

Appendix C2: Kartläggning av erosions- och ankringsskador

Genomgång av befintlig metod och metodutveckling

Ett metodförslag finns för analys av potentiella skador av svall, erosion och ankring på bottenar, rapporten "Förslag till Biogeografisk uppföljning av påverkan med hjälp av indirekta metoder", undersökningstyp "Uppföljning av påverkan på marina bentiska samhällen med indirekta metoder" (HaV, utkastversion 2015-12-10). Förutsättningarna när denna rapport skrevs var att det inte fanns några relevanta fältmätningar som kunde styrka en mer robust kartläggningsmetod. Efter att detta rapportutkast producerats har det företagits ett pilotprojekt i Stockholms län angående erosionsmodellering (Länsstyrelsen i Stockholm rapport 2015:13). Dessutom återaktualiserades en äldre inventering av erosionsskador i samma län fast i en annan del av skärgården (Länsstyrelsen i Stockholm rapport 2010:22). Via både dessa undersökningar kunde en viss mängd geografiska data med fältmätningar av erosionsskador tas som utgångspunkt för att granska och revidera den tidigare inom den biogeografiska uppföljningen föreslagna metoden.

Utvärdering av existerande erosionsmodell (AquaBiota)

Initialt utvärderades om den av AquaBiota föreslagna metoden skulle kunna användas för nationell kartering och uppföljning av potentiella skador på bottenar. Utredningen resulterade i att metoden inte var tillämplig av följande skäl:

Metoden

- gav bara risk för stranderosion, inte även för bottenar
- byggde på att man känner till och analyserar olika fartygstyper mer i detalj
- utgår från att analysera strandsegments exponering mot generaliserade farledslinjer
- ger ingen uppfattning om mindre areella förändringar av utbredning av fartygstrafik, det vill säga vid sidan av intensiteten det som egentligen söks
- bygger inte på en enkel, generisk metod som kan utföras med standardverktyg
- ger i praktiken (som vi ska se nedan) samma resultat som en enklare GIS-baserad analysmetod

Revidering av aktuellt metodförslag

Aktuellt förslag ger en allt för snäv areell definition av påverkan. Dessutom visar det sig att försök till att kartlägga stränders eroderbarhet (SGU 2017) inte fångar upp de fältinmätta erosionsskadorna, synbarligen då underlagen till känslighet för erosion är grövre än de faktiska erosionsskadorna. Det är alltså inte meningsfullt att ta hänsyn till geologin i strandzonen eller på botten utan analysen får resultera i potentiellt påverkade bottenar och uppföljningen har att rikta in sig på areell förändring av potentiella skador, utan hänsyn till bottenarnas eroderbarhet. Med härledning av de fältmätningar som nu står till buds kan man konstruera en bättre än den tidigare föreslagna. Den kan beskrivas enligt följande:

Förutsättningar

- Tillgång till AIS-data med information om fartygsklass, djupgående, längd, bredd och hastighet
- Tillgång till djupdata och vågexponering

2018-06-29

Mål

Att försöka skatta var det finns risk för att bottenmiljöer är väsentligt påverkade av båttrafik, avseende ändrad vågregim, sedimentationsförlopp och direkta erosionskador. Upplösningen motsvarar på en skala som möjliggör skattning av påverkan på habitat (10–100 m) och ska gå att aggregera till mer övergripande enheter.

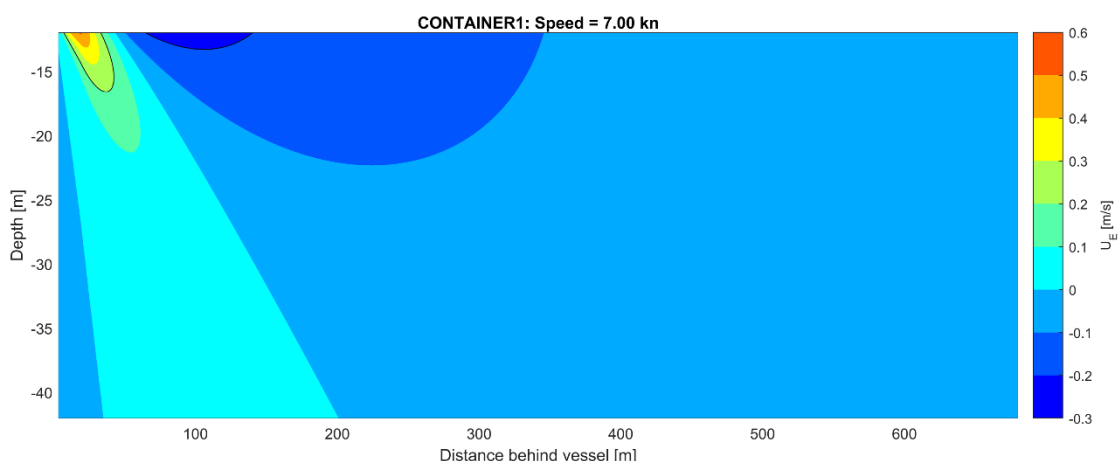
Delanalyser

1. **Svall:** potentiella skador från svallvågor, upp till 1000 m från fartygens ruttspår
2. **Avsänkning:** potentiella skador från förflyttning av stora vattenvolymer runt fartyg, ”baksug”
3. **Ankring:** en kombination av kraftigt störda vågmönster och ökade vattenrörelser i synnerhet runt stillhållna/backande/accelererade större fartyg och direkta bottenskadorna från ankring, i synnerhet av segelbåtar och motorbåtar

Utgångspunkt

Utifrån samband mellan fartygens karaktäristiska hastighet och djupgående, som presenterades i rapporten från Länsstyrelsen i Stockholm (2015:13), testades olika metoder för att ta fram ett index som utgår från samtliga ruttspår och klingar av kontinuerligt med avstånd och djup. De olika testanalyserna validerades sedan mot modelldata, modellresultat och fältmätningar från de båda tidigare studierna (Länsstyrelsen i Stockholm 2015:13 och 2010:22). Resultaten analyserades med avseende på bakgrundsmiljöns vågklimat och fältmätningarnas evidens. Genom detta förfarande kunde en absolut klassindelning skapas utifrån det framtagna påverkansindex omtolkat enligt en matris byggd på vågexponering, där risk för erosionseffekter minskar vid ökad vågexponering av naturmiljöns naturliga tillstånd. Detta finns visualiserat under rubriken Validering.

Målsättningen var att utgå från evidens och/eller modelldata angående bottenerosion ur olika perspektiv och i olika scenarier och med detta som ledning anpassa metoden. Genom DHI:s försorg finns tillgång till några modeller över vattnets orbitalhastighet vid olika djup, givet olika fartygstyper och hastigheter (se bilder nedan). Med dessa modeller kalibrerades modellen. Relevant litteratur som har beaktats finns upptagen i referenslistan och i appendix B2.



