

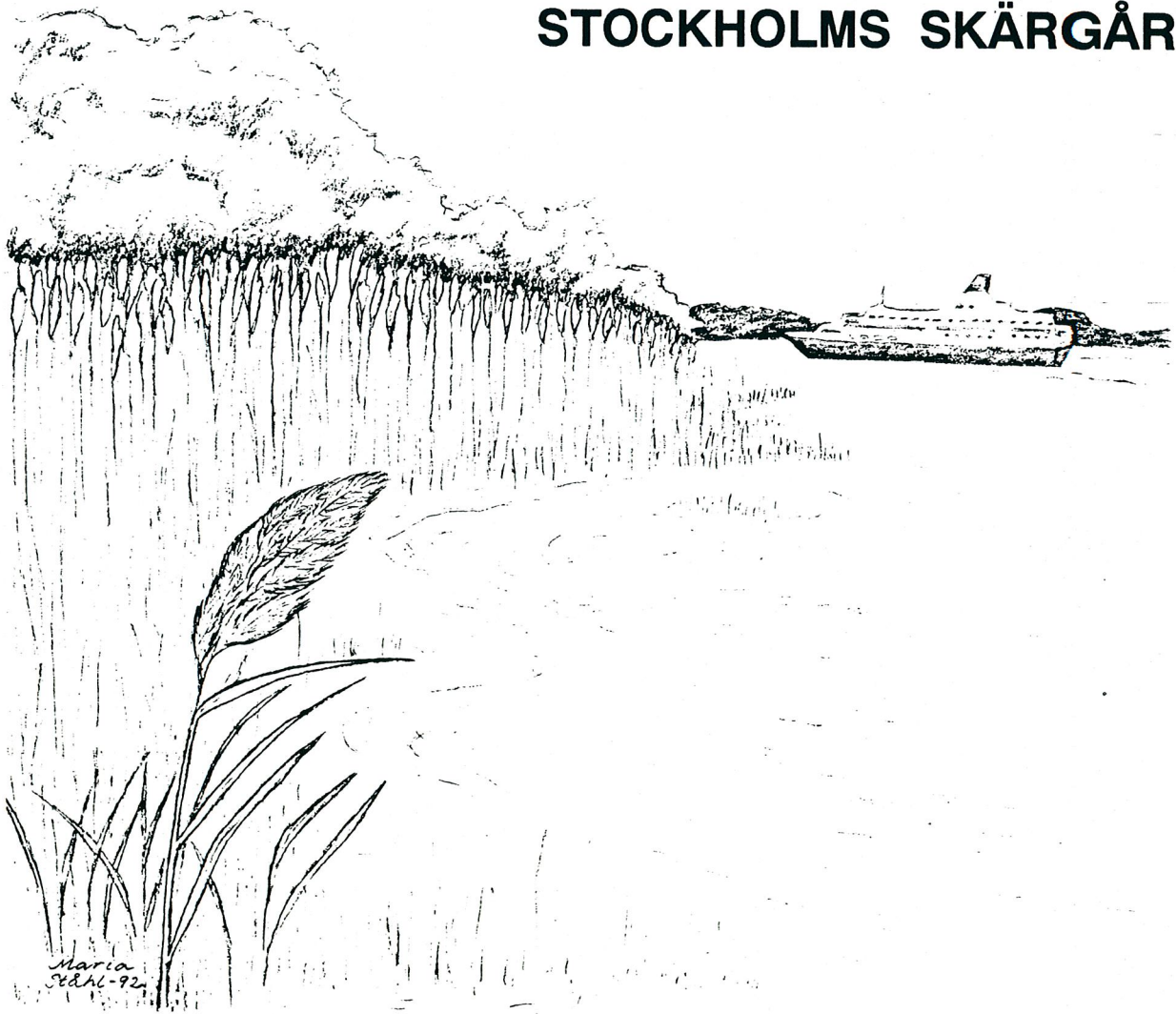


LÄNSSTYRELSEN I  
STOCKHOLMS LÄN

# RAPPORT

1992:9

## VASS SOM INDIKATOR PÅ STRAND- EROSION LÄNGS FARLED I STOCKHOLMS SKÄRGÅRD



Stockholm 1992

Maria Hedén & Britta Sannel

## FÖRORD

*Denna rapport utgör projektarbete II inom naturvårdskursen på biologisk-geovetenskaplig linje vid Stockholms universitet. Projektarbetet har utförts på uppdrag av Anders Häggblom vid Länsstyrelsen i Stockholms län. Lars Granath, högskoleadjunkt vid Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet, har varit vår uppmuntrande handledare.*

*Studierna av vassarna längs Furusundsleden och analyserna av prover och resultat har gett oss mycket huvudbry, men som tur är har vår omgivning stöttat oss både i torrt och i vått . . . Vi vill framföra ett stort tack till: Karl-Axel Edlund som har analyserat sedimentproverna, alla de ekologer vid Stockholms universitet som har svarat på frågor, räknat statistik och gett oss "moraliskt stöd", våra pappor som har klippt vass och bytt propellrar, Susanne som tålmodigt satt vid rodret till långt in på natten och Stefan och Jesper som har hårdat ut . . .*

*Maria Hedén & Britta Sannel*

## INTRODUKTION

*När fartyg passerar en trång farled sätts vattenmassor i rörelse, dels som svall i ytskikt, dels som tryck- och sugvågor i hela vattenområdet. Farleder och miljö har länge varit ett aktuellt ämne för diskussion, utredningar, analyser och antaganden. Samtidigt har listan på undersökningar och faktaunderlag utökats, till större delen bestående av pilotstudier, projektarbeten med viss inriktning samt utvidgade examensarbeten.*

*Ekonomiskt stöd för en mycket begränsad budget har främst erhållits från Landstingets miljöfond.*

*Den presenterade studien av förändringar inom vassbälten och bestånd längs en farledsstrand utgör ett gott exempel på en intressant, belysande och begriplig redovisning.*

*Vassens försvinnande längs farleder och inom områden med intensiv båttrafik har noterats i samband med svall och stranderosion. Det ekologiska händelseförloppet, sannolik bakgrund och skadeverkningar, får i denna pilotstudie en mångsidig belysning.*

*Länsstyrelsen har valt att trycka studien i sin rapportserie för att ge en bättre spridning av ett väl genomfört projekt inom BIO-GEO undervisningen vid Stockholms universitet. Samtidigt ansvarar författarna till alla delar för innehåll, slutsatser och vetenskaplig halt vad gäller arbetet som helhet.*

*Anders Häggblom*  
Anders Häggblom  
Miljövårdsenheten

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>Abstract .....</b>	<b>3</b>
<b>Inledning.....</b>	<b>4</b>
<b>Vass-artbeskrivning.....</b>	<b>6</b>
Utseende.....	6
Spridning.....	7
Utveckling under vegetationsperioden .....	7
Fotosyntes.....	8
Ekologisk betydelse .....	8
<b>Stranderosion .....</b>	<b>9</b>
<b>Val av undersökningsområden .....</b>	<b>11</b>
Kopparnäs-S1 .....	12
Östanå-S2 .....	13
Grönnäset-R1 .....	14
Ålön-R2.....	14
Östanå färjeläge .....	15
Mälbyön .....	16
<b>Material och metoder .....</b>	<b>18</b>
Förarbete .....	18
Icke-biologiska undersökningar .....	18
Bottensediment .....	18
Bottenprofiler.....	18
Vattendjup.....	19
Avsänkningar och vågor.....	19
Observationer vid färjepassager.....	20
Biologiska undersökningar.....	20
Skörd av skott .....	20
Torkning och vägning av skott.....	20
Torkning och vägning av rhizom.....	20
Leaf area index.....	21
<b>Resultat.....</b>	<b>22</b>
Icke-biologiska undersökningar .....	22
Bottensediment .....	22
Bottenprofiler.....	23
Vattendjup.....	25
Avsänkningar och vågor.....	25
Observationer vid färjepassager.....	28

Biologiska undersökningar.....	29
Antal skott .....	29
Skottlängd .....	29
Torrvikt-blad .....	30
Torrvikt-stammar .....	31
Torrvikt-vippor .....	31
Total skottorrvikt.....	31
Torrvikt-rhizom .....	32
Leaf area index.....	33
<b>En kort jämförelse mellan de skadade vassarna och referensvassarna .....</b>	<b>34</b>
<b>Diskussion.....</b>	<b>35</b>
<b>Referenslista .....</b>	<b>39</b>

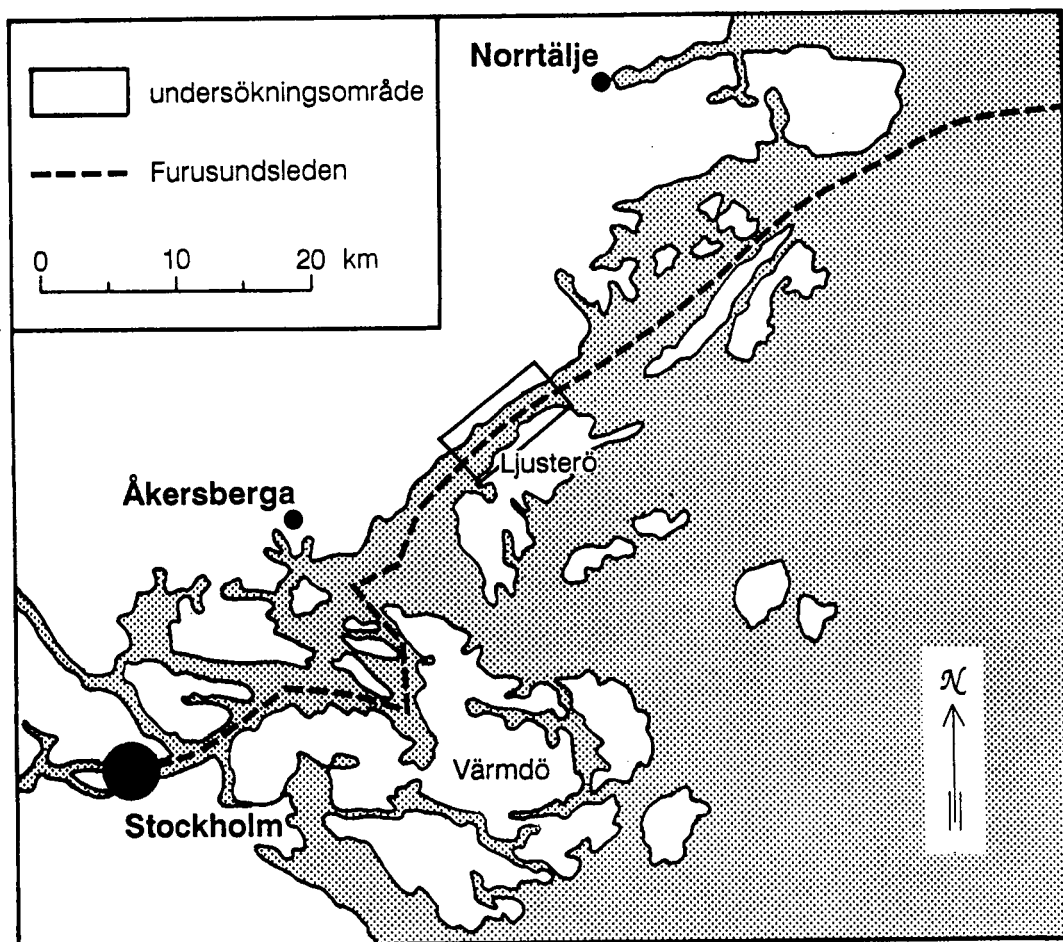
## ABSTRACT

The reed, *Phragmites australis*, is being reduced in certain areas along the ferry track Furusundsleden in the Stockholm archipelago. Reduction of the reed indicates beach erosion, which is a problem for the land owners along the track as well as an estetic and ecological problem. In this study we have compared sites exposed to waves and other water movements from the ferries with similar sites in unexposed areas. At the exposed sites the reed has more or less retired on to land. Beds of dead rhizomes, which indicate that the reed used to grow further out, can be found at the bottom several meters out in the water. These beds are constantly being attacked by the water movements. The results from this study showed that the reed close to the track had less panicles, shorter stems, lower biomass and a smaller leaf area per m<sup>2</sup> of land area than the reed at the unexposed sites. Resedimentation and erosion of finer fractions are resulting in rougher sediments with a lower nutrient content. The sediment wash-out also inhibits the vegetative spreading of the reed and makes it harder for the rhizomes and stems to remain stable.

## INLEDNING

Till följd av övergödning och minskat betestryck på strandängar breder vassen ut sig i våra insjöar och i Östersjön. Däremot har en tillbakagång registrerats längs stränderna i Furusundsleden i Stockholms skärgård (Magnusson, 1990). De skador som har noterats hos vassen består i att den växer i tuvor eller glesa bestånd och retirerar upp på land. Kvar på botten finns en matta av döda rhizom som med tiden bryts upp och rycks loss av vattenrörelser. En annan vanlig förekomst i Furusundsleden är erosionsskador på stränder. På många ställen är finkornigt material bortspolat och resultatet blir steniga stränder med erosionshak och blottlagda trädrötter. På ett avstånd mindre än 500 m från farlederna till och från Stockholm (Furusundsleden och Sandhamnsleden) förekommer skador på stränder och vass längs en sträcka av 6-7 km, vilket motsvarar 3-4% av stränderna längs farlederna (Lars Granath, Stockholms universitet, personlig kommunikation, juni 1991). Vid en tidsjämförande studie av vassens utbredning längs delar av Furusundsleden, gjord med hjälp av flygbilder från 1974 och 1986, framkom det att minskningen av vassens utbredning är knuten till de stränder som vetter åt farleden (Magnusson, 1990).

Syftet med projektarbetet var att undersöka orsakerna till vassens tillbakagång. Vassarna som valdes ut för att fungera som undersökningslokaler ligger relativt samlade inom den del av Furusundsleden som går väster om Norra Ljusterö i Stockholms skärgård (se karta 1). Målsättningen var att observera och beskriva skadorna på vassen samt att registrera sedimentrörelser och påverkan på rhizombädden (bestående av vassens jordstammar och rötter) vid färjepassager.



Karta 1. Översiktsskarta över norra delen av Stockholms skärgård.

Furusundsleden är bitvis en trång farled som trafikerats av färjor, fraktfartyg, Vaxholmsbåtar och fritidsbåtar. Vi har begränsat oss till att studera den påverkan som fartyg (främst Finlandsfärjor, se bild 1) och Waxholmsbolagets båtar har på vassarna. Även vågor från fritidsbåtar av olika typer kommer att i viss utsträckning påverka strandzonen. Det är svårt att avgöra hur stor del av skadorna som orsakas av de olika båttyperna. Färjorna utgör en liten andel av den totala trafiken i farleden, men troligen är det ändå de som påverkar sedimenten och vassarna mest eftersom deras vågor är stora och de dessutom ger upphov till höjningar och sänkningar av vattenytan, s k avsänkningseffekter.



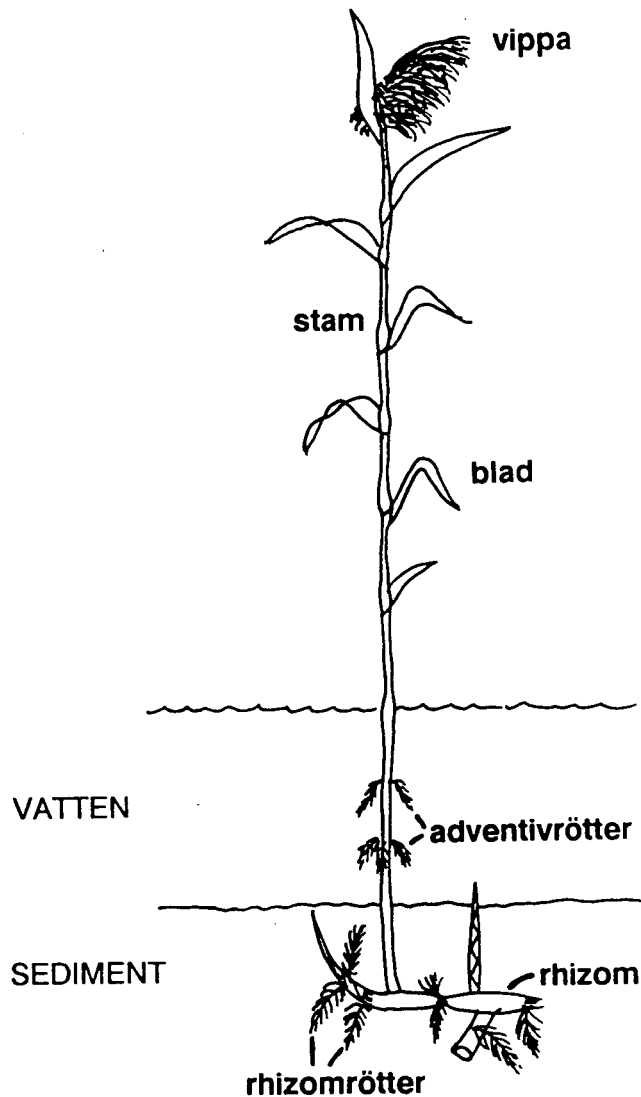
*Bild 1. Färjor som möts i farleden utanför Östanå.*

## VASS - ARTBESKRIVNING

Informationen i artbeskrivningen är till stor del hämtad ur "Vassens ekologi och fysiologi" av G.Björndahl och H.Egnéus (1980).

