



Rapport 2010:22



LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

Båtars vågor väcker frågor

– stranderosion i Stockholms mellanskärgård

Författare
Stina Lindfors

Rapport 2010:22



LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

Båtars vågor väcker frågor

– stranderosion i Stockholms mellanskärgård

Foto omslag: Gunnar Aneer

Engelsk översättning: Peter A. Miller/Språkverket

Utgivningsår: 2010

ISBN: 978-91-7281-400-4

För mer information kontakta:

avdelningen för miljö

Länsstyrelsen i Stockholms län

Tfn 08-785 40 00, miljo.stockholm@lansstyrelsen.se

Rapporten finns endast som pdf på vår webbplats

www.lansstyrelsen.se/stockholm

Förord


Stockholms skärgård är en världsunik miljö. Dess samlade natur- och kulturvärden utövar stor dragningskraft på oss människor. Större delen av skärgården har så höga kvaliteter att de är särskilt utpekade i miljöbalkens 4:e kapitel och klassas som av riksintresse för natur- och kulturvård samt för det rörliga friluftslivet.

Sedan lång tid tillbaka har människor bott i och brukat skärgården. På senare tid har antalet kort- och långtidsbesökare ökat kraftigt. Det sker också en ökning av antalet boende. Antalet arbetstillfällen i skärgården är emellertid fortfarande förhållandevis begränsat.

Behovet av resor till och från arbete och fritidshus och för olika kategorier av besökare med olika mål i sikte har lett till en efterfrågan på bättre och snabbare kommunikationer. Ungefär fram till och med 1980-talet skedde resandet med skärgårdstrafiken i båtar och fartyg som gick förhållandevis långsamt och vars vågor inte hade så kraftig påverkan på stränder. Därefter har nyare, snabbare fartyg introducerats och fler tecken på skador på stränder har uppmärksamrats inte minst på många platser i mellanskärgården.

Länsstyrelsen har sedan 1980-talet varit engagerad i flera studier av erosionsproblematiken. Dessa var då främst inriktade på effekter av de stora färjorna i Finlandstrafiken. År 2004 publicerade Länsstyrelsen en rapport som visade att erosionsproblemen också fanns i områden utanför de stora farlederna. Den rapporten, och klagomål från bland annat privatpersoner, har lett till den aktuella studien. Rapporten är en summering av ett examensarbete som utfördes under våren och sommaren 2010. I det arbetet har skadebilden på stränderna i ett avgränsat men betydelsefullt område av mellanskärgården undersökts och relaterats till den regionala skärgårdstrafiken. Resultaten av arbetet väcker frågor om hur vi långsiktigt kan och bör bevara skärgårdens strandnära miljö- och kulturkvaliteter och hur ett miljövänligt kommunikationsnät bör se ut.

Stockholm december 2010



Lars Nyberg
Miljödirektör

Innehållsförteckning

Förord	3
Innehållsförteckning	5
Sammanfattning	7
Summary	8
Inledning	9
Syfte	9
Bakgrund	10
Stranderosion	10
Fartygstrafik inom Stockholms skärgård	10
Konsekvenser kopplade till en ökad stranderosion	12
Stockholms skärgård och det aktuella området	13
Metod	15
Resultat	18
Diskussion	25
Analys av erosionsskadebilden inom området	25
Vad innebär erosionen ur ett ekologiskt och ett samhällsekonomiskt perspektiv?	27
Vad kan man göra åt problemet?	29
Hur kan man använda resultaten praktiskt?	30
Tillgänglighet till framtaget kartmaterial	31
Tack	32
Referenser	33
Bilaga	35

Sammanfattning

Stranderosion är en naturlig process som kan komma att påskyndas av mänskliga aktiviteter som båt- och fartygstrafik då dessa skapar svall och vattenrörelser. De påskyndade erosionsprocesserna leder till både ekologiska miljöproblem och kostnader för samhället. Tidigare har studier av fartygs erosionspåverkan inom Stockholms skärgård främst utförts längs med de större farlederna. Även mindre farleder som trafikeras av den reguljära passagerartrafiken uppvisar emellertid ökad stranderosion. För detta arbete har inventeringar av erosionen längs med strandlinjer inom ett begränsat område av Stockholms mellanskärgård utförts. Erosionsskadorna har sedan jämförts med passagerartrafikens farleder för att se om det finns ett samband mellan dessa.

Resultaten visar tydligt att det finns ett samband. Av de 51 mil inventerade stränderna ser man på 16 procent en pågående erosionsaktivitet. Stränderna uppbyggs emellertid till drygt 76 procent av berg som är mer motståndskraftig mot erosion. Detta innebär betydande andelar skador på de mer erosionskänsliga stränderna. Av erosionsskadorna återfinns nästan 80 procent på stränder i anslutning till farlederna. Över 90 procent av de svårt skadade stränderna finns i anknytning till dem. Resultaten visar även att vissa jordarter är kraftigt drabbade, med skadefrekvenser på över 20 procent för både morän- och sandstränder. För grusstränderna är hela två tredjedelar skadade. Detta kan ha stora biologiska konsekvenser då jordarten redan har en mycket begränsad utbredning i området. De ekologiska värdena och den biologiska mångfalden riskeras därmed allvarligt av de effekter som passagerartrafikens vågor ger upphov till.

Summary

Shore erosion is a natural process which can be speeded up by human activities, such as pleasure boating and shipping, since they produce surge and other water movements. These accelerated erosion processes lead to both environmental problems and extra costs for society as a whole. Earlier studies have been conducted of the pleasure boat and ship traffic's erosion effects within the Stockholm Archipelago, mostly along its major water routes. Even those minor water routes frequented by scheduled passenger traffic show an increase in shore erosion. In preparation for this report, field studies of erosion were made along the shorelines within a limited area of Stockholm's mid archipelago. The erosion impact has then been compared with the scheduled passenger traffic's water routes to see if there is a connection.

The results clearly show that there is a connection. Of the 510 kilometers of shoreline examined, 16 % was found to contain ongoing erosion processes. The shores are composed of slightly more than 76 % rock which is more resistant to erosion. This means that there is a considerable amount of the damage to the less resistant shore areas. Almost 80 % of the erosion damage to the shorelines is found in connection with the water routes. Over 90 % of the severely damaged shores are in direct connection with these water routes. The results also show that certain types of soil are severely affected, with damage frequencies of over 20 % for both moraine and sandy shores. A full two thirds of the gravel shores are damaged. This can have great biological consequences, as this soil type already has a very limited presence in the area. Therefore both the ecological value and the biological diversity are being put at great risk as a result of the waves created from the scheduled passenger traffic.

Inledning

Begreppet erosion innebär en nötning och skulptering av berggrunden och det lösa jordtäcknet genom rörliga medel som vatten och vind. Det är när erosion sker på stränder som man får stranderosion. Det är en naturlig företeelse som kan påskyndas till följd av mänskliga aktiviteter. Exempel på detta är stranderosionen inom Stockholms skärgård som på flera platser observerats gå onaturligt fort på grund av den båt- och fartygstrafik som trafikerar området. De studier som gjorts kring detta har hittills främst fokuserat på erosion längs de större farlederna orsakad av stora fartyg som Finlandsfärjor. Undersökningarna som genomförts, bland annat på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholm, har bidragit till att minska dessa miljöeffekter. Längs med Furusundsleden sänktes exempelvis tillåtna hastighetsgränser lokalt. Åtgärder som satts in har sedan i uppföljande studier visats ha god effekt då minskad erosion har observerats och erosionsdrabbade stränder i högre utsträckning har visat sig vara på väg mot nya jämviktslägen.

Stranderosion kopplad till mänskliga aktiviteter behöver dock inte orsakas av fartyg i storlek med en Finlandsfärja. Granath (2004) konstaterar i rapporten ”Fartygstrafik och stranderosion i Stockholms skärgård” att samma typ av skador kan observeras även utanför de större farlederna. De erosions-skadorna återfanns då ofta i områden som trafikeras av den reguljära passagerartrafiken i skärgården men även av till exempel annan yrkestrafik och fritidsbåtar.

Syfte

Denna studies syfte har varit att undersöka var stranderosionsskador förekommer inom ett avgränsat område av Stockholms mellanskärgård och att se om skadorna förekommer i högre utsträckning i anslutning till områden som trafikeras av passagerartrafik. Med studiens kartläggning som bas är önskan att materialet ska kunna användas som underlag när det gäller att bedöma om skärgårdstrafiken i framtiden behöver framföras på ett miljövänligare sätt som ändå tillåter bra och snabba kommunikationer. Förhoppningsvis kan det presenterade materialet utgöra ett underlag för en översyn av hastighetsbegränsningars utformning och avgränsning, men också för en översyn av var och hur farleder för snabba och miljövänliga kommunikationer bör förläggas.

- Hur ser erosionsläget ut inom ett begränsat område av Stockholms mellanskärgård?
- Finns det en koppling mellan passagerartrafiken och erosionsskador?
- Skulle erosionsproblemen kunna motverkas genom åtgärder som exempelvis hastighetsbegränsningar eller omflyttning av farleder?

