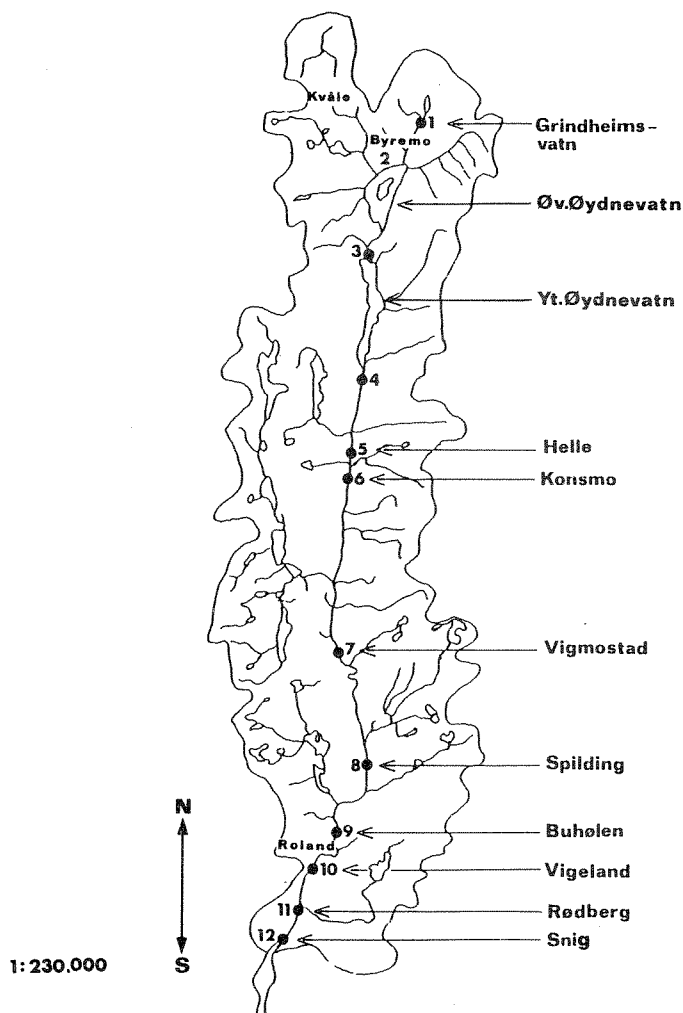


OR-2028

O-87037

# Audna og Snigsfjorden

Vannkvalitet 1981 - 1986



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen  
Breiviken 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:

O-87037

Undernummer:

Løpenummer:

2028

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:	Dato:
AUDNA OG SNIGSFJORDEN VANNKVALITET 1981-1986	07.05.1987
Forfatter (e):	Prosjektnummer:
ARNE LANDE ELI-ANNE LINDSTRØM KRISTOFFER NÆS KARL TANGEN	O-87037
	Faggruppe:
	Geografisk område:
	VEST-AGDER
	Antall sider (inkl. bilag):
	104

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
FYLKESMANNEN I VEST-AGDER	

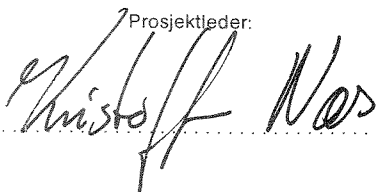
Ekstrakt: Vannkvaliteten i Audna er påvirket av sur nedbør, avrenning fra landbruk, boligkloakk og kalking. Elva er på enkelte stasjoner belastet med tarmbakterier. Nitrogeninnholdet var høyt, vesentlig som følge av forurenset nedbør. Fosforkonsentrasjonen var lav, mens pH-verdiene var rimelig høye som følge av kalkingen. Begreingsobservasjonene viste markert forurensningspåvirkning ved Konsmo, forøvrig var påvirkningen liten/moderat. Kalkingen hadde liten effekt på begreingssamfunnet. Det var høy planktonproduksjon og fare for gassdannelse i de øvre vannmassene i Snigsfjorden, men det var høye hydrogensulfidkonsentrasjoner i dypvannet. Vannkvaliteten i ytre Snigsfjorden og ved Tjøm var god.

4 emneord, norske:

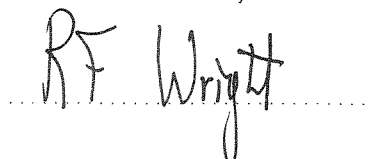
1. Elv
2. Fjord
3. Vannkjemi
4. Forurensning

4 emneord, engelske:

1. River water
2. Fjord
3. Water quality
4. Pollution

Prosjektleder:  


For administrasjonen:



ISBN 82-577-1287-6

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
SØRLANDSAVDELINGEN  
GRIMSTAD

O-87037

AUDNA OG SNIGSFJORDEN

VANNKVALITET 1981-1986

Grimstad, 7. mai 1987

Prosjektleder: Kristoffer Næs

Medarbeidere: Arne Lande

Eli-Anne Lindstrøm

Karl Tangen

## F O R O R D

NIVAs Sørlandsavdeling fikk i oppdrag av Miljøvern avdelingen i Vest-Agder å vurdere vannkvaliteten i Audna og Snigsfjorden på grunnlag av materiale analysert ved Vannlaboratoriet ved Agder Distriktshøyskole, Kristiansand. Ansvarlig for rapporteringen av Audna har vært Arne Lande, mens Kristoffer Næs har behandlet dataene fra Snigsfjorden. I tillegg har Eli-Anne Lindstrøm, NIVA Oslo, utført begroingsanalyser i elva.

Ansvarlig for analysene ved vannlaboratoriet ved ADH har vært Tom Einar Pedersen og Sofus Klausen.

Grimstad, 7. mai 1987

Kristoffer Næs



## INNHOLDSFORTEGNELSE

side

FORORD	2
1. Konklusjoner og sammendrag	5
2. Innledning	7
2.1. Beskrivelse av nedbørfeltet, hydrologi	7
2.2. Områdebeskrivelse	8
3. Vannkvalitet i Audna 1986	9
3.1. Målsetting og program	9
3.2. Resultater og diskusjon	11
3.2.1. Bakteriologiske forhold	11
3.2.2. Kjemiske parametre	14
3.2.3. Ytre Øydnavatn, kjemiske parametre 1981	23
3.2.4. Øvre Øydnavatn, kjemiske parametre 1986	23
3.3. Litteratur	25
4. Begroing i Audna 1986	26
4.1. Metode og materiale	26
4.2. Resultater	29
4.3. Diskusjon	33
4.4. Litteratur	36
5. Vannkvalitet i Snigsfjorden 1982-86	37
5.1. Materiale	37
5.2. Resultater og diskusjon	37
5.2.1. Temperatur og saltholdighet	37
5.2.2. Oksygen, hydrogensulfid og siktedyp	42
5.2.3. Næringsemner	49
5.2.4. Sammenligning med vannmassene utenfor terskelen	
5.3. Litteratur	55
6. Planktonforekomstene i Snigsfjord sommeren og høsten 1986	56

Vedlegg 1.	Vannkvalitet i Audna: primærdata, stasjons- oversikt og dybdekart Øvre Øydnavatn	59
Vedlegg 2.	Begroing i Audna:	
	V.2.1. Begroingsorganismer i Audna, 6. aug. 1986	71
	V.2.2. Prosentvis forekomst av kiselalger i Audnavassdraget 6. aug.	72
Vedlegg 3.	Vannkvalitet i Snigsfjorden: primærdata	73
Vedlegg 4.	Planktonforekomster i Snigsfjord: Tabell 6.1 - 6.7: Analyseresultater fra planktonmålinger	97

## 1. KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG

Audna har et nedbørfelt på 470 km<sup>2</sup>. Nedbørfeltet er i stor grad dekket av bar- og lauvskog. Bergartene består av gneis og granitter som er kalkfattige og har liten evne til å bufre sur nedbør.

Det bur ca 3-4000 personer i nedbørfeltet. Det er 2 biologisk/kjemiske renseanlegg langs vassdraget, men en del av avløpet går direkte eller indirekte i elva.

Store deler av vassdraget var sterkt belastet med tarmbakterier, særlig nedstrøms Konsmo og nedstrøms Vigeland.

På disse to stasjonene viste bakterieinnholdet til tider betydelig forurensa vann. Til tider var elva også uegnet som badevann.

Vassdraget bar preg av å være kalket, og pH-verdiene lå gjennomsnittlig mellom 6,2 og 7,5. I samsvar med dette var kalsiumkonsentrasjonene relativt høge.

Kjemisk oksygenforbruk (KOF), som er et mål for innholdet av lett nedbrytbart organisk materiale, viste noe lavere verdier enn i Lyngdalselva. KOF-verdiene er også i Audna påvirket av humus, men relativt høge verdier i de midtre elveavsnitt kan tyde på en viss påvirkning fra kloakk-utslipp/landbruksforurensning.

De høge nitrogenkonsentrasjonene som er målt i vassdraget kan i vesentlig grad forklares med tilførsler fra forurenset nedbør, men enkelte høge verdier kan være forårsaket av lokal forurensning (f.eks. nedstrøms Konsmo).

Fosforkonsentrasjonene i vassdraget er svært lave. Noe påvirkning av lokal forurensning kan spores nedstrøms Konsmo, nedstrøms Spilding og oppstrøms Snik.

Begroingsobservasjonene tilsier liten forurensning øverst (Grindheimsvatn-oppstrøms Holla) og liten/moderat forurensning

nederst (Spilding-Buhølen) i vassdraget. Stasjonen ved Konsmo skilte seg ut, her var forurensningen markert.

Kalkingstiltakene i vassdraget syntes ikke å ha stor effekt på begroingssamfunnet. Forekomst av forsuringssømfintlige organismer ved Konsmo tyder på at elva ikke var sterkt forsuret før kalking.

Høy planteplanktonproduksjon i Snigsfjorden medfører over 100 % oksygenmetning i de øvre vannlag og fare for gassdannelse. Det observeres vannutskiftninger av varierende omfang og hyppighet. I tillegg til trolig årlige større terskeloverskyllinger, hyppigere, mindre utskiftninger, men som ikke er tilstrekkelige til å oksygenere dypvannet. Disse medfører transport av næringssalter til den produktive sonen og muliggjør, sammen med tilførsler fra elva, den høye plankton produksjonen. Stor organisk produksjon og dårlig vannutskiftning medfører høyt oksygenforbruk og dermed høye hydrogensulfidverdier dypere enn 10 m.

Påvirkning av Audna er tydelig på Snigsfjorden med høye nitrogenverdier ved lave saltholdigheter i overflatevannet. Påvirkningen kan også spores i ytre Snigsfjorden og Tjøm.

Det er god vannkvalitet i ytre Snigsfjord og ved Tjøm, selv om planktonproduksjonen til tider kan være høy.

## 2. INNLEDNING

### 2.1. Beskrivelse av nedbørfeltet, hydrologi

Audna har et totalt nedbørfelt på ca 470 km<sup>2</sup>, hvorav det aller meste ligger i Audnedal og Lindesnes kommuner. Vassdraget er ca 50 km langt, og munner ut i sjøen i Sniksfjorden like sør for kommunesenteret Vigeland i Lindesnes (fig. 3.1.).

Nedbørfeltet ligger i det sørlandske grunnfjellsområdet. Gneis fra Agderkomplekset veksler med noe yngre granittiske dypbergarter. Dette er kalkfattige bergarter med liten evne til å bufre sur nedbør.

Det er ellers lite løsmasser i nedbørfeltet utenom dalbunnen, men det er en del lokale variasjoner. Nedbørfeltet er i vesentlig grad dekket av lauv- og barskog. Det drives en del jordbruk på moreneavsetningene og de fluviale avsetningene mer eller mindre sammenhengende langs elva fra Øvre Øydnavann og ned til utløpet.

Det bur ca 3-4000 mennesker i nedbørfeltet.

Kloakk-renseanlegg finnes ved tettstedene Byremo (biol./kjem. 300 p.e.), Helle/Konsmo (biol., 550 p.e.) og på Vigeland (slamavskiller), samt en slamlagune ved Kvåle (Vårdalsåni) (se fig. 3.1.).

Industrivirksomheten er liten, men det fins noen sagbruk ved Ytre Øydnavann, og et på Roland.

Midlere avrenning i vassdragets nedbørfelt varierer mellom 45 og 56 l/km<sup>2</sup> sek. Midlere vannføring ved Melhusfossen (st. 9) er 18,9 m<sup>3</sup>/sek (Egerhei 1986). Nærmeste hydrologiske målestasjon er Tingvatne i Lyngdalselva. Fig. 3.3. viser variasjon i avrenning gjennom året på denne stasjonen.

## 2.2. Områdebeskrivelse

Snigsfjorden er en ca 5 km lang og 0,5-1,5 km bred terskelfjord med største dyp på ca 35 m. En ca 700 m bred og 500 m lang terskel avgrenser fjorden i syd (fig. 5.1). Den dypeste delen av terskelen er ca 3 m. I nordenden av fjorden munner Audna ut.

Oksygensvikt med kritiske oksygenforhold og dannelselse av hydrogen-sulfid er vanlig forekommende i Snigsfjordens dypvann under 10-12 m dyp (Strøm 1936, Molvær 1982). Allerede i juni 1933 ble det målt 1,5 ml O<sub>2</sub>/l i 30 m dyp (Strøm 1936).

### 3. VANNKVALITET I AUDNA 1986

#### 3.1. Målsetting og program

Hovedmålsettinga med prosjektet har vært å få vurdert vannkvaliteten i elva, og i hvilken grad denne påvirkes av ulike typer forurensning.

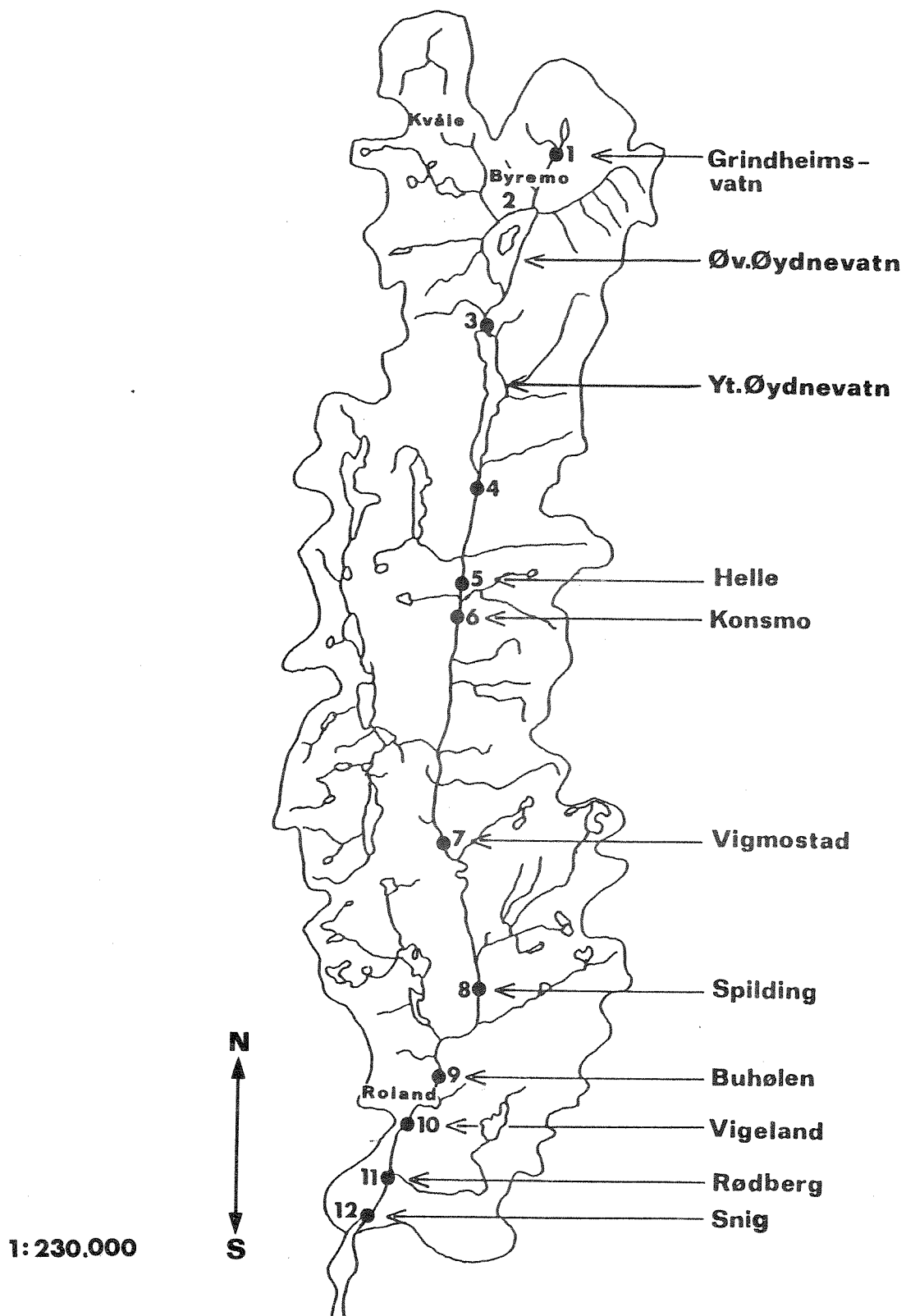
Elva påvirkes av sur nedbør, landbruksforurensning og husholdningskloakk. I 1986 pågikk også en kontinuerlig kalkingsinnsats.

Prøvetakingsstasjonene er valgt ut for i størst mulig grad å belyse påvirkningen fra alle disse kildene.

Undersøkelsene i 1986 omfattet 5 prøveserier i tidsrommet 25.6 - 14.10. Det ble tatt kjemiske og bakteriologiske analyser fra 11 stasjoner i elva (fig. 3.1), foruten st. 12 (Snik) der det bare er tatt bakteriologiske analyser.

I tillegg kommer prøveserien i Øvre Øydnavatn 19.8.86.

Dataene er sammenliknet med enkelte prøveserier tatt fra Audna i 1981 og 82. Prøvestasjonene da var bare delvis sammenfallende med stasjonene fra 1986 (se vedlegg).



Figur 3.1. Audnavassdragets nedbørfelt. Prøvetakingsstasjonene er inntegnet (1-12).



### 3.2. Resultater og diskusjon

#### 3.2.1. Bakteriologiske forhold






Resultatene fra de bakteriologiske analysene 1986 er framstilt i fig. 3.2. Ved fremstillingen er resultatene for termostabile coliforme bakterier fordelt på 4 forurensningsgrader. Grenseverdiene mellom de 4 gruppene er satt etter NIVA/SIFF's forslag til kvalitetsbedømmelse av vann (Ormerod, pers. med.).

Kimtall er et mål på antall bakterier som vokser til synlige kolonier på det benyttede vekstmedium i løpet av 3 døgn (72 t) ved 20°C. Slike bakterier ansees å være av en type som er naturlig hjemmehørende i vann, og dermed kan formere seg i vannet på bekostning av lett nedbrytbart organisk stoff. Høyt kimtall vil dermed være en indikasjon på at vannet får tilført nedbrytbare organiske stoffer. Ofte henger dette sammen med kloakkforurensning. Ved kimtall på over 500 pr. ml må vannet sies å være tydelig påvirket av organisk stoff.

Koliforme bakterier dyrkes ved 37°C på membranfilter ved hjelp av et spesielt vekstmedium. Dette er bakterier som ikke er naturlig hjemmehørende i vannet, og regnes for å være tarmbakterier av ulike slag. Disse tyder da på at vannmassene er utsatt for relativ fersk forurensning. I fig. 3.2 er et antall på over 100 pr. 100 ml betegnet som tydelig påvirkning. Dette tallet er tidligere brukt av SFT som grense mellom moderat og betydelig påvirket vann.

Termotolerante coliforme bakterier (TC) dyrkes ved 44°C. Disse bakteriene er sikre indikatorer på fersk fekal forurensning. Statens institutt for folkehelse (SIFF) har i sine krav til badevanns-kvalitet at det ikke skal være over 100 TC-bakterier pr. 100 ml vann. For at dette kravet skal kunne brukes må det sees i sammenheng med den aktuelle tidsperioden og prøvetakingshyppighet. Kravet på 50 TC/100 ml vann skal være geometrisk middel for minst 5 prøver tatt i en 30-dagers periode i badesongen. Grensen kan bare overskrides med inntil 100 % i høgst 10 % av enkeltprøvene.

Stasj.nr./lokalitet	25.6.			20.7.			19.8.			17.9.			14.10.		
	K	C	TC	K	C	TC	K	C	TC	K	C	TC	K	C	TC
1 Utl.Grindheimsvtn.	●	.	.	●	●	.	●	●	.	●	●	.	●	●	.
4 Utl.Yt.Øydnevatn	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5 N.Helle	●	.	.	●	.	.	●	.	.	.	.	.	●	●	.
6 N.Konsmo	●	●	●	●	●	.	●	●	.	●	.	.	●	.	.
7 N.Vigmøstad	●	●	.	●	.	.	●	●	.	●	●	.	●	●	.
8 N.Spilding	●	.	.	●	.	.	●	●	.	X			●	●	.
9 N.Buhølen	●	.	.	●	●	.	●	●	.	●	●	.	●	●	.
10 O.Vigeland	●	●	.	●	●	.	●	●	.	●	●	.	●	●	.
11 O.Røberg	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
12 O.Snik	●	●	.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

- Sterkt forurenset  TC > 1000
- Betydelig forurenset  TC: 101 - 1000 , (C > 100 , K > 500 , tydelig påvirket)
- Moderat forurenset  TC: 5 - 100
- Lite forurenset  TC < 5 , (C < 100 , K < 500 , ubetydelig påvirket)
-  Ingen prøve tatt

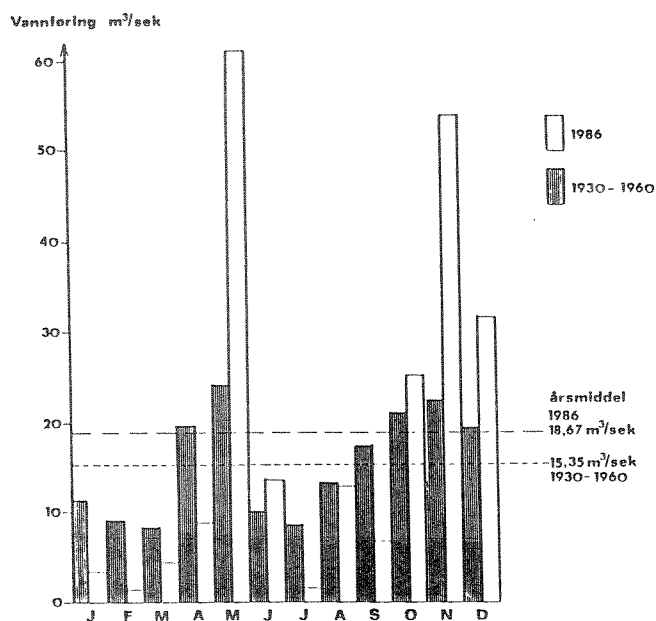
Figur 3.2. Kimtall (K pr ml), Coliforme bakterier (C pr 100 ml) og Termotabile Coliforme bakterier (TC pr 100 ml), Audna 1986.

