

RAPPORT LNR 3438-96

**Nitrogen og fosfor i
grisetang, blæretang og
gjelvtang fra referanse-
lokaliteter og overgjødslede
områder i Norge 1984-1992**

Nitrogen and phosphorus in
Ascophyllum nodosum, *Fucus*
vesiculosus and *F. evanescens*
from reference localities and
eutrophic areas in Norway
1984-1992

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Nitrogen og fosfor i grisetang, blæretang og gjelvtang fra referanselokaliteter og overgjødelse områder i Norge 1984 - 1992. Nitrogen and phosphorus in <i>Ascophyllum nodosum</i> , <i>Fucus vesiculosus</i> and <i>F. evanescens</i> from reference localities and eutrophic areas in Norway 1984 - 1992.	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	3438-96	1996.12.30
	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	E-84480	116
Forfatter(e) Jon Knutzen Jarle Molvær	Fagområde	Distribusjon
	Marin økologi	
	Geografisk område	Trykket
	Generelt	NIVA

Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse

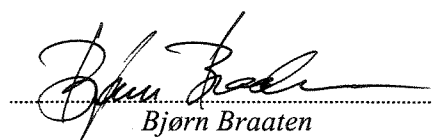
Sammendrag

Fosfor og nitrogen i skuddspisser av blæretang, grisetang og gjelvtang er undersøkt med henblikk på bruk som indikasjoner på overgjødning. Observasjonene er foretatt månedlig gjennom ca. ett år i 1984 - 85 (1985 - 86) på hver av tre referansestasjoner, antatt representative for ulike vannmasser langs kysten (Grosefjorden ved Grimstad), Raunefjorden i Hordaland og ytre Saltfjorden i Nordland), dessuten i den overgjødelse Oslofjorden. Videre gjengis resultater fra senere anvendelse av metoden i enkelte markert eller mistenkt overgjødelse fjord-områder (spesielt Glomfjord og Grenlandsfjordene). Resultatene tyder på at metoden er brukbar, men for sikkert å kunne dokumentere moderat overbelastning trengs mer kunnskap om kritiske vevskonsentrasjoner (dvs. de laveste nivåer for maksimal veksthastighet). Foruten klare sesongvariasjoner, er det påvist avstandsgradienter mht. P og N i skuddspissene (høyere konsentrasjoner i ytre 5 cm enn lenger inn), samt forskjell mellom artene (generelt høyere P-innhold i blæretang enn grisetang). På referansestasjonene var det mer eller mindre tydelige indikasjoner på i hvert fall potensiell N-begrensning; i Oslofjorden derimot potensiell P-begrensning.

Fire norske emneord 1. Marin eutrofiering 2. Benthosalger 3. Overgjødslingsindikatorer 4. Begrensende næringssalt	Fire engelske emneord 1. Marine eutrophication 2. Benthic algae 3. Eutrophication indicators 4. Limiting nutrient
---	---


 Jon Knutzen
 Prosjektleder

ISBN 82-577-2974-4


 Bjørn Braaten
 Forsknings sjef

FORORD

Foreliggende undersøkelse består av en grunnlagsstudie tilbake i 1984-86, og siden spredte anvendelser av metoden innen forskjellige oppdrag. Forskningsprosjektet har vært finansiert ved interne NIVA-midler. Interessen for en ferdigstilling har dermed begrenset seg til enkelte av prosjektdeltagerne, og arbeidet har vært fritt for tidspress. Det vesentligste resultatet av denne modningsprosess er en lengre litteraturliste.

For de her sentrale temaer - marine benthosalgers innhold av nitrogen og fosfor, sesongvariasjoner og sammenhenger med tilgang på næringsalter - skulle litteraturen være nokså komplett og ajourført ut 1996. Blant de mange fordypningsmuligheter i denne litteraturen kan "kritisk konsentrasjon" særlig anbefales. Her er mye gjort grunnforskning med utsikter til kunnskap av åpenbar praktisk interesse.

Uten bistand fra en rekke personer ved innsamlingen av prøver hadde gjennomføringen av prosjektet ikke vært mulig. For dette takkes Tor Eiliv Lein, Institutt for fiskeri- og marinbiologi i Bergen; Knut Sivertsen, Norges Fiskerihøgskole i Tromsø og følgende tidligere/nåværende NIVA-ansatte: Rolf Høgberget (NIVAs Sørlandsavdeling), Einar Johannesen (Solbergstrand eksperimentstasjon), Lars Kirkerud, Frithjof Moy, Marit Skaråsen og Marit Villø.

Analysene er utført ved NIVAs laboratorium. Opparbeidelse og analyse av tang er gjort av Roy Beba, Marit Engeloug, Marit Skaråsen og Marit Villø.

Jarle Molvær har hatt ansvaret for den statistiske bearbeidelsen av materialet.

NIVAs forskningsledelse takkes for at de ikke a opp håpet om å se arbeidet ferdigstilt før resultatene bare hadde kvartær-geologisk interesse.

Oslo, 30. desember 1996

Jon Knutzen

Innhold

1. A. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	7
1. B. SUMMARY AND CONCLUSIONS	9
2. BAKGRUNN	11
3. FORMÅL OG BEGRENSNINGER	13
4. MATERIALE OG METODER	14
4.1 Prøvesteder	14
4.2 Feltarbeid og analyser	14
4.3 Algeanalysenes reproduserbarhet	15
4.4 Individuelle variasjoner	15
4.5 Øvrig materiale	15
4.6 Statistiske analyser	15
5. RESULTATER OG DISKUSJON	17
5.1 Sammenligning av artene	18
5.2 Sesongvariasjon, "kritisk konsentrasjon" og vekstbegrensende nærings salt	21
5.3 Forskjell mellom øvre og nedre avsnitt av skuddspissene	38
5.4 Forhold mellom konsentrasjonene av karbon, nitrogen og fosfor; potensielt begrensende næringsstoff	39
5.5 Sammenheng mellom nivåer i tang og fosfor og nitrogen i vann	52
5.6 Oppsummerende diskusjon	56
6. RESULTATER FRA OPPDRAGSUNDERSØKELSER OG SPREDTE OBSERVASJONER	58
6.1 Glomfjord og Holandsfjorden 1991 - 92	58
6.2 Grenlandsfjordene og tilgrensende områder 1988	65
6.3 Hosangervågen/Osterfjorden (Hordaland) 1986	67
6.4 Sørffjorden/Hardangerfjorden 1988	67
6.5 Bøvika, Karmsundet 1988	68
7. REFERANSER	69

Vedlegg 1: Utsnitt av sjøkart med pilmarkering av lokalitetenes beliggenhet (st. 1 - 79)	78
Vedlegg 2: Kontroll av tanganalysenes reproduserbarhet (tabell A1 - A3)	86
Vedlegg 3: Individuelle variasjoner i skuddspissenes innhold av karbon, nitrogen og fosfor	89
Vedlegg 4: Rådata for analyser av karbon, nitrogen og fosfor i grisetang, blæretang og gjelvtang	94
Vedlegg 5: Sammenligning av artene mht. innhold av nitrogen og fosfor, samt N:P-forhold	108
Vedlegg 6: Jevnføring av N og P i øvre og nedre del av skuddspissene hos grisetang, blæretang og gjelvtang	112
Vedlegg 7: Rådata fra analyser av ca. 3 cm skuddspisser av grisetang og blæretang fra Glomfjord og Holandsfjorden 991 - 1992	114

1. A. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

I. Fosfor, nitrogen og karbon er blitt analysert månedlig i blandprøver av flere skuddspisser fra hver av 10-20 planter av blæretang (*Fucus vesiculosus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra antatte referansestasjoner på Skagerrakkysten (1985-86), i Hordaland (1984-85) og i Nordland (1984-85), dessuten i materiale av de to arter fra mer påvirkede lokaliteter i ytre og indre Oslofjord (1984-85). Fra to stasjoner i indre Oslofjord er det også analysert gjelvtang (*Fucus evanescens*). Lokalitetenes beliggenhet fremgår av fig. 1 og detaljkart i vedlegg 1. Hovedresultatene er oppsummert i tabell 1.

I tillegg er inkludert senere observasjoner fra en del oppdragsprosjekter.

II. Det primære formålet har vært - om mulig - å etablere referanseverdier for fosfor og nitrogen i tang med henblikk på bruk av P- og N-nivåene som indikatorer på overgjødning. I denne forbindelse kommer det inn spørsmål om sesongvariasjoner og sannsynlige forskjeller mellom næringssaltregimene i ulike vannmasser langs kysten, dessuten når prøver bør tas og hvilke deler av tangen som bør analyseres i forhold til funksjonen som overgjødningsindikator. I tillegg belyses forskjellen mellom de tre artene. Sammenhengen mellom næringssaltkonsentrasjonene i vann og blæretangs innhold av N og P har vært gjenstand for orienterende observasjon på en av stasjonene. Resultatene fra oppdragsprosjektene er vurdert i lys av data fra referansestasjonene. Potensielt begrensende næringsstoff diskuteres ut fra C:N og N:P forholdene. Individuelle variasjoner er i flere tilfeller undersøkt ved analyse av 10 enkeltskudd fra ulike planter.

III. På alle lokalitetene var det markerte årstidsvariasjoner (fig. 2-15). Totalvariasjonen på referansestasjonene ses av tabell 1. For alle tre artene ble de høyeste konsentrasjonene av nitrogen observert i perioden februar-mai, for det meste i mars-april. Tilsvarende var maksimum for fosforinnholdet i januar-april, mest i februar-mars. Minimumsverdiene av både nitrogen og fosfor opptrådte i juli-oktober, som regel i august-september.

IV. Nitrogennivåer under det som antatt skal til for maksimal veksthastighet i blæretang ("kritisk konsentrasjon") inntraff i de nevnte minimumsperiodene på referanselokalitetene i Nord-Norge (Saltfjorden) og Vestlandet (Raunefjorden). I mindre utpreget grad har kritisk konsentrasjon sannsynligvis også vært underskredet på referansestasjonen for Skagerrakkysten (Grosefjorden). I Oslofjorden var det ut fra dette ingen indikasjoner på nitrogenbegrensning. Informasjon om kritisk fosforkonsentrasjon i de tre artene mangler, og eventuell reell fosforbegrensning lot seg ikke bedømme.

C:N forholdet i blæretang (fig. 18) tydet på potensiell nitrogenbegrensning på de tre referansestasjonene. I Oslofjorden var det derimot indikasjoner på potensiell vekstbegrensning ved fosfor, idet de høyeste N:P forholdene i hovedsaken var sammenfallende i tid med minimumskonsentrasjonene i algene (fig. 24).

V. En sign test (samme datoer) viste for alle tre arter signifikant høyere innhold av nitrogen og fosfor i skuddspissen (0-3(5)cm) enn i avsnittet 5-10 cm ($p < 0.03-0.001$). Den relative forskjellen var størst for fosfor og for begge stoffene mest markert i blæretang.

VI. Sammenligning mellom P- og N-innholdet i grisetang og blæretang (samme datoer, avsnittet 0-10 cm) viste signifikant høyere fosforinnhold i blæretang; totalt (referansestasjonene pluss tre Oslofjordlokaliteter, ($p < 0.0001$)) og for alle stasjonene enkeltvis ($p < 0.002-0.007$). For nitrogeninnholdet varierte det mer mellom de enkelte stasjoner, men også her var det totalt sett

signifikant høyere konsentrasjon i blæretang ($p < 0.02$). Betraktet under ett (alle data) var det klar lavere N:P-forhold i blæretang enn i grisetang ($p < 0.001$), men forskjellen var ikke signifikant på alle lokaliteter.

- VII. En studie med ukentlige analyser i vann over samme periode som månedlig i alger fra Solbergstrand i Oslofjorden (fig. 26-29), ga en signifikant korrelasjon mellom nitrogen i blæretang og vannets innhold av nitrat. Det samme ble funnet for fosfor i tang og totalfosfor i vann. Korrelasjonen ble ikke forbedret ved å jevnføre vevskonsentrasjonene med innholdet i vann 1-2 uker før algene ble innsamlet.
- VIII. Klare indikasjoner på overgjødning særlig med nitrogen er konstatert i Glomfjord, Nordland (fig. 31-34): Virkningen av et utslipp fra en kunstgjødselfabrikk syntes å kunne spores ca. 20 km fra kilden. I Grenlandsfjordene med tilgrensende områder på åpen kyst ble det likeledes registrert markert høyere nitrogeninnhold enn det skulle forventes innen perioden for minimums vevskonsentrasjoner. Også dette området er belastet med utslipp fra en kunstgjødselfabrikk.
- IX. For bruk av P- og N-innhold i fucaceer som indikatorer på overgjødning anbefales innsamling av minst tre blandprøver av til sammen 20-50 skuddspisser (0-2 cm) fra 10-20 eksemplarer i perioden da algenes næringsstoffinnhold vanligvis er på et minimum, dvs juli-september. Så lenge kritisk konsentrasjon bare er belagt ved et fåtall studier eller ikke definert, anbefales at det fortrinnsvis også tas parallelle prøver på en referansestasjon (minst mulig påvirket innen samme område).
- X. Grunnleggende studier med henblikk på sikrere kunnskap om kritiske vevskonsentrasjoner i indikatorartene fremtrer som viktig for å gjøre metoden mer utsagnskraftig ved moderate grader av overbelastning.

1. B. SUMMARY AND CONCLUSIONS

- I. Phosphorus, nitrogen and carbon have been analyzed monthly for one year in composite samples of several shoot apices (0-10 (15 cm) from each of 10-20 plants of *Fucus vesiculosus* and *Ascophyllum nodosum* from reference stations at the Norwegian south, west and north coast in 1984-85 or 1985-86 (Skagerrak). The sampling sites are shown in fig. 1 and in more detail on maps in annex 1. *Fucus evanescens* was sampled at two localities in the Oslofjord.

Some later results from more or less eutrophied fjords are also reported.

- II. The primary purpose has been to exploit the possibility of establishing reference values for tissue levels of nitrogen and phosphorus, aiming at the use of these parameters as indicators of eutrophication. From this complicated problem arise several questions:
- * Nutrient regimes in different main water masses along the coast
 - * the parts of apices best suited for the purpose (here 0-5 vs. 0-10 cm)
 - * best sampling period (seasonal variation)

The investigations also include comparison of the species, a introductory study at one locality of the relation between nutrients in water and N and P in *F. vesiculosus*, and discussion on limiting or potentially limiting nutrient based on what is known about critical concentration and C:N and N:P ratios in the algae. Variation in the concentrations of individual apices has been investigated with a view to adequate number of shoots in composite samples.

- III. P and N in the seaweeds showed marked seasonal variation at all reference and Oslofjord localities (figs. 2-15). In all species the highest nitrogen content was observed in the period February - May, mostly in March - April; maximum phosphorus level in January - April, mainly in February - March. For both elements minimum concentrations usually occurred in August - September (July - October).

- IV. Assumed critical nitrogen levels in *F. vesiculosus*, or below, were recorded at the reference localities on the west and north coast in the above mentioned periods of minimum nutrient content in algal tissue. Possibly, such levels also occurred in bladder wrack from the Skagerrak reference locality. On the contrary, there were no indications of limiting by nitrogen in the Oslofjord samples. As critical phosphorus concentrations in the three species are unknown, growth limiting by phosphorus could not be assessed in the same way.

Evaluation of C:N and N:P ratios in *F. vesiculosus* also pointed towards nitrogen as the potentially limiting substance at the reference sites, whereas phosphorus probably was potentially limiting in the Oslofjord (fig. 24).

- V. In all three species N and P content was higher in the most distal 0-5 cm as compared with the next 5 cm ($p < 0.03-0.001$). The relative difference was largest with respect to phosphorus and more marked in *F. vesiculosus*, and in *F.* than in *Ascophyllum*.
- VI. The sign test (corresponding dates) showed significantly higher phosphorus levels in the 0-10 cm apices of *F. vesiculosus* than in *Ascophyllum* ($p < 0.0001$ for all samples together, i.e. both reference and Oslofjord localities; and for each locality ($p < 0.002-0.007$). All data taken together it was also higher content of nitrogen in *F. vesiculosus* ($p < 0.02$). The N:P ratio was lower in the bladder wrack ($p < 0.0001$), but one locality deviating from the other five.

- VII. Weekly analyses of nitrate, ammonium, ortho-phosphate and total phosphorus in water from one of the *F. vesiculosus* sites in the Oslofjord gave significant correlations between nitrate in the water and algal N and between tot. P and phosphorus in the seaweed (figs. 26-29). The correlation did not improve by using water data from one or two weeks before sampling of the bladder wrack.
- VIII. Clear indications of eutrophication were observed in the Glomfjord area (figs. 31-34) which is contaminated by large amounts of nitrogen and phosphorus from a fertilizer factory. Excess concentrations of nitrogen could be traced about 20 km from the source. Likewise, with reserve for few observations in the most relevant season, excess nitrogen was registered in *F. vesiculosus* over a large area outside the Frierfjord, which also is recipient of waste from fertilizer industry.
- IX. For use of the here treated fucoids as indicators of eutrophication it is recommended minimum three composite samples of several 0-2 cm shoot apices from each of 10-20 plants at least three times within the period July - September (in Norway). As long as there is limited information on critical tissue concentrations, it is also recommendable to include parallel sampling from a reference locality (representing the approximately uncontaminated conditions in the particular region).
- X. Basic research on critical concentrations in the indicator species is required to improve the sensitivity of the method, i.e. making it possible to detect cases of moderate eutrophication.

2. BAKGRUNN

Undersøkelser av nitrogen- og fosforinnholdet i fastsittende marine alger begynte for lang tid siden (Wheeler og Hartwell, 1893; Kylin, 1915), dels mest av vitenskapelige grunner (Butler, 1936; Moss, 1948; Black og Dewar, 1949), dels med henblikk på praktisk anvendelse (bl.a. Wheeler og Hartwell, 1893, Butler, 1931 med ref.; Lunde, 1937, 1939; Øy, 1951). Etter at tang og tare ikke lenger ble brukt som gjødsel, er imidlertid studiene for praktiske formål blitt mer rettet mot andre stoffer enn nitrogen og fosfor.

Blant de første til å peke på mulighetene for å koble tangens N- og P-innhold til økt gjødselstoffbelastning var von Wachenfeldt (1975, sitert etter Wallentinus, 1981a), som påviste økt innhold av P og N i *Fucus*-planter fra Øresundområdet sammenlignet med museumsmateriale og dessuten regionale forskjeller som samsvarte med gjødselstoffbelastningen. Resultatene til Norin og Wörn (1973) og Feldner (1976) og Bjørnsäter og Wheeler (1990) pekte også mot anvendeligheten av benthosalgens fosfor- og nitrogeninnhold som eutrofieringsindikator. Andre eksempler på dette er arbeidene til Wallentinus (1975), Ho (1981), Conolly og Drew (1985), Lyngby (1990), Lyngby et al. (1992), Rønnberg et al. (1992) og Pedersen (1995a,b)).

I 1981-1982 ble metoden benyttet av NIVA til å karakterisere virkningen av den høye belastningen ved utslipp fra produksjonen av kunstgjødsel ved Hydro Glomfjord. Resultatene viste både statistisk signifikante avstandsgradienter og en sterk korrelasjon mellom algenes og vannets P/N-innhold (Molvær et al., 1984; Molvær og Knutzen, 1987). Artene som ble brukt var grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og blåretang (*Fucus vesiculosus*). Pedersen et al. (1995) benyttet karbon- og nitrogeninnholdet i stortare (*Laminaria hyperborea*) til å belyse mulige regionale forskjeller mellom Vestlandet og Skagerrak mht næringssaltregimer.

For en eventuell indikatorbruk er det imidlertid nødvendig å være oppmerksom på to kompliserende forhold:

- sesongvariasjoner i algenes næringssaltinnhold og
- forskjeller i akkumuleringsgrad mellom ulike thallusavsnitt (deler av tangen).

Kanskje særlig viktig er det å ta hensyn til sesongvariasjonene og ledsagende endringer i forholdstall mellom karbon, nitrogen og fosfor. Slike svingninger er påvist ved en rekke studier i ulike arter av grønnalger, brunalger og rødalger, bl.a. hos Butler (1936), Lunde (1939), Black og Dewar (1949), Øy (1951), MacPherson og Young (1952), Iwasaki og Matsudaira (1954), Jacobi (1954), Ogino (1955), Worth (1955), Bojanowski (1973), Zavodnik (1973, 1987), Wallentinus (1975, 1979, 1981a med ref., 1981b), Feldner (1976), Niell (1976), Buggeln (1977), Chapman og Craigie (1977), Lin (1977), Munda og Kremer (1977), Buggeln (1978), Chaumont (1978), Hanisak (1979, 1983), Whyte og Englar (1980), Anderson et al. (1981), Birch et al. (1981), Gerard og North (1981), Laycock et al. (1981), Gerard (1982), Kornfeldt (1982), Lehnberg og Schramm (1982); Rosenberg og Ramus (1982), Asare og Harlin (1983), Espinoza og Chapman (1983), Owens og Stewart (1983), Probyn og Chapman (1983), Wheeler og Srivastava (1984), Conolly og Drew (1985), Rosell og Srivastava (1985); Soulsby et al. (1985), Hardwick-Witman og Mathieson (1986), Mäkinen og Aulio (1986), Strømgren (1986), Zimmerman og Kremer (1986), Germann et al. (1987), Lapointe (1987, 1995), Penniman og Mathieson (1987), Schramm et al. (1988), Fujita et al. (1989), Scott Painter og Jackson (1989), Indergaard og Knutsen (1990), Lyngby (1990), Levitt og Bolton (1990), Carlson (1991), Lavery og McComb (1991a,b), Lavery et al. (1991), Chopin et al. (1992), Lyngby et al. (1992), Piriou og Ménesguen (1992), Rønnberg et al. (1992), Viaroli et al. (1992), Walsh og Hunter (1992), Wheeler og Bjørnsäter (1992), Sfriso et al. (1993), Borum et al. (1994), Delgado et al. (1994, 1996), Gillanders og Brown (1994), Peckol et al. (1994), Sfriso (1995), Henley og Dunton (1995), Menesguen og Piriou

(1995), Vidondo og Duarte (1995), Pihl et al. (1996), Sjøtun et al. (1996). Planar et al. (1996) refererer variasjoner gjennom året for en ferskvannsart av *Cladophora* F. Eksempler på lave C:N-verdier uten nevneverdige sesongvariasjoner, forårsaket av vedvarende rikelig tilgang på nitrogen, finnes hos Levitt og Bolton (1990) og Weykam et al. (19196).

Forskjellig N- og P-innhold i algenes ulike deler (Lamina/stipes, yngre/eldre avsnitt, vegetative/fertile deler), er observert hos forskjellige arter av bl.a. Kylin (1915), Moss (1948), Hoffman og Reinhardt (1952), Jacobi (1954), Ogino (1955), Citharel og Villeret (1964), Bojanowski (1973), Kremer (1975), Niell (1976), Hanisak (1979), Wallentinus (1979), Gerard og North (1981), Morgan og Simpson (1981), Wallentinus (1981b), Kornfeldt (1982), Rosell og Srivastava (1985), Conolly og Drew (1985), Penniman og Mathison (1987), Carlson (1991), Delgado et al. (1994) og Gillanders og Brown (1994), Borum et al. (1994) og Henley og Dunton (1995).

Også andre variasjonsfaktorer kan ha betydning. Hos *Fucus*-arter og grisetang observerte Munda (1967, 1977) og Munda & Kremer (1977) økende innhold av nitrogen (omregnet til protein) ved avtagende saltholdighet (se også ref. til upublisert arbeide av Wachenfeldt hos Wallentinus (1981b)). Greenwell et al. (1984) registrerte høyere nitrogeninnhold med økende dyp.

For en generell innføring i benthosalgers opptak og omsetning av næringsalter kan henvises til Lobban og Harrison (1994).

3. FORMÅL OG BEGRENSNINGER

Hovedhensikten med denne undersøkelsen av tangs innhold av P/N/C har vært å etablere referanseverdier fra ulike deler av kysten. (Vannmassene langs henholdsvis Skagerrakkysten, Vestlandet og Nord-Norge har noe forskjellig opprinnelse og grad av nærhet til store befolknings- og jordbruksentra samt vassdrag påvirket av forurenset nedbør).

Det har dessuten vært tilsiktet å belyse spørsmålene om:

1. Forskjell mellom artene?
2. Forskjell mellom referansestasjonene i Saltfjorden, Raunefjorden og Grosefjorden (fig. 1 og vedlegg 1) innbyrdes og mellom disse og mer belastede lokaliteter(indre og ytre Oslofjord)?
3. Sesongvariasjoner?
4. Forskjell mellom ulike thallusavsnitt (yngre og eldre vev)?
5. Sammenheng med vannets næringssaltinnhold?

Endelig har det vært et poeng å gi en innfallsport til relevant litteratur, som for senere internasjonalt publiserte arbeider kan anses rimelig fyldegjørende dekket frem til og med 1996.

For de av lokalitetene som må antas mer eller mindre belastet med næringssalter fra kloakkvann, industrielle avløp og jordbruk (dvs. Oslofjordstasjonene) har materialet redusert aktualitet mht. å bedømme graden av overgjødning. Dessuten ses at opplegget kunne ha vært bedre mht. sammenlignbarhet o.a. Således synes øvre 3-5 cm av skuddspissene å være mer følsom for vannets næringssaltinnhold enn 10(15) cm lange skudd. Det ville også ha vært en fordel å ha hatt månedlige prøver fra samme periode, og helst gjennom minimum et helt kalenderår på alle prøvestedene.

Manglene til tross antas det av interesse å få en dokumentasjon av resultatene, med en innledende diskusjon av problemstillingene.

I lys av resultatene er det også gjort en fornyet vurdering av data fra enkelte oppdrag og dessuten dokumenteres resultatene fra noen spredte observasjoner.

4. MATERIALE OG METODER

4.1 Prøvesteder

Ved hjelp av medarbeidere omtalt i forord er det samlet inn månedlige prøver fra (kfr. fig. 1, detaljkart i vedlegg 1):

- St. 1, Bodøsjøen (Skansholmen), Saltfjorden, ca 67°16'N, 14°26'Ø
- St. 2, Nordre Eggholmen (én gang S. Eggholmen), ved Biologisk stasjon Espegrend, Raunefjorden, ca 60°15'N, 5°11'Ø.
- St. 3, Herøy (nordenden), Grosecfjorden v. Grimstad, ca 58°18'N, 8°35'Ø
- St. 4, Ertsvika/Hurum, Y. Oslofjord, ca 59°32'N, 10°29'Ø
- St. 5, Solbergstrand (NIVAs forsøksstasjon), Y. Oslofj., ca 59°37'N, 10°39'Ø
- St. 6, Håøya ved Selskjær, I. Oslofjord, ca 59°43'N, 10°34'Ø
- St. 7, Ellnestangen, I. Oslofjord, ca 59°48'N, 10°30'Ø
- St. 8, Bygdøy (Bygdøynes bad), I. Oslofj., ca 59°54'N, 10°42'Ø

Pga. isvansker måtte en av prøvene under st. 6 Håøya innsamles på Storskjær ved Drøbak, dvs. 6 km lenger syd.

Innsamlingene er foretatt i perioden september/oktober 1984 - juni/desember 1985, unntatt for st. 3, som pga en feil måtte tas om igjen 1985-1986. (Se nærmere tidsangivelser for de enkelte prøvesteder i kap. 5 og rådatavedlegg.)

Fra st. 1-4, 6, 7 foreligger både grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*); fra st.6 dessuten gjelvtang (*Fucus evanescens*); fra st. 5 bare blæretang og fra st. 8 bare gjelvtang.

I tillegg ble det forsøkt innsamling av blæretang fra Færder i ytre Oslofjord, men her ble (de småvokste) plantene tatt av is, slik at det bare foreligger 4 månedlige observasjoner fra oktober 1984 til januar 1985.

4.2 Feltarbeid og analyser

For hver av artene er det samlet inn så vidt mulig epifyttfrie skudd fra 10-20 individer. Lengden av skuddspisser til analyse har stort sett vært 8-10 cm (opp til 15 cm). Unntatt var de småvokste Færderplantene på 5-6 cm. Etter innsamling er prøvene oppbevart frosset inntil analyse. Dels er det analysert på hele lengden, dels de øvre 3-5 cm og de påfølgende 5 cm for seg.

Etter opptining er tørrstoffprosent i samlet blandprøve bestemt ved veiing av vått (drypptørt) materiale før og etter 42 timer ved 105 °C. Det tørkede materialet er knust/blandet i agatmorter. Av denne blandingen er 20-30 mg tatt ut til fosforanalyse og 1-2 mg til registrering av karbon og nitrogen.

C og N er bestemt med Carlo Erba elementanalysator etter fabrikantens anbefalte prosedyre. Tørr prøve veies inn i tinnkapsler som forbrennes i oksygenmettet heliumgass ved ca. 1800 °C. Ved hjelp av katalysator vil forbrenningen bli fullstendig. Overskudd av oksygen fjernes ved hjelp av kobber ved 650 °C. Her reduseres også nitrogenoksider til N₂ og CO₂-gassene detekteres i en varme-trådsdetektor. Fosfor (P) er bestemt fotometrisk i autoanalysator etter oppslutning i autoklav (30 min., 120 °C) med peroksodisulfat (se nærmere under vannanalyser nedenfor).

På st. 5 Solbergstrand (og ved Færder før avbrudd i innsamling av tang pga. isskuring) ble det i perioden oktober 1984 - oktober 1985 analysert ukentlig på overflatevanns innhold av totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen, nitrat og ammonium.

Tot-P i vann er omdannet til ortofosfat ved oppslutning med peroksidisulfat i surt miljø og koking i lukket teflonbeholder i autoklav. I løsning av svovelsyre i konsentrasjon ca 0.1 mol/l, molybdat og treverdig antimon dannes molydofosforsyre som reduseres med ascorbinsyre til molybdenblått. Absorbansen av dette ved bølgelengde 880 nm måles spektrofotometrisk i autoanalyzer.

Tot-N oksideres til NO₃-N ved oppslutning med kaliumperoksidisulfat i alkalisk miljø. NO₃ bestemmes som nitritt etter reduksjon i en kobberbelagt kadmiumkolonne i bufret løsning med pH = 8.0-8.5. Nitritt sammen med sulfanilamid i sur løsning (pH = 1.5-2.0) gir en diazoforbindelse, som kobles med N-(1-naftyl)etylendiamid til et azofargestoff. Absorbansen av dette måles spektrofotometrisk ved 540 nm. NH₄-N sammen med hypokloritt i alkalisk løsning (pH 10.8-11.4) danner monokloramin, som i nærvær av fenol, overskudd av hypokloritt og katalysert av pentacyanonitrosylferrat, gir indofenolblått, som måles ved 630 nm.

Deteksjonsgrensene for orto-P og NO₃-N er 1 µg/l, for NH₄-N og tot-N hhv. 5 og 10 µg/l. Metodikken for vannanalysene er testet mot samme verdier i standardløsninger.

4.3 Algeanalysenes reproduserbarhet

Tanganalysene er testet ved interne kontroller og enkelte reanalyser. I tabell A1, vedlegg 2, vises resultatene av 8x3 parallellanalyser på fosforinnhold i subprøver fra samme homogenisat. I alle tilfellene var standardavviket <10% av gjennomsnittet, i de fleste tilfellene <3%. Tabell A2 i vedlegg 2 viser resultatene av en senere test med analyse av 10 parallele subprøver, omfattende også tangens karbon- og nitrogeninnhold. For karbon, nitrogen og fosfor var standardavviket henholdsvis ca 1, ca 6 og 2%. Tilsvarende prøve med 5 paralleller av 4 homogenisater fra Glomfjord 1992 ga standardavvik i prosent av middelverdiene på ca 1% for karbon, 1-7% for nitrogen og 2-6% for fosfor (tabell A3, vedlegg 2).

4.4 Individuelle variasjoner

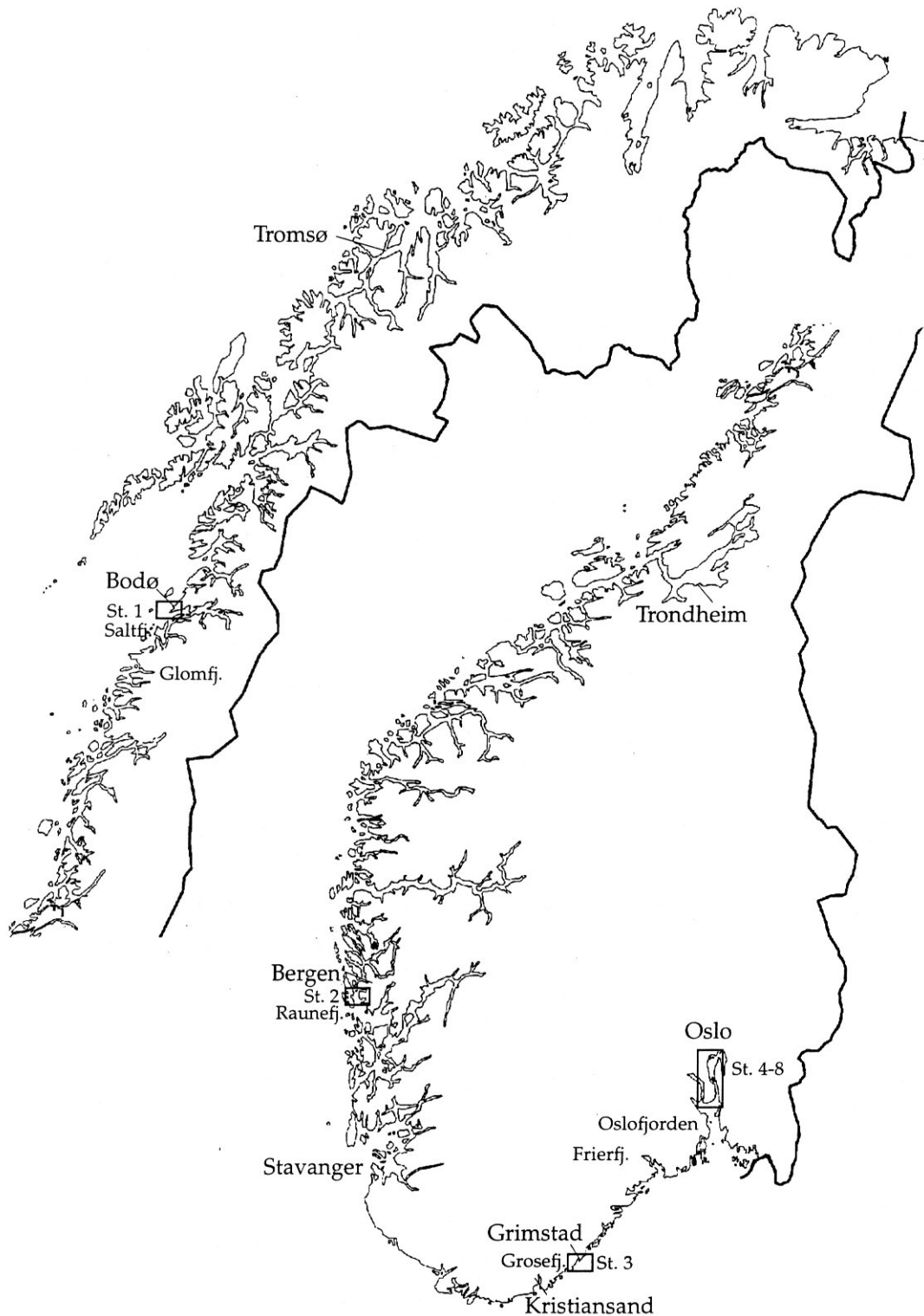
Spørsmålet om variasjoner i de enkelte skuddspissenes innhold av P, N og C er undersøkt ved flere tilfeller av analyser av 10 skuddspisser fra de tre artene (vedlegg 3, tabell A4-A11). Karboninnholdet viste liten variasjon, med et standardavvik på <2% av middelverdien. Tilsvarende for nitrogen lå stort sett i underkant av 10%. Størst variasjon mellom enkeltskudd viste fosforinnholdet: standardavvik på stort sett 10-20%, men opp mot 30% i ett tilfelle for blæretang. Siden det er analysert på 0-10(15) cm skudd, kan variasjonen i konsentrasjon med avstand fra spissen (se kap. 5.3) ha spilt en rolle for resultatet, spesielt for fosfors vedkommende (mulig å redusere standardavviket ved å bruke bare de 2-3 øverste cm ?).

4.5 Øvrig materiale

For fullstendighets skyld og sammenligningsformål er det også omtalt data fra enkelte oppdragsundersøkelser og spredte sonderende analyser (kap. 6 med henvisninger).

4.6 Statistiske analyser

Analysene er blitt utført ved bruk av Statgraphics Plus for Windows, versjon 2 (Manugistics 1995). Sammenligningen av ulike datasett er gjort ved en ikke-parametrisk test (Sign test). Dette er en "robust" test som ikke stiller de samme krav til normalfordeling eller symmetri som f.eks. t-test eller Sign rank test. Testen ble både gjort mot nullhypotesen og som en-sidig test.



Figur 1. Undersøkelingsområder for observasjoner av fosfor og nitrogen i tang på referanselokaliteter og i Oslofjorden 1984 - 86.

Figure 1. Investigation areas for observations of phosphorus and nitrogen in seaweeds at reference localities and in the Oslofjord 1984 - 86.

5. RESULTATER OG DISKUSJON

Et sammendrag av resultatene (middelverdier, standardavvik), er vist i tabell 1, mens rådata og enkeltresultater for avledede forholdstall (C/N, C/P, N/P) er gjengitt i vedlegg 4 (grisetang tabell A12-A21, blæretang A22-A33, gjelvtang A34-A37).

Tabell 1. Middelveidier og variasjon (min.-maks) for karbon, nitrogen, fosfor (g/kg tørrvekt), samt forholdstallene C/N, C/P, N/P i 8-12 blandprøver pr. år av 0-10(15) cm skuddspisser fra grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og gjelvtang (*Fucus evanescens*) fra referanselokaliteter og Oslofjordstasjoner 1984-1986.

Table 1. Mean and variation (min.-max.) for C,N,P (g/kg d.w.) and the ratios C/N, C/P and N/P in composite samples of ca 0-10(15) cm apical shoots of *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* and *F. evanescens* from reference localities (Grosefj., Raunefj., Saltfj.) and Oslofjord sampling stations 1984-1986.

Art/lok./tid	C	N	P	C/N	C/P	N/P
Grisetang (A.n.)						
Herøy, Grosefj. sept. 1985-juni 1986	407 395-420	18.7 11.2-29.1	0.89 0.45-1.69	24.5 13.8-36.6	557 237-880	22.3 17.2-27.6
N. Egghlm., Raunefj. ¹ sept. 1984-okt. 1985	376 369-386	13.6 6.9-20.4	0.58 0.34-0.96	32.1 18.1-55.9	754 384-1216	23.7 20.3-27.7
Bodøsjøen, Saltfj. okt. 1984-nov. 1985	367 358-383	14.0 9.0-18.3	0.88 0.57-1.30	28.5 20.1-41.8	448 279-653	15.9 13.4-18.4
Ellnestangen, I. Oslofj. ¹ okt. 1984-okt. 1985	393 371-405	21.4 10.3-33.1	0.77 0.26-1.46	22.3 12.0-39.3	769 271-1531	32.0 22.2-42.1
Håøya, I. Oslofj. ² okt. 1984-juli 1985	386 376-393	24.5 14.9-33.6	0.98 0.48-1.65	17.2 11.6-25.8	473 232-817	27.1 19.6-33.5
Ertsvika, Y. Oslofj. okt. 1984-okt. 1985	384 373-404	23.8 18.8-31.7	1.14 0.59-1.79	16.7 12.7-20.5	400 226-644	23.1 15.3-33.4
Min.-Maks. alle st.	358-404	6.9-33.6	0.26-1.79	11.6-55.9	226-1531	13.4-42.1
Blæretang (F.v.)						
Herøy, Grosefj. sept. 1985-juli 1986	412 382-446	17.5 12.2-24.4	0.79 0.50-1.10	24.9 15.7-35.7	551 347-824	22.3 16.8-25.6
N.Egghlm. Raunefj. ¹ sept. 1984-okt. 1985	391 375-405	14.9 6.5-26.0	0.86 0.45-1.37	32.5 15.0-62.3	543 280-896	17.3 14.1-21.6
Bodøsjøen, Saltfj. okt. 1984-nov. 1985	391 363-407	14.1 8.3-20.8	1.19 0.78-1.71	30.4 19.3-47.6	353 228-506	11.9 9.8-19.1
Ellnestangen, I. Oslofj. okt. 1984-okt. 1985	399 381-407	23.4 15.3-32.5	1.36 0.47-3.54	18.6 12.2-26.5	439 112-862	22.0 8.8-32.6
Håøya, I. Oslofj. ² okt. 1984-juli 1985	391 381-397	25.3 18.3-31.0	1.47 0.70-2.07	16.5 12.5-24.9	317 184-566	19.1 12.9-26.1
Solberstrand, Y. Oslofj. nov. 1984-okt. 1985	387 374-401	24.6 20.1-32.0	1.36 0.76-2.18	16.1 12.0-19.8	325 176-522	19.6 13.6-26.5
Ertsvika, Y. Oslofj. okt. 1984-okt. 1985	399 384-425	28.4 21.5-40.1	1.74 0.90-3.38	14.6 10.6-18.4	292 117-432	19.3 8.3-27.1
Min.-Maks. alle st.	363-446	6.5-40.1	0.45-3.54	10.6-62.3	112-896	8.3-32.6
Gjelvtang (F.e.)						
Bygdøy, I. Oslofj. okt. 1984-juli 1985	396 382-411	28.2 23.9-34.1	2.45 1.16-4.13	14.3 11.4-16.8	195 94-352	13.1 8.3-22.0
Håøya, I. Oslofj. ² okt. 1984-juli 1985	386 375-402	24.4 15.7-31.3	1.46 0.56-2.48	17.0 12.0-25.0	363 151-705	19.7 12.0-28.2
Min.-Maks. begge st.	375-411	15.7-34.1	0.56-4.13	11.4-25.0	94-705	8.3-28.2

¹⁾ En prøve fra S. Egghlm. ²⁾ En prøve fra Storskjær/Drøbak (pga. isvansker).

5.1 Sammenligning av artene

Ved en jevnføring av artenes N- og P-innhold må det som nevnt bl.a. tas hensyn til variasjonene gjennom året. Eventuell sammenligning av middelerverdier må derfor basere seg på data fra samme tidspunkter. Tabell 2 summerer opp tilfellene av observasjoner av to eller alle tre artene fra samme sted og tid (bemerkt fotnoter).

Tabell 2. Sammenligning av resultater fra samme innsamlingsdatoer. Middelerverdi og standardavvik () for innhold av nitrogen og fosfor, samt N/P forhold i skuddspisser (ca 0-10(15)cm) av blæretang (*Fucus vesiculosus*), grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og gjelvtang (*Fucus evanescens*) samlet over ca 1 år (sept.-juli(nov.) fra utvalgte lokaliteter, g/kg tørrvekt.

Table 2. Comparison of results from corresponding sampling dates. Mean and standard deviation () for concentrations of nitrogen and phosphorus and N:P in the apical 0-10(15) cm of *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* and *Fucus evanescens* collected over one year (Sept.- July (Nov.)) at selected localities. Concentrations in g/kg dry weight.

Lokaliteter	Blæretang (<i>F.v.</i>)			Grisetang (<i>A.n.</i>)			Gjelvtang (<i>F.v.</i>)		
	N	P	N/P	N	P	N/P	N	P	N/P
Grosecfj. N=8	18.2 ¹⁾ (3.8)	0.83 ¹⁾ (0.17)	22.3 (2.8)	18.7 (6.7)	0.89 (0.47)	22.3 (4.0)			
Raunefj. N=9	14.9 (6.8)	0.86 (0.37)	17.3 (2.3)	13.6 (5.2)	0.58 (0.24)	23.7 (2.2)			
Saltfj. N=12	14.1 (4.2)	1.19 (0.31)	11.9 (2.4)	14.0 (3.8)	0.88 (0.23)	15.9 (1.4)			
Oslofj. Ellnestangen N=11	23.4 (6.9)	1.36 (1.00)	22.0 (7.4)	21.4 (8.7)	0.77 (0.47)	32.0 (7.8)			
Håøya N=8	25.3 (4.4)	1.47 (0.57)	19.1 (5.4)	24.5 (7.5)	0.98 (0.45)	27.1 (5.0)	24.4 (6.3)	1.46 (0.75)	19.7 (6.6)
Ertsvika N=9	29.6 ²⁾ (6.7)	1.87 ²⁾ (1.00)	18.9 (6.7)	23.8 (4.8)	1.14 (0.49)	23.1 (6.4)			

¹⁾ Middeler uten verdier fra 23/7-1986.

