

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Rapportnummer: 0-8000303
Undernummer: IX
Løpenummer: 1615
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Gruntvannsorganismer 1980-1982. (Overvåkingsrapport 135/84).	Dato: 16. februar 1984
	Prosjektnummer: 0-8000303
Forfatter(e):  Tor Bokn	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Østfold
	Antall sider (inkl. bilag): 49

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

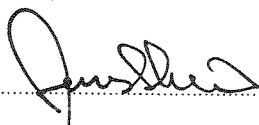
Ekstrakt:

I en betydelig del av indre Hvalerområdet (40 km<sup>2</sup>) er det observert fravær av vanlige planter og til dels dyr i fjæra. Mangelen på en del ferskvannstolerante grønnalger var særlig bemerkelsesverdig. Fraværet kan vanskelig forklares ut fra naturlige forhold alene. Det må derfor antas at man står overfor en forurensningseffekt, vesentlig på grunn av stor belastning med avfall fra industriutslipp. Rustbrunt belegg var vanlig på både organismer, svaberg og bunnen i de mest Glommapåvirkede områdene. Gruntvannssamfunnenes sammensetning gjenspeilte ellers virkningene av stor naturlig nedslamming, men også noe belastning med organisk stoff.

4 emneord, norske:
1. Hvaler/Singlefjorden 1980-82
2. Fastsittende alger
3. Hardbunnsfauna
4. Forurensningsovervåking Statlig program 135/84

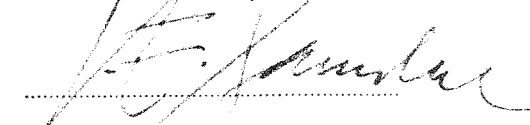

4 emneord, engelske:
1. Hvaler/Singlefjord
2. Benthic algae
3. Rocky shore fauna
4. Pollution monitoring National monitoring

Prosjektleder:

  
.....  
Divisjonssjef:

  
.....

For administrasjonen:

  
.....  
  
.....

ISBN 82-577-0776-7



# Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000303

BASISUNDERSØKELSE I HVALEROMRÅDET OG SINGLEFJORDEN

GRUNTVANNSORGANISMER 1980-1982

Oslo, februar 1984

Prosjektleder : Jens Skei

Forfatter : Tor Bokn

Medarbeidere : Norman Green  
Knut Kvalvågnæs  
Are Pedersen

For administrasjonen:

J. E. Samdal

Lars N. Overrein

## FORORD

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) fikk henvendelse i brev av 13. juli 1979 fra Statens forurensningstilsyn (SFT) om å utarbeide et forslag til en basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden som et ledd i Statlig program for forurensningsovervåking. Hovedmål for undersøkelsen er å beskrive forurensningssituasjonen for bl.a. å klarlegge et eventuelt behov for forurensningsbegrensende tiltak. 1980 var første undersøkelsesår og basisundersøkelsen ble avsluttet i 1983 for å etterfølges av rutineovervåking.

Foreliggende rapport er den niende i serien av delrapporter fra basisundersøkelsen i Hvalerområdet - Singlefjorden, med Statens forurensningstilsyn som oppdragsgiver. De øvrige rapporter er:

1. Basisundersøkelse i Singlefjorden - Hvalerområdet. Delprosjekt om bruksformer. Prosjektplan (3.6.1980).
2. Basisundersøkelse i Singlefjord - Hvalerområdet. Delområde: Forurensningstilførsler. Fremdriftsrapport 1980 (3.6.1981).
3. Basisundersøkelse i Singlefjorden - Hvalerområdet. Bading og vannkvalitet (30.6.1981).
4. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Bløtbunnsfauna. Rapport nr. 69/83 (16.3.1983).
5. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Åteforekomster for brisling- og sildeyngel i 1981. Rapport nr. 96/83 (4.10.1983).
6. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Løste metaller og suspendert partikulært materiale i overflatevann og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene, 1980-81. Rapport nr. 70/83 (8.11.1983).
7. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Miljøgifter i organismer 1980-1981. Rapport nr. 122/84 (25.3.1984).
8. Hvalerområdet. Bløtbunnfauna 1982. Rapport nr. 131/84. (10.2.84.)

Rapporten om vannkjemi/hydrografi og forurensningstilførsler/brukerinteresser er under utarbeidelse.

Under registreringen av gruntvannsorganismer har følgende personer utenfor NIVA bidratt med verdifull assistanse:

- Elina Leskinen, Tvärminne Zoologiska Station (dykking).
- Piet van Oostendorp, Biologisk stasjon, Drøbak.
- Anders Flingtorp, Sponvika.
- Thore Treimo, Fredrikstad.

Ved NIVA har Frank Kjellberg assistert som altnuligmann under alle hovedtoktene. Einar Andersen har vært skipper under dykkertoktet i 1982.

Knut Kvalvågnes og Are Pedersen har hatt ansvaret for dykkertoktene. Norman Green og Terje Hopen har assistert ved databehandlingen, mens Tor Bokn har hatt ansvaret for kartleggingen av gruntvannssamfunn under hovedtoktene, samt vært koordinator for denne delundersøkelsen.

Samtlige som har bidratt til den lykkelige avslutning takkes for hjelpen.

Oslo, 16. februar 1984.

Tor Bokn

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	1
SAMMENDRAG	5
1. INNLEDNING	7
2. MATERIALE OG METODER	9
3. RESULTATER	12
4. DISKUSJON	37
5. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER OM VIDERE UNDERSØKELSER	44
6. LITTERATUR	46

## TABELLFORTEGNELSE

1. Tokter - hardbunnsbiologi	9
2. Plassering av de undersøkte lokaliteter	11
3. Artsliste. Registreringer i 0-2 m dyp i fire vegetasjonsområder, I - IV (jfr. fig. 3).	13
4. Fordeling av algearter i overflatelaget	14

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Stasjoner for registrering av gruntvannsorganismer.	10
2. Stasjonenes innbyrdes likhet m.h.p. fastsittende alger i strandsonen.	16
3. Ulike vegetasjonsområder i Hvalerområdet og Singlefjorden, beregnet etter likhetsindeks (fig. 2).	17
4. Gjennomsnittts artsantall av fastsittende alger i de fire vegetasjonsområder.	18
5. Isolinjer for artsantall av fastsittende alger i strandsonen på 38 stasjoner (gjennomsnitt over 3 år).	19
6. Isolinjer for artsantall av alle fastsittende alger ned til største voksedyp på 16 stasjoner (gjennomsnitt over 2 år).	20
7. Isolinjer for artsantall av bunndyr (gjennomsnitt over 2 år).	21
8. "Cluster"-analyse av registrerte bunndyr i Hvalerområdet og Singlefjorden.	22
9. Utbredelseskart for <i>Enteromorpha</i> spp. - Tarmgrønnske.	23
10. " " <i>Cladophora</i> spp. - Grønndusk.	24
11. " " <i>Ulva lactuca</i> - Havsalat.	25
12. " " <i>Ascophyllum nodosum</i> - Grisatang.	26
13. " " <i>Fucus serratus</i> - Sagtang.	27
14. " " <i>Littorina littorea</i> - Vanlig strandsnegl.	28
15. " " <i>Balanus balanoides</i> - Fjærerur.	29
16. " " blågrønnalgen <i>Spirulina subsalsa</i> .	30
17. Stasjoner i Hvalerområdet med særlig mye nedslamming og belegg på berg og organismer.	31
18. Isolinjer for algenes største voksedyp (m) på 16 dykkerstasjoner (gjennomsnitt over 2 år).	32
19. Største dyp (nedre grense) for vekst av benthosalger korrelert med vannets siktedyp.	33
20. Artsantall av benthosalger på ulike stasjoner korrelert med avstand fra Isegran, Fredrikstad.	34
21. Artsantall av benthosalger på ulike stasjoner korrelert med vannets saltholdighet.	35
22. Overflatesaltholdighet (o/oo) i Hvalerområdet og Singlefjorden. Middelerverdier av fem tokt i 1980. (Magnusson og Skei 1984.)	36

## SAMMENDRAG

I. Denne delrapporten beskriver en undersøkelse som har hatt som målsetting å besvare følgende spørsmål:

- a) *er gruntvannsorganismenes utbredelse som en kunne vente ut fra de naturgitte forhold i undersøkelsesområdet ?*
- b) *hvis avvik, i hvilke deler av området gjør dette seg gjeldende ?*
- c) *hva er årsaken til eventuelle avvik i organismsamfunnene ?*
- d) *hvilke tiltak er aktuelle for å bedre situasjonen ?*

II. Tre års undersøkelser på 76 ulike lokaliteter har gitt følgende svar:

- a) *Flere arter var fraværende fra strender hvor de naturlig skulle forventes å leve ut fra de naturgitte betingelser.*
- b) *Større avvikende utbredelser av organismsamfunn ble funnet i selve hovedløpet til Glomma, et areal beregnet til ca. 40 km<sup>2</sup>. Til tross for liten sannsynlighet for næringssaltbegrensning, ble det registrert en bemerkelsesverdig liten grønnalgebegroing der. Store mengder av en blågrønnalge er derimot observert i dette området, hvilket indikerer organisk belastning. Rustbrunt slam og belegg var vanlig på organismer, berg, bunn og ruser.*
- c) *Den store partikkelkonsentrasjonen som føres ut med Glomma, forårsaker helt åpenbart en slipingseffekt på bergene i hovedløpet, hvilket kan ha en hemmende effekt på etableringen av fastsittende organismer. Fordi naturlige miljøfaktorer alene ikke kan forklare fraværet av flere arter i hovedløpet, foreligger det mistanke om tiltagende skade på fjærebeltetsamfunnet. Selv om akkumuleringen av miljøgifter i organismer ikke er alarmerende stor, vil den hyppige ferskvannspåvirkningen med til dels høye konsentrasjoner av partikulært materiale føre til øket følsomhet overfor forskjellige former for sivilisatorisk påvirkning.*
- d) *Videre arbeid må omfatte eksperimentelle undersøkelser med utvalgte fastsittende organismer i ulike utviklingsfaser for å avgjøre om vannkvaliteten tidvis kan føre til dødelige eller skadelige effekter. Bare etter slike undersøkelser kan det være mulig å anbefale hvilke forurensningskomponenter som bør reduseres for å få en øket biologisk produksjon i estuaret.*

- III Undersøkelsen omfatter registreringer av de mest fremtredende større planter og dyr knyttet til hardbunn på 76 ulike stasjoner (figur 1). Artene gir forskjellig respons på ulike påvirkninger av naturlig og annen opprinnelse. For å dekke flest mulige lokaliteter er det brukt en enkel registreringsmetode på i alt syv tokter i perioden 1980-82 (tabell 1). I tillegg til denne registrering av organismer ned til 1-2 m dyp på alle stasjoner, er dykkerobservasjoner foretatt på 16 av stedene (figur 1).
- IV På grunnlag av resultatene på 37 stasjoner fra 3 år er det tegnet inn fire vegetasjonsområder (figurene 2 og 3). Vegetasjonsområdet i hovedløpet for Glomma skilte seg klart ut som et organismefattig område sammenlignet med de tre øvrige vegetasjonsområder (figur 4). Artsantallet for såvel fastsittende alger som virvelløse dyr økte med økende avstand fra Glommas utløp (figurene 5-7, 20). Observasjoner fra denne undersøkelsen samsvarer med registreringer fra 1972-73.
- V Utvalgte arter, som anses å være nøkkel- og/eller indikatorarter, er presentert ved utbredelseskart (figurene 9-16). Denne utbredelsen er diskutert i relasjon til naturlige miljøpåvirkninger og forurensningsbelastninger. Til tross for liten sannsynlighet for næringssaltbegrensning i hovedløp, ble det registrert en bemerkelsesverdig liten grønnalgebegroing der. En opportunistisk alge som tarmgrønske ble knapt registrert i hovedløpet (figur 9). De fleste av de omtalte arter er verken begrenset av den lave saltholdighet eller andre naturforhold i området. Fiskesykdommer som utvekster (svulster) på nesepartiet av ål forekommer ikke helt sjelden, ifølge lokale fiskere. Hvorvidt disse svulster og uforklarlige fravær av noen organismer i undersøkelsesområdet er effekter av industri- og/eller kloakkutslipp, gjenstår å undersøke. Tester med avløpsvann og ulike fiskearter vil i den forbindelse være meget viktig.



## 1. INNLEDNING

Formålet med basisundersøkelsen i Singlefjorden - Hvaler, er:

- I. Undersøkelsen i Singlefjorden - Hvalerområdet er å beskrive den eksisterende tilstanden i resipienten. Resultatene skal danne en basis for en langsiktig overvåking av forurensningstilstanden i området.
- II Områdets rekreasjons- og ressursmessige muligheter skal undersøkes og vurderes mot områdets nåværende bruksverdi.
- III Basisundersøkelsen skal belyse de forhold som i første rekke påvirker områdets bruksverdi. På bakgrunn av resultatene skal tiltak foreslås slik at områdets ressurser kan utnyttes mest mulig optimalt.

Denne delrapporten beskriver en undersøkelse som har hatt som målsetting å besvare følgende spørsmål:

- er gruntvannsorganismenes utbredelse som en kunne vente ut fra de naturgitte forhold i undersøkelsesområdet?
- hvis avvik, i hvilke deler av området gjør dette seg gjeldende?
- hva er årsaken til eventuelle avvik i organismesamfunnene?
- hvilke tiltak er aktuelle for å bedre situasjonen?

Arbeidet har omfattet registreringer av organismer knyttet til hardbunn på et stort antall strender i Hvalerområdet og Singlefjorden. Disse organismene kan ofte fortelle noe om kvaliteten i de øverste vannlag. Artene har forskjellig toleranse overfor endringer i naturlige faktorer som temperatur, saltholdighet og vannbevegelse. Nedslamming, overgjødsling og utslipp av miljøgifter gir som regel en forskyvning av arts- og individantall. Ved stabile naturgitte betingelser (dynamisk likevekt) er regelen større artsrikdom og færre individer. Betingelser som forurensningspåvirkninger og andre forstyrrelser gir oftest motsatt resultat.

For å kartlegge gruntvannsorganismene på hardbunn kan det brukes flere teknikker. Grundige og detaljerte metoder gir sikrere resultater på få områder (stasjoner), mens enklere observasjoner (synoptisk metode) dekker et stort område på relativt kort tid, men med mindre utsagnskraftige resultater pr. stasjon. Da Hvalerområdet og Singlefjorden omfatter et meget stort areal, ble det valgt den synoptiske metoden over 3 år.

## 2. MATERIALE OG METODER

Registreringene har vært gjennomført på syv tokt av ulik varighet i 1980-82. Toktene ble innledet med en befaring 19.-21. mai 1980 for å finne et stort antall representative stasjoner. Den geografiske fordelingen av de 76 stasjoner som ble valgt fremgår av figur 1 og tabell 2. Tidspunkt og tokttypen er satt opp i tabell 1.

Tabell 1. Tokter - hardbunnsbiologi

Tid	Tokttypen	Antall st.
19-21/5 - 80	Befaring	75
14-18/7 - 80	Hovedundersøkelse	75
31/8-5/9 - 81	"	66
13-15/10 - 81	Dykkerundersøkelse	14
30/8-3/9 - 82	Hovedundersøkelse	29
12/10 - 82	" (forts.)	15
8-10/9 } - 82	Dykkerundersøkelse	15
13-14/9 }		

Hovedundersøkelsene omfatter registrering av alle relativt lett identifiserbare arter i fjæresonen ned til 1-2 m dyp. I tillegg ble det dykket på 16 av hovedstasjonene ned til 5-25 m dyp, avhengig av nedre grense for algevegetasjonen. Registreringer ved hovedundersøkelsene er utført ved snorkeldykking, mens dykkerundersøkelsene ble gjennomført med fullt froskemannsutstyr. Av de 75 stasjonene som ble undersøkt første år er 66 undersøkt annet år, mens 37 stasjoner er observert alle tre år. Reduksjonen av stasjonsantall skyldes stor likhet i organismsammensetningen på nabostasjoner de to første undersøkelsesår. Fra 16 av stasjonene foreligger det data fra større dyp enn 2 m. Ved registreringene er det brukt en mengdemessig subjektiv gradering, hvor 1, 2 og 3 betyr henholdsvis sjelden, vanlig og assosiasjonsdannende. Assosiasjon er her brukt som en generell, ikke-kvantitativ betegnelse på algesamfunn hvor én eller noen få arter dominerer (Børgesen 1905).

