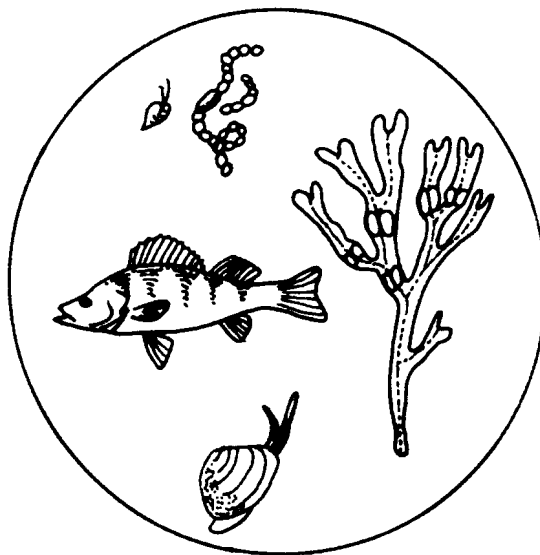


FORSKINGSRAPPORTER
FRÅN
HUSÖ BIOLOGISKA STATION

No 100 (2000)



Cecilia Rönnberg

Förekomst av drivande alger och syrebrist i den nordvästra delen av Ålands skärgård

(Occurrence of drifting algal mats and hypoxia in the north-western part of the Åland archipelago, N Baltic Sea)

Husö biologiska station
Institutionen för biologi
Åbo Akademi

I publikationsserien **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** rapporteras forskning utförd i anknytning till Husö biologiska station. Serien utgör en fortsättning på serierna **Husö biologiska station Meddelanden** och **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Utgivare är Husö biologiska station, Institutionen för biologi, Åbo Akademi. Författarna svarar själva för innehållet. Förfrågningar angående serien riktas till stationen under adress: 22220 Emkarby; telefon: 018-37221; telefax: 018-37244; e-post: johanna.mattila@abo.fi (Även: BioCity, Åbo Akademi, 20520 Åbo; telefon 02-2154 384).

The series **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** contains scientific results and processed data from research activities of Husö biological station, Department of Biology, Åbo Akademi University. The authors have full responsibility for the contents of each issue. The series is a sequel to the publications **Husö biologiska station Meddelanden** and **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Inquiries should be addressed to Husö Biological Station, Åbo Akademi University. Address: FI-22220 Emkarby, Finland; phone: +358-18-37221; telefax: +358-18-37244; e-mail: johanna.mattila@abo.fi. (Also: BioCity, Åbo Akademi University, FI-20520 Turku; Finland, phone: +358-2-2154 384.)

Redaktör:

Johanna Mattila

Editor:

Åbo Akademis tryckeri – Åbo 2000

ISBN: 952-12-0590-3

ISSN: 0787-5460

Förekomst av drivande alger och syrebrist i den nordvästra delen av Ålands skärgård

(Occurrence of drifting algal mats and hypoxia in the north-western part of the Åland archipelago, N Baltic Sea)

Cecilia Rönnberg

Husö biologiska station; institutionen för biologi, Åbo Akademi

22220 Emkarby, Åland

Finland

Abstract

The occurrence of drifting algal mats and hypoxia were investigated at 19 stations and along 5 transects in the archipelago of NW Åland in August and September 1999. The stations are generally in the depth-range of 15 to 30 m, at exposed localities as well as more sheltered ones. There are no earlier investigations of the drift algal situation at these depths in this part of Åland, and the aim of this study was therefore to get a picture of occurrence, frequency and size of the disturbed areas.

The results show that oxygen conditions were in general good in the bottom water. Drift algae were found especially at more sheltered localities, but also in the outer archipelago small patches were found. Two stations were revisited in September, 4-5 weeks after the first investigation and the results revealed that the amount of algae had increased and the oxygen situation had gotten worse.

Beside the main investigations, a two day survey of drifting algae and hypoxia in Lökholmsfjärden, Föglö was conducted, and the area outside it was also investigated. These results are presented in Appendix 1.

Introduktion

I augusti–september 1999 utfördes en kartering av förekomsten av drivande alger och syrebrist i den nordvästra delen av Ålands skärgård. Studierna koncentrerade sig på bottenar mellan 15 och 30 m djup, vilka i synnerhet gällande förekomst av drivande alger är föga undersökt från tidigare. De dykkarteringar av drivande alger som utförts i detta område (t. ex. BONSDORFF 1992, BONSDORFF *et al.* 1995, GENBERG 1998, HOLMSTRÖM 1998) har skett på mindre djup (ned till ca 10 m) och i huvudsak utgående från en strand. Resultaten av de hydrografiska mätningarna kan jämföras med tidigare karteringar av bottenfaunan i den åländska skärgården som utförts utgående från Husö biologiska station (t. ex. RUOKOLAHTI 1986, LAURÉN-MÄÄTTÄ & RÄISÄNEN 1988, SANDBERG *et al.* 1989, ÖSTMAN 1990, NORKKO & BONSDORFF 1994, TALLQVIST 1995).

Bottenarna på 15-30 m djup är tämligen bristfälligt undersökta, förutom några av Husö biologiska stations kontinuerligt uppföljda bottenfauna punkter, de så kallade Ål-stationerna. Orsaken är direkt praktisk, eftersom provtagning under 30 m djup börjar bli ogenomförbart manuellt från en mindre båt. Målsättningen med detta arbete var att få en uppfattning om förekomst och frekvens av drivande alger och syrebrist samt de påverkade områdets storlek.

Utöver det egentliga undersökningsområdet utfördes en två dagars kartering av drivande alger och syrebrist i Lökholmsfjärden och i det närliggande området utanför den på norra Föglö. Arbetet redovisas i bilaga 1.

Detta arbete utfördes utgående från Husö biologiska station på uppdrag och finansierat av Ålands Landsskapsstyrelse. Fältarbetet och de hydrografiska analyserna genomfördes med hjälp av stationens praktikanter.

Bakgrund

Eutrofiering avser en ökning av begränsande näringsämnen, speciellt kväve och fosfor från terrestra källor (t. ex. BADEN *et al.* 1990, CEDERWALL & ELMGREN 1990, NEHRING & MATTHÄUS 1991). Som en följd av detta ökar den biologiska syreförbrukningen i bottenvattnet, vilket kan resultera i total syrebrist och massdöd för den bentiska faunan (BADEN *et al.* 1990, CEDERWALL & ELMGREN 1990, GRAY 1992, BONSDORFF *et al.* 1997 a & b). Östersjön är ett bräckt innanhav och extra känslig i detta avseende på grund av en varaktig stratifiering av vattenmassan, ett långsamt vattenutbyte och en låg årlig medeltemperatur (NEHRING & MATTHÄUS 1991).

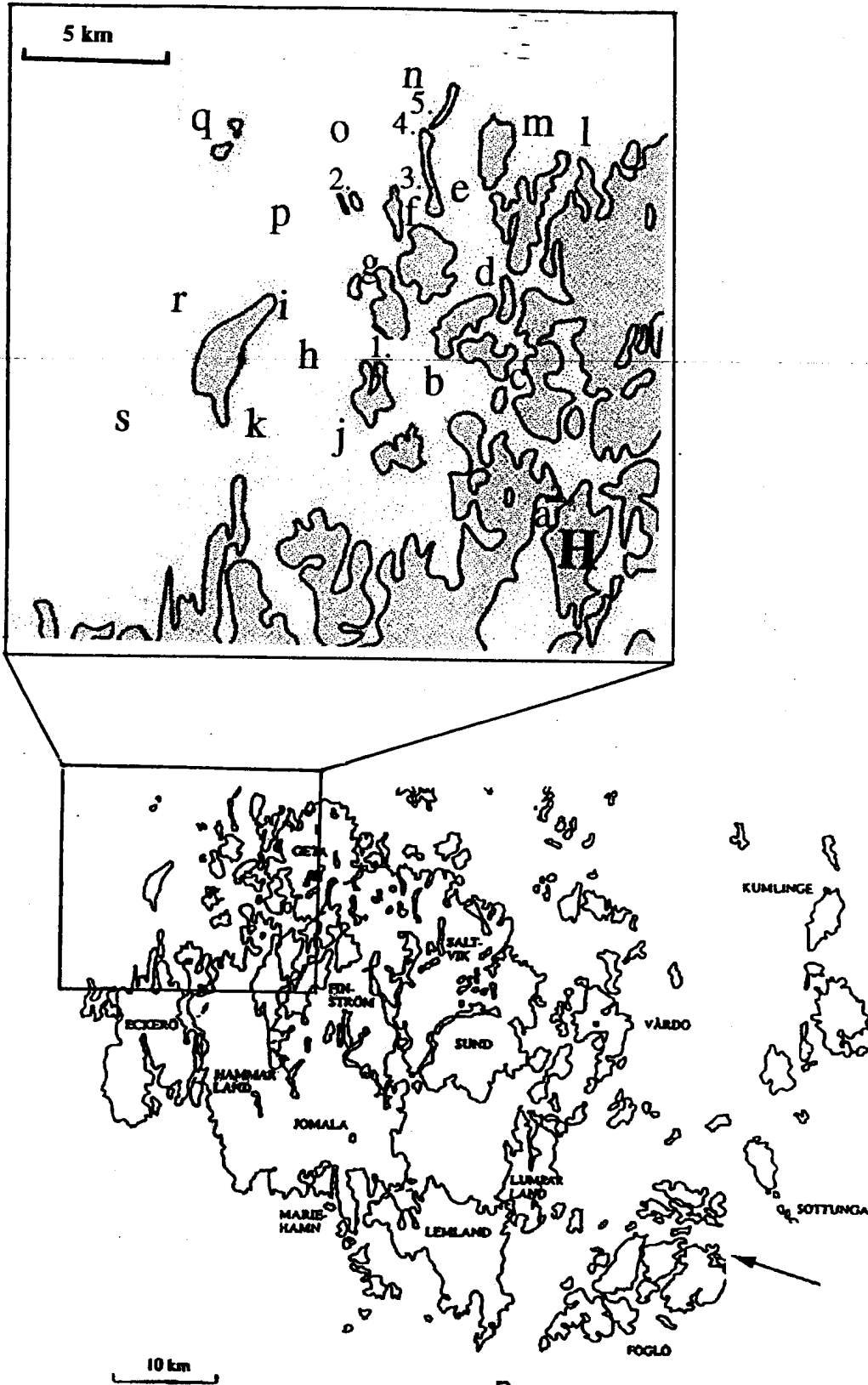


Fig. 1. Översiktskarta över fasta Åland, i den infällda rutan är alla stationer (a-s) och transekter (1-5) utmärkta. Lökholmsfjärden på Föglö är utmärkt med en pil.
The investigated stations (a-s) and transects (1-5) in NW Åland. Lökholmsfjärden at Föglö is indicated with an arrow.

Eutrofieringen ökar bland annat förekomsten av ettåriga trådalger i litoralen. Då dessa slits loss kan de transportera till stränder och sandbottnar där de bildar lösiggande mattor av drivande alger (BONSDORFF 1992, VETTER 1994). Mattornas översta och friskaste alger fortsätter att växa en tid, vilket leder till en ökad biomassa. Algmattorna kan föras omkring av strömmar eller flätas ihop av dymning (LINDHOLM 1998). De drivande algerna fungerar som ett fysiskt täcke; syrehalterna i gränsen mellan algmattan och sedimentytan och även nere i sedimentet minskar kraftigt (NORKKO 1997).

Bottnarna som täcks av trådalgsmassor blir snabbt syrefria och berikas med organiskt material och bakterier (LINDHOLM 1998). Syrebrist eller hypoxi kan klassas som en kemisk störning och anger den nivå faunan behöver för att upprätthålla sitt normala beteende och fysiologiska funktioner (VON OERTZEN 1982). Fenomenet är vanligtvis årstidsbundet och de lägsta syrehalterna nås då vattentemperaturen är som högst, det vill säga i augusti på norra halvklotet (ROSENBERG 1980).

I och under algmattorna bildas metan och toxiskt svavelväte (H_2S), djurlivet i algmattan och botten djurliv slås ut och till sist återstår bara en slambildande alg- och bakteriesörja. Friska sand- och lerbottnar täcks småningom av svart slam. Vindexponerade ställen klarar sig bättre, men även klippbottnar kan inbäddas i slam (LINDHOLM 1998).

Undersökningsområden

Totalt 19 stationer och 5 transekter i nordvästra Ålands skärgård besöktes i augusti-september 1999. Stationerna valdes utgående från sjökort (Sjöfartstyrelsens småbåtssjökort över Åland, serie C, sidorna 768-769, 1998) och avsikten var att

kartlägga ett så vidsträckt område som möjligt med djup från 15 till 30 m. Områden som var enhetliga i frågan om djup valdes och inom området togs prover på ett antal punkter. Några provtagningar på grundare ställen förekommer, eftersom det tidigare observerats drivande alger i de trakterna (E. BONSDORFF Åbo Akademi, muntl.) Sex av undersökningspunkter hör till Husös provtagningsnätverk (Ål-stationer). Stationerna bestod av 3-7 provtagningspunkter för att få en mer heltäckande bild av algsituationen och de hydrografiska förhållandena inom varje undersökningsområde.

Västra Ålands kustområde karakteriseras av en hög topografisk öppenhet, en rak kustlinje och en kraftig sluttning ner till djup på över 200 m i Ålands hav. Området domineras av erosionsbottnar och en sydlig strömningsriktning (NORKKO &

BONSDORFF 1994). Provtagningsstationerna var belägna både i mellanskärgården (stationerna A, C, D) och i ytterskärgården (stationerna B, E-S). Två stationer där drivande alger påträffades vid den första provtagningen, F (7.8) och G (16.8), återbesöktes ca en månad efter den första provtagningen (13.9). I Fig. 1. är samtliga stationer utmärkta och i Tabell 1. samt Fig. 3-17 framgår stationernas exakta position.

