



Statlig program for forurensningsovervåkning

Rapport 553/94

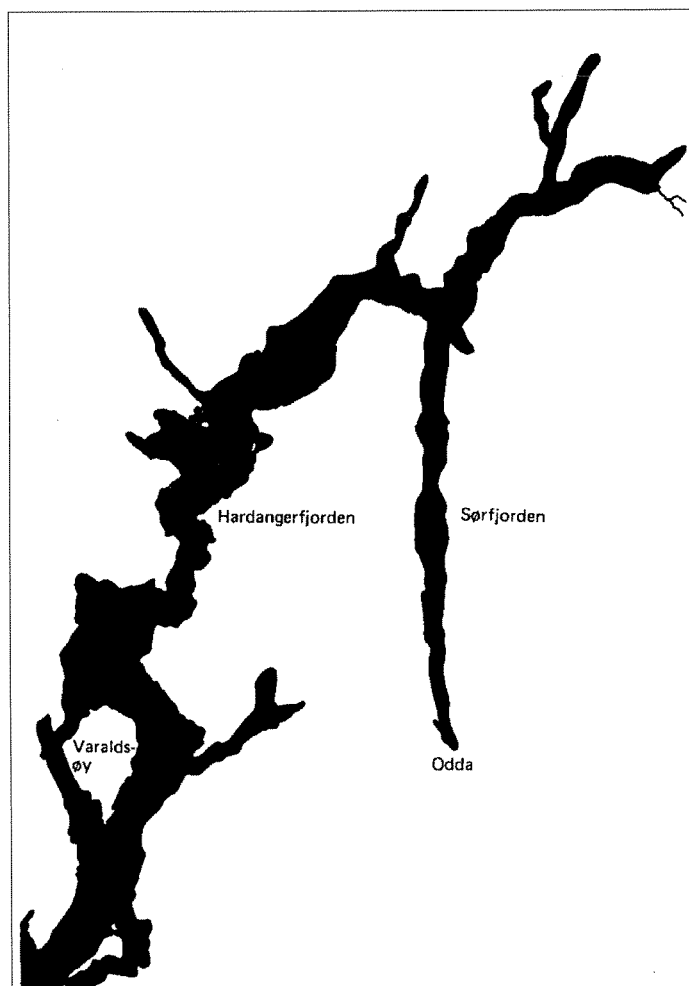
Oppdragsgiver Statens forurensningstilsyn

Utførende
institusjon NIVA


Tiltaksorienterte
miljøundersøkelser i

Sørfjorden og Hardanger- fjorden 1992

Delrapport 3
Gruntvannssamfunn
i Sørfjorden



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-800309	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3037	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1992. Delrapport 3. Gruntvannssamfunn i Sørfjorden.	Mars 1994	NIVA 1994
(Overvåkingsrapport nr. 553/94). TA 1053/1994	Faggruppe:	Marinøkologisk avd.
Forfatter(e):	Geografisk område:	Hordaland
Frithjof Moy Mats Walday	Antall sider:	Opplag:
	65	140

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Statlig program for forurensningsovervåking	

Ekstrakt:
Registrering av gruntvannsorganismer ved hjelp av dykking ble gjennomført i 1991-92. Et forholdsvis lavt artsantall av fastsittende alger og dyr vitnet om dårlige vekstforhold i hele Sørfjorden. Årsaken var trolig en kombinasjon av forurensningstilførsler, lav saltholdighet i overflatelaget og en vedvarende sterk kråkebollebeiting. Antallet arter økte med avstand fra Odda og ytterste stasjon Krossanes var den friskeste. Ved sammenlikning med 1981-82, ble det påvist forbedringer som kan betraktes som en positiv respons på et bedret vannmiljø. De største endringene har skjedd i grunnere områder ned til 5 meters dyp, mens det i 5-20 meters dyp har vært en mer stabil flora og fauna de siste 10 årene.

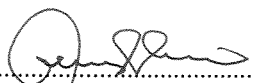
4 emneord, norske

1. Sørfjorden
2. Gruntvannssamfunn
3. Forurensningsovervåking
4. Miljøgifter

4 emneord, engelske

1. Sørfjorden
2. Rocky bottom community
3. Pollution Monitoring
4. Micropollutants

Prosjektleder


.....
Jens Skei

For administrasjonen


.....
Torgeir Bakke

ISBN-82-577-2462-9

Forord

NIVA har i 1991-92 gjennomført gruntvannsundersøkelser i Sør fjorden og Hardangerfjorden innenfor Statlig program for forurensningsovervåkning, administrert av Statens forurensningstilsyn (SFT). Norzink A/S, Odda Smelteverk A/S og Tinfos Titan & Iron K/S dekket 75% av kostnadene.

Programmets målsetning er å overvåke utviklingen i Sør fjorden med hensyn til miljøgiftbelastning og rehabilitering, sett i lys av gjennomførte og framtidige forurensningsbegrensende tiltak.

Kartlegging av gruntvannssamfunn på hardbunn i Sør fjorden er utført i henhold til arbeidprogram beskrevet i "Forslag til overvåkningsprogram fram til år 2000."

Sist en slik basisundersøkelse ble utført var i 1981-82. Et utvalg på 9 av de samme stasjonene ble repetert i 1991-92.

Oslo, 28. mars 1994

Frithjof Moy

Innhold

Forord.....	3
Sammendrag.....	7
1. Innledning	9
1.1. Målsetning	9
2. Feltarbeid og metoder.....	11
2.1. Gruntvannsundersøkelser	11
2.2. Stasjonsvalg.....	11
2.3. Data	13
2.4. Numeriske analyser	13
3. Resultater.....	15
3.1. Vertikaltransekt	15
3.2. Algevegetasjon i Sørfjorden 91-92.....	16
3.3. Dyresamfunn i Sørfjorden 91-92.....	19
4. Sammenlikning med 1981-82	23
4.1. Resultater fra 1981-82 undersøkelsen	23
4.2. Sammenlikning mellom 81-82 og 91-92.....	26
5. Samlet vurdering	33
5.1. Bunnforhold.....	33
5.2. Saltholdighet.....	33
5.3. Toksisitetstester	36
5.4. Kvalitative forskjeller mellom 81-82 og 91-92	37
5.5. Konklusjon	38
6. Litteratur.....	39

Vedlegg 1

Figur 21 - 39. Vertikalutbredelse av alger og dyr på 9 stasjoner i Sørfjorden undersøkt i 1991-92.....	41
--	----

Vedlegg 2

Vedleggstabell 1. Algearter og grupper av arter som har inngått i figurframstilling og flora-analyser	63
Vedleggstabell 2. Dyrearter og grupper av arter som har inngått i figurframstilling og fauna-analyser.....	65

Sammendrag

Gruntvannsundersøkelser av fastsittende makroalger og fastsittende eller krypende dyr på hardbunn, er av NIVA under Statlig program for forurensningsovervåkning, blitt gjennomført i 1991-92.

Målsetningen var å gi en tilstandsvurdering av gruntvannsamfunnene i Sørfjorden, samt gjøre en sammenlikning med tidligere undersøkelser utført i 1981-82. Eventuelle endringer i hardbunnsflora og fauna skulle vurderes i lys av de forurensningsbegrensende tiltak som har vært gjennomført i samme 10 års periode.

Generelt var gruntvannssamfunnene i Sørfjorden fattige. Det ble funnet relativt få arter av både alger og dyr, og i tillegg var deres forekomst sparsom. Få eller ingen opprette alger ble funnet dypere enn ca 4 m dyp. Den grunne utbredelsen skyldes først og fremst massiv beiting av kråkeboller i hele fjorden. Den sparsomme algevegetasjonen var dominert av brunalger, dernest var antallet grønnalger høyt, mens antall rødalger var lavt. Forholdstallet mellom de tre algeklassene rød-, brun- og grønnalger avvek fra en forventet normalfordeling for upåvirket kystvann. Bedømt ut fra algefloraen var ytterste stasjon Krossanes, den friskeste av stasjonene med langt flere rød- og brunalger enn gjennomsnittet og samtidig færre grønnalger.

Antall og mengde dyr økte generelt med avstand fra Odda og ut til Tednesen omtrent midtfjords. På de ytterste stasjonene lå artsantallet rundt gjennomsnittet, mens mengden av arter varierte noe. Bunnfaunaens prosentvise andel av vannfiltrerende organismer avtok med avstand fra Odda, samtidig som andelen av algeetere og detritusspisere økte.

Sjøvannets saltholdighet er en viktig kontrollerende faktor for marine arters utbredelse. Overflatesaltholdigheten varierte sterkt gjennom året i hele fjorden, og svært lav saltholdighet i sommermånedene er antakelig den viktigste begrensende faktoren for vekst av alger og dyr i de øvre 4-5 m dyp.

Under 5 m dyp kontrollerte store bestander av kråkeboller bunnvegetasjonen. I tillegg til å være effektive beitere på bunnvegetasjonen forårsaker de også stor mekanisk slitasje og etterlater et øde bunnlandskap. Flora og fauna i dypvannet, rettene sagt mangel på dette, styres av kråkebolletetheten og er uavhengig av vannkvalitet.

Kråkebollene dominerte også bunnfaunaen i 1981-82, og ved en sammenlikning mellom observasjonene gjort i dybdeintervallet fra 5 til 30 m i 1981-82 og 1991-92, ble det funnet svært små forskjeller mellom årene. Det betyr at det under 5 m ikke har skjedd noen utvikling i flora og fauna over denne 10 års perioden.

Ved en tilsvarende sammenlikning av den øvre sjøsonen fra 0 til 5 m dyp, ble det i tillegg til en avstandsgradient fra Odda, funnet en markert endring over tid. De påviste forskjeller skyldes hovedsakelig kvalitative forskjeller i algevegetasjonen. Nye arter hadde kommet til og samtidig ble flere arter funnet i større forekomster og med en videre utbredelse i 91-92 enn i 81-82.

Strandsamfunnene var fortsatt fattige, men økt forekomst av arter som ofte settes i forbindelse med overgjødslingsproblemer (grønnalger og endel epifyttvekster), må her tas som en indikasjon på bedre levevilkår i fjorden.

Det er vanskelig å skille effekter av redusert saltholdighet fra eventuelle effekter av industriforurensning ved slike resipientundersøkelser av gruntvannssamfunn. Likevel er det sannsynlig at de påviste forbedringer i vegetasjonen reflekterer bedret vannkvalitet som følge av gjennomførte forurensningsbegrensende tiltak.

1. Innledning

Utslipp av miljøgifter til Sørfjorden har pågått siden 1915 og lite av forurensningsbegrensende tiltak ble gjennomført før på 1970-tallet. Den mest omfattende utslippsendringen skjedde i 1986 ved overføring av jarositt til fjellhaller, og etter dette ble det funnet en forbedring i dypvannet med hensyn til tungmetaller. Overflatevannet har fortsatt vært kraftig forurenset av metaller, som antakelig skyldes store metalltilførsler fra Eitrheimsvågen.

Det tiltaksorienterte miljøundersøkelsesprogrammet inkluderer emnene:

- Vannkjemi: Kjemiske analyser av vannprøver fra 3 dyp på 5 stasjoner med 4 til 6 prøvetakinger i året.
- Miljøgifter i biota: Årlig innsamling av tang og blåskjell fra 6 stasjoner til miljøgiftanalyser
- Bunn sediment: Prøver samles inn fra et ti-talls stasjoner med 5-7 års mellomrom til metall-, PAH og PCB-analyser.
- Bløtbunnsundersøkelser: Bløtbunnsfauna undersøkes på 7-9 stasjoner med 5-7 års mellomrom.
- Hardbunnsundersøkelser: Beskrivelse av flora og fauna på fast bunn. Undersøkelsene kalles også gruntvannsundersøkelser, siden de foregår på relativt grunne dyp med en nedre grense på 20-30m.

Gruntvannsundersøkelser av fastsittende alger og dyr på hardbunn er av NIVA under Statlig program for forurensningsovervåkning, blitt gjennomført i 1981-82 og i 1991-92. Undersøkelsen i 1981-82 er rapportert i Bokn *et al.*, 1986.

1.1. Målsetning

Målsetningen har vært å gi en tilstandstatus av gruntvannssamfunnene i Sørfjorden, samt gjøre en sammenlikning med tidligere undersøkelser utført i 1981-82. Eventuelle endringer i hardbunnsflora og fauna vil bli vurdert i lys av de forurensningsbegrensende tiltak som har vært gjennomført i samme periode.

2. Feltarbeid og metoder

2.1. Gruntvannsundersøkelser

Ved gruntvannsundersøkelser blir forekomst av fastsittende makroalger, og fastsittende eller krypende dyr på hardbunn, registrert fra strandsonen og ned til 20 - 30 m dyp ved dykking. I tillegg til en rent kvalitativ registrering av forekommende arter, blir organismenes mengdemessige forekomst på de ulike dyp også angitt etter en subjektiv skala fra 1 til 4 (1=enkeltfunn, 2=spredt, 3=vanlig og 4=dominerende). Under registreringsarbeidet har dykkeren telefonforbindelse til en assistent på land som fører nøyaktige registreringskjemaer.

Undersøkelsene av alger og dyr ble utført av henholdsvis en marin botaniker og en marin zoolog. Organismer som ikke lot seg artsbestemme direkte i felt, ble samlet inn for nærmere undersøkelse i lupe eller mikroskop. Feltarbeidet ble utført den 23-26/9 - 1991 og 28/9-1/10 - 1992.

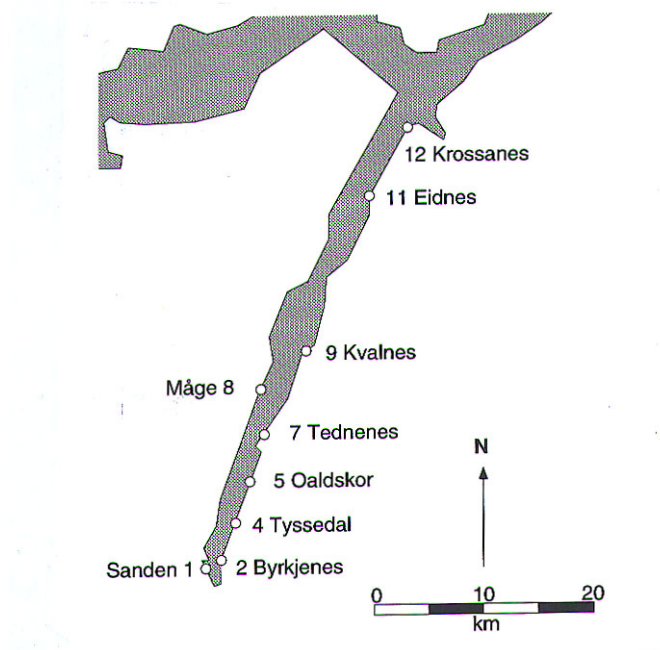
For å gi et godt vurderingsgrunnlag ved bedømmelse av naturtilstanden, ble undersøkelsene utført i to påfølgende år. Ved å utføre undersøkelsen over to år og sammenlikne innbyrdes forskjell, kan en oppdage et eventuelt ekstrem-år, og unngå at videre vurderinger blir basert på en atypisk situasjon. Ved stor forskjell mellom to undersøkelsesår vil et tredje undersøkelsesår være å anbefale.

Det kan i mange tilfeller være viktig også å kartlegge de årlige variasjoner for å forstå dynamikken i samfunnet. Men i de fleste tilfeller vil det ikke være anledning til å utføre årlige undersøkelser, slik at et undersøkelsesprogram over to (til tre) år er et kompromiss. Noen system synes også å være svært stabile med minimal endring fra år til år og et undersøkelsesprogram kan da ta hensyn til dette.

Denne rapporten inneholder resultatene av feltarbeidet utført i 1991-92, samt en sammenlikning med resultatene fra 1981-82 (Bokn *et al.* 1986) for vurdering av eventuelle endringer i gruntvannsmiljøet over denne 10 årsperioden.

2.2. Stasjonsvalg

De 9 stasjonene som ble undersøkt i 91-92 var valgt ut blant de stasjoner som inngikk i 81-82 undersøkelsen. Stasjonenes plassering er vist i figur 1 og en stasjonsbeskrivelse er gitt i tabell 1.



Figur 1. Gruntvannsstasjoner i Sørkjolen undersøkt i 1991-92.

Tabell 1. Gruntvannsstasjoner undersøkt i 1981, 82, 91 og 92.

Stasjon	Beskrivelse
G1 Sanden	Himmelretning: Østvendt stasjon. Lokalisering: Rett syd av småbåthavn. Sprengsteinstrand nedenfor veifylling. Bunnforhold: Fjell/gammel steinfylling i øvre 3 m. Dypere: stein på mudderbunn. 30-40° helning.
G2 Byrkjenes	Himmelretning: Nordvestvendt. Lokalisering: Like nord av badepark. Samme lokalitet som for blåskjellinnsamling. Bunnforhold: Stein på mudderbunn. 40-60° helning.
G4 Tyssedal (ikke undersøkt i 1981)	Himmelretning: Vestvendt. Lokalisering: Utenfor nordenden av den gamle kraftstasjonen, på grunnfjell mellom gammel brygge og stasjonen. Bunnforhold: Fjell. 70-100° helning.
G5 Oaldskor (ikke undersøkt i 1982)	Himmelretning: Vestvendt. Lokalisering: Rett nord for båtnaust, ved stor stein med fortøyningspåle. Bunnforhold: Fjell. Helning 90°-100° under 5m dyp. (Ved naustene gikk fjellet loddrett ned og ga lite rom for mulig algevekst.)
G7 Tednes	Himmelretning: Vestvendt. Lokalisering: Rett utfor liten lykt. Bunnforhold: Fjell. 60-90° helning.
G8 Måge	Himmelretning: Østvendt. Lokalisering: Fra sydlig pynt på neset. (81: Ut for skjær kalt Mågekalven. Ca. 100 m sør for Nordnes.) Bunnforhold: Variabelt, stein på sandbunn til fast fjell. 20-30° helning i øvre 15m, 60-90° under 15m.
G9 Kvalnes	Himmelretning: Vestvendt. Lokalisering: Syd for Kvalnes, ved gammelt naust ut for frukthage. Bratt fjell med litt rullestein på begge sider av en bergknatt Bunnforhold: Fjell, 70-80° helning ned til 5m. Steinrøys/sandbunn med helning 30-60° under 5m.
G11 Eidnes	Himmelretning: Vestvendt. Lokalisering: Utenfor båtnaust i LECA (uten brygge), nord for Fruktlager. Bunnforhold: Småsteinet til grov rullestein, 20-45° helning.
G12 Krossanes	Himmelretning: Vestvendt. Lokalisering: Pynten av neset, mellom naust og sjøkabel. Bunnforhold: Fjell/store stein. 30-90° helning.

2.3. Data

Rådataene fra dykkerundersøkelsene i 1881, -82, -91 og -92 ligger lagret i NIVAs database for gruntvannsundersøkelser. Ved videre behandling ble arter som var vanskelig å artsbestemme, eller hvor artsbestemmelsen er tvilsom, slått sammen til artsgrupper. Eksempler på dette er *Polysiphonia*-arter som er gruppert i en *violacea*-gruppe og en *urceolata*-gruppe, *Ulothrix* og *Urospora* er slått sammen, likeså *Ulva* og *Ulvaria*. Ulike hydroider og bryozooer er slått sammen til respektive grupper. Denne sammenslåingen hindrer at ulik grad av nøyaktighet og tilfeldighet gjennom prøvetaking, ikke blir utslagsgivende i de numeriske analysene.

Algene tilhører en av klassene rød-, brun- eller grønnaalger og antall og mengde arter funnet innen hver klasse, er brukt for å belyse kvalitetsforskjeller mellom stasjonene. Dyrene er delt inn i funksjonskategorier etter hva og hvordan de spiser. Vannfiltrerere som f.eks. blåskjell ernærer seg ved å filtrere vannet for partikler. Sjøstjerner er carnivore (rovdyr) og kråkeboller er herbivore (algeetere). Detritusspisere, som en del snegl og slangestjerner, spiser dødt organisk materiale de kommer over på sin ferd over bunnen. Mengdeforholdet mellom disse kategoriene kan gi informasjon om bunnens- og vannets kvalitet.

2.4. Numeriske analyser

Dominans-plot

Dominansprofil-plottene fremstiller dominansmønsteret innen en prøve eller et samfunn. Dominansprofilene egner seg godt til å påvise endringer i dominansforhold som effekt av stress, og har vært brukt med hell på data fra littoral bløt- og hardbunn (Shaw *et al.* 1983, Pedersen *et al.* 1990).