For drikkevann er kravet at det ikke skal finnes TC-bakterier i vannet.

Det går fram av fig. 3.2 at store deler av vassdraget er sterkt belastet med tarmbakterier. St. 6 (nedstrøms Konsmo) og st. 11 og 12 (nedstrøms Vigeland) hadde særlig høge tall for alle 3 parametrene. Også termotabile koliforme bakterier forekom i så stort antall på st. 11 og 12 at vannet her i den perioden undersøkelsen har pågått var uegnet som badevann.

For den øvre del av vassdraget (ovenfor Konsmo) var den bakterielle belastningen mindre, men også her forekom relativt høge tall for alle 3 parametrene. For de termotabile coliforme bakteriene lå tallene svært ofte i området 5-100 bakterier pr 100 ml, noe som betegner moderat påvirkning av tarmbakterier.

Det er klart at vannføringen i elva vil kunne ha betydning for konsentrasjonen av bakterier. Vannføringen i sommerhalvåret vil kunne variere en del, men vannføringsmålinger fra stasjon Tingvatn i Lygna, vest for Audna, tyder på at lave vannføringer som en hadde i 1986 ikke er sjeldne, sjøl om avrenninga sommeren -86 var mye lavere enn normalt (se fig. 3.3.).



Figur 3.3. Månedlig vannføring ved st. Tingvatne i Lygdalsvassdraget 1986. Årsmiddel 1986 og 30-årsmiddel 1930-60 er markert i figuren.

### 3.2.2. Kjemiske parametre, Audna

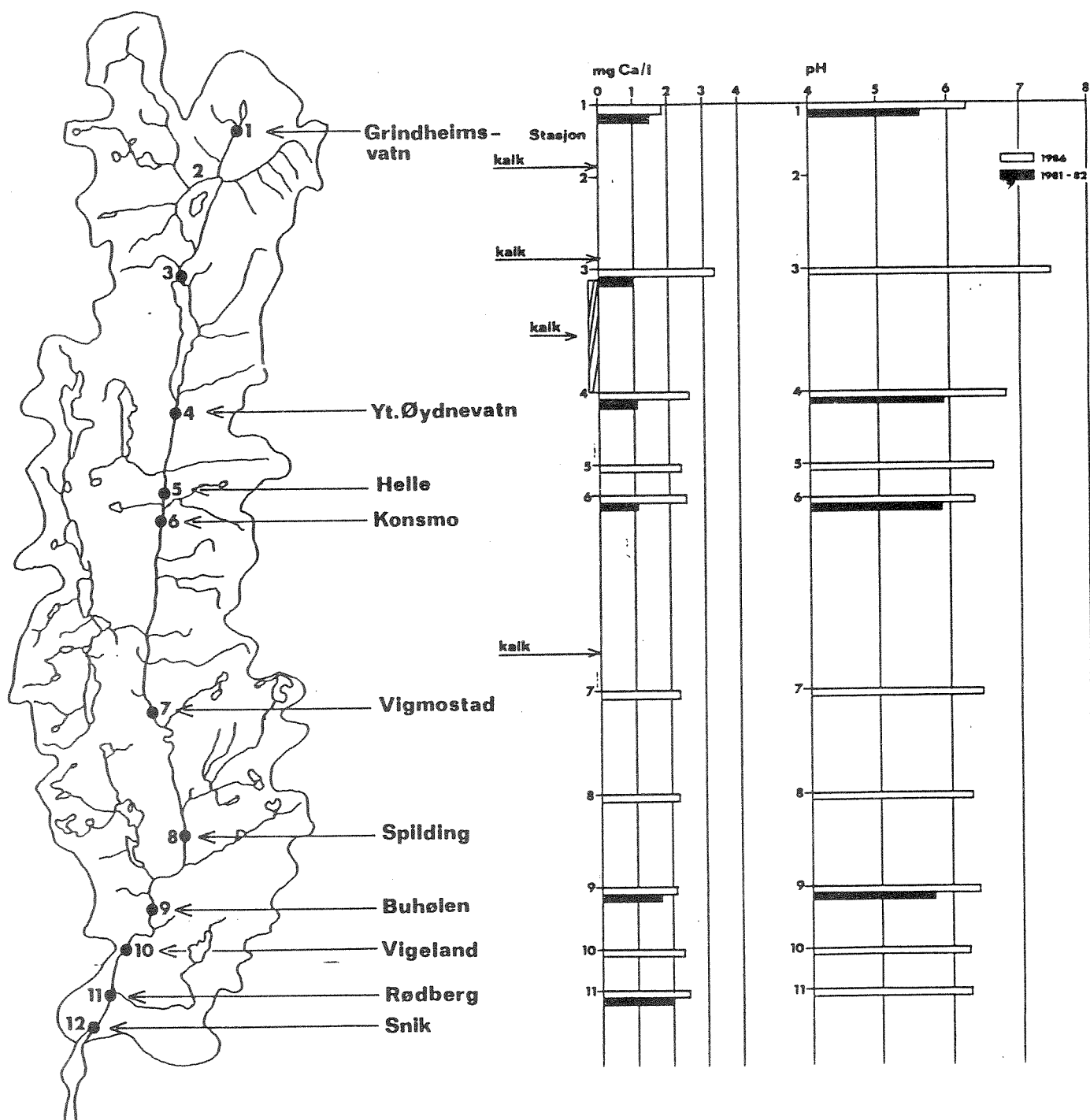
Følgende kjemiske parametre ble målt i 1986: Konduktivitet, surhetsgrad (pH), nitrat (NO<sub>3</sub>), total nitrogen, ortofosfat (PO<sub>4</sub>), total fosfor, kjemisk oksygenforbruk (KOF) og kalsium (Ca). Tabell 3.1 gir en oversikt over middelveidene for alle de målte parametrene.

Tabell 3.1. Audna, kjemiske parametre. Gjennomsnitt for 5 målinger 25.6., 20.7., 19.8., 17.9. og 14.10.86. For st. 2 (Øvre Øydnavatn) er verdier fra 1 m dyp 19.8 ført opp i parentes.

St.nr.	pH	Ca mg/l	Kond mS/m	KOF mgO/l	Tot P ug/l	Tot N ug/l	NO <sub>3</sub> -N ug/l	NO <sub>3</sub> -N% av tot N
1	6,24	1,80	3,8	3,1	5,0	366	155	42
2	(5,65)	(1,40)	(2,8)	(3,6)	(3)	(341)	(175)	51
3	7,44	3,29	4,3	3,1	5,8	335	156	47
4	6,79	2,55	3,6	3,4	3,4	369	178	48
5	6,62	2,37	3,8	2,8	3,0	358	213	60
6	6,35	2,48	4,0	2,9	8,0	558	297	53
7	6,45	2,27	3,8	3,6	6,0	424	255	60
8	6,30	2,20	3,9	3,5	14,5	482	290	60
9	6,36	2,17	3,9	2,7	6,2	455	310	68
10	6,26	2,35	4,9	2,9	6,2	480	328	68
11	6,29	2,42	7,0	2,9	19,0	494	317	64

#### Surhetsgrad og kalsiuminnhold

Fig. 3.4 viser middelveidier for pH og kalsiumkonsentrasjon fra de 5 målingene som er gjort i 1986. St. 2 som er Øvre Øydnavatn er ikke tatt med i figuren.



Figur 3.4. Kalsiumkonsentrasjon og pH som middelerverdier for 5 prøveserier sommeren 1986 i Audna. Tilførsels-punkter for kalking i 1986 er markert på figuren. Det er gjort sammenlikninger med enkelte målinger fra 1981-82.

pH og kalsiumkonsentrasjonen i Audna er preget av den kalkingsinnsatsen som er gjort der i 1986. Opplysningene fra Atle Hindar (DN-Kalkingsgruppa, Arendal) går ut på at kalk ble tilsatt på flere steder i vassdraget i 1986 (fig. 3.4).

Kalking skjer i utløpet av Grindheimsvatn, der pH også uten kalking kan være relativt høy. Mellom Øvre og Ytre Øydnavatn ble det satt igang kalking fra to store kalkingsanlegg høsten 1985. Disse var i drift i hele undersøkelsesperioden i 1986 om en ser bort fra perioder med svært lav vannføring.

Ytre Øydnavatn ble også kalket høsten 1985, her som en engangs-innsats.

I tillegg til disse store kalkingstiltakene gjennomføres en betydelig utlegging og dosering av skjellsand i tilløpsbekker til Audna.

Kalkingstiltakene gir seg utslag i høge pH-verdier og høg kalsiumkonsentrasjon på samtlige elvestasjoner i 1986. Størst utslag av kalkingen har en på st. 3, med pH-verdier over 8 både på august og septemberprøven, og kalsiumkonsentrasjonen var helt oppe i 4,5 mg/l i juliprøven. Som det fremgår av vannføringen (fig. 3.3) var det forholdsvis tørt sommeren -86, og dette har tydeligvis gitt store utslag. Kalken fra doseringsanlegget er dessuten ikke fullstendig oppløst her slik at pH blir ekstra høy.

Kalsiumverdiene lå for oktoberprøvene alle sammen under 3 mg/l, og pH-verdiene på ca 6,5, men også dette burde være gunstige verdier for organismer som lever i vassdraget.

Prøvestasjon 1 har gunstige pH-verdier og relativt høgt kalsiuminnhold. Det skyldes delvis en noe gunstigere vannkvalitet enn i vestre del av vassdraget og kalkingsvirksomhet i utløpet av Grindheimsvann. Vannmassene i Audna er tidligere beskrevet som sterkt sur med pH 4,5-5,5 (Egerhei 1986). Målingene som er gjort i 1981-82 viser noe varierende surhetsgrad og kalsiumkonsentrasjoner på 0,3-3 mg Ca/l. Dette er i en del tilfeller markert

høgere verdier enn f.eks. målingene fra Lyngdalsvassdraget. Årsaken til dette kan være at det har foregått kalking i enkelte sidevassdrag allerede i 1981-83.

Det er tatt så få prøver at disse verdiene ikke behøver å være representative for vannkvaliteten i elva. Vannføringa i elva på prøvetakingstidspunktet vil være svært utslagsgivende for resultatene.

### Konduktivitet

Fig. 3.5 viser gjennomsnittsverdier for konduktivitet i Audna 1986. Målinger fra 1981-82 er tatt med i figuren. Tallene er også angitt i tabell 3.1. Konduktivitetsverdiene lå vesentlig høgere på alle prøvetakingsstasjonene enn det som er vanlig i sure vassdrag på Sørlandet. Dette kan i det alt vesentlige tilskrives den kalkingsinnsatsen som er gjort i vassdraget i 1986. Økningen på de to nederste stasjonene (st. 10 og 11) må likevel skyldes andre ting. Utslipp fra tettbebyggelsen samt avrenning fra de lavtliggende løsmasseforekomstene kan her virke inn på ionekonsentrasjonen ved lav vannføring.

### Kjemisk oksygenforbruk (KOF)

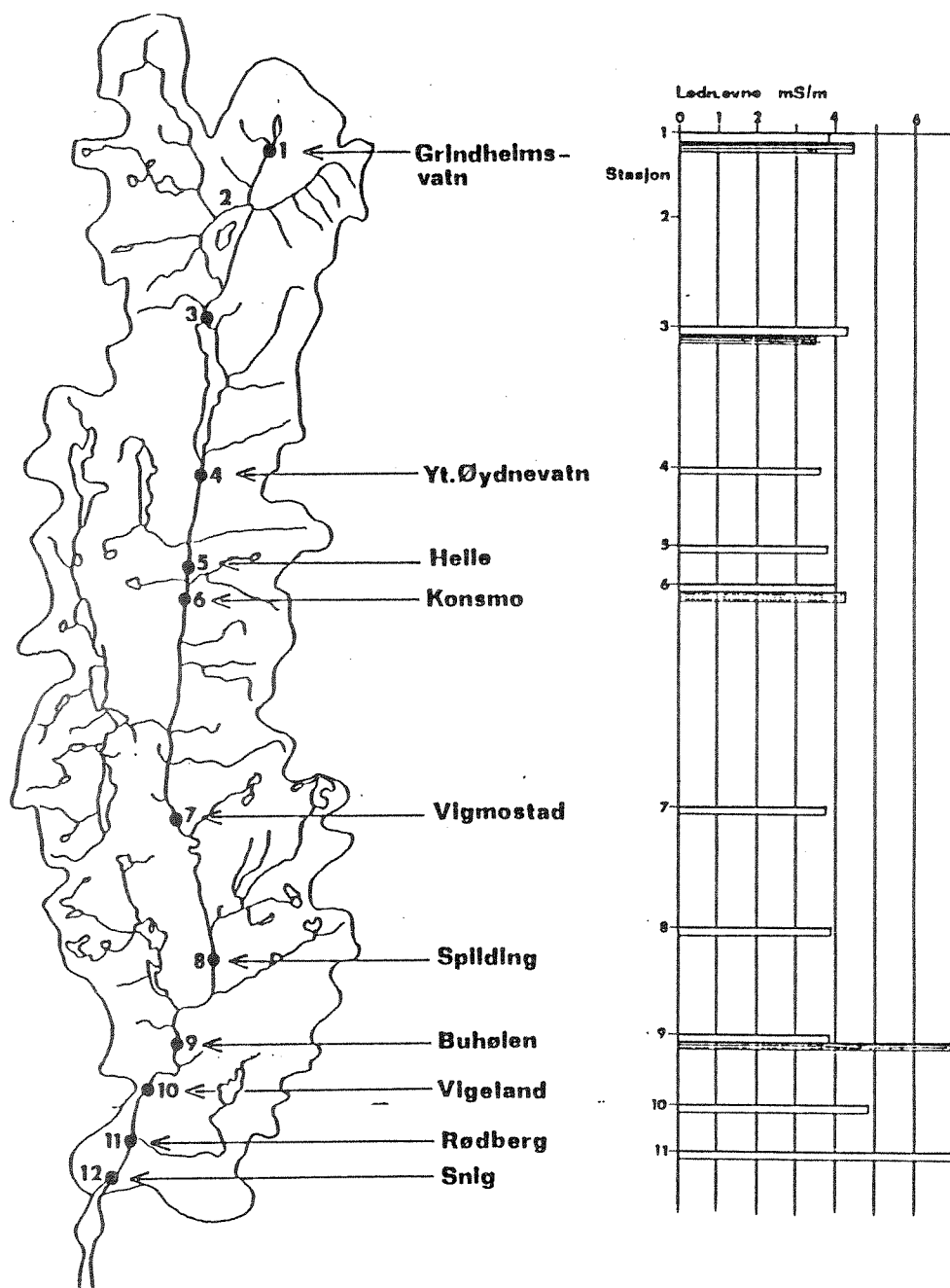
Fig. 3.6 viser gjennomsnittsverdiene for de 5 målingene som er gjort i 1986. Resultatene finnes også i tabell 3.1.

Det kjemiske oksygenforbruket er forårsaket av oksyderbart organisk materiale, og parameteren kan derfor nyttes som et mål på innholdet av organiske stoffer.

Gjennomsnittsverdiene ligger fra 2,7 mg O/l i nederste del av vassdraget, til 3,6 mg O/l i midtre del av vassdraget. Dette er relativt høge verdier, men ligger noe lavere enn Lyngdalselvas øvre del (målt opp til 6,8 mg O/l). Dette har sammenheng med at Lyngdalselva nok er noe sterkere humuspåvirket enn Audna i de

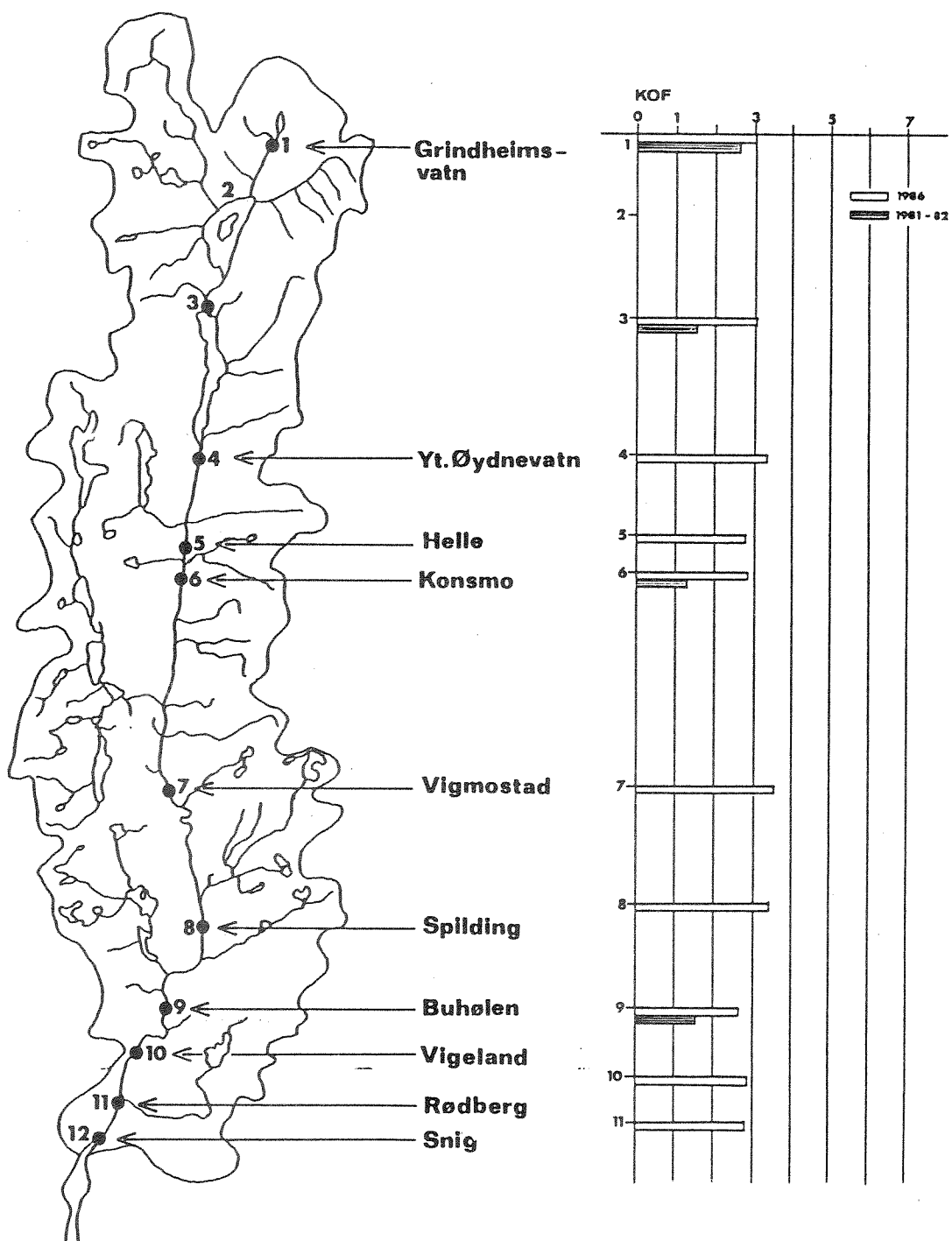
øvre vassdragsavsnitt. Humus kan også ha betydning for KOF-verdiene i Audna, om enn i mindre utstrekning.

Verdiene på st. 7 og 8 lå noe høyere enn både ovenfor og nedenfor disse stasjonene. Hvorvidt dette skyldes utslipp og avrenning fra nærområdene, eller humusforbindelser, er det vanskelig å si noe om.



Figur 3.5. Ledningsevne (konduktivitet) som middelerdier for 5 målinger i Audna 1986. Skraverte søyler markerer enkeltmålinger fra 1981-82.





Figur 3.6. Kjemisk oksygenforbruk (KOF) i mg O/l oppgitt som middelværdier fra 5 prøveserier i 1986 i Audna. Skraverte søyler angir enkelte målinger fra 1981-82.

Verdiene på de andre parametrene kan tyde på at stasjon 8 mottar forurensende tilførsler (høge fosfor og nitrogenverdier), men stasjon 7 merker seg ikke ut.

### Nitrogen og fosfor

Det er i 1986 analysert på nitrat og total nitrogen, ortofosfat og total fosfor. Gjennomsnittsverdiene for disse parametrene (bortsett fra ortofosfat) er å finne på fig. 3.7, samt i tabell 3.1. For orto-fosfat var verdiene så lave at de i de fleste tilfellene ikke var registrerbare. Enkelte prøver som hadde høgt total fosforinnhold hadde også registrerbare mengder ortofosfat.

Nitrogenkonsentrasjonene er forholdsvis høge, og ligger på omtrent samme nivå som i Lyngdalselva (Lande 1987). I øvre delen av vassdraget var nitratfraksjonen 40-50 % av den totale nitrogenkonsentrasjonen, mens i nedre del av vassdraget var 60-70 % av nitrogenmengden nitrat. Dette stemmer bra overens med forholdene i Lyngdalselva.

På de nederste stasjonene (9,10 og 11) er nitratkonsentrasjonen noe høyere enn på de ovenforliggende stasjonene, mens dette ikke er tilfelle for total nitrogen. Det er derfor ikke urimelig å tro at en del organisk nitrogen overføres til nitrat ved oksydasjon i nedre del av vassdraget. Disse prosessene går noe lettere ved høg pH enn ved lav, slik at mulighetene for nitrifikasjon skulle være bedre i Audna enn i de surere vassdragene på Sørlandet (f.eks. Lyngdalselva).