Figur 1. Exempel på modellresultat över vattenströmmar runt propellrarna på ett djupgående containerfartyg. I grafen är med svart linje markerat gräns för erosion på mjukbottnar, runt 17 meter, vilket givet sjökortens undertolkande av djup stämmer ganska bra med 15-meterskurvan.

2018-06-29

Metodbeskrivning svall och erosion

Nedan presenteras metoden föreslagen för svall och erosion. I Figur 2 framgår processen översiktligt.



Figur 2. Diagram över GIS-metoden för potentiella skador på bottenar från vågverkan och avsänkningseffekter från fartygstafrik.

Förberedelser

AIS-transponderdata har en stor mängd luckor i relevanta uppgifter, det vill säga längd, djupgående och bredd. 20 % av aktuell datamängd berörs av sådana luckor. Dessutom finns fel i data genom att vissa punkter ligger på land och många ruttspår går tvärs över öar och kustsegment. Data måste alltså rensas och kompletteras. Detta görs genom att:

1. Ta helt bort ruttspår som sneddar över land med mer än 50 meters marginal.
2. Ta bort poster med SOG (Speed Over Ground) > 50 (enhet knop). Grovt felaktiga hastigheter inverkar negativt på resultatet.
3. Klipp alla ruttspår med strandlinjen så att delar som skjuter över land tas bort
4. Rensa AIS-data så att det som inte är fartyg avskiljs. Framförallt är det SAR-helikoptrar men det kan även finnas fasta transponderstationer i vissa AIS-mängder.
5. Bygg statistik för de olika fartygstyperna (attribut "ShipTypeName") vad gäller medianvärden för längd, bredd och djupgående.
6. Där vissa data saknas för längd, djupgående eller bredd, fyll i med medianvärdet för respektive fartygstyp.
7. Klipp upp vattenområdet i kvadratiska delområden baserat på lantmäteriets indexrutor (10 km) för att materialet ska kunna bearbetas.
8. Se till att underlag i form av batymetri finns tillgängligt och att denna är klippt mot aktuell strandlinje/vattenmask.

2018-06-29

Analys av risk för svall

1. Via sambanden mellan risk för erosion och fartygens djupgående (d), längd (l) och hastighet (v) beräknas varje ruttspårs relativa risk för erosionsverkan som $d \times l \times v^2$.
2. För samtliga ruttspår görs en "kernel density" viktat med ekvationen ovan och värden från Tabell 1, uppdelat på fartygens djupgående, i fem klasser. Det blir då fem rasterskikt med potentiell erosionsverkan. Maximal sökradie för kernel density är d_{\max} enligt Tabell 1.
3. Denna verkan ska ställas emot djupet i aktuell pixel. Detta görs genom att ta fram fem sensitivitetsraster, en för varje fartygsklass, eftersom dessa klasser har olika tänkt maximal djupverkan. Sensitivitetsrastret tas fram genom att klassa om en kontinuerlig batymetri enligt funktionen "logistic growth" (ArcGIS) med värde 1.0 och maximalt djup satt till z_{\max} enligt Tabell 1. Resultatet blir fem sensitivitetsraster med värde 1 för djupet $z = 0$ samt värde 0 för $z = z_{\max}$.
4. Potentiell påverkan fås genom att multiplicera potentiell erosionsverkan med sensitivitet, som beräknats enligt föregående punkt. Ett exempel visualiseras i Figur 5.
5. Total risk för erosion fås genom att addera de fem delresultaten från punkten ovan. Detta värde, i sig en dimensionslös gradering, läggs till polygonerna i "erosionsrisk_AIS.gdb". Klasserna i databasen beskrivs vidare under Resultat.

Det maximala djupet z_{\max} ges av Tabell 2 samt Figur 3 och Figur 4.

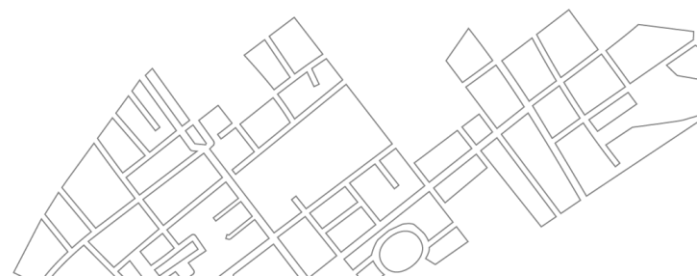
Tabell 1. Parametrar som använts för att klassindela och beräkna risk för bottenerosion.

Fartyg klass	Djupgående, draught	Cutoff djup, z_{\max}	Cutoff avstånd, d_{\max}	Avsänkning Sökradie, r
1	<1,5	3	800	30
2	1,5 – 3	6	800	60
3	3 – 5	10	800	100
4	5 – 7,5	12	800	250
5	7,5 +	15	1000	400

Analys av risk för bottenerosion och bottenturbering

Metoden bygger på samma logik som metoden för svall, med två viktiga skillnader:

1. Vikten för potentiell erosionsverkan beräknas med hänsyn även taget till fartygets bredd (b), således med ekvationen $b \times d \times l \times v^2$.
2. Känsligheten för bottenerosion tar inte bara hänsyn till djupet utan även till vattenvolymen runt båten. Således multipliceras sensitivitetsrastret med summan av vatten inom avsänkningens sökradie, r enligt Tabell 1, det vill säga focal statistics, $\text{sum}(z)$, search radius r .