For hver stasjonsregistrering er artene rangert etter synkende forekomst, og alle artenes prosentvise forekomst er plottet mot artens rang. Dette gir en kurve som stiger mot y-aksen. Formen på kurven, spesielt endring i hvor bratt den stiger, gir et bilde av artenes dominansfordeling. Jevn stigning mot y-aksen indikerer et samfunn der dominansen gradvis øker fra de sjeldne til de vanlige artene (indikerer et lite påvirket samfunn); bratt stigningen mot y-aksen betyr et samfunn dominert av bare noen få eller en art (indikerer et påvirket samfunn). I dominansplottene er bare de 10 vanligste artene inkludert.

Multivariate analyser

For å anskueliggjøre eventuelle forandring i artssamfunnene i fjorden, er det brukt multivariat analysene CLUSTER og MDS (Non-Metric Multi Dimensional Scaling). Før databearbeiding ble alle datasett rot-transformerte. Cluster- og MDS-analysene tar utgangspunkt i en likhetsmatrise (similaritetsmatrise). Bray-Curtis likhetsindeks er benyttet ved beregning av denne matrisen. Likhetsmatrisen er deretter clusteret etter en Hierarchical Agglomerative metode og framstilt i et dendrogram ved Group Average Linking. Cluster-metoden vil i prinsippet forsøke å finne "naturlige grupperinger" av prøver slik at prøver innen en gruppe er mer like enn prøver i andre grupper. Metoden er nærmere beskrevet i Clifford & Stephenson (1975).

Similaritetsmatrisen er videre benyttet til MDS (Kruskal & Wish 1978). Metoden forsøker å konstruere et "kart" i et visst antall dimensjoner (her 2-dimensjonalt) ved å benytte informasjon i form av "Det er kortere avstand mellom prøve 1 og 4 enn mellom 1 og 3". Avstandene i mm mellom forskjellige prøvepar i et MDS-plott tilsvarer grader av forskjeller mellom prøvene. Alle prøver testes mot hverandre.

En stressfaktor beregnes etter hvor god tilpasning det er mellom similaritetsmatrisen og avstandene mellom punktene som er framstilt i plottet. Stressfaktoren betegner korrelasjonen mellom similaritet og plot og angis etter følgende skala:

Stressfaktor: Plottets representativitet:

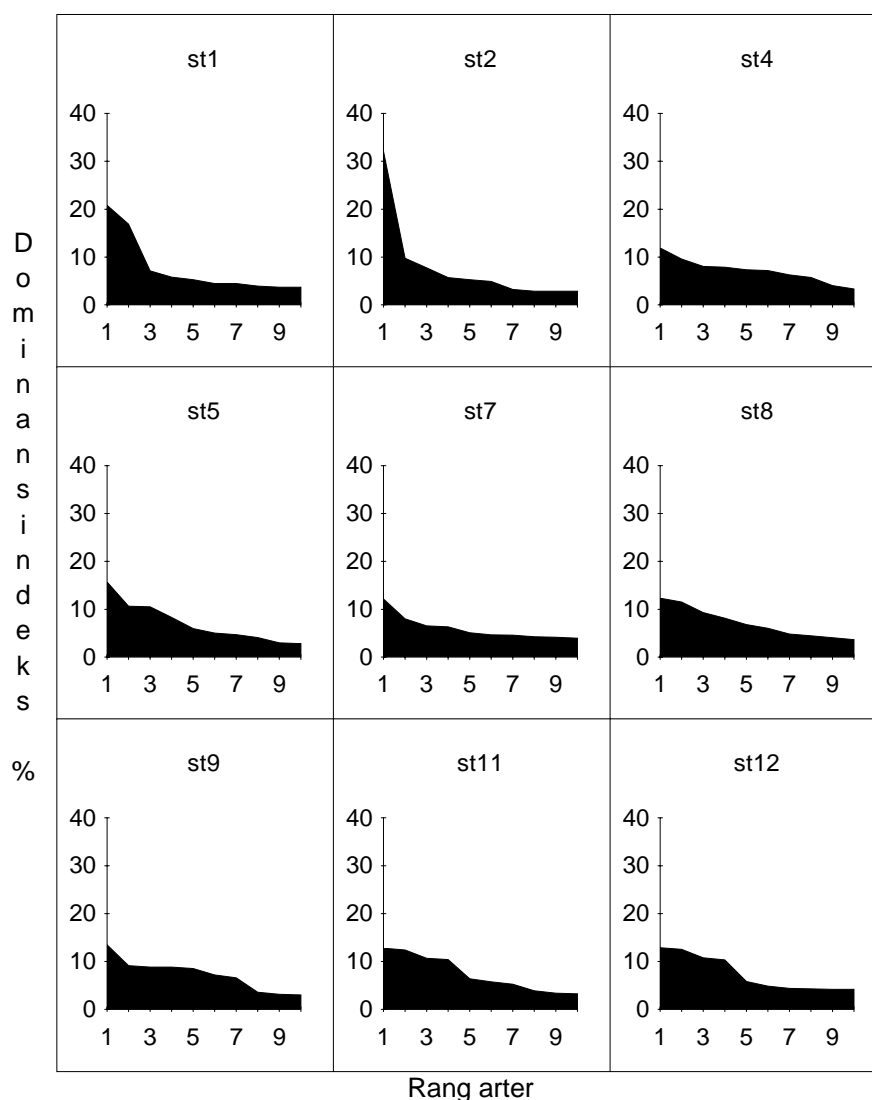
- | | |
|--------|--|
| < 0.05 | utmerket representasjon av sammenhengen. |
| < 0.1 | god representasjon av sammenhengen. |
| < 0.2 | antydningmessig representasjon av sammenhengen. Plottet vurderes med forsiktighet. |
| < 0.3 | en noe bedre enn tilfeldig representasjon av sammenhengen mellom prøvene. |

3. Resultater

3.1. Vertikaltransekt

Registreringene fra dykkerundersøkelsen utført på 9 stasjoner høsten 1991 og 92, er vist i figurene 21 til 39 i vedlegg 1. Figurene viser artenes mengdemessige forekomst samt deres dybdeutbredelse på hver stasjon. Typiske særtrekk ved gruntvannssamfunnene i Sørfjorden var at få eller ingen opprette makroalger vokste dypere enn 4 m og at forekomsten av dyr var meget sparsom. Som det framgår av figurene ble de aller fleste arter registrert som enkeltfunn eller med kun spredt forekomst på de ulike dyp. Generelt virket dypsamfunnene øde, dominert av nakent fjell og med dyr sittende enkeltvis hist og her. Eneste dyr som generelt ble funnet vanlig til dominerende i begrensede dybdeintervall, var kråkeballen *Strongylocentrotus droebachiensis*, kalkkrørsormen *Pomatoceros triqueter* og blåskjell, *Mytilus edulis*.

Dominansprofilene for de 9 stasjonene, vist i figur 2, er basert på gjennomsnittlig forekomst av arter i 1991-92. Bare for stasjon 1 og 2, Sanden og Byrkjenes, indikerte dominansprofilen et påvirket samfunn. Øvrige stasjoner utviste en flat profil. For stasjonene 9, 11 og 12, henholdsvis Kvalnes, Eidnes og Krossanes, framgår det av profilene at samfunnene var dominert av 4 til 7 arter med forekomst rundt 10 % av totalt summert forekomst av alle stasjonens arter.



Figur 2. Dominansprofilplott for 9 stasjoner i Sørfjorden, basert på gjennomsnittlig forekomst av arter i 1991-92. De 10 vanligste arter på hver stasjon er rangert etter fallende forekomst og deres forekomst er plottet som prosentandel av summert forekomst av alle stasjonens arter.

3.2. Algevegetasjon i Sørfjorden 91-92

I 1991-92 undersøkelsen ble det til sammen observert over 40 algearter i Sørfjorden. I den videre behandlingen ble arter som var artsbestemt ved mikroskopiering, slått sammen til familie eller taxa-gruppe. Artslisten som er lagt til grunn for figurer og tolkninger gitt i dette kapitlet er gjengitt i Vedleggstabell 1. Tabell 2 inneholder en liste over de vanligste artene.

Artsantall

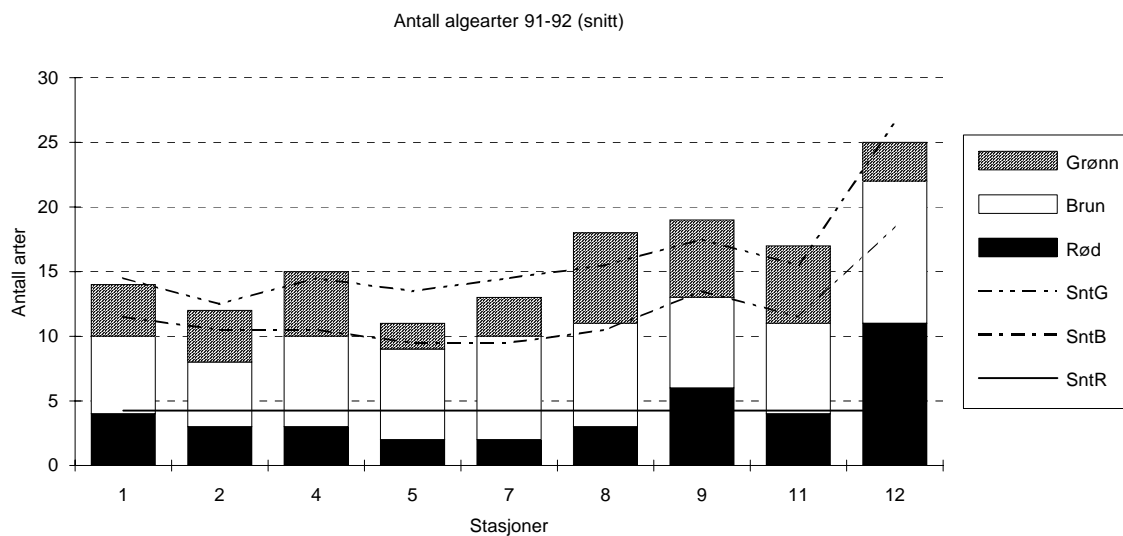
Antallet arter funnet på stasjonene er vist i figur 3. I figuren er antall arter plottet som søyler inndelt i de 3 algeklassene rød-, brun- og grønnalger, mens hjelpelinjer viser gjennomsnittlig antall arter innen hver algeklasse. Om et søylesegment overstiger tilhørende hjelpelinje, betyr det at stasjonen inneholder flere arter innen denne klassen enn gjennomsnittet for alle stasjonene i fjorden. Gjennomsnittlig antall arter innen klassene var 4 rød-, 7 brun- og 4 grønnalger. Av figur 3 sees det at totalt antall arter var lavest innerst ved Odda og økte utover (nordover) i fjorden. Stasjonene 9 Kvalnes og 12 Krossanes var rikest, med spesielt flere rødalger enn gjennomsnittet.

Figur 4 som viser prosentvis fordeling mellom de tre algeklassene innen hver stasjon, tydeliggjør i ennå større grad algevegetasjonens skjeve klassefordeling. Hjelpelinjer indikerer en normal prosentfordeling av rød og grønnalger, henholdsvis 45% og 15% for uforurenset kystvann (Bokn, 1979).

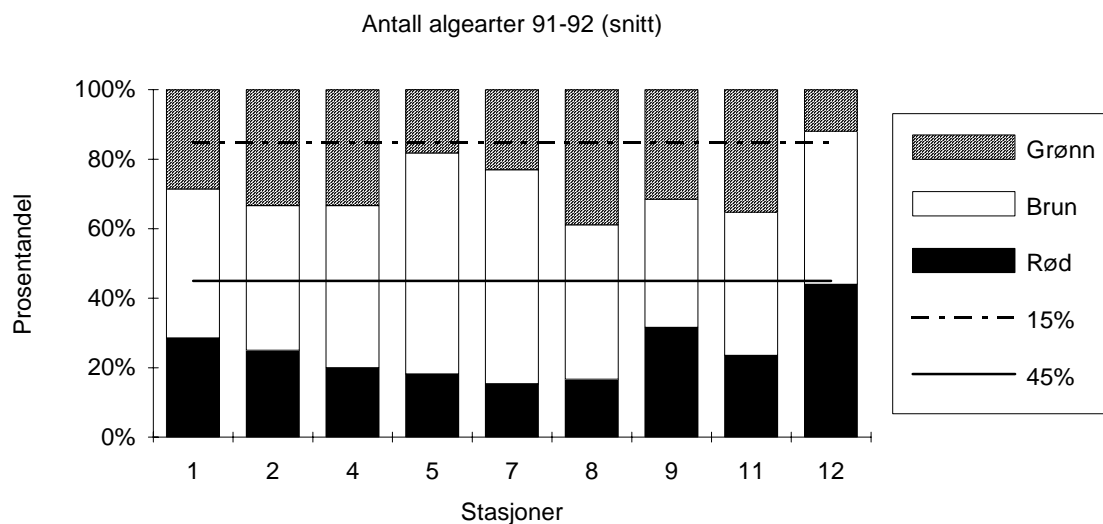
Alle stasjonene unntatt st. 12 Krossanes, hadde færre rødalger og samtidig flere grønnalger enn normalfordelingen tilsier. (Når det øvre grønnalgesegmentet i figuren 4 kryper ned under den stiplede linjen på 85% (merket 15%), betyr det relativt sett flere grønnalger enn "normalt".) De eneste stasjoner som pekte seg ut med relativ lav grønnalge-andel var st. 5, 7 og 12, henholdsvis Oaldskor (2 arter), Kvalnes (3 arter) og Krossanes (3 arter).

Tabell 2. Vanlige alger i Sørfjorden i 1991-92.

Klasse	Latinsk navn	Norsk navn (Rueness, 1990)
Blågrønnalger	<i>Spirulina</i> sp.	blågrønnalge
Rødalger	<i>Ceramium strictum</i>	tynn rekeklo
	<i>Coralliniacea</i> indet.	skorpeformede kalkalger
	<i>Hildenbrandia rubra</i>	slettrugl og vorterugl
	<i>Polysiphonia violacea</i>	fjæreblood
Brunalger	<i>Ascophyllum nodosum</i>	tangdokke
	<i>Chorda filum</i>	grisetang
	<i>Ectocarpus</i> sp.	martaum
	<i>Elachista fucicola</i>	brunslid
	<i>Fucus vesiculosus</i>	brunslid
	<i>Pilayella littoralis</i>	tanglo
	<i>Stictyosiphon tortilis</i>	blæretang
Grønnalger	<i>Cladophora</i> spp.	perlesli
	<i>Enteromorpha</i> spp.	brunskjegg
	<i>Spongomorpha</i> spp.	grønndusk
	<i>Ulothrix/Urospora</i> sp.	tarmgrønnske
	<i>Ulva lactuca</i>	grønndott
		grønnhår
		havsalat



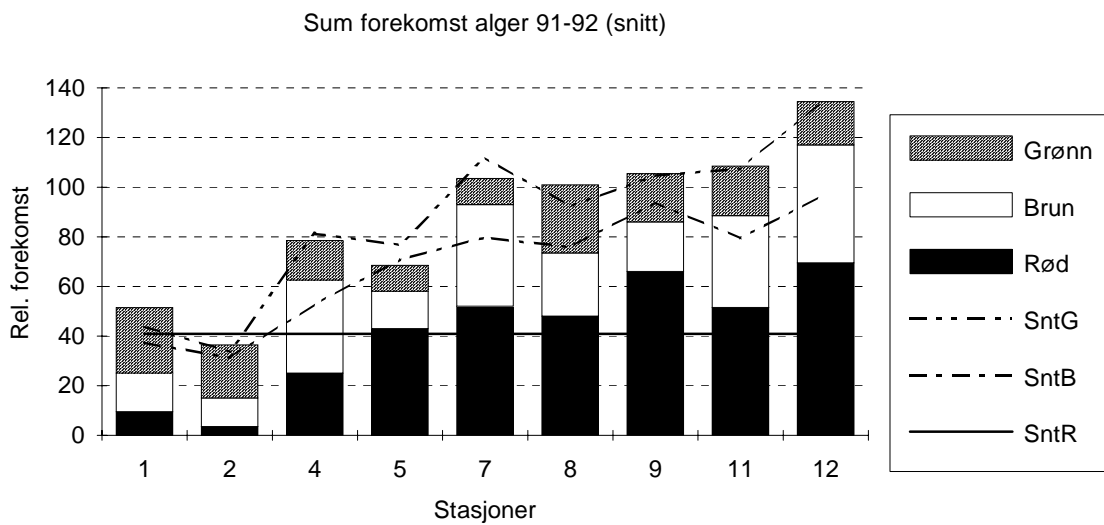
Figur 3. Gjennomsnittlig antall algearter funnet ved dykkerundersøkelse på 9 stasjoner i Sør fjorden i 1991-92. Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 1. Antall arter er plottet som søyler. Søylerne er inndelt i segmenter som angir antall arter innen de tre algeklassene rød-, brun- og grønnalger. Hjelpelinjer viser gjennomsnittlig antall arter innen hver kategori i materialet. Om et søylesegment overstiger tilhørende hjelpelinje, betyr det at stasjonen inneholder flere arter innen denne kategori enn gjennomsnittet for alle stasjonene i fjorden. Og motsatt om et søylesegment ikke kommer opp til tilhørende hjelpelinje, betyr det færre arter enn gjennomsnittet.



Figur 4. Prosentvis fordeling av antall rød-, brun- og grønnalger på 9 stasjoner i Sør fjorden undersøkt i 1991-92. Hjelpelinjer indikerer normal andel rød- (45%) og grønnalger (15%) for uforurenset kystvann. Søylesegmenter utover tilhørende hjelpelinje indikerer høyere antall arter enn "normalt". Andel grønnalger regnes fra toppen og ned.

Forekomst

Ut over artsantall, er mengden av de ulike arter vesentlig for beskrivelsen av algevegetasjonen og for tolkningen av resultatene. I figur 5, hvor mengden av alger er uttrykt som summert forekomst, kommer forskjellen mellom de tre algeklassene og mellom stasjonene, ennå tydeligere fram. Mengden av rødalger var sparsom på de innerste stasjonene, mens den økte utover i fjorden. Mengden av grønnalger var derimot høyest på de 2 innerste stasjonene og avtok mer eller mindre utover i fjorden. På de 2 innerste stasjonene utgjorde grønnalgene nærmere 60% av den registrerte algebiomassen. Tilsvarende var rødalge-andelen redusert ned til 10-20 %. Ut fra den mengdemessige fordelingen mellom rød- brun- og grønnalger, kan en trekke et skille i fjorden mellom stasjon 4 og 5. Stasjon 5 og utover utgjør en gruppe med høy andel rødalger og lav andel grønnalger, med unntak av st. 8 Måge. Stasjon 8 Måge var lang-grunn og preget av store bløtbunnsområder, i motsetning til stasjon 5 Oaldskor, hvor fjellveggen gikk stupbratt rett ned. Slike forskjeller i de fysiske forhold, gir seg også utslag i algevegetasjonen og må derfor tas med i den samlede vurdering av fjorden.



Figur 5. Gjennomsnittlig algemengde på 9 stasjoner i Sør fjorden i 1991-92, uttrykt som summert forekomst av henholdsvis rød-, brun- og grønnalger. Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 1. Hjelpelinjer viser gjennomsnittlig mengde innen hver kategori. Om et søylesegment overstiger tilhørende hjelpelinje, betyr det at stasjonen har en større algemengde innen denne kategorien enn gjennomsnittet for stasjonene i fjorden. Og motsatt om et søylesegment ikke kommer opp til tilhørende hjelpelinje, betyr det mindre algemengde enn gjennomsnittet.

3.3. Dyresamfunn i Sørfjorden 91-92

Antall arter

Gjennomsnittlig antall dyrearter funnet i Sørfjorden i 91 og 92 er vist i figur 6. Av figuren framgår det at artsantallet økte sterkt fra de innerste stasjonene, 1 Sanden og 2 Byrkjenes (14 arter pr. stasjon) og ut til stasjon 7 Tednenes med 32 arter (eller artsgrupper), for deretter å falle ned på et nivå rundt 20 arter. Gjennomsnittlig antall dyrearter i materialet var ca. 20 pr. stasjon.

