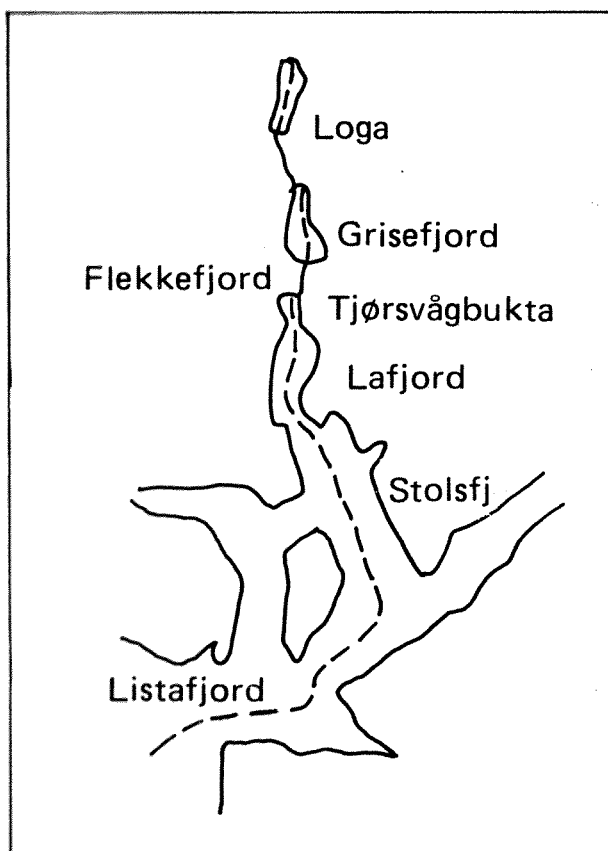


O-86207

Resipientundersøkelser av fjordområdet ved
Flekkefjord 1986/87

Vannkvalitet, planteplankton, krom i sedimenter og blåskjell



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

SØRLANDSAVDELINGEN

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 03 3

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 75 2

Vestlandsavdelingen

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

Prosjektnr.:
0-86207

Undernummer:

Løpenummer:

2071

Begrenset distribusjon:

Fri

Rapportens tittel: RESIPIENTUNDERSØKELSER AV FJORDOMRÅDET VED FLEKKEFJORD 1986/87	Dato: 10.01.1988
	Prosjektnummer: 0-86207
Forfatter (e): Magnusson, Jan NIVA Oslo Næs, Kristoffer NIVA Sørlandsavdelingen Grimstad Tangen, Karl OCEANOR, Trondheim	Faggruppe: Marinøkologisk
	Geografisk område: Vest-Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 102

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernnavdelingen	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): J. Vinje
---	--

Ekstrakt:

Flekkefjordene er meget sterkt forurenset av kommunale og industrielle utslipp, i stigende grad fra Lafjorden til Grisefjorden. De store næringssaltutslippene gir høy planteplanktonproduksjon, og denne er den sannsynlige årsak til skumdannelse i overflaten. Potensielt giftige planktonarter er registrert i så store mengder at matskjell kan være giftige i lange perioder. Planktonmengden sammen med direkte utslipp av organisk stoff fra kommunal kloakk og garveri medfører et meget høyt oksygenforbruk og dannelse av giftig hydro-gensulfid. Sedimentene er sterkt, - tildels ekstremt forurenset med krom fra utslipp fra garveriindustri. Det er også meget høye konsentrasjoner i blåskjell fra området. Belastningen på hele området er så stor idag at utslippene må renses før en overføring til Lafjorden.

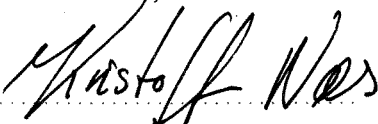
4 emneord, norske:

1. Resipientundersøkelse
2. Overgjødning
3. Miljøgifter
4. Plankton

4 emneord, engelske:

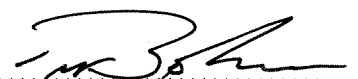
1. Pollution monitoring
2. Eutrophication
3. Micro pollutants
4. Phytoplankton

Prosjektleder:



Kristoffer Næs
Avd.sjef
Sørlandsavdelingen

For administrasjonen:



Tor Bokn
Avd.sjef Marinøkologisk
Avdeling

ISBN - 82-577-1336-8

0-86207

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

SØRLANDSAVDELINGEN

GRIMSTAD

RESIPIENTUNDERSØKELSER AV FJORDOMRÅDET VED FLEKKEFJORD 1986/87

Vannkvalitet, planteplankton, krom i sedimenter og blåskjell.

Grimstad/Oslo 25.11.1987

Prosjektleder: K.Næs, NIVA

Medarbeidere: J.Magnusson, NIVA
K.Tangen, OCEANOR

Forord

På oppdrag av Fylkesmannens miljøvernavdeling, Vest-Agder, utfører NIVAs Sørlandsavdeling en resipientundersøkelse av fjordene ved Flekkefjord. Programforslag for undersøkelsen ble utarbeidet av NIVA i nært samarbeid med Jon E. Vinje, Miljøvernavdelingen. Vannprøvene er samlet inn av Miljøvernavdelingen, Vannlaboratoriet ved Agder Distriktshøgskole (ADH), og Flekkefjord kommune. Vannanalysene er utført av ADH. Ansvarlig her har vært Tom E. Pedersen. Innsamling av sedimentprøver er gjort av NIVA, mens Miljøvernavdelingen samlet inn blåskjell og planktonprøver. Sediment- og blåskjellprøver er analysert av NIVA.

Karl Tangen, OCEANOR, har bearbeidet og rapportert planktonprøvene. De vannkjemiske analyseresultatene er bearbeidet av Jan Magnusson og Kristoffer Næs og sedimentanalysene av Kristoffer Næs, som også har vært prosjektleder.

Grimstad, 25. november 1987

Kristoffer Næs

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	8
2. INNLEDNING	11
2.1. Områdebeskrivelse	11
2.2. Brukerinteresser	12
2.3. Tidligere undersøkelser	12
2.4. Mål for denne undersøkelsen	13
2.5. Forurensningstilførsler	13
2.5.1. Garveriutslippet til Grisefjorden	13
2.5.2. Kommunale utslipp	15
2.5.3. Utslipp fra smoltanlegg	15
2.5.4. Sammenstilling av forurensningstilførsler til Flekkefjord	15
2.5.5. En beregning av oksygenbelastningen på de ulike fjordområder basert på utslippskilder	18
3. MATERIALE OG METODER	21
3.1. Vannprøver	21
3.2. Sedimentanalyser	21
3.3. Krominnhold i blåskjell	21
4. RESULTATER FRA UNDERSØKELSEN 1986-1987	21
4.1. Vannutskiftningen	21
4.2. Planktonalger	28
4.2.1 Generelt	28
4.2.2 Analysert materiale	29
4.2.3 Resultater	30
4.2.3.1 Artssammensetningen	30
<u>Konklusjon</u>	30
4.2.3.2 Forekomsten av potensielt giftige arter	31
<u>Konklusjon</u>	32
4.2.3.3 Totalbestanden	33
<u>Konklusjon</u>	34
4.3. Siktedyp	42
4.4. Næringsalter	44
4.5. Oksygenforhold	49
4.6. Sedimentundersøkelser	54
4.6.1. Innhold av krom og klororganiske forbindelser i sedimentet	56
4.7. Undersøkelse av krom i blåskjell	58
4.8. Sammenfattende vurderinger av fjordsystemet	59
4.8.1. Grisefjorden	59
4.8.2. Tjørsvågbukta	59
4.8.3. Lafjorden	60

5. VURDERING AV BEHOVET FOR RENSETILTAK	61
5.1. Dagens situasjon	61
5.2. Planlagte rensetiltak	63
5.3. Effekten ved en overføring av avløpsvann til Lafjorden	64
5.4. Behov for rensing av garveriutslippet	67
5.5. Utslipp fra smoltanlegg ved Lafjorden	68
5.6. Konklusjoner og anbefalinger	68
6. BEHOV FOR VIDERE UNDERSØKELSER	69
7. LITTERATUR	70
VEDLEGG	72

FIGURER

	side
Figur 1. Langsgående dybdeprofil av Flekkefjorden.	12
Figur 2. Flekkefjorden med utslipp og stasjonsnett i 1986-87.	16
Figur 3. Prinsippskisse av strømmer og vannutskiftningsprosesser i Flekkefjord.	22
Figur 4. Saltholdighetsvariasjonen (0/00) i Stolsfjorden 1986-1987.	24
Figur 5. Saltholdighetsvariasjonen (0/00) i Lafjorden 1986-1987.	25
Figur 6. Saltholdighetsvariasjonen (0/00) i Tjørsvågbukta 1986-1987.	26
Figur 7. Saltholdighetsvariasjonen (0/00) i Grisefjorden 1986-1987.	27
Figur 8. Variasjonen i siktedyp i Flekkefjorden 1986-1987.	43
Figur 9. Middelerdi av ortofosfat i Flekkefjorden juni-september 1986 (7 Tokt).	45
Figur 10. Middelerdi av nitratkonsentrasjonen i Flekkefjord juni-september 1986 (7 Tokt).	45
Figur 11. Middelerdi av ammoniumkonsentrasjonen i Flekkefjord juni-september 1986 (7 tokt).	46
Figur 12. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Grise-fjorden 1986-1987.	51

Figur 13. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Tjørsvågbukta 1986-1987.	52
Figur 14. Oksygen/hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Lafjorden 1986-1987.	53

TABELLER

	side
Tabell 1. Areal (km^2), volum (mill.m^3), største dyp (m), maksimal terskeldyp (m) og terskelarea (m^2).	11
Tabell 2. Midlere årlig avrenning (m^3/s).	11
Tabell 3. Utslipp fra garveriet beregnet på 2 analyser av avløpsvannet i august og september 1987 (analyser utført av Vannlaboratoriet, ADH).	14
Tabell 4. Forholdet mellom analyser på filtrerte og ufiltrerte prøver fra garveriets avløpsvann i august og september 1987 (analyser tatt av ADH).	14
Tabell 5. Beregnede tilførsler av nitrogen, fosfor og organisk stoff.	17
Tabell 6. Prosentuell fordeling etter utslippskilde av nitrogen, fosfor og organisk stoff (KOF) til hele fjordsystemet.	18
Tabell 7. Total oksygenbelastning (kg/døgn) fra kommunal kloakk og industri på dyppvannet i fjordene i 1986 (ikke tatt hensyn til vannutskiftning).	20
Tabell 8. Materiale til bestemmelse av planktonalger, 1986. Alle prøver er behandlet kvantitativt (B) eller kvalitativt (H). B = blandprøver 0-4 m, H = håvtrekk (maskevidde $55 \mu\text{m}$).	35
Tabell 9. Dominerende planktonalger i håvtrekkprøver fra Grise-fjorden, 1986. D = dinoflagellat, K = kiselalge, F = flagellat	35
Tabell 10. Dominerende planktonalger i håvtrekkprøver fra Tjørsvågbukta, 1986. D = dinoflagellat, K = kiselalge.	36
Tabell 11. Dominerende planktonalger i håvtrekkprøver fra Lafjorden, 1986. D = dinoflagellat, K = kiselalge.	36
Tabell 12. Dominerende planktonalger i håvtrekkprøver fra Søndre Kjeøy, 1986. D = dinoflagellat, K = kiselalge.	36
Tabell 13. Størrelsen av totalbestanden av planktonalger, 1986. (Celler/ $1 \cdot 1000$).	37

Tabell 14. Oversikt over forekomsten av dominerende arter, totalbestand og hovedgrupper i Grisefjorden, 1986. (Celler/1*10 ³)	37
Tabell 15. Oversikt over forekomsten av dominerende arter, totalbestand og hovedgrupper i Tjørsvågbukta, 1986. (Celler/1*10 ³)	38
Tabell 16. Oversikt over forekomsten av dominerende arter, totalbestand og hovedgrupper i Lafjorden, 1986. (Celler/1*10 ³)	38
Tabell 17. Oversikt over forekomsten av dominerende arter, totalbestand og hovedgrupper ved Søndre Kjeøy, 1986. (Celler/1*10 ³)	39
Tabell 18. Oversikt over forekomsten av potensielt giftige arter, 1986. G = Grisefjorden, T = Tjørsvågbukta, L = Lafjorden, K = Søndre Kjeøy (Maksimumskonsentrasjon = celler/1*1000).	39
Tabell 19. Dinoflagellater observert i 1986.	40
Tabell 20. Diatomeer (kiselalger) observert i 1986.	41
Tabell 21. Planktonalger utenom diatomer og dinoflagellater i 1986.	42
Tabell 22. Siktedyp (meter) i Grisefjorden, Tjørsvågbukta, Lafjorden og Stolsfjorden i perioden juni-september 1986.	42
Tabell 23. Gjennomsnittlig konsentrasjon i sommerhalvåret av nitrogen og fosfor i Flekkefjorden, Drammensfjorden, Oslofjorden og Frierfjorden.	46
Tabell 24. Medianverdier av uorganisk (N/P-vektforhold) og oksygenmetning (%) i Grisefjorden, Tjørsvågbukta og Lafjorden fra 7 tokt i perioden juni til september 1986.	48
Tabell 25. Tidspunkt med mere enn 100% absolutt metning i Grisefjorden.	49
Tabell 26. Innhold av krom (µg/g) og PCB (ng/g) i tørt sediment fra Flekkefjordene.	56
Tabell 27. Maksimum metallkonsentrasjoner i sedimenter fra estuarområder. Etter Førstner & Wittmann 1979.	56
Tabell 28. Tilførsel til Lafjorden av kommunal kloakk (kommunal kloakk + utslipp fra garveriet) etter overføring av kloakk fra Grisefjorden og Tjørsvågbukta, samt dagens belastning på Lafjorden.	64

Tabell 29. Beregning av avløpsvannets totale oksygenbehov (TOF) etter overføring av avløpsvann til Lafjorden ved nitrogenbegrenset (N) og fosforbegrenset (P) primærproduksjon samt ved dyputslipp. Beregningen er utført for kommunal kloakk + garveriet. 65

Tabell 30. "Halveringstider" (døgn) ved overføring av kommunal kloakk og kommunal kloakk + garveriutslippet til Lafjorden beregnet for overflateutslipp (nitrogenbegrenset (N) og fosforbegrenset (P) primærproduksjon) samt effektivt dyputslipp (innlagring > 20 meters dyp). 66

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.

Undersøkelsen av fjordene ved Flekkefjord har hatt følgende problemstilling:

- Undersøkelsen skal gi en grov tilstandsbeskrivelse av forurensningssituasjonen i området. Materialet skal danne grunnlag for fastsettelse av renskrav til det nye kommunale utslippet i Lafjorden.

Hovedkonklusjoner:

- Fjordene ved Flekkefjord er tildels meget sterkt forurenset av kommunale og industrielle utslipp, i stigende grad fra Lafjorden til Grisefjorden. Tilførsler av næringsstoffer medfører meget høy planteplanktonproduksjon slik at de øvre vannlag kan være overmettet med oksygen og dermed fare for bobledannelse i vannmassen og skumdannelse på overflaten. Planteplanktonet består av arter som er vanlige i norske kystfarvann, men med en rekke giftige arter i så store bestander at matskjell (f.eks. blåskjell) kan være giftige i lange perioder. I Stolsfjorden var planktonmengden gjennomgående lavere enn i de indre fjordområdene. Den høye planktonmengden sammen med organisk stoff fra kommunal kloakk og fra garveriet, medfører et meget høyt oksygenforbruk i dypvannet og dannelsen av giftig hydrogen-sulfid.

Sedimentene er sterkt, tildels ekstremt forurenset med krom fra utslipp fra Nye Aarenes Garveri A/S, med konsentrasjoner blant de høyeste som er rapportert i verden. Det er også meget høye kromkonsentrasjoner i blåskjell fra området.

Belastningen på hele området er så stor i dag at kun en omfordeling av utslippene uten rensing ikke vil gi vesentlig forbedring av forholdene i fjordområdet.

Konklusjonene angående belastningen med organisk materiale fra Nye Aarenes A/S er basert på kun to prøver fra august og september 1987. Disse er for nitrogens vedkommende vesentlig forskjellige fra tidligere oversikt. Imidlertid er de nye verdiene mer i overensstemmelse med resultatene fra vannprøvene fra fjorden. Det understrekes at nye og mer omfattende målinger av avløpsvannet fra garveriet bør gjøres.

For de enkelte fjordområdene er konklusjonene:

Grisefjorden er meget sterkt forurensingsbelastet. Utslippene av nitrogen tilsvarende trolig ca. 44.000 p.e. Utslipet av organisk stoff tilsvarende 14.000 p.e.. Sammenlignet med utslippene fra Sentralrenseanlegg Vest i indre Oslofjord, er nitrogenbelastningen pr. arealenhet da 15 ganger større i Grisefjorden. 85% av nitrogenbelastningen og 75% av belastningen med organisk stoff skyldes trolig utslipp fra garveriet. Eventuelt bidrag fra lokal søppelfylling er ikke kjent.