²⁾ Middeler uten verdier fra 29/11- 1984 og 7/8-1995.

For nitrogen i skuddspissene av blæretang og grisetang fra de samme stasjonene var det liten forskjell i middelerverdiene (<10%). Unntaket var Ertsvika i ytre Oslofjord, der nitrogeninnholdet lå 25% høyere i blæretang, men med standardavvik i tilsvarende størrelsesorden.

Derimot lå fosforinnholdet i fem av de seks tilfellene markert høyere (35-70%) i blæretang enn i grisetang. I Grosecfjorden var konsentrasjonene omlag like (tabell 2). Imidlertid ses også at standardavvikene var betydelige (20-70% i blæretang, 25-60% i grisetang).

Som en konsekvens av ovenstående var det midlere N/P forholdet i blæretang stort sett markert lavere i blæretang enn i grisetang (middelerverdier på 11.9-22.3 mot 15.9-32.0).

I det ene tilfellet (Håøya) da alle tre artene er samlet inn parallelt ses at middelerkonsentrasjonene av nitrogen og fosfor i gjelvtang skilte seg lite fra verdiene fra blæretang.

For å få mer pålitelige uttrykk for eventuelle forskjeller mellom artene trengs imidlertid parvis sammenligning av verdiene fra alle prøvedatoene på den enkelte stasjon og totalt. En slik oppsetning for ca 0-10 cm skuddspisser av blæretang og grisetang er gitt i tabell A38 (vedlegg 5). Til dette er brukt en en-sidig ikke-parametrisk parvis test på forskjell i median (sign test). For alle data (N=57) gir sammenligningen statistisk signifikant høyere innhold av nitrogen og fosforinnhold i blæretang enn i grisetang (signifikans henholdsvis $p < 0.02$ og $p < 0.001$ og signifikant lavere N:P forhold ($p < 0.0001$) i blæretang enn i grisetang (tabell 3). En tilsvarende analyse for organisk karbon viste signifikant høyere innhold i blæretang enn i grisetang ($p < 0.001$).

I 51 av de 57 tilfellene var fosforinnholdet i blæretang $\geq 10\%$ høyere enn i grisetang (middelverdier/standardavvik på hhv. 1.27/0.72 og 0.87/0.42 g/kg tørrvekt). N:P var $\geq 10\%$ lavere i blæretang enn i grisetang for 52 tilfellers vedkommende ("likt" i 2), og med middelverdier/standardavvik på hhv. 18.2/6.0 og 23.8/7.2.

For skuddspissenes nitrogeninnhold var det mindre forskjeller mellom disse to artene. Totalt var det som nevnt signifikant mer i blæretang, men av de enkelte stasjonene var det bare for Ellnestangen og Ertsvika at det kunne påvises signifikant høyere N-verdier. For Ertsvika kan et høyt N- og P-innhold muligens skyldes at en bekk som drenerer jordbruksområder kommer ut bare et par hundre meter utenfor prøvestedet (kfr. kart for st. 4 i vedlegg 1).

For de enkelte stasjonene og alle stasjoner samlet ble resultatet av sammenligningen mht. fosfor og nitrogen som vist i tabell 3.

Tabell 3. Statistisk sammenligning av N- og P-innhold i skuddspisser (0-10(15)cm) av blæretang og grisetang fra de enkelte prøvestedene og samlet (O-hypoteser (hhv. I, II, III): Innhold av N-, P- og N:P-forholdet er ikke forskjellig i de to artene. n.s. ikke signifikant, $p > 0.05$.

Table 3. Statistical comparison of N- and P-concentrations in 0-10(15)cm apices of *Fucus vesiculosus* and *Ascophyllum nodosum* from the various localities and in all O-hypotheses: (respectively I, II, III). Levels of N and P and N:P ratio are different in the two species. n.s.: not significant, $p > 0.05$.

Lokaliteter	I	II	III
Grosecfj. (N=8)	n.s.	n.s.	n.s.
Raunefj. (N=9)	n.s.	$p < 0.004$	$p < 0.004$
Saltfj. (N=2)	n.s.	$p < 0.005$	$p < 0.005$
Ellnestangen (N=11)	$p < 0.04$	$p < 0.002$	$p < 0.002$
Håøya (N=8)	n.s.	$p < 0.007$	$p < 0.007$
Ertsvika (N=9)	$p < 0.004$	$p < 0.004$	$p < 0.04$
Alle observasjoner	$p < 0.02$	$p < 0.0001$	$p < 0.0001$

En tilsvarende parvis sammenstilling av resultatene fra et mindre antall prøver (bare Grosecfjorden, Raunefjorden og Saltfjorden) som ble analysert på de øvre 0-3(5) cm ses av tabell A39 (vedlegg 5). Også her vekslet det noe for Grosecfjordens vedkommende hvilken av de to artene som hadde høyest fosforinnhold, mens det på de to andre lokalitetene i 20 av 21 tilfeller var høyest i blæretang. Det sparsomme grunnlaget for en sammenligning av alle tre artene er gitt i tabell A40 (vedlegg 5). Her fremgår at nivåene i gjelvtang var omlag som i blæretang, følgelig med konsekvent høyere fosforkonsentrasjoner og lavere N:P forhold enn i grisetang.

Sammenligning med litteraturdata kompliseres av flere forhold:

- sesongvariasjoner (prøvetakingstidspunkter i relasjon til vekstrytme)

- hvilke og hvor store deler av tangen som er analysert.
- næringssalttilgangen på prøvestedene.

Eksempler på utenlandske observasjoner av P, N og C i de her behandlede arter er gjengitt summarisk i tabell 4. Tallene samsvarer i hovedsaken med det som fremgår av oppsummeringstabellen foran (tabell 1), men det ses at enkelte utenlandske verdier for N og P i blæretang ligger noe over maksimalverdiene i tabell 1. Sammenlignbarheten er imidlertid avhengig av bl.a. hvilke thallusavsnitt som er analysert (se kap. 5.3).

Tabell 4. Diverse litteraturdata om P, N og C i blæretang (*Fucus vesiculosus* - *F.v.*), gjelvtang (*Fucus evanescens* - *F.e.*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum* - *A.n.*). Konsentrasjon i g/kg tørrvekt.

Table 4. Summary of literature data on P, N, C in *Fucus vesiculosus*, *F. evanescens* and *Ascophyllum nodosum*. Concentrations in g/kg dry weight.

Art	N	P	C:N	N:P	Referanser/noter
<i>F.v.</i>	(7-13.3) 9-35 14-45 9.4-55.8 9-45 ~12-30 ~15-50 (3.5-23.8) ~5-32 ~6-33 6.8 ~10-35	 0.80-1.70 0.36-5.22 1.0-4.2 ~1.1-5.9 ~0.7-2.8 ~0.6-3.9 1.1 ~0.4-0.8	 14-46 ~44	 12.7 14-38 ~6-18 ~7-77 ~6	Moss 1948 ¹⁾ MacPherson & Young 1952 ²⁾ Jacobi 1954 ³⁾ Bojanowski 1973 ³⁾ Wachenfeldt 1975 ³⁾ Wallentinus 1979, 1981b ³⁾ Asare & Harlin 1983 ⁴⁾ Schramm et al. 1988 ⁵⁾ Carlson 1991 ⁶⁾ Rönnerberg et al. 1992 ⁷⁾ Rönnerberg et al. 1992 ⁸⁾ Lapointe et al. 1992 ⁹⁾ Borum et al. 1994 ⁴⁾
<i>F.e.</i>	11-32 10.1-15.6		22.2-34.3		MacPherson & Young 1952 ²⁾ Rosenberg et al. 1984 ¹⁰⁾
<i>A.n.</i>	4-28 6.3-23.9 ~12-28 (~17-40) 5.6	0.61-1.37 1.2	 ~67	10.3 ~4.7	MacPherson & Young 1952 ²⁾ Wachenfeldt 1975 ³⁾ Asare & Harlin 1983 ⁴⁾ Hardwick-Witman & Mathieson 1986 ¹¹⁾ Lapointe et al. 1992 ⁹⁾

- 1) Bare organisk N, høyest kons. i spissene (5-6 cm)
- 2) 3 forskjellige lokaliteter
- 3) Min. - maks. av refererte konsentrasjoner, delvis forurensede lokaliteter.
- 4) Min. - maks. gj. sesong, lest av fig.
- 5) Min. - maks. gj. sesong, flere lok., lest av fig.
- 6) Kjell Dahl-N, min. - maks. i vegetative spisser gj. sesong. Omregn. fra mmol, lest av fig.
- 7) Min. - maks. gj. sesong på referanselokalitet, lest av fig.
- 8) Som ⁷⁾, men for ± forurensede lokaliteter
- 9) Sommerverdi
- 10) *F. distichus* ssp. *edentatus*. Min. - maks. middelverdier fra 3 lok.
- 11) g/kg askefri tørrvekt, lest av fig., min. - maks. fra flere lok. gj. sesongen.

Opplysninger om næringsstoffinnholdet i andre *Fucus*-arter finnes hos Zavodnik (1973), Wachenfeldt (1975), Kremer (1975), Niell (1976), Topinka & Robbins (1976), Kornfeldt (1982), Faganelli et al. (1988) og Lapointe et al. (1992).

5.2 Sesongvariasjon, "kritisk konsentrasjon" og vekstbegrensende næringsalt

De registrerte variasjonene i N- og P-innhold i ca 0-10 cm skuddspisser av grisetang er gitt i fig. 2-5; tilsvarende for blæretang i fig. 6-9 og for gjelvtang i fig. 10.

For alle tre artene er de høyeste konsentrasjonene av nitrogen observert i perioden februar-mai, som oftest i mars-april. Høyest fosforinnhold er funnet i januar-april, oftest i februar-mars.

Minimum i N- og P-innhold har i de fleste tilfeller inntruffet i august-september, sjeldnere i juli eller oktober.

Ovenstående generelle konklusjoner må tas med et visst forbehold fordi materialet er mangelfullt mht. observasjoner i januar, delvis også i juli-september. Dette vanskeliggjør også en sammenligning av lokalitetene. Imidlertid kan bemerkes at for Oslofjordlokalitetene synes perioden for nitrogenminimum å være lite definert, særlig i blæretang.

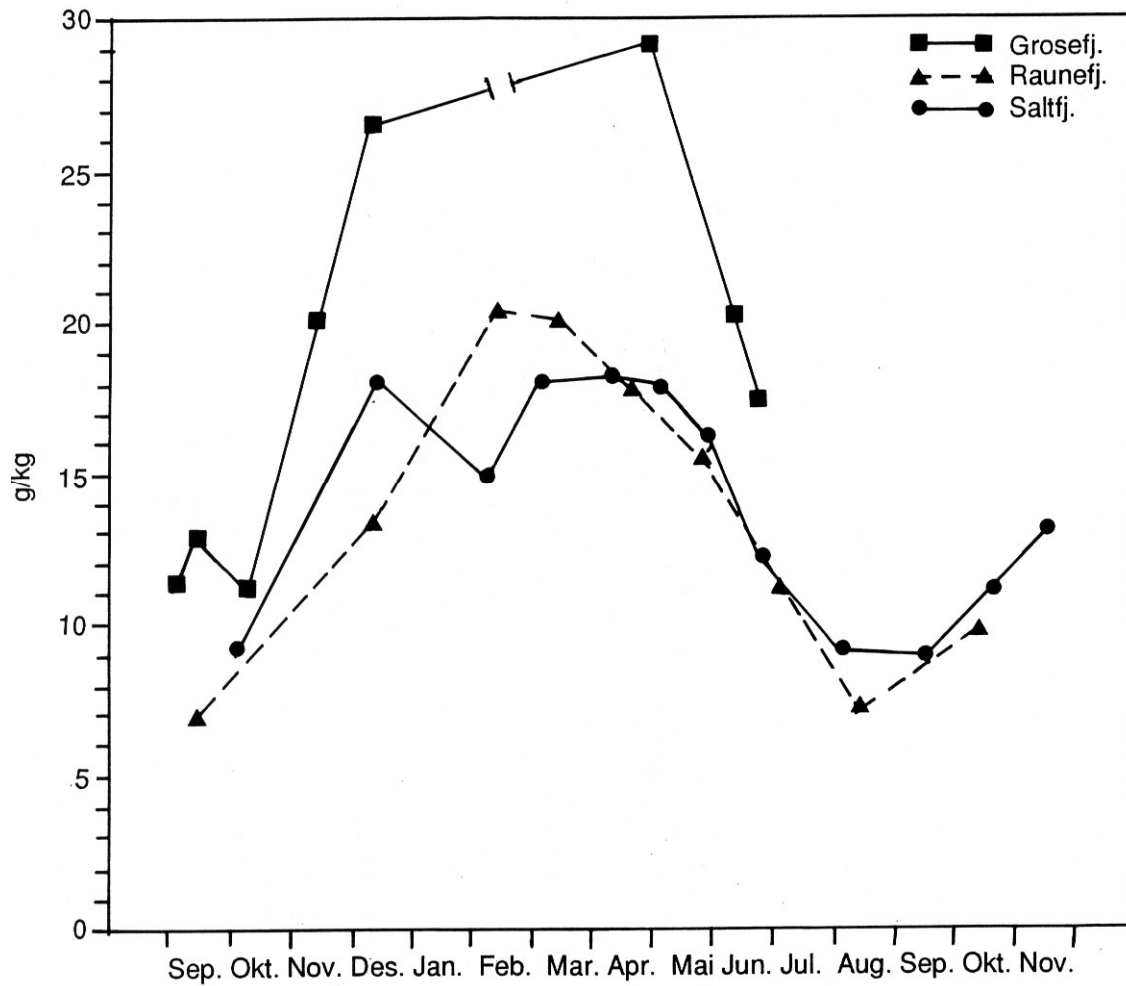
Det mindre materialet av data fra 0-(3)5 cm skuddspisser viser omtrent samme perioder for maksimums- og minimumsverdier (fig. 11-15). Imidlertid ble det i et par tilfeller registrert høye konsentrasjoner allerede i november-januar, og lave verdier så tidlig som i juni-juli.

Strømgren (1986) målte C og N-innholdet i 1 mm skuddspisser av flere *Fucaer* fra Trondheimsfjorden og registrerte for grisetang lavest N-innhold i august-oktober, i blæretang i august-september og i gjelvtang (*Fucus distichus* ssp *edentatus* = *F. evanescens*) i august. Også for *Pelvetia canaliculata* (sautang), *Fucus serratus* (sagtang) og *F. spiralis* (spiraltang) inntraff N-minimum i august-september. De høyeste konsentrasjonene ble for det meste observert i april, men perioden desember-mars ble ikke dekket.

Observasjonene til Øy (1951) av N-innholdet i grisetang, blæretang og sagtang (og dessuten vorteflik og fingertare) falt inn i det samme mønsteret med høye verdier vinter-vår og lave konsentrasjoner om sommeren og tidlig på høsten.

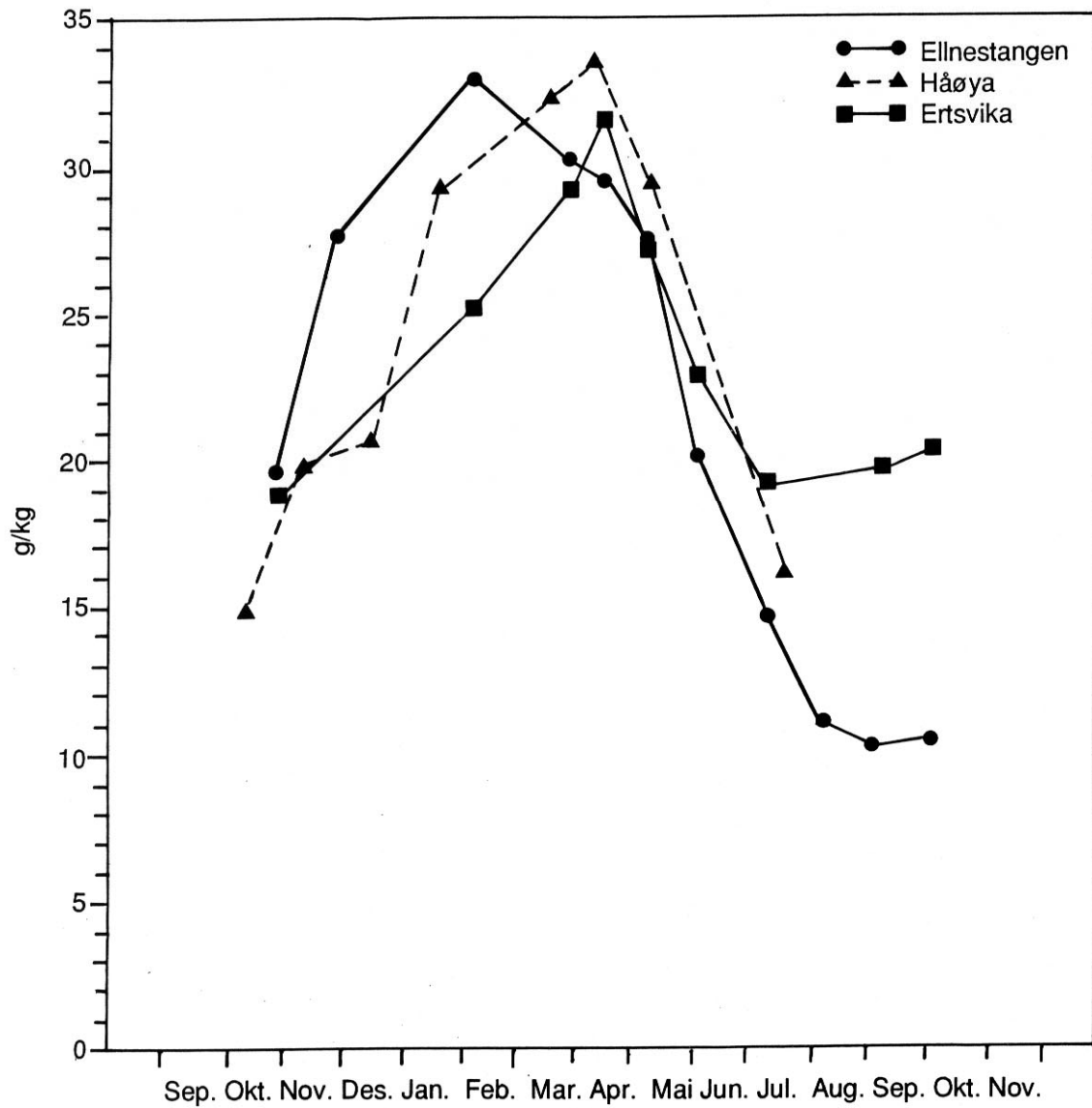
Den observerte periodisitet i algenes N- og P-innhold er i rimelig godt samsvar med det som er observert for disse artene i andre land: for grisetang av MacPherson & Young (1952), Asare og Harlin (1983) og Hardwick-Witman & Mathieson (1986); i blæretang av Wheeler og Hartwell (1893), MacPherson & Young (1952), Jacobi (1954), Wallentinus (1981b), Asare & Harlin (1983), Schramm et al. (1988), Carlson (1991) og Borum et al. (1994). For gjelvtang foreligger fra utlandet tidligere bare sesongdata for nitrogen (MacPherson & Young, 1952). I *Fucus serratus* (sagtang) fra Øresund fant Kornfeldt (1982) høyest N- og P-innhold i januar-februar og lavest i juli-september. Observasjonene til Bojanowski av fosfor i blæretang fra Østersjøen var begrenset til april-oktober, og uten at noe utpreget minimum ble registrert.

Fra registreringene til Carlson (1991) kan man bl.a. merkes seg at det ikke ble funnet noen sesongvariasjon for nitrogen i blæretangens "bladløse" basalparti og at det var størst variasjonsintervall i de yngste vegetative delene.



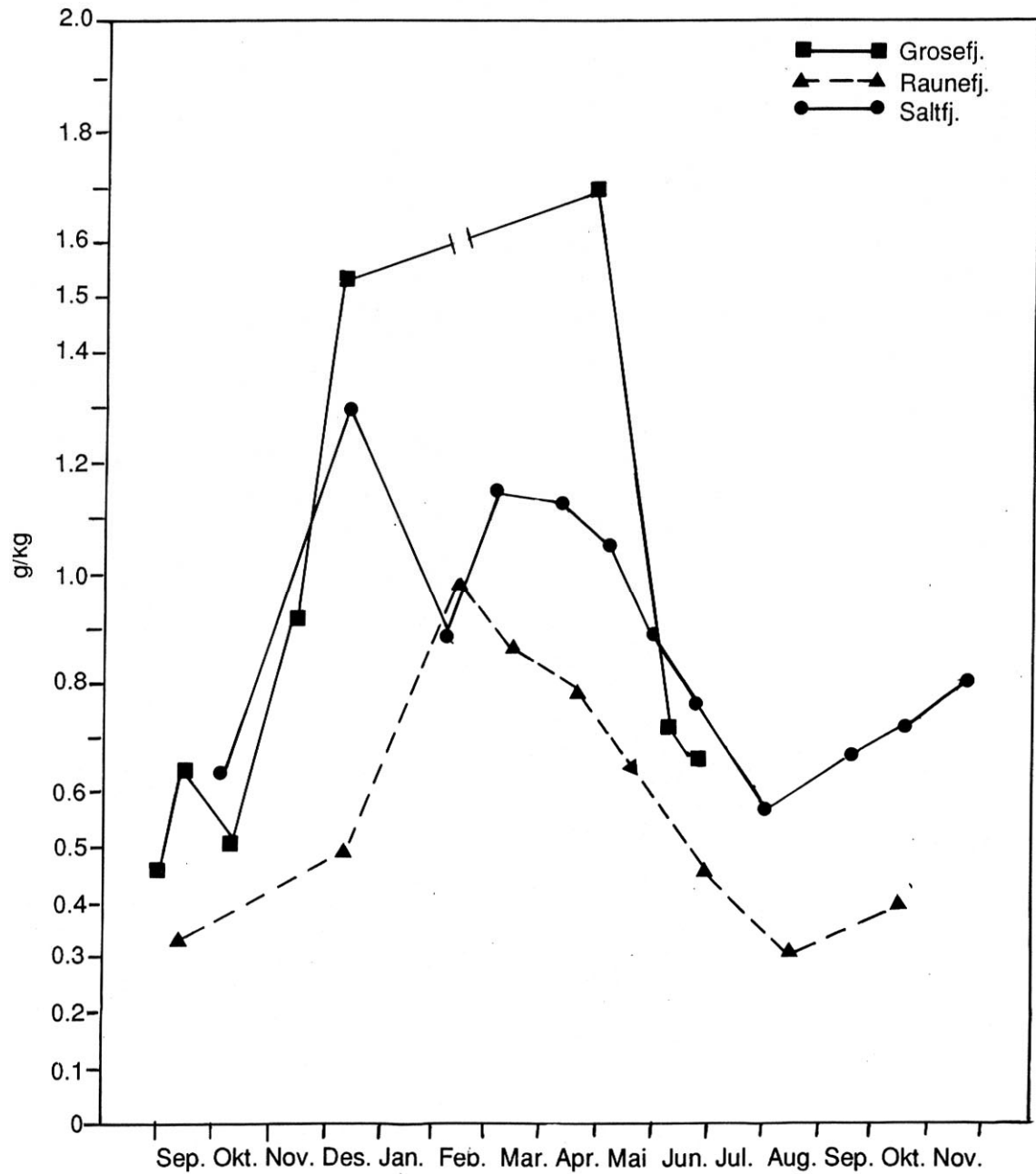
Figur 2. Sesongvariasjon i innhold av nitrogen i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av grisetang fra Herøy/Grosefj. (1985-86), N. Egghlm./Raunefj. (1984-85) og Bodøsjøen/Saltfj. (1984-85), g/kg tørrvekt.

Figure 2. Seasonal variation in concentration of nitrogen in apical parts (ca. 0-10 cm) of *Ascomyllum nodosum* from reference localities 1984-86, g/kg d.w.



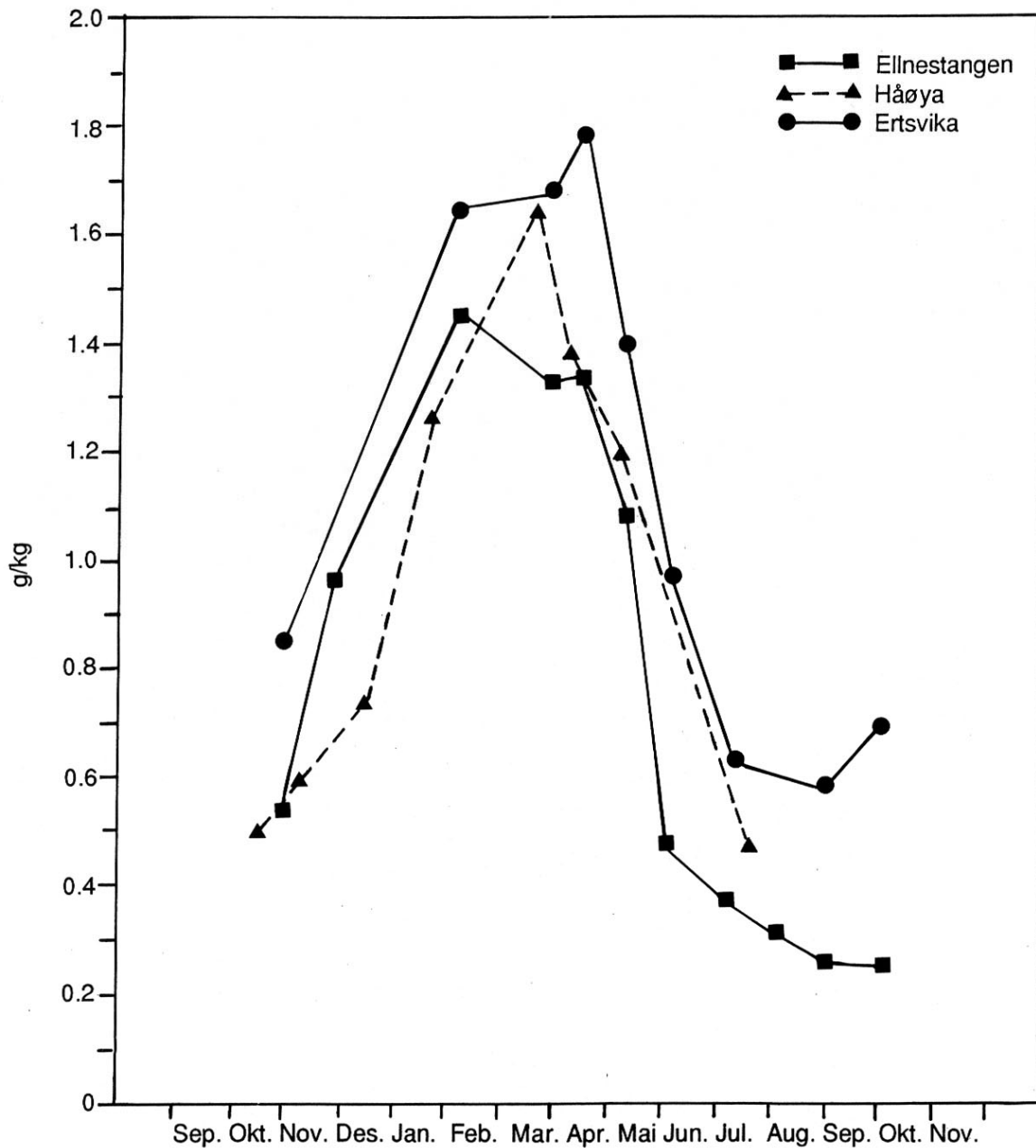
Figur 3. Sesongvariasjon i innhold av nitrogen i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av grisetang fra lokaliteter i Oslofjorden 1984-85, g/kg tørrvekt.

Figure 3. Seasonal variation in concentration of nitrogen in apical parts (ca. 0-10 cm) of *Ascophyllum nodosum* from Oslofjord localities 1984-85, g/kg d.w.



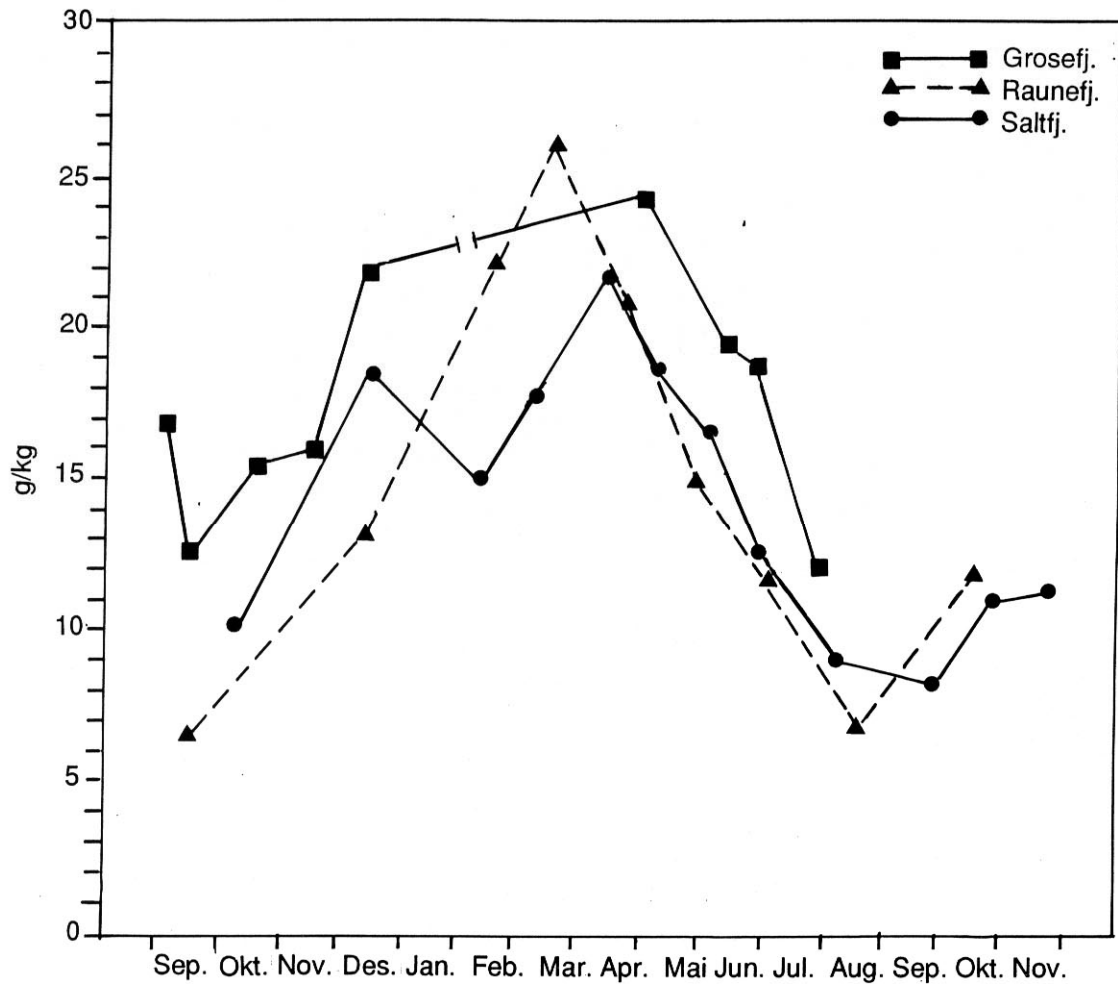
Figur 4. Sesongvariasjon i innhold av fosfor i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av grisetang fra Herøy/Grosefj. (1985-86). N. Egghlm./Raunefj. (1984-85) og Bodøsjøen/Saltfj. (1984-85), g/kg tørrvekt.

Figure 4. Seasonal variation in the concentration of phosphorus in apical parts (ca. 0-10 cm) of *Ascopyllum nodosum* from reference localities 1984-86, g/kg d.w.



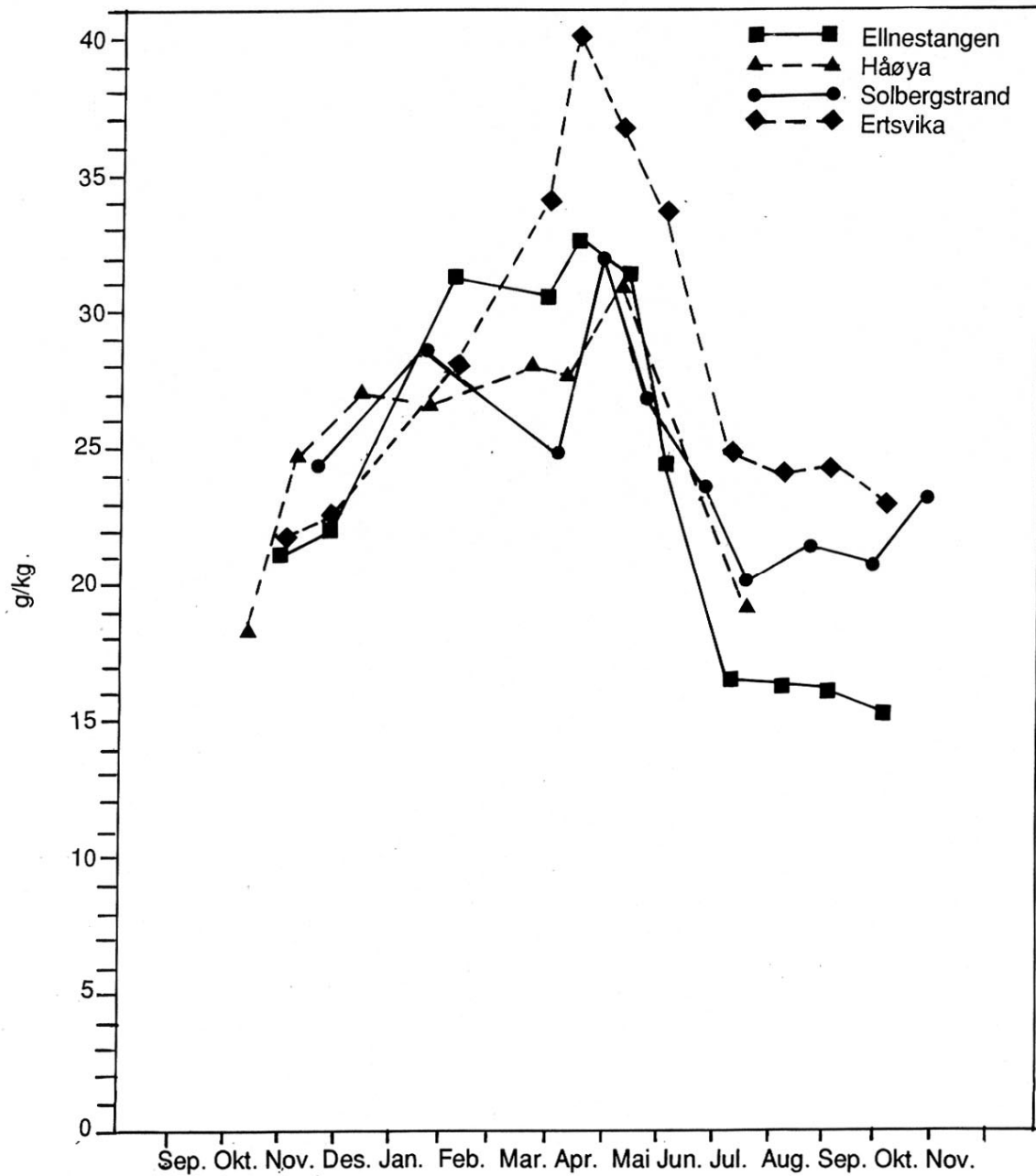
Figur 5. Sesongvariasjon i innhold av fosfor i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av griselang fra stasjoner i Oslofj. (1984-85), g/kg tørrvekt.

Figure 5. Seasonal variation in the concentration of phosphorus in apical parts (ca. 0-10 cm) of *Ascophyllum nodusum* from Oslofjord localities, g/kg d.w.



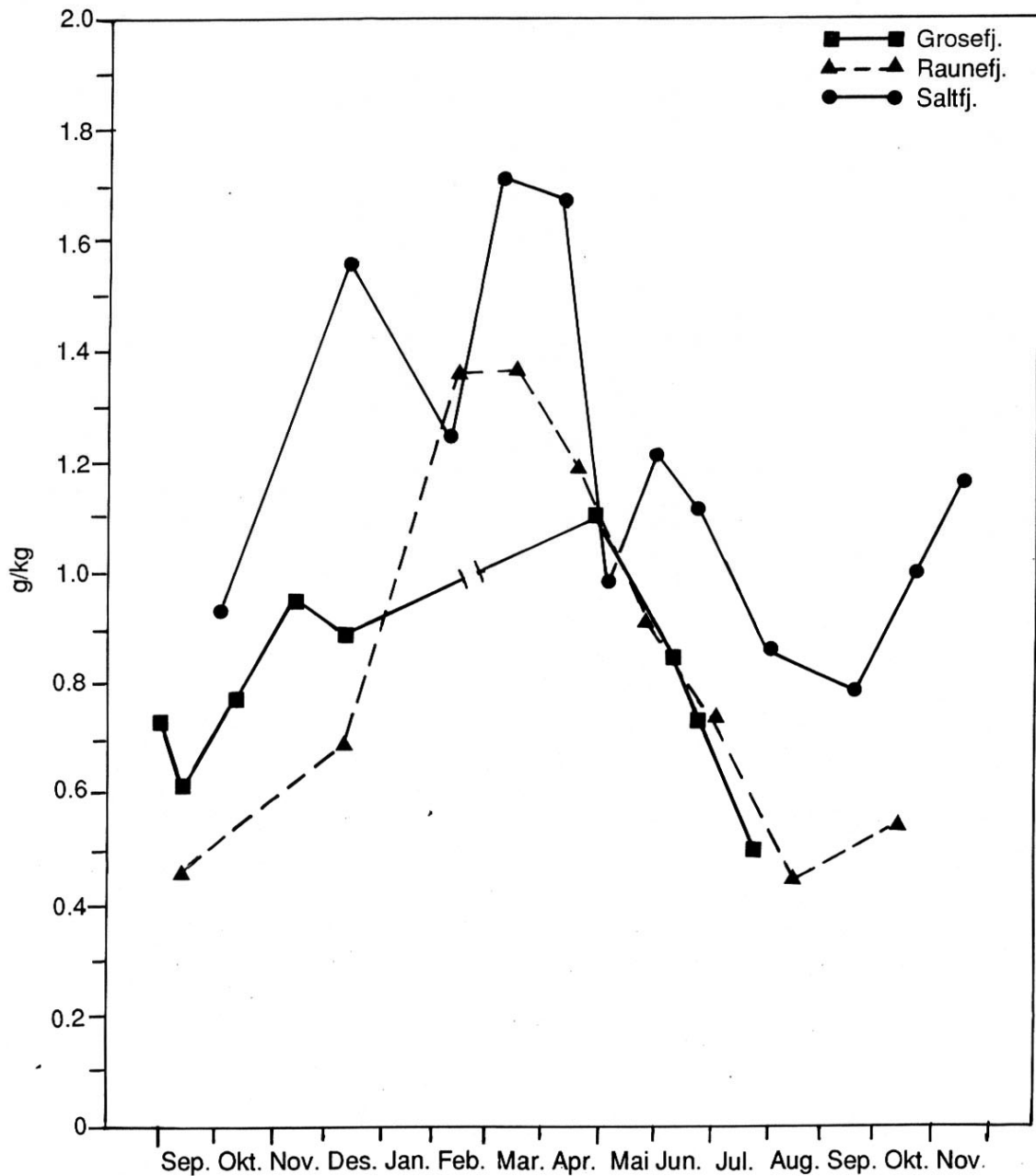
Figur 6. Sesongvariasjon i innhold av nitrogen i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av blæretang fra Herøy/Grosefj. (1985-86), N. Egghlm./Raunefj. (1984-85) og Bodøsjøen/Saltfj. (1984-85), g/kg tørrvekt.

Figure 6. Seasonal variation in the concentration of nitrogen in apical parts (ca. 0-10 cm) of *Fucus vesiculosus* from reference localities (1984-86), g/kg d.w.



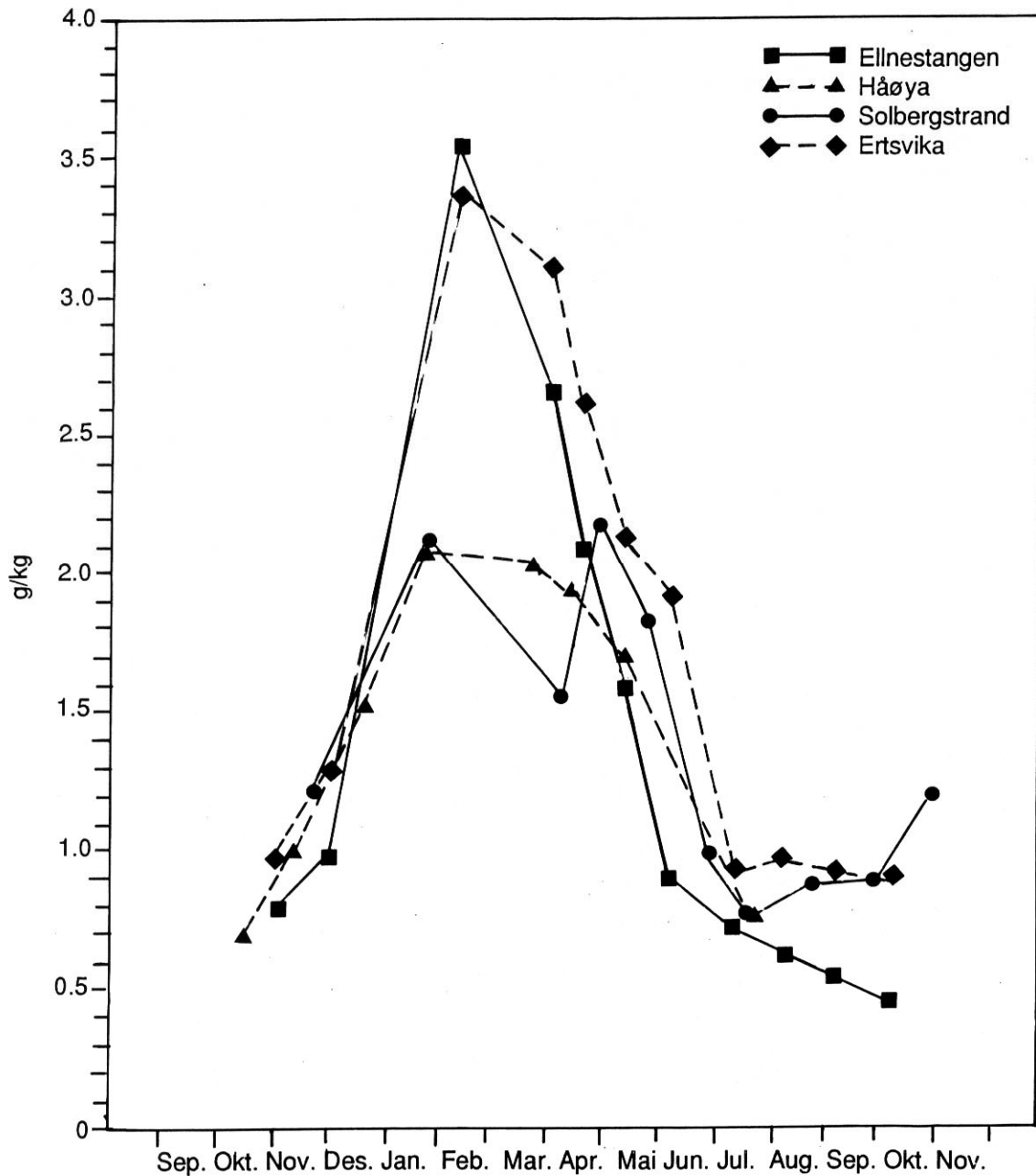
Figur 7. Sesongvariasjon i innhold av nitrogen i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av blæretang fra Oslofjordstasjoner (1984-85), g/kg tørrvekt.

