

ARKIVEX
Husö

FORSKNINGSRAPPORT
TILL
ÅLANDS LANDSKAPSSTYRELSE

HUSÖ



BIOLOGISKA STATION

ÅBO AKADEMI — ÅLANDS
LANDSKAPSSTYRELSE

N R 58 (1 9 8 7)

Författare: Maria Granlid

VATTENKVALITETEN I UTLOPPSDIKET FRÅN ÅLANDS FISKODLING

VATTENKVALITETEN I UTLOPPSDIKET FRÅN ÅLANDS FISKODLING

1. INLEDNING

Sommaren 1987 utfördes för Ålands Landskapsstyrelse en undersökning av vattenkvaliteten i utloppsdiket från Ålands fiskodling. Fiskodlingen startade sin verksamhet 1979 och började då släppa ut sitt avloppsvatten orenat i diket som rinner genom fyra små sjöar. Avsikten var att en naturlig rening av spillvattnet skulle ske i recipienten innan vattnet nådde havet. En undersökning gjord 1981 visade att så verkade vara fallet (WISTBACKA 1981). Målet med denna undersökning var att jämföra det nuvarande tillståndet i sjöarna med tillståndet för sex år sedan. Ett försök att utvärdera olika källors del av närsaltsbelastningen gjordes.

2. UNDERSÖKNINGSOMRÅDET

Dikessystemet, kallat Strömmen, börjar vid Ålands Fiskodling, Gutturp och utmynnar i Finbyviken och därifrån vidare i Lumparn. Diket är ca 6 km långt och erhåller förutom fiskodlingsvattnet också vatten från tillflödsdiken som dränerar området. Strömmens avrinningsområde är ca 19 km², till största delen bestående av odlingsmark. Hela dikessystemets vattenvolym är grovt uppskattad 420 000 m³ och vattnets omsättningstid har beräknats från tre till sju veckor, beroende på nederbördsmängd (KOIVISTO 1984). Fiskodlingen släpper ut sitt avloppsvatten orenat (ca 5m³/min) i diket.

Diket rinner genom fyra små sjöar (fig. 1) vars arealer sammanlagt är drygt 28 ha (Övre viken är störst med 12 ha, sedan följer Vivasteby träsk, Humleviken och Träsket). De tre förstnämnda sjöarna hade även tidigare kontakt med havet och deras vattennivåer varierar beroende på havsvattenståndet. Träskets vattenyta sänktes något vid upprepningen som skedde före fiskodlingsstarten 1979, då vissa partier av diket muddrades och sprängdes för att underlätta spillvattenflödet till Lumparn. Sjöarna är grunda (största medeldjup i Övre viken, två m) med tät vassbevuxna stränder och stor makrofytoproduktion. CEDERCREUTZ (1934) beskriver Träsket som en *Potamogeton* sjö. Bottnen består av lös gyttja och detritus. Sedimentationen av partikulärt material från fiskodlingen är mycket märkbar i de översta sjöarna.

Fallhöjden från fiskodlingen till den första sjön är 9 meter. Vissa partier av diket nära odlingen och mellan Träsket och Vivasteby träsk bildar små forsar. Diket är rörlagt på sammanlagt en sträcka av 410 m. I den nedre halvan av systemet rinner vattnet långsammare.

De första åren efter fiskodlings utsläppet etablerades östersjömusslan (*Macoma baltica*) i systemet. Östersjömusslornas tillväxt mellan Träsket och Vivasteby träsk var mycket hög för Östersjöförhållanden, tills de plötsligt försvann, troligen till följd av för stor belastning.

Enligt WISTBACKA (1981) fungerade sjösystemet som ett reningsverk som band närsalter sommaren 1981. KOIVISTO (1984) ifrågasätter sjöarnas renande effekt och visar bl.a på en störning av bottendjurssamhället utanför dikesutloppet i Lumparn.

3. PROVTAGNINGSSATIONERNA

Vattenprov togs från följande platser:

Station 1. I diket nära fiskodlingen, efter den första lilla "forsen"

Station 2. Vid trumma före Finbyvägen där avloppsdiket möter ett tillflödsdike från åkrarna som ligger västerut.

Station 3 och 4. Vid inloppet resp. utloppet till Träsket.

Station 5 och 6. Vid inloppet resp. utloppet till Vivasteby träsk.

Station 7. I diket ca 30 m efter utloppet från Vivasteby träsk .

Station 8. I diket vid träbron mellan Vivasteby träsk och Övre viken.

Station 9. Vid inloppet till Övre viken.

Station 10. Vid utloppet från Humleviken.

Station 11. Vid gårdsbro söder om Vårdövägen.

Station 12. Vid inloppet till Finbyviken,(Svinösund)

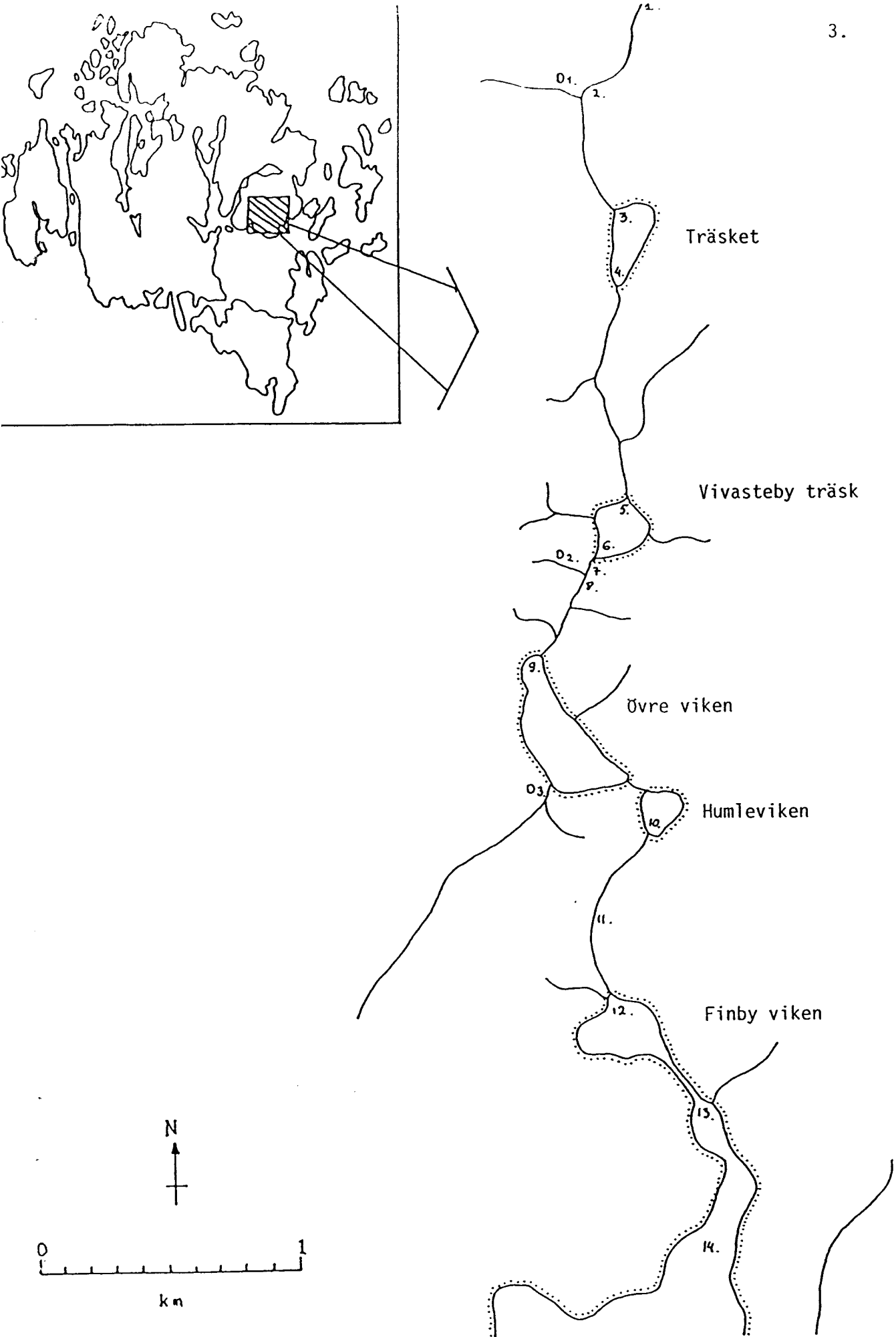
Station 13. I Finby viken efter muddrad kanal.