Bakgrund

Stranderosion

Stranderosion orsakad av vågor beror på att vågornas stora vattenmassor i kombination med underströmmar eroderar och transporterar bort material från strandlinjen (Rankka & Rankka, 2003). Vågornas energiinnehåll måste vid strandlinjen omsättas och neutraliseras till noll. En mycket liten del av denna energi kommer att omvandlas till värme. Större delen kommer emellertid att neutraliseras genom mekaniskt arbete mot stranden vilket resulterar i förflyttandet av material (Granath, 2004). En våg som sköljt upp mot land kommer när den rinner tillbaka ut mot havet att föra bort material som rivits upp. När material på detta sätt transporteras iväg kan den överliggande slänten komma att undermineras vilket gör att den så småningom rasar (Daleke et al., 1989). Gränsen för växtlighet längs med stranden kommer att flyttas uppåt och träd och buskar kan komma att tappa sina rotfästen vilket resulterar i att de faller omkull. Kvarvarande material kommer så småningom att utgöras av sten eller block intill vattenlinjen (Granath, 1989). Samtidigt bygger det bortspolade materialet upp ny botten under vattenytan och förändrar då undervattensmiljöerna där. Exempel på hur skadade stränder kan se ut ses i bilder I-VIII i bilaga.

Fartygstrafik inom Stockholms skärgård

När båt- och fartygstrafik orsakar svallvågor och vattenrörelser som innehåller högre energiinnehåll än de naturliga vindalstrade vågorna riskerar man att få en påskyndad stranderosion. Stora, eller mindre men snabba fartyg som går nära stränderna kan skapa kraftig stranderosion till följd av vågorna och vattenståndsvariationerna som de alstrar (Rankka & Rankka, 2003).

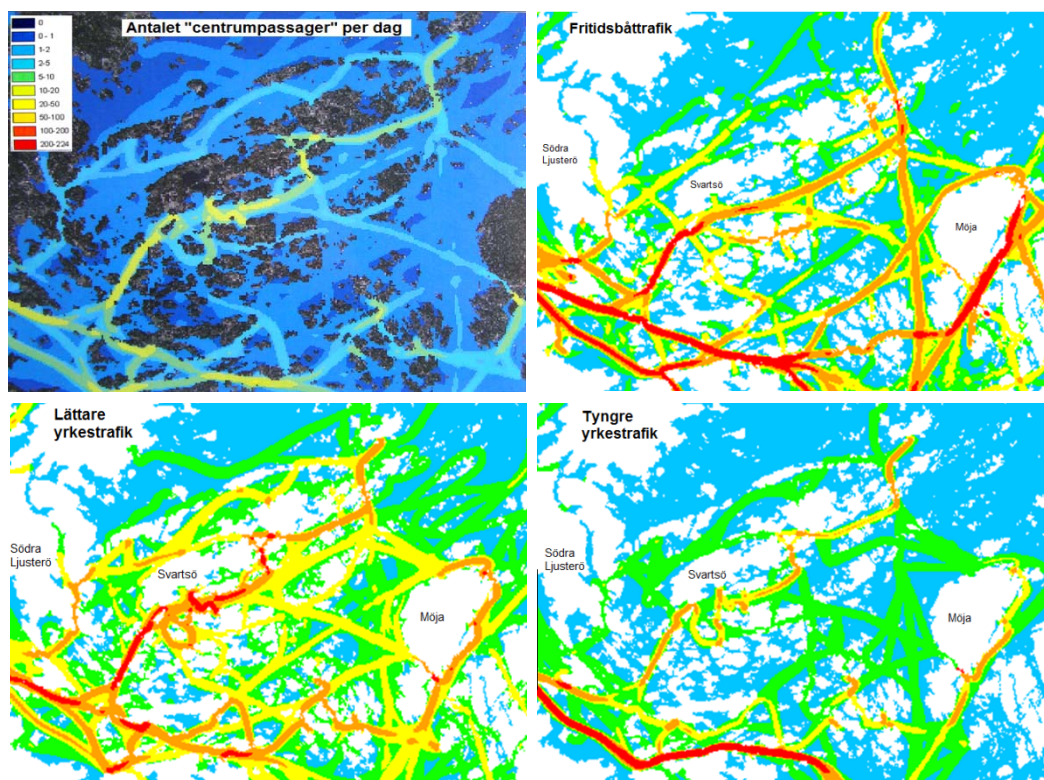
Fartygstrafiken inom Stockholms skärgård anses vara en av de viktigaste förutsättningarna för att hålla skärgården levande (Hässler et al., 2010). Landstingsägda Waxholms Ångfartygs AB, i dagligt tal kallat Waxholmsbolaget, är det företag som står som beställare och samordnare av den kollektiva landstingssubventionerade sjötrafiken i området. Under ett år transporterar företaget omkring 1,8 miljoner passagerare i skärgårdsområdet (Waxholmsbolaget A, 2010). Sedan 1990-talet har bolaget försetts med snabbare fartyg byggda i lättmetall (Waxholmsbolaget B, 2010). Waxholmsbolaget arbetar inom ramen för sitt miljöarbete till viss del med att minska svallvågorna som skapas av deras fartyg (Waxholmsbolaget, 2008).

Förutom Waxholmsbolaget finns det även flera andra privata rederier i varierande storlek som trafikerar skärgården, ett exempel är Strömma Turism och Sjöfart AB som bland annat äger Cinderellabåtarna (Hässler et al., 2010). Cinderellabåtarna är de fartyg inom företaget som står för passagerartrafik inom Stockholms skärgård (Strömma, 2010).

Det är givetvis inte bara storskalig passagerartrafik som bedrivs i området. Fartyg av alla dess slag rör sig i Stockholms skärgård. Utöver den reguljära skärgårdstrafiken finns olika yrkesbåtar, taxibåtar och inte minst många privata fritidsbåtar av olika storlek som även rör sig i området och som kan påverka stränderna. När det kommer till fritidsbåtar kan deras påverkan på stränderna egentligen sägas vara begränsad. Påverkan från dessa sker mestadels då de har starka motorer och är av större storlek. Undersökningar visar istället att det är just de snabbare passagerarfartygen som skapar svall med högst energimängder. Cinderellabåtarna, tätt följda av Waxholmsbolagets snabbgående båtar, skapar extremt höga vågenergier vilka kan bli upp till 20 gånger högre än normala fritidsbåtars. Vad som kanske kan förvåna ännu mer är att deras vågenergier till och med kan bli upp till åtta gånger större än de stora finlandsfärjornas i hastighetsbegränsade leder (Granath, 2004).

Det aktuella området har en relativt utbredd båt- och fartygstrafik. Exakt i vilken omfattning är det svårt att veta då det inte finns några siffror kring detta. Metria, som ingår i Lantmäteriet, har emellertid på uppdrag av Naturvårdsverket utfört en studie av båt- och fartygspassager inom Stockholms skärgård. Företaget har för detta ändamål analyserat AIS-transponderdata från Sjöfartsverket (Törnqvist & Engdahl, 2010). AIS står för Automatic Identification System och är ett transpondersystem som gör det möjligt att identifiera fartygs rörelser och hastigheter via Internet eller via sin egen AIS-utrustning i realtid (Sjöfartsverket, 2010). Informationen som samlades in bearbetades till en densitetsanalys kallad ”centrumpassage-analys”. Denna talar om antalet trafikpassager per dag för varje given punkt. Det går inte att utifrån dessa värden beräkna faktiskt antal passager, men man kan få ungefärliga värden som ger en bild av i vilken utsträckning fartygspassager sker på olika platser inom det aktuella området (Törnqvist & Engdahl, 2010). Figur 1 presenterar resultaten från denna studie och visar inom vilka stråk fartygstrafik klassade som fritidsbåtar, lättare yrkestrafik och tyngre yrkestrafik rör sig inom området. Lättare yrkestrafik innebär i denna studie ett djupgående som är mindre än 2,5 meter. Alla båtar är dessvärre inte utrustade med AIS-utrustning. Framförallt saknar mindre fartyg och fritidsbåtar tekniken. Detta gör att dessa saknas i bedömningen över var fartyg rör sig. Större fartyg som främst antas bidra till stranderosionen har dock generellt sett utrustningen.

Denna rapport är en kortversion av ett examensarbete (Lindfors, *in print*).



Figur 1: Bilden i övre vänstra hörnet visar en uppskattning av antalet båtar och fartyg som passerar i olika delar av området per dag. Centrumpassager av fritidsbåtar, lättare fartygstrafik och tyngre fartygstrafik presenteras i de övriga tre bilderna. Dessa visar inte antalet båtar och fartyg utan rött indikerar här mycket tät trafik och grönt indikerar enskilda rutter, medan blått innebär en total frånvaro av trafik (figurer Törnqvist & Engdahl, 2010, opublicerade).

Figure 1: The picture in the upper left corner shows an estimation of the number of boats and ships that pass through different parts of the area per day. The daily density frequency of passing of pleasure crafts, lighter ship traffic, and heavier ship traffic are presented in the other three pictures. These do not show the number of boats and ships, but red markings show the incidence of very frequent traffic, and green markings indicate occasional traffic, while blue markings signify a total absence of traffic (figures from Törnqvist & Engdahl, 2010, unpublished).