Figure 7. Seasonal variation in concentrations of nitrogen in apical parts (0-10 cm) of *Fucus vesiculosus* from Oslofjord localities 1984-85, g/kg d.w.



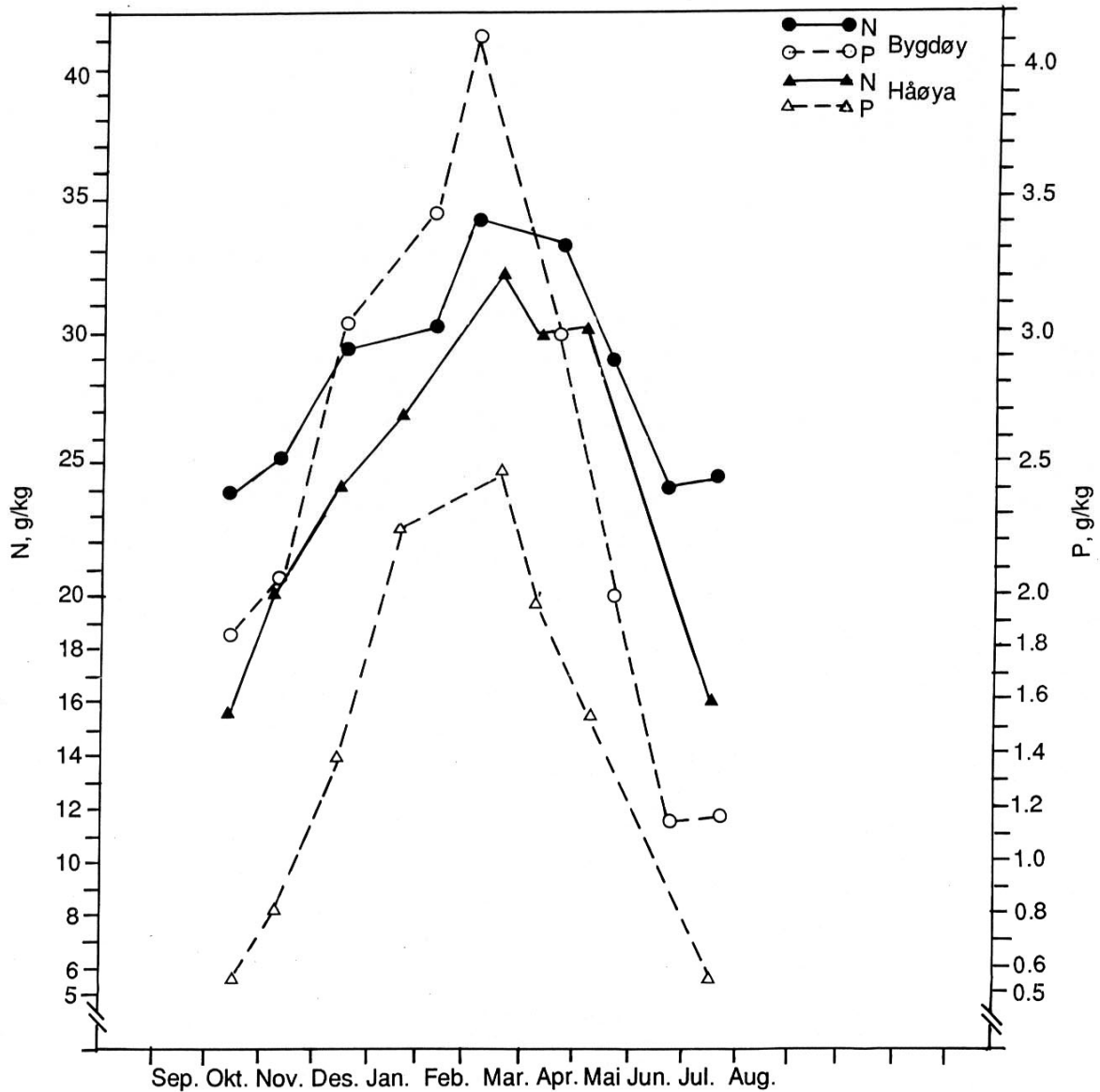
Figur 8. Sesongvariasjon i innhold av fosfor i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av blæretang fra Herøy/Grosefj. (1985-86) Egghlm./Raunefj. (1984-85) og Bodøsjøen/Saltfj. (1984-85), g/kg tørrvekt.

Figure 8. Seasonal variation in the concentration of phosphorus in apical parts (ca. 0-10 cm) of *Fucus vesiculosus* from reference localities 1984-86, g/kg d.w.



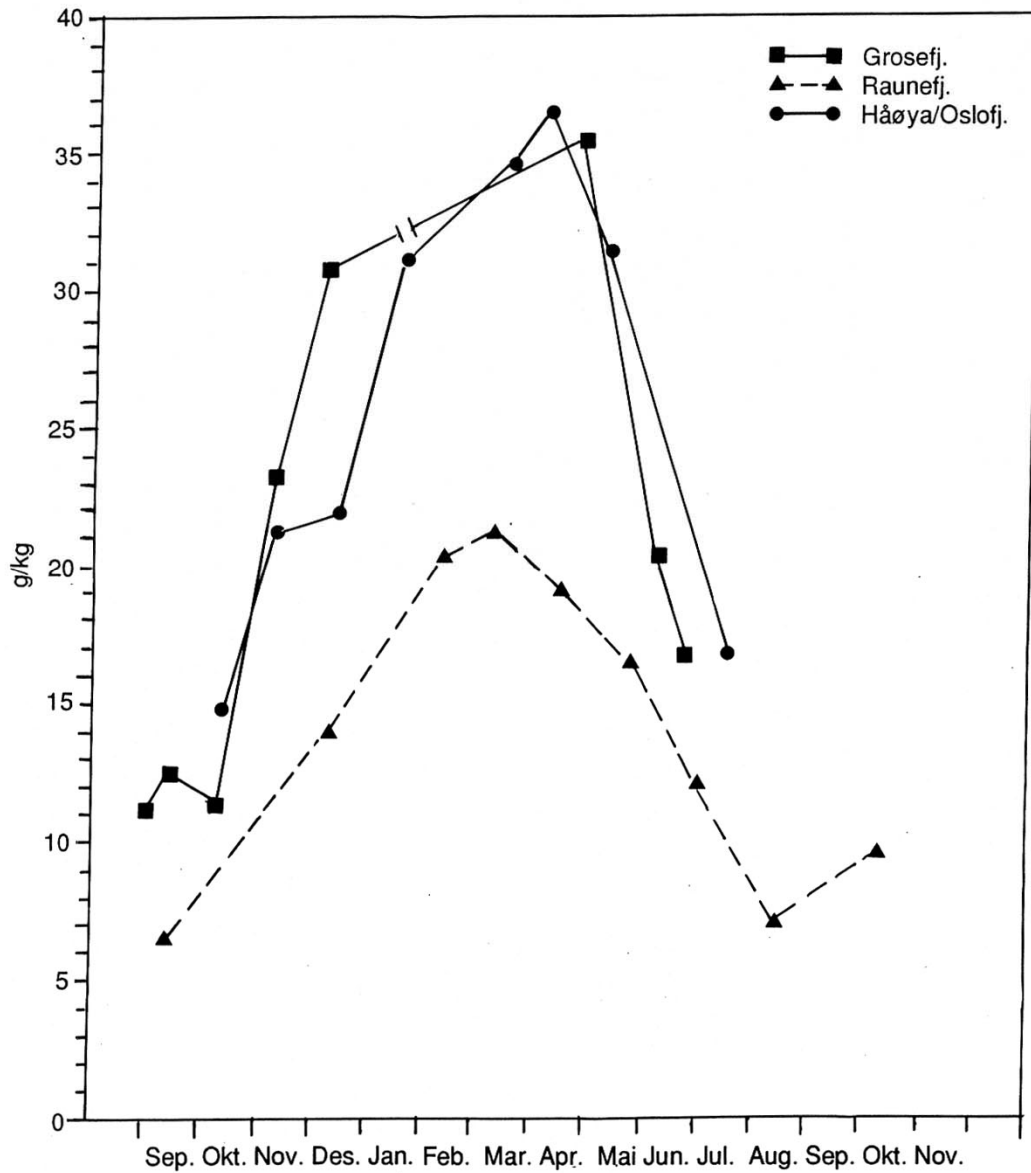
Figur 9. Sesongvariasjon i innhold av fosfor i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av blæretang fra stasjoner i Oslofjorden (1984-85), g/kg tørrvekt.

Figure 9. Seasonal variation in the concentration of phosphorus of apical parts (ca. 0-10 cm) of *Fucus vesiculosus* from Oslofjord localities 1984-85, g/kg d.w.



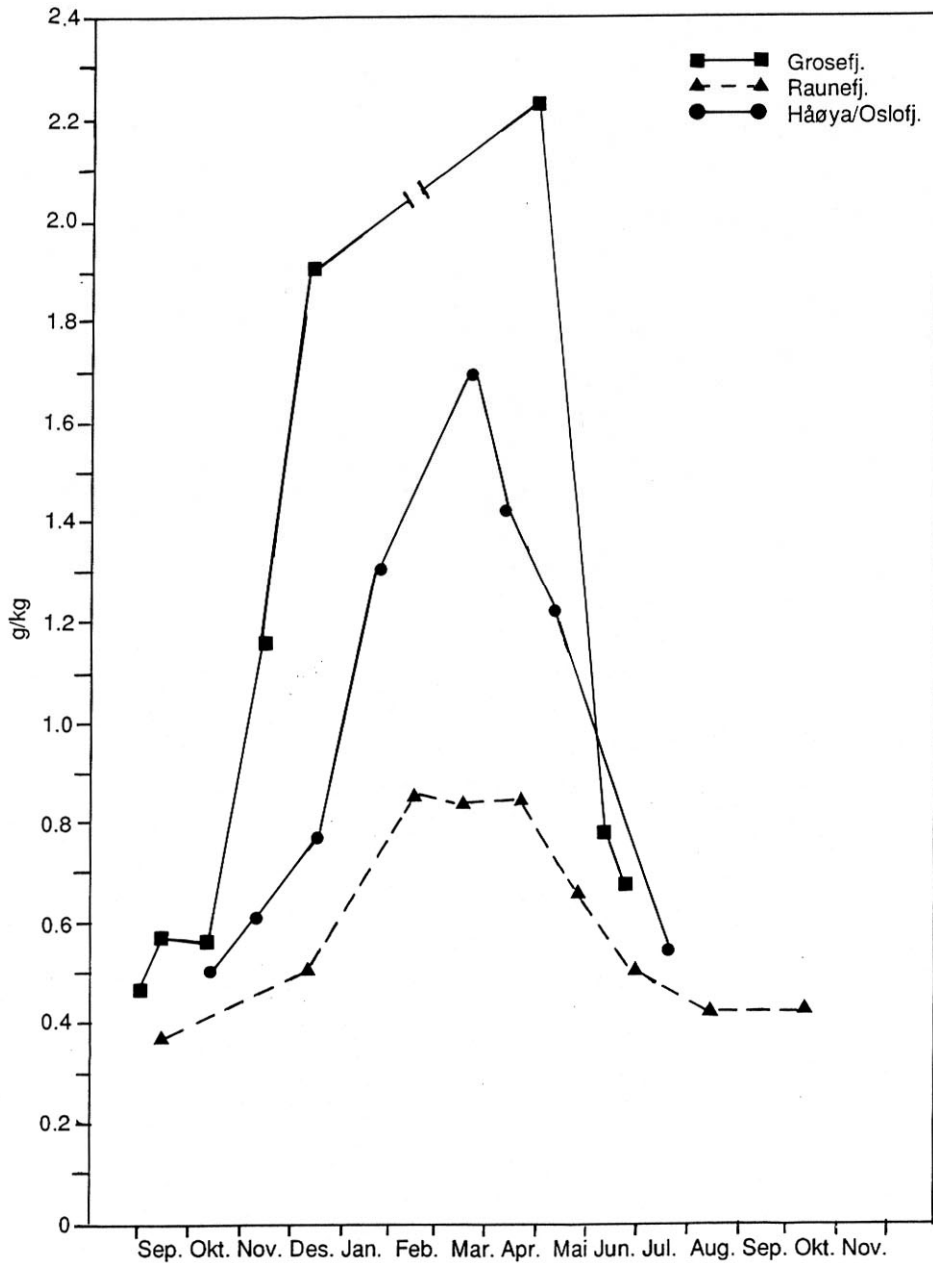
Figur 10. Sesongvariasjon i innholdet av nitrogen og fosfor i 0 - 10 cm skuddspisser av gjelvtang fra Oslofjorden 1984 - 85, g/kg tørrvekt.

Figure 10. Seasonal variation in concentrations of nitrogen and phosphorus in 0 - 10 cm apices of *Fucus evanesceus* from Oslofjord localities 1984-85, g/kg d.w.



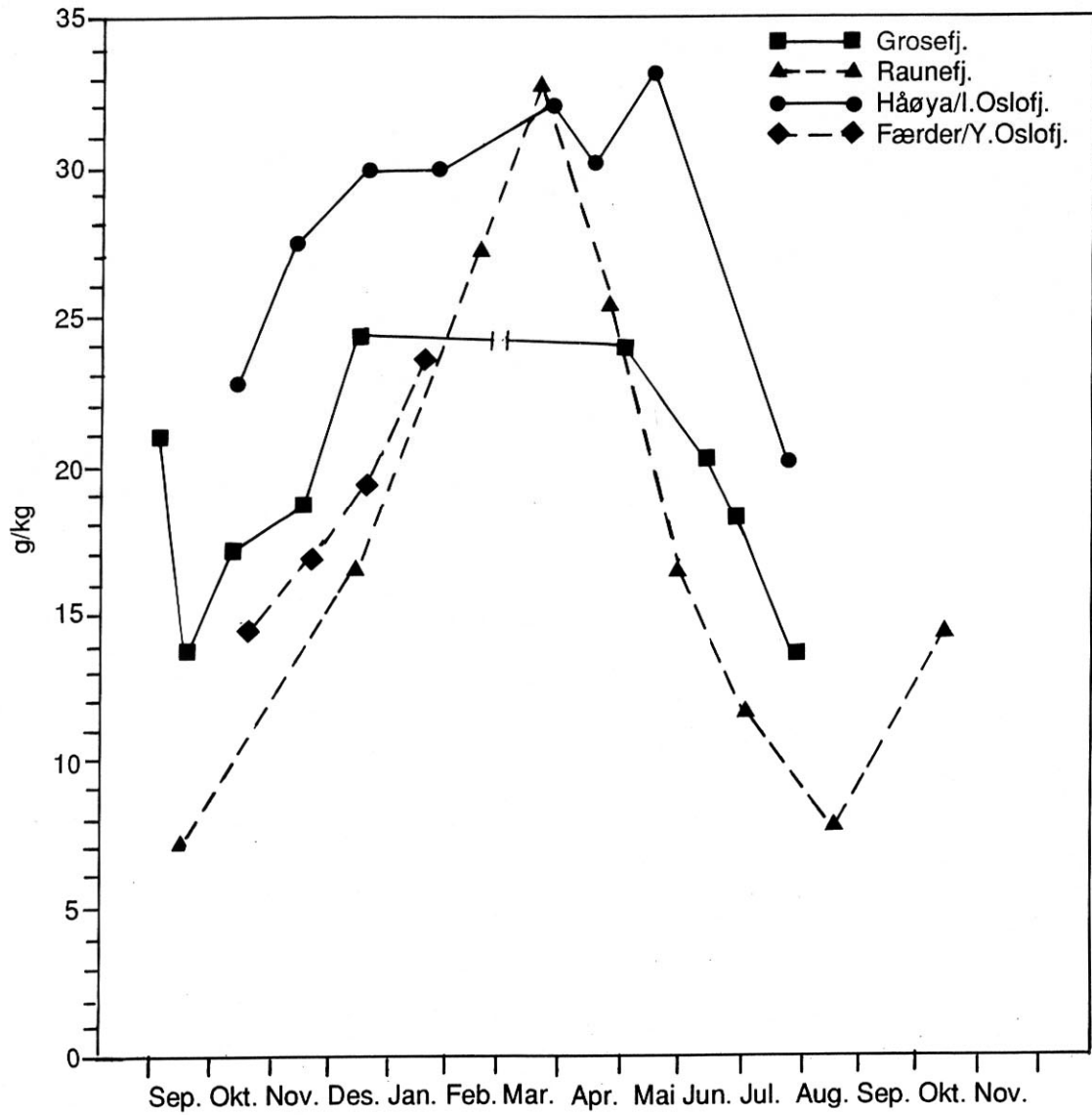
Figur 11. Sesongvariasjon i innhold av nitrogen i skuddspisser (ca. 0-(3)5 cm) av grisetang fra Herøy/Grosefj. (1985-86, N. Egghlm./Raunefj. (1984-85) og Håøya/Oslofj. (1984-85), g/kg tørrvekt.

Figure 11. Seasonal variation of nitrogen in the apical 0-(3)5 cm of *Ascophyllum nodosum* from selected localities 1984-86, g/kg d.w.



Figur 12. Sesongvariasjon i innhold av fosfor i skuddspisser (ca. 0-(3)5 cm) av grisetang fra Herøy/Grosefj. (1985-86), N. Egghlm./Raunefj. (1984-85) og Håøya/Oslofj. (1984-85), g/kg tørrvekt.

Figure 12. Seasonal variation of phosphorous in the apical 0-(3)5 cm of *Ascophyllum nodosum* from selected localities 1984-86, g/kg d.w.



Figur 13. Sesongvariasjon i innhold av nitrogen i skuddspisser (ca. 0-3(5) cm) av blæretang fra Herøy/Grosefj. (1985-86), N. Egghlm./Raunefj. (1984-85) og Håøya/I. Oslofj. (1984-85) og Færder/Y. Oslofj. (1984-85, bare 4. obs.), g/kg tørrvekt.

Figure 13. Seasonal variation of nitrogen in the apical 0-(3)5 cm of *Fucus vesiculosus* from selected localities 1984-86, g/kg dry weight.

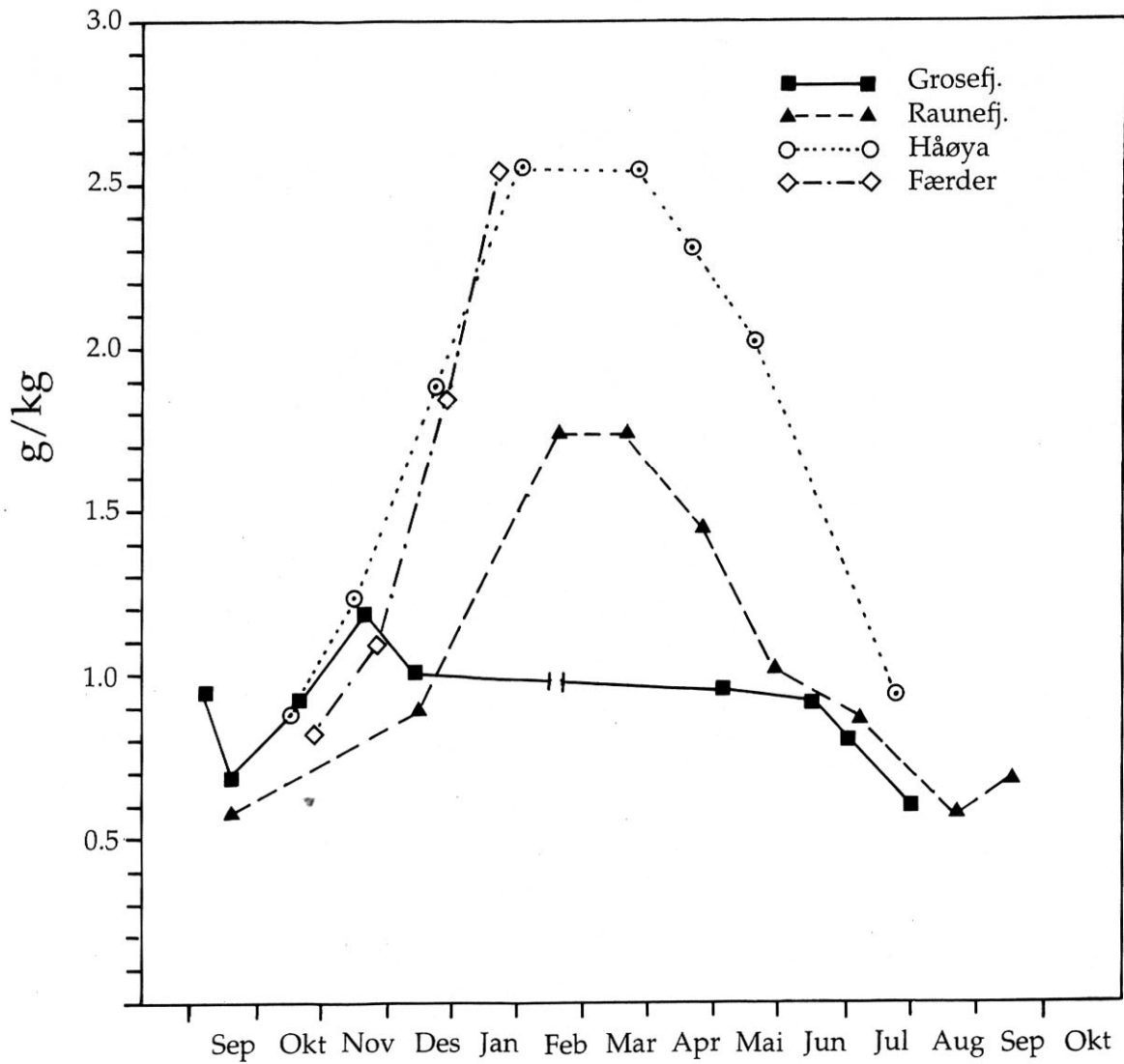
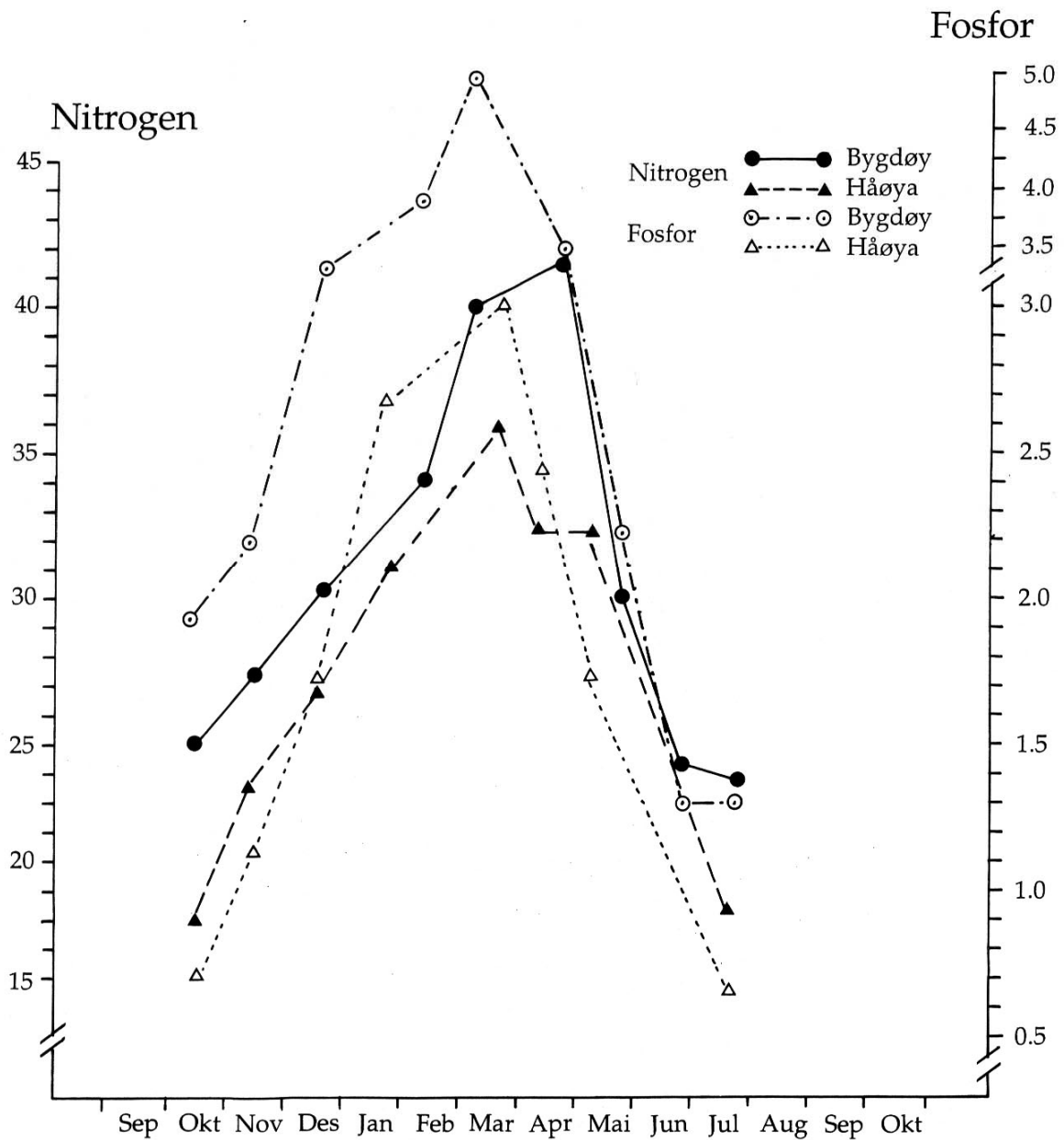


Figure 14. Sesongvariasjon variation of nitrogen in the apical 0-(3)5 cm of *Fucus vesiculosus* from selected localities 1984-86, g/kg dry weight.

Figure 14. Seasonal variation of phosphorus in the apical 0-(3) 5 cm of *Fucus vesiculosus* from selected localities 1984-86, g/kg d.w.



Figur 15. Sesongvariasjon i innhold av nitrogen og fosfor i 0-5 cm skuddspisser av gjelvtang fra indre Oslofjord, 1984-85, g/kg tørrvekt. (Merk brudd i fosforskala).

Figure 15. Seasonal variation of nitrogen and phosphorus in the apical 5 cm of *Fucus evanescens* from the inner Oslofjord, 1984-85, g/kg d.w.

Det varierende innholdet av P og N gjenspeiler en tilpasning til svingninger i tilgangen på næringssaltene. Veksten er primært avhengig av den interne konsentrasjonen, i neste omgang av vannets innhold. De fleste fastsittende alger har evne til et opptak som overskrider den interne konsentrasjon som er tilstrekkelig for å gi maksimal vekst (= "Kritisk konsentrasjon" i henhold til Gerloff og Krombholz (1966) og Hanisak (1979); se også Borum et al. (1994)). Nitrogen synes primært å lagres som enkle organiske forbindelser, dernest nitrat (McGlathery, 1996, med ref.)

Opplagringsevnen må antas å ha særlig betydning for storvokste former med et ugunstigere forhold mellom overflate og volum, dvs. lavere opptakshastighet enn småvokste/tynne/trådformede arter. I henhold til denne teorien utnyttes oppsamlet N- og P fra vinteren (da tilgangen generelt er god, men veksten begrenses av lite lys og eventuelt også lav temperatur, kfr. Strømgren, 1986 med ref.) til vekst om sommeren, da næringssaltinnholdet i vannet regelmessig er lavt. Akkumuleringsevne og lagringskapasitet kan være av betydning for artenes utbredelsesmønster (McGlathery, 1992).

Imidlertid er vekstrytmen et resultat av både endogene (genetisk betingede) og ytre faktorer, slik at lagringskapasiteten er variabel også for de store tareartene (kfr. bl.a. Chapman & Craigie (1977), Wheeler og North (1980, 1981b), Gerard (1982), Gagné et al. (1982), Espinoza & Chapman (1983), Conolly & Drew (1985), Zimmermann & Kremer (1986), Lüning (1993) og Henley & Dunton (1995, med ref.)).

Lagringsevnen er også forskjellig innen ulike deler av thallus (se f.eks. Germann et al. (1987) og Wheeler & Srivastava (1984)). Større eller mindre lagerkapasitet finnes som nevnt (eller er sannsynliggjort) hos et flertall av de undersøkte artene. For fucaeer og andre flerårige arter kan bl.a. henvises til Lin (1977), Hanisak (1979), Wallentinus (1979, 1981b), Chapman og Lindley (1980), Birch et al. (1981), Gerard og North (1981), Ryther et al. (1981), Schramm & Booth (1981), Wheeler og North (1981), Kornfeldt (1982), Asare og Harlin (1983), Rosenberg et al. (1984), Fujita (1985), Hardwick-Witman & Mathieson (1986), Hwang et al. (1987), Fujita et al. (1989), Lyngby (1990), Carlson (1991), Peckol et al. (1994). For ettårige arter finnes eksempler hos f.eks. Gordon et al. (1981), Birch et al. (1981), Probyn & Chapman (1983), Rosenberg et al. (1984), Fujita (1985), Fujita et al. (1989), Lyngby et al. (1992), Borum et al. (1994), Pedersen (1995, a, b) og Fong et al. (1996).

Fra egne feltforsøk angir Borum et al. (1994) en kritisk nitrogenkonsentrasjon i blæretang 12 g/kg tørrvekt. Av fig. 4 hos Rosenberg et al. (1984) antydes en kritisk N-konsentrasjon på over 20-25 g/kg hos *Fucus distichus* og mer enn 40 g/kg hos *Chordaria flagelliformis*. I oversikten hos Borum et al. (1994, med ref.) fremgår at blæretangs kritiske nitrogengrense fra feltobservasjoner er lavere enn hos de øvrige arter som er nevnt (39/15/14/24 g/kg hhv. i *Ulva lactuca*, *Cladophora* sp., *Chaetomorpha linum* og *Ceramium rubrum*); se også Lyngby (1990) og Lyngby et al. (1992). Ved laboratorieforsøkene til Schramm et al. (1988), med simulering av lys- og temperaturforhold i Kielerbukten i februar, juni og september, fikk man indikasjoner på varierende, men klart høyere kritiske N-konsentrasjoner i vevsutsnitt av blæretang: fra ca. 20/30 g/kg hhv. i september og juni til mer enn 30 g/kg i februar. Også for *Phycodrys rubens* lå de kritiske konsentrasjonene som antydes fra fig 6 i Schramm et al. (1988) bemerkelsesverdig høyt: fra ca. 35 til 50-60 g/kg. Hos *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* bestemte Hanisak (1979) kritisk nitrogenkonsentrasjon til 19 g/kg tørrvekt. Bird et al (1982) antydet 15-20 g N/kg hos en art av *Gracilaria* og Gordon et al. (1981) ca. 21 g/kg hos *Cladophora glomerata*.

Fujita et al. (1989) fant bl.a. at kritisk konsentrasjon syntes å variere med nitrogenkilden, således hos *Ulva rigida* noe under 24 g N/kg tørrvekt med NO_3^- som kilde mot ca 30 g/kg eller noe mindre med NH_4^+ i vekstmediet. (Det bør understrekes at tallene må anses som omtrentlige). Tilsvarende observerte Probyn og Chapman (1983) maksimal veksthastighet i *Chordaria flagelliformis* ned til ca 9/15 g N/kg, henholdsvis med nitrat og ammonium i vekstmediet. (Kfr. ovenfor antydene vesentlig høyere kritisk konsentrasjon i samme art). Hos brunalgen *Pelvetiopsis limitata* ble det også observert

forskjell ved henholdsvis nitrat og ammonium som kilde, men med sprikende resultater mellom innendørs og utendørs eksperimenter. Med NO_3^- antydes omkring 12-15 g N/kg tørrvekt som kritisk konsentrasjon (Fujita et al., 1989).

Lapointe og Duke (1984) påpeker at begrepet "kritisk konsentrasjon" i hvert fall kortperiodisk (dvs. over timer og dager, kompliseres av å være lysavhengig).

Belysning av kritisk konsentrasjon av fosfor hos de tre artene som behandles her begrenser seg til det som antydes for blæretang fra fig. 6 i Schramm et al. (op. cit.): ca. 1.3 g P/kg tørrvekt ved eksperimenterens junisimulering, vel 2.5 g/kg i september og over 4 g/kg i februar; tilsvarende for *Phycodrys* hhv. ca. 1.5/ litt under 3 og mer enn 4 g/kg. Lyngby (1990) angir for *Ceramium rubrum* til 2.0-2.5 g P/kg tørrvekt og Lyngby et al. (1992) 1.8-2.3 g/kg tørrvekt hos *Ulva lactuca*; Gordon et al. (1981) 3.3 g/kg for *Cladophora glomerata*. Manley og North (1984) registrerte redusert veksthastighet i unge sporeplanter av *Macrocystis pyrifera* ved en vevskonsentrasjon under ca. 2 g P/kg tørrvekt.

Borum et al. (op. cit.) angir også noen minimumskonsentrasjoner av nitrogen for vekst, men ikke for noen fucaceer (f.eks. 10 g N/kg tørrvekt hos *Ceramium rubrum*, lavere hos *Chaetomorpha linum* og *Ulva lactuca*, hhv. 4/7). Lyngby (1990) nevner 0.5 g P/kg tørrvekt hos *Ceramium rubrum* og Lyngby et al. (1992) det samme minimumskrav til fosfor hos *Ulva lactuca*. Av oversikten i Lobban og Harrison (1994, med ref.) fremgår minimumskonsentrasjoner av N og P hos et utvalg av brunalger (ikke trådformede) på hhv. 3-13 og 2.7 g/kg tørrvekt. Tilsvarende angis for grøninalger av forskjellig form og størrelse 3-24 g N/kg og 0.1-3.7 g P/kg. En ekstrapolering fra vekstforsøkene til Rosenberg et al. (1984, fig. 4) antyder ca. 6/7 g N/kg tørrvekt som minimum for vekst hos hhv. *Fucus distichus* og *Chordaria flagelliformis*. Førstnevnte viste imidlertid god vekst allerede ved 11-12 g/kg.

Av fig. 6 og 13 ses at den siterte verdi på 12 g N/kg tørrvekt for begynnende nitrogenbegrensning av veksten hos blæretang underskrides i noe varierende grad på referansestasjonene i Raunefjorden og Saltfjorden i perioden juli-september (juni-oktober?). Sannsynligvis kan dette - i mindre grad - også ha vært tilfellet i Grosefjorden, men her mangler augustobservasjoner. (Imidlertid ses at N-innholdet i blæretang fra Grosefjorden med ett unntak lå høyere enn i Raunefjorden og Saltfjorden.) I Oslofjorden (fig. 7, 13) var det derimot ut fra dette kriterium ingen indikasjon på vekstbegrensning hos blæretang forårsaket av nitrogen på noen av lokalitetene.

For grisetangs del (ingen opplysninger om kritisk konsentrasjon) ses at 12 g N/kg tørrvekt bare underskrides i august-oktober i materialet fra Raunefjorden og Saltfjorden (fig. 2, 11), derimot bare såvidt i Grosefjorden (fig. 11) bare på en av Oslofjordlokalitetene (fig. 3).

Hos gjelvtang (0-5 cm) var nitrogeninnholdet tydelig lavere enn ovennevnte 20-25 g/kg tørrvekt (Rosenberg et al., 1984) bare i Håøyprøver fra juli og oktober (fig. 15).

Siden det synes å mangle feltobservasjoner av "kritiske" fosforkonsentrasjoner, er det vanskelig å bedømme om noen av lokalitetene preges av fosforbegrensning av veksten. Imidlertid ses at verdier lavere enn 1 g P/kg tørrvekt (mindre enn halyparten av ovennevnte kritiske konsentrasjoner hos *Ceramium rubrum* og *Ulva lactuca*) har vært vanlig hos alle tre artene med unntak for blæretang fra Ertsvika og gjelvtang fra Bygdøy. Under 0.4 gP/kg (kfr. ovennevnte minimumskonsentrasjoner i et par mindre arter) er observert i grisetang (fig. 4-5) fra Grosefjorden (aug.-sept.) og Ellnestangen/I. Oslofj. (juli-okt), men ikke i hverken blæretang (fig. 8-9) eller gjelvtang (fig. 10).

I stortare fant Pedersen et al. (1995) tydeligere indikasjoner på potensiell N-begrensning i materiale fra Vestlandet enn fra Skagerrak (økende C:N forhold vestover).

(Det kan tilføyes at i *Cladophora glomerata* fra ferskvann er det funnet begynnende vekstbegrensning ved N- og P-innhold under hhv. ca. 13 g/kg og 1.5 - 2.0 g/kg tørrvekt (Planas et al., 1996).

5.3 Forskjell mellom øvre og nedre avsnitt av skuddspissene

I en del av materialet er øvre ca. 10 cm delt i et ytre avsnitt på ca 3-5 cm og resten (stort sett avsnittet 5-10 cm), i det følgende betegnet 0-5 og 5-10 cm.

Middelverdiene viser konsekvent høyere konsentrasjoner av begge næringsstoffer i 0-5 cm enn i 5-10 cm. I grisetang lå nitrogeninnholdet 10-20% høyere i 0-5 cm, i blåretang ca. 15-50% og i gjelvtang 15-25%. Forskjellene syntes enda klarere for fosfor: henholdsvis ca. 10-40%, 30-60% og 25-50% høyere ytterst. Blåretang var m.a.o. den av artene som viste relativt størst økning i N- og P-innhold utover i skuddspissen. I hovedsaken ble de forholdsvis største forskjellene funnet ved høye N- og P-verdier, dvs. i perioden november-april.

Pga. sesongvariasjonene er det imidlertid påkrevet med en parvis sammenligning for hver dato. Rådataunderlaget for en slik jevnføring er stilt sammen i vedleggstabell A41 (vedlegg 6).

En parvis test på forskjell i median (ensidig sign test) viste høyere N- og P-innhold i de øvre 0-5 cm enn i 5-10 cm:

	Nitrogen:	p<0.01
Grisetang		
	Fosfor:	p<0.02
	Nitrogen:	p<0.01
Blåretang		
	Fosfor:	p<0.01
	Nitrogen:	p<0.01
Gjelvtang		
	Fosfor:	p<0.01

Tilsvarende minskning i næringsstoffinnholdet fra spissen mot eldre deler i blåretang er tidligere observert for fosfor av Kylin (1915), Hoffmann og Reinhardt (1952) og Hoffmann (1953); for nitrogen av Jacobi (1954) og Carlson (1991). Wallentinus (1981b) gir ingen detaljer, men nevner at både fosfor og nitrogen viste anrikning i spissen sammenlignet med midt- og basalparti. Når Moss (1948) derimot fant en svak økning av organisk nitrogen fra spiss til eldre deler i samme art, må dette sannsynligvis tilskrives at prøvetakingen her var begrenset til september, dvs. innen et tidsrom med sannsynlig nitrogenbegrensning.

Kremer (1975) og Kornfeldt (1982) påviste avtagende nitrogeninnhold fra spissen og nedover hos sagtang (*Fucus serratus*). Grisetang og gjelvtang synes ikke tidligere undersøkt i denne henseende.

5.4 Forhold mellom konsentrasjonene av karbon, nitrogen og fosfor; potensielt begrensende næringsstoff

Av presentasjonen av hovedresultatene i tabell 1 fremgår observerte forholdstall for de tre artene fra alle prøvestedene. På grunn av endringer i P- og N-innholdet gjennom året var det en betydelig totalvariasjon i forholdstallene, som oppsummert i tabell 5.

Tabell 5. Totalvariasjon i C:N, C:P og N:P i grisetang, blæretang og gjelvtang fra referanselokaliteter og Oslofjordstasjoner 1984-86. For variasjon på de enkelte prøvestedene, se tabell 1.

Table 5. Total variation in C:N, C:P and N:P in *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* and *F. evanescens* from reference localities and Oslofjord stations 1984-86. For variation at the various localities, see table 1.

Arter	C:N	C:P	N:P
Grisetang (<i>A.n.</i>)	11.6-55.9	226-1531	13.4-42.1
Blæretang (<i>F.v.</i>)	10.6-62.3	112-896	8.3-32.6
Gjelvtang (<i>F.e.</i>)	11.4-25.0	94-705	8.3-28.2

Verdiene av C:N og N:P er i samsvar med de relativt få litteraturdata som foreligger for de tre artene (tabell 4). Imidlertid finnes eksempler på både lavere og høyere N:P forhold i blæretang hos Rönnerberg et al. (1992), dessuten høyere N:P i gjelvtang (MacPherson & Young, 1952), og grisetang (Lapointe et al. 1992).

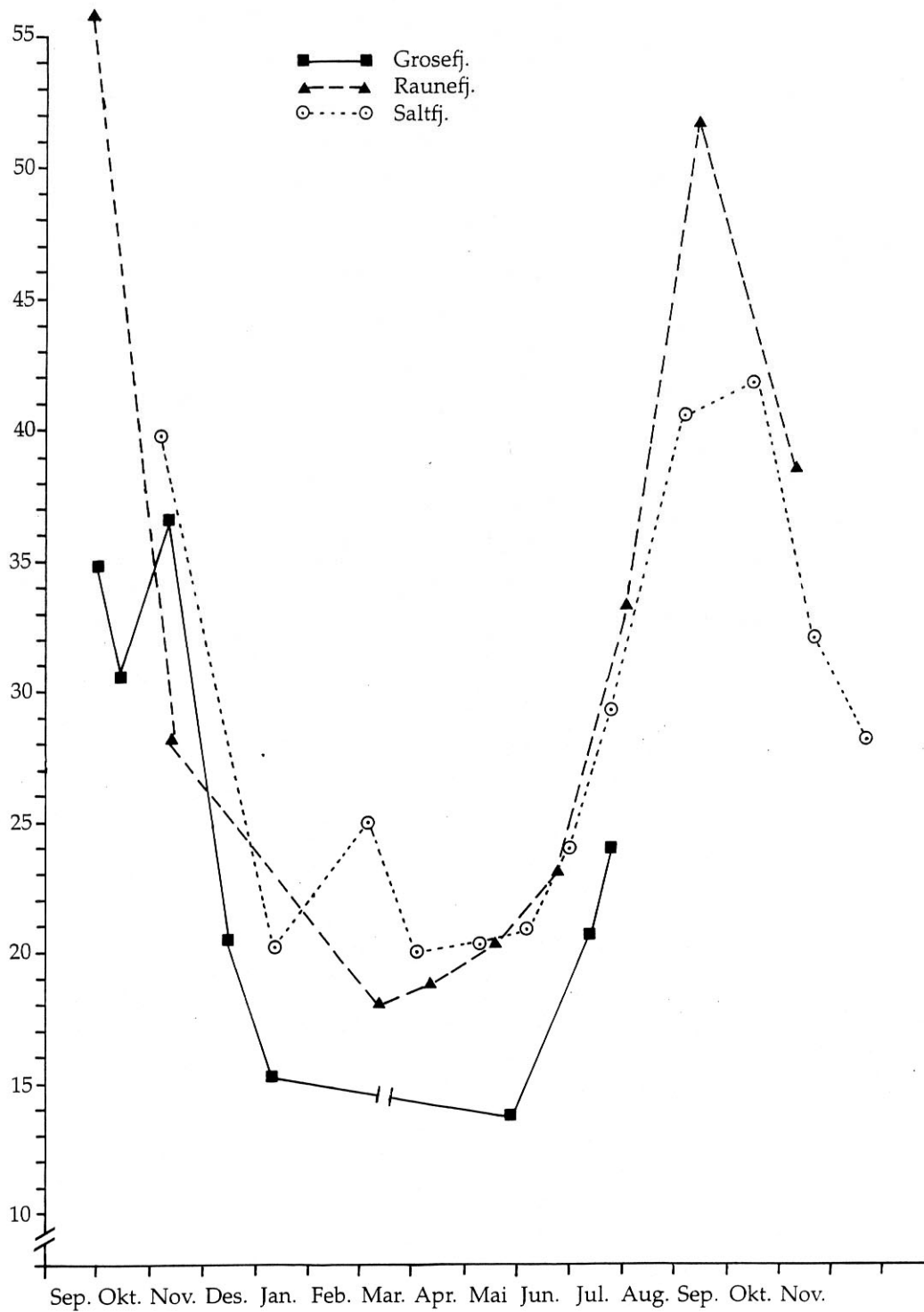
Når det gjelder andre arter, kan det henvises til oversikter i Atkinson & Smith (1983) og Duarte (1992). Her fremgår bl.a. at benthosalgene generelt synes å inneholde relativt mindre nitrogen og fosfor enn planktonalgene. Sistnevnte tenderer mot å ha et midlere forhold C:N:P (vektbasis) på ca 40:7:1 (omregnet fra Redfield, et al., 1963), mens det tilsvarende hos benthosalgene av Duarte (1992) angis, som et gjennomsnitt, til ca 300:22:1 (omregnet fra atombasis). Forskjellen mellom de to gruppene tilskrives bl.a. det vesentlig større behovet for karbon i bygningsstrukturen hos benthosalgene.