Station 14. I mitten av Finby viken längre ut mot Lumparn, utanför båtplatserna
Utöver dessa stationer togs prov i tre större tillflödsdiken (fig 1):

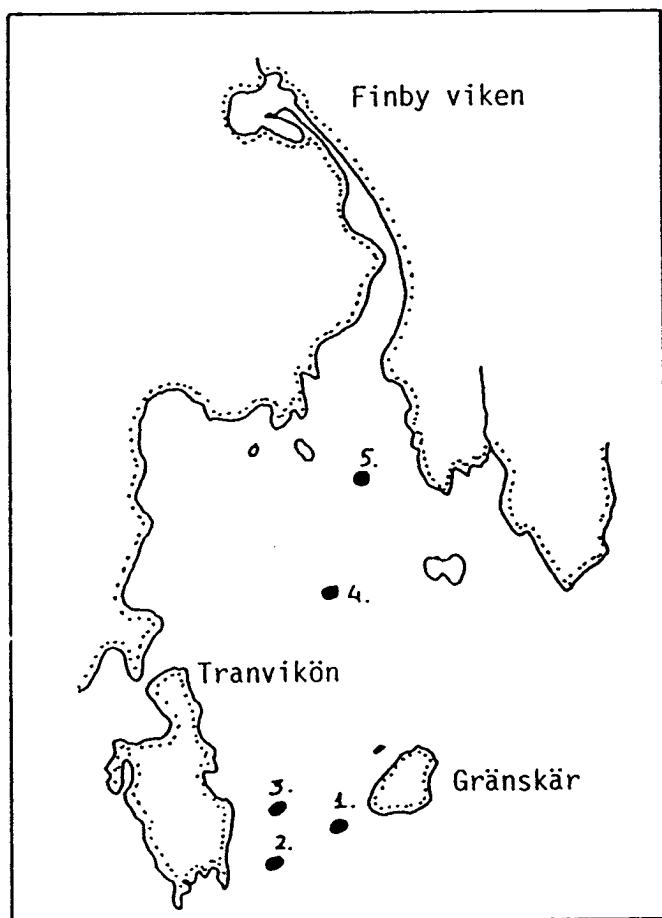
D1. I diket som mynnar ut vid station 2.

D2. I diket som mynnar ut före träbron(mellan stat. 7 och 8) efter Vivasteby träsk.

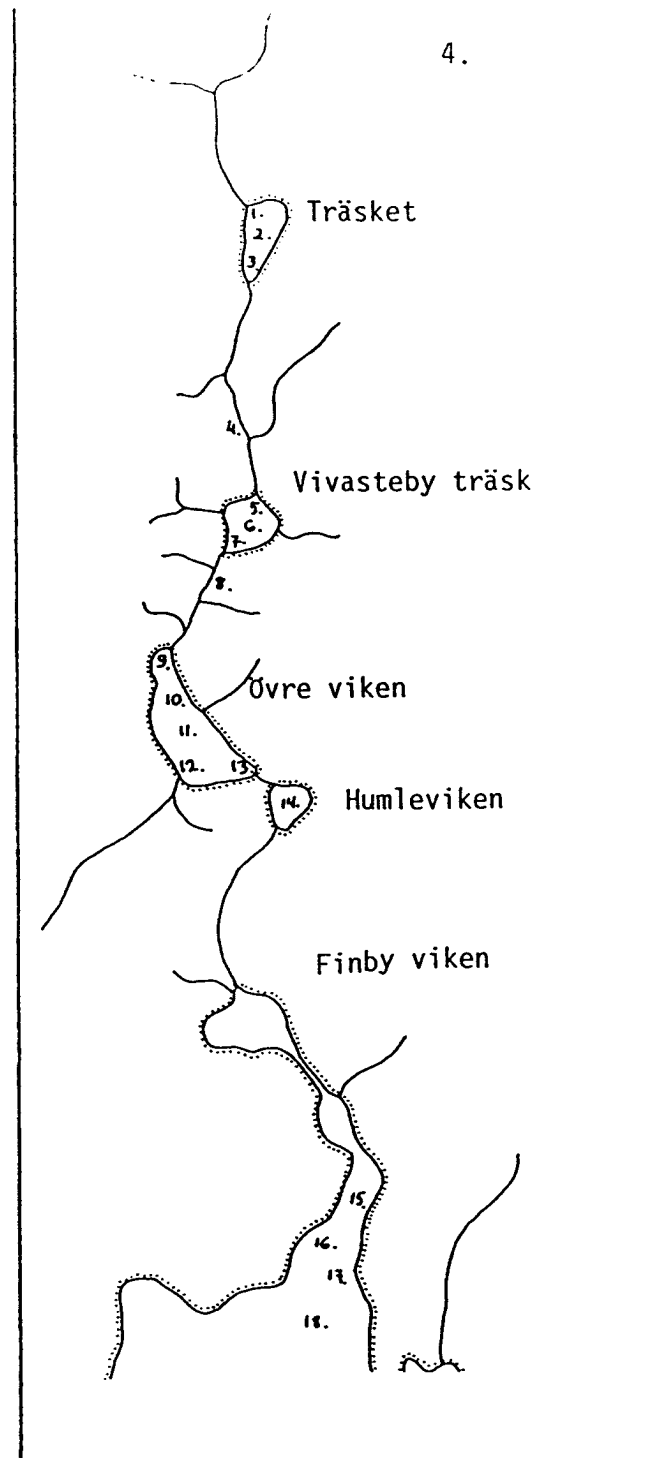
D3. I diket som mynnar ut i Övre vikens sydvästra del.



Figur 1. Dikessystemet med vattenprovstationerna.



Figur 3. Bottenprovstationerna i Lumparn den 8.9.1987.



Figur 2. Sedimentprovstationerna.

4. METODIK

4.1 VÄXTKARTERING

En grov växtkartering i sjöarna gjordes i augusti 1987. En förteckning över befintliga arter i sjöarna gjordes.

4.2. VATTENKEMI

4.2.1. HYDROGRAFISKA PARAMETRAR

Temperatur, pH, ledningsförmåga och syrehalt mättes vid sex tillfällen. Syrehalten bestämdes enligt SFS 3040 (förutom att 50 ml provvätska användes i stället för 25 ml).

Vattenproven togs med Ruttner hämtare eller direkt med flaska ur diket beroende på om båt användes eller om man gick till fots längs diket, vilket var nödvändigt på vissa ställen.

4.2.2. VATTNETS NÄRSALTSINNEHÅLL

Totalfosfor analyserades vid sju och totalkväve vid sex tillfällen. Dessutom analyserades halten nitrater+nitriter samt ammoniumkoncentrationen fyra gånger. Totalfosforhalten bestämdes enligt KOROLEFF (1979) "Samanaikainen persulfaattihapetus kokonaistypen ja -fosforin määrittämiseksi" och "Fosfaatifosforin määrittys", och totalkväve samt nitrat+nitrithalten genom kadmiumreduktionsmetoden enligt KOROLEFF(1979) och "Standardiehdotus INSTA-VH 27, 1975-09. Ammoniumhalten bestämdes enligt SFS standard. Vid närsaltsanalyserna användes en Shimadzu UV-240 spektrofotometer.

4.3. SEDIMENTANALYSER

För bestämning av halten av organiskt material i sedimentet togs prov med Ekman-Birge hämtare på 18 provpunkter längs dikessystemet. De översta centrimetrarna av sedimentet skrapades av för att torkas och brännas i 500 °C. Den organiska halten har angivits som viktminskningen (%) vid förbränningen. En del av det brända materialet användes för bestämning av totalfosfor i sedimentet genom kokning i sur miljö enligt JACKSON. Sedimentprovstationerna framgår av figur 2.

4.4. FLÖDESMÄTNINGAR

Flödesmätningar gjordes den 13.8 på sju olika ställen för att kunna uppskatta vattnets omsättningstid i olika delar av systemet.

4.5. BOTTENFAUNAUNDERSÖKNING

Kvantitativa bottenprov togs på fem platser utanför dikesutloppet i Lumparn, från 3 (1 hugg), 9 (2 hugg) och 19 (3x5 hugg) meters djup (fig.3). Proven togs med Ekman-Birge hämtare och sållades med 0.5 mm:s såll. Sållresterna konserverades i formalin och sorterades under preparationsmikroskop (DYBERN et al. 1976). Individantal och biomassa per m² samt östersjömusslans storleksfördelning bestämdes.

Alla analyser gjordes på Husö biologiska station med hjälp av stationens praktikanter.

5. RESULTAT OCH DISKUSSION

5.1. VÄXTKARTERINGEN

Då fiskodlingen 1979 startade brackvattenutsläppet i recipienten innebar detta faktum två saker för växtligheten där. De tidigare sötvattensjöarna fick plötsligt ta emot stora mängder brackvatten för att småningom ombildas till brackvattensjöar, där dessutom saliniteten fluktuerar beroende på fiskodlingens reglering av proportionerna sött/brackvatten. Förutom detta betyder fiskodlingsutsläppet en ökad närsaltsbelastning utöver belastningen från avrinningsområdet. Man kunde alltså vänta sig en förändring i växt- förekomst och artsammansättning som ett svar på de ändrade miljöbetingelserna.