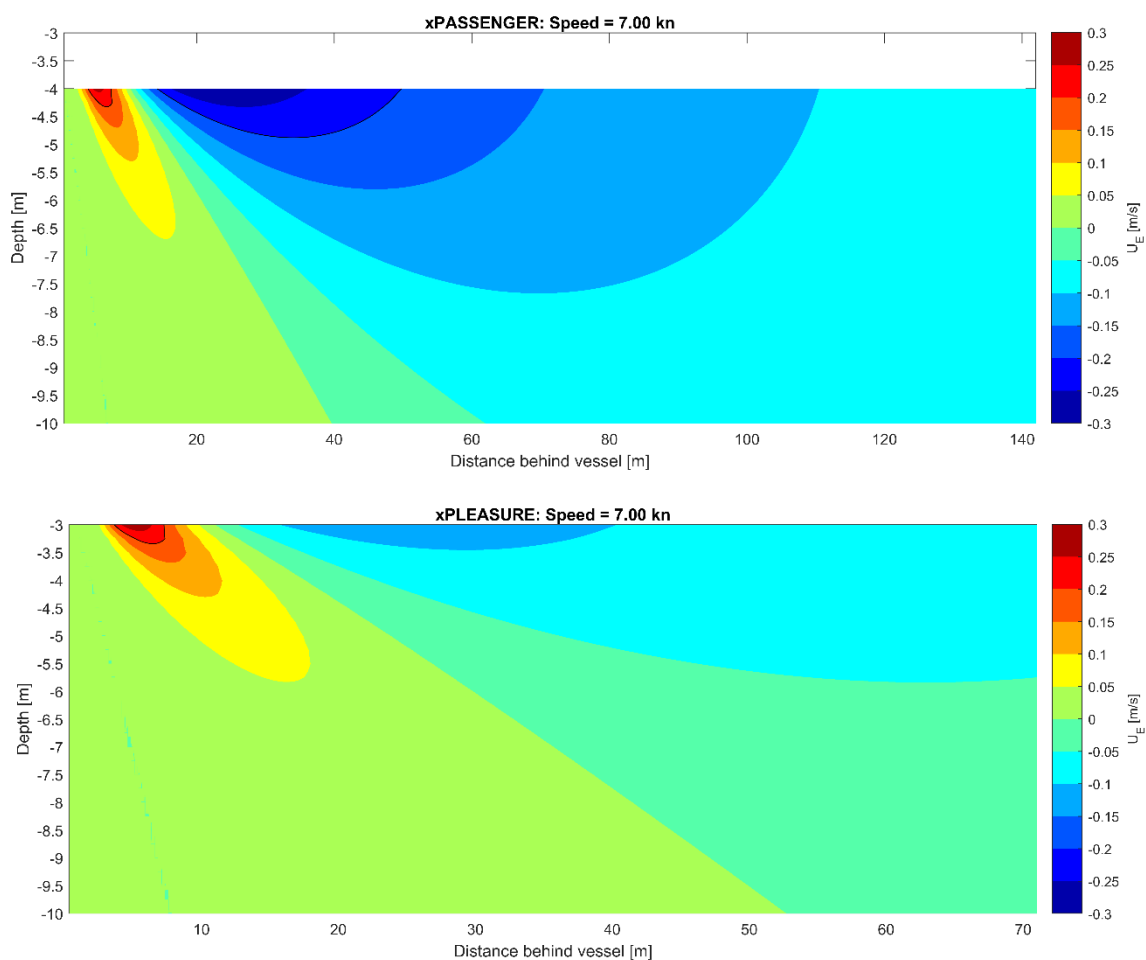


2018-06-29

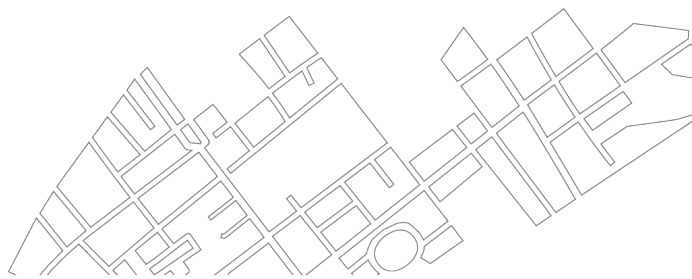
Det maximala djupet z_{\max} ges av Tabell 2 samt Figur 3 och Figur 4 nedan.

Tabell 2. Parametrar för i nedanstående figurer förekommande modelleringsresultat kring erosivitet av propellerrörelser hos olika tyfartyg. Källa: DHI.

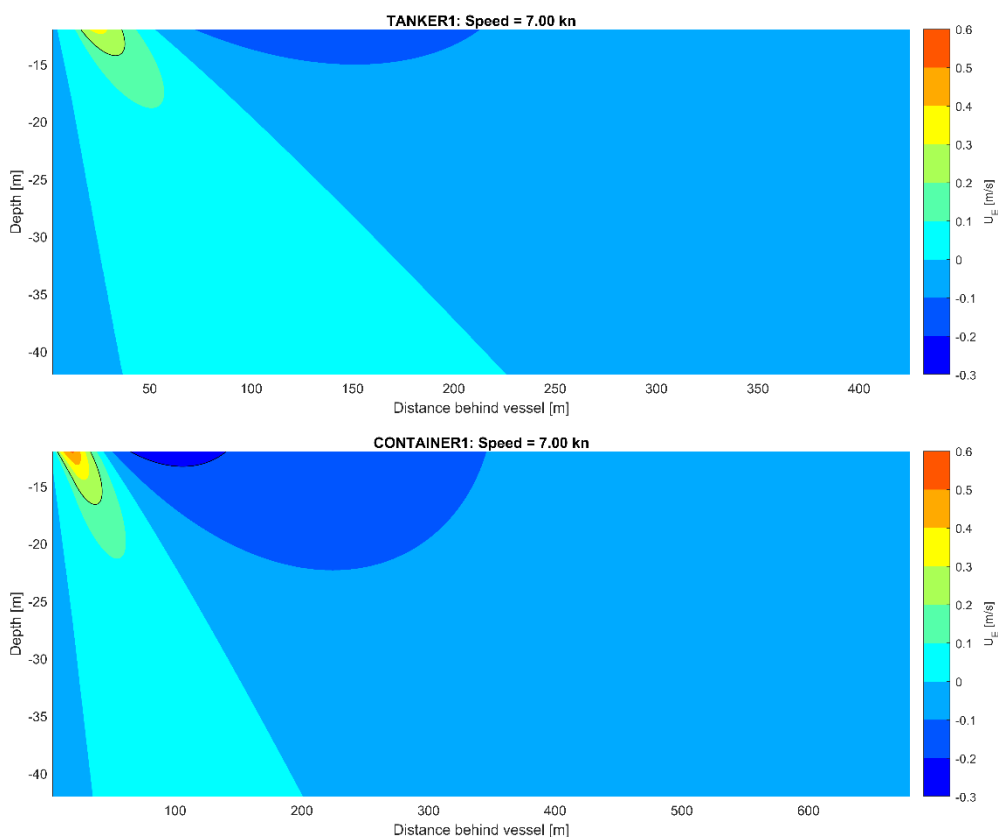
Dim/Ship	TANKER1	CONTAINER1	xPASSANGER	xPLEASURE	Parameter description
L [m]	229,0	235,0	50,0	15,0	Ship length
W [m]	32,0	32,0	9,0	5,0	Ship width (mid section)
D [m]	11,5	10,9	3,0	2,0	Ship draught (max load)
RPM0 [1/min]	49,2	28,3	100,0	300,0	RPM at 7kn
Dp [m]	5,9	8,0	2,0	1,0	Propeller diameter
Hp [m]	4,00	3,70	0,50	0,25	Propeller axis height above keel
Cb [-]	0,790	0,620	0,850	0,850	Ship block coefficient
LxVxD [m ³]	84272	81968	1350	150	Volume (no hull geometry)



Figur 3. Modellering av propellerström bakom och under ett tänkt passagerarfartyg och fritidsbåt. Dessa kan ge upphov till erosion av mjuka bottenar ($U_E > 0,2$) ner till ungefär 4,5 respektive 3,25 meter. Källa: DHI.