### Utseende

Vass, *Phragmites australis* (L.), är Sveriges största fleråriga gräs (se figur 1). Strået kan bli upp till 4 m högt och 8-10 mm tjockt i näringsrik miljö. Bladen är placerade relativt högt upp på strået och är förhållandevis korta och breda. Skotten växer upp från underjordiska stamdelar, s k rhizom. Dessa kan bli mycket långa och kraftiga, 3 cm i diameter är ingen ovanlighet. Från rhizomets leder växer det ut fintrådiga rhizomrötter som bildar täta och tjocka rotfilter. Det är med hjälp av rhizomrötterna som vassen tar upp näring, får fäste och binder sedimenten. Vassen kan också bilda adventivrötter. Dessa växer ut vid stråets nedersta del och möjliggör upptag av närsalter från vattnet.



Figur 1. Vass - *Phragmites australis*.

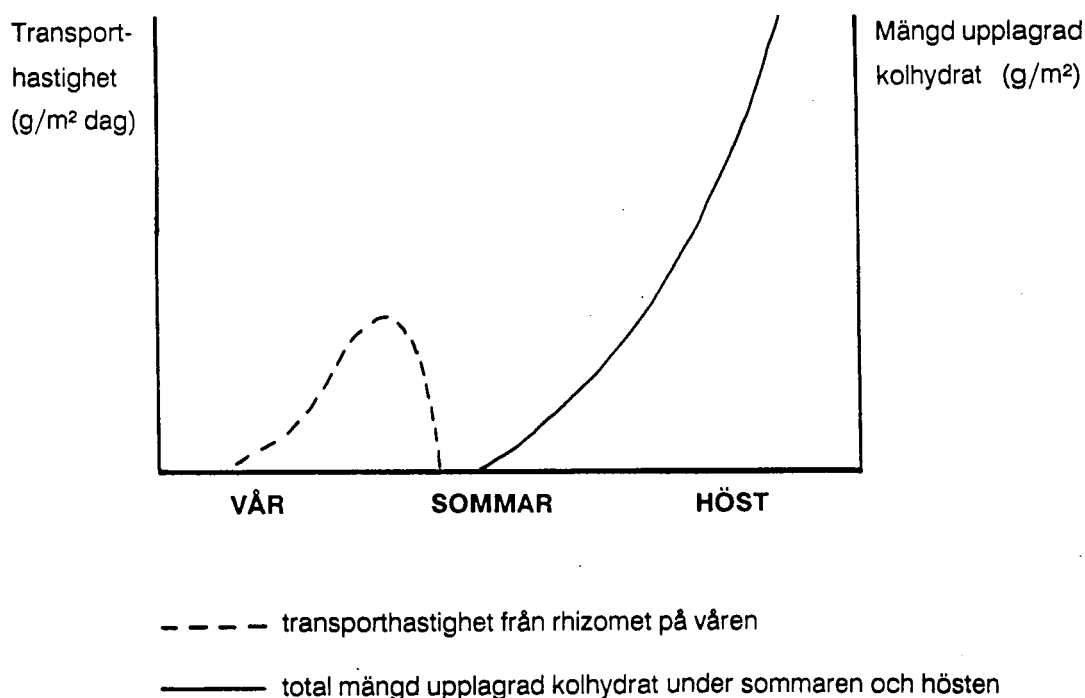
## Spridning

Rhizomen tillväxer horisontellt. Genom att de breder ut sig, eller genom att ovanjordiska utlöpare växer ut, kan vassen sprida sig över stora ytor. Vassen kan också föröka sig med små, vindspridda frön, men eftersom fröna grov dåligt är deras betydelse störst för nyetablering där det ännu inte växer någon vass.

Stora vassbestånd utmärks av att vassen själv är den växtart som helt dominerar. Här finns i stort sett inga andra kärlväxter. Ofta är det så att beståndet utgörs av en enda klon. En klon är en samling växter, i detta fall en samling vasstrån, som har identiska genuppsättningar (arvsanlag). Samtliga strån härstammar från en och samma moderplanta som har förökat sig vegetativt genom rhizomtillväxt. Så länge miljön är konstant kan vass med en viss genetisk uppsättning fortleva och sprida sig framgångsrikt.

## Utveckling under vegetationsperioden

På försommaren växer vassen snabbt. Tillväxten är beroende av de kolhydratreserver som finns lagrade i rhizomen och nu transporteras upp till skotten. Fotosyntesen startar så snart blad har utvecklats på vasstråna. När tillväxten avstannar fortsätter bladen att fotosyntetisera under resten av sommaren och hösten. Fotosyntesprodukterna transporteras nu ned till rhizomen som tillväxer och bygger upp kolhydratförrådet till nästa säsong (se figur 2).



**Figur 2. Schematisk skiss över transport och upplagring av kolhydrater i en vassplanta under vegetationsperioden. Diagrammet är modifierat efter Björndahl och Egnéus (1980) och eftersom det inte är baserat på undersökningar från Furusundsleden är de absoluta talen borttagna från axlarna.**

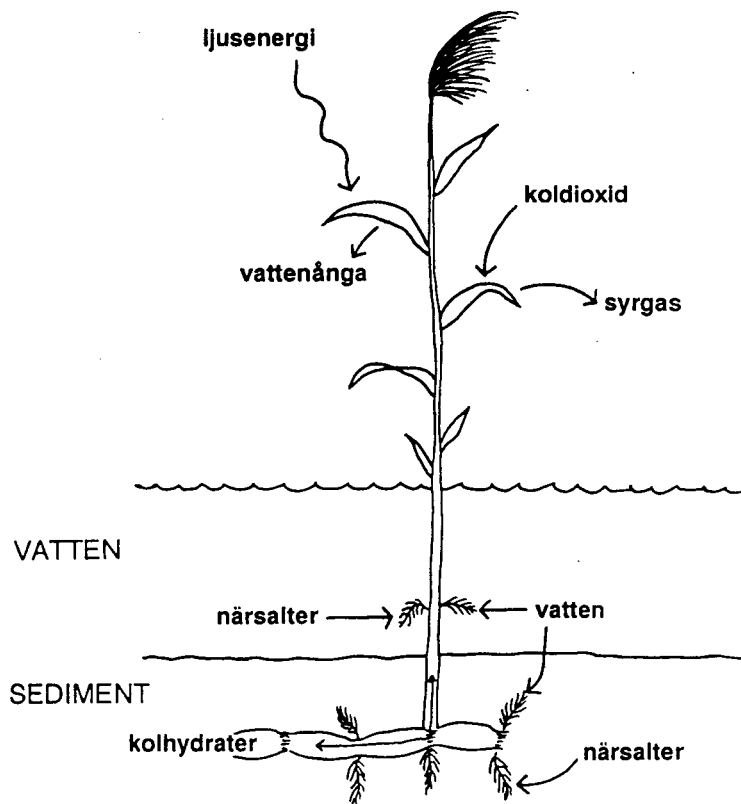
Under hösten anlägger rhizomen vilande knoppar inför nästkommande vår. Strået dör och bladen vissnar och faller av. De torra, gamla stråna med vippor står kvar över vintern. De mineralnäringsämnen som frigörs när vassen dör transporteras i stor utsträckning ner till rhizomen, där de lagras.

## Fotosyntes

Förenklad formel för växternas fotosyntes (se även figur 3):



Vassens höga produktion under tillväxtperioden beror på att skotten snabbt får en stor fotosyntetiserande bladyta och att vassen ofta växer i vatten. Eftersom vassen för det mesta växer i vatten råkar den sällan ut för vattenbrist och klyvöppningarna, som bl a reglerar avdunstningen av vatten, kan i princip ständigt hållas öppna. På så vis uppstår inte heller brist på den för fotosyntesen nödvändiga koldioxiden (se formel ovan) som tas upp genom klyvöppningarna.



Figur 3. Vassens upptag av de ämnen och föreningar som behövs för fotosyntesen.

## Ekologisk betydelse

Vassbälten utgör en viktig livsmiljö för många djur. I bottensedimenten, på strån och algpåväxter lever små kräftdjur, snäckor och musslor. Många insekter är beroende av vassen som föda (t ex vissa skinnbaggar, tvåvingar och fjärilar). Vassarna är också viktiga som yngelkammare för många djur med vattenlevande yngelstadier. Fiskar leker, söker föda och övervintrar i vassbälten. Ovanför vattenytan finns det vasspindlar som övervintrar i brutna vassbuntar. Vid fortplantningen håller de till i vipporna. Många fåglar använder vassarna som skyddande övernattningsplatser eller rastplatser. Stora sammanhängande vassområden behövs som häckningslokaler och för fåglarnas födosök såväl sommartid som vintertid.

Vassen fyller även en viktig funktion i att bevara stränderna. Genom att rhizomrötterna binder finkorniga sediment och organiskt material förhindras stranderosionen.

## STRANDEROSION

Det är möjligt att vassens försvinnande längs farleden kan ses som en indirekt indikator på ändrade bottenförhållanden. Längs de sträckor där en tillbakagång av vassen har noterats är även stranden i övrigt kraftigt eroderad.

Erosion är resultatet av en energiomvandling. Den rörelseenergi som finns i vågorna överförs genom friktion till stranden och botten. Bottenlutningen avgör var energiomvandlingen blir som störst. Om det är långgrunt sker den största energiomvandlingen genom friktion mot botten och endast en liten del av vågenergin når själva stranden. Om bottenlutningen däremot är brantare kommer nästan all vågenergi att nå fram till stranden och där omvandlas till lägesenergi (vattnet skjuts upp över stranden) och turbulens (virvelbildning). När vågen drar sig tillbaka från stranden omsätts lägesenergin i ytterligare turbulens (Daleke et al, 1989). Vattenvirvlarna slammar upp finkornigt material i bottensedimenten och transporterar ut det. På många håll kan man tydligt se hur erosionen gröper ur stranden och med tiden blir resultatet steniga och blockiga stränder. Trädrötter blottas och en underminering av det översta jordlagret uppstår. Träd som har vräkts omkull i vattnet till följd av urtvättning och underminering är inte någon ovanlig syn.

Hur kraftiga erosionsskadorna blir beror förutom på bottenlutningen till stor del på vattenståndet. Vid högvatten slår vågorna högre upp på stränderna och når därmed sediment som vanligtvis inte utsätts för påverkan. Stora vågor vid extremt höga vattenstånd kan orsaka att stranden kollapsar då vågorna sliter med sig det underminerade vegetationstäcket. När ett mer normalt vattenstånd inträder kommer urtvättningen av finmaterial att börja om på nytt och följden blir en fortsatt urgröpning av stranden.

Ytterligare faktorer som påverkar hur allvarliga skadorna blir är avståndet till farleden, vilken typ av fartyg det är som passerar samt fartygets hastighet. Ju närmare det är till farleden desto större blir erosionsskadorna längs stränderna (Magnusson, 1990). Fartyg av varierande storlek och med olika typer av skrov ger upphov till olikartade vågor. Dessutom utgör bog- och aktersvall skilda typer av vågor. Säkerligen spelar även vindar, vattenstånd, strömmar och fartygets placering i farleden in, vilket medför att vågorna från en och samma båt kan se olika ut från dag till dag. Våghöjden är direkt beroende av fartygets hastighet upphöjt med en faktor som är specifik för varje båt (Magnusson, 1990). Höga hastigheter medför höga vågor och därmed kraftigare stranderosion. Som en jämförelse kan det nämnas att naturliga vågor med samma våghöjd som svallvågor endast förekommer under en liten del av året i innerskärgården (Daleke et al, 1989).

Olika strandtyper drabbas av vågerosionen på olika sätt (Magnusson, 1990):

### **Flacka ler- och sandstränder**

På denna typ av strand växer det ofta gräs en bit upp på land. Allt eftersom stranden gröps ur kommer grästuvorna att undermineras och rasa ner i vattnet (bild 2).

### **Flacka moränstränder**

Här förekommer skador av flera slag. Vegetationsgränsen är ofta högt uppdragen och trädrötter sticker fram på många håll längs strandbrinken. Block och stenar prepareras fram till följd av urtvättningen av finmaterial.

### **Branta moränstränder**

Vågorna som med full kraft slår in mot stranden transporterar med sig finkorniga partiklar och kvar blir grövre stenar och block. Strandhak bildas. Branta moränstränder är den strandtyp som är mest känslig för erosion.

### **Klipp- och hållstränder**

Träd- och vegetationsgränsen är högt uppdragen. Till följd av den kraftiga och kontinuerliga vågerosionen kommer ingen vegetation alls att finnas kvar nära vattnet. Eftersom finkornigt material saknas är denna strandtyp minst känslig för erosion.

På senare år har de fartyg som passerar genom skärgården ökat avsevärt i storlek. De orsakar inte bara vågor utan deras passage ger även upphov till först en sänkning, s k avsänkning, och sedan en höjning av vattenytan. Avsänkningen uppstår på grund av de kraftiga returströmmar som bildas till följd av tryckskillnader mellan vattnet framför och vattnet bakom båten. För om båten råder det övertryck och akter om undertryck. Det är troligt att det är en samverkan mellan avsänkningar och vågor som ger upphov till de ställvis kraftiga erosionsskadorna längs stränderna och bottnarna.



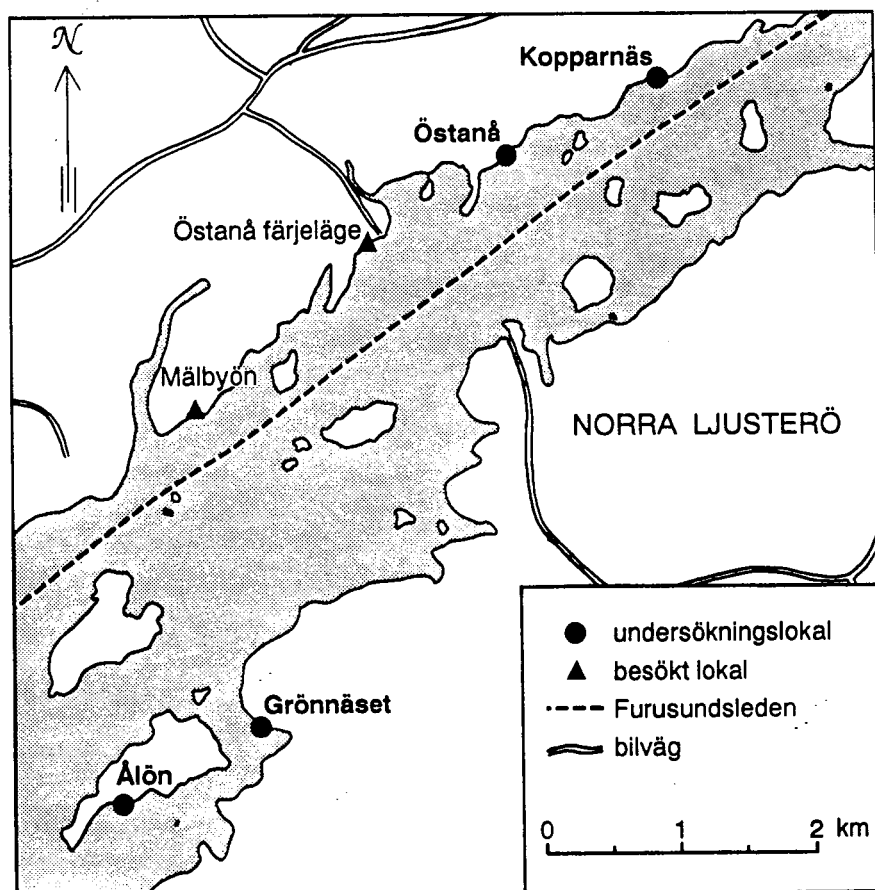
*Bild 2. I förgrunden syns en underminerad grästuva och i bildens vänstra kant en rasad tuva. Bilden är tagen vid Mälbyön.*

## VAL AV UNDERSÖKNINGSOMRÅDEN

Det är omöjligt att hitta undersökningslokaler som är exakt likvärdiga, med undantag för exponeringen för farleden. Vid valet försökte vi beakta många parametrar, men det kan ändå vara så att de naturliga förutsättningarna för vassens spridning och tillväxt är olika på de skilda lokalerna. Som utgångspunkt för valet av de skadade vassarna användes en kartering av skadade strandsträckor (Granath, under publicering). Från den utsågs ett antal vassar som sedan kontrollerades noggrannare i fält. Sjökortet gav ledning när det gällde tänkbara referenslokaler, d v s vassar som inte utsätts för avsänkningseffekter och vågor från de fartyg som passerar i farleden. Alla lokaler valdes slutgiltigt ut i fält.

Det var önskvärt att finna lokaler som var så lika varandra som möjligt med avseende på väderstreck och bakomliggande terräng. Som kriterier för terrängens utseende användes jordart, vegetation och lutning. Hänsyn togs också till vassarnas utsatthet för naturlig vind- och vågexponering.

Lokalerna vid Kopparnäs och Östanå ligger exponerade för vågor och avsänkningseffekter från båttrafiken i Furusundsleden. Utanför Grönnäset och Ålön (se karta 2) förekommer ingen reguljär båttrafik och de fritidsbåtar som går här är få och inte alltför stora. De avstånd till farleden som anges vid lokalbeskrivningarna är uppmätta på sjökortet Furusund-Saxarfjärden 612 i skala 1:50 000 (Sjöfartsverket, Sjökartavdelningen, Norrköping 1989).