Det allmänna intrycket är att vegetationen förändrats rätt drastiskt mot ökad eutrofieringsgrad. Vassvegetationen som kantar sjöarna har ökat utom i Träsket där smalt kaveldun (*Typha angustifolia*) med inslag av bred kaveldun (*T. latifolia*) dominerar. I Träsket verkar det låga siktdjupet och den stora sedimentationen tydligt hämmande på bottenvegetationen. Tidigare noterade bestånd av nordnäckros (*Nymphaea candida*) och gäddnate (*Potamogeton natans*) kunde inte iakttas denna sommar. En matta av grönalger tillhörande släktet *Vaucheria* samt enstaka plantor av *P. obtusifolius* fanns i mitten av sjön. Sjöns östra strand dominerades helt av hårsärv (*Zannichellia palustris*), en art som inte noterades år 1980. Alarna längs sjön närmast stranden har av någon anledning dött.

I Vivasteby träsk samt Övre viken noterades havsnajas (*Najas marina*) som nyetablerad art. Denna är en brackvattenart men finns som relik i vissa insjöar i Finland. Kännetecknande är att den klarar av att etablera sig under förhållanden då den ursprungliga floran tillfälligt har reducerats. Hela västra strandzonen i Vivastebyträsk

var fri från botten-vegetation med endast förmultnade växtdelar och svart dyggyttja. I mitten av sjön dominerade hornsärv (*Ceratophyllum demersum*) (tabell 1).

Övre viken är den enda sjön i vilken det fortfarande finns större bestånd av *Nymphaea candida* och *Potamogeton natans*. Vid alla större tillflödsdiken i Övre viken finns smalt kaveldun, en art som gynnas av ökad näringstillförsel. Vid tillflödsdiket i sjöns sydvästra del noterades *Solanum dulcamara* och *Equisetum sp.*

Humlevikens stränder är tätt vassbevuxna. Längs hela västra stranden växer också *T. angustifolia* rikligt, med tätare vegetation vid dikets mynningar. Vid båda dikesmynningarna fanns täta mattor av *Myriophyllum sp.* och *Ceratophyllum demersum*. I mitten av sjön växte *Vaucheria sp.* Sjön visar grava tecken på igenväxning.

Mellan Humleviken och Finbyviken är diket kantat med vass. *Potamogeton* arter dominerar bottenvegetationen. Vid utloppet till Finbyviken växer ett stort bestånd smalt kaveldun. Inre delen av Finbyviken har frodigare bottenvegetation än sjöarna, troligen pga att ljusgenomträngligheten är större än i sjöarna. *Potamogeton* arter dominerar även här.

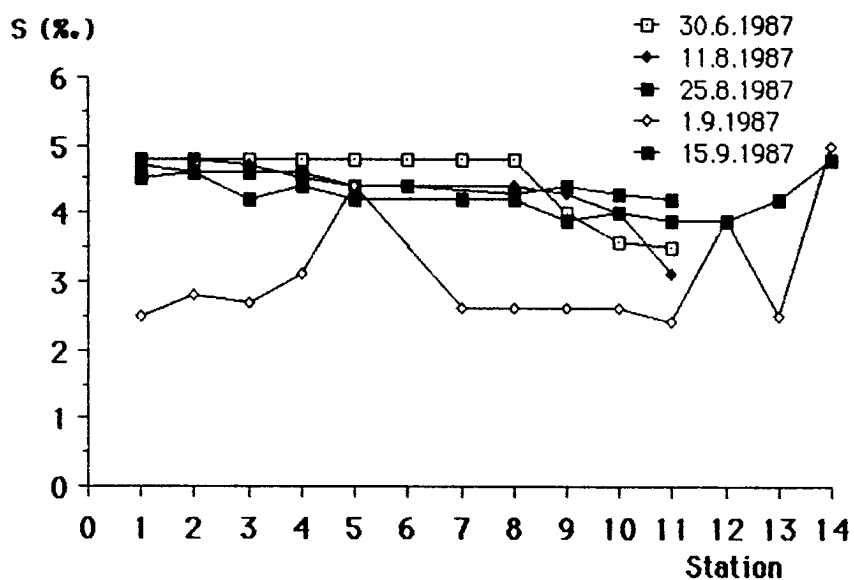
Tabell 1. Förteckning över växtarterna som noterades i recipienten sommaren 1987. (1=Träsket, 2=Vivasteby träsk, 3=Övre viken, 4=Humleviken).

		1	2	3	4
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	sjöfräken			x	
<i>Typha angustifolia</i> L.	smal kaveldun	x	x	x	x
<i>latifolia</i> L.	bred kaveldun	x	x		
<i>Potamogeton natans</i> L.	gäddnate				x
<i>perfoliatus</i> L.	ålnate				x
<i>obtusifolius</i> Mert. et K.	trubbnate	x	x		
<i>pectinalus</i> L.	borstnate	x	x	x	
<i>Najas marina</i> L.	havsnajas		x	x	
<i>Phragmites australis</i> Trin.	vass	x	x	x	x
<i>Iris pseudacorus</i> L.	svärdsilja	x	x		
<i>Nymphaea candida</i> J. Presl.	nord-näckros	x	x	x	x
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	axslinga				x
<i>Ceratophyllum demersum</i>	hornsärv		x		x
<i>Zannichellia palustris</i>	hårsärv	x	x		
<i>Fontinalis antipyretica</i> L. ap Hedw.	båtmossa			x	
<i>Drepanocladus aduncus</i> L. ap Hedw.	vattenkrokmossa				x
<i>Vaucheria sp.</i>		x			x
<i>Spirogyra sp.</i>	okalger	x			x
<i>Chara fragilis</i> Desv.	skörsträpse			x	

5.2. HYDROGRAFI

5.2.1. SALINITET

Salthalten i dikessystemet beror förutom på regleringen av förhållandet sött/brackvatten i fiskodlingen också på utsötning från markavrinning, och i sjöarna närmast havet på vattenståndet. Salthalten har i tidigare undersökningar beskrivits som mycket varierande (WISTBACKA 1981, KOIVISTO 1984). Vid provtagningstillfällena denna sommar var saliniteten rätt stabil i hela systemet, med undantag för den 1.9 då den var betydligt lägre på alla stationer utom en (fig 4) Salinitetssänkningen den 1.9 torde bero på reglering från fiskodlingen.

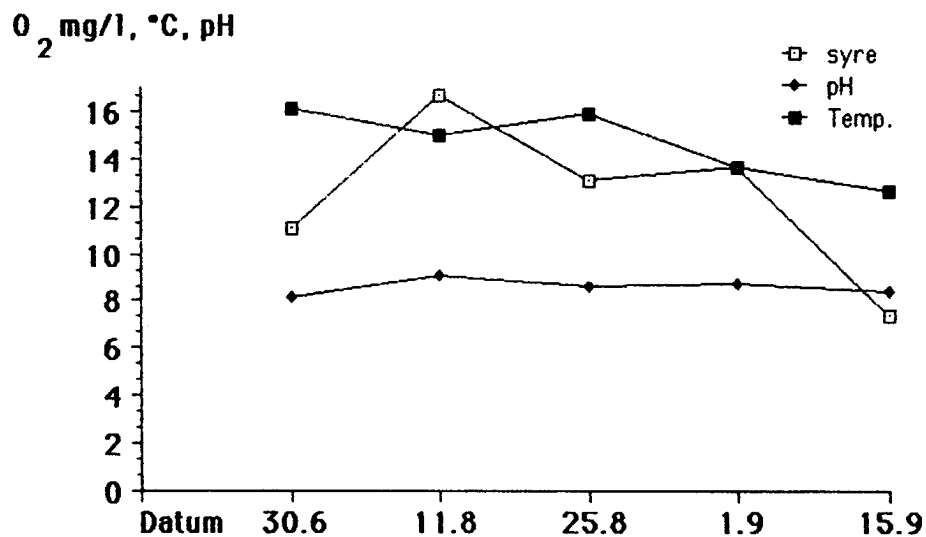


Figur 4. Saliniteten i systemet vid fem provtagningstillfällen.

5.2.2. TEMPERATUR, pH OCH SYRE

Vattenutbytet i sjöarna är gott pga strömningen. Enligt KOIVISTO (1984) var dock Övre vikens bottenvatten syrefritt en tid sommaren 1980. Denna sommar var syresituationen god vid alla provtagningstillfällen. Mot hösten sjönk syremättnaden något i Finbyviken, förmodligen till följd av nedbrytning av växtmaterial (viken kännetecknas av hög makrofytoproduktion).

pH var genomgående högre mellan utloppet från Träsket och inloppet till Övre viken. Lika stora pH variationer som uppmättes 1981 kunde inte registreras i år. Vattentemperaturen var pga den våta och kalla sommaren rätt låg (fig 5).



Figur 5. Syre, temperatur och pH på station 5 (Vivasteby träsk) vid fem olika tidpunkter.

