provtagningsbåtens fart under karteringen var ca 8 knop. Avståndet mellan transekterna var ca 0,3 distansminut, dvs. ca 370-560 m. Sonarens svepvidd valdes till 300 m åt båda hållen. En bottendynamisk karta har uppritats med referens till djupsiffror från sjökortet.

Tre avgränsade områden med ackumulationsbottnar kan noteras i området och sedimentprover har tagits i vart och ett av dessa områden. Dessa prover verifierar bedömningen av var A-bottnar finns. Noterbart är också att samtliga prover var oxiderade trots närheten till Vallviks massafabrik. En bidragande orsak till detta är säkerligen att Ljusnan mynnar i området. Mycket ekon av varierande storlek noterades på bottenarna och många av dessa är säkert sjunkna stockar. Områdets topografi är finbruten och storblockig. En del ekon kan därför säkert vara uppstickande storstenar även i områden som bedömts domineras av ackumulationsbottnar.

Sandarnefjärden

Sonarkarteringen av Sandarnefjärden genomfördes längs fyra transekter som framgår av Figur 8. Avståndet mellan transekterna var ca 0,3 distansminut, dvs. ca 370-560 m. Provtagningsbåtens fart under karteringen var 5-8 knop. Sonarens svepvidd valdes till 200-300 m åt båda hållen. En bottendynamisk karta har uppritats med referens till djupsiffror från sjökortet.



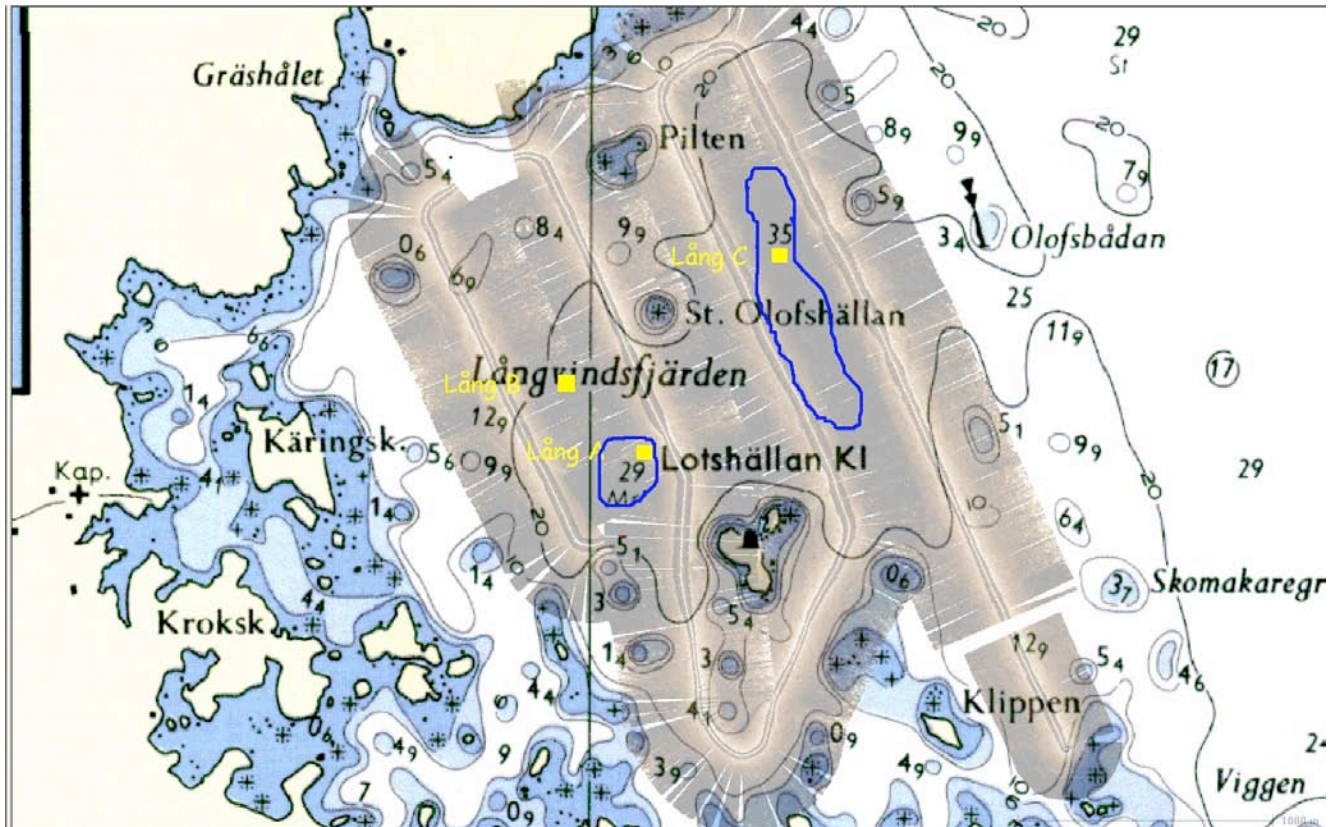
Figur 8 Översiktlig bottendynamisk karta för Sandarnefjärden med sedimentprovtagningsstationer Sand A, Sand B och Sand C inlagda. Den röda linjen representerar gränsen mellan erosions- och transportbotten (E/T) å ena sidan och ackumulationsbotten (A) å den andra. E/T-botten inom A-bottenområden har angivits med orange färg. Båtens färdväg representeras av mitten på de ljusare spåren.