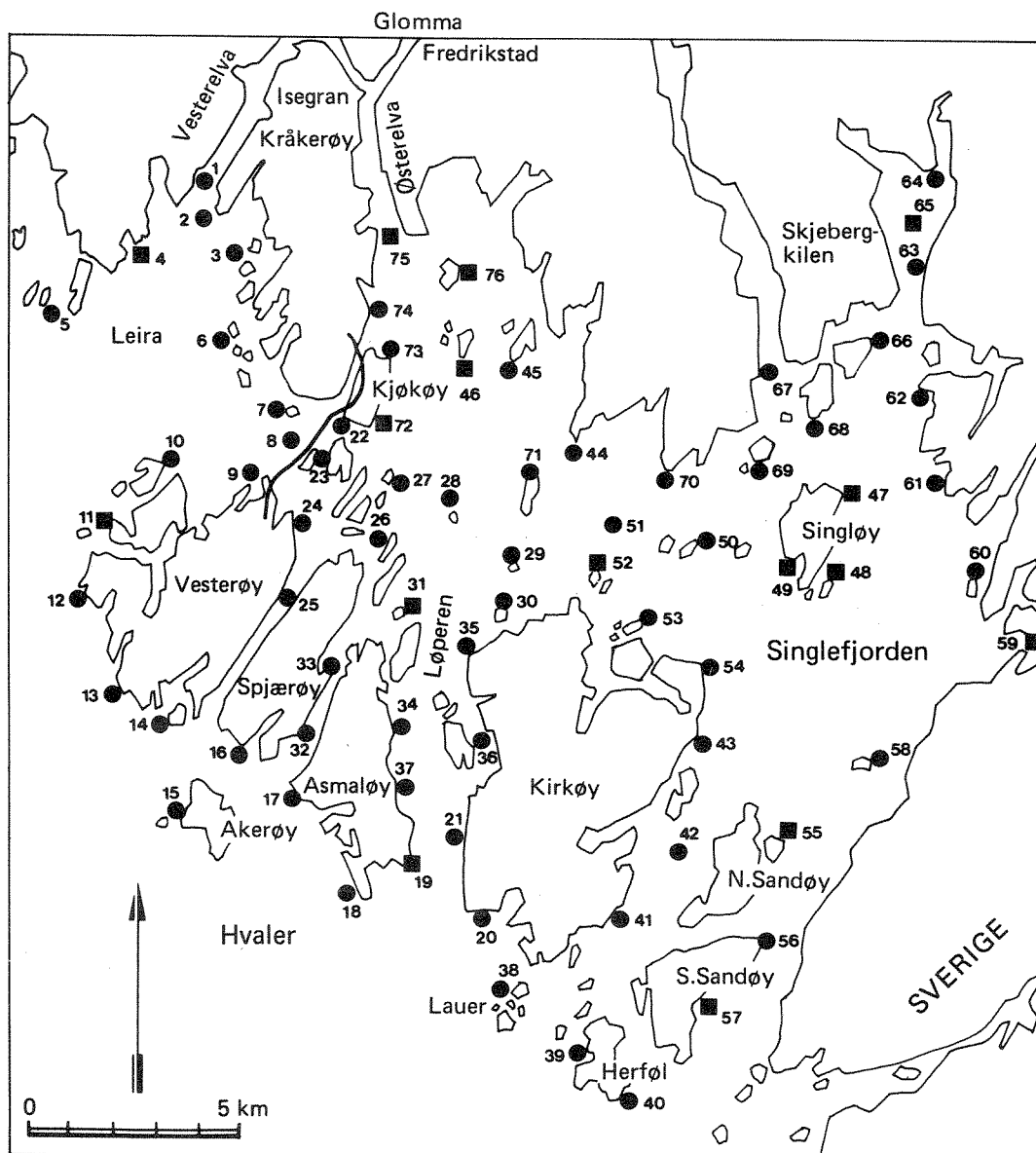


Fig. 1. Stasjoner for registrering av gruntvannsorganismer.

- ■ Hovedstasjoner
- Dykkerstasjoner

Tabell 2. Plassering av de undersøkte lokaliteter.

St. nr.	Geografisk navn	Vegetasjons- område	St. nr.	Geografisk navn	Vegetasjons- område
1	Faretangen/Vestereilva	I	39	Herføl v/Rognhavn	IV
2	Gåsungane/Vestereilva	I	40	Herføl v/Stutehavnen	IV
3	Oterholmen/Leira	I	41	Kirkøy SØ. v/Hjelp	III
4	Øienkilen/Leira	I	42	Store Granholmen	III
5	Flatskjærene NV av Strømtangen Fyr	I	43	Kirkøy Ø. v/Røte	III
6	Driteren/Leira	I	44	Bævtangen	II
7	Store Sauholmen	I	45	Nes Ramsøy, S.	II
8	Holme NV av Rævholmen	I	46	Lille Frit, N.	II
9	Nestangen	I	47	Singløyntangen	III
10	Seiløy, NØ.	I	48	Singlekälven N.	III
11	Patterne, N.	IV	49	Singløya V. v/lykt	III
12	Verven	IV	50	Lyngholmen	III
13	Mølodden	IV	51	Svalen	III
14	Sauholmen	IV	52	V. Damholmen	III
15	Akerøy	IV	53	Ertholmen	III
16	Makreltangen v/Spjærkilen, S.	IV	54	Etholmen, Kirkøy NØ.	III
17	Pigsten v/Asmalsund	IV	55	Brattholmen	III
18	Vikertangen	IV	56	Mølen, S. Sandøy	III
19	Fugletangen	IV	57	Kasa, S. Sandøy	IV
20	Rødshue	IV	58	Kattholmen (Sverige)	III
21	Kirkøy, SV.	III	59	Sponvikskansen	III
22	Håholmen, Ø.	II	60	Store Mølvikholmen	III
23	Furruholmen, V.	II	61	Nes, V. for Økebugten	III
24	Vesterøy, NØ	II	62	Bjerkholmen	III
25	Holme i Skjelsbusundet, Braaten	II	63	Galten, Skjebergkilen	III
26	Aaspholmen, S.	II	64	Feriehjemmet, Skjebergkilen	III
27	S. Risholmen, Ø.	II	65	Kjerringholmen, Skjebergkilen	III
28	S. Fugleskjær, NV.	II	66	N. Kalsøy, NØ	III
29	N. Stamholmen, NV.	III	67	Løkholmen, Tosekilen	III
30	Furuholmen, N.	III	68	S. Kalsøy, S:	III
31	Møren, N.	II	69	Tosekälven, S.	III
32	Asmalsund, S.	III	70	Askedalstangen	III
33	Holmetangen, Asmalsund	III	71	Ramsøy	II
34	Dødviken, Asmaløy	III	72	Kjøkøy, SØ	II
35	Alkesten, Kirkøy, NV.	III	73	Rørvik, Kjøkøy	II
36	Skibholmen, Bølingshavn	III	74	Nøteskjær, Kråkerøy Ø.	II
37	Asmaløy v/Kraaka	III	75	Alshus, Kråkerøy Ø.	II
38	N. Lauer	IV	76	Hestholmen, Ø.	II

### 3. RESULTATER

Parallelt med utvelgelsen av stasjoner under befaringen i mai 1980, ble det også lagt vekt på å registrere eventuelle funn av tangarten *Fucus distichus*, spp. *edentatus* (gjelvtang). Dette er en nordlig art som i løpet av det 20. århundre har funnet seg vel til rette i sjøresipienter med større kloakkpåvirkning. I indre Oslofjord er den de siste 20-25 år blitt den vanligste tangarten (Bokn & Lein 1978). I mars-mai er gjelvtang fertil og således lett å observere. Imidlertid ble tangen ikke funnet på noen av de 76 stasjonene. Som ventet ble den heller ikke observert sommeren samme år. I 1981 og 1982 ble den observert på henholdsvis tre og én stasjon, alle i de antatt minst forurensede områder.

For de 37 stasjoner, hvor organismesamfunnene er registrert i alle tre undersøkelsesår, er det for hver stasjon kontra de øvrige beregnet en likhetsindeks for de fastsittende alger. Indeksene er inndelt i 4 grupper: Helt ulik, ikke lik, lik, svært lik. Dette er presentert i figur 2. Ut fra denne grupperingen er stasjonene inndelt i fire vegetasjonsområder, I - IV, se figur 3.

Vegetasjonsområde II skilte seg vesentlig ut fra de øvrige områder i så vel ulikhet som artsfattigdom (1-9 arter). Vest og øst/sydøst for II ligger henholdsvis I og III, som var lik hverandre (10-15 og 7-17 arter pr. stasjon, 28 totalt). Vegetasjonsområde IV var rikest på arter (15-22 pr. stasjon, 36 totalt), og skilte seg ut fra de tre øvrige vegetasjonsområder. Gjennomsnitt artsantall og standard avvik fremgår av figur 4. Ulikhetene som er registrert har alle et signifikansnivå bedre enn 0,05. Signifikansnivået er beregnet etter en t-test.

Tabell 3 viser en artsliste over alle registrerte gruntvannsorganismer ned til ca. 2 m dyp på 75 ulike stasjoner i årene 1980-82. Funnene er gruppert i de fire forskjellige vegetasjonsområder (figur 3). I tabell 4 er det satt opp totalt artsantall for fastsittende alger i hvert vegetasjonsområde, artsantallet fordelt på rød-, brun- og grønnalger, samt prosentfordelingen mellom disse.

Tabell 3. Artsliste. Registreringer i 0-2 m dyp i fire vegetasjons-  
områder, I-IV (jfr. fig. 3).

		I	II	III	IV
Ahnfeltia plicata	Havsris	1	-	1	1
Ascophyllum nodosum	Grisetang	1	(1)	1-2	1
Ceramium rubrum	Vanlig rekeklo	-	-	-	1
C. secundatum		1	-	-	2
Ceramium spp.	Rekeklo	1	1-2	2	2
Chaetomorpha linum		1	-	1	1
C. melagonium		-	-	-	1
Chondrus crispus	Krusflik	1	-	1	2
Chorda filum	Martaum	1	-	1	-
Chordaria flagelliformis	Strandtagl	1	-	1	2
Cladophora rupestris	Vanlig grønndusk	1	-	1-2	1
Cladophora spp.	Grønndusk	2	2	2-3	1
Cystoclonium purpureum	Fiskeløk	1	-	1	1-2
Desmarestia viridis	Mykt kjerringhår	-	-	1	-
Dictyosiphon foeniculaceus	Vanl. finsveig	-	-	-	1
Ectocarpus/Pilayella	Brunsl	1-2	1	1-2	2
Elachista fucicola	Tanglo	1-2	1	1-2	2
Enteromorpha spp.	Tarmgrønnske	2	(1)	2	2
Fucus distichus ssp. edentatus	Gjelvtang	1	-	1	1
F. serratus	Sagtang	3	-	2	2-3
F. vesiculosus	Blæretang	3	1-2	3	1-2
Furcellaria lumbricalis	Svartkluft	1-2	1	1-2	1
Halidrys siliquosa	Skulpetang	-	-	-	1
Hildenbrandia rubra	Fjæreblod	2	1	2	2
Laminaria digitata	Fingertare	1	-	1	1
L. saccharina	Sukkertare	1	-	1	1
Nemalion helminthoides	Rødsleipe	-	-	1	1
Petalonia fascia		-	-	-	1
Phyllophora pseudoceranooides	Krusblekke	-	-	-	1
Phymatolithon lenormandii	Flatrugl	-	-	-	1
Polysiphonia brodiaei	Penseldokke	1	-	-	2
Polysiphonia spp.		1-2	1	2	1-2
Porphyra umbilicalis	Vanlig fjærehinne	1	-	-	1
Porphyra sp.		1	-	1-2	1-2
Prasiola stipitata		-	1	1	-
Scytosiphon lomentaria	Fjæreslo	-	-	1	1
Spongomorpha sp.		-	-	-	1
Spongonema tomentosum		1	-	1	-
Ulothrix/Urospora		1	-	1	2
Ulva lactuca	Havsalat	1-2	-	(1)	2
Blågrønnalger, littoralt		3	2	2-3	3
Blågrønnalger, sublittoralt		1	2	1	-
Ruppia spp.	Havgress	-	1-2	1	-
Zostera marina	Alegress	1	1-2	1	-
Asterias rubens	Korstroll	1-2	-	2	2
Balanus balanoides	Fjærerur	-	-	1	1
B. improvisus	Skipsrur	2	2-3	3	2
Bryozoa indet.	Mosdyr	-	-	1	-
Carcinus maenas	Strandkrabbe	1	1	1	1
Halichondria panicea	Brødsvamp	1	-	-	1
Hydrozoa indet.	Hydroide	-	-	-	1
Littorina littorea	Vanlig strandsnegl	1-2	-	2	1-2
Littorina saxatilis		-	-	-	1
Mytilus edulis	Blåskjell	2	1	2	3
Nucella lapillus	Purpurnegl	-	-	-	1

Tabell 4. Fordeling av algearter i overflatelaget.

R = rødalger, B = brunalger, G = grønnalger.

Veg.omr.		R	B	G	Totalt artsantall
Hele området	Antall %	15 37,5	16 40,0	19 22,5	40
I	Antall %	11 39,3	11 39,3	6 21,4	28
II	Antall %	4 44,4	3 33,3	2 22,2	9
III	Antall %	9 32,2	13 46,4	6 21,4	28
IV	Antall %	15 41,7	13 36,1	8 22,2	36

I flere fjorder er avvik fra en vanlig prosentfordeling (Bokn 1979) brukt som en grov indikator på eutrofigraden.

I figurene 5-7 er det trukket isolinjer for et avrundet antall av arter funnet ved hoved- og dykkerundersøkelsene. Isolinjene for artsantallet av fastsittende alger i overflatelagene er basert på 38 stasjoner, mens isolinjene for dykkerundersøkelsene baseres på 16 stasjoner.

Registreringene av dyr på dykkerstasjonene er underkastet en "cluster"-analyse for eventuelt å finne noen faunistiske likheter mellom de undersøkte områder, figur 8. I analysene er indeksene til Czekanowski (1913) og Sørensen (1948) brukt. Gruppesammenslåingen etter likhet er fleksibel, basert på Lance og Williams (1967). "Cluster"-analysen av faunaen gir i store trekk det samme bildet som likhetsindeksen gjorde for floraen i de øverste meter. Fordi analysen baserer seg på under halvparten av stasjonsantallet for algefloraen er stasjonene kun gruppert i to: Singlefjorden/Leira og hovedløpet av Glomma, mens to stasjoner (st. 52 og 59) var ulik de øvrige. Stasjon 52 ligger i overgangen mellom hovedløpet, mens stasjon 59 ligger ytterst i Iddefjorden.



Utbredelseskart for utvalgte arter av alger og dyr er fremstilt i figurene 9-16. Tilsvarende kart er også laget på basis av nedtegnelser av belegg på fjellet, figur 17.

Figur 18 viser isolinjer for algenes største voksedyp på 16 ulike stasjoner, mens største dyp for vekst av benthosalger på de samme stasjoner er korrelert med vannets siktedyp på figur 19.

I figurene 20-21 er artsantallet på 38 ulike stasjoner korrelert med henholdsvis avstand fra Isegran i Fredrikstad og vannets saltholdighet på eller nær stasjonene.

I tillegg til de presenterte figurer foreligger det fullstendige artslistene fra 75 undersøkte lokaliteter, hovedundersøkelsene. Fra dykkerstasjonene er det nedtegnet vertikallutbredelser for alle de registrerte organismene.

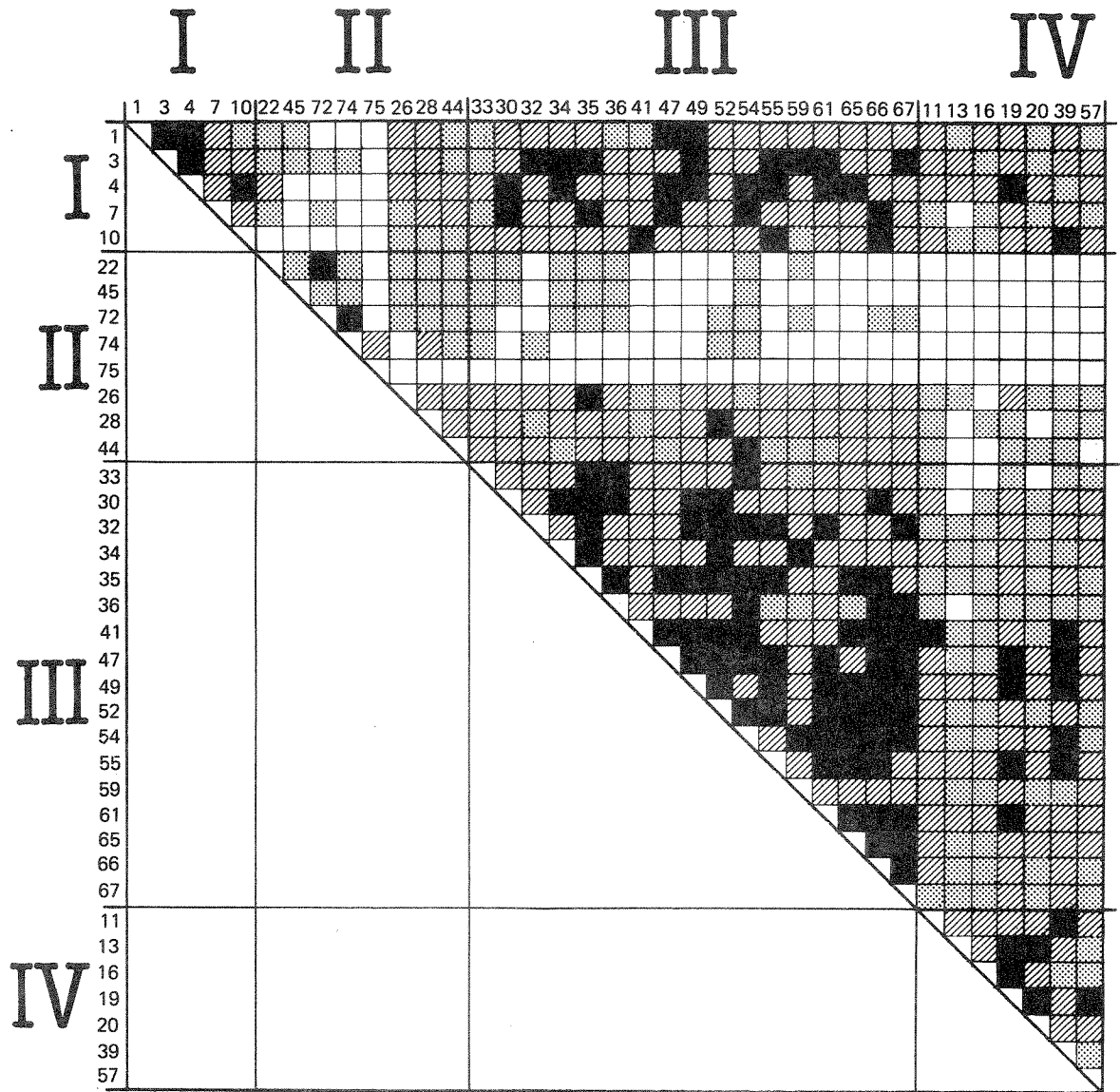


Fig. 2. Stasjonenes innbyrdes likhet m.h.p. fastsittende alger i strandsonen.