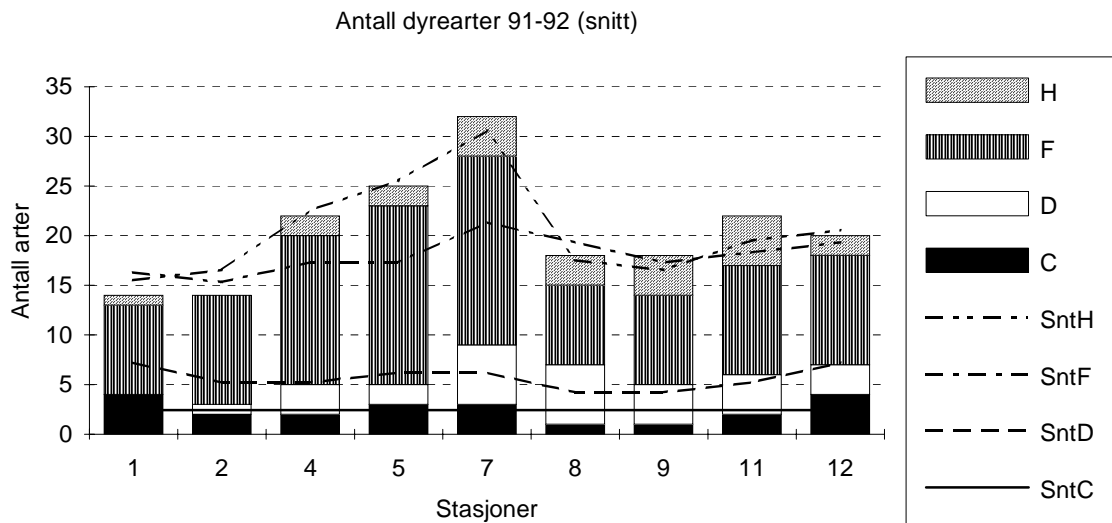
Ved å holde sammen de ulike søylesegmentene i figur 6 med tilhørende hjelpelinjer framkommer det at vannfiltrerende organismer (F) økte sterk i antall, fra innerste stasjon 1 og ut til stasjon 7. På etterfølgende stasjoner var antallet vannfilterere nesten halvert og lå under gjennomsnittet. Antall detritus-spisere (D) økte også utover i fjorden med et maksimum på stasjon 7 og 8, midtveis i fjorden. Endringene i antall rovdyr (C) og algeetere (H) var derimot små. Dominerende arter innen hver fødeopptakskategori er gitt i tabell 3. Komplette artsliste er gitt i Vedleggstabell 2 i vedlegg 3.

Tabell 3 Vanlige dyr i Sørfjorden i 1991-92.

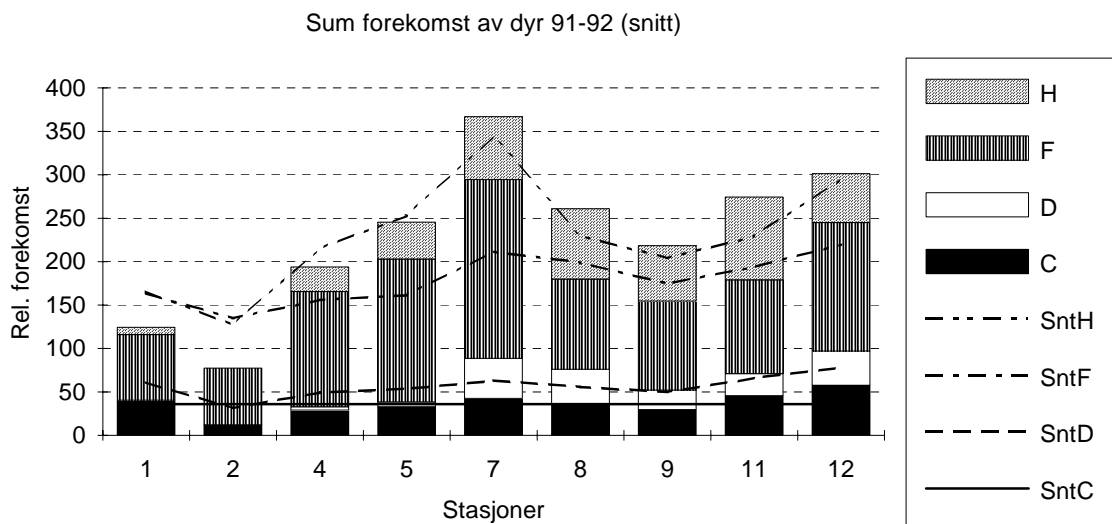
Fødeopptakskategori	Latinsk navn	Norsk navn	Klasse
Herbivore (H)	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>		kråkeboller
Alge-spisere	<i>Echinus acutus</i>		"
	<i>E. esculentus</i>		"
Filter feeders (F)	<i>Modiolus modiolus</i>	O-skjell	muslinger
Vannfiltrerere	<i>Monia patelliformis</i>	sadelskjell	"
	<i>Mytilus edulis</i>	blåskjell	"
	<i>Pomatoceros triqueter</i>	trekantmark	mangebørstemark
	<i>Ciona intestinalis</i>		sekkedyr
	<i>Corella parallelogramma</i>		"
Detritus-spisere (D)	<i>Ophiodromus flexuosus</i>		mangebørstemark
	<i>Buccinum undatum</i>	kongesnegl	snegl
	<i>Gibbula cineraria</i>		"
	<i>Ophiocomina nigra</i>	svartstjerne	slangestjerne
	<i>Ophiura albida</i>		"
Carnivore (C)	<i>Asterias rubens</i>	vanlig korstroll	sjøstjerner
Rovdyr	<i>Coryphella verrucosa</i>		nakensnegl

Forekomst

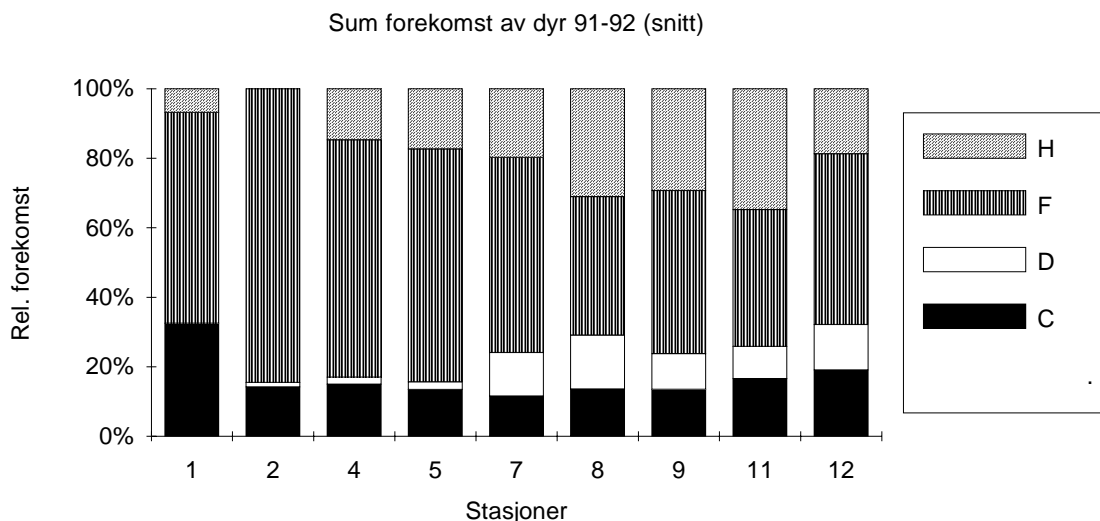
Mengden av dyr på de undersøkte stasjoner, er beregnet som summert forekomst av arten over hele det undersøkte dybdeintervallet. Beregnet mengde av dyr på stasjonene er vist som søyler i figur 7. Av figuren sees at mengden av dyr i stor grad følger det samme mønster som antall arter gjør (figur 6). Det synes igjen å gå et skille ved stasjon 7 Tednenes. På stasjonene 4, 5 og 7 var mengden av filtrerere (F) høyere enn gjennomsnittet, mens den var lavere på stasjonene 8, 9, og 11. For algeetere var det motsatt. På de indre stasjonene 1 til 5 var mengden av algeetere mindre enn gjennomsnittet, og høyere eller lik gjennomsnittet på stasjonene 7 til 12. Mengden av detritus-spisere (D) var høyere enn gjennomsnittet på stasjonene 7, 8 og 12. Stor andel av detritus-spisere, spesielt mangebørstemarken *Ophiodromus*, kan tyde på eutrofiering og organisk belastning.



Figur 6. Gjennomsnittlig antall dyrearter funnet ved dykkerundersøkelse av 9 stasjoner i Sør fjorden i 1991-92. Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 1. Antall arter er plottet som søyler. Søylerne er inndelt i segmenter som angir antall arter innen ulike fødeopptakskategorier. Hjelpelinjer viser gjennomsnittlig antall arter innen hver kategori i materialet. Om et søylesegment overstiger tilhørende hjelpelinje, betyr det at stasjonen inneholder flere arter innen denne kategori enn gjennomsnittet for alle stasjonene i fjorden. Og motsatt om et søylesegment ikke kommer opp til tilhørende hjelpelinje, betyr det færre arter enn gjennomsnittet. H: algeetere, F: vann-filterere, D: detritusspisere, C: rovdyr, SntX: Gjennomsnittsverdi for kategori X.



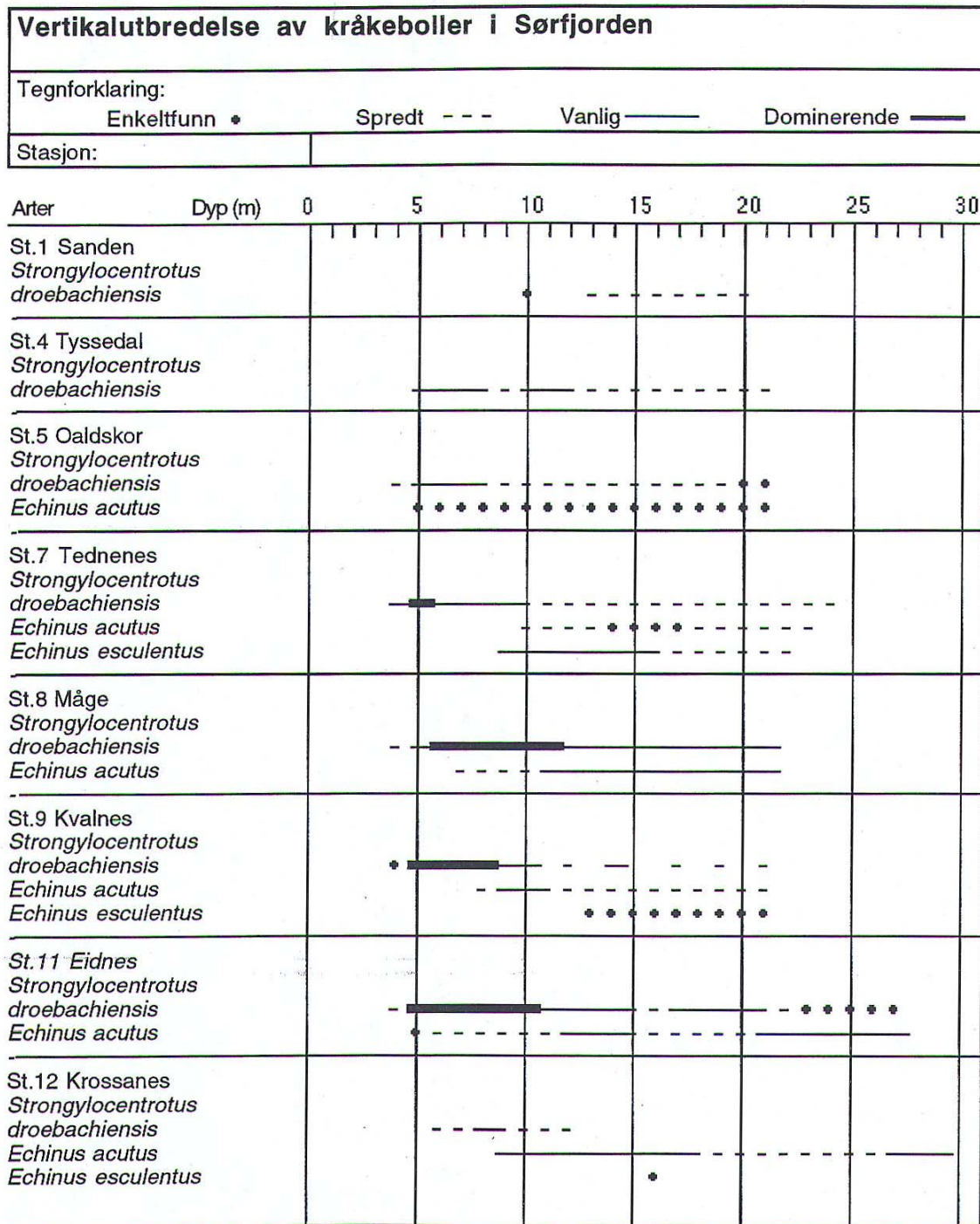
Figur 7. Gjennomsnittlig mengde dyr fordelt på 4 fødeopptakskategorier, funnet ved dykkerundersøkelse på 9 stasjoner i Sør fjorden i 1991-92. Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 1. Relativ forekomst er plottet som søyler, inndelt i segmenter som representerer ulike fødeopptakskategorier. Hjelpelinjer viser gjennomsnittlig mengde innen hver kategori i materialet. Om et søylesegment overstiger tilhørende hjelpelinje, betyr det at stasjonen inneholder mer av denne kategorien enn gjennomsnittet for alle stasjonene i fjorden. Og motsatt om et søylesegment ikke kommer opp til tilhørende hjelpelinje, betyr det mindre mengde enn gjennomsnittet. H: algeetere, F: vannfilterere, D: detritusspisere, C: rovdyr, SntX: Gjennomsnittsverdi for kategori X.



Figur 8. Relativ forekomst av algeetere (H), filtrerere (F), detritusspisere (D) og rovdyr (C) på 9 stasjoner i Sør fjorden undersøkt i 1991-92.

Stasjonenes prosentvise andel av de ulike fødeopptakskategoriene er vist i figur 8. Andelen av rovdyr (C) synes relativt lik på alle stasjonene, med unntak av stasjon 1 Sanden, som hadde et større innslag av rovdyr både i artsantall og mengde. Den prosentvise andelen av vannfiltrerere (F) avtok generelt utover i fjorden, mens andelen av algeetere (H) og detritus-spisere (D) generelt økte med avstand fra Odda. Stasjon 12 Krossanes skilte seg noe fra det generelle mønsteret ved færre arter og mindre forekomst av algeetere (kråkeboller).

Med unntak for de to innerste stasjoner, som var preget av sandbunn, dominerte kråkebollene gruntvannsamfunnene i Sør fjorden. Antallet ble stedvis anslått til 50-100 individer/m². Kråkebollene beiter vesentlig på alger, men spiser også dyr og annet den kommer over, og rent mekanisk utøver den stor skade på bunnfaunaen. Forekomst og utbredelse av kråkeboller på de undersøkte stasjoner er vist i figur 9. Den lille drøbakskråkebollen *Strongylocentrotus droebachiensis* dominerte, mens den større *Echinus acutus* var spredt til vanlig og forekom gjerne dypere enn *S. droebachiensis*. *Echinus esculentus* ble bare funnet som enkeltfunn med unntak for stasjon 7 Tednenes hvor den var vanlig.



Figur 9. Vertikalutbredelse av kråkeboller i Sørfjorden i 91-92.

4. Sammenlikning med 1981-82

4.1. Resultater fra 1981-82 undersøkelsen

Undersøkelsene i 1991-92 ble foretatt på et utvalg av stasjoner som første gang ble undersøkt i 1981-82. Undersøkelsesmetodikken har utviklet seg noe slik at det ved sammenligningen må kompenseres for metodiske forskjeller. 1981-82 undersøkelsen er rapportert i Bokn *et al.*, 1986. Her gis en kort presentasjon av resultatene for sammenlikningens skyld.

Alger

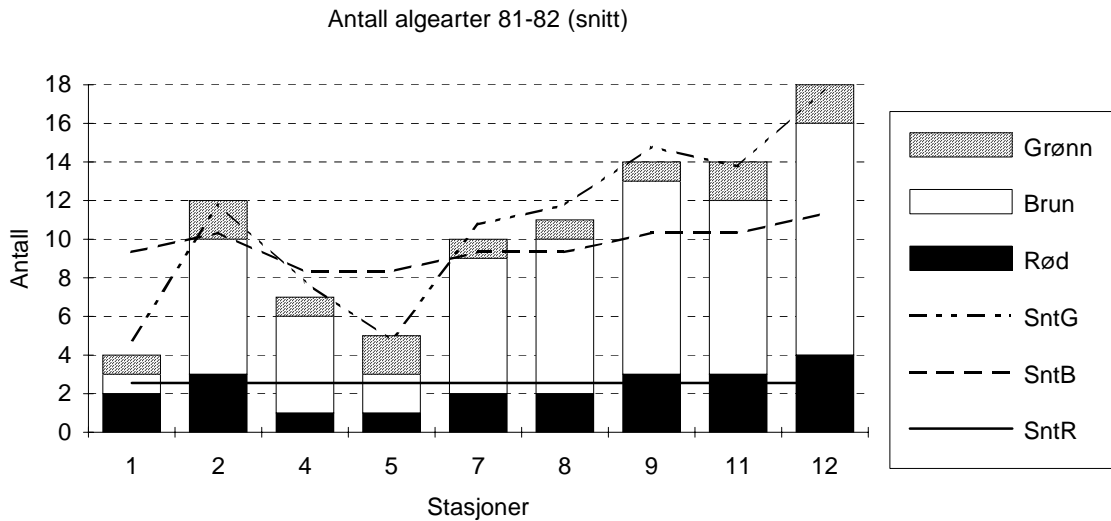
Antall og mengde alger i 1981-82, er vist i henholdsvis figur 10 og 11. Ennå tydeligere enn i 1991-92 økte både antall og mengde alger med avstand fra Odda. Stasjon 2 Byrkjenes utgjorde i 1981-82 et unntak med et høyt antall arter, spesielt brunalger. Og motsatt var stasjon 5 Oaldskor svært fattig. Stasjon 5 Oaldskor ble bare undersøkt i 1981 og stasjonslokaliseringen ble forskjøvet noe i 1991-92 undersøkelsen. Flora- og faunaobservasjonene på stasjon 5 i 1981 kan derfor ikke sammenliknes direkte med 1991-92 observasjonene.

Andelen rødalger økte noe utover i fjorden, men den store økningen som framkommer i figur 11 skyldes hovedsakelig økt forekomst av de skorpeformede artene fjæreblod og slettrugl. Av opprette rødalger ble det bare registrert spredte forekomster av sjøris, rekeklo eller tangdokka. Totalt ble det registrert bare tre grøninalger. Det var *Blidingia minima*, *Cladophora* sp. og *Enteromorpha* spp. og det var *Enteromorpha* som utgjorde hovedtyngden. På stasjon 12 var *Cladophora* vanlig, ellers ble ikke *Cladophora* registrert ut over enkeltfunn. *Blidingia* ble funnet i små mengder på stasjon 2 og 5.

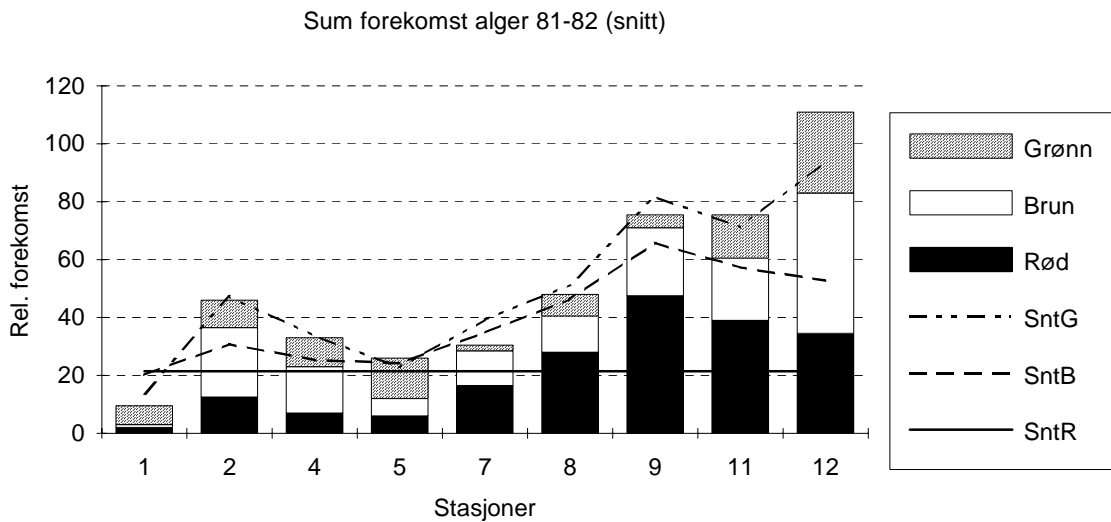
Ut fra dette materialet synes stasjon 9, 11 og 12 å utgjøre en gruppe med høyere andel rødalger enn øvrige stasjoner. Stasjon 12 skilte seg noe ut ved et relativt høyt antall brunalger og relativt stor forekomst av grøninalger. Algesamfunnene i 81-82 var som i 91-92 preget av få arter. Stasjon 12 Krossanes var den artsrikeste, med en artssammensetning som tydet på eutrofe forhold.