Ved en sammenlignende studie basert på ett prøvetidspunkt fant Niell (1976) et høyere C:N forhold i grovbygde brunalgene enn i mer småvokste og spinklere grønnalger og rødalger. Kornfeldt (1982) refererer en del andre undersøkelser som indikerer forskjell i samme retning mellom brunalgene og rødalger. Observasjonene til Wallentinus (1981b), med registreringer over mer enn ett år, ga også høyere C:N i *Fucus vesiculosus* enn i *Ceramium rubrum*, derimot overlappende verdier mellom blæretang og grønnalgen *Cladophora*.

Angivelse av gjennomsnittlig C:N:P forhold for en så heterogen gruppe som fastsittende alger har begrenset informasjonsverdi, både pga. store sesongvariasjoner i den enkelte art og forskjeller mellom artene mht. størrelse/bygning og genetisk tilpasning. Forholdstallene fra Duarte (1992) på ca 14:1 for C:N og ca 300:1 for C:P ses av tabell 5 å ligge i den lavere del av variasjonsintervallene for disse forhold i skuddspissene av grisetang og blæretang.

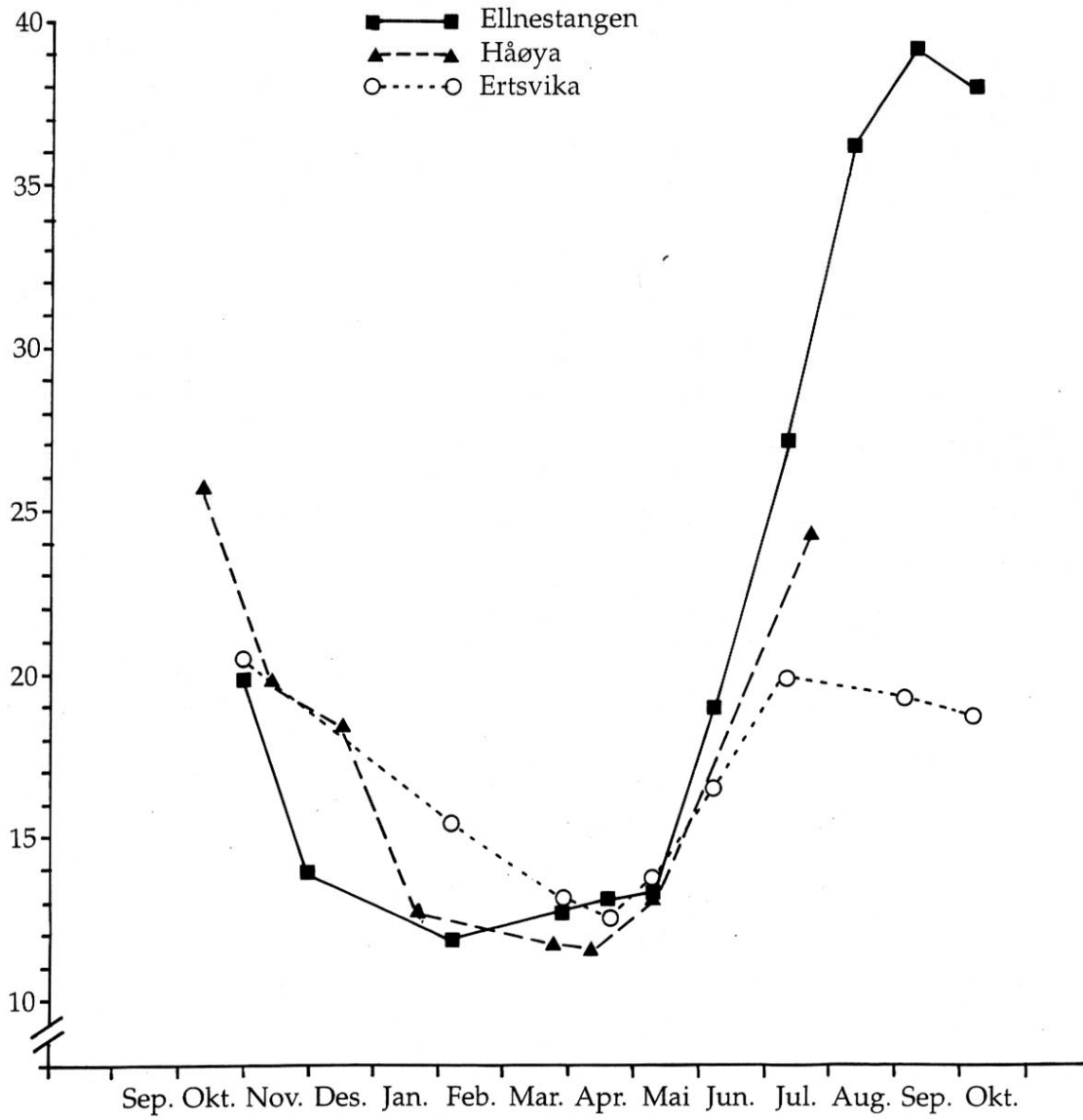
Spørsmålet om reell vekstbegrensning ved nitrogen eller fosfor kan som nevnt i kap. 5.2 primært bestemmes med grunnlag i observasjoner av "kritisk konsentrasjon" (eventuelt minimumskonsentrasjoner for å opprettholde vekst). C:N:P forhold gir i seg selv bare en indirekte belysning av spørsmålet. Hanisak (1983 med ref.) antyder likevel C:N verdier over 10-15:1 som indikasjon på N-begrensning hos makroalger generelt. Nyere resultater fra flere grønnalger tyder i samme retning (Pihl et al., 1996; se også Neori et al. (1991) og Thybo-Christesen et al. (1993)).

På referansestasjonene ble C:N tall under 15: bare unntaksvis observert i grisetang og blæretang. Juli-oktober var C:N forhold >30 vanlig (fig. 16,18). Dataene fra referansestasjonene gir m.a.o. indikasjoner på potensiell nitrogenbegrensning, samsvarende med betraktninger i kap. 5.2 ut fra "kritisk" N-konsentrasjon (i blæretang). På Oslofjordstasjonene var C:N forholdet generelt lavere, bortsett fra grisetang fra Ellnestangen i august-oktober (fig. 17, 19-20). I blæretang og gjelvtang fra Oslofjorden lå C:N i hovedsaken lavere enn 15:1 fra desember til mai, mens forholdstall høyere enn 30 ikke ble registrert (fig. 19-20).



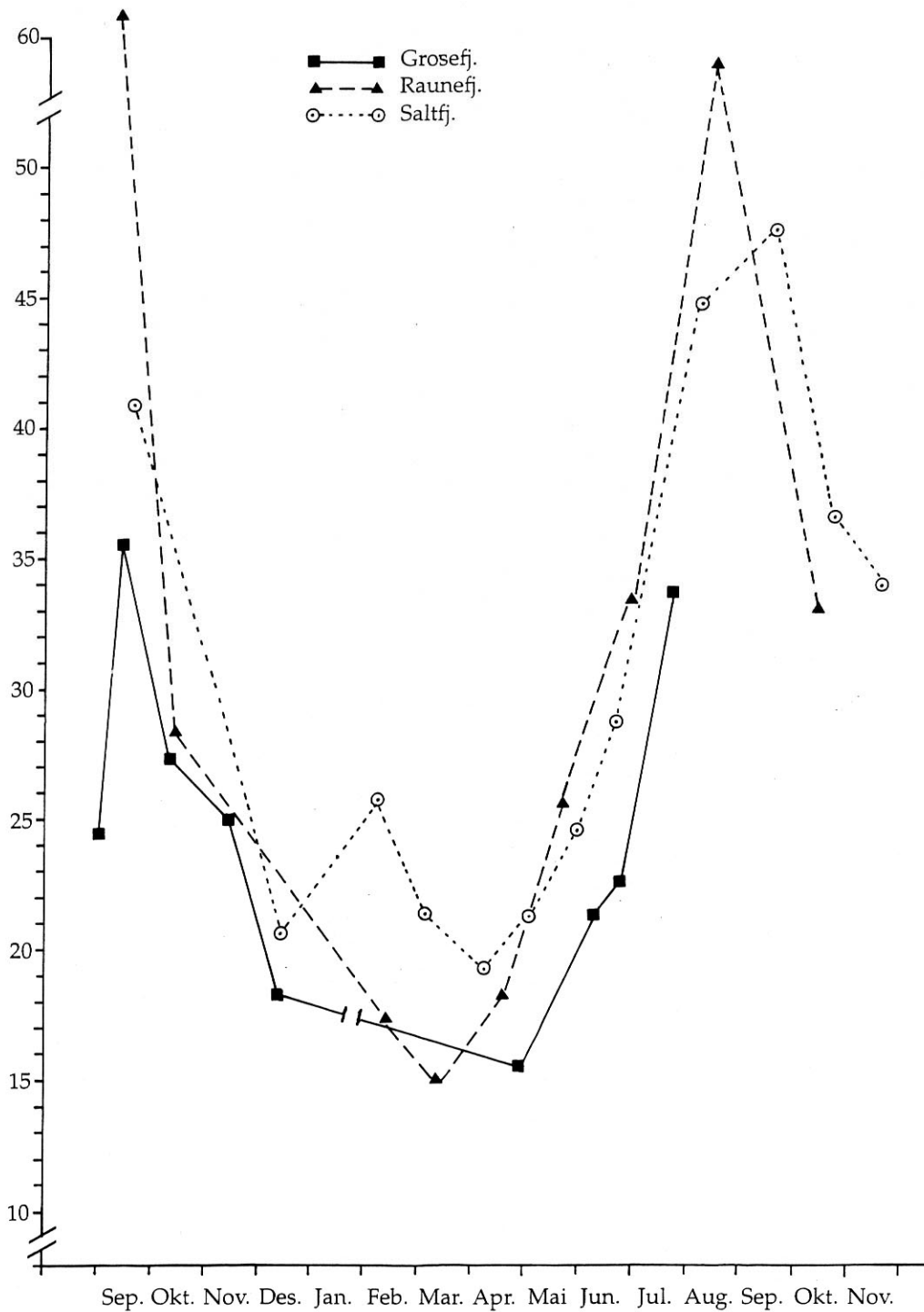
Figur 16. Sesongvariasjon i C:N forhold hos grisetang fra referanselokalitetene Grosefjorden (1985-86), Raunefjorden (1984-85) og Saltfjorden (1984-85).

Figure 16. Seasonal variation in C:N ratio of *Ascophyllum nodosum* from reference localities in 1984-85 and 1985-86 (Grosefjorden).



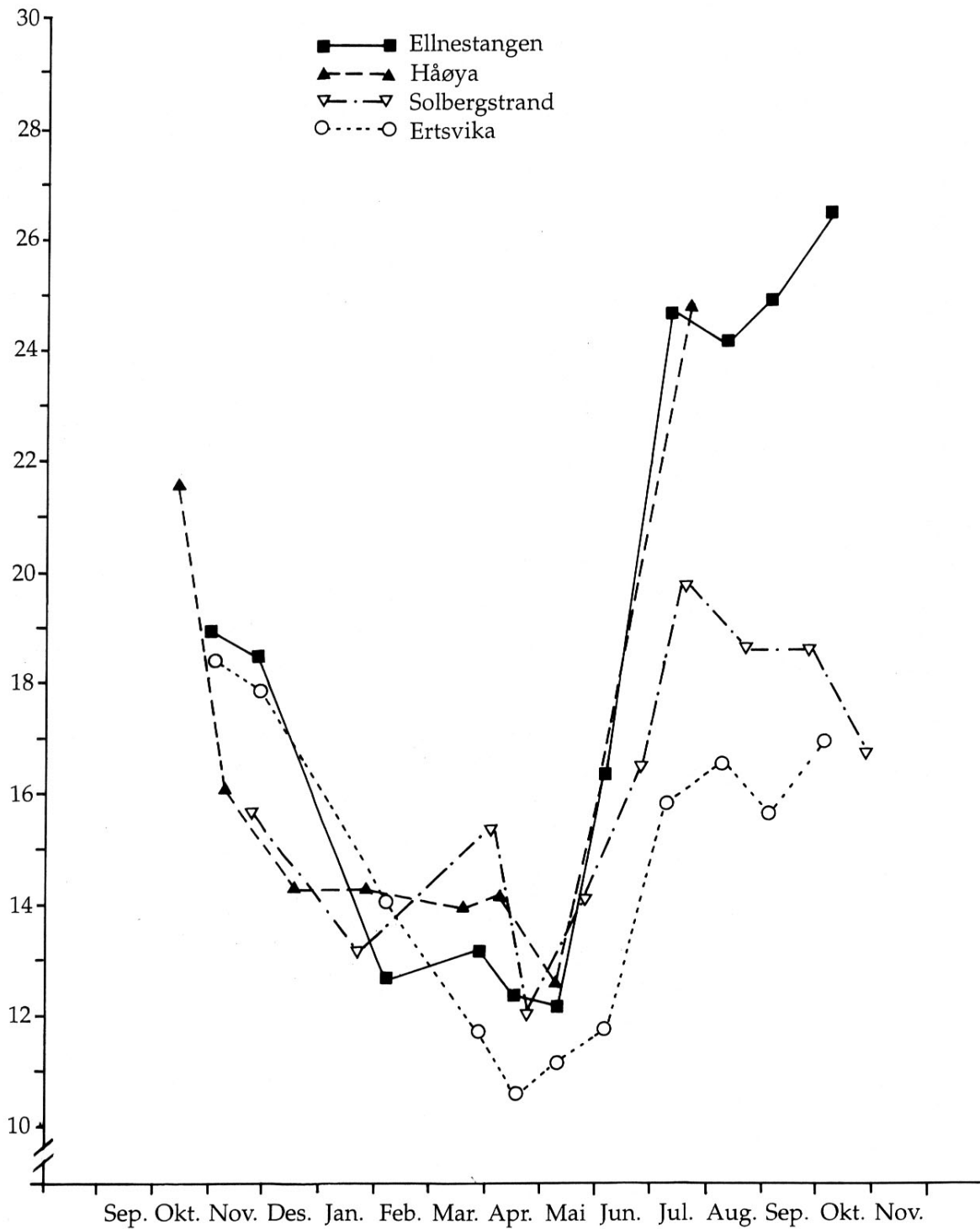
Figur 17. Sesongvariasjon i C:N forhold hos Grisetang fra Oslofjordstasjoner 1984-85.

Figure 17. Seasonal variation in the C:N ratio of *Ascophyllum nodosum* from Oslofjord stations 1984-85.



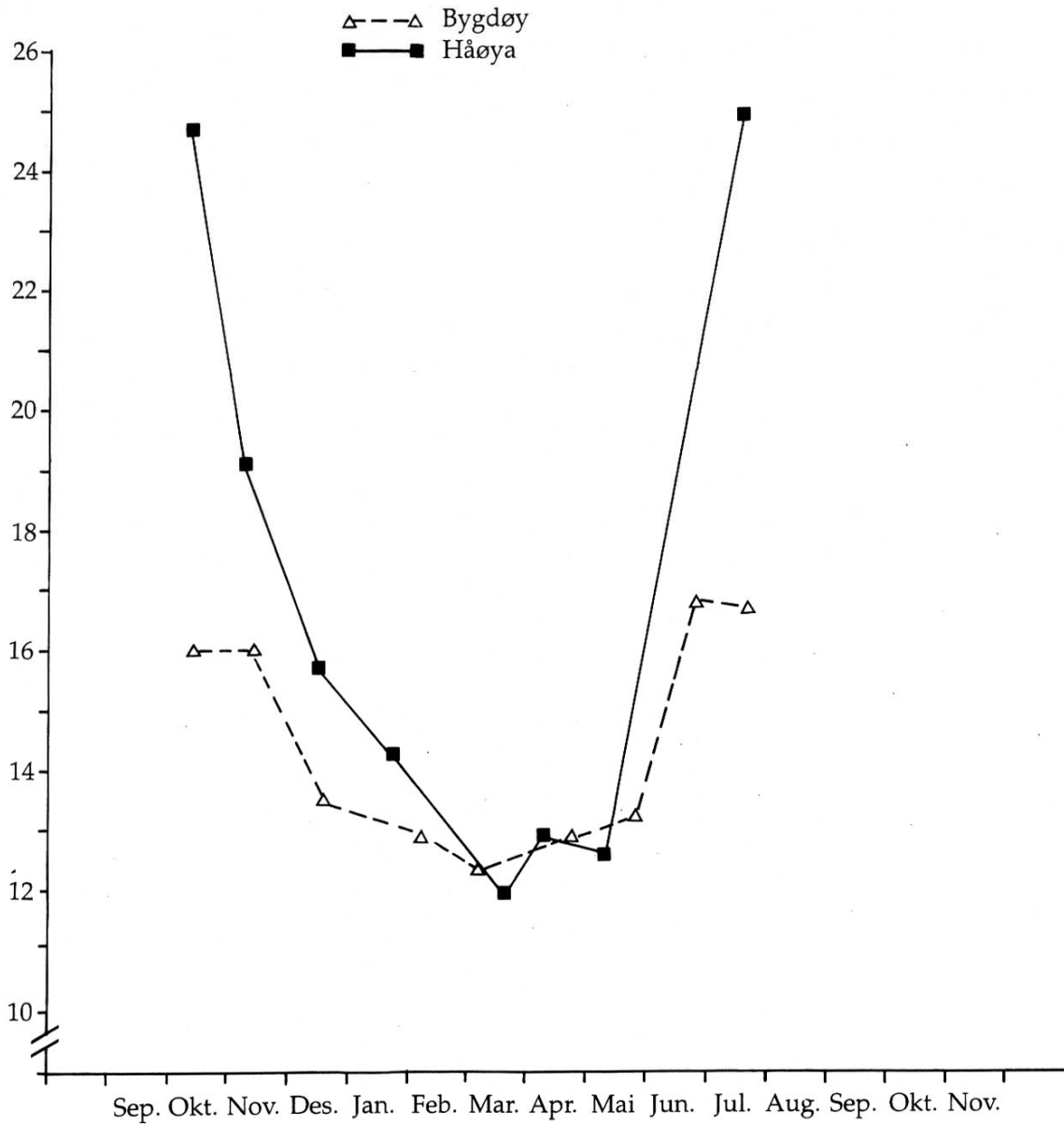
Figur 18. Sesongvariasjon i C:N forhold hos blæretang fra referanselokalitetene Grosefjorden (1985-86), Raunefjorden (1984-85) og Saltfjorden (1984-85).

Figure 18. Seasonal variation in C:N ratio of *Fucus vesiculosus* from reference localities in 1984-85 and 1985-86 (Grosefjorden).



Figur 19. Sesongvariasjon i C:N forhold hos blæretang fra Oslofjordstasjoner 1984-85.

Figure 19. Seasonal variation in the C:N ratio of *Fucus vesiculosus* from Oslofjord stations 1984-85.



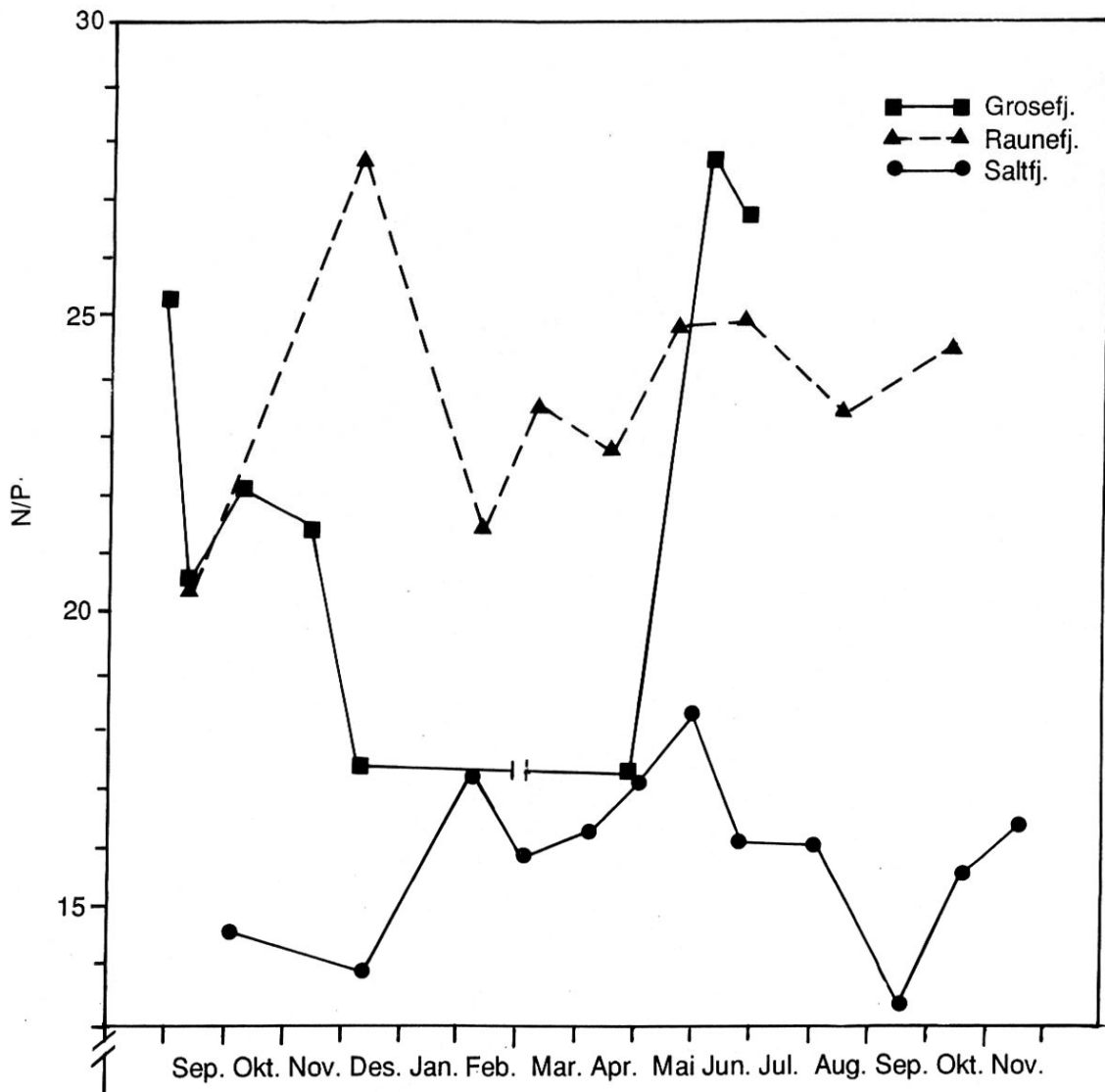
Figur 20. Sesongvariasjon i C:N forhold hos gjelvtang fra Oslofjordstasjoner 1984-85.

Figure 20. Seasonal variation in the C:N ratio of *Fucus evanescens* from Oslofjord stations 1984-85.

Sesongvariasjonen i N:P forholdet ses av fig. 21-22 (grisetang), fig. 23-24 (blæretang) og fig. 25 (gjelvtang).

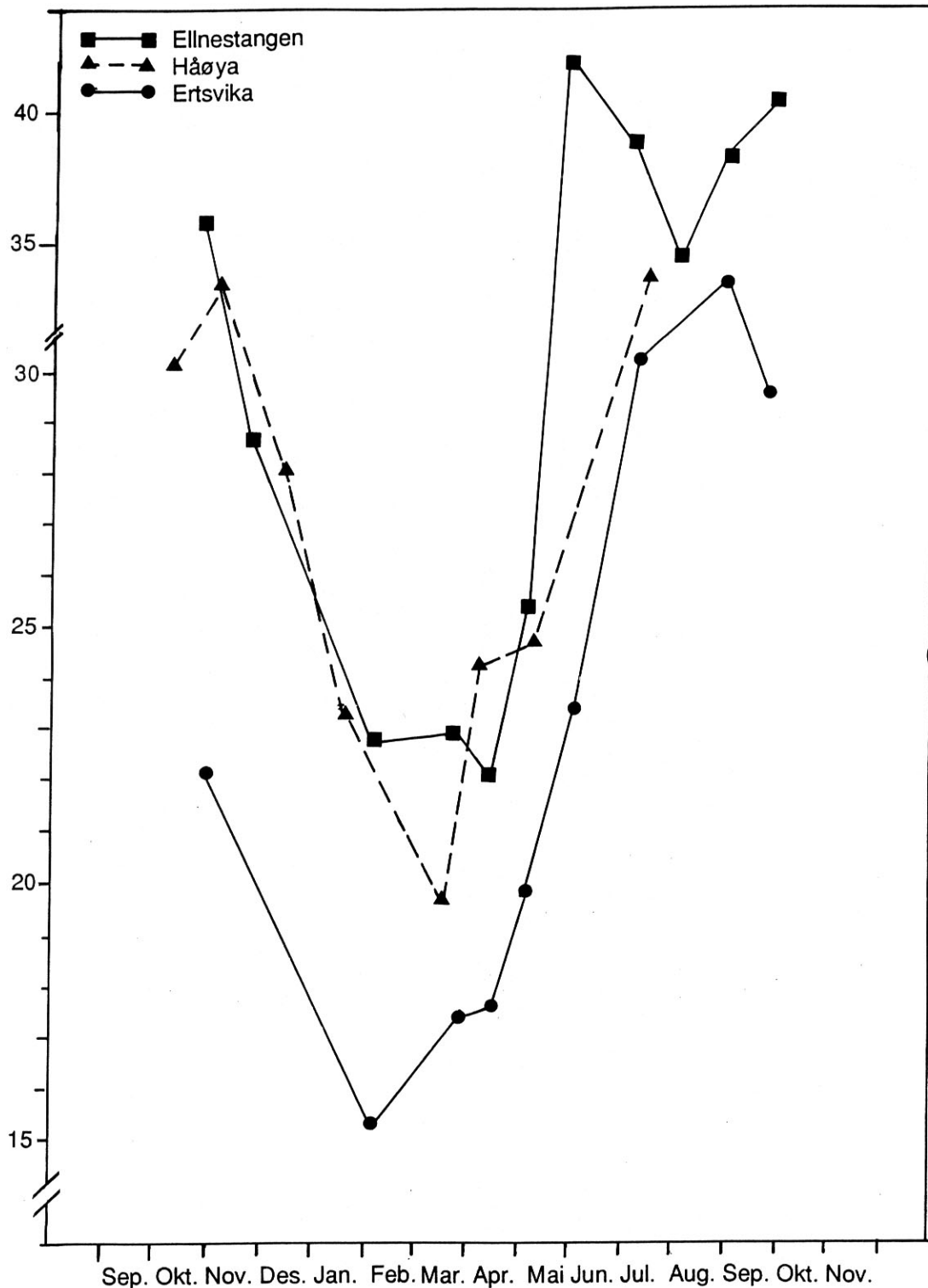
Av figurene fremgår at det på referansestasjonene ikke var noe spesielt mønster i N:P sett over året (fig. 21, 23). På Oslofjordlokalitetene (fig. 22, 24-25) ble derimot de markert høyeste forholdstallene observert i perioden juni-oktober, dvs. i hovedsaken overlappende med tiden for minimum i algenes N- og P-innhold. Koblet med at den antatte kritiske N-konsentrasjon i blæretang på 12 g/kg tørrvekt (kfr. kap. 5.2) ikke ble underskredet i Oslofjorden, tyder dette mest på potensiell fosforbegrensning.

For både grisetang (fig. 21) og blæretang (fig. 23) ses at de klart laveste N:P forhold med få unntak er observert i Saltfjorden. Samsvarende med konklusjonene ut fra nitrogenkonsentrasjonene og C:N forholdet peker dermed nitrogen seg ut som potensielt vekstbegrensende på denne lokaliteten. (Om reell begrensning virkelig inntreer er mer usikkert.) For de to øvrige referanseområdene er det vanskelig å trekke selv tentative konklusjoner. Minst sannsynlighet for reell begrensning ved manglende tilgang på nitrogen, synes å være i Grosefjorden (kfr. relativt høye N:P forhold i begge artene på den tiden av året da eventuell vekstbegrensning er aktuell).



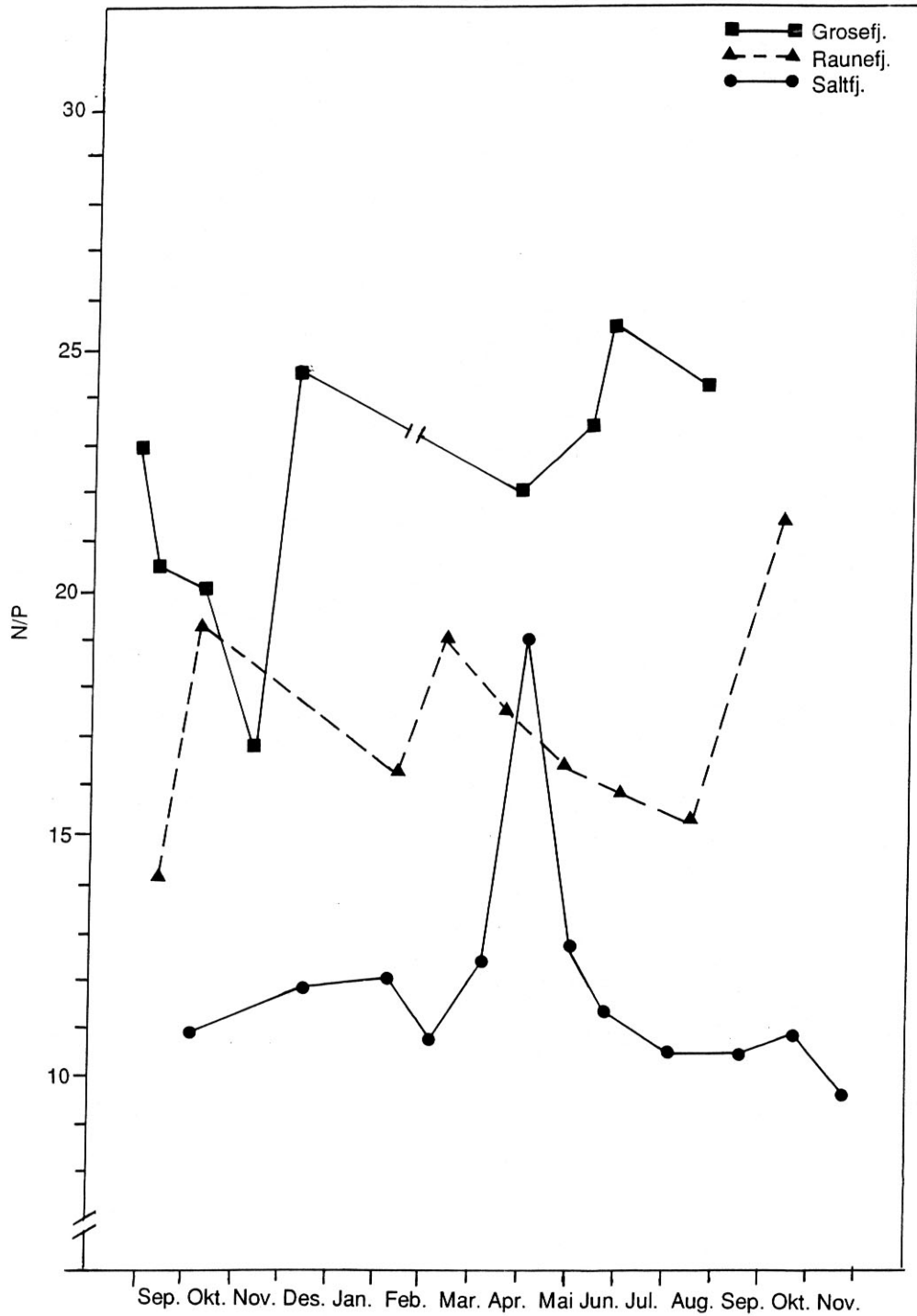
Figur 21. Sesongvariasjon i N:P forhold hos grisetang fra referanselokalitetene Grosefjorden (1985-86), Raunefjorden (1984-85) og Saltfjorden (1984-85).

Figure 21. Seasonal variation of the N:P ratio in *Ascophyllum nodosum* from reference localities in 1984-85 and 1985-86 (Grosefjorden).



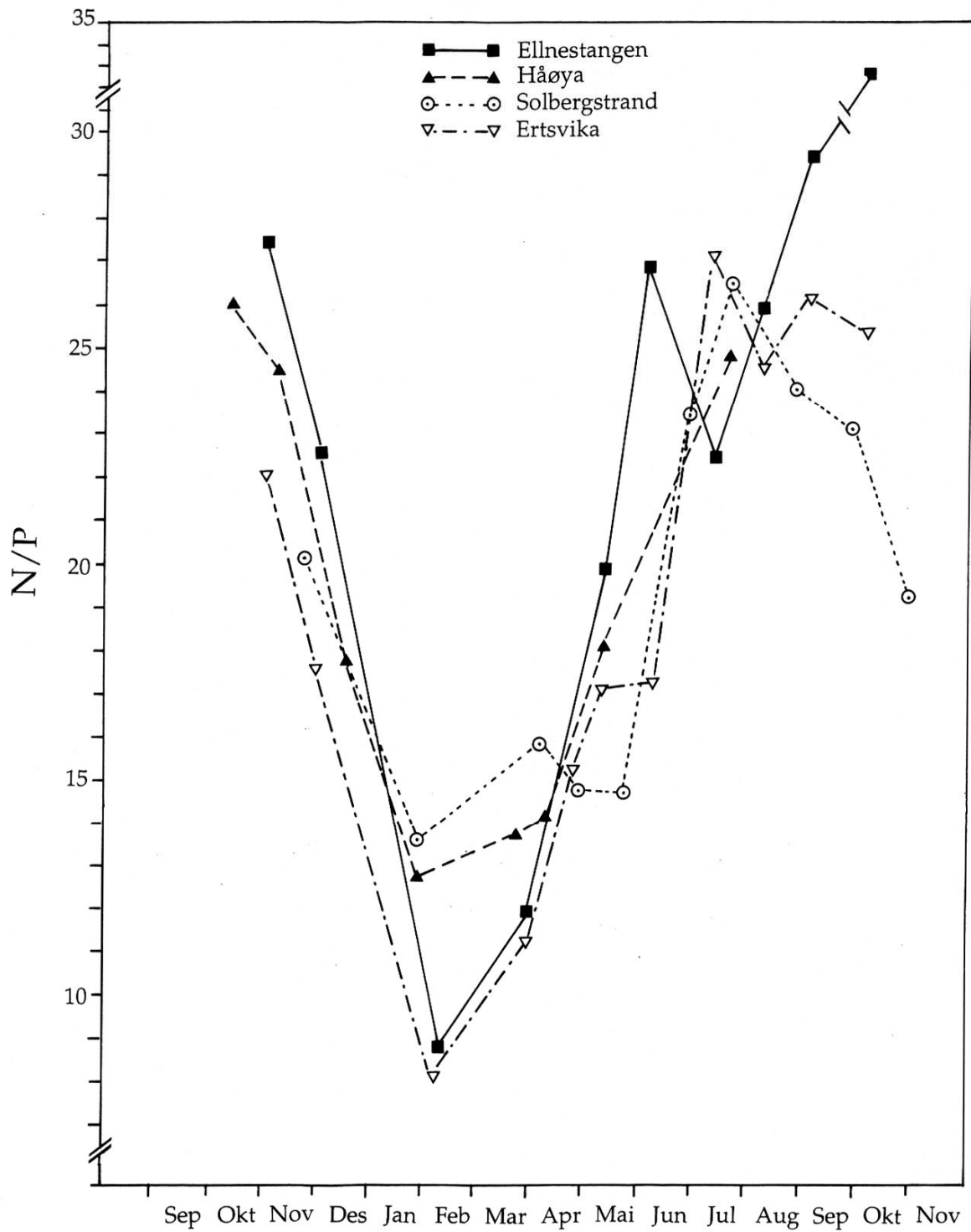
Figur 22. Sesongvariasjon i N:P forhold hos grisetang fra Oslofjordstasjoner 1984-85.

Figure 22. Seasonal variation of the N:P ratio in *Ascophyllum nodosum* from Oslofjord stations in 1984-85.



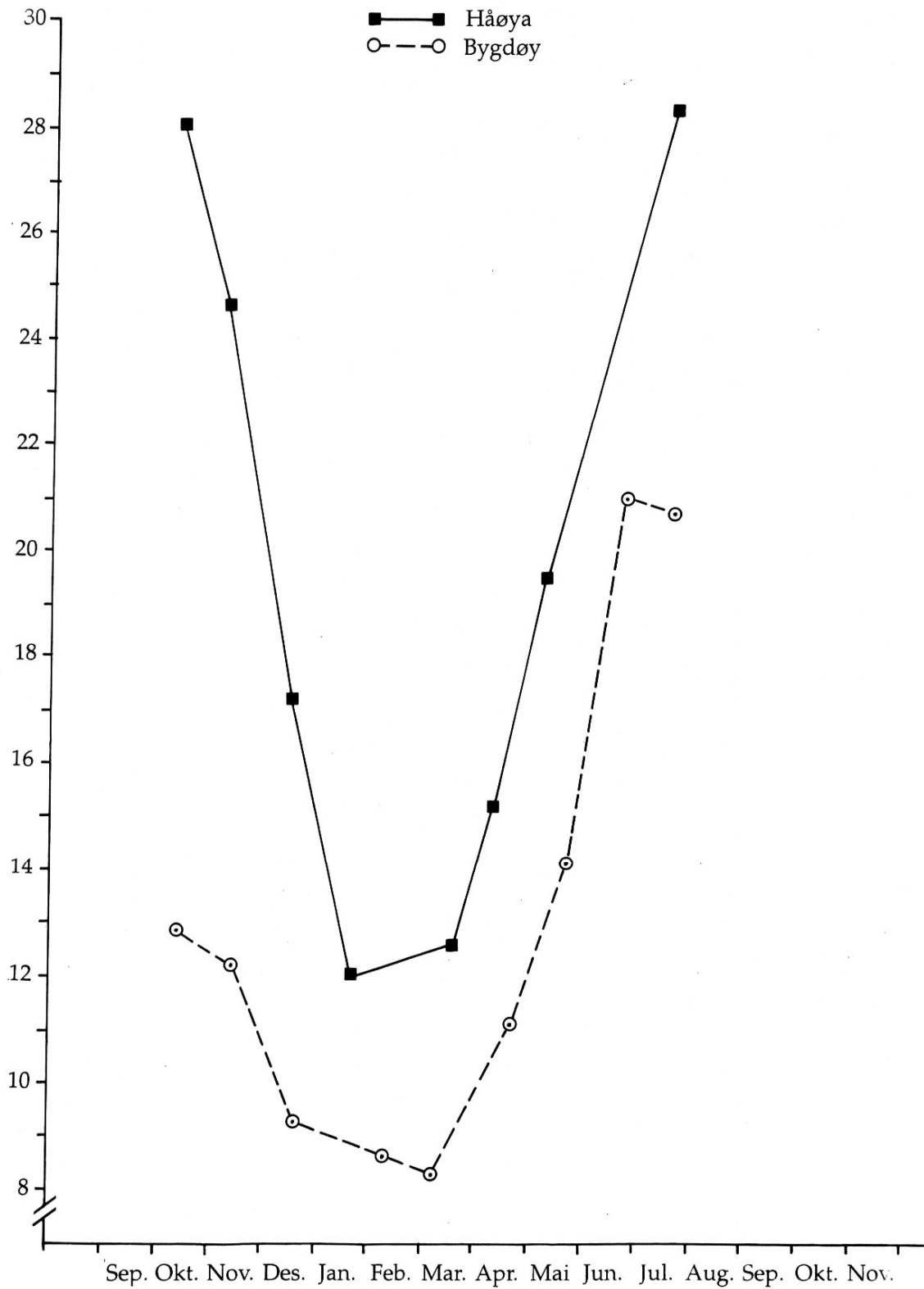
Figur 23. Sesongvariasjon i N:P forhold hos blæretang fra referanselokalitetene Grosefjorden (1985-86), Raunefjorden (1984-85) og Saltfjorden (1984-85).

Figure 23. Seasonal variation of the N:P ratio in *Fucus vesiculosus* from reference localities in 1984-85 and 1985-86 (Grosefjorden).



Figur 24. Sesongvariasjon i N:P forhold hos blæretang fra Oslofjordstasjoner 1984-85.

Figure 24. Seasonal variation of the N:P ratio in *Fucus vesiculosus* from Oslofjord stations 1984-85.



Figur 25. Sesongvariasjon i N:P forhold hos gjelvtang fra Oslofjordstasjoner 1984-85.

Figure 25. Seasonal variation of the N:P ratio in *Fucus evanesceus* from Oslofjord stations 1984-85

5.5 Sammenheng mellom nivåer i tang og fosfor og nitrogen i vann

Eventuell sammenheng mellom nitrogen og fosfor i tang og vannets innhold av næringssalter er bare sett på for lokalitetene Solbergstrand (fig. 1, detaljkart i vedlegg 1) og Færder i Ytre Oslofjord. Da blæretangen på Færder ble skuret vekk av is, ble observasjonene her avbrutt etter 4 måneder. I det følgende behandles derfor bare materialet fra Solbergstrand.

I fig. 26 og 28 er vist variasjonene i vannets innhold av hhv. nitrat og ammonium versus nitrogen i blæretang og ortofosfat-P i vann mot tangens fosforinnhold. Det ses en generell sammenheng ved at perioder karakterisert ved høye konsentrasjoner i vann faller sammen med topper i vevskonsentrasjonene, likeledes en viss samvariasjon mht lave konsentrasjoner i de to analysemediene. For fosfors vedkommende kan man på høsten og vinteren se antydning av et teoretisk forventet mønster: at økning i vannets innhold gjenspeiles noe senere i tangen. Imidlertid fremgår for begge næringsstoffers vedkommende mindre grad av samvariasjon i detaljene av variasjonsmønstrene.

En slik generell samvariasjon mellom $\text{PO}_4\text{-P}$ og $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ i vann og P/N i blæretang er også registrert av Feldner (1976), men særlig på belastede lokaliteter kunne detaljfluktuasjonene være i utakt, slik som materialet fra Oslofjorden. Samme type samvariasjon ble observert for uorganisk nitrogen i vann versus N i grisetang av Asare og Harlin (1983) og Hardwick-Witman og Mathieson (1986), dessuten av Kornfeldt (1982) i skuddspisser av *Fucus serratus* (sagtang). I alle tre tilfellene var nitrogensvingningene i tang litt forsinket i forhold til vann. Hardwick-Witman og Mathieson påpeker at relasjonene N/P i vann versus tang er komplekse og delvis artsavhengige (ulike lagrings- og vekstmønstre selv innen nærstående arter).

Tabell 6 og fig. 27 og 29 viser de lineære korrelasjoner som ble funnet i materialet fra Solbergstrand mellom ulike variable av fosfor og nitrogen i vann mot tangens innhold av P og N. Det er en tydelig og signifikant sammenheng mellom konsentrasjonen av N i tangens skuddspiss og nitrat i vannet. Sammenhengen mot summen av nitrat og ammonium er betydelig svakere, noe som skyldes svært svak korrelasjon mellom ammonium og N-konsentrasjonen i tangen.