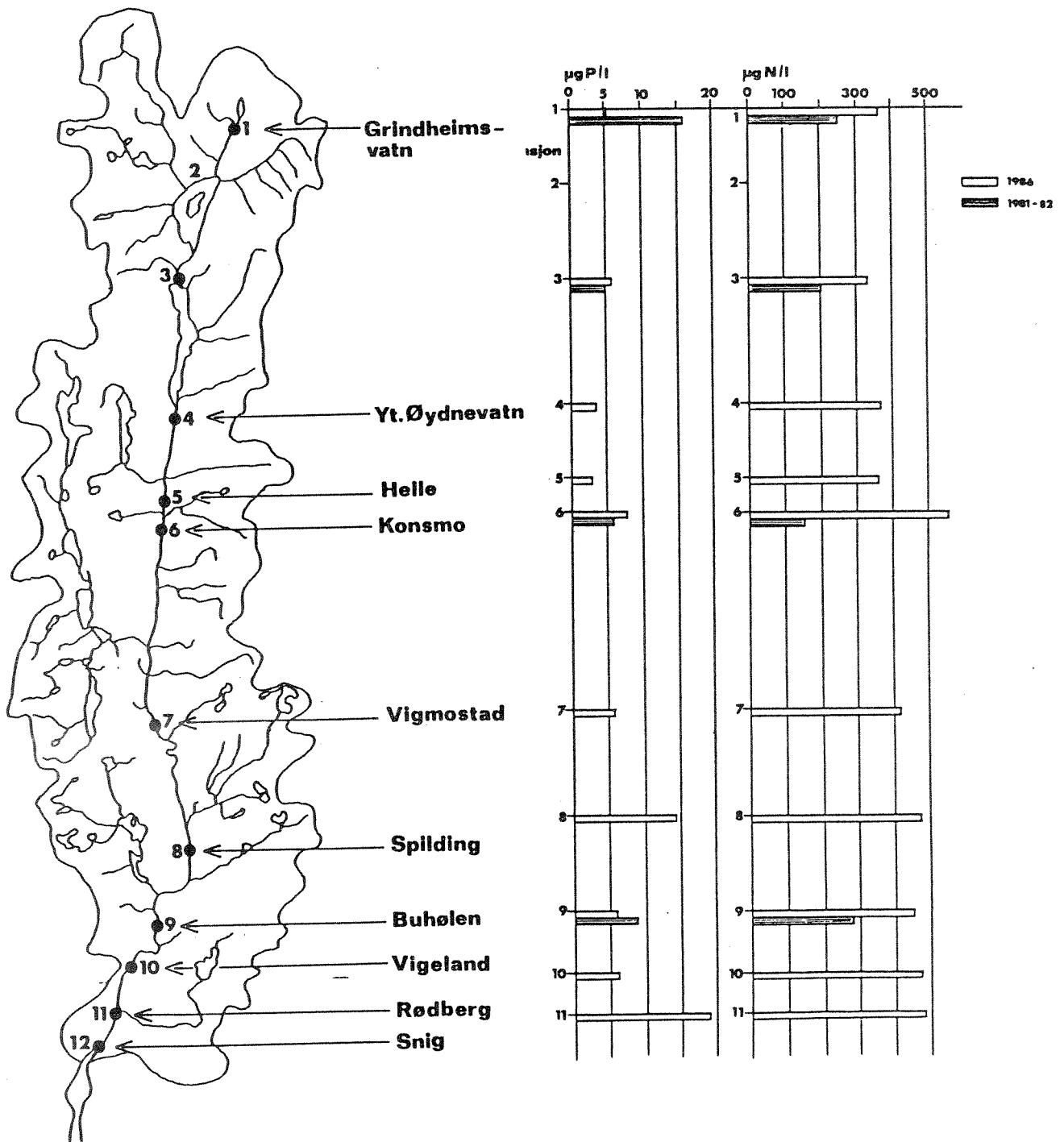
Det er ellers rimelig å tro at nedbøren gav et vesentlig bidrag til de nitratmengdene som er funnet i vassdraget.

Foruten de høge konsentrasjonene på de tre nederste stasjonene som er nevnt, utmerket st. 6 (nedstrøms Konsmo) seg også med høge nitrogen-konsentrasjoner. Dette kan ha sammenheng med utslipp eller arealavrenning fra tettbebyggelsen i Konsmo. Denne stasjonen utmerker seg også med høge fosforkonsentrasjoner og høg

konduktivitet, noe som støtter denne vurderingen. Samtidig er også nitratfraksjonen lavere her enn på stasjonene ovenfor og nedenfor, noe som tyder på at mye nitrogen tilføres som andre forbindelser enn nitrat (org. stoff, ammonium m.m.).

Fosforkonsentrasjonene i vassdraget er generelt sett svært lave. Noen av prøvestasjonene utmerket seg likevel med høge verdier på enkelte prøvetidspunkter. Det gjelder st. 6 (nedstrøms Konsmo), stasjon 8 (nedstrøms Spilding) og st. 11 (oppstrøms Snik). Ved alle disse stasjonene var det markert høyere middelkonsentrasjoner enn det som var normalt ellers i vassdraget. For st. 6 og 8 er dette forårsaket av en enkelt måling som var høy, mens på st. 11 er samtlige målinger høge. Dette tyder på at st. 6 og 8 er påvirket av punktutslipp, med varierende tilførsler, mens en på st. 11 har jevnere fosfortilførsler og sannsynligvis diffuse kilder i tillegg til eventuelle punktutslipp. Dette stemmer også bra overens med de andre målte parametrene.

Konsentrasjonene er ellers ikke drastisk endret siden 1981-83. De endringene en finner kan være forårsaket av lav prøvetakingsfrekvens, særlig siden vannføringen i elva etter alt å dømme betyr mye for konsentrasjonene.



Figur 3.7.

Total fosfor og total nitrogen som gjennomsnitt fra 5 prøveserier i Audna 1986. Målingene er sammenliknet med enkelte prøver fra 1981-82.

### 3.2.3. Ytre Øydnavatn, kjemiske parametre 1981

Det er tatt en vertikalserie fra 10 dyp i Ytre Øydnavatn 21.08.-81. Analyser er gjort på konduktivitet, pH, turbiditet, nitrat, total-nitrogen, ortofosfat, total fosfor, kjemisk oksygenforbruk, klorid, sulfat, kalsium og oksygen (tabell som vedlegg). Innsjøen er 60 m dyp og resultatene viser et typisk surt sørlandsvann med pH-verdier som varierer i området 4,50-4,85. Disse lave pH-verdiene gav også høg konduktivitet (3,0-4,3 mS/m). Total nitrogenverdier på 135 til 337 ug N/l og sulfatkonsentrasjoner på 3,7 til 4,3 mg/l tyder også på tilførsler av disse stoffene fra nedbøren. Fosforverdiene var som ellers i vassdraget lave med tot-P verdier i innsjøen på 2-5 ug P/l (13 ug P/l målt på 60 m dyp). Kalsiumkonsentrasjonene lå på 0,4 til 1,01 mg/l, og viser at vannet er ekstremt kalkfattig. Oksygenkonsentrasjonene er høge i hele vannmassen (9,4-11,06 mg/l), og tyder på at vannet er relativt lite påvirket av organiske stoffer, inkludert humus.

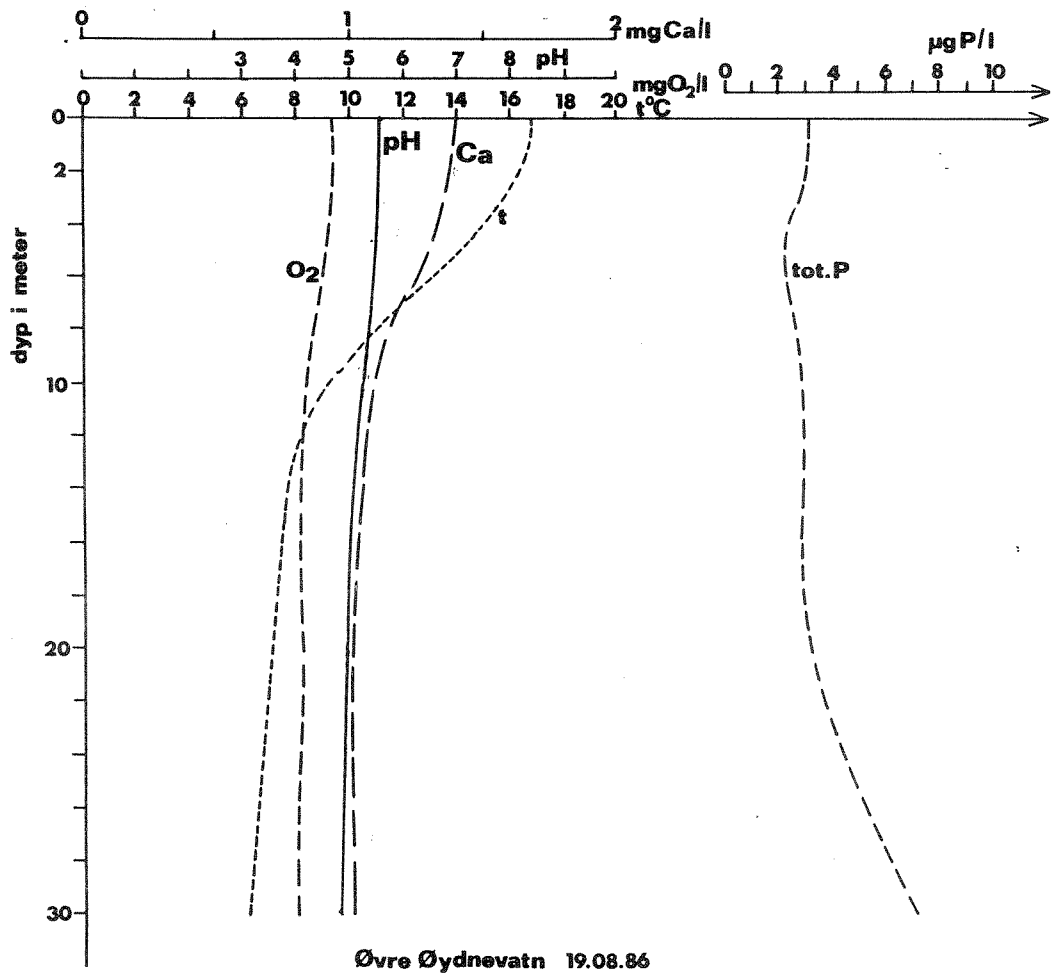
### 3.2.4. Øvre Øydnavatn, kjemiske parametre 1986

Det er tatt en vertikalserie med vannprøver fra 6 dyp (0-30 m) i Øvre Øydnavatn 19.8.86. Det er foretatt analyser på konduktivitet, pH, nitrat, total nitrogen, ortofosfat, total fosfor, kjemisk oksygenforbruk, kalsium og oksygen.

Resultatene er oppgitt i tabell sammen med dybdekart (se vedlegg), og en del parametre er illustrert på fig. 3.8.

Sammenliknet med forholdene i 1981 var vannet i 1986 påvirket av den kalkingsinnsatsen som ble gjort i mellomtida. pH-verdiene lå i området 5,20-5,65 og kalsiumkonsentrasjonen fra 1 til 1,4 mg/l. Som en følge av dette var konduktiviteten lavere enn i Ytra Øydnavatn i 1981 (2,8 til 3,5 mS/m mot 3,0 til 4,3 mS/m). Mye tyder også på en noe sterkere påvirkning av organiske stoffer (humus) i Øvre Øydnavatn enn det var i Ytre Øydnavatn. KOF-verdiene var forholdsvis høge (3,5-4,4 mg O/l), og det var et

merkbart oksygenforbruk i dypvannet (65 % metning på 30 m dyp). Nitrogenverdiene var også ganske høge. For fosfor var verdiene i Øvre Øydnavatn også ekstremt lave. Bare en av de målte verdiene for total-fosfor var over 3  $\mu\text{g P/l}$ . Det ble målt 7  $\mu\text{g P/l}$  på 30 m dyp. Ortofosfatverdiene var alle under deteksjonsgrensa på 0,5  $\mu\text{g P/l}$ .



Figur 3.8. Oksygen, kalsium, pH, temperatur og total fosforverdienes variasjon med dypet i Øvre Øydnavatn 19.8.86.

## 3.3. LITTERATUR

- Egerhei, T. 1986: Audnavassdraget. - Samlet plan for vassdrag, Vassdragsrapport Vest-Agder fylke.
- Lande, A. (1987): Lyngdalselva 1986. Vurdering av vannkvalitet. NIVA O-87036.
- Pedersen, T.E. og Klausen, S., 1986: Audnedalsvassdraget. Vassdrag i Vest-Agder 1981-1986. ADH-rapport.

## 4. BEGROING I AUDNA 1986

4.1 Metode og materiale

Begroing er organismesamfunn festet til elvebunnen eller annet substrat. Funksjonelt er det tre typer begroing:

Primærprodusenter: Alger  
Moser

Nedbrytere : Bakterier  
Sopp

Konsumenter : Primitive fastsittende dyr, f.eks.  
ciliater, fargeløse flagellater,  
svamp

I lite til moderat forurensningsbelastet vann dominerer primærprodusentene (grønne planter). Mineralske salter (fosfat og nitrat) er viktigste næringsgrunnlag for primærprodusentene. Ved høy tilførsel av næringssalter øker mengden av primærprodusenter.

Ved økt tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff øker mengden av nedbrytere. Partikulært organisk stoff medfører økt forekomst av konsumenter. I surt vann går nedbrytningen av dødt organisk materiale svært langsomt og det hoper seg gjerne opp aggregater av organisk materiale og nedbrytere. Ofte kan det være vanskelig å avgjøre om disse stammer fra sivilisatoriske tilførsler av organisk materiale eller detritusrester. Aggregatene legger seg dessuten som en hinne over begroingen slik at det kan være vanskelig å identifisere begroingsorganismene.

I norske elver utgjør vanligvis primærprodusentene det meste av begroingssamfunnet. Bare unntaksvis i betydelig forurensede elver, dominerer nedbrytere og konsumenter.

Ved å være bundet til et voksested vil begroingssamfunnet avspeile miljøforholdene på voksestedet og integrere denne



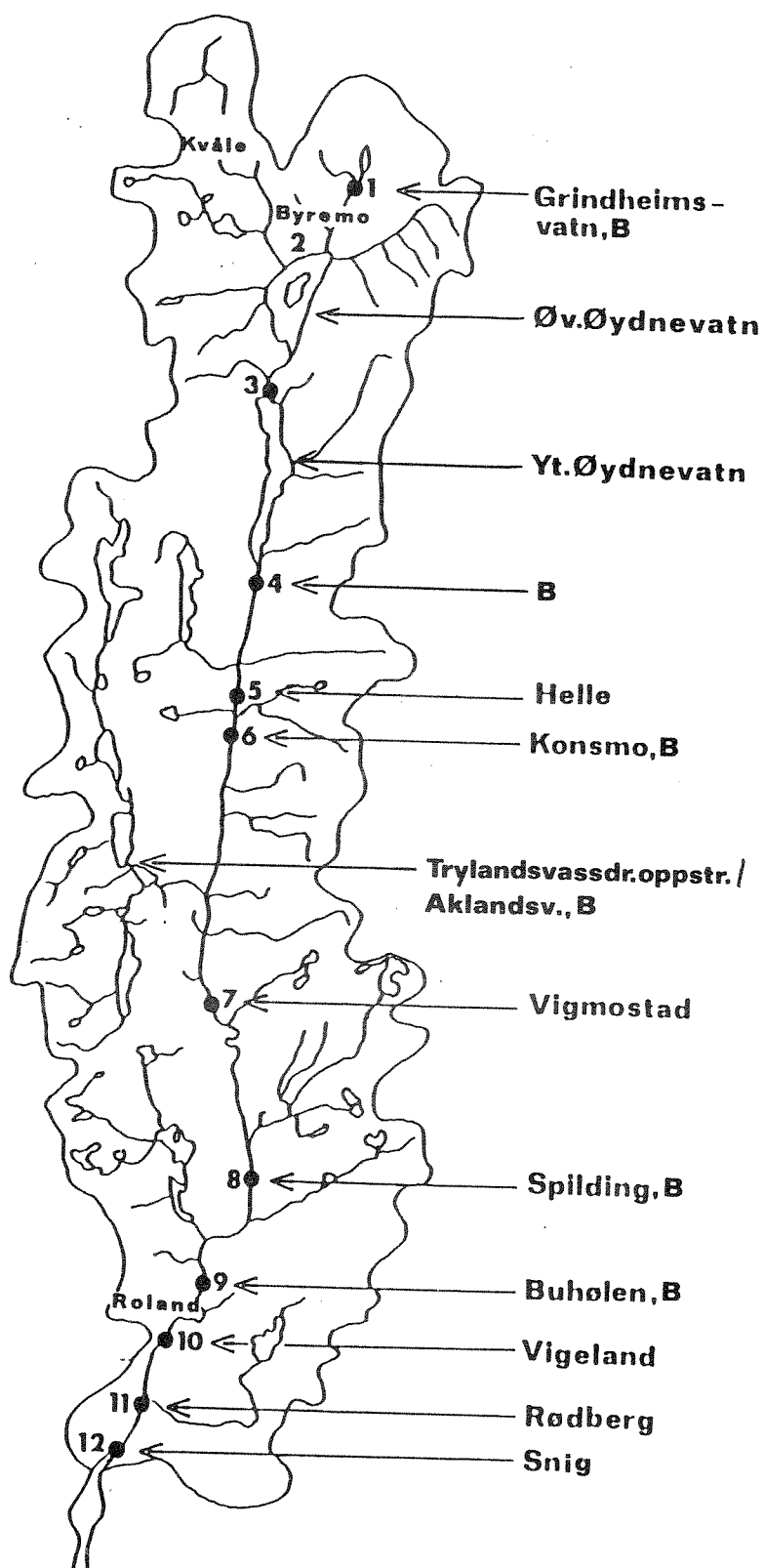
påvirkningen over tid. Det gjelder like mye voksestedets fysiske som kjemiske karakter.

Metodikk for innsamling og bearbeiding av begroing er gitt i tidligere NIVA-rapporter (Knutzen 1979, Brettum & Lindstrøm 1983).

Kort skissert omfatter begroingsundersøkelsen:

- Innsamling av begroingsorganismer med subjektiv vurdering av organismenes % dekning av elveleiet, deknings grad. Prøvetakingsstasjoner legges vanligvis til stryk partier.
- Analyse av materialet i laboratoriet med utarbeidelse av artslister og mengdeangivelser.
- Kiselalger innsamles og telles for seg, frekvens (%) av ulike arter angis.
- Resultatene vurderes på grunnlag av artssammensetning, artsrikdom og mengdemessig forekomst av primærprodusenter, nedbrytere og konsumenter.
- Et uttrykk for stasjonenes innbyrdes likhet gis ved kiselalgesamfunnets prosentvise likhet i artsinnhold. Det beregnes en indeks som gir summen av felles arters felles prosentandel på to og to stasjoner (Renkonen 1938). Ved total likhet i artsinnhold er indeksen 100 ved total ulikhet 0.

Figur 4.1 viser begroingsstasjonenes beliggenhet som ble befart 6. aug. 1986. I tillegg til 5 stasjoner i hovedvassdraget ble det samlet begroingsprøver på en stasjon i Trylands-vassdraget, st.T. Nedenfor er det gitt en fysisk karakteristikk av stasjonene.



Figur 4.1. Audnavassdragets nedbørfelt. Prøvetakingsstasjoner er inntegnet (1-12). B: Stasjon for begroingsprøver.

De fysiske variable er inndelt i grupper:

Strømhastighet : L (langsom), M (moderat), R (rask),  
H (hurtig), F (fossende).

Substrat : 1 (<0,2 cm, sand), 2 (0,2-2 cm, grus), 3  
(2-10 cm, småstein), 4 (10-40 cm, stein),  
5 (>40 cm, blokker, svaberg).

Lysforhold : D (dårlige), M (middels), G (gode).

Stasjon	Elvebredde	Strøm- hastighet	Substrat Viktigste type understreket	Lysforhold	H.o.h.
1 - utløp Grindheimsvatn	2-5 m	M	<u>1&amp;2</u> - 3	M/D	112
4 - utløp Ytre Øydnavatn	5 m	M	<u>3</u> - 4 - 2	M/G	95
6 - Konsmo	10-15 m	M	<u>3</u> - 2 - 4	G	70
T - Trylandsvdr.o/Aklansv	10 m	M	<u>3</u> - 4 - 2	G	165
8 - nedstrøms Spilding	20 m	R	<u>4</u> - 3 - 5	G	25
9 - Buhølen	20-30 m	L/M	<u>2</u> - 3 - 4	M	10

Begroingsprøver ble samlet ved en befaring i Audna-vassdraget 6. august 1986.

#### 4.2. Resultater

Begroingssamfunnets artssammensetning med subjektive mengdeangivelser av dekningsgrad og dominans i prøven er gitt i vedleggstabell V.2.1, prosentvis forekomst av kiselalger i vedleggstabell V.2.2.

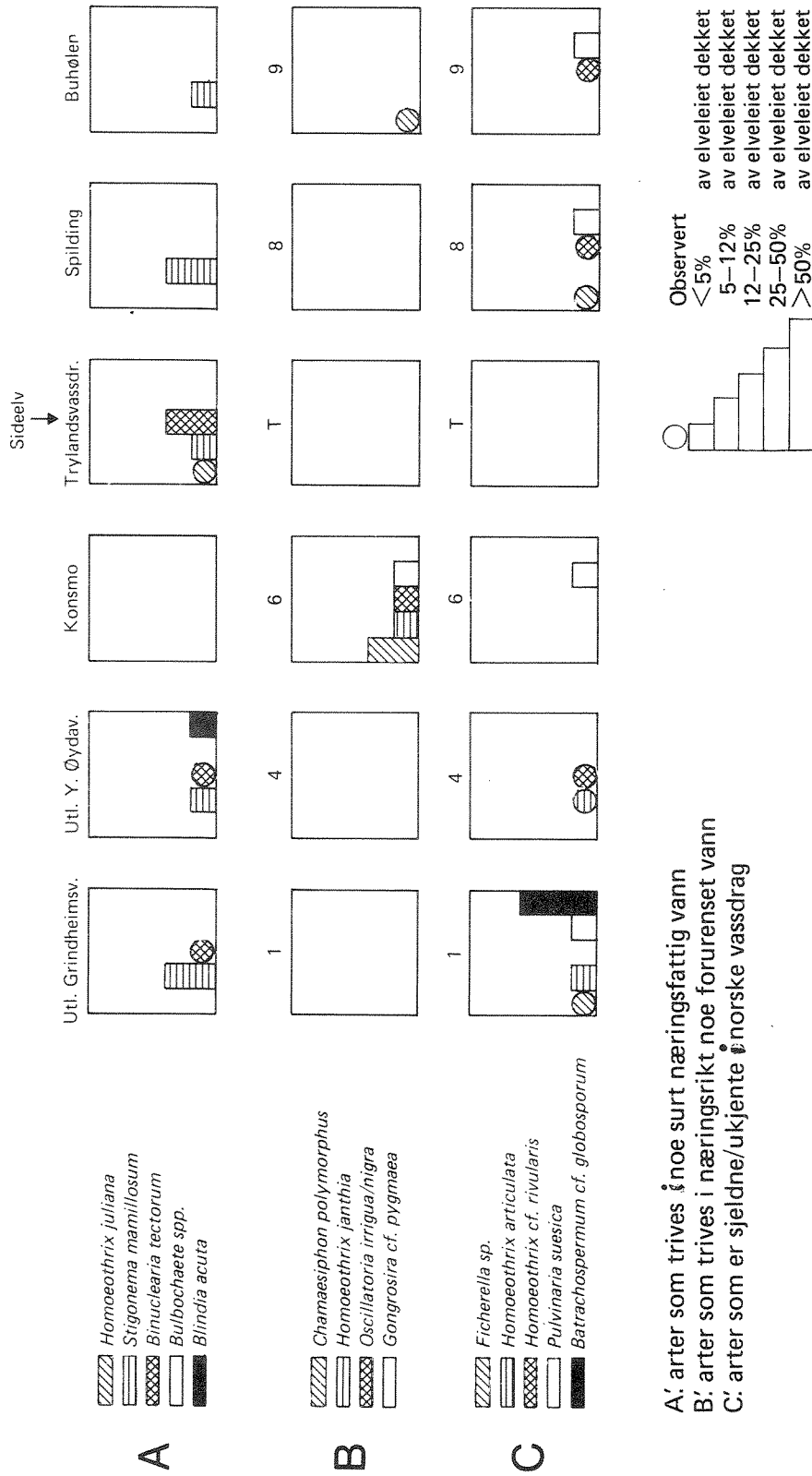
Artssammensetning - primærprodusenter, unntatt kiselalger

Begroingsamfunnet kan deles i tre hovedgrupper, se fig. 4.2:

- A: Arter som trives i noe surt næringsfattig vann.  
Denne gruppen hadde størst forekomst på st. 1, 4 og T.
- B: Arter som trives i næringsrikt oftest noe forurenset vann.  
Denne gruppen hadde størst forekomst på st.6.
- C: Arter som er lite kjent fra tidligere undersøkelser i norske vassdrag. Denne gruppen hadde størst forekomst i hovedvassdraget især på st.1.