Tabell 1. En förteckning över samtliga a) stationer och b) transekter med position, djup (m) och botten typ angivet för varje provtagningspunkt. Längst till höger anges vilka av Husös Ål-punkter som sammanfaller med dessa provtagningspunkter.
A list of the a) stations and b) transects and their position, depth and type of bottom for each of the sampling points.

a)	Station	Punkt	Koordinater	Djup (m)	Bottentyp	
	A	1	N 60° 19. 108´ E 19° 48. 913´	18.0	lera	(Ål-Bergö)
		2	N 60° 18. 732´ E 19° 48. 913´	24.0	lera	
		3	N 60° 18. 506´ E 19° 48. 304´	27.0	lera	
		4	N 60° 17. 894´ E 19° 48. 109´	28.0	lera	
		5	N 60° 17. 528´ E 19° 48. 152´	27.0	lera	
	B	1	N 60° 20. 659´ E 19° 44. 337´	15.3	lera	(Ål-Dånö)
		2	N 60° 20. 876´ E 19° 43. 952´	16.1	lera	
		3	N 60° 20. 449´ E 19° 42. 589´	11.5	lera	
		4	N 60° 21. 130´ E 19° 42. 255´	16.2	lera	
		5	N 60° 21. 527´ E 19° 43. 065´	14.9	lera	
		6	N 60° 21. 364´ E 19° 44. 000´	17.8	lera - blålera	
	C	1	N 60° 21. 587´ E 19° 47. 130´	13.0	gyttja	(Dånö 4)
		2	N 60° 21. 248´ E 19° 47. 370´	11.0	gyttja	
		3	N 60° 21. 151´ E 19° 47. 304´	13.0	gyttja	
		4	N 60° 20. 711´ E 19° 47. 152´	12.5	gyttja	
		5	N 60° 20. 409´ E 19° 46. 957´	14.5	gyttja	
		6	N 60° 19. 838´ E 19° 47. 337´	12.0	gyttja	
	D	1	N 60° 24. 215´ E 19° 45. 329´	25.0	gyttja	(Dånö 4)
		2	N 60° 23. 949´ E 19° 45. 686´	24.0	gyttja - grus	
		3	N 60° 23. 653´ E 19° 45. 939´	14.5	gyttja	
		4	N 60° 23. 358´ E 19° 45. 990´	18.0	gyttja - grus	
		5	N 60° 23. 173´ E 19° 45. 994´	17.0	gyttja	
		6	N 60° 22. 860´ E 19° 46. 185´	19.0	gyttja	
		7	N 60° 22. 495´ E 19° 46. 174´	23.0	gyttja	
	E	1	N 60° 24. 342´ E 19° 44. 431´	12.5	gyttja	(Dånö 4)
		2	N 60° 24. 269´ E 19° 44. 806´	10.5	berg	
		3	N 60° 24. 271´ E 19° 45. 152´	20.0	berg -(grus-lera)	
	F	1	N 60° 23. 956´ E 19° 42. 276´	26.2	lera	(Dånö 4)
		1a	N 60° 23. 791´ E 19° 42. 317´	10.5	gyttja	
		2	N 60° 23. 744´ E 19° 42. 772´	25.5	lera	
		3	N 60° 23. 686´ E 19° 42. 238´	17.0	lera	
		4	N 60° 23. 470´ E 19° 42. 242´	26.3	lera	
		5	N 60° 23. 271´ E 19° 42. 078´	25.3	berg	
	5a	N 60° 23. 361´ E 19° 41. 985´	15.0	gyttja		

Station	Punkt	Koordinater	Djup (m)	Bottentyp	
G	1	N 60° 22. 602' E 19° 41. 130'	13.8	gyttja	
	2	N 60° 22. 462' E 19° 41. 000'	13.1	gyttja	
	3	N 60° 22. 361' E 19° 41. 413'	31.2	gyttja	
	4	N 60° 22. 253' E 19° 41. 261'	27.0	lera	
	5	N 60° 22. 108' E 19° 40. 804'	18.6	sand - lera	
H	1	N 60° 21. 589' E 19° 41. 229'	23.0	grus - lera	(Äppelö 3)
	2	N 60° 21. 808' E 19° 39. 704'	30.0	lera	
	3	N 60° 22. 021' E 19° 38. 525'	31.5	lera	
	4	N 60° 21. 552' E 19° 37. 645'	21.0	lera	
	5	N 60° 20. 928' E 19° 37. 682'	14.0	grus - lera	
	6	N 60° 20. 520' E 19° 38. 633'	11.0	grus	
	7	N 60° 20. 728' E 19° 39. 645'	24.0	lera	
I	1	N 60° 22. 075' E 19° 37. 457'	10.0	grus - gyttja	
	2	N 60° 21. 978' E 19° 37. 489'	10.5	gyttja - (grus)	
	3	N 60° 21. 684' E 19° 37. 345'	10.5	berg - sten	
	4	N 60° 21. 538' E 19° 37. 017'	10.5	lera	
J	1	N 60° 20. 015' E 19° 40. 190'	25.4	grus - lera	(SNV 9)
	2	N 60° 19. 888' E 19° 40. 572'	15.2	sand - grus - lera	
	3	N 60° 19. 759' E 19° 40. 215'	22.5	lera - (grus)	
	4	N 60° 19. 604' E 19° 40. 379'	25.5	lera - (grus)	
	5	N 60° 19. 163' E 19° 40. 839'	18.5	lera	
K	1	N 60° 20. 121' E 19° 36. 660'	18.8	lera	
	2	N 60° 20. 028' E 19° 36.952'	12.1	sand - lera	
	3	N 60° 19. 956' E 19° 36. 799'	15.1	lera	
	4	N 60° 19. 626' E 19° 36. 387'	20.0	lera	
	5	N 60° 19. 222' E 19° 36. 787'	19.8	lera	
	6	N 60° 19. 339' E 19° 37. 333'	17.6	lera	
L	1	N 60° 25. 366' E 19° 48. 717'	21.0	berg	(Äppelö 4)
	2	N 60° 25. 118' E 19° 49. 630'	13.0	berg	
	3	N 60° 24. 839' E 19° 48. 772'	16.0	sand	
	4	N 60° 24. 032' E 19° 47. 957'	12.5	lera	
M	1	N 60° 25. 527' E 19° 46. 783'	17.0	sand	
	2	N 60° 25. 118' E 19° 46. 870'	22.0	sten - lera	
	3	N 60° 25. 344' E 19° 47. 196'	16.0	sand	
	4	N 60° 24. 892' E 19° 47. 022'	15.5	berg	
	5	N 60° 25. 161' E 19° 47. 717'	17.5	lera	
	6	N 60° 25. 473' E 19° 47. 870'	19.5	berg	
N	1	N 60° 26. 768' E 19° 43. 967'	19.5	berg	
	2	N 60° 26. 464' E 19° 43. 654'	22.0	berg	
	3	N 60° 25. 717' E 19° 42. 472'	16.5	berg	
O	1	N 60° 25. 633' E 19° 41. 121'	15.8	berg	
	2	N 60° 25. 720' E 19° 40. 758'	19.9	berg	
	3	N 60° 25. 562' E 19° 40. 574'	20.5	berg	
	4	N 60° 25. 466' E 19° 41. 164'	14.1	berg - sten	
	5	N 60° 25. 155' E 19° 40. 438'	24.5	berg - sten	
	6	N 60° 25. 011' E 19° 39. 185'	24.0	berg (lera- sand)	
	7	N 60° 24. 305' E 19° 39. 489'	16.4	berg	

Station	Punkt	Koordinater	Djup (m)	Bottentyp	
P	1	N 60° 24. 326' E 19° 38. 592'	26.5	sand - grus	
	2	N 60° 23. 922' E 19° 37. 421'	22.5	berg - sten	
	3	N 60° 23. 712' E 19° 37. 277'	19.5	berg	
	4	N 60° 23. 249' E 19° 37. 717'	31.3	lera-sand-grus	
	5	N 60° 23. 642' E 19° 38. 697'	33.0	sand-grus-(lera)	
	6	N 60° 23. 581' E 19° 39. 464'	22.5	berg-lera-sand	
	7	N 60° 23. 337' E 19° 39. 446'	27.5	berg	
Q	1	N 60° 25. 151' E 19° 36. 043'	10.8	grus - sand	
	2	N 60° 25. 032' E 19° 36. 217'	13.4	berg	
	3	N 60° 24. 968' E 19° 36. 478'	7.7	sten - grus	
	4	N 60° 24. 849' E 19° 35. 783'	10.8	berg	
	5	N 60° 24. 935' E 19° 35. 609'	29.4	sten - (lera)	
R	1	N 60° 22. 633' E 19° 34. 520'	22.0	berg	
	2	N 60° 22. 421' E 19° 33. 401'	19.5	berg	
	3	N 60° 21. 863' E 19° 33. 530'	20.0	berg	
	4	N 60° 21. 400' E 19° 34. 431'	17.0	berg - sten	
	5	N 60° 21. 063' E 19° 33. 522'	15.5	berg - sten	
S	1	N 60° 21. 28' E 19° 30. 65'	12.3	berg	
	2	N 60° 20. 30' E 19° 29. 10'	22.8	berg - sten	
	3	N 60° 19. 40' E 19° 30. 25'	17.3	sten - (sand)	
	4	N 60° 18. 48' E 19° 31. 15'	17.4	sand	
	5	N 60° 17. 82' E 19° 30. 25'	9.8	sten	
b)	Transekt	Punkt	Koordinater	Djup (m)	Bottentyp
1	1	N 60° 21. 505' E 19° 42. 609'	1.4	sten - sand	
	2	N 60° 21. 419' E 19° 42. 522'	4.1	sand - (lera)	
	3	N 60° 21. 366' E 19° 42. 413'	7.5	sand - lera	
	4	N 60° 21. 290' E 19° 42. 391'	14.5	grus - lera	
	5	N 60° 21. 215' E 19° 42. 304'	16.5	berg - (grus-lera)	
2	1	N 60° 24. 053' E 19° 40. 448'	20.7	sand - lera	
	2	N 60° 24. 254' E 19° 40. 320'	7.6	berg	
	3	N 60° 24. 443' E 19° 40. 316'	4.3	grus - (lera)	
	4	N 60° 24. 514' E 19° 40. 254'	3.9	lera - (grus)	
	5	N 60° 24. 651' E 19° 40. 111'	8.5	sand - grus	
	6	N 60° 24. 767' E 19° 40. 035'	18.0	berg	
	7	N 60° 24. 866' E 19° 39. 897'	30.7	sand-lera-(grus)	
3	1	N 60° 24. 430' E 19° 42. 489'	8.0	berg	
	2	N 60° 24. 387' E 19° 42. 435'	11.5	sand	
	3	N 60° 24. 290' E 19° 42. 348'	15.5	sten - sand	
	4	N 60° 24. 204' E 19° 42. 239'	16.0	sand - lera	
	5	N 60° 24. 108' E 19° 42. 217'	15.5	sand - lera	
	6	N 60° 24. 054' E 19° 42. 014'	10.0	sand - lera	
4	1	N 60° 25. 483' E 19° 43. 353'	6.7	berg	
	2	N 60° 25. 538' E 19° 43. 251'	7.1	sand	
	3	N 60° 25. 562' E 19° 43. 222'	8.5	sand	
	4	N 60° 25. 677' E 19° 43. 141'	8.0	berg - sten	
	5	N 60° 25. 742' E 19° 42. 957'	15.0	berg	
5	1	N 60° 25. 774' E 19° 43. 635'	5.1	berg - sten	
	2	N 60° 25. 842' E 19° 43. 623'	5.8	berg	
	3	N 60° 25. 887' E 19° 43. 558'	15.0	berg	
	4	N 60° 25. 931' E 19° 43. 481'	19.5	berg	
	5	N 60° 26. 010' E 19° 43. 293'	17.0	berg	

Metodik

Undersökningen utfördes under perioden 4.8-13.9 1999. De på förhand på kartan valda provtagningspunkterna lokaliserades med ekolod och landmärken. Vid provtagningarna nyttjades en satellit navigator (GSM, Garwin) för att fastställa punkternas exakta positioner (Tabell 1) och underlätta eventuella återbesök.

Hydrografi

Vattenprover togs ca 0.5 m från botten på samtliga punkter och på varje station ytterligare ett ytprov (1 m djup) för jämförelse. Provtagningen skedde med en vattenhämtare av typ LIMNOS. De fysikaliska parametrar som analyserades var följande:

1. Temperaturen (°C) bestämdes med termometern på vattenhämtaren.
2. pH bestämdes med pH-mätare av märket Metrohm i laboratorium.
3. Vattnets ledningsförmåga mättes med konduktivitetsmätare av märket Metrohm i laboratorium och saliniteten uträknades enligt formeln: $s ‰ = 0.6701x - 0.3723$, där x = konduktiviteten i mS/cm.
4. Syre analyserades med Winkler-metoden enligt ANON. (1975) och anges här både i formen mg/l och som mättnadsgrad (%).

Förekomst av drivande alger och svavelväte

Den enklaste metoden för att undersöka bottenarnas tillstånd i frågan om drivande alger utfördes med hjälp av en hämtare av typen Ekman-Birge. 1-3 hugg per punkt togs och direkt i fält noterades förekomsten av drivande alger och deras tillstånd av nedbrytning, botten typen samt om sedimentet luktade H₂S.

Resultat

Medelvärdet av bottenvattnets syreförhållanden var 9.88 ± 1.10 mg/l SD, vilket motsvarade en mättnadsgrad på 91 ± 13.7 % (stationernas och transekternas medelvärden sammanslagna). Sämst var syrevärdena på punkterna 4 och 5 på station A. De hade en mättnadsgrad på 5 respektive 16 %. Beträffande pH och saliniteten på station A var förhållandena relativt stabila, med medelvärden på 7.88 ± 0.3 och 6.34 ± 0.12 . De fysikaliska parametrarna illustreras i Tabell 2. Värdena för ytvattnet framgår i Tabell 3.

Tabell 2. Provtagningsdatum, de fysikalisk-kemiska parametrarna i bottenvattnet samt förekomst av svavelväte och drivande alger för a) stationerna och b) transekterna. Värden inom parentes avser en liten mängd. Drivande alger beskrivs som DA 1 = nyligen lösslitna, relativt fräscha, DA 2 = nedbrytningsprocessen inledd och DA 3 = nedbrytningsprocessen långt framskriden. - = värde saknas. SD = standardavvikelse.