Etttersom tangens opptak av nitrogen går over noe tid, har man også forsøkt å korrelere N-konsentrasjonen mot nitrogenkonsentrasjonen i vann den foregående uka og mot et 2 ukers glidende middel. Resultatet ble imidlertid ikke merkbart bedre.

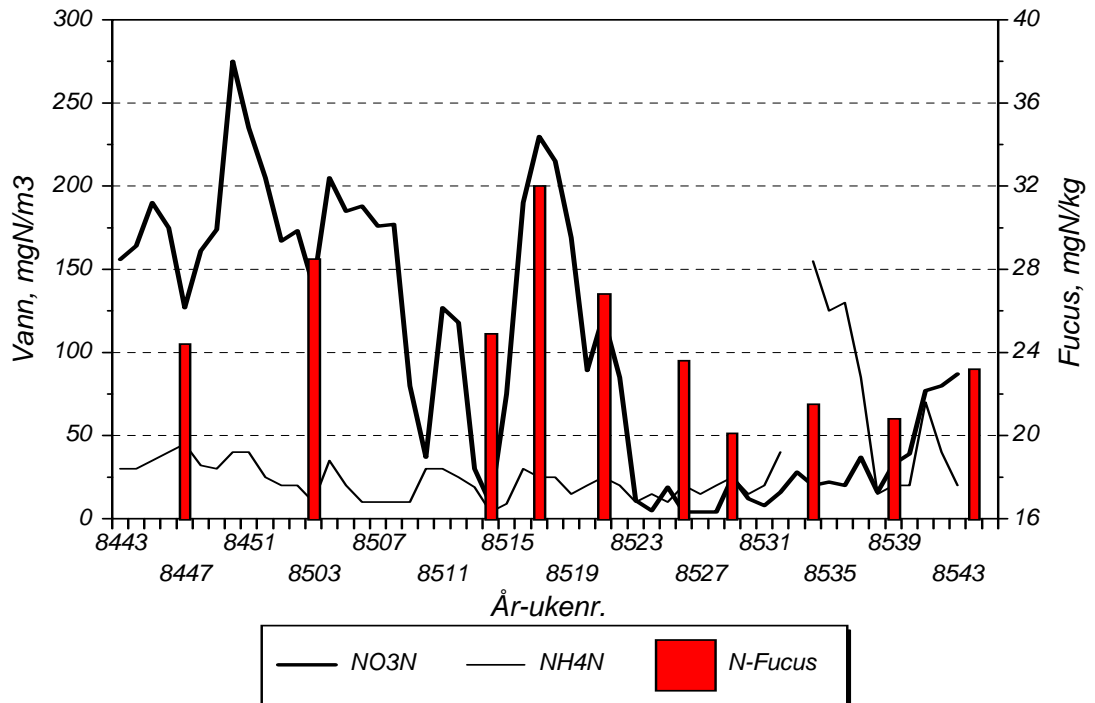
Det er også en tydelig og signifikant sammenheng mellom konsentrasjonen av P i tangens skuddspiss og total fosfor i vannet. Sammenhengen mot fosfat er betydelig svakere.

Som for nitrogen, har man også forsøkt å korrelere P-konsentrasjonen mot fosforkonsentrasjonen i vann den foregående uka og mot en 2 ukers glidende middel. Resultatet ble imidlertid ikke merkbart bedre enn vist nedenfor.

Tabell 6. Lineær regresjon av henholdsvis nitrat og nitrat+ammonium mot nitrogeninnholdet i blæretang fra Solbergstrand, Oslofjorden, 1984-85 og tilsvarende for ortofosfat og totalfosfor i vann mot fosforinnhold i tang.

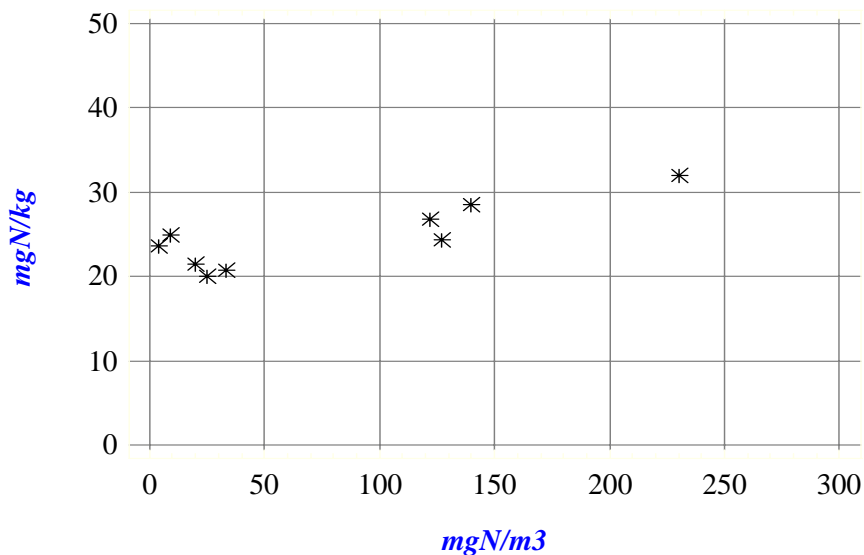
Table 6. Linear regression of nitrate and nitrate+ammonium vs. nitrogen in *Fucus vesiculosus* at Solbergstrand, Oslofjorden, 1984-85 and for orthophosphate and total phosphorus vs. phosphorus in the alga.

	Korrelasjonskoeffisient r^2	Sannsynlighet p
Nitrat	0.74	0.003
Nitrat+ammonium	0.40	0.05
Ortofosfat	0.64	0.01
Totalfosfor	0.37	0.08



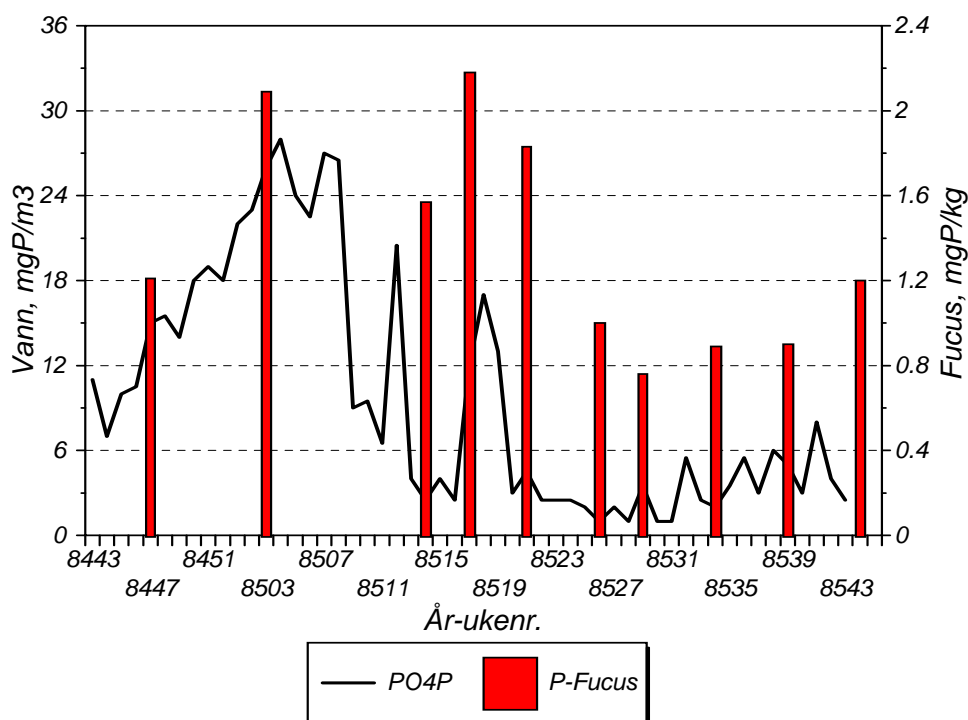
Figur 26. Variasjon gjennom året fra høsten 1984 til høsten 1985 i vannets innhold av nitrat og ammonium og innholdet av nitrogen i 0-10 cm skuddspisser av blæretang fra Solbergstrand, Oslofjorden.

Figure 26. Variation through the year in water content of nitrate and ammonium and phosphorus in 0-10 cm apices of *F. vesiculosus* at Solbergstrand, Oslofjorden 1984-85.



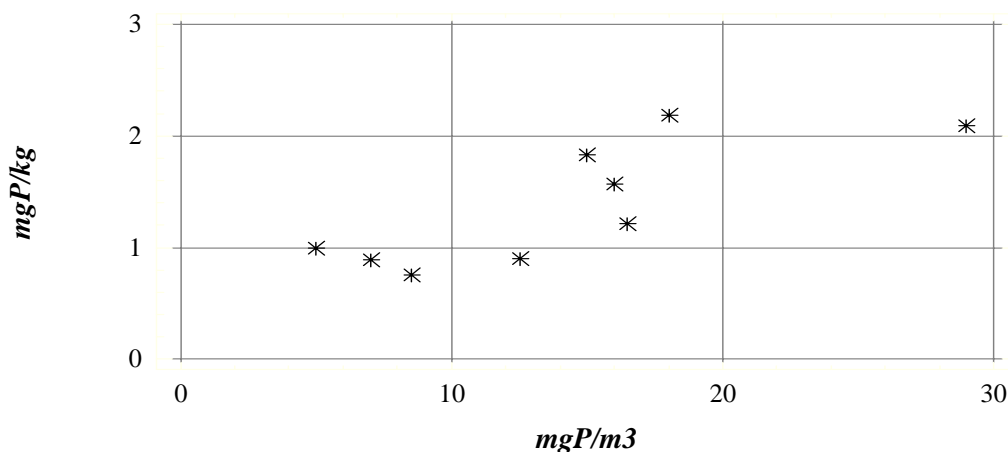
Figur 27. Nitrogeninnhold i *Fucus vesiculosus* mot nitrat i vannmassen, for samsvarende datoer.

Figure 27. Nitrogen concentration in *Fucus vesiculosus* from Solbergstrand versus nitrate in the water.



Figur 28. Variasjon gjennom året høsten 1984 til høsten 1985 for ortofosfat i vann og fosfor i 0-10 cm skuddspisser i blæretang fra Solbergstrand, Oslofjorden.

Figure 28. Variation through the year in water content of orthophosphate and phosphorus in 0-10 cm apices of *F. vesiculosus* from the Oslofjord locality Solbergstrand in 1984-85.



Figur 29. Fosforinnhold i *Fucus vesiculosus* mot total fosfor i vannmassen for samsvarende datoer.

Figure 29. Phosphorus concentration in *Fucus vesiculosus* from Solbergstrand versus total phosphorous in the water.

5.6 Oppsummerende diskusjon

Hovedhensikten med denne undersøkelsen har som nevnt vært å se på mulighetene for å bruke fosfor og nitrogen i tang som indikator på overgjødning også ved moderate grader av påvirkning. I denne forbindelse er karakteristikken av sesongvariasjonene sentralt, dessuten spørsmålet om de sannsynlige forskjeller mellom næringssaltregimene i ulike hovedvannmasser langs kysten. Fenomenet sesongvariasjoner rommer dels lokale faktorer, dels regionale forskjeller i klima og dermed tilknyttede forskjeller i algenes vekstrytme. Ovenpå forskjellene mellom karakteriserbare hovedvannmasser kommer innflytelsen fra lokale oppvellingsområder og graden av ferskvannspåvirkning lokalt, dermed også innholdet av næringssalter i vedkommende ferskvann. Alt i alt utgjør dette et så stort problemkompleks at det i utgangspunktet kan synes vanskelig å detektere annet enn ganske markerte påslag i vannets P- og N-innhold ved å måle innholdet av disse stoffene i fastsittende alger.

Ovenstående betyr bl.a. at de her presenterte "referanseverdiene" ikke uten forbehold kan oppfattes som representative for vannmassene langs hhv. Skagerrakkysten, på Vestlandet og i den nordlige landsdel. Ferskvannspåvirkningen er moderat på alle prøvestedene, dvs. vanligvis over 30 % S ved Eggholmene i Raunefjorden og Bodøsjøen/Saltfjorden, men noe lavere ved Herøy/Groosefjorden. (Etter Næs (1986) vanligvis 25-30, men sporadisk såvidt under 20 %. I henhold til kystovervåkingsprogrammets resultater fra stasjonen ved Arendal (Pedersen et al., 1996) er det imidlertid ikke uvanlig med kortere perioder der saltholdigheten er under 25 % S i overflatevannet på åpen kyst, særlig i mai-juni. Det er således intet ved saltholdighetsforholdene som tilsier at ikke Herøylokalitetene skulle være rimelig representativ for denne del av kysten.). Stedlige oppvellingsforhold er ikke kjent (generelt lite undersøkt langs kysten). Lokal påvirkning med næringssalter må antas ubetydelig ved prøvestedene på Vestlands- og Nordlandsstasjonene, men er noe mer usikker på Sørlandsstasjonen (relativt åpent farvann, men ikke mer enn 3 km fra Grimstad).

Hvis P og N i tang skal kunne bli et praktisk verktøy for å spore moderate grader av overbelastning med gjødselstoffer, er det ønskelig å kunne benytte et lavest mulig antall observasjoner. Siden sesongvariasjonen er stor, må det følgelig satses på prøver i en begrenset del av året, nærmere bestemt innen periodene med maksimum eller minimum av P/N innhold. Hvis det er anledning til parallell prøvetaking på en referansestasjon som tilnærmet kan anses å representere de naturbetingede forhold innen en større region (her valgt Skagerrak, Vestlandet og Nord-Norge, hvilket i seg selv er diskutabelt), skulle både maksimums- og minimumsperioden være brukbar. Imidlertid synes det vanskelig å komme unna med mindre enn tre prøvedatoer innen den av de respektive periodene som velges (dvs. februar -april eller juli - september) dersom man skal kunne føle seg trygg på å treffe maksimum hhv. minimum).

Foruten værslaget (mulig is i strandsonen, andre praktiske forhold) taler det for prøvetaking i juli-september at man for den lave del av variasjonsintervallet har enkelte "referanseverdier" i form av "kritisk konsentrasjon" og minimumskonsentrasjon for vekst. For de her behandlede arter er dette riktignok bare delvis tilgjengelig og sparsomt belagt (kritisk konsentrasjon av nitrogen i blæretang og gjelvtang, ellers lite, kfr kap 5.2). Her fremstår et betydelig forskningsbehov, som det synes av stor praktisk interesse å få dekket. Hvis man har pålitelige verdier for slike størrelser å jevnføre overvåkingsresultatene med, blir dataene straks mer utsagnskraftige, og man blir mindre avhengig av parallelle prøver fra antatt brukbare referansestasjoner.

På grunnlag av ovenstående konkluderes med at man for bruk av tang som overgjødslingsindikator bør velge perioden med sannsynlig minimumsinhold av fosfor og nitrogen, dessuten fortrinnsvis ta tre prøver innen det aktuelle tidrom. Tre prøver er også minimum for statistiske sammenligning av forholdene på flere lokaliteter. Så lenge det savnes en del grunnleggende informasjon om artenes

næringssaltbehov, vil det være en fordel med parallellstudier på en referansestasjon (tilnærmet "uberørt").

Et annet spørsmål er hvor stor del av skuddspissene som bør prøvetas for å få et mest mulig ømfintlige instrument til å spore overgjødning. Antas det normale (ingen sivilisatorisk tilførsel) å være at det i løpet av vekstsesongen inntreer en vekstbegrensning ved utilstrekkelig tilgang på enten nitrogen (vanligvis ?) eller fosfor, går metoden ut på å få registrert at denne vekstbegrensning enten ikke finner sted eller opptrer senere enn den ville ha gjort uten den ekstra tilførselen. Siden veksten hos fucaceene skjer i spissen, synes det logisk å prøveta denne delen. Hvis det her aldri registreres nivåer under kritisk konsentrasjon (laveste konsentrasjon for maksimal veksthastighet), vil det være en indikasjon på overgjødning. (I områder med naturlig svært lav tilgang på nitrogen eller fosfor kan minimumskonsentrasjonen for vekst spille samme rolle som referanseverdi). Ut fra at Jacobi (1954) registrerte en synkende nitrogengradient selv innen de øverste 3 cm av blæretang, kan det foreslås å bruke blandprøver av 0-2 cm avsnittet fra spissen. De individuelle variasjonene mellom skuddspissene var ikke større (kap. 4.4) enn at denne usikkerhetsfaktor skulle være nøytralisert ved å blande 20-50 skuddspisser fra 10-20 individer til en prøve.

I utgangspunktet synes de tre artene å kunne være like anvendelige som indikatorer. En fordel med blæretang er at den totalt sett har videst utbredelse i områder der overgjødning er mest aktuelt. Ellers er det viktig for et eventuelt valg hvilken art som er best kjent mht. vekstfysiologiske egenskaper (spesielt kritisk konsentrasjon). Foreløpig er også det blæretang.

6. RESULTATER FRA OPPDRAGSUNDERSØKELSER OG SPREDTE OBSERVASJONER

6.1 Glomfjord og Holandsfjorden 1991 - 92

Glomfjord i Nordland mottar store mengder nitrogen og fosfor i et utslipp fra en kunstgjødsel fabrikk. Den nærliggende Holandsfjorden har i det vesentlige bare naturbetingede tilførsler. Prøvesteder i Glomfjord 1981-82 og 1991-92 er vist på fig. 30. Utslipet fra kunstgjødsel fabrikken ligger like innenfor st. Bi1.



Figur 30. Glomfjord med prøvesteder for tang 1981-82 og 1991-92. (Utslipet fra kunstgjødsel fabrikk munner like innenfor st. Bi1).

Figure 30. Sampling stations in Glomfjord 1981-82 and 1991-92. Outfall from fertilizer production near st. Bi1.

Som nevnt i innledningen (kap. 2) viste analyser av tang (inkludert eldre thalldeler) fra Glomfjord 1981-82 statistisk signifikante N- og P-gradienter for både grisetang og blæretang samlet i økende avstand fra utslippet fra kunstgjødsselfabrikken (Molvær et al., 1984; Molvær og Knutzen, 1987). Et mindre antall prøver i 1984 bekreftet inntrykket av langtrekkende påvirkning (tabell 7). (Bjørnneset er ca 3 km VNV for st. B.7 på fig. 30 og Kunna er en tilnærmet uberørt lokalitet på åpen kyst).

Foruten en tydelig minskning i N- og P-innholdet fra st. Bi6 til Bjørnneset, ses de lave konsentrasjonene i referansesjaset, spesielt mht. nitrogen.

Tabell 7. Karbon, nitrogen og fosfor i skuddspisser av grisetang og blæretang fra Glomfjord og referansesjaset Kunna 13/8-84, g/kg tørrvekt.

Table 7. Carbon, nitrogen and phosphorus in the apical parts of *Ascophyllum nodosum* and *Fucus vesiculosus* from Glomfjord and the reference locality Kunna 13/4 1984, g/kg d.w.

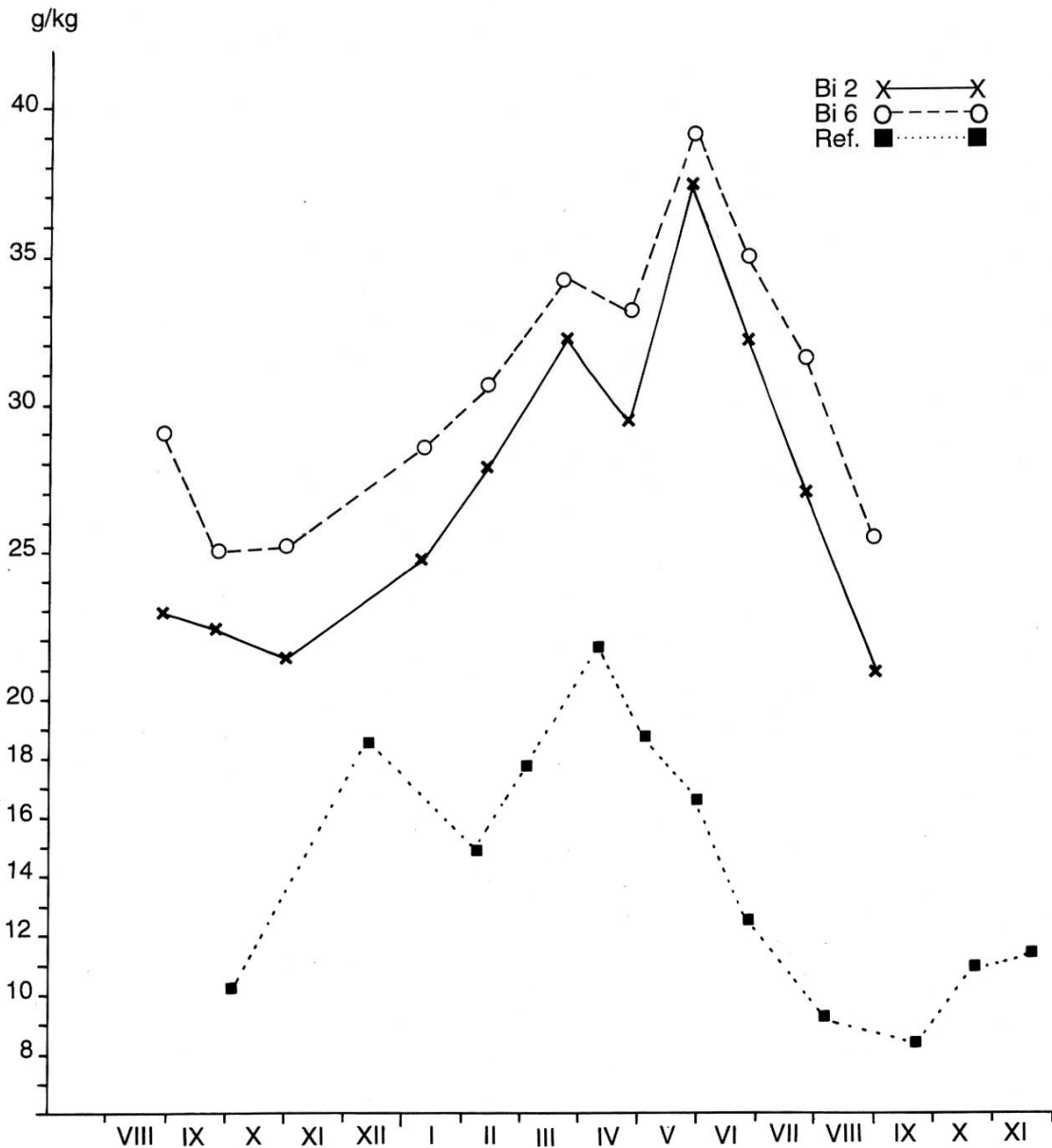
Arter/stasjoner	0-5 cm					5-10 cm				
	C	N	P	C:N	N:P	C	N	P	C:N	N:P
Grisetang (A.n.)										
St. Bi6	385	30.7	1.43	13	22	386	32.2	1.32	12	24
Bjørnneset ¹⁾	395	25.1	0.74	16	34	394	24.2	0.74	16	33
Kunna ²⁾	402	8.2	0.53	49	16	394	7.8	0.43	51	18
Blæretang (F.v.)										
St. Bi6	437	38.8	2.09	11	19	437	36.6	1.85	13	20
Bjørnneset	404	28.8	1.20	14	24	427	25.2	0.66	17	39
Kunna	416	8.7	0.84	48	10	423	7.3	0.48	58	15

¹⁾ På sydsiden, ca. 300m m innenfor neset.

²⁾ På landsiden av bukt innenfor Kunna.

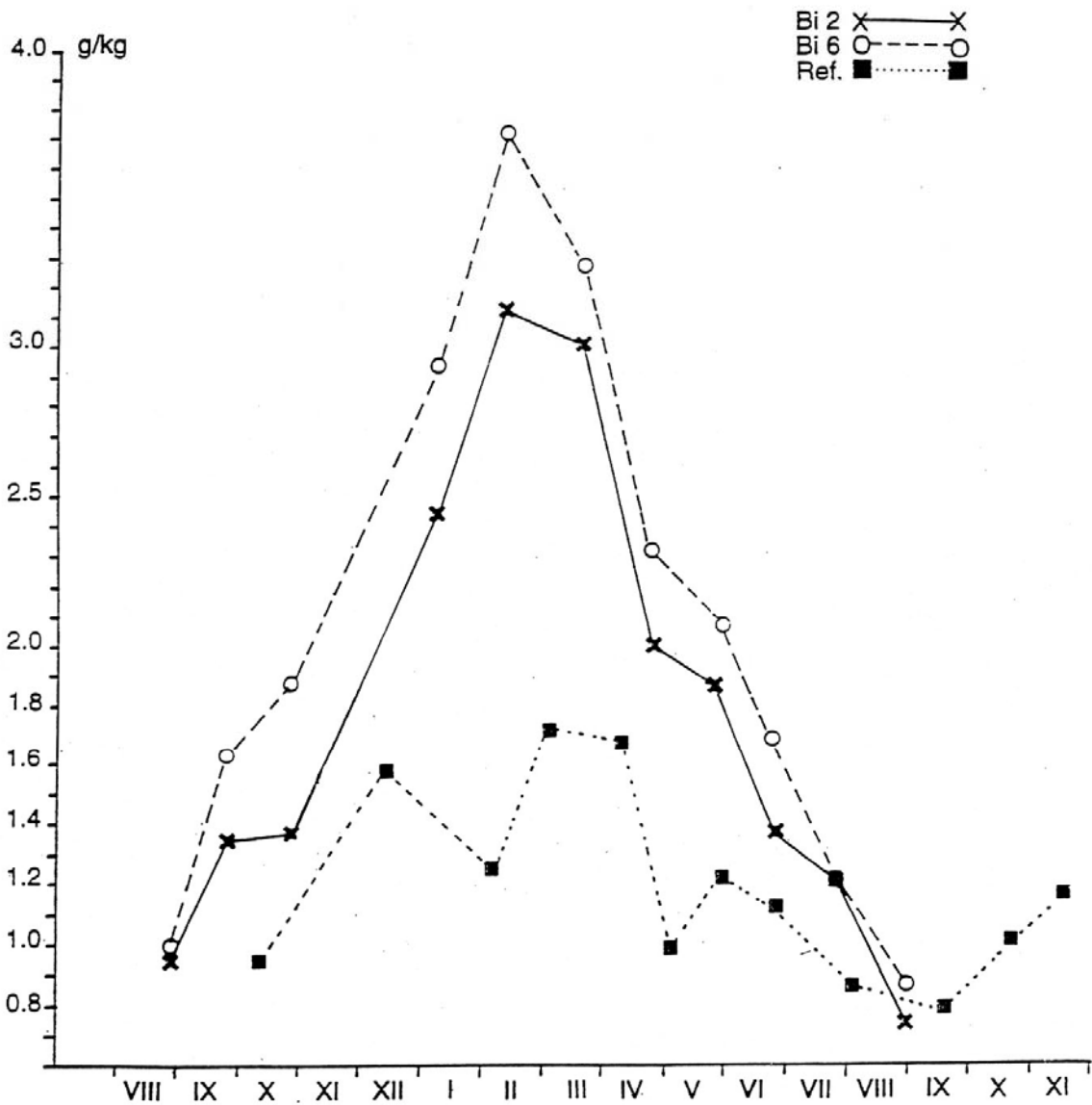
Gjentatte analyser i 1991-92 (denne gang av ca. 3 cm skuddspisser) viste fremdeles betydelig gjødselstoffpåvirkning (Johnsen et al., 1994). Dette ytret seg bl.a. ved markert høyere P- og N-verdier i både grisetang og blæretang jevnført med prøver fra referansesjaset i samme landsdel (Saltfjorden). For nitrogen var det klare forskjeller gjennom hele året (illustrert for blæretang i fig. 31); mht. fosfor det samme mesteparten av året, men i mindre grad eller utvasket i juli-august (fig. 32). Imidlertid må det tas et visst forbehold for størrelsen av forskjellen pga. at sammenlignings-materialet fra Saltfjorden som figuren er bygget på er analysert på ca 10 cm lange skuddspisser (kfr. kap. 5.3). Av verdiene i 0-5 cm avsnittet fra august-september (vedleggstabellene A 42 og A 43 jevnført med hhv. A 17 og A 27) fremgår at nitrogenverdiene i både grisetang og blæretang fra samtlige Glomfjordlokalteter ligger over verdiene fra referansesjaset. Derimot var det ikke slik for fosfor. Det kan også bemerkes at Glomfjordtangens maksimale nitrogeninnhold inntraff lenger ut på våren enn i Saltfjorden (fig. 31). Muligens kan dette tyde på en lengre opplagingsperiode i Glomfjord pga. stadig tilførsel.

Enda klarere var forskjellen mellom de forurensede Glomfjordstasjonene og prøvesteder i den nærliggende, men ubelastede Holandsfjorden. (Kfr. vedlegg 7 med rådata fra de to fjordene, tabell A42-A44. For Holandsfjordstasjonenes beliggenhet - se Holte et al., 1994).



Figur 31. Sesongvariasjon for nitrogen i skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*) i g/kg tørrvekt fra Glomfjord 1991-92 sammenlignet med i Saltfjorden 1984-85. (Ref. = Bodøsjøen 1984-85).

Figure 31. Seasonal variation of nitrogen concentration in ca 3 cm apical shoots of *Fucus vesiculosus* from Glomfjord 1991-92 compared with results from the reference location Saltfjorden 1984-85 (0-10cm), g/kg dry weight.



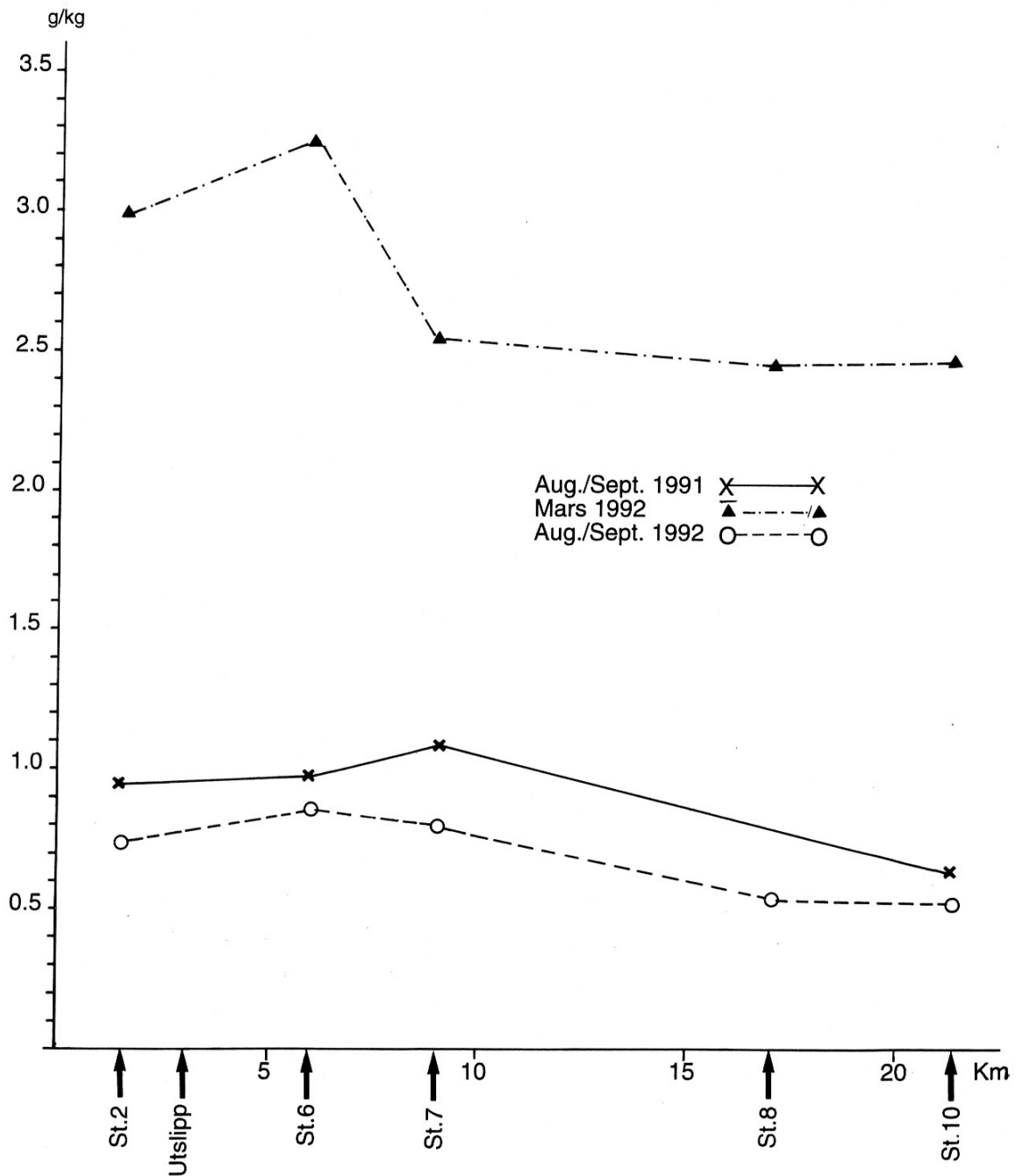
Figur 32. Sesongvariasjon for fosfor i skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*) i g/kg tørrvekt fra Glomfjord 1991-92 sammenlignet med Saltfjorden 1984-85.

Figure 32. Seasonal variation of phosphorus concentration in ca 3 cm apical shoots of *Fucus vesiculosus* from Glomfjord 1991-92 compared with results from the reference locality Salfjorden 1984-85 (0-10 cm apices), g/kg dry weight.

For P- og særlig N-innholdet i blæretang ble det også påvist markerte gradienter med økende avstand fra utslippet (fig. 33-34). Derimot kom dette i mindre grad til syne fra analysene av grisetang (muligens pga. av forbyttning av prøver).

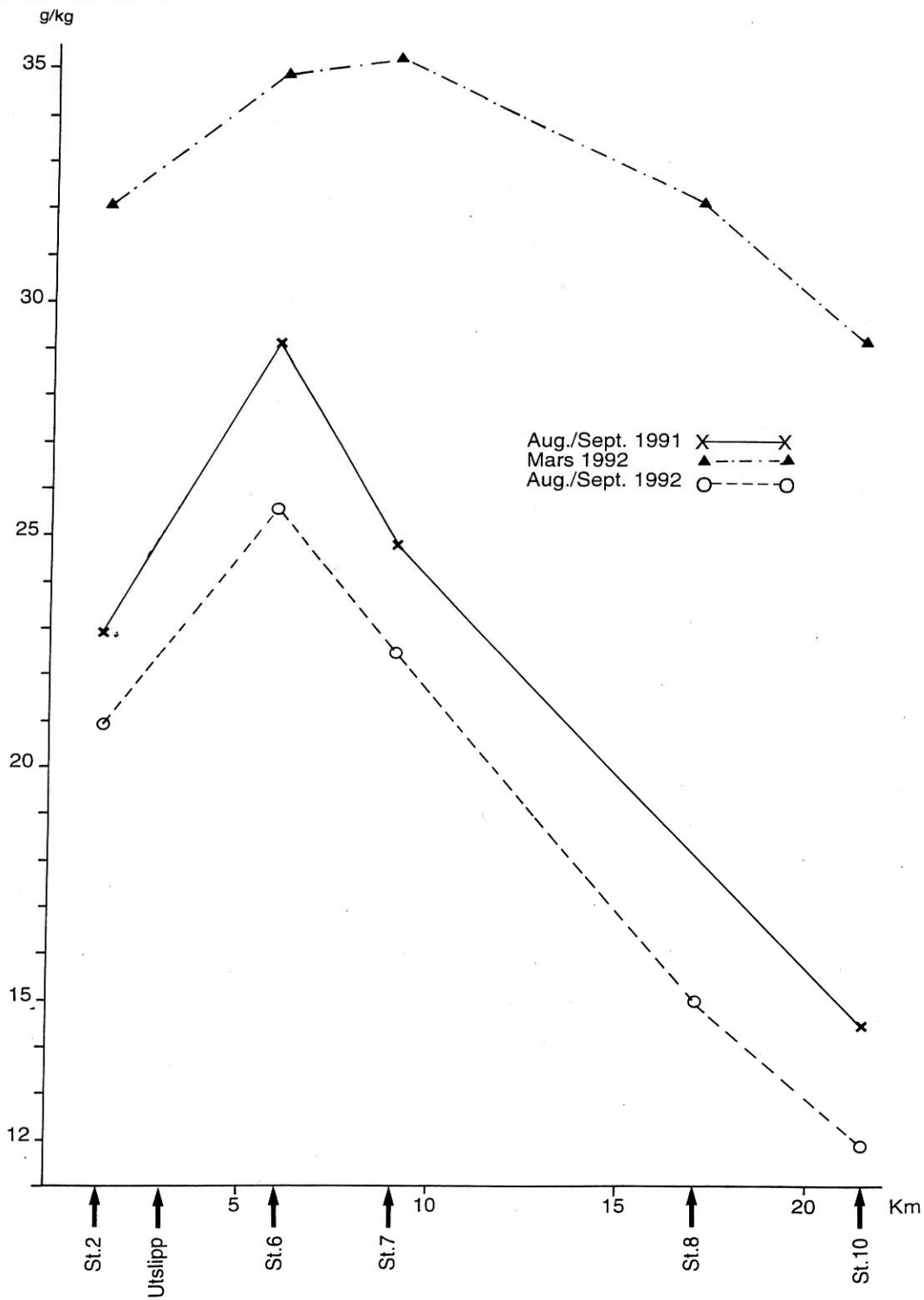
Hovedkonklusjonen fra observasjonene i 1991-92 blir at hele Glomfjord, og særlig mht. nitrogen også store deler av det utenforliggende området i varierende grad var preget av overgjødning, muligens sporbart så langt som 20 km fra kilden (Johnsen et al., 1994).

Begge disse fjordene er noe ferskvannspåvirket, mest Holandsfjorden med en midlere saltholdighet i indre del på 23 ‰ S og ekstremverdier i flomperioden juni-juli på <5 ‰. I følge Munda (1967, 1977) og Munda og Kremer (1977) har fucaceer fra markert ferskvannspåvirkede områder (særlig ved mindre enn 10-15 ‰ S) forhøyet nitrogeninnhold (se også Wallentinus, 1981b med ref.). Nitrogennivået i blæretang fra Holsfjorden var muligens noe høyere enn i Saltfjorden, mens det var liten forskjell for grisetangs vedkommende. Hos blæretang fra begynnelsen av september var det også uvanlig høyt N:P forhold (55.0 og 53.6 hhv. i 1991 og 1992). Hvorvidt dette kan ha sammenheng med ferskvannspåvirkning (lave P-konsentrasjoner i uberørte vassdrag) er det foreløpig ikke grunnlag for å si noe om.



Figur 33. Fosfor i blæretang (*Fucus vesiculosus*) i g/kg tørrvekt fra stasjoner på nordsiden av Glomfjord/Meløyfjorden aug./sept. 1991, mars 1992 og aug./sept. 1992. X-aksen viser stasjonens avstand fra utslippet.

Figure 33. Phosphorus in ca 3 cm apical shoots of *Fucus vesiculosus* from sampling stations in Glomfjord 1991-1992, g/kg dry weight. Distance from discharge of fertilizer waste in km.



Figur 34. Nitrogen i blæretang (*Fucus vesiculosus*) i g/kg tørrvekt fra stasjoner på nordsiden av Glomfjord/Meløyfjorden aug./sept, 1991, mars 1992 og aug./sept. 1992. X-aksen viser stasjonens avstand fra utslippet.

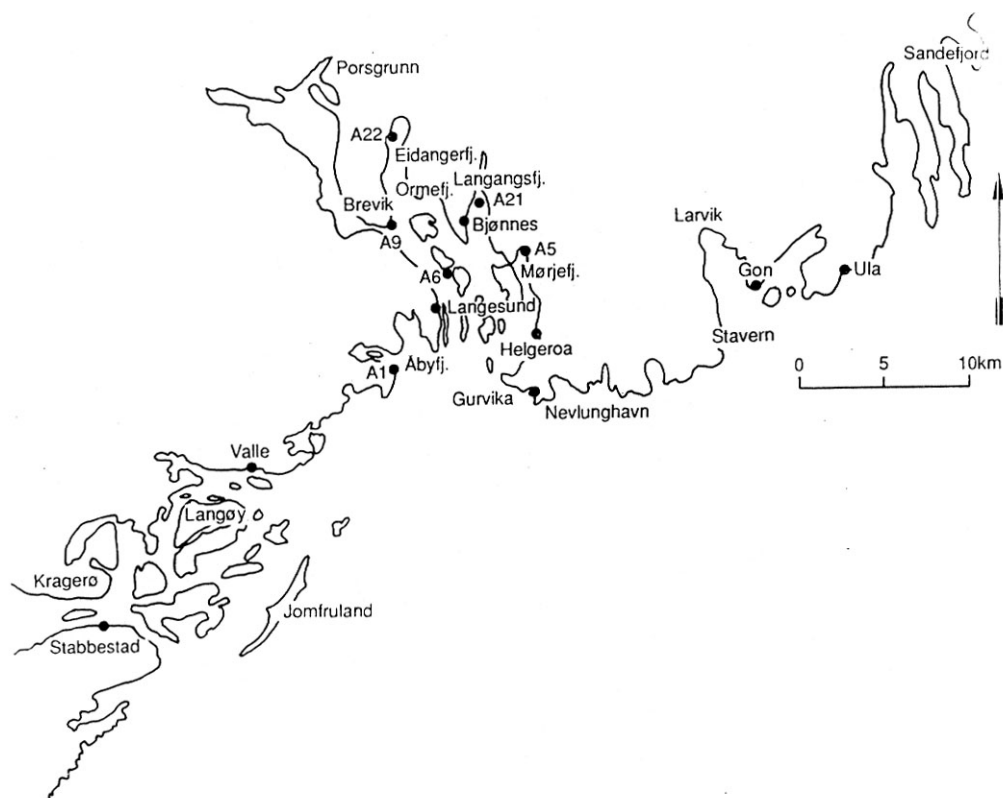
Figure 34. Nitrogen in ca 3 cm apical shoots of *Fucus vesiculosus* from sampling stations in Glomfjord 1991-1992, g/kg dry weight. Distance from discharge of fertilizer waste in km.

6.2 Grenlandsfjordene og tilgrensende områder 1988

Grenlandsfjordene har vært og er fremdeles i noe mindre grad resipient for store mengder fosfor- og nitrogenforbindelser fra industrielle og kommunale utslipp, spesielt fra produksjon av kunstgjødsel. (For utviklingen i perioden 1975-1989, kfr. Molvær, 1991.)

Stasjonskart for innsamling av ca 3-4 cm skuddspisser av blæretang til P- og N- analyse i april og august 1988 er vist i fig. 35. (For nærmere detaljer vedrørende stasjonens beliggenhet vises til Knutzen, 1990.) Hovedtyngden av tilførslene av næringssalter kommer med Skienselva, fra industrien i Porsgrunn og som utslipp fra det interkommunale rensanlegget i Porsgrunn. I utgangspunktet skulle man derfor vente avtagende P- og N-konsentrasjoner i tang med økende avstand fra Brevik (st. A9 fig. 35). Sterk ferskvannspåvirkning må antas å være hovedårsaken til at tang bare forekommer aller ytterst i den innenforliggende Frierfjorden. Brakkvann preger også de øvrige områdene innenfor Langesund, illustrert ved følgende middelverdier/minimumsverdier fra flere års observasjoner (N>100, NIVA unpubl.).

Eidangerfjorden:	14.4/6.0 ‰ S
Breviksfjorden:	13.4/1.0 "
Håøyfjorden:	18.1/6.8 "
Langesundsbukta:	23.8/11.2 "



Figur 35. Grenlandsfjordene med tilgrensende områder. Stasjonskart for blæretang (3-4 cm skuddspisser) til fosfor- og nitrogen- og karbonanalyse 1988).

Figure 35. The Grenland fjords with neighbouring areas. Sampling stations 1988 for P/N/C analysis of 3-4 cm shoot apices of *Fucus vesiculosus*.