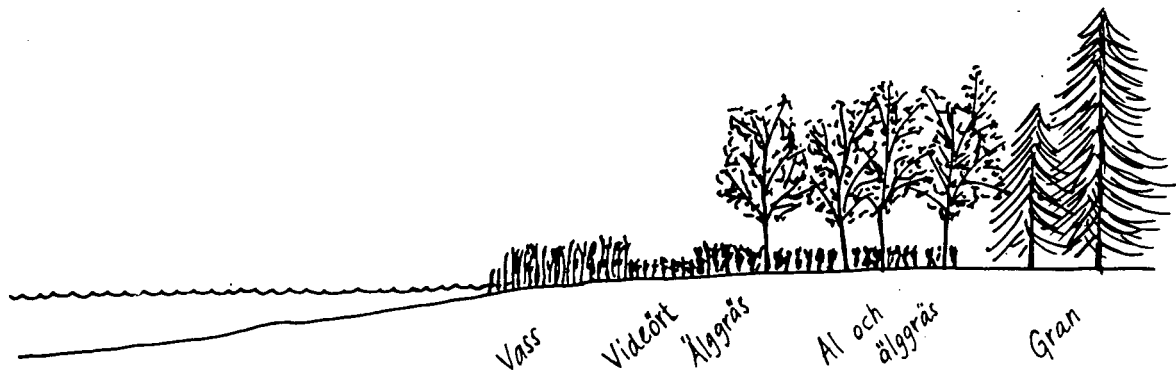


Karta 2. Undersökningsområdet mellan Norra Ljusterö och fastlandet.

Utöver de fyra undersökningslokalerna besöktes ytterligare ett antal vassar. Två av dessa, vassen söder om Östanå färjeläge och den på Mälbyön (se karta 2), har vi valt att presentera lite närmare.

## Kopparnäs - S1

250 m nordost om Kopparnäs (se karta 2) breder ett ungefär 100 m långt och 15 m brett vassbälte ut sig. Vassen vetter åt söder och avståndet till Furusundsleden är 400 m. På land innanför vassbältet är terrängen flack och vegetationen kan delas upp i fyra zoner (se figur 4). Närmast vassen växer videört och sjöfräken. Därefter tar älggräset vid. Älggräset fortsätter att växa långt in i lövskogen, där klibbal är det dominerande trädslaget. Enstaka exemplar av sälg, lönn, ask och hassel förekommer också i lövskogen. Längre upp på land breder en sumpgranskog ut sig.



Figur 4. Vegetationsprofil från Kopparnäs.

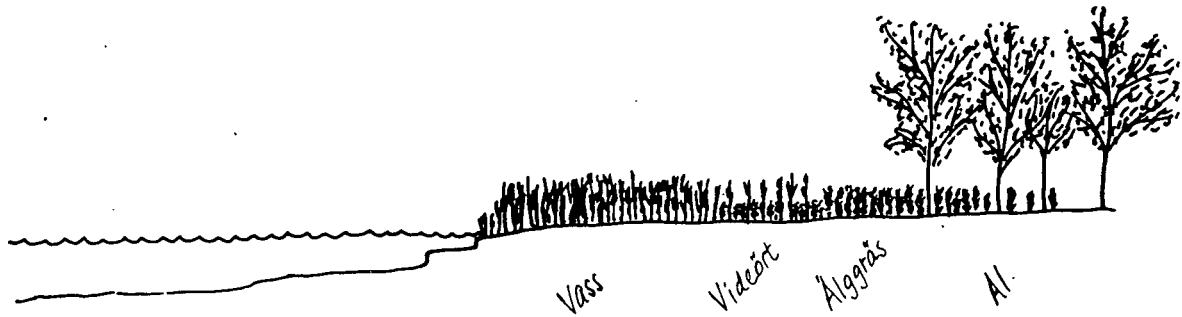
Vassen uppvisar tydliga skador (bild 3). Den växer i dagsläget, sommaren 1991, som mest ungefär 1,5 m ut från strandlinjen. På botten finns gamla döda vassrhizom i sedimenten. Inslaget av vassrhizom sträcker sig 15 m ut från strandlinjen och bevisar att vassen tidigare har funnits åtminstone så långt ut.



Bild 3. Skadad vass vid Kopparnäs.

## Östanå - S2

1 km sydost om Östanå herrgård (se karta 2) finns en ungefär 200 m lång och 25 m bred vass. Vassbältet ligger vänt mot sydost och avståndet till farleden är 500 m. Bakom den östra delen av vassen, där vi utförde våra undersökningar, är terrängen mycket flack. Eftersom marken innanför stranden är så sank kan vassen växa relativt långt upp på land. De första inslagen av andra växtarter från stranden räknat är videört, kabbeleka, sumpmåra och besksöta. Därefter tar älggräset vid och fortsätter långt in bland klibbalarna (se figur 5).



Figur 5. Vegetationsprofil från Östanå.

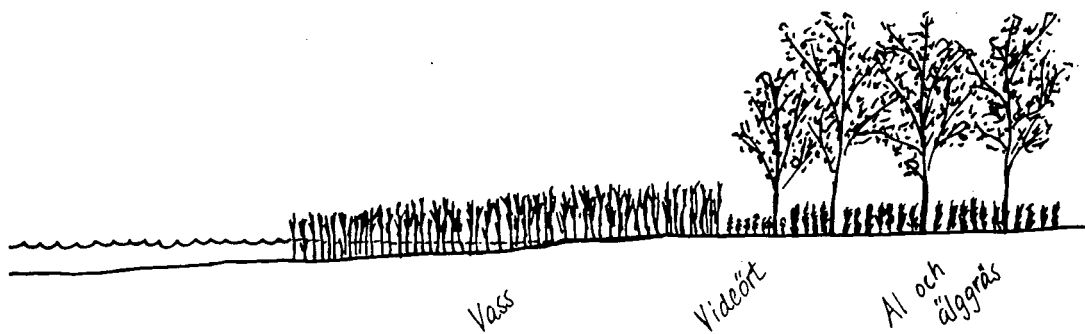
Vassen är tuvig, gles och späd och växer endast ungefär 1 m ut i vattnet (bild 4). På botten finns rhizombäddar som sträcker sig 6-7 m ut från strandlinjen och vittnar om att vassen tidigare har haft en större utbredning.



Bild 4. Skadad vass vid Kopparnäs.

## Grönnäset - R1

Grönnäset ligger på västra sidan av Norra Ljusterö (se karta 2). I viken sydost om Grönnäset breder en mäktig vass ut sig. Vassbältet är över 400 m långt och som mest drygt 50 m brett. Där vi utförde våra mätningar var vassens bredd 35 m. Vassen vetter åt väst-syd-väst och utsätts i stort sett inte alls för påverkan från båtar. Den naturliga exponeringen för vindar och vågor är något mindre än vid Kopparnäs och Östanå. Avståndet till Furusundsleden är 1,8 km och de vågor som eventuellt skulle kunna tänkas nå fram från farleden till stranden hindras av öar och utskjutande uddar. Den bakomliggande terrängen är, liksom vid Kopparnäs och Östanå, mycket flack. Innanför den breda zonen med vass växer en smalare zon med videört och sjöfräken. Längre upp på land utgörs fältskiktet huvudsakligen av älggräs och trädskiktet av klippal (se figur 6).



Figur 6. Vegetationsprofil från Grönnäset.

Vassen uppvisar inte några tydliga skador. Den är jämn, mycket tät och växer drygt 20 m ut i vattnet. Det finns inga tecken (t ex i form av rhizombäddar) på att vassen tidigare skulle ha haft en större utbredning.

## Ålön - R2

Väster om Norra Ljusterö ligger Ålön. I Ålöns västligaste bukt (se karta 2) finns ett 500 m långt vassbälte med en medelbredd på ungefär 30 m. Vassen vetter åt söder och är något mer exponerad för sydliga vindar jämfört med vassen vid Grönnäset. Här passerar endast enstaka mindre fritidsbåtar. Avståndet till Furusundsleden är 1,6 km (2,2 km vattenvägen).



Figur 7. Vegetationsprofil från Ålön.

Innanför strandzonen lutar marken till en början svagt uppåt. Längre upp på land blir landskapet mer kuperat med bergknallar som sticker upp bortom de flacka ängsmarkerna. Innanför det breda vassbältet ligger ett sankt område med klibbalar. Fätskiktet består till största delen av videört, älggräs, sjöfräken och brännässla (se figur 7). Vassen växer jämn och hög och sträcker sig nästan 20 m ut i vattnet.

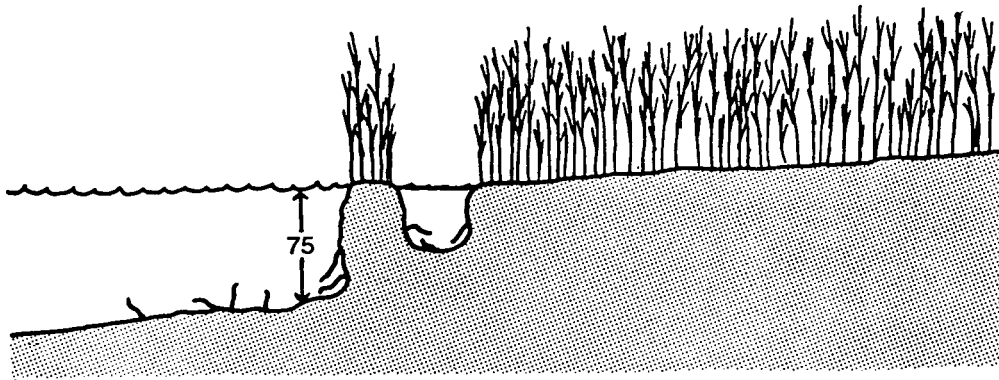
### Östanå färjeläge

Alldeles söder om färjeläget för Vägverkets bilfärja till Ljusterö, 600 m från farleden (se karta 2), finns ett drygt 200 m långt vassbälte som uppvisar tydliga tecken på skador. I bältets ytterkant, mot det öppna vattnet, växer vassen i tuvor (bild 5). Tuvorna bildar öar av varierande storlekar med en diameter från 1-2 dm upp till 2 m.



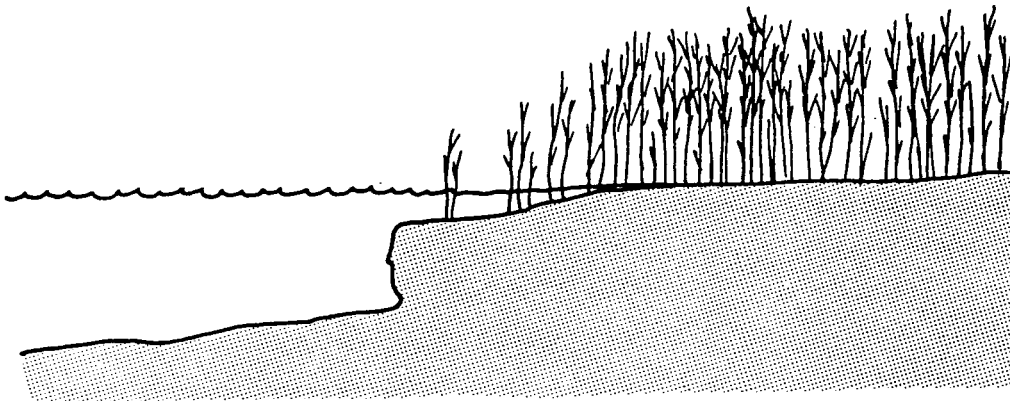
*Bild 5. Vassstuvor söder om Östanå färjeläge.*

Mellan tuvorna är de finkorniga lersedimenten bortspolade och upp till 75 cm djupa branter har bildats (se figur 8). I den branta kantzonen sticker tjocka, blottade rhizom fram och tuvorna är kraftigt underminerade. Här och var finns tuvor med nu levande vass som snart kommer att stjälpas till följd av vattenrörelser som lyfter upp den underminerade kantzonen.



*Figur 8. Vasstuva på sedimentpelare i vassen söder om Östanå färjeläge.*

Där vassbältet inte är så tätt, utan har en jämnare ytterkant, finns utanför själva vassen en smal zon med en halv meter tjock, rejält underminerad rhizombädd (se figur 9). Bäddens ovansida är mycket ojämn. På sina håll finns tätt med 3 dm djupa gropar. De finkorniga lersedimenten binds i ryggar runt groparna av de rhizom och rhizomrötter som än så länge har lyckats motstå erosionskrafterna.

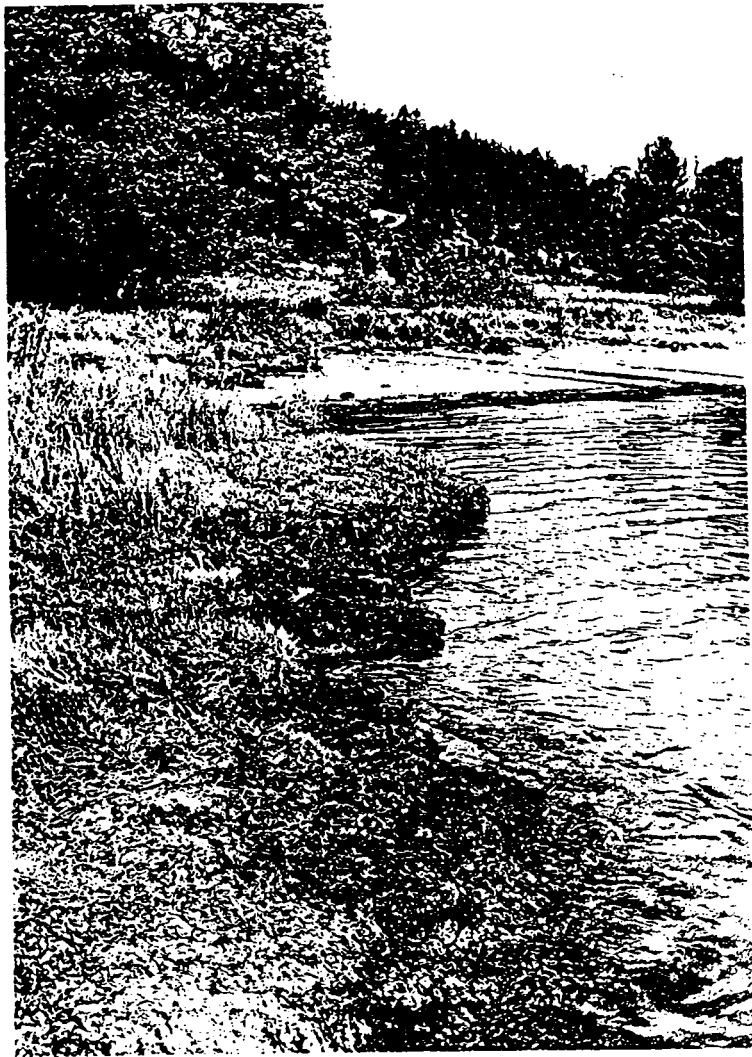


*Figur 9. Rhizombäddskant bildad i lersediment i vassen söder om Östanå färjeläge.*

Några få levande skott finns på 1-2 dm djup, men det är tydligt att de inte mår bra eftersom de så sent som i början av juli ännu ej lyckats nå upp till ytan. (Jämför t ex med vassen på Ålön där skotten vid samma tidpunkt var ungefär 2 m höga.)

### **Mälbyön**

Mälbyön ligger norr om Björnhuvud, endast 350 m från farleden (se karta 2). Här har vassen varit på tillbakagång en längre tid (Magnusson, 1990). I flygbilder tagna den 15 juni 1986 kan man se att vassen fortfarande fanns kvar i ett smalt bälte, men i slutet av juni 1991 fanns här inte ett enda strå (bild 6). I anslutning till strandlinjen finns tjocka rhizombäddar kvar. De delar som ligger under och nära vattenytan är underminerade och kan lätt lyftas upp och brytas loss av vattenrörelser och följden blir då en fortsatt erosion.



*Bild 6. Strand vid Mälbyön.*

## MATERIAL OCH METODER

### FÖRARBETE

Förarbetet bestod till stor del av litteraturstudier om stranderosion och om vassens ekologiska och fysiologiska egenskaper. Dessutom studerades utbredningen av vassarna, som besöktes i fält, i IR-färgbilder från den 15 juni 1986 (skala 1:30 000).

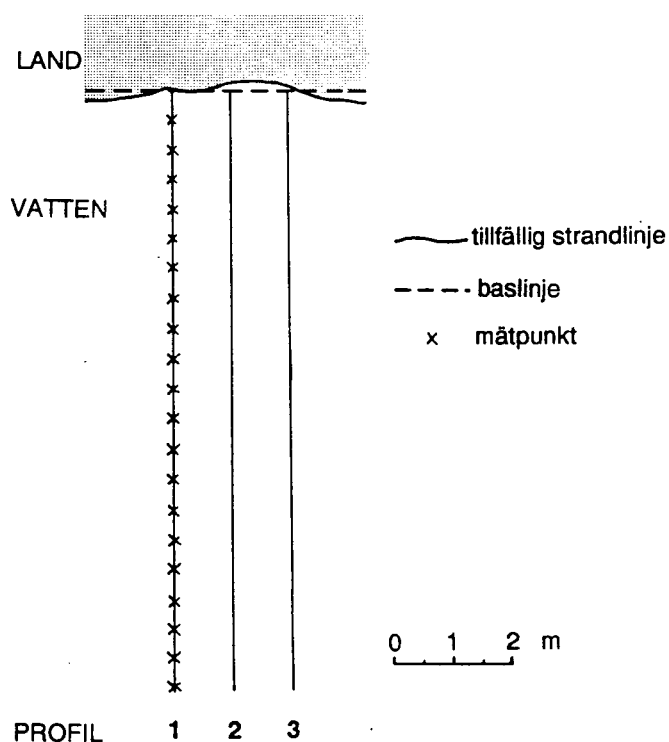
### ICKE-BIOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR

Undersökningarna utfördes i fält under veckorna 26 och 27 sommaren 1991. Bottensedimentproverna togs vecka 24 samma år.