The physical-chemical parameters of the bottom-near water and the occurrence of hydrogen sulphide and drifting algal mats for a) the stations and b) the transects.

a)

Datum	Station	Punkt	Temp. (°C)	pH	Salinitet (s ‰)	Syre		H ₂ S i sed.	Alg- tillstånd
						(mg/l)	(%)		
27.8	A	1	17.0	8.10	5.96	9.63	100	-	-
		2	16.6	8.03	6.09	9.49	98	-	-
		3	16.8	8.03	6.06	9.28	96	(H ₂ S)	-
		4	11.9	7.06	5.91	0.50	5	-	-
		5	12.9	7.07	5.93	1.66	16	-	-
4.8	B	1	17.8	7.78	6.36	8.58	90	-	-
		2	13.2	7.45	6.32	8.03	77	-	-
		3	12.5	7.55	6.40	8.54	80	-	-
		4	6.1	7.44	6.48	9.63	78	-	-
		5	6.6	7.36	6.47	7.87	64	-	-
		6	5.6	7.43	6.48	9.66	77	-	-
27.8	C	1	16.1	7.99	6.09	8.58	87	-	-
		2	16.2	8.03	6.17	8.16	83	-	-
		3	14.3	7.67	6.27	9.22	90	-	-
		4	16.4	8.08	6.15	10.54	108	-	-
		5	13.9	7.58	6.30	8.03	78	-	-
		6	14.7	7.71	6.30	8.56	85	-	-
8.9	D	1	6.4	7.5	6.52	8.85	72	-	-
		2	7.5	7.49	6.5	8.56	71	-	-
		3	15.3	8.00	6.32	9.34	93	-	-
		4	8.8	7.44	6.47	7.97	69	-	-
		5	14.2	7.84	6.34	8.83	86	-	-
		6	9.6	7.43	6.46	7.65	67	-	-
		7	6.5	7.24	6.52	6.02	49	-	-
8.9	E	1	16.2	8.01	6.27	9.54	97	-	-
		2	16.3	8.13	6.30	9.62	98	-	DA 1
		3	14.8	7.97	6.35	9.33	92	-	-
7.8	F	1	4.6	7.44	6.49	9.42	73	H ₂ S	-
		2	4.5	7.46	6.48	10.03	78	-	-
		3	5.0	7.43	6.27	9.65	76	H ₂ S	DA 2
		4	4.5	7.46	6.62	9.78	76	H ₂ S	DA 2
		5	4.5	7.42	6.48	-	-	-	-
13.9	F	1	6.8	7.36	6.44	6.90	57	H ₂ S	DA 2
		2	6.9	7.35	6.39	7.90	65	H ₂ S	DA 3
		3	8.8	7.39	6.48	6.75	58	H ₂ S	DA 2
		4	13.4	7.65	6.32	8.43	81	-	DA 3
		5	6.7	7.45	6.50	8.29	68	-	-
		6	15.3	8.13	6.24	9.79	98	H ₂ S	DA 3
		7	11.5	7.48	6.38	7.55	69	H ₂ S	DA 2

Datum	Station	Punkt	Temp. (°C)	pH	Salinitet (s ‰)	Syre (mg/l)	(%)	H ₂ S i sed.	Alg- tillstånd
16.8	G	1	5.6	7.50	6.37	9.82	78	-	-
		2	6.0	7.50	6.44	9.90	80	-	-
		3	5.2	7.49	6.47	10.19	80	H ₂ S	DA 1
		4	5.4	7.47	6.47	9.90	78	-	-
		5	5.4	7.50	6.48	9.90	78	-	-
13.9	G	1	14.8	8.24	6.26	10.37	103	H ₂ S	DA 3
		2	6.5	7.49	6.50	8.58	70	(H ₂ S)	DA 3
		3	7.3	7.45	6.44	8.51	71	-	-
		4	6.9	7.43	6.54	8.45	69	H ₂ S	DA 3
		5	7.0	7.43	6.53	8.26	68	-	DA 3
5.8	H	1	16.3	8.24	6.21	9.34	95	-	-
		2	4.4	7.53	6.57	10.70	83	-	-
		3	6.8	7.58	6.38	9.89	81	-	-
		4	4.8	7.56	6.45	5.18	40	-	-
		5	6.6	7.49	6.36	10.19	83	-	-
		6	11.0	7.71	6.32	9.82	89	-	-
		7	4.3	7.56	6.49	10.86	84	-	-
30.8	I	1	15.3	8.15	6.31	10.26	102	-	-
		2	15.2	8.12	6.31	10.18	109	-	-
		3	15.2	8.13	6.32	9.71	97	-	-
		4	15.5	8.21	6.32	10.51	105	-	-
10.8	J	1	5.5	7.53	6.43	-	-	-	-
		2	6.2	-	-	9.71	78	-	-
		3	5.4	-	-	-	-	-	-
		4	5.2	-	-	-	-	-	-
		5	5.2	7.46	6.45	7.89	62	-	-
10.8	K	1	5.5	7.62	6.30	9.87	78	-	-
		2	6.0	-	-	9.38	75	-	-
		3	5.7	-	-	9.54	76	-	-
		4	5.6	-	-	6.03	77	-	-
		5	5.6	7.56	6.40	9.62	76	-	-
		6	5.5	7.56	6.40	9.22	73	-	-
24.8	L	1	9.0	7.64	6.33	10.22	86	-	-
		2	14.4	8.12	6.27	10.19	100	-	-
		3	14.2	8.10	6.25	9.82	96	-	-
		4	8.2	7.41	6.33	8.83	75	-	-
24.8	M	1	14.0	8.09	6.15	10.40	101	-	DA 1
		2	10.4	7.77	6.31	9.79	88	-	-
		3	14.5	8.18	6.23	10.00	98	-	-
		4	10.0	7.73	6.30	8.80	78	-	-
		5	6.2	7.42	6.38	9.66	78	-	-
		6	14.0	8.09	6.24	10.00	97	-	DA 1
12.9	N	1	7.7	7.77	6.36	11.01	92	-	-
		2	6.4	7.65	6.45	9.94	81	-	-
		3	15.1	8.11	6.28	9.79	98	-	DA 1
7.9	O	1	13.4	7.78	6.32	11.58	111	-	-
		2	8.0	7.55	6.45	10.70	90	-	-
		3	10.1	7.62	6.42	10.48	93	-	-
		4	13.6	8.3	6.36	11.25	108	-	-
		5	7.8	8.3	6.36	11.20	94	-	-
		6	7.6	7.66	6.40	10.46	88	-	-
		7	14.0	7.91	6.34	10.11	98	-	-

Datum	Station	Punkt	Temp. (°C)	pH	Salinitet (s ‰)	Syre (mg/l)	(%)	H ₂ S i sed.	Alg- tillstånd
7.9	P	1	5.9	7.61	5.53	11.04	85	-	-
		2	7.7	7.61	6.69	10.69	90	-	-
		3	8.2	8.27	6.27	11.38	97	-	-
		4	5.9	7.53	6.63	10.46	84	-	-
		5	5.5	8.19	6.36	11.49	91	-	-
		6	7.7	8.22	6.34	11.25	94	-	DA 1
		7	6.4	7.55	6.65	10.80	88	-	-
17.8	Q	1	9.0	7.73	6.11	10.80	94	-	-
		2	6.3	7.40	6.42	9.66	78	H ₂ S	DA 2
		3	12.1	8.14	6.30	11.57	108	-	-
		4	7.6	7.69	6.39	10.82	91	-	DA 1
		5	5.5	7.49	6.49	10.34	82	H ₂ S	DA 2
30.8	R	1	7.0	7.47	6.36	9.52	78	-	-
		2	8.7	7.65	6.46	10.16	87	-	-
		3	9.4	7.67	6.46	10.96	96	-	-
		4	10.0	7.46	6.46	7.94	70	-	-
		5	14.0	7.95	6.39	9.62	93	-	-
17.8	S	1	10.2	7.83	6.51	10.72	96	-	-
		2	6.5	7.7	6.77	10.78	88	-	-
		3	9.2	7.83	6.63	10.74	93	-	-
		4	11.3	7.9	6.52	10.51	96	-	-
		5	15.7	8.22	6.34	10.64	107	-	-
Medeltal			9.7	7.71	6.36	9.40	83		
SD			4.1	0.30	0.17	1.67	16.6		

b)

Datum	Transekt	Punkt	Temp. (°C)	pH	Salinitet (s ‰)	Syre (mg/l)	(%)	H ₂ S i sed.	Alg- tillstånd
25.8	1	1	15.9	8.22	6.32	11.02	112	-	DA 1
		2	15.3	8.19	6.32	10.30	103	-	DA 1
		3	15.3	8.17	6.34	10.38	104	-	-
		4	15.0	8.12	6.34	9.92	99	-	DA 2
		5	13.3	7.87	6.36	9.15	87	-	-
16.8	2	1	5.2	7.50	6.36	9.58	75	(H ₂ S)	-
		2	6.5	7.48	6.42	9.68	79	-	-
		3	13.5	7.99	6.30	10.13	97	-	-
		4	13.5	8.05	6.24	10.94	105	-	DA 2
		5	6.7	7.53	6.28	10.64	87	-	-
		6	5.6	7.55	6.44	11.15	89	-	-
		7	5.6	7.54	6.40	10.59	83	-	-
25.8	3	1	14.4	8.10	6.20	10.35	101	-	-
		2	14.7	8.12	6.36	10.22	101	-	-
		3	14.7	8.14	6.36	10.30	102	-	-
		4	14.4	8.07	6.36	10.00	98	-	-
		5	14.8	8.13	6.36	10.37	103	-	-
		6	14.5	8.12	6.35	10.27	102	-	-
12.9	4	1	16.8	8.35	6.26	11.15	115	-	-
		2	16.4	8.28	6.25	10.53	108	-	-
		3	16.5	8.33	6.25	10.74	110	-	-
		4	16.0	8.34	6.25	10.43	106	-	-
		5	16.0	8.30	6.25	10.45	106	-	-

Datum	Transekt	Punkt	Temp. (°C)	pH	Salinitet (s ‰)	Syre (mg/l)	(%)	H ₂ S i sed.	Alg- tillstånd
12.9	5	1	16.4	8.35	6.24	11.30	116	-	-
		2	16.4	8.35	6.25	10.62	109	-	-
		3	16.0	8.25	6.25	10.13	103	-	-
		4	9.0	7.67	6.42	9.92	86	-	-
		5	12.1	7.93	6.32	9.44	88	-	-
		Medeltal	13.2	8.04	6.32	10.35	99.07		
		SD	3.8	0.29	0.06	0.52	10.83		

Tabell 3. De fysikalisk-kemiska parametrarna som uppmättes vid ytan (1 m djup) på samtliga stationer samt datum för provtagningarna. SD = standard avvikelse.
The physical-chemical parameters at the surface (1 m) of the sampled stations.

Station	Datum	Temp. (°C)	pH	Salinitet (s ‰)	Syre (mg/l)	(%)	
A	27.8	17.0	8.03	5.97	10.45	108	
B	4.8	21.2	8.18	6.31	8.67	98	
C	27.8	16.5	8.09	6.14	11.10	114	
D	8.9	16.9	8.16	6.29	9.87	102	
E	8.9	16.7	8.19	6.31	9.97	103	
F	7.8	17.5	8.23	6.16	9.54	100	
F	13.9	16.7	8.24	6.28	10.27	106	
G	16.8	16.0	8.18	6.17	10.00	101	
G	13.9	16.6	8.27	6.33	10.56	109	
H	5.8	20.0	8.22	6.15	10.08	111	
I	30.8	15.5	8.22	6.31	10.08	101	
J	10.8	17.1	8.26	6.23	9.50	99	
K	10.8	17.1	8.29	6.17	9.34	97	
L	24.8	14.8	8.16	6.27	9.82	97	
M	24.8	14.7	8.20	6.22	10.30	102	
O	7.9	16.6	8.23	6.25	11.36	117	
P	7.9	16.5	8.25	6.36	11.62	120	
Q	17.8	16.1	8.22	6.32	10.75	109	
R	30.8	15.3	8.18	6.31	10.45	105	
S	17.8	16.1	8.22	6.31	10.50	107	
Transekt							
1	25.8	15.8	-	-	10.90	110	
2	16.8	15.9	8.12	6.23	10.10	102	
3	25.8	14.7	8.16	6.35	9.90	98	
5	12.9	16.9	8.30	6.25	10.66	110	
		Medeltal	16.6	8.20	6.25	10.24	105
		SD	1.5	0.06	0.09	0.66	6.4

Undersökningen av drivande alger och svavelväte visar att det främst är de mer skyddade lokalerna som ackumulerar de största algmängderna. Till denna kategori hör stationerna F, G och Q. Vid återbesöket hade situationen ytterligare förvärrats både på station F och G, vilket visar att dessa resultat till stor del ger en ögonblicksbild av situationen, där till exempel väderförhållandena kan spela en

avgörande roll. Alger påträffades även på de mest exponerade stationerna, dock var mängderna inte lika stora och kvaliteten på algerna var bättre. Oftast verkade de vara nyligen lösgjorda i vattenmassan. Alg- och H₂S-situationen redogörs i Tabell 2, i Fig. 3-17 illustreras dessa förhållanden tillsammans med syrehalterna. För de fem transekterna illustreras de hydrografiska förhållandena ytterligare i Fig. 2.