- Svært lik (> 69)
- ▨ Lik (50–69)
- ▤ Ikke lik (30–49)
- Helt ulik (< 30)

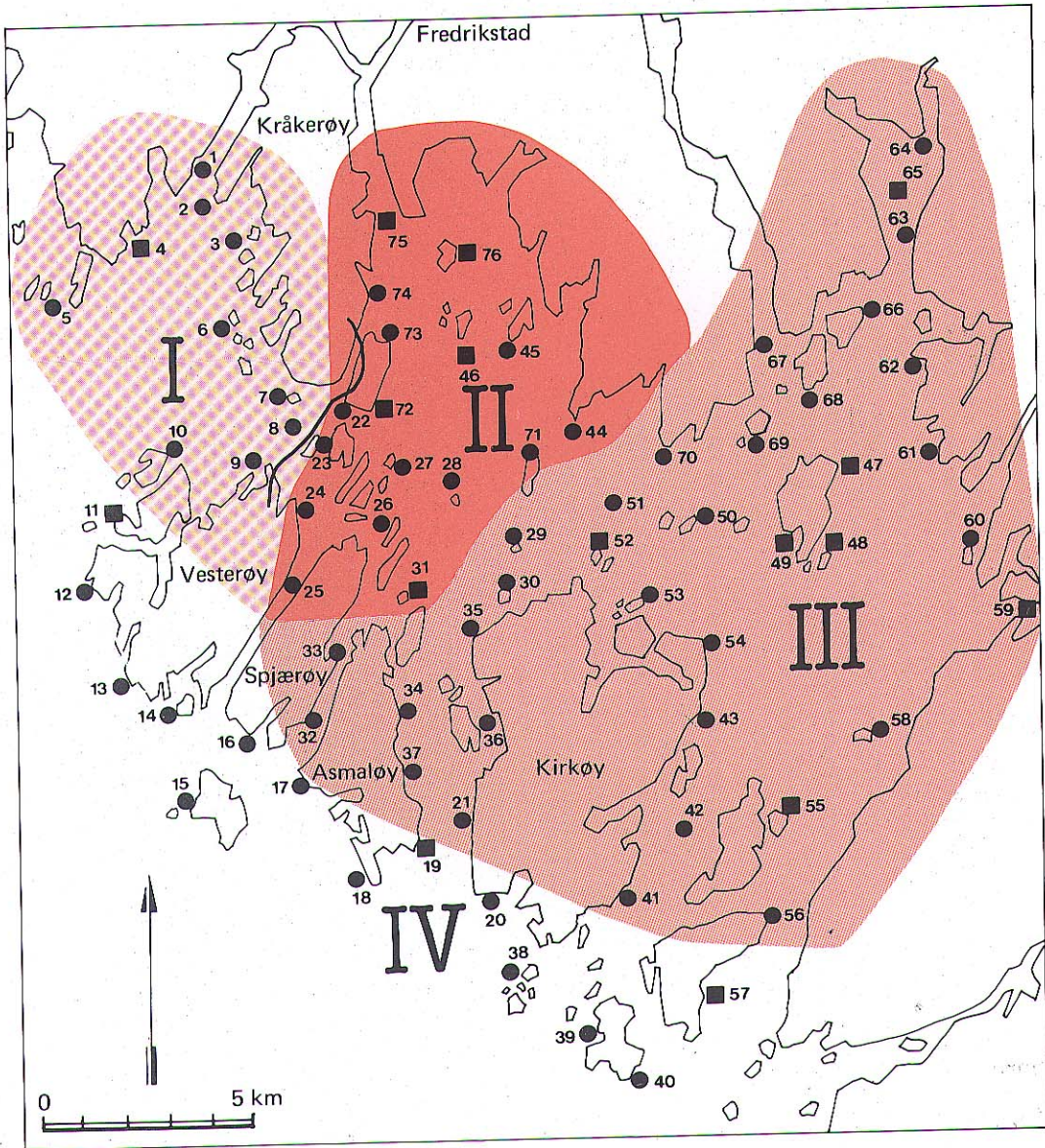


Fig. 3 Ulike vegetasjonsområder i Hvalerområdet og Singlefjorden, beregnet etter likhetsindeks (fig. 2).

Algedata fra 37 ulike lokaliteter i 1980-82 er sammenlignet med hverandre. Grad av likhet/ulikhet har gitt grunnlag for inndeling av undersøkelsesområdet i fire forskjellige vegetasjonsområder.

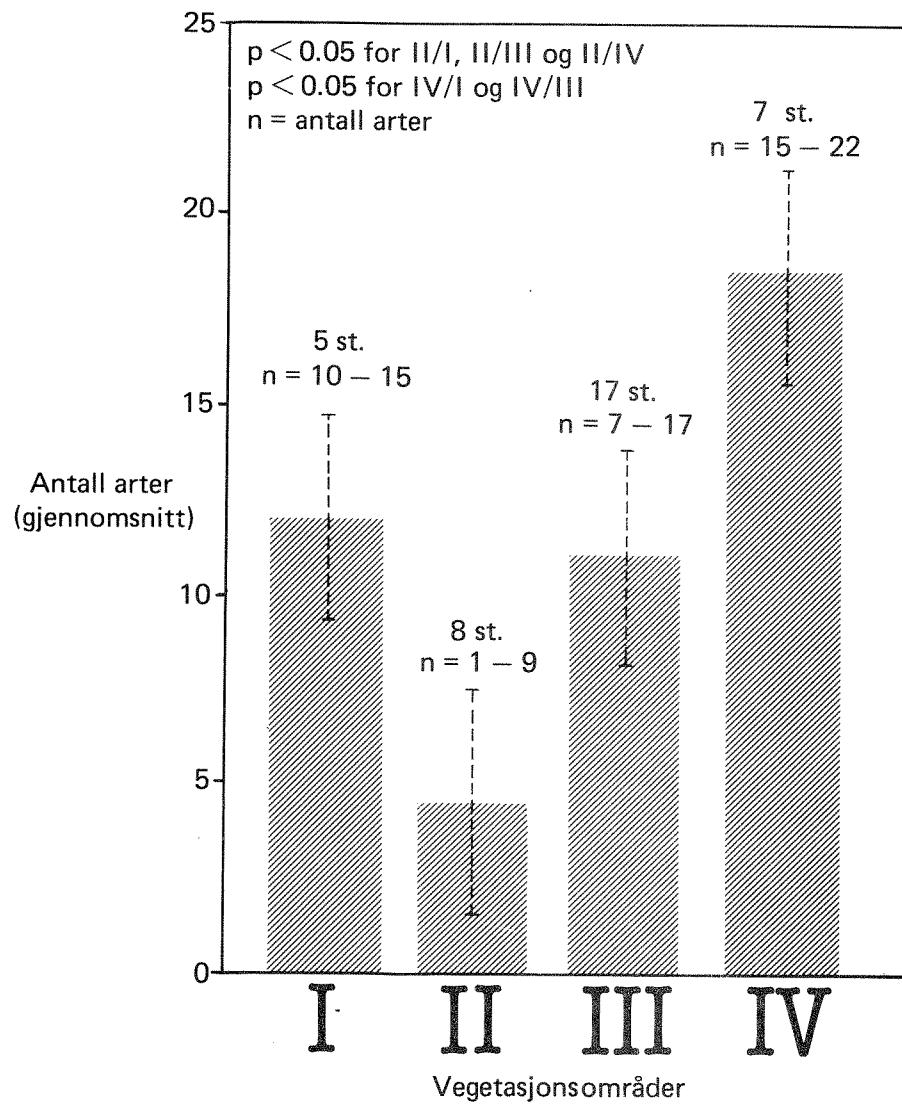


Fig. 4. Gjennomsnittlig artsantall av fastsittende alger i de fire vegetasjonsområder. Antall stasjoner for hvert vegetasjonsområde er satt opp sammen med minimum og maksimum antall arter pr. stasjon. Standard avvik er markert (  $\bar{\cdot}$  ).

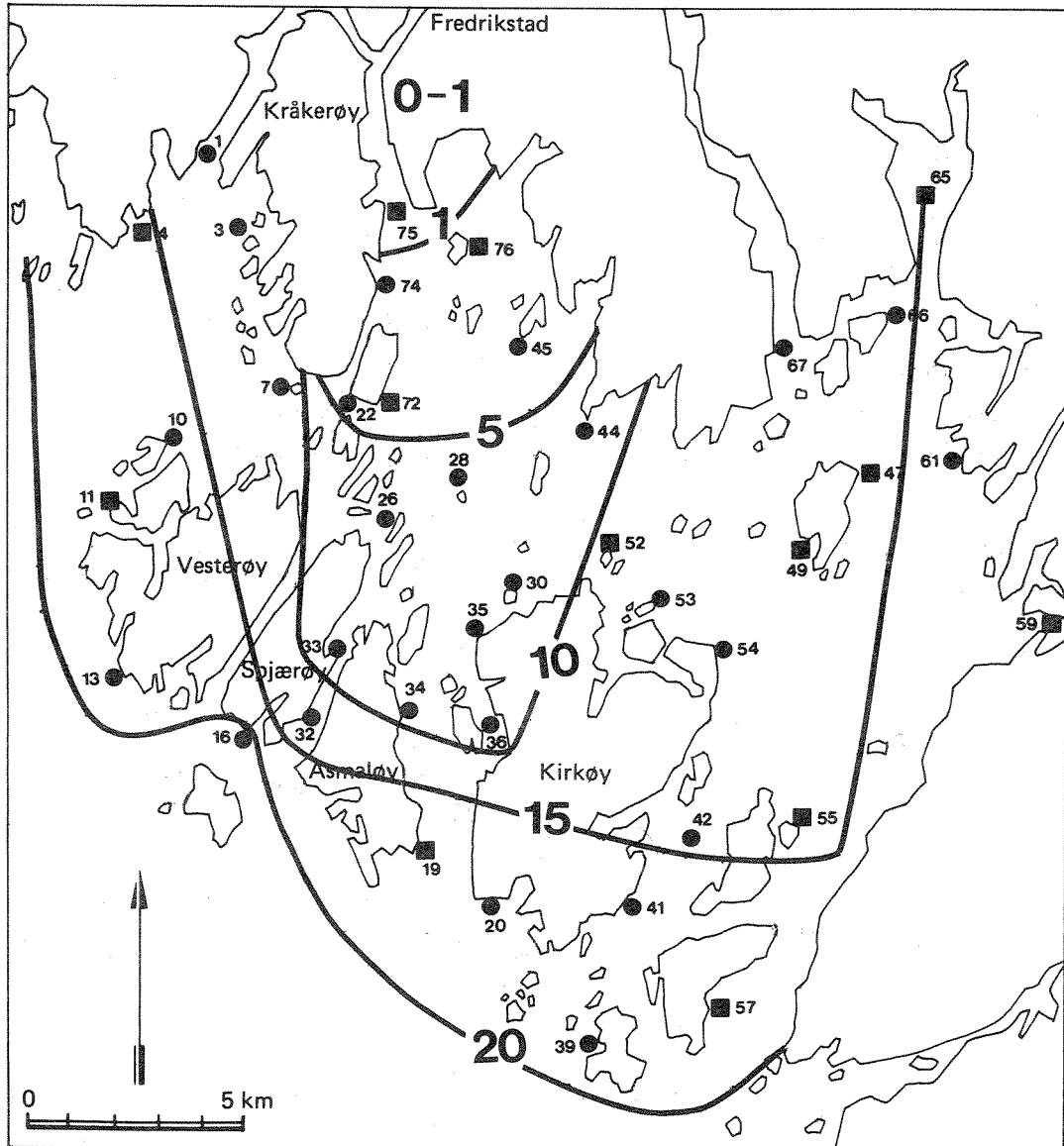


Fig. 5. Isolinjer for artsantall av fastsittende alger i strandsonen på 38 stasjoner (gjennomsnitt over 3 år).

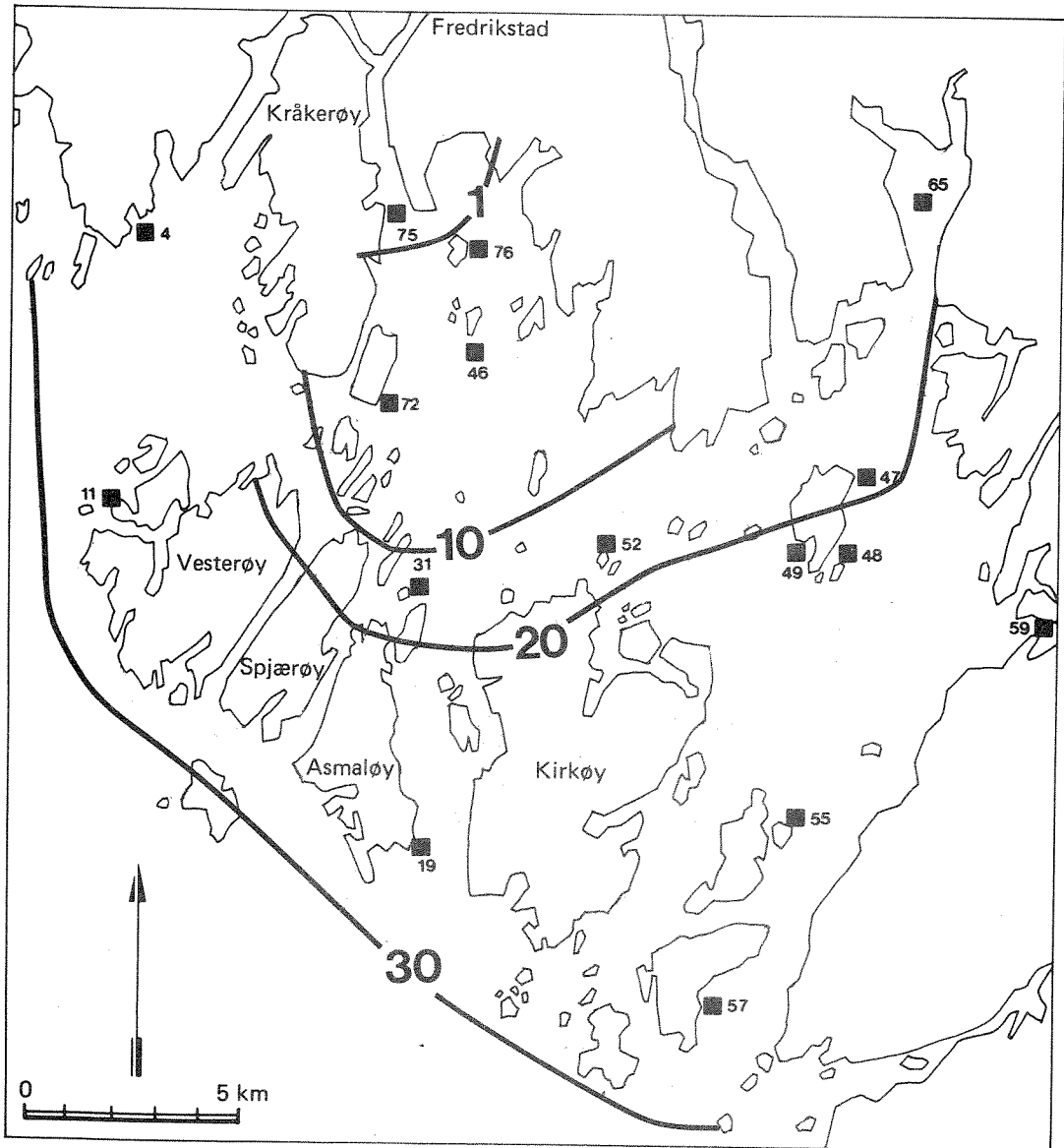


Fig. 6. Isolinjer for artsantall av alle fastsittende alger ned til første voksedyp på 16 stasjoner (gjennomsnitt over 2 år).