Resultatene fra analysene av aprilprøver ga generelt høye verdier av både nitrogen og fosfor (tabell 8). Et bemerkelsesverdig unntak var nitrogen i materialet fra st. A9 ved Brevik, dvs der man skulle forvente høyest belastning. Verdien må antas lite representativ for stasjonen, kfr. høyere nitrogeninnhold i augustprøven fra samme sted. Ellers lå alle aprilverdiene for nitrogen omkring 50% eller mer over maksimalkonsentrasjonene fra referansestasjonen på Skagerrakkysten (fig. 13), og oversteg også klart registreringene fra Håøya i indre Oslofjord (fig. 13). Tilsvarende ses meget lave C:N forhold i april.

Også i august, da det skulle forventes et minimum, ble det observert relativt høyt nitrogeninnhold (kfr. tabell 8 med fig. 13 og fig. 7).

Til sammen tyder observasjonene på rikelig/god tilgang på nitrogen hele året i dette undersøkelsesområdet.

Heller ikke fosfor syntes å være potensielt vekstbegrensende på noen av lokalitetene. Maksimalkonsentrasjon (aprilverdiene) i tabell 9 overstiger verdiene i samme skuddavsnitt fra Håøya/I. Oslofjord og var omkring det dobbelte av maksimaltkonsentrasjonene observert i Grosefjorden (kfr. tabell 8 med fig. 14).

For å kunne si noe om hvorvidt det er fosfor eller nitrogen som er nærmest til å være vekstbegrensende, trengs tettere observasjoner i perioden sommer - tidlig høst.

Tabell 8. Nitrogen og fosfor i 3-4 cm skuddspisser av blæretang fra Grenlandsfjordene og tilgrensende områder i april og august 1988, g/kg tørrvekt. (C:N forhold fra data i Knutzen, 1990).

Table 8. Nitrogen and phosphorus in 3-4 cm shoot apices of *Fucus vesiculosus* from the Greenland fjords and adjacent areas in April and August 1988, g/kg dry weight. (C:N ratios from data in Knutzen, 1990).

Lokaliteter	22/4-88				22-25/8-88			
	N	P	C:N	N:P	N	P	C:N	N:P
Stabbestad	41.7	3.07	10.1	13.6	-	-	-	-
Valle	41.2	3.22	9.7	12.8	25.4	1.12	15.1	22.7
Åbyfj.	49.8	2.88	8.6	17.3	22.2	0.96	17.7	23.1
A1 Åbyfj.	-	-	-	-	22.8	1.33	17.7	17.2
A3 Helgerofj.	-	-	-	-	23.0	0.78	17.3	29.5
Helgeroa ¹⁾	39.3	2.41	10.3	16.3	23.4	0.97	17.0	24.1
Langesund	37.4	3.11	11.0	12.0	32.9	1.40	12.3	23.5
A5 Mørjefj.	-	-	-	-	24.0	0.75	17.3	32.0
Bjønnes	40.1	2.44	10.0	16.4	-	-	-	-
A21 Langangsfj.	-	-	-	-	18.7	0.75	21.3	25.0
A8 Ormefj.	-	-	-	-	32.0	1.11	12.4	28.8
A22 Eidangerfj.	-	-	-	-	29.9	0.88	13.3	34.0
A6 Breviksfj.	-	-	-	-	29.0	1.58	13.6	18.4
A9 Brevik	22.9 ²⁾	2.52 ²⁾	18.5	9.1	24.7	0.74	16.6	33.4
Gurvika	38.6	2.14	10.5	18.0	21.1	1.35	18.6	15.5
Gon Camp.	36.2	2.52	11.0	14.4	-	-	-	-
Ula Camp.	35.9	2.26	11.6	15.9	-	-	-	-

¹⁾ Blokkebukta. ²⁾ Reanalysert med samme resultat.

6.3 Hosangervågen/Osterfjorden (Hordaland) 1986

For å belyse eventuelle effekter av et nærliggende fiskeoppdrettsanlegg på miljøkvaliteten i et strandområde ble det 5/8 1986 bl.a. samlet inn skuddspisser av blæretang og grisetang. Prøvene ble tatt i noe forskjellig avstand fra oppdrettsanlegget (NIVA upubl., prosjektnr. O-86156), men viste ingen tydelig konsentrasjonsgradienter (tabell 9) innen det begrensede undersøkelsesområdet på mindre enn 1 km utstrekning.

Tabell 9. Nitrogen og fosfor i øvre 0-5 cm og påfølgende 5-10 cm av skuddspisser fra grisetang og blæretang fra Hosangervågen, Hordaland, 5/8-86, g/kg tørrvekt.

Table 9. Nitrogen and phosphorus in upper 0-5 cm and the following 5-10 cm of apices of *Ascophyllum nodosum* and *Fucus vesiculosus* from Hosangervågen, Hordaland 5/8-86, g/kg dry weight.

Arter/stasjoner	FOSFOR		NITROGEN	
	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
<u>Grisetang (A.n.)</u>				
St. 1	0.37	0.27	12.5	12.2
St. 2	0.34	0.23	11.3	9.9
St. 3	0.26	0.29	8.8	10.9
<u>Blæretang (F.v.)</u>				
St. 1	0.57	0.48	15.5	15.7
St. 2	0.65	0.48	16.3	14.9
St. 3	0.57	0.41	13.5	11.8

Nitrogenkonsentrasjonene var moderate, men ses klart å overstige augustnivåene i både grisetang og blæretang fra referanselokaliteten i Raunefjorden (kfr. fig. 2, 6, 11 og 13). Fosforkonsentrasjonene lå derimot omtrent som de laveste konsentrasjonene fra Raunefjorden (fig. 4, 8, 12, 14), og blant de laveste som overhodet er registrert.

Den relative rikeligheten av nitrogen gjenspeiles også i N:P forholdene fra Hosangervågen; med maksimumsverdier i 0-5 cm/5-10 cm på 34/43 i grisetang og 29/32 i blæretang, mot omkring 18/25 og 13/17 i henholdsvis grisetang og blæretang fra referanselokaliteten.

Med forbehold pga. bare ett prøvetidspunkt synes ut fra dette hele Hosangervågen noe påvirket med nitrogen i 1986.

Avslutningsvis kan bemerkes at dataene faller inn i det nevnte mønster med generelt høyere grad av fosforakkumulering i skuddspissene av blæretang enn grisetang (kap. 5.1) dessuten lavere N:P forhold i blæretang til tross for den sannsynlige overbelastning med nitrogen.

6.4 Sørfjorden/Hardangerfjorden 1988

Herfra foreligger bare noen spredte analyser av 5-10 cm skuddspisser av blæretang og grisetang (tabell 10). Stasjonene er listet i rekkefølge fra innerst i Sørfjorden og utover til lokaliteter i hovedfjorden (Ranaskjær og Vikingskjær). Stasjonene er de samme som har vært benyttet i Statlig program for forurensningsovervåking (kfrt. Skei et al. 1990).

Tallene er lite å kommentere, bortsett fra at man kan merke seg den lave nitrogenverdien i grisetang fra Vikingneset, 8 g N/kg tørrvekt, og at det høye C:N forholdet viser potensiell og sannsynligvis også

reell nitrogenbegrensning av veksten. At grisetang fra Ranaskjær ikke hadde samme lave nitrogeninnhold kan muligens ha sammenheng med større lokal påvirkning (nær tettstedet Ålvik).

Tabell 10. Karbon, nitrogen og fosfor i 5-10 cm skuddspisser av blæretang og grisetang fra Sørfjorden og Hardangerfjorden (Ranaskjær, Vikingskjær) 6-7/10 1988, g/kg tørrvekt.

Table 10. Carbon, nitrogen and phosphorus in 5-10 cm apices of *Fucus vesiculosus* and *Ascophyllum nodosum* from Sørfjorden and Hardangerfjorden oct. 1988, g/kg d.w.

Arter/stasjoner	C	N	P	C:N	N:P
Blæretang, Byrkjenes	409	22.4	0.59	18.2	39.6
Grisetang, Kvalnes	415	12.2	0.45	34.0	27.1
Grisetang, Krossanes	419	13.2	0.44	31.7	30.0
Grisetang, Ranaskjær	407	14.7	0.52	27.7	28.5
Grisetang, Vikingneset	408	8.1	0.51	50.4	15.9

6.5 Bøvika, Karmsundet 1988

Analyse av 10 subprøver av en enkelt blandprøve av 0-5 cm skuddspisser fra grisetang viste moderat innhold av både N og P: i gjennomsnitt hhv. 14.1 og 0.81 g/kg tørrvekt (tabell A2 i vedlegg 1).

7. REFERANSER

- Anderson, M.R., A. Cardinal og J. Larochelle, 1981. An alternative growth pattern for *Laminaria longicruris*. J. Phycol. 17: 405-411.
- Asare, S.O. og M.H. Harlin, 1983. Seasonal fluctuations in tissue nitrogen for five species of perennial macroalgae in Rhode Island Sound. J. Phycol. 19: 254-257.
- Atkinson, M.J. og S.V. Smith, 1983. C:N:P ratios of benthic marine plants. Limnol. Oceanogr. 28: 568-574.
- Birch, P.B., D.M. Gordon og A.J. McComb, 1981. Nitrogen and phosphorus nutrition of *Cladophora* in the Peel-Harvey estuarine system, Western Australia. Bot. Mar. 24: 381-387.
- Björnsäter, B.R. og P.A. Wheeler, 1990. Effect of nitrogen and phosphorus supply on growth and tissue composition of *Ulva fenestrata* and *Enteromorpha intestinalis* (Ulvales, Chlorophyta). J. Phycol. 26: 603-611.
- Bird, K.T., C.Habig og T DeBusk, 1982. Nitrogen allocation and storage patterns in *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyta). J. Phycol. 18:344-348.
- Black, W.A.P. og E.T. Dewar, 1949. Correlation of some of the physical and chemical properties of the sea with the chemical constitution of the algae. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 28: 673-699.
- Bojanowski, R. 1973. The occurrence of major and minor chemical elements in the more common Baltic seaweed. Oceanologia 2: 81-157.
- Borum, J., M.F. Pedersen, L. Kær og P.M. Pedersen, 1994. Vækst- og næringsdynamik hos marine planter. Havforskning fra Miljøstyrelsen, rapport nr. 41 1994. Miljøstyrelsen, København. (Engl. summary), 53 s.
- Buggeln, R.G., 1978. Physiological investigations on *Alaria esculenta* (Laminariales, Phaeophyceae). IV. Inorganic and organic nitrogen in the blade. J. Phycol. 14: 156-160.
- Butler, M., 1931. Comparison of the chemical composition of some marine algae. Plant Physiol. 6: 295-305.
- Butler, M.R., 1936. Seasonal variations in *Chondrus crispus*. Biochem. J. 30: 1338-1344.
- Carlson, L., 1991. Seasonal variation in growth, reproduction and nitrogen content of *Fucus vesiculosus* L. in the Öresund, Southern Sweden. Bot. Mar. 34: 447-453.
- Chapman, A.R.O. og J.E. Lindley, 1980. Seasonal growth of *Laminaria solidungula* in the Canadian high Arctic in relation to irradiance and dissolved nutrient concentrations. Mar. Biol. 57:1-5.
- Chapman, A.R.O. og J.S. Craigie, 1977. Seasonal growth in *Laminaria longicruris*. Relations with dissolved inorganic nutrients and internal reserves of nitrogen. Mar. Biol. 40: 197-205.
- Chaumont, J.P., 1978. Variation de la teneur en composés azotés du *Rhodymenia palmata* Grev. Bot. Mar. 21: 23-29.

- Citharel, J. og S. Villeret, 1964. Recherches sur les constituants azotés des algues marines 1. Evolution de l'azote total et de l'azote soluble chez *Furcellaria fastigiata* (L.) Lam. et *Bifurcaria rotunda* (Huds.) Papenf. Bull. Lab. Mar. Dinard 49-50:99-109
- Conolly, N.J. og E.A. Drew, 1985. Physiology of *Laminaria*. III. Effect of a coastal eutrophication gradient on seasonal patterns of growth and tissue composition in *L. digitata* Lamour and *L. saccharina* (L.) Lamour. Mar. Ecol. 6: 181-195.
- Delgado, O., E. Ballesteros og M. Vidal, 1994. Seasonal variation in tissue nitrogen and phosphorus of *Cystoseira mediterranea* Sauvageau (Fucales, Phaeophyceae) in the Northwestern Mediterranean Sea. Bot. Mar. 37: 1-9.
- Delgado, O., C. Rodriguez-Prieto og E. Ballesteros, 1996. Lack of severe nutrient limitation in *Caulerpa taxipholia* (Vahl) C. Agardh, an introduced seaweed spreading over the oligotrophic northwestern Mediterranean. Bot. Mar. 39: 61-67.
- Duarte, C.M., 1992. Nutrient concentrations of aquatic plants: Patterns across species. Limnol. Oceanogr. 37: 882-889.
- Espinosa, J. og A.R.O. Chapman, 1983. Ecotypic differentiation of *Laminaria longicuris* in relation to seawater nitrate concentration. Mar. Biol. 74: 213-218.
- Faganelli, J., A. Malej og V. Malacic, 1988. C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicators of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). Oceanol. Acta 11: 377-382.
- Feldner, R., 1976. Untersuchungen über die eutrophierende Wirkung einiger Nährstoffkomponenten häuslicher Abwässer auf Benthosalggen der Kieler Bucht (westliche Ostsee). Avhandling, Institut für Meereskunde, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 134 s.
- Fong, P., K.E. Boyer, J.S. Desmond og J.B. Zeller, 1996. Salinity stress, nitrogen competition, and facilitation: what control seasonal succession of two opportunistic green macroalgae? J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 206: 203-221.
- Fujita, R.M., 1985. The role of nitrogen status in regulating transient ammonium uptake and nitrogen storage by macroalgae. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 92: 283-301.
- Fujita, R.M., P.A. Wheeler og R.L. Edwards, 1989. Assessment of macroalgal nitrogen limitation in a seasonal upwelling region. Mar. Ecol. Progr. Ser. 53: 293-303.
- Gagné, J.A., K.H. Mann og A.R.O. Chapman, 1982. Seasonal patterns of growth and storage in *Laminaria longicuris* in relation to differing patterns of availability of nitrogen in water. Mar. Biol. 69: 91-101.
- Gerard, V.A., 1982. Growth and utilization of internal nitrogen reserves by the giant kelp *Macrocystis pyrifera* in a low-nitrogen environment. Mar. Biol. 66: 27-35.
- Gerard, V. og W. North, 1981. Kelp growth on an ocean farm in relation to fertilizing. S. 581-586 i T. Levring (red.): Proc. Xth International Seaweed Symposium. Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- Gerloff, G.C. og P.H. Krombholz, 1966. Tissue analysis as a measure of nutrient availability for the growth of Angiosperm aquatic plants. Limnol. Oceanogr. 11: 529-537.

- Germann, I., L.D. Druehl og V. Hoeger, 1987. Seasonal variation in total and soluble nitrogen of *Pleurophyucus gardneri* (Phaeophyceae: Laminariales) in relation to environmental nitrate. Mar. Biol. 96: 413-423.
- Gillanders, B.M. og M.T. Brown, 1994. The chemical composition of *Xiphophora gladiata* (Phaeophyceae: Fucales): Seasonal and within plant variation. Bot. Mar. 37: 483-490.
- Greenwell, M., C.J. Bird og J. McLachlan, 1984. Depth-related variation in gross chemical composition of several seaweeds. Aquat. Bot. 20: 297-305.
- Hanisak, M.D., 1979. Nitrogen limitation of *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* as determined by tissue analysis. Mar. Biol. 50: 333-337.
- Hanisak, M.O., 1983. The nitrogen relationships of marine macroalgae, s. 699-730. i E.J. Carpenter og D.G. Capote (red.): Nitrogen in the marine environment. Academic Press, New York, etc.
- Hardwick-Witman, M.N. og A.C. Mathieson, 1986. Tissue nitrogen and carbon variations in New England estuarine *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis populations (Fucales, Phaeophyta). Estuaries 9: 43-48.
- Henley, W.J. og K.H. Dunton, 1995. A seasonal comparison of carbon, nitrogen, and pigment content in *Laminaria solidungula* and *L. saccharina* (Phaeophyta) in the Alaskan Arctic. J. Phycol. 31: 325-331.
- Ho, Y.B., 1981. Mineral element content in *Ulva lactuca* L. with reference to eutrophication in Hong Kong coastal waters. Hydrobiologia 77: 43-47.
- Hoffmann, C., 1953. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Remineralisierung des Phosphors bei Meeresalgen. Planta 42: 156-176.
- Hoffmann, C. og M. Reinhardt, 1952. Zur Frage der Remineralisation des Phosphors bei Meeresalgen. Kieler Meeresforsch. 8: 135-144.
- Holte, B., T. Johnsen, J. Molvær, K. Næs, A. Pedersen, M. Walday og J. Knutzen, 1994. Undersøkelser av miljøforhold i Glomfjord og Holandsfjord 1991-1992. Delrapport 1. Vannkjemi, biologi og sedimentasjon i Holandsfjord. Rapport 569/94 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3058, 66 s.
- Hwang, S.-P.L., S.L. Williams og B.H. Brinkhuis, 1987. Changes in the internal dissolved nitrogen pools as related to nitrate uptake and assimilation in *Gracilaria tikvahiae* McLachlan (Rhodophyta). Bot. Mar. 30: 11-19.
- Indergaard, M. og S.H. Knutsen, 1990. Seasonal differences in ash, carbon, fibre and nitrogen components of *Furcellaria lumbricalis* (Gigartinales, Rhodophyceae), Norway. Bot. Mar. 33: 327-334.
- Jacobi, G., 1954. Die Verteilung des Stickstoffs in *Fucus vesiculosus* und *Laminaria saccharina* und deren Abhängigkeit vom Jahresrhythmus. Kieler Meeresforsch. 10: 37-57.
- Johnsen, T., J. Knutzen, J. Molvær, A. Pedersen og M. Walday, 1994. Undersøkelser av miljøforhold i Glomfjord og Holandsfjord i 1991-1992. Delrapport 3. Næringssalter, algebiomasse,

- oksygenforhold og gruntvannssamfunn i Glomfjord. Rapport 571/94 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3061, 121 s.
- Knutzen, J., 1990. Overvåking av gruntvannssamfunn i Grenlandsfjordene 1988-89. Rapport 435/90 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 2516, 43 s.
- Kornfeldt, R.-A., 1982. Relation between nitrogen and phosphorus content of macroalgae and the waters of Northern Öresund. *Bot. Mar.* 25: 197-201.
- Kremer, B.P., 1975. Physiologisch-chemische Charakteristik verschiedener Thallusbereiche von *Fucus seratus*. *Helgol. Wiss. Meeresunders.* 27: 115-127.
- Kylin, H., 1915. Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen. *Z. Physiol. Chem.* 94.
- Lapointe, B.E., 1987. Phosphorus- and nitrogen-limited photosynthesis and growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae) in the Florida Keys: an experimental field study. *Mar. Biol.* 93: 561-568.
- Lapointe, B.E. og C.S. Duke, 1984. Biochemical strategies for growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyta) in relation to light intensity and nitrogen availability. *J. Phycol.* 20: 488-495.
- Lapointe, B.E., 1995. A comparison of nutrient-limited productivity in *Sargassum natans* from neritic vs. oceanic waters of Western North Atlantic Ocean. *Limnol. Oceanogr.* 40: 625-633.
- Lapointe, B.E., M.M. Littler og D.S. Littler, 1992. Nutrient availability to marine macroalgae in siliciclastic versus carbonate-rich coastal waters. *Estuaries* 15: 75-82.
- Lavery, P.S. og A.J. McComb, 1991a. Macroalgal-sediment nutrient interactions and their importance to macroalgal nutrition in a eutrophic estuary. *Estuar. Cstl. Shelf Sci.* 32: 281-295.
- Lavery, P.S. og A.J. McComb, 1991b. The nutritional ecophysiology of *Chaetomorpha linum* and *Ulva rigida* in Peel Inlet, Western Australia. *Bot. Mar.* 34: 251-260.
- Lavery, P.S., R.J. Lukatelich og A.J. McComb, 1991. Changes in the biomass and species composition of macroalgae in a eutrophic estuary. *Estuar. Cstl. Shelf Sci.* 33: 1-22.
- Laycock, M.V., K.C. Morgan og J.S. Craigie, 1981. Physiological factors affecting the accumulation of L.citrullinyl-L-arginine in *Chondrus crispus*. *Can. J. Bot.* 59: 522-527.
- Levitt, G.J. og J.J. Bolton, 1990. Seasonal primary production of understory Rhodophyta in an upwelling system. *J. Phycol.* 26: 214-220.
- Lin, C.K., 1977. Accumulation of water soluble phosphorus and hydrolysis of polyphosphates by *Cladophora glomerata* (Chlorophyceae). *J. Phycol.* 13:46-51.
- Lobban, C.S. og P.J. Harrison, 1994. Seaweed ecology and physiology. Cambridge Univ. Press, 366 s.
- Lunde, G., 1937. Der Meerestang als Rohstoffquelle. *Angew. Chem.* 50: 731-742.
- Lunde, G., 1939. Hvorledes kan vi utnytte tang og tare som fôr? *Skand. Vet. tidskr. bakt. patol. kött och mjölkhygien* 30: 26-62.

- Lüning, K. Environmental and internal control of seasonal growth in seaweeds. *Hydrobiologia* 260/261: 1-14.
- Lyngby, J.E., 1990. Monitoring of nutrient availability and limitation using the marine macroalga *Ceramium rubrum* (Huds.) C. Ag. *Aquat. Bot.* 38: 153-161.
- Lyngby, J.E., J. Birklund, S.M. Mortensen, U.C. Berggren og J. Brøns-Hansen, 1992. Biomonitoring med makroalger. *Vand og Miljø* 7/1992: 232-236.
- MacPherson, M.G. og E.G. Young, 1952. Seasonal variation in the chemical composition of the Fucaceae in the marine provinces. *Can. J. Bot.* 30: 67-77.
- Manley, S.L. og W.J. North, 1984. Phosphorus and the growth of juvenile *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) sporophytes. *J. Phycol.* 20:389-393.
- McGlathery, K.J., 1992. Physiological controls on the distribution of the macroalga *Spyridea hypnoides*: patterns along a eutrophication gradient in Bermuda. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 87: 173-192.
- McGlathery, K., M.F. Pedersen og J. Borum, 1996. Changes in the intracellular nitrogen pools and feedback controls on nitrogen uptake in *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta). *J. Phycol.* 32: 393-401.
- Menesguen, A. og J.-Y. Piriou, 1995. Nitrogen loadings and macroalgal (*Ulva* sp) mass accumulation in Brittany (France). *Ophelia* 42: 227-237.
- Molvær, J., 1991. Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 9: Konklusjonsrapport. Rapport 474/91 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 2697, 46 s.
- Molvær, J. og J. Knutzen, 1987. Eutrofiforhold i Glomfjord, Norge. S. 157-168 i *Eutrofiering av havs- og kystområder. 22 Nordiska symposiet om vattenforskning, Laugarvatn 1986-08-26-29.* NORDFORSK, Miljøvårdsserien Publ. 1987: I. Helsingfors, 472 s.
- Molvær, J., J. Knutzen, M. Haakstad & K. Tangen, 1984. Basisundersøkelse i Glomfjord 1981-82. Delrapport II. Vannutskiftning, vannkvalitet, miljøgifter i organismer og organismesamfunn på grunt vann. Rapport 128/84 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 1605, 125 s.
- Morgan, K.C. og F.J. Simpson, 1981. The cultivation of *Palmaria palmata*. Effect of light and nitrate supply on growth and chemical composition. *Bot. Mar.* 24: 273-277.
- Moss, B.L., 1948. Studies on the genus *Fucus*. I. On the structure and chemical composition of *Fucus vesiculosus* from three Scottish localities. *Ann. Bot.* 12: 267-279.
- Munda, I., 1967. Der Einfluss der Salinität auf die chemische Zusammensetzung, das Wachstum und die Fruktifikation einiger Fucaceen. *Nova Hedwigia* 13: 471-508.
- Munda, I., 1977. Differences in amino acid composition of estuarine and marine fucoids. *Aquat. Bot.* 3: 273-280.

- Munda, J.M. og B.P. Kremer, 1977. Chemical composition and physiological properties of Fucooids under conditions of reduced salinity. *Mar. Biol.* 42: 9-15.
- Mäkinen, A. og K. Aulio, 1986. *Cladophora glomerata* (Chlorophyta) as an indicator of coastal eutrophication. S. 160-163 i P. Kangas og M. Forsskåhl (red.) Proc. of the third Finnish-Swedish seminar on the Gulf of Bothnia. Publ. 68 from the Water Res. Inst./National Board of Waters and Environment, Finland. Helsinki.
- Neori, A., I. Cohen og H. Gordin, 1991. *Ulva lactuca* biofilters for marine fishpond effluents. II Growth rate, yield and C:N ratio. *Bot. Mar.* 34: 483-489.
- Niell, F.X. 1976. C:N ratio in some marine macrophytes and its possible ecological significance. *Bot. Mar.* 14: 347-350.
- Norin, L.-L. og M. Waern, 1973. The zone of algal low standing crop near Stockholm; nutrients and their influence on the algae in the Stockholm archipelago during 1970. *Oikos Suppl.* 5(15): 179-184.
- Næs, K., 1986. Overvåking av Groosefjorden/Vikkilen, Grimstad kommune. Hydrografiske/hydrokjemiske undersøkelser 1982-1985. NIVA-rapport nr 1919, 62 s.
- Ogino, C. 1955. Biochemical studies on the nitrogen compounds of algae. *J. Tokyo Univ. Fisheries.* 41:107-152.
- Peckol, P., B. DeMeo-Andersson, J. Rivers, I Valiela, M. Maldonado og J. Yates, 1994. Growth, nutrient uptake capacities and tissue constituents of the macro-algae *Cladophora vagabunda* and *Gracilaria tikvahiae* to site-specific nitrogen loading rates. *Mar. Biol.* 121: 175-185.
- Pedersen, M.F., 1995a. Nitrogen limitation of photosynthesis and growth: Comparison across aquatic plant communities in a Danish estuary (Roskilde fjord). *Ophelia* 41: 261-272.
- Pedersen, M.F., 1995b. Næringshusholdning hos marine planter. *Vand og Jord* 2(3): 95-98.
- Pedersen, A., J. Aure, E. Dahl, N.W. Green, T. Johnsen, J. Magnusson, F. Moy, E. Oug, B. Rygg og M. Walday, 1995. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990-1994, Hovedrapport og Vedleggsrapport. Rapport 624a/95 og 624b/95 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3332, 115 s. og 3333, 269 s.
- Pedersen, A., J. Aure, E. Dahl, W.N. Green, T. Johnsen, J. Magnusson, F. Moy, L. Omli, B. Rygg og M. Walday, 1996. Langtidsovervåking av miljøkvaliteteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1995. Hovedrapport. Rapport 680A/96 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3583/96, 101 s.
- Penniman, C.A. og A.C. Mathieson, 1987. Variation in chemical composition of *Gracilaria tikvahiae* *McLachlan* (Gigartinales, Rhodophyta) in the Great Bay Estuary, New Hampshire. *Bot. Mar.* 30:525-534.
- Pihl, L., G. Magnusson, I. Isaksson og I. Wallentinus, 1996. Distribution and growth dynamics of ephemeral macroalgae in shallow bays on the Swedish west coast. *J. Sea Res.* 35: 169-180.
- Piriou, J.-Y. og A. Ménesquen, 1992. Environmental factors controlling the *Ulva* sp. blooms in Brittany (France). S. 111-115 i G. Colombo, I. Ferrari, V.V. Ceccherelli og R. Rossi (red.):

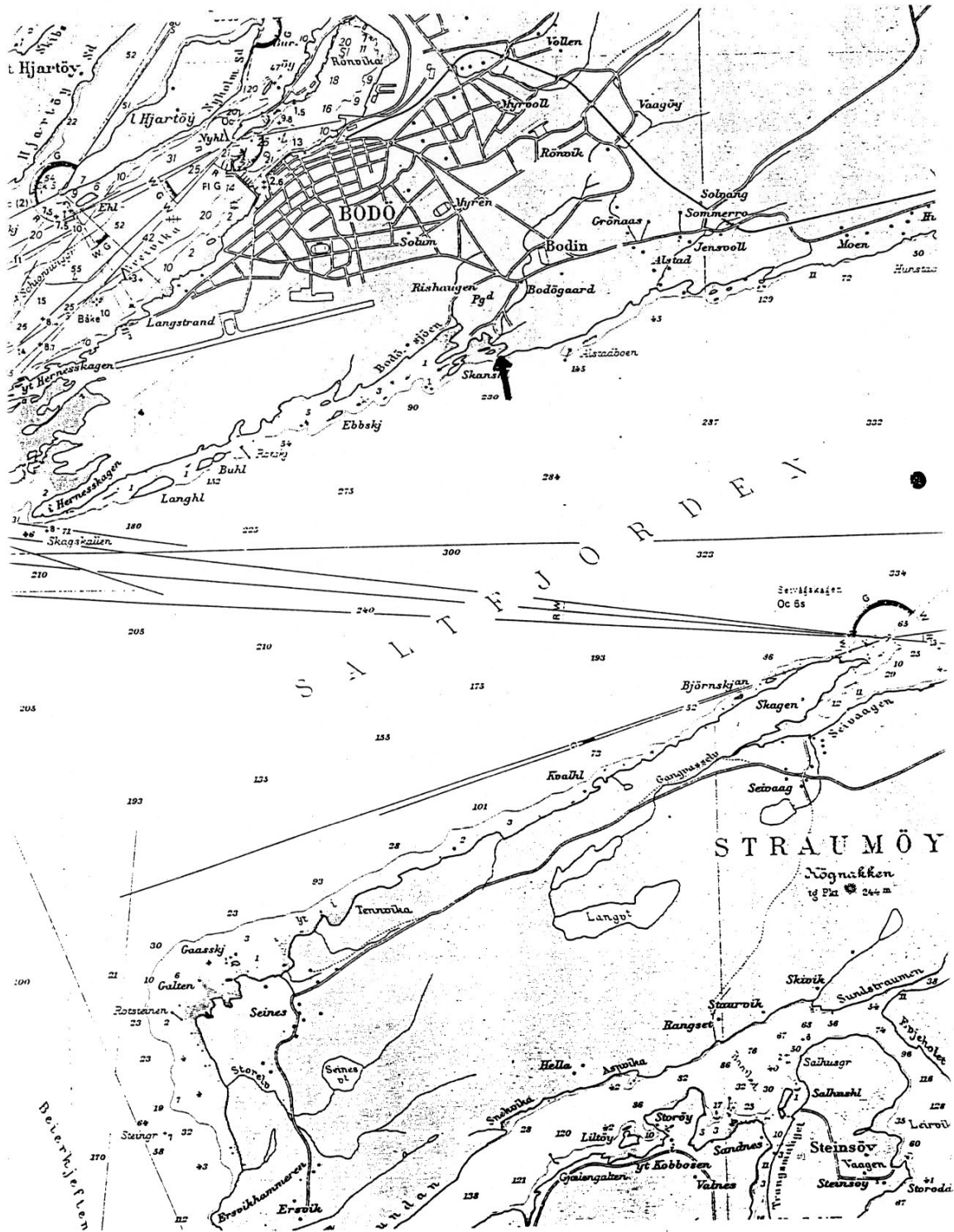
- Marine eutrophication and population dynamics. 25th European Marine Biology Symposium. Olsen & Olsen, Fredensborg.
- Planas, D., S.C. Maberly og J.E. Parker, 1996. Phosphorus and nitrogen relationships of *Cladophora glomerata* in two lake basins of different trophic status. *Freshwater Biol.* 35: 609-622.
- Probyn, T.A. og A.R.O. Chapman, 1983. Summer growth of *Chordaria flagelliformis* (O.F. Muell.) C. Ag.: Physiological strategies in nutrient stressed environment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 73: 243-271.
- Redfield, A.C., B.A. Ketchum og F.A. Richards, 1963. The influence of organisms on the chemical composition of sea-water. s. 26-77 in M.N. Hill (red.): *The Sea*. Wiley.
- Rönnberg, O., K. Ådjers, C. Ruokolahti og M. Bondestam, 1992. Effects of fish farming on growth, epiphytes and nutrient content of *Fucus vesiculosus* L. in the Åland archipelago, northern Baltic Sea. *Aquat. Bot.* 42: 109-120.
- Rosell, K.-G. og L.M. Srivastava, 1985. Seasonal variations in total nitrogen, carbon and amino acids in *Macrocystis integrifolia* and *Nereocystis luetkeana* (Phaeophyta). *J. Phycol.* 21: 304-309.
- Rosenberg, G. og J. Ramus, 1982. Ecological growth strategies in the seaweeds *Gracilaria foliifera* (Rhodophyceae) and *Ulva* sp. (Chlorophyceae): Soluble nitrogen and reserve carbohydrates. *Mar. Biol.* 66: 251-259.
- Rosenberg, G., T.A. Probyn og K.H. Mann, 1984. Nutrient uptake and growth kinetics in brown seaweeds: Response to continuous and single additions of ammonium. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 80:125-146.
- Schramm, W. og W. Booth, 1981. Mass bloom of alga *Cladophora polifera* in Bermuda: Productivity and phosphorus accumulation. *Bot. Mar.* 14: 419-426.
- Schramm, W., D. Abele og G. Breuer, 1988. Nitrogen and phosphorus nutrition and productivity of two community forming seaweeds (*Fucus vesiculosus*, *Phycodrys rubens*) from the Western Baltic (Kiel Bight) in the light of eutrophication processes. *Kieler, Meeresforsch. Sonderh.* 6: 221-240.
- Scott Painter, D. og M.B. Jackson, 1989. *Cladophora* internal phosphorus modeling: Verification. *J. Great Lakes Res.* 15: 700-708.
- Sfriso, A., 1995. Temporal and spatial responses of growth of *Ulva rigida* C. Ag. to environmental and tissue concentrations of nutrients in the lagoon of Venice, *Bot. Mar.* 38: 557-573.
- Sfriso, A., A. Marcomini, B. Pavoni og A.A. Orio, 1993. Species composition, biomass and net primary production in shallow coastal waters: The Venice Lagoon. *Biores. Technol.* 44: 235-250.
- Sjøtun, K., S. Fredriksen og J. Rueness, 1996. Seasonal growth and carbon and nitrogen content in canopy and first-year plants of *Laminaria hyperborea* (Laminariales, Phaeophyceae). *Phycologia* 35:1-8.

- Skei, J., J. Knutzen, F. Moy og N. Green, 1990. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1988-89. Rapport 406/90 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 2435, 75 s.
- Soulsby, P.G., D. Lowthion, M. Houston og H.A.C. Montgomery, 1985. The role of sewage effluent in the accumulation of macroalgae mats on intertidal mudflats in two basins in southern England. *Netherl. J. Sea Res.* 19: 257-263.
- Strømgren, T., 1986. Annual variation in growth rate of perennial littoral furoid algae from the west coast of Norway. *Aquat. Bot.* 23: 361-369.
- Thybo-Christesen, M., M.B. Rasmussen og T.H. Blackburn, 1993. Nutrient fluxes and growth of *Cladophora sericea* in a shallow Danish bay. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 100: 273-281.
- Topinka, J.A. og J.V. Robbins, 1976. Effects of nitrate and ammonium enrichment on growth and nitrogen physiology in *Fucus spiralis*. *Limnol. Oceanogr.* 21: 659-664.
- Viaroli, P., I. Fumagalli og M. Caralca, 1992. Chemical composition and decomposition of *Ulva rigida* in a coastal lagoon (Sacca di Goro, Po River Delta). *Sci. Total Environ. Suppl.* 1992: 471-474.
- Vidondo, B. og C. M. Duarte, 1995. Seasonal growth of *Codium bursa*, a slow-growing Mediterranean macroalga: in situ experimental evidence of nutrient limitation. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 123: 185-191.
- Wachenfeldt, T. von, 1975. Marine benthic algae and the environment in the Øresund I-III. Avhandling for doktorgrad, Univ. i Lund. 328 s.
- Wallentinus, I. 1975. Productivity studies on *Cladophora glomerata* (L.) Kützing in the northern Baltic proper. S. 631-651 i Proc. 10th European Symposium in Marine Biology, Ostend, Belgia, 17-23 sept., 1975. Vol. 2.
- Wallentinus, I. 1979. Environmental influences on benthic macrovegetation in the Trosa-Askö area, Northern Baltic proper. III On the significance of chemical constituents in some macroalgal species. Manuskript. Botanisk institutt, Stockholm Universitet. 58 s.
- Wallentinus, I., 1981a. Phytobenthos, s. 322-342 i Melvasalo, T. (red.): Assessment of the effects of pollution on the natural resources of the Baltic Sea, 1980. *Baltic Sea Environment Proceedings No. 5B.* 426 s.
- Wallentinus, I. 1981b. Chemical constituents of some Baltic macroalgae in relation to environmental conditions. S. 363-370 i T. Levring (red.): Proc. Xth Int. Seaweed symp. Walter de Gruyter & Co., Berlin.
- Walsh, R.S. og K.A. Hunter, 1992. Influence of phosphorus storage on the uptake of cadmium by the marine alga *Macrocystis pyrifera*. *Limnol. Oceanogr.* 37: 361-369.
- Weykam, G., I. Gomez, C. Wiencke, K. Iken og H. Klöser, 1996. Photosynthetic characteristics and C:N ratios of macroalgae from King Georg Island (Antarctica). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 204: 1-22.

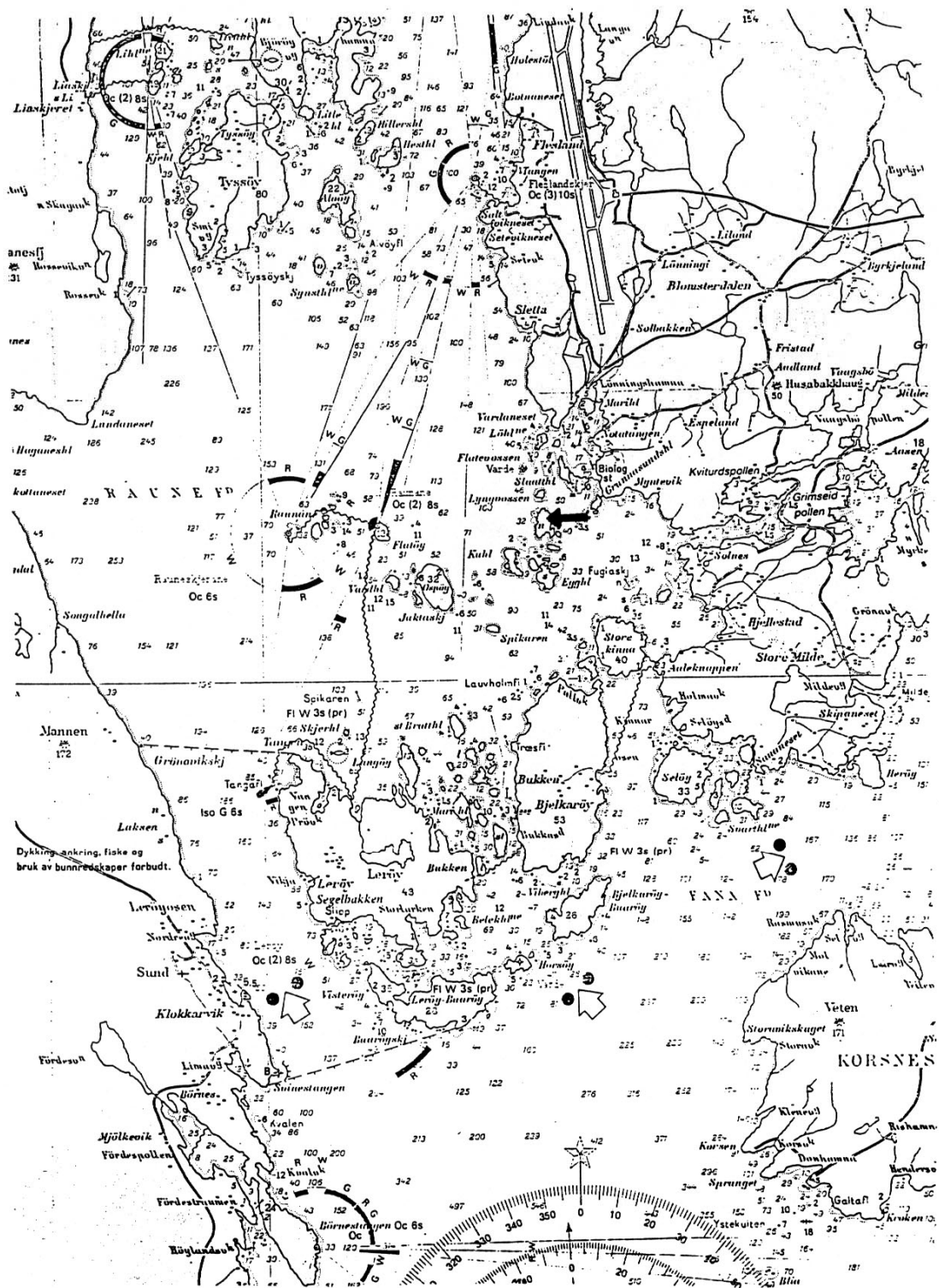
- Wheeler, P.A. og B.R. Björnsäter, 1992. Seasonal fluctuations in tissue nitrogen, phosphorus, and N:P for five macroalgal species common to the Pacific northwest coast. *J. Phycol.* 28: 1-6.
- Wheeler, H.J. og B.L. Hartwell, 1893. Seaweeds. Their agricultural value and the chemical composition of certain species. *Rhode Isl. Agric. Exp. Sta.* 21.
- Wheeler, P.A. og W.J. North, 1981. Nitrogen supply, tissue composition and frond growth rates for *Macrocystis pyrifera* off the coast of Southern California. *Mar. Biol.* 64: 59-69.
- Wheeler, W.N. og L.M. Srivastava, 1984. Seasonal nitrate physiology of *Macrocystis integrifolia* Bory. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 76: 35-50.
- Whyte, J.N.C. og J.R. Englar, 1980. Seasonal variation in the inorganic constituents of the marine alga *Nereocystis luetkeana*. Part II, Non-metallic elements. *Bot. Mar.* 23: 19-24.
- Wort, D.J., 1955. Seasonal variation in chemical composition of *Macrocystis integrifolia* and *Nereocystis luetkeana* in British Columbia coastal waters. *Can. J. Bot.* 33: 323-340.
- Zavodnik, N., 1973. Seasonal variation in rate of photosynthetic activity and chemical composition of the littoral seaweeds common to North Adriatic. Part I. *Fucus virsoides* (Don.) J. Ag. Bot. *Mar.* 16:155-165.
- Zavodnik, N., 1987. Seasonal variations in the rate of photosynthetic activity and chemical composition of the littoral seaweeds *Ulva rigida* and *Porphyra leucosticta* in the North Adriatic. *Bot. Mar.* 30:71-82.
- Zimmerman, R.C. og J.N. Kremer, 1986. In situ growth and chemical composition of the giant kelp, *Macrocystis pyrifera*: response to temporal changes in ambient nutrient availability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 27: 277-285.
- Øy, E., 1951. Om kvelstoff-forbindelser i sjøtang. *Tidsskr. Kjemi Bergv. Metallurgi* 11:82-84.