### Bottensediment

För att kunna utföra kornstorleksanalyser och ta reda på den organiska halten togs dubbelprover i den översta decimetern av bottensedimenten. Till provtagningarna användes glasburkar med volymen 0,5 dm<sup>3</sup>. Proverna togs på 0,3-0,5 m vattendjup. För att framställa kumulativa kornfördelningskurvor utfördes siktanalyser på material med kornstorlekar över 2 mm och hydrometeranalyser på material mindre än 2 mm. Den organiska halten i sedimenten erhöles genom att en liten del av varje torkat prov brändes i brännugn (550°C i 2 timmar). I ugnen förbränns det organiska materialet och resultatet blir en viktförlust. Denna viktförlust redovisas i procentform. Analyserna utfördes av Karl-Axel Edlund vid jordartslaboratoriet, Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet.

### Bottenprofiler

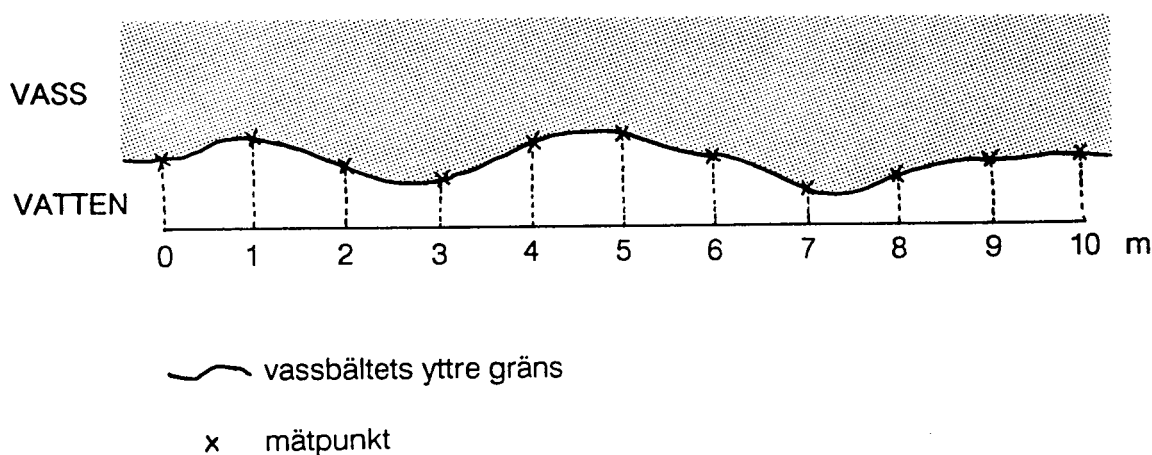


Figur 10. Metodskiss över utförandet av bottenprofilmätningarna.

Bottenprofiler mättes upp på varje lokal med hjälp av måttband och avvägningsstång. Vattendjupet mättes vid varje halvmeter med cm-noggrannhet. De tre profilerna mättes upp parallellt med varandra med 1 m mellanrum. Profil 1 börjar vid strandlinjen (0 cm vattendjup) och sträcker sig 10 m rakt ut i vattnet. Eftersom strandlinjen aldrig är helt rak kan den första mätpunkten i profil 2 och 3 hamna på ett par cm vattendjup (se figur 10).

## Vattendjup

Vattendjupet där vassen slutade växa mättes med 1 m mellanrum längs en 10 m lång sträcka (se figur 11). Mätningarna gjordes i vassbältets ytterkant med hjälp av avvägningsstång och måttband och utfördes med cm-noggrannhet.



Figur 11. Metodskiss över hur mätningarna av vattendjupet vid vassbältets yttre gräns utfördes.

## Avsänkningar och vågor

De rederier som regelbundet trafikerar Furusundsleden är Birka Cruises, FinnCarriers, SeaWind, Silja Line, Viking Line och Ånedinlinjen. Uppgifter om förbipasserande färjor och passagerarfartyg inhämtades från respektive rederis sommarturlistor gällande fr o m den 1/5 t o m den 30/9 1991. För Waxholmsbolagets båtar noterades antalet passager per dag i enlighet med sommarturlistan gällande från den 10/6 till den 18/8 1991.

Vid färjepassager mättes amplituden, d v s skillnaden mellan den högsta och den lägsta vattenyttnivån i förhållande till lugnvattennivån, med hjälp av avvägningsstång (cm-noggrannhet). För att erhålla säkrare mätvärden användes två stänger parallellt. Avståndet mellan avvägningsstängerna var 3 m. De placerades ut vid lugnvatten på 25, 30, 35 eller 40 cm djup beroende på bottenpografien och avsänkningens befarade storlek. För att få jämförbara värden vassarna emellan utfördes mätningarna för samma båtar (eller systerfartyg) vid samtliga lokaler. Mätningarna utfördes när kvällsbåtarna passerade mellan kl 17 och 18.30. Båtarnas färdriktning noterades.

Den extrema avsänkning som uppstod då Canopus (FinnCarriers) passerade förbi Kopparnäs (lokal S1) kunde inte mätas på vanligt vis från land. Istället stacks en pinne uppmärkt med dm-skala ned i sedimenten. Avsänkningen avlästes från en båt några meter utanför stranden.

## Observationer vid färjepassager

När färjorna passerade observerades händelseförloppet då vattenrörelserna nådde stranden. Observationerna gällde framför allt sedimentrörelser och påverkan på rhizombädden i de skadade vassarna.

## BIOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR

De biologiska undersökningarna blir mer intressanta om det går att studera förändringar över en bestämd tidsperiod, än om undersökningarna bara görs vid ett enda tillfälle. Av den anledningen skördades och torkades vassen vid två tidpunkter. Skörd 1 ägde rum vecka 24 och skörd 2 vecka 31. Leaf area index mättes bara vecka 31 eftersom bladen inte hade kommit så långt i sin utveckling vid det första skördetillfället.

### Skörd av skott

Vid skörden användes en provruta som var 0,46 x 0,46 m. Inom en representativ del av varje vass lades provrutan ut slumpvis tre gånger på vattendjupet 0,1 m. Alla levande skott inom provrutan räknades och skars av vid basen med en kniv. Varje skott mättes med cm-noggrannhet med hjälp av trälinjal vid första skörden och trämåttstock vid andra skörden. Skottlängden mättes från stråets topp till den avskurna basen. Om skottets översta del utgjordes av ett hoprullat blad, vecklades detta ut så att stråets topp blev synlig.

### Torkning och vägning av skott

På varje skott klipptes bladen bort med sax och torkades för sig. Bladslidorna fick sitta kvar på strået. Stammar, inklusive bladslidor, klipptes inför torkningen upp i 5 cm långa bitar. Vipporna, som endast fanns vid andra skörden, klipptes bort med sax och torkades för sig.

Blad och stamdelar från respektive provruta torkades efter första skörden i aluminiumformar i torkugn. Temperaturen var +65°C och vassen fick ligga i tre dygn. Andra skörden gav så mycket biomassa att torkugnen inte rymde allt. Då torkades blad, stammar och vippor istället på tidningar i ett torkrum med värmefläktar under tre dygn. Temperaturen var ungefär +30°C. Innan vassen lades i torkrummet hade den för-torkat i rumstemperatur under två dygn.

Efter torkningen vägdes blad, stammar och vippor från respektive provruta på digitalvåg (Sartorius universalvåg). Noggrannheten var 0,01 g. För att erhålla den totala skottorrvikten summerades för varje provruta vikterna av blad, stammar och vippor.

### Torkning och vägning av rhizom

Direkt i anslutning till en av de provrutor som vassen skördades från grävdes en 0,2 x 0,2 x 0,2 m stor "koka" med sediment och rhizom upp. Vattendjupet där proverna togs varierade något mellan de olika lokalerna men var ungefär 0-0,1 m. Ur kokan skars två mindre bitar ut (5 x 5 cm på ytan och 12 cm djupa). Bitarna sköljdes var för sig i en finmaskig sil och rhizom och rhizomrötter spolades rena från sediment.

Vid båda skördetillfällena torkades rhizomen i aluminiumformar i torkugn. De fick ligga i fem dygn vid temperaturen +65°C. Efter torkningen vägdes rhizomen från respektive utskuren bit på digitalvåg (Sartorius universalvåg). Noggrannheten var 0,01 g.

## Leaf area index

Leaf area index, LAI, anger vassens totala bladarea per markarea. LAI ger alltså en uppfattning om vassens fotosynteskapacitet. Förenklat kan det uttryckas som att en större total bladarea ger en högre fotosynteskapacitet.

I varje provruta (0,46 x 0,46 m) klipptes det näst översta bladet bort från varje strå. Det översta bladet var ofta hoprullat och kunde därför inte användas. Bladen ritades av på mm-papper och pappersbladen klipptes ut. Därefter vägdes pappersbladen på en digitalvåg (Sartorius analysvåg med noggrannheten 0,0001 g). Vassbladen torkades i torkrum med värmebläktar under tre dygn vid temperaturen +30°C. Bladen vägdes och massan lades därefter ihop med massan av övriga blad från respektive provruta. En dm<sup>2</sup> av mm-papperet klipptes ut och vägdes. Eftersom mm-papperet är homogent kan pappersbladens massa räknas om till en area. För varje provruta räknades den totala bladytan ut enligt formeln:

$$\text{Totala bladarean} = \frac{\text{totala bladmassan} \times \text{arean av LAI-bladen}}{\text{massan av LAI-bladen}}$$

Massan av 1 dm<sup>2</sup> av mm-papperet motsvarar en area av 2 dm<sup>2</sup> eftersom papperet har två sidor. Därför får man för varje provruta multiplicera den erhållna totala bladarean med två.

# RESULTAT

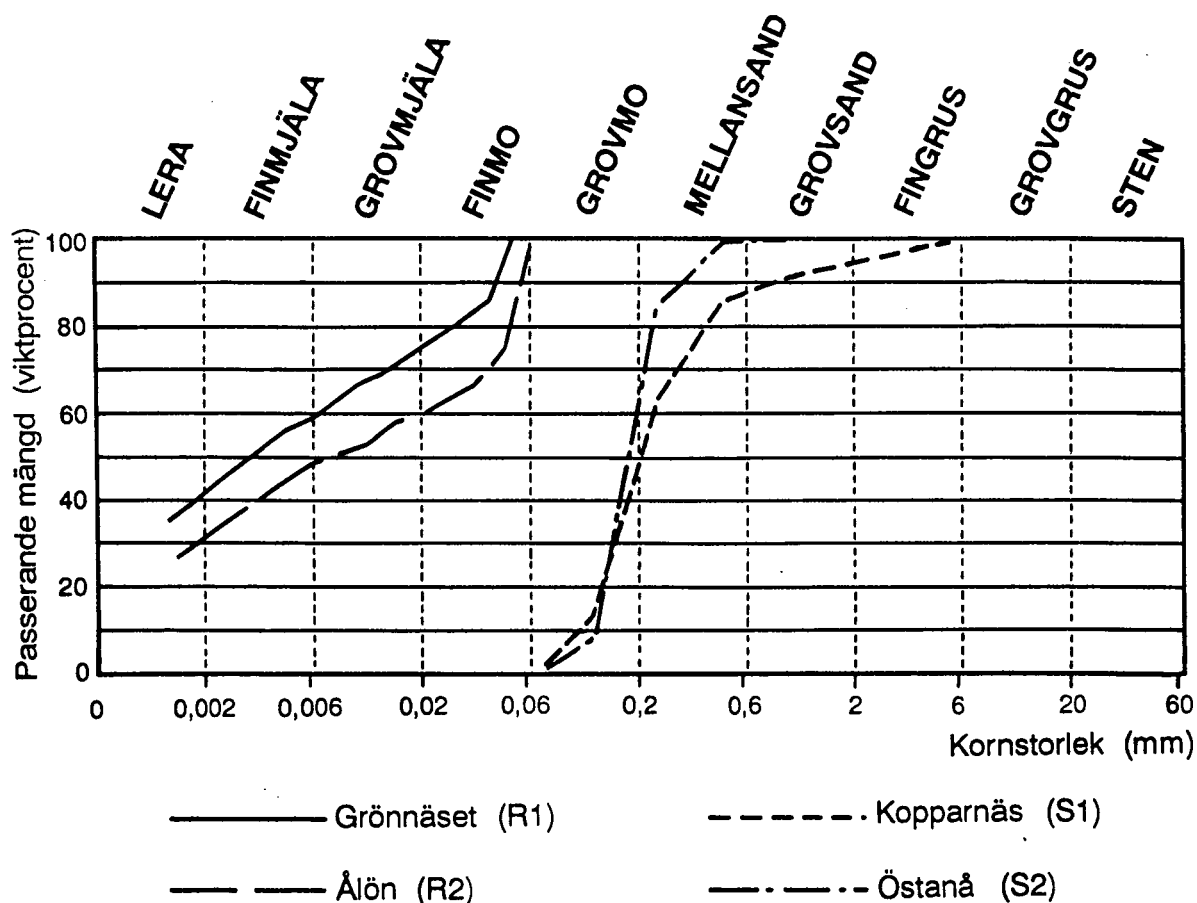
## ICKE-BIOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR

### Bottensediment

(För kornstorleksdiagram se figur 12.)

Sedimenten vid Kopparnäs (lokal S1) är väl sorterade och består av sandig grovmo. Partiklar mindre än 0,06 mm och större än 6 mm saknas. Östanå-vassens sediment (lokal S2) är ännu mer väl sorterade och består av grovmo med inslag av mellansand. Inga partiklar är finare än 0,06 mm eller grövre än 0,5 mm.

I vassen vid Grönnäset (lokal R1) består sedimenten av lera med inslag av mjåla och finmo. Vid Ålön (lokal R2) är inslaget av mjåla och mo i leran något större. Partiklar större än 0,06 mm saknas i de båda referensvassarna.



Figur 12: Kornstorleksdiagram som visar kumulativa fördelningskurvor för sedimenten i de undersökta lokalerna. På den horisontella axeln redovisas fraktioner och kornstorlekar (i mm). Den vertikala axeln visar fördelningen i viktprocent mellan de olika fraktionerna.

Sedimenten i referensvassarna (lokalerna R1 och R2) har ungefär 25-35 gånger högre halter organiskt material än sedimenten vid Kopparnäs och Östanå (lokalerna S1 och S2). Andelen organiskt material i sedimenten var i referensvassarna drygt 10%, medan andelen organiskt material i de vassar som utsätts för påverkan från farleden var 0,4% (se tabell 1).

Tabell 1: Organisk halt i sedimenten i viktprocent.

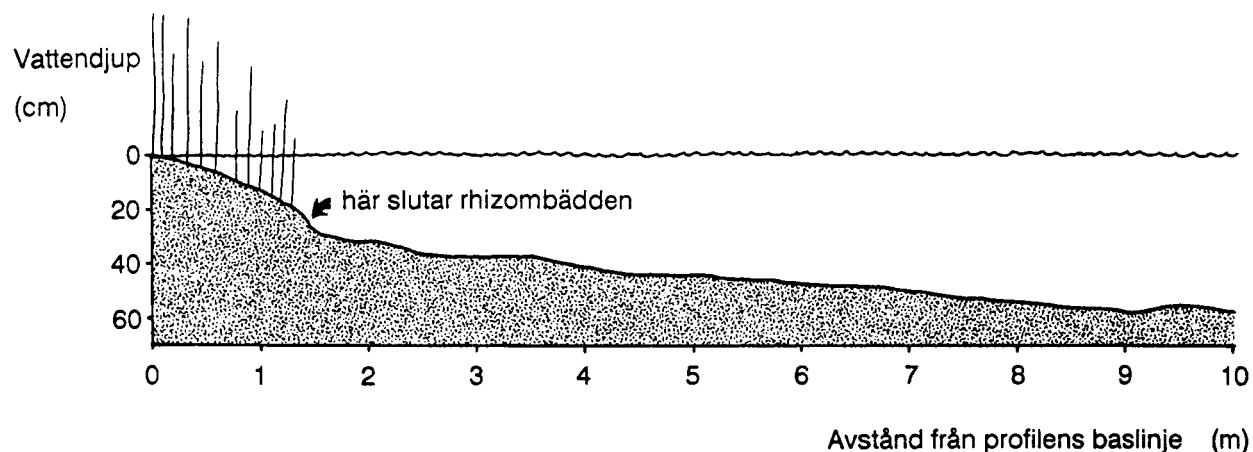
Lokal	S1	S2	R1	R2
Organisk halt	0,40%	0,35%	11%	14%

## Bottenprofiler

De tre bottenprofilerna från varje lokal ser i princip likadana ut. Endast den östra profilen (profil 3) redovisas för respektive lokal.