Konsekvenser kopplade till en ökad stranderosion

Vilken påverkan vågor från fartyg ger på sina omgivningar beror på i vilken grad svallvågorna skiljer sig från de vågor som normalt når stranden. Om svallvågorna innehåller högre energimängder än de naturliga vågorna kommer en förändring att ske. Hur denna förändring ter sig beror på hur stranden är sammansatt, vilka jordarter som bygger upp den och vilka växt- och djurarter som lever på den. Ur ett ekologiskt perspektiv är en ökad stranderosion allt annat än önskvärd. Skärgårdens förhållandevis varierande

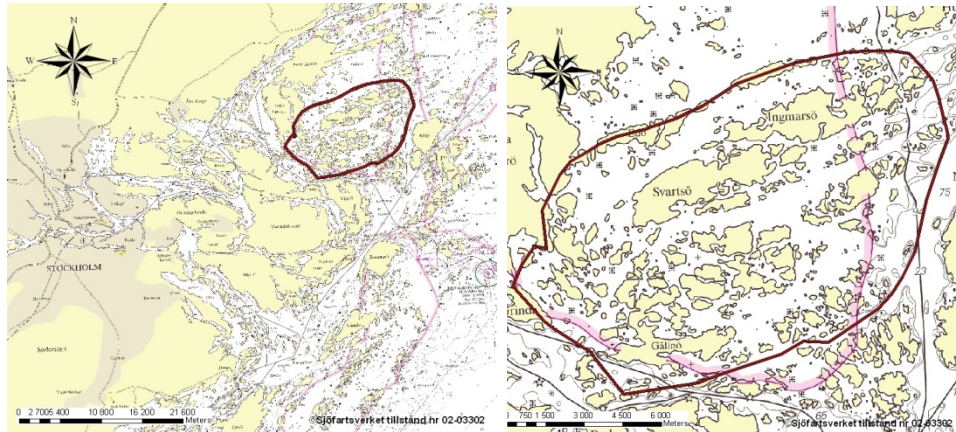
strandmiljöer försvinner, med resultatet att sterila och monotona strandtyper som uppvisar en minskad biologisk mångfald uppstår (Granath, 2004). De naturliga habitaterna riskerar därmed att förändras så att arterna som tidigare levt på platsen inte längre kan överleva där (Bonham, 1983). Utöver biologiska konsekvenser är det i dagsläget främst rekreativsmöjligheter samt mänskliga byggnadsverk som båthus och bryggor vilka hotas av den ökande erosionen (Velegakis et al., 2007).

Stockholms skärgård och det aktuella området

På grund av att Stockholms skärgård utgör ett världsunikt landskap har området klassats som av riksintresse för naturvård och friluftsliv (Länsstyrelsen i Stockholms län A, 2010). Enligt miljöbalken (SFS 1998:808) får exploatering endast ske om områdets natur- och kulturvärden inte riskerar att skadas. Naturvärden som gjort skärgården till ett riksintresse är bland annat dess värdefulla brackvattenmiljöer, dess rika fågelliv, samt dess variation i artförekomst och artsammansättning (Länsstyrelsen i Stockholms län A, 2010). Bland särskilt värdefulla miljöer i skärgården nämns dess stränder och grunda vattenområden. Dessa utgör bland annat viktiga reproduktions- och uppväxtområden för fisk och smådjur (Länsstyrelsen i Stockholms län B, 2010).

Den aktuella studien av stranderosionen har gjorts inom en begränsad del av Stockholms mellanskärgård. I väst avgränsas området av Södra Ljusterö och Grinda ner till Sandhamnsleden, i norr av Edö, Edö ö och Äpplarö. I öst går avgränsningen längs den sydgående farleden väster om Möja ner till Kanholmsfjärden, och i söder av öarna norr om Sandhamnsleden ut till och med Korsörkipelagen. Detta innebär att stora delar av mellanskärgården som ska ses som särskilt skyddsvärda är inkluderade. Öarna inom det aktuella området har tillsammans en strandlinje på cirka 51 mil. Figur 2 visar var i Stockholms skärgård det aktuella området ligger.

Stränderna inom det aktuella området har ur geologisk synvinkel fram tills relativt nyligen varit i jämvikt med de naturligt förekommande vågorna. Utseendet på det aktuella skärgårdsområdet med många öar gör att "fetchen" är kort. Fetch är benämningen på den längd öppen, obruten vattenyta vinden kan blåsa över innan den träffar land. Ju större längd desto mer vågenergi kan vågorna som bildas få. De naturliga, vindgenererade vågorna är av den anledningen inte, eller har inte heller varit stora. Inom det aktuella området är det framför allt morän-, samt finkorniga sand- och lerstränder som är aktuella att klassas som erosionskänsliga. Stränder klassade som hårda, exempelvis bergsstränder betraktas som mer eller mindre opåverkbara.



Figur 2: Det studerade området utgörs av en begränsad del av Stockholms mellanskärgård. (© Sjöfartsverket tillstånd nr 02-03302.)

Figure 2: The studied area consists of a limited section of Stockholm's mid archipelago. © Swedish Maritime Administration permit number 02-03302.

Metod

För att få en bild av hur erosionsskadeläget verkligen såg ut i området utfördes en fältstudie. Denna gick ut på att visuellt inventera samtliga strandlinjer inom det förbestämda området från båt. Inventeringarna utfördes under cirka två veckors tid i juni 2010. Anteckningar över hur stränderna såg ut fördes över på uppförstorat kartmaterial. Erosionen indelades i tre klasser: Klass 0 - ingen erosion, Klass 1 - lätt erosion samt Klass 2 - svår erosion. Bedömningen av om erosionen ska klassas som lätt eller svår har grundats på liknande kriterier som Granath gjorde (2004). Lätt erosion råder när erosionsbrinken är mindre tydlig, men stranden uppvisar trots allt en pågående materialsortering. Vegetationsklädda stränder visar på vegetationsförlust, ofta i kombination med något frispolade trädrötter. Svår erosion bedömdes föreligga när erosionsbrinken var mer vertikal, vegetationsförlusten nedanför brinken är total och det går tydligt att se att material förloras ifrån stranden, inte att det enbart sker en omlagring, vilket kan vara fallet vid lätt erosion. Att en skada klassas som lätt ska inte tolkas som att den inte medför en negativ påverkan. Även de lättare skadorna förändrar påtagligt strandbilden och kan därmed orsaka problem och besvär. För exempel på hur stränder inom de olika klassningarna kan se ut, se figurer 3-5. All inventering utfördes av samma person (författaren) vilket är viktigt då bedömningar av den här typen är något personberoende och därmed kan göras på lite olika sätt av olika personer.

Alla resultat om skadebilden som samlades in under fältarbetet lades in och analyserades med hjälp av programmet ArcGIS. Områdets digitaliserade jordartskarta från SGU bearbetades för att kunna visa upp vilka jordarter som byggde upp strandlinjerna (avgränsade till en 1 meter bred zon runt kartans strandlinje). Dessa zoner användes sedan för att skapa polygoner över stränderna i vilka erosionsklassningarna kunde läggas in. På detta sätt kunde en analys göras över hur erosionen sammanföll med olika jordarter. Waxholmsbolagets och Cinderellas rutter, i kombination med informationen från AIS-trafiken, lades in i GIS-programmet vilket gav information om hur erosionen sammanföll med båttrafiken. För att få utförligare information om vilken påverkan farlederna faktiskt har på strandlinjerna utfördes beräkningar över hur stor andel av strändernas jordarter inom olika avstånd från farleder som uppvisar skador. Avstånden som användes var 0 - 25, 26 - 50, 51 - 100, 101 - 250 respektive 251 - 500 meter ifrån farleder. Strandlinjer på avstånd längre bort än 500 meter från farleder befinner sig i områden som inte i någon större utsträckning påverkas av passagerartrafikens vågor. Denna gräns kunde därmed användas för att se om skadebilden skiljer sig hos stränder som inte ligger i nära anslutning till farlederna. Detta gjordes genom att siffror togs fram över hur stora andelar strand som ligger innan- respektive utanför detta avstånd.



Figur 3: En strand som inte uppvisar erosion och därmed fått klassningen 0. Vegetationen och träden når ända ner till vattenbrynet och ingen materialsortering syns.

Figure 3: A shore which does not show any signs of erosion, and has therefore been assigned the classification of class "0". The vegetation and trees reach all the way down to the water's edge, and no material sorting is visible.



Figur 4: Strand inom klass 1, det vill säga en strand som uppvisar lätta erosions-skador. Erosionsbrinken är mindre tydlig än vad som är fallet för svår erosion, men syns trots allt tydligt

Figure 4: A shore within class 1, which is to say, a shore which shows light erosion damage. The erosion bank is less evident than in the case of severe erosion, but it is clearly evident, all the same.



Figur 5: En svårt skadad strand inom klass 2. Erosionen har nått högt upp på stranden. En tydlig vegetationsförlust och frispolade trädrötter syns. Finare material har spolats bort och stranden är fylld av block.