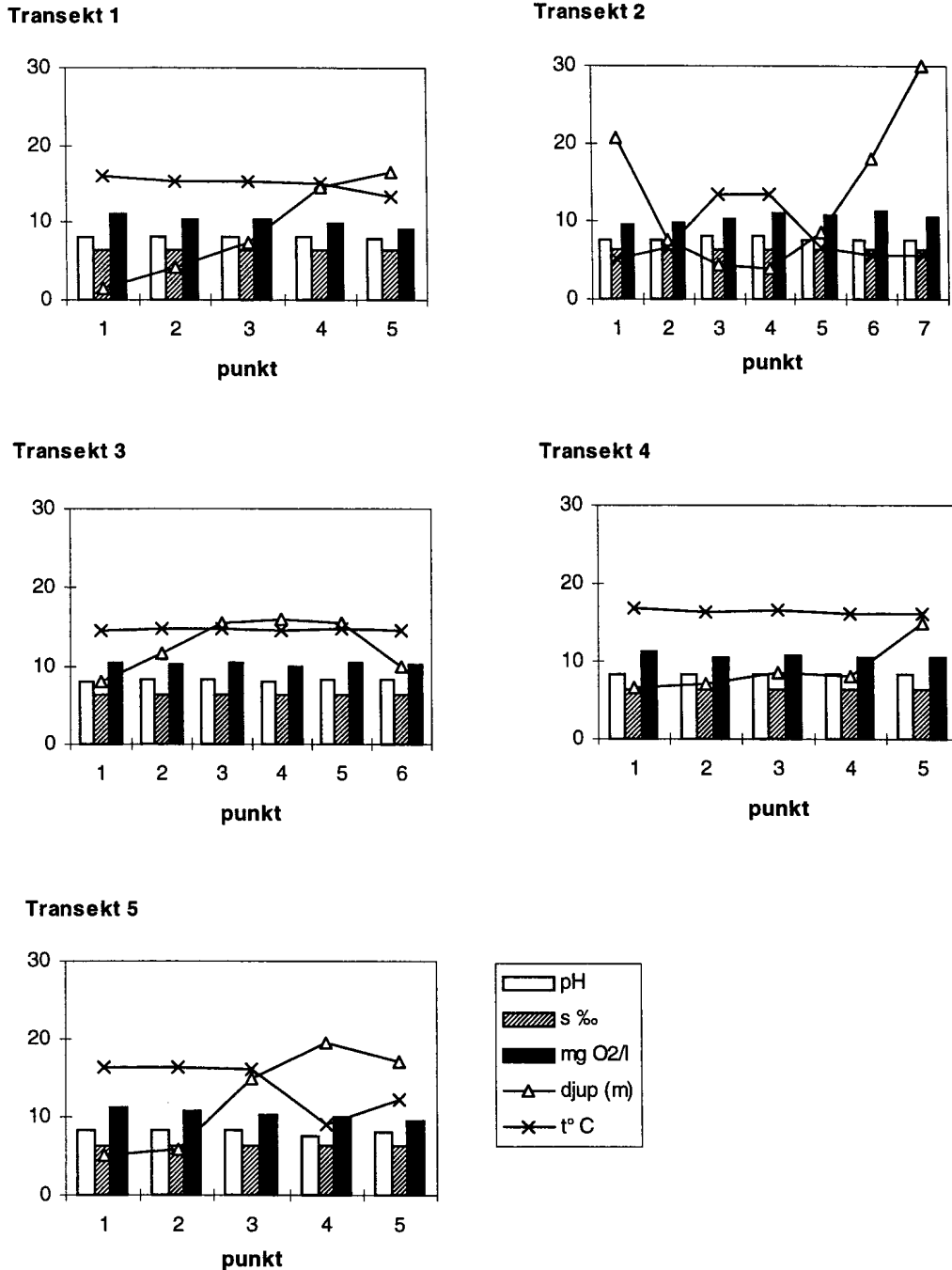


Fig. 2. De hydrografiska parametrarna pH, salinitet, syreinhåll och temperatur i förhållandet till djupet i de fem transekterna.

The parameters pH, salinity, oxygen content and temperatures in relation to the depth at the five transects.

Fig. 3-17. Detaljer utgående från Sjöfartsstyrelsens småbåtssjökort med alla stationernas provtagningspunkter utplacerade. För varje punkt anges:

- syremängd klassad enligt DIAZ & ROSENBERG (1995): U = utmärkt, > 70 %; G = god, 41-70 %; N = nöjaktig, 20-40 %; D = dålig, < 20 %
- närvaro av H₂S (liten mängd inom parentes)
- drivande alger; DA 1 = nyligen lösslitna, DA 2 = nedbrytningen inledd, DA 3 = mycket nedbrutna.

Details from the Nautical Chart for small boats with all sampling points within respective station marked. For each point the oxygen situation (U = excellent, > 70 %; G = good, 41-70 %; N = satisfactory, 20-40 %; D = bad, < 20 %) and the presence of H₂S (small amount in brackets) and drifting algae (DA 1 = relatively fresh, DA 2 = decomposition started, DA 3 = highly decomposed) are mentioned.

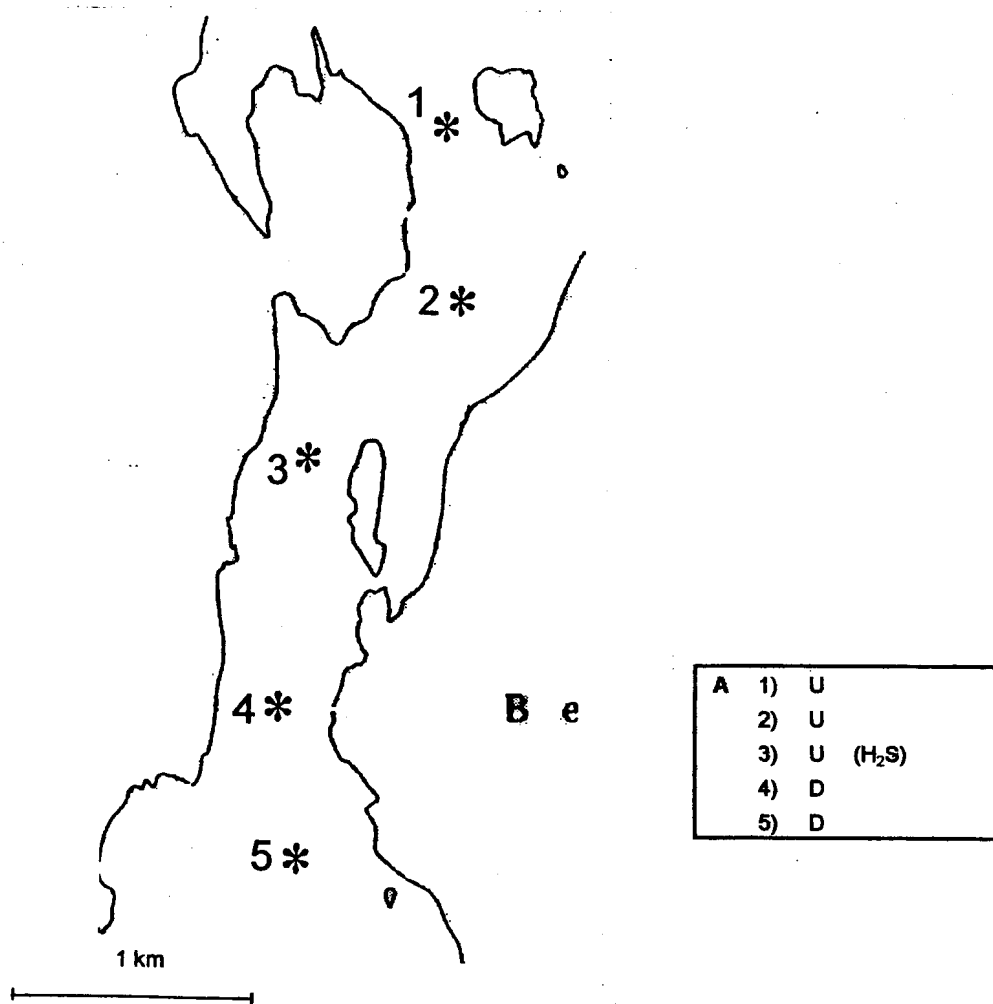


Fig. 3. Station A.

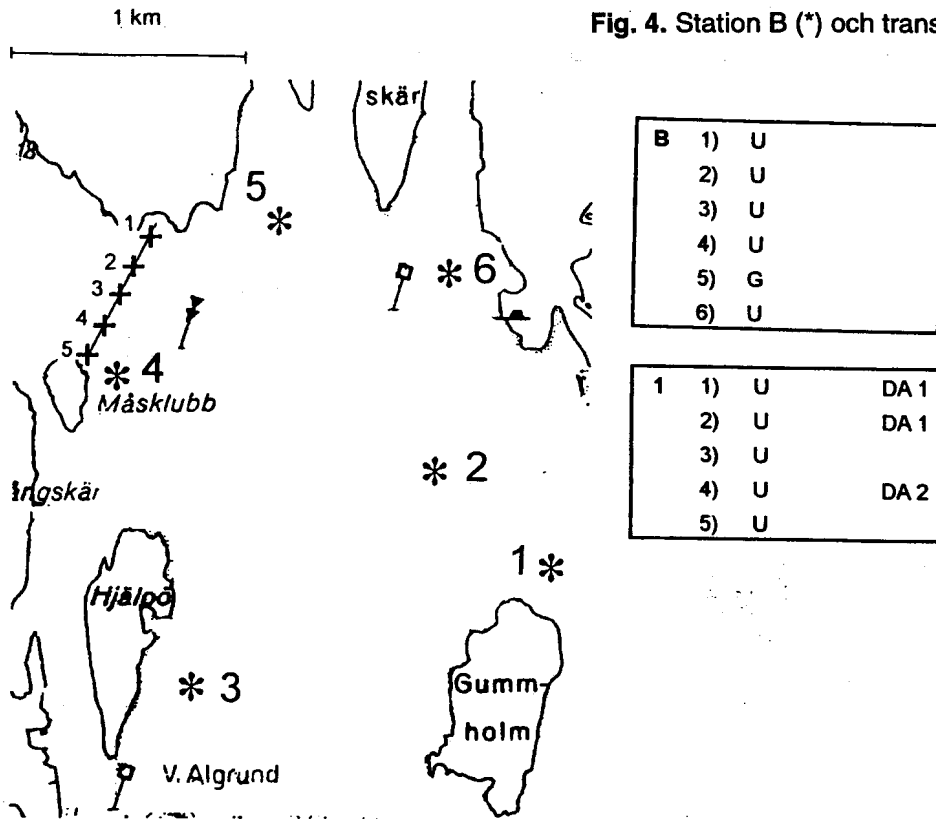


Fig. 4. Station B (*) och transekt 1 (+).

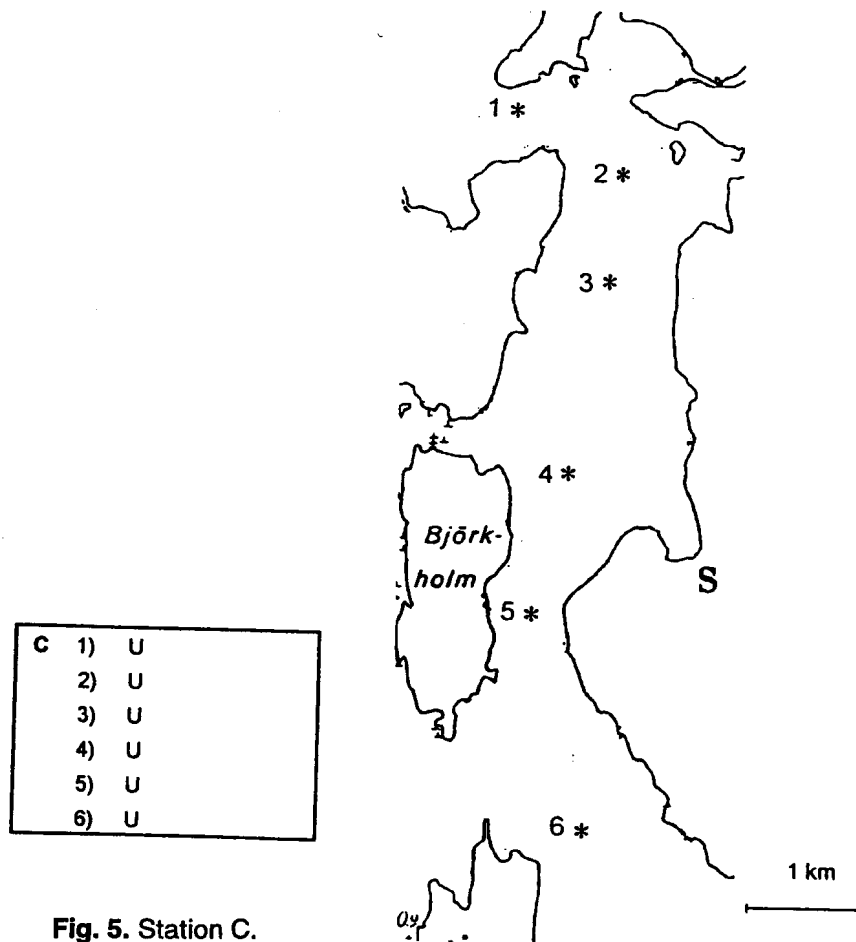
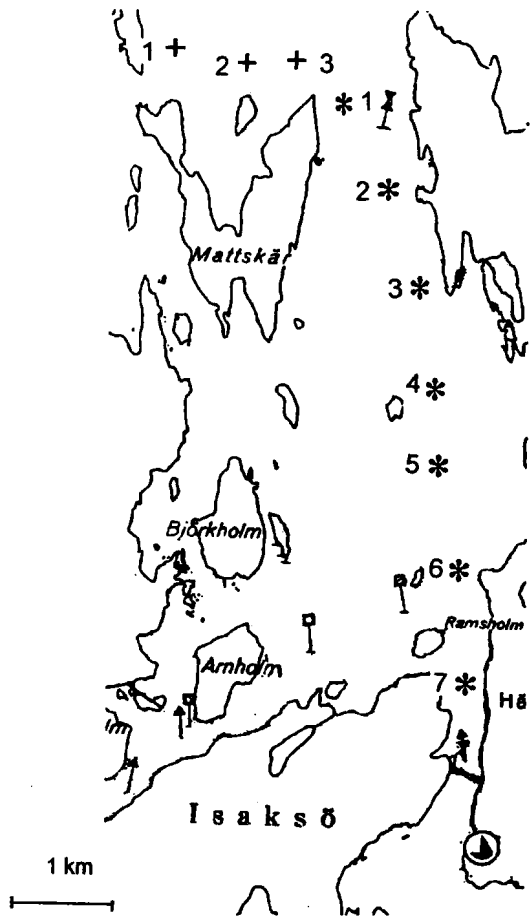


Fig. 5. Station C.

Fig. 6. Station D (*) och E (+).