Dyr

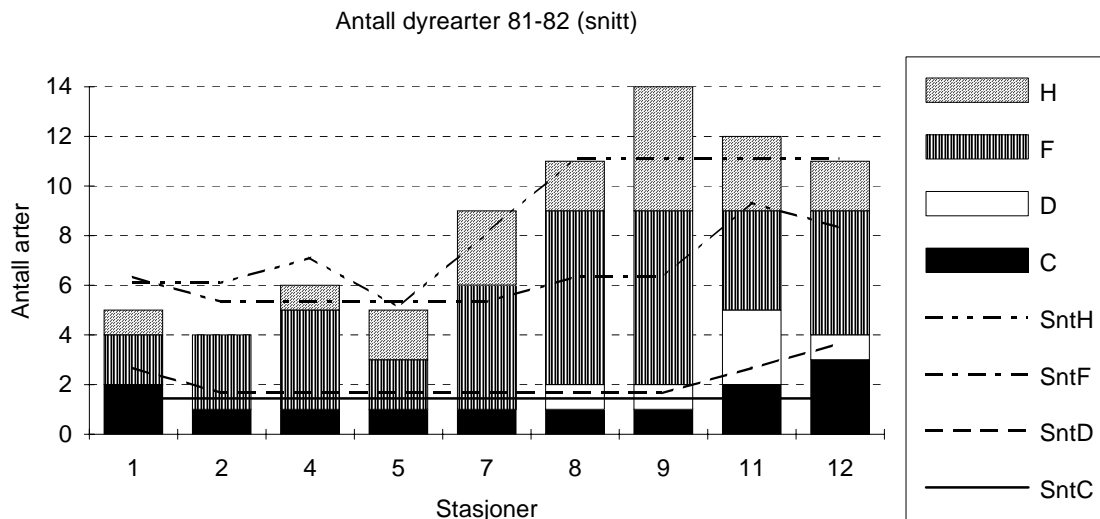
Faunaen i 1981-82 viste de samme trekk som beskrevet for 1991-92. Antall arter økte med avstand fra Odda ut til stasjon 9 Kvalnes, omtrent midtfjords, figur 12. Vannfiltrerere utgjorde den største gruppen med et høyt antall arter på stasjon 7, 8, 9 og 12, mens deres forekomster varierte sterkt mellom de samme stasjoner, figur 13. Detritus-spisere kom inn på de ytre stasjoner, men utgjorde i 81-82 en beskjeden andel, gruppe D i figur 13. Helt inn til stasjon 5 Oaldskor var det store forekomster av algeetere, hvilket her var ensbetydende med kråkeboller.



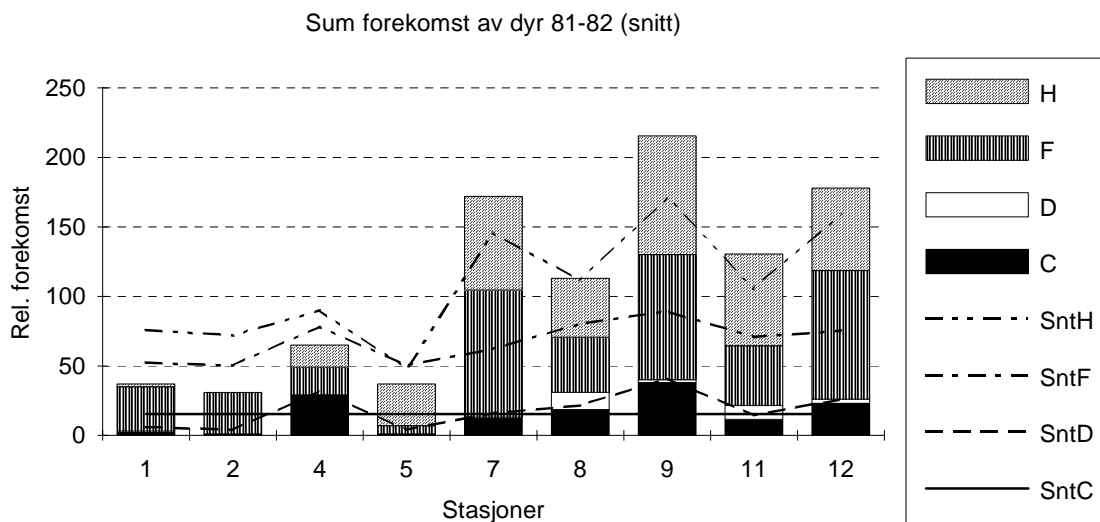
Figur 10. Gjennomsnittlig antall algearter funnet ved dykkerundersøkelse av 9 stasjoner i Sør fjorden i 1981-82. Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 1. Antall arter er plottet som søyler. Søylerne er inndelt i segmenter som angir antall arter innen de tre algeklassene rød-, brun- og grønnalger. Hjelpelinjer (SntX) viser gjennomsnittlig antall arter innen hver kategori (X) i materialet. Om et søylesegment overstiger tilhørende hjelpelinje, betyr det at stasjonen inneholder flere arter innen denne kategori enn gjennomsnittet for alle stasjonene i fjorden. Og motsatt om et søylesegment ikke kommer opp til tilhørende hjelpelinje, betyr det færre arter enn gjennomsnittet.



Figur 11. Gjennomsnittlig algemengde på 9 stasjoner i Sør fjorden i 1981-82, uttrykt som summert forekomst av henholdsvis rød-, brun- og grønnalger. Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 1. Hjelpelinjer (SntX) viser gjennomsnittlig mengde innen hver kategori (X). Om et søylesegment overstiger tilhørende hjelpelinje, betyr det at stasjonen har en større algemengde innen denne kategorien enn gjennomsnittet for stasjonene i fjorden. Og motsatt om et søylesegment ikke kommer opp til tilhørende hjelpelinje, betyr det mindre algemengde enn gjennomsnittet.



Figur 12. Gjennomsnittlig antall dyrearter funnet ved dykkerundersøkelse av 9 stasjoner i Sør fjorden i 1981-82. Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 1. Antall arter er plottet som søyler. Søylerne er inndelt i segmenter som angir antall arter innen ulike fødeopptakskategorier. Hjelpelinjer viser gjennomsnittlig antall arter innen hver kategori i materialet. Om et søylesegment overstiger tilhørende hjelpelinje, betyr det at stasjonen inneholder flere arter innen denne kategori enn gjennomsnittet for alle stasjonene i fjorden. Og motsatt om et søylesegment ikke kommer opp til tilhørende hjelpelinje, betyr det færre arter enn gjennomsnittet. H: algeetere, F: vannfilterere, D: detritusspisere, C: rovdyr, SntX: Gjennomsnittsverdi for kategori X.



Figur 13. Gjennomsnittlig mengde dyr fordelt på 4 fødeopptakskategorier, funnet ved dykkerundersøkelse på 9 stasjoner i Sør fjorden i 1981-82. Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 1. Relativ forekomst er plottet som søyler, inndelt i segmenter som representerer ulike fødeopptakskategorier. Hjelpelinjer viser gjennomsnittlig mengde innen hver kategori i materialet. Om et søylesegment overstiger tilhørende hjelpelinje, betyr det at stasjonen inneholder mer av denne kategorien enn gjennomsnittet for alle stasjonene i fjorden. Og motsatt om et søylesegment ikke kommer opp til tilhørende hjelpelinje, betyr det mindre mengde enn gjennomsnittet. H: algeetere, F: vannfilterere, D: detritusspisere, C: rovdyr, SntX: Gjennomsnittsverdi for kategori X.

4.2. Sammenlikning mellom 81-82 og 91-92

Cluster og MDS-analyser

De numeriske beregningene av likhet mellom observasjoner er basert på et utdrag fra rådataene for årene 81, 82, 91 og 92. I dette uttrekket er endel arter, hvor artsforskjellene er mikroskopiske, slått sammen til familie eller til taxa-grupper. Materialet er også splittet opp i 2 dybdeintervall: **øvre sone** fra 0 til 5 m dyp og **nedre sone** fra 5 m og ned til ca. 30 m dyp.

Øvre sone

Analysene bygget her på summert forekomst av vanlig til dominerende arter i dybdeintervallet 0 til 5 m dyp.

I cluster-analysen ble observasjonene gruppert i 3 hovedgrupper, jfr. dendrogram i figur 14. Stasjon 1, 2 og 5 for 81-82 og stasjon 1 og 2 for 91-92, ble skilt ut fra øvrige observasjoner i en egen gruppe, men med store innbyrdes forskjeller (40 - 50%). Gruppe 2 besto av øvrige stasjoner undersøkt i 81 og 82, mens 91-92 undersøkelsene utgjorde gruppe 3. Det betyr at det var markert forskjell mellom 80- og 90-tallet med unntak for stasjonene nær Odda.

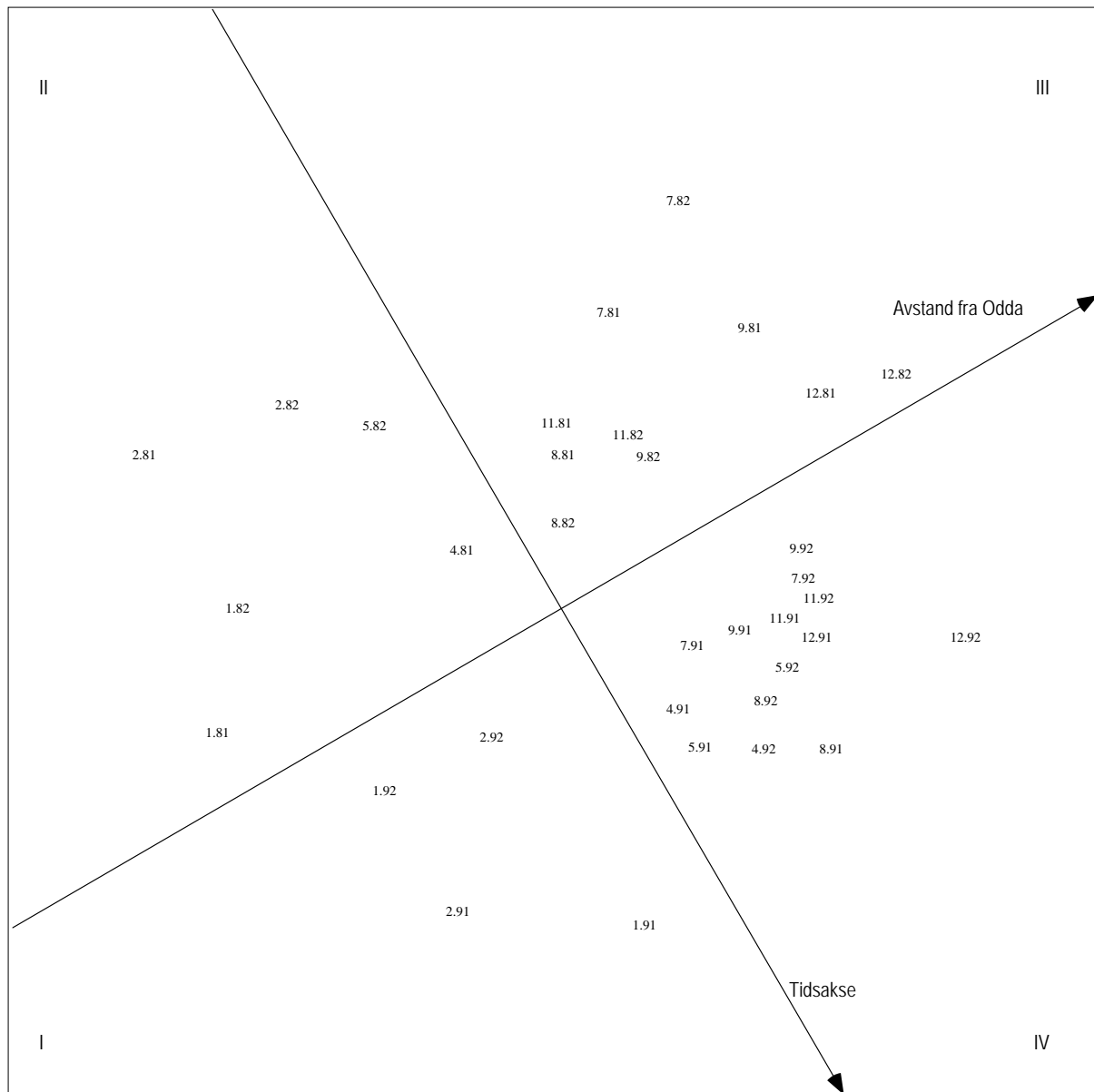
I MDS-plottet, figur 15, kommer noe av det samme bildet fram. 91-92 observasjonene av stasjonene 4, 5, 7, 8, 9, 11 og 12 utgjør en tett klynge, som tilsvarende clustergruppe 3 i dendrogrammet. 81-82 observasjonene er i mye større grad spredt. Med varierende grad av likhet danner stasjonene 8, 9, 11 og 12 en gruppe med stasjon 4 og 7 som nære naboer. Stasjon 12 i 81-82 ligger for seg selv langt ute og i cluster-dendrogrammet, figur 14, utgjør de en egen gren som går ut på toppen av gruppe 2. (Tilsvarende også for 91-92.)

I MDS-plottet er det tegnet inn to hjelpeakser, en tidsakse og en akse som illustrerer stasjonenes avstand fra Odda. En ser da at stasjonene 1 og 2 i 91-92 ligger i I. kvadrat og stasjon 1, 2, 4 og 5 i 81-82 ligger i II. kvadrat. Øvrige stasjoner i 81-82 ligger i III. kvadrat, mens stasjon 4 til 12 i 91-92 ligger i en tett klynge i IV. kvadrat. Avstanden mellom 81-82 og 91-92 observasjoner av stasjonene i ytre halvdel av fjorden, er mindre enn avstanden mellom indre og ytre stasjoner i fjorden tilhørende samme undersøkelsesår.

Materialet viser at det langs en avstandsgradient fra Odda var store forskjeller i plante og dyrelivet i strand- og den øvre sjøsonen i Sørfjorden. Dette er sannsynligvis en kombinasjon av bedret vannkvalitet med avstand fra Odda, og ulikheter i topografi og bunnsubstrat mellom stasjonene.

MDS-plottet viser også klare forskjeller mellom 80-tallet og 90-tallet, som indikerer en endring i flora og fauna over den undersøkte 10-års perioden. Relasjonene vist i diagrammet graderes som antydningssvis, siden stressfaktoren ved å presse manglekantede relasjoner ned i 2 dimensjoner, var høy ($S=0.2$).

Det var mange likheter mellom observasjonene gjort i 81-82 og i 91-92. Strandsamfunnet var fortsatt fattig og manglet arter en forventet skulle ha funnet. Siden samfunnene besto av så få arter, skal det kun små endringer til før det slår ut på en observasjons gruppe-plassering i cluster- og MDS-analysen. At en stasjon skifter gruppetilhørighet kan skyldes både naturlige og menneskeskapt svingninger i miljøet. Likevel har det, ut fra en samlet vurdering, skjedd en forbedring i flora og fauna i 0-5 m dypeintervallet, som kan betraktes som en positiv respons på et bedret vannmiljø. Kvalitativt er miljøet blitt forbedret ved et økt antall arter.



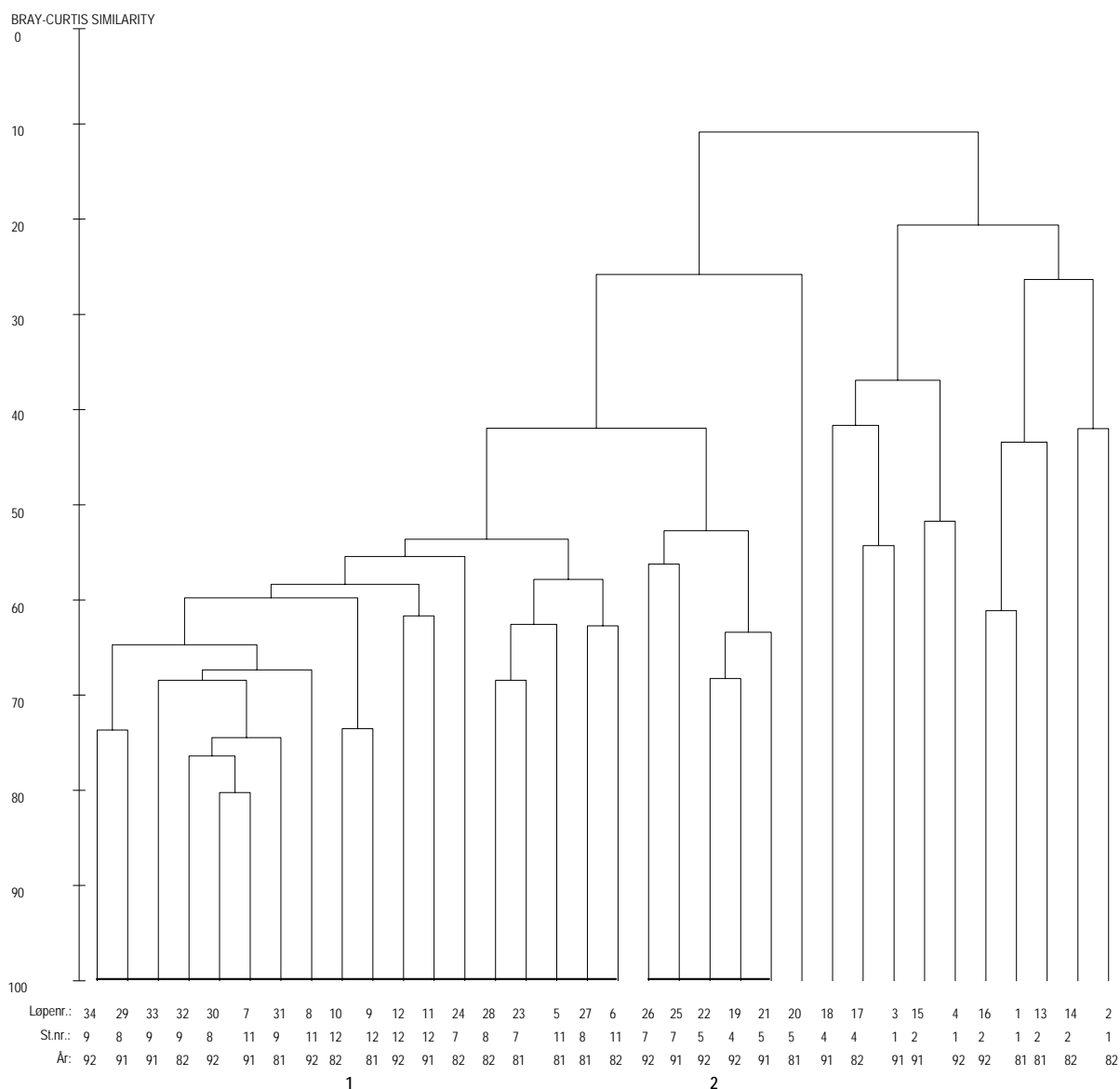
Figur 15. MDS-diagram av likhet mellom stasjoner og år. Avstanden mellom punktene uttrykker ulikheter mellom prøvepar. Tallene i plottet angir stasjon og år.