Artssammensetning - % forekomst av kiselalger

Kiselalgesamfunnet, se tabell V.2.1, var artsfattig og bestod vesentlig av arter som trives i elektrolyttfattig noe surt vann, eksempelvis Eunotia exigua, E.faba, E.incisa, E.tenella, Peronia erinacea og Tabellaria flocculosa. Andelen av Eunotia arter var størst nederst i vassdraget, mens andelen av Tabellaria som trives i noe humøst vann, var størst øverst i vassdraget. Stasjon 6 skilte seg ut, her dominerte Fragilaria vaucheria. F.vaucheria trives i forurenset vann og er tidligere registrert med stor forekomst i surt forurenset vann, eks. nedre deler av Songa (Brettum & Lindstrøm 1983).



A: arter som trives i noe surt næringsfattig vann  
 B: arter som trives i næringsrikt noe forurenset vann  
 C: arter som er sjeldne/ukjente i norske vassdrag

Fig. 4.2. Forekomst av noen begroingsorganismer i Audna-vassdraget 6. august 1986.

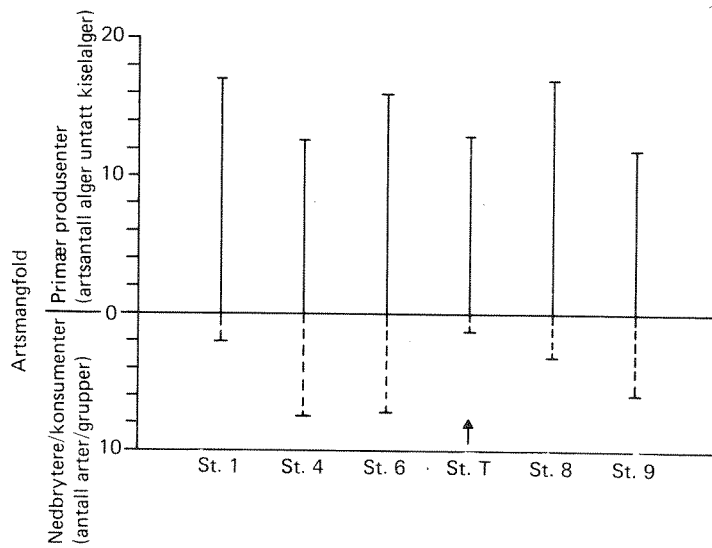
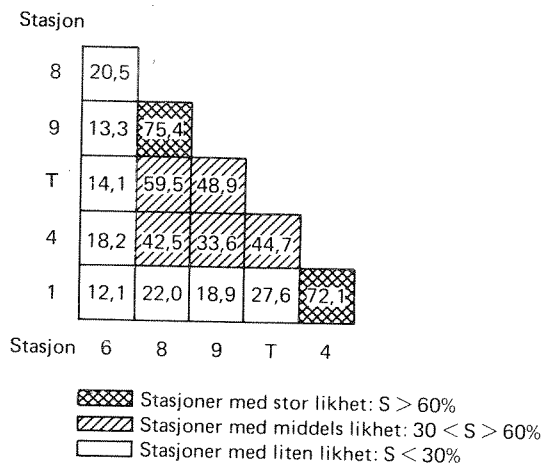


Fig. 4.3. Artsmangfold primærprodusenter (artsantall alger, unntatt kiselalger) og nedbrytere/konsumenter. Audnavassdraget 6. august 1986.



Tabell 4.1. Begreingsstasjonene gruppert etter kiselalgesamfunnets prosentvise likhet i artsinnhold. Audnavassdraget 6. august 1986

### Likhet i artssammensetning - kiselalger

Kiselalgesamfunnet danner grunnlag for beregning av stasjonenes innbyrdes likhet i artsinnhold (S), tabell 4.1. Resultatene viser at kiselalgesamfunnet på st.1 hadde lite til felles med kiselalgesamfunnet på de andre stasjonene ( $S < 30$ ). St.4 dannet et unntak, likheten mellom denne og st.1 var stor ( $S_{1/4} = 72.1$ ). St.6 viste også liten likhet med alle andre stasjoner ( $S < 30$ ). Likhet i artsinnhold mellom stasjonene 4, 8, 9 og T var middels ( $30 < S < 60$ ). I denne gruppen viste stasjon 8 og 9 større likhet i artsinnhold enn de andre stasjonene ( $S_{8/9} = 75.4$ ).

### Nedbrytere/Konsumenter

Som nevnt innledningsvis hadde begroingsprøvene stort innhold av delevis nedbrutt organisk materiale, det skyldes først og fremst den sure vannkvaliteten. Forøvrig var innslaget av nedbrytere og konsumenter markert på st.4, 6 og 9 (se fig. 4.3). Forekomst av soppen Fusarium på st. 4 viser tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff i surt miljø.

### Artsantall alger unntatt kiselalger

Artsantallet var omlag det samme på alle stasjoner, mellom 12 og 17, se fig. 4.3. Dette er noe lavere enn i upåvirkede nøytrale til svakt sure vassdrag.

## 4.3 Diskusjon

### Forurensning

Forurensningen på st. 1, 4 og T er ubetydelig, den er heller ikke stor på st. 8 og 9. Dette vistes ved markert forekomst av forurensningsømfintlige arter på st. 1, 4 og T, forekomsten var mindre markert på st. 8 og 9. Forekomst av soppen Fusarium

(trives i surt miljø) på st. 4, skyldes trolig lekkasje av organisk stoff fra et gammelt sagbruk i Ytre Øydnavatn. Relativt høyt innhold av nedbrytere i prøvene fra st. 9 tyder på en viss tilførsel av organisk stoff.

Begroingsamfunnet på st. 6 (Konsmo) skilte seg ut ved fravær av forurensningsømfintlige organismer, ved høyt innhold av forurensnings-tolerante primærprodusenter og høyt innhold av nedbrytere/konsumenter. Dette tilsier markert forurensningspå-virkning i Audna ved Konsmo.

### Virkning av kalking

Det var ikke mulig å se noen tydelig effekt av kalkningen på begroingsamfunnet på noen stasjon. Kalkingsprosjekter i andre norske vannforekomster har gitt samme resultat, virkningen på primærprodusentene (plantesamfunnet) har vært begrenset (Baalsrud et al 1985, Raddum et al 1986).

I tillegg til kalkningsbrønnene mellom Øvre og Ytre Øydnavatn og ved Tryland kalkes vassdraget på flere steder. Trylands-vassdraget oppstrøms Aklandsvatn blir ifølge opplysninger fra lokalbefolkningen ikke kalket. Derfor ble det lagt en referanse-stasjon i dette vassdragsavsnittet. Det var ikke mulig å se noen forskjell mellom denne og de andre stasjonene som kan tilskrives kalking. Stasjon 1, utløp Grindheimsvatn, skulle også tjene som referansestasjon. Ifølge begroingsamfunnet er humusinnholdet noe høyere i dette vassdragsavsnittet enn i vassdraget forøvrig. Dette gjør denne stasjonen mindre egnet som referansestasjon fordi humus har vist seg å modifisere virkningen av surt vann på de biologiske samfunn. På stasjon 6, Konsmo, ble det registrert noen arter som vanligvis vokser på lokaliteter med tilnærmet nøytralt vann, Oscillatoria irriqua/nigra, Tetraspora gelatinosa, Fontinalis dalecarlica og Achnanthes minutissima. Det skyldes sannsynligvis tilførsel av næringssalter og elektrolytter fra forurensninger. Dette samsvarer med tidligere erfaring. Kalking uten tilførsel av næringssalter/andre elektrolytter har liten



effekt på plantesamfunnet. Kombineres kalkingen med tilførsel av næringssalter/andre elektrolytter ser virkningen av det nærings- og elektrolytt-fattige vannet ut til å modifiseres (Brettum et al 1984).

Lavt artsmangfold av primærprodusenter skyldes i første rekke den sure vannkvaliteten, på st. 6 bidrar også forurensninger til å redusere artsmangfoldet.

#### Andre forhold

Det ble registrert flere arter som er sjeldne/ukjente i norske vassdrag. Dette skyldes i første rekke liten kjennskap til begroingsamfunn i sure vassdrag. Relativt høyt innhold av humus er en annen mulig årsak.

## 4.4. LITTERATUR

- Baalsrud, K., Hindar, A., Johannesen, M. og D. Matzow, 1985. Kalking mot surt vann. Kalkingsprosjektets faglige slutt-rapport. 145 s.
- Brettum, P. & Lindstrøm, E.-A., 1983. Vassdrag i Vest-Agder. Vurdering av vannkvalitet på grunnlag av fysisk-kjemiske og biologiske analyseresultater 1981-82. O-82082. Norsk institutt for vannforskning, Oslo, 91 s.
- Brettum, P., Kroglund, F., Nilssen, J.P., Sandøy, S., Skov, A. og S.B. Wærvågen, 1984. Eksperimentelle innhegningsforsøk i Gjørstad, Aust-Agder. Et forsøk på alternativ behandling av forsurende vann. Kalkingsprosjekt rapport 16-1984. 38 s.
- Knutzen, J., 1979. Biologiske metoder aktuelle ved overvåking. O-75038. Norsk institutt for vannforskning, Oslo, 172 s.
- Raddum, G.G., Brettum, P., Matzow, D., Nilssen, J.P., Skov, A., Sveälv, T., and R.F. Wright, 1986. Liming the acid lake Hovvatn, Norway: A whole-ecosystem study. Water, Air and Soil Pollutions, pg. 721-763.
- Renkonen, O., 1938. Statistisch-ökologosche Untersuchungen uber die terrestische Kaferwelt der finnischen Bruchmoore. An Zool Soc Woo-Bot Fenn Vanamo 6. 4. BEGROING I AUDNA 1986

## 5. VANNKVALITET I SNIGSFJORDEN 1982-86

### 5.1. Materiale

Tabell 5.1 gir en oversikt over prøvetakingsperioder og analyseparametre.

Prøvene er innsamlet av Fylkesmannen i Vest-Agder, miljøvern-avdelingen og av Vannlaboratoriet, Agder distriktshøgskole (ADH). Analysene er utført av Vannlaboratoriet, ADH, ved Tom Einar Pedersen og Sofus Klausen. Komplette datarapport er som vedlegg.

Målsettingen med datainnsamlingen var å gi en generell beskrivelse av vannkvaliteten i Snigsfjorden.

### 5.2. Resultater og diskusjon

#### 5.2.1. Temperatur og saltholdighet

Figur 5.2 og 5.3 sammenfatter de årlige målingene i indre Snigsfjorden. Det er viktig å merke seg at diagrammene er basert på kun en måling pr. år og sammenfatter kun dataene og må ikke tolkes som "virkelige" iospleter.

Dypere enn 4 m var saltholdigheten større enn 30 o/oo på alle måledatoene. Dypere enn 10 m var det kun små variasjoner med temperaturer på 6-7°C og saltholdighet på 33-34 o/oo.



Tabell 5.1. Oversikt over datamaterialet.

<u>Dato</u>	<u>Lokalitet</u>	<u>Parameter</u>
07.06.82	Indre Snigsfj.	Siktedyp, T, S, O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S, Tot-P, PO <sub>4</sub> , Tot-N, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>
14.06.83	Indre Snigsfjord	Siktedyp, T, S, O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S, Tot-P, PO <sub>4</sub> , Tot-N, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>
17.07.84	Indre/ytre Snigsfj.	Siktedyp, T, S, O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S, Tot-P, PO <sub>4</sub> , Tot-N, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>
20.06.85	Indre/ytre Snigsfj.	Siktedyp, T, S, O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S, Tot-P, PO <sub>4</sub> , Tot-N, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>
24.07.85	Indre/ytre Snigsfj.	Siktedyp, T, S, O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S, Tot-P, PO <sub>4</sub> , Tot-N, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>
25.06.86	Indre/ytre Snigsfj., Tjøm	Siktedyp, T, S, O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S, Tot-P, PO <sub>4</sub> , Tot-N, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>
19.08.86	Indre/ytre Snigsfj., Tjøm	Siktedyp, T, S, O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S, Tot-P, PO <sub>4</sub> , Tot-N, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>
14.10.86	Indre/ytre Snigsfj., Tjøm	Siktedyp, T, S, O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S, Tot-P, PO <sub>4</sub> , Tot-N, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub>

T = temperatur

S = saltholdighet

O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S = oksygen/hydrogensulfid

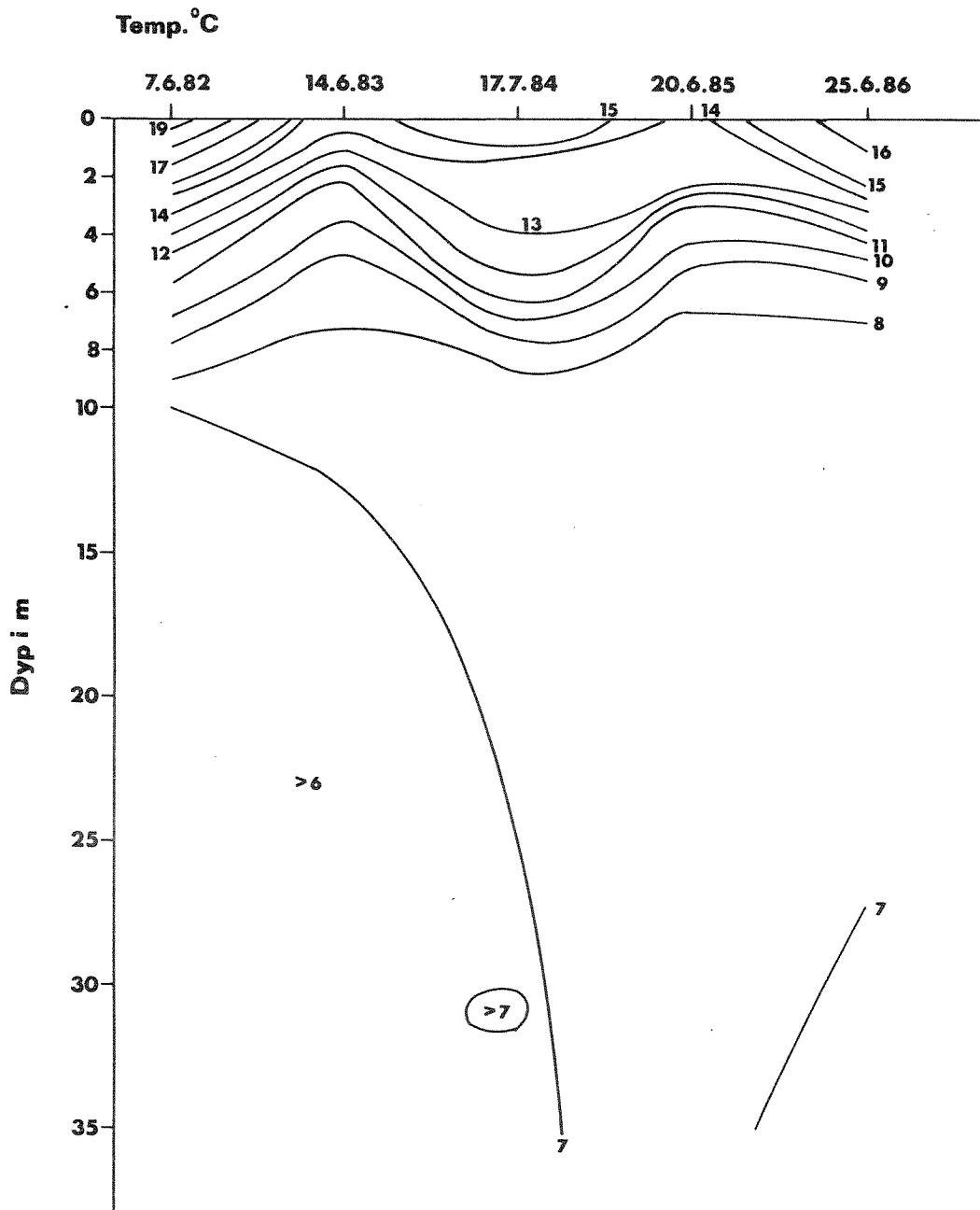
Tot-P = total fosfor

PO<sub>4</sub> = ortofosfat

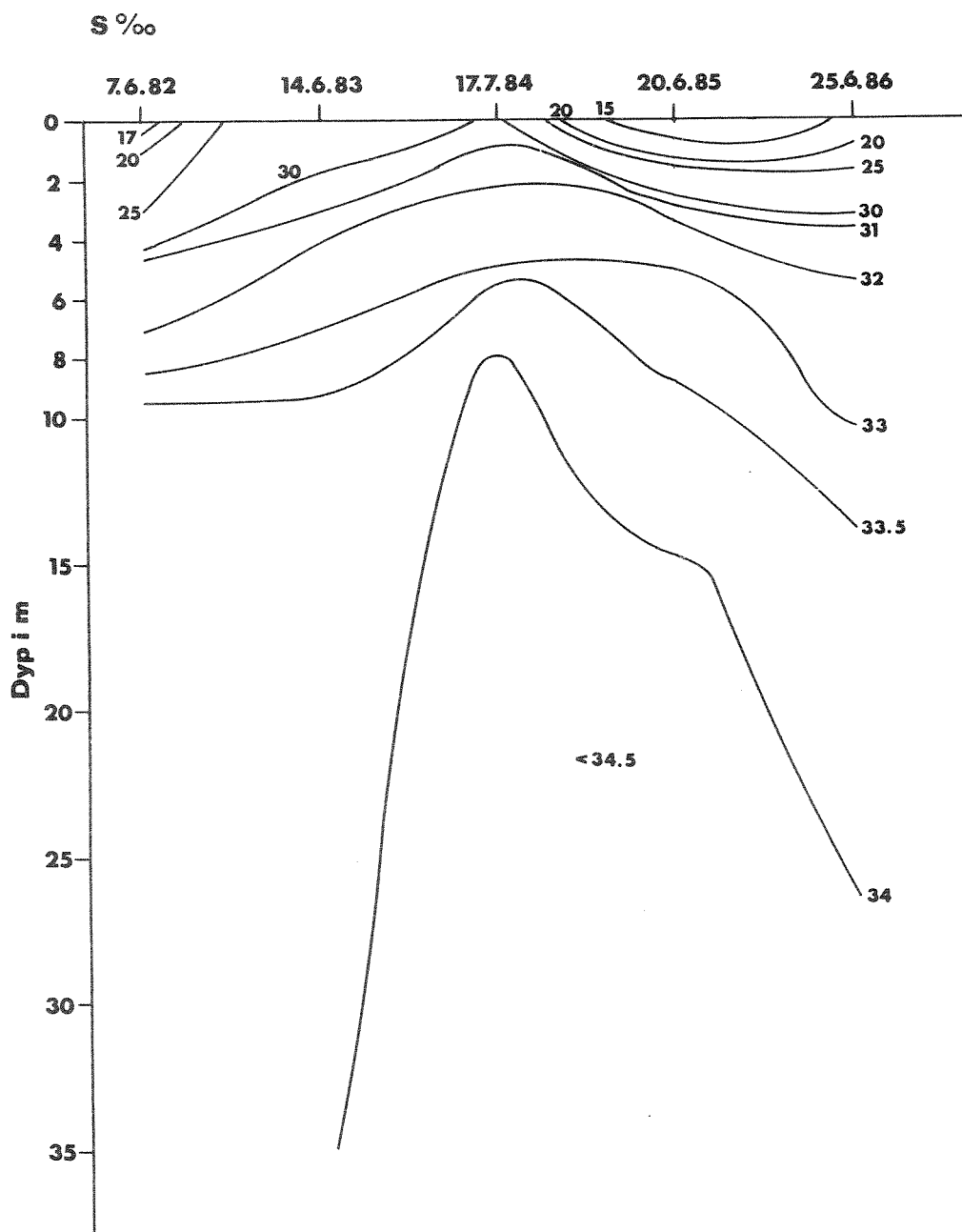
Tot-N = total nitrogen

NO<sub>3</sub> = nitrat

NH<sub>4</sub> = ammonium



Figur 5.2. Temperaturfordeling i indre Snigsfjorden. Prøvetaking har skjedd på de angitte datoene, altså kun en gang årlig. Isopletene representerer derfor ikke den reelle temperaturfordelingen gjennom året.



Figur 5.3. Saltholdighetsfordeling i indre Snigsfjorden. Prøvetaking er gjort på de angitte datoene, altså kun en gang årlig. Isopletene representerer derfor ikke den reelle saltholdighetsfordelingen gjennom året.

Generelt ble det under terskelnivå målt høyere saltholdigheter i indre Snigsfjorden enn i ytre (fig. 5.4 som eksempel). Vannutskiftningen i fjorden er sannsynligvis betinget av terskeloverskyllinger etter upwelling av dypvann utenfor terskelen. Det salte dypvannet innenfor terskelen stammer fra tidspunkt med terskeloverskylling. Utenom slike episoder vil saltholdigheten utenfor terskelsen, spesielt sommerstid være relativt lav.

I tillegg til større terskeloverskyllinger, som for eksempel dataene fra 1984 viser, forekommer også mindre vannutskiftninger. De tre målingene i sommerperioden i 1986 viser at innstrømming av saltere og kaldere vann fra terskelnivå og til bunn skjedde både i tidsrommet 25.6-19.8 og 19.8-14.10. Imidlertid var ikke disse utskiftningene tilstrekkelige til å oksygenere vannmassene dypere enn 10 m, men innholdet av hydrogensulfid ble redusert (jfr. kap. 5.2. og fig. 5.6.). Den kraftige utskiftningen i 1984 kan ha vært tilstrekkelig til å oksygenere dypvannet.

På de fleste prøvedatoene ble det også målt høyere saltholdighet og tetthet over terskelnivå i indre Snigsfjorden sammenlignet med stasjonen utenfor terskelen. Dette er vanskelig å forklare og kan skyldes målefeil.

Temperatur og saltholdighetsmålingene er ikke hyppige nok til nøyere å beskrive utskiftningsforholdene i fjorden.