2018-06-29

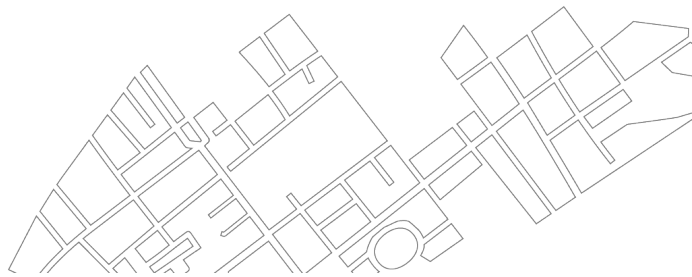


Figur 4. Modellering av propellerström bakom och under ett tänkt tankarfartyg och containerfartyg. Dessa kan ge upphov till erosion av mjuka bottenar ($U_E > 0,2$) ner till ungefär 14 respektive 17 meter. Källa: DHI.

Eftersom många parametrar för fartygen saknas i AIS-data (jämför med Tabell 2) valdes att använda djupgåendet som en proxy för tänkt maximalt djup för risk för bottenstörning. Efter att ha konsulterat figurerna ovan valdes grovt sett fartygens dubbla djupgående som maximal risk för zon för uppvirvlande sediment i mjukbotten.

Eftersom denna propellerström påverkar både morfologi (genom uppvirvlande sediment), hydrologiska villkor (genom omblandning av vattenmassor) och konnektivitet (genom mekanisk störning, buller) har en gemensam brytpunkt valts och använts för all form av störning utifrån bottenerosion, även om störningen viktas olika beroende på frågeställning (till exempel påverkan på hydrologisk regim, substratsammansättning eller konnektivitet).

Se Tabell 1 för val av exakta klassvärden utifrån fartygens djupgående.



2018-06-29



Figur 5. Sensitivitet multiplicerat med potentiell vågpåverkan ger risk för erosion. Denna analys utförs för de fem fartygsklasserna och adderas.

Sammantagen analys av risk för bottenskador från mobila fartyg

Resultaten från svallanalysen (5 rasterskikt) adderas till analysen från avsänkingsanalysen (även den fem rasterskikt).

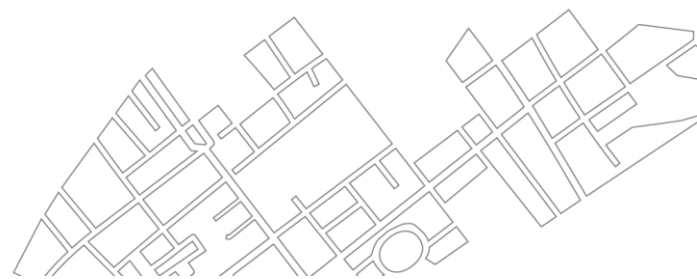
Detta värde delas in i fyra påverkansklasser baserat på vågexponering enligt Figur 6 nedan. Resultatet blir klasserna 0 = ingen påverkan/blå, 1 = Förändrad vågregim/grön, 3 = Nötning på vegetation och mjuka substrat/gul samt 4 = Erosionsrisk, morfologiska förändringar/röd.

Summa av svall- och avsänkingsindex	Vågexponering					Typisk påverkan
	0 – 5000	5000 – 7500	7500 – 10000	10000 – 17000	17000+	
0 – 9999	●	●	●	●	●	Ingen inverkan
10 000 – 100 000	●	●	●	●	●	Förändrad vågregim
100 000 – 500 000	●	●	●	●	●	Nötning på vegetation och mjuka substrat
500 000 – 2 000 000	●	●	●	●	●	Erosionsrisk, morfologiska förändringar
2 000 000 – 15 000 000	●	●	●	●	●	
15 000 000+	●	●	●	●	●	

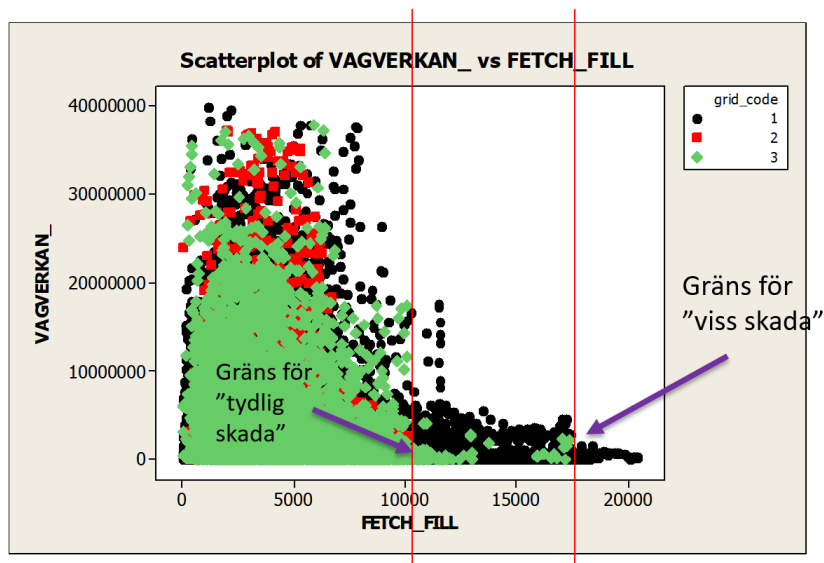
Figur 6. Omklassning av erosionsrisk givet svall- och avsänkingsindex och rådande vågexponering enligt SWM.

Omklassning enligt vågexponering

För att kompensera för naturmiljöns känslighet för erosion med avseende på vågklimat studerades de strandsegment som inventerats som tydligt skadade eller med vissa skador enligt de två tidigare fältstudierna (Figur 7). Det visade sig att samtliga större skador förekommer i områden med en vågexponering (SWM) som understiger värdet 10 000. I området mellan 10 000 och över drygt 17 000 förekommer några strandsegment med vissa skador och över 17 500 har inga skador påvisats. I dessa områden har naturmiljön redan ett sådant jämviktstillstånd så att ytterligare vågor från båtar gör ingen skillnad. Baserat på denna iakttagelse kunde klassgränserna i Figur 7 bestämmas.



2018-06-29



Figur 7. Klassgränser för stor respektive viss risk för erosion, baserat på iaktagna erosionskador. Samtliga stora skador finns noterade i områden med vågexponering som understiger värdet 10 000 och vid en exponering som övergår 17 500 finns inga skador noterade alls. Figuren visar alltså små skador (grönt), stora skador (rött) och inga skador (svart) enligt modellerad vågverkan och vågexponering (FETCH_FILL).