Nedre sone:

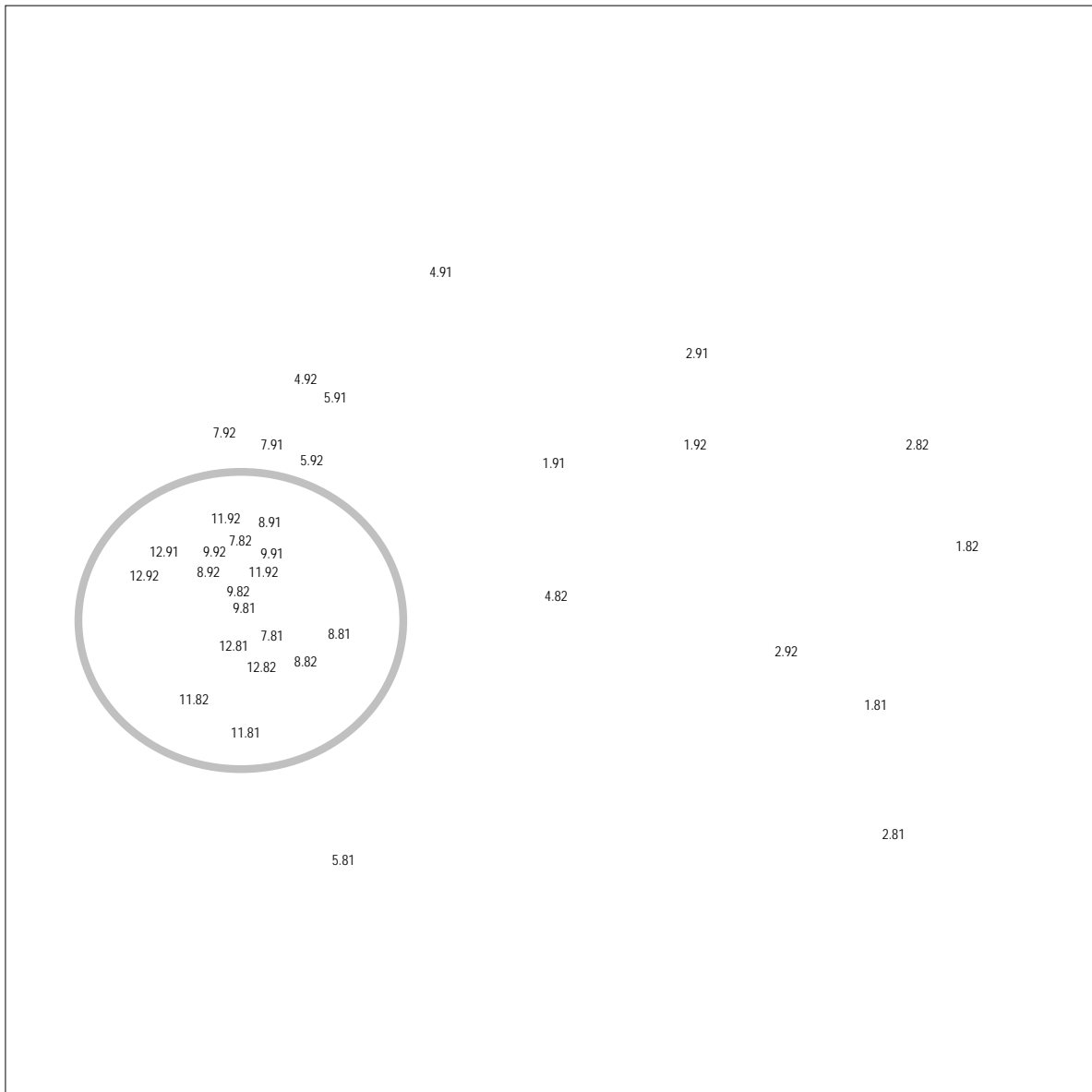
Analysene bygget her på summert forekomst av spredte til dominerende arter i dybdeintervallet 5 til 30 m dyp.

Clusterdendrogrammet vist i figur 16 viser 2 hovedgrupperinger av stasjonene, med øvrige stasjoner som enten single eller sammenknyttet to og to med stor ulikhet til øvrige stasjoner.

Hovedgruppe 1 utgjøres av stasjoner i Sørfjordens ytre halvdel: stasjon 8, 9, 11 og 12 for alle år, samt stasjon 7 i 81-82. Hovedgruppe 2 består av stasjon 5 og 7 fra 91-92 og stasjon 4 i 92. Stasjon 4 -91 er gruppert i den løst sammenknyttede gruppen av Sørfjordens indre stasjoner: stasjon 1 og 2 for alle år, samt 4 -82.



Figur 16. Dendrogram basert på likhetsindeksene for alle stasjonspar i 81, 82, 91 og 92. Y-aksen angir grad av likhet mellom prøvepar. De mest like prøvene grupperes sammen først, dvs. nederst i dendrogrammet. Tallene langs x-aksen angir prøvenr., stasjon og år.



Figur 17. MDS-diagram av likhet mellom stasjoner og år. Avstanden mellom punktene (representert ved tallpar) uttrykker ulikheter mellom prøvepar. Tallene i plottet angir stasjon og år.

MDS-diagrammet i figur 17 viser et parallelt bilde hvor 81-82 og 91-92 observasjoner i Sørfjordens ytre halvdel grupperes i en tett klynge, dvs. funnet å ha stor grad av likhet med hensyn på artsforekomst. Observasjonene gjort på stasjon 1, 2, 4 og 5 ligger svært spredt i diagrammet med varierende avstand til den sentrale gruppen.

Stress-faktoren beregnet for den to-dimensjonale projiseringen var høy (0.2) og hvilket indikerer at grupperingene er antydningvis.

I motsetning til øvre dybdeintervall (0 til 5 m dyp), synes sublittoralsonen ikke å ha gjennomgått vesentlige endringer over denne 10 års perioden.

I den nedre sonen var beting fra kråkeboller viktig for bunnsamfunnenes struktur. Og kråkebollebestanden synes å ha vært uendret like høy på 80-tallet som på 90-tallet. Dette er sannsynligvis en bidragende årsak til at stasjonene var såpass like.

T-test

Basert på et uttrekk av organismekategorier, ble observasjonene fra de 4 undersøkelsårene testet mot hverandre ved en parvis T-test, for å se om det var signifikante strukturelle forskjeller mellom 80-tallet og 90-tallet. Hypotesen som ble testet var at det ikke var forskjeller mellom to og to testpar. Resultatet av testen er gjengitt i Tabell 4. Så og si alle stasjoner undersøkt i 91-92 ble funnet signifikant forskjellige fra 81-82. Det betyr at det har skjedd en strukturell endring i gruntvannssammfunnene i Sørfjorden over denne 10 års perioden. For enkelte stasjoner ble det også påvist signifikant forskjell mellom de to påfølgende års undersøkelser.

Tabell 4. Parvis T-test mellom stasjoner i Sørfjorden undersøkt i 1981, 82, 91 og 92. Tabellen viser funnet p-verdi mellom observasjonspaar. Observasjonene er angitt med stasjons-nummer og år, f.eks. betyr 01 81 stasjon 1 i 1981. Symboler: +: signifikant forskjell på 5% nivået, - : ikke signifikant på 5% nivået, = : stor grad av likhet mellom prøvene.

	01 81	01 82	01 91	01 92		02 81	02 82	02 91	02 92
01 81		.44	.01	.002	02 81		.40	.03	.04
01 82	=		.002	.001	02 82	=		.06	.27
01 91	+	+		.003	02 91	+	-		.046
01 92	+	+	+		02 92	+	=	+	
	04 82	04 91	04 92		05 81	05 91	05 92		
04 82		.09	.04	05 81		.03	.02		
04 91	-		.04	05 91	+		1.00		
04 92	+	+		05 92	+	=			
	07 81	07 82	07 91	07 92		08 81	08 82	08 91	08 92
07 81		.01	.02	.02	08 81		.02	.03	.07
07 82	+		.03	.002	08 82	+		.02	.01
07 91	+	+		.04	08 91	+	+		.40
07 92	+	+	+		08 92	-	+	=	
	09 81	09 82	09 91	09 92		11 81	11 82	11 91	11 92
09 81		.30	.03	.02	11 81		.58	.02	.01
09 82	=		.24	.048	11 82	=		.03	.04
09 91	+	=		.09	11 91	+	+		.07
09 92	+	+	-		11 92	+	+	-	
	12 81	12 82	12 91	12 92					
12 81		.76	.01	.04					
12 82	=		.02	.054					
12 91	+	+		.65					
12 92	+	-	=						

5. Samlet vurdering

Generelt var gruntvannsamfunnene i Sørfjorden fattige. Det ble funnet få arter av både alger og dyr og i tillegg var deres forekomst sparsom. Årsaken til dette kan søkes blant flere faktorer. Blant de viktigste er sivilisatoriske tilførsler til fjorden, ferskvannstilførsel og kråkebollebeiting.

På grunn av den sterke kråkebollebeitingen som har vedvart i over 10 år, var algevegetasjonen i Sørfjorden begrenset til fjæra og øvre sjøsonen ned til ca. 4-5 m dyp. Under 5 m sto kråkebollene i tettheter på 100 individer/m² og effektivt beitet bort alt av kimplanter og nedslag av andre organismer. Kråkebollenes øvre utbredelsesgrense var begrenset av deres lave toleranse for redusert saltholdighet. De ble derfor stående å presse opp under sprangsjiktet som dermed utgjorde en naturlig grense til en beitefri sone. Men det var samtidig denne øvre sonen som i sterkeste grad ble influert av den lave saltholdighet gjennom sommermånedene, slik at mange marine organismer likevel ikke kunne etablere seg i Sørfjorden.

Den sparsomme algevegetasjonen var dominert av brunalgene. Dernest var antallet grønnalger høyt, mens antallet rødalger var lavt. Bedømt ut fra algefloreaen var ytterste stasjon 12 Krossanes den friskeste av stasjonene med langt flere rød- og brunalger enn gjennomsnittet og samtidig færre grønnalger.

Antall og mengde dyr økte med avstand fra Odda og ut mot Tednenes. På de ytre stasjonene var artsantallet rundt gjennomsnittet, mens mengden av arter varierte noe. Stasjonenes prosentvise andel av vannfiltrerende organismer avtok med avstand fra Odda, samtidig som andelen av algeetere og detritusspisere økte. Stor andel av detritusspisere kan tyde på eutrofiering og organisk belastning.

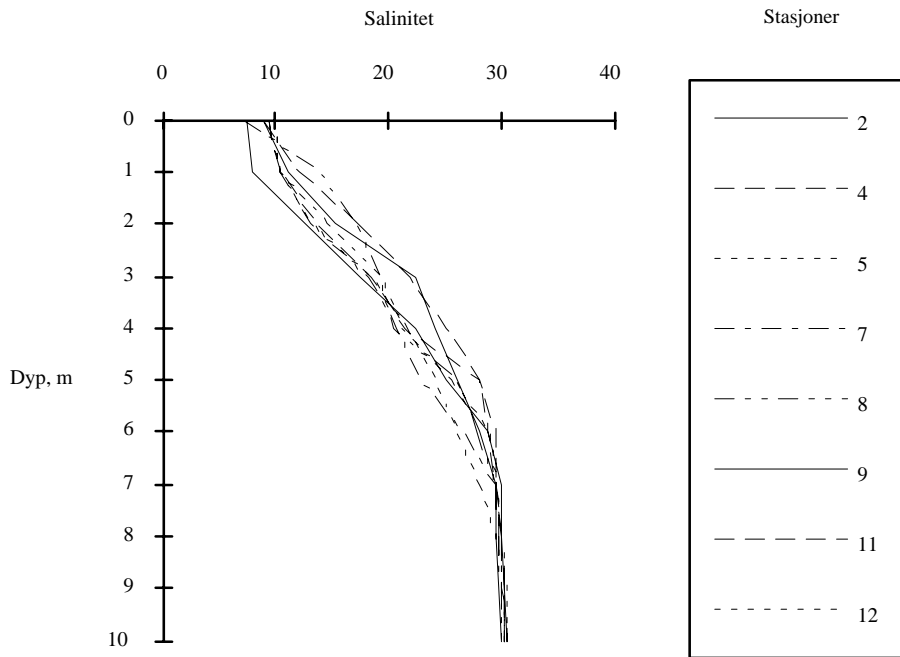
5.1. Bunnforhold

Topografisk var det også markerte forskjeller mellom stasjonene, og dette har betydning for alge- og dyrelivet. Sjøbunnen på stasjon 1 Sanden og 2 Byrkjenes var preget av sand og mudder med større stein. Det medfører et dårligere og sterk begrenset substrat for arter som foretrekker hardbunn. Partier av stasjon 8 Måge besto også av stein på mudderbunn. Stasjon 4 Tyssedal og 5 Oaldskor utgjorde den andre ytterligheten hvor fjellveggen gikk loddrett ned i dypet, slik at arealet for algevekst ble minimalt, og samtidig ga optimale forhold for sekkedyr, børstemark o.l. En større andel av slike organismer på disse stasjonene kan derfor henge sammen med en større tilgang på egnede bunnforhold og mindre interferens med konkurrerende arter.

5.2. Saltholdighet

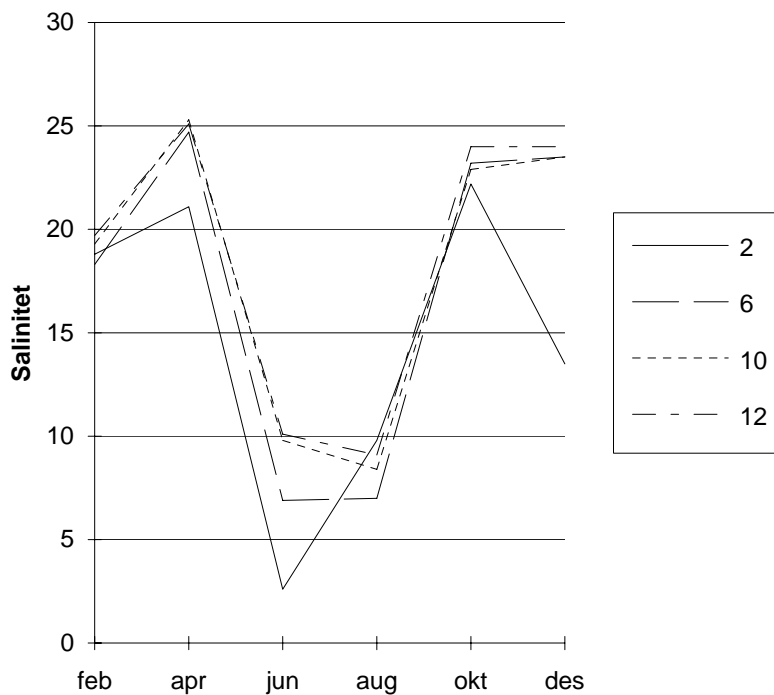
Sjøvannets saltholdighet er en viktig kontrollerende faktor for arters utbredelse. Marine alger og dyr har et minstekrav til vannets saltholdighet, og generelt vil de være ekstra følsomme overfor lav saltholdighet i kritiske livsfaser som ved reproduksjon og etablering. Vannets saltholdighet under organismenes rekrutteringsfase vil derfor være avgjørende for deres utbredelse. Lav saltholdighet fører til økt stress for marine organismer og gjør dem mer ømfintlige for andre påvirkninger, som f.eks. miljøgifter.

Det ble under toktet høsten 1992 foretatt saltmålinger nært opptil gruntvannsstasjonene for å få et bilde av hvilket saltregime gruntvannsorganismene levde under. Målingene viste at saltholdigheten var svært lik på alle stasjoner i hele fjordens lengde, figur 18. Overflatesaliniteten lå mellom 7 og 10 ‰, som er nær nedre grense for mange marine arter. Saliniteten økte raskt til ca. 15 ‰ på 2 m dyp og til over 20 ‰ på 4 m dyp. Lav saltholdighet synes derfor kun å være en begrensende faktor i strandsonen.



Figur 18. Saltholdighet i øvre 10 m målt på 8 stasjoner i Sørfjorden i perioden 28/9-1/10-92. Figurens hovedhensikt er å vise hvor sammenfallende saltprofilene er for de ulike stasjoner fra innerst til ytterst i Sørfjorden.

Elvene tilfører Sørfjorden store mengder ferskvann, spesielt i snøsmeltingsperioden. Overflatesaltholdigheten vil derfor variere sterkt med årstidene. Figur 19 viser variasjonen i overflatesaltholdigheten gjennom året for 4 hydrografistasjoner i 1992. Dataene er hentet fra Skei 1993. Som det fremgår av figuren var overflatesaltholdigheten lavest i sommermånedene, helt ned i 2,6 ‰ i Havnebassenget ved Odda og økte til 17-18 ‰ i vintermånedene. Sommermånedene er for svært mange marine organismer også en følsom periode med formering og etablering.



Figur 19. Overflatesaltholdighet på 4 stasjoner i Sørfjorden i 1992. Data fra Skei 1993.

Det er derfor på det rene at svært mange marine fjære-organismer naturlig ikke vil kunne etablere seg i littoralsonen på grunn av den lave saltholdigheten i Sørfjorden gjennom sommermånedene.

Strandsnegl og fjærerur, som generelt er vanlige arter i fjærefaunaen, har en brakkvannstoleranse som sannsynligvis ligger mellom 7 og 8 ‰ (Rosenberg & Rosenberg 1973, Campbell 1976 og Kullenberg 1981). Nedsatt saltholdighet vil derfor være hovedårsaken til disse to arters fravær.

Skipsrur (*Balanus improvisus*), derimot, har høy toleranse overfor nedsatt saltholdighet og er følgelig en art som en hadde forventet å finne. Skipsrur er blant annet i Hvalerområdet blitt funnet helt oppe i Glommas utløp. (Walday pers.med. Data in prep.), men Sørfjorden ligger på den nordlige grense av artens utbredelsesområde (Nilsson-Cantell, 1978).

Blåskjell (*Mytilus edulis*), har en saltholdighetstoleranse ned mot 3-4 ‰ (Bayne *et al.*, 1976) og ble også funnet i hele Sørfjorden, men gjerne ikke grunnere enn 1-2 m dyp.

Grønnalgen havsalat (*Ulva lactuca*), som ikke ble observert i 1981-82 undersøkelsen, har trolig en nedre toleransegrense rundt 6-8 ‰. I 1991-92 ble imidlertid havsalat funnet vanlig på 2 til 5 m dyp på de innerste stasjonene. Årsaken til dette kan være bedret vannkvalitet ved reduserte utslipp.

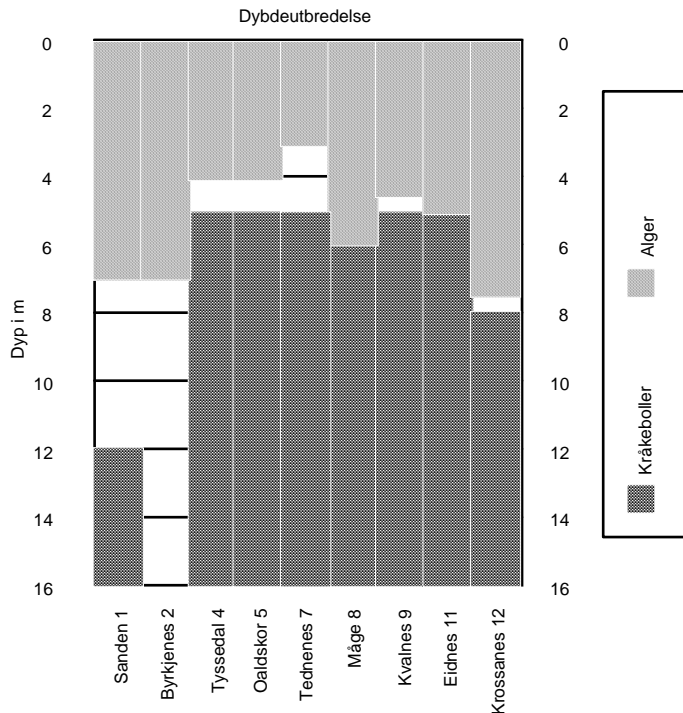
Grønnalgeslektene *Cladophora*, grønnndusk, og *Enteromorpha*, tarmgrønske, kan vokse i betydelige mengder i brakkvannsområder og i områder med store næringssaltbelastninger. Grønnndusk ble i 1981-82 bare observert på ytterste stasjon 12 Krossanes, og tarmgrønske ble funnet i mindre mengder enn forventet (Bokn *et al.*, 1986). I 1991-92 ble spredte forekomster av grønnndusk funnet helt inn til stasjon 5 Oaldskor og tarmgrønske var vanlig til dominerende i hele fjorden.

Strongylocentrotus droebachiensis (kråkebolle) har liten toleranse for lav saltholdighet. Nedre grense ligger antakelig mellom 12 og 21 ‰ (Himmelmann *et al.*, 1983). Den lave overflatesaltholdigheten i Sørfjorden hindrer kråkebollene i å gå opp i fjæra. Deres øvre utbredelsesgrense ble funnet å være mellom 5 og 6 m.

Kråkebollen er en nøkkelart som i stor grad kontrollerer gruntvannssamfunnet under fjæra. Den beiter i det vesentligste på alger, men spiser også dyr og annet den kommer over, og på sin vandring utøver den stor mekanisk skade på bunnfaunaen. Det store antallet kråkeboller er derfor en vesentlig årsak til det fattige algesamfunnet og kan med stor sannsynlighet også være en viktig medvirkende årsak til den fattige bunnfaunaen. Som vist i figur 20, sammenfaller algevegetasjonens nedre dybdegrense med kråkebollenes øvre utbredelsesgrense.

Masseforekomster av kråkeboller er blitt registrert i mange fjorder langs den norske kyst. Store bestander av kråkeboller forekommer også i ikke-belastede fjorder. Det er blitt forsket rundt årsakene til dette, men pr. idag har man ikke noe svar på hvorfor kråkeboller plutselig opptrer i enorme antall.