Figure 5: A severely damaged shore within class 2. The erosion has reached high up onto the shore. An evident loss of vegetation, and bare washed tree roots are visible. Finer materials have been washed away, and the shore is filled with boulders.

Resultat

Inom det aktuella området är jordartsfördelningen längs med strandlinjen som följer av tabell 1. Uppgifterna om jordartsförhållanden är baserade på SGU:s jordartskartor.

Tabell 1. Jordartsfördelningen längs med stränderna inom området.

Table 1. The distribution of soil types along the shorelines within the area. Please, note that the English translation of soil types is only given in this table.

Jordarter som bygger upp strandlinjerna inom området (The distribution of soil types along the shorelines within the area)	Area strand (Shore area) (m ²)	Andel strand (Portion of shore) %
Berg (Rock)	390 904,39	76,8
Morän (Moraine)	80 794,41	15,9
Lera (Clay)	33 118,60	6,5
Sand (Sand)	1 885,62	0,4
Isälvssediment, sand-block (Glacial runoff sediment, sand to boulders mix)	1 269,17	0,2
Grus (Gravel)	873,68	0,2
Sten-block (pebbles to boulders range)	80,80	0,02
Total area	508 926,67	100

Resultaten från inventeringarna presenteras i figur 6 som visar hur utbredningen av de olika skadeklasserna längs med strandlinjerna ser ut inom det undersökta området, samt passagerartrafikens farleder. Hur stora andelar strand som återfinns inom respektive klass presenteras i tabell 2 som även visar hur fördelningen inom de olika klassningarna skiljer sig för olika jordartsförhållanden. Tabell 3 visar den procentuella fördelningen av skadorna på jordarter inom respektive skadeklass och totalt i området, tabell 4 i sin tur presenterar den procentuella fördelningen av jordarter inom hela området och andelen skadade stränder för respektive jordart.

Tabell 2. Procentuell andel oskadad respektive skadad strand för var och en av jordartsklasserna.

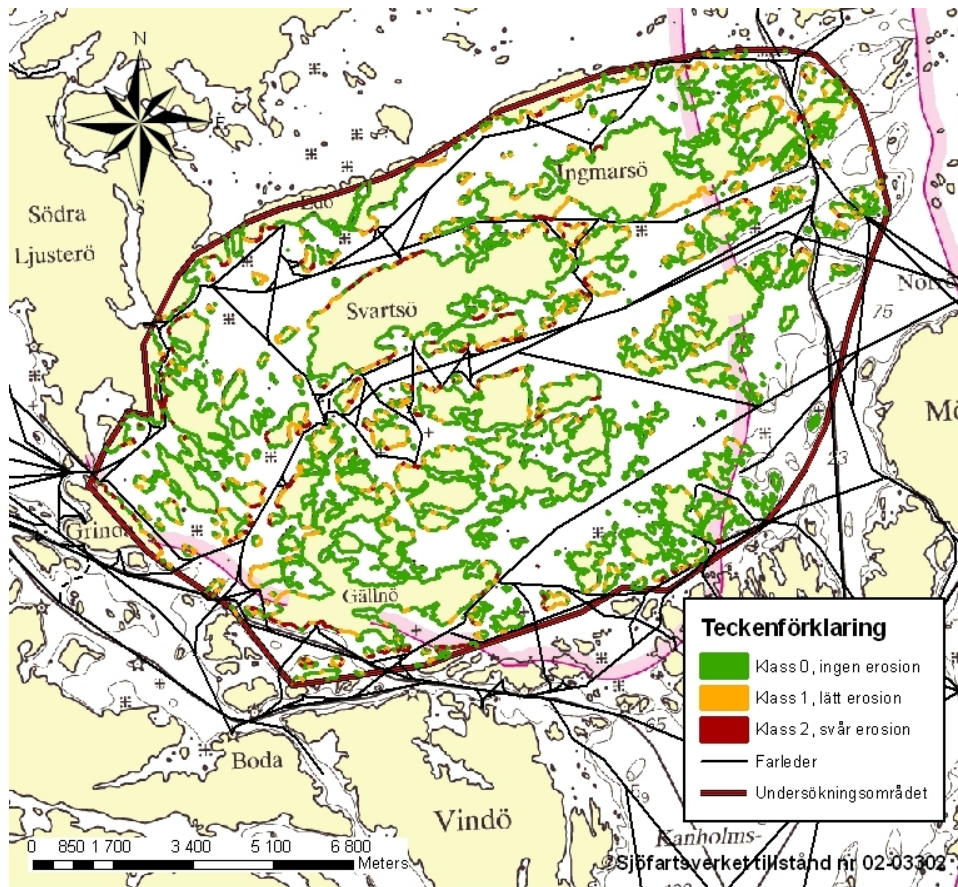
Table 2. Percentage of undamaged and damaged (respectively) shoreline for each of the soil classifications.

Jordart (Soil type)	Klass 0 (%)	Klass 1 (%)	Klass 2 (%)	Klass 1 & 2 till- sammans (together) (%)
Berg	86,2	10,5	3,3	13,8
Morän	70,6	21,6	7,7	29,4
Lera	92,0	6,8	1,2	8,0
Sand	79,3	12,0	8,7	20,7
Isälvssediment	100	0,0	0,0	0,0
Grus	33,2	61,1	5,7	66,8
Sten-block	100	0,0	0,0	0,0
Total	84	12,1	3,9	16

Tabell 3. De procentuella fördelningarna av de olika jordarterna inom hela området respektive för varje skadeklass.

Table 3. The percentage distribution of the different types of soil within the entire area with respect to each erosion damage classification.

Jordart (Soil type)	Naturlig för- delning (Natural distribution) (%)	Klass 0 (%)	Klass 1 (%)	Klass 2 (%)	Klass 1 & 2 (%)
Berg	76,8	78,8	66,7	65,2	66,3
Morän	15,9	13,3	28,4	31,7	29,2
Lera	6,5	7,1	3,7	2,1	3,3
Sand	0,4	0,3	0,4	0,8	0,5
Isälvss.	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0
Grus	0,2	0,07	0,9	0,3	0,7
Sten-block	0,02	0,02	0,0	0,0	0,0
Total	100	100	100	100	100



Figur 6: Erosionsskadebilden samt Waxholmsbolagets och Cinderellabåtarnas farleder (de svarta sträckningarna). Gröna sträckor uppvisar inga erosionsskador, gula sträckor har lätta skador och de röda sträckorna är svårt skadade. Här syns tydligt hur framför allt de svårare skadorna (de röda strandpartierna) till stor del följer bolagens rutter (© Sjöfartsverket tillstånd nr 02-03302).

Figure 6: Erosion damage overview, plus the shipping companies Waxholmsbolaget's and Cinderellabåtarna's routes (the black lines). The green markings show no erosion damage; the yellow markings show light damage, and the red markings show severe damage. Here it can be clearly seen above all, how the severe damage (the sections of red-marked shoreline) to a great extent, follow the shipping companies' routes. (© Swedish Maritime Administration permit number 02-03302).

Tabell 4. Den procentuella fördelningen av jordarter inom hela området och andelen skadade stränder inom respektive jordart.

Table 4. The percentage distribution of soil types within the entire area, and the portion of erosion damaged shores within each respective soil type.

Jordarter som bygger upp strandlinjerna (Soil types which compose the shorelines)	Andel strand (Portion shoreline) (%)	Andel erosions-skadad strand (Portion erosion-damaged shoreline) (%)
Berg	76,8	13,8
Morän	15,9	29,4
Lera	6,5	8,0
Sand	0,4	20,7
Isälvssediment	0,2	0,0
Grus	0,2	66,8
Sten-block	0,02	0,0
Total area	100	16

För att se hur pass stora kopplingarna är mellan observerade skador och närheten till passagerartrafiken gjordes beräkningar över hur stora arealer av respektive klassning som faller inom olika avstånd från Waxholmsbolagets- och Cinderellabåtarnas farleder. Dessa resultat presenteras i tabell 5. För de svårare skadorna (klass 2) syns här tydligt att den högsta andelen finns i direkt närhet till farlederna och att andelen svåra skador sedan minskar med ökande avstånd. I syfte att se i vilken utsträckning erosions-skador återfinns längs med stränder i anslutning till passagerartrafikens farleder gjordes även beräkningar av hur stora andelar av de olika klasserna som befinner sig innan- respektive utanför 250 och 500 meter från farlederna. Dessa resultat presenteras i tabell 6. För att förstå varför skadebilden hos olika jordarter ser ut som den gör har även beräkningar över hur dessa är fördelade längs med stränder inom olika avstånd till farlederna gjorts, tabell 7. Då tidigare presenterade resultat visat på att störst förändringar hos skadebilden syns i avstånd på 0-250 meter och 251-500 meter har resultaten bearbetats för att skapa den mer lättöverskådliga resultatbilden som presenteras i tabell 8. Den innehåller även procentuell andel av de olika jordarterna inom dessa olika avstånd.

Tabell 5. Andel strand inom olika avstånd till farleder inom de olika klassningarna, uttryckta som procent av totalarean inom respektive intervall.