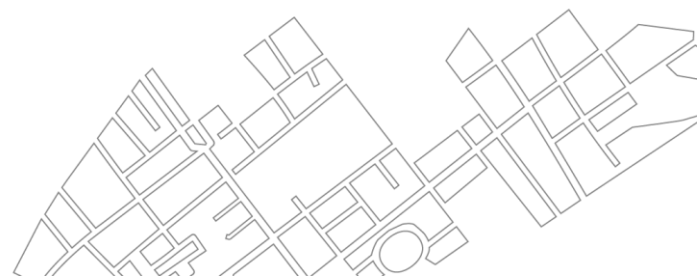
Validering

Tillgängliga fältdata omfattar endast ett par områden i Stockholms skärgård. Dessutom finns inga oberoende data att validera modellen mot. Metoden ska alltså ses som att anpassas till bästa match mot tidigare modellering och tidigare iaktagna erosionskador men eftersom alla ingående underlag; vågexponering, skattning av erosionskador, batymetri, nomenklatur för erosionskador och sambanden mellan fartygs karaktäristika och vågverkan är förenklade och grova bör man förvänta sig att modellen kan utvecklas vidare både kvantitativt, med bättre data, och kvalitativt, med bättre metoder och mer vetenskapliga, statistiska, fysikaliska och matematiska samband. Med detta sagt kan valideringen endast göras genom att matcha resultat med tidigare modell och mot fältmätningar men med brasklappen att fältmätningarna visar verkligheten, det vill säga potentiellt påverkade områden som faktiskt påverkats eftersom de har en känslig geologi/morfologi. Modellresultatet bör alltså täcka in större områden än faktiska skadade områden.

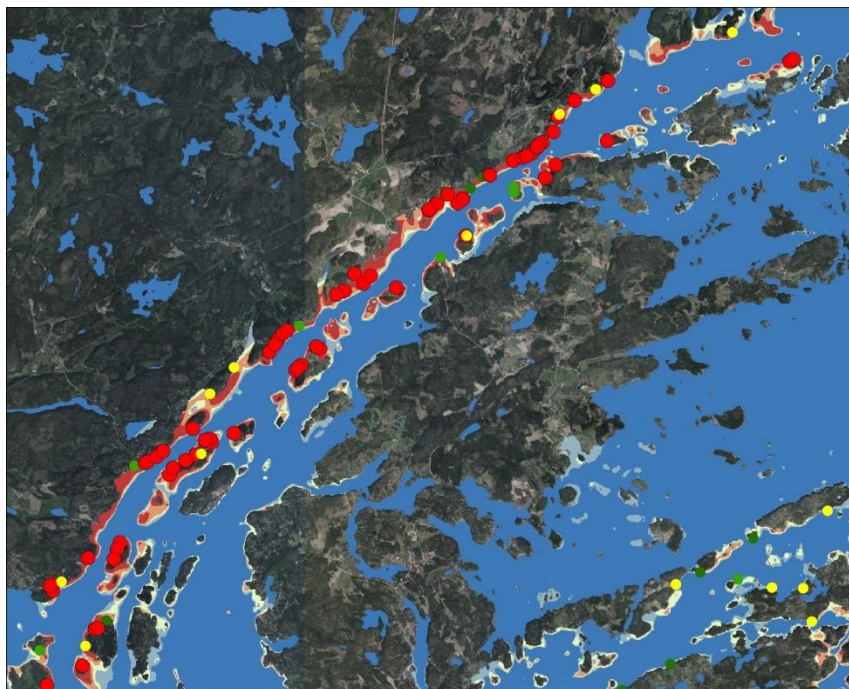
Valideringen gjordes i de två områden där det fanns fältmätningar, se bilder nedan. I område 1 (Figur 8) pekade analysen ut samma område som Länsstyrelsens modell och även punkter med påvisade erosionskador. Överensstämmelsen var mycket god. Man måste dock betrakta att fartygstrafiken i området är relativt väl koncentrerad till farleden Furusundsleden, varför det i bilden blir tydliga mönster och en tydlig skillnad mellan hög risk och låg risk. I område 2 (Figur 9), där fartygstrafiken till största del består av mellanstora fartyg som korsvis tar sig fram genom den småbrutna skärgården, blir erosionsmönstret inte lika tydligt och felet på lokal nivå tydligare men i huvudsak pekas rätt passager mellan öar och invid kusten ut.

Körning

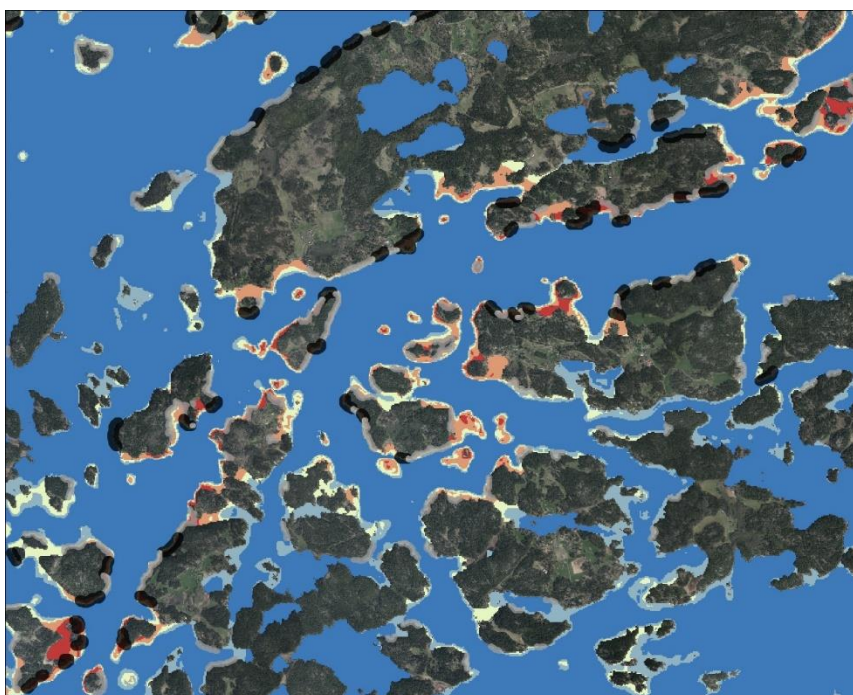
- Modellen kördes för hela Sveriges havsområde.
- Rasterdata, klassade enligt ovan, vektoriserades och risk för skador i klasserna 1-3 behölls som polygoner i en geodatabas.



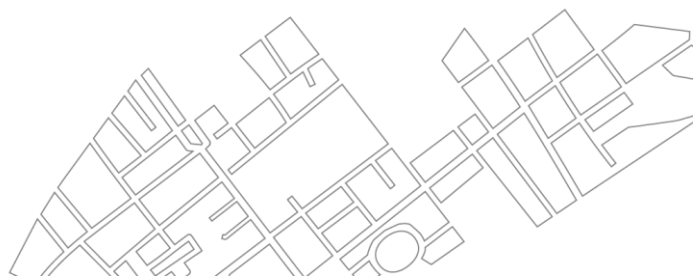
2018-06-29



Figur 8. Validering av modell (risk indikerat i skalan gult-rött) och punktmätningar med påvisade erosionskador. Modellen har hög överensstämmelse med verkliga observationer och avvikelser kan till stor del tillskrivas brist på sensitivetsanalys av naturmiljö, det vill säga geologi och morfologi.