Dypvannet i Grisefjorden er hydrogensulfidholdig omtrent hele året som følge av den store forurensningsbelastningen. Dette betyr at alt dyreliv er utryddet fra ca. 8 meters dyp til bunn.

Sedimentene i Grisefjorden er ekstremt forurenset med krom fra garveriet. Dette stoffet er på SFTs liste over prioriterte miljøgifter.

Vannmassene i Tjørsvågbukta bærer også preg av store forurensningstilførsler som skyldes delvis tilførsel av forurenset vann fra Grisefjorden, delvis lokale tilførsler fra kommunal kloakk.

Belastningen gir lave oksygenkonsentrasjoner i dypvannet (fra ca. 15 meters dyp) og dannelse av hydrogensulfid store deler av året fra ca. 20 meters dyp til bunn.

Sedimentene er sterkt forurenset med krom og med meget høye kromverdier i blåskjell.

Lafjorden bærer også preg av forurensningstilførsler. Fra ca. 60m dyp og til bunnen er det gjennomgående lave oksygenkonsentrasjoner og enkelte tilfeller med hydrogensulfid. Situasjonen i Lafjorden skyldes dels tilførsel av forurenset vannmasser fra Grisefjorden, dels lokale utslipp. Kromkonsentrasjonen i sedimentene er høye.

Sett ut fra tilførselstallene er det kun den mest langttrekkende rensingen (mekanisk - kjemisk og denitrifikasjon) som ikke vil øke belastningen på Lafjorden etter en overføring av kommunal husholdningskloakk. Inkluderes utslippet fra garveriet vil kun fosforutslippene bli tilsvarende dagens utslipp.

En anbefaling av rensiltak ut fra foreliggende observasjoner vil være:

1. Stoppe garveriutslippet og de kommunale utslipp til Grisefjorden.
2. Separat rensning av garveriutslippet for å fjerne miljøgifter. Vurdere rensemetoder som også fjerner nitrogen og organisk stoff. Deretter overføring til kommunalt anlegg og utslipp til Lafjorden.
3. Ved en overføring av avløpsvannet til Lafjorden vil et minstekrav være mekanisk/kjemisk rensing. Det er usikkert om dette er nok. Derfor anbefales at plass avsettes for ytterligere rensetiltak. Dagens utslippsdyp kan beholdes. Etter at overføringen er gjennomført må resipienten overvåkes for å avgjøre behovet for mer omfattende rensetiltak og eventuelle endringer i utslippsdyp.

Det er et klart behov for supplerende undersøkelser for å klarlegge forurensningforholdene i området med spesielt henblikk på tiltakssiden (tiltaksorienterende undersøkelser), f.eks. eksperimenter som klarlegger utløsning av krom fra sedimenter og eventuelle tilstandsförändringer ved en fjordförbedring.

Den store planktonproduksjonen i fjordene innenfor Stolsfjorden kan slå ut i så store bestander av giftig plankton at det kan bli skadelig både for akvakultur i form av fiskeoppdrett (sykdommer forårsaket av giftige planktonalger/forgiftning av fisk) og skjelldyrking (giftige skjell), og for kommersiell fiske ved negativ innvirkning på rekruttering av naturlige fiskebestander (forgiftning av fiskeyngel). Disse forholdene bør holdes under oppsikt ved rutinemessige analyser av planktonbestanden.

2. INNLEDNING

2.1. Områdebeskrivelse

Fjordområdet ved Flekkefjord består av et ca. 18 km langt og smalt fjordsystem som strekker seg fra Listafjorden i havgapet via Stolsfjorden, Lafjorden, Tjørsvågbukta, Grisefjorden til Loga. Det aktuelle undersøkelsesområdet er begrenset til de innerste deler av fjordsystemet: Lafjorden, Tjørsvågbukta og Grisefjorden. Figur 1 viser fjordsystemet og en langsgående dypdeprofil. Topografisk er de tre fjordområdene adskilte ved terskler og innsnevring. Tabell 1 viser noen topografiske data på området.

Tabell 1. Areal, volum, største dyp, maksimal terskeldyp og terskelareal.

	Loga	Grisefjorden	Tjørsvågbukta	Lafjorden
Areal (km ²)	0.89	0.98	0.64	2.68
Volum (mill.m ³)	25.0	14.8	12.6	141.5
Maks. dyp (m)	51	32	38	109
Terskeldyp (m)	2.0	4.0	8.5	23
Terskelareal (m ²)	50	70	700	2030

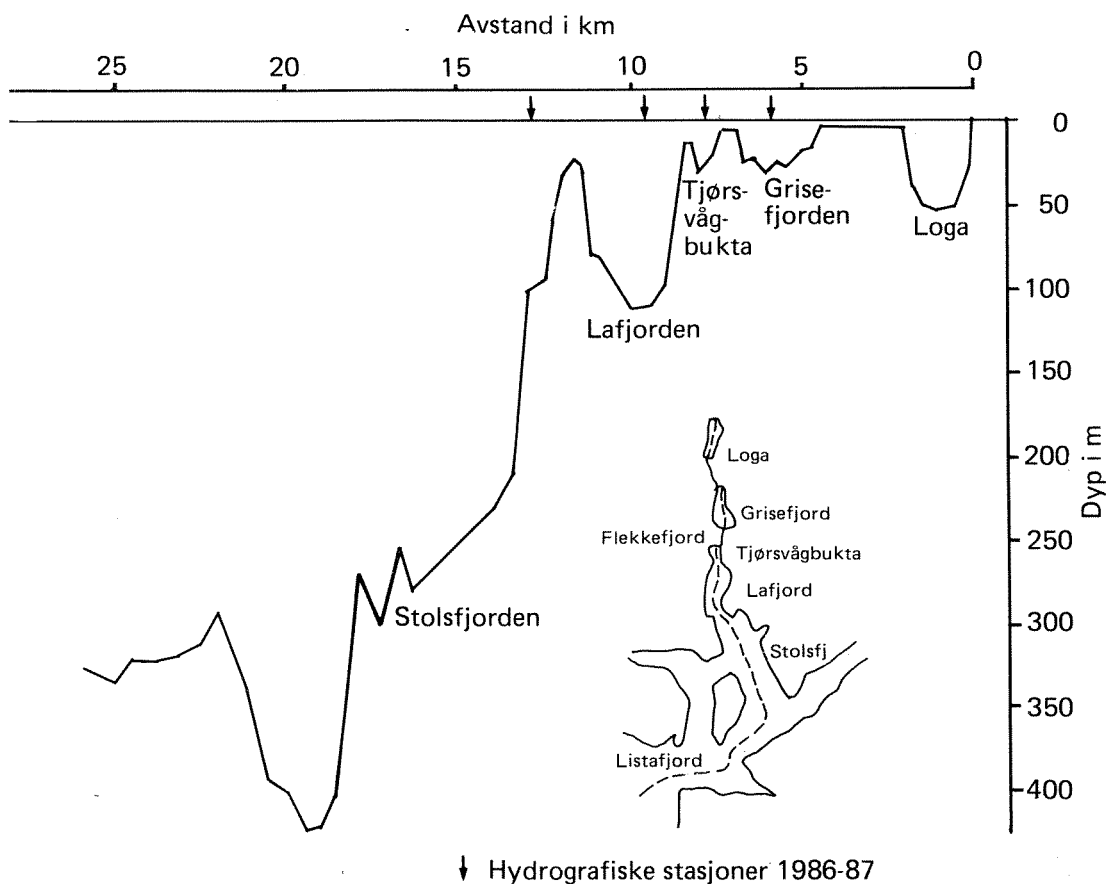
Kanalen mellom Loga og Grisefjorden er ca. 2 km lang og kanalen mellom Grisefjorden og Tjørsvågbukta (gjennom Flekkefjord) er ca. 400 meter lang.

Ferskvannstilførselen er tidligere beregnet av Kolstad et al. (1976) og vises i tabell 2.

Tabell 2. Midlere årlig avrenning (m³/s).

Loga	Grisefjorden	Tjørsvågbukta	Lafjorden	Totalt
1.4	2.3	0.4	1.5	5.9

Tidevannsforskjellen er liten i området ca. 20 cm (Kolstad et al. 1976).



Figur 1. Langsgående dybdeprofil av fjordsystemet ved Flekkefjord.

2.2. Brukerinteresser

Fjordområdet utenfor Grisefjorden er mye brukt til rekreasjon. Hobbyfiskeinteressene er betydelige, men i Tjørsvågbukta og Grisefjorden har fisket gått tilbake på grunn av uvilje mot å ta fisk i så forurenset vann og på grunn av redusert fiskebestand. Det drives noe yrkesfiske utenfor de mest forurensete områdene.

I Loga og i Lafjorden-Stolsfjorden (og videre utover) er badeinteressene av betydning. Bading i Grisefjorden og Tjørsvågbukta er lite aktuelt på grunn av forurensning, men foregikk her tidligere (før 1960).

Fjordområdet brukes også i stor grad som resipient for kommunalt og industrielt avløpsvann. Overføring av kloakkutslipp til Lafjorden er under utføring og vil være ferdig innen utgangen av 1987. Det er planlagt bygget renseanlegg i Skådeviga etter 1990 (innen 1992).

2.3. Tidligere undersøkelser

Det er tidligere blitt utført en resipientundersøkelse av fjord-

systemet i 1973-74 (Kolstad et. al 1976) som undersøkte fysiske/-kjemiske forhold i vannmassene, fastsittende alger og strandfauna. Videre er fysisk/ kjemiske undersøkelser utført i 1978-81 av Fylkesmannens Miljøvernnavdeling i Vest-Agder, oppsummert av Molvær (1982). Dårlig vannkvalitet og stor planktonbestand har blitt påvist av Kristiansen og medarb. (1985) og av Næs og Tangen (1986).

2.4. Mål for denne undersøkelsen

Undersøkelsen skal gi en grov tilstandsbeskrivelse av forurensnings-situasjonen i området. Resultatene skal danne grunnlag for en eventuell senere, mer omfattende tilstandsbeskrivelse og problemorienterte undersøkelser. Materialet skal videre danne grunnlag for fastsettelse av renskrav til det nye kommunale utslippet i Lafjorden.

2.5. Forurensningstilførsler

Tilførsel av næringsstoffer (nitrogen og fosfor) samt organisk stoff kommer i hovedsak fra kommunale utslipp og fra industri (garveri). Til Grisefjorden føres også sigevann fra en søppelfylling, men det foreligger ingen informasjon på størrelsen av denne tilførselen. Sigevann fra søppeldeponier vil ha store overkonsentrasjoner av nitrogen og fosfor samt enkelte miljøgifter og lekkasje kan skje i lang tid etter at søppelfyllingen ikke lengre er i bruk (Bakke m.fl. 1981).

2.5.1. Garveriutslippet til Grisefjorden

Et stort utslipp til Grisefjorden kommer fra garveriet (Nye Aarenes A/S). I følge Statens forurensningstilsyn (SFT) er utslippet herfra, basert på 250 driftsdøgn:

Organisk stoff, regnet som kjemisk oksygenforbruk (KOF):

1.8 tonn O/døgn, eller 450 tonn O/ år

Totalfosfor (TOT-P): 2.7-3.2 kg/døgn, eller 0.7-0.8 tonn/år

Totalnitrogen (TOT-N): 0.5-2.7 kg/døgn, eller 0.1-0.7 tonn/år

Krom (total): 40 kg/døgn, eller 10 tonn/år

Nyere analyser fra Vannlaboratoriet ved Agder Distriktshøgskole august og september 1987 gir andre utslippstall fra garveriet. For å beregne

årstilførselen er det brukt et midlere utslipp av $400 \text{ m}^3/\text{døgn}$ og samme antall driftsdøgn som SFT (250 døgn).

Tabell 3. Utslipp fra garveriet beregnet på 2 analyser av avløpsvannet i august og september 1987 (analyser utført av Vannlaboratoriet, ADH).

Parameter	Utslipp i tonn/år		
	Basert på august	Basert på september	middelv.
Susp.org.stoff	118	86.5	102
KOF	715	490	602
TOT-P	1.2	0.5	0.8
TOT-N	160	167	163
NH ₄ -N	138	162	150
Krom (tot)	13.5	11.2	12.4
Sulfid	3.6	0.04	1.8

Tabell 3 viser at de tidligere utslippstallene til garveriet stemmer relativt bra for krom og fosfor, men utslippene av nitrogen (ammonium) er betydelig høyere. Kjemisk oksygenforbruk er også ca. 100 tonn/år større. Spørsmålet er hvor representative analysene fra august og september er for utslippet. For suspendert organisk materiale, nitrogen, ammonium og krom er variasjonen liten. For kjemisk oksygenforbruk, fosfor og sulfid er det store variasjoner. Det er trolig at det er reelle variasjoner i avløpsvannet og ikke analysefeil ettersom forholdet mellom analyser på filtrerte og ufiltrerte prøver er nesten konstant mellom august og september. Tabell 4 viser dette.

Tabell 4. Forholdet mellom analyser på filtrert og ufiltrerte prøver fra garveriets avløpsvann i august og september 1987 (analyser utført ved ADH).

Parameter	august	september	gjennomsnitt
KOF	0.72	0.73	0.725
TOT-P	0.12	0.18	0.15
TOT-N	0.63	0.59	0.61
NH ₄ -N	0.61	0.68	0.64
Krom (tot)	0.006	0.003	0.004

Tallene i tabell 4 viser således at de kjemiske analyser er bra, men for øvrig bør tallene behandles med forsiktighet. Prøvene har stått lenge før de ble sendt til analyse og dette kan forklare at såpass stor andel av nitrogenet er ammonium. Imidlertid viser det at nitrogenet som slippes ut er raskt tilgjengelig for planteplankton.

Utslippet til garveriet skjer på ca. 15 meters dyp og beregnet innlagringsdyp varierer mellom 8-10 meters dyp sommerstid, samt mellom 4-8 meters dyp høst og vinter (se vedlegg 1).

2.5.2. Kommunale utslipp

Det er idag kommunale utslipp til Loga, Grisefjorden, Tjørsvågbukta og Lafjorden (Fig. 2). Belastningen er ca. 520 personer med utslipp til Loga, ca. 3.500 p. til Grisefjorden fordelt på tre utslipp (ca. 350 i indre Grisefjord, ca. 1400 ved Drangeid og ca. 1800 med utslipp innenfor kanalen til Tjørsvågbukta). Et av utslippene skjer på ca. 10 meters dyp i Grisefjorden (Drangeid på 1.400 p.e.), men er i denne rapport behandlet som et overflateutslipp. Til Tjørsvågbukta går ca. 2000 p.e. hvorav en del er utslipp som tilføres kanalen mellom Grisefjorden og Tjørsvågbukta. Til Lafjorden føres idag ca. 2000 p.e. og utslippet skjer på ca. 30-35 meters dyp.