Table 5. The portion of shoreline within different distances to the water routes within the different classifications, expressed as a percentage of the total area with respect to each respective interval.

Strandens avstånd från farled (The shoreline's distance from the water route) (m)	Klass 0 (%)	Klass 1 (%)	Klass 2 (%)	Klass 1 & 2 tillsammans (together) (%)
0-25	60,4	15,1	24,5	39,6
26-50	65,9	14,3	19,8	34,1
51-100	61,8	19,6	18,6	38,2
101-250	66,6	23,5	9,8	33,4
251-500	83,3	14,6	2,0	16,6

Tabell 6 a. Procentuell andel av varje skadegrupp i områden innanför respektive utanför avstånden 250 meter från farleder.

Table 6 a. Percentage portion of each "damage group" in the area, within and beyond the distances of 250 meters from the water routes.

Område (area)	Klass 0 (%)	Klass 1 (%)	Klass 2 (%)	Klass 1 & 2 tillsammans (together) (%)
Andel strand inom 250 m från farleder (Portion of shore within 250 meters of water routes)	19,4	45,5	78,9	53,6
Andel strand utanför 250 m från farleder (Portion of shore beyond 250 meters from water routes)	80,6	54,5	21,1	46,4
Andel inom hela området (Portion within the entire area)	100	100	100	100

Resultaten från denna tabell visar att 78,9 procent av de svårare erosions-skadorna återfinns på avstånd ≤ 250 meter från passagerartrafikens farleder. Sammanlagt 45,5 procent av de lättare erosions-skadorna och 53,6 procent av erosions-skadorna tillsammans finns inom 250 meter till farleder.

Tabell 6 b. Procentuell andel av varje skadegrupp i områden innanför respektive utanför avstånden 500 meter från farleder.

Table 6 b. Percentage portion of each "damage group" in the area, within and beyond the distances of 500 meters from the water routes.

Område (area)	Klass 0 (%)	Klass 1 (%)	Klass 2 (%)	Klass 1 & 2 tillsammans (together) (%)
Andel strand inom 500 m från farleder (Portion of shore within 500 meters of water routes)	43,7	75,0	91,2	78,9
Andel utanför 500 m från farleder (Portion of shore beyond 500 meters from water routes)	56,3	25,0	8,8	21,1
Andel inom hela området (Portion within the entire area)	100	100	100	100

Resultaten i denna tabell visar att 91,2 procent av de svårare erosions-skadorna återfinns på avstånd ≤ 500 meter från passagerartrafikens farleder. Som helhet finns 75 procent av de lättare erosions-skadorna och 78,9 procent av erosions-skadorna tillsammans inom 500 meter från farleder.

Tabell 7 nedan visar att strändernas jordartssammansättning är ganska likartad i de olika avståndsintervallen från farlederna men andelen morän är högre i delar nära farleder, vilket ökar erosionsrisken i de områden där moränstränder ligger nära farleder.

Tabell 7. Procentuell fördelning av jordarterna som bygger upp strandlinjerna inom olika avstånd från farleder.

Table 7. Percentage distribution of soil types which compose the shorelines within different distances from the water routes.

Jordart (Soil type)	0-25 m (%)	26-50 m (%)	51-100 m (%)	101-250 m (%)	251-500 m (%)
Berg	74,1	76,9	78,7	79,3	78,1
Morän	24,6	19,3	16,5	15,8	16,0
Lera	0,5	2,5	3	4,1	5,0
Sand	0,0	0,0	0,5	0,4	0,3
Isälvssediment	0,9	0,1	0,0	0,2	0,3
Grus	0,0	1,1	1,4	0,2	0,2
Sten-block	0,0	0,0	0,0	0,0	0,07
Totalt	100	100	100	100	100

Tabell 8. Sammanställning av hur stor area samt procentuell andel av totalarean för respektive jordart som bygger upp strandlinjerna inom olika avstånd från farleder. Sammanlagt 24,9 procent av stränderna inom området befinner sig inom 250 meter från farleder och 49,3 procent inom 500 meter från farleder.

Table 8. A compilation of area size and percentage portion of the total area for each respective soil type which makes up the shorelines within different distances from the water routes. In all 24.9 % of the shores within the area lie within 250 meters of the water routes, and 49.3 % within 500 of the water routes.

Jordart (Soil type)	0-250 m (m ²)	0-500 m (m ²)	Hela området (the entire area) (m ²)	0-250 m (%)	0-500 m (%)
Berg	100 046,50	197 110,90	390 904,39	25,6	50,4
Morän	20 661,48	40 545,49	80 794,41	25,6	50,2
Lera	4 690,01	10 892,27	33 118,60	14,2	32,9
Sand	523,77	914,38	1 885,62	27,8	48,5
Isälvsed.	197,53	571,83	1 269,17	15,6	45,1
Grus	548,16	821,21	873,68	62,7	94,0
Sten-block	0,0	80,80	80,80	0,0	100
Totalt	126 667,45	250 937,15	508 926,67	24,9	49,3

Diskussion

Analys av erosions-skadebilden inom området

Vid en första anblick av resultaten kan erosions-skadebilden tyckas vara relativt begränsad. Om man endast studerar exempelvis figur 6 verkar större delen av områdets stränder vara gröna, det vill säga klassade som att de inte uppvisar någon form av aktiv erosion. Uträkningarna visar emellertid att 16 procent av de inventerade stränderna har erosions-skador i någon omfattning. Detta i sig är en relativt hög andel. Till detta resultat bör det även påpekas att hela tre fjärdedelar av stränderna inom området består av berg som är svåreroderat. De mjuka stränderna är de som främst påverkas. Trots att dessa endast bygger upp mindre delar av strandlinjerna är skadebilden alltså utbredd. Det är dock när erosions-skadorna jämförs med passagerartrafikens farleder som en verkligt tydlig bild ges. Längs med flera av Waxholmsbolagets och Cinderellabåtarnas farleder går det tydligt att se hur erosionen följer dem. Skador förekommer även i områden som saknar farleder, men generellt sett inte i samma utsträckning. Nästan 80 procent av de observerade erosions-skadorna återfinns på stränder som ligger i anslutning till farleder.

Det är främst de allvarligare skadorna som tveklöst är kopplade till skärgårdens passagerartrafik. Över 90 procent av de svårare erosions-skadorna ligger i anslutning till passagerartrafikens farleder och nästan 80 procent inom avstånd av endast 250 meter. Resultaten visar även tydligt hur de svårare skadorna minskar i en betydande omfattning i och med ökande avstånd till farlederna. En fjärdedel av strandlinjerna som ligger inom avstånd av 25 meter från en farled uppvisar svåra erosions-skador. Desto längre ifrån farleden man sedan kommer ju mindre blir andelen svårt skadad strand. Stränder som befinner sig på ett avstånd av 251-500 meter från farleder uppvisar endast i 2 procent av fallen svåra skador.

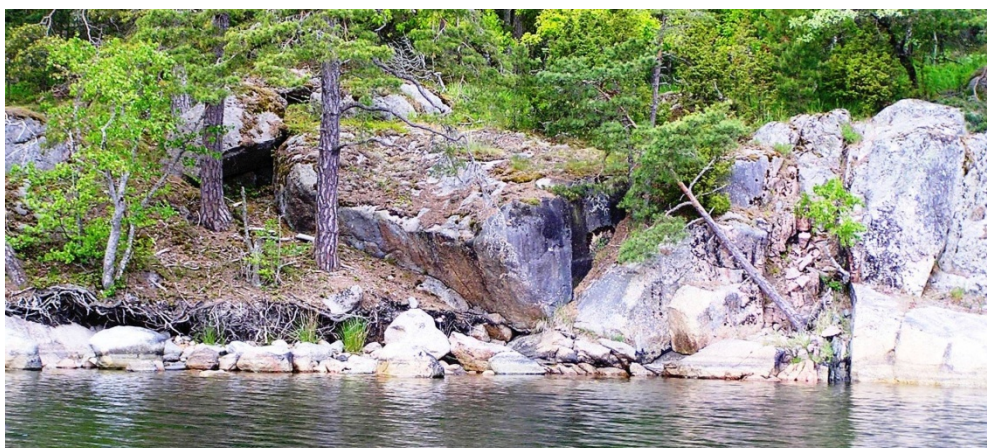
För de lättare erosions-skadorna inom klass 1 återfinns 75 procent inom ett avstånd av 500 meter till farleder. Erosionen i denna klass minskar emellertid inte på samma sätt med ökande avstånd till farlederna. Om man ser till erosions-skadorna i stort, det vill säga klass 1 och 2 tillsammans, ges också ett resultat som visar på hur skadebilden är betydligt mindre omfattande i områden som inte trafikeras av passagerartrafik. Så länge stränder befinner sig inom ett avstånd kortare än 250 meter från farleder har de en skadefrekvens på omkring 30 procent. När avståndet blir mer än 250 meter sker det emellertid en halvering i frekvensen ner till dryga 16 procent. Detta tyder på att det krävs relativt långa avstånd mellan en farled och dess omgivning för att minska erosionsbenägenheten. Mycket små avstånd mellan en strand och farleden ses även här ge en utbredd skadebild. Nästan 40 procent av stränderna som ligger inom 25 meters anslutning till farlederna är skadade på ett eller annat sätt, (tabell 5).