Figur 9. Validering av modell (risk indikerat i gult-rött) mot segment av kusten med någon (grå) respektive stor (svart) skada från erosion. I stort sammanfaller modell och verkliga resultat även här men på en mycket lokal skala framstår strandens känslighet som helt avgörande, så även om man fångar rätt område (på en skala om kanske ett hektar, eller hundra meter strand) så är det ofta i detalj "fel" segment av kusten som pekas ut.



2018-06-29

Ankringskador

Mål

Avsikten med denna analys är att skatta var grunda bottenar störs av båttrafik främst med avseende på ankring men även från vatten- och sedimentrörelser orsakade av stillhållning, acceleration och reversering av propellrar. Man kan säga att denna analys kompletterar analysen av svall och erosion enligt ovan, så att både dynamisk och statisk påverkan från båtar fångas upp, både genom indirekt vågverkan och direkt bottenstörning via propellrar och slitage från ankring.

Förutsättningar

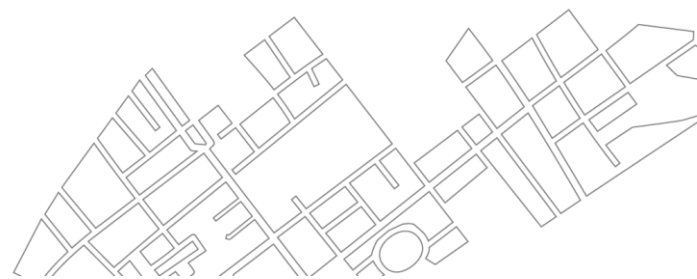
Det finns några få studier som pekar ut skador från ankring. Då rör det sig om skador orsakade av fritidsbåtar på botten i känsliga naturmiljöer, oftast naturhamnar. Ett exempel använt i denna studie är Stockholms läns museums inventering av skador i Stora Nassa (Rapport 2008:05) ett annat är en studie av naturhamnar i Östergötland (Länsstyrelsen i Östergötland 2010).

Vad gäller skador åsamkade i andra bottenmiljöer och av andra typer av skador än just ankring av fritidsbåtar finns mycket litet kunskap. Men man kan använda indirekta källor och metoder. I Figur 10 nedan illustreras med terrängskuggning bottenen utanför Älvnäset i Luleå hamn. Syftet bakom kartläggningen av bottenen var att identifiera marinarknologiska objekt inför en muddring i hamnen men resultatet har använts här för att illustrera påverkan av ankring och stillhållning i en industrihamn. I Figur 11 visas dessutom en bild av bottenstörningar utanför industrihamnen, i farleden och intill en gästhamn. I praktiken förefaller hela botten vara störd på ett eller annat sätt.

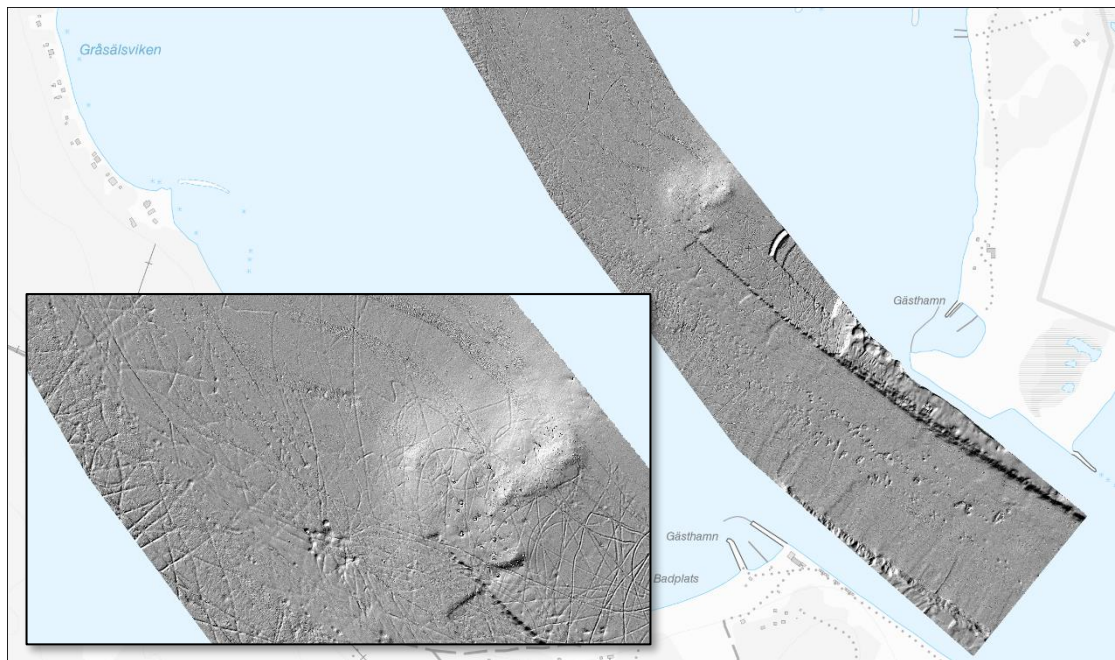
Med tillgängliga data kan vi spåra ankring och stillhållning med hjälp av data från AIS-transpondrar. Eftersom i synnerhet ankring av fritidsbåtar sker spontant, lite var stans, och vi bara har 80 dagars AIS-data att tillgå för aktuellt uppdrag för sex års sjötrafik, kommer resultaten att undertolkas. Av den anledningen täthetsbildas ankringspunkterna med en viss radie så att populära ankringsplatser står ut och det blir något lättare att uppskatta utbredningen av ankringarna.



Figur 10. Exempel på skador på botten i en industrihamn. Älvnäset, Luleå. Data: Statens sjöhistoriska museum.



2018-06-29



Figur 11. Störningar på botten utanför en gästhamn, tillika i en farled och inlopp till Luleå. Längs den kartlagda korridorens östra kant dessutom muddringskant. Källa: Statens sjöhistoriska museum.

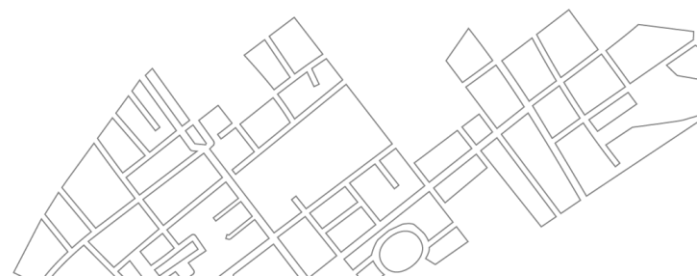
Man ska vara medveten om att de omfattande bottenstörningarna i de båda figurerna ovan återspeglar många års verksamhet av ankring, muddring och fiske. Analys av AIS-data för en analysperiod av 6 år (i det här fallet representerat av åren 2008-2012) kommer alltså inte att fånga in mer än en bråkdel av den totalt störda botten.