5.2.3. NÄRSALTER

5.2.3.1. TOTALFOSFOR

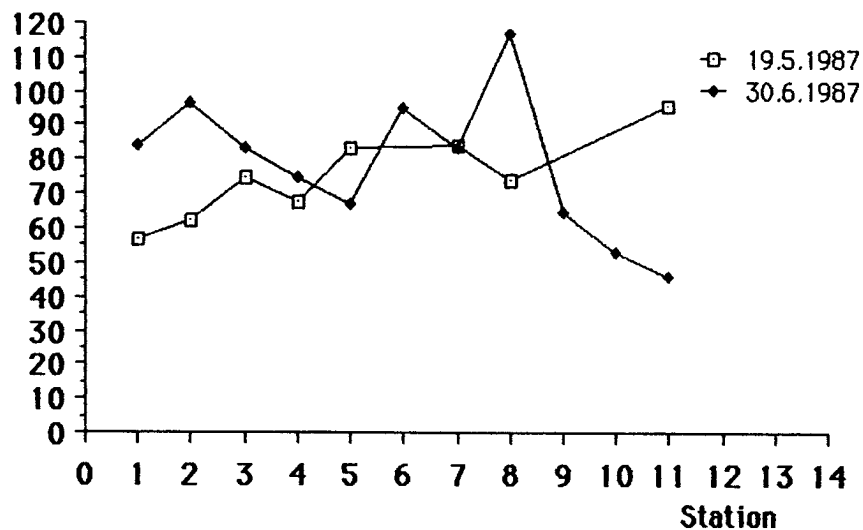
Fosformängden från fiskodlingen kommer till största delen ut i systemet i form av partikulärt material. Enligt vissa beräkningar kommer 85% av fosforbelastningen från en fiskodling (kassodling) i partikulär form medan endast en liten del löser sig i vattnet (HÅKANSON 1985). Även fosfor som kommer från marken är till största delen bundet till suspenderade ämnen och endast en mindre del är i lös, för växtplankton tillgänglig form (SÄRKKÄ 1971). En stor del av det partikulära materialet från fiskodlingen kommer att stanna i den första "sedimentationsbassängen" dvs Träsket, vilket också märks i minskad bottenvegetation där.

Totalmängden fosfor som kommer från åkrarna är beroende av nederbördsmängden och åkrarnas lutningsvinkel (BRINK et al. 1978). Fosfor lösgörs inte lika lätt som kväve utan binds i svårslöslig form till jorden (HELMINEN 1980). Det togs inte prov under den egentliga vårflödesperioden då merparten av närsalterna urlakas, men eftersom sommaren var nederbörnsrik kunde man vänta sig en relativt stor utsköljning av fosfor från omgivande marker även under sommaren.

I första delen av diket där vattnet strömmar snabbt (fram till inloppet av Vivasteby träsk) var fosforhalterna av samma storleksordning vid alla provtagningsstillfällen. I

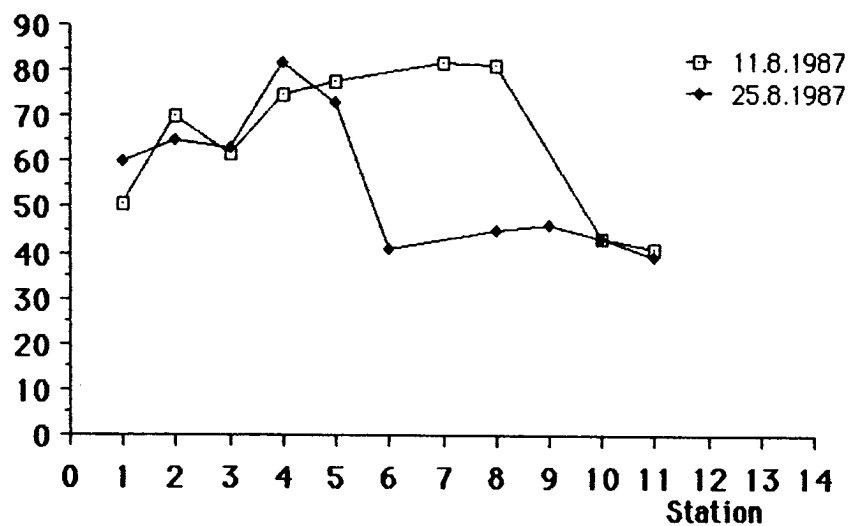
av systemet uppmättes stora skillnader på samma station från gång till gång, vilket tyder på pulsvis tillförsel av fosfor från fiskodlingen och markerna (fig 6). Trenden var dock den att fosforhalten sjönk i slutet av diket (i och efter Humleviken) där en viss utspädning med Lumparnvatten säkert också sker. Ett undantag var provtagningsstillfället den 19.5, som föregicks av en tiodagars regnperiod, då halterna steg mot slutet av systemet.

Tot.P ($\mu\text{g/l}$)

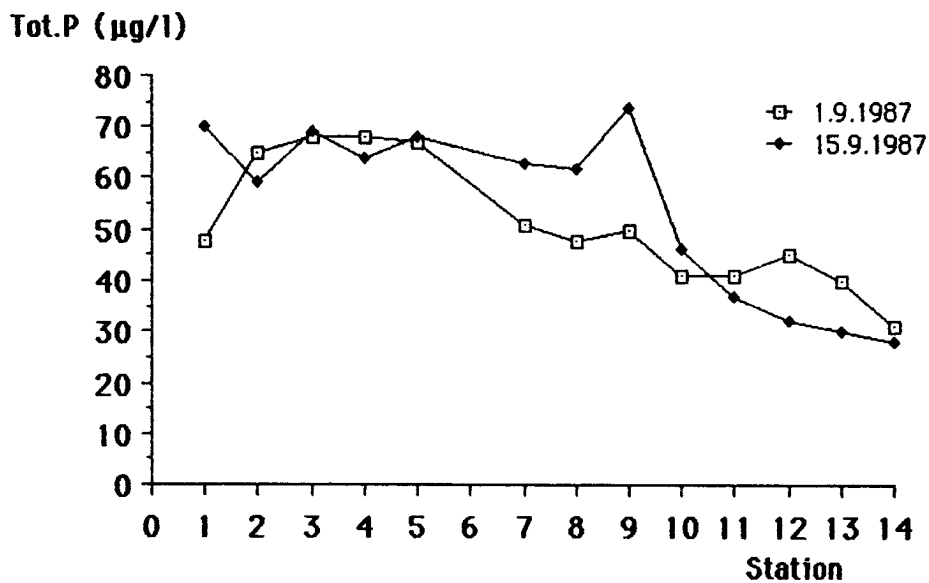


6 a)

Tot.P ($\mu\text{g/l}$)



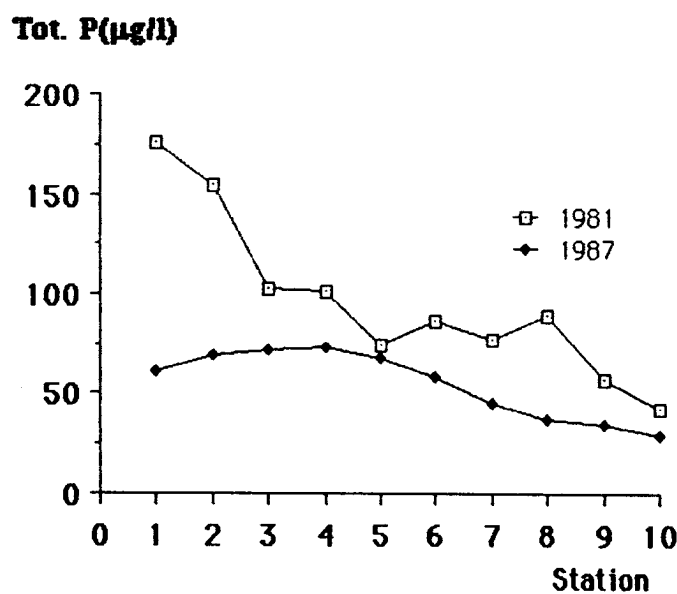
6 b)



6 c)

Figur 6 a,b,c. Vattnets fosforinnehåll på de olika stationerna vid sex provtagningstillfällen.

Fosforinnehållet i fiskodlingens utgående vatten var sommaren 1987 lägre än för sex år sedan (fig 7). Detta beror troligen på att fosformängderna i fiskfodret har minskat. Ur figur 8 framgår att fosforhalten minskade kraftigare i första delen av systemet sommaren 1981 medan värdena denna sommar inte visade sjunkande trend före Övre viken.