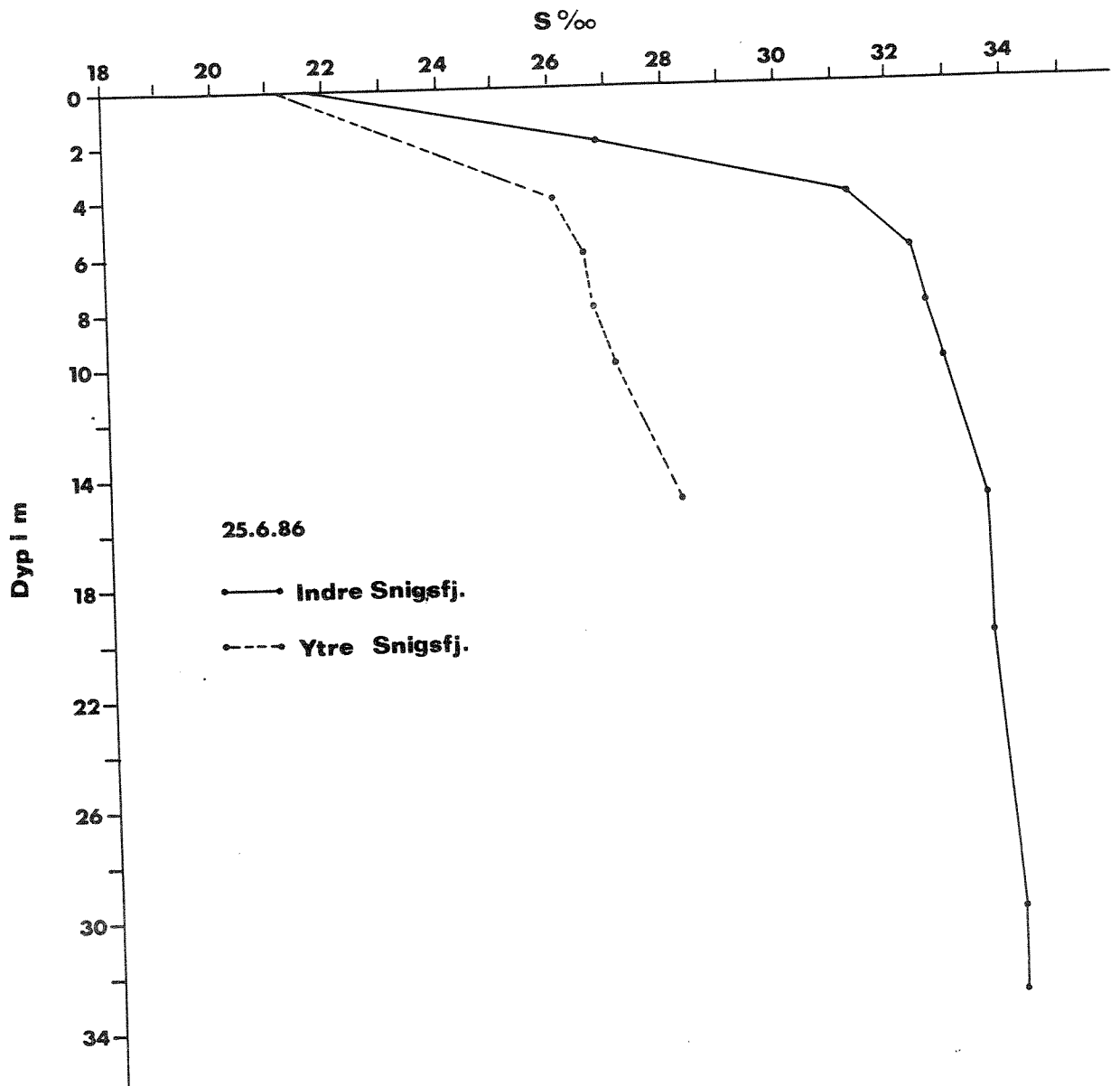
#### 5.2.2. Oksygen, hydrogensulfid og siktedyp

Bortsett fra vannmassen nær overflaten hvor planktonet gjennom fotosyntese kan produsere oksygen, er oksygenforholdene i Snigsfjorden bestemt av mengden oksygen som tilføres gjennom vannutskiftningen og oksygenforbruket ved nedbrytning av organisk materiale.

Den dårlig vannutskiftningen og det stort oksygenforbruket medfører dannelse av hydrogensulfid i vannmassene dypere enn ca 10 m, fig. 5.5, 5.6 og 5.7. Figur 5.5 kunne tyde på at det har



vært en forverring av oksygenforholdene i bunnvannet fra -84. Imidlertid, relativt lave hydrogensulfid-verdier i -82 og -83 skyldes nok heller at prøvetaking har skjedd kortere tid etter en større vannutskiftning sammenlignet med verdiene for -84-86.



Figur 5.4.

Variasjon i saltholdighet med dypet i indre og ytre Snigsfjorden, 25.6.1986. Prøvetaking er gjort på de angitte datoene, altså kun en gang årlig. Isopletene representerer derfor ikke den reelle oksygen/hydrogensulfidfordelingen gjennom året.

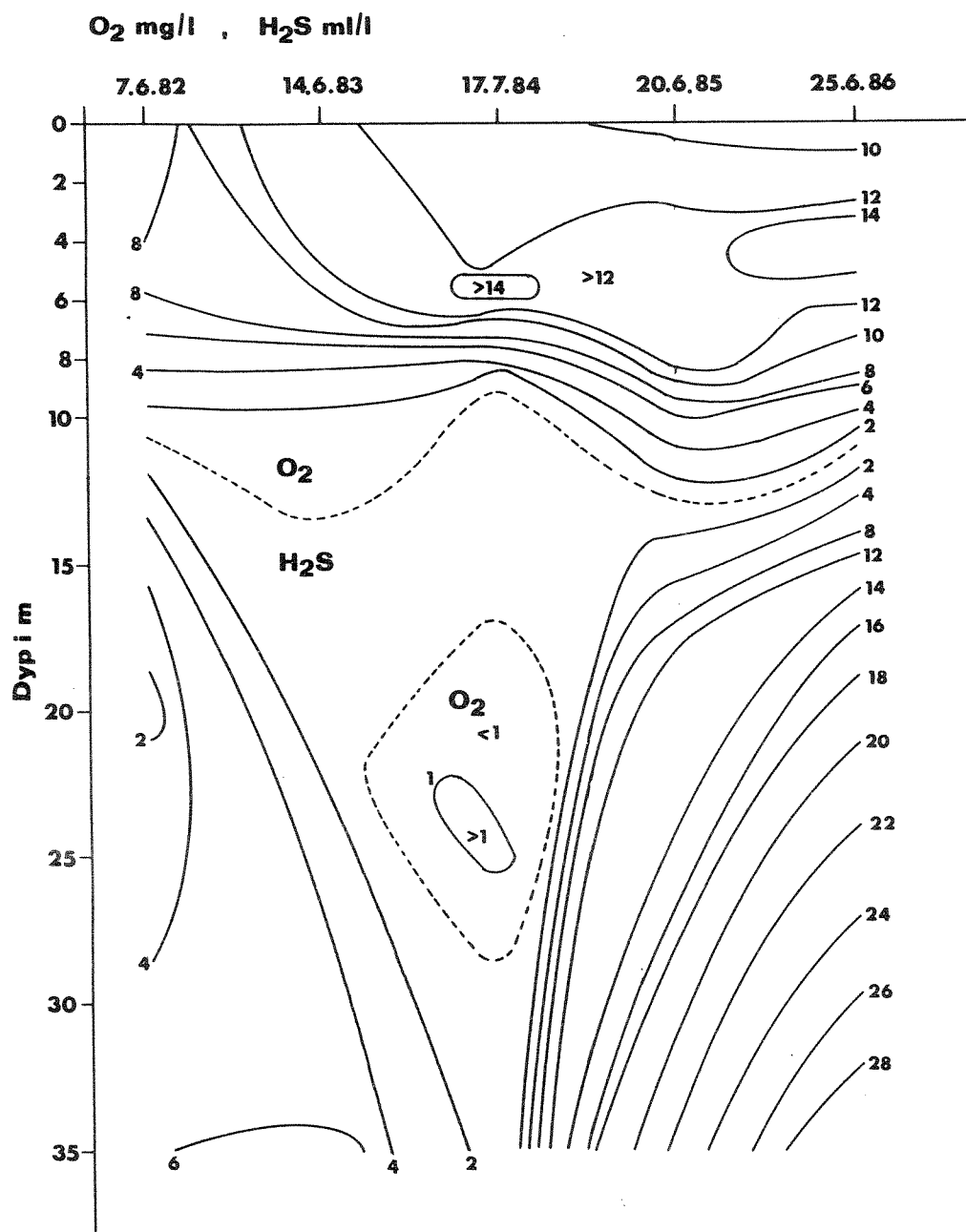
Dette bekreftes av at Molvær (1982) rapporterte  $H_2S$ -verdier på 17,1 og 20,4 ml/l for henholdsvis juli -80 og -81. Med det datamateriale som foreligger er det derfor ikke mulig å påvise noen utviklingstendens for bunnvannet fra 1980-86. Både størrelsen på dypvannsfornyelsen og tiden fra utskiftningen til prøvetaking vil variere. Den høyeste  $H_2S$ -konsentrasjonen ble målt 19.8.86 på 30,4 ml/l (33 m dyp). Til sammenligning var høyeste verdi i Grisefjorden 30,7 ml/l på 25 m i juni 1985. Ut fra datagrunnlaget var utskiftningene i 1981-82 stor, 1982-83 mindre, 1983-84 stor og 1984-85/86 mindre.

Figur 5.6 summerer oksygenforholdene på tre tidspunkter i 1986. I begge de to-måneders innsamlingsintervallene hadde det skjedd mindre utskiftninger. Imidlertid kjenner vi ikke størrelsene på utskiftningene slik at oksygenforbruk i dypvannet ikke kan beregnes. Hyppigere prøveinnsamlinger slik at man får med seg stagnasjonsperioder må gjøres hvis oksygenforbruket skal beregnes.

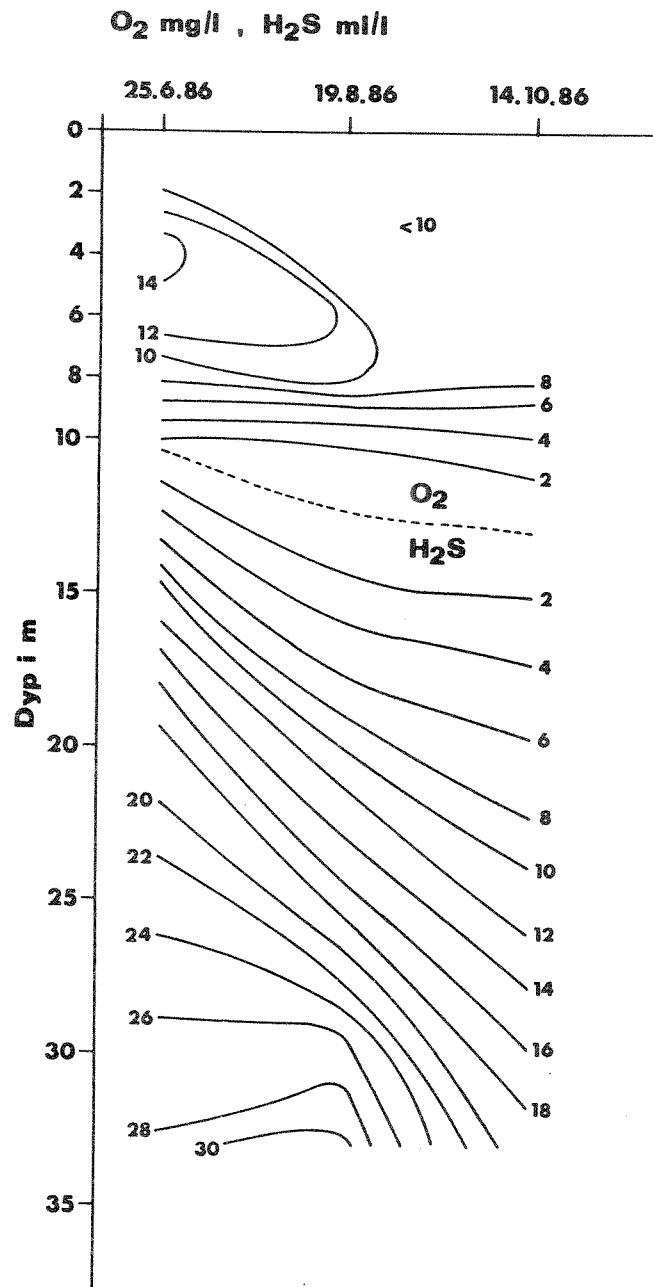
Det var en høy planktonproduksjon i den øvre delen av vannmassen som medførte oksygenovermetninger. Tabell 5.2 gir oversikt over tidspunkter med absolutt metning, det vil si korrigert (Colt 1984) til det dyp prøven var tatt på, større enn 100 %.

Tabell 5.2. Prosent absolutt metning i indre Snigsfjorden.

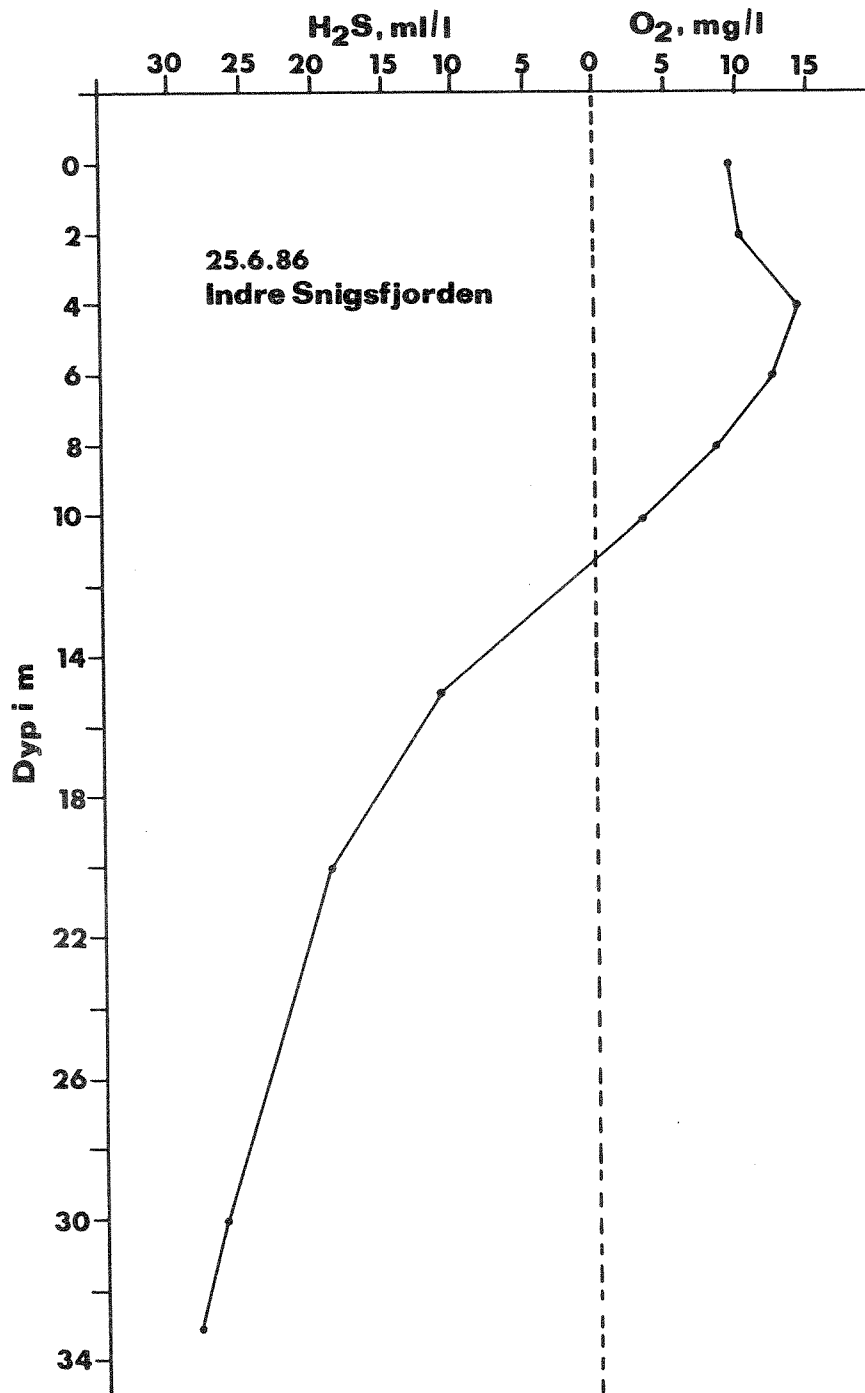
<u>Dato</u>	<u>% abs. metn.</u>	<u>Dyp (m)</u>
14.06.83	117	2
17.07.84	121	1
17.07.84	106	2
17.07.84	107	6
20.06.85	106	2
20.06.85	108	4
25.06.86	114	4



Figur 5.5.      Oksygen og hydrogensulfidfordeling i indre Snigsfjorden.



Figur 5.6.                      Oksygen og hydrogensulfidfordeling i indre Snagsfjorden sommeren 1986.



Figur 5.7. Variasjon i oksygen og hydrogensulfidkonsentrasjonen med dypet i indre Snigsfjorden, 25.6.1986.

Siden 1983 har det årlig vært absolutte oksygenmetninger på over 100 %. Dette medfører fare for gassdannelse i vannmassen slik som det er observert i Grisefjorden ved Flekkefjord (Næs og Tangen 1986). Her ble absolutt metning på opptil 150 % målt.

Utfra det datagrunnlaget som foreligger har det ikke vært registrert over 100 % absolutt metning før 1983. Det er derfor mulig at forholdene er forverret de senere åra. At dette ikke spores på dypvannet kan skyldes for lav frekvens på prøvetakingen. 1 -2 prøveserier pr.år er for lite for å påvise slike forandringer.

Høy planktonproduksjon medfører et relativt lavt siktedyp i indre Snigsfjorden. Gjennomsnitt av åtte målinger fra 1982 til 1986 var 6,6 m, mens det i ytre Snigsfjorden var 11,5 (6 målinger). Ofte regner man 2-3X siktedypet som den sonen hvor det vesentlige av primærproduksjonen foregår. På grunn av de hydrogensulfidholdige vannmassene er imidlertid produksjonen oftest begrenset til de øverste 8-10 m.

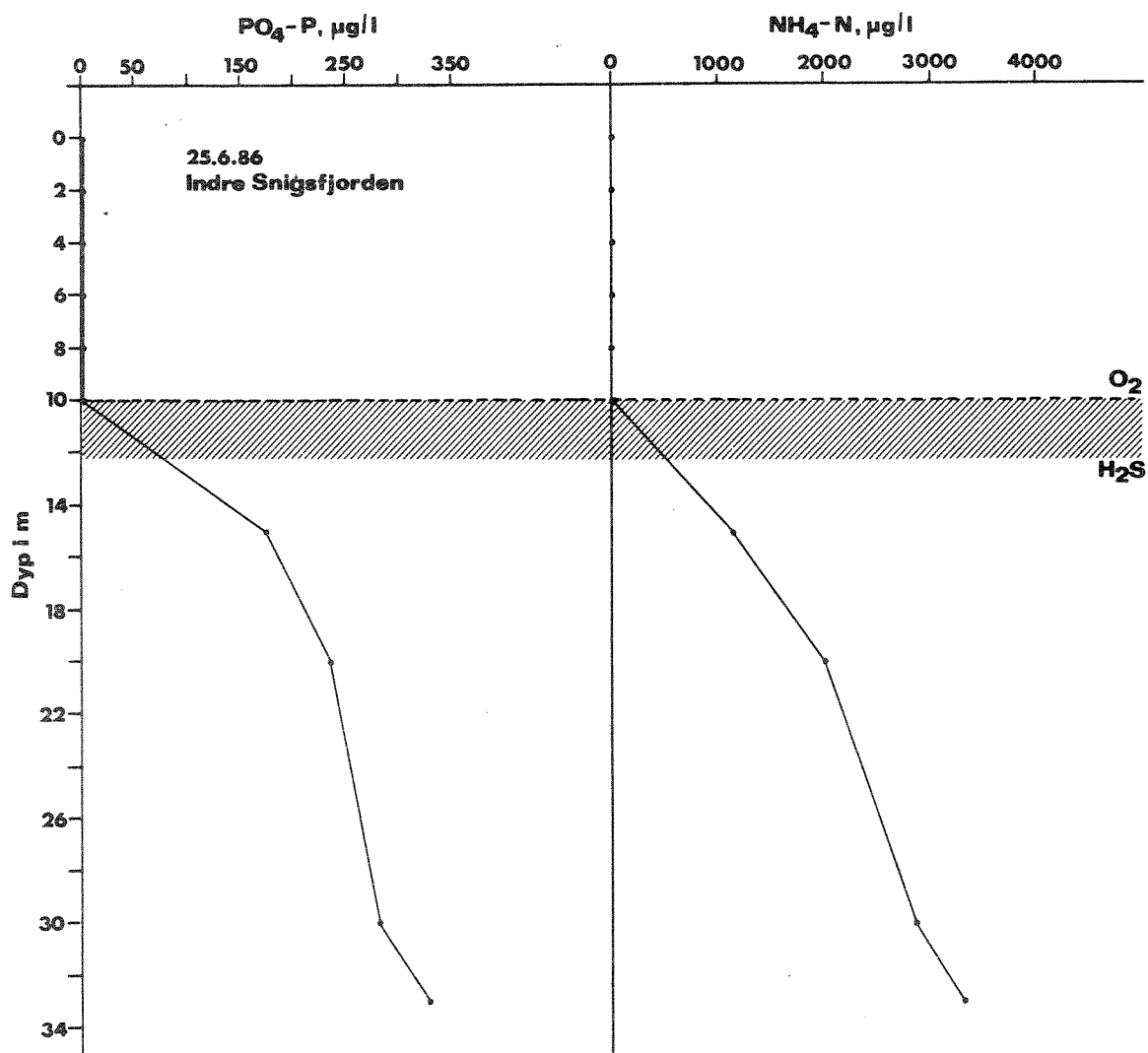
På alle prøvedatoene var fargen på sikteskiva grønn bortsett fra 14.6.83 da fargen var gulbrun. Dette indikerer at hovedmengden av det organiske materialet som belaster dypvannet er plankton. Dette stemmer med lave KOF-verdier og lavt fargetall i Audna. Imidlertid er det kamaliseringsarbeider i øvre del av elva som vil medføre stor erosjon i flomperioder (A. Hindar, pers.med.). Dette samsvarer også med gulbrun farge på sikteskiva den 14.6.83. Saltholdigheten i overflaten i indre Snigsfjorden var da 2.15% og antageligvis stor vannføring i elva.

### 5.2.3. Næringsemner

Høy plankton-produksjon og dårlig vannutskiftning medfører høye næringssalt-konsentrasjoner dypere enn ca.10m fra mineraliseringen av dødt organisk materiale (fig. 5.8). I dypvannet i indre Snigsfjorden ble verdier på mere enn 300 ug/l ortofosfat og mere enn 3000 ug/l av ammonium målt. Dette er verdier i samme området som indre Grisefjorden. Så høye næringssalt-konsentrasjoner

sammen med årlige vannutskiftninger i varierende omfang muliggjør transport av tilgjengelig næringssalter til den produktive sonen og dermed en høy plankton-produksjon. Et eksempel på dette er at





Figur 5.8. Ortofosfat og ammoniumkonsentrasjoner i vannmassene i indre Snigsfjorden, 25.6.1986.

ortofosfatverdiene på 8 og 10m dyp i indre Snigsfjorden den 25.6.86 var henholdsvis 1.5 og 2.0 ug/l, mens den var henholdsvis 2.5 og 17.5 den 19.8 etter en mindre utskiftning.