2.5.3. Utslipp fra smoltanlegg i Lafjord

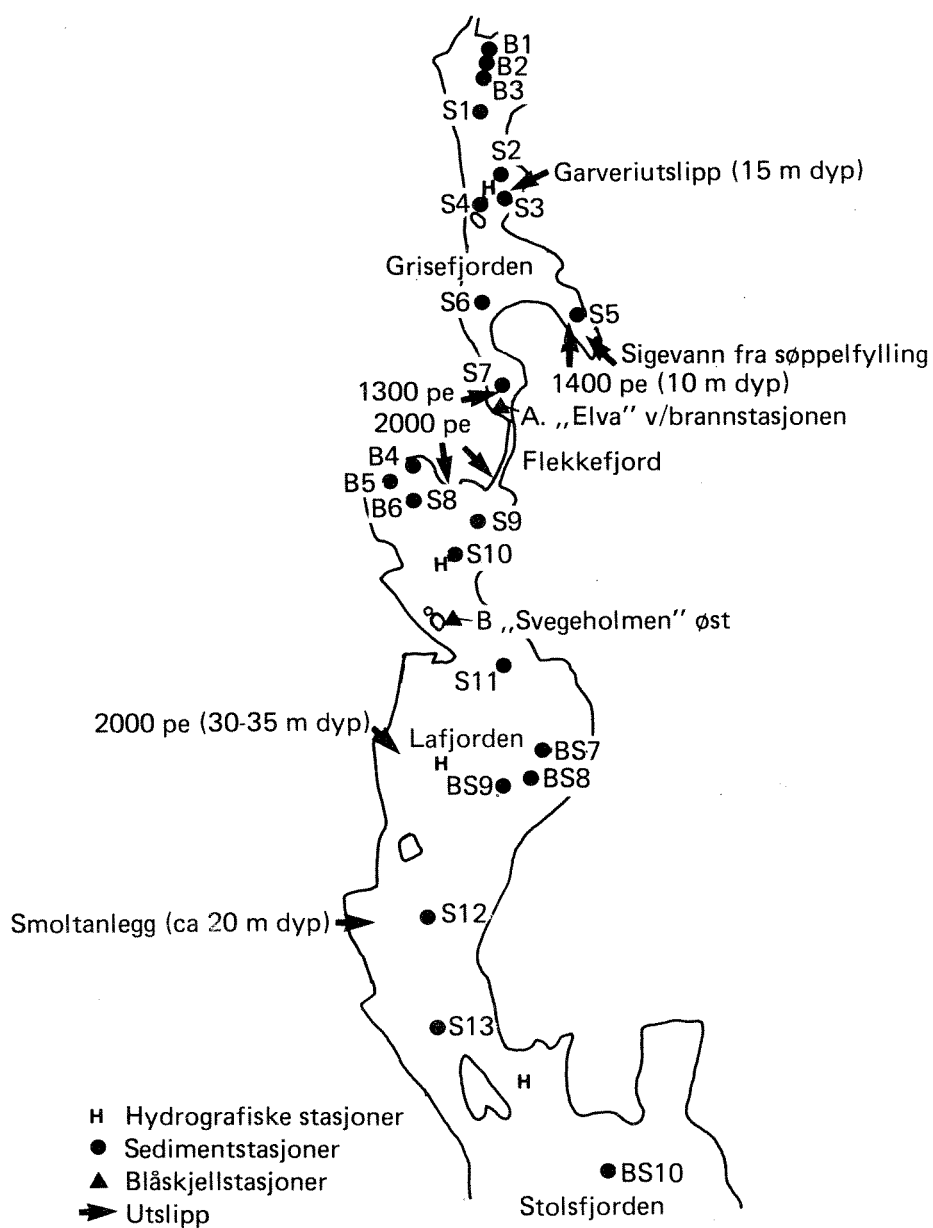
Ved Lafjord (Fjellsæ) finnes det et produksjonsanlegg for smolt. Det er gitt utslippstillatelse fra anlegget begrenset til en produksjon av 500.000 sjødyktig settefisk av laks (smolt) pr. år. Ved en produksjon på 23 tonn fisk pr. år er det beregnet et utslipp på:

KOF	25.300 kg/år
TOT-N	1.380 kg/år
TOT-P	230 kg/år

Utslippet skal ledes ut på minst 20 meters dyp. På årsbasis vil vannføringen være ca. 8.6 m³/min.

2.5.4. Sammenstilling av forurensningstilførsler til Flekkefjord

Tabell 5 viser den totale tilførselen av nitrogen, fosfor og organisk stoff til området. Tallene er hentet fra en tidligere NIVA-rapport (Kolstad m.fl. 1976) og komplettert med nyere beregninger av tilførsler fra kommunal kloakk og utslipp fra garveriet. For garveriutslippet er beregningene fra tabell 3 brukt. Smoltanlegget er under industri.



Figur 2. Flekkefjorden med utslipp og stasjonsnett 1986-1987.

Tjørsvågbukta er belastet med 2000 pe på tross av at deler av avløpsvannet slippes ut i kanalen til Grisefjorden og at utslippet således til tider også belaster denne. Ferskvannstilførselen til Grisefjorden taler for at nettostrømmen går mot Tjørsvågbukta. Nøyere beregninger for en fordeling av utslippet på Grisefjorden og Tjørsvågbukta forutsetter bedre informasjon om strømforholdene i kanalen.

Tabell 5. Beregnede tilførsler av nitrogen, fosfor og organisk stoff.

Område	TOT-N kg/år	TOT-P kg/år	BOF kg/år	N/P vekt
Loga + Logakanalen				
kloakk	2.233	372	13.960	
jordbruk	1.000	20	-	
udyrtet mark	6.000	180	-	
industri	-	-	-	
-----	-----	-----	-----	-----
totalt:	9.233	572	13.960	16:1
Grisefjorden				
kloakk	15.330	2.555	95.812	
jordbruk	3.000	40	-	
udyrtet mark	9.000	260	-	
industri	163.000	860	300.000	
-----	-----	-----	-----	-----
totalt:	190.330	3.685	396.000	50:1
Tjørsvågbukta				
kloakk	8.760	1.460	54.750	
jordbruk	-	10	-	
udyrtet mark	2.000	50	-	
industri	130	20	3.000	
-----	-----	-----	-----	-----
totalt:	10.890	1.540	57.750	7.1:1
Lafjorden				
kloakk	8.760	1.460	54.750	
jordbruk	-	10	-	
udyrtet mark	6.000	180	-	
industri	1.380	230	12.650	
-----	-----	-----	-----	-----
totalt:	16.140	1.880	67.400	8.6:1
Totalt for området	226.600	7.700	535.100	28:1

*=For garveriutslippet er KOF omregnet til BOF₇ med faktoren 0.5.

Et problem ved sammenligning mellom oksygenbehovet til garveriets avløpsvann og den kommunale kloakken er omregningsfaktoren mellom KOF og BOF. Her er det brukt en omregningsfaktor som normalt gjelder for kommunal husholdningskloakk. Det kan derfor være sikrere å sammenligne garveriutslippet med den kommunale kloakken ved å sammenligne KOF for de to utslippstypene. Av den totale belastningen (KOF) på Grisefjorden

står garveriet for 76 % av belastningen og for ca. 60 % av samtlige utslipp til Flekkefjordsystemet.

En sammenligning av den prosentvise fordeling av tilførsler etter kilder for hele fjordsystemet er vist i tabell 6.

Tabell 6. Prosentvis fordeling etter utslippskilde av nitrogen, fosfor og organisk stoff (KOF) til hele fjordsystemet.

Kilde/parameter	Kloakk	Jordbruk	Udyrket mark	Industri
TOT-N	15	2	10	73
TOT-P	76	1	9	14
KOF	41	-	-	59

Tabell 6 viser klart at industrien dominerer tilførselen av nitrogen og at den sammen med kommunal kloakk står for hele tilførselen av organisk stoff. Derimot bidrar industrien lite til fosforutslippene, hvor mesteparten kommer fra kommunal kloakk.

2.5.5. En beregning av oksygenbelastningen på de ulike fjord- områder basert på utslippskilder

For å kunne bedømme de ulike kilders innvirkning på fjordsystemet er det ikke nok å se på enkelte parametre. Utslipp av næringssalter og i hvilket dyp de slippes ut på samt i hvilken form de foreligger har også betydning for den totale organiske belastningen på fjorden. I tillegg kommer vannutskiftningen som en viktig faktor for den endelige effekten av utslippene på fjorden. For å kunne inkludere samtlige faktorer er det nødvendig å bruke modeller som inkluderer de viktigste prosesser. Dette verktøy mangler vi idag og grunnlaget for å bruke enklere modeller på Flekkefjord savnes (strømobservasjoner m.m.). Imidlertid kan vi gjøre et grovt overslag av dagens situasjon bare ved å ta hensyn til utslippstype og utslippsdyp.

Ved overflateutslipp, eller utslipp som når fotosyntesesesonen vil næringssaltene bli brukt i planteplanktonproduksjonen. Når planktonet dør, synker det ut av fotosyntesesesonen. I dyplaget skjer nedbrytningen av det organiske stoffet under oksygenforbrukende prosesser. Hvor mye som belaster dypvannet er avhengig av vannutskiftningen, men en teoretisk maksimalbelastning kan beregnes hvor vannutskiftningen kan settes lik null.

Ved dypinnlagring av avløpsvann, dvs. i de tilfeller avløpsvannet ikke tilføres fotosyntesesonen, vil næringsstoffene kun indirekte bidra til planteplanktonproduksjonen (ved vertikal diffusjon eller upwelling). Derimot vil oksygenforholdene påvirkes av utslippets mengde av nedbrytbart organisk stoff. Videre vil det være av betydning hvilken form av nitrogen som egentlig slippes ut. Utslipp av ammonium i oksygenholdige vannmasser vil starte en nitrifikasjon hvor ammonium etter tid overføres til nitrat. I hydrogensulfidholdige vannmasser vil et utslipp med store konsentrasjoner av nitrat bidra med oksygen til nedbrytningsprosessene når nitrat reduseres til ammonium.

Med de tilførselstall som foreligger (tabell 5) kan et teoretisk oksygenforbruk (TOF) beregnes for de ulike utslipp. Følgende forutsetninger er brukt:

All kommunal kloakk tilføres overflatelaget (fotosyntesesonen). Samtlige øvrige tilførsler belaster overflatevannet unntatt utslippet fra garveriet, som blir behandlet som dypvannsutslipp.

Videre forutsettes det at planteplanktonproduksjonen er fosforbegrenset i hele fjordsystemet.

Tilførslene fra jordbruk og utmark er antatt å ha lavere biotilgjengelighet enn utslipp fra kommunal kloakk. Det foreligger ikke kjennskap til hvor stor del av fosforet som er tilgjengelig for planktonproduksjon idag. Vi antar foreløpig at ca. 20 % av fosforet fra naturlig avrenning og ca. 60 % av fosforet fra jordbruk er direkte tilgjengelige for planktonproduksjon.

Med en fosforbegrenset planteplanktonproduksjon kan det totale oksygenforbruket beregnes etter ligningen:

$$\text{TOF (sek)} = 2,67 * (41 * \text{TOT-P})$$

hvor, TOF (sek) er det totale oksygenforbruket fra sekundærbelastning som vekt oksygen

TOT-P er mengde fosfor i utslippsvann som vekt fosfor.

2,67 er vektforholdet mellom karbon (TOC) og oksygen, dvs. 1 g organisk karbon nedbrytes under forbruk av 2,67 g oksygen.

41 er forholdstallet mellom karbon og fosfor i planteplankton

(gjennomsnittelig verdi). Dette betyr at 1 g fosfor vil gi 41 g karbon når fosfor bindes til alger forutsatt tilstrekkelig tilgang på nitrogen.

For dypinnlagring blir beregningen:

$$\text{TOF} = 0.6 * 2.4 * \text{TOC} + 0.9 * 4.57 * \text{TOT-N}$$

Faktoren 0.6 viser at kun 60% av det organiske stoffet deltar i nedbrytningsprosessen. Faktoren 2.4 er mengden oksygen som blir brukt per mg karbon som nedbrytes. Ved oksydasjon av ammonium til nitrat blir 4.57 mg oksygen brukt. Faktoren 0.9 betyr at ca. 90 % av totalnitrogenet i husholdningskloakk er i form av ammonium.

Det foreligger ikke oppgaver om hvor mye organisk stoff (TOC) som slippes fra kommunal kloakk. En sammenligning med målinger av TOC og BOD₇ fra andre rensesanlegg gir oss en omregningsfaktor på ca. 0.45 og denne er brukt her. For garveriutslippet er problemet større, men ved å bruke samme omregningsfaktor som for kommunal kloakk vil TOC-beregningene for garveriutslippet bli konservative (dvs. trolig lavere enn reelt).

Tabell 7 gir de beregnede verdier for TOF.

Tabell 7. Totalt oksygenbelastning (kg/døgn) fra kommunal kloakk og industri på dypvannet i fjordene i 1986 (ikke tatt hensyn til vannutskiftning).

Fjordområde	fra kloakk kg/døgn	fra industri kg/døgn	fra øvrige kg/døgn	totalt kg/døgn
Loga+kanalen	111	-----	14	125
Grisefjorden	766	2369	23	3158
Tjørsvågbukta	438	-----	11	449
Lafjorden	438	70	13	521
Sum	1753	2439	61	4253
%	41 %	57 %	1 %	100 %

Tabell 7 viser at oksygenbelastningen på dypvannet i Grisefjorden er meget stor og at utslippet fra garveriet dominerer (ca. 80 %). Ettersom utslippet fra garveriet kun skjer i 250 døgn blir den effektive belastningen under drift totalt ca. 3.480 kg O/døgn.

3. MATERIALE OG METODER

3.1. Vannprøver

Det er samlet inn vannprøver, en stasjon i hvert fjordområde (Stolsfjorden, Lafjorden, Tjørsvågbukta og Grise fjorden) på datoene: 19/6, 3/7, 16/7, 6/8, 28/8, 11/9, 24/9, 16/10, 13/11, 27/11, 13/12-86, 21/1, 12/2, 5/3, 2/4-87. I perioden 19/6 til 24/9 er det analysert på oksygen, saltholdighet, temperatur, totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen, nitrat og ammonium, mens det i resten av innsamlingsperioden kun er analysert på oksygen, saltholdighet og temperatur. Analysene og feltarbeidet er utført av Vannlaboratoriet ved Agder Distrikthøgskole. Stasjonsnett er vist i figur 2.

3.2. Sedimentanalyser

Sedimentprøver for kjemiske analyser og for bestemmelse av bløtbunnfauna ble innsamlet den 30/9 og 1/10 1986 (se fig. 2). På utvalgte prøver er det analysert på total krom etter oppslutning i 50% salpetersyre. Seksverdig krom er bestemt fotometrisk etter dannelsen av et difenylkarbazid. Ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOCL) (utført ved Institutt for energiteknikk) og polyklorerte bifenyler (PCB) er analysert ved hjelp av gasskromatografi.

3.3. Kromanalyser av blåskjell

Blåskjell ble innsamlet den 5/3 1987 fra 0.1 til 5 meters dyp i "Elva" ved brannstasjonen og øst av Sveigholmen (se fig. 2). Blåskjellene, blandprøve av 20 skjell, bløtdelen, ble oppsluttet tilsvarende sedimentene og analysert på innhold av totalkrom.

Sediment- og blåskjellanalysene er utført på frysetørret materiale.

4. RESULTATER FRA UNDERSØKELSEN 1986-87

4.1. Vannutskiftningen

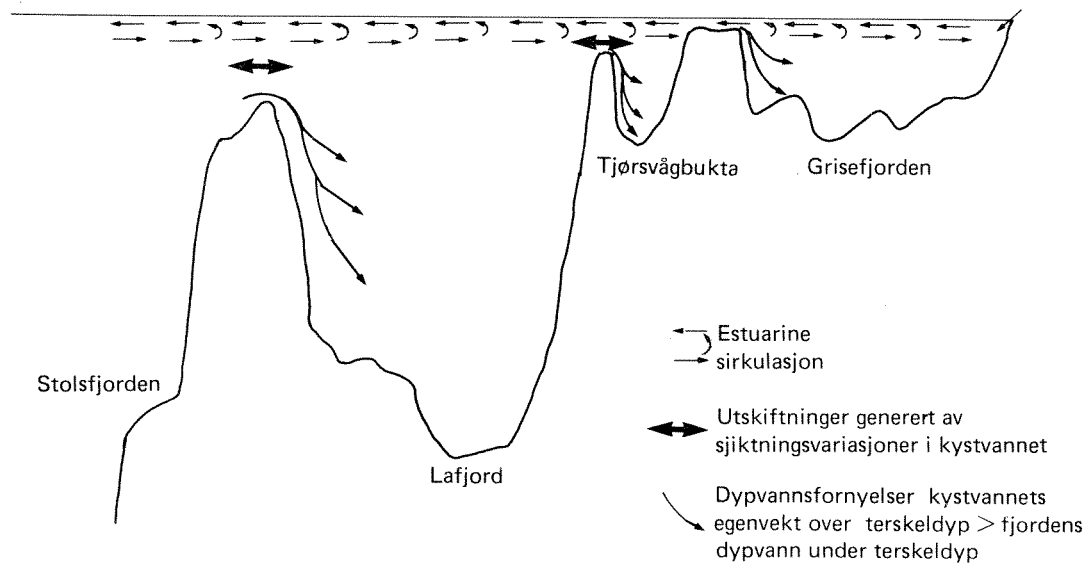
Vannutskiftningen i et fjordområde som Flekkefjord drives av ferskvannstilførsel, vannstandsvariasjoner, vind og tetthetsforskjeller mellom kystvann og fjordvann. Den estuarine sirkulasjonen (ferskvanns-

dreven) gir i middel en transport av overflatevann ut fjorden over året og en inntransport av sjøvann under brakkevannslaget (se fig. 3). Vannstandsvariasjoner (tidevann og lufttrykksdrevne variasjoner) bidrar også til vannutskiftningen, spesielt over terskeldypene.

De store vannutskiftninger skjer imidlertid når tyngre vannmasser i kystvannet drives opp over terskeldyp og strømmer inn i fjordene. Dette kan skje hele året, men er mest vanlig vinterstid. Sommerstid er slike hendelser koblet til vindforhold i kystområdet, som kan gi upwelling av tyngre vannmasser.

Når egenvekten på det innstrømmende vannet er større enn egenvekten på dypvannet i fjordene, trenger det innstrømmende vannet til bunns og kan fornye alt vann under terskeldyp, hvis innstrømmingssituasjonen har en tilstrekkelig lang varighet. Ofte vil bare deler av dypvannet bli utskiftet.