En tentativ slutsats man kan dra av dessa enkla nedslag utanför en industri- och fiskehamn är att om man önskar kartlägga den totala arealen störd botten bör man utgå ifrån ett schablonavstånd från hamn och kajer med avsevärd diameter.

En mer noggrann studie av havsbotten med högupplösta mätningar med side-scan sonar och/eller multibeam skulle kunna hjälpa till att bringa klarhet i denna fråga.

Metod

1. AIS-data med hastighet, SOG, < 0,1 knop togs fram.
2. Datamängden gick igenom sekventiellt och för alla punktsvärmar på samma plats med samma fartygs-Id (CallSign eller IMMO-Id) bildades en punkt, som alltså står för ett besök. På detta sätt kan man om man vill filtrera bort enskilda besök men även intensitetsklassa förekomster baserat på faktisk påverkan, inte baserat på hur länge en besökare låtit sin AIS-transponder sända ut signaler.
3. För att tillmötesgå önskemålen om att resultatet ska rymmas inom DPSIR-modellen delades besökspunkterna in i följande kategorier, baserat på samhällliga drivkrafter:
 - a. Fritidsbåtstrafik (Leisure): Omfattar kategorierna Sailing, Diving samt Pleasure.
 - b. Fiske (Fishing): Omfattar kategorin Fishing.
 - c. Persontransport (Pers): Omfattar kategorierna Ships according to RR, HSC och Passenger
 - d. Industriell transport (Industry): Omfattar kategorierna Tanker och Cargo.
 - e. Samhällstjänster (Government): Omfattar kategorierna Law enforcement, Military, Medical och Anti_pollution



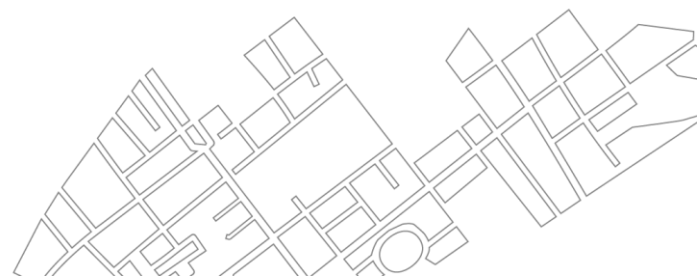
2018-06-29

- f. Sjöfart (Shipping): Omfattar kategorierna Towing, Towing_long/wide, Dredging, Port_tender, Pilot samt Tug
 - g. Övrigt (Other): Omfattar kategorierna N/A, Reserved, Undefined, Spare samt Other
4. Från besökspunkterna gjordes en densitetsanalys (ArcGIS), kernel density, med sökradien 50 meter och SQUARE_METERS. Anledningen till detta är dels för att ankringskador uppstår inom ett ankringsförlopp, och vid drivning och även uppsankring, men även av den anledningen att en zon runt populära ankringspunkter till någon del kan hjälpa till att kompensera bort det mörkertal som uppstår när vi har så få dagars AIS-data att tillgå.
 5. Densitetsbilden för alla drivkrafter utom fritidsbåtar omklassades i klasserna 1-4 enligt följande tabell:
 - a. 0 – 0,005 = NoData
 - b. 0,005 – 0,01 = 1
 - c. 0,01 – 0,05 = 2
 - d. 0,05 – 0,1 = 3
 - e. 0,1+ = 4
 6. För fritidsbåtstrafik, vilken har större effekt i form av ankring än övrig trafik och dessutom är undertolkad då de flesta båtar ej har AIS-transponder, valdes följande översättningstabell:
 - a. 0 – 0,001 = NoData
 - b. 0,001 – 0,005 = 1
 - c. 0,005 – 0,01 = 2
 - d. 0,01 – 0,1 = 3
 - e. 0,1+ = 4
 7. Resultatet maskades med vatten enligt fastighetskartan.
 8. Rasterskikten vektoriserades så att polygoner bildades med zoner om värde 1-4 som alltså utvisar potentiell störning på botten från ankring och stillhållning.