Bottendynamiken i området styrs till stor del av hur den topografiska öppenheten mot öppna havet varierar. I de yttre exponerade delarna finns inga A-bottenområden. Det är endast i ett begränsat område till dels i lä av Lilljungfrun som A-botten bedömts förekomma. Denna observation är dock ganska osäker eftersom även vissa transportbotten ibland felaktigt kan bedömas som ackumulationsbotten utifrån side scan sonarplottet.

I fjärdens inre delar förekommer dock klara ackumulationsområden i skyddade lägen i lä av större öar där vattendjupet överstiger ca 10 m. Detta verifierades av sedimentprover som togs i tre av de avgränsade ackumulationsområdena. Anmärkningsvärt är också att samtliga prover uppvisade reducerad sedimenttyta, vilket indikerar ansträngda syrgasförhållanden i området. Den inre stationen uppvisade dessutom tydlig laminering, något som detekterats på ungefär samma ställe 2010 (Jonsson, opubl. material)

Långvindsfjärden

Sonarkarteringen av Långvindsfjärden genomfördes längs fyra transekter som framgår av Figur 9. Avståndet mellan transekterna var ca 0,2 distansminut, dvs. ca 370 m. Sonarens svepvidd valdes till 300 m åt båda hållen utom en kortare sträcka med 200 m svepvidd åt båda hållen. En bottendynamisk karta har uppritats med referens till djupsiffror från sjökortet. Provtagningsbåtens fart under karteringen var ca 8 knop.



Figur 9 Översiktlig bottendynamisk karta för Långvindsfjärden med sedimentprovtagningsstationer Lång A, Lång B och Lång C inlagda. Den blå linjen representerar troliga transportbottenområden (T). Båtens färdväg representeras av mitten på de ljusare spåren.

Inga ackumulationsbottenområden noterades i Långvindsfjärden. Orsaken är den stora exponeringen mot öppet hav som leder till att även bottnar med vattendjup över 30 m är att karaktärisera som erosions- eller transportbottnar. Denna bedömning bekräftades av sedimentproverna som togs dels i den yttre delen av fjärden på 30,8 m djup, dels i den centrala delen på vattendjup mellan 30,8 och 33,3 m. Två av stationerna (A och C) bedömdes som transportbottnar och den tredje uppvisar tecken på en erosionsbotten med sand och fingrus i ytan. Av navigatoriska skäl genomfördes inte kartering i den innersta delen av fjärden. Den skyddade topografin bakom grundområden och öar gör att det är möjligt, kanske t.o.m. troligt, att en mindre del av området utgörs av A-bottnar.

I "huvudfjärden" är fetchen på de flesta ställen större, vilket också leder till att djupgränsen för A-bottnarna trycks ned djupare i denna del av fjärden. På motsvarande sätt som i den nordöstra delen har A-bottengränsen bedömts ligga på 8-12 m. Den operativa gränsen har därför satts till 10-meterskurvan i sjökortet. Sedimentproverna (Hudik A och B) som togs i

den västra halvan av fjärden visar goda ackumulationsförhållanden. Sedimentytan var i båda proverna reducerad, vilket antyder ansträngda syrgasförhållanden i denna del av fjärden.

REFERENSER

- DeepVision, 2009. DeepEye Sonar System - User's Guide, 8 sid.
<http://www.deepvision.se/>
- Håkanson, L. and Jansson, M., 1983. Principles of Lake Sedimentology. Springer-Verlag, Berlin, 316 p.
- Jonsson, P. Institutionen för Tillämpad Miljövetenskap - ITM, Stockholms Universitet, Sverige. Opublicerat material från projektet "Dioxiner i Bottenhavet och Bottenviken- pågående utsläpp eller historiska synder?"
- Jonsson, P., Carman, R. and Wulff, F., 1990. Laminated sediments in the Baltic - A tool for evaluating nutrient mass balances. *Ambio* 19:152-158.
- Jonsson, P. (Red.), Persson, J. och Holmberg, P., 2003. Skärgårdens bottenar. Naturvårdsverket Rapport 5212, Stockholm, ISBN 91-620-5212-8, ISSN 0282-7298, 112 sid. English summary.
- 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.
- Södergren, A., Jonsson, P., Bengtsson, B.-E., Kringstad, K., Lagergren, S., Olsson, M. and Renberg, L., 1988. Biologiska effekter av blekeriavlopp. SNV Rapport 3498. 134 s.