Det er derfor trolig at forekomstene i Sørfjorden ikke har noen sammenheng med belastningssituasjonen.



Figur 20. Nedre dybdegrense for algevegetasjonen og øvre dybdegrense for kråkeboller i Sør fjorden.

5.3. Toksitetester

De store metallutslippene til Sør fjorden har med høy sannsynlighet hatt negativ innflytelse på organismesamfunnene. Det er særlig metallene sink (Zn), kadmium (Cd), Kvikksølv (Hg) og bly (Pb) som har vært målt i store overkonsentrasjoner i forhold til bakgrunnsnivåer i blåskjell og tang. Noen kvantifisering av giftigheten overfor de ulike arter er det likevel ikke mulig å fastsette ved en resipientundersøkelse. Arters tålegrense overfor ulike miljøgifter kan bare bestemmes ved eksperimentelle undersøkelser.

Svært få toksikologiske tester har vært utført på relevante gruntvannsorganismer, slik at en mangler faste holdepunkter for å kunne vurdere metallbelastningens innvirkning på gruntvannssamfunnene.

Vann tatt fra Eitrheimsvågen inne ved Odda, ble høsten 1984 testet for giftighet overfor marine organismer (Kirkerud & Knutzen 1986). Toksitetestetene ble utført med testorganismene: torsk (eggtest), kråkeboller (egg/larvetest), rur (bunnslåingstest), blåskjell (filtreringshastighet) og tangloppe (dødlighetstest).

Vann fra Eitrheimsvågen ble funnet å være akutt toksisk overfor egg/larver av kråkebollen *Strongylocentrolus droebachiensis*, og *S. droebachiensis* ble i 81-82 heller ikke funnet innenfor Tyssedal. Industriforurensning kan ha vært en medvirkende årsak til den begrensede utbredelsen. I 91-92 ble kråkeboller funnet spredt på dypt vann på stasjon 1 Sanden like innenfor Eitrheimsvågen. Det betyr at vannet ikke er giftig overfor voksne individer, men sier ikke noe om giftighet overfor egg og larver.

Vann fra Eitrheimsvågen ga også nedsatt filtreringshastighet hos blåskjell, slik at tidligere industriforurensning kan ha vært begrensende for dets forekomst og utbredelse. Blåskjell ble imidlertid både i 81-82 og i 91-92 funnet i hele fjorden.

Testene med befruktete torskeegg, tanglopper og rurlarver, viste derimot liten eller ingen reaksjon på uforyntnet resipientvann fra Eitrheimsvågen (Kirkerud & Knutzen 1986).

Da skipsrur (*Balanus improvisus*) i toksisitetstesten viste lav eller ingen hemming under den vanskelige bunnslåingsfasen, kan fraværet av denne arten i Sørfjorden vanskelig forklares ut fra metallforurensning.

Det utføres nå eksperimentelle toksisitetstester med flere arter av rødalgeslekten *Ceramium*, rekeklo, og resultater så langt viser at *C. strictum* er en svært følsom art for en lang rekke miljøgifter (B. Eklund, pers. med., 1994). Av testede relevante metaller har Eklund påvist en følsomhet overfor sink (Zn) med $EC_{50} = 125 \mu\text{g/l}$.

Til sammenligning varierte Zn-konsentrasjonen i overflaten i Eitrheimsvågen mellom 20 og 280 $\mu\text{g Zn/l}$ (med gjennomsnitt ca. 140 $\mu\text{g/l}$) (Skei 1992, 1993). Konsentrasjonen i overflaten avtok med avstand fra Odda, og i midtre og ytre del av Sørfjorden lå Zn-konsentrasjonen under 25 $\mu\text{g/l}$.

5.4. Kvalitative forskjeller mellom 81-82 og 91-92

Alger

De påviste forskjeller mellom 80-tallet og 90-tallet, spesielt i øvre nivå, skyldes først og fremst kvalitative forskjeller i algevegetasjonen. Endringene som har funnet sted må forstås som en kvalitativ forbedring hvilket med stor sannsynlighet reflekterer en forbedret vannkvalitet i overflatelaget.

Ceramium strictum - tynn rekeklo, ble i 1982 kun observert en gang på ytterste stasjon 12, Krossanes, mens *C. rubrum* - vanlig rekeklo, ikke ble funnet. I 1991-92 ble sistnevnte art funnet både på stasjon 9 og 12, mens tynn rekeklo ble funnet spredt på stasjon 1 og 2 i tillegg til 9, 11 og 12.

Fucus vesiculosus - blæretang var i 91-92 vanlig på innerste stasjon 1 Sanden, men ble ikke observert her i 81-82.

Blant grønnalgene hadde det skjedd flere nevneverdige endringer. Flere arter som var savnet i 81-82, ble observert i 91-92. *Chaetomorpha linum* - krøllhårsalge, ble funnet på stasjon 8, 9 og 11. *Spongomorpha* sp. - grønneddott, ble i 91-92 funnet i ytre halvdel av fjorden, men ble ikke registrert i 81-82. *Ulva lactuca* - havsalat, ble heller ikke registrert i Sørfjorden i 81-82, men ble funnet spredt til vanlig på mange av stasjonene i fjordens indre halvdel 10 år senere.

Det er noe uklart i hvilken grad blågrønnalgen *Spirulina* sp. ble funnet i 81-82, men den ble med sitt karakteristiske røde eller grønne malingaktige utseende, observert på alle stasjoner i Sørfjorden i 91-92.

Mange av endringene som ble funnet mellom 80 og 90-tallet, indikerer under ellers normale forhold en økt gjødsling av fjorden. I Sørfjordens tilfelle hvor algevegetasjonen har utviklet seg fra svært fattig til fattig, med introduksjon av nye arter og økt mengde av eutrofi-kjære arter, må det tas som indikasjon på bedre levevilkår i fjorden.

Dyr

Ved en sammenlikning av artslistene for 81-82 og 91-92 hvor en fjerner arter som kun er funnet sporadisk, viser 91-92 materialet en tilvekst av 6 arter i løpet 10 år. Artstilveksten har i stor grad skjedd i fjordens midtre del.

Muslinggruppen *Anomidae* ble i 91-92 funnet på alle stasjoner så nær som de to innerste. Slekten ble ikke registrert i 81-82. Spredte forekomster av rur, *Balanus balanus*, ble registrert på stasjon 4, 5 og 9 i 91-92, men den ble ikke funnet i 81-82. Likeså ble sneglene *Acmaea* sp. og *Gibbula* sp. observert i midtre og ytre del av Sørfjorden i 91-92, men ikke i 81-82. I 91-92 ble det registrert stedvis spredt til vanlig med slangestjerner i midtre og ytre del av fjorden. Slangestjerner ble ikke registrert i 81-82. Sekkedyret *Ciona intestinalis*, ble ikke registrert i 81-82, men forekom spredt til vanlig på midtre og indre stasjoner i 91-92.

Som for algene må denne tilveksten i artsantall tas som indikasjon på bedre levevilkår i Sørfjorden.

5.5. Konklusjon

Selv om det er svært vanskelig å skille effekter av redusert saltholdighet fra eventuelle effekter av industriforurensning ved slike resipientundersøkelser av gruntvannssamfunn, er det likevel stor sannsynlighet for at de påviste forbedringer i vegetasjonen skyldes de forurensningsbegrensende tiltak som er gjennomført. Det gjenstår i senere undersøkelser å se om dette er en utvikling som vil fortsette.

De største endringene i flora og fauna har skjedd i grunne områder ned til 5 m dyp, mens det i 5-20 m dyp har vært en mer stabil situasjon de siste 10 årene.

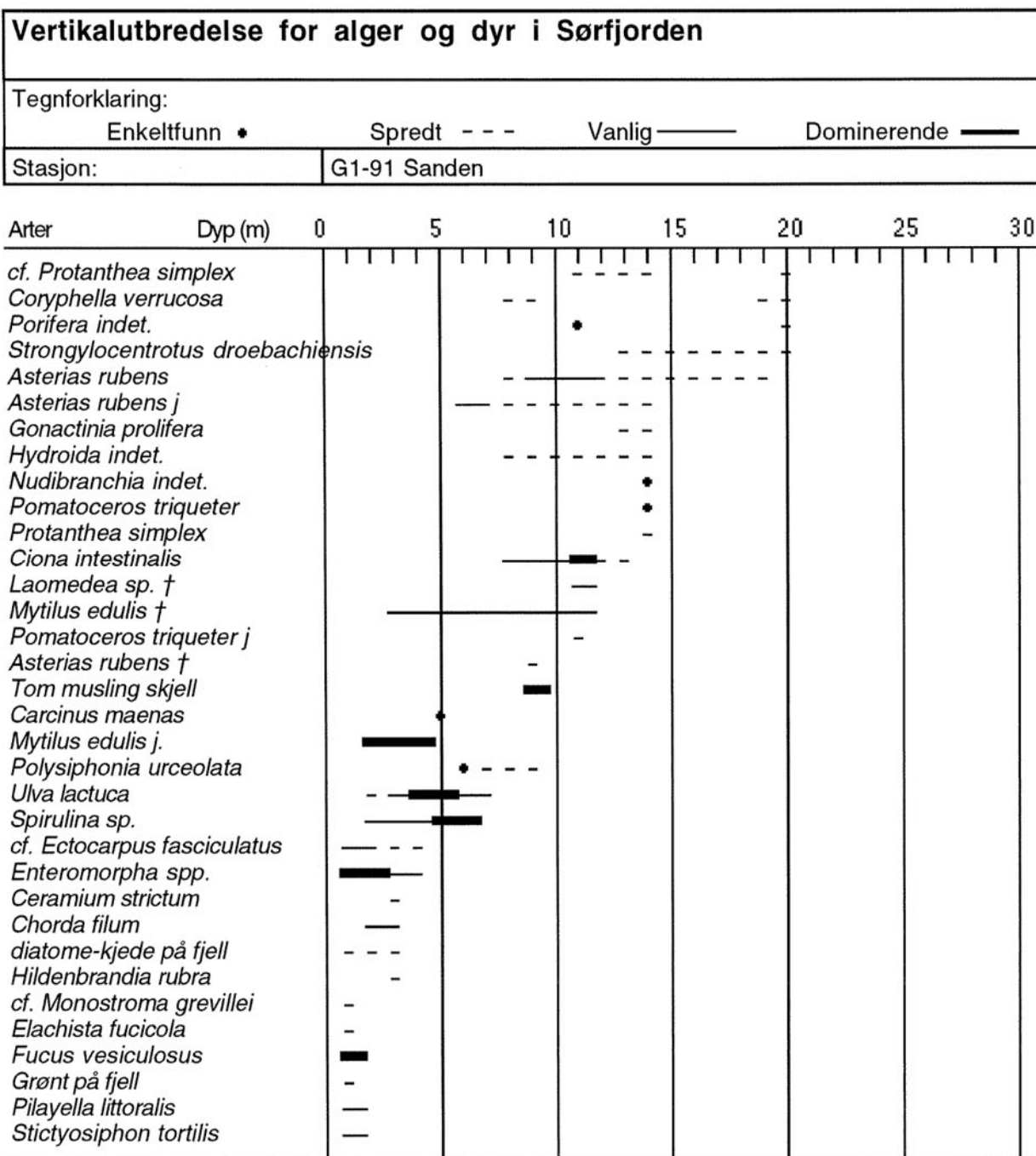
6. Litteratur

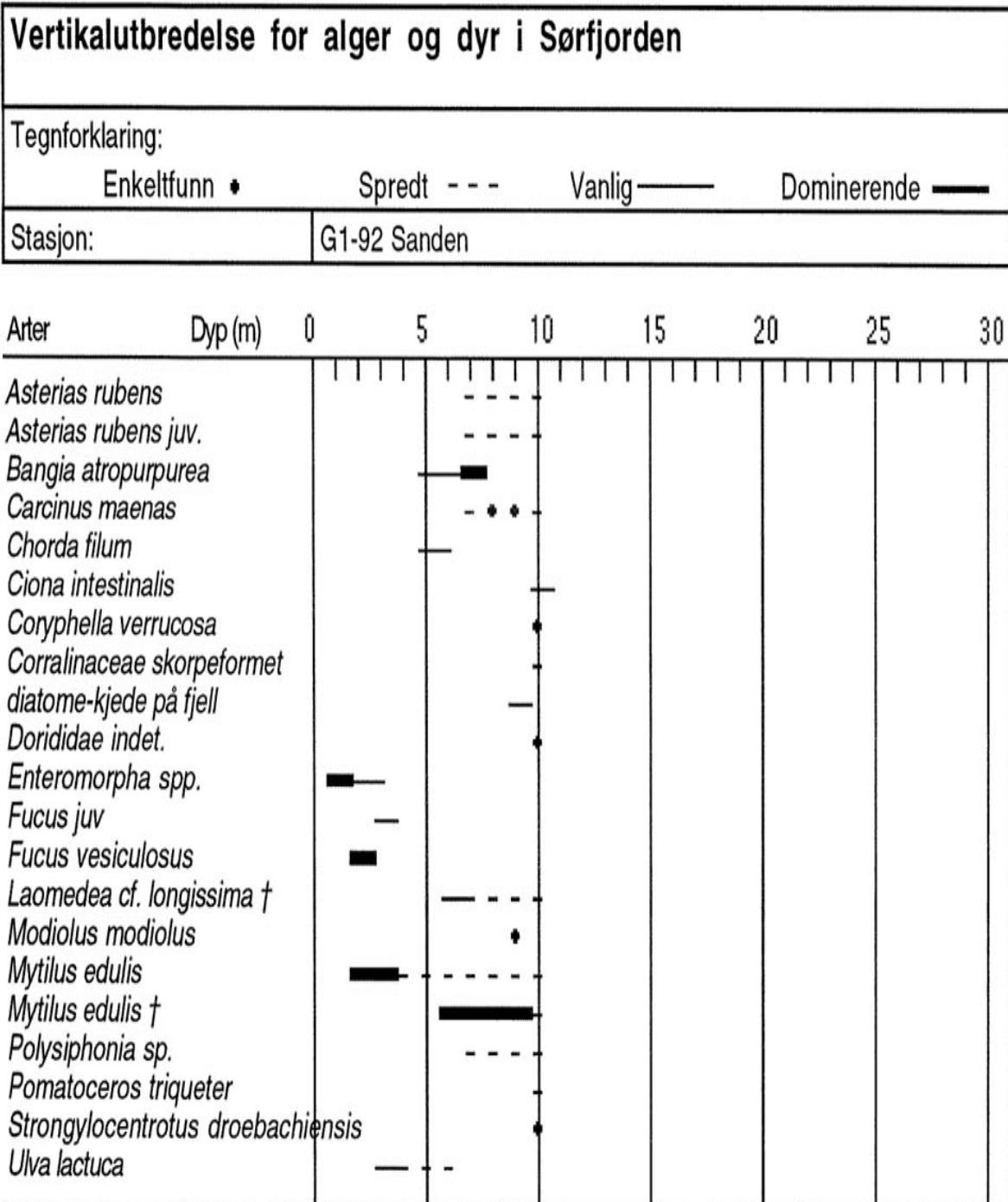
- Bayne, B.L., Thompson, R.J. & Widdows, J., 1976. Physiology: I. **in:** "Marine mussels: their ecology and physiology" (ed. B.L. Bayne): 121-206. London. 1506 s.
- Bokn, T., 1979. Use of Benthic Algae Classes as Indicators of Eutrophication in Estuarine and Marine Waters. Pp. 138-146 **in:** The use of ecological variables in environmental monitoring (ed. H. Hytteborn) Naturvårdsverket, report 1151.
- Bokn, T., Green, N. & Pedersen, A., 1986. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden. Delrapport 3. Grunvannssamfunn i Sørfjorden 1981-1982. Rapport 239/86 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 1883, 29 s.
- Campbell, A.C., 1976. The Hamlyn Guide to the Seashore and Shallow Seas of Britain and Europe. Norsk bearbeidelse (Red. M. Rueness, I. Gjermundsen & B. Gjermundsen). Planter og dyr i grunne farvann. 1977. Gyldendal Norsk Forlag A/S. 320 s.
- Clifford, T.H. & Stephenson, W., 1975. An Introduction to Numerical Classification. Academic Press. 229 s.
- Himmelman, J.H., Lavergne, Y., Axelsen, F., Cardina, A and Bourget, E., 1983. Sea urchins in the Soint Lawrence Estuary: their abundance, size-structure, and suitability for commercial exploitation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40:474-486.
- Kirkerud, L. & Knutzen, J., 1986. Tiltaksrettede miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1984-1985. Delrapport 2. Metaller i tang. Toksisitetstester. Rapport 226/86 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 1867, 56 s.
- Kruskal, J.B. & Wish, M., 1978. Multidimensional scaling. Sage Publication, Beverly Hills, California.
- Kullenberg, G., 1981. Physical Oceanography in The Baltic Sea (ed. A. Voipio). Elsevier Oceanography Series, 30: 135-181. Amsterdam. 418 s.
- Nilsson-Cantell, C.-A., 1978. Cirripedia Thoracica and Acrothoracica. Marine Invertebrates of Scandinavia, No 5, Universitetsforlaget, Oslo 1978.
- Pedersen, A., Bakke, T. og Green, N.W. 1990. Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Fastsittende alger og dyr 1983-1989. NIVA-rapport 2441, 152 s.
- Rosenberg, R. & Rosenberg, K., 1973. Salinity tolerance in three Scandinavian populations of *Littorina littorea* (L.) (Gastropoda). Ophelia, 10: 129-139.
- Rueness, J., 1990. Norske algenavn. Blyttia 48:57-63.
- Rygg, B. og I. Thélín, 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Virkninger av næringssalter. SFT-veiledning nr. 93:04. Oslo.
- Shaw, K.M., Lamshead, P.J.D., Platt, H.M., 1983. Detection of pollution-induced disturbance in marine benthic assemblages with special reference to nematodes. Mar. Ecol. Prog. Ser., 11: 195-202.
- Sivertsen, K. 1982. Utbredelse og variasjon i kråkebollenes nedbeiting av tareskogen på vestkysten av Norge. Nordlandsforskning rapp. NF 7/82: 1-31, ISBN: 82-7321-007-3, Bodø, Norway.
- Skei, J. 1992. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1992. Delrapport 1. Vannkjemi og sedimentundersøkelser. Rapport 500/23 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 2804, 53 s.
- Skei, J. 1993. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1992. Delrapport 1. Vannkjemi. Rapport 544/93 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 2967, 22 s.