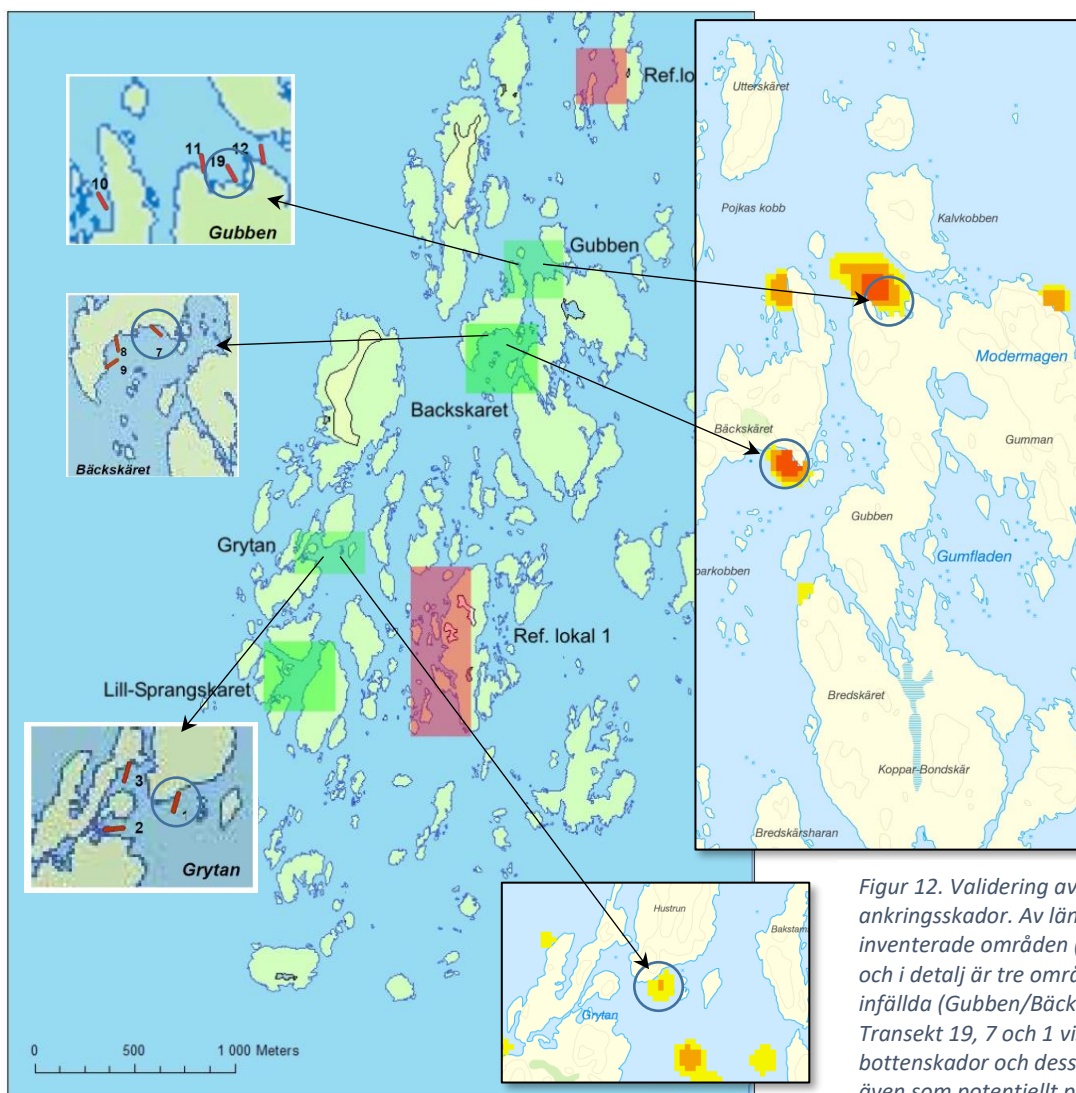
Validering

Det är svårt att validera denna analys då det inte existerar några robusta och mer omfattande fältstudier av ankringskador. En nyligen avslutad doktorsavhandling (Egardt 2017) kunde inte identifiera någon tydlig korrelation mellan förekomst av ankranne fritidsbåtar och störning på botten (i synnerhet ålgräsängar) men studien hade heller ingen heltäckande, kvantitativ och detaljerad kartläggning av båttrafik att utgå ifrån. Det finns dock en liten studie (Länsstyrelsen i Stockholm 2008) över skador på botten i Stora Nassa i Stockholms centrala ytterskärgård där fältbesiktningen gjordes i augusti 2007. För att validera analysen mot detta fältunderlag valdes analys av ankring utförd med fritidsbåtstrafik ut, klassen Leisure, det vill säga båtar av kategorierna Sailing, Diving samt Pleasure. Det är fartyg av dessa typer som besöker Stora Nassa skärgård och tillika de som ankrar upp och skapar de störningar på botten som har iakttagits.

Vid en kontroll mot fältmätningarna visade det sig att samtliga transekter (3 st; nr 1, 7 och 19) som uppvisade störst skador (andel skadad botten > 5 %) under fältinventeringen 2007 också föll ut som potentiellt påverkade i GIS-analysen, se *Figur 12* nedan. Av detta lilla exempel kan man sluta sig till att metoden verkar ha en potential att peka ut störda botten. Det återstår dock att undersöka eventuella "false positives", det vill säga områden utpekade som potentiellt störda men utan faktiska störningar. En sådan undersökning skulle kunna utföras med resultatet från GIS-analysen som utgångspunkt.



2018-06-29



Figur 12. Validering av analysen av ankringskador. Av länsstyrelsen inventerade områden (gröna rektanglar) och i detalj är tre områden med transekter infällda (Gubben/Bäckskäret/Grytan). Transekt 19, 7 och 1 visar störst bottenkador och dessa områden indikeras även som potentiellt påverkade i analysen av ankringskador (de båda infällda bilderna t.h.). GIS-analysen har således av denna enkla validering en viss potential.

Resultat

Resultatet består av två databaser med vektordata:

erosionsrisk_AIS.gdb beskriver, med attributet **erosionsrisk**, risken för strand- och bottenstörning från passerande fartyg, indelat i tre klasser där tre innebär risk för mest påtaglig skada:

- 1 = Påtaglig risk för ändrade vattenströmmar, relevanta för biologi och habitat
- 2 = Risk för erosion av mjukbottenar, plus risk enligt klass 1 ovan
- 3 = Risk för erosion av sand och morän, plus risk enligt klass 2 ovan

ankring_bottenstress.gdb beskriver, med attributet **risk**, risk för störning på bottenar utifrån ankring eller stillhållna/backande/startande fartyg, klassade 1-4. Klasserna ska tolkas relativt där:

- 1 = infrekventa besök, liten risk för skada
- 2-3 = flera besök per år, viss risk för skada
- 4 = frekventa besök eller direkt ankring, ganska stor risk för skada

2018-06-29

Resultaten bör skäras mot grundzonerna så att områden djupare än 15 m ej tas med. Dessa djupområden är varken ankringsbottnar för fritidsbåtar eller tillräckligt grunda bottenar för att vara utsatta för indirekt verkan från stillhållna/backande/accelererande fartyg.

Kommentarer

Leverablerna inkluderar en metod och resultat med vilken man kan skatta risk för, men inte förekomst av, skador på bottenar och stränder. För att få en uppfattning om faktisk förekomst av skada ska indikatorerna analyseras mot bakgrund av naturmiljöns faktiska känslighet. Idag existerar inga sådana geografiska skattningar som fungerar på lokal skala (totala meter).

Upplösningen blir i praktiken kring 50 meter baserat på grov metod och bristfälliga djupdata. I synnerhet i mycket grunda områden, där den för detta syfte framtagna djupmodellen ofta väsentligt undertolkar djupet i brist på djupmätningar i sjökort, övertolkas risken för erosion. Med bättre batymetri kan man undvika detta fel.

Uppföljning är möjlig med dessa data då analysen bygger på exakta rutter, inga schematiska farleder, och det är utbredningen och intensiteten hos precisa rutter och ankringspunkter som ligger till grund för analysen. En uppföljning kan alltså peka ut var och med hur stor andel bottenarna löper risk skador, och hur detta förändras. På lokal nivå i skalan totala meter kommer dock varje ytenhet att behöva undersökas separat, om nu faktiska skador ska kunna följas. På denna nivå är inte heller modellen eller metoden tillräckligt exakt.

En svaghet är att varken diffraktion eller barriärer tas i beaktan. Längs en farled kan alltså exempelvis baksidan på en ö falla ut som i riskzonen för erosion. I praktiken är detta på relevant skala (hundralet meter) inte något större problem och i synnerhet inte när det är en förändringsanalys som görs. Men om detta problem ska åtgärdas måste en ny teknik tas fram som kombinerar styrkan och snabbheten i en kernel density-analys med förmågan till hinderkompensation och diffraktionsberäkning till exempel via någon slags cost-distance-analys.

Vågexponeringen ger den naturliga gränsen för stora respektive vissa risker för erosion. Detta bygger på den generaliserade vågexponeringen enligt vedertagen praxis (Isæus 2004), ofta kallad SWM. Med en högupplöst modell av faktisk vågregim; signifikant våghöjd, kan brytvärdena förbättras, vågbasen räknas ut och eventuellt en ekvation för samband mellan risk och vågregim utvecklas. Här saknas dock i skrivande stund data och metoder. Det behövs mycket god data om batymetri, geologi och bottenstrukturer för att avgränsa risker bättre och kunna peka ut mer precis, på pixelnivå, var reella risker föreligger.