Figurene 4-7 viser saltholdighetsvariasjonen i Stolsfjorden (S. Kjeøy), Lafjorden, Tjørsvågbukta og Grisefjorden. Stolsfjorden gir et indirekte bilde av den variasjon som skjer i kystområdet og viser i store trekk tre perioder med økende saltholdighet og tre perioder med avtakende saltholdighet. Over terskeldyp varierte saltholdigheten i de innenforliggende fjordene i stort sett i takt med Stolsfjorden. Under terskeldyp var det store forskjeller.



Figur 3. Prinsippskisse av strømmer og vannutskiftningsprosesser i Flekkefjordområdet.

I juli 1986 var det oppstrømning av salt vann i Stolsfjorden. Vannet strømmet inn i fjordsystemet og hadde størst virkning over terskeldyp. Effekten av innstrømningen var relativt liten i dypvannet. Oksygenkonsentrasjonen økte litt i Lafjorden og Tjørsvågbukta, mens utskiftningen ikke var tilstrekkelig til å oksygenere bunnvannet i Grisefjorden.

I august avtok saltholdigheten i Stolsfjorden, trolig som følge av en oppstuing av overflatevann mot kysten. Det oppstuede vannet ble presset innover i fjordsystemet og ga en vannutskiftning over terskeldyp. I Grisefjorden ble vannmassene ned til ca. 15 meters dyp tilført oksygen. Deler av det gamle dypvannet fra dette nivå ble løftet opp til ca. 6 meters dyp (se figur 12).

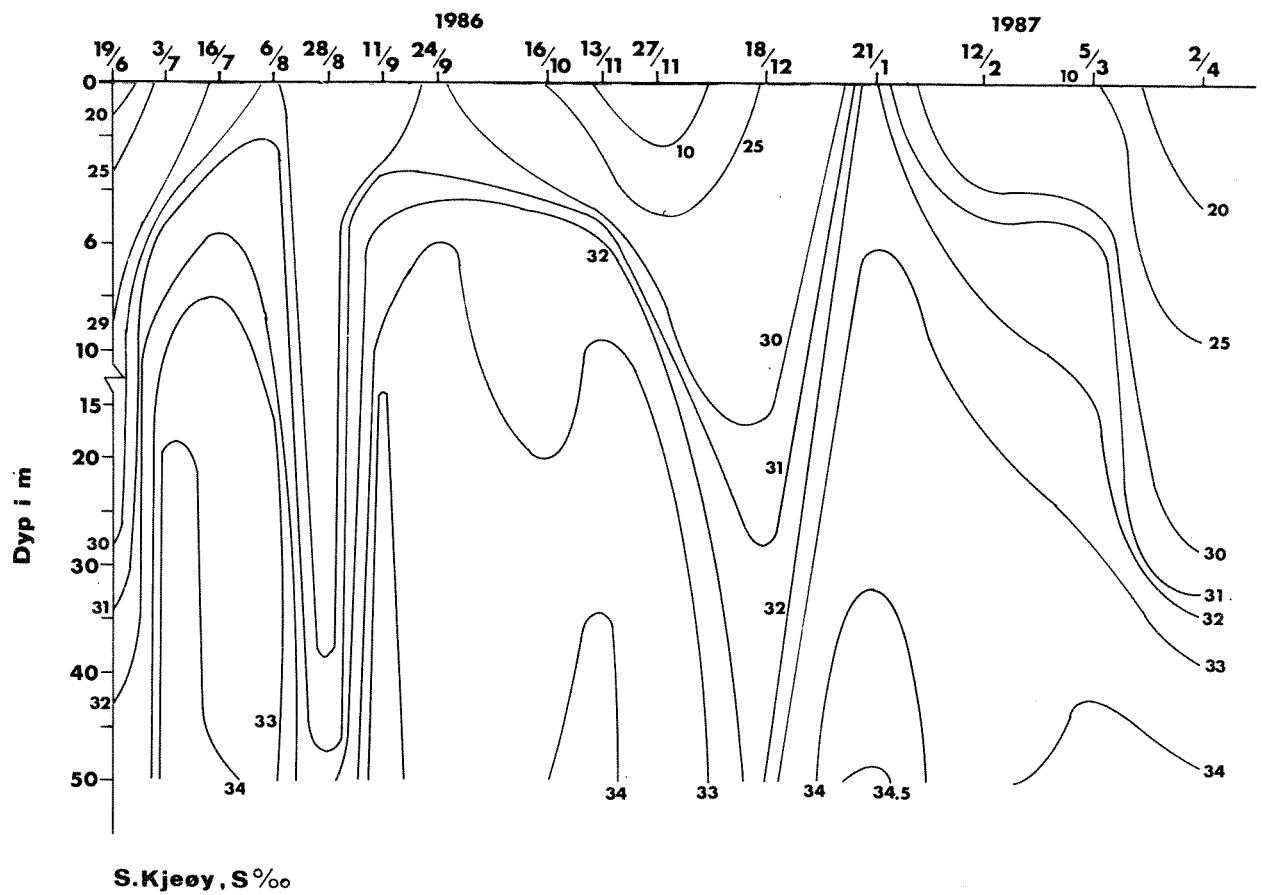
I september ble det igjen registrert en oppstrømning av saltere vann i Stolsfjorden. Liksom i juni ble relativt lite dypvann fornyet i Lafjorden. I Tjørsvågbukta hadde utskiftningen ingen effekt på de dypere vannmassene, mens den ga en tilførsel av oksygen ned til ca. 15 meters dyp i Grisefjorden. Deler av gammelt dypvann ble løftet opp til mellom 2-6 meters dyp.

En mindre utskiftning fant sted i november. Den påvirket Lafjorden ned til ca. 20 meters dyp og i Tjørsvågbuktas bunnvann, samt mellomnivåer i Grisefjorden.

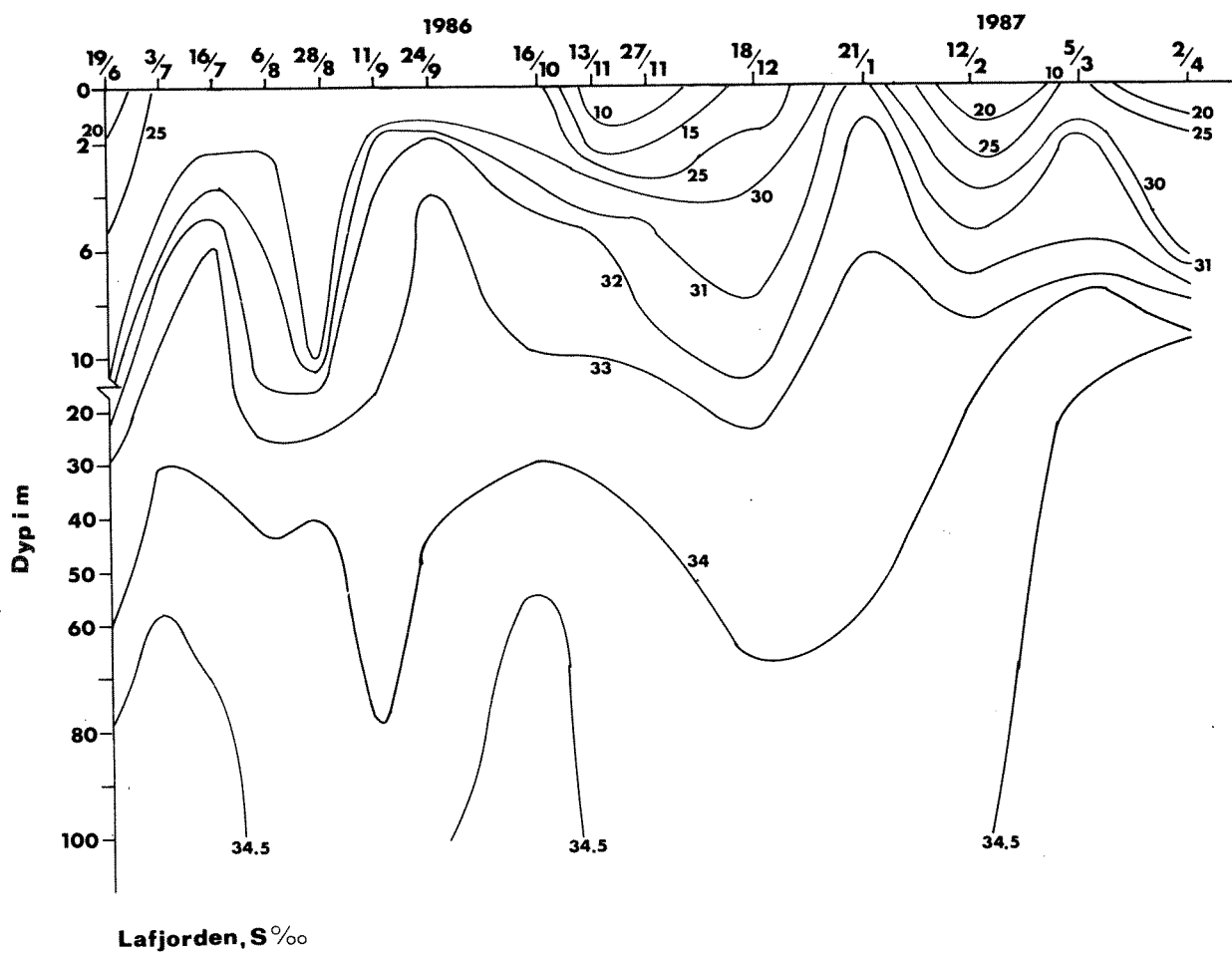
I desember ble det registrert en ny vannutskiftning ved at kystvannet ble stuert opp mot kysten. Saltholdigheten var så lav at utskiftningen ble begrenset til vannmassene mellom overflaten og ca. 10 meters dyp i Lafjorden. I Tjørsvågbukta økte oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. I Grisefjorden ble vannmassene mellom 10 og 14 meters dyp tilført oksygen samtidig som deler av det gamle dypvannet ble løftet opp til ca. 4 meters dyp.

Den kraftigste vannutskiftningen i undersøkelsesperioden skjedde i januar. Utskiftningen resulterte i en kraftig økning i oksygenkonsentrasjonen i hele fjordsystemet. Dog ble ikke oksygenkonsentrasjonen større enn 6-7 mg/l i Tjørsvågbukta (ca. 70 % metning) og ca. 2-6 mg/l i Grisefjordens (35-60 % metning) dypvann.

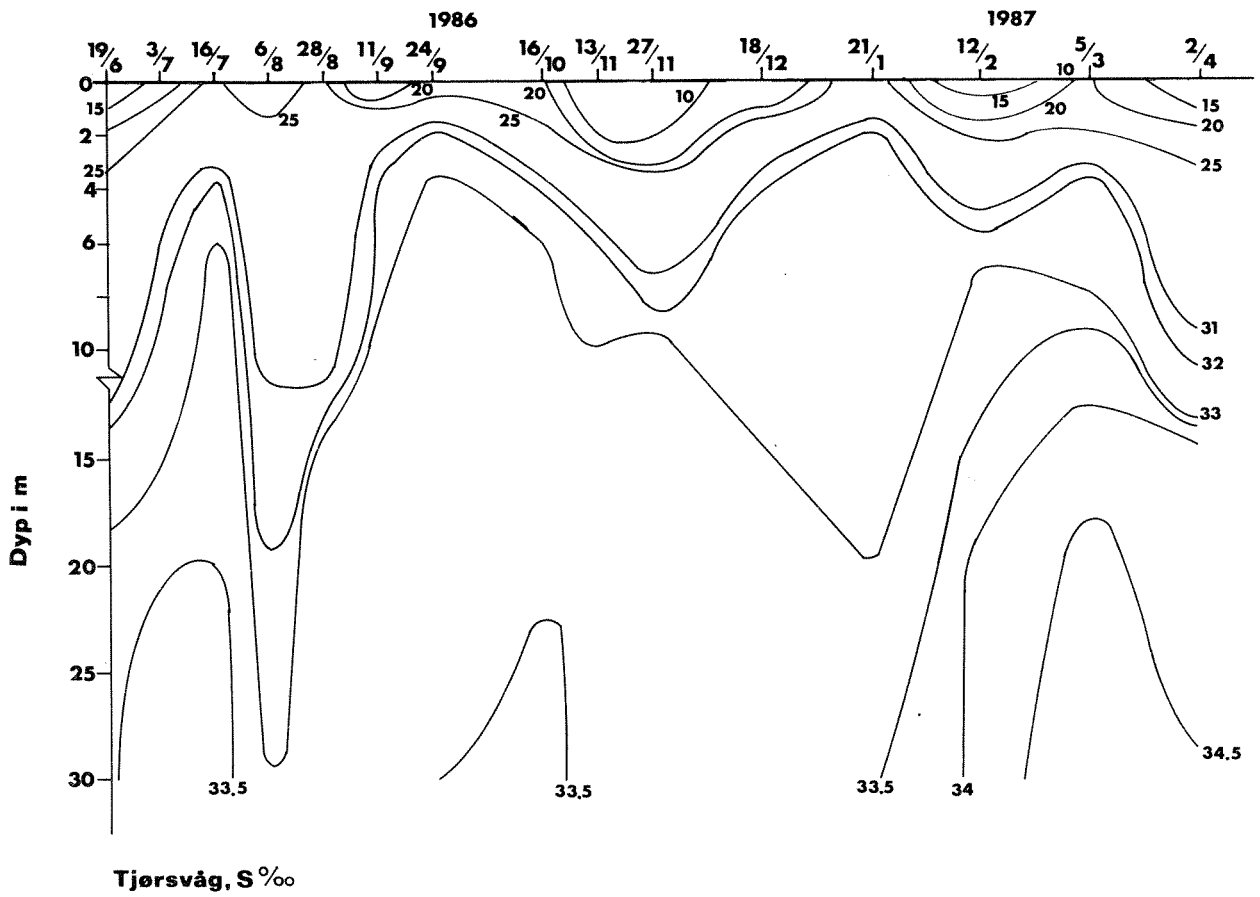
Vannutskiftningen skjer således året rundt over terskeldyp, men kun i liten omfang under terskeldyp. Store utskiftninger som når helt til bunns i fjordene innenfor Stolsfjorden er stort sett begrenset til vinteren.



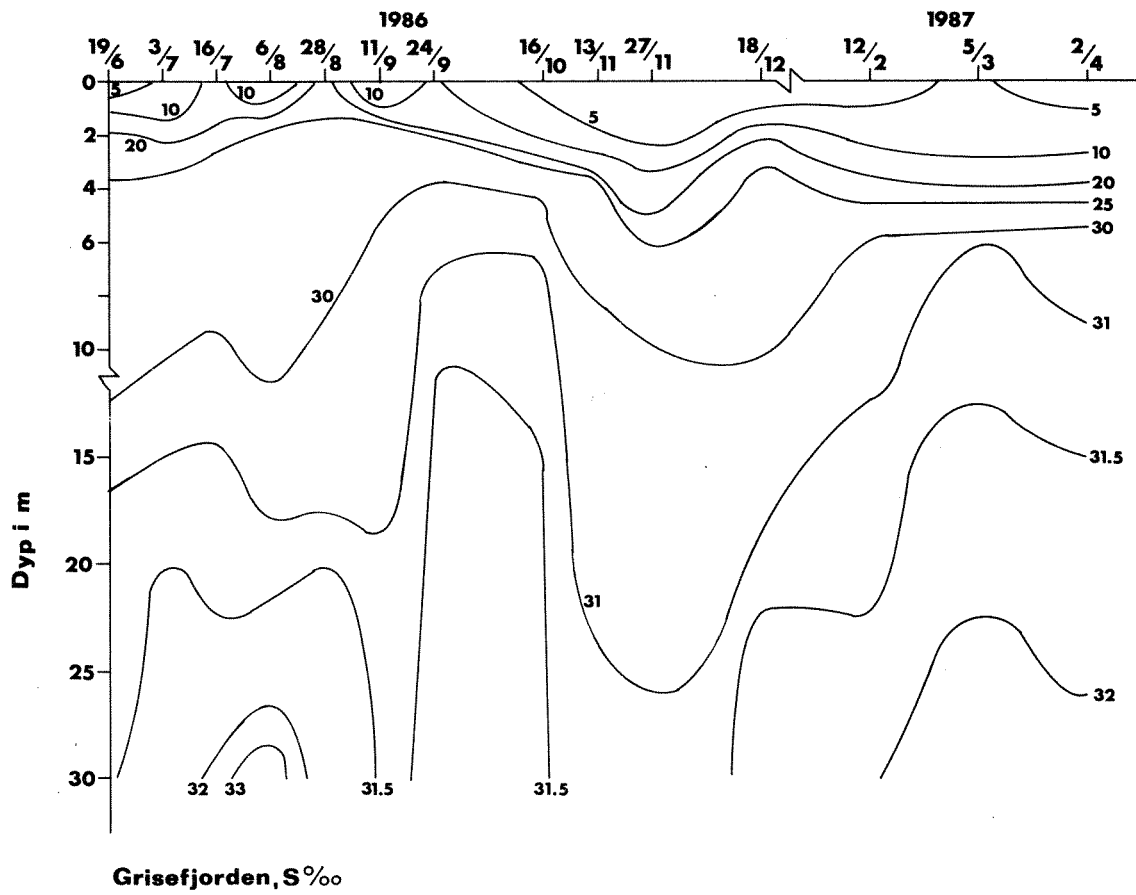
Figur 4. Saltholdighetsvariasjonen (o/oo) i Stolsfjorden 1986-1987.