### Kopparnäs - S1

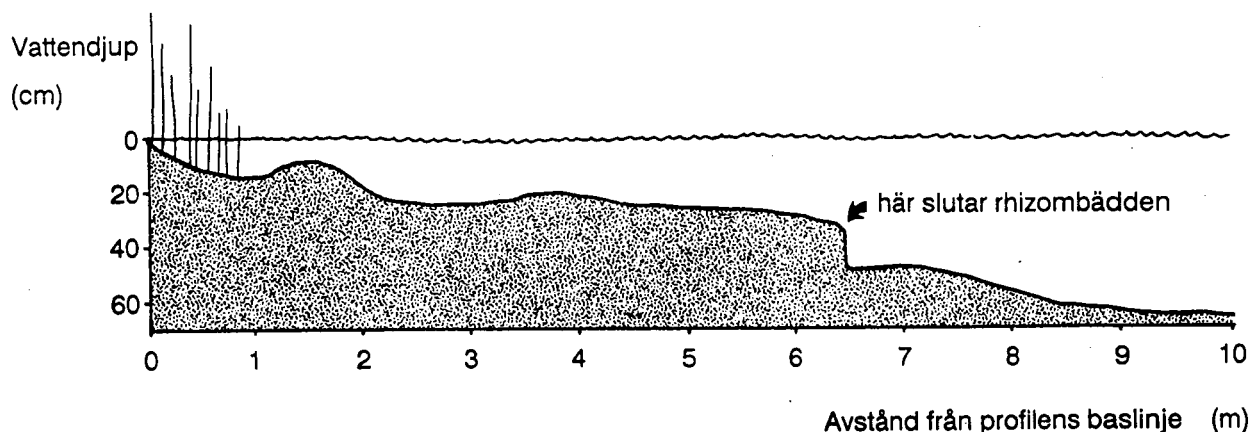
Bottenprofilerna saknar branta rhizombäddskanter. Rhizombädden sträcker sig 1,5 m ut från strandlinjen och utanför bädden växer ingen vass (se figur 13). Vid profilernas slut, 10 m ut från strandlinjen, är vattendjupet ungefär 60 cm. (Då mätningarna utfördes var vattenståndet vid Skeppsholmen i Stockholm 1 cm över normalvattenstånd; källa SMHI.)



Figur 13: Bottenprofil från Kopparnäs.

### Östanå - S2

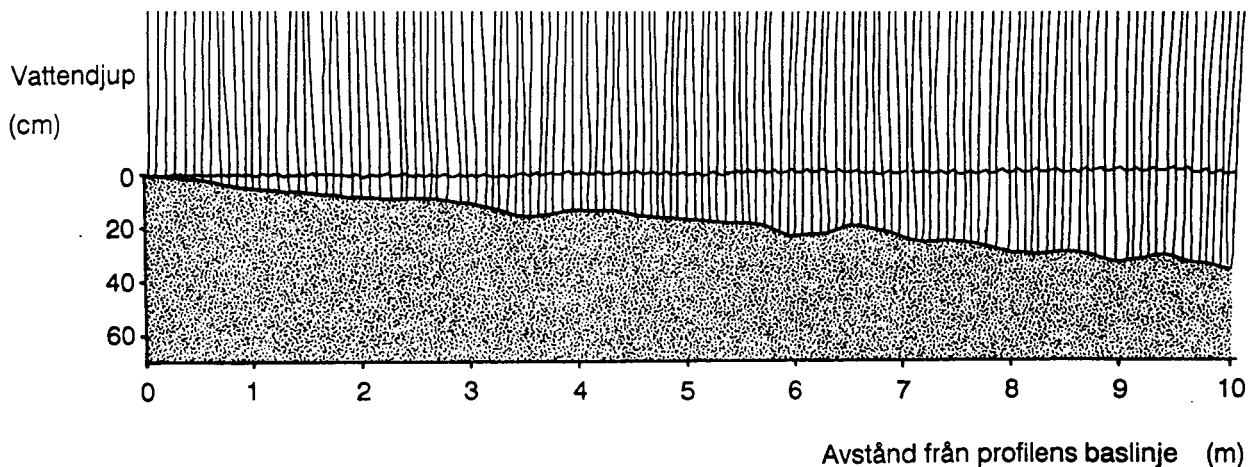
Mellan 5 och 7 m ut från strandlinjen slutar rhizombädden med en ungefär 20 cm hög kant (se figur 14). (I profil 2 kan två branta rhizombäddskanter urskiljas. Den yttre kanten är belägen 7 m och den inre 2 m från strandlinjen.) Vattendjupet är drygt 60 cm vid profilernas slut 10 m ut från strandlinjen. Vassen växer knappt 1 m ut i vattnet. (Då mätningarna utfördes var vattenståndet vid Skeppsholmen i Stockholm 10 cm över normalvattenstånd; källa SMHI.)



Figur 14: Bottenprofil från Östanå.

#### Grönnäset - R1

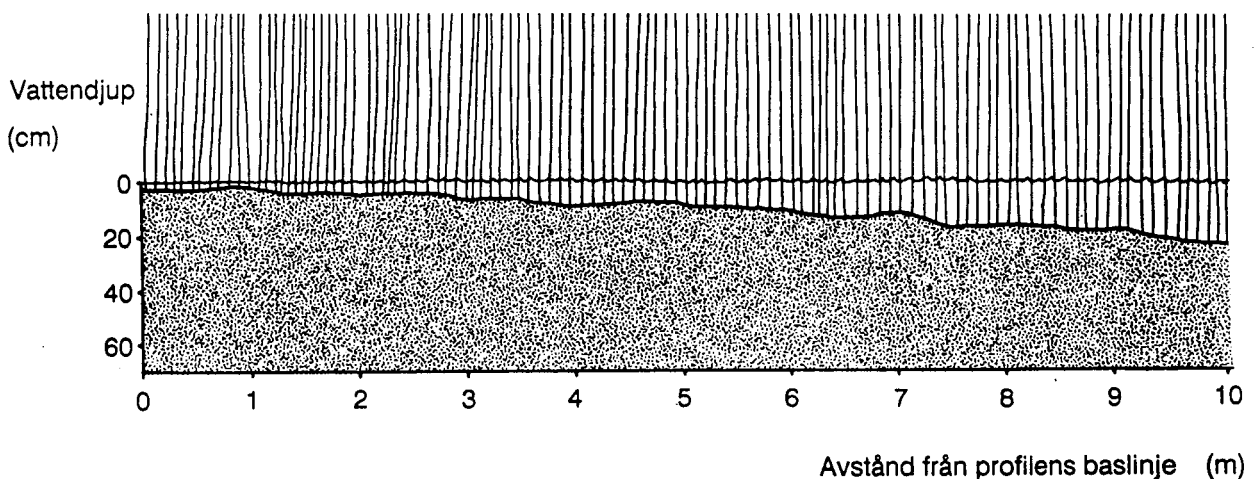
Botten sluttar svagt utåt utan tydliga branter (se figur 15). I samtliga profiler växer vassen längre ut än 10 m från strandlinjen. (Då mätningarna utfördes var vattenståndet vid Skeppsholmen i Stockholm 2 cm över normalvattenstånd; källa SMHI.)



Figur 15: Bottenprofil från Grönnäset.

#### Ålön - R2

Botten utanför Ålöns vasslokal (se figur 16) har ännu svagare lutning än botten vid Grönnäset. Vid profilernas slut, 10 m ut från strandlinjen, är vattendjupet ungefär 25 cm. Vassen växer ända ut till 1,5 m vattendjup. (Då mätningarna utfördes var vattenståndet vid Skeppsholmen i Stockholm 14 cm över normalvattenstånd; källa SMHI.)



Figur 16: Bottenprofil från Ålön.

## Vattendjup

Det föreligger klara skillnader i djuputbredning mellan de skadade vassarna och referensvassarna. Vassarna vid farleden, lokal S1 och S2, växer inte längre ut än till ett medeldjup på 0,2 m. Referensvassarna däremot, lokal R1 och R2, växer ut till ett medeldjup på 1,4-1,5 m (se tabell 2).

Tabell 2. Medelvärden för vattendjup vid vassbältets yttre gräns.

Lokal	S1	S2	R1	R2
Vattendjup (m)	0,2	0,2	1,4	1,5

## Avsänkningar och vågor

Furusundsleden trafikeras av ett antal stora reguljära passagerar- och fraktfartyg. Antalet passager varierar något mellan årstiderna och de olika veckodagarna, men sommartid går i genomsnitt 19 färjor förbi varje dygn. Waxholmsbolaget har, liksom färjerederierna, tätare trafik under helgerna än under vardagarna, men i genomsnitt passerar fem båtar per dygn i farleden.

I de skadade vassarna (S1 och S2) registrerades kraftiga avsänkningar och vågor orsakade av förbipasserande färjor. Waxholmsbolagets båtar gav upphov till vågor, men inte någon märkbar avsänkning. De värden som erhöles vid mätningarna kunde dock variera, inte bara mellan olika färjor och båtar, utan även från dag till dag för en och samma färja/båt. I referensvassarna (R1 och R2) var avsänkningarna knappt mätbara och vågor från förbipasserande reguljär båttrafik nådde inte fram.

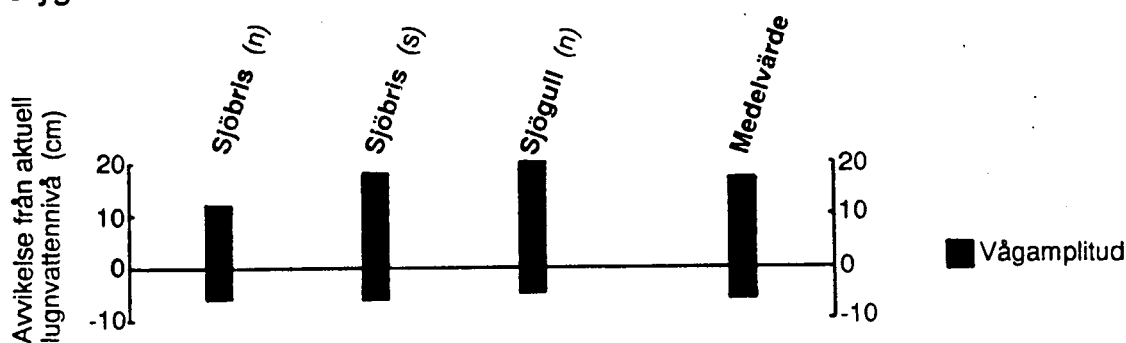
Alla mätvärden i histogrammen är angivna i förhållande till den aktuella lugnvattennivån och anges i cm. Staplarna för respektive båt representerar medelvärdet av två mätningar vid en och samma passage. Bokstäverna inom parentes efter båtnamnen anger båtarnas färdriktning; (n) står för norrut och (s) för söderut.

De färjor och båtar som står upptagna i tabellerna tillhör följande rederier:

Athena	- Viking Line
Birka Princess	- Birka Cruises
Canopus	- FinnCarriers
Kalypso	- Viking Line
Sjöbris	- Waxholmsbolaget
Sjögull	- Waxholmsbolaget
Svea	- Silja Line

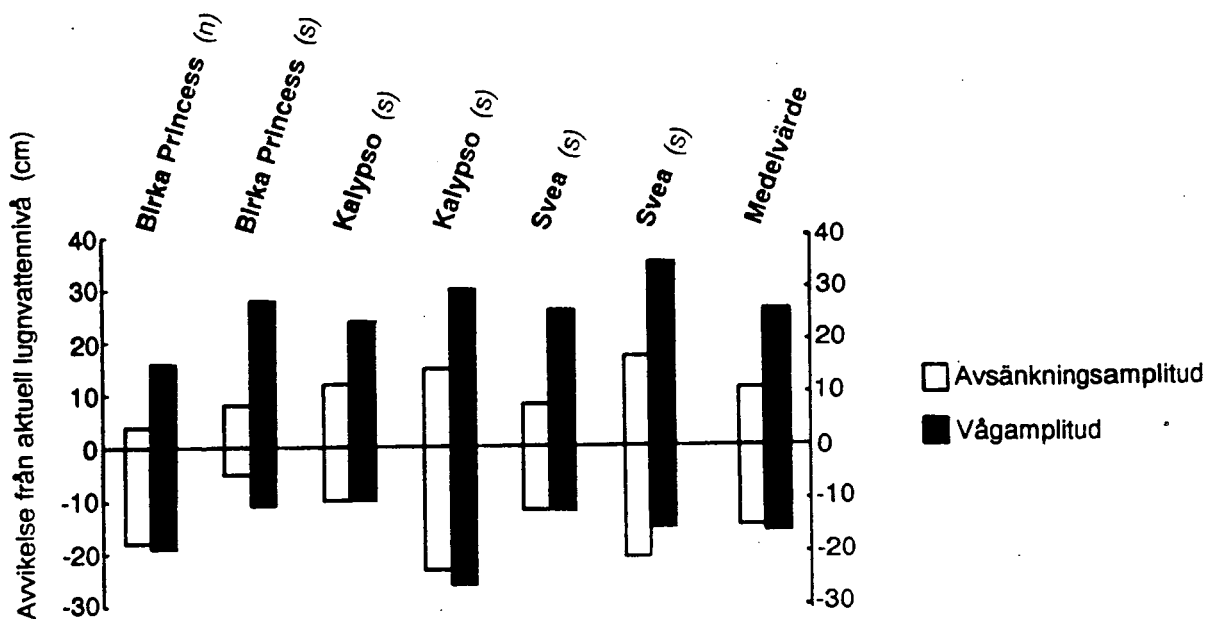
### Kopparnäs - S1

Vaxholmsbåtarnas högsta vågtopp slog i genomsnitt upp 17 cm över den aktuella lugnvattennivån. Den lägsta vågdalen låg 6 cm under lugnvattennivån (se figur 17). Båtarna framfördes öster om farleden och avståndet till undersökningslokalen var drygt 500 m.



Figur 17. Medelvärden för vågamplituder runt lugnvattennivån vid passager av Vaxholmsbåtar.

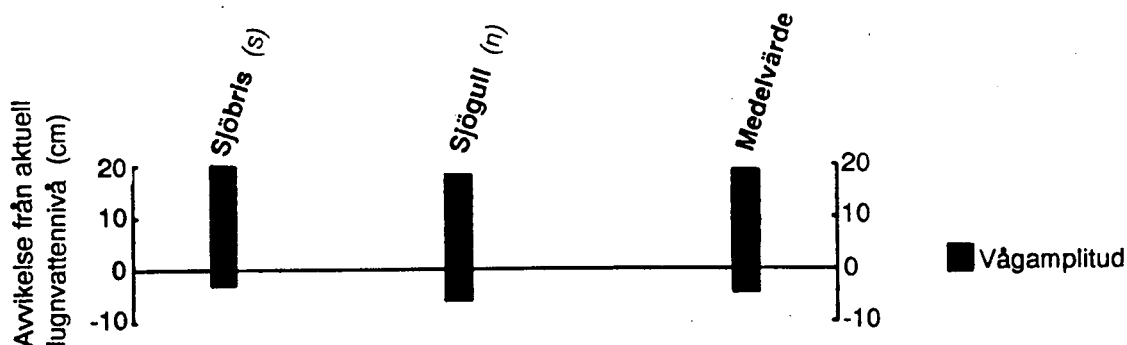
Vid förbipassage av en färja skedde en genomsnittlig höjning av vattenytan med 11 cm och en avsänkning med 15 cm. Färjornas högsta vågtopp nådde i genomsnitt 26 cm över och den lägsta vågdalen 16 cm under lugnvattennivån (se figur 18). Avståndet till farleden var 400 m.



Figur 18. Medelvärden för avsänkings- och vågamplituder runt lugnvattennivån vid färjepassager.

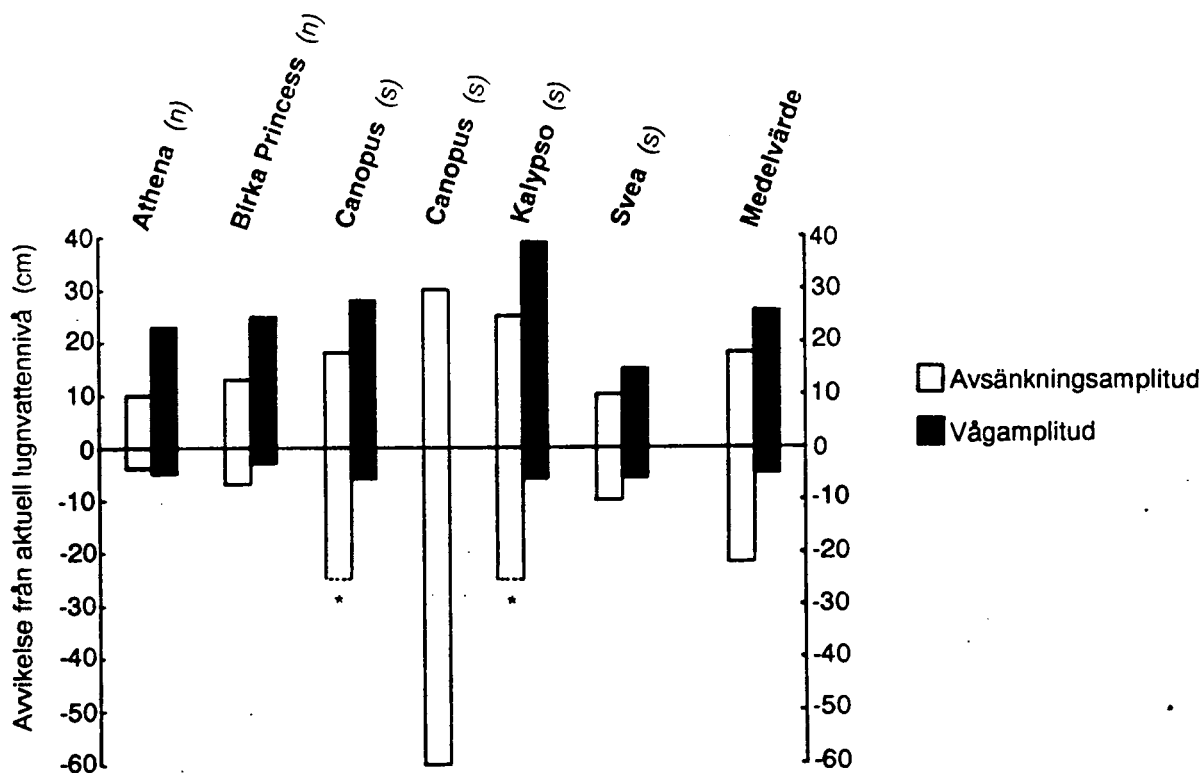
## Östanå - S2

I genomsnitt nådde den högsta vågtoppen från Vaxholmsbåtarna 19 cm över och den lägsta vågdalen 4 cm under den aktuella lugnvattennivån (se figur 19). Någon märkbar avsänkning kunde inte registreras. Båtarna framfördes öster om farleden och avståndet till undersökningslokalen var drygt 600 m.