D	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	G
	5)	U
	6)	G
	7)	G

E	1)	U	
	2)	U	DA 1
	3)	U	

2	1)	U	(H ₂ S)	
	2)	U		
	3)	U		
	4)	U		DA 2
	5)	U		DA 1
	6)	U		
	7)	U		

F	1)	U	H ₂ S	
	7.8	2)	U	
	3)	U	H ₂ S	DA 2
	4)	U	H ₂ S	DA 2
	5)	-		

F	13.9	1)	G	H ₂ S	DA 2
		2)	G	H ₂ S	DA 3
		3)	G	H ₂ S	DA 2
		4)	U		DA 3
		5)	G		
		6)	U	H ₂ S	DA 3
		7)	G	H ₂ S	DA 2

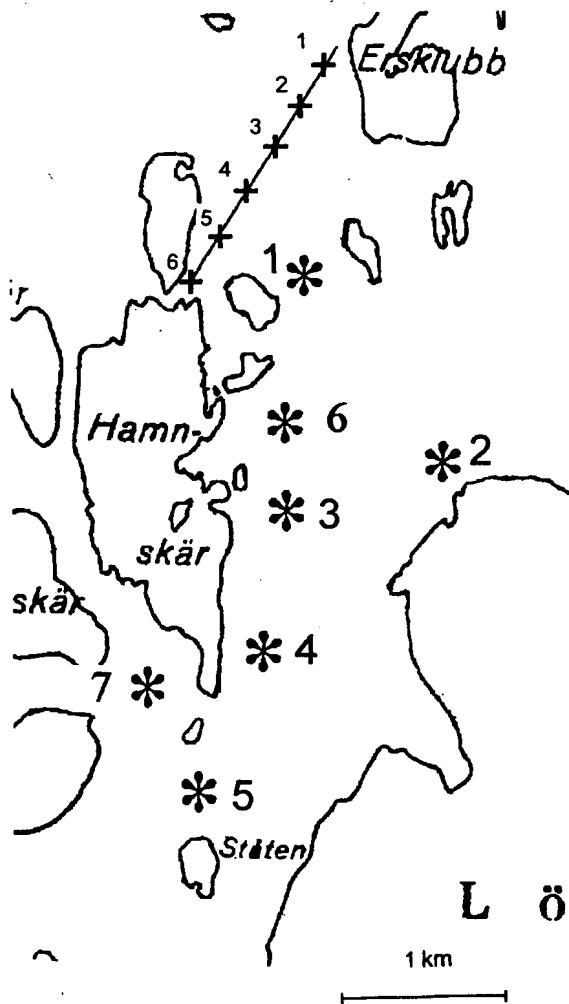


Fig. 7. Transekt 2 (+) och station F (*) som besöktes vid två tillfällen (7.8 och 13.9).

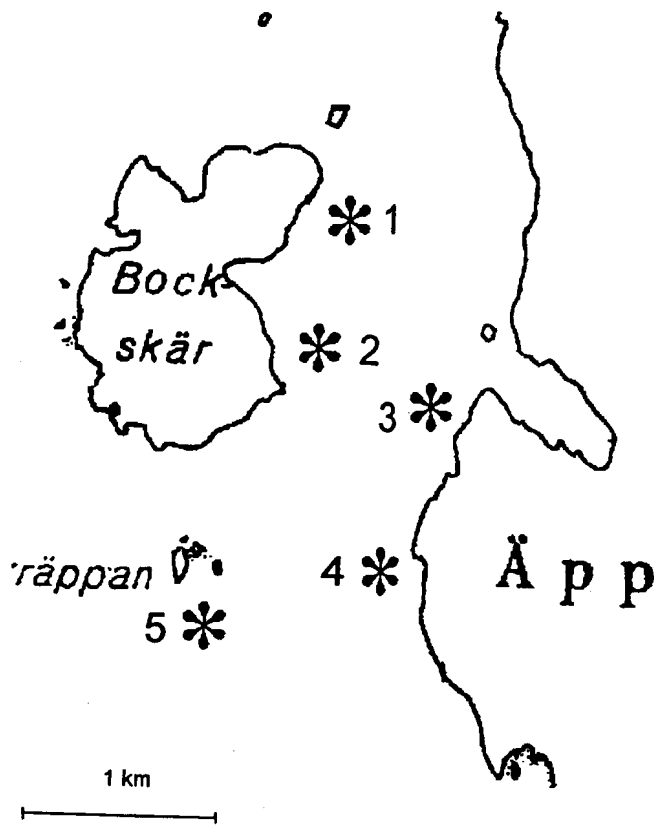
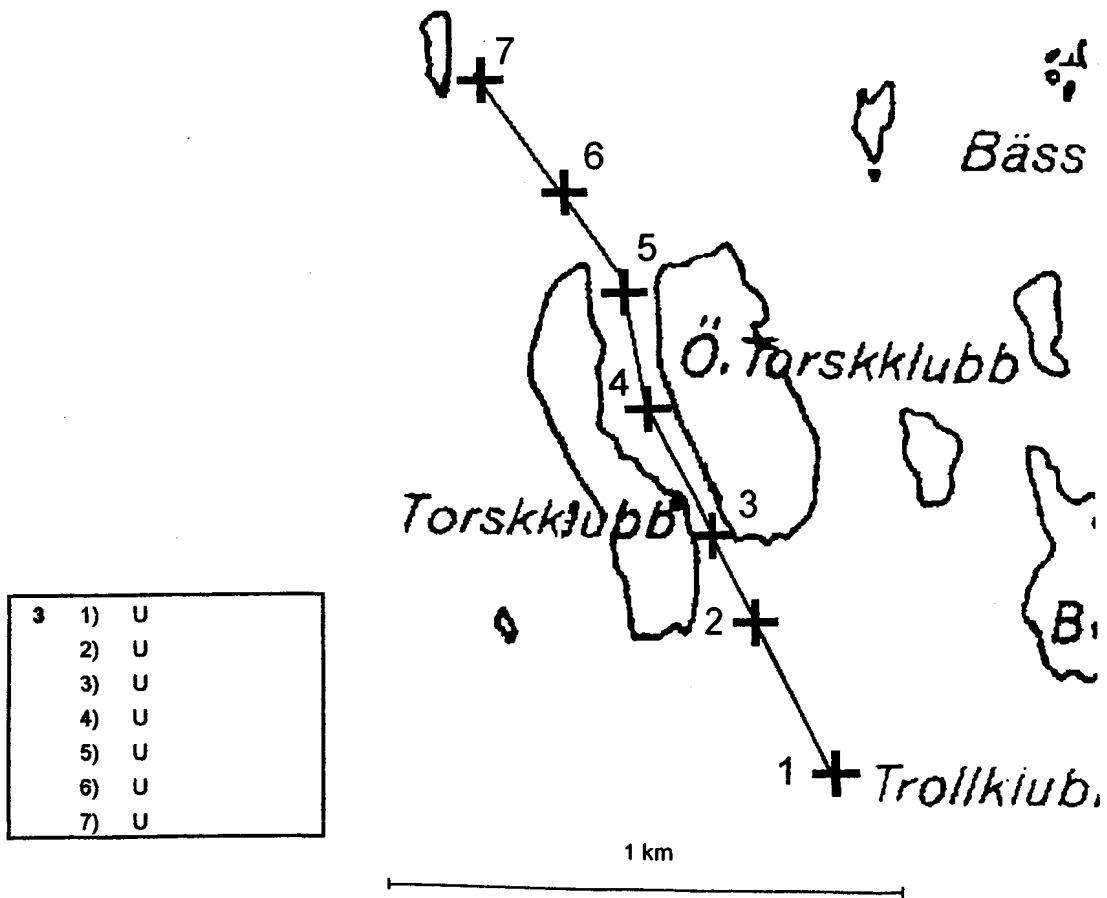


Fig. 8. Station G som besöktes två gånger (16.8 och 13.9).

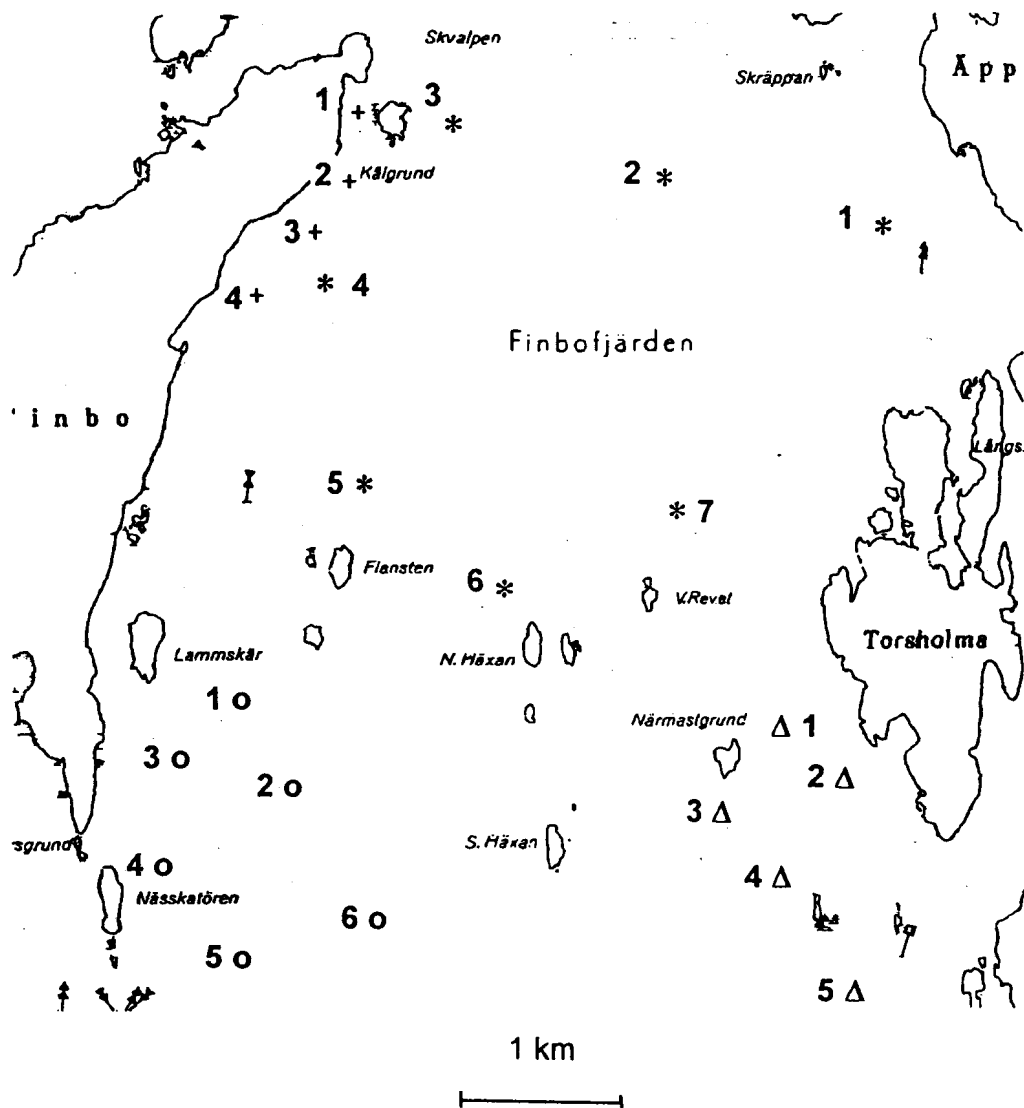
G	1)	U		
16.8	2)	U		
	3)	U	H ₂ S	DA 1
	4)	U		
	5)	U		

G	1)	U	H ₂ S	DA 3
13.9	2)	G	(H ₂ S)	DA 3
	3)	U		
	4)	G	H ₂ S	DA 3
	5)	G		DA 3



3	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	U
	5)	U
	6)	U
	7)	U

Fig. 9. Transekt 3.



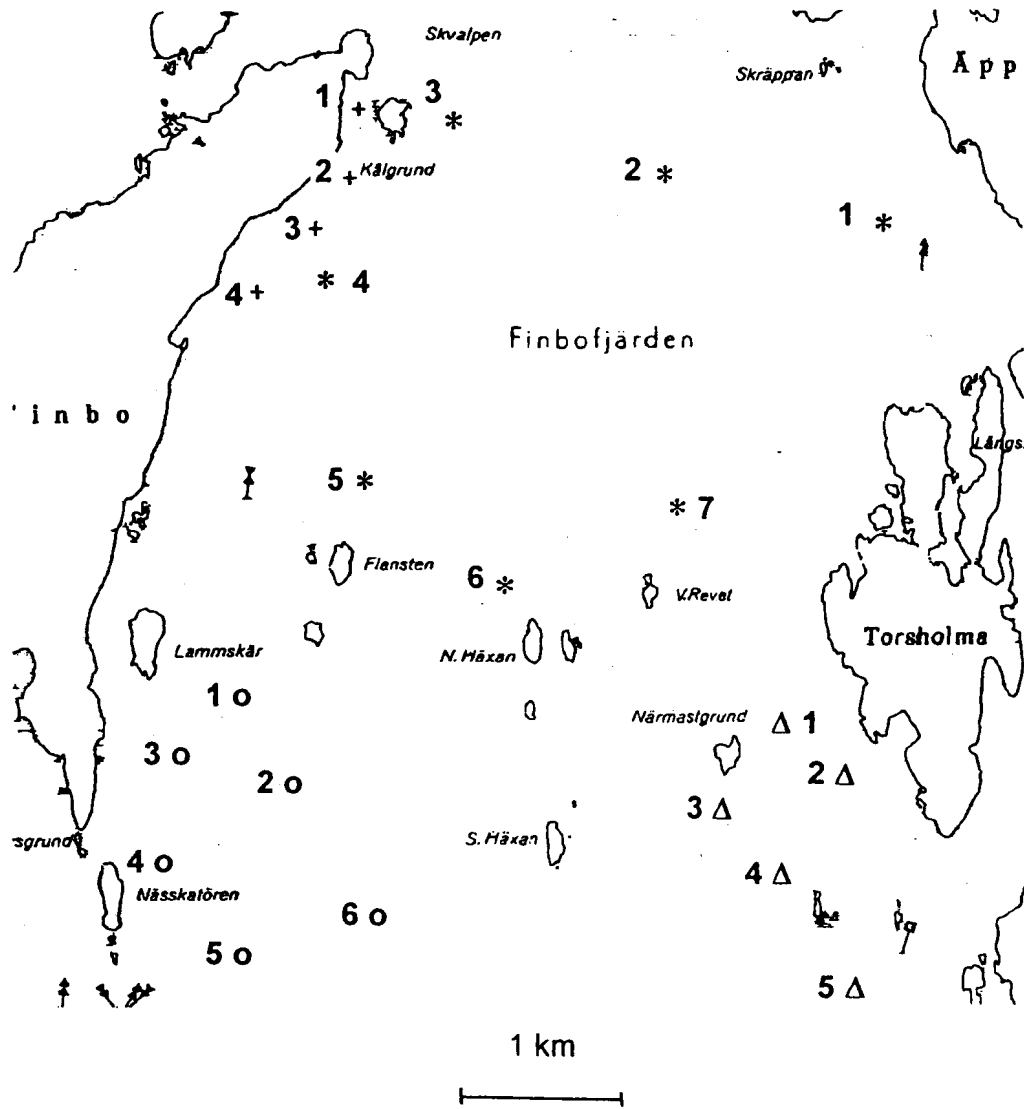
H	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	N
	5)	U
	6)	U
	7)	U

J	1)	-
	2)	U
	3)	-
	4)	-
	5)	G

I	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	U

K	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	U
	5)	U
	6)	U

Fig. 10. Station H (*), I (+), J (Δ) och K (°).