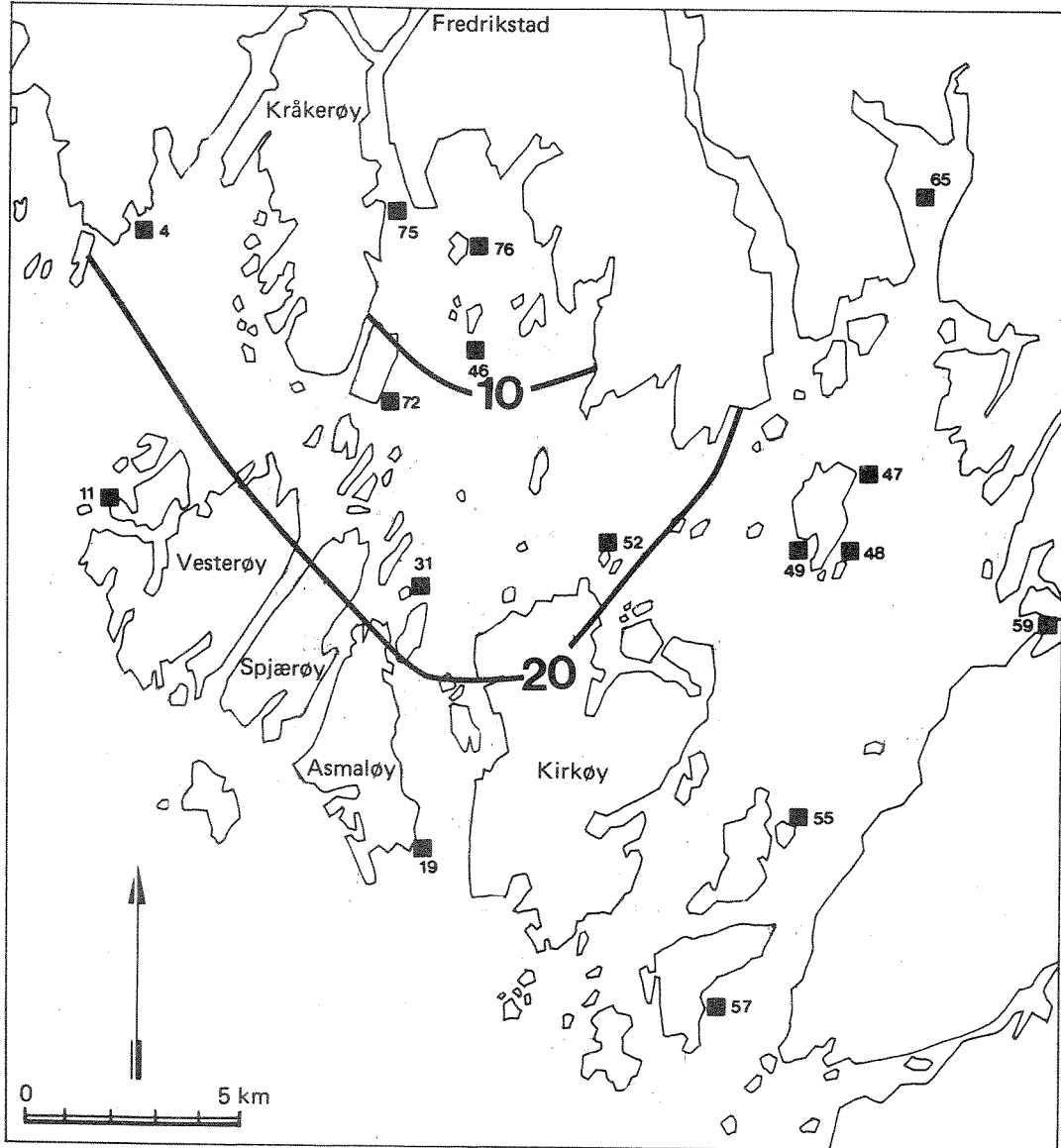
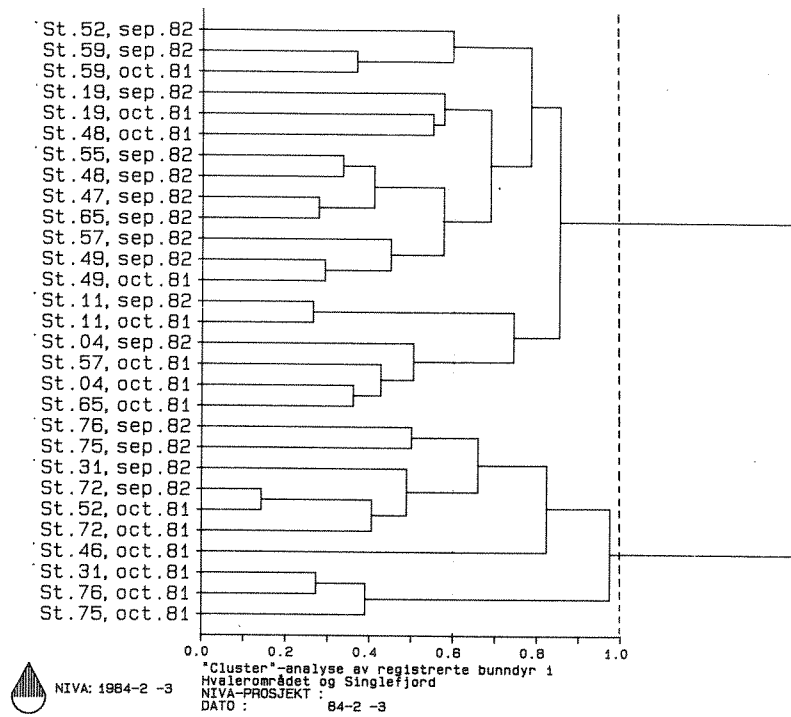


Fig. 7. Isolinjer for artsantall av bunndyr basert på 16 stasjoner. Største registreringsdyp 30 m (gjennomsnitt over 2 år.)



INDEX : Czekanowski (1913), Sørensen (1948)  
FUSJON : Flexible

Fig. 8. "Cluster"-analyse av registrerte bunndyr i Hvalerområdet og Singlefjorden.

Stasjon og registreringsdato er markert til venstre i figuren. Jo lavere verdi på forbindelseslinjen mellom to stasjoner, desto større grad av faunalikhet mellom de samme stasjoner kan avleses på figuren.

----- linje trukket for å skille ut de to grupper med størst ulikhet.



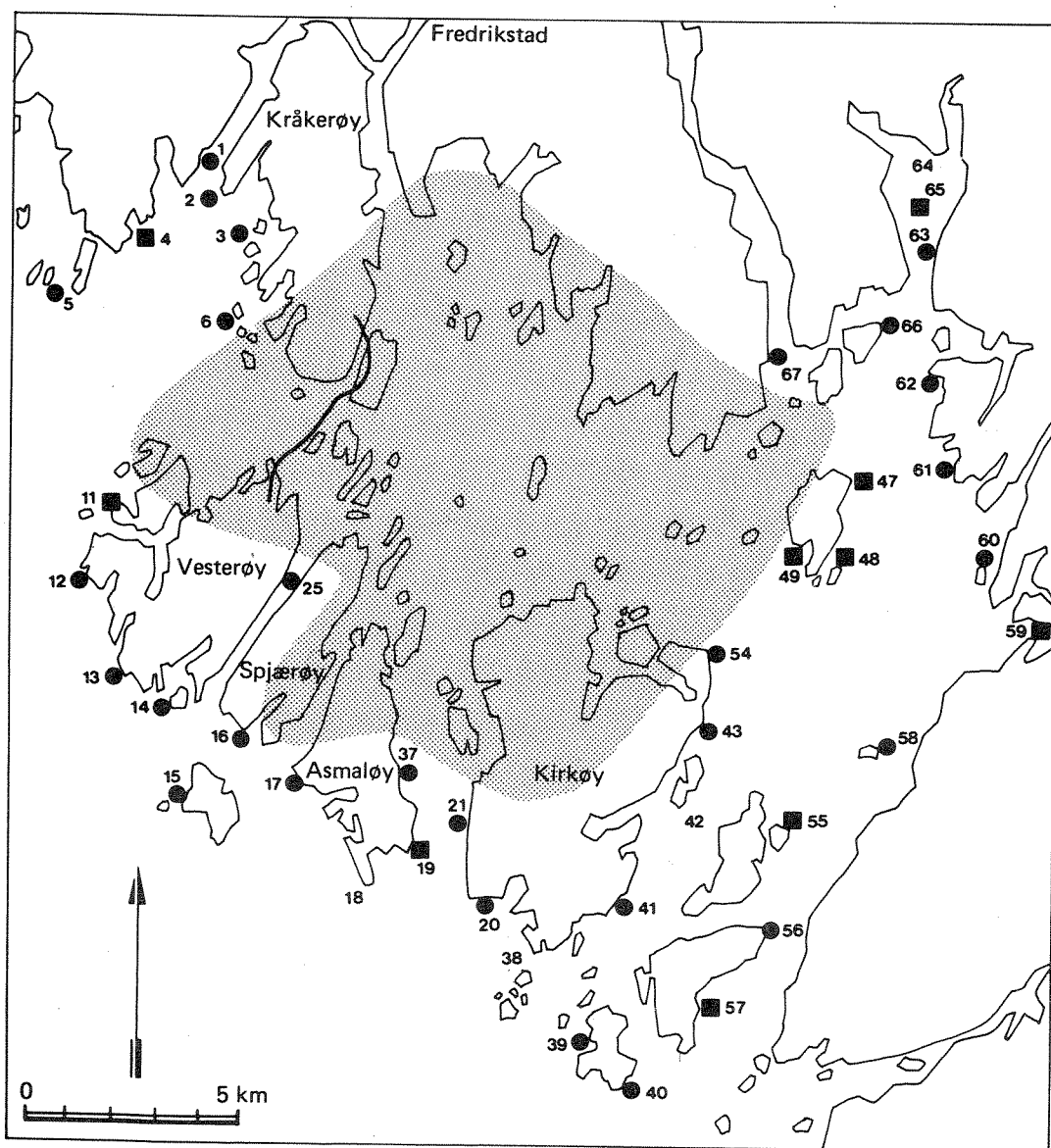


Fig. 9. Utbredelseskart for *Enteromorpha* spp. - Tarmgrønse.

Sammenhengende område uten forekomster eller kun få individer over 3 år.

Stasjonssymboler fjernet utenfor skravert område:  
Ikke observert under registreringen.

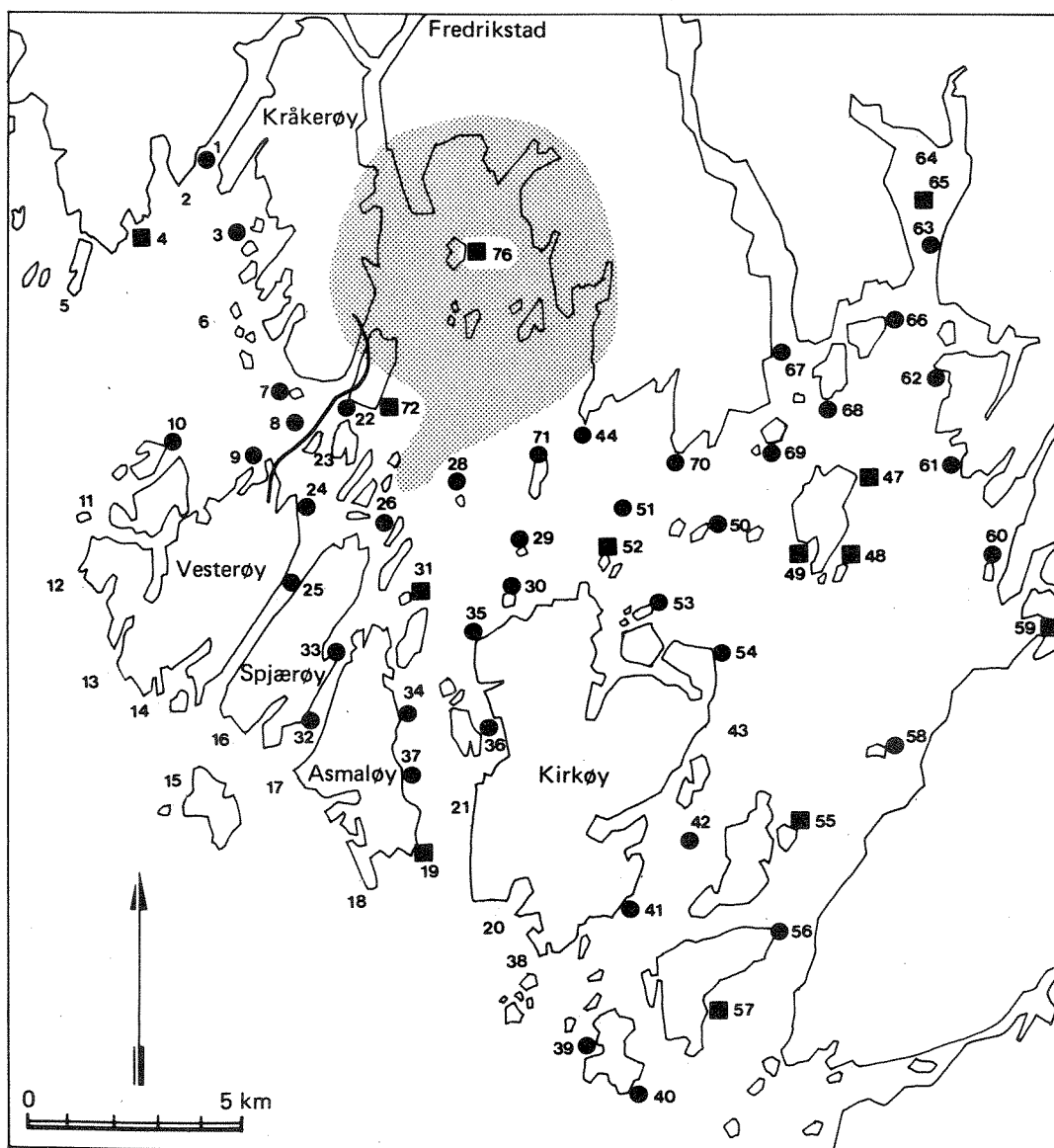


Fig. 10. Utbredelseskart for *Cladophora* spp. - Grønndusk.



Sammenhengende område uten forekomster eller kun få individer over 3 år.

Stasjonssymboler fjernet utenfor skravert område:

Ikke observert under registreringen.

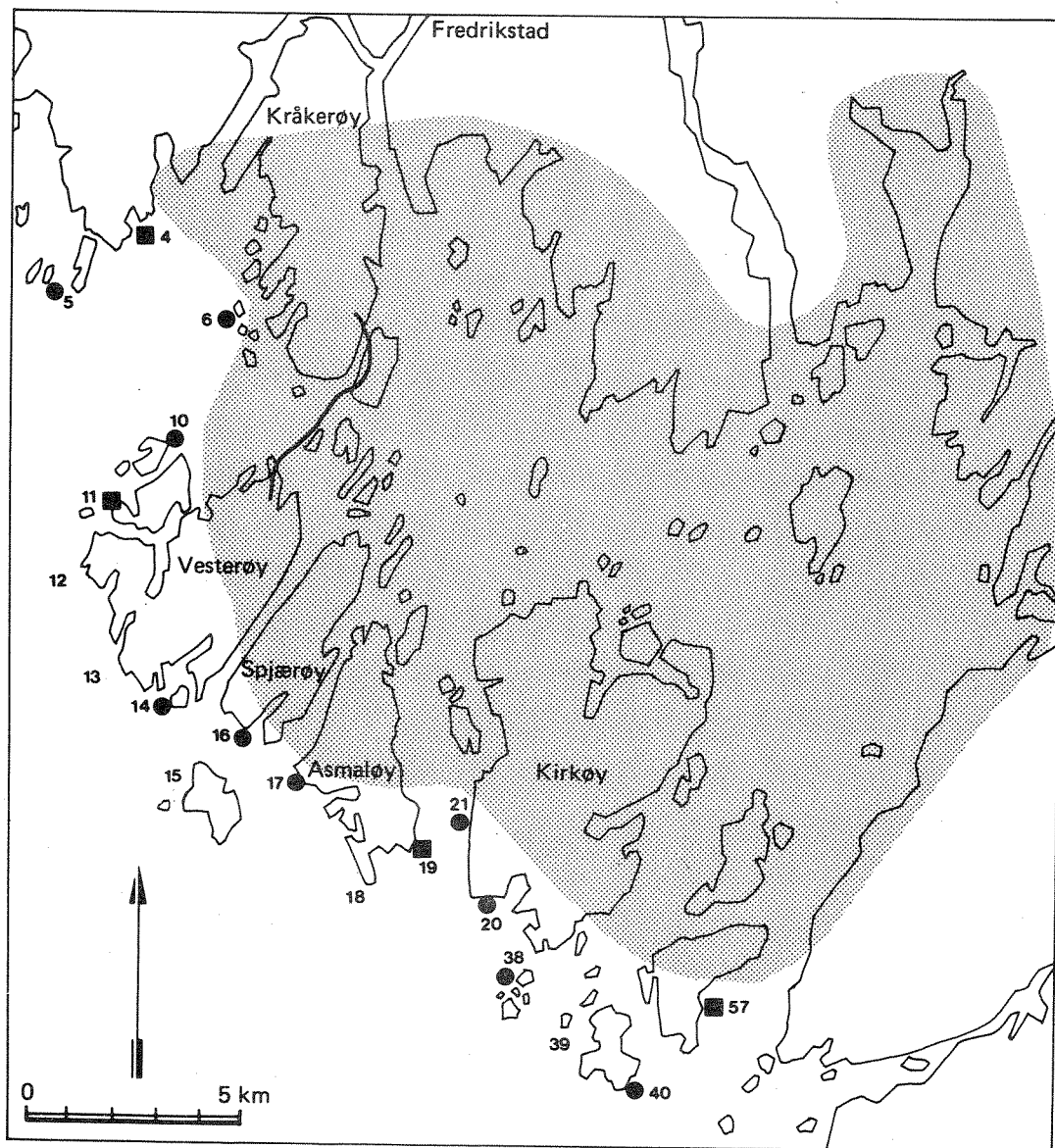


Fig. 11. Utbredelseskart for *Ulva lactuca* - Havsalat.



Sammenhengende område uten forekomster eller kun få individer over 3 år.

Stasjonssymboler fjernet utenfor skravert område:

Ikke observert under registreringen.