Figur 19. Medelvärden för vågamplituder runt lugnvattennivån vid passager av Vaxholmsbåtar.

I genomsnitt var avsänkingsamplituden från färjor 40 cm, 18 cm uppåt och 22 cm nedåt. Stora variationer förekom dock, såväl för olika färjor som för samma färja vid olika tillfällen. Vågorna från färjorna slog i genomsnitt upp 26 cm över lugnvattennivån. Den lägsta vågdalen nådde 5 cm under lugnvattennivån (se figur 20). Avståndet till farleden var 500 m.



Figur 20. Medelvärden för avsänkings- och vågamplituder runt lugnvattennivån vid färjepassager.

\* Egentligen var avsänkningen större, men botten torrlades där avvägningsstängerna var placerade.

### **Grönnäset - R1**

De avsänkningstendenser som observerades då färjor passerade förbi i farleden var knappt registrerbara. Som mest uppmättes en höjning över lugnvattennivån med 2 cm och en avsänkning med 3 cm, men vid flertalet mät försök var tendenserna ännu svagare. Varken Vaxholmsbåtarnas eller färjornas vågor nådde fram till vassen och stranden.

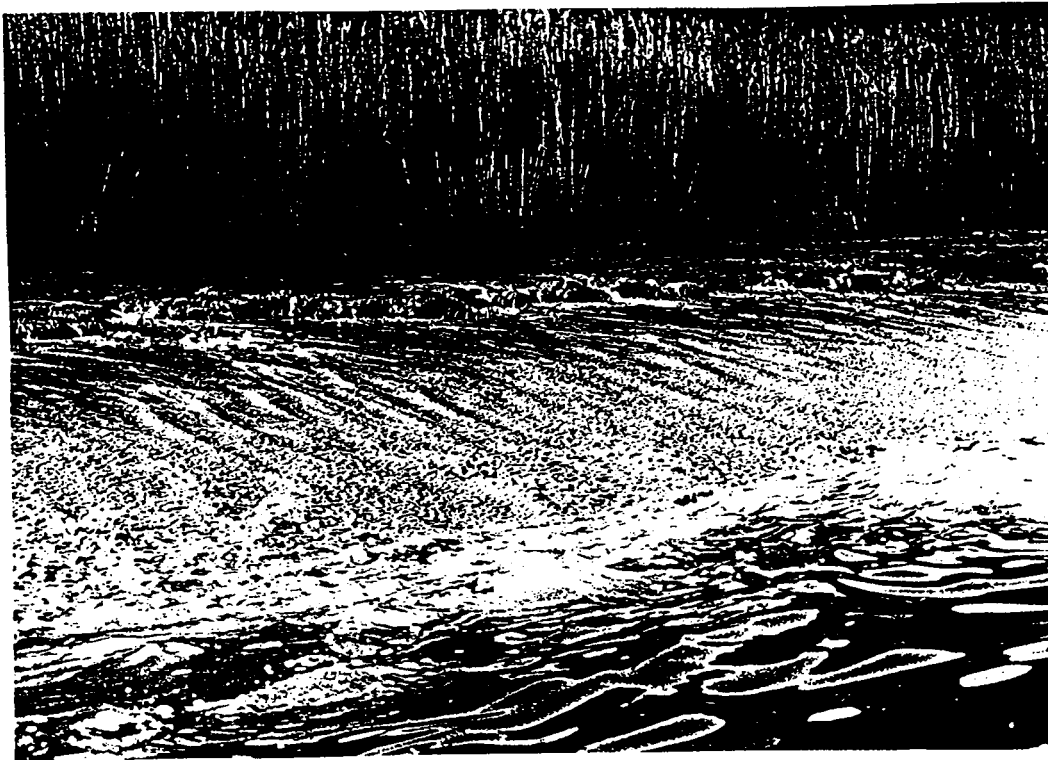
### **Ålön - R2**

Då färjorna passerade i farleden var den eventuella avsänkning som ägde rum knappt registrerbar. Som mest var amplituden 4 cm, 2 cm uppåt och 2 cm nedåt. Eftersom vassen ligger på Ålöns östra sida och farleden går väster om ön nådde inga vågor fram till vassen.

## **Observationer vid färjepassager**

I de skadade vassarna, d v s vid själva farleden, är det möjligt att rent visuellt se vissa skillnader i den påverkan avsänkningar respektive vågor har på bottenmaterialet. Sugeffekten vid avsänkningar transporterar material ut från strandkanten utan att grumla vattnet avsevärt. Vågorna däremot slammar upp och virvlar upp så mycket material att vattnet grumlas kraftigt, och siktdjupet vid stränderna reduceras nästan helt.

Både avsänkningar och vågor påverkar den branta kanten där rhizombädden slutar. Vid avsänkningar sjunker ibland vattenytan så mycket att hela rhizombädden torrläggs (bild 7). När vattnet sedan strömmar tillbaka lyfts den underminerade rhizombäddskanten och bitar bryts loss. Även vågor bidrar till erosionen genom att rycka och slita i rhizombäddskanten.



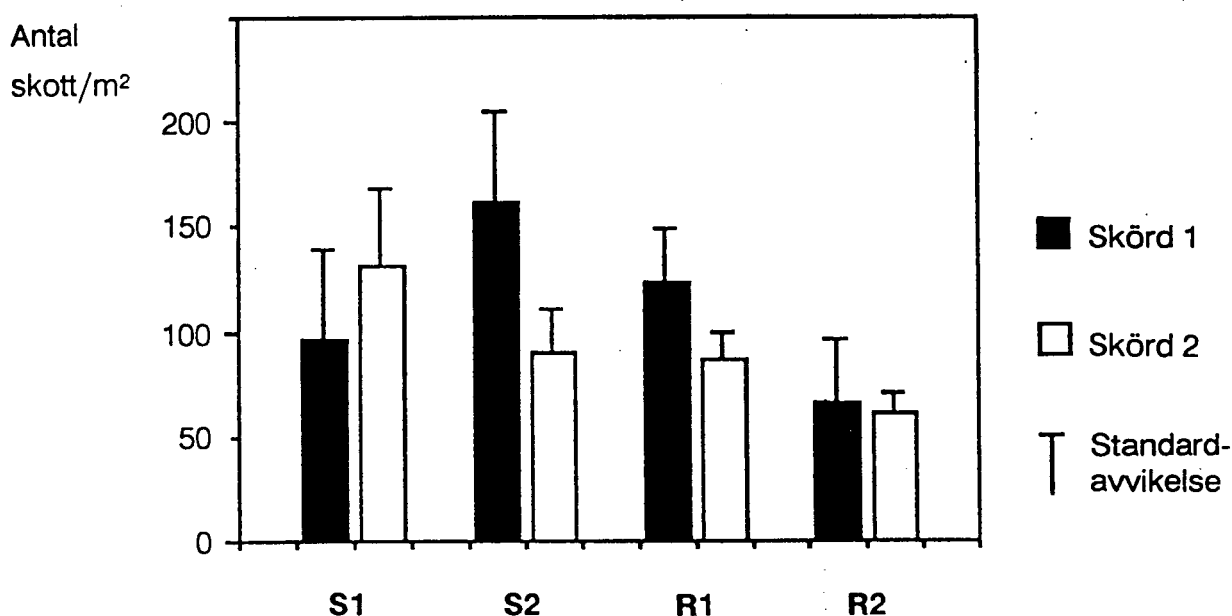
*Bild 7. Torrlagd rhizombädd vid kraftig avsänkning. Bilden är tagen vid Östanå.*

## BIOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR

### Antal skott

Vid den första skörden varierade antalet skott utan att resultaten visar någon tydlig skillnad mellan skadade vassar och referensvassar. Däremot visar resultaten från den andra skörden en gradient där lokal S1 har flest antal skott och lokal R2 minst antal skott (se figur 21).

I referensvassarna, lokalerna R1 och R2, minskade antalet skott mellan skörd 1 och skörd 2. En av de skadade vassarna, lokal S1, visar en ökning av antalet skott. Den andra skadade vassen, lokal S2, visar precis som referensvassarna en minskning av skottantalet (se figur 21).

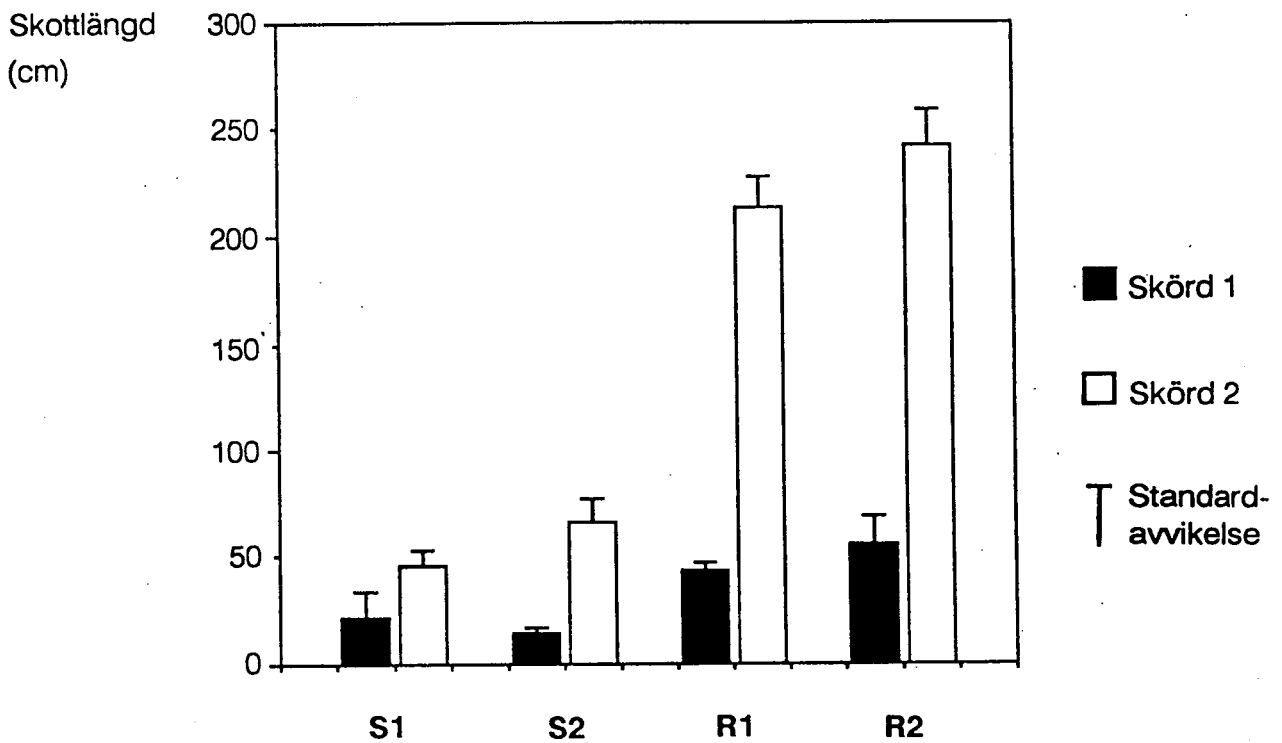


Figur 21. Medelvärden av antal skott per m<sup>2</sup> för respektive lokal vid skörd 1 och skörd 2.

### Skottlängd

Vid första skörden var skotten i referensvassarna mer än dubbelt så långa som i de skadade vassarna. Vid andra skörden var skillnaderna ännu större och referensvassarnas strån var då fyra gånger så långa som stråna i de skadade vassarna (se figur 22).

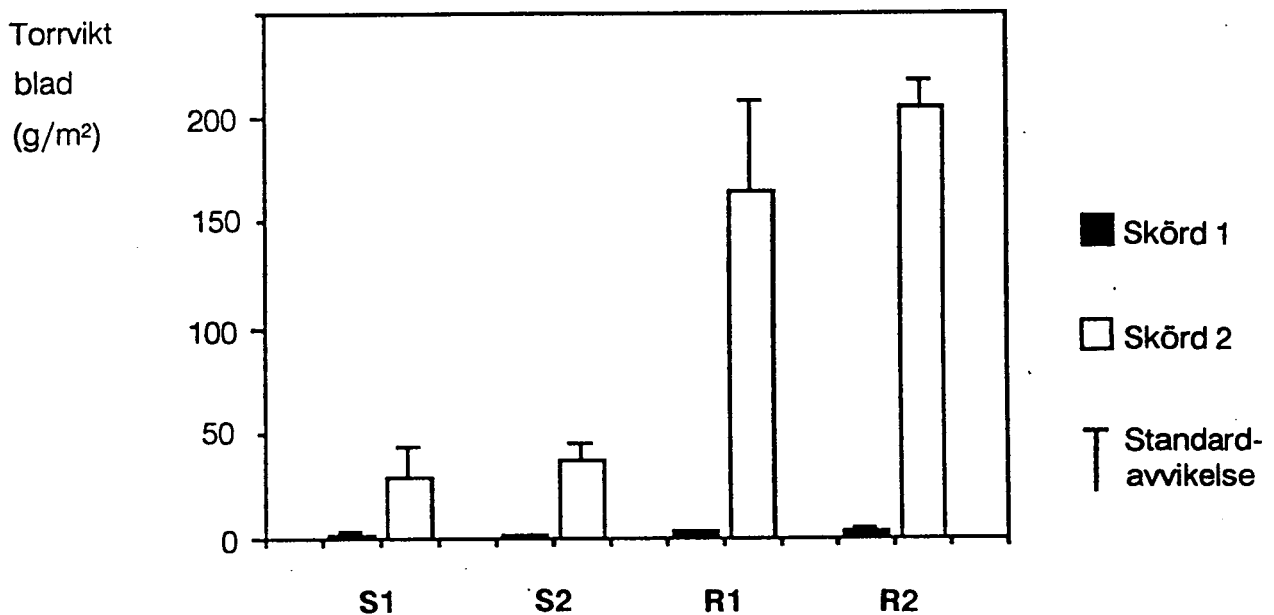
På samtliga lokaler har skottlängden ökat mellan första och andra skörden. Referensvassarna, R1 och R2, samt den skadade vassen S2 har ökat sina skottlängder ungefär lika mycket. Ökningen i skottlängd är i den skadade vassen S1 bara en tredjedel så stor som i de övriga vassarna (se figur 22).



Figur 22. Medelskottlängd i cm för varje lokal vid skörd 1 och skörd 2.

### Torrsvikt - blad

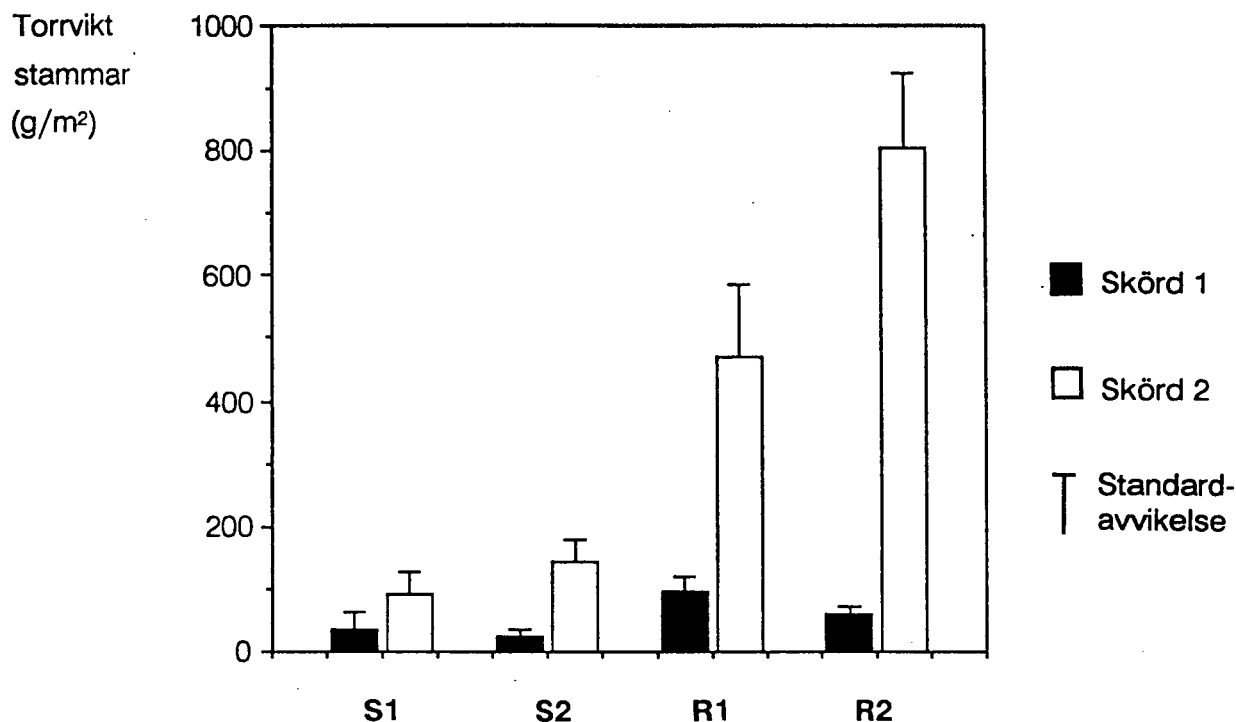
Bladtorrsvikten i referensvassarna var vid det första skördetillfället dubbelt så stor, och vid det andra skördetillfället fem gånger så stor som i de skadade vassarna. Ökningen av bladtorrsvikten mellan de båda skördetillfällena är lägre i de skadade vassarna än i referensvassarna (se figur 23).