H	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	N
	5)	U
	6)	U
	7)	U

J	1)	-
	2)	U
	3)	-
	4)	-
	5)	G

I	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	U

K	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	U
	5)	U
	6)	U

Fig. 10. Station H (*), I (+), J (Δ) och K (o).

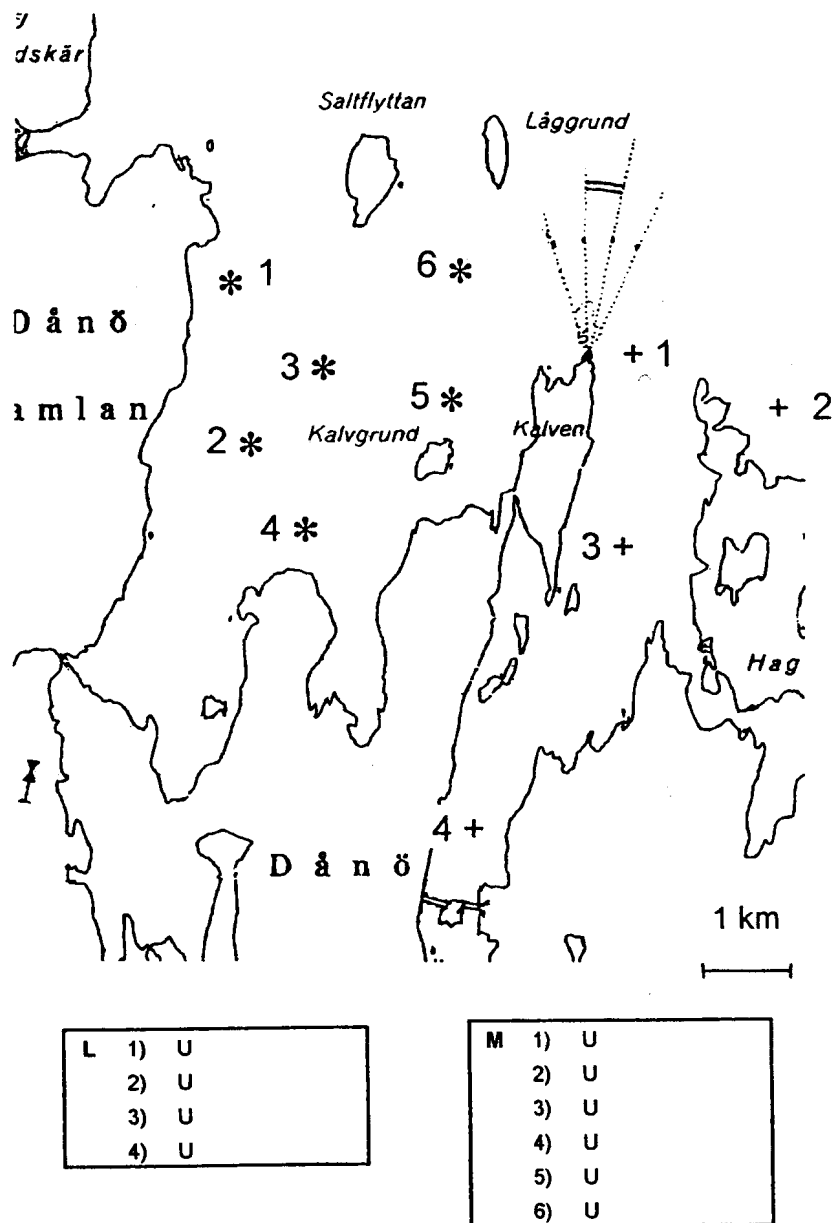


Fig. 11. Station L (+) och M (*).

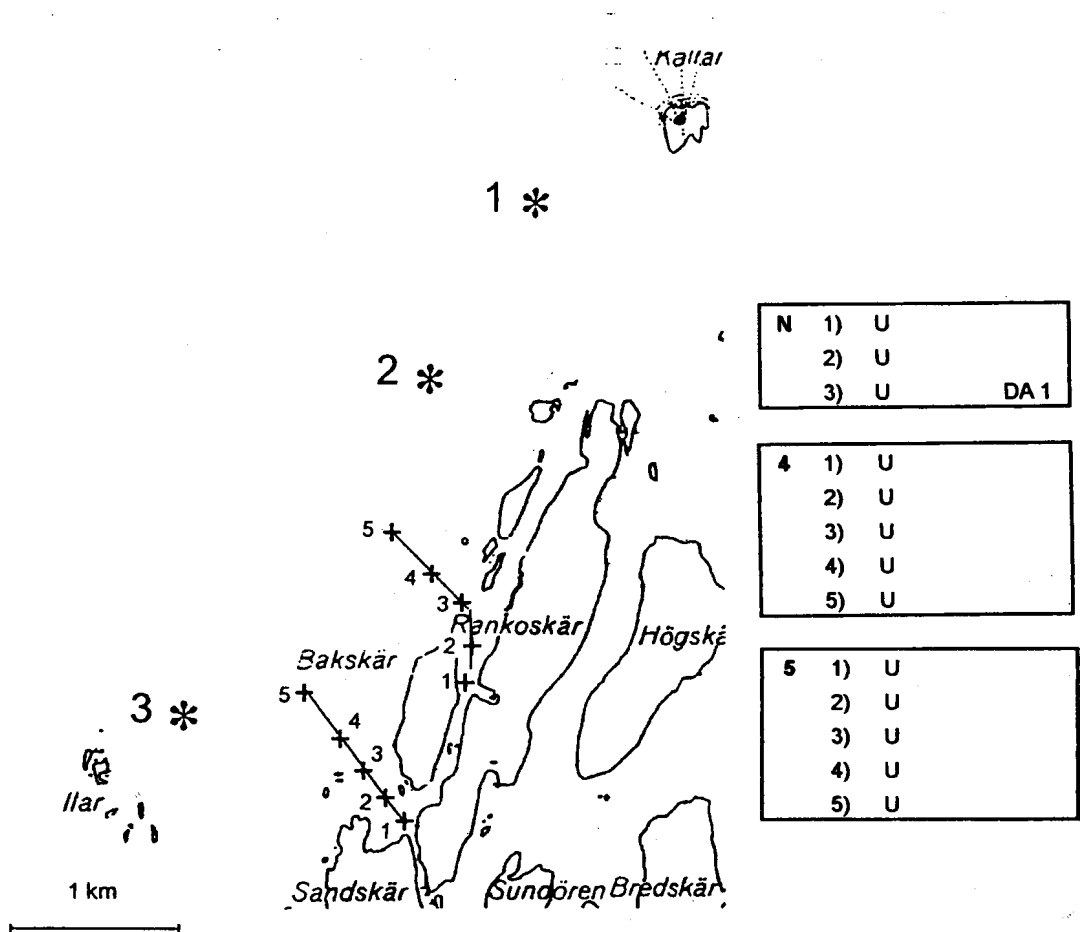


Fig. 12. Station N (*), transekt 4 utåt från Sandskär och transekt 5 utåt från Rankoskär.

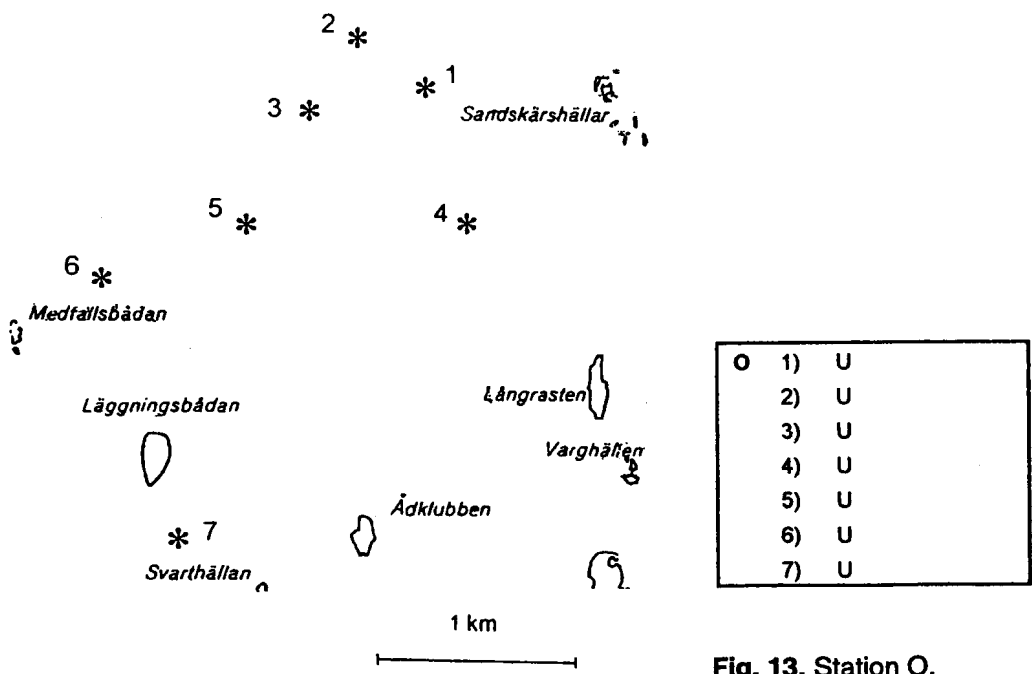


Fig. 13. Station O.

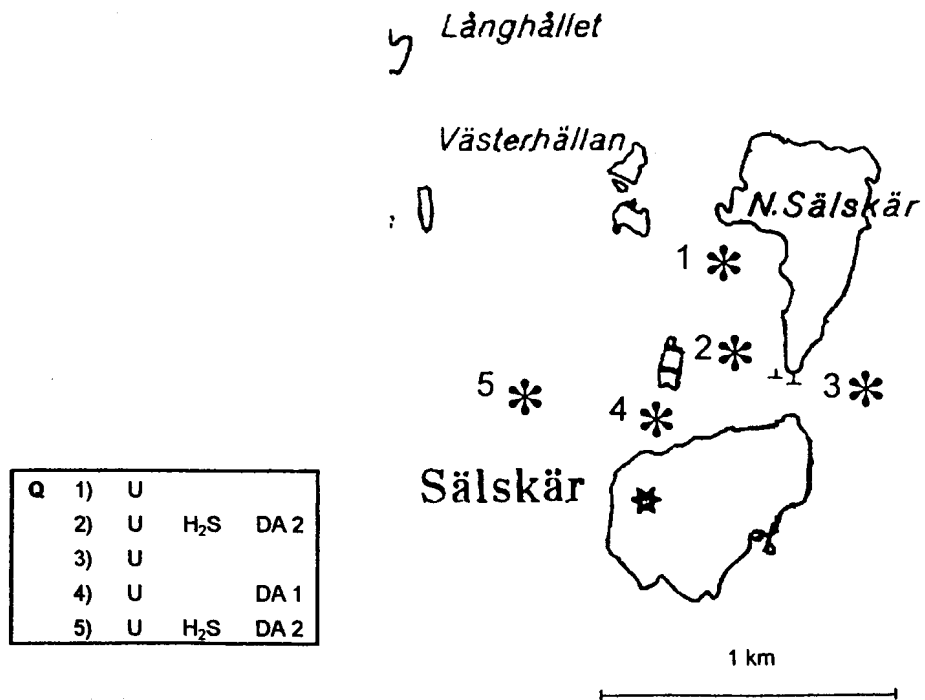
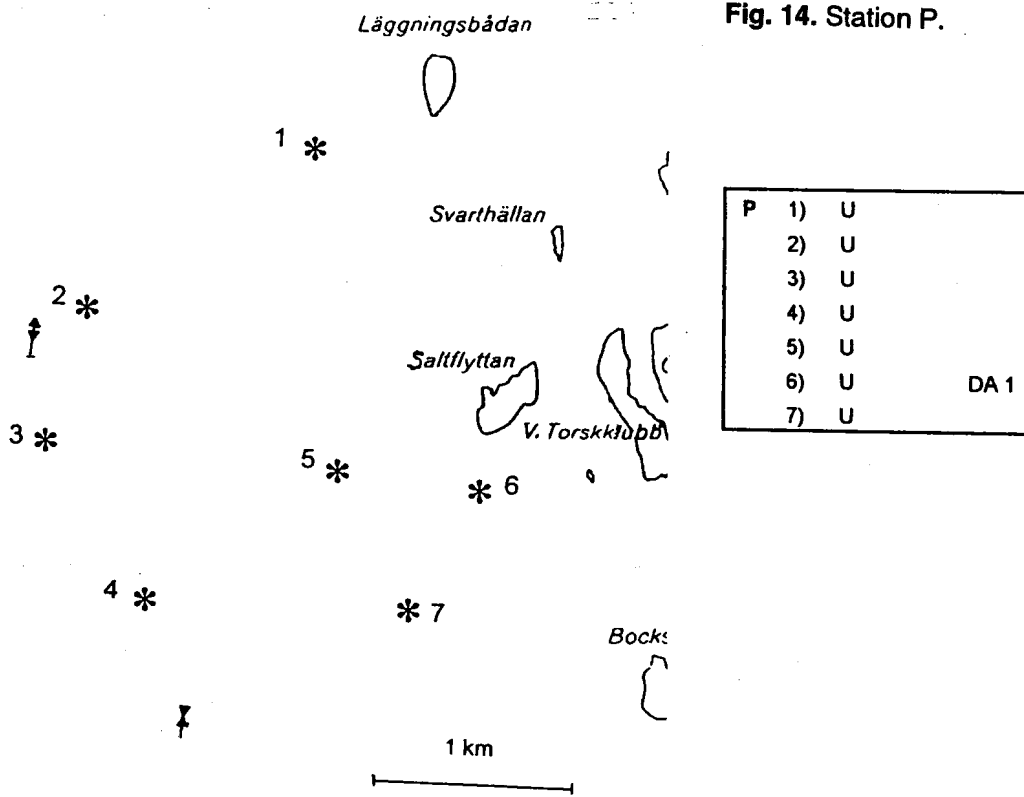
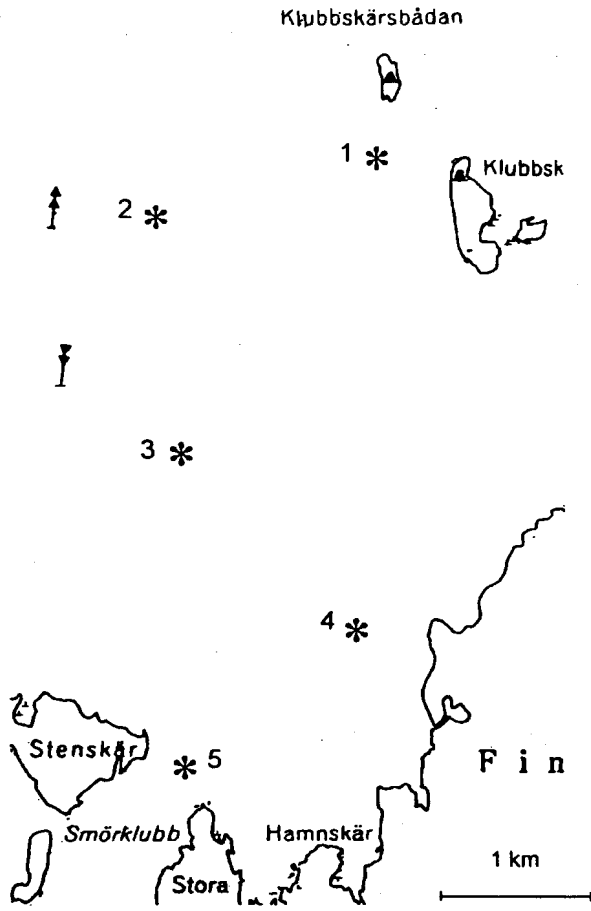