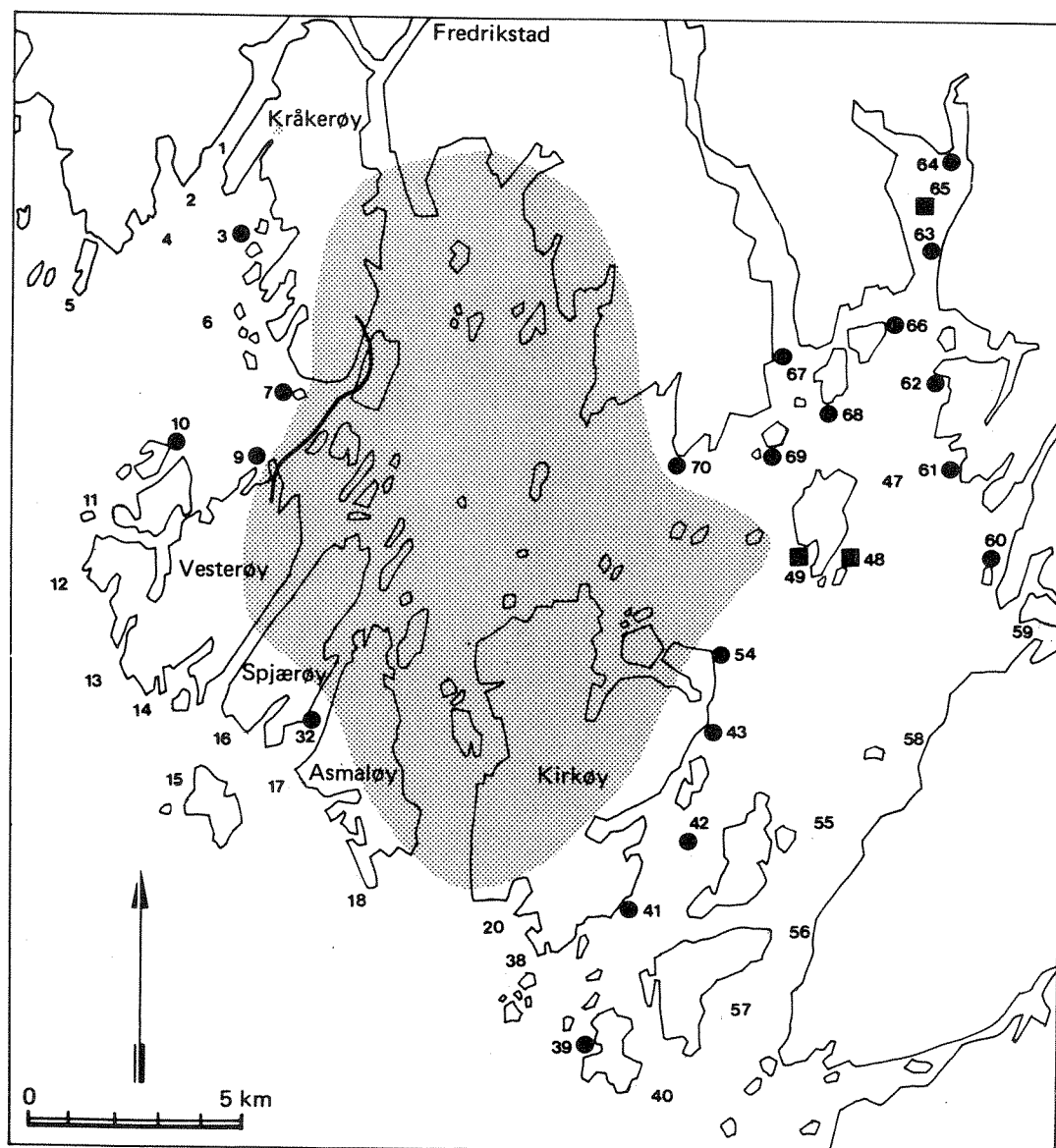


Fig. 12. Utbredelseskart for *Ascophyllum nodosum* - Grisetang.



Sammenhengende område uten forekomster eller kun få individer over 3 år.

Stasjonssymboler fjernet utenfor skravert område:

Ikke observert under registreringen.

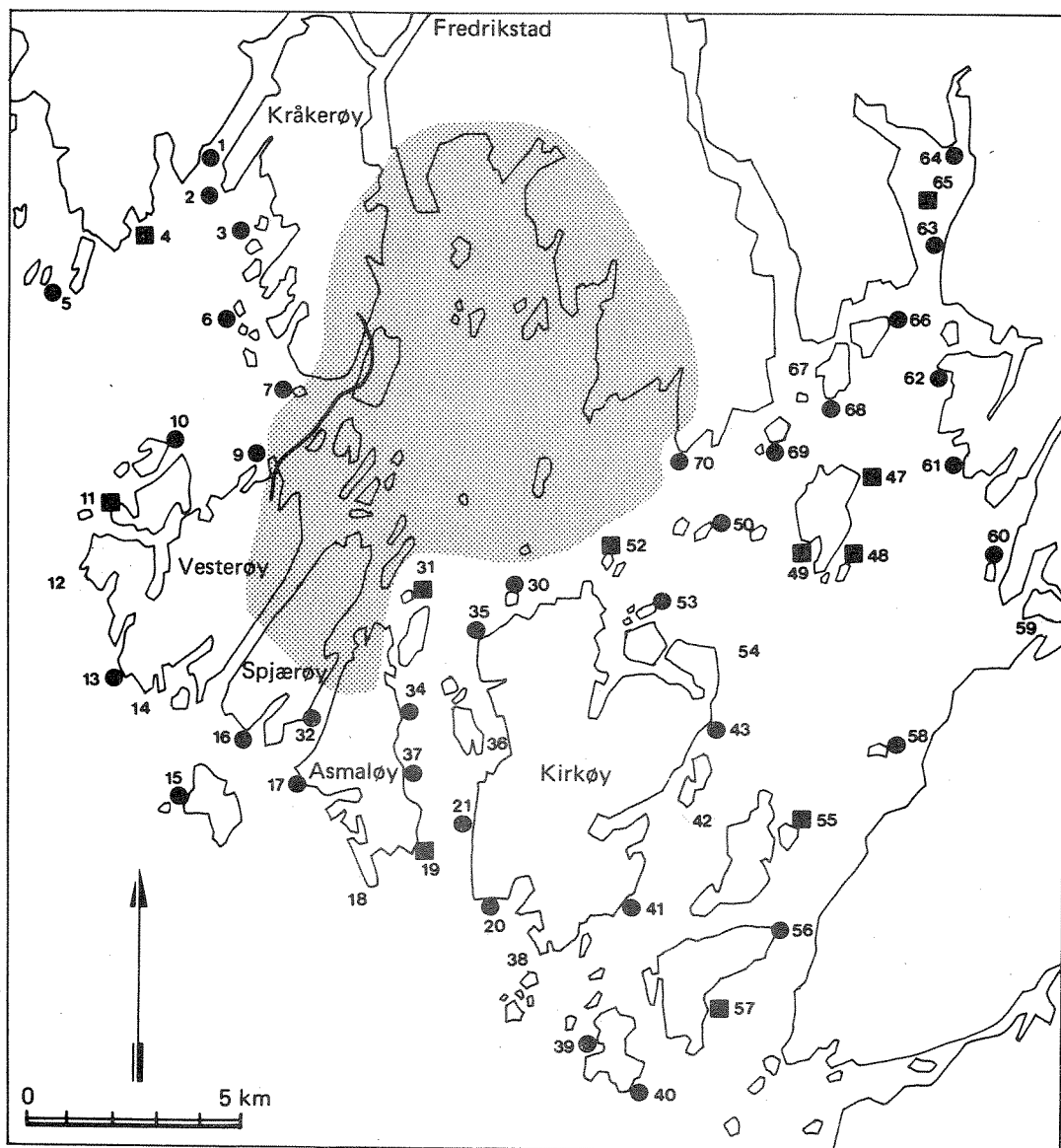


Fig. 13. Utbredelseskart for *Fucus serratus* - Sagtang.



Sammenhengende område uten forekomster eller kun få individer over 3 år.

Stasjonssymboler fjernet utenfor skravert område:  
Ikke observert under registreringen.

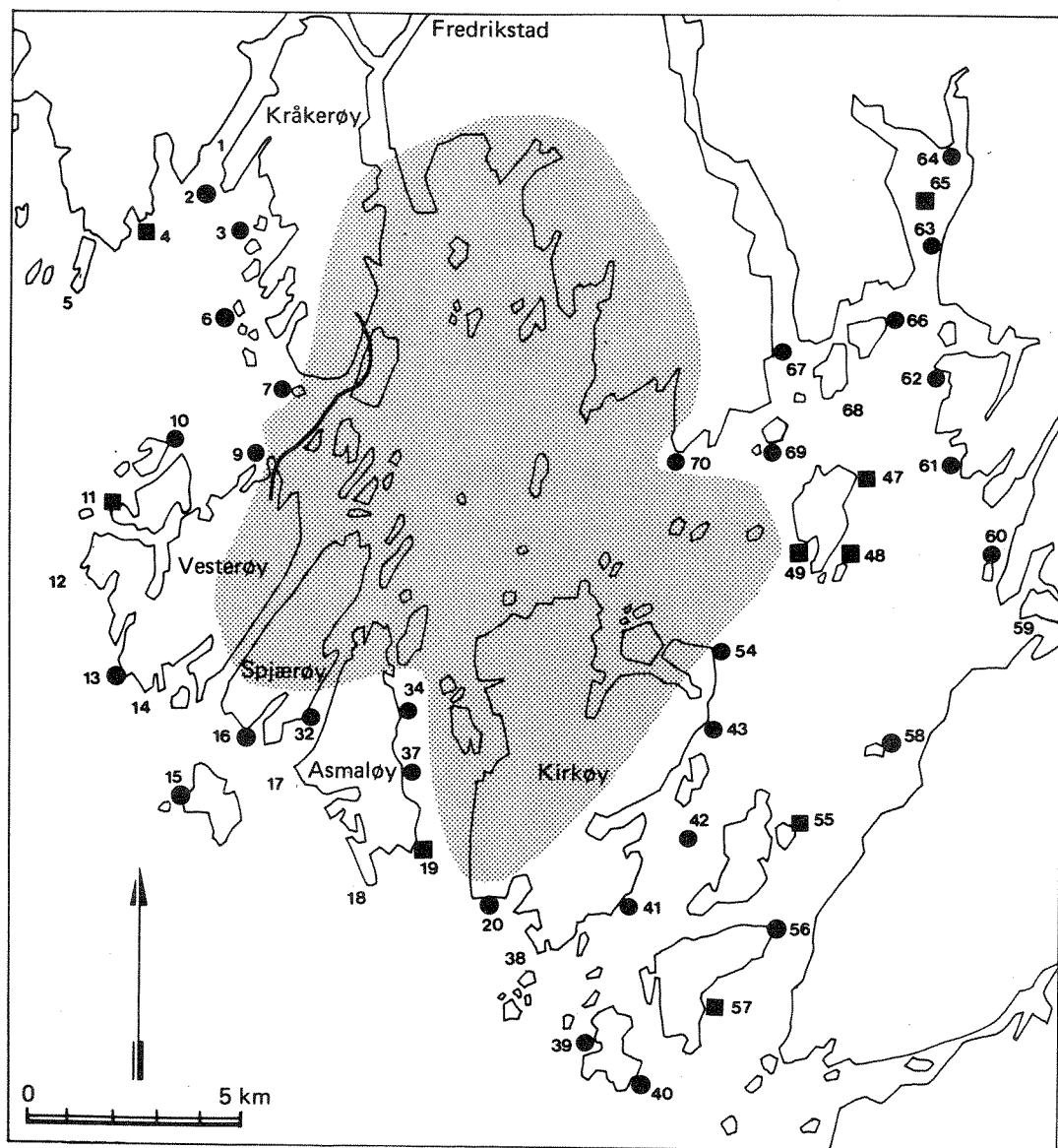



Fig. 14. Utbredelseskart for *Littorina littorea* - Vanlig strandsnegl.

 Sammenhengende område uten forekomster eller kun få individer over 3 år.

Stasjonssymboler fjernet utenfor skravert område:  
Ikke observert under registreringen.

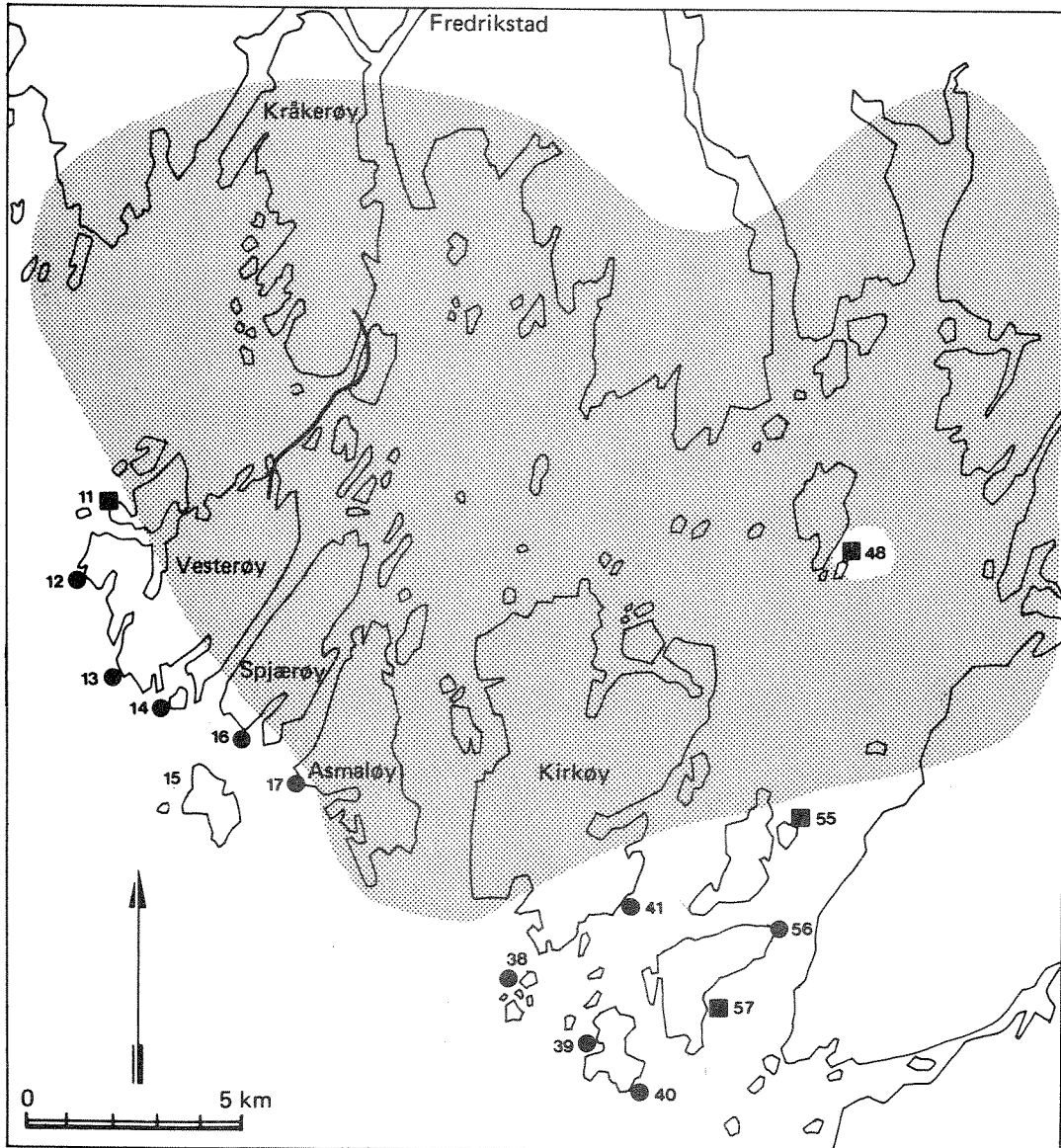


Fig. 15. Utbredelseskart for *Balanus balanoides* - Fjærerur.

Sammenhengende område uten forekomster eller kun få individer over 3 år.

Stasjonssmboler fjernet utenfor skravert område:  
Ikke observert under registreringen.

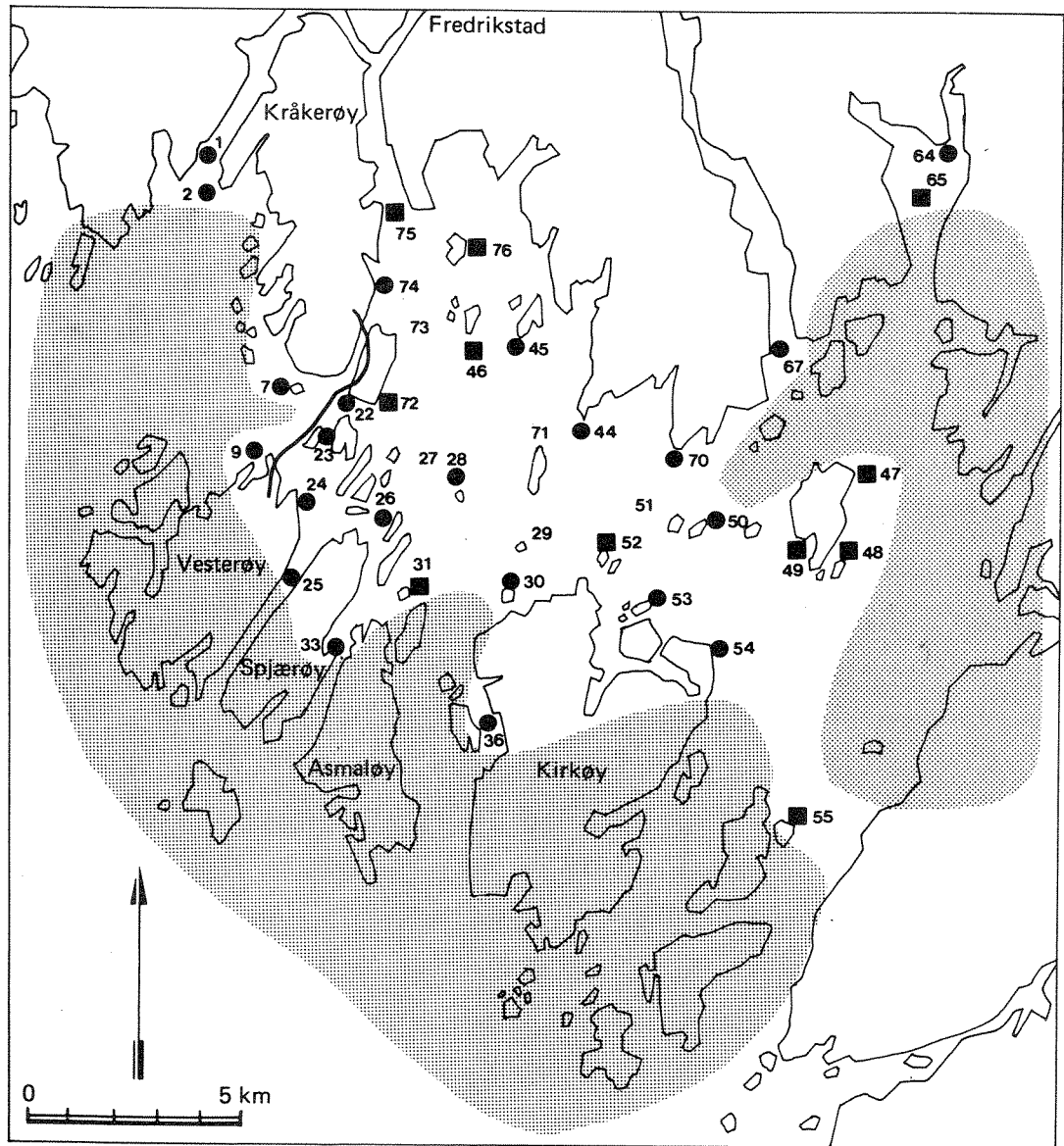


Fig. 16. Utbredelseskart for blågrønnalgen *Spirulina subsalsa*.