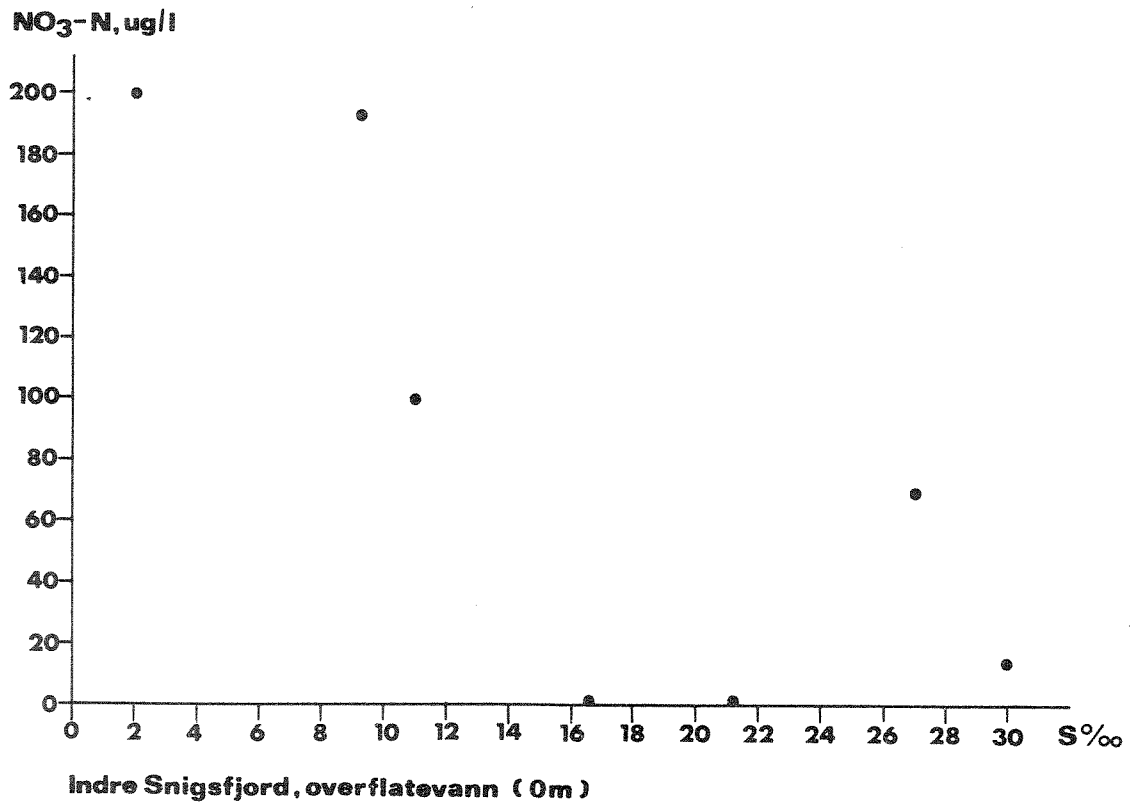
Ved høy saltholdighet var konsentrasjonen av næringssalter i overflaten lav, men økende ferskvannstilførsler medfører at mye nitrogen tilføres overflatevannet, fig. 5.9. Dette er i samsvar med kapitlet om vannkvaliteten i Audna, som peker på høye nitratverdier i elva fra sur nedbør og jordbruksavrenning.

#### 5.2.4. Sammenligning med vannmassene utenfor terskelen

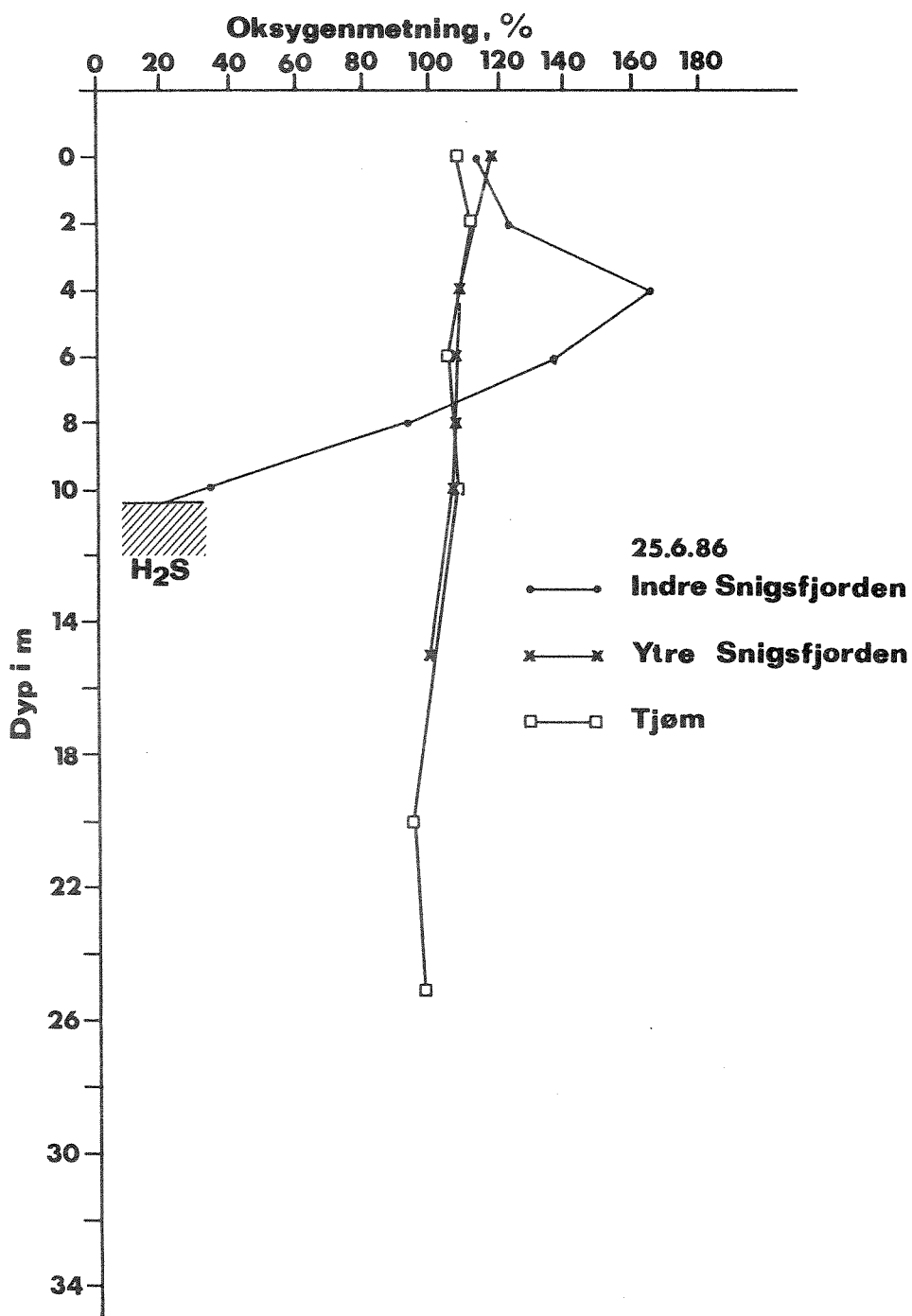
Kvaliteten av vannet i ytre Snigsfjorden og ved Tjøm er helt forskjellig fra indre Snigsfjorden. Dette går klart fram av oksygenprofilene, fig. 5.10, som viser fullloksygenerte vannmasser til bunns i området utenfor terskelen. Mens deet var ortofosfat og total nitrogenverdier på henholdsvis mere enn 300 og 3000 ug/l i dypvannet i indre Snigsfjorden, var verdiene i ytre Snigsfjorden og Tjøm på 1,5-10 ug ortofosfat/l, og 150-240 ug total nitrogen/l, som er normale konsentrasjoner for "upåvirkede" vannmasser.

Påvirkning fra Audna kan spores på overflatevannet i ytre Snigsfjorden. For eksempel, den 19.8.86 var nitratkonsentrasjonene i overflaten i ytre Snigsfjorden 168 ug/l, mens de ved Tjøm var 5 ug/l. Bortsett fra dette var det ingen forskjeller mellom ytre Snigsfjorden og Tjøm.

Også i ytre Snigsfjorden og Tjøm var det tidvis høy planktonmengde. 25.6.86 var siktedyp 5 m både i ytre Snigsfjorden og Tjøm sammenlignet med 4,8 m i indre fjord. Oksygenverdiene viser en produksjon i de øvre 15 m i ytre fjord og Tjøm med oksygenmetninger på 110 til 119 %. Samtidig ble 165 % metning (svarende til 114 % absolutt metning) målt i indre Snigsfjord.



Figur 5.9. Samvariasjon mellom nitrat og saltholdighet i overflatevannet i indre Snigsfjorden.



Figur 5.10. Sammenligning av oksygenmetningen i vannmassene i indre/ytre Snigsfjorden og Tjøm, 25.6.1986.

### 5.3. Litteratur

- Colt, J. 1984. Computation of dissolved gas concentrations in water as function of temperature, salinity, and pressure. Am. Fish. Soc. Spec. Pub., 14. 154pp. Bethesda, Maryland, USA.
- Molvær, J. 1982. Vannforekomster i Vest-Agder. Vurdering og kommentar til fysis-kjemiske analyseresultater fra fjorder i tidsrommet 1978-81. Rapportnr. 81072/1361, NIVA, Oslo. 151s.
- Næs, K. og K. Tangen 1986. Vurdering av forurensingssituasjonen i Grisefjorden/Flekkefjorden sommeren 1985. Notat, NIVAs Sørlandsavd., Grimstad.

## 6. PLANKTONFOREKOMSTENE I SNIGSFJORD SOMMEREN OG HØSTEN 1986

Det ble innsamlet kvantitative planktonprøver fra en stasjon i ytre Snigsfjord og en stasjon i indre Snigsfjord sommeren og høsten 1986. Prøvene ble tatt med integralvannhenter fra sjiktet 0-5 m dyp og senere analysert etter sedimentering i 2 ml planktonkammer. Analyseresultatene er gjengitt i tabell 6.1 - 6.6. Planktonet er fordelt på hovedgruppene Dinoflagellater, Diatomeer (kiselalger) og Flagellater og monader.

Juni

Det var store algebestander på begge stasjoner, med totalkonsentrasjoner på over 20 mill celler pr. liter. Hovedkomponenten var små flagellater og monader som det er umulig å artsbestemme i fiksert materiale. På grunn av den beskjedne størrelsen (mindre enn 5 mikrometer) er bidraget til algebiomassen betydelig mindre enn celletallene skulle tilsi.

På den indre stasjonen var det en stor bestand av små dinoflagellater, Provocentrum balticum/minimum (1,5 mill/l), Gymnodinium galatheanum (147.000/l) og Katodinium rotundatum (40.000/l), mens den ytre stasjonen var dominert av større arter, Scrippsiella trochoidea (227.800/l) og Gyrodinium aureolum (93.800/l), i tillegg til uidentifiserte nakne dinoflagellater.

Det var relativt store bestander på begge stasjoner av kiselalgen Skeletonema costatum, kalkflagellater og cryptofycéer.

August

Det var betydelig mindre algemengder enn i juni. Dette gjelder alle algegrupper. Mens det var mest små flagellater og monader på den ytre stasjonen, var det relativt mye kiselalger og dinoflagellater på den indre stasjonen, der det fortsatt var et betydelig innslag av Prorocentrum og nakne dinoflagellater i tillegg til en stor bestand av kiselalgen Nitzschia closterium.

## Oktober

Utenom gruppen av uidentifiserte flagellater/monader var det meget små algebestander. Imidlertid var det relativt mye av store dinoflagellater (Ceratium furca) på den ytre stasjonen, der denne komponenten antagelig dominerte i totalbiomassen.

## Artssammensetningen

De observerte artene var uten unntak slike som er vanlige i norske kystfarvann. I tillegg til marine arter som var den kvantitativt viktigste komponenten var det også et innslag av ferskvannsarter, f.eks. encellede grønnalger (Staurastrum, Crucigenia, Cosmarium) og kiselalger (Tabellaria flocculosa).

Det er verdt å merke seg et relativt stort antall potensielt toksiske arter (Alexandrium excavatum, Prorocentrum minimum). Blant disse er det arter som er kjent fra tilfeller av fiskedød (G.aureocum) og fra skjellforgiftning (Alexandrium excavatum). Slekten Dinophysis, kjent for å produsere diarregift, ble ikke funnet i materialet fra Snigsfjord.

Også ciliater ble registrert under analysen. Dette er heteoro-trofe organismer som overveiende har bakterier, planktonalger og detritus som næringsgrunnlag. I Snigsfjorden var artssammensetningen omtrent som det man registrerer i innenskjærs farvann i Sør-Norge.

## Totalbestandene

Tabell 6.7 viser totalbestanden og forekomster av de viktigste planktongruppene. Celletall på over 20 mill/l etter den anvendte metoden, må regnes som relativt høye. Slike konsentrasjoner vil man normalt vente å finne bare i eutrofierte områder. Også minimumskonsentrasjonene på 4-5 mill/l må regnes som høye, årstiden tatt i betraktning (oktober). Her skal det imidlertid huskes at gruppen av ubestemte "Flagellater/monader" utgjør mye i totaltallene, mens bestander av kiselalger synes å være jevnt over mindre enn det som er observert i andre eutrofierte lokali-

teter, f.eks. ved Flekkefjord, om sommeren.

### Konklusjon

Forekomsten av planktonalger i Snigsfjorden sommeren og høsten 1986 har likhetstrekk med eutrofierte lokaliteter i Sør-Norge. Spesielt gjelder dette de store totalbestandene om sommeren og høsten der små flagellater er den viktigste komponenten, med et betydelig innslag av dinoflagellater. Effekter av de store algebestandene vil være høye oksygenverdier i overflatelaget og stort oksygenforbruk i dypere lag.

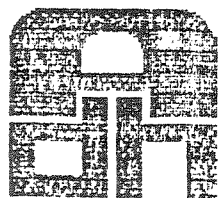


VEDLEGG 1.

Vannkvalitet i Audna: primærdata,  
stasjonsoversikt og dybdekart  
Øvre Øydnevatn

Vassdrag i  
Vest-Agder  
1981-1986

AUDNEDALSVASSDRAGET



VANNLABORATORIET  
AGDER  
DISTRIKTSHØGSKOLE

4,10	4,1	I Audna i utløpet av Grindheimsvann. En del strøm i bekken.	1. Utløp Grindheimsvann
4,13		Audna ved Byremo, nedstrøms bro på riksvegen. Lite stryk. Ny stasjon 1981.	2. Øvre Øydnevann
4,11		Vårdalsåni oppstrøms riksveg og tømmerlager. Lite stryk. Ny stasjon 1981.	3. Innløp Yt. Øydnevann
Side V			4. Utløp " "
4,12		Vårdalsåni rett nedstrøms trelastlager/ sagbruk. Lite stryk. Ny stasjon 1981.	5. Nedstrøm Helle
Side V			6. " Konsmo
4,15	4,1 b	I øvre Øydnavatn. Registrert dyp 40 m.	7. " Vigmostad
4,20	4,2	I Audna fra Kringlen bro (mellom ytre og øvre Øydnavann). Relativt stillestående parti.	8. " Spilding
4,25	4,2 b	I ytre Øydnavatn. Registrert dyp 63 m.	9. " Buhølen
4,26		Ågedalsbekken ved utløp til ytre Øydnavann. Stryk. Ny stasjon 1981.	10. Oppstrøm Vigeland
Side V			11. " Rødberg
4,28		Bekk fra Øygarðsmyra til ytre Øydnavann. Relativt stilleflytende parti. Ny stasjon 1981.	12. " Snik
Side V			
4,30	4,3	I Audna i utløpet av ytre Øydnavann. Prøve tatt fra bro nedstrøms sagbruk. Lite stryk.	
4,40	4,4	Audna ved Konsmo. Fra bro på riksvei 461 til Kvinesdal. Lite stryk.	
4,41		Bekk fra Høyland. Prøve tatt ved riksvegen på Hommoen (nord for Viblemo), 2-300 m før utløp til Audna. Stillestående parti. Ny stasjon 1981.	
Side V			
4,50	4,5	Audna ved Fossmo, ca. 1,5 km nedstrøms Buhølen. Relativt stillestående vann.	
4,51		Audna ca. 200 m nedstrøms utslipp Vigeland. Prøve tatt på vestsida av elva (veg til Snik), ved lageranlegg. Stilleflytende parti. Ny stasjon 1981.	



AUDNEDALSVASSDRAGET SOMMER 1981

AUDNEDALSVASSDRAGET SOMMER 1981

STASJON	NR	4.51	4.62	4.61	4.63	4.60
VASSDRAGSTYPE		SV	SV	SV	SV	SV
DYP	M	0	0	0	0	0
OMGANG	NR	5	5	5	5	5
DATO		1.09	18.08	18.08	18.08	18.08

STASJON	NR	4.26	4.28	4.30	4.40	4.41	4.50
VASSDRAGSTYPE		SV	SV	SV	SV	SV	SV
DYP	M	0	0	0	0	0	0
OMGANG	NR	5	5	5	5	5	5
DATO		1.09	1.09	1.09	1.09	21.08	1.09

TEMPERATUR		16.1	11.9	16.7	14.7	17.6
LEDNINGSEVNE	MS/M	405	9.5	5.4	5.5	6.7
SURHETSGRAD	PH	6.60	5.80	4.55	5.05	5.75
TURBIDITET	FTU	.78	1.3	.87	.87	.44
NITRAT	UG N/L	57	316	76	135	190
TOTAL N	UG N/L	337	484	208	216	269
ORTO-P	UG P/L	3	24	2	3	1.5
TOT P	UG P/L	15	39	10	10	4
KOF	MG O/L	2.9	5	2.9	2.2	1.6
KLORID	MG CL/L	1690	13.1	9.75	8.20	10.3
SULFAT	MG SO4/		6.21	5.16	6.65	6.30
KALSIUM	MG CA/L	18.9	3.17	1.25	1.62	1.99
OKSYGEN	MG O/L					

TEMPERATUR		11.5	12.7	17.8	18.9	12	16.1
LEDNINGSEVNE	MS/M	5	4.3	3.1	4.2	13.1	10.6
SURHETSGRAD	PH	6.50	6.40	6.10	5.95	6.55	5.90
TURBIDITET	FTU	.75	.45	.44	.41	12	.43
NITRAT	UG N/L	351	73	92	126	2510	188
TOTAL N	UG N/L	356	300	181	150	2700	337
ORTO-P	UG P/L	4.5	4	1.5	2	553	3.5
TOT P	UG P/L	10	8	5	6	573	12
KOF	MG O/L	.9	3.4	1.3	1.3	21.2	1.4
KLORID	MG CL/L	5.53	5.33	4.03	5.66	36.6	9.88
SULFAT	MG SO4/	3.73	3.09	3.83	3.91		2.77
KALSIUM	MG CA/L	1.75	1.42	0.98	1.04	7.10	1.69
OKSYGEN	MG O/L						

FYLKESMANNENS MILJØVERNAVD VINJE  
HOLBERGSGT 54  
4600 KR. SAND

PRØVE TATT 28.08.86  
PRØVE MOTTATT: 9.08.86  
DATO: 9.08.86

AUDNA 1982

STASJON NR 4.10 4.30 4.50 4.60  
VASSDRAGSTYPE SV

DYP M

OMGANG NR

DATO 18.08 18.08 18.08 19.08

TEMPERATUR 11.5 16.3 14.3 13.8

LEDNINGSEVNE MS/M 4.9 2.9 4.6 7.8

SURHETSGRAD PH 6.10 5.80 5.65 5.60

TURBIDITET FTU 0.4 0.6 0.7 1.5

NITRAT UG N/L 274 130 298 330

TOTAL N UG N/L 281 197 (234) 365

ORTO-P UG P/L 1.5 <0.5 0.5 5.5

TOT P UG P/L 15 5 7 15

KOF MG O/L 2.18 1.24 1.09 1.66

KLORID MG CL/L 6.2 3.9 7.1 17.8

SULFAT MG SO4/ 6.7 8.1 9.3 6.3

KALSIUM MG CA/L 2.32 1.09 1.71 3.02

OKSYGEN MG O/L

FARGETALL MG PT/L 10 5 10 35

KLOROFYLL MG/M3

SIKTEDYP M

FARGE

ANALYSERESULTATER

TRYLND

PRØVESTED:

SURHETSGRAD	PH	4.60
KONDUKTIVITET	MS/M	3.5
KALSIUM	MG CA/L	0.50

AUDNEDALSVASSDRAGET 1986

STASJON	NR	1	3	4	5	6	7
VASSDRAGSTYPE							
DYP	M						
OMGANG	NR	1	1	1	1	1	1
DATO		25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06

TEMPERATUR		17.6	19.2	19.2	18.2	17.7	18.1
LEDNINGSEVNE	MS/M	2.5	4.6	3.1	3.6	4.1	3.5
SURHETSGRAD	PH	6.25	7.45	6.85	6.60	6.55	6.25
TURBIDITET	FTU						
NITRAT	UG N/L	146	163	167	192	233	246
TOTAL N	UG N/L	391	364	391	347	703	457
ORTO-P	UG P/L	1.0	1.0	0.5	<0.5	8.5	2.0
TOT P	UG P/L	7	5	5	4	30	6
KOF	MG O/L	3.33	3.40	3.40	2.55	2.86	3.02
KLORID	MG CL/L						
SULFAT	MG SO4/						
KALSIUM	MG CA/L	1.44	3.09	2.27	2.32	2.25	1.67
OKSYGEN	MG O/L						
OKSYGEN METN. %							
FARGETALL	MG PT/L						
KLOROFYLL	MG/M3						
SIKTEDYP	M						
FARGE							
KINTALL	/ML	650		220	820	5000	1400
KOLIF.BAKT.	/100	8		0	20	>2000	250
TERMOS.KOLIF.B/100ML		1		0	5	102	1

AUDNEDALSVASSDRAGET 1986

STASJON	NR	8	9	10	11	12
VASSDRAGSTYPE						
DYP	M					
OMGANG	NR	1	1	1	1	1
DATO		25.06	25.06	25.06	25.06	25.06

TEMPERATUR		13.9	19.2	20.3	20.4	
LEDNINGSEVNE	MS/M	3.7	3.7	4.4	4.9	
SURHETSGRAD	PH	6.15	6.10	6.05	6.20	
TURBIDITET	FTU					
NITRAT	UG N/L	296	308	304	283	
TOTAL N	UG N/L	563	563	516	563	
ORTO-P	UG P/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
TOT P	UG P/L	5	5	4	48	
KOF	MG O/L	3.71	2.32	2.24	3.87	
KLORID	MG CL/L					
SULFAT	MG SO4/					
KALSIUM	MG CA/L	1.80	1.74	1.79	1.84	
OKSYGEN	MG O/L					
OKSYGEN METN. %						
FARGETALL	MG PT/L					
KLOROFYLL	MG/M3					
SIKTEDYP	M					
FARGE						
KINTALL	/ML	500	500	2600	3000	2500
KOLIF.BAKT.	/100	5	15	240	>2000	850
TERMOS.KOLIF.B/100ML		0	0	40	150	9