Figur 5. Saltholdighetsvariasjonen (o/oo) i Lafjorden 1986-1987.



Figur 6. Saltholdighetsvariasjonen (o/oo) i Tjørsvågbukta 1986-1987.



Figur 7. Saltholdighetsvariasjonen (o/oo) i Grisefjorden 1986-1987.

Ut fra observasjoner i perioden juni 1986 til april 1987 vil vannmassene under terskeldyp i Grisefjorden kunne bli fornyet maksimalt ca. 2 ggr/år. Dette gjelder trolig også Tjørsvågbukta, mens Lafjorden har mindre enn to dypvannsfornyelser pr. år.

Vannmassene over terskeldyp har kortere oppholdstid. I Lafjorden ble det observert ca. 8 utskiftninger i perioden, dvs. 0.7 utskiftninger pr. måned. I Tjørsvågbukta ble det observert ca. 7 utskiftninger i perioden, dvs. 0.6 utskiftninger pr. måned.

4.2. Planktonalger

4.2.1. Generelt

En del planktonanalyser fra 1984 og et noe større materiale fra 1985 viste at nærområdet til Flekkefjord var sterkt preget av store planktonalgebestander om sommeren og høsten. I perioden juni-september 1985 ble situasjonen betegnet som en sammenhengende algeoppblomstring. Effekten av dette var blant annet høye oksygenverdier i overflatelaget, noe som har sammenheng med at planktonalgene i likhet med andre planter produserer oksygen når tilgangen på lys og næringssalter er tilstrekkelig stor. Overmetningen av oksygen var så stor at den ble antatt å gi grunnlag for gassutløsning og blæredannelse og dermed kunne bidra til skumdannelsesfenomene i Grisefjorden og Tjørsvågbukta. Den høye planktonalgeproduksjonen i overflaten vil på den annen side føre til økt belastning nedover i vannmassen der det er lysmangel, slik at det der kan bli lave oksygenkonsentrasjoner eller oksygenfrie forhold.

Alt i alt hadde planktonet i området en sammensetning og mengdeforhold svært likt det en ellers har observert i isolerte og forurensede (eutrofierte) lokaliteter i Sør-Norge. Det ble også observert store bestander av mikrodyreplankton (f.eks. ciliater og rotatorier) som har blant annet planteplankton og bakterier som næringsgrunnlag. Det ble påvist en rekke giftige dino-flagellater, der det både var arter som gir giftige skjell (f.eks. blåskjell og østers), og arter som kan være dødelige for fisk og andre marine organismer. Planktonmengdene vil, i tillegg til lokale forhold, være influert av forholdene utenfor nærområdet ved at bestander kan tilføres fra fjordsystemet innenfor Listafjorden og også fra Kyststrømmen. Ved spesielle hydrografiske forhold kan det ventes at Kyststrømmen påvirker overflatelagene også innenfor Stolsfjorden. Et eksempel på dette ble observert i september 1985 da gift-

algen *Gyrodinium aureolum* som hadde en oppblomstring i Kattegat/-Skagerrak og ble transportert med Kyststrømmen, ble observert i forholdsvis store mengder innenfor Kjeøy, mest i Lafjorden. I andre tilfeller vil tilførsel av Kyststrømmen gi en fortynnings- eller utskiftingseffekt på planktonet, avhengig av planktonkonsentrasjonene i det tilførte vannet.

Bestander av planktonalger fra nærområdet til Flekkefjord vil på den annen side påvirke fjordsystemet utenfor, og denne påvirkningen vil kunne merkes i overflatelaget ved endringer i konsentrasjonene av de enkelte algebestandene. Dersom dette er giftalger som utvikles under overproduksjonen av plankton-alger innenfor Kjeøy, vil det ha betydning for eksempel for fiskeoppdrett.

Disse forholdene kan forutsettes på rent generell basis etter at hovedtrekkene i algeforekomstene ble kjent gjennom materialet fra 1984 og 1985. Imidlertid var dette materialet begrenset til perioden juni--september og området fra Lafjorden og innover. For å dokumentere planktonforholdene ytterligere, ble det samlet inn prøver også i 1986. Prøvene er analysert og vurdert ved OCEANOR.

4.2.2 Analysert materiale.

Prøvestasjonene i 1986 var de samme som i 1985 med tillegg av en stasjon utenfor Kjeøy. Med dette dekkes de tre bassengene Grise-fjorden, Tjørsvågbukta og Lafjorden som kan sies å utgjøre nærområdet til Flekkefjord, mens den ytterste stasjonen ligger i fjordsystemet Listaforden-Stolsfjorden utenfor Kjeøyterskelen og derfor er mer påvirket av kystvannet og de andre fjordene i området. Sesongen er utvidet til ut i desember, men heller ikke dette året er materialet dekkende for planktonutviklingen under våroppblomstringen og forsommeren.

Tabell 8 viser en oversikt over innsamlet og analysert materiale. I alt er det 26 kvalitative prøver for å beskrive artssammensetningen og 35 kvantitative prøver for å beskrive mengdeforhold. De kvalitative prøvene ble tatt med forholdsvis grovmaske håv (55 mikrometer maskevidde), slik at en rekke mindre arter forsvinner eller kommer med bare i forholdsvis små mengder. De kvantitative prøvene er innsamlet med rørvannhenter og tilsvarer blandprøver fra sjiktet 0-4 m og vil derfor ikke vis vertikalfordelinger, og bestander under 4 m dyp kommer ikke med i materialet; dette kan blant annet gjelde planktonmaksima i sprangsjiktet som eventuelt ikke blir oppdaget. Det antas at serien av kvantitative prøver vil

vise hovedtrekkene planktonutviklingen i overflatesjiktet i hele området fra juni til desember.

I og med at dette materialet er blandprøver og de fleste planktonalger har en sjiktning i bestanden innenfor det aktuelle prøveintervallet (0-4 m), vil celletallene som fremkommer bli lavere enn de virkelige maksimumskonsentrasjonene. Prøvene er analysert på et annet mikroskop enn årene før, der forskjellen blir at de aktuelle celletallene for "Uidentifiserte flagellater" (overveiende meget små celler) blir forholdsvis lavere i 1986. For identifiserbare arter skulle det ikke bli noen forskjell.

4.2.3. Resultater.

Resultatene er fremstilt i Tabell 9 - Tabell 21. Dette er uttrekkstabeller fra enkeltanalysene som er alt for omfattende til å gjengis her. I det kvantitative materialet er det forsøkt å anslå hvilke arter som er dominerende i hver prøve, og dette er vist i samletabeller for hver stasjon (Tabell 9-12). Tilsvarende er celletall gjengitt for hver stasjon (Tabell 14-17) der de viktigste artene, samt samlet bestand av diatomeer (kiselalger), dinoflagellater og "andre" er gitt som celletall. I Tabell 13 er totale celletall for alle prøver gjengitt, mens Tabell 18 er en oversikt over forekomsten av potensielt giftige arter og Tabell 19-21 er artslistene for hele materialet.

4.2.3.1 Artssammensetningen

Det ble observert i alt ca. 150 arter/taxa fordelt på over 60 av hver av gruppene diatomeer og dinoflagellater og vel 20 fra andre algegrupper. Omtrent 20 arter, hvorav de fleste var dinoflagellater, ble oppfattet som dominerende art i håvtrekkmaterialet, mens bildet var et annet, med andre arter som de viktigste i de fleste av de kvantitative prøvene. Nedenfor blir de viktigste trekkene i artssammensetningen kommentert. Ytterligere detaljer kan leses ut av tabellene.

A. Dinoflagellater.

Dinoflagellaten Goniodoma pseudogoniaulax ble igjen observert; den første observasjonen i Norge var i Grisefjorden i 1984. Også i 1986 var forekomsten størst i Grisefjorden, og det synes som om det kan være spesielle forhold i dette bassenget, eventuelt for dannelse av hvilesporer, som kan forklare at denne arten opptrer år etter år i

dette området, men sjelden blir rapportert fra andre lokaliteter i Norge. Forøvrig var det store bestander av arter fra slektene Ceratium, Prorocentrum og Dinophysis samt en rekke Protoperidinium--arter. Ceratium-artene C. fusus, C. furca og C. tripos, som alle er vanlige arter i norske kystfarvann, var blant de dominerende gjennom hele undersøkelsesperioden. Scrippsiella trochoidea som er en vanlig dinoflagellat i innenskjærs farvann, hadde to tilfeller av masseforekomst ved Kjeøy, uten at det var påfallende mye av denne arten innenfor Kjeøyterskelen. Her kan det tenkes å ha vært en påvirkning utenfra, der enten lokale oppblomstringer i fjordområdene, eller forekomster i Kyststrømmen kan ha blitt tilført.

B. Diatomeer (kiselalger).

Diatome-planktonet var dominert av de to artene Skeletonema costatum og Leptocylindrus danicus, som var spesielt vanlige i juni-juli, og et stort antall arter fra slekten Chaetoceros. En liten uidentifisert diatome var tallrik i håvtrekkmaterialet fra november; dette kan være samme art som den som ble antatt å tilhøre gryppen Cymatosiraceae i 1985.

C. Andre planktonalger.

Utenom de to ovennevnte hovedgruppene ble det observert en rekke arter fra andre grupper. Kvantitativt viktigst var kalkflagellaten Emiliana huxleyi og flagellater fra gruppen Cryptophyceae, i tillegg til en samlegruppe av uidentifiserte små flagellater. I håvtrekkmaterialet gjorde disse planktonalgene lite av seg, men var et betydelig innslag i de kvantitative prøvene.

Konklusjon.

Et hovedinntrykk av artssammensetningen er at forholdene i 1986 skilte seg lite fra de foregående år. Planktonet består overveiende av arter som er vanlige i norske kystfarvann, men med et visst innslag av spesielle arter som nevnt ovenfor. Planktonsamfunnet er artsrikt og kan gi utgangspunkt for oppblomstringer blant et stort utvalg av arter.

4.2.3.2 Forekomsten av potensielt giftige arter.

Observerte arter.

I alt åtte potensielt giftige arter ble registrert i 1986, og

omtrent alle ble observert i hele området (Tabell 11). Seks av artene kan gi giftige matskjell, der giftstoffer som virker på nervesystemet (PSP - paralyserende gift) eller fordøyelsessystemet (DSP og VSP - diarregift) produseres av disse artene. Alexandrium excavatum og Alexandrium ostenfeldii (PSP) forekom bare i små mengder som antas å ikke gi giftige skjell, men hovedsesongen for disse artene er våren og forsommeren før prøveserien ble innsamlet. De DSP-produserende artene (Dinophysis) hadde bestander i 1986 som klart må antas å gi giftige skjell, og dette gjelder hele området fra Grisefjorden til Kjeøy.

Prorocentrum minimum (VSP) synes å være etablert i området etter at den ble rapportert for første gang fra norskekysten i 1979, og dette var den eneste av de antatt giftige artene som hadde en egentlig oppblomstring i 1986.

De to dinoflagellatene Gyrodinium aureolum og Gymnodinium galatheanum har en generell giftvirkning på marine organismer, deriblant fisk, og G. aureolum er kjent fra en rekke tilfeller av massiv fiskedød i norske fiskeoppdrettsanlegg. Vest-Agder ligger sentralt i området som har vært berørt av denne arten. Nyere resultater fra England viser at denne arten kan ha en negativ virkning på fiskelarver og småfisk ved at oppblomstringer kan drepe rekrutteringsbestander av kommersielle fiskearter. Tilsvarende virkning kan vi vente av G. galatheanum, etter eksperimentelle forsøk i Norge.

Begge arter ble observert også i 1986, men i mindre mengder enn i 1985 og 1984. Det er grunn til å tro at hittil har forekomstene av G. aureolum overveiende vært bestemt av forholdene Kyststrømmen, men lokale oppblomstringer er observert i eutrofierte områder. Utenom Flekkefjord er det bare et fåtall observasjoner av denne arten i Norge i 1986. Det er antatt at selv om store bestander kan tilføres utenfra, vil lokal næringstilgang forsterke oppblomstringer av G. aureolum (f.eks. oppblomstringer i indre Oslofjord), og dette vil sannsynligvis også gjelde for Flekkefjordområdet.

Konklusjon.

En rekke giftige planktonalger finnes i området om sommeren og høsten, og sannsynligvis også om våren, i så store bestander at matskjell (f.eks. blåskjell) kan være giftige i lange perioder. Det er grunn til å tro at bestandene jevnt over er større enn i upåvirkede kystområder. Forholdene ved Flekkefjord kan tenkes å forsterke problemene med arter som er negative for fiskeoppdrett og rekruttering av naturlige fiskebestander.

4.2.3.3 Totalbestanden.

Hovedtrekkene.

Det var store bestander på alle stasjoner i juni-juli på grunn av en stor oppblomstring av Skeletonema costatum og en rekke Chaetoceros-arter (diato-meer). Mens Skeletonema-bestanden var omtrent like stor på alle stasjoner, var det markert mindre Chaetoceros ved Kjeøy enn på de indre stasjonene. Det er grunn til å tro at Skeletonema hadde en større oppblomstring på denne delen av kysten i dette tidsrommet, fordi det samtidig ble observert store bestander ved Egersund. Oppblomstringen ved Flekkefjord inkluderte en blandet, stor forkomst av flagellater (deriblant kalkflagellater o dinoflagellaten Prorocentrum minimum som ikke ble observert ved Egersund og som kan regnes som lokal.

Gjennom undersøkelsesperioden var det ytterligere oppblomstringer av forskjellige arter. Fra midten av juli skilte Kjeøy seg fra de andre stasjonene både ved gjennomgående mindre bestander og ved andre dominerende arter, mens de tre indre stasjonene viste omtrent samme mønster. Hovedtrekkene var:

De indre stasjonene

Juni-begynnelsen av juli: Skeletonema, Chaetoceros,
Prorocentrum minimum

Juli: Skeletonema, Emiliana huxleyi (kalkflagellat),
crypto, fyceer (flagellater)

August: Emiliana, cryptofyceer

September: ny oppblomstring av Emiliana, Chaetoceros og
cryptofyceer

Oktober-november: avtagende bestander.

Kjeøy

Juni-begynnelsen av juli: Skeletonema, Emiliana, Prorocentrum

Juli: Scrippsiella trochoidea (dinoflagellat), Skeletonema

August: minimumsbestander

September: Scrippsiella

Oktober-november: cryptofyceer, avtagende bestander

Beregnet totalbestand

Størrelsen av totalbestanden er vist i Tabell 13. På alle indre stasjoner var totalbestanden størst i juni-juli med 5-10 mill. celler pr. liter og minst i november med 2-300 tusen celler pr. liter. På Kjeøy var det et markert minimum i august etter oppblomstringen i juni-juli og før en ny oppblomstring av dinoflagellaten Scrippsiella trochoidea i september. Her var bestanden av denne arten i slutten av september hele 9 mill. celler pr. liter som er noe av det høyeste som er observert for Scrippsiella i Norge.

Både artsvekslingene og totalbestanden skilte således det indre området fra stasjonen ved Kjeøy som ligger utenfor. De spesielle oppblomstringene av Scrippsiella ved Kjeøy i juli og september er det grunn til å tro har sammenheng med tilførsel fra fjordområdene utenfor og oppkonsentrering av store bestander like utenfor Kjeøyterskelen på grunn av hydrografiske forhold.

Konklusjon.

Det ble registrert store bestander og gjentatte oppblomstringer i det indre området fra juni til og med september i likhet med det som er kjent fra tidligere. Planktonkonsentrasjonene synes å være en følge av stor næringstilførsel til det indre området der det ikke er noen vesentlig forskjell mellom Grisefjorden, Tjørsvågbukta o Lafjorden. Kjeøy har gjennomgående lave konsentrasjoner etter oppblomstringen i juni-begynnelsen av juli og en planktondynamikk som klart skiller denne stasjonen fra de øvrige.

Tabell 8. Materiale til bestemmelse av planktonalger, 1986. Alle prøver er behandlet kvantitativt (B) eller kvalitativt (H). B = blandprøver 0-4m, H = håvtrekk (maskevidde 55µm).