Sammenhengende område uten forekomster eller kun få individer over 3 år.

Stasjonssymboler fjernet utenfor skravert område:  
Ikke observert under registreringen.



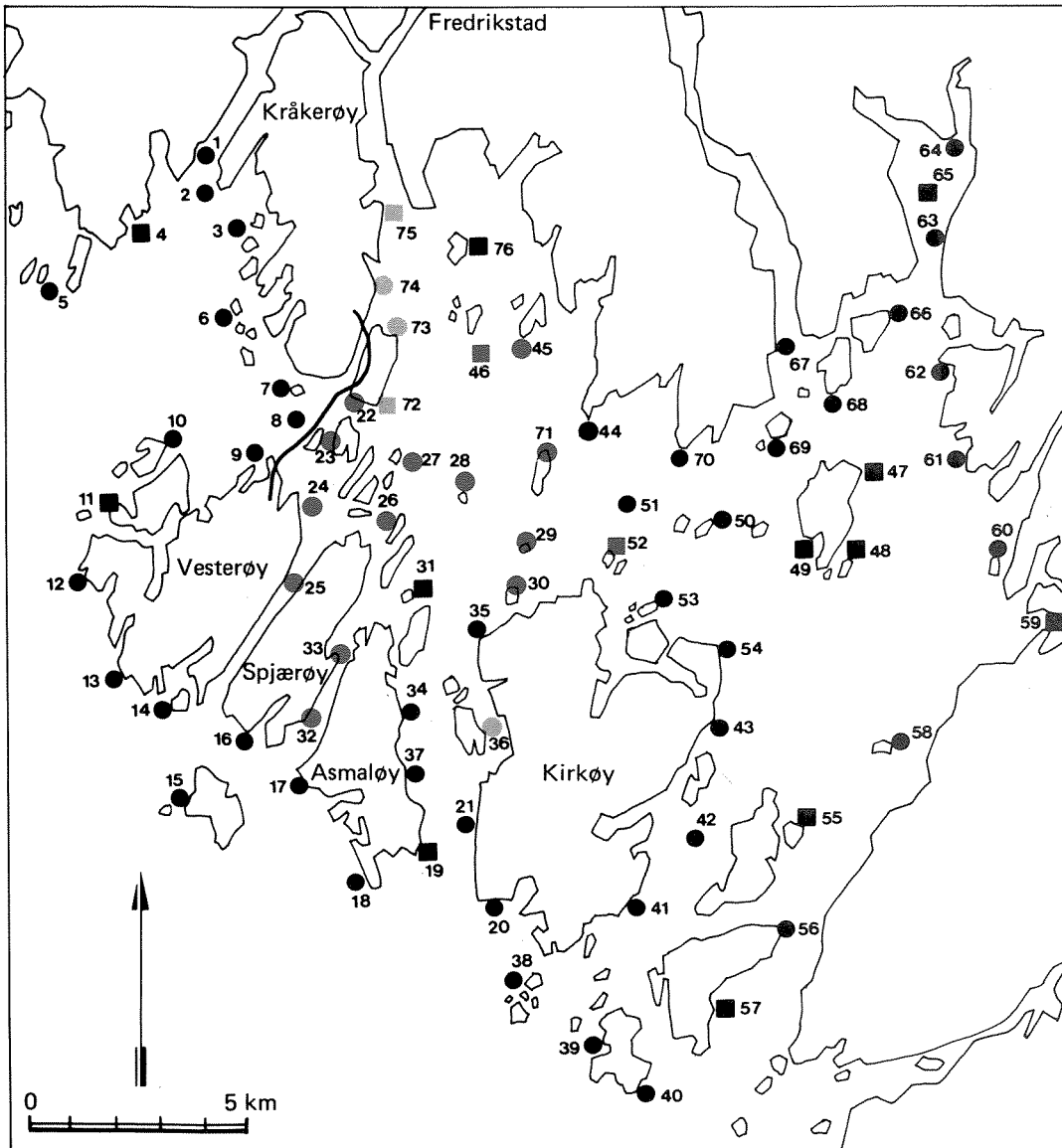


Fig. 17. Stasjoner i Hvalerområdet med særlig mye nedslamming og belegg på berg og organismer.

- Rustbrunt belegg
- Grønnlig belegg

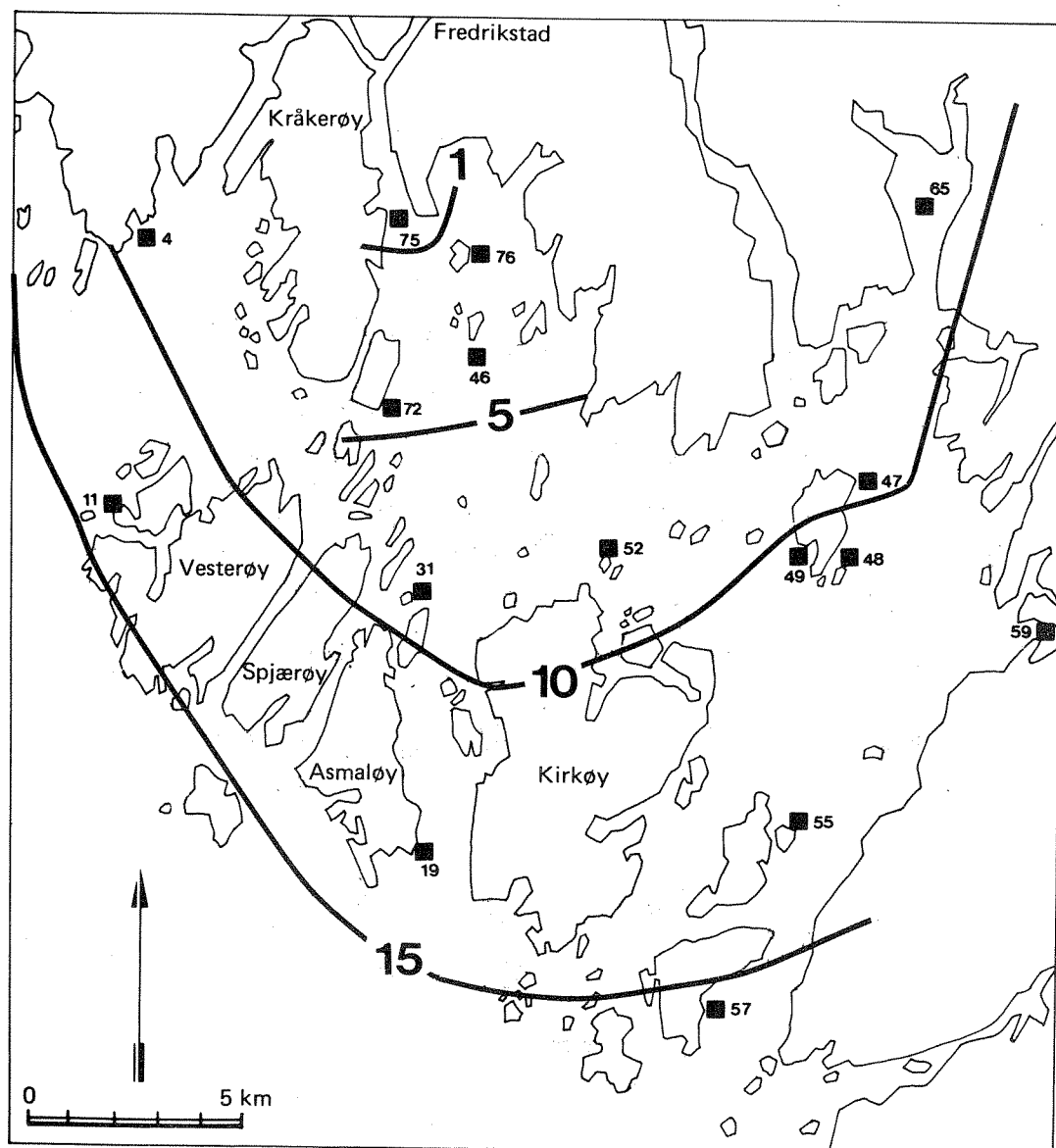
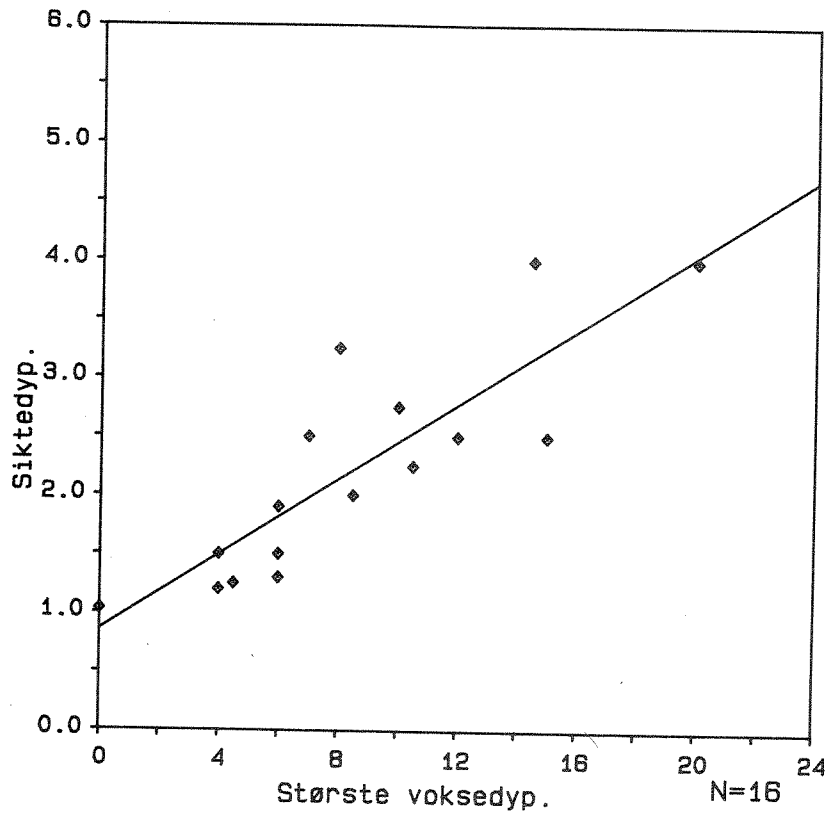
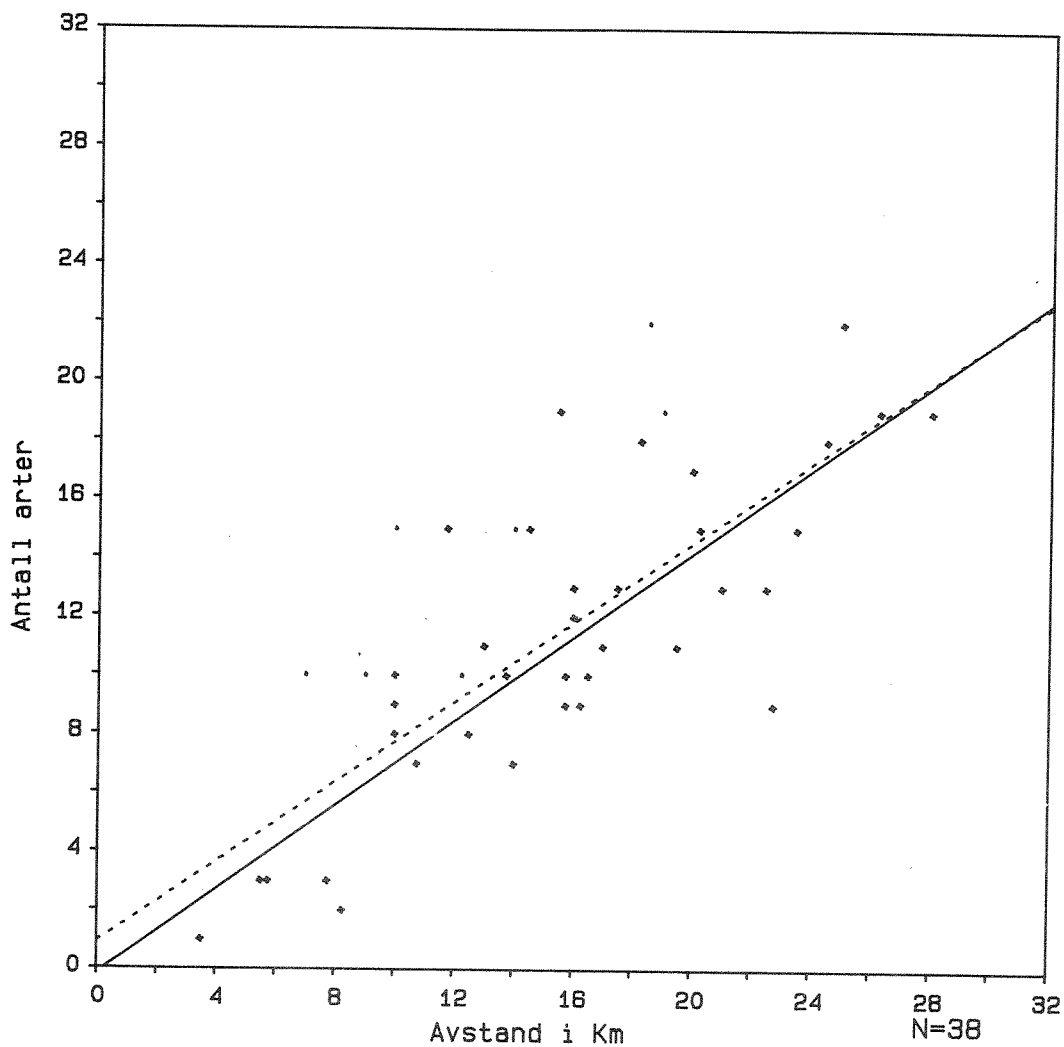


Fig. 18. Isolinjer for algenes største voksedyp (m) på 16 dykkerstasjoner (gjennomsnitt over 2 år).



$Y = 0.16X + 0.86$	$R=0.85$	$P_{\leq} 0.001$	$SD=0.11$
$LN(Y) = 0.07X + 0.09$	$R=0.86$	$P_{\leq} 0.001$	$SD=0.05$
$Y = 1.04 LN(X) + 0.17$	$R=0.78$	$P_{\leq} 0.001$	$SD=0.92$
$LN(Y) = 0.51LN(X) - 0.30$	$R=0.85$	$P_{\leq} 0.001$	$SD=0.36$

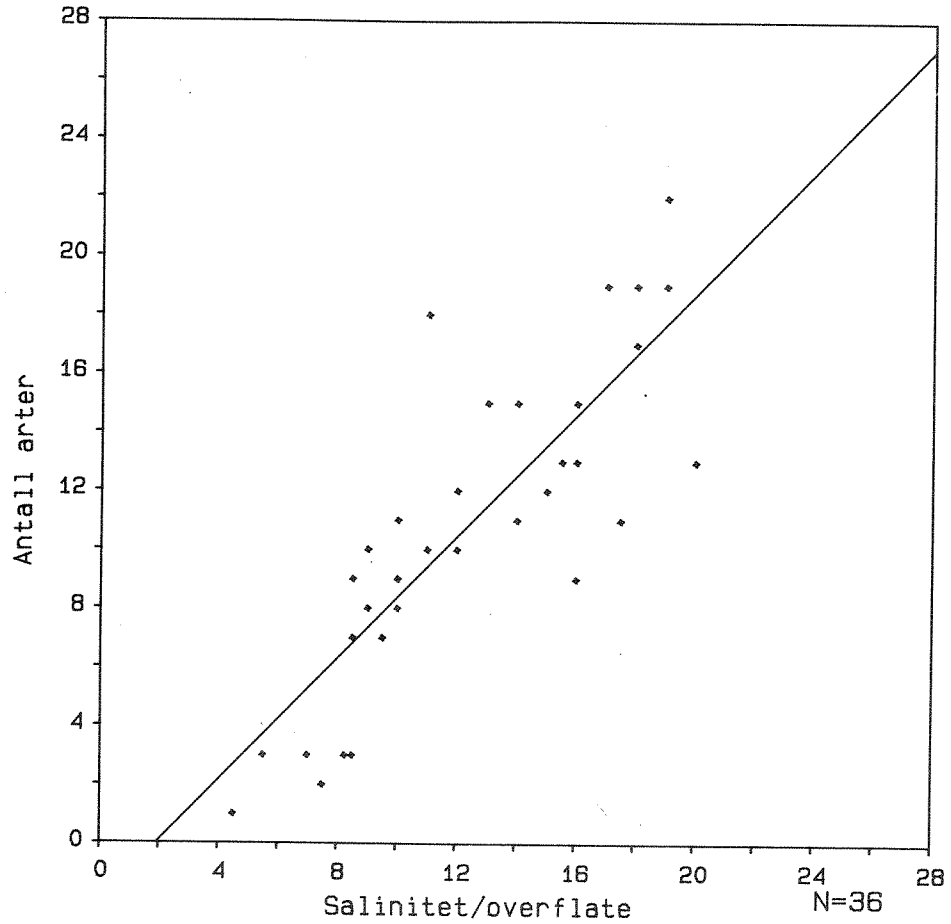
Fig. 19. Største dyp (nedre grense) for vekst av benthosalger korrelert med vannets siktedyp.



$$\begin{array}{llll} Y = 0.72X - 0.16 & R=0.82 & P_{\leq} 0.001 & SD=0.30 \\ \text{LN}(Y) = 0.09X + 0.80 & R=0.80 & P_{\leq} 0.001 & SD=0.04 \\ Y = 9.34 \text{ LN}(X) - 13.80 & R=0.82 & P_{\leq} 0.001 & SD=3.91 \\ \text{LN}(Y) = 1.31 \text{ LN}(X) - 1.25 & R=0.88 & P_{\leq} 0.001 & SD=0.42 \end{array}$$

Fig. 20. Artsantall av benthosalger på ulike stasjoner korrelert med avstand fra Isegran, Fredrikstad.