Bilaga 1

Provtagningsprotokoll Gävleborgskusten

Yttre Fjärden, Gävle

Sonarkartering 2011-09-21, startat kl 0725. Svepvidd 200-300 m åt vardera sidan, fart 5,5 knop, layback 6 m.

Gävle A

Lat 6042271 Long 1716570 Djup 14,5 m

Gemini, Ponar samt vatten

Oxiderad lös gyttjelera/lergyttja, ca 5 cm oxiderat skikt, förekomst av Macoma.

Gävle B

Lat 6041994 Long 1716547 Djup 15,3 m

Ponar

Oxiderad lös gyttjelera/lergyttja, ca 5 cm oxiderat skikt.

Gävle C

Lat 6043270 Long 1717821 Djup 14,1 m

Ponar

Oxiderad något fastare gyttjelera/lergyttja, ca 5 cm oxiderat skikt, förekomst av Macoma.

Vallviksfjärden

Sonarkartering 2011-09-21, startat kl 1345. Svepvidd 200-300 m åt vardera sidan, 8 knop, layback 10 m.

Vallvik A

Lat 6109727 Long 1717203 Djup 47,2 m

Ponar samt vatten

Oxiderat, lös olivgrön lergyttja, något fastare än på B och C.

Vallvik B

Lat 6106904 Long 1713905 Djup 32,5 m

Ponar

Oxiderad, lös, ljus brungrön lergyttja

Vallvik C

Lat 6107734 Long 1718253 Djup 51,3 m

Ponar

Oxiderad lös fin lergyttja, lite mörkare från 2 cm och nedåt.

Ljusnefjärden

Sonarkartering 2011-09-21, startat kl 1820. Svepvidd 300 m åt vardera sidan, 8 knop, layback 6 m.

Ljusne A

Lat 6112048 Long 1710513 Djup 18,2 m

Ponar och vatten.

Oxiderad, lös brungrön lergyttja.

Ljusne B

Lat 6112407 Long 1711178 Djup 19,1 m

Ponar

Lös, oxiderad lergyttja. Brun på ytan, svartare därunder.

Ljusne C

Lat 6111953 Long 1709588 Djup 10,2 m

Ponar

Brungrå oxiderad, ganska fast lergyttja, grovdetritus på ytan.

Sandarnefjärden

2011-09-22 sonarkartering, startat 0820. Svepvidd 150-300 m åt vardera sidan, varierande fart 5-8 knop, layback 6 m.

Sand A

Lat 6115855 Long 1712873 Djup 15,9 m

Ponar och vatten

Svart, lös lergyttja, reducerad yta.

Sand B

Lat 6116101 Long 1710777 Djup 12,9 m

Ponar

Lös, laminerad lergyttja, reducerad yta.

Sand C

Lat 6116195 Long 1713411 Djup 13,1 m

Ponar

Mörk, relativt fast lergyttja, reducerad yta.

Långvindsfjärden

2011-09-21 sonarkartering, startat kl 1350. Svepvidd 200-300 m åt vardera sidan, 8 knop, layback 6 m.

Anm.: Hela Långvindsfjärden bedöms bestå av erosions- och transportbottnar.

Rekommenderat att inga prover analyseras.

Lång A

Lat 6127716 Long 1710219 Djup 29,7 m

Ponar och vatten

Oxiderad, ganska fast gyttjelera. Lite recent ovanpå gyttjeleran, Macoma, en hel del sandinslag, bedömd som T-botten.

Lång B

Lat 6128002 Long 1710638 Djup 33,3 m

Lite sand + fingrus, inget prov.

Lång C

Lat 6128456 Long 1710852 Djup 30,8 m

Ponar

Oxiderat, transportbotten

Hudiksvallsfjärden

2011-09-22 sonarkartering, startat kl 1650. Slepvidd 300 m åt vardera sidan, 8 knop, layback 6 m.

Hudik A

Lat 6142756 Long 1710211 Djup 25,1 m

Ponar samt vatten.

Reducerad, svart, lös lergyttja.

Hudik B

Lat 6142769 Long 1707473 Djup 21,6 m

Ponar.

Gråsvart-svart lös lergyttja. Reducerad yta.

Hudik C

Lat 6143008 Long 1713464 Djup 12,0 m

Ponar.

Tämligen lös lergyttja, oxiderad yta.