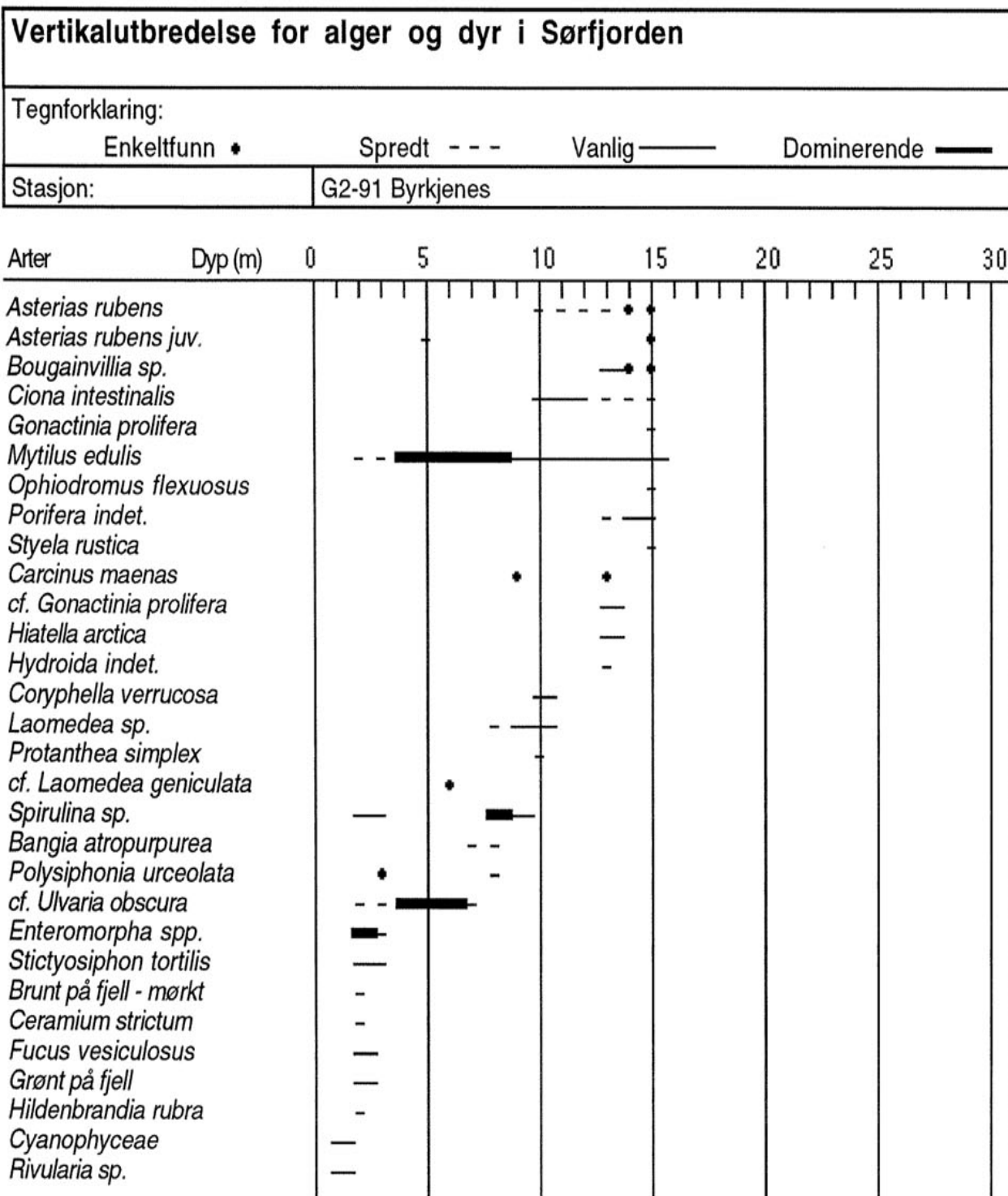
Vedlegg 1

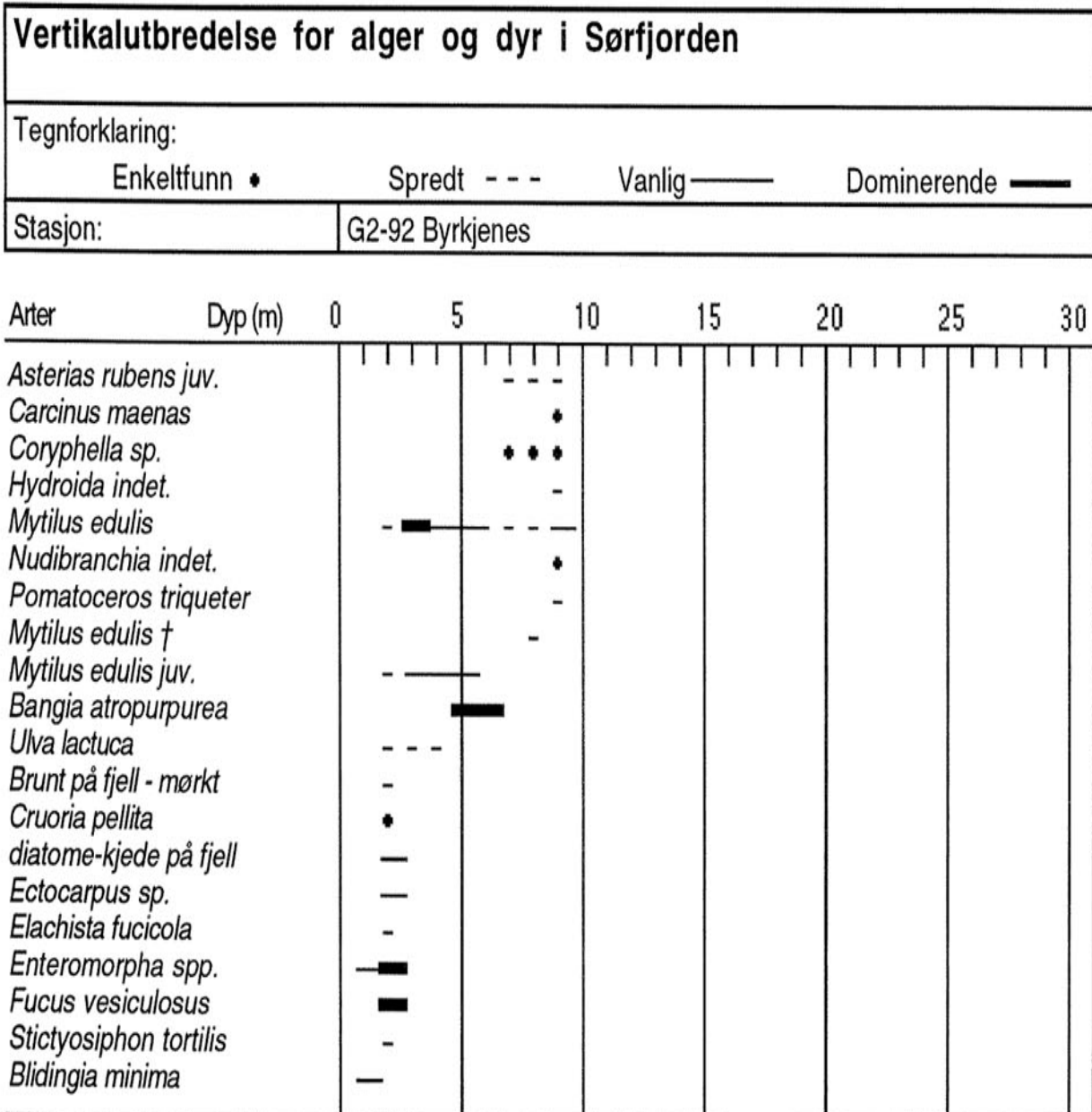
Figur 21 - 39

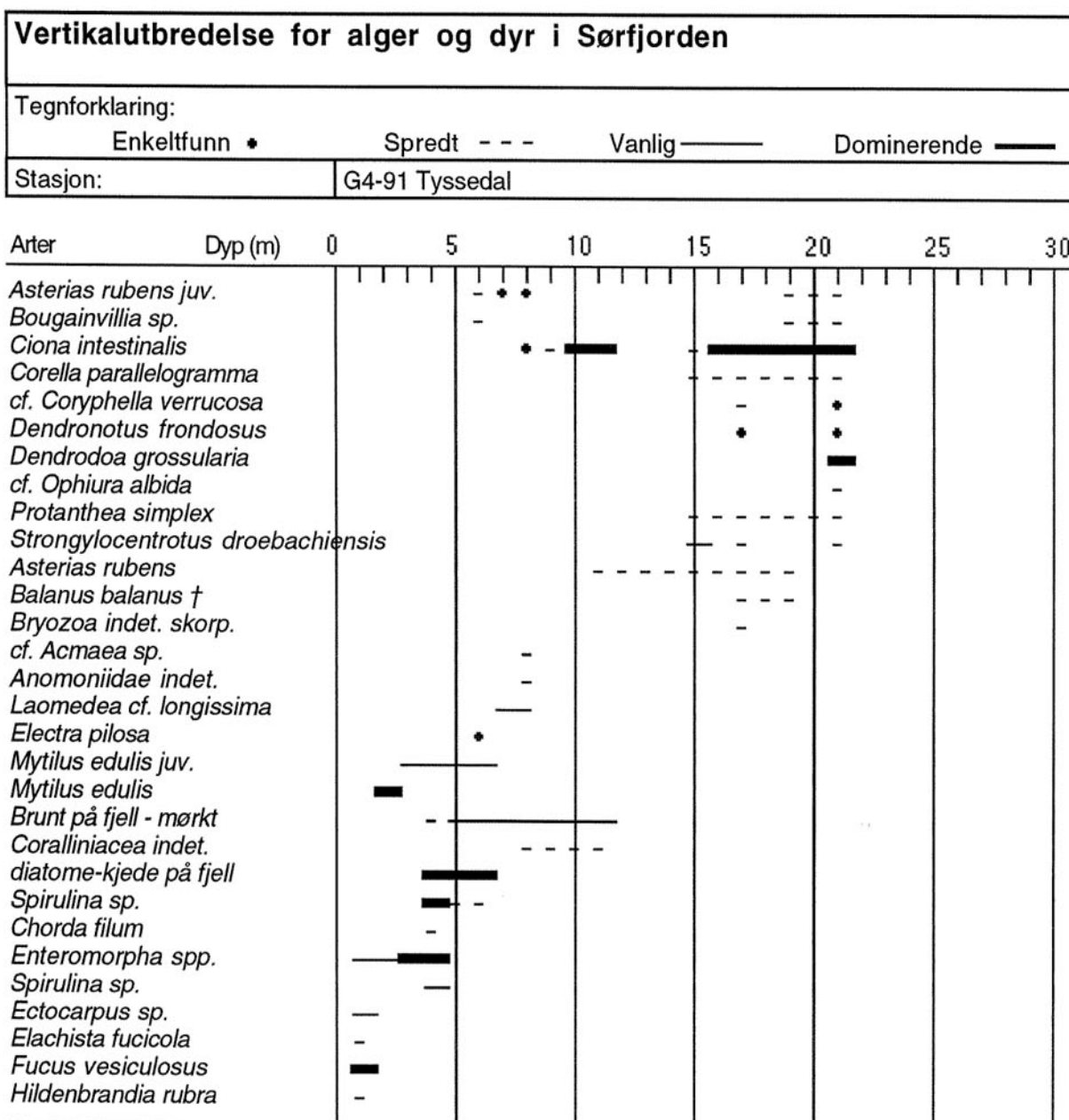
**Vertikalutbredelse av alger og dyr på 9 stasjoner i Sørfjorden
undersøkt i 1991-92.**