Det är emellertid inte enbart de större passagerarfartygen som påverkar skadebilden, även fritidsbåtar, lastfartyg och taxibåtar med mera bidrar till skadorna. Detta förklarar varför erosions-skador även ses i områden utanför farlederna. Ett exempel på detta är bland annat de trängre passagerarna i Norra och Östra Lårsundet kring ön Låren. Trots att det inte går några större passagerarfartyg här är skadorna relativt utbredda. I dessa sund passerar troligen en relativt hög andel fritidsbåtar under sommarmånaderna då det i området finns populära naturhamnar att lägga till vid. Om större motorbåtar passerar tränga passager av detta slag utan att nämnvärt sänka sina hastigheter, kan de ge upphov till svall som orsakar skador i den omfattning som framkommer här. Under arbetet med att studera fartyg via AIS observerades det även lastfartyg i detta område. Framför allt ett av dessa utmärkte sig på ett sätt som skulle kunna bidra till den skadebild som syns. Det höll hastigheter på över 20 knop, detta i ett sund som endast är omkring 200 meter brett och där fartyget på flera platser endast höll ett avstånd på omkring 50 meter till stranden. Även Metrias uppgifter visar på att sundet utnyttjas relativt frekvent av fartyg. Att båtar i alla fall emellanåt rör sig med höga hastigheter i sundet är troligen orsaken till de skadebilder som noterats. Det går dock inte att komma ifrån att erosions-skadebilden främst syns längs med de farleder som trafikeras av den reguljära passagerartrafiken.

Analys av erosions-skadebilden hos de olika jordarterna

Resultaten från inventeringsarbetet visar att stränder uppbyggda av olika jordarter drabbas olika hårt av stranderosion. Moränstränderna är inom det inventerade området svårt drabbade med nästan en tredjedel erosions-skadade. Stränder bestående av berg borde i teorin vara relativt motståndskraftiga mot denna typ av erosion. Att de trots detta uppvisar erosions-skador i 13 procent av utbredningen har flera orsaker. En förklaring är att en strandlinje kan utgöras av berg, men trots detta ha ett tunt ovanliggande jordtäckte. Erosion som på dessa ställen noterats är då egentligen erosion på jordtäcktet och växtligheten, inte på berget i sig. Exempel på detta syns i figur 7.

Att inte en större andel av de stränder som byggs upp av lera uppvisar erosions-skador kan tyckas konstigt. Inte ens 10 procent av lerstränderna har klassats som erosions-skadade, en låg siffra om man jämför med moränstränderna. En förklaring till detta ligger givetvis i att lera inte eroderas lika lätt som morän. En viktigare anledning är emellertid att lerstränderna inte i lika hög utsträckning återfinns längs med de större farlederna inom området. Dess utbredning är istället större in i smalare sund och vikar där frekvensen av fartygstrafik är betydligt lägre.



Figur 7: Att hela 13 procent av strandlinjer klassade som berg uppvisar erosions-skador kan bland annat förklaras av att berg ofta har ett ovanliggande jordtäckte. Många gånger är det därmed jordtäcktet och inte berget i sig som är drabbat av erosionen.

Figure 7: That an entire 13 % of the shorelines classified as rock shows erosion damage can, among other things, be explained by the fact that the rock, in turn, has a soil cover lying over it. Many times it is therefore the soil covering, and not the rock per se which has been struck by erosion.

Bland övriga jordarter är det främst sand- och grusstränder som drabbats hårt. Över 20 procent av sandstränderna uppvisar aktiv erosion och hela två tredjedelar av stränderna som byggs upp av grus är erosions-skadade. Att sandstränderna drabbats så pass svårt av erosionen är inte särskilt konstigt då det är en lättroderande jordart. En viktig anledning till att grusstränderna drabbats så pass allvarligt är att hela 90 procent av de mindre sträckor som är uppbyggda av jordarten ligger i praktiskt taget direkt anslutning till passagerartrafikens farleder. Hade grusområdena förekommit i högre utsträckning även i områden som inte trafikeras, hade siffran kanske hamnat på en nivå mer snarlik den som uppvisas för exempelvis moränstränderna.

Vad innebär erosionen ur ett ekologiskt och ett samhälls-ekonomiskt perspektiv?

Stranderosionen kan därmed i stor utsträckning kopplas till fartygstrafiken inom skärgården. Vilka effekter skadebilden sedan ger är det svårare att dra några konkreta slutsatser kring. Några sådana studier har inte kunnat genomföras inom ramen för detta projekt. Under inventeringens gång har det emellertid framgått tydligt att förutsättningarna för växt- och djurliv genomgår en stor förändring då erosionstakten ökar. Troligen har de skadade stränderna tidigare sett ut som de opåverkade vilket i så fall innebär drastiska ombildningar av de naturliga miljöerna. Sannolikt har även undervattensmiljöerna drabbats i nästan lika hög utsträckning som miljöerna ovan vattenytan.

Att morän-, sand- och grusstränderna har en skadefrekvens på över 20 procent innebär att arter anpassade för dessa livsmiljöer riskerar att försvinna. Detta riskerar förändringar i hela artsammansättningen. Grus- och sandstränder förekommer endast i en liten utsträckning, vilket borde göra dem extra skyddsvärda.

De biologiska värdena och den biologiska mångfalden riskeras därmed allvarligt av de effekter som passagerartrafikens vågor ger upphov till. I slutändan kan detta inte leda till någonting annat än en minskad biologisk mångfald och förändrade eller förlorade naturvärden, vilket i sin tur kan leda till att riksintressena kan behöva ses över. Studien visar att den höga skadefrekvensen på strandhabitat uppbyggda av dessa jordarter behöver uppmärksammas.

Även de samhällsekonomiska kostnaderna som uppkommer i samband med en ökad erosion av stränderna är svåra att få en klar uppfattning kring. Eroderade stränder, underminerade eller förstörda bryggor och/eller bryggfundament är ett reellt och ofta kostsamt problem för enskilda fastighetsägare. Fastighetspriser samt socioekonomiska värden av hela områden kan påverkas negativt. De negativa effekterna behöver heller inte enbart komma att drabba privatpersoner. Även de privata aktörer som bidrar till skadebilden kan komma att påverkas. Om attraktionskraften hos naturvärdena som människor vill uppleva avtar till följd av de påtalade effekterna kan själva resandet ut i området komma att minska. För att undvika dessa konsekvenser måste skärgårdens båttrafik i en betydligt högre utsträckning än vad som krävs av den idag anpassas till naturens förutsättningar.

För att människors behov av friluftsliv ska kunna tillgodoses krävs det en fungerande båtturen kollektivtrafik ut till öarna. Att de medel som ska främja turismen och friluftslivet sedan orsakar skador är dock något paradoxalt. De två intressena av att bevara naturmiljöerna samtidigt som de hålls tillgängliga för allmänheten behöver därför i högre utsträckning anpassas till varandra. Skadeutvecklingen kommer annars att fortgå med ännu fler stränder som uppvisar de allvarligare skadorna. Om detta tillåts ske förändras förutsättningarna för en del av de värden som det rörliga friluftslivet vill uppleva. Området riskerar då att få en minskad attraktionskraft på turismen och friluftslivet.

Frågan är då om skadorna som uppkommer uppvägs av de fördelar som snabba och smidiga transporter ger. Är skadade stränder priset för goda kommunikationer och är det i så fall ett vettigt pris att betala? Då området är av riksintresse i bevarandesyfte borde detta inte vara fallet, vilket tydligare borde framgå och beaktas i val av fartygstyper, skydd och bevarande av naturvärden men även i fråga om till exempel planering och styrning av skärgårdens kommunikationer.



Figur 8: Långa sträckor i anslutning till passagerarfartygens rutter har stenlagts i syfte att skydda dem mot erosion.

Figure 8: Long stretches of shoreline in connection with passenger ships' routes have been reinforced with large stones for the purpose of protecting them against erosion.

Vad kan man göra åt problemet?

De företag som driver passagerartrafik inom Stockholms skärgård måste i högre utsträckning än vad som idag är fallet samarbeta med forskare och konsulter för att hitta effektivare lösningar på problemet. Detta görs till viss del från Waxholmsbolagets sida som bland annat i samarbete med KTH i Stockholm tagit fram interceptorer som ska minska svallvågorna. Om resorna ut i området ökar spelar det dock kanske inte särskilt stor roll i det långa loppet om de är utrustade med interceptorer eller ej, då dessa inte minskar problemet i den omfattning som egentligen är önskvärd.