- Korteste avstand gjennom Vesterelva eller sundene mellom Vesterøy, Spjørøy og Asmaløy (R = 0.74).
- ♦ Korteste avstand gjennom Glommas hovedløp (R = 0.82).



$$\begin{array}{llll} Y = 1.04 X - 2.01 & R=0.83 & P_{\leq} 0.001 & SD=0.44 \\ \text{LN}(Y) = 0.13X + 0.61 & R=0.78 & P_{\leq} 0.001 & SD=0.06 \\ Y = 12.12 \text{ LN}(X) - 18.89 & R=0.84 & P_{\leq} 0.001 & SD=4.86 \\ \text{LN}(Y) = 1.61 \text{ LN}(X) - 1.75 & R=0.85 & P_{\leq} 0.001 & SD=0.63 \end{array}$$

Fig. 21. Artsantall av benthosalger på ulike stasjoner korrelert med vannets saltholdighet.

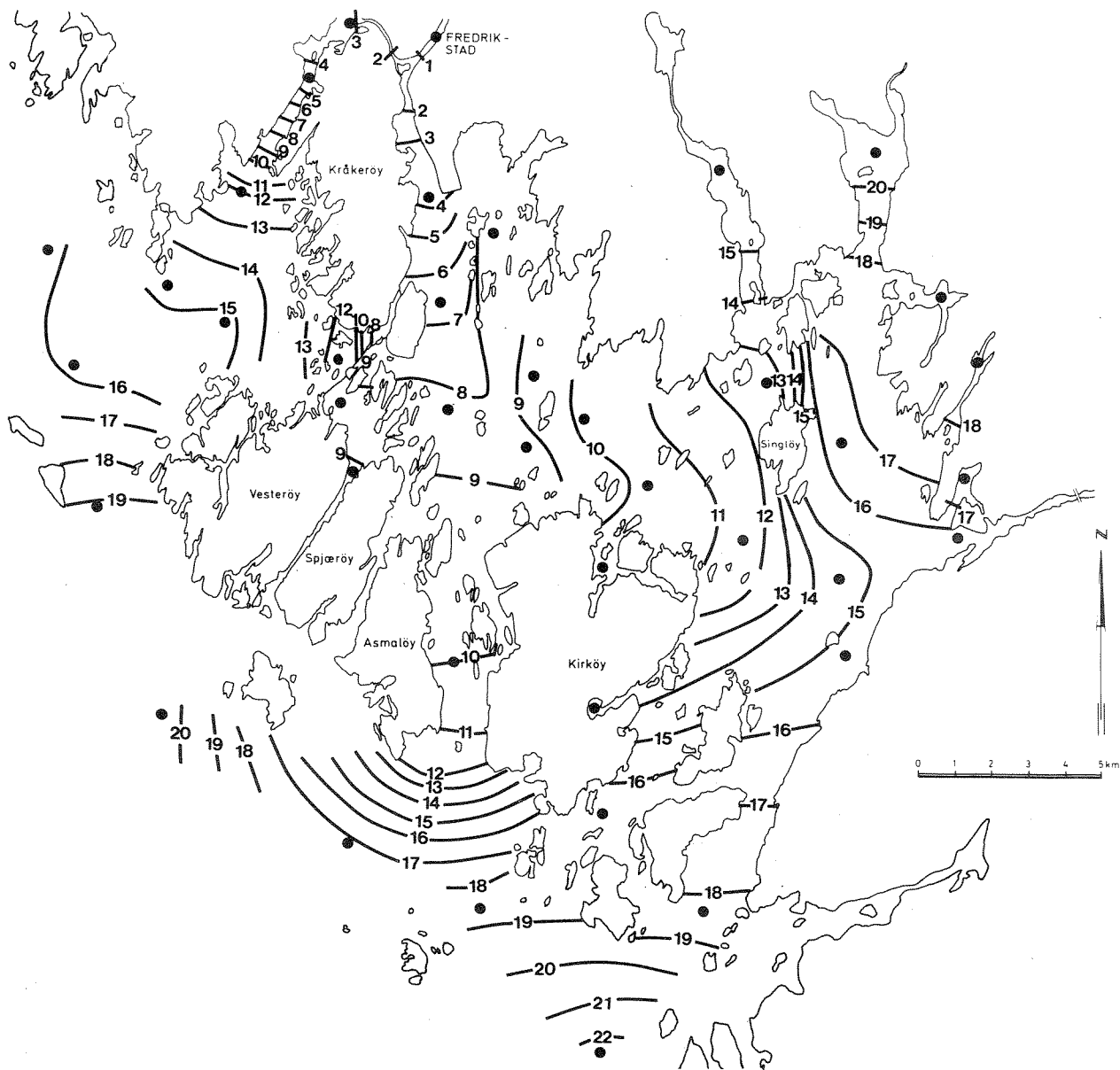


Fig. 22. Overflatesaltholdighet (o/oo) i Hvalerområdet og Singlefjorden. Middelerverdier av fem tokt i 1980. (Magnusson og Skei 1984.)

#### 4. DISKUSJON

Forskjellen i artsantall for flora og fauna i de ulike områder kan skyldes flere faktorer. Glomma tilfører estuaret store mengder ferskvann (Magnusson og Skei 1984) som inneholder partikulært materiale av ulik kvantitet og kvalitet (Næs 1983). Disse tilførslene virker stort sett negativt på de fleste marine organismer, og gjør dem mer ømfintlige for andre endringer i livsmiljøet enn organismer som lever i vann med høyere saltholdighet. I figur 5 er det tegnet inn isolinjer for artsantallet (multiplum av fem) for fastsittende alger. Dette artsantallet er også korrelert med avstanden fra Glommas utløp (Isegran, Fredrikstad) og vannets saltholdighet, figurene 20 og 21. Dersom avstanden fra Isegran beregnes som korteste vei uansett løp, vil korrelasjonen mellom antall arter og avstand fra Glommas utløp bli betydelig dårligere (lineær regresjon: 0,74) enn om avstanden blir beregnet gjennom hovedløpet: Østerelva/Løperen (lineær regresjon: 0,82). I figur 20 betyr plottene tegnet med små prikker korteste avstand gjennom Vesterelva eller gjennom de to sundene mellom Vesterøy, Spjørøy og Asmaløy. Regresjonslinjen for denne beregningen er prikket. Dette skulle tyde på at stasjonene utenfor selve hovedløpet har en gunstigere beliggenhet for organismesamfunnene enn de øvrige. Sannsynligvis er det flere faktorer som influerer på dette fenomen.

Ved dykking er det registrert antall arter på hver stasjon og tegnet isolinjer, figur 6. Dessuten er nedre voksedyp for fastsittende alger observert, figur 18. Dette dyp er korrelert med siktedyp i vannet, figur 19. Korrelasjonen har en lineær regresjon på 0,85. Ifølge denne figuren gir algenes nedre voksedyp et godt mål på vannets turbiditet (partikkelinnhold).

De fleste marine alger har et visst minstekrav til saltholdigheten i vannmassene. Det er derfor rimelig at artsantallet av fastsittende alger reduseres når innflytelsen av Glommavannet blir stor. Saltholdighetsdata fra Hvalerområdet (Magnusson og Skei 1984), figur 22, skulle også tilsi stort prosentvis innslag av grønnalger i hovedløpet til Glomma. Ifølge tabell 4, s. 14 var ikke dette tilfelle. Fordelingen mellom alle tre algegrupper var uvanlig jevn med tanke på ulike tilførsler av ferskvann og næringsalter i de fire vegetasjonsområder. Beregninger av nitrogen- og fosforkonsentrasjoner i hovedvannmassene (Magnusson og Skei 1984) tyder på liten sannsynlighet for næringsbegrensning noen del av året. Spredningen og fortynningen av Glommavannet fører også til

en reduksjon av næringsalter. En reduksjon av så vel ferskvannsinnblanding som næringssaltinnhold skulle normalt ha ført til en endring i fordeling mellom rød-, brun- og grønnalger. Overskrider grønnalgeprosenten 20, er dette ofte et tegn på begynnende eller svak overgjødslingstendens i en del marine vannmasser.

Ferskvann gir vanligvis samme effekt. Grønnalgeprosenter over 30 tyder ofte på svært næringsrikt vann og/eller ferskvann (Bokn 1979). Et slikt forhold er ikke funnet i undersøkelsesområdet (tabell 4). Noen påviselig eutrofi-effekt er således ikke registrert med basis i benthosalgematerialet.

I figurene 9-16 er det anskueliggjort utbredelsen av en del utvalgte arter observert i Hvalerområdet og Singlefjorden. Disse artene er ikke tilfeldig valgt, de aller fleste synes å spille en viktig rolle i økosystemene i kystområdene våre. Grønnalgeslekten *Enteromorpha* - tarmgrønnske, figur 9, består av ettårige arter som kan formere seg til ulike tider av året og vokser ofte i store bestander i eutroft og/eller brakt-ferskt vann. Slike store bestander brukes gjerne som kriterium på forurensede vannmasser. Imidlertid ble arter av tarmgrønnske ikke registrert nord for ferjetraseen Asmaløy/Kirkøy i hovedløpet, men fantes i vestre del av Leira, selve Singlefjorden og sydligste deler av Hvalerøyene. I årene 1980-82 er *Enteromorpha* spp. observert i alle områder utenfor 10 o/oo-isohalinen i sommerhalvåret, jfr. Magnusson og Skei (1984). I ca. 74 % av disse observasjonene er arten registrert som vanlig. I kontrast til dette vokser den vanligste arten *E. intestinalis* så vel i salt som helt ferskt vann (Andersson & Lundh 1948).

*Cladophora* spp. - grønndusk, er også en grønnalgeslekt som kan vokse i betydelige mengder ved sterk ferskvannspåvirkning og stor belastning med næringsalter og/eller industriprodukter, hvilket er dokumentert for bl.a. Frierfjorden (Bokn et al. 1977). Av figur 10 går det frem at slekten var fraværende i de salteste og presumptivt reneste områdene; et ikke uventet resultat. Imidlertid var algen også borte fra syv av de nordligste stasjonene i hovedløpet, dvs. ingen registrering ble gjort i områder med isohaliner < 8 o/oo. I Frierfjorden ligger overflatesaltholdigheten mellom 0 og 8 o/oo over hele året, og i lange perioder er saltholdigheten ca. 5 o/oo (Molvær et al. 1979). I en større undersøkelse fra Øresund skriver (Wachenfeldt 1975) at flere *Enteromorpha*- og *Cladophora*-arter finnes i områder med saltholdighet ned til 3-5 o/oo. Fraværet av grønndusk i den nordlige del av området kan således neppe skyldes for lav saltholdighet.



Det store fraværet av den sublittorale grønnalgen *Ulva lactuca* - havsalat, figur 11, kan neppe skyldes ferskvannsinblandingen. Den er fraværende i hele Singlefjorden, som hadde en midlet overflatesaltholdighet (april-september) på 12-20 o/oo (Magnusson og Skei 1984). I Øresund er toleransen 8-35 o/oo (Wachenfeldt 1975).

Av figur 12 ses den registrerte utbredelsen av *Ascophyllum nodosum* - grisetang. I Øresund finnes den i vannmasser med saltholdighet ned til 8-10 o/oo (Wachenfeldt 1975). Ingen av registreringene i undersøkelsesområdet er gjort i vannmasser ferskere enn 11 o/oo - isohalinen, hvilket sannsynligvis er tilnærmet lik saltholdighetstoleransen funnet i Øresund.

*Fucus distichus* spp. *edentatus* - gjelvtang, ble knapt funnet i undersøkelsesområdet. Med basis i tidligere resultater fra indre Oslofjord (Bokn & Lein 1978) skulle forholdene i Singlefjorden og deler av Hvalerområdet ligge vel til rette for bestander av denne fucaceen, som er en nyinnvandrer i Oslofjorden dette århundre.

Utbredelsen til den sublittorale tangen *Fucus serratus* - sagtang, er tegnet inn på figur 13. Også denne arten var fraværende fra områder med saltholdighetsgjennomsnitt som den etter Wachenfeldt (1975) skulle tåle. I Øresund finnes den ned til 3-5 o/oo.

I figurene 14 og 15 er utbredelsen for evertebratene *Littorina littorea* - strandsnegl og *Balanus balanoides* - fjærerur tegnet inn. Ifølge Rosenberg & Rosenberg (1973), trives strandsnegl dårlig i vannmasser med saltholdighet under 10 o/oo og overlever ikke under 8 o/oo. Fordelingen av *L. littorea* i undersøkelsesområdet synes å stemme godt overens med dens brakkvannstoleranse, fig. 22. Campbell (1976) refererer til funn av fjærerur i vestlige del av Østersjøen, hvor overflatesaltholdigheten i 1971 varierte mellom 7,5 og 8,5 o/oo (Kullenberg 1981). Langtidsdata (Anon. 1972) fra første 20-25 år av det 20. århundre viser også saltholdigheter mellom 7 og 8 o/oo. Dessuten skriver Voipio (1981) at saltholdigheten i Østersjøen varierer mellom 3 og 10 o/oo. I det undersøkte området ble ikke *B. balanoides* funnet innenfor 15 o/oo-isohalinen, figur 15. Således kan ferskvannspåvirkningen med stor sikkerhet utelukkes som avgjørende miljøfaktor for fjærerurs innergrenser i Hvalerestuaret.

*Mytilus edulis* - blåskjell, var ofte vanskelig å observere i det sterkt turbide vannet nord for Hvalerøyene. Men egne registreringer og opplysninger fra lokale fiskere betyr at blåskjell finnes i hele undersøkelsesområdet (E. Larsen, pers. medd.). Blåskjell vokser i Finskebukten i 4-5 o/oo salt- holdighet (Bayne et al. 1976). Populasjonen i utløpet av Glomma synes således å ha samme toleranse overfor ferskvannspåvirkning.

Registreringer fra søndre del av Singlefjorden 1972/73 (Lein et al. 1974) og Hvalerområdet 1973 (Knutzen et al. 1974), passer helt inn i samme utbredelses- mønster funnet for de ovennevnte arter i 1980-82. I tillegg er også arts- antallet for sammenlignbare stasjoner i de tre undersøkelser meget like.

For de fleste ovennevnte arter er det lite som skulle tilsi at det er fersk- vannet som har begrenset deres utbredelse i store deler av det undersøkte området. Andre tenkelige faktorer som kan ha hatt noen innflytelse på en del eller alle artene er: Lystilgang, bunnens beskaffenhet, isskuring, arts- avhengighet, artenes forhistorie, nedslamming, partikkelskuring og ulike former for forurensning.

Lystilgang er en nødvendig faktor for alle klorofyllholdige planter (foto- syntese). Alger som vokser i littoralsonen vil alltid motta tilstrekkelig lysmengder. Ved økende turbiditet i vannet vil nedre grense for algevekst reduseres i takt med turbiditeten, hvilket er vist i figur 19. Utbredelsen til de to grønnalgene *Enteromorpha* spp. og *Cladophora* spp., som oftest vokser i littoralen, kan ikke være influert av vannets turbiditet. *Ulva lactuca* er fraværende også i hele Singlefjorden, hvor midlere siktedyp i sommerhalvåret har vært 2-4 m. I Havnebassenget i indre Oslofjord har tilsvarende tall i 1978-81 vært 1,6 - 2,8 m (Magnusson et al. 1982). I dette området er og har *Ulva lactuca* vært vanlig (Klavestad 1978). Ut fra dette er det urimelig å tro at turbide vannmasser alene skulle kontrollere *U. lactuca*'s vekst i under- søkelsesområdet. For de to fucaceene grisetang og sagtang er det sannsynlig- vis bare sagtang som kan begrenses av turbiditet, fordi denne arten har sitt naturlige voksested øverst i sublittoralsonen. Av figur 13 og siktedyps- målinger (Magnusson og Skei 1984) fremgår det at sagtang er begrenset til de områdene som har hatt et midlere siktedeyt på bedre enn 1,3 m i sommer- halvåret. Vannets turbiditet synes således å være en viktig faktor i ut- bredelsen av sagtang i undersøkelsesområdet.

I 1980 ble det observert et lavere artsantall enn de to påfølgende år. I særdeleshet har to faktorer influert på denne tilstanden. Sublittorale arter var vanskelig å få øye på, forårsaket av svært dårlig sikt, mens littorale alger var skurt mer eller mindre bort av is på nær 50 % av stasjonene foregående vinter.

Konkurransen mellom artene om voksested og nedbeiting av fastsittende alger har neppe vært av noen særlig betydning i de fattige gruntvannssamfunn som er registrert i Hvalerområdet. Derimot kan kanskje avhengighet mellom artene være av betydning. Få eller ingen alger gir lite grunnlag for populasjoner av f.eks. beitere som strandsnegl. Artenes forhistorie kan ofte være av stor betydning for vurderingen av en arts utbredelse i et område, jfr. gjelvtang. Således er tidligere utbredelse av gruntvannsorganismer i Hvalerområdet og Singlefjorden dårlig dokumentert.