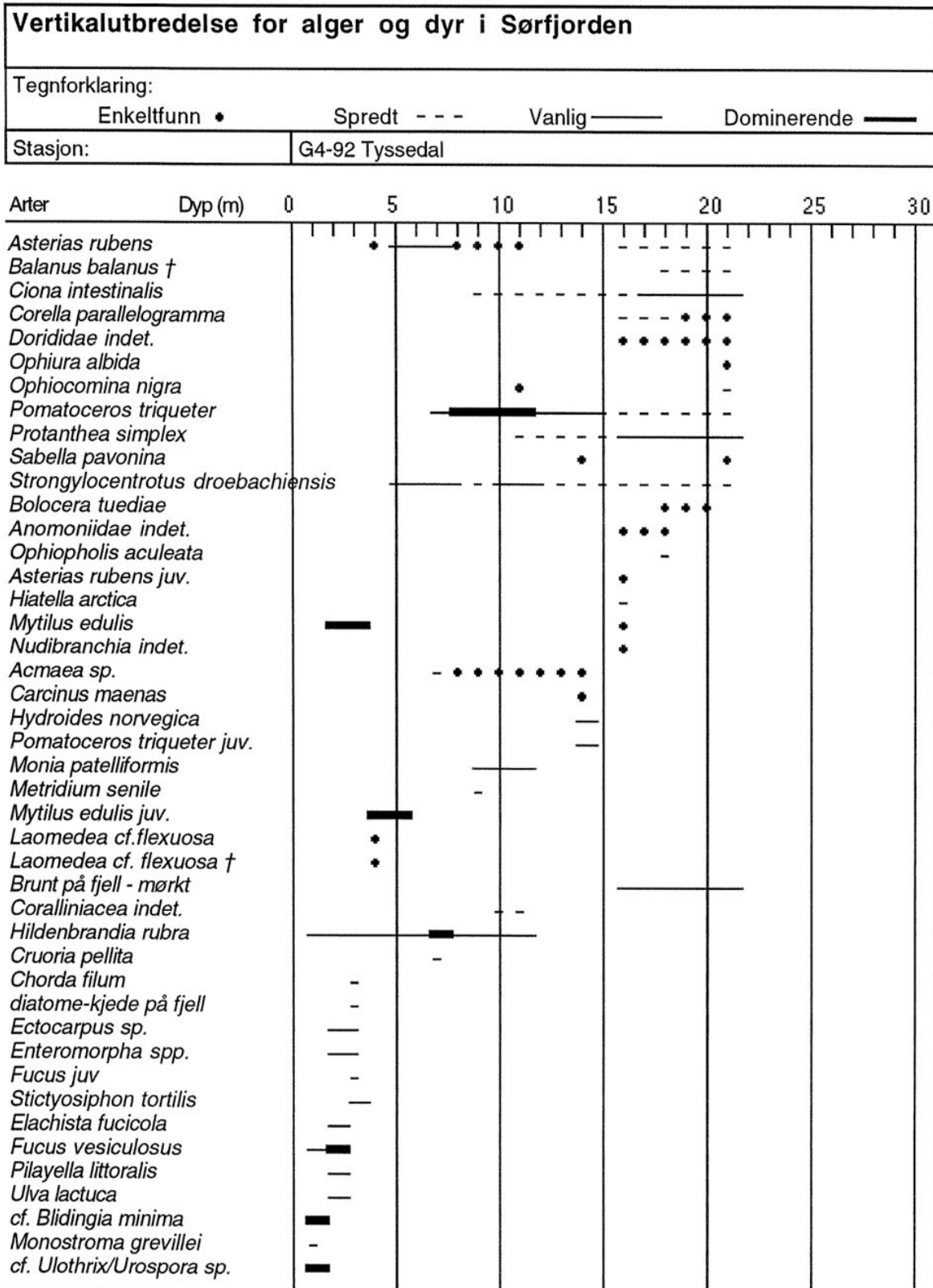


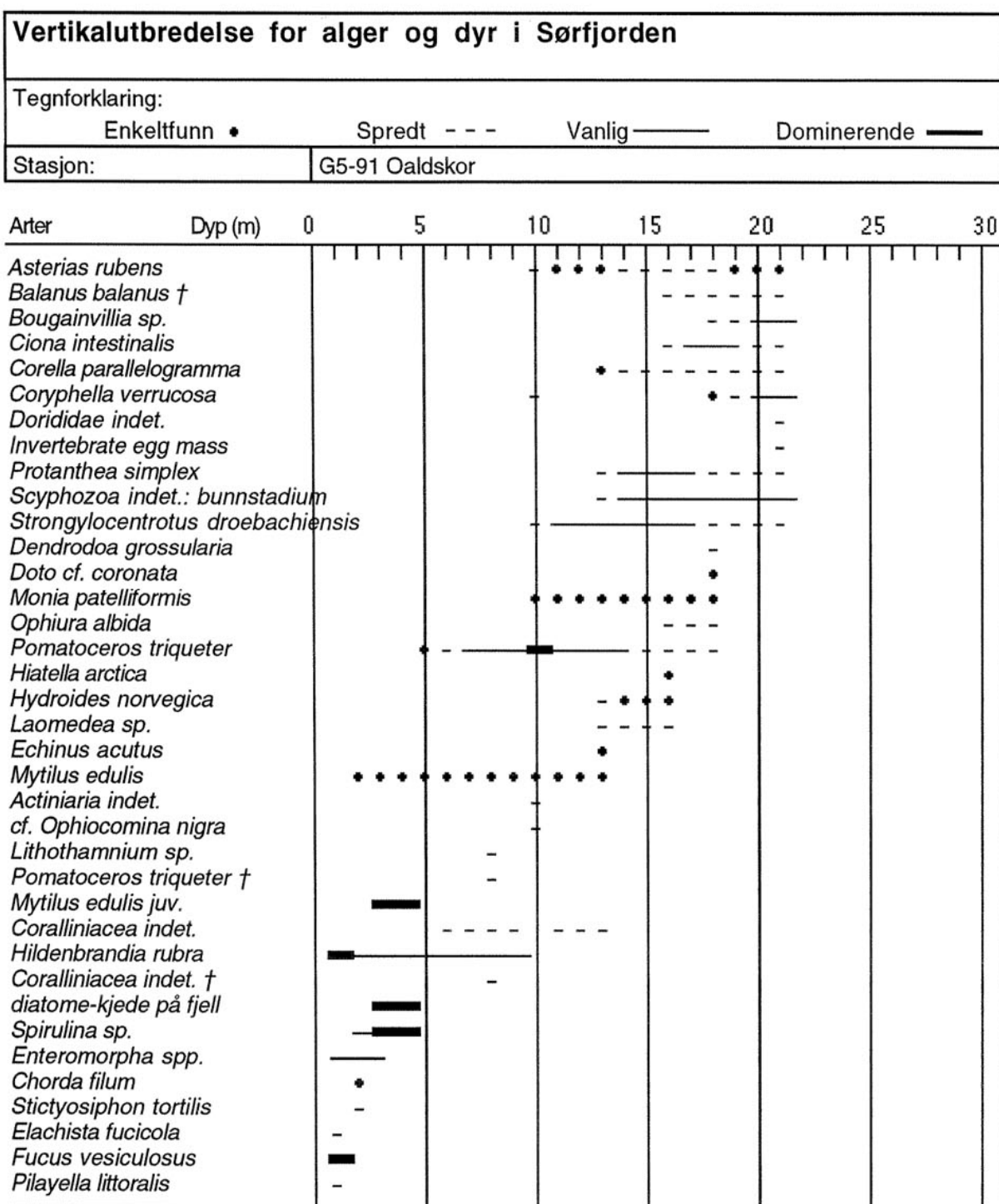


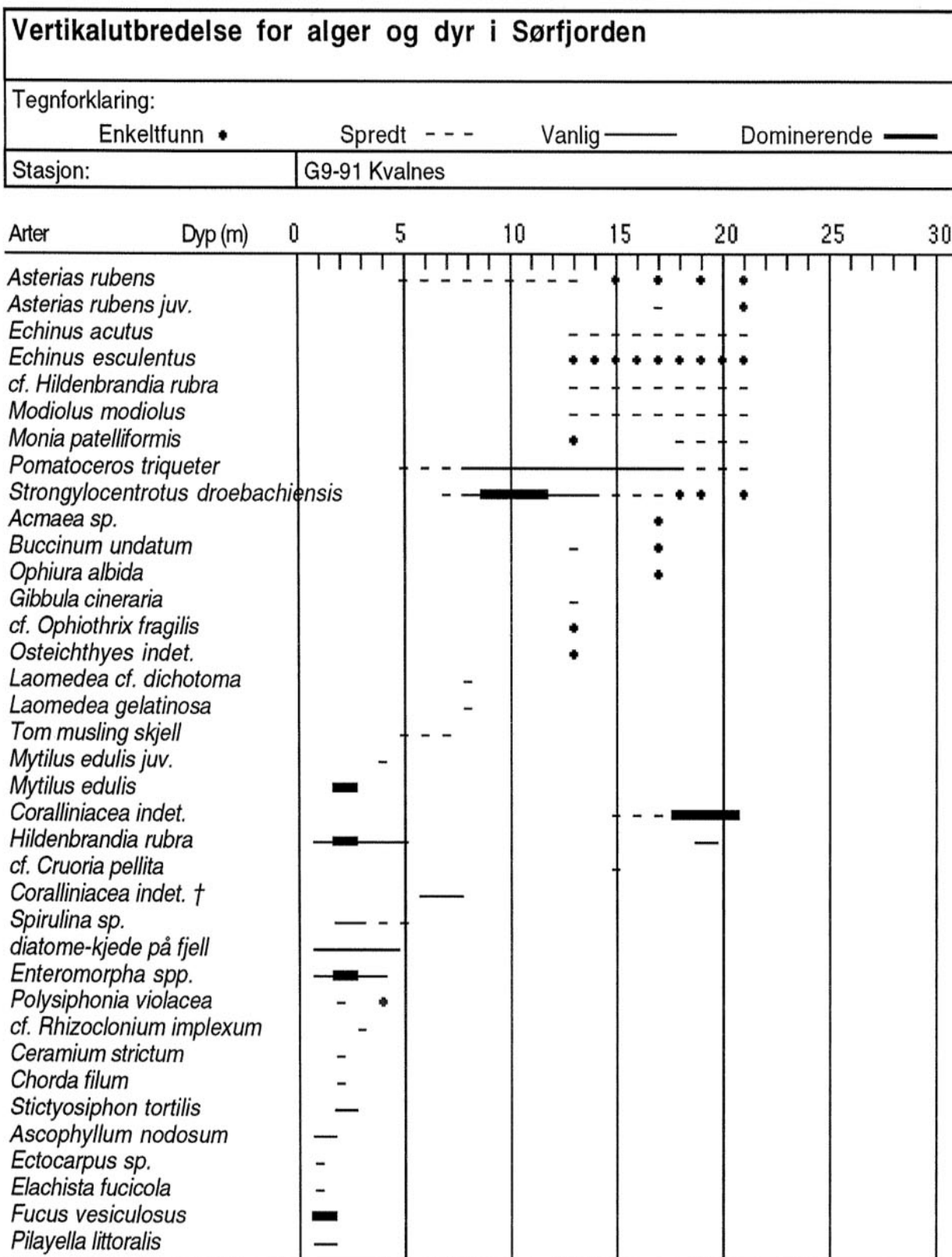


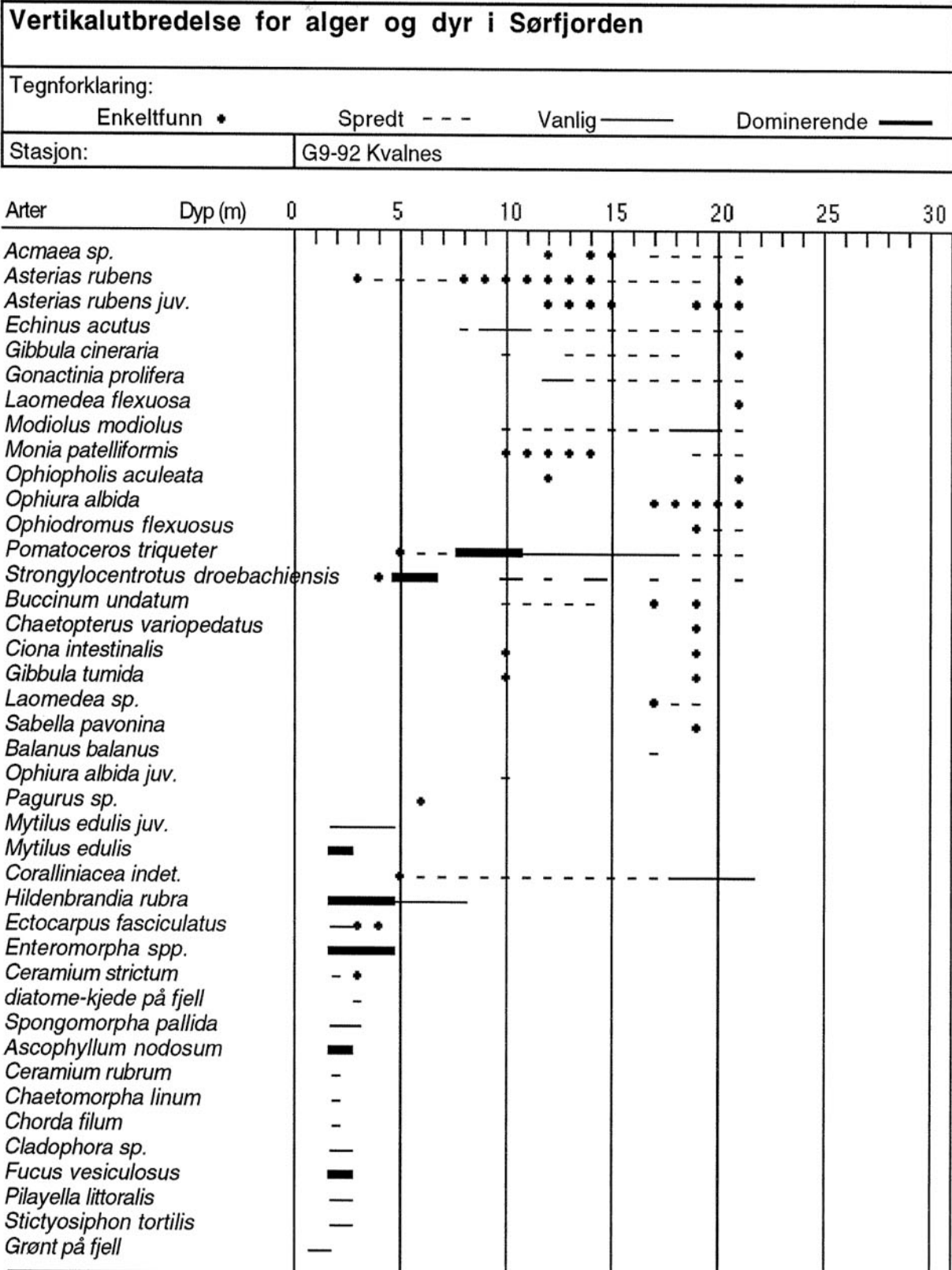


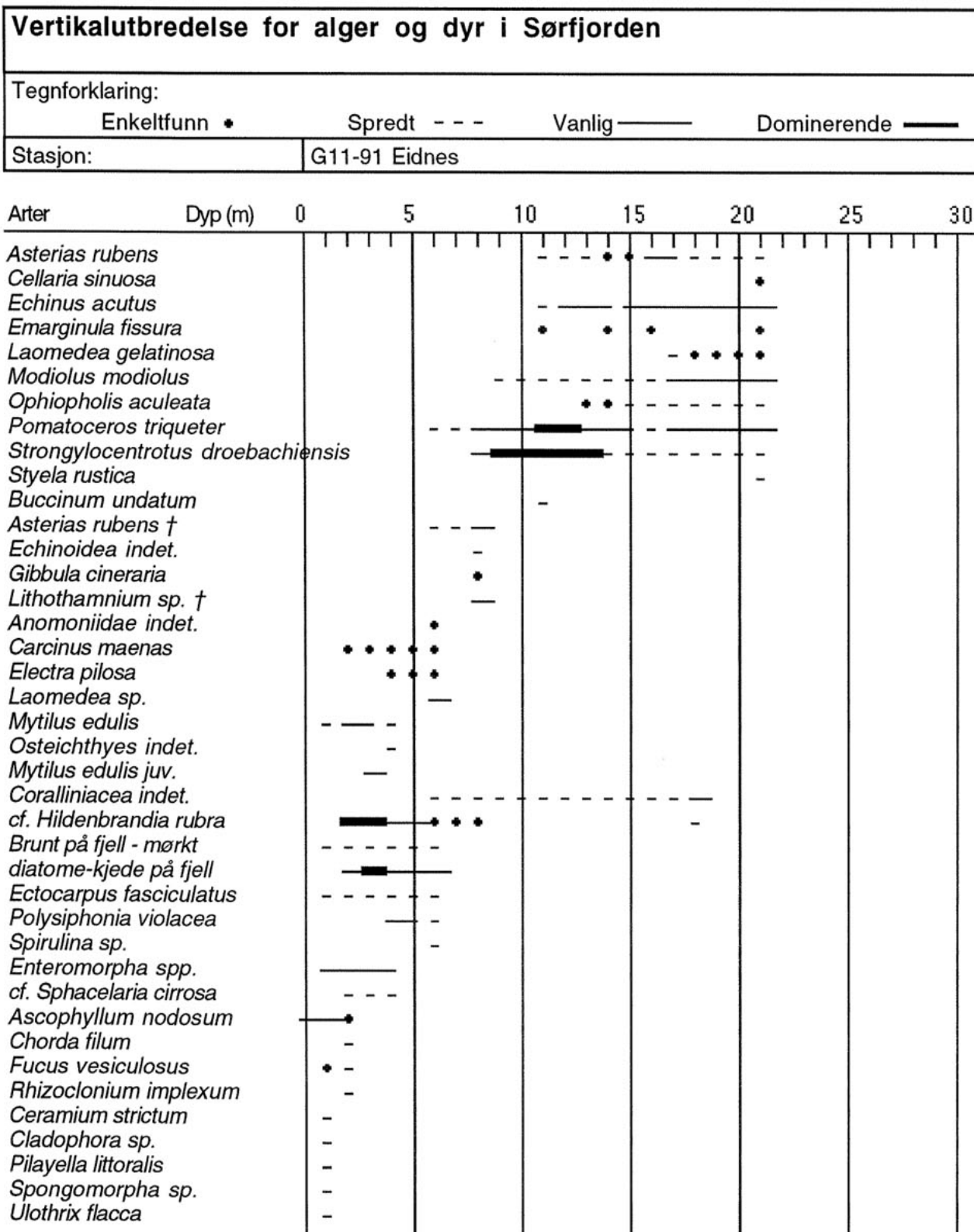


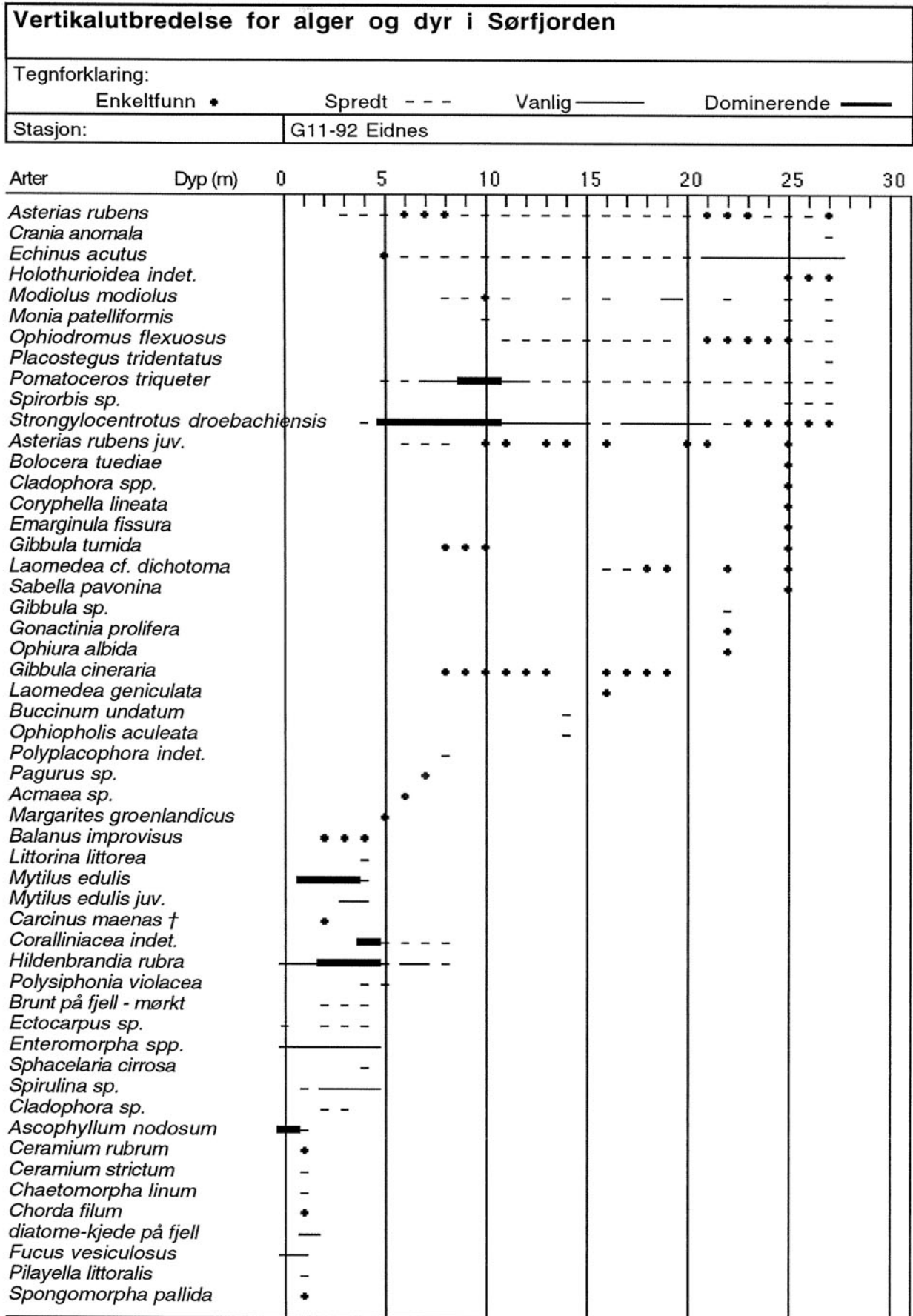


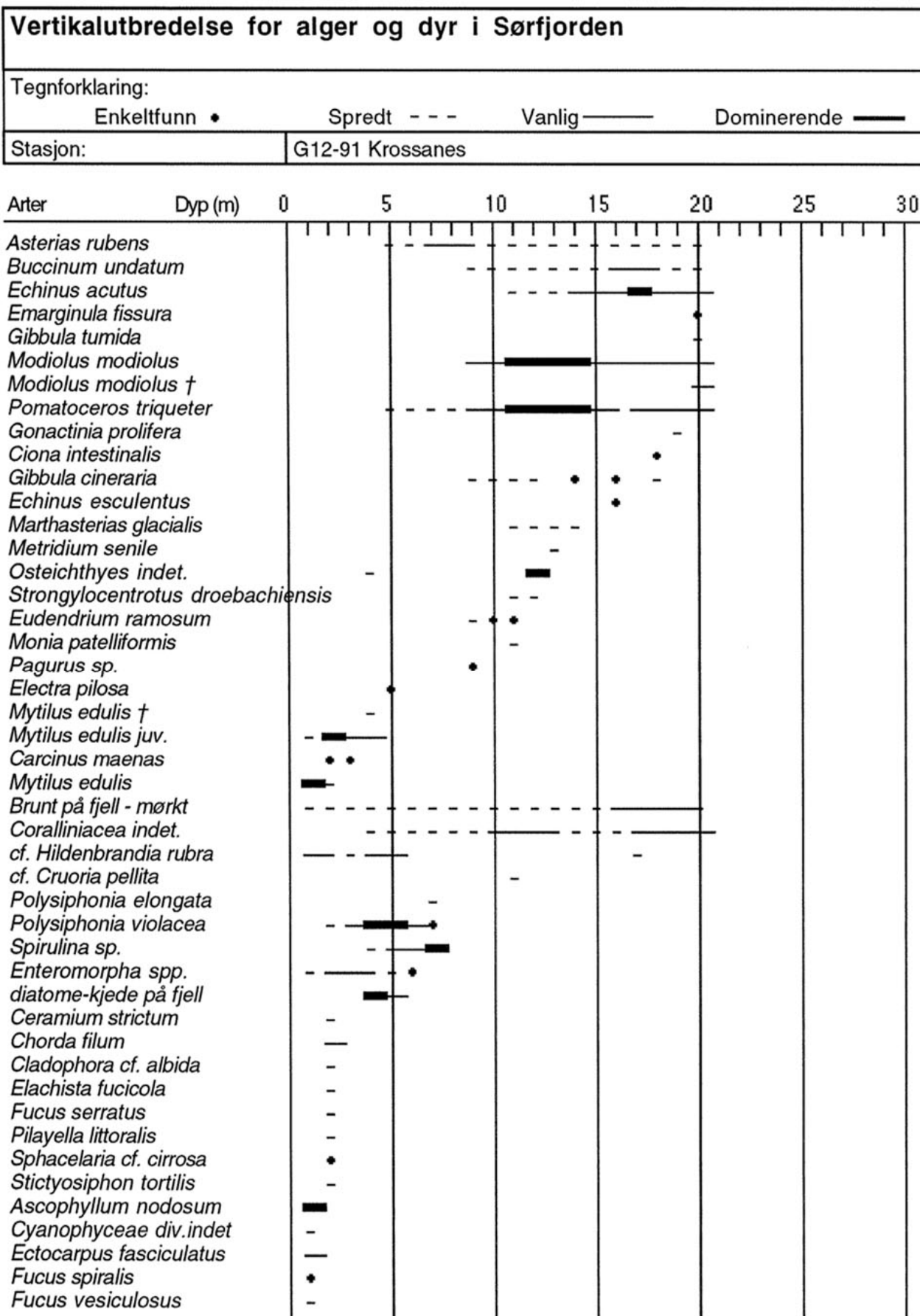












Vedlegg 2

Vedleggstabell 1. Algearter og grupper av arter som har inngått i figurframstilling og flora-analyser. Forekomst er angitt som gjennomsnittlig summert forekomst for 91-92.

Latin name	St.nr.:	1	2	4	5	7	8	9	11	12
Rhodophyceae										
Audouiniella sp.										1
Bonnemaisonia hamifera: sporp.										1
Callithamnion corymbosum										4.5
Ceramium rubrum								1		2
Ceramium strictum		1	1					2.5	2	1
Coralliniacea indet.				6	9	31.5	26	30.5	21	26.5
Cruoria pellita				1				1		1
Hildenbrandia rubra		1	1	18	34	20.5	18.5	29.5	23	13.5
Polysiphonia elongata										1
Polysiphonia sp.		4								
Polysiphonia urceolata		3.5	1.5							2
Polysiphonia violacea							3.5	1.5	5.5	16
Phaeophyceae										
Ascophyllum nodosum					1.5	3.5	5	3.5	6.5	4
Brunt på fjell - mørkt			2	20.5	2	24.5			9	22
Chorda filum		5		2				2	1.5	2.5
Ectocarpus sp.		4.5	1.5	4	1	1.5	5.5	3.5	10	8
Elachista fucicola		1	1	2.5	2.5	2.5	2.5	1		2
Fucus serratus										2.5
Fucus vesiculosus		2	3.5	5.5	4	4	5	4	4	1
Pilayella littoralis		1.5		1.5	2	3	1	3	2	2
Sphacelaria sp.							3		4	1.5
Spongonema tomentosum						1	1			1
Stictyosiphon tortilis		1.5	3.5	1.5	2	1	2.5	3		1
Chlorophyceae										
Blidingia minima			1.5	2		1.5	1.5			
Chaetomorpha linum							1	1	1	
Cladophora spp.					1.5	2	1.5	1.5	3	6
Enteromorpha spp.		11	6.5	9.5	9	7	17	12	13	9.5
Grønt på fjell		1	1.5					1.5		
Monostroma grevillei		1		1						
Rhizoclonium implexum								1	1	
Spongomorpha spp.							2	2.5	1	2
Ulothrix/Urospora sp.				2			3		1	
Ulva/Ulvaria		13.5	12	1.5			1.5			

Vedleggstabell 2. Dyrearter og grupper av arter som har inngått i figurframstilling og fauna-analyser. Forekomst er angitt som gjennomsnittlig summert forekomst for 91-92.

Latin name	Fødekategori	Stasjonsnr.									
		1	2	4	5	7	8	9	11	12	
Emarginula fissura	C										1.5
Coryphella verrucosa	C	4.5	1.5	1.5	5.5	1.5					
Dorididae indet.	C				1						
Nudibranchia indet.	C	0.5									
Carcinus maenas	C	3.5								3	1
Asterias rubens	C	32	9.5	27.5	26.5	38.5	35.5	29.5	42.5		49
Marthasterias glacialis	C										6
Porania pulvillus	C					2.5					
Ophiodromus flexuosus	D		1				9.5	2.5	13.5		
Buccinum undatum	D					11.5	7	7.5	2		20
Gibbula cineraria	D					11.5	14	8.5			11
Gibbula sp.	D					1			1		
Gibbula tumida	D										8.5
Ophiocomina nigra	D			1.5	2	1.5	3				
Ophiopholis aculeata	D			1		6	6		9		
Ophiura albida	D			1.5	3.5	14.5		4			
Ophiuroidea indet.	D						1				
Porifera indet.	F	1.5	3.5			3					
Hydroida indet.	F	7	2			1					
Bougainvillia sp.	F		2.5	4	5						
Eudendrium ramosum	F										2
Laomedea dichotoma	F				1.5	12.5		1	4		
Laomedea flexuosa	F					1					
Laomedea gelatinosa	F							1	3		
Laomedea longissima	F	5.5		2.5							
Laomedea sp.	F	1.5	4		5	2	2	2.5	1.5		
Scyphozoa indet.: bunnstadium	F				13	3					
Actiniaria indet.	F				1						
Gonactinia prolifera	F	2	2.5		2	13.5	9	10.5			1
Metridium senile	F			1	1						1
Protanthea simplex	F	6	1	21	15	19					
Chaetopterus variopedatus	F										2
Hydroides norvegica	F			1.5	4	9.5					
Placostegus tridentatus	F								1		1
Pomatoceros triqueter	F	2.5	1	22.5	50	58.5	47	45	49.5	58.5	
Sabella penicillus	F				2.5	7					
Spirorbis sp.	F									3	
Anomoniidae indet.	F			2.5		1					1
Hiatella arctica	F		1.5	1		1					
Modiolus modiolus	F				1	15	23	22	25.5	57	
Monia patelliformis	F			4.5	8.5	16	4	10	3	1.5	
Mytilus edulis	F	39.5	39.5	16.5	19	10	15.5	9.5	15.5	19	
Balanus balanus	F			7	6			1			
Bryozoa indet. skorp.	F			1							
Parasmittina trispinosa	F						3				
Crania anomala	F								1	4	
Ascidia mentula	F					1					
Ciona intestinalis	F	10	7	34	13	20					
Corella parallelogramma	F			11.5	16	12	0.5				
Dendrodoa grossularia	F			2	1						
Styela rustica	F		1							1	
Polyplacophora indet.	H									1	
Acmaea sp.	H			5.5		2	6	7			
Littorina littorea	H									1	
Echinoidea indet.	H									1	
Echinus acutus	H				9	22.5	31	24	41.5	47	
Echinus esculentus	H					17.5		4.5			
Strongylocentrotus droebachiensis	H	8.5		23	33.5	30.5	44	28.5	51	9.5	

NIVA 

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2462-9