AUDNEDALSVASSDRAGET 1986				AUDNEDALSVASSDRAGET 1986									
STASJON	NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VASSDRAGSTYPER													
DYP	M												
OMGANG	NR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
DATO		20.07	20.07	20.07	20.07	20.07	20.07	20.07	20.07	20.07	20.07	20.07	20.07
VASSDRAGSTYPER													
TEMPERATUR		13.7	17.2	17.3	14.8	14.8	14.8	17.0	16.5	15.2	17.5	16.6	
LEDNINGSEVNE	MS/M	6.5	5.7	3.9	3.9	4.2	3.3		3.5	3.5	4.4	8.8	
SURHETSGRAD	PH	6.25	7.20	6.90	6.70	5.95	5.95		5.90	5.90	5.90	6.05	
TURBIDITET													
NITRAT	UG N/L	247	145	159	246	342	230		286	305	302	300	
TOTAL N	UG N/L	407	258	253	321	399	313		363	331	337	363	
ORTO-P	UG P/L	0.5	3.0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	2.5	
TOT P	UG P/L	3	7	2	3	2	4		4	5	5	16	
KOF	MG O/L	2.21	2.82	2.82	2.74	2.36	2.97		1.83	1.91	1.98	2.83	
KLORID													
SULFAT	MG SO4/												
KALSIUM	MG CA/L	2.57	4.47	2.34	2.34	2.53	1.46		1.54	1.58	1.78	2.14	
OKSYGEN													
OKSYGEN METN. %													
FARGETALL	MG PT/L												
KLOROFYLL	MG/M3												
SIKTEDYP													
FARGE													
KINTALL	/ML	7000		800	2500	6000	2500		2300	4000	4000	5000	3200
KOLIF.BAKT.	/100	180		20	80	170	30		10	150	150	>2000	>2000
TERMOS.KOLIF.B/100ML		19		17	35	35	2		0	11	1	200	110



AUDNEDALSVASSDRAGET 1986

AUDNEDALSVASSDRAGET 1986

STASJON	NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VASSDRAGSTYPE													
DYP	M												
OMGANG	NR	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
DATO		19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08
VASSDRAGSTYPE													
DYP	M												
OMGANG	NR	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
DATO		19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08	19.08
TEMPERATUR		16.1	15.2	16.1	15.9	15.3	14.9	15.1	15.6	15.4			
LEDNINGSEVNE	MS/M	3.7	3.5	3.8	4.0	3.9	3.9	4.0	4.4				
SURHETSGRAD	PH	8.05	6.75	6.65	6.25	6.90	6.60	6.65	6.40	6.45			
TURBIDITET FTU													
NITRAT	UG N/L	175	217	213	336	278	273	283	276	287			
TOTAL N	UG N/L	326	365	361	517	420	525	412	412	432			
ORTO-P	UG P/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3.0	<0.5	<0.5	<0.5			
TOT P	UG P/L	2	2	3	4	6	40	7	6	10			
KOF	MG O/L	2.35	4.19	2.77	3.94	4.52	3.85	2.60	3.18	2.68			
Klorid MG CL/L													
Sulfat MG SO4/													
KALSIUM	MG CA/L	3.11	2.94	2.63	2.85	3.19	3.04	2.87	2.89	2.94			
Oksygen MG O/L													
Oksygen metn. %													
Fargetall MG FT/L													
KLOROFYLL	MG/M3												
SIKTEDYP M													
FARGE													
KINTALL	/ML	280	620	1340	1820	1220	1880	2000	2800	2500			
KOLIF.BAKT.	/100	12	52	330	400	270	380	290	>2000	2000			
TERMDS.KOLIF.B/100ML		9	12	45	48	48	48	27	15	150	120		



AUDNEDALSVASSDRAGET 1986

STASJON	NR	1	3	4	5	6	6*
VASSDRAGSTYPE							
DYP	M						
OMGANG	NR	5	5	5	5	5	5
DATE		14.10	14.10	14.10	14.10	14.10	14.10

AUDNEDALSVASSDRAGET 1986

STASJON	NR	7	8	9	10	11	12
VASSDRAGSTYPE							
DYP	M						
OMGANG	NR	5	5	5	5	5	5
DATE		14.10	14.10	14.10	14.10	14.10	14.10

TEMPERATUR		8.1	8.2	9.6	9.1	10.3	
LEDNINGSEVNE	MS/M	3.8	3.3	3.9	3.9	4.1	5.5
SURHETSGRAD	PH	5.80	6.40	6.70	6.55	6.55	6.60
TURBIDITET	FTU						
NITRAT	UG N/L	128	151	158	215	268	264
TOTAL N	UG N/L	367	324	419	376	427	742
ORTO-P	UG P/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	31.5
TOT P	UG P/L	10	12	5	3	3	77
KOF	MG O/L	3.44	3.61	3.61	2.86	2.94	4.87
KLORID	MG CL/L						
SULFAT	MG SO4/						
KALSIUM	MG CA/L	1.79	1.97	2.76	2.32	2.38	2.50
OKSYGEN	MG O/L						
OKSYGEN METN. %							
FARGETALL	MG PT/L						
KLOROFYLL	MG/M3						
SIKTedyf	M						
FARGE							
KINTALL	/ML	1200	70	840	790		
KOLIF. BAKT.	/100	220	0	450	60		
TERMOS. KOLIF. B/100ML		0	0	17	37		

TEMPERATUR		8.9	8.7	8.7	10.4	10.3	
LEDNINGSEVNE	MS/M	4.3	4.4	4.6	6.9	8.9	
SURHETSGRAD	PH	6.55	6.55	6.60	6.50	6.35	
TURBIDITET	FTU						
NITRAT	UG N/L	260	309	325	321	325	
TOTAL N	UG N/L	478	478	495	529	529	
ORTO-P	UG P/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
TOT P	UG P/L	9	9	7	9	11	
KOF	MG O/L	4.45	4.54	3.70	4.20	2.35	
KLORID	MG CL/L						
SULFAT	MG SO4/						
KALSIUM	MG CA/L	2.59	2.41	2.38	2.82	2.73	
OKSYGEN	MG O/L						
OKSYGEN METN. %							
FARGETALL	MG FT/L						
KLOROFYLL	MG/M3						
SIKTedyf	M						
FARGE							
KINTALL	/ML	2200	1440	900	1600	2600	2100
KOLIF. BAKT.	/100	610	230	150	500	>1000	>1000
TERMOS. KOLIF. B/100ML		32	16	6	14	150	440

VEDLEGG 2.

Begroing i Audna:

V.2.1. Begroingsorganismer i Audna, 6. aug. 1986

4.2.2. Prosentvis forekomst av kiselalger i Audnavass-  
draget 6. aug.

Tabell V2.1 Begroingsorganismer i Audna, 6.august 1986.

Organismer (latinske navn)	st.1	st.4	st.6	st.T	st.8	st.9
<b>BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)</b>						
Calothrix fusca			x			
Chamaesiphon polymorphus			2			x
Cyanophanon mirabile					x	
cf. Fischerella sp.	xx				xx	
Homoeothrix articulata	xxx	xx				
Homoeothrix janthia			xxx			
Homoeothrix juliana				xx		
Homoeothrix cf. rivularis		x			xx	x
Oscillatoria irrigua/nigra			2			
Phormidium sp. (2-3 µm, cf. frigidum)		x	xx	xx	xx	
Phormidium sp. (1-2 µm)	x				x	x
Pseudanabaena sp.			x			
cf. Pulvinaria suecica	1		1		1	1
Spirulina sp.					x	
Stigonema mammosum	2	1		1	2	1
Uidentifiserte coccale blågrønnalger	xx	xx				
Uidentifiserte trichale "	x	xx				
<b>GRØNNALGER (Chlorophyceae)</b>						
Binuclearia tectorum	x	x		2		
Bulbochaete spp.	xxx					
Closterium sp.	x					
Cosmarium spp.	x	x	x		x	
Gongrosira cf. pygmaea			xxx			
Hormidium flaccidum		1		xx	xx	xx
Hormidium rivulare			xx			x
Microspora palustris	x	x		xx	xx	x
Microspora palustris v. minor	xx			xx	2	xx
Mougeotia a (6-12 µm)	x	xx	x	xx	x	x
Oedogonium a (6-10 µm)			x		x	
Oedogonium b (14-20 µm)	x					
Penium sp.	x	x	x	xx	x	x
Spirogyra sp. (27-29 µm, L, 1K)			x	x		
Staurodesmus sp.					x	
Tetraspora gelatinosa			1			
Uidentifiserte coccale gr.alger				x		
<b>GULLALGER (Chrysophyceae)</b>						
Uidentifisert kolonidannende				x	2	
<b>KISELALGER (Bacillariophyceae)</b>						
Eunotia exigua				x	x	x
Tabellaria flocculosa	2	1		xx	xx	x
<b>RØDALGER (Rhodophyceae)</b>						
Batracospermum cf. globosporum	3					
Batracospermum monoliforme				2		
<b>MOSER (Bryophyta)</b>						
Blindia acuta		1				
Fontinalis dalecarlica			3			
Marsupella sp.		2				
cf. Nardia compressa	1	1		5		
Scapania sp.	1					
Uidentifiserte bladmoser						
Uidentifiserte levermoser		1				
<b>NEDBRYTERE - KONSUMENTER</b>						
Bakterier, aggregater	xxx	xxx	xxx	x	xxx	xx
" staver i vannfasen			x			
" trådformede			xx	x	x	xx
Jernbakterier, aggregater	xx	xx	x			xx
" , trådformede		x	x			xx
Fusarium sp.		x				
Sopphyfer		xx	x			x
Soppsporer		1			xx	
Fargeløse flagellater		xx	xx			x
Uidentifiserte ciliater						

Tallene angir organismens prosent dekning av elveleiet - dekningsgrad:

5: 100-50 %      2: 12-5 %  
 4: 50-25 %      1: < 5 %  
 3: 25-12 %

Organismer som vokser blant/på disse er merket:

xxx : stor forekomst  
 xx : vanlig  
 x : observert

Tabell V2.2. Prosentvis forekomst av kiselalger i Audna-vassdraget 6.aug.

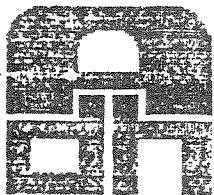
Kiselalger, latinske navn	st.1	st.4	st.6	st.8	st.9.	T
<i>Achnanthes</i> cf. <i>kryophila</i>		<1				< 1
" <i>minutissima</i>		<1	18.8	<1		
<i>Anomoeoneis</i> <i>serians</i>		<1				< 1
<i>Eunotia</i> <i>exigua</i>	1.9	13.3	3.4	51.8	80.7	21.7
" <i>fabae</i>		2.6	2.6	1	6.9	
" <i>incisa</i>	1.9	5.4	3.4	1.9		48.4
" <i>lunaris</i>	<1	<1		<1		< 1
" <i>tenella</i>					6.9	5.0
" sp.		<1		3.6		
<i>Fragilaria</i> cf. <i>vaucheria</i>			55.1	2.3		
<i>Frustulia</i> <i>rhomboides</i> v. <i>saxonica</i>	<1	1.7				1.8
<i>Gomphonema</i> <i>angustata</i>	<1		4.7			
<i>Navicula</i> sp.		<1				
<i>Nitzschia</i> <i>palea</i>			1.7			
" sp.			2.2			
<i>Peronia</i> <i>erinacea</i>		3.3			<1	
<i>Pinnularia</i> <i>subcapitata</i> v. <i>hilseana</i>		1.3	<1	1.0	<1	
" sp.	<1	<1				< 1
<i>Stenopterobia</i> <i>intermedia</i>		<1			<1	
<i>Surirella</i> <i>linearis</i> v. <i>constricta</i>				<1		
<i>Synedra</i> sp.		1.0		1.4		
<i>Tabellaria</i> <i>fenestrata</i>	12.2	1.7				1.0
" <i>flocculosa</i>	84.1	64.6	7.3	17.7	16.2	21.3
Uidentifiserte pennate	<1	1.3	<1			

VEDLEGG 3.

Vannkvalitet i Snigsfjorden:  
primærdata.

Fjorder i  
Vest-Agder  
1981-1986

SNIKSFJORDEN



VANHLABORATORIET  
AGDER  
DISTRIKTHØGSKOLE



## FORORD

Det vedlagte tallmateriale er resultater av analyser av prøver fra Sniksfjorden i Vest Agder.

Prøvene er innsamlet i perioden 1981 til 1986.

Prøvene er innsamlet av Fylkesmannen i Vest Agder, Miljøvern avdelingen og av Vannlaboratoriet, ADH.

Analysearbeidet er utført ved Vannlaboratoriet, Agder distrikthøgskole.

Ansvarlig for analysearbeidet er undertegnede.

Kristiansand 25.11.1986

Tom Einar Pedersen

Sofus Klausen

## FORKLARING TIL TABELLENE

PROJECT	Stasjonsnavn
SURVEY	Tokt nr.
STATION	Stasjonsbetegnelse (se kartskisse)
DATE	Dato
WIND	Vindstyrke/retn. skjønnsmessig)
TEMP	Lufttemperatur ( °C)
SECCI-DISC	Siktedyp (evt. farge)
<hr/>	
DEPTH	Prøvedyp (m)
TEMP	Vanntemp. (°C)
SAL.	Salinitet (%)
DENS.	Tetthet ( $\sigma_t$ )
O <sub>2</sub>	Oppløst oksygen (ml O <sub>2</sub> /l) *)
H <sub>2</sub> S	Oppløst hydrogensulfid (ml H <sub>2</sub> S/l) *)
O <sub>2</sub> -SAT	Oksygen-metning (%)
TOT-P	Totalt fosfor-innhold (µg P/l)
P04-P	Ortofosfat (µg P/l)
TOT-N	Totalt nitrogen-innhold (µg N/l)
NO3-N	Nitrat + nitritt (µg N/l)
NH4-N	Ammonium (µg N/l)
NO3-N/P04-P	Nitrat/fosfat-forhold
TOT-N/TOT-P	Totalt nitrogen/fosfor-forhold

\*) I sjøvann er det av praktiske grunner brukt O<sub>2</sub>- og H<sub>2</sub>S-verdier i ml gass pr. liter. mg O<sub>2</sub> (evt. H<sub>2</sub>S) pr. liter fåes ved å multiplisere med h.h.v. 1,430 og 1,518.

- (minus) på et resultat betyr < (mindre enn)

## FORKLARING TIL TABELLENE

Dyp	Prøvedyp (m)
Temp.	Vanntemp. (°C)
Salin.	Salinitet (%)
Tetth.	Tetthet ( $\sigma_t$ )
O <sub>2</sub>	Oppløst oksygen (ml O <sub>2</sub> /l) *)
H <sub>2</sub> S	Oppløst hydrogensulfid (ml H <sub>2</sub> S/l) *)
O <sub>2</sub> -Met.	Oksygen-metning (%)
Tot-P	Totalt forsfor-innhold (µg P/l)
PO <sub>4</sub> -P	Ortofosfat (µg P/l)
Tot-N	Totalt nitrogen-innhold (µg N/l)
NO <sub>3</sub> -N	Nitrat + nitritt (µg N/l)
NH <sub>4</sub> -N	Ammonium (µg N/l)

\*) I sjøvann er det av praktiske grunner brukt O<sub>2</sub> - og H<sub>2</sub>S-verdier i ml gass pr. liter. Mg O<sub>2</sub> (evt. H<sub>2</sub>S) pr. liter fåes ved å multiplisere med h.h.v. 1,430 og 1,518.



AGDER REGIONAL COLLEGE      CHEMICAL DEPARTMENT      PAGE: 9      STATION DATA

```
*****
* PROJECT          * SURVEY * STATION * DATE   * TIME *
* LINDSNES        * 1     * 33    * 6.07.81 * 0.00 *
* SNIGSFJORD      *      *      *      *      *
*****
```

```
*****
* DEPTH * WIND   * TEMP * SECCHI-DISC
* M      * M/S   * DEG-C * DEPTH ' * COLOUR
* U      * 0     * 0.00 * 7.0     * GRONN (SV BRIS)
*****
```

```
*****
* DEPTH * TEMP. * SAL. * DENS. * PH * O2 * H2S * O2-SAT * TOT-P * P04-P * ORG C *
* M      * DEG-C * 0/00 * SIGMA-T * ML/L * ML/L * 0/0 * MYG/L * MYG/L * MG/L *
*****
```

DEPTH	TEMP.	SAL.	DENS.	PH	O2	H2S	O2-SAT	TOT-P	P04-P	ORG C
0.	15.70	25.39	18.48		6.76		114.	164.	2.0	
2.	12.30	28.49	21.53		6.86		110.		2.0	
5.	11.50	32.74	24.97		6.97		112.	29.	2.0	
10.	8.20	33.62	26.20		2.10		32.		3.5	
15.	6.90	33.65	26.41			0.51			119.0	
20.	6.70	33.77	26.53			3.89				
30.	6.10	33.78	26.62			16.85				
35.	6.10	33.79	26.63			20.34				

```
*****
* DEPTH * TOT-N * NO3-N * NO2-N * NH4-N * NO3-N/ * TOT-N/ *
* M      * MYG/L * MYG/L * MYG/L * MYG/L * P04-P * TOT-P *
*****
```

DEPTH	TOT-N	NO3-N	NO2-N	NH4-N	NO3-N/	TOT-N/
0.	374.	-5.0		16.0	-6.	5.
2.		7.0		-5.0	8.	
5.	125.	7.0		-5.0	8.	14.
10.		7.0		10.3	4.	
15.		7.0			0.	
20.						
30.						
35.						

```

*****
* PROJECT * SURVEY * STATION * DATE * TIME *
* LINDESNES * 1 * 33 * 7.06.82 * 14.30 *
* SNIKSFJORDEN C 3 * * * * *
*****
    
```

C3

```

*****
* DEPTH * WIND * TEMP * SECCHI-DISC *
* M * M/S * DEG-C * DEPTH M * COLOUR *
* 0 * 0 * 0 * 20.00 * 6.5 * GRONN (SV BRIS P *
*****
    
```

```

*****
* DEPTH * TEMP. * SAL. * DENS. * PH * O2 * H2S * O2-SAT * TOT-P * PO4-P * ORG C *
* M * DEG-C * O/00 * SIGMA-T * ML/L * ML/L * O/O * NYG/L * MYG/L * MG/L *
    
```

DEPTH M	TEMP. DEG-C	SAL. O/00	DENS. SIGMA-T	PH	O2 ML/L	H2S ML/L	O2-SAT O/O	TOT-P NYG/L	PO4-P MYG/L	ORG C MG/L
0.	19.50	16.52	10.91					5.		4.5
2.	16.50	23.12	16.58		5.06		85.			6.5
5.	11.80	31.49	23.94		6.78		109.	16.		6.5
10.	7.00	33.62	26.37		0.83		12.			14.0
15.	6.50	33.68	26.47			5.07				
20.	6.50	33.80	26.58			1.19				
30.	6.50	33.80	26.58			5.80				
35.	6.50	33.80	26.58			5.60				

```

*****
* DEPTH * TOT-N * NO3-N * NO2-N * NH4-N * NO3-N/ * TOT-N/ *
* M * NYG/L * NYG/L * NYG/L * NYG/L * PO4-P * TOT-P *
    
```

DEPTH M	TOT-N NYG/L	NO3-N NYG/L	NO2-N NYG/L	NH4-N NYG/L	NO3-N/ PO4-P	TOT-N/ TOT-P
0.	165.	-5.0		-5.0	-2.	73.
2.		-5.0		6.0	-2.	
5.	275.	23.0		52.0	8.	38.
10.		30.0		46.0	5.	
15.		30.0		11.0		
20.		30.0		17.4		
30.		30.0				
35.						

```
*****
* PROJECT SURVEY STATION DATE TIME
* LINDESNES 1 33 14.06.83 18.00
* SNIGSFJORDEN C3
```

C3

```
*****
* DEPTH WIND TEMP SECCHI-DISC
* M M/S 0-36 DEG-C DEPTH M COLOUR
* 0 0 0 0.00 7.0 GULBRUN (S BRIS)
```

```
*****
* DEPTH TEMP SAL DENS PH O2 H2S O2-SAT TOT-P PO4-P ORG C
* M DEG-C O/00 SIGMA-T ML/L ML/L O/O MYG/L MYG/L MG/L
```

DEPTH	TEMP	SAL	DENS	PH	O2	H2S	O2-SAT	TOT-P	PO4-P	ORG C
0.	14.50	2.15	1.00					2.		-5.0
2.	11.00	30.21	23.10		9.01		141.	3.		-5.0
5.	8.60	32.40	25.19		8.45		128.	2.		1.0
10.	7.50	33.53	26.23		0.84		12.	60.		2.0
15.	6.50	33.54	26.38			0.79		103.		
20.	6.30	33.61	26.46			1.52		146.		
30.	6.30	33.70	26.53			5.73		223.		
35.	6.30	33.82	26.62			6.13		231.		

```
*****
* DEPTH TOT-N NO3-N NO2-N NH4-N NO3-N TOT-N
* M MYG/L MYG/L MYG/L MYG/L PO4-P TOT-P
```

DEPTH	TOT-N	NO3-N	NO2-N	NH4-N	NO3-N	TOT-N
0.		780.0				
2.	230.	147.0				
5.	110.	36.0		80.		
10.	322.	16.0		18.	12.	
15.	1330.				29.	
20.	1760.				27.	
30.	2450.				24.	
35.	2450.				23.	