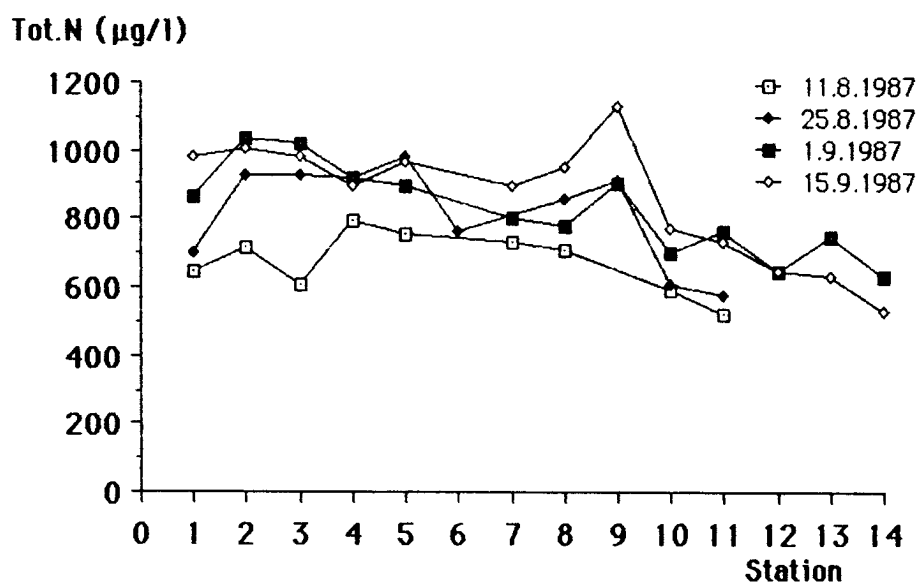
Figur 7. Medelfosforhalten i systemet år 1981 och 1987. Dessa stationer är inte samma som i fig 1 men de beskriver en gradient från fiskodl.- Finbyviken.

4.2.3.2. KVÄVE

Största delen av kvävebelastningen (80–85%) från en fiskodling kommer ut i löst form i vattnet (HÅKANSON 1985). Kväve som urlakas från jordbruksmark kommer till största delen i form av lösliga nitrater. Nitratkvävehalten har en positiv korrelation till avrinningsområdets åkerprocent, medan korrelationen till områdets sjöprocent är negativ (HELMINEN 1980). Ammoniumkväve urlakas i mindre utsträckning från åkrar.

Totalkvävehalten i fiskodlingens utgående vatten steg för varje provtagningsstillfälle (fig 8). En liknande trend märktes också i diket och sjöarna. Nitrat+nitrit fraktionen utgjorde en större andel av totalkvävet i Träsket och nedåt i systemet än i fiskodlingens utgående vatten, medan odlingens vatten innehöll en stor del ammonium (fig 10). Total kväveinnehållet sjönk längs gradienten generellt sett, dock inte i lika hög grad som värdena från 1981 visar (fig 9).

De högsta nitrat+nitrithalten och tot.kvävehalten i tillflödesdikena uppmättes den 11.8 i sidodike D3 och även höga tot.kväve halter den 15.9 i D1,D2 och D3. Båda provtagningsstillfällena föregicks av en period med stor nederbörd.



Figur 8. Totalkväveinnehållet längs gradienten vid fyra provtillfällen.

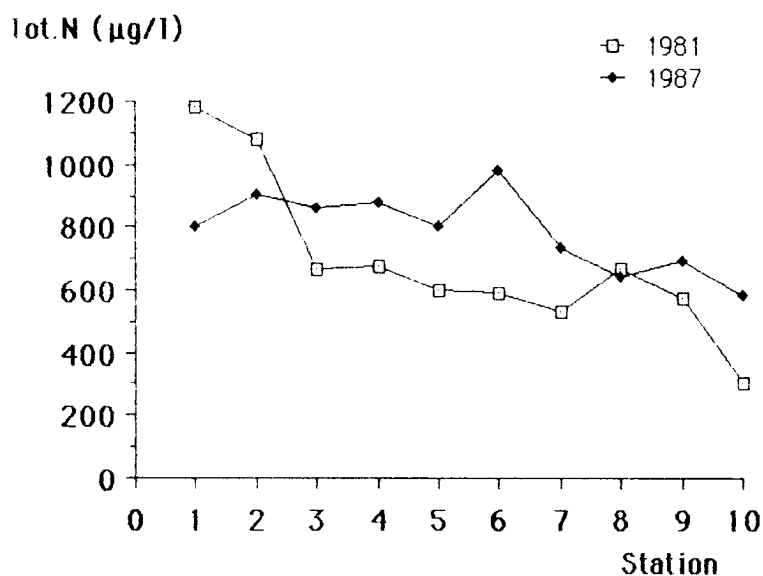
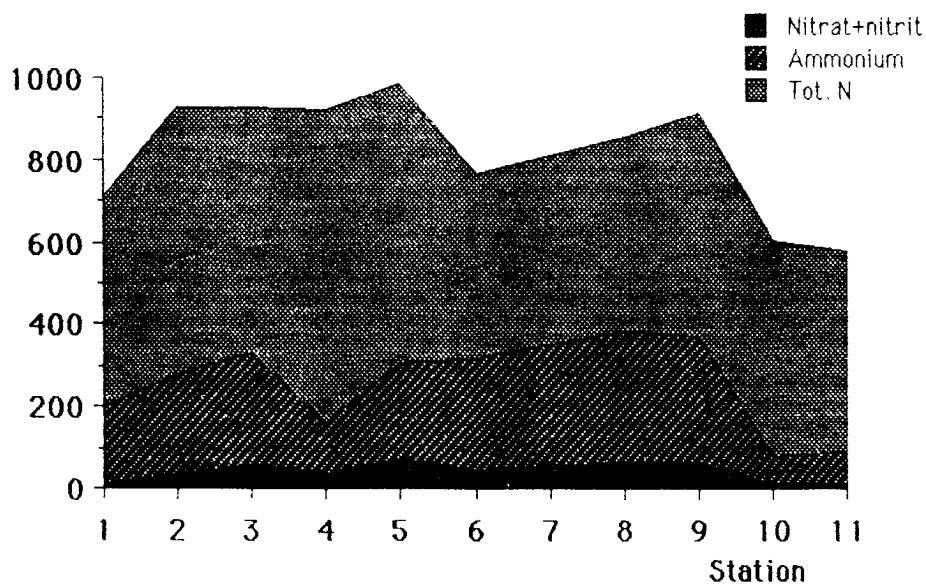


Fig 9. Medeltal av totalkvävemätningarna i systemet år 1981 och 1987. Stationerna är inte de samma som i fig 1 men beskriver en gradient från fiskodl.(1) till finbyviken (10).

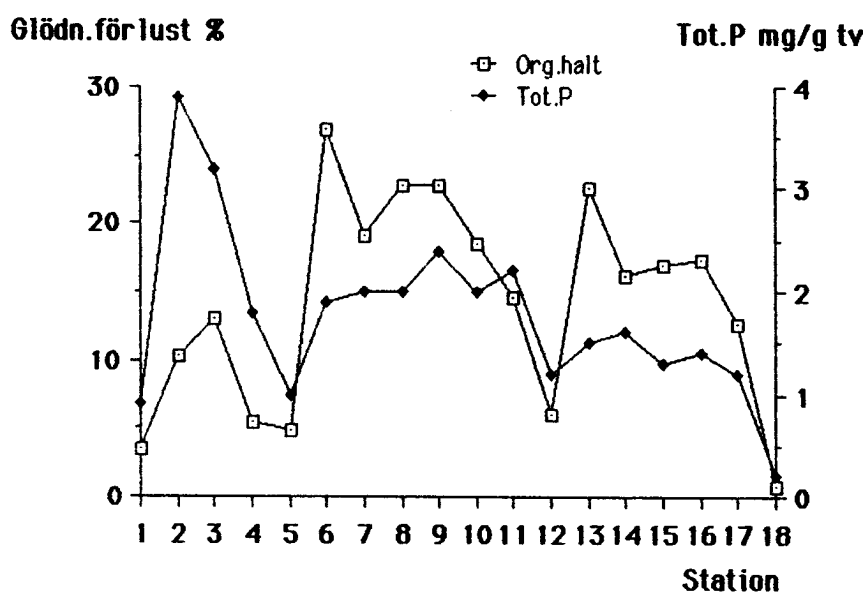


Figur 10. Proportionerna av de olika N-fraktionerna i diket den 25.8.1987.

5.3. HALTEN ORGANISKT MATERIAL OCH FOSFOR I SEDIMENTET

Sjöarnas sediment består av gyttja och detritus. Många grundämnen binds lättare till små partiklar än till stora (UOTILA 1986) och man kan därför vänta sig höga halter av organiskt bundet material och fosfor i sjöarnas fina sediment.

Sedimentationen från fiskodlingen är mycket märkbar i Träsket och Vivasteby träsk men en sedimentation av partikulärt material sker även längre ned i dikessystemet där vattnet strömmar långsammare. Resultaten från fosforbestämningarna i sjöarnas sediment tyder också på att en stor del av den partikulärt bundna fosfor sedimenterar i Träsket. De organiska mätningarna tyder däremot på att organiskt material spolas ända ut i Finbyviken (fig 11).