Dato	Grise fjord	Tjørsvåg	Lafjord	Sør Kjeøy
19.6	B	B	B	B
3.7	B	B	B	B
16.7	B H	B H	B H	B H
6.8	B H	B H	B H	B H
28.8	B H	B H	B H	B H
11.9	B H	B H	B H	B H
24.9	B	B	B	B
16.10		B H	B H	B H
13.11	B	B	B H	B H
27.11	H	H	H	H
18.12		H		

Tabell 9. Dominerende planktonalger i håvtrekkprøver fra Grise fjorden, 1986. D = dinoflagellat, K = kiselalge, F = flagellat

Art	16.7	6.8	28.8	11.9	27.11
<i>Ceratium tripos</i> (D)	+			+	
<i>Goniodoma pseudogoniaulax</i> (D)	+				
<i>Prorocentrum minimum</i> (D)	0				
<i>Leptocylindrus danicus</i> (K)	+				
<i>Dinophysis norvegica</i> (D)		+			
<i>Pyrophacus horologicum</i> (D)		+			
Uidentifiserte flagellater (F)		0			
<i>Kofoidinium velleloides</i> (D)			0	+	
<i>Ceratium fusus</i> (D)				+	
<i>Ceratium furca</i> (D)				+	+
<i>Gonyaulax polyedra</i> (D)				+	
<i>Dinophysis acuta</i> (D)					
<i>Eutreptiella cf. braarudii</i> (F)					+

Tabell 10. Dominerende planktonalger i håvtrekkprøver fra Tjørsvågbukta, 1986. D = dinoflagellat, K = kiselalge.

Art	16.7	6.8	28.8	16.10	27.11	18.12
Ceratium fusus (D)	0	+		+		
Dinophysis norvegica (D)	0	0				
Ceratium furca (D)			+		0	0
Dinophysis acuta (D)				+	+	+
Uidentifisert liten kiselalge (K)					+	

Tabell 11. Dominerende planktonalger i håvtrekkprøver fra Lafjorden, 1986. D = dinoflagellat, K = kiselalge.

Art	16.7	6.8	28.8	11.9	16.10	13.11	27.11
Dinophysis norvegica(D)	+	0	+				
Skeletonema costatum(K)	0						
Ceratium furca (D)			0	+		0	0
Dinophysis acuta (D)			+	+		+	+
Ceratium tripos (D)				+			
Ceratium fusus (D)				+			
Polykrikos sp. (D)					0		

Tabell 12. Dominerende planktonalger i håvtrekkprøver fra Søndre Kjeøy, 1986. D = dinoflagellat, K = kiselalge.

Art/Dato	16.7	6.8	28.8	11.9	16.10	13.11	27.11
Dinophysis norvegica (D)	0	0				+	
Skeletonema costatum (K)	0						
Protoperidinium crassipes(D)		+					
Ceratium furca (D)			0	0		0	0
Leptocylindrus danicus (K)					0		
Dinophysis acuta (D)							+

Tabell 13. Størrelsen av totalbestanden av planktonalger, 1986.
(Celler/ $1 \cdot 10^3$).

Lokalitet	19.6	3.7	16.7	6.8	28.8	11.9	24.9	16.10	13.11
Grisefjorden	7722	5887	2532	3291	1645	1835	3102	-	253
Tjørsvågbukta	7466	10318	4494	2405	2405	3165	2595	886	317
Lafjorden	8609	8039	1772	1772	1772	2272	1899	253	222
S. Kjeøy	6393	4494	7709	222	513	1519	9506	950	128

Tabell 14. Oversikt over forekomsten av dominerende arter, totalbestand og hovedgrupper i Grisefjorden, 1986.
(Celler/ $1 \cdot 10^3$).

Art/Dato	19.6	3.7	16.7	6.8	28.8	11.9	24.9	13.11
<i>Skeletonema costatum</i>	5950	2975						
<i>Prorocentrum minimum</i>	253	443						
Flagellater indet.	696	380	1076	1139	1203	1139	1456	95
Cryptophyceae indet.	190	63	760	443	127	190	253	
<i>Chaetoceros</i> spp.		1519	317					
<i>Emiliana huxleyi</i>			190	823				
Dinoflagellater indet.				253	190			
<i>Nitzschia closterium</i>						190	317	
Diatomeer indet.							1013	
Dinobryon sp.								127
Totalbestand	7722	5887	2532	3291	1645	1835	3102	253
Diatomeer	6330	4494	316	0	0	189	1329	0
Dinoflagellater	253	443	2	253	198	126	10	32
Andre	1266	823	2215	3038	1456	1519	1772	222

Tabell 15. Oversikt over forekomsten av dominerende arter,
totalbestand og hovedgrupper i Tjørsvågbukta, 1986.
(Celler/ $1 \cdot 10^3$)

Art/Dato	19.6	3.7	16.7	6.8	28.8	11.9	24.9	16.10	13.11
<i>Skeletonema costatum</i>	5950	6393	2025						
<i>Prorocentrum minimum</i>	127	1013							
Flagellater indet.	253	380	253	950	570	950	633	316	95
Cryptophyceae indet.	253			570	125	380		190	95
<i>Chaetoceros</i> spp.	253	1519	380		443	633	127		
Diatomeer indet.		443			330				
<i>Emiliana huxleyi</i>			1583	443	443	633	1329		
<i>Scrippsiella trochoidea</i>			127						
Dinoflagellater indet.				127					
<i>Heterocapsa triquetra</i>						253	253		
<i>Nitzschia delicatissima</i>								190	
Totalbestand	7466	10318	4494	2405	2405	3165	2595	886	317
Diatomeer	6330	8545	2405	0	823	633	127	190	32
Dinoflagellater	127	1013	127	127	3	253	316	0	33
Andre	570	759	1962	2279	1582	2279	2152	696	127

Tabell 16. Oversikt over forekomsten av dominerende arter,
totalbestand og hovedgrupper i Lafjorden, 1986.
(Celler/ $1 \cdot 10^3$)

Art/Dato	19.6	3.7	16.7	6.8	28.8	11.9	24.9	16.10	13.11
<i>Skeletonema costatum</i>	7090	5381							
<i>Prorocentrum minimum</i>	443	316							
Flagellater indet.	190	380	380	1266	823	1203	443	95	158
Cryptophyceae indet.	380		127			190	380		
<i>Emiliana huxleyi</i>	317	190	696		63	823	950		
<i>Chaetoceros</i> spp.		1076	190	190					
Dinoflagellater		127				127			
Diatomeer indet.					253				
<i>Heterocapsa triquetra</i>					190				
Totalbestand	8609	8039	1772	1772	1772	2272	1899	253	222
Diatomeer	7090	6836	190	190	317	0	63	63	63
Dinoflagellater	443	380	190	127	317	127	0	0	1
Andre	1076	823	1393	1456	1139	2995	1836	190	158

Tabell 17. Oversikt over forekomsten av dominerende arter, totalbestand og hovedgrupper ved Søndre Kjeøy, 1986. (Celler/1*10³)

Art/Dato	19.6	3.7	16.7	6.8	28.8	11.9	24.9	16.10	13.11
<i>Skeletonema costatum</i>	4937	2152	1031			253			
<i>Prorocentrum minimum</i>	127	317							
Flagellater indet.	443	570		158		696	253	506	63
Cryptophyceae indet.	570				95			253	
<i>Emiliana huxleyi</i>		570	190			253	190		
<i>Chaetoceros</i> spp.		253							
Diatomeer indet.		633							
<i>Leptocylindrus danicus</i>			506						
<i>Scrippsiella trochoidea</i>			6000				9000		
Dinoflagellater indet.					95				
<i>Nitzschia closterium</i>						127			
<i>Heterocapsa triquetra</i>						127			
<i>Cerataulina pelagica</i>								127	
Totalbestand	6393	4494	7709	222	513	1519	9506	950	128
Diatomeer	4937	3038	1519	0	63	380	63	190	0
Dinoflagellater	190	317	6000	0	228	127	9000	0	2
Andre	1266	1139	190	222	222	1013	443	760	127

Tabell 18. Oversikt over forekomsten av potensielt giftige arter, 1986. G = Grisefjorden, T = Tjørsvågbukta, L = Lafjorden, K = Søndre Kjeøy. (Maksimumskonsentrasjon = celler/1*1000)

Art	Forekomst	Maks.kons.	Effekt
<i>Dinophysis acuminata</i>	G T L K	0,5	Skjellgift(DSP)
<i>Dinophysis acuta</i>	G T L K	-	" (DSP)
<i>Dinophysis norvegica</i>	T L K	9,5	" (DSP)
<i>Prorocentrum minimum</i>	G T L K	1013	" (VSP)
<i>Alexandrium excavatum</i>	G	-	" (PSP)
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	T K	-	" (PSP)
<i>Gyrodinium aureolum</i>	G T L K	5,5	Fiskedød
<i>Gymnodinium galatheanum</i>	G T L K	-	"

Tabell 19. Dinoflagellater observert i 1986.

Alexandrium excavatum	Nematodinium armatum
ostenfeldii	Noctiluca scintillans
Amoebophrya ceratii	Peridinium inconspicuum
Ceratium furca	Polykrikos schwartzii
fusus	sp.
horridum	Prorocentrum aporum
lineatum	balticum
longipes	micans
macroceros	minimum
tripos	Proto-peridinium bipes
Dinophysis acuminata	brevipes
acuta	cerasus
dens	conicum
norvegica	crassipes
odiosa	depressum
rotundata	divergens
Diplopsalis lenticula	"granii"
Diplopsalis-gruppen	mariae-lebourae
Ebria tripartita	oceanicum
Fragilidium subglobosum	ovatum
Goniodoma pseudogoniaulax	pallidum
Gonyaulax digitale	pellucidum
grindleyi	quarnerense
polyedra	cf. saltans
spinifera	steinii
verior	Pyrophacus horologicum
Gymnodinium elongatum	Zygabikodinium lenticulatum
galatheanum	Scrippsiella trochoidea
Gymnodiniaceae indet.	Spatulodinium pseudonoclituca
Gyrodinium aureolum	Thecate dinofl. indet.
Heterocapsa triquetra	
Katodinium rotundatum	
Kofoidinium velleloides	

Tabell 20. Diatomeer (kiselalger) observert i 1986.

Amphiprora hylanium	Licnophora sp.
Asterionella glacialis	Melosira moniliformis
Bacteriastrum hyalinum	nummuloides
Ceratauline pelagica	Nitzschia closterium
Chaetoceros affinis	delicatissima
borealis	seriata
compressus	Odontella sinensis
convolutus	Paralia sulcata
curvisetus	Pleurosigma sp.
danicus	Rhizosolenia alata
debilis	delicatula
decipiens	fragilissima
didymus	imbricata
lacinosus	setigera
mitra	styliformis
radians	Skeletonema costatum
simplex	Stephanopyxis turris
socialis	Striatella unipunctata
wighamii	Synedra sp.
spp.	Thalassionema nitzschioides
Cocconeis sp.	Thalassiosira angulata
Corethron hystrix	anguste-lineata
Coscinodiscus concinnus	baltica
radiatus	gravida
Cyclotella caspia	hyalina
Cymatosiraceae indet.	sp.
Diatoma elongatum	Tropidoneis sp.
Ditylum brightwellii	Pennate diat. indet.
Eucampia zodiacus	Sentriske diat. indet.
Grammatophora sp.	
Guinardia flaccida	
Lauderia borealis	
Leptocylindrus danicus	
mediterraneus	
minimus	

Tabell 21. Planktonalger utenom diatomer og dinoflagellater i 1986.

Acanthoica quattropsina	Emiliana huxleyi
Calycomonas ovalis	Euglenophyceae indet.
Carteria sp.	Eutreptiella sp.
Chrysochromulina sp.	Halosphaera viridis
Coccolithophorider indet.	Mesodinium rubrum
Cyanophyceae indet.	Micrasterias sp.
Dictyocha fibula	Phaeocystis pouchettii
Dinobryon divergens	Pterosperma cristatum
pediforme	vanhoefenii
sp.	sp.
Distephanus speculum	Spirulina sp.
	Flagellater indet.

4.3. Siktedyp

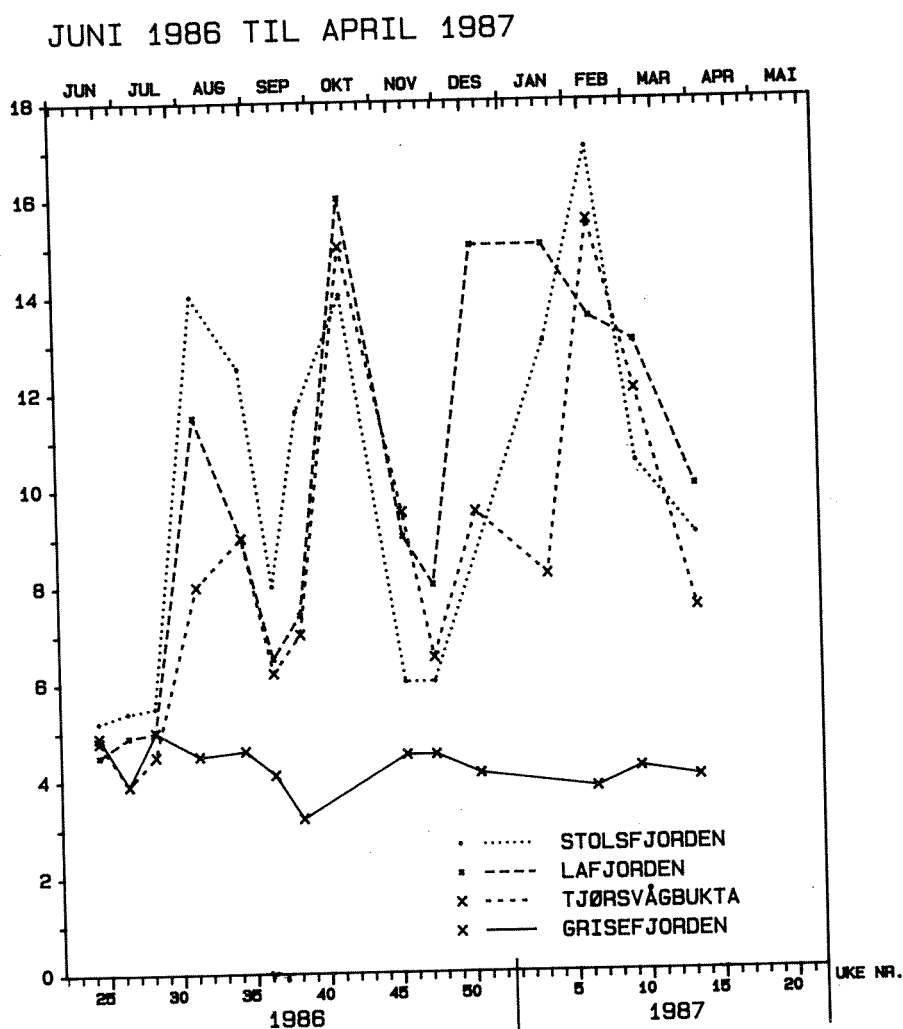
Siktedypet gir et mål på overflatevannets gjennomsjinnelighet. Lavt siktedyp betyr stor planteplanktonproduksjon i overflatelaget eller/og stor tilførsel av oppløste eller partikulære stoffer. Figur 8 viser siktedypet i Flekkefjorden. I Grisefjorden var siktedypet gjennomgående lavt (3-5 meter), mens de øvrige fjordene viste store variasjoner. Når planteplanktonbiomassen regulerer siktedypet vil det bli en årstidsvariasjon med lave siktedyp ved oppblomstringer (vår,-sommer og høst) og store siktedyp vinterstid ved liten algebiomasse. Grisefjorden følger ikke dette mønster. Lavt siktedyp vinterstid i Grisefjorden betyr påvirkning av andre faktorer enn planteplanktonbiomassen, f.eks. humusrikt ferskvann eller utslipp til Grisefjorden.

Tabell 22. Siktedyp (meter) i Grisefjorden, Tjørsvågbukta, Lafjorden og Stolsfjorden i perioden juni-september 1986.

Fjordområde	Middel.	Maks.	Min.
Grisefjorden	4.3	5.0	3.2
Tjørsvågbukta	6.2	9.0	3.9
Lafjorden	6.9	11.5	4.5
Stolsfjorden	8.9	14.0	5.2

Tabell 22 viser at siktedypet var minst i Grisefjorden og økte med økende avstand fra Flekkefjord. Sammenlignet med andre forurensede områder var siktedypet i Grisefjorden omtrent som den forurensede

Vestfjorden i indre Oslofjord (4.4 meter), men klart bedre enn for eksempel Frierfjorden (2.9 meter) og Drammensfjorden (2.8 meter). I Tjørsvågbukta og Lafjorden var siktedypet lavt, trolig sammenfallende med høy planteplanktonbiomasse.



Figur 8. Variasjonen i siktedyp (meter) i Flekkefjorden 1986-1987.

Statens institutt for folkehelse har satt en nedre grense for siktedypet (2-3 meter) for tilfredsstillende sikt for friluftsbad (SIFF 1976). Tjørsvågbukta, Lafjorden og Stolsfjorden oppfyller dette krav, mens Grisefjorden ligger på "riktig" side, men dog nære grensen.