Figur 23. Medeltorrsvikt av blad per m² för varje lokal vid skörd 1 och skörd 2.

## Torrsvikt - stammar

Vid den första skörden var torrsvikten i referensvassarna drygt dubbelt så stor som i de skadade vassarna. Vid den andra skörden var skillnaden större. Då hade referensvassarna drygt fem gånger så stor stamtorrsvikt som de skadade vassarna (se figur 24). Mellan skörd 1 och skörd 2 har den skadade vassen S1 ökat sin torrsvikt minst. Den skadade vassen S2 och referensvassen R1 har ökat sina torrsvikter ungefär lika mycket, medan den största ökningen av stamtorrsvikten har ägt rum i referensvassen R2.



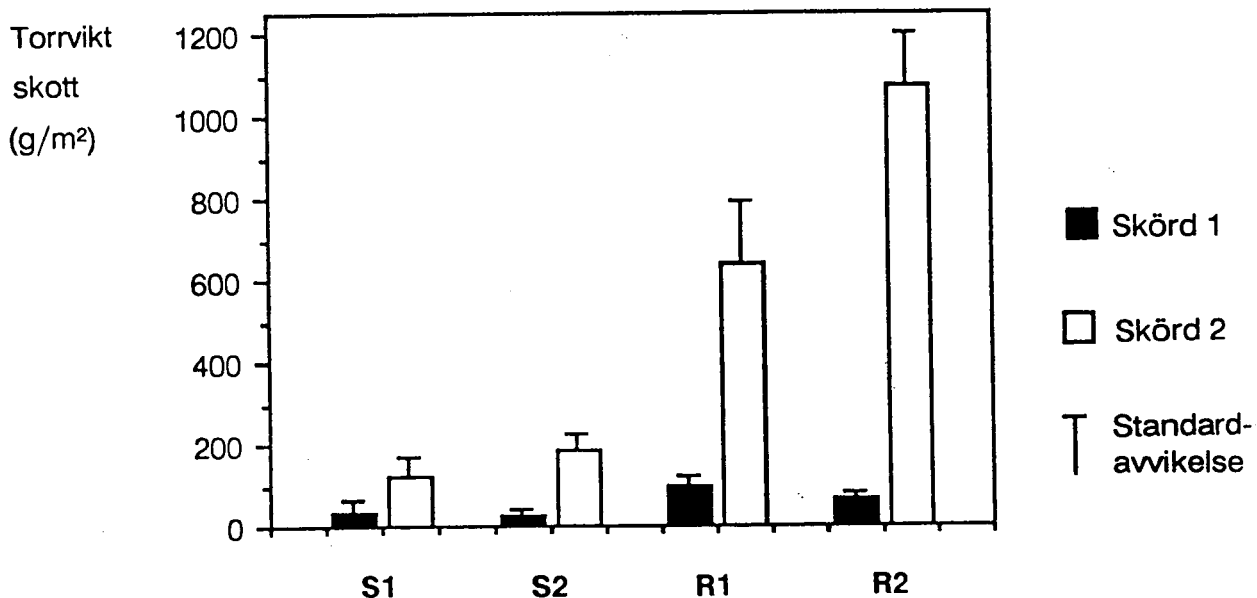
Figur 24. Medeltorrsvikt av stammar per m<sup>2</sup> för respektive lokal vid skörd 1 och skörd 2.

## Torrsvikt - vippor

Vippor fanns bara vid det andra skördetillfället och dessutom bara i referensvassarna. De utgjorde endast en liten del av den totala skottorrsvikten. I lokal R1 var torrsvikten av vipporna i genomsnitt 0,85 g/m<sup>2</sup> (0,1% av den totala skottorrsvikten) och i lokal R2 65,7 g/m<sup>2</sup> (cirka 6% av den totala skottorrsvikten).

## Total skottorrsvikt

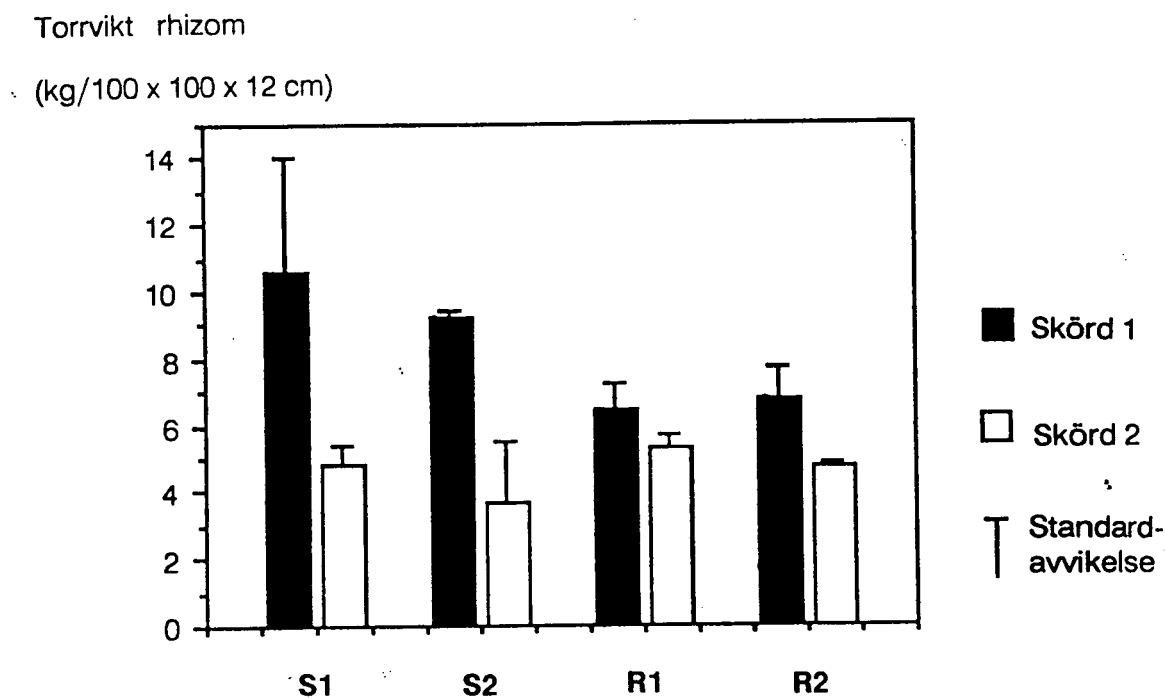
Den totala torrsvikten av blad, stammar och eventuella vippor var vid det första skördetillfället knappt hälften så stor i de skadade vassarna som i referensvassarna. Vid det andra skördetillfället var torrsvikten i de skadade vassarna knappt en femtedel så stor som i referensvassarna (se figur 25). Ökningen i skottorrsvikt mellan skörd 1 och skörd 2 är ungefär lika stor i den skadade lokalen S2 som i referenslokalen R1. Torrsviktsökningen är dock dubbelt så stor som i S1, men bara en tredjedel så stor som i R2.



Figur 25. Medelvärden för total skottorrsvikt per m<sup>2</sup> för respektive lokal vid skörd 1 och skörd 2.

### Torrsvikt - rhizom

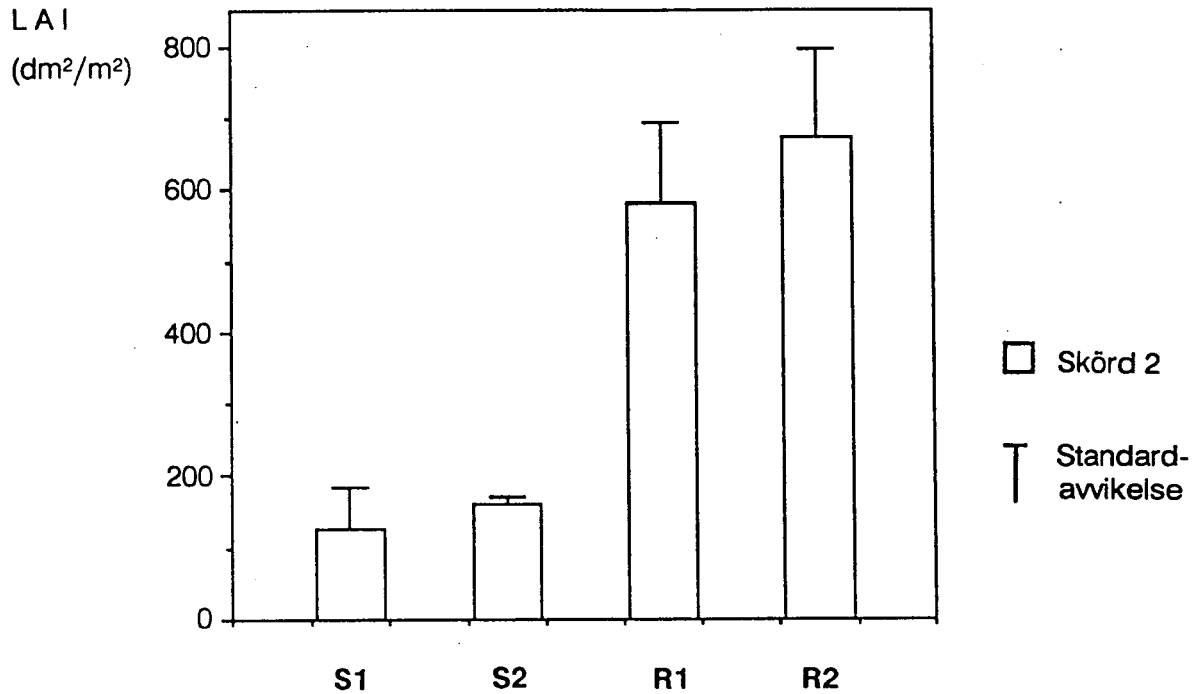
Vid det första skördetillfället var torrsviktarna av rhizomen i de skadade vassarna, S1 och S2, något större än torrsviktarna i referensvassarna, R1 och R2. Däremot hade alla fyra lokalerna ungefär samma rhizomtorrsvikt vid det andra skördetillfället (se figur 26). Mellan de båda skördetillfällena har rhizomtorrsviktarna minskat i samtliga vassar, men minskningen är drygt dubbelt så stor i de skadade vassarna som i referensvassarna.



Figur 26. Medelvärden för rhizomtorrsvikt per m<sup>2</sup> för varje lokal vid skörd 1 och skörd 2.

## Leaf area index

Leaf area index, LAI, var fem gånger större i referensvassarna än i de skadade vassarna (se figur 27).



Figur 27. Leaf area index för respektive lokal vid skörd 2.

## EN KORT JÄMFÖRELSE MELLAN DE SKADADE VASSARNA OCH REFERENSVASSARNA

### Exponering

Eftersom samtliga lokaler ligger i innerskärgården är den naturliga vind- och vågexponeringen inte så stor. Referensvassarna (vassarna vid Grönnäset och på Ålön) ligger skyddade för avsänkings- och vågeffekter från farleden, medan de skadade vassarna (vassarna vid Kopparnäs och Östanå) ligger på ett avstånd mindre än 500 m från farleden (se karta 2) och påverkas av färjetrafiken.

### Växtsätt

Redan vid en snabb anblick syns det att vassarna vid Kopparnäs och Östanå har retirerat upp mot land. De växer inte alls lika långt ut i vattnet som vassarna vid Grönnäset och på Ålön.

Ett tuvigt växtsätt tycks vara ett tidigt stadium i vassens tillbakagång. Exempel på kraftig tubbildning kan ses i vassen strax söder om Östanå färjeläge. De skadade vassarna som vi har studerat närmare växer i dagsläget (sommaren 1991) dock nästan helt uppe på land och tuvigheten framträder inte så tydligt.

### Vasstrånas utseende

Ytterligare en tydlig skillnad är att vasstråna i de skadade vassarna är spädare och kortare än de i referensvassarna. Dessutom är bladen betydligt mindre. Mot slutet av sommaren (vecka 31) hade det utvecklats vippor i de båda referensvassarna medan de skadade vassarna saknade vippor.

### Påväxter

Den lugna vattenmiljön i referensvassarna gör det möjligt för grönalger att växa på såväl döda som levande strån. De få strån som växer ute i vattnet i de exponerade vassarna saknar sådana påväxter.

### Rhizombäddar

På botten utanför de skadade vassarna finns det kvar döda rhizom och rhizomrötter som till viss del binder sedimenten. Rhizombäddarnas utbredning och utseende varierar mellan och inom vassarna, men ofta är ytstrukturen ojämn och gropig och bädden avslutas ut mot farleden med en underminerad erosionskant. I referensvassarna finns inga blottlagda bäddar med döda rhizom och branta kanter.

### Bottensediment

Sedimenten i de skadade vassarna skiljer sig från sedimenten i referensvassarna både vad gäller kornstorlek och halten organiskt material. I referensvassarna utgörs bottensedimenten av lera med hög organisk halt. I de skadade vassarna är fraktionen grövre och mer lättroderad (sandig grovmo) och halten organiskt material mycket låg.

(För utförligare beskrivningar se Resultat och Diskussion.)

# EN KORT JÄMFÖRELSE MELLAN DE SKADADE VASSARNA OCH REFERENSVASSARNA

## **Exponering**

Eftersom samtliga lokaler ligger i innerskärgården är den naturliga vind- och våg-exponeringen inte så stor. Referensvassarna (vassarna vid Grönnäset och på Ålön) ligger skyddade för avsänkings- och vågeffekter från farleden, medan de skadade vassarna (vassarna vid Kopparnäs och Östanå) ligger på ett avstånd mindre än 500 m från farleden (se karta 2) och påverkas av färjetrafiken.

## **Växtsätt**

Redan vid en snabb anblick syns det att vassarna vid Kopparnäs och Östanå har retirerat upp mot land. De växer inte alls lika långt ut i vattnet som vassarna vid Grönnäset och på Ålön.

Ett tuvigt växtsätt tycks vara ett tidigt stadium i vassens tillbakagång. Exempel på kraftig tuvbildning kan ses i vassen strax söder om Östanå färjeläge. De skadade vassarna som vi har studerat närmare växer i dagsläget (sommaren 1991) dock nästan helt uppe på land och tuvigheten framträder inte så tydligt.

## **Vasstrånas utseende**

Ytterligare en tydlig skillnad är att vasstråna i de skadade vassarna är spädare och kortare än de i referensvassarna. Dessutom är bladen betydligt mindre. Mot slutet av sommaren (vecka 31) hade det utvecklats vippor i de båda referensvassarna medan de skadade vassarna saknade vippor.

## **Påväxter**

Den lugna vattenmiljön i referensvassarna gör det möjligt för grönalger att växa på såväl döda som levande strån. De få strån som växer ute i vattnet i de exponerade vassarna saknar sådana påväxter.

## **Rhizombäddar**

På botten utanför de skadade vassarna finns det kvar döda rhizom och rhizomrötter som till viss del binder sedimenten. Rhizombäddarnas utbredning och utseende varierar mellan och inom vassarna, men ofta är ytstrukturen ojämn och gropig och bädden avslutas ut mot farleden med en underminerad erosionskant. I referensvassarna finns inga blottlagda bäddar med döda rhizom och branta kanter.

## **Bottensediment**

Sedimenten i de skadade vassarna skiljer sig från sedimenten i referensvassarna både vad gäller kornstorlek och halten organiskt material. I referensvassarna utgörs bottensedimenten av lera med hög organisk halt. I de skadade vassarna är fraktionen grövre och mer lätteroderad (sandig grovmo) och halten organiskt material mycket låg.

(För utförligare beskrivningar se Resultat och Diskussion.)

## DISKUSSION

Mellansand och grovmo är de fraktioner som lättast eroderas av strömmande vatten (Sundborg och Norrman, 1963). I de skadade vassarna utgörs bottensedimenten huvudsakligen av dessa fraktioner (se figur 12). Detta tyder på att sedimenten har ackumulerats som ett resultat av vattenrörelserna i farleden. Eftersom sedimentproverna togs i ytlagret säger de ingenting om sammansättningen av de underliggande sedimentlagren. De kan t ex ha utsatts för ursvallning innan ackumuleringen påbörjades. I de skadade vassarna är den organiska halten i sedimenten lägre än i referensvassarna. Det kan bero på att produktionen av biomassa (växter och djur), och därmed sedimentationen av organiskt material, är låg i de skadade vassarna. Dessutom transporteras det organiska materialet lätt bort av vattenrörelser eftersom det är nära till farleden och vasstråna växer gles. Det organiska materialet bryts ned av bakterier och återcirkuleras som närsalter. Det är troligt att borttransporten och den låga produktionen av organiskt material resulterar i lägre närsalthalt i de skadade vassarna. Om närsalthalten blir lägre blir miljön mindre gynnsam för djur och andra växter, och därmed förlorar de skadade vassarna en del av sin ekologiska betydelse.