Figur 11. Fosforinnehållet och halten org. material i sedimentet den 25.8.1987

5.4. TEORETISK BERÄKNING AV NÄRSALTSBELASTNINGEN FRÅN FISKODLINGEN RESP. AVRINNINGSOMRÅDET.

Med ett medelinnehåll på 60 µg/l (medeltal av sex mätningar) i fiskodlingens avloppsvatten och en pumphastighet av 5 m³/min. blir fosforbelastningen från fiskodlingen ca 158 kg per år. För kvävet del blir den beräknade belastningen ca 2420 kg per år, då man räknar med ett kväveinnehåll på 800 µg/l (medeltal av fyra mätningar) i det utgående vattnet.

Den totala fosfor och kvävetillförseln från en kassodling uppgår med dagens teknik normalt till 12–22 kg fosfor och 75–95 kg kväve per ton producerad fisk och säsong (HÅKANSON 1986). De lägre siffrorna hänför sig till produktion av mindre fisk, vilket är aktuellt i fiskodlingens fall. Vid produktion av 10–15 ton småfisk skulle fosfor och kväveförlusten uppgå till 120–180 kg resp. 750–1400 kg per år. Värdena för fosforförlusten stämmer väl överens med de ovanstående uträkningarna på basen av sommarens mätningar, medan värdena för kväveförlusten är nästan hälften lägre än sommarens mätningar ger vid handen.

terrestra närsaltsförlusterna (AHL et al. 1977). Nederbördsintensitet och tidpunkt på året då nederbörden faller är av stor betydelse. Omkring 60-70% av den årliga fosforbelastningen och 50-60% av den årliga kvävebelastningen koncentreras till en månad under vårflödestiden i S-W Finlands lerjordsområden (MUSSAARI 1974,1976). Betydande närsaltmängder kan dock urlakas även under andra tider som en följd av regniga perioder(LAAKSONEN 1970).

Den totala belastningen från Strömmens avrinningsområde utgörs av summan av markförlusten (från 1900 ha) och depositionen från nederbörd (tot. sjöyta 29 ha). Om följande värden för markförlust resp. nederbörd används (tabell 2), blir summan av denna belastning på systemet ca 764 kg fosfor och 11 545 kg kväve per år.

Tabell 2. Värden för närsaltförluster från marken (BERGLUND et al. 1977) och från nederbörd (HÅKANSON et al. 1985).

	kg/ha/år	
	P	N
Markförlust	0.4	6
Nederbörd	0.15	5

Den totala belastningen på systemet blir då ca 920 kg fosfor och 13 960 kg kväve per år, varav fiskodlingens bidrag till belastningen skulle vara av storleksordningen 1/5 av ytavrinningens.

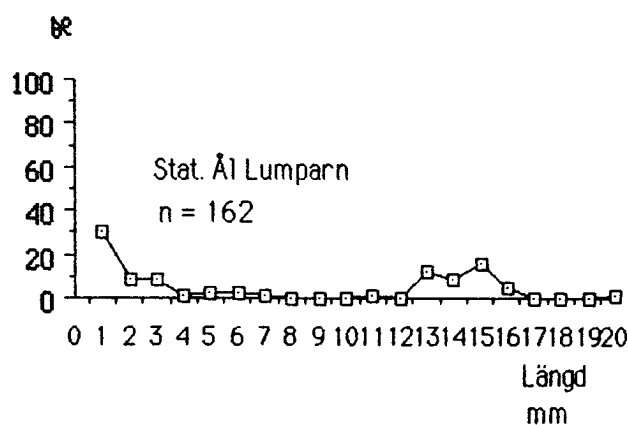
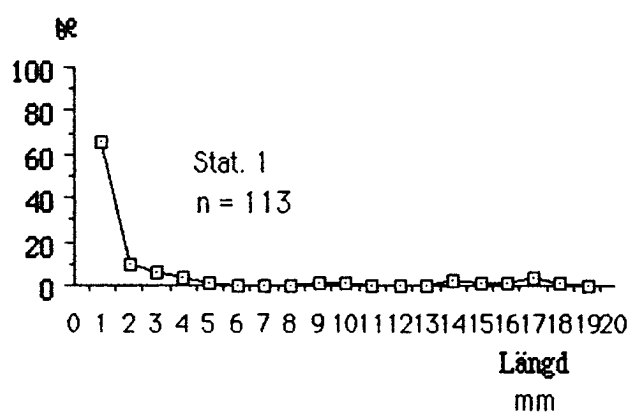
5.4. BOTTENFAUNA

Individmässigt dominerades bottenfaunan på stat. 1-4 av glattmaskar (*Oligochaeta*), östersjömussla (*Macoma baltica*) och vitmärkla (*Pontoporeia affinis*). Artantalet var 8-9. Totaltätheten av individer var hög (tabell 3). Bottenfaunan på stat. 5 var artrikare (16 arter) och dominerades av östersjömussla och slammärkla (*Corophium volutator*). Jämfört med provtagning i juli 1981 (KOIVISTO 1984) har både artantal och individantal ökat på 19 m:s djup, men i stort sett samma grupper dominerar. På provstationen Ål Lumparn den 29.7 1987 dominerade vitmärklan i högre grad (95 % av totala ind. antalet mot 33% utanför dikesutloppet på 19 m:s djup, stat 1-3).

Östersjömusslornas längdfördelning visar att rekryteringen av unga musslor lyckades detta år. En liten ansamling av musslor i 14-17 mm:s klasserna finns medan övriga längdklasser är dåligt representerade. På station Ål Lumparn fanns däremot en större andel stora musslor(fig12). År 1981 registrerades också en proportionellt sett större andel musslor i 12-17 mm:s klasserna (KOIVISTO 1984) än vad som noterades detta år.

Tabell 3. Bottenfaunans abundans och biomassa på station 1–5 den 8.9.1987. (På station 1–3 medeltalet av 5 prov, på stat 4 medeltalet av 2 prov, på stat 5 endast ett prov)

	stat 1	stat 2	stat 3	stat 4	stat 5
	19 m	19 m	19 m	9 m	3m
Tot. ind.antat per m ²	10864	11824	9400	4134	9657
Tot. biomassa (g) per m ²	107	170	153	74	97



Figur 12 a). Östersjömusslans storleksfördelning på station 1 (utanför Finbyviken, 19 m) den 8.9 1987 och b) på station Ål Lumparn (17–18 m) den 29.7 1987.

6. SAMMANFATTNING

Sommaren 1987 utfördes en undersökning av vattenkvaliteten i utloppsdiket från Ålands fiskodling. I undersökningen ingick en växtkartering, vattenkemiska analyser, sedimentanalyser samt en bottenfaunaprovtagning i Lumparn.

Sjöarna som ingår i dikessystemet har efter fiskodlingsstarten 1979 ombildats till brackvattensjöar med en fluktuerande salinitet. Som en följd av detta har andelen brackvattenarter ökat (havsnajas, *Vaucheria* sp, och vissa *Potamogeton* arter), medan vissa sötvattenväxter nästan helt har försvunnit (nordnäckros samt gäddnate). Vattenväxter som gynnas av hög näringstillförsel har också ökat (smalt och brett kaveldun samt vass).

Fiskodlingens utsläpp av närsalter verkar ha minskat något jämfört med år 1981, vilket troligen beror på minskat närsaltsinnehåll i modernt fiskfoder. Närsaltshalterna i dikessystemet har dock inte minskat i motsvarande grad (fig.7 o 9). Sommarens värden och iakttagelser tyder på att sjösystemet håller på att bli "mättat" närmast fiskodlingen (Träsket och Vivasteby träsk), så att en upptagning av närsalter inte sker i lika hög grad som tidigare. Den stora sedimentationen och vattnets grumling är främsta orsakerna till detta. Den organiska halten i sjöarnas sediment vilken stiger fram till Finby viken tyder på samma sak. En upptagning av närsalter i växtligheten i systemet sker dock men håller på att förskjutas mot Lumparn.

Den totala närsaltsbelastningen (fiskodlingens + avrinningsområdet) på systemet beräknades till ca 920 kg fosfor och 13 960 kg kväve per år, varav fiskodlingens bidrag uppskattades vara av storleksordningen 1/5 (baserat på teoretisk beräkning av belastningen från avrinningsområdet). Fiskodlingens bidrag är troligen proportionellt sett störst mitt på sommaren då markens närsalter binds i växterna, samt på vintern då avrinningen är som minst.

Bottenfaunan utanför dikesutloppet i Lumparn på 19 meters djup var relativt artrik och mycket individrik. Glattmaskar, vitmärta och östersjömussla dominerade. Vitmärlets andel av tot. abundansen och andelen stora östersjömusslor (12-17 mm), var betydligt mindre än på Ål Lumparn stationen nära Röda Kon.