Siktedypet gir også et grovt mål på fotosyntesesesonens dyp. Den nedre grensen kan anslås til det dobbelte av siktedypet. For Grisefjorden betyr dette at planteplanktonet får tilstrekkelig lys ned til mellom 6-10 meters dyp, men produksjonen kan til tider være begrenset til grunnere dyp på grunn av hydrogensulfidholdige vannmasser. For Tjørsvågbukta tyder målingene på at nedre grense for planktonproduksjon varierte mellom 8-18 meters dyp, og for Lafjorden mellom 10-20 meters dyp.

4.4. Næringssalter

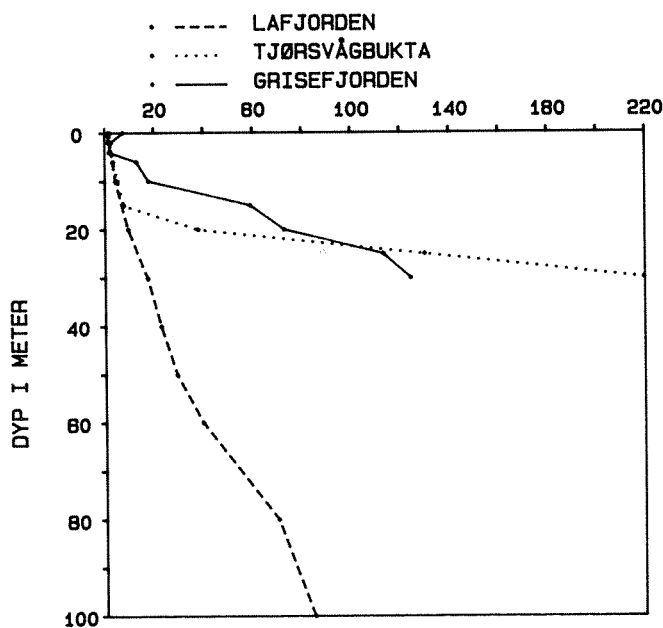
Næringssaltene fosfat, nitrat og ammonium gir opphav til planteplanktonvekst. De tilføres fjordsystemet ved avrenning fra land, med nedbør, fra kloakkutslipp og via vannutskiftning. Store tilførsler begunstiger en stor algeproduksjon og er den direkte årsaken til eutrofiering (overgjødning). Underskudd av et av næringssaltene i forhold til de andre kan begrense algeveksten.

Figur 9 til 11 viser gjennomsnittlige verdier av næringssalter i fjordområdet for perioden juni til september 1986 (7 tokt). I vedlegg er tidsisopleter av ortofosfat, nitrat og ammonium fra Lafjorden presentert. Ortofosfatverdiene (fig. 9) var gjennomgående lave i vannmassene over terskeldyp. I dypvannet var konsentrasjonen høy i Grisefjorden og Tjørsvågbukta. På to av toktene var ortofosfatkonsentrasjonen lavere enn deteksjonsgrensen ($< 2 \mu\text{g/l}$) i Grisefjorden og Tjørsvågbukta (16/7 og 28/8) ned til 6 meters dyp og ned til ca. 10 meters dyp i Lafjorden (28/8).

Nitratkonsentrasjonen (fig. 10) var høyest i Grisefjordens og lavest i Lafjordens overflatevann. Størst gradient viste imidlertid ammoniumkonsentrasjonen (fig. 11). I Grisefjorden var det en klar overkonsentrasjon av ammonium i overflatevannet og dessuten en kraftig økning på ca. 10 meters dyp, sammenfallende med beregnet innlagringsdyp for avløpsvannet fra garveriet.

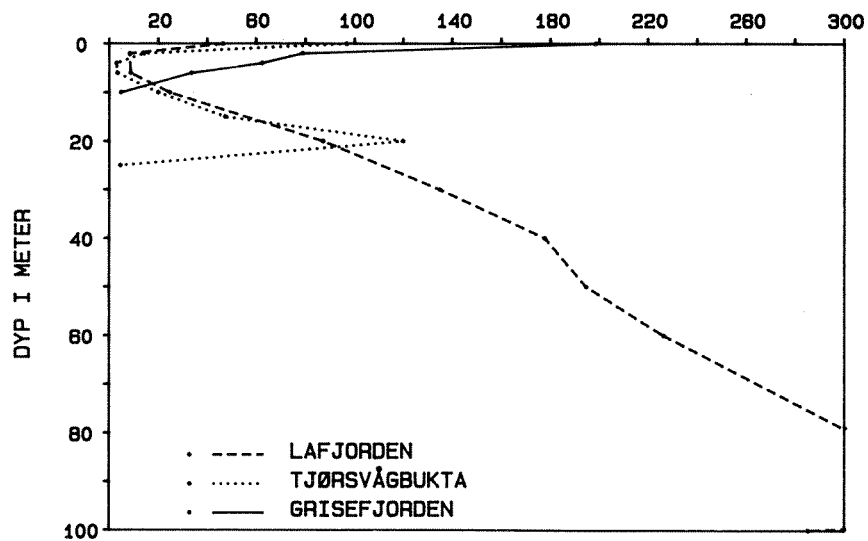
I dypvannet økte ammoniumkonsentrasjonen i Grisefjorden og Tjørsvågbukta samtidig som nitrattet forsvant. Dette er en følge av nedbrytning av organisk materiale under oksygenforbrukende prosesser som gir en akkumulasjon av ammonium i oksygenfritt dypvann og en reduksjon av nitrat. Lafjordens dypvann var nesten gjennomgående oksisk og gav således høye nitratverdier og lave ammoniumverdier.

FLEKKEFJORD ORTOFOSFAT (MYG/L)
MIDDELVERDI JUN-SEPT. (7 TOKT)

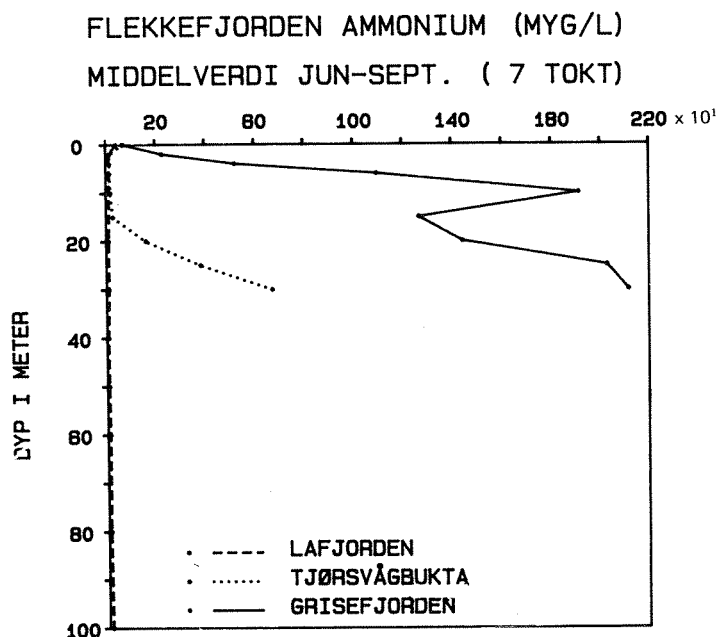


Figur 9. Middelerdi av PO₄-P (µg/l) i Flekkefjorden juni-september 1986 (7 tokt).

FLEKKEFJORDEN NITRAT (MYG/L)
MIDDELVERDI JUN-SEPT. (7 TOKT)



Figur 10. Middelerdi av NO₃-N (µg/l) i Flekkefjorden juni-september 1986 (7 tokt).



Figur 11. Middelerdi av $\text{NH}_4\text{-N}$ ($\mu\text{g}/\text{l}$) i Flekkefjorden juni-september 1986 (7 tokt).

Tabell 23 viser middelerdier av TOT-N og TOT-P konsentrasjonen i Flekkefjordens overflatevann sammenlignet med andre fjordområder.

Tabell 23. Gjennomsnittlig konsentrasjon i sommerhalvåret av nitrogen og fosfor i Flekkefjorden, Drammensfjorden, Oslofjorden og Frierfjorden.

Fjordområde	TOT-N $\mu\text{g}/\text{l}$	TOT-P $\mu\text{g}/\text{l}$	N/P (vekt)	Ant. obs.
Grisefjorden	468	7.8	60:1	4
Tjørsvågbukta	401	11.3	35:1	4
Lafjorden	283	10.3	27:1	4
Drammensfjorden	455	9.5	47:1	31
Indre Oslofjord Havnebassenget	484	72	7:1	18
Frierfjorden	996	21	47:1	26

Det er tatt få observasjoner i Flekkefjorden sammenlignet med de øvrige fjordene. (Observasjonene fra Oslofjorden er fra perioden før avløpsvannet i Oslo ble knyttet til det nye renseanlegget.) Totalnitrogenkonsentrasjonene i Grisefjorden og Tjørsvågbukta ligger således i samme nivå som de mest forurensede fjordene. Det er bare Frierfjorden med spesielt store nitrogenutslipp som har klart større konsentrasjoner. Lafjordens nitrogenkonsentrasjoner ligger også over det nivå som kan sies å være normalt i et ikke påvirket område ($< 200 \mu\text{g/l}$).

Totalfosforkonsentrasjonene i Flekkefjorden er noe lavere enn for de øvrige områdene, unntatt Drammensfjorden. Grisefjorden har også lavere konsentrasjoner enn Tjørsvågbukta og Lafjorden.

Planteplanktonets gjennomsnittlige (cellulære) sammensetning med hensyn på karbon, nitrogen og fosfor er 41:7:1 (vektbasis) eller et nitrogen/fosfor-forhold på ca. 7:1. Høye N/P-forhold skulle derfor indikere fosforbegrenset produksjon. Grisefjorden har et meget høyt N/P-forhold og primærproduksjonen er potensielt fosforbegrenset. N/P-forholdet synker i Tjørsvågbukta og Lafjorden som en følge av avtakende nitrogenkonsentrasjoner, men også ved noe økende fosforkonsentrasjoner. Fortsatt er forholdet så høyt at fosforbegrenset planteplanktonvekst er sannsynlig. Avtakende nitrogenkonsentrasjoner viser imidlertid at overskuddet av nitrogen blir suksessivt brukt og økende fosforkonsentrasjoner viser en økt fosfortilførsel i Tjørsvågbukta og Lafjorden. Forklaringen på dette kan være en tilførsel av kommunal husholdningskloakk med lavt N/P forhold (5-6:1) som gir en tilførsel av fosfor, samt at det også skjer en tilførsel fra dypere lag gjennom medrivningen av saltere vann i overflatelaget (den estuarine sirkulasjonen).

Det uorganiske N/P-forholdet (dvs. nitrat+ ammonium/ortofosfat) gir informasjon om forholdet mellom direkte tilgjengelige næringsalter for planteplanktonproduksjonen. Tabell 24 viser ekstremt høyt N/P-forhold i Grisefjorden (medianverdi av 7 tokt) på 2-10 meters dyp og i overflaten i Tjørsvågbukta og Lafjorden.

Tabell 24. Medianverdier av uorganisk (N/P-vektforhold) og oksygenmetning (%) i Grisefjorden, Tjørsvågbukta og Lafjorden fra 7 tokt i perioden juni til september 1986.

DYP (m)	Grisefjorden		Tjørsvågbukta		Lafjorden	
	N/P	(O ₂ %)	N/P	(O ₂ %)	N/P	(O ₂ %)
0	38	108	116	107	78	118
2	165	130	15	112	12	116
4	408	114	5	114	-	-
6	545	50	3.5	110	7	111
10	322	11	3.3	99	9	108
15	35	H ₂ S	4.3	84	-	-
20	21	H ₂ S	7.6	29	9	98
25	18	H ₂ S	3.2	3	-	-
30	16	H ₂ S	2.9	H ₂ S	8	86
40	-		-		7.6	79
50	-		-		6.3	73
60	-		-		5.6	61
80	-		-		4.5	19
100	-		-		3.4	7

Medianverdiene for oksygenmetning viser overmetning når det er (høy) planteplanktonproduksjon. Når oksygenmetningen viser under 100% dominerer nedbrytning over produksjon. Sammenlignes de to verdiene gir resultatene fra Grisefjorden en fosforbegrenset produksjon ned til ca. 4 meters dyp. (Med et gjennomsnittlig siktedyp på 4 meter i Grisefjorden bør nedre grense for primærproduksjonen oftest ligge på ca. 6-8 meters dyp. Den lave oksygenmetningen på 6 meters dyp betyr at dette ikke er tilfellet. Forklaringen kan være toksiske effekter i tillegg til oksygenbehovet til avløpsvannet fra garveriet.)

I Tjørsvågbukta var det potensiell fosforbegrenset produksjon ned til ca. 2 meters dyp og nitrogenbegrenset produksjon mellom ca. 4-10 meters dyp. I Lafjorden dominerte produksjonen over nedbrytningen ned til 10-15 meters dyp og produksjonen var fosforbegrenset ned til ca. 2 meters dyp og hverken nitrogen eller fosforbegrenset mellom 6-20 meters dyp.

Nedbrytning av marint materiale (planteplankton) vil gi et N/P-forhold på ca. 7:1. I vann med oksygenmetning eller nær sedimentoverflaten kan forholdet være lavere på grunn av at nitrogenet fjernes via denitrifisering (nitrat reduseres via ammonium til nitrogen-gass).

I Grisefjorden var N/P-forholdet fortsatt høyt på 6-10 meters dyp på tross av lav oksygenmetning. Ettersom utslippet fra garveriet innlagres på dette nivå må det være forklaringen til det høye N/P-forholdet. I Grisefjordens dypere vannmasser var det fortsatt høyere N/P-forhold enn 7:1 på tross av hydrogensulfidholdige vannmasser. De lavere N/P-forholdet tyder på en denitrifikasjon, men de store tilførsler av nitrogen fra lokale utslipp gir fortsatt høye N/P-forhold.

I Tjørsvågbukta og Lafjorden var N/P-forholdet nær det teoretiske tall for marint materiale når oksygenmetningen var over ca. 30 %. Ved lavere oksygenkonsentrasjon avtok N/P-forholdet, sannsynligvis som følge av denitrifisering.

4.5. Oksygenforhold

De tre fjordavsnittene preges av høy planktonproduksjon i de øvre vannlag. Denne høye planktonproduksjonen samt utslipp av organisk stoff, forbruker oksygen ved nedbrytningen i de dypere vannlag. Oksygenforbruket i dypvannet er generelt større enn oksygentilførselen gjennom vannutskiftningen. Dette medfører dannelse av giftig hydrogensulfid, i stigende grad fra Lafjorden via Tjørsvågbukta til Grisefjorden (figur 12-14).

I Grisefjorden var det tildels meget høye oksygenkonsentrasjoner i de øverste meterne av vannsøylen, med høyeste verdi på 159% metning i 2m dyp den 3/7. På flere av tidspunktene var konsentrasjonene så høye at det var mere enn 100% absolutt metning, det vil si at oksygeninnholdet er høyere enn det som løseligheten av oksygen på det aktuelle dyp skulle tilsi. Dette kan medføre bobledannelse i vannmassen og mulig skumdannelse på overflaten. Tabell 25 viser tidspunkt med mer enn 100% absolutt metning.

Tabell 25. Tidspunkt med mer enn 100% absolutt metning i Grisefjorden.

Dato	19/6	3/7	3/7	16/7	11/9
Dyp	2	2	4	2	2
O ₂ -metn.	130	159	151	131	138
Abs. O ₂ -metn.	107	128	107	108	118

Den 3/7 var den absolutte metningen 128% på 2m dyp. På dette tidspunktet ble det også observert skumdannelse i Grisefjorden. Overmetningen var lavere i 1986 enn i 1985 hvor helt opp til 150% absolutt metning ble registrert. Imidlertid ble det ikke observert skumdannelse på overflaten i 1985, mens derimot i stor grad i 1984. Målingene i 1986 viser imidlertid at skumdannelsen i 1984 ikke var et enkeltstående fenomen, og at man i en så næringsrik lokalitet, med så høy planktonproduksjon som Grisefjorden, må regne med bobledannelse i vannmassen og skumdannelse på overflaten.