Utmärkande för bottenprofilerna i de skadade vassarna är de tydliga och ofta underminerade rhizombäddskanterna. Vid färjepassager observerade vi hur överhänget lyftes upp och ibland bröts loss av den stigande vattenytan och av vågorna. Allt eftersom erosionen reducerar rhizombädden kommer erosionsbranten att flyttas närmare land. Den här erosionsprocessen har vid Kopparnäs (S1) gått så långt att rhizombädden bitvis bara sträcker sig någon meter ut i vattnet. Att erosionsprocessen inte har gått lika långt vid Östanå (S2) kan bero på att vassen ligger längre från farleden eller på att bottenpografien utanför strandzonen har strukturer som mattar av vattenrörelserna.

Eftersom antalet skott per ytenhet kan variera bör ett så stort antal provrutor som möjligt användas. På grund av den begränsade tid som stod till vårt förfogande skördades skotten endast i tre provrutor vid varje lokal. I de skadade vassarna växte vassen fläckvis och det medförde problem när provrutorna skulle läggas ut. För att över huvud taget få några värden lade vi provrutorna där det växte vass. Det är därför troligt att värdena i de skadade vassarna genomgående är något för höga. (Skillnaderna mellan referensvassarna och de skadade vassarna är i så fall ännu större än vad resultaten visar.) Antalet skott varierar mycket såväl mellan de olika vassarna som mellan de båda skördetillfällena. I referensvassarna kan det lägre antalet skott vid skörd 2, i slutet av juli, förklaras av att konkurrensen, framför allt om ljus, har slagit ut några av skotten. Biomassan är dock drygt fem gånger högre än i de skadade vassarna.

Biomassa och skottlängd kan ses som mått på vassens kondition. Ju bättre förhållanden vassen lever under desto mer närsalter och energi kan den bygga in i sin biomassa. Vid den första skörden, i mitten av juni, har de skadade vassarna en skottlängd och skottbiomassa som är ungefär hälften så stor som i referensvassarna. En skillnad så tidigt på året kan bero på att de skadade vassarna har en mindre kolhydratreserv i rhizomen att ta av när de ska bygga upp sina skott. I rhizomen lagras de kolhydrater som tillverkas vid fotosyntesen. Rhizombiomassan kan därför ses som ett mått på hur stora reserver vassen har till nästa säsong. I de skadade vassarna är rhizombiomassan större än i referensvassarna vid den första skörden. Det beror nog inte på att de har en större kolhydratreserv utan kanske istället på att

vassen har satsat på att bilda mer rhizom för att bättre kunna sprida sig vegetativt eller på att bilda mer fintrådiga rhizomrötter för att få en högre kapacitet att ta upp närsalter och hålla sig kvar i sedimenten. Den stora biomassan kan också förklaras av att levande rhizom underlagras av ett skikt med döda rhizom och rhizomrötter. De döda rhizomdelarna fyller inte längre någon funktion för vassen, men ger de skadade vassarna en högre rhizomtorrvikt.

Vid det andra skördetillfället är skillnaden ännu större mellan de skadade vassarna och referensvassarna både när det gäller skottlängd och biomassa. Det är troligt att de skadade vassarna har tillväxt mindre för att de till följd av omsedimentationen av bottensediment har haft sämre tillgång till närsalter. Vassen på de exponerade lokalerna får genom sin sämre tillväxt en mindre mängd kolhydrater att skicka ned till rhizomen och följderna blir att de skadade vassarna inte kan bygga upp en stor kolhydratreserv till kommande vår. De får då en sämre start än referensvassarna. Fram till den andra skörden har rhizombiomassan i de skadade vassarna minskat mer än i referensvassarna. Troligen är det resultatet av en kombination av att en större del av kolhydratreserven från föregående säsong har tagits i anspråk och att upplagringen inför nästkommande säsong är liten eller inte har påbörjats. Vid den andra skörden hade referensvassen vid Grönnäset (R1) nedsatt kondition. Många skott hade börjat vissna och några av dem hade parasitangrepp på stammarna. Detta kan vara en förklaring till varför ökningen av biomassa, av stam, blad och vippor, mellan skörd 1 och skörd 2 är mycket mindre än i referensvassen på Ålön (R2). Skottbiomassan är dock drygt fem gånger högre än i de skadade vassarna.

Att bygga upp biomassa är en fysiologisk kostnad för vassen. Denna kostnad kan aldrig överstiga de resurser vassen har i form av ljus, närsalter m m. Blad och stam är nödvändiga för att fortlevnaden ska säkerställas. Vassens blommor som sitter i vipporna är däremot inte livsnödvändiga och fröna gror dessutom dåligt (Björndahl och Egnéus, 1980). Vipporna utgör en stor kostnad och är kanske den investering som vassen först drar in på om resurserna blir knappa. Detta är ett vanligt fenomen hos många växter. Vid det andra skördetillfället hade bara referensvassarna satt vippor.

Leaf area index, bladytan per markyta, kan också ses som ett slags mått på vassens kondition. Ju större bladyta per markyta som vassen har desto högre är fotosynteskapaciteten. De skadade vassarna har en bladyta som är en femtedel av den i referensvassarna. Detta återspeglas i att de skadade vassarna har mindre bladbiomassa per m<sup>2</sup> och mindre biomassa per blad.

Efter undersökningarna har vi formulerat antaganden om de mekanismer som vi tror kan ge upphov till skadorna på vassen:

a) Isskjutning

- knäcker årsskott
- rycker loss rhizom
- skadar det övre rhizomskiktet
- bryter sönder tuvor på sedimentpelare

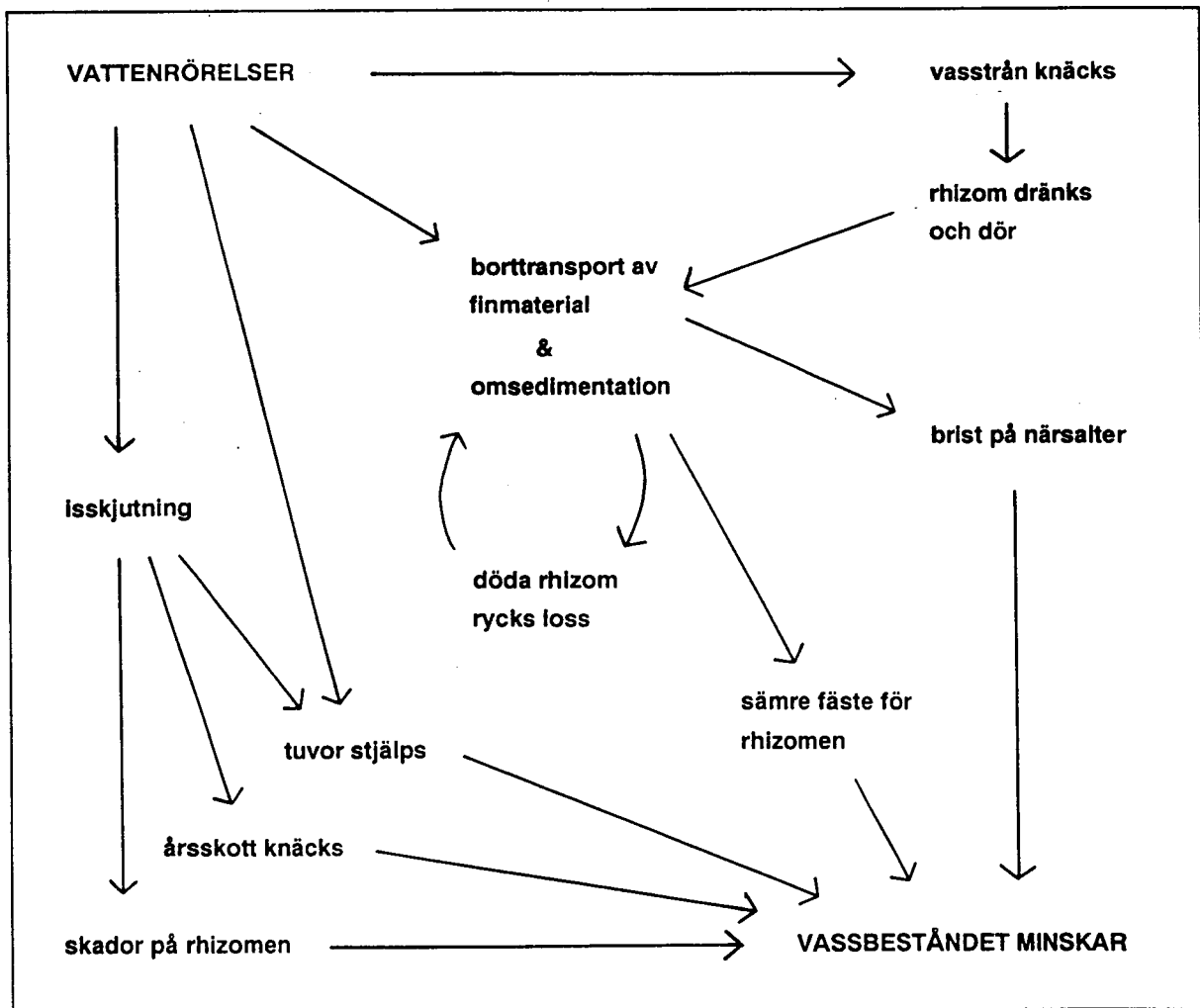
- b) Mekanisk skada genom vattenrörelser
  - rycker loss rhizom
  - stjälpur tuvor på sedimentpelare
  - knäcker vasstrån
  
- c) Borttransport av finmaterial/  
Omsedimentation
  - försvårar upptag av närsalter
  - minskar möjligheten för rhizomen att få fäste

Eftersom vi inte har studerat hur båttrafiken påverkar vassbälten under vintern vet vi inte vilken betydelse isskjutningen har. Längs farledsstränder i Ålands skärgård har det noterats att tjocka ispackar bildas på vintern då vattenrörelser från färjor orsakar en pålagring av den redan befintliga isen. Det förekommer även isflak som ligger och skaver i strandzonen och skrapar bort djur och växter från klippstränderna (Olof Rönberg, Åbo akademi, personlig kommunikation, 10 april 1992). Också Furusundsledens stränder påverkas av isflak. Vassens utbredning minskar inte om döda vasstrån bryts av, utan först då årsskott knäcks (Lena Kautsky, Stockholms universitet, personlig kommunikation, april 1992) eller då levande rhizom rycks loss eller skadas genom att det övre rhizomskiktet hyglas bort av isflak. Flaken kan också rasera tuvor som växer på smala sedimentpelare.

I fält har vi sett att döda rhizom och bitar av den döda rhizombädden rycks loss av de vattenrörelser som uppstår vid avsänkningar och vågor från färjorna. Vid passager av Vaxholmsbåtar är effekterna inte lika påtagliga eftersom vågorna är mindre och båtarna inte ger upphov till någon avsänkning. Det är först om levande rhizom rycks loss som det sker en direkt påverkan på vassbeståndens utbredning. Där vassen växer i tuvor på smala pelare av sediment, t ex söder om Östanå färjeläge, kan förmodligen hela tuvor välta vid kraftiga vattenrörelser. I sjöar utanför Berlin har vassbestånden gått tillbaka på grund av vattenståndsförändringar, övergödning och båttrafik (Björndahl och Egnéus, 1980). Ökad kvävetillgång kan leda till att stråna blir klenare genom att stödjevåvningen försvagas. Dessutom kan övergödningen medföra en ökad påväxt av alger på vasstråna. Följden blir att stråna kan knäckas då de utsätts för svallvågor från båttrafiken. Om stråna knäcks kan vatten tränga ner i luftkanaler och dränka rhizomen. Upprepade sådana skador ger efter en tid upphov till luckor i vassbeståndet. Luckorna kan växa igen om de ogynnsamma faktorerna upphör (Björndahl och Egnéus, 1980). Östersjön har under en längre tid utsatts för övergödning. I Furusundsleden ökar halten av närsalter i ytvattnet dessutom genom att färjorna orsakar en upptransport av kallt, närsaltrikt bottenvatten. Det är möjligt att vassens tillbakagång inleddes med att klena strån med påväxt av alger knäcktes av vågor från båttrafiken, men detta har vi inte kunnat fastställa. När luckor väl har bildats i beståndet blir en större sedimentyta tillgänglig och det blir lättare för erosionen att fortskrida och vassen får ett tuvigt växtsätt.

Borttransport av finkornigt material och omsedimentation resulterar i grövre sediment som innehåller mindre organiskt material och mindre närsalter. Eftersom vassen är beroende av närsalter för sin tillväxt kan bestånden komma att reduceras när halterna blir för låga. Om sediment transporteras bort kan ytligt belägna rhizom blottläggas och därmed inte ta upp några närsalter ur sedimenten. Då rhizomen blottläggs blir det också svårare för vassen att motstå erosion eftersom skotten kan bli mindre stabila. Genom att rhizombäddens ytterkant blottläggs kan vassens vegetativa spridning

försvåras. De horisontellt tillväxande rhizomen har då inte något sediment att växa ut i. Med ovanstående resonemang som grund har vi ställt upp en modell över hur tänkbara mekanismer för vassens tillbakagång kan samverka (se figur 28).



Figur 28. Modell över samverkan mellan mekanismer som kan orsaka vassens tillbakagång.

Det har konstaterats att det sker en transport och omsedimentation av finkornigt material längs farledsstränder (Lars Granath, Stockholms universitet, personlig kommunikation, mars 1992). Förändringar i sedimenten kan medföra att vassbestånd reduceras genom att sedimentens struktur ändras och halten av närsalter minskar. Alltså kan vassens tillbakagång i Furusundsleden användas som en indikator på sedimentationsförändringar och stranderosion.

## REFERENSLISTA

Björndahl, G., Egnéus, H., 1980: Vassens ekologi och fysiologi - litteraturstudie för bedömning av vass som energiråvara. Statens Naturvårdsverk PM 1321, Solna.

Daleke, O., Hedström, H., Nissar, K., 1989: Fartygstrafikens miljöeffekter i skärgården. Institutionen för vattenbyggnad, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm, Examensarbete nr 303.

Magnusson, L., 1990: Flygbildstolkning av erosions-skadad strand. Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport nr 5/1990.

Sundborg, Å., Norrman, J., 1963: Göta älv - hydrologi och morfologi med särskild hänsyn till erosionsprocesserna. Sveriges Geologiska Undersökning, Serie Ca. nr 43, Stockholm.

# Länsstyrelsens rapportserie

Tidigare utkomna rapporter under 1991/92

- 1991:1 Småföretagsanpassad utbildning på Södertörn. Dadisprojektet. (enheten för regional utveckling)
- 1991:2 Hydrologisk undersökning av Igelbäcken. (miljövårdsenheten)
- 1991:3 Trosateorin - myt eller verklighet? En studie av kunskapsföretag i Stockholmsregionens utkanter. (enheten för regional utveckling)
- 1991:4 Avloppssituationen i Stockholmsregionen 1990-2020 (miljövårdsenheten)
- 1991:5 Brohaveriet i Södertälje- konsekvensbeskrivning (enheten för regional utveckling)
- 1991:6 Kalkade sjöar i Stockholms län, 1991. (miljövårdsenheten)
- 1991:7 Kagghamraån. Resultat av 1988 och 1989 års vattenkemiska provtagningar (miljövårdsenheten)
- 1991:8 Näringspolitisk förnyelse-effekter av regionalt utvecklingsarbete i Stockholms län. (enheten för regional utveckling)
- 1991:9 Trösklade havsvikar i Stockholms län (miljövårdsenheten)
- 1991:10 Kombiprojekt, kartläggning och analys av byggprojekt med både bostäder och lokaler i Stockholms län. (enheten för regional utveckling)
- 1991:11 Förändringar av stränder i Stockholms skärgård. Metoder för ajourföring av strandinventeringar. (miljövårdsenheten)
- 1991:12 Farledsstränder i Stockholms skärgård. Material och erosions skador, prel rapport (miljövårdsenheten)
- 1991:13 Försurnings- och föroreningssituationen i några bäckar inom Haninge kommun (miljövårdsenheten)
- 1991:14 Tjänster uthyres! En studie av kontorsserviceverksamheten i Stockholms län (enheten för regional utveckling)
- 1991:15 Godsströmmar med lastbil genom Stockholms hamn (enheten för regional utveckling)
- 1991:16 Vattenkvaliteten i några sjöar och vattendrag i Stockholms län (miljövårdsenheten)
- 1991:17 Fitunaån. Vattenkvalitet och närsalttransporter i ån 1987-1990 (miljövårdsenheten)
- 
- 1992:1 Invandrarnas väg in i det svenska arbetslivet. – En översikt av projekt i Stockholms län (enheten för regional utveckling)
- 1992:2 Fortsatt översiktsplanering (planenheten)
- 1992:3 Vatten i översiktsplaner (planenheten)
- 1992:4 Högskolorna på 1990-talet (enheten för regional utveckling)
- 1992:5 Fler arbetsplatser mindre pendling?
- 1992:6 Planeringen av stora trafikknutpunkter (enheten för regional utveckling och planenheten)
- 1992:7 Hammerstaån. Vattenkvalitet och närsalttransporter i ån 1987-1990 (miljövårdsenheten)
- 1992:8 Märstaån Vattenkvalitet och närsalttransporter i ån maj 1988- maj 1989
- 1992:9 Vass som indikator på stranderosion längs farled i Stockholms skärgård (miljövårdsenheten)