Fig. 16. Station R.

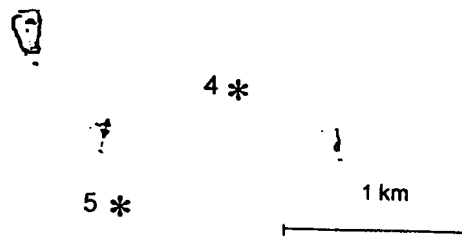


R	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	G
	5)	U



S	1)	U
	2)	U
	3)	U
	4)	U
	5)	U

Fig. 17. Station S.



Diskussion och sammanfattning

Vid en jämförelse av tidigare gjorda undersökningar framgår det att läget till största del är oförändrat. Till exempel station B är nogt kartlagt från tidigare (RUOKOLAHTI 1986, LAURÉN-MÄÄTTÄ & RÄISÄNEN 1988, TALLQVIST 1995) eftersom en fiskodling, Solvik fisk (tidigare Brännholmens fisk) på Andersö, är beläget mellan punkt 2 och 3. Syrevärdena för stationen är något fluktuerande, men understiger inte 70 %. På stationerna D och K noterades försämringar av syrehalterna (SANDBERG *et al.* 1989, NORKKO & BONSDORFF 1994).

Beträffande drivande alger kan några jämförelser göras med HOLMSTRÖM (1998), men tillståndet på 15-30 m djup saknas helt. Sommaren 1995 noterade HOLMSTRÖM (1998) algmattor norr om Mattskär (station E) samt längs Finbos östra sida (station I och H), men observationerna gjordes betydligt grundare än dessa provtagningar. Längs med transekterna 1-5 påträffade HOLMSTRÖM (1998) drivande alger sommaren 1995, men anger att de kunde uppträda fläckvis, eller förflyttas av hårda vindar.

Detta visar att dylika undersökningar endast ger en ögonblicksbild av situationen. För en bättre helhetsbild fordras en kontinuerlig uppföljning av situationen. Detta framkommer även vid återbesöken av stationerna F och G där såväl syresituationen som svavelväte och mängden alger förvärrats under den 4-5 veckors långa intervallen mellan det första och andra besöket. En uppföljning av alg tillståndet, borde ha fortsatt med cirka två veckors intervall på åtminstone några av stationerna, eftersom det förefaller sannolikt att algmängderna ökar under hösten.

Som kritik mot metodiken kan nämnas att den hydrografiska provtagningen återspeglar förhållandet 0.5 m ovan sedimentytan och man i denna typ av provtagning inte kommer åt vattnet mellan den eventuella algmattan och sedimentet där syrebristen uppstår.

Nordvästra Åland har betecknats som relativt opåverkat ur ett helhetsperspektiv (NORKKO & BONSDORFF 1994), men även detta arbete understryker tidigare resultat om en fortgående eutrofieringsprocess. Syrebrist är globalt sett den största enskilda negativa faktorn som strukturerar bottenfaunan (DIAZ & ROSENBERG 1995), och fungerar som mått på förändringar i den fysikalisk-kemiska miljön (NORKKO & BONSDORFF 1994). Enligt HOLMSTRÖM (1998) påverkar de drivande algernas biomassa och struktur uppkomsten av syrefria förhållanden. Då kan till exempel vågexponering och strömförhållanden öka algmattornas biomassa och algerna driver då vanligen in i skyddade vikar och andra områden med dåligt vattenutbyte. Algerna som ansamlas och nedbryts kan därför härstamma från ett

större område och medför därför en ökad lokal närsaltsbelastning (HOLMSTRÖM 1998).

Tillståndet på de intermediära bottenarna (15-50 m) har rubbats ur sin ekologiska balans och i synnerhet med tanke på deras betydelse som födo- och produktionsområde för bland annat kommersiellt viktiga fiskarter är det viktigt att förhindra ytterligare belastning (NORKKO & BONSDORFF 1994). Artantalet, biomassan och abundansen sjunker med minskad syrekoncentration i vattnet, vilket visar syrets betydelse i samhällsstrukturen (ROSENBERG *et al.* 1992, RUMOHR *et al.* 1996). Östersjön med sitt låga artantal är därför extra känslig. Algmängderna kan variera kraftigt från år till år och kräver därför långtidsuppföljningar eftersom de lagrade näringsämnen i sedimentet förekommer i en sådan omfattning att fenomenet inte kan stanna tvärt (MORAND & BRIAND 1996).

Referenser

- ANON. 1975. Veteen liuenneen hapen titrimetrinen määrittys. Finsk Standard SFS 3040.
- BADEN, S. P., L.-O. LOO, L. PIHL & R. ROSENBERG, 1990. Effects of eutrophication on benthic communities including fish: Swedish west coast. *Ambio* 19: 113-122.
- BONSDORFF, E. 1992. Drifting algae and zoobenthos – effects on settling and community structure. *Neth. J. Sea Res.* 30: 57-62.
- BONSDORFF, E., A. NORKKO & C. BOSTRÖM, 1995. Recruitment and population maintenance of the bivalve *Macoma balthica* (L.) – factors affecting settling success and early survival on shallow sandy bottoms. I: A. Eleftheriou, A. D. Ansell & C. J. Smith (eds.): *Biology and ecology of shallow coastal waters. Proc. 28th Europ. Mar. Biol. Symp. Internat. Symp. Ser.* Olsen & Olsen, Fredensborg, pp. 253-260.
- BONSDORFF, E., E. M. BLOMQVIST, J. MATTILA & A. NORKKO, 1997a. Coastal eutrophication – causes, consequences and perspectives in the archipelago areas of the northern Baltic Sea. *Est. Coast. Shelf Sci.* 40 (Suppl. A): 63-72.
- BONSDORFF, E., E. M. BLOMQVIST, J. MATTILA & A. NORKKO, 1997b. Long-term changes and coastal eutrophication. Examples from the Åland Island and the Archipelago Sea, northern Baltic Sea. *Oceanol. Acta* 20: 319-329.
- CEDERWALL, H. & R. ELMGREN, 1990. Biological effects of eutrophication in the Baltic Sea, particularly the coastal zone. *Ambio* 19: 109-112.
- DIAZ, R. J. & R. ROSENBERG, 1995. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 33: 245-303.
- GENBERG, J, 1998. Makrofaunan i drivande trådalgs mattor. Pro gradu avhandling. Institutionen för biologi, Åbo Akademi, 62 s.
- GRAY, J. S. 1992. Eutrophication in the sea. I: Colombo, G. C., I. Ferrari, U. V. Ceccherelli & R. Rossi (eds.) *Proc. 23rd EMBS.* Olsen & Olsen, Fredensborg, s. 3-13.
- HOLMSTRÖM, A. 1998. Förekomst, artsammansättning, biomassa och nedbrytning av drivande alger i Ålands nordvästra skärgård. Pro gradu avhandling. Institutionen för biologi, Åbo Akademi, 69 s.

LAURÉN-MÄÄTTÄ, C. & R. RÄISÄNEN, 1988. Undersökning av vattenmiljön vid Brännholmens fisk, Andersö 1988. Husö biol. stat. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse nr 64: 1-31 + bilagor.

LINDHOLM, T. 1998. Algfenomen och algproblem. Kirjapaino Grafia Oy, Åbo, 168 s.

MORAND, P. & X. BRIAND, 1996. Excessive growth of macroalgae: A symptom of environmental disturbance. *Botanica Marina* 39: 491-516.

NEHRING, D. & W. MATTHÄUS, 1991. Current trends in hydrographic and chemical parameters and eutrophication disturbance. *Botanica Marina* 39: 491-516.

NORKKO, A. 1997. The role of drifting macroalgal mats in structuring coastal zoobenthos. Doktorsavhandling. Institutionen för biologi, Åbo Akademi, 41 s.

NORKKO, A. & E. BONSDORFF, 1994. Bottenfaunan och hydrografi i området mellan kust och öppet hav i den åländska skärgården. Forskn. Rapp. från Husö biol. stat. No 91: 1-44.

OERTZEN, J.-A. VON, 1982. A comparative study of the respiratory responses of *Pomatoschistus microps* (Krøyer) and *Palaemon adspersus* (Rathke) to declining oxygen tension. *Ophelia* 21: 65-73.

ROSENBERG, R, 1980. Effects of oxygen deficiency on benthic macrofauna in fjords. I: Freeland, H. J., D. M. Farmer & C. D. Levings (eds.) *Fjord oceanography*, Plenum Press, New York, s. 499-514.

ROSENBERG, R., L.-O. LOO & P. MÖLLER, 1992. Hypoxia, salinity and temperature as structuring factors for marine benthic communities in a eutrophic area. *Neth. J. Sea Res.* 30: 121-129.

RUMOHR, H., E. BONSDORFF & T. H. PEARSON, 1996. Zoobenthic succession in Baltic sedimentary habitats. *Arch. Fish. Mar. Res.* 44: 179-214.

RUOKOLAHTI, C. 1986. Undersökning av vattnen kring Brännholmens fisk, Andersö. Husö biol. stat. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse nr 50: 1-18.

SANDBERG, E., K. AARNIO & E. BONSDORFF, 1989. Bottenfaunans utveckling i nordvästra Åland och i Lumparn-området – en jämförelse av situationen 1972-73 och 1989. Husö biol. stat. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse nr 71: 1-44.

TALLQVIST, M. 1995. Vattenkvalitet och bottenfauna vid fiskodlingarna Solvik fisk, Andersö och Ålands forell, Järsö sommaren 1995. Forskn. Rapp. från Husö biol. stat. No 93: 1-37.

VETTER, E. R. 1994. Hotspots of benthic production. Nature 472: 47.

ÖSTMAN, T. 1990. Undersökning av Boda-, Ivarskärs- och Svartsmarafjärden samt sjön Vargsundet på NW Åland sommaren 1990: hydrografi och vattenkvalitet. Forskn. Rapp. från Husö biol. stat. No 78: 1-21 + bilagor.

Bilaga 1.

Förekomst av syrebrist och H₂S i och utanför Lökholmsfjärden på norra Föglö, Åland.

(Occurrence of hypoxia and hydrogen sulphide in and outside Lökholmsfjärden on northern Föglö island, Åland.)

Introduktion och bakgrund

Som ett extra uppdrag inom ramen för detta arbete undersöktes förekomsten av syrebrist och svavelväte i och utanför Lökholmsfjärden på norra Föglö den 31.8 och 1.9 1999. Totalt 23 punkter undersöktes, varav 12 i själva fjärden och 11 i vattnen utanför, det vill säga på utsidan av Norrsundet, Lökholm, Pattgrund, Kråkskär, Sälgskär, Stöttingskobbarne och in mot Lökholmsfjärden genom Sommarösund.

Fjärden har tidigare fungerat som en viktig lekplats för fisk, men efter att fjärden muddrats har en total syrebrist inträffat vintertid. Första gången muddrades fjärden i början av 1970-talet och den andra gången ägde rum vintern 1998, vilket ännu var synligt i form av muddervallar utan egentlig vegetation.

Metodik

Provtagningspunkterna valdes utgående från grundkartan (Nr 1014 04-05) och de ungefärliga positionerna har efteråt fastställts utgående från grundkartan (Tabell 1). Undersökningen motsvarade den tidigare beskrivna; ca 0.5 m från botten togs pH-, salinitets- och syreprover med en LIMNOS vattenhämtare. Ett ytprov (1 m djup) uppmättes i fjärden och ett utanför. Närvaro av svavelväte i sedimentet och en eventuell förekomst av drivande alger undersöktes med hjälp av en bottenhuggare (Ekman-Birge). Därtill artbestämdes den dominerande bottenvegetationen med hjälp av vattenkikare på de grundare lokalerna och i samband med bottenhuggen på de övriga.