Fraværet av grønnalger i store deler av undersøkelsesområdet er bemerkelsesverdig. På denne bakgrunn er flere fiskere intervjuet om grønnalger ("grønske") har eksistert i dette området i tidligere år. En av uttalelsene er klar. Grønnalger vokste tidligere i større mengder vest for fastlandsveien fra Hvaler (st. 7-10). Ellers er opplysningene mindre konkrete. Men det går frem at tauverk har vært begrodd med "grønske" og at området rundt st. 76 kan vise til grønnalgevekst (K. Christiansen, pers. medd.). Uttalelser om vannkvaliteten er sprikende. Enkelte hummere er fanget de siste årene nær Bybrua i Fredrikstad og *Carcinus maenas* - strandkrabbe ("tarekrabbe" lokalt) er blitt mer vanlig de siste årene (E. Larsen, pers. medd.). Det klages imidlertid på at rusene nedslammes av rødt belegg og fiskedød opptrer i enkelte perioder ofte ved lav vannføring i Glomma. Særlig er rusene på strekningen Isegran - Kaldera utsatt. Fiskesykdommer som utvekster på nese-partiet av ål forekommer ikke helt sjelden. Hvorvidt dette er effekter av industri- og/eller kloakkutslipp gjenstår å undersøke.

Substratets (underlagets) kvalitet er en viktig del av de fastsittende algers miljøkrav. Bare de færreste arter trives godt på bløt bunn. I Hvalerområdet er det registrert høye partikkelkonsentrasjoner i overflatevannet (Næs 1983), men ifølge Magnusson og Skei (1984) foregår den største sedimenteringen øst for hovedløpet til Glomma og i området lengst sør i Løperen. Cimberg et al. (1973) påviste at sandbevegelse og substratstabilitet var de to viktigste miljøfaktorene som influerte på hardbunnsorganismer i Sør-California. I tids-

rommet 1975-1979 dokumenterte Murray & Littler (1979) at sedimentskuring i strømrrike kanaler reduserte tang-, tare- og algepopulasjonene nær Los Angeles. Ved sandskuring, kloakkutslipp og annen sivilisatorisk påvirkning er det påvist et skifte fra flerårige, stabile alger i favør av stress-tolerante og opportunistiske arter (Seapy & Littler 1982, Littler et al. 1983). En viss slipingseffekt av partikkelstrømmen på bergene i strandsonen i Hvalerestuaret kan også her redusere muligheten for strandsoneorganismenes spredningsenheter til å feste seg til underlaget. Selv om den største sedimenteringen skjer utenfor Glommas hovedløp ble det i undersøkelsesperioden registrert sterk nedslamming av berg og alger på ca. 20 stasjoner i og nær hovedløpet, figur 17. I de fleste tilfeller har slammet hatt en rustbrun farge, hvilket sannsynligvis skulle tilsi at hovedkomponentene består av jernforbindelser som oksyder og hydroksyder, jfr. Næs (1983).

Sammenlignes utbredelsen til *Spirulina subsalsa* - blågrønnalge i figur 16 med de øvrige utbredelseskart i figurene 9-15, går det frem at *Spirulina* nærmest har sin hovedforekomst der ellers vanlige arter savnes. Denne blågrønnalgen har siden Hayrén (1921, 1923) beskrev den fra Helsingfors havneområde vært observert i rikelige bestander i områder med stor organisk tilførsel. En tidligere undersøkelse i Hvalerområdet avdekket også større bestander av *Spirulina subsalsa* (Bokn et al. 1976). Selv om denne blågrønnalgen lever fortrinnsvis på bløtbunn og således ikke fortrenger noen av de undersøkte arter, vil den likevel være en indikator på dårlig vann og reduserte organismesamfunn. Etter 60 år utenfor to store kloakkutslipp i Los Angeles ( $15 \text{ m}^3/\text{sek.}$ ) er algevegetasjonen redusert med mer enn 50 % (Murray & Littler 1984).

Fraværet av grønnalgene *Enteromorpha* spp. - tarmgrønske, *Cladophora* spp. - grønndusk og *Ulva lactuca* - havsalat i større eller mindre deler av Hvalerområdet og Singlefjorden kan vanskelig forklares ut fra naturlige faktorer. Muligens kommer også tangartene *Ascophyllum nodosum* - grisetang og *Fucus serratus* - sagtang inn under denne gruppen.

Dersom naturlige faktorer og urban påvirkning av fysisk art kan utelukkes som sannsynlige årsaker til disse organismers fravær i deler av undersøkelsesområdet, gjenstår mistanken om en eller flere former for forgiftning av

organismene. Figur 17 viser stasjoner med nedslammede alger og svaberg. Sammenlignet med flere av utbredelseskartene i figurene 9-15 er nedslammingsområdet mer eller mindre identisk med fraværet til de ulike arter. I flere arbeider er det påvist negative effekter forårsaket av jernholdig belegg (jfr. litteratursammenstilling av Knutzen 1983). Subletale effekter er således påvist hos blåskjell (Winter 1972), og utfelling på bl.a. fiskegjeller (Larson et al. 1980 og Lehtinen & Klingstedt 1983). Havsalat er ved flere anledninger påvist å være lite konkurransedyktig overfor andre arter (Wachenfeldt 1975). Fattige organismsamfunn skulle utelukke denne faktor som utslagsgjørende. Imidlertid har Hägerhäll (1973) fra samme området funnet at *Ulva* er ømfintlig for metallpåvirkninger, især forhøyede kobberkonsentrasjoner i vannet (Wachenfeldt 1971).

I Lomma, nær Malmø, har *Ulva lactuca* vært vanlig tidligere (Weibull 1919). I dag er den forsvunnet fra dette området. Algen påvirkes sterkt allerede ved konsentrasjoner fra 5 µg Cu/l (Kylin 1943) og sensitiviteten øker ved synkende saltholdighet. Ifølge Næs (1983) s. 22, ble de høyeste kobberkonsentrasjonene funnet i september og lå generelt i nivåene 10-15 µg/l. Dette er klart høyere enn havsalat er beskrevet å kunne tåle. Fraværet i store områder av Hvaler og Singlefjorden, figur 11, kan således være delvis eller helt en effekt av metallbelastningen generelt og kobber spesielt. Imidlertid har analyser av metaller i *Fucus vesiculosus* - blæretang, vist normalkonsentrasjoner for kobber, men 5, 5-10 og 10-20 ganger høyere enn høyeste anslag for normalkonsentrasjonene for henholdsvis sink, mangan og jern (Knutzen 1984). Riktignok foreligger det bare fem prøveinnsamlinger fra fire stasjoner (28, 31, 71 og 72) nord for Hvalerøyene i tidsrommet juli-oktober 1980/81. Artsfattigdommen i vegetasjonsområde II tilsier at organismeinnsamling til metallanalyser i dette området byr på større problemer. På bakgrunn av for få analyser er det vanskelig å vurdere om metallkonsentrasjonene i vannet generelt har ført til noen gifteffekter på hardbunnssamfunnene.

## 5. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER OM VIDERE UNDERSØKELSER

Lokaliteter utenfor selve hovedløpet til Glomma har gunstigere beliggenhet for organismesamfunnene enn de øvrige områder. Flere arter var fraværende fra strender hvor de naturlig skulle forventes å leve ut fra de naturgitte betingelser.

Til tross for liten sannsynlighet for næringssaltbegrensning i hovedløpet, ble det registrert en bemerkelsesverdig liten grønnalgebegroing der. Store mengder av blågrønnalgen *Spirulina subsalsa* er derimot observert i dette området, hvilket indikerer organisk belastning. Observasjoner fra denne undersøkelsen samsvarer med registreringer fra 1972-73.

Rustbrunt slam og belegg var vanlig på organismer, berg, bunn og ruser i hovedløpet. Ifølge fiskere opptrådte fiskedød, inkludert ål, ofte ved liten vannføring i Glomma. Den største massedøden er konsentrert på strekningen Isegran - Kaldera.

Den store partikkelkonsentrasjonen av naturlig og urban opprinnelse som føres ut med Glomma, forårsaker helt åpenbart en slipingseffekt på bergene i hovedløpet, hvilket kan ha en hemmende effekt på etableringen av fastsittende organismer. Det er sannsynlig at grønnalger kan ha vært mer vanlig for 30-40 år siden.

Fordi naturlige miljøfaktorer alene ikke kan forklare fraværet av flere arter i hovedløpet, forligger det mistanke om forurensningseffekter på viktige arter i fjæreltesamfunnet. Selv om akkumuleringen av miljøgifter i organismer ikke er alarmerende stor, vil den hyppige ferskvannspåvirkningen med ulike konsentrasjoner av partikulært materiale føre til øket sensitivitet overfor forskjellige former for sivilisatorisk påvirkning.

Videre arbeid må omfatte eksperimentelle undersøkelser med utvalgte fastsittende organismer i ulike utviklingsfaser for å avgjøre om vannkvaliteten tidvis kan føre til dødelige eller skadelige effekter. De registrerte utvekster på ål må undersøkes nærmere, spesielt med hensyn på å klarlegge hvilken type svulster det dreier seg om, og eventuelt om det finnes noen forbindelse mellom fiskesykdom og vannkvalitet. Tester med avløpsvann og ulike fiskearter vil i den forbindelse være meget viktig.

## 6. LITTERATUR

- Andersson, M. and Lundh, A. 1948: *Enteromorpha intestinalis* i søtvatten. Bot. Not. Lund: 1-16.
- ANONYMOUS, 1927: Atlas für Temperatur, Salzgehalt und Dichte der Nordsee und Ostsee. Herausgeg. von der Deutschen Seewarte Hamburg.
- Bayne, B.L., Thompson, R.J. & Widdows, J., 1976: Physiology: I. in "Marine mussels: their ecology and physiology" (ed. B.L. Bayne): 121-206. London. 506 pp.
- Bokn, T., 1979 Use of Benthic Algae Classes as Indicators of Eutrophication in Estuarine and Marine Waters. - Pp. 138-146 in The use of ecological variables in environmental monitoring. (ed. H. Hytteborn) Naturvårdsverket, report 1151.
- Bokn, T. and Lein, T.E., 1978: Long-term changes in fucoid association of the inner Oslofjord, Norway. Norw. J. Bot. 25: 9 - 14.
- Bokn, T., Knutzen, J. and Rygg, B. 1976: Influence of freshwater, Industrial Waste and Domestic Sewage on Bottom Fauna and Benthic Algae in the Hvaler Archipelago (S. E. Norway). Fresh Water on the Sea: 211-220. (eds. S. Skreslet et al.). The Association of Norwegian Oceanographers. Oslo. 246 pp.
- Bokn, T., Kirkerud, L., Kvalvågnæs, K., & Rygg, B., 1977: Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tiliggende fjordområder. Rapport nr. 6. Fremdriftsrapport fra de biologiske undersøkelsene mars 1974 - mai 1976. NIVA, 0-70111, 234 s.
- Børgesen, F., 1905: The algæ-vegetation of the Færøese coasts. With remarks on the phyto-geography. - Botany of the Færøes, 2: 683-834.
- Campbell, A.C., 1976: The Hamlyn Guide to the Seashore and Shallow Seas of Britain and Europe. Norsk bearbeidelse (red. M. Rueness, I. Gjermundsen og B. Gjermundsen). Planter og dyr i grunne farvann. 1977. Gyldendal Norsk Forlag A/S. 320 s.

- Cimberg, R., Mann, S. & Straughan, D. 1973: A reinvestigation of southern California rocky intertidal beaches three and one-half years after the 1969 Santa Barbara oil spill: a preliminary report. In: Proceedings of joint conference on prevention and control of oil spills. American Petroleum Institute, Washington, D.C., 697-702.
- Czekanowski, J., 1913: Zarys Metod Statystyenk Warsaw E. Wendego. See also: Coefficient of racial likeness and durchschnittliche Differenz, Anthropol Anz. 9: 227-249 (1922).
- Hägerhäll, B., 1973: Marine Botanical-hydrographical Trace Elements Studies in the Øresund Area. Botanica Marina XVI : 53-64.
- Häyrén, E., 1921 Studier över föroreningens inflytande på strändernas vegetation och flora i Helsingfors hamnområde. Bidr. Finl. Nat. Folk. 80 (3) : 1-128.
- Häyrén, E., 1923: Föroreningen och strandvegetationen i Helsingfors hamnområde. Svensk bot. Tidskr. 17: 62-68.
- Klavestad, N., 1978: The Marine Algae of the Polluted Inner Part of the Oslofjord. A survey carried out 1962-1966. Botanica mar., 21: 71-97.
- Knutzen, J., 1983: A review of the effects on aquatic ecosystems of acid iron waste from the production of titanium dioxide by the sulphate process. NIVA, 0-82012, 72 pp.
- Knutzen, J., 1984: Basisundersøkelse i Hvaler-området og Singlefjorden. Miljøgifter i organismer 1980-81. (Overvåkingsrapport 122/84). NIVA 0-8000303. 37 s.
- Knutzen, J., Bokn, T. & Rygg, B. 1974: Undersøkelse av bløtbunnfauna og fastsittende alger i Hvalerområdet. 18-20/9-1973. NIVA 0-60229, 38 s.
- Kullenberg, G., 1981: Physical Oceanography in The Baltic Sea (ed. A. Voipio) Elsevier Oceanography Series, 30 : 135-181. Amsterdam. 418 pp.



- Kylin, A., 1943: The influence of trace elements on the growth of *Ulva lactuca*. Kungliga Fysiologiska sällskapet i Lund förhandlingar. Bd 13 Nr. 19.
- Lance, G.N. & Williams, W.T., 1967: A general theory of classificatory sorting strategies. 1. Hierarchical systems. Comput. J. 9: 373-380.
- Larsson, A., Lehtinen, K.-J. and Haux, C. 1980: Biochemical and hematological effects of a titanium dioxide industrial effluent on fish. Bull. Environm. Contam. Toxicol. 25: 427-435.
- Lehtinen, K.-J. and Klingstedt, G. 1983: X-ray microanalysis in the scanning electron microscope on fish gills affected by acidic, heavy metal containing industrial effluents, Aquatic Toxicol. 3: (in press).
- Lein, T.E., Rueness, J. & Wiik, Ø., 1974: Algologiske observasjoner i Iddefjorden og Singlefjorden. (Algological observations in the Iddefjord and the adjacent fjord areas, SE Norway). - Blyttia, 32: 155-168.
- Littler, M.M., Martz, D.R. & Littler, D.S. 1983: Effects of recurrent sand deposition on rocky intertidal organisms: importance of substrate heterogeneity in a fluctuating environment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 11: 129-139.
- Magnusson, J. & Skei, J., 1984: Basisundersøkelse i Hvalerområdet. Hydrografi. NIVA 0-8000303. In prep.
- Magnusson, J., Källqvist, T., Pedersen, A. & Tangen, K., 1982: Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord 1981. (Overvåkingsrapport 46/82). NIVA 0-71160. 88 s.
- Molvær, J., Bokn, T., Kirkerud, L., Kvalvågnæs, K., Nilsen, G., Rygg, B. & Skei, J., 1979: Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tiliggende fjordområder. Sluttrapport. NIVA 0-70111, 253 s.

- Murray, S.N. & Littler, M.M. 1979: Assessments of the distribution, abundance, and community structure of rocky intertidal organisms near Whites Point, Los Angeles. In: Littler, M.M. (Ed.) The distribution, abundance, and community structure of rocky intertidal and tidepool biotas in the Southern California Bight, Bureau of Land Management, Department of the Interior. Washington, D.C., Report 1.4, 1-47.
- Murray, S.N. & Littler, M.M., 1984: Analysis of Seaweed Communities in a Disturbed Rocky Intertidal Environment Near Whites Point, Los Angeles, California, U.S.A. In: Proceedings of the XIth International Seaweed Symposium, Qingdao, China, In press.
- Næs, K. 1983: Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Løste metaller og suspendert partikulært materiale i overflatevann og kjemisk sammensetning av bunnsedimentene, 1980-81. (Overvåkingsrapport nr. 70/83). NIVA 0-8000303, 100 s.
- Rosenberg, R. & Rosenberg, K. 1973: Salinity tolerance in three Scandinavian populations of Littorina littorea (L.) (Gastropoda). Ophelia, 10: 129-139.
- Seapy, R.R. & Littler, M.M. 1982: Population and species diversity fluctuations in a rocky intertidal community relative to severe aerial exposure and sediment burial. Mar. Biol. 71: 87-96.
- Sørensen, T.A., 1948: A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. K. dan. Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 5: 1-34.
- Voipio, A., 1981: The Baltic Sea. Elsevier Oceanography Series, 30. Amsterdam. 418 pp.
- Wachenfeldt, T. von, 1971: Alg- och fytoplanktonundersökningar i Øresund. - In Report on the Investigations of the Swedo-Danish Committee on Pollution of the Sound 1965-1970: 139-172.

Wachenfeldt, T. von, 1975: Marine bentic algae and the environment in the Øresund. - Thesis (mimeographed) 1-3. 328 pp. Lund.

Weibull, M. 1919. Studier öfver svensk tång företrädesvis från Øresund. Lunds Univ. Årsskr. N.F. Avd, 2 bd 15 . Nr. 7 1919.

Winter, J.E., 1972: Long-term laboratory experiments on the influence of ferric hydroxide flakes on the filter-feeding behaviour, growth, iron content and mortality in Mytilus edulis L. pp. 392-396 in M. Ruivo (ed.) Marine Pollution and Sea Life. Fishing News (Books) Ltd, West Byfleet and London. 624 pp.



## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)  
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)  
Norsk institutt for luftforskning (NILU)  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)  
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.