STED: SNIGSFJORDEN INDRE

STASJON: C3

DAG: 17.07.84

TID: 12.00

LUFT TEMP: 20.0

VINDRETNING: SØRLIG

VINDSTYRKE: LETT BRIS

SIKTEDYP: 7.0 M

FARGE: GRØNN

OBSERVASJON:

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	PO4-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		ML/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	15.9	30.05	21.98	7.52	134		4	5.5	142	15	
1	14.4	31.40	23.34	7.84	137						
2	13.8	31.89	23.84	7.55	131		5	3.5	142	11	
4	13.0	32.31	24.33	7.59	129						
6	11.7	33.71	25.70	10.55	177		54	43	452	11	
8	8.7	34.01	26.43	2.32	36						
10	7.4	34.09	26.65			1.95	173	160	1008	23	
15	7.1	34.15	26.77			0.26					
20	7.1	34.23	26.83	0.46			83	95	594	11	
25	7.0	34.26	26.87	1.17							
32	7.6	34.31	26.83			1.01	144	147	769	8	



STED: SNIGSFJORDEN UTENFOR TERSKEL  
 STASJON: C3\*  
 DAG: 17.07.84  
 TID: 13.15  
 LUFT TEMP: 20.0  
 VINDRETNING:  
 VINDSTYRKE: STILLE  
 SIKTEDYP: 17.5 M  
 FARGE: KLAR GRØNN  
 OBSERVASJON: PENT VÆR HAVBLIKK

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	PO4-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		ML/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	15.5	30.68	22.57				4	6.0	142	11	
1	15.2	31.21	23.04								
2	14.5	31.43	23.37				2	4.0	129	19	
5	13.5	32.03	24.01	6.78	116		3	4.5	97	15	
10	12.9	32.36	24.40	7.12	121		2	4.0	84	19	
15	12.5	32.39	24.48	7.08	119		3	3.0	109	8	

PROSJEKT: SNIKSFJORDEN

STED: SNIKSFJORDEN

12/85

STASJON: C3

DAG: 20.06.85

TID: 18.30

LUFT TEMP:

VINDRETNING: VEST SYDVEST

VINDSTYRKE: SVAK VIND

SIKTEDYP: 9.0 M

FARGE: GRØNN-GRA

OBSERVASJON:

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	P04-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		ML/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	13.8	29.00	21.60				12	2.0	174	13	
4	11.7	30.43	23.12				11	0.5	181	8	
6	11.0	30.99	23.67				15	1.0	348	19	
8	10.6	31.10	23.83				14	5.0	398	15	
10	10.3	31.37	24.08	6.87	110		14	1.0	284	60	
15	8.0	32.95	25.68	6.46	99		15	4.5	419	123	

PROSJEKT: SNIKSFJORDEN

STED: SNIKSFJORDEN INDRE

13/85

STASJON: C3\*

DAG: 20.06.85

TID: 17.40

LUFT TEMP:

VINDRETNING: VEST SYDVEST

VINDSTYRKE: SVAK VIND

SIKTEDYP: 5.0M

FARGE: GRØNN

OBSERVASJON:

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	P04-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		ML/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	13.8	10.87	7.71	6.68	101		7	2.0	419	98	
2	13.3	28.29	21.16	7.79	130		9	0.5	261	6	
4	9.9	32.26	24.92	9.72	155		15	1.0	348	19	
6	8.2	33.30	25.93	8.99	139		24	1.0	359	8	
8	7.8	33.33	26.02	9.07	139		39	1.0	284	60	
10	7.5	33.62	26.28	4.30	65		55	5.0	533	6	
15	7.5	33.95	26.54			2.57	66				
20	7.3	34.25	26.80			12.7	221	275	1676	8	
30	7.2	34.12	26.71			14.9	293				
33	7.5	34.33	26.83			18.4	332	125	2320	6	

```
*****
* PROJECT          * SURVEY * STATION * DATE   * TIME   *
* SNIKSFJORDEN   * 2     * 34     * 24.07.85* 10.45 *
* INDRE DEL C3* *     * C4     *         *       *
*****
```

VANNLABORATORIET  
 Agder distriktshøgskole  
 Tryms vei 13 C,  
 400 KRISTIANSÅND

```
*****
* DEPTH * WIND * TEMP * SECCHI-DISC
* M      * M/S 0-36 * DEG-C * DEPTH M COLOUR
* 0      * 0 . 0 * 15.00 * 6.0      GRONN (SV BRIS)
*****
```

```
*****
* DEPTH * TEMP. * SAL. * DENS. * PH * O2 * H2S * O2-SAT * TOT-P * P04-P * ORG C
* M      * DEG-C * O/00 * SIGMA-T * ML/L * ML/L * O/O * MYG/L * MYG/L * MG/L
*****
```

DEPTH	TEMP.	SAL.	DENS.	PH	O2	H2S	O2-SAT	TOT-P	P04-P	ORG C
0.	16.10	2.17	0.76		6.47		95.	10.	3.5	
2.	15.20	30.55	22.54		6.80		117.	4.	2.0	
4.	13.80	32.11	24.04		6.56		111.	5.		
6.	13.80	31.97	23.93*		6.25		105.	4.	2.0	
8.	10.10	33.38	25.71		7.95		125.	40.		
10.	9.40	33.64	26.03		4.11		64.	30.	5.5	
15.	8.50	33.93	26.40			3.65		120.		
20.	8.30	34.13	26.59			4.94		180.	175.0	
30.	8.30	34.16	26.61			7.09		190.		
33.	8.40	34.28	26.69			11.90		380.	330.0	

```
*****
* DEPTH * TOT-N * NO3-N * NO2-N * NH4-N * NO3-N/* TOT-N/*
* M      * MYG/L * MYG/L * MYG/L * MYG/L * P04-P * TOT-P *
*****
```

DEPTH	TOT-N	NO3-N	NO2-N	NH4-N	NO3-N/*	TOT-N/*
0.	565.	208.0			***	***
2.	298.	20.0			22.	***
4.	262.					***
6.	183.	-2.0			-2.	***
8.	434.					24.
10.	476.	-2.0			-1.	35.
15.	1180.					22.
20.	1710.	-2.0			-0.	21.
30.	1710.					20.
33.	2330.	-2.0			-0.	14.

```

*****
* PROJECT SURVEY STATION DATE TIME *
* SNIKSFJORDEN 2 33 *24.07.85* 10.10 *
* YTRE DEL C3 * * * * *
*****
* DEPTH * WIND * TEMP * SECCHI-DISC *
* M * M/S 0-36 * DEG-C * DEPTH M COLOUR *
* 0 * 0 0 * 15.00 * 6.5 GRONNBLAKKET (SV *
*****

```

VANNLABORATORIET  
 Agder distriktshøgskole  
 Tryms vei 13 C,  
 4600 KRISTIANSAND

```

*****
* DEPTH * TEMP. * SAL. * DENS. * PH * O2 * H2S * O2-SAT * TOT-P * PO4-P * ORG C *
* M * DEG-C * O/00 * SIGMA-T * ML/L * ML/L * O/O * MYG/L * MYG/L * MG/L *
0. 14.70 12.91 9.15 24. 9.0
4. 13.40 31.39 23.56 6. 3.5
8. 12.70 32.26 24.37 5. 4.0
10. 12.50 32.49 24.59 5.81 96. 6. 5.5
16. 12.20 32.69 24.80 5.63 92. 6. 6.0
19. 12.00 32.63 24.79* 5.50 90. 7. 7.0

```

```

*****
* DEPTH * TOT-N * NO3-N * NO2-N * NH4-N * NO3-N/* TOT-N/*
* M * MYG/L * MYG/L * MYG/L * MYG/L * PO4-P * TOT-P *
0. 375. 120.0 29. 35.
4. 185. -2.0 -1. 68.
8. 206. -2.0 -1. 91.
10. 211. -2.0 -1. 78.
16. 304. 7.0 3. ***
19. 189. 7.0 2. 60.

```

## PROSJEKT:

STED: INDRE SNIKSFJORDEN

DAG: 25.06.86

TID: 12.00

LUFT TEMP: 18.0 C

VINDRETNING: SYDLIG

VINDSTYRKE: SVAK

SIKTEDYP: 4.8 M

## FARGE:

## OBSERVASJON:

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	PO4-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		MG/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	16.8	21.38	15.17	9.34	113		13	<0.5	289	<2	18
2	15.9	26.82	19.53	10.02	123		9	<0.5	212	<2	<2
4	11.7	31.27	23.77	14.25	165		21	0.5	247	<2	<2
6	8.8	32.38	25.12	12.51	137		14	1.5	244	<2	<2
8	7.8	32.63	25.47	8.70	93		22	1.5	303	<2	<2
10	7.8	32.87	25.65	3.30	35		51	2.0	565	<2	61
15	7.8	33.62	26.24			11.2	198	176.0	3365	<2	1160
20	7.5	33.66	26.47			19.0	265	235.0	2409	<2	2012
30	7.0	34.11	26.73			26.6	374	279.0	2364	<2	2860
33	7.0	34.11	26.73			28.4	431	323.0	3345	<2	3295

## FROSJEKT:

STED: YTRE SNIKSFJORD

DAG: 25.06.86

TID: 10.00

LUFT TEMP: 18.0 C

VINDRETNING: SYDVEST

VINDSTYRKE: SVAK

SIKTEDYP: 5.1 M

FARGE:

OBSERVASJON:

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	PO4-P	TOT N	NO3-N	NH4-N					
M	C	0/0		MG/L	%	ML/L	UG	P/L	UG	P/L	UG	N/L	UG	N/L	UG	N/L
0	16.6	21.13	15.01	9.96	119		8	<0.5	244		39					
4	15.6	26.08	19.02	9.48	115		9	<0.5	219		<2					
6	15.5	26.57	19.38	9.42	114		15	<0.5	219		<2					
8	15.2	26.69	19.68	9.46	114		10	<0.5	212		<2					
10	15.0	27.07	19.90	9.48	114		10	<0.5	209		<2					
15	13.5	28.18	21.08	9.34	110		10	<0.5	237		<2					

## PROSJEKT:

STED: TJØM

DAG: 25.06.86

TID: 10.00

LUFT TEMP: 18.0 C

VINDRETNING: SYDVEST

VINDSTYRKE: SVAK

SIKTEDYP: 5.0M

FARGE:

OBSERVASJON: STEDVIS LITT TAKE

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	P04-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		MG/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	16.5	26.45	19.12	9.24	114		12	3.0	251	<2	
2	16.0	26.45	19.22	9.44	116		13	1.5	244	<2	
6	15.4	26.94	19.72	9.36	113		10	<0.5	226	<2	
10	14.9	27.44	20.22	9.60	115		10	<0.5	240	<2	
20	9.5	32.01	24.72	8.51	95		9	<0.5	231	<2	
25	9.0	32.63	25.28	9.01	99		9	<0.5	275	48	



## FROSJEKT:

STED: INDRE SNIKSFJORDEN

DAG: 19.08.86

TID: 10.45

LUFT TEMP: 16.5 C

VINDRETNING: SYDLIG

VINDSTYRKE: STILLE

SIKTEDYP: 8.0 M

FARGE: BLAGRØNN

## OBSERVASJON:

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	PO4-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		MG/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	15.7	9.26	6.17				6	5.5	380	193	44
2	14.8	30.51	22.58	8.60	106		3	0.5	185	10	10
4	14.3	31.87	23.72	7.85	96		4	1.5	151	3	17
6	14.1	32.96	24.60	11.99	147		10	1.5	263	3	<2
8	11.7	33.50	25.50	11.83	139		33	2.5	410	<2	2
10	10.1	33.91	26.11	2.13	24		93	17.5	652	<2	16
15	8.6	34.05	26.46			2.4	130	96.0	1210	<2	598
20	8.1	34.05	26.54			9.6	213	203.0	2409	<2	1658
30	7.4	34.32	26.85			27.7	398	287.0	2564	<2	2310
33	7.4	34.32	26.85			30.4	439	304.0	3450	<2	3236

## FROSJEKT:

STED: YTRE SNIKSFJORD

DAG: 19.08.86

TID: 10.00

LUFT TEMP: 16.5

VINDRETNING: SYDLIG

VINDSTYRKE: STILLE

SIKTEDYP: 18.0 M

FARGE: BLAGRØNN

## OBSERVASJON:

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	P04-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		MG/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	15.4	11.17	7.67	9.23	101		6	5.5	336	168	
4	14.3	32.41	24.14	7.92	97		3	1.5	141	7	
6	14.3	32.68	24.34	7.92	97		3	1.5	107	3	
8	14.2	32.68	24.37	7.83	96		3	1.0	117	<2	
10	14.2	32.96	24.58	7.80	96		4	1.5	180	<2	
15	14.2	32.96	24.58	7.71	95		4	1.5	117	<2	
19	14.1	32.96	24.61	7.89	96		4	1.5	117	5	

## PROSJEKT:

STED: TJØM  
 DAG: 19.08.86  
 TID: 09.30  
 LUFT TEMP: 16.5 C  
 VINDRETNING: SYDLIG  
 VINDSTYRKE: STILLE  
 SIKTEDYP: 20.5 M  
 FARGE: BLÅGRØNN

## OBSERVASJON:

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	PO4-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		MG/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	14.4	31.32	23.29	8.11	98		2	<0.5	151	5	
2	14.2	32.00	23.85	8.09	99		3	1.5	132	3	
6	14.2	32.55	24.27	7.79	96		3	1.0	127	3	
10	14.4	32.82	24.44	7.84	96		2	1.0	141	<2	
20	14.1	33.09	24.71	7.73	95		2	1.0	127	<2	
25	13.9	33.09	24.75	7.63	94		2	2.5	141	<2	

## PROSJEKT:

STED: INDRE SNIKSFJORRDEN

DAG: 14.10.86

TID: 10.45

LUFT TEMP: 11.5 C

VINDRETNING: SYDLIG

VINDSTYRKE: STILLE

SIKTEDYP: 8.5 M

FARGE: GRØNN

OBSERVASJON: TAKE OG LETT REGN

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	PO4-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		MG/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	11.1	27.41	20.91	8.90	99		4	1.5	223	73	25
2	11.4	31.06	23.57	8.54	98		5	1.5	142	12	<2
4	11.8	33.31	25.35	8.47	99		5	<0.5	131	3	<2
6	11.6	33.73	25.72	8.75	102		6	<0.5	142	<2	13
8	11.5	34.02	25.97	8.31	98		17	1.5	200	<2	8
10	10.9	34.02	26.06	3.98	46		36	3.0	296	15	59
15	8.6	34.30	26.66			1.9	174	167	1160		1090
20	7.9	34.30	26.78			6.3	235	153	2350		1348
30	7.2	34.45	26.98			15.9	437	297	2810		1640
33	7.1	34.45	26.99			18.4	477	332	2830		1810

## PROSJEKT:

STED: YTRE SNIKSFJORD  
 DAG: 14.10.86  
 TID: 10.15  
 LUFT TEMP: 11.6 C  
 VINDRETNING: SYDLIG  
 VINDSTYRKE: STILLE  
 SIKTEDYP: 13.0 M  
 FARGE: GRØNN  
 OBSERVASJON: TAKE OG LETT REGN

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	P04-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		MG/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	10.5	24.60	18.80	9.19	99		4	1.0	280	116	
4	11.5	32.89	25.07	8.67	101		3	2.5	173	9	
6	11.5	33.17	25.30	8.64	100		6	4.0	158	9	
8	11.5	33.17	25.30	8.75	101		4	3.0	150	12	
10	11.5	33.31	25.40	8.64	100		5	3.0	139	9	
15	11.5	33.45	25.51	8.39	98		5	3.0	154	9	

## FROSJEKT:

STED: TJØM  
 DAG: 14.10.86  
 TID: 09.45  
 LUFT TEMP: 11.4 C  
 VINDRETNING: SYDLIG  
 VINDSTYRKE: STILLE  
 SIKTEDYP: 11.0 M

## FARGE:

OBSERVASJON: TAKE OG LETT REGN

DYP	TEMP.	SALIN	TETTH	O2	O2-MET	H2S	TOT P	PO4-P	TOT N	NO3-N	NH4-N
M	C	0/0		MG/L	%	ML/L	UG P/L	UG P/L	UG N/L	UG N/L	UG N/L
0	11.2	31.78	24.26	8.51	97		4	3.0	185	15	
2	11.2	32.05	24.48	8.62	99		5	4.0	204	21	
6	11.5	32.89	25.07	8.53	99		5	2.5	162	12	
10	11.5	33.17	25.30	8.54	99		6	1.5	158	15	
20	11.5	33.45	25.50	8.56	99		4	2.5	158	12	
25	11.5	33.45	25.50				5	1.5	169	15	

VEDLEGG 4.

Planktonforekomster i Snigsfjord:

Tabell 6.1 - 6.7: Analyseresultater fra planktonmålinger

Tabell 6.1. Snigsfjord Indre, juni 1986. Planktonanalyse av integralprøve 0-5 m. Celler pr. liter.

Art	Konsentrasjon	
<u>Dinoflagellater</u>		
Ceratium fusus	1.000	
Ceratium horridum	1.000	
Ebria tripartita	3.000	
Gymnodinium elongatum	2.000	
Gymnodinium galatheanum	147.400	
Gymnodiniaceae indet.	7.000	
Gyrodinium aureolum	4.000	
Katodinium rotundatum	40.200	
Prorocentrum balticum/minimum	1.470.000	1.675.600
<u>Diatomeer</u>		
Diatoma elongatum	2.000	
Leptocylindrus danicus	8.000	
Licmophora abbreviata	2.000	
Nitzschia closterium	3.000	
Rhizosolenia fragilissima	3.000	
Skeletonema costatum	187.600	205.600
<u>Flagellater og monader</u>		
Acanthoica quattrosppina	13.400	
Dinobryon sp.	5.000	
Eutreptiella sp.	1.000	
Staurastrum sp.	1.000	
Coccolithoforider indet.	40.200	
Cryptophyceae indet.	120.600	
Cyanobakterier indet. (filam.)	26.800	
Flagellater indet.	19.700.000	19.908.000
Totalbestand		21.789.200



Tabell 6.2. Snigsfjord Ytre, juni 1986. Planktonanalyse av  
integralprøve 0-5 m. Celler pr. liter.

Art	Konsentrasjon	
<u>Dinoflagellater</u>		
CJ. Alexandrium excavatum	1.000	
Ceratium fusus	500	
Ebria tripartita	500	
Gymnodinium galatheanum	1.000	
Gymnodiniaceae indet	134.600	
Gyrodinium aureolum	93.800	
Heterocapsa triquetra	10.000	
Katodinium rotundatum	1.000	
Prorocentrum balticum/minimum	53.600	
Scrippsiella trochoidea	227.800	
Thecatedinofl. indet	500	
	2.000	526.300
<u>Diatomeer</u>		
Chaetoceros decipiens	3.500	
Leptocylindrus danicus	40.200	
Licmophora abbreviata	1.000	
Nitzschia closterium	5.000	
Skeletonema costatum	227.800	
Pennate diat. indet.	2.000	279.500
<u>Flagellater og monader</u>		
Acanthoica quattrosppina	13.400	
Apedinella spinifera	2.000	
Dinobryon sp.	7.000	
Emiliana huxleyi	80.400	
Eutreptiella sp.	5.000	
Coccolithoforider indet.	26.800	
Cryptophyceae indet.	107.200	
Cyanobakterier indet. (filam.)	13.400	
Flagellater indet.	24.600.000	24.855.200
Totalbestand		25.661.000

Tabell 6.3. Snigsfjord Indre, august 1986. Planktonanalyse av integralprøve 0-5 m. Celler pr. liter.

Art	Konsentrasjon	
<u>Dinoflagellater</u>		
Gymnodinium elongatum	2.000	
Gymnodinium galatheanum	2.000	
Gymnodinium sp.	3.000	
Gymnodiniaceae indet.	40.200	
Gyrodinium aureolum	7.000	
Gyrodinium spirale	1.000	
Katodinium rotundatum	2.000	
Oxytoxum sp.	1.000	
Prorocentrum balticum/minimum	43.000	
Thecate dinofl. indet.	2.000	103.200
<u>Diatomeer</u>		
Nitzschia closterium	93.800	
Skeletonema costatum	10.000	
Tabellaria flocculosa	1.000	104.800
<u>Flagellater og monader</u>		
Crucigenia tetrapedia	2.000	
Dinobryon petiolatum	1.000	
Emiliana huxleyi	4.000	
Merismopedia sp. (kol.)	9.000	
cf. Selenastrum sp.	53.600	
Cryptophyceae indet.	11.000	
Cyanobakterier indet. (filam.)	4.000	
Flagellater indet.	4.670.000	4.754.600
Totalbestand		4.962.600

Tabell 6.4. Snigsfjord Ytre, august 1986. Planktonanalyse av integralprøve 0-5 m. Celler pr. liter.

Art	Konsentrasjon	
<u>Dinoflagellater</u>		
Ceratium tripos	500	
Gymnodinium galatheanum	13.400	
Gymnodiniaceae indet.	1.000	
Prorocentrum balticum/minimum	13.400	
Protoperidinium crassipes	2.000	30.300
<u>Diatomeer</u>		
Guinardia flaccida	500	
Licmophora abbreviata	1.000	
Nitzschia delicatissim	2.500	
Tabellaria flocculosa	4.000	
Pennate diat. indet.	2.000	10.000
<u>Flagellater og monader</u>		
Cosmarium sp.	13.400	
Crucigenia tetrapedia	500	
Dinobryon sp.	1.000	
Emiliana huxleyi	26.800	
Merismopedia sp. (kol.)	67.000	
Flagellater indet.	7.200.000	7.308.700
Totalbestand		7.349.000

Tabell 6.5. Snigsfjord Indre, oktober 1986. Planktonanalyse av integralprøve 0-5 m. Celler pr. liter.

Art	Konsentrasjon	
<u>Dinoflagellater</u>		
Ceratium furca	2.000	
Ceratium tripos	1.000	
Gymnodinium galatheanum	4.000	
Gymnodiniaceae indet	25.000	
Gyrodinium aureolum	2.000	
Gyrodinium spirale	3.000	
Prorocentrum balticum/minimum	7.000	
Prorocentrum micaus	1.000	
Scrippsiella trochoidea	1.000	46.000
<u>Diatomeer</u>		
Chaetoceros danicus	1.000	
Leptocylindrus danicus	1.000	
Nitzschia closterium	5.000	
Skeletonema costatum	4.000	
Thalassionema nitzschioides	1.000	
Thalassiosira sp.	4.000	16.000
<u>Flagellater og monader</u>		
Acanthoica quattropina	4.000	
Apedinella spinifera	1.000	
Emiliana huxleyi	10.000	
Cryptophyceae indet.	22.000	
Cyanobakterier indet. (filam.)	2.000	
Flagellater indet.	4.540.000	4.579.000
Totalbestand		4.646.000

Tabell 6.6. Snigsfjord Ytre, oktober 1986. Planktonanalyse av integralprøve 0-5 m. Celler pr. liter.

Art	Konsentrasjon	
<u>Dinoflagellater</u>		
Ceratium furca	7.000	
Ceratium fusus	500	
Gymnodinium galatheanum	13.400	
Gymnodiniaceae indet	26.800	
Gyrodinium aureolum	1.000	
Katodinium rotundatum	2.000	50.700
<u>Diatomeer</u>		
Chaetoceros subtilis	500	
Navicula sp. us	1.000	
Nitzschia closterium	500	
Nitzschia delicatissima	4.000	
Tabellaria flocculosa	1.000	
Thalassiosira sp.	1.000	
Pennate diat. indet.	2.000	10.000
<u>Flagellater og monader</u>		
Acanthoica quattrosppina	1.000	
Apedinella spinifera	1.000	
Destephanus speculum	2.000	
Eutreptiella sp.	500	
Pyramimonas sp.	32.000	
Cryptophyceae indet.	26.800	
Flagellater indet.	4.000.000	4.063.300
Totalbestand		4.124.000

Tabell 6.7. Snigsfjord, sommeren 1986. Planktonalger og ciliater på stasjonene Snigsfjord Indre og Snigsfjord Ytre i juni, august og oktober. (Celler/L x 1000).

	J U N I		A U G U S T		O K T O B E R	
	Indre	Ytre	Indre	Ytre	Indre	Ytre
Totalbestand	21789	25661	4963	7349	4646	4124
Dinoflagellater	1676	526	103	30	46	51
Diatomeer	206	280	105	10	16	10
Flagellater/monader	19908	24855	4755	7309	4579	4063
Ciliater	2	6	1	1	4	2
Siktedyp m	5.0	9.0	8.0	18.0	8.5	13.0
O <sub>2</sub> -metning (max)%	165	119	147	101	(165)	101