7. LITTERATURFÖRTECKNING

- AHL, T. & WIEDERHOLM, T. 1977. Svenska vattenkvalitetskriterier, eutrofierande ämnen. -Statens naturvårdsverk SNV PM 918.
- BERGLUND, B. & JOHANSSON, D. 1982. Miljöpåverkan i odlingslandskapet.
- BRINK, N. GUSTAVSSON, A. TORSTENSSON, G. 1986. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten. -Ur Ekohydrologi 21. Sveriges Lantbruksuniversitetet, Uppsala 1986.
- HELMINEN, O. 1980. Närsalter i utlopp från odlingar och bosättningscentra på fasta Åland 1974-1975. -Forskningsrapport till Ålands Landskapsstyrelse Nr 9.
- HÅKANSON, L. KULINSKI, I. KVARNÄS, H. 1984. Vattendynamik och bottendynamik i kustzonen. -SNV PM 1905
- HÅKANSON, L. 1987. Vattenbrukets miljöfrågor. -Nordisk Aquakultur Nr 5/6 1987
- KOIVITO, V. 1984. Studium av ett artificiellt brackvatten ekosystem, med speciell tonvikt på östersjömusslans (*Macoma balthica* L.) ekologi. -Pro gradu avhandling. Åbo Akademi.
- LAAKSONEN, R. 1970. Vesistöjen veden laatu. Jord och vattentekn. forskn. 17. H:fors 132s.
- MUSSAARI, I. 1974. Maatalous ja sen vaikutus vesistöjen kuormittajana. Vattenstyrelsens medd. 79:1-232.
- SÄRKKÄ, M. 1971. Kasviravinteiden huuhtoutuminen maaperästä Suomessa. Kemian teollisuus 28: 367-377.
- UOTILA, J. 1986. Erään lounaissomalaisen kalan-viljelylaitoksen vaikutus meren pohjaan. -Pro gradu tutkielma. Turun yliopisto.
- WEPPLING, K. 1983. Tillrinningen till Västra och Östra kyrksundet 1982. -Forskningsrapport till Ålands Landskapsstyrelse Nr 31.
- WISTBACKA, B. 1981. Primärproduktion och vattenkvalitet i utloppsdiket från Ålands fiskodling, sommaren 1981. -Forskningsrapport till Ålands Landskapsstyrelse Nr 24.

Bilaga 1. Vattenkemiska data för alla stationer och tillflödsdiken.

Temperatur (°C)

<u>Station</u>	<u>30.6.</u>	<u>11.8.</u>	<u>25.8.</u>	<u>1.9.</u>	<u>8.9.</u>	<u>15.9.</u>
1	16,1	14,7	15,5			13,1
2	16,1	14,8	15,5	14,0		13,1
3	16,1	14,8	15,6			13,0
4	16,1	15,0	15,9	13,7		12,6
5	16,1	15,1	15,1			12,3
6	16,1		14,9			
7	16,1	15,3		13,5		11,8
8	16,5	15,6	14,3	13,3		11,7
9	16,5		14,1	12,3		11,3
10	16,7	16,0	14,8	12,9		12,5
11	16,7	15,8	15,1	13,2		12,2
12				12,2	13,9	11,3
13				11,3	13,7	11,1
14				12,7	14,0	11,3

Salinitet (S ‰)

<u>Station</u>	<u>30.6.</u>	<u>11.8.</u>	<u>25.8.</u>	<u>1.9.</u>	<u>15.9.</u>
1	4,8	4,8	4,7	2,5	4,5
2	4,8	4,8	4,6	2,8	4,6
3	4,8	4,7	4,6	2,7	4,2
4	4,8	4,5	4,6	3,1	4,4
5	4,8	4,4	4,4	4,4	4,2
6	4,8	4,4	4,4		
7	4,8			2,6	4,2
8	4,8	4,4	4,3	2,6	4,2
9	4,0	4,3	4,4	2,6	3,9
10	3,6	4,0	4,3	2,6	4,0
11	3,5	3,1	4,2	2,4	3,9
12				3,9	3,9
13				2,5	4,2
14				5,0	4,8

pH

<u>Station</u>	<u>30.6.</u>	<u>11.8.</u>	<u>25.8.</u>	<u>1.9.</u>	<u>8.9.</u>	<u>15.9.</u>
1	7,4	7,6	7,8	7,3		7,6
2	7,4	7,5	7,8	7,4		7,5
3	7,5	7,8	8,1	7,7		7,6
4	8,2	9,1	8,6	8,7		8,4
5	8,3	8,9	8,0	8,2		8,6
6	7,6		7,9			
7	7,8	7,8		7,9		7,8
8	7,8	8,3	7,9	7,9		7,8
9	7,6		7,8	7,8		7,7
10	7,6	7,6	7,8	8,0		7,5
11	7,6	8,1	7,9	7,8		7,3
12				7,5	7,4	7,3
13				7,4	7,2	7,4
14				7,8	7,6	7,6

Syremättnad (‰)

<u>Station</u>	<u>30.6.</u>	<u>11.8.</u>	<u>25.8.</u>	<u>1.9.</u>	<u>8.9.</u>	<u>15.9.</u>
1	96	137	72			112
2	102	108	84	92		103
3	102	114	106			116
4	114	200	132	131		120
5	130	123	98			105
6	107		93			
7	110	126		104		92
8	113	126	88	102		88
9	112		81	95		74
10	109	102	82	80		72
11	91	200	98	98		56
12				81	61	57
13				76	59	69
14				101	91	79

Totalfosfor(µg/l)

<u>Station</u>	<u>19.5.</u>	<u>30.6.</u>	<u>11.8.</u>	<u>25.8.</u>	<u>1.9.</u>	<u>15.9.</u>
1	57	84	51	60	48	70
2	62	97	70	65	65	59
3	75	83	62	63	68	69
4	68	75	75	82	68	64
5	83	67	78	73	67	68
6		95		41		
7	84	83	82		51	63
8	74	117	81	45	48	62
9		65		46	50	74
10		53	43	43	41	46
11	96	46	41	39	41	37
12					45	32
13					40	30
14					31	28

Totalkväve (µg/l)

<u>Station</u>	<u>30.6.</u>	<u>11.8.</u>	<u>25.8.</u>	<u>1.9.</u>	<u>15.9.</u>
1		650	705	862	985
2	915	718	930	1039	1006
3	964	610	930	1024	981
4	752	798	920	922	896
5	800	759	985	896	964
6	834		764		
7	892	736		806	895
8		708	854	782	954
9			915	905	1128
10	975	595	607	704	775
11	707	524	576	760	732
12				644	649
13				746	633
14				634	528

Ammoniumkväve(µg/l)

<u>Station</u>	<u>1.9.</u>	<u>8.9.</u>	<u>15.9.</u>
1	191	156	254
2	242	223	302
3	271	248	300
4	121	32	7
5	228	45	15
6	271		
7		20	5
8	313	30	5
9	303	21	1
10	69	0	19
11	78	0	46
12		0	6
13		0	0
14		0	1

Nitriter+nitrater (µg/l)

<u>Station</u>	<u>11.8.</u>	<u>25.8.</u>	<u>1.9.</u>
1	11	13	15
2	33	34	38
3	51	58	53
4	4	42	21
5	4	74	46
6		47	
7	3		39
8	6	68	41
9		67	42
10	4	12	3
11	5	10	5
12			1
13			4
14			2

Sedimentdata (25.8.)

<u>Station</u>	<u>Org.hält</u> <u>% glödför lust</u>	<u>Tot.P</u> <u>mg/g tv.</u>
1	3,5	0,9
2	10,3	3,9
3	13,0	3,2
4	5,5	1,8
5	4,8	1,0
6	26,9	1,9
7	19,1	2,0
8	22,8	2,0
9	22,8	2,4
10	18,5	2,0
11	14,6	2,2
12	6,1	1,2
13	22,5	1,5
14	16,2	1,6
15	16,9	1,3
16	17,4	1,4
17	12,6	1,2
18	0,8	0,2

Vattenkemi i tillflödet.