VEDLEGG 1

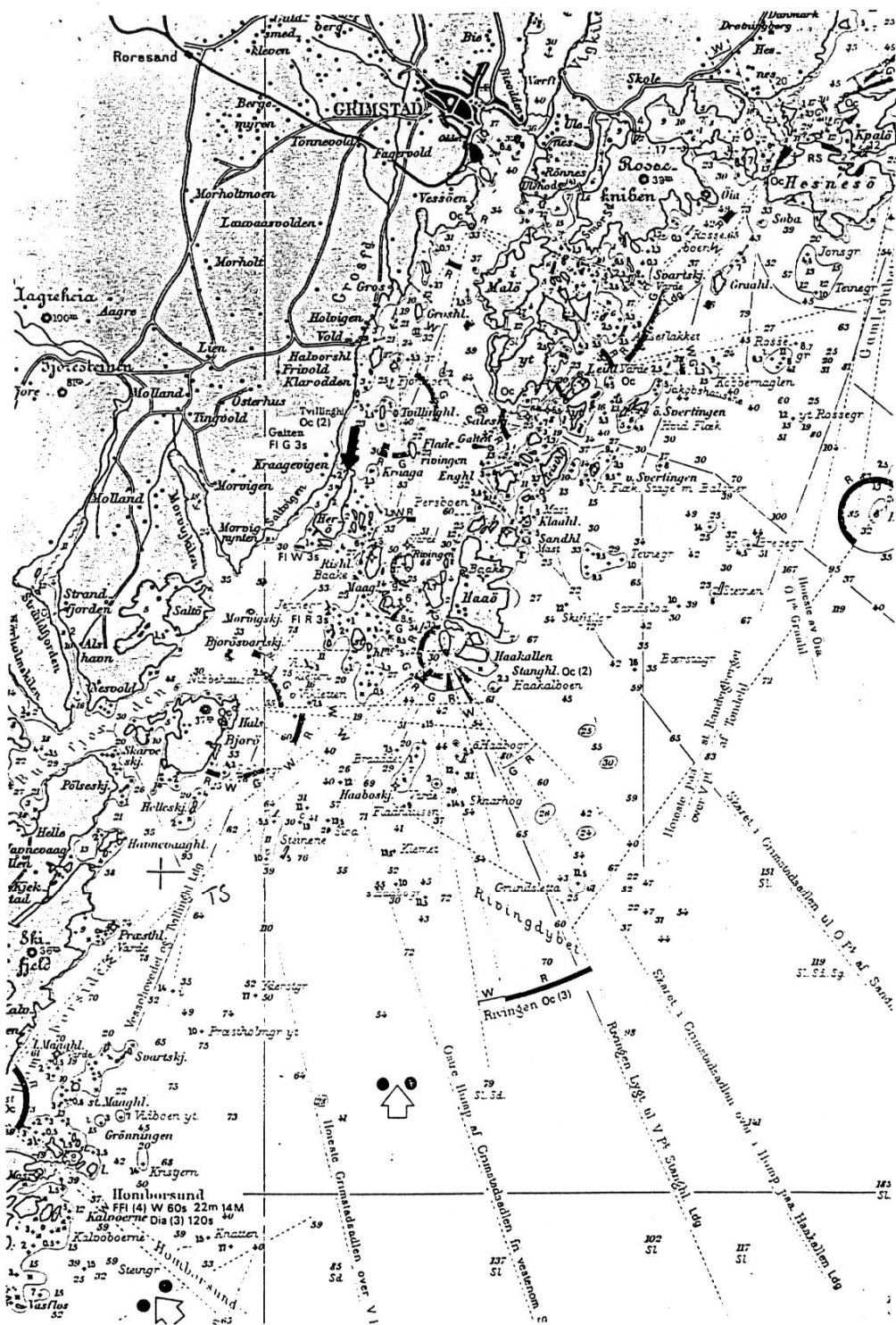
Utsnitt av sjøkart med pilmarkering av lokalitetenes beliggenhet (st. 1 - 7)



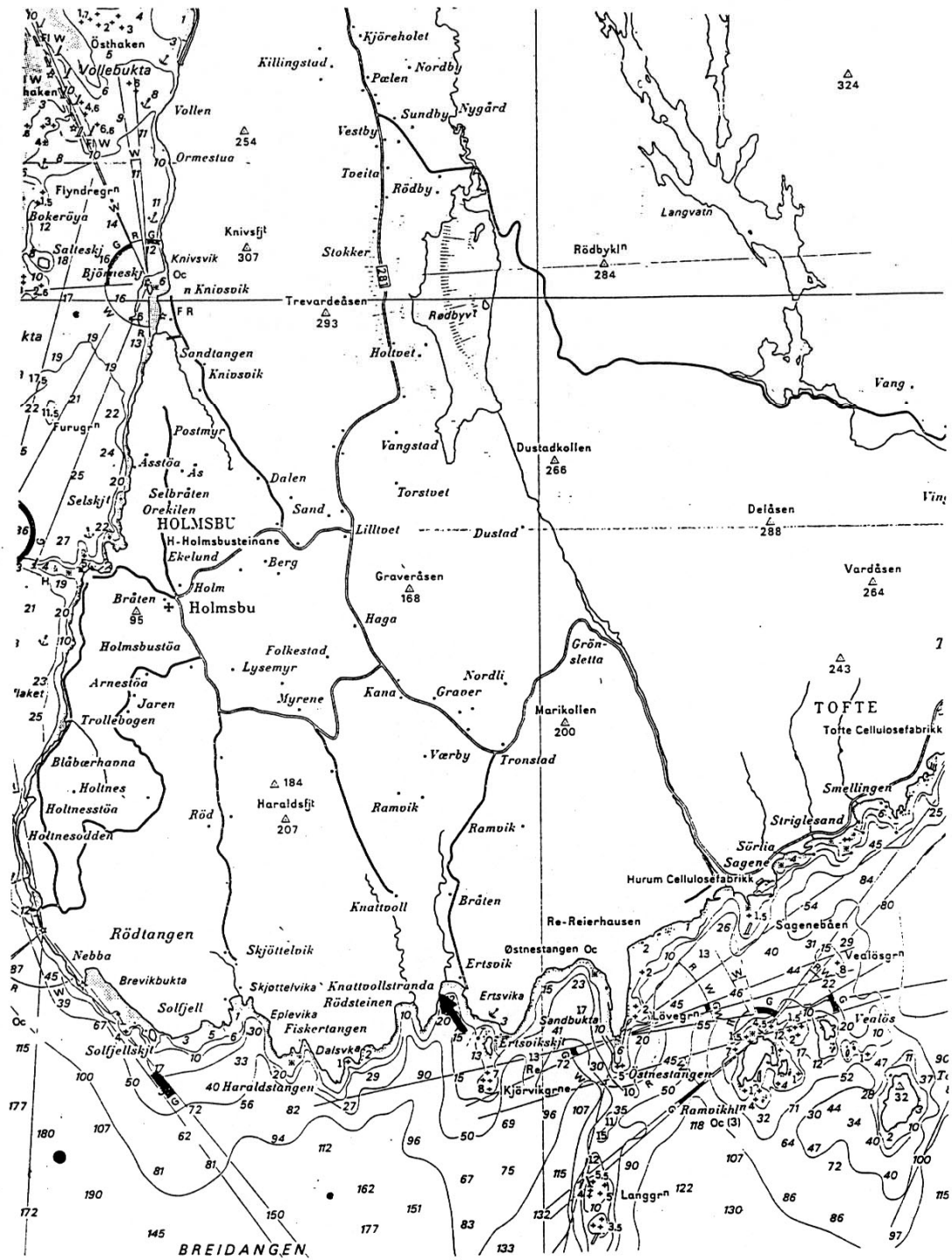
Figur A1. St. 1 Skansholmen/Bodøsjøen, Saltfjorden. (Fra sjøkart nr. 65).



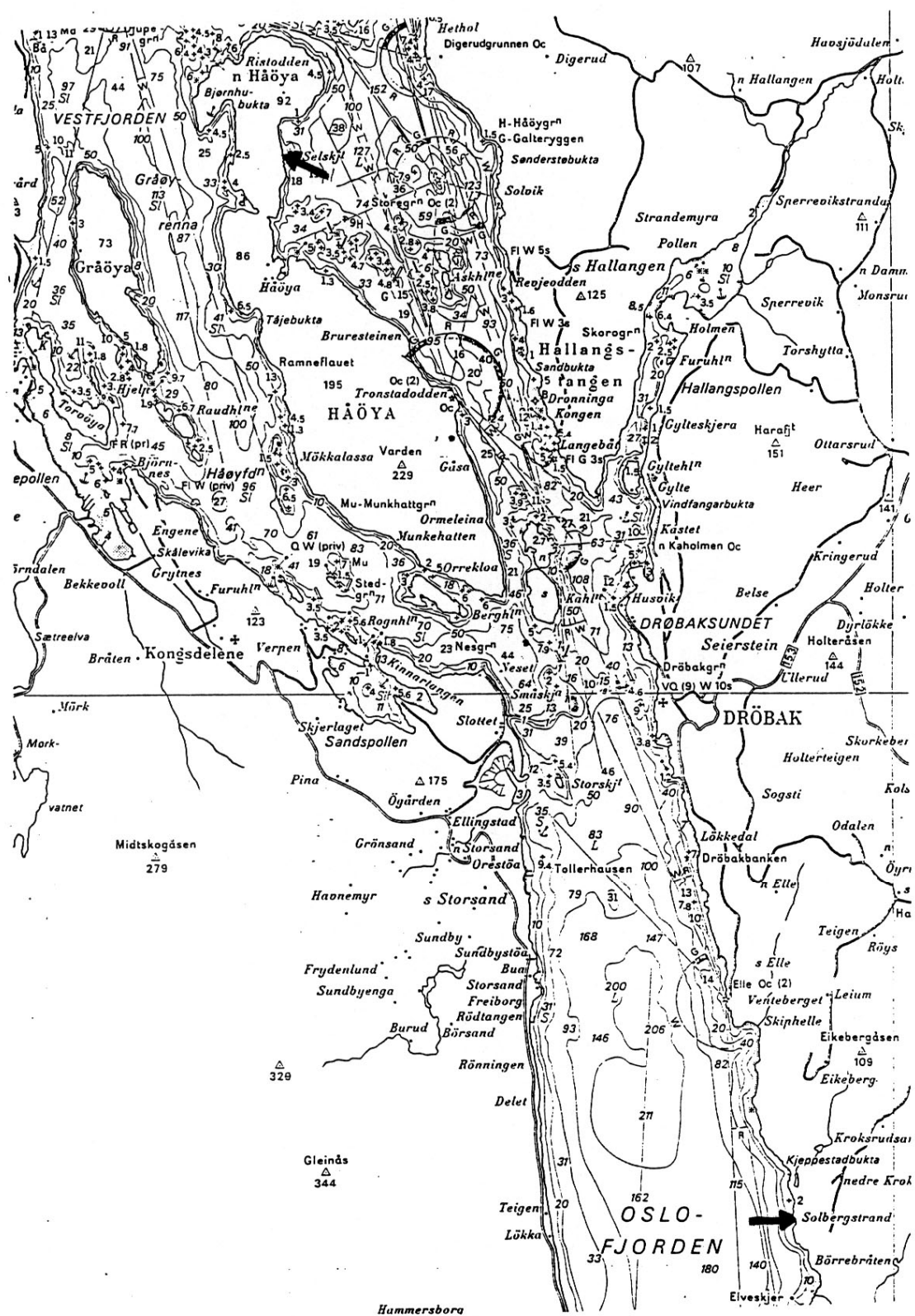
Figur A2. St. 2 Nordre Eggholmen, Raunefjorden. (Fra sjøkart nr. 21).



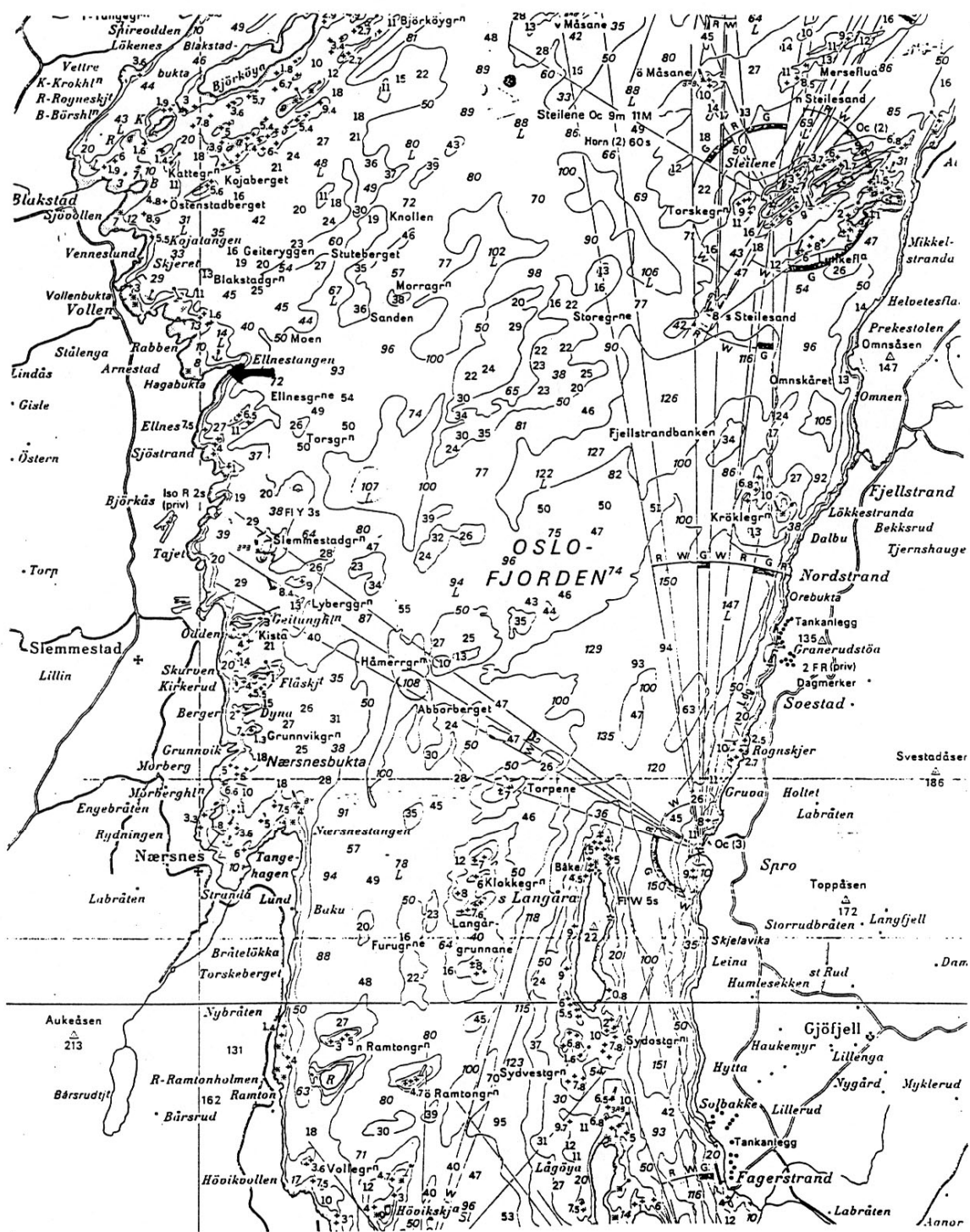
Figur A3. St. 3 Herøy, Groosefjorden. (Fra sjøkart nr. 8).



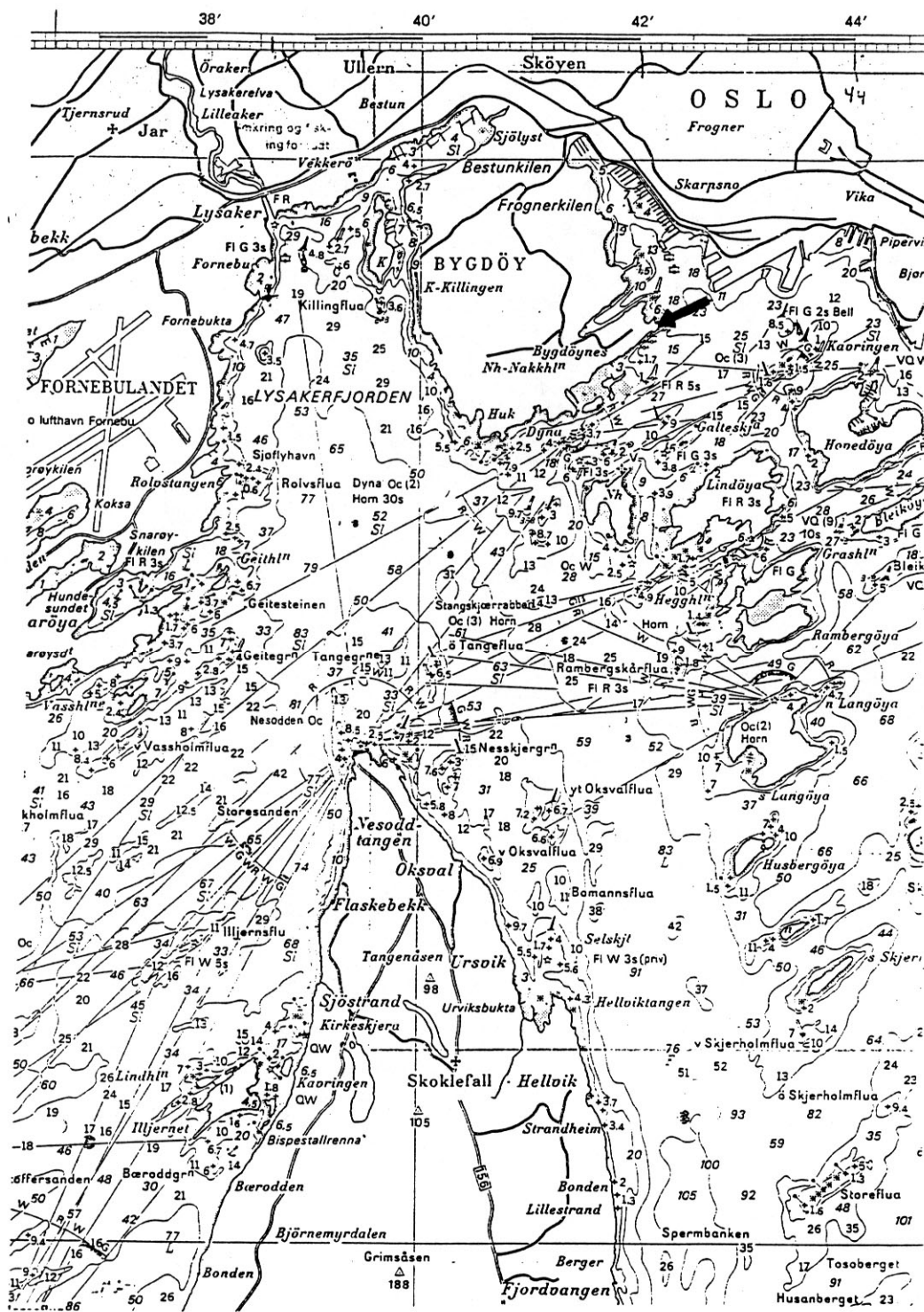
Figur A4. St. 4 Ertsvika, Oslofjorden. (Fra sjøkart nr. 4).



Figur A5. St. 5 Solbergstrad og st. 6 Håøya/Selskjær, Oslofjorden. (Fra sjøkart nr. 4).



Figur A6. St. 7 Ellnestangen, Oslofjorden. (Fra sjøkart nr. 4).



Figur A7. St. 8 Bygdøynes Bad, Oslofjorden. (Fra sjøkart nr. 4).

VEDLEGG 2

Kontroll av tanganalysenes reproduserbarhet (tabell A1 - A3)

Tabell A1. Fosforinnhold i 3 subprøver av samme homogenisat, mg/kg tørrvekt. Middell (m) og standardavvik (SD, (% av M)).

Prøve	Paralleller	1	2	3	M	SD (%)
<u>Grisetang</u>						
Ellnestangen	8/5-85	1077	1079	1113	1090	20 (~2)
Ertsvika	8/5-85	1377	1409	1409	1398	18 (<2)
Ellnestangen	4/6-85	473	482	473	476	5 (~1)
Ertsvika	3/10-85	702	728	663	698	33 (~5)
<u>Blæretang</u>						
Ellnestangen	8/5-85	1445	1761	1577	1594	159 (~10)
Ertsvika	8/5-85	2159	2045	2173	2126	70 (~3)
Ellnestangen	4/6-85	462	487	472	474	13 (~3)
Ertsvika	3/10-85	875	929	881	895	30 (~3)

Tabell A2. Karbon, nitrogen og fosfor i 10 subprøver av homogeniserte 0-5 cm lange skuddspisser av grisetang fra Bøvika/Karmøy¹⁾ 17/8-88, middell og standardavvik (% av middell). Konsentrasjoner i g/kg (C, N) og mg/kg (P).

Subprøve	C	N	P
1	492	15.0	801
2	482	13.8	816
3	494	14.4	827
4	482	12.6	765
5	497	14.7	810
6	488	13.8	823
7	486	13.3	806
8	494	15.0	807
9	486	13.7	809
10	494	14.5	819
M	490	14.1	808
SD (%)	5(1)	0.8 (~6)	17(2)

¹⁾ Nes på nordsiden av Bøvika

Tabell A3. Nitrogen, fosfor, karbon og % tørrstoff i parallelle subprøver fra fire homogenisater av tang fra Glomfjord 1992, g/kg tørrvekt.

Prøvebeskr. /stasjon	Dato	Parallellnr.	N	P	C	% tørrv.
Grisetang, St. Bi6	1/9-92	I	20.6	1.02	390	26.3
		II	20.5	1.01	392	26.2
		III	20.3	1.02	397	25.9
		IV	21.0	1.02	391	26.8
		V	20.8	1.07	393	26.5
		Middel St.avvik	20.64 0.27	1.03 0.02	392.60 2.70	26.34 0.34
Grisegang, St. Bi10	3/9-92	I	11.8	0.51	389	30.1
		II	13.1	0.53	393	29.7
		III	11.1	0.52	389	29.9
		IV	12.2	0.53	393	29.7
		V	12.8	0.48	395	30.7
		Middel St.avvik	12.20 0.80	0.51 0.02	391.80 2.68	30.02 0.41
Blåretang, St. Bi6	1/9-92	I	24.8	0.86	417	25.5
		II	26.5	0.92	413	25.0
		III	24.7	0.84	419	25.1
		IV	25.6	0.84	416	24.9
		V	26.1	0.87	413	24.8
		Middel St.avvik	25.54 0.79	0.87 0.03	415.60 2.61	25.06 0.27
Blåretang, St. Bi10	3/9-92	I	11.9	0.53	420	29.9
		II	11.8	0.50	429	30.5
		III	11.3	0.53	431	32.5
		IV	12.8	0.58	429	30.4
		V	12.2	0.50	433	31.8
		Middel St.avvik	12.00 0.55	0.53 0.03	428.40 4.98	31.02 1.08

VEDLEGG 3

Individuelle variasjoner i skuddspissenes innhold av karbon, nitrogen og fosfor.

Grisetang (<i>Ascophyllum nodosum</i>)	: tabell A4-A6
Blæretang (<i>Fucus vesiculosus</i>)	: tabell A7-A10
Gjelvtang (<i>Fucus evanescens</i>)	: tabell A11

Tabell A4. Individuelle variasjoner i innhold av nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Bodøsjøen, Saltfjorden 4/3 1985, g/kg tørrvekt.

Nr.	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1	36.8	359	17.4	1.10	20.6	326	15.8
2	35.8	360	16.9	1.35	21.3	267	12.5
3	36.8	361	19.4	1.26	18.6	287	15.4
4	38.5	358	14.9	0.96	24.0	373	15.5
5	34.3	365	20.2	0.98	18.1	372	20.6
6	32.1	358	16.5	1.06	21.7	338	15.6
7	33.9	364	19.7	1.16	18.5	314	17.0
8	34.9	360	18.7	1.31	19.3	275	14.3
9	36.4	367	18.1	1.14	20.3	322	15.9
10	34.7	377	18.8	1.14	20.1	331	16.5
Var.	32.1-38.5	358-377	14.9-20.2	0.96-1.35	18.1-24.0	267-373	12.5-20.6
Median*	35.5	361	18.4	1.14	20.2	324	15.7
M	35.4	363	18.1	1.15	20.3	321	15.9
SD	1.8	6	1.7	0.13	1.8	36	2.1

* Middell av de to mediane verdier.

Tabell A5. Individuelle variasjoner i innhold av nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Ellnestangen, Oslofjorden 31/10-84 og 28/3-85, g/kg tørrvekt.

Dato/nr.	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
31/10-84							
1	47.2	382	19.4	0.53	19.7	721	36.6
2	48.0	394	20.0	0.49	19.7	804	40.8
3	46.9	398	17.2	0.49	23.1	812	35.1
4	49.7	393	17.3	0.53	22.7	742	32.6
5	44.8	392	18.9	0.51	20.7	769	37.1
6	48.6	388	19.9	0.56	19.5	693	35.5
7	48.6	394	22.6	0.56	17.4	704	40.4
8	50.0	389	22.2	0.57	17.5	682	38.9
9	51.8	387	20.0	0.56	19.4	691	35.7
10	50.0	383	19.4	0.71	19.7	539	27.3
Var.	44.8-51.8	382-398	17.2-22.6	0.49-0.71	17.4-23.1	539-812	27.3-40.8
Med. ¹⁾	48.6	391	19.7	0.55	19.7	713	36.2
M	48.6	390	19.7	0.55	19.9	716	36.0
SD	2.0	5	1.8	0.06	1.9	78	4.0
28/3-85							
1	35.4	383	29.3	1.40	13.1	274	20.9
2	37.7	388	33.8	1.44	11.5	269	23.5
3	42.8	383	27.5	1.27	13.9	302	21.7
4	37.7	397	28.1	1.20	14.1	331	23.4
5	36.7	386	28.8	1.06	13.4	364	27.2
6	35.1	391	33.8	1.34	11.6	292	25.2
7	41.8	391	25.9	1.13	15.1	346	22.9
8	34.7	383	29.9	1.51	12.8	254	19.8
9	36.9	385	33.4	1.46	11.5	264	22.9
10	35.7	384	33.9	1.54	11.3	249	22.0
Var.	34.7-42.8	383-397	28.1-33.9	1.06-1.54	11.3-15.1	249-364	19.8-27.2
Med. ¹⁾	36.8	386	29.6	1.37	13.0	281	22.9
M	37.5	387	30.4	1.34	12.8	295	23.0
SD	2.8	5	3.0(?)	0.16	1.3	40	2.1

¹⁾ Middell av de to mediane verdier

Tabell A6. Individuelle variasjoner i innhold av nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Ertsvika (Hurum), Oslofjorden 31/10-84 til 28/3-85, g/kg tørrvekt.

Dato/nr.	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
31/10-84							
1	42.3	390	15.6	0.73	25.0	534	21.4
2	49.4	375	18.9	0.84	19.8	446	22.5
3	42.2	377	19.7	1.15	19.1	328	17.1
4	47.2	376	20.8	0.94	18.1	400	22.1
5	47.6	376	18.5	1.05	20.3	358	17.6
6	49.7	382	17.4	0.67	21.9	570	25.9
7	41.6	387	21.1	0.87	18.3	445	24.3
8	48.3	386	16.5	0.63	23.4	613	26.2
9	52.0	386	19.3	0.78	20.0	495	24.7
10	45.6	383	20.4	0.88	18.8	435	23.2
Var.	41.6-52.0	375-390	16.5-20.8	0.63-1.15	18.1-25.0	446	17.1-26.2
Med. ¹⁾	47.4	383	19.1	0.86	19.9	328-613	22.9
M	46.6	382	18.8	0.85	20.5	462	22.5
SD	3.6	6	1.8	0.16	2.3	91	3.1
28/3-85							
1	26.6	372	30.9	1.13	12.0	329	27.3
2	27.8	387	32.7	1.84	11.8	207	17.8
3	31.8	398	30.3	1.58	13.1	252	19.2
4	37.3	381	30.5	2.04	12.5	187	15.0
5	30.2	387	32.1	1.98	12.1	196	16.2
6	34.6	379	24.3	1.20	15.6	316	20.3
7	36.9	387	24.4	1.52	15.9	255	16.1
8	32.4	382	25.7	1.85	14.9	207	13.9
9	37.5	385	31.4	1.73	12.3	223	18.2
10	32.8	383	31.0	1.96	12.4	195	15.8
Var.	26.6-37.5	372-398	24.3-32.7	1.13-2.04	11.8-15.9	187-329	13.9-27.3
Med. ¹⁾	32.6	384	30.7	1.63	12.5	215	17.0
M	32.8	384	29.3	1.68	13.3	237	18.0
SD	3.9	7	3.2	0.32	1.6	51	3.8

¹⁾ Middell av de to mediane verdier

Tabell A7. Individuelle variasjoner i innhold av nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (0-10(15) cm) i blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Bødøsjøen, Saltfjorden 4/3 1985, g/kg tørrvekt.

Dato/nr.	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
4/3 1985							
1	38.2	373	20.8	1.65	17.9	226	12.6
2	33.3	387	19.2	2.23	20.1	174	8.6
3	39.9	383	16.9	1.83	22.7	209	9.2
4	36.6	378	19.9	1.92	19.0	197	10.4
5	34.0	378	18.2	1.87	20.8	202	9.7
6	40.0	382	15.2	1.89	25.1	202	8.0
7	35.9	364	16.2	1.67	22.5	218	9.7
8	35.1	373	16.3	1.47	22.9	254	11.1
9	35.8	373	17.0	1.06	21.9	352	16.0
10	34.2	374	18.4	1.53	20.3	244	12.0
Var.	33.3-40.0	364-387	16.2-20.8	1.06-2.23	17.9-25.1	174-352	8.0-16.0
Median*	35.9	376	17.6	1.75	21.4	214	10.1
M	36.3	377	17.8	1.71	21.3	228	10.7
SD	2.4	7	1.8	0.32	2.1	49	2.3
SD i % av M	<1	~2	~10%	~20%	~10%	~20%	~20%

* Middell av de to mediane verdier.

Tabell A8. Individuelle variasjoner i innholdet av nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (0-10(15)cm) av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Solbergstrand, Y. Oslofjord, 2/4 1985, g/kg tørrvekt.

Dato/nr.	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
2/4 1985							
1	34.3	385	22.7	1.30	17.0	296	17.5
2	35.5	383	24.3	1.79	15.8	214	13.6
3	33.6	380	26.4	1.01	14.4	376	26.2
4	30.1	383	22.9	1.31	16.7	292	17.5
5	28.8	382	23.1	1.28	16.5	298	18.1
6	30.5	385	27.8	2.20	13.9	175	12.6
7	32.3	389	23.3	1.36	16.7	286	17.1
8	28.5	392	24.0	1.37	16.3	286	17.5
9	29.0	383	25.4	1.72	15.1	223	14.8
10	39.4	380	29.5	2.36	12.9	161	12.5
Var.	28.5-39.4	380-392	22.7-29.5	1.01-2.36	12.9-17.0	161-376	12.5-26.2
Med.*	31.4	383	24.2	1.37	16.1	286	17.3
M	32.2	384	24.9	1.57	15.5	261	16.7
SD	3.5	4	2.3	0.44	1.4	66	4.0

* Middell av de to mediane verdier

Tabell A9. Individuelle variasjoner i innhold av nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (0-10(15)cm) av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Ellnestangen, I. Oslofjord, 31/10-84 og 28/3-85, g/kg tørrvekt.

Dato/nr.	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
31/10-84							
1	38.6	389	22.6	1.09	17.2	357	20.7
2	40.8	392	18.6	0.73	21.1	537	25.5
3	44.1	393	21.4	0.80	18.4	491	26.8
4	31.9	400	19.6	0.63	20.4	635	31.1
5	35.1	406	22.1	0.73	18.4	556	30.3
6	39.4	396	20.2	0.66	19.6	600	30.6
7	41.6	391	21.0	0.92	18.6	425	22.8
8	38.9	396	20.5	0.68	19.3	582	30.2
9	44.0	388	22.6	0.95	17.2	408	23.8
10	39.3	404	22.0	0.67	18.4	603	32.8
Var.	31.9-44.0	389-406	18.6-22.6	0.63-1.09	17.2-21.1	357-635	20.7-32.8
Med. ¹⁾	39.4	395	21.2	0.73	18.5	547	28.5
M	39.4	396	21.1	0.79	18.9	519	27.5
SD	3.7	6	1.3	0.15	1.3	95	4.1
28/3-85							
1	39.5	395	28.8	2.82	13.7	140	10.2
2	36.3	392	29.0	2.75	13.5	143	10.6
3	45.9	402	28.4	2.38	14.2	169	11.9
4	37.6	394	35.5	3.63	11.1	109	9.8
5	40.6	406	25.5	1.76	15.9	231	14.5
6	36.7	397	35.2	3.27	11.3	121	10.8
7	37.9	407	32.2	2.41	12.6	169	13.4
8	32.4	402	28.0	2.04	14.4	197	13.7
9	34.6	401	30.6	2.22	13.1	181	13.8
10	36.9	404	32.0	3.27	12.6	126	9.8
Var.	32.4-45.9	392-407	25.5-35.5	1.76-3.63	11.1-15.9	109-231	9.8-14.5
Med. ¹⁾	37.4	402	29.8	2.58	13.2	156	11.4
M	37.8	400	30.5	2.66	13.2	159	11.9
SD	3.7	5	3.2	0.60	1.5	38	1.8
SD i % av M	~10	~1	~10%	~25%	~10%	~25%	~15%

¹⁾ Middell av de to medianene

Tabell A10. Individuelle variasjoner i innhold av nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (0-10(15)cm) av blåretang (*Fucus vesiculosus*) fra Ertsvika (Hurum), Y. Oslofjord, 31/10-84 og 28/3-85, g/kg tørrvekt.

Nr.	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
31/10-84							
1	36.1	390	20.1	0.95	19.4	411	21.2
2	38.0	394	21.9	1.11	18.0	355	19.7
3	37.8	391	23.3	1.12	16.8	349	20.8
4	40.4	402	22.9	1.03	17.6	390	22.2
5	40.6	403	20.3	0.80	19.8	504	25.4
6	35.9	394	22.0	1.00	17.9	394	22.0
7	38.8	406	21.9	0.85	18.5	478	25.8
8	43.6	395	21.6	0.96	18.3	412	22.5
9	44.9	390	20.1	1.03	19.4	379	19.5
10	37.5	382	21.0	0.99	18.2	386	21.2
Var.	35.9-44.9	382-406	20.1-23.3	0.80-1.12	16.8-19.8	349-504	19.5-25.8
Med. ¹⁾	38.4	394	21.8	1.00	18.3	392	21.6
M	39.4	395	21.5	0.98	18.4	406	22.0
SD	3.0	7	1.1	0.10	0.9	50	2.1
28/3-85							
1	37.2	393	33.5	2.96	11.7	133	11.3
2	44.5	394	30.8	3.55	12.8	111	8.7
3	37.3	387	30.3	2.36	12.8	164	12.8
4	36.4	402	40.1	3.96	10.0	102	10.1
5	35.1	394	36.3	3.65	10.9	108	9.9
6	46.8	399	29.8	2.72	13.4	147	11.0
7	42.3	397	32.4	2.78	12.3	143	11.7
8	37.4	400	36.3	3.07	11.0	130	11.8
9	34.8	387	33.7	3.51	11.5	110	9.6
10	37.0	402	36.9	2.48	10.9	162	14.9
Var.	34.8-46.8	387-402	29.8-40.1	2.36-3.96	10.0-13.4	102-164	8.7-14.9
Med. ¹⁾	37.3	396	33.1	3.02	11.6	132	11.2
M	38.9	396	34.0	3.10	11.7	131	11.2
SD	4.1	6	3.3	0.54	1.1	23	1.8

¹⁾ Middell av de to mediane verdier.

Tabell A11. Individuelle variasjoner i innhold av karbon, nitrogen og fosfor i skuddspisser (0-5cm) av gjelvtang (*Fucus evanescens*) fra Bygdøynes 18/12-84, g/kg tørrvekt.

Dato/nr.	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1	25.1	395	28.8	3.26	13.8	121	8.8
2	23.9	387	29.5	3.31	13.1	117	8.9
3	22.8	385	30.3	3.23	12.7	119	9.4
4	23.8	393	29.8	3.07	13.2	128	9.7
5	22.7	390	29.5	3.25	13.2	120	9.1
6	24.6	382	31.1	3.64	12.3	105	8.5
7	25.3	396	31.2	3.45	12.7	115	9.0
8	23.1	390	31.2	3.29	12.5	119	9.5
9	23.0	389	32.1	3.76	12.1	104	8.5
10	22.8	389	30.4	3.35	12.8	116	9.1
Var.	22.7-25.3	382-396	28.8-32.1	3.07-3.76	12.1-13.8	104-128	8.5-9.7
Median ¹⁾	23.4	389	30.4	3.30	12.8	117	9.0
M	23.7	390	30.4	3.36	12.8	116	9.1
SD	1.0	4.3	1.0	0.21	0.5	7	0.4

¹⁾ Middell av de to mediane verdier.

VEDLEGG 4

**Rådata for analyser av karbon, nitrogen og fosfor i
grisetang (*Ascophyllum nodosum*, tabell A12-A21),
blæretang (*Fucus vesiculosus*, tabell A22-A33) og
gjelvtang (*F. evanescens*, tabell A34-A37)
fra referanselokaliteter (Grosefj., Raunefj., Saltfj.) og Oslofjordstasjoner.**

Tabell A12. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Herøy, Grosefjorden (Grimstad), sept. 1985-juni 1986, g/kg tørrvekt

Dato	~0-3(5) cm							~3-8(10) cm					
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P	
1985													
1/9	40.4	395	11.2	0.47	35.3	840	23.8	34.9	396	11.6	0.43	27.0	
12/9	33.4	393	12.5	0.57	31.4	689	21.9	33.0	397	13.3	0.69	19.3	
10/10	36.7	408	11.4	0.56	35.8	728	20.4	37.7	412	11.0	0.47	23.4	
13/11	34.6	408	23.3	1.16	17.5	352	20.1	36.5	422	17.0	0.72	23.6	
10/12	28.7	400	30.8	1.91	13.0	209	16.1	39.0	406	22.5	1.15	19.6	
1986													
29/4	22.2	392	34.7	2.24	11.3	175	15.5	40.6	410	23.4	1.14	20.5	
10/6	34.2	414	20.5	0.79	20.2	524	25.9	35.9	420	20.4	0.66	30.9	
23/6	35.4	414	16.9	0.68	24.5	609	24.9	40.0	425	18.3	0.63	29.0	
Median*	34.4	404	16.5	0.74	22.4	566	21.2	37.1	413	17.7	0.68	23.5	
M	33.2	403	20.2	1.05	23.6	516	21.1	37.2	411	17.2	0.74	24.2	
SD	5.5	9	9.0	0.67	9.7	247	3.8	2.6	11	4.8	0.27	4.4	

* Middel av de to medianverdiene

Tabell A13. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-8(10) cm) av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Herøy, Grosefjorden (Grimstad) sept. 1985 - juni 1986, g/kg tørrvekt.
Middelverdier av ca 0-3(5) cm og ca 3-8(10) cm (se tab. A12).

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1985							
1/9	37.7	396	11.4	0.45	34.7	880	25.3
12/9	33.2	395	12.9	0.63	30.6	627	20.5
10/10	37.2	410	11.2	0.51	36.6	804	22.0
13/11	35.1	415	20.2	0.94	20.5	442	21.5
10/12	33.9	403	26.6	1.53	15.2	263	17.4
1986							
29/4	31.4	401	29.1	1.69	13.8	237	17.2
10/6	35.0	417	20.4	0.74	20.4	564	27.6
23/6	30.2	420	17.6	0.66	23.9	636	26.7
Median	33.2	407	18.9	0.70	22.2	595	21.8
M	34.2	407	18.7	0.89	24.5	557	22.3
SD	2.6	10	6.7	0.47	8.6	233	4.0

* Middel av de to medianverdiene

Tabell A14. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra N. Eggholmen¹⁾, Raunefjorden (Hordaland), september 1984 - oktober 1985, g/kg tørrvekt.

Dato	~0-5cm						~5-10cm					
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P
1984												
12/9	46.5	382	6.5	0.37	58.8	1032	17.6	49.4	389	7.2	0.30	24.0
10/12	37.0	374	14.0	0.51	26.7	733	27.5	40.1	380	12.8	0.46	27.8
1985												
13/2	35.4	368	20.4	0.86	18.0	428	23.7	33.0	370	20.3	1.06	19.2
12/3	30.9	375	21.5	0.84	17.4	446	25.6	30.2	379	19.0	0.87	21.8
17/4	31.9	365	19.2	0.85	19.0	553	22.6	33.6	369	16.6	0.73	22.7
24/5	39.6	368	16.5	0.66	22.3	558	25.0	41.7	379	14.8	0.60	24.7
1/7	44.3	383	12.3	0.52	31.1	737	23.7	47.5	379	10.4	0.39	26.7
15/8	42.8	377	7.3	0.43	51.6	876	17.0	44.2	378	7.4	0.29	25.5
12/10	37.3	375	9.8	0.43	38.3	872	22.8	36.5	380	9.8	0.37	26.5
Median*	37.3	375	14.0	0.52	26.7	733	23.7	40.1	379	12.8	0.46	24.7
M	38.4	374	14.2	0.61	31.5	693	22.8	39.6	378	13.1	0.56	24.3
SD	5.4	6	5.6	0.20	15.2	210	3.5	6.7	6	4.8	0.27	2.7

¹⁾ En av prøvene fra S. Eggholmen.

Tabell A15. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra N. Eggholmen, Raunefjorden (Hordaland), september 1984 - oktober 1985, g/kg tørrvekt. Middel av verdier for 0-5 cm og 5-10 cm.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
12/9	48.0	386	6.9	0.34	55.9	1135	20.3
10/12	38.5	377	13.3	0.48	28.3	785	27.7
1985							
13/2	34.2	369	20.4	0.96	18.1	384	21.3
12/3	30.5	377	20.2	0.86	18.7	438	23.5
17/4	32.7	367	17.9	0.79	20.5	465	22.7
24/5	40.6	374	15.6	0.63	24.0	594	24.8
1/7	45.9	381	11.4	0.46	33.4	828	24.8
15/8	43.5	377	7.3	0.31	51.6	1216	23.5
12/10	36.9	378	9.8	0.40	38.6	945	24.5
Med.	38.5	377	13.3	0.48	28.3	785	23.5
M	39.0	376	13.6	0.58	32.1	754	23.7
SD	6.0	6	5.2	0.24	14.1	306	2.2

Tabell A16. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca. 0-10 cm) av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Bodøsjøen, Saltfjorden, oktober 1984- november 1985, g/kg tørrvekt. OBS. Fra 25/6-85 middel av ca. 0-5 og ca. 5-10 cm (se tabell A17).

Dato	~0-10 cm						
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
3/10	45.2	367	9.2	0.63	39.9	583	14.6
12/12	35.8	363	18.0	1.30	20.2	279	13.9
1985							
5-7/2	41.9	373	15.0	0.87	24.9	429	17.2
4/3 ¹⁾	35.4	363	18.1	1.15	20.1	316	15.7
8/4	33.8	373	18.3	1.13	20.4	330	16.2
4/5	31.7	379	18.1	1.05	20.9	361	17.2
31/5	26.9	383	16.4	0.89	23.4	430	18.4
25/6	25.8	358	12.2	0.76	29.3	471	16.1
4/8	41.0	372	9.2	0.57	40.4	653	16.1
18/9	38.5	376	9.0	0.67	41.8	561	13.4
20/10	39.5	359	11.2	0.72	32.1	499	15.6
18/11	41.3	367	13.1	0.80	28.0	459	16.4
Median*	37.2	367	14.1	0.82	26.5	445	16.1
M	36.4	367	14.0	0.88	28.5	448	15.9
SD	6.0	8	3.8	0.23	8.3	115	1.4

1) Middel av 10 individuelle analyser

2) Middel av de to mediane verdier.

Tabell A17. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Bodøsjøen, Saltfjorden, juni-november 1985, g/kg tørrvekt.

Dato	~0-5 cm					~5-10 cm				
	% tørrvekt	C	N	P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P
25/6	27.7	363	13.3	0.78	17.1	23.8	352	12.0	0.74	16.2
4/8	39.8	372	9.5	0.62	15.3	42.4	371	8.8	0.51	17.3
18/9	37.5	381	9.1	0.72	12.6	39.2	371	8.9	0.61	14.6
20/10	40.0	360	12.0	0.81	14.8	38.9	358	10.4	0.64	16.3
18/11	40.4	375	14.4	0.88	16.4	42.2	359	11.7	0.73	16.0
Median*	39.8	372	12.0	0.78	15.3	39.2	359	10.4	0.64	16.2
M	37.1	370	11.7	0.76	15.2	37.3	362	10.4	0.65	16.1
SD	5.4	9	2.3	0.10	1.7	7.7	8	1.5	0.09	1.0

Tabell A18. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Ellnestangen, I. Oslofjord, oktober 1984 - oktober 1985, g/tørrvekt.