Tabell 1. Samtliga provtagningspunkters positioner, djup och bottentyp. Punkterna 1-12 är från Lökholmsfjärden och 13-23 i området utanför.

The position, depth and type of bottom at the sampled points. Points 1-12 are inside Lökholmsfjärden and 13-23 in the area outside it.

Punkt	Koordinater	Djup	Bottentyp
1	N 60° 02. 581´ E 20° 35. 000´	0,7	lera - gyttja
2	N 60° 02. 785´ E 20° 35. 109´	0,7	lera - gyttja
3	N 60° 03. 000´ E 20° 35. 163´	1,4	lera - gyttja
4	N 60° 03. 065´ E 20° 34. 717´	0,7	lera - gyttja
5	N 60° 03. 210´ E 20° 35. 196´	1,6	blålera
6	N 60° 03. 731´ E 20° 35. 391´	1,7	gyttja
7	N 60° 03. 070´ E 20° 35. 478´	1	gyttja
8	N 60° 02. 817´ E 20° 35. 435´	1,6	gyttja
9	N 60° 02. 608´ E 20. 35. 348´	1,6	gyttja - (grus)
10	N 60° 02. 688´ E 20° 35. 870´	0,5	gyttja
11	N 60° 02. 591´ E 20° 36. 022´	1,8	gyttja
12	N 60° 02. 634´ E 20° 36. 326´	1,2	gyttja
13	N 60° 03. 344´ E 20° 35. 826´	1,5	gyttja
14	N 60° 03. 484´ E 20° 35. 957´	2,2	sand
15	N 60° 03. 677´ E 20° 36. 348´	3,1	lera
16	N 60° 03. 527´ E 20° 36. 413´	5,3	lera - sand
17	N 60° 03. 640´ E 20° 37. 000´	8,6	lera
18	N 60° 03. 301´ E 20° 36. 826´	4,3	sand - (lera)
19	N 60° 03. 118´ E 20° 36. 902´	3	sand - lera
20	N 60° 03. 344´ E 20° 37. 467´	6,3	berg
21	N 60° 02. 989´ E 20° 37. 783´	5,2	sand
22	N 60° 02. 774´ E 20° 37. 152´	2	lera
23	N 60° 02. 656´ E 20° 36. 848´	1,5	lera - gyttja

Resultat

Resultaten visar att det sommartid är bra syreförhållanden på samtliga provtagningspunkter. Den rikliga vegetationen i vattnet ger dessutom en överproduktion av syre, medeltalet från alla punkterna var 10.14 mg/l \pm 1.31 SD, vilket motsvarade en mättnadsgrad på 105 \pm 13.7 %. Minimi- och maximivärdena varierade mellan 8.24 och 12.27 mg/l (= 87 och 129 %). Syrevärdena liksom de övriga fysikaliska parametrarna framgår ur Tabell 2. Ytprovtagningarna gjordes på punkterna 8 och 18, medeltalet av vattenkemimätningarna gav följande resultat; temperatur 16.8 \pm 1.41 °C, pH 8.82 \pm 1.0, salinitet 6.89 \pm 0.4 ‰ s, syrehalt 9.17 \pm 1.63 mg O₂ /l = 95 \pm 19.8 % O₂.

Syrebristen på vintern liksom en kraftig övergödning av vattnet bidrar antagligen till att svavelväte i sedimentet dominerade på provtagningarna inne i Lökholmsfjärden. H₂S förekom även på punkterna 13-23, men inte lika frekvent som inne i fjärden. Drivande alger påträffades på punkterna 15 och 17. De var av klass 2 (se den egentliga rapporten), det vill säga med en inledd nedbrytningsprocess.

I Lökholmsfjärden var *Potamogeton pectinatus* den dominerande arten bland vegetationen på botten, följd av *Chara aspera* och *C. tomentosa*. Övrig växtlighet bestod av *Myriophyllum* spp., *P. perfoliatus* samt *C. canescens*. I synnerhet i fjärdens västra del hade dessa arter en riklig påväxt av trådformiga grönalger och tomma skal av hjärtmusslan *Cerastoderma edule* tydde på dåliga förhållanden för bottenfaunan. På de mest överväxta områdena i fjärden noterades kala fläckar med en storlek på ca 1 m². I de muddrade områdena avsaknades till stor del bottenvegetation.

I områdena utanför Lökholmsfjärden var de dominerande vattenväxterna: *P. perfoliatus*, *P. pectinatus* och *Zostera marina*. Algerna som påträffades var brunalgerna *Fucus vesiculosus*, *Chorda filum* och *Dictyosiphon* spp. samt grönalgen *Monostroma balticum*. På lokalerna i närheten av mynningarna in till Lökholmsfjärden påträffades lösslitna ruskor av *F. vesiculosus*. På punkterna 13 och 15 var skalen av *C. edule* och *Macoma balthica* tomma och bottenfaunan verkade domineras av *Chironomus* spp.

Konklusioner

På basen av denna snabba kartering över tillståndet i Lökholmsfjärden framkommer att det är en kraftig överproduktion av syre i vattnet, vilket härrör sig av den rikliga vegetationen i vattenmassan. Nedbrytningen av organiskt material i den grunda fjärden är den troliga orsaken till syrebristen vintertid, vilket även svavelvätet i sedimentet vittnar om. Försök att begränsa tillförsel av fosfor från källor på land har gjorts med så kallade fosforfällor. Fjärden verkade ha en rik fågelfauna och närsaltsbelastning ökar ytterligare på grund av det. Utan muddringsingrepp skulle fjärden växa igen till en insjö, eftersom sunden som förbinder fjärden med havet är små och trånga.

För en mer omfattande inblick i Lökholmsfjärdens tillstånd krävs närsaltsanalyser och undersökning av bottenfaunan, som är en känslig indikator på långtidsförändringar i den fysikalisk-kemiska miljön. Förekomsten av drivande alger på två punkter utanför fjärden skulle även kräva vidare undersökning. Området utanför Lökholmsfjärden påverkas av farleden ett par sjömil därifrån och trafiken av passagerarfärjor kan underlätta lösslitningar av trådalger som sedan bildar drivande algmassor.

Tabell 2. De fysikalisk-kemiska parametrarna i bottenvattnet samt närvaro av svavelväte och förekomst av drivande alger (= DA). Värden inom parentes avser en liten mängd. Punkterna 1-12 representerar Lökholmsfjärden, punkterna 13-23 området utanför. SD = standard avvikelse.

The physical-chemical parameters in the bottom-near water and the presence of hydrogen sulphide and drifting algae (= DA).

Punkt	Temp. (°C)	pH	Salinitet (s ‰)	Syre		H ₂ S i sed.	Alg- tillstånd
				(mg/l)	(%)		
1	16,2	9,46	7,44	10,43	106	H ₂ S	
2	16,4	9,69	7,21	11,87	121	H ₂ S	
3	17,6	9,39	7,14	9,41	99	H ₂ S	
4	17,9	9,34	6,93	10,86	115	H ₂ S	
5	16,6	9,29	6,9	9,94	102		
6	17,5	9,18	6,9	10,14	106	H ₂ S	
7	17,9	9,74	6,99	12,27	129	H ₂ S	
8	17,8	9,56	7,17	11,49	121	H ₂ S	
9	17,9	9,44	7,14	8,24	87	H ₂ S	
10	17,8	8,67	6,65	11,82	124	H ₂ S	
11	17,4	8,36	6,65	8,58	90	H ₂ S	
12	17,4	9,73	6,99	9,26	97	H ₂ S	
13	17,1	8,74	6,69	9,41	98	H ₂ S	
14	16,9	8,18	6,66	8,59	89		DA
15	16,6	8,17	6,54	11,06	114		
16	15,2	7,97	6,63	8,26	82		
17	15,3	8,02	6,67	10,53	106	H ₂ S	DA
18	16,5	8,09	6,56	8,45	87	(H ₂ S)	
19	16,5	8,06	6,54	9,31	96		
20	15,9	8,05	6,66	11,12	113		
21	16	8,09	6,62	9,95	101		
22	16,8	8,16	6,56	12,42	128		
23	17,4	8,43	6,61	9,78	102	H ₂ S	
Medeltal	16.9	8.77	6.82	10.14	105		
SD	0.82	0.67	0.26	1.31	13.7		



1 km

1	U	H ₂ S	
2	U	H ₂ S	
3	U	H ₂ S	
4	U	H ₂ S	
5	U	-	
6	U	H ₂ S	
7	U	H ₂ S	
8	U	H ₂ S	
9	U	H ₂ S	
10	U	H ₂ S	
11	U	H ₂ S	
12	U	H ₂ S	

13	U	H ₂ S	
14	U	-	
15	U	-	DA 2
16	U	-	
17	U	H ₂ S	DA 2
18	U	H ₂ S	
19	U	-	
20	U	-	
21	U	-	
22	U	-	
23	U	H ₂ S	

Fig. 1. Detaljer från grundkartan med alla provtagningspunkter utplacerade. För varje punkt anges:

- syremängd klassad enligt DIAZ & ROSENBERG (1995): U = utmärkt, > 70 %; G = god, 41-70 %; N = nöjaktig, 20-40 %; D = dålig, < 20 %
- närvaro av H₂S (liten mängd inom parentes)
- drivande alger; DA 1 = nyligen lösslitna, DA 2 = nedbrytningen inledd, DA 3 = mycket nedbrutna.

The sampling points. For each point the oxygen situation (U = excellent, > 70 %; G = good, 41-70 %, N = satisfactory, 20-40 %; D = bad, < 20%) and the presence of H₂S (small amount in brackets) and drifting algae (DA 1 = relatively fresh, DA 2 = decomposition started, DA 3 = highly decomposed) are mentioned.

Forskningsrapporter från Husö biologiska station: (forts., cont.)

No **84** 1992 LINDELL, A.: En kartering av Mariehamns stads vattenområden, samt en inventering av stränder och grunda vatten. (*A base-line survey of the water areas surrounding Mariehamn, Åland.*)

No **85** 1993 BACKLUND, C.: Hydrografi, näringsämnen och klorofyll-a i tre havsvikar på fasta Åland. (*Hydrography, nutrients and chlorophyll-a in some inner bays on the Åland Islands.*)

No **86** 1993 AUGUSTSSON, I.: Den högre vattenvegetationen i ågra inre havsvikar på fasta Åland 1992. (*Phytobenthos of some inner bays on the Åland Islands in 1992.*)

No **87** 1993 WISTBACKA, S.: En inventering av fisksamhället i tre visksystem på Åland. (*The fish communities of three bays on Åland.*)

No **88** 1994 BACKLUND, C.: Hydrografi, näringsämnen och klorofyll-a i Lumparns viks-system. (*Hydrography, nutrients and chlorophyll-a in the Lumparnfjärd and its connecting bays.*)

No **89** 1994 WISTBACKA, S.: Bottenfaunan och fisksamhället i Färjsundet-Lumparn området 1993. (*Zoobenthos and fish communities in the Färjsundet-Lumparn area in 1993.*)

No **90** 1994 HALDIN, D.: En översiktlig kartering av vattenvegetationen på hårbottenlokaler i nordvästra Ålands skärgård 1994. (*Survey of hard bottom vegetation in the archipelago on NW Åland 1994*)

No **91** 1994 NORKKO, A. & E. BONSDORFF: Bottenfauna och hydrografi i området mellan kust och öppet hav i den åländska skärgården. (*Zoobenthos and hydrography in the transition-zone between the shallow coastal bottoms and the open sea in the Åland archipelago, N. Baltic Sea.*)

No **92** 1995 ÖHMAN, P.: Uppföljning av växtplanktonutvecklingen, med tyngdpunkt på blågrönalger, i åländska vattentäcker och skärgårdsvatten sommaren 1995. (*Monitoring of phytoplankton development, with emphasis on cyanobacteria, in drinking water reservoirs and archipelago waters on Åland in the summer of 1995.*)

No **93** 1995 TALLQVIST, M.: Vattenkvalitet och bottenfauna vid fiskodlingarna Solvik fisk, Andersö och Ålands forell, Järsö sommaren 1995. (*Water quality and zoobenthos at the fish farms Solvik fisk, Andersö and Ålands forell, Järsö in the summer 1995.*)

No **94** 1997 ÖSTMAN, M.: Storfjärilsfaunan på Husö biologiska station 1985-1996. (*The moth and butterfly fauna of Husö Biological Station in 1985-1996.*)

No **95** 1997 ÖSTMAN, M. & E.M. BLOMQUIST: Tillståndet i åländska skärgårdsvatten – förslag till kvalitetsparametrar för den åländska vattenlagen. (*The state of archipelago waters of the Åland Islands – a survey of the situation in the 1980s and 1990s, long-term changes and a proposal for parameters of water quality to be used in the legislation of water protection.*)

No **96** 1998 WESTBERG, V. & E.M. BLOMQUIST: Småfiskfauna (under bearbetning) (*in prep.*)

No **97** 1998 BERGLUND, J.: Kartering av makrofyter och drivande alger på grunda mjukbottenar i Ålands skärgård. (*Survey of macrophytes and drifting algae on shallow soft bottoms in the Åland archipelago.*)

No **98** 1999 NUMMELIN, C. & J. PERUS: Hydrografi, primärproduktion, växtplanktonsammansättning, bottenfauna, kräft- och fiskbestånd i Vargsundet sommaren 1998. (*Hydrography, primary production, phytoplankton composition, zoobenthos, standing crop of crayfish and fish in the lake Vargsundet in the summer 1998.*)

No **99** 2000 NUMMELIN, C.: Uppföljning av situationen i Vargsundet sommaren 1999 samt en miljökonsekvensbedömning av den planerade slussen. (*A follow-up of the situation in Lake Vargsundet in the summer of 1999, and an environmental impact assessment of the planned lock.*)

No **100** 2000 RÖNNBERG, C.: Förekomst av drivande alger och syrebrist i den nordvästra delen av Ålands skärgård. (*Occurrence of drifting algal mats and hypoxia in the north-western part of the Åland archipelago, N Baltic Sea.*) (Detta nummer) (*Present no.*)

ISSN 0787-5460
ISBN 952-12-0590-3
Åbo 2000
Åbo Akademis tryckeri

Handwritten notes on the right margin, including a circled '3' and other illegible scribbles.