En åtgärd som troligen skulle kunna visa sig ge effekter är ett högre utnyttjande av att införa hastighetsbegränsningar längs med känsliga delar av farlederna. För att undvika skador kan hastigheterna lokalt behöva vara lägre än vad rederierna och de resande vill. I dagsläget är det ytterst begränsade sträckningar inom området som har hastighetsbegränsningar. Studier utförda i Furusundsleden har visat att minskade hastigheter hos Finlandsfärjorna resulterat i en minskad erosion av strandlinjerna. Troligtvis skulle liknande resultat nås även i dessa mindre farleder om de endast trafikerades av fartyg som höll lägre hastigheter. Hastighetsbegränsningar som åtgärd bör i högre utsträckning sättas in redan i förebyggande syfte. Inte endast i områden som redan uppvisar en betydande skadebild. Möjligen skulle problemen som svallvågorna och vattenförflyttningarna orsakar även kunna minskas om fartygen nyttjade andra rutter än vad de gör i dagsläget. Rutter som till större delen omgärdas av mindre erosionsbenägna strandmiljöer, exempelvis stränder bestående av berg. Vid planering av kommunikationsnäten bör därmed passagerartrafikens rutter tydligare anpassas efter strändernas tålig-
het mot svall och avsänkningseffekter.

Att åtgärder sätts in kommer emellertid inte att leda till att problemen försvinner omedelbart. Det tar tid innan åtgärdsprogram uppvisar resultat. Stora skador har dessutom redan drabbat strandmiljöerna. Vem är då ansvarig för att betala de kostnader som uppkommer i samband med en ökad stranderosion? Frågorna behöver i högre utsträckning lyftas av ansvariga myndigheter på olika nivåer då följderna drabbar såväl tredje person som de värden miljöbalkens 4:e kapitel pekar ut som extra skyddsvärda och av riskintresse.

Myndigheternas ansvar bör framför allt vara att verka för att minimera de negativa effekter som uppkommer och i andra hand att ersätta människor som drabbas av uppkomna skador. Ett system för att bistå drabbade med ekonomiskt stöd borde finnas, men ansvariga myndigheter bör också mer aktivt verka för att minska skadorna.

För att få en riktig bild av i vilken takt erosionen ökar alternativt minskar, krävs dessutom resurser för att i ett mer permanent arbete kontinuerligt följa utvecklingen som sker inom området. Detta skulle exempelvis kunna ske i form av den metod som Granath presenterar i sin rapport från 2004. Då skulle man få en möjlighet att påtagligt se vilka effekter åtgärder faktiskt ger, om de är tillräckliga och i vilken mån de måste justeras. Här borde myndigheter ha ett tydligare ansvar, framför allt Landstinget som står som beställare av så pass stora delar av den trafik som orsakar problemen.

Hur kan man använda resultaten praktiskt?

När det i framtiden sker nyplanering eller översyn av farledsdragningar som trafikeras av den snabbare regionala skärgårdstrafiken eller av fartyg som ger upphov till stora vågor bör detta ske genom att även beakta jordartsförhållandena. Som denna studie har visat finns det ett tydligt samband mellan jordartstyper och skadebild men också mellan skadebild och avstånd till farled. För att kunna försäkra sig om att minska påverkan på stränder uppbyggda av känsligare material som sand, grus eller morän bör farleder dras på ett avstånd av minst 250 m mellan farleden och stranden vid sådana stränder. Eller så behöver hastighetsbegränsningar införas så att de av fartygen åstadkomna svall-/sugeffekterna inte åstadkommer högre energimängder än vad som motsvarar de av vinden naturligt orsakade energimängderna i naturliga vågor i det aktuella området. Teoretiskt vore det även tänkbart att, beroende på energimängd/storlek i/av olika fartygstyper genererade vågor, kunna införa olika hastighetsgränser för olika fartyg förutsatt att vågbildningsstudier görs på de aktuella fartygen. Rederier och ansvariga myndigheter bör därför beakta den naturliga fetchen för att se hur stora vågor denna kan generera. När farleder sålunda måste förläggas på avstånd som understiger det önskvärda avståndet mellan strand och farled utifrån dessa aspekter bör istället hastighetsregleringar användas där skadeaspekten får styra val av högsta hastighet. Detta för att svallvågornas energiinnehåll

inte ska kunna överstiga de naturliga vågornas. Ett sådant arbetssätt skulle förbättra skyddet av såväl naturvärden som privat egendom.

Om inga konkreta åtgärder sätts in finns det en stor risk att problemen kommer att öka i och med ett ökat resande och en därmed växande trafiker-
ring av skärgården. Detta kommer dessutom troligen att ske i kombination
med större och snabbare båtar. Betydande delar av skärgårdens höga natur-
värden skulle i så fall fortsätta att försvinna. Fartygstrafiken riskerar att
rubba den ömtåliga balans som råder längs med strandlinjerna i Stockholms
skärgård. Sjöfarten bör därmed anpassas till de naturliga omgivningarna den
rör sig inom, och inte tvärtom, vilket det till stor del handlar om i dagsläget.

Tillgänglighet till framtaget kartmaterial

De framtagna GIS-skikten från detta arbete kommer att göras tillgängliga
via den regiongemensamma hemsidan för GIS-skikt (Geografiska data över
Stockholms län): <http://www.stockholmsregionen.gisdata.se>

Tack

Jag vill börja med att tacka min handledare på Länsstyrelsen – Gunnar Aneer. Han har varit en fantastisk handledare som ställt upp till och med under sin semester genom att finnas tillgänglig för att svara på frågor och för att läsa igenom utkast. Han ställde även upp med att följa med under inventeringsarbetets första dag. Sen vill jag tacka min pappa Thomas Lindfors som varit styrman och navigatör under hela inventeringsarbetet. Det är även han som sett till att det i överhuvudtaget funnits en båt att utföra inventeringarna ifrån. Johan Björklind Møllegård ska också ha ett enormt tack för all hans hjälp med GIS-arbetet som behövde genomföras till denna rapport.

Jag vill även tacka Regionplanekontoret, Landstinget, för bidraget ur deras miljöanslag, dnr R 2010-0127, till detta projekt. Det bidraget innebar att det blev möjligt att genomföra fältstudien.

Referenser

Bonham A J, (1983), *The management of wave-spendig vegetation as bank protection against boat wash*, Biotechnical engineering series, Landscape Planning 10 (1983) 15-30 Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam

Daleke O, Hedström H & Nissar K, (1989), *Fartygstrafikens miljöeffekter i skärgården, Stranderosion*, Kungliga Tekniska Högskolan, Institutionen för vattenbyggnad, Länsstyrelsen i Stockholms län, (rapport nr 4/1989)

Granath L, (1989), *Kartläggning av erosionskänsliga stränder längs Röd-kobbsleden*, Naturgeografiska Institutionen, Stockholms Universitet

Granath L, (2004), *Fartygstrafik och stranderosion i Stockholms skärgård - Skadeinventering, vågenergimätningar och metoder för miljöövervakning*, Rapport 2004:19, Länsstyrelsen i Stockholms län

Hässler L, Granath L & Sannel J, (2010), *Arholma – Landsort med Gotland, Din guide till skärgårdens öar, gäst- och naturhamnar*, Norstedts

Länsstyrelsen i Stockholms län A, 2010:
http://www.ab.lst.se/upload/dokument/natur_och_friluftsliv/NRO/NRO01001.pdf, tillgänglig 2010-08-05

Länsstyrelsen i Stockholms län B, 2010:
http://www.ab.lst.se/upload/dokument/natur_och_friluftsliv/NRO/NRO01003.pdf, tillgänglig 2010-08-05

Lindfors S, (in print), *Båtars vågor väcker frågor – en studie av stranderosion i Stockholms skärgård*, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms Universitet

Rankka K & Rankka W, (2003), *Mekanismer vid stranderosion, SIG samordningsansvar för stranderosion*, Varia 533, Statens Geotekniska Institut

Sjöfartsverket, 2010: <http://www.sjofartsverket.se/sv/Infrastruktur-amp-Sjotrafik/Sjotrafikinformaton/AIS-transpondersystem/>, (sidan uppdaterad 2010-04-21), tillgänglig 2010-07-19

Strömman, 2010: <http://www.stromma.se/sv/Skargard/Cinderellabatarna/>, tillgänglig 2010-04-13

SFS 1998, Svensk författningssamling 1998:808, *Miljöbalken*

Törnqvist O & Engdahl A, (2010 opublicerad), *Kartering och analys av fysiska påverkansfaktorer i marin miljö, Metoder och resultat från ett projekt med nationell täckning*, Naturvårdsverket, Metria Miljöanalys

Velegarakis A F, Vousdoukas M.I, Vagenas A.M, Karambas Th, Dimou K, Zarkadas Th, (2007), *Field observations of waves generated by passing ships: A note*, Coastal Engineering, 54 (2007) 369-375

Waxholmsbolaget, (2008), *Kollektivtrafik till sjöss – med hänsyn till miljön*, Waxholmsbolagets miljöbroschyr 2008, Waxholms Ångfartygs AB

Waxholmsbolaget A:

<http://www.waxholmsbolaget.se/waxholmsbolaget/waxholmsbolaget.aspx>, tillgänglig 2010-04-13

Waxholmsbolaget B:

<http://www.waxholmsbolaget.se/waxholmsbolaget/historik.aspx>, tillgänglig 2010-04-13