Dato							
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
31/10 ¹⁾	48.4	390	19.7	0.55	19.9	716	35.8
29/11	42.9	389	27.7	0.97	14.0	401	28.6
1985							
6/2	39.1	396	33.1	1.46	12.0	271	22.7
28/3 ¹⁾	37.5	387	30.4	1.33	12.8	295	23.0
16/4	32.6	389	29.8	1.34	13.1	290	22.2
8/5	24.8	371	27.6	1.09 ²⁾	13.4	340	25.3
4/6	33.9	386	20.2	0.48	19.1	804	42.1
9/7	31.2	404	14.8	0.38	27.3	1063	38.9
7/8	31.7	398	11.0	0.32	36.2	1244	34.4
3/9	31.6	405	10.3	0.27	39.3	1500	38.2
3/10	31.4	398	10.5	0.26	37.9	1531	40.4
Median	32.6	390	20.2	0.55	19.1	716	34.4
M	35.0	393	21.4	0.77	22.3	769	32.0
SD	6.5	10	8.7	0.47	10.9	495	7.8

¹⁾ Middell av 10 individuelle analyser

²⁾ Middell av 3 parallelle analyser av samme homogenisat

Tabell A19. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Håøya, I. Oslofjord, oktober 1984 - juli 1985. g/kg tørrvekt.

Dato	~0-3(5) cm							~5-10 cm				
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P
1984												
11/10	47.5	383	14.8	0.50	25.9	766	29.6	46.0	385	14.9	0.48	31.0
8/11	40.0	398	21.1	0.61	18.9	652	34.6	31.4	389	18.8	0.59	31.9
15/12	37.7	377	22.0	0.77	17.1	490	28.6	36.2	384	19.4	0.71	27.3
1985												
21/1	35.7	374	31.1	1.31	12.0	286	23.7	32.8	377	27.5	1.21	22.7
18/3	48.8	380	34.4	1.70	11.1	224	20.2	30.4	387	30.2	1.60	18.9
9/4	33.5	386	36.5	1.42	10.6	272	25.7	30.8	396	30.7	1.35	22.7
8/5	36.4	391	31.2	1.23	12.5	318	25.4	31.2	384	27.9	1.16	24.1
17/7	42.8	390	16.9	0.55	23.1	709	30.7	42.9	393	15.2	0.42	36.2
Median*	38.9	385	26.5	1.00	14.8	404	27.2	32.1	386	23.5	0.94	25.7
M	40.3	385	26.0	1.01	16.4	465	27.3	35.2	387	23.0	0.94	26.9
SD	5.6	8	8.3	0.46	5.8	219	4.5	6.0	6	6.7	0.44	5.8

*) Middell av de to mediane verdiene

Tabell A20. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Håøya, I. Oslofjord oktober 1984 - juli 1985, g/kg tørrvekt. Middel av verdier for ca 0-5 cm og ca 5-10 cm.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
11/10	46.8	384	14.9	0.49	25.8	784	30.4
8/11	35.7	393	19.9	0.60	19.7	531	33.2
15/12	36.9	381	20.7	0.74	18.4	515	28.0
1985							
21/1	34.2	376	29.3	1.26	12.8	298	23.3
18/3	39.7	383	32.3	1.65	11.9	232	19.6
9/4	32.3	391	33.6	1.38	11.6	283	24.3
8/5	33.8	387	29.5	1.20	13.1	323	24.6
17/7	42.8	392	16.1	0.48	24.3	817	33.5
Median*	36.3	386	25.0	0.97	15.8	419	26.3
M	37.8	386	24.5	0.98	17.2	473	27.1
SD	5.0	6	7.5	0.45	5.7	229	5.0

* Middel av de to mediane verdier

Tabell A21. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Ertsvika (Hurum), Y. Oslofjord, oktober 1984 - oktober 1985, g/tørrvekt.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
31/10 ¹⁾	46.6	383	18.8	0.85	20.5	462	22.1
1985							
6/2	46.9	390	25.2	1.65	15.5	236	15.3
28/3 ¹⁾	32.8	384	29.3	1.68	13.3	237	17.4
16/4	21.6	404	31.7	1.79	12.7	226	17.7
8/5	24.1	373	27.5	1.40	13.6	266	19.6
4/6	29.6	379	22.9	0.98	16.6	387	23.4
9/7	26.6	380	19.1	0.63	19.9	603	30.3
3/9	27.4	380	19.7	0.59	19.3	644	33.4
3/10	27.4	379	20.3	0.70	18.7	541	29.0
Median*	27.4	380	22.9	0.98	16.6	387	22.1
M	31.4	384	23.8	1.14	16.7	400	23.1
SD	9.2	9	4.8	0.49	3.0	168	6.4

¹⁾ Middel av 10 individuelle analyser

Tabell A22. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Herøy, Grosefjorden (Grimstad), sept. 1985 - juni 1986, g/kg tørrvekt.

Dato	~0-3 cm							~3-8 cm				
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P
1985												
1/9	27.7	404	21.2	0.94	19.2	430	22.4	42.5	415	12.5	0.51	24.5
12/9	31.8	444	13.6	0.70	32.7	634	19.4	40.7	448	11.3	0.52	21.7
10/10	33.0	414	17.3	0.91	23.9	455	19.0	42.3	429	13.8	0.62	22.3
13/11	30.6	398	18.7	1.19	21.3	335	15.7	39.2	399	13.3	0.71	18.7
10/12	43.4	397	24.4	1.00	16.3	397	24.4	35.9	401	19.5	0.78	25.0
1986												
29/4	30.4	382	24.1	0.96	15.9	398	25.1	23.2	382	24.8	1.24	20.0
10/6	29.4	418	20.2	0.92	20.7	454	22.0	46.8	424	19.2	0.76	25.3
23/6	33.6	404	18.4	0.81	22.0	499	22.7	54.6	436	19.0	0.64	29.7
23/7	46.2	399	13.1	0.60	30.5	665	21.8	46.5	425	11.3	0.41	27.6
Median	31.8	404	18.7	0.92	21.3	454	22.0	42.3	424	13.8	0.64	24.5
M	34.0	407	19.0	0.89	22.5	474	21.4	41.3	418	16.1	0.69	23.9
SD	6.4	17	4.0	0.17	5.8	110	2.9	8.7	21	4.7	0.24	3.5

Tabell A23. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-8 cm) av blæretang (*Fucus vesiculosus*), fra Herøy, Grosefjorden (Grimstad), sept. 1985 - juni 1986, g/kg tørrvekt. Middell av 0-3 cm og 3-8 cm.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1985							
1/9	35.1	410	16.8	0.73	24.4	562	23.0
12/9	36.2	446	12.5	0.61	35.7	731	20.5
10/10	37.6	421	15.5	0.77	27.2	547	20.1
13/11	34.9	399	16.0	0.95	24.9	420	16.8
10/12	39.6	399	21.9	0.89	18.2	448	24.6
1986							
29/4	26.8	382	24.4	1.10	15.7	347	22.2
10/6	38.1	421	19.7	0.84	21.4	501	23.5
23/6	44.6	420	18.7	0.73	22.5	575	25.6
23/7	46.3	412	12.2	0.50	33.8	824	24.4
Median	37.6	412	16.8	0.77	24.4	547	23.0
M	37.7	412	17.5	0.79	24.9	551	22.3
SD	5.7	18	4.1	0.18	6.6	150	2.8

Tabell A24. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra N. Eggholmen¹⁾, Raunefjorden, september 1984 - oktober 1985, g/kg tørrvekt.

Dato	0-5 cm						~5-10 cm					
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P
1984												
12/9	45.9	401	7.2	0.57	55.7	703	12.6	59.7	408	5.8	0.36	16.1
10/12	35.4	374	16.5	0.88	22.7	425	18.8	44.0	376	10.0	0.47	21.3
1985												
13/2	32.1	376	27.3	1.74	13.8	216	15.7	39.3	385	16.9	0.97	17.4
12/3	24.2	400	32.8	1.71	12.2	234	19.2	33.5	382	19.2	1.03	18.6
17/4	38.4	389	25.6	1.45	15.2	268	17.7	52.7	377	16.2	0.92	17.6
24/5	31.8	385	16.6	1.06	23.2	363	15.7	44.9	383	13.4	0.75	17.9
1/7	48.7	402	11.8	0.86	34.1	467	13.7	59.8	401	9.5	0.63	15.1
15/8	45.3	406	7.8	0.57	52.1	712	13.7	45.1	401	6.0	0.33	18.2
12/10	36.7	392	14.4	0.70	27.2	560	20.6	44.7	391	9.4	0.40	23.5
Median	36.7	392	16.5	0.88	23.2	425	15.7	44.9	385	10.0	0.63	17.9
M	37.6	392	17.8	1.06	28.5	439	16.4	47.1	389	11.8	0.65	18.4
SD	7.9	12	8.9	0.46	16.0	189	2.8	8.8	12	4.8	0.28	2.6

¹⁾ En prøve fra S. Eggholmen.

Tabell A25. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra N. Eggholmen, Raunefjorden, september 1984 - oktober 1985, g/kg tørrvekt. Middel av ca 0-5 cm og ca 5-10 cm.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
	1984						
12/9	52.8	405	6.5	0.46	62.3	880	14.1
10/12	39.7	375	13.3	0.69	28.2	544	19.3
1985							
13/2	35.7	381	22.1	1.36	17.2	280	16.3
12/3	28.9	391	26.0	1.37	15.0	285	19.0
17/4	45.6	383	20.9	1.19	18.3	322	17.6
24/5	38.4	384	15.0	0.91	25.6	422	16.5
1/7	54.2	402	11.7	0.74	34.4	543	15.8
15/8	45.2	403	6.9	0.45	58.4	896	15.3
12/10	40.7	392	11.9	0.55	32.9	713	21.6
Median	40.7	391	13.3	0.74	28.2	543	16.5
M	42.4	391	14.9	0.86	32.5	543	17.3
SD	8.1	11	6.8	0.37	17.2	241	2.3

Tabell A26. Nitrogen, fosfor og karbon i ca. 0-10 cm skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Bodøsjøen, Saltfjorden, oktober 1984 - november 1985, g/kg tørrvekt. OBS: Fra 25/6-85 middelverdier av ca. 0-5 cm og ca. 5-10 cm (se tab. A27).

Dato	~0-10cm						
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
3/10	44.5	412	10.1	0.93	40.8	443	10.9
12/2	33.7	384	18.6	1.57	20.7	245	11.9
1985							
5-7/2	40.2	391	15.1	1.25	25.9	313	12.1
4/3 ¹⁾	36.3	377	17.8	1.71	21.3	228	10.7
8/4	33.6	402	20.8	1.67	19.3	241	12.5
4/5	30.4	397	18.7	0.98	21.2	405	19.1
31/5	23.9	379	15.5	1.21	24.5	313	12.8
25/6	33.0	363	12.6	1.11	28.8	327	11.4
4/8	39.2	407	9.1	0.86	44.7	473	10.6
18/9	36.0	395	8.3	0.78	47.6	506	10.6
20/10	43.3	401	11.0	1.00	36.5	401	11.1
18/11	45.0	383	11.3	1.16	33.9	345	9.8
Med ²⁾	36.2	393	13.9	1.14	27.3	363	11.7
M	36.6	391	14.1	1.19	30.4	353	11.9
SD	6.2	14	4.2	0.31	10.0	93	2.4

¹⁾ Middel av 10 (se tabell A24)

²⁾ Middel av de to mediane verdier.

Tabell A27. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Bodøsjøen, Saltfjorden, juni - november 1985, g/kg tørrvekt.

Dato	~0-5 cm					~5-10 cm				
	% tørrvekt	C	N	P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P
25/6	24.6	350	13.3	1.24	10.7	41.5	375	11.8	0.98	12.0
4/8	33.5	415	9.1	0.95	9.6	44.8	398	9.0	0.76	11.8
18/9	30.2	392	9.2	0.91	10.1	42.1	399	7.4	0.65	11.4
20/10	36.7	396	12.6	1.13	11.2	49.9	406	9.5	0.86	11.0
18/11	39.5	388	13.0	1.38	9.4	50.8	377	9.6	0.94	10.2
Median	33.5	392	12.6	1.13	10.1	44.8	398	9.5	0.86	11.4
M	32.9	388	11.4	1.12	10.2	45.8	391	9.5	0.84	11.3
SD	5.8	24	2.1	0.20	0.8	4.3	14.0	1.6	0.13	0.7

¹⁾ Middel av 10

²⁾ Middel av de to mediane verdier.

Tabell A28. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Ellnestangen, I. Oslofjord, oktober 1984 - oktober 1985, g/kg tørrvekt.

Dato	0-10 cm						
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
31/10 ¹⁾	39.4	396	21.2	0.79	18.9	519	27.5
29/11	41.9	407	22.0	0.98	18.5	415	22.4
1985							
6/2	36.7	395	31.2	3.54	12.7	112	8.8
28/3 ¹⁾	37.8	400	30.5	2.66	13.2	159	11.9
16/4	31.0	403	32.5	2.10	12.4	192	15.5
8/5	23.0	381	31.3	1.59 ²⁾	12.2	240	19.7
4/6	23.4	399	24.4	0.91 ²⁾	16.4	439	26.8
9/7	22.4	405	16.4	0.73 ²⁾	24.7	555	22.5
7/8	22.4	397	16.4	0.65 ²⁾	24.2	611	25.2
3/9	22.0	401	16.1	0.55 ²⁾	24.9	729	29.3
3/10	25.6	405	15.3	0.47 ²⁾	26.5	862	32.6
Median	25.6	400	22.0	0.91	18.5	439	22.5
M	29.6	399	23.4	1.36	18.6	439	22.0
SD	7.9	7	6.9	1.00	5.7	245	7.4

¹⁾ Middell av 10 individuelle skuddspisser

²⁾ Middell av 3 parallellanalyser

Tabell A29. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Håøya, I. Oslofjord, oktober 1984 - juli 1985, g/kg tørrvekt.

Dato	0-3(5) cm							~5-10 cm				
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P
1984												
11/10	34.8	394	22.7	0.87	17.4	453	26.1	76.9?	398	13.8	0.52	26.5
8/11	25.5	387	27.6	1.23	14.0	315	22.4	38.1	406	21.7	0.79	27.5
15/12	26.1	382	30.0	1.88	12.7	203	16.0	29.9	388	24.0	1.15	20.9
1985												
21/1	26.2	375	30.0	2.56	12.5	147	11.7	37.9	387	23.2	1.57	14.8
18/3 ¹⁾	37.7	393	32.1	2.54	12.2	155	12.6	51.5	390	23.9	1.52	15.7
9/4	27.6	394	30.2	2.32	13.1	170	13.0	35.9	393	25.1	1.54	16.3
8/5	34.8	380	33.3	2.03	11.4	187	16.4	45.9	394	28.6	1.37	20.9
17/7	27.1	392	20.2	0.93	19.4	422	21.7	32.8	396	18.2	0.62	29.4
Median ²⁾	27.4	390	30.0	1.96	12.9	195	16.2	37.9 ³⁾	394	23.6	1.26	20.9
M	30.0	387	28.3	1.80	14.1	257	17.5	38.9	394	22.3	1.14	21.5
SD	4.9	7	4.6	0.70	2.8	124	5.3	7.5	6	4.5	0.43	5.7

¹⁾ Samlet på Storskjær, Drøbak, pga. isvansker

²⁾ Middell av de to mediane verdier

³⁾ Sett bort fra verdi på 76.9

Tabell A30. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av blåretang (*Fucus vesiculosus*) fra Håøya, I. Oslofjord, oktober 1984 - juli 1985, g/kg tørrvekt. Middell av ca 0-5 cm og ca 5-10 cm.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
11/10	34.8 ³⁾	396	18.3	0.70	21.6	566	26.1
8/11	31.8	397	24.7	1.01	16.1	393	24.5
15/12	28.0	385	27.0	1.52	14.3	253	17.8
1985							
21/1	32.1	381	26.6	2.07	14.3	184	12.9
18/3 ¹⁾	38.3	392	28.0	2.03	14.0	193	13.8
9/4	31.8	393	27.6	1.93	14.2	204	14.3
8/5	40.4	387	31.0	1.70	12.5	228	18.2
17/7	29.9	394	19.2	0.77	24.9	512	24.9
Median ²⁾	32.0	393	26.8	1.61	14.3	242	18.0
M	33.4	391	25.3	1.47	16.5	317	19.1
SD	4.2	6	4.4	0.57	4.4	153	5.4

1) Samlet ved Storskjær, Drøbak pga. isvansker.

2) Middell av de to mediane verdier

3) Bare 0-5 cm.

Tabell A31. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av blåretang (*Fucus vesiculosus*) fra Solbergstrand, Oslofjorden, g/kg tørrvekt.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
20/11	38.9	382	24.4	1.21	15.7	316	20.2
1985							
18/1	33.2	374	28.5	2.09	13.1	179	13.6
2/4 ¹⁾	32.2	384	24.9	1.57	15.4	245	15.9
26/4	26.9	384	32.0	2.18	12.0	176	14.7
20/5	24.7	382	26.8	1.83	14.3	209	14.6
24/6	23.8	389	23.6	1.00	16.5	389	23.6
17/7	25.2	397	20.1	0.76	19.8	522	26.5
22/8	26.2	401	21.5	0.89	18.7	451	24.2
26/9	26.5	389	20.8	0.90	18.7	437	23.1
28/10	26.1	390	23.2	1.20	16.8	325	19.3
Median ²⁾	26.4	387	24.0	1.21	16.1	321	19.8
M	28.4	387	24.6	1.36	16.1	325	19.6
SD	4.8	8	3.7	0.52	2.5	122	4.7

1) Middell av 10

2) Middell av de to mediane verdier.

Tabell A32. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Ertsvika (Hurum), Y. Oslofjord, oktober 1984 - oktober 1985, g/kg tørrvekt.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
31/10 ¹⁾	39.4	395	21.5	0.98	18.4	406	22.0
29/11	33.6	400	22.4	1.28	17.9	313	17.5
1985							
6/2	39.1	396	28.1	3.38	14.1	117	8.3
28/3 ¹⁾	38.9	396	34.0	3.10	11.7	131	11.2
16/4	26.0	425	40.1	2.61	10.6	163	15.4
8/5	25.8	410	36.7	2.13 ²⁾	11.2	193	17.2
4/6	24.0	393	33.4	1.92 ²⁾	11.8	205	17.4
9/7	22.0	397	24.9	0.92 ²⁾	15.9	431	27.1
7/8	22.1	400	24.1	0.98 ²⁾	16.6	408	24.6
3/9	22.0	384	24.4	0.93 ²⁾	15.7	413	26.2
3/10	24.2	389	22.9	0.90 ²⁾	17.0	432	25.4
Median	25.8	396	24.9	1.28	15.7	313	17.5
M	28.8	399	28.4	1.74	14.6	292	19.3
SD	7.4	11	6.5	0.94	2.9	131	6.3

¹⁾ Middel av 10 individuelle skuddspisser

²⁾ Middel av 3 paralleller

Tabell A33. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-5 cm) av blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Færder, Y. Oslofjord, oktober 1984 - januar 1985¹⁾, g/kg tørrvekt.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
16/10	31.8		14.4	0.82			17.6
15/11	32.7		16.7	1.24			13.5
15/12	35.5		19.2	1.87			10.3
1985							
15/1 ¹⁾	29.3		23.7	2.55			9.3

¹⁾ Mest helt unge planter, skurt vekk av is etter januar.

Tabell A34. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av gjelvtang (*Fucus evanescens*) fra Bygdøy, I. Oslofjord okt. 1984 - juli 1985, g/kg tørrvekt.

Dato	~0-5 cm						~5-10 cm					
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P
1984												
12/10	28.1	379	25.0	1.93	15.2	196	13.0	39.2	384	20.7	1.77	11.7
12/11	23.0	398	26.4	2.19	15.1	182	12.1	29.9	409	23.9	1.94	12.3
18/12 ¹⁾	23.7	390	30.4	3.36	12.8	116	9.1	30.1	407	28.5	2.94	9.7
1985												
8/2	21.9	383	34.1	3.92	11.2	98	8.7	29.2	398	26.2	3.00	8.7
4/3	22.5	380	39.7	4.95	9.6	77	8.0	30.2	396	28.5	3.31	8.6
20/4	16.4	379	41.5	3.55	9.1	107	11.7	25.6	405	34.8	2.43	14.3
20/5 ¹⁾	17.7	378	30.2	2.25	12.6	170	13.5	25.5	395	27.7	1.85	15.0
24/6	19.7	393	24.4	1.29	16.1	305	18.9	28.1	422	24.1	1.03	23.4
22/7	19.8	403	23.8	1.30	16.9	310	18.3	26.0	418	25.4	1.08	23.5
Median	21.9	383	30.2	2.25	12.8	170	12.1	29.2	405	26.2	1.94	12.3
M	21.4	387	30.6	2.75	13.2	173	12.6	29.3	404	26.6	2.15	14.1
SD	3.5	9	6.6	1.26	2.8	86	3.9	4.2	12	4.0	0.83	5.7

¹⁾ 0-5 cm, middel av 10 individuelle skuddspisser.

Tabell A35. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av gjelvtang (*Fucus evanescens*) fra Bygdøy, I. Oslofjord, oktober 1984 - juli 1985, g/kg tørrvekt. Middel av ca 0-5 cm og ca 5-10(15) cm.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
1984							
12/10	33.7	382	23.9	1.85	16.0	207	12.9
12/11	26.5	404	25.2	2.07	16.0	195	12.2
18/12	26.9	399	29.4	3.15	13.6	127	9.3
1985							
8/2	25.5	390	30.2	3.46	12.9	113	8.7
4/3	26.4	388	34.1	4.13	11.4	94	8.3
20/4	21.0	392	33.2	2.99	11.8	131	11.1
20/5	21.6	387	29.0	2.05	13.3	189	14.1
24/6	23.9	408	24.3	1.16	16.8	352	21.0
22/7	22.9	411	24.6	1.19	16.7	345	20.7
Median	25.5	392	29.0	2.07	13.6	189	12.2
M	25.4	396	28.2	2.45	14.3	195	13.1
SD	3.8	10	3.9	1.03	2.1	96	4.8

Tabell A36. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser av gjelvtang (*Fucus evanescens*) fra Håøya, I. Oslofjord, oktober 1984 - juli 1985, g/kg tørrvekt.

Dato	0-5 cm						5-10 cm					
	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P	% tørrvekt	C	N	P	N/P
1984												
11/10	35.3	384	17.0	0.69	22.6	556	24.6	65.2 ²⁾	392	14.4	0.43	33.5
8/11	24.8	387	23.9	1.04	16.1	372	23.0	33.6	391	16.8	0.62	27.1
15/12	24.7	375	26.7	1.69	14.0	222	15.8	29.5	387	21.8	1.13	19.3
1985												
21/1	26.4	380	31.0	2.68	12.3	142	11.6	32.6	389	23.0	1.84	12.5
18/3	20.8	367	36.0	3.14	10.2	117	11.5	32.9	383	26.5	1.81	14.6
9/4	23.8	380	32.4	2.45	11.7	155	13.2	29.3	395	27.5	1.48	18.6
8/5	20.9	377	32.3	1.74	11.7	217	18.6	30.0	387	28.2	1.38	20.4
17/7	21.3	394	17.2	0.66	22.9	597	26.1	34.5	409	15.6	0.45	34.7
Median ¹⁾	24.3	380	28.9	1.72	13.1	220	17.2	32.6	390	22.4	1.26	19.9
M	24.8	381	27.1	1.76	15.2	297	18.1	31.8	392	21.7	1.14	22.6
SD	4.7	8	7.2	0.93	5.0	189	5.9	2.1	8	5.5	0.58	8.3

1) Middelværdi av de to medianverdier

2) Sett bort fra ved beregning av median og middel

Tabell A37. Nitrogen, fosfor og karbon i skuddspisser (ca 0-10 cm) av gjelvtang (*Fucus evanescens*) fra Håøya, I. Oslofjord, oktober 1984 - juli 1985, g/kg tørrvekt. Middelværdi av ca 0-5 cm og ca 5-10 cm.

Dato	% tørrvekt	C	N	P	C/N	C/P	N/P
	1984						
11/10	50.3 ¹⁾	388	15.7	0.56	24.7	693	28.0
8/11	34.2	389	20.4	0.83	19.1	469	24.6
15/12	27.1	381	24.2	1.41	15.7	270	17.2
1985							
21/1	29.5	385	27.0	2.26	14.3	170	12.0
18/3	26.9	375	31.3	2.48	12.0	151	12.6
9/4	26.6	388	30.0	1.97	12.9	197	15.2
8/5	25.5	382	30.3	1.56	12.6	245	19.4
17/7	27.9	402	16.1	0.57	25.0	705	28.2
Median ²⁾	27.1	387	25.6	1.48	15.0	258	18.3
M	28.2	386	24.4	1.46	17.0	363	19.7
SD	2.9	8	6.3	0.75	5.3	230	6.6

1) Ekstremverdi, sett bort fra ved beregning av median og middelværdi.

2) Middelværdi av to medianverdier.

VEDLEGG 5

**Sammenligning av artene mht. innhold av
nitrogen og fosfor, samt N:P-forhold
(tabell A38 - A40)**

Tabell A38. Parvis sammenstilling av data for N og P i skuddspisser (0-10(15)) cm i blæretang (*Fucus vesiculosus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra ulike lokaliteter 1984-1986. Konsentrasjoner i g/tørrvekt.

Lokaliteter	NITROGEN		FOSFOR		N:P	
	F.v.	A.n.	F.v.	A.n.	F.v.	A.n.
Grosefj.						
1/9-85	16.8	11.4	0.73	0.45	23.0	25.3
12/9-85	12.5	12.9	0.61	0.63	20.5	20.5
10/10-85	15.5	11.2	0.77	0.51	20.1	22.0
13/11-85	16.0	20.2	0.95	0.94	16.8	21.5
10/12-85	21.9	26.6	0.89	1.53	24.6	17.4
29/4-86	24.4	29.1	1.10	1.69	22.2	17.2
10/6-86	19.7	20.4	0.84	0.74	23.5	27.6
23/6-86	18.7	17.6	0.73	0.66	25.6	26.7
Raunefj.						
12/9-84	6.5	6.9	0.46	0.34	14.1	20.3
10/12-84	13.3	13.3	0.69	0.48	19.3	27.7
13/2-85	22.1	20.4	1.36	0.96	16.3	21.3
12/3-85	26.0	20.2	1.37	0.86	19.0	23.5
17/4-85	20.9	17.9	1.19	0.79	17.6	22.7
24/5-85	15.0	15.6	0.91	0.63	16.5	24.8
1/7-85	11.7	11.4	0.74	0.46	15.8	24.8
15/8-85	6.9	7.3	0.45	0.31	15.3	23.5
12/10-85	11.9	9.8	0.55	0.40	21.6	24.5
Saltfj.						
3/10-84	10.1	9.2	0.93	0.63	10.9	14.6
12/12-84	18.6	18.0	1.57	1.30	11.9	13.9
5-7/2-85	15.1	15.0	1.25	0.87	12.1	17.2
4/3-85	17.8	18.1	1.71	1.15	10.7	15.7
8/4-85	20.8	18.3	1.67	1.13	12.5	16.2
4/5-85	18.7	18.1	0.98	1.05	19.1	17.2
31/5-85	15.5	16.4	1.21	0.89	12.8	18.4
25/6-85	12.6	12.2	1.11	0.76	11.4	16.1
4/8-85	9.1	9.2	0.86	0.57	10.6	16.1
18/9-85	8.3	9.0	0.78	0.67	10.6	13.4
20/10-85	11.0	11.2	1.00	0.72	11.1	15.6
18/11-85	11.3	13.1	1.16	0.80	9.8	16.4

Tabell A38. (forts.)

Lokaliteter	NITROGEN		FOSFOR		N:P	
	F.v.	A.n.	F.v.	A.n.	F.v.	A.n.
Oslofj.						
Elnestange						
n						
31/10-84	21.2	19.7	0.79	0.55	27.5	35.8
29/11-84	22.0	27.7	0.98	0.97	22.4	28.6
6/2-85	31.2	33.1	3.54	1.46	8.8	22.7
28/3-85	30.5	30.4	2.66	1.33	11.9	23.0
16/4-85	32.5	29.8	2.10	1.34	15.5	22.2
8/5-85	31.3	27.6	1.59	1.09	19.7	25.3
4/6-85	24.4	20.2	0.91	0.48	26.8	42.1
9/7-85	16.4	14.8	0.73	0.38	22.5	38.9
7/8-85	16.4	11.0	0.65	0.32	25.2	34.4
3/9-85	16.1	10.3	0.55	0.27	29.3	38.2
3/10-85	15.3	10.5	0.47	0.26	32.6	40.4
Håøya						
1/10-84	18.8	14.9	0.70	0.49	26.1	30.4
8/11-84	24.7	19.9	1.01	0.60	24.5	33.2
15/12-84	27.0	20.7	1.52	0.74	17.8	28.0
21/1-85	26.6	29.3	2.07	1.26	12.9	23.3
18/3-85	28.0	32.3	2.03	1.65	13.8	19.6
9/4-85	27.6	33.6	1.93	1.38	14.3	24.3
8/5-85	31.0	29.5	1.70	1.20	18.2	24.6
17/7-85	19.2	16.1	0.77	0.48	24.9	33.5
Ertsvika						
31/10-84	21.5	18.8	0.98	0.85	22.0	22.1
6/2-85	28.1	25.2	3.38	1.65	8.3	15.3
28/3-85	34.0	29.3	3.10	1.68	11.2	17.4
16/4-85	40.1	31.7	2.61	1.79	15.4	17.7
8/5-85	36.7	27.5	2.13	1.40	17.2	19.6
4/6-85	33.4	22.9	1.92	0.98	17.4	23.4
9/7-85	24.9	19.1	0.92	0.63	27.1	30.3
3/9-85	24.4	19.7	0.93	0.59	26.2	33.4
3/10-85	22.9	20.3	0.90	0.70	25.4	29.0

Tabell A39. Parvis sammenstilling av data for N og P i ca 0-5 cm skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Grosefjorden, Raunefjorden og Håøya, indre Oslofjord. Konsentrasjoner i g/kg tørrvekt.

Lokaliteter	NITROGEN		FOSFOR			N:P	
	F.v.	A.n.	F.v.	A.n.	F.v.	A.n.	
Grosefj.							
1/9-85	21.1	11.2	0.94	0.47	22.4	23.8	
12/9-85	13.6	12.5	0.70	0.57	19.4	21.9	
10/10-85	17.3	11.4	0.91	0.56	19.0	20.4	
13/11-85	18.7	23.3	1.19	1.16	15.7	20.1	
10/12-85	24.4	30.8	1.00	1.91	24.4	16.1	
29/4-86	24.1	34.7	0.96	2.24	25.1	15.5	
10/6-86	20.2	20.5	0.92	0.79	22.0	25.9	
23/6-86	18.4	16.9	0.81	0.68	22.7	24.9	
Raunefj.							
12/9-84	7.2	6.5	0.57	0.37	12.6	17.6	
10/12-84	16.5	14.0	0.88	0.51	18.8	27.5	
13/2-85	27.3	20.4	1.74	0.86	15.7	23.7	
12/3-85	32.8	21.5	1.71	0.84	19.2	25.6	
17/4-85	25.6	19.2	1.45	0.85	17.7	22.6	
24/5-85	16.6	16.5	1.06	0.66	15.7	25.0	
1/7-85	11.8	12.3	0.86	0.52	13.7	23.7	
15/8-85	7.8	7.3	0.57	0.43	13.7	17.0	
12/10-85	14.4	9.8	0.70	0.43	20.6	22.8	
Håøya, Oslofj.							
11/10-84	22.7	14.8	0.87	0.50	26.1	29.6	
8/11-84	27.6	21.1	1.23	0.61	22.4	34.6	
15/12-84	30.0	22.0	1.88	0.77	16.0	28.6	
21/1-85	30.0	31.1	2.56	1.31	11.7	23.7	
18/3-85	32.1	34.4	2.54	1.70	12.6	20.2	
9/4-85	30.2	36.5	2.32	1.42	13.0	25.7	
8/5-85	33.3	31.2	2.03	1.23	16.4	25.4	
17/7-85	20.2	16.9	0.93	0.55	21.7	30.7	

Tabell A40. Sammenligning av N- og P-innhold i ca 0-10 cm skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*), gjelvtang (*Fucus evanescens*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Håøya, Indre Oslofjord 1984-85. Konsentrasjoner i g/kg tørrvekt.

Dato	NITROGEN			FOSFOR			N:P		
	F.v.	F.e.	A.n.	F.v.	F.e.	A.n.	F.v.	F.e.	A.n.
11/10-84	18.3	15.7	14.9	0.70	0.56	0.49	26.1	28.0	30.4
8/11-84	24.7	20.4	19.9	1.01	0.83	0.60	24.5	24.6	33.2
15/12-84	27.0	24.2	20.7	1.52	1.41	0.74	17.8	17.2	28.0
21/1-85	26.6	27.0	29.3	2.07	2.26	1.26	12.9	12.0	23.3
18/3-85	28.0	31.3	32.3	2.03	2.48	1.65	13.8	12.6	19.6
9/4-85	27.6	30.0	33.6	1.93	1.97	1.38	14.3	15.2	24.3
8/5-85	31.0	30.3	29.5	1.70	1.56	1.20	18.2	19.4	24.6
17/7-85	19.2	16.1	16.1	0.77	0.57	0.48	24.9	28.2	33.5

VEDLEGG 6

Jevnføring av N og P og i øvre (ca. 0 - 5 cm) og nedre del (ca. 5 - 10 cm) av skuddspissene hos grisetang, blåretang og gjelvtang (tabell A41)

Tabell A41. Parvis sammenstilling av verdier for N- og P-innhold i skuddspisser (ca 0-5 cm) og lenger ned på thallus (5-10 cm) hos grisetang, blåretang og gjelvtang fra ulike lokaliteter, g/kg tørrvekt.

Lokaliteter	Grisetang				Blåretang				Gjelvtang			
	0-5	5-10	0-5	5-10	0-5	5-10	0-5	5-10	0-5	5-10	0-5	5-10
Grosefj.												
1/9-85	11,2	11,6	0,47	0,43	21,1	12,5	0,94	0,51				
12/9-85	12,5	13,3	0,57	0,69	13,6	11,3	0,70	0,52				
10/10-85	11,4	11,0	0,56	0,47	17,3	13,8	0,91	0,62				
13/11-85	23,3	17,0	1,16	0,72	18,7	13,3	1,19	0,71				
10/12-85	30,8	22,5	1,91	1,15	24,4	19,5	1,00	0,78				
29/4-86	34,7	23,4	2,24	1,14	24,1	24,8	0,96	1,24				
10/6-86	20,5	20,4	0,79	0,66	20,2	19,2	0,92	0,76				
23/6-86	16,9	18,3	0,68	0,63	18,4	19,0	0,81	0,64				
23/7-86					13,1	11,3	0,60	0,41				
Raunefj.												
12/9-84	6,5	7,2	0,37	0,30	7,2	5,8	0,57	0,36				
10/12-84	14,0	12,8	0,51	0,46	16,5	10,0	0,88	0,47				
13/2-85	20,4	20,3	0,86	1,06	27,3	16,9	1,74	0,97				
12/3-85	21,5	19,0	0,84	0,87	32,8	19,2	1,71	1,03				
17/4-85	19,2	16,6	0,85	0,73	25,6	16,2	1,45	0,92				
24/5-85	16,5	14,8	0,66	0,60	16,6	13,4	1,06	0,75				
1/7-85	12,3	10,4	0,52	0,39	11,8	9,5	0,86	0,63				
15/8-85	7,3	7,4	0,43	0,29	7,8	6,0	0,57	0,33				
12/10-85	9,8	9,8	0,43	0,37	14,4	9,4	0,70	0,40				
Håøya, Oslofj.												
11/10-84	14,8	14,9	0,50	0,48	22,7	13,8	0,87	0,52	17,0	14,4	0,69	0,43
8/11-84	21,1	18,8	0,61	0,59	27,6	21,7	1,23	0,79	23,9	16,8	1,04	0,62
15/12-84	22,0	19,4	0,77	0,71	30,0	24,0	1,88	1,15	26,7	21,8	1,69	1,13
21/1-85	31,1	27,5	1,31	1,21	30,0	23,2	2,56	1,57	31,0	23,0	2,68	1,84
18/3-85	34,4	30,2	1,70	1,60	32,1	23,9	2,54	1,52	36,0	26,5	3,14	1,81
9/4-85	36,5	30,7	1,42	1,35	30,2	25,1	2,32	1,54	32,4	27,5	2,45	1,48
8/5-85	31,2	27,9	1,23	1,16	33,3	28,6	2,03	1,37	32,3	28,2	1,74	1,38
17/7-85	16,9	15,2	0,55	0,42	20,2	18,2	0,93	0,62	17,2	15,6	0,66	0,45
Bygdøy, Oslofj.												
12/10-84									25,0	20,7	1,93	1,77
12/11-84									26,4	23,9	2,19	1,94
18/12-84									30,4	28,5	3,36	2,94
8/2-85									34,1	26,2	3,92	3,00
4/3-85									39,7	28,5	4,95	3,31
20/4-85									41,5	34,8	3,55	2,43
20/5-85									30,2	27,7	2,25	1,85
24/6-85									24,4	24,1	1,29	1,03
22/7-85									23,8	25,4	1,30	1,08

VEDLEGG 7

**Rådata fra analyser av ca 3 cm skuddspisser
av grisetang og blæretang fra
Glomfjord og Holandsfjorden
1991-1992
(tabell A42 - A44)**

Tabell A42. Nitrogen, fosfor og karbon i grisetang (*Ascophyllum nodosum*) fra Glomfjord 1991 - 1992, g/kg tørrvekt.

Stasjon/dato	N	P	C	N : P	% TØRRVEKT
St. Bi 2					
27/8-91	13.7	0.73	368	18.8	23.7
25/9-91	20.2	1.11	357	18.2	23.7
31/10-91	22.5	1.61	358	14.0	23.3
8/1-92	29.1	1.97	343	14.8	24.8
11/2-92	24.0	1.51	355	15.9	22.7
20/3-92	28.6	1.96	355	14.6	22.1
24/4-92	28.1	1.79	361	15.7	26.2
26/5-92	27.3	1.65	397	16.5	25.3
24/6-92	23.6	1.02	404	23.1	25.4
23/7-92	17.7	0.71	412	24.9	26.7
30/8-92	20.6	0.88	396	23.4	24.7
St. Bi 5					
27/3-92	27.2	1.30	369	20.9	28.4
30/8-92	14.0	0.56	385	25.0	27.9
St. Bi 6					
27/8-91	22.1	0.88	378	25.1	25.3
25/9-91	21.9	1.41	380	15.5	25.7
31/10-91	25.8	2.19	347	11.8	26.5
8/1-92	26.7	1.63	341	16.4	27.8
11/2-92	30.6	2.27	372	13.5	23.4
20/3-92	30.3	2.20	364	13.8	23.3
24/4-92	28.6	1.44	362	19.9	31.8
26/5-92	29.9	1.40	391	21.4	27.4
24/6-92	26.1	1.12	405	23.3	30.2
27/7-92	26.7	0.74	409	36.1	29.9
1/9-92*	20.6	1.03	393	20.0	26.5
St. Bi 7					
1/9-91	17.2	0.56	365	30.7	25.0
27/3-92	23.7	1.46	356	16.2	29.1
1/9-92	17.1	0.50	395	34.2	28.1
St. Bi 8					
27/3-92	30.3	1.88	370	16.1	26.0
4/9-92	14.1	0.56	394	25.2	29.5
St. Bi 9					
1/9-91	12.2	0.63	364	19.4	26.3
27/3-92	27.2	1.37	370	19.9	29.2
4/9-92	14.1	0.56	394	25.2	29.5
St. Bi 10					
1/9-91	12.1	0.49	376	24.7	31.4
27/3-92	26.8	1.63	368	16.4	26.3
3/9-92*	12.2	0.51	392	23.9	30.1

*Middel av 5 parallelle subprøver.

Tabell A43. Nitrogen, fosfor og karbon i blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Glomfjord 1991 - 1992, g/kg tørrvekt.

Stasjon/dato	N	P	C	N : P	% TØRRVEKT
St. Bi 2					
27/8-91	22.9	0.95	391	24.1	25.8
25/9-91	22.4	1.34	386	16.7	25.8
31/10-91	21.4	1.36	380	15.7	26.2
8/1-92	24.8	2.43	369	10.2	24.2
11/2-92	27.9	3.11	372	9.0	23.6
20/3-92	32.1	2.99	371	10.7	21.0
24/4-92	29.5	1.98	358	14.9	22.7
26/5-92	37.4	1.85	411	20.2	19.7
24/6-92	32.2	1.36	424	23.7	21.5
23/7-92	27.1	1.21	425	22.4	18.6
30/8-92	20.9	0.74	423	28.2	26.5
St. Bi 5					
1/9-91	22.4	0.74	397	30.3	22.1
27/3-92	35.1	2.97	358	11.8	22.1
30/8-92	16.3	0.66	410	24.7	24.0
St. Bi 6					
27/8-91	29.1	0.98	386	29.7	25.7
25/9-91	25.1	1.63	385	15.4	23.2
31/10-91	25.2	1.88	373	13.4	24.4
8/1-92	28.6	2.92	352	9.8	27.2
11/2-92	30.7	3.69	363	8.3	22.8
20/3-92	34.9	3.26	368	10.7	20.4
24/4-92	33.3	2.30	367	14.5	25.3
26/5-92	39.2	2.05	411	19.1	22.6
24/6-92	34.0	1.67	419	20.4	25.4
23/7-92	31.6	1.22	428	25.9	20.4
1/9-92*	25.5	0.86	414	29.3	25.1
St. Bi 7					
1/9-91	24.8	1.09	373	22.8	23.9
27/3-92	35.2	2.56	359	13.8	18.3
1/9-92	22.5	0.81	391	27.8	23.0
St. Bi 8					
27/3-92	32.1	2.45	367	13.1	24.0
4/9-92	15.0	0.54	428	27.8	27.5
St. Bi 9					
1/9-91	17.8	0.58	399	30.7	25.9
27/3-92	30.9	2.13	369	14.5	21.9
2/9-92	12.0	0.65	420	18.5	26.7
St. Bi 10					
1/9-91	14.5	0.63	412	23.0	30.7
27/3-92	29.2	2.47	367	11.8	25.5
3/9-92*	12.0	0.51	428	23.5	31.0

* Middell av 5 parallelle subprøver.

Tabell A44. Rådata for måling av tørrvekt og analyser av nitrogen, fosfor og karbon i griselang (*Ascophyllum nodosum*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Holandsfjorden 1991 - 1992, g/kg tørrvekt.

Art/Stasjon/dato	N	P	C	N : P	% TØRRVEKT
Griselang:					
St. Bi 12	11.2	0.39	397	28.7	28.6
2/9-91	19.1	0.97	364	19.7	27.4
28/3-92	9.0	0.28	401	32.1	27.6
2/9-92					
St. Bi 15					
2/9-91	9.3	0.39	392	23.8	25.7
28/3-92	22.5	1.34	356	16.8	24.8
5/9-92	10.4	0.31	393	33.5	30.0
St. Bi 17					
4/9-91	9.4	0.65	395	14.5	23.8
4/9-92	8.6	0.66	401	13.0	27.2
Blæretang:					
St. Bi 12	16.5	0.30	413	55.0	28.3
2/9-91	27.5	1.54	365	17.9	22.0
28/3-92	15.0	0.28	418	53.6	29.1
2/9-92					
St. Bi 15					
2/9-91	13.0	0.32	421	40.6	28.0
28/3-92	25.3	1.68	370	15.1	23.5
5/9-92	13.5	0.36	427	37.5	30.5
St. Bi 17					
4/9-91	17.8	0.57	394	31.2	21.7
28/3-92	27.2	2.48	365	11.0	23.8
4/9-92	11.8	0.38	433	31.0	27.8