Temperatur 30.6 11.8 25.8 1.9 15.9

D1 16,1 14,8 15,5 13,9 11,1

D2 14,9 14,6 11,5

D3 16,5 12,9 14,8 13,0 11,5

pH

D1 7,6 7,6 7,6 7,4 7,3

D2 7,7 7,7 7,8

D3 7,7 7,6 7,8 8,1 7,5

S ‰

D1 0 4,7 2,2 2,2 0

D2 3,9 2,6 3,8

D3 0

Syremättnad ‰

D1 94 107 94 97 103

D2 119 86 92

D3 88

Total P. µg/l

19.5 30.6 11.8 25.8 1.9 15.9

D1 260 98 65 42 76 91

D2 106 85 67 65

D3 259 285

Total N. ug/l

	<u>30.6</u>	<u>11.8</u>	<u>25.8</u>	<u>1.9</u>	<u>15.9</u>
D1	795	798	1025	913	1330
D2		675	853		1376
D3		2018			

Nitrater+nitriter ug/l

D1		33	88	30	
D1		7	193		
D3		822	111	37	

Ammonium ug/l

D1			144	217	26
D2			223		10
D3			115		

FORSKNINGSRAPPORTER TILL ÅLANDS LANDSKAPSSTYRELSE

Ny serie fr.o.m. 1979

- 1 1979 BLOMQVIST, E.: Inventering av makrofyttvegetation och makrofauna samt sandens fördelning på två åländska sandbottenområden - Sandö sund, Vårdö och Degersand, Eckerö. - 22 s.
- 2 1979 WIKGREN, B.-J.: Redogörelse för verksamheten år 1978. - 21 s.
- 3 1979 LINDHOLM, T. & WIKGREN, B.-J.: Recipientundersökningar i Mariehamnsområdet. - 24 s.
- 4 1979 STORBERG, K.-E.: Några synpunkter på kräftningstiden. - 8 s.
- 5 1979 ERIKSSON, J.: Fågelfaunan i åländska insjöar sommaren 1975, samt om dess förändring under femio år. - 25 s.
- 6 1979 STORBERG, K.-E.: Kontroll av kräftpestsituationen i Västanträsk (Tjudö Storträsk) och Mönträsk. - 6 s.
- 7 1979 BONSDORFF, E.: Området kring Vårdö Vägbank. - 8 s.
- 8 1979 BONSDORFF, E. & STORBERG, K.-E.: Uppsjön på Kökar. - 10 s.
- 9 1980 HELMINEN, O.: Närsalter i utlopp från odlingar och bosättningscentra på fasta Åland 1974-1975. - 39 s.
- 10 1980 STORBERG, K.-E.: Kräftundersökningar år 1979. - 30 s.
- 11 1980 STORBERG, K.-E.: Nyttjandeplaner för åländska insjöar: Byträsk och Olofsnäs träsk i Geta. - 14 s.
- 12 1980 WISTBACKA, B. och ORENIUS, H.: Rapport över provfiske i Mönträsk 7-8.7.1980. - 8 s.
- 13 1980 KOSKI, A.-L.: Föreningen i Bruksviken. - 10 s.
- 14 1980 STORBERG, K.-E.: Fiskbeståndet i fem åländska kustsjöar (Inre Verkviken, Kyrksundet, Långsjön och Markusbölefjärden). Rekommendationer och åtgärdsförslag. - 26 s.
- 15 1980 WIKGREN, B.-J.: Redogörelse för verksamheten år 1979. - 16 s.
- 16 1980 STORBERG, K.-E.: Bränneriträsket i Grelsby. - 7 s.
- 17 1980 STORBERG, K.-E.: Situationen i Vargsundet under 1970-talet, med speciell hänsyn till kräftbeståndet. - 7 s.
- 18 1980 WIKLUND, T.: Fiskodlingen på Norrbynäset. - 10 s.
- 19 1981 KOIVISTO, V.: Strandpegelundersökningen i södra Lumparn 1980 (Lemland, Bastvik). - 11 s.
- 20 1981 STORBERG, K.-E.: Situationen i några åländska kräftsjöar vintrarna 1979 och 1980. - 14 s.
- 21 1981 STORBERG, K.-E.: Kräftundersökningen 1977-1980. Slutrapport. - 22 s.
- 22 1981 LEPPÄKOSKI, E. & BLOMQVIST, E.: Redogörelse för verksamheten år 1980. - 16 s.
- 23 1981 WIKLUND, T.: Undersökning av fyra åländska reningsverk och recipienter, sommaren 1981. - 34 s.
- 24 1981 WISTBACKA, B.: Primärproduktion och vattenkvalitet i utloppsdiket från Ålands fiskodlingsanstalt, sommaren 1981. - 15 s.
- 25 1982 STORBERG, K.-E.: Kräftbeståndet och restaureringen av Kyrksunden i Sund. - 4 s.
- 26 1982 STORBERG, K.-E.: Fiskbeståndet i Västra Kyrksundet åren 1975-1981. - 10 s.
- 27 1982 LEPPÄKOSKI, E. & BLOMQVIST, E.: Redogörelse för verksamheten år 1981. - 13 s.
- 28 1982 WISTBACKA, B.: Undersökning av tre åländska reningsverk och deras recipienter sommaren 1982. - 31 s.
- 29 1982 RUOKOLAHTI, C.: Recipientundersökningar i Mariehamns Västerhamn 1979-1982. - 20 s.
- 30 1982 BLOMQVIST, E.: Fiskundersökningen i Gloet (Bergö, Finström, Åland), åren 1975-1980. - 12 s.
- 31 1983 WEPPLING, K.: Tillrinningen till Västra och Östra Kyrksundet 1982. - 36 s.

Forts. på pärmens baksida

Forts. från pärmens insida

- 32 1983 ERIKSSON, J. & LEPPÄKOSKI, E.: Bottenfaunan på Ål-stationer i den åländska skärgården. - 17 s.
- 33 1983 LEPPÄKOSKI, E. & BLOMÖVIST, E.: Redogörelse för verksamheten år 1982. - 16 s.
- 34 1983 BONSDORFF, E. & KARLSSON, O.: Grumlingseffekten i samband med småskaliga muddringar i skärgården. - 5 s.
- 35 1983 WEPPLING, K.: Undersökning av Bocknäs vattentäkter sommaren 1983. - 17 s.
- 36 1983 RÖNNBERG, O.: Blåstångens utbredning i den åländska skärgården 1981-82. - 8 s.
- 37 1983 RUOKOLAHTI, C.: Undersökning av tre åländska reningsverk och recipienter sommaren 1983. - 34 s.
- 38 1984 KARLSSON, O.: Odling av sikyngel i belysta nätkassar. - 19 s.
- 39 1984 LEPPÄKOSKI, E. & NYSTRÖM, R.: Verksamhetsberättelse för år 1983. - 13 s.
- 40 1984 MATTILA, J. & RÖNN, C.: Undersökning av tre åländska reningsverk och deras recipienter sommaren 1984: Degerby, Stenbro och Kastelholm. - 26 s.
- 41 1984 RUOKOLAHTI, C.: En kassodlings inverkan på påväxten i en havsvik (Eckerö) 1984. - 21 s.
- 42 1984 RÄISÄNEN, R.: Undersökning av Tjudö Storträsk och Uppsjön på Kökar samt deras tillrinningsområden sommaren 1984. - 28 s.
- 43 1985 SUOMALAINEN, S.: Inventering av Kungsöfjärden och Katthavet i Jomala i samband med uttag av bevattningstvatten 1984. - 38 s.
- 44 1985 LEPPÄKOSKI, E. & NYSTRÖM, R.: Verksamhetsberättelse för år 1984. - 12 s.
- 45 1985 ÅDJERS, K.: Övervakningen av tre åländska kassodlingar 1980-1985. - 34 s.
- 46 1985 RÖNN, C.: Undersökning av Toböle- och Mora träsk med tillrinningsområde, samt Hamnsunds träsk sommaren 1985. - 19 s.
- 47 1985 RUOKOLAHTI, C.: Kassodlingars inverkan på Cladophora glomerata (grönslick) i två åländska havsvikar (Järsö, Eckerö) 1985. - 14 s.
- 48 1985 ERIKSSON, J. & LINDHOLM, T.: Belastningen från Markusbölefjärdens och Långsjöns viktigaste tillflöden. - 12 s.
- 49 1986 SUOMALAINEN, S.: Effekter av vasskörd på vattentäkter. Undersökningar i Markusbölefjärden. - 27 s.
- 50 1986 RUOKOLAHTI, C.: Undersökning av vattnen kring Brännholmens fisk, Andersö. - 18 s.
- 51 1986 LEPPÄKOSKI, E., LINDHOLM, T. & ÖSTERMAN, C-S.: Verksamhetsberättelse för år 1985. - 12 s.
- 52 1986 RUOKOLAHTI, C.: Förekomsten av blåstång invid några fiskodlingar i Föglö. - 12 s.
- 53 1986 ÅDJERS, K.: Undersökning av Vargsundet 1986. - 18 s.
- 54 1987 PORVARI, P., VEIJANEN, A. & ERIKSSON, J.: Vattenkvaliteten i sjöarna Markusbölefjärden, Långsjön och Dalkarby träsk sommaren 1986. - 21 s.
- 55 1987 ÖSTMAN, M.: Undersökning av Godby reningsverk och markbädden i Sund sommaren 1987. - 21 s.
- 56 1987 RÖNNBERG, O., LEPPÄKOSKI, E. & ÖSTERMAN, C-S.: Verksamhetsberättelse för år 1986. - 7 s.
- 57 1987 ÅDJERS, K.: Miljöpåverkan från fiskodling i brackvatten på Åland. - 24 s.