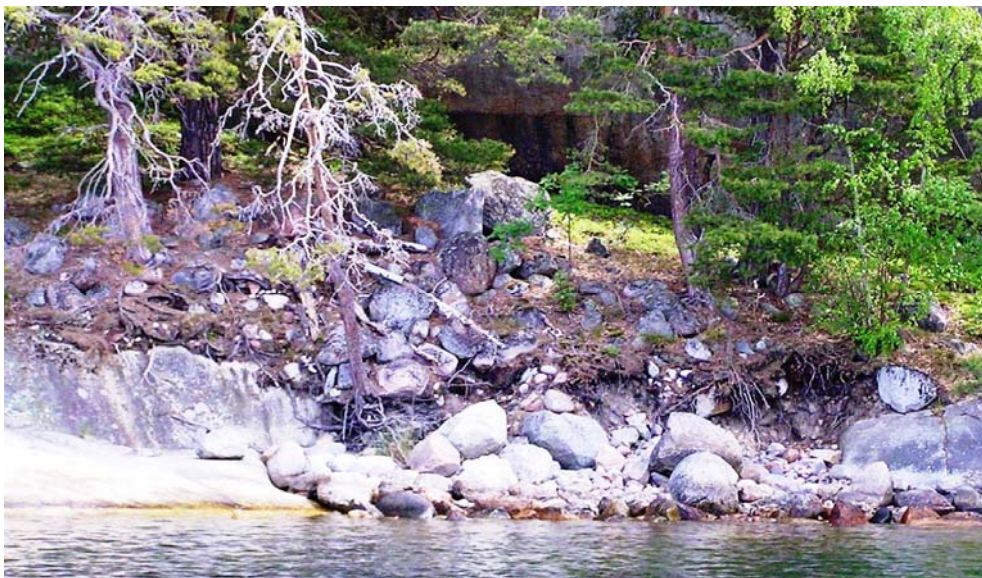
Bilaga

I denna bilaga presenteras bilder som visar några av de allvarligt skadade stränder som inventerats. Alla dessa stränder faller inom klass 2, det vill säga svårt skadade stränder.

This appendix presents pictures that show some of the seriously damaged shorelines that were studied. All of these shorelines fall into "class 2", which is to say: seriously damaged shorelines.



Figur I: Löknäsudden



Figur II: Söder-Långholm



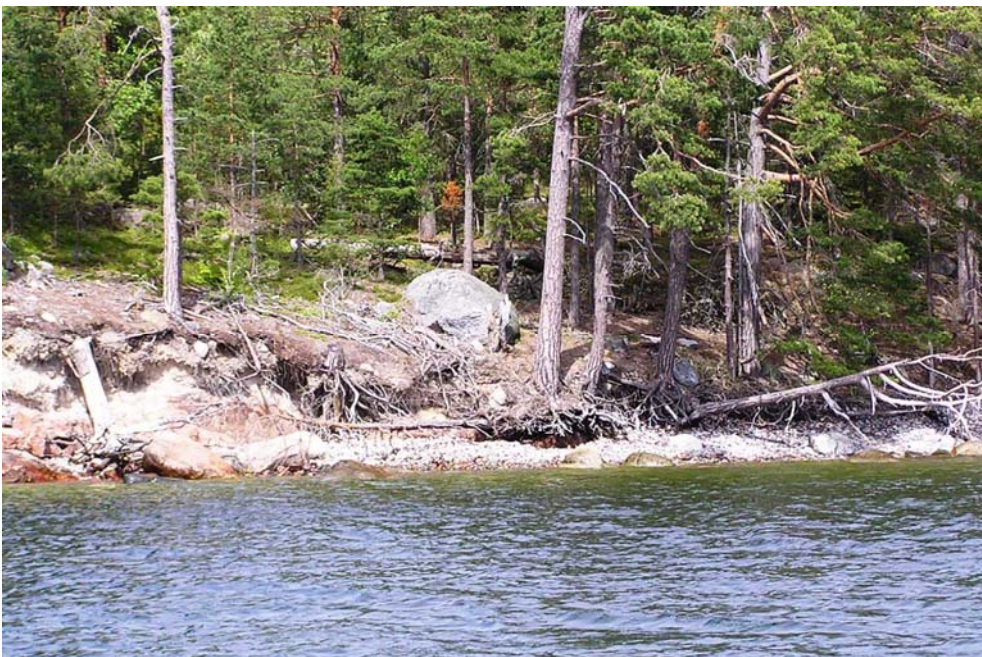
Figur III: Södra Träskö



Figur IV: Hummelmoraön



Figur V: Verkarna



Figur VI: Löknäsudden



Figur VII: Båtholmen



Figur VIII: Gällnö



Figur VII: Båtholmen



Figur VIII: Gällnö

Länsstyrelsens rapportserie

Tidigare utkomna rapporter under 2010

1. Jordbruket i Stockholms län – en statistisk sammanställning, *avdelningen för landsbygd*
2. Förebygga, skydda och begränsa – arbetet för att minska alkohol- och tobaksbruket i Stockholms län 2008, *avdelningen för social utveckling*
3. Ett tryggare återvändande – för personer utsatta för prostitution och människohandel i Sverige, *avdelningen för social utveckling*
4. Bostadsmarknadsenkäten Stockholms län 2010, *avdelningen för social utveckling*
5. Årsrapport 2009 – Informationscentralen för Egentliga Östersjön, *avdelningen för miljö*
6. Nya bostäder i Stockholms skärgård - inventering av aktuella bostadsprojekt 2010, *avdelningen för social utveckling*
7. Fisk i vattendrag och stora sjöar – metoder för övervakning, *avdelningen för landsbygd*
8. Naturvärden i sjön Öran, *avdelningen för miljö*
9. Läget i länet på bostadsmarknaden, *avdelningen för social utveckling*
10. Länsplan för regional transportinfrastruktur i Stockholms län 2010-2021, *avdelningen för tillväxt*
11. Socialtjänstens arbete med män som utövar våld i nära relation, *avdelningen för social utveckling*
12. Taggig hjorttryffel – nationell inventering 2005-2009, *avdelningen för miljö*
13. Varför dröjer det? – Faktorer som hindrar och försenar nyproduktion av bostäder i Stockholms län, *avdelningen för social utveckling*
14. Tyresån – åtgärdsprogram 2010-2015, *avdelningen för miljö*
15. Entrepreneur Sthlm - kvalitet och kundnytta i rådgivningen? Resultat av kundundersökning genomförd under våren 2010, *avdelningen för tillväxt*
16. Stadsmiljö, bostad och vardagsliv i Stockholm, *avdelningen för social utveckling*
17. Regionalt program för efterbehandling av förorenade områden i Stockholms län år 2011, *avdelningen för miljö*
18. Risk- och sårbarhetsanalys 2010 för Stockholms län, *avdelningen för samhällsskydd och beredskap*
19. Källor i Stockholms län – underlag och uppföljning till miljöövervakning 2007-2008, *avdelningen för miljö*
20. Skarvar och fågelskär i Mälaren 2010, *avdelningen för miljö*
21. Mälarlänens unika parklindar - en skötselvägledning, *avdelningen för miljö*
22. Båtars vågor väcker frågor – stranderosion i Stockholms mellanskärgård, *avdelningen för miljö*

Skärgårdens stränder med sina naturvärden utgör både livsmiljö för stora delar av skärgårdens naturvärden men utgör också en lockande miljö för oss människor. För att bland annat skydda stränderna och möjliggöra för framtida generationer att kunna vistas på dem och njuta av dem har stora delar av skärgårdarna i Stockholms län i miljölagstiftningen pekats ut och ansetts vara av riksintresse för bland annat naturvård och för det rörliga friluftslivet. Även strandskyddslagen har tillkommit för att trygga strändernas naturvärdens fortsatta existens. I en serie tidigare rapporter från bland annat Länsstyrelsen har det visats att fartygstrafik kan ge upphov till vågor och vattenrörelser som i områden med känsliga jordarter kan erodera stränderna så att dessa förändras. Erosionen kan leda till att naturvärdena förändras och även så att de kan försvinna. De tidigare erosionsstudierna har främst gällt problematiken längs de stora farlederna i Stockholms skärgård.

Denna rapport redovisar resultaten från ett examensarbete som utförts vid Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet, och med handledning från Länsstyrelsen i Stockholms län. Arbetet har fokuserats på ett avgränsat område i mellan-skärgården där riktigt stora fartyg inte går men som bland annat trafikeras av regional skärgårdstrafik, mindre yrkesfartyg och fritidsbåtar. Resultaten visar tydligt att hur och var båtar körs i känsliga delar av skärgården spelar stor roll för naturvärden i strandlinjen på stränder av vissa jordarter. Resultaten från studien kan användas som underlag i planering men även vid reglering av skärgårdens viktiga kommunikationsnät så att strändernas höga naturvärden kan fortleva och överlämnas till framtida generationer.

*För mer information kontakta
avdelningen för miljö
Tfn: 08- 785 40 00 (vxl)
e-post: miljo.stockholm@lansstyrelsen.se*

ISBN 978-91-7281-400-4

*Adress
Länsstyrelsen i Stockholms län
Hantverkargatan 29
Box 22 067
104 22 Stockholm
Tfn: 08- 785 40 00 (vxl)
www.lansstyrelsen.se/stockholm*