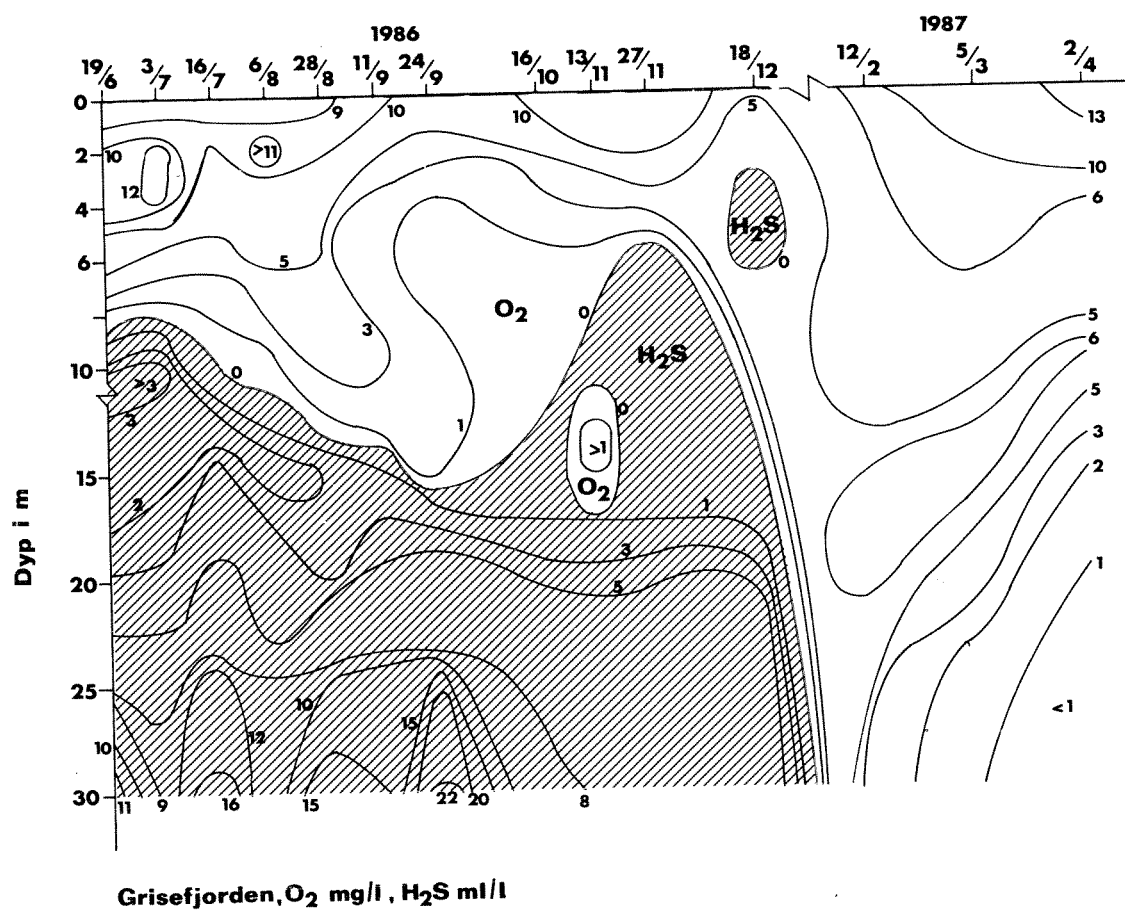
Oksygenforbruket i Grisefjorden er så høyt at vannmassene dypere enn ca. 10 meter vanligvis inneholder hydrogensulfid, fig. 12. I perioder er vannet oksygenfritt på et mindre dyp, som den 27/11 da det var hydrogensulfid allerede i 6m dyp. Det store oksygenbehovet skyldes belastning med organisk materiale fra høy planktonproduksjon, kloakkutslipp og utslipp fra garveriet.

De hyppigere, mindre vannutskiftingene i undersøkelsesperioden var ikke tilstrekkelig til å oksygenere bunnvannet i Grisefjorden, men kun redusere innholdet av hydrogensulfid. Den store vannutskiftingen i januar/februar 1987, oksygenerte bunnvannet, men oksyngjelden var så stor at selv da ble ikke metningen i 25m dyp mere enn 35%. Innstrømming av nytt bunnvann kan også medføre at "gammelt" vann blir "løftet" opp. Eksempel på dette er en hydrogensulfidholdig vannmasse i 4 - 6 m dyp i oktober - desember 1986.

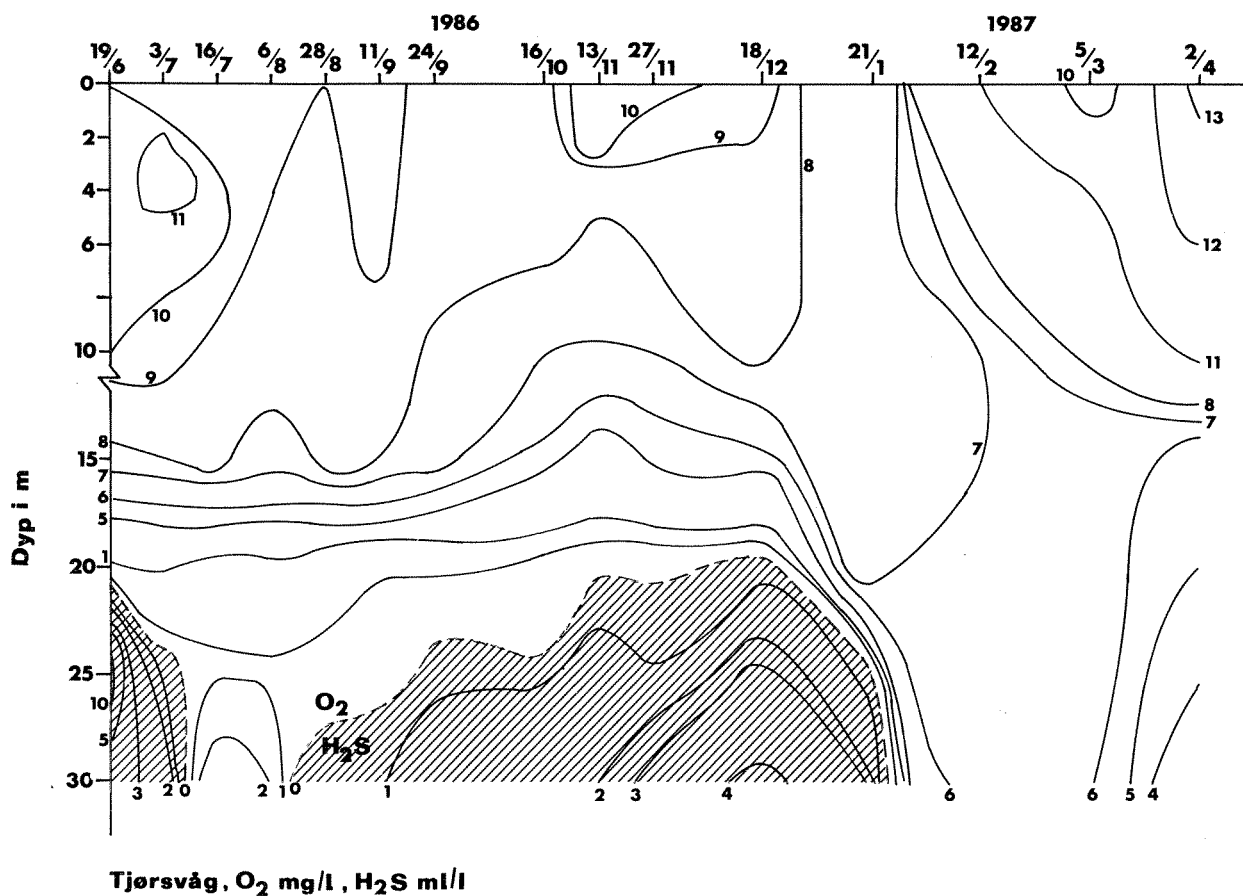
I Tjørsvågbukta var det også høye oksygenkonsentrasjoner i den øvre vannsøylen hvor planktonproduksjonen foregår. Imidlertid var det bare ett tidspunkt hvor den absolutte metningen oversteg 100%. Den 3/7 var den 115% på 2m dyp. Det ble ikke registrert skumdannelse her. Også den 16/7 var det høy absolutt metning, 100% i 2m dyp.

Det var høyt oksygenforbruk i dypvannet i Tjørsvågbukta. I store deler av undersøkelsesperioden var det hydrogensulfid i vannmassene dypere enn 20-25m (figur 13).

I motsetning til i Grisefjorden førte innstrømmingen av nytt vann i juli til oksygenverdier i bunnvannet selv om konsentrasjonene var lave, 28% metning på 30m dyp. Den kraftige utskiftingen i januar/februar medførte 69% metning i 30m dyp. Også her var oksyngjelden så stor at bunnvannet ikke ble fulloksygenert.



Figur 12. Oksygenvariasjonen (mg/l) og hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Grisefjorden 1986-1987.



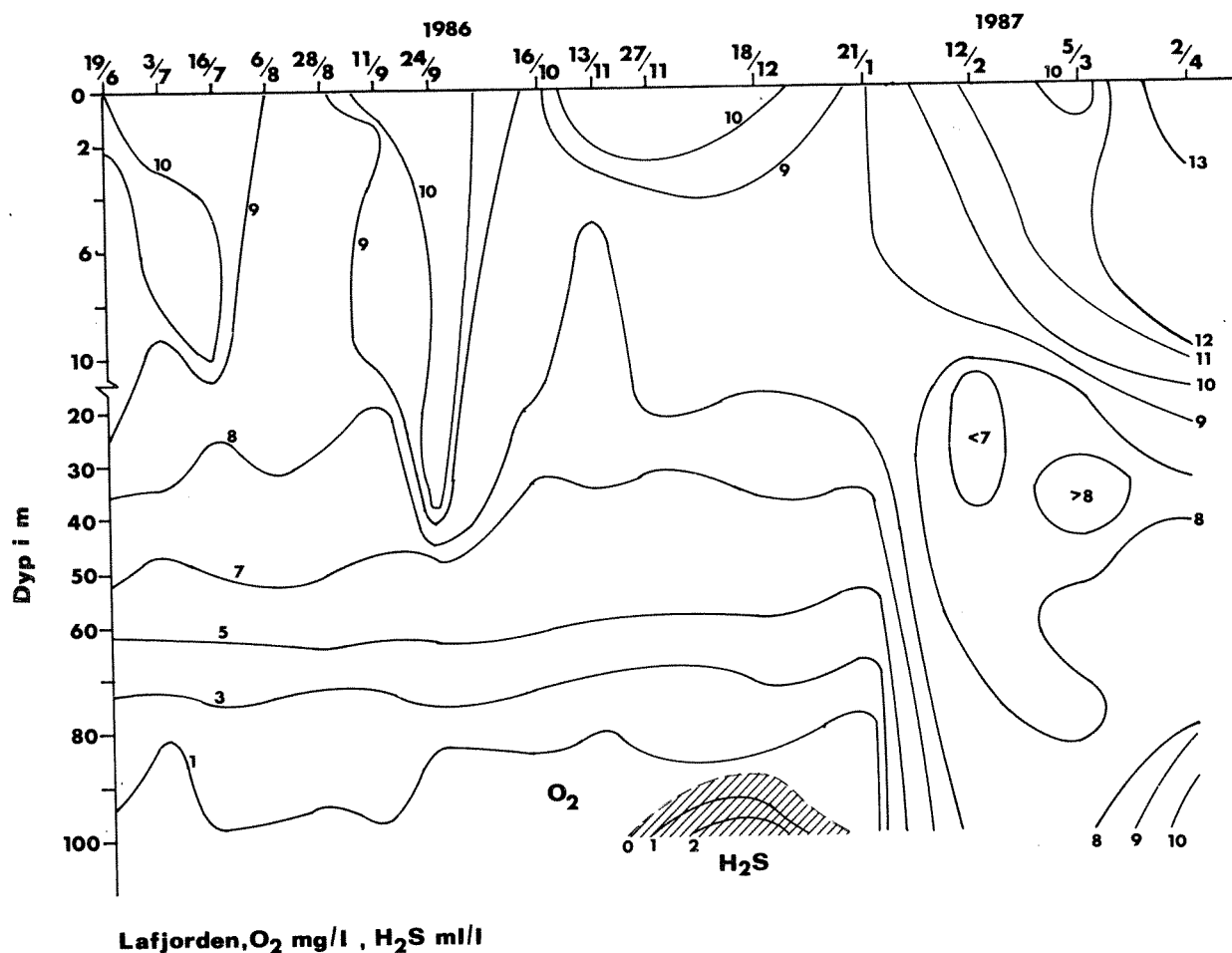
Figur 13. Oksygenvariasjonen (mg/l) og hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) Tjørsvågbukta 1986-1987.

Lafjorden er også preget av høy næringssalt-tilførsel, men planktonproduksjonen er ikke så høy at det er fare for boble- og skumdannelse. Imidlertid er belastningen på dypvannet med organisk materiale så stor at det tidvis dannes hydrogensulfid nær bunnen (fig. 14). Dette ble observert 27/11 og 18/12 og også svært lave oksygenkonsentrasjoner den 21/1 (<1mg/l).

Utskiftningen i januar/februar medførte 87% oksygenmetning i dypvannet i Lafjorden.

Til oppsummering av oksygenforholdene kan det sies at oksygenfor-

bruket i Grisefjorden og Tjørsvågbukta er ekstremt høyt, mens det til tider er svært høyt i Lafjorden. Generelt er det på seinhøsten/ tidlig vinter at vannkvaliteten er dårligst. I terskefjorder som Flekkefjordene, er det trolig at en betydelig del av det organiske materialet brytes ned på sedimentoverflaten og i stigende grad fra Lafjorden til Grisefjorden. Jørgensen (1983) oppgir oksygenforbruket i marine sedimenter til ca 3 - 30 mmol/m²/dag for ca.100 meters dyp. Beregninger for Lafjorden viser at verdiene ligger innenfor dette. For Tjørsvågbukta er verdiene i overkant av det som er rapportert. Konsekvensen er at, i allfall til tider, kan oksygenverdiene i vannmassene nær bunnen (5 - 10m over) forklares ut fra nedbrytning på sedimentoverflaten. Oksyngjelden i sedimentet kan forsinke bedringen i vannkvaliteten i Grisefjorden og Tjørsvågbukta etter at utslippsreduksjoner er gjennomført. Ønskes en nærmere kvantifisering av oksygenforbruket må eksperimentelle målinger eller sedimentfelle-målinger gjøres.



Figur 14. Oksygenvariasjonen (mg/l) og hydrogensulfidvariasjonen (ml/l) i Lafjorden 1986-1987.

4.6. Sedimentundersøkelser

Stasjonsnett er vist i figur 2.

4.6.1. Prøvetakingsoversikt og sedimentbeskrivelse

B = grabbprøver for bløtbunnfauna-analyser

S = kjerneprøver (corer) for sedimentkjemi

EPOC1 = ekstra kjerneprøver for analyse av totalt ekstraherbart persistent organisk klor.

Grisefjorden

Stasjon	Vanndyp	Prøvetype	Bemerkninger
B1	5 m	B	Mørke grått anoksisk mudder.
B2	8 m	B	Mørkt anoksisk mudder. Kraftig lukt av hydrogensulfid.
B3	11 m	B	Mørke brun til sort anoksisk mudder.
S1	24 m	S	80 cm kjerne. Sort anoksisk mudder i hele kjernen.
S2	24 m	S	70 cm kjerne. Nær utslipp fra garveriet. Øvre 50 cm av kjernen sort anoksisk mudder. Nedre 20 cm mye flis. Gassbobler (metan) i kjernen. Også gassbobler fra bunnen ved prøvetakingen.
S3	24 m	S, EPOC1	80 cm kjerne. Sort anoksisk mudder.
S4	26 m	S, EPOC1	80 cm kjerne. Sort anoksisk mudder, nedre 15 cm noe mer brunfarget.
S5	22 m	S	80 cm kjerne. Sort anoksisk mudder i hele kjernen.
S6	30 m	S	80 cm kjerne. Sort anoksisk mudder. Nederste 15-20 cm noe brunere farge.
S7	19 m	S	70 cm kjerne. Sort anoksisk mudder i hele kjernen.

Tjørsvågbukta

Stasjon	Vanndyp	Prøvetype	Bemerkninger
B4	15 m	B	Sort anoksisk mudder. En del "olje" i sedimentet. Rester av huder.
B5	25 m	B	Sort anoksisk mudder. Mye flis i prøven.
B6,S8	35 m	B,S	50 cm kjerne. Sort anoksisk mudder. Nederste 10 cm brunlig, noe mere leire innblandet.
S9	23 m	S	35 cm kjerne. Sort anoksisk mudder. Nederste 10 cm noe mere brunlig leireblandet.
S10	30 m	S, EPOC1	50 cm kjerne. Som stasjon S9.

Lafjorden

Stasjon	Vanndyp	Prøvetype	Bemerkninger
S11	75 m	S	50 cm kjerne. Lys brun silt øvre 20 cm, deretter leire.
BS7	60 m	B,S	50 cm kjerne. Lys silt øvre 10 cm, deretter blåleire.
BS8	80 m	B,S	50 cm kjerne. Brun silt øvre 25 cm, deretter grå/brun leire.
BS9	97 m	B,S,EPOC1	40 cm kjerne. Mørkt organisk silt/mudder. Skarpt skille ved 30 cm. Nederste 10 cm brun silt/leire.
S12	86 m	S	35 cm kjerne. Lysbrun silt øverste 15 cm, deretter grå/brun leire.
S13	77 m	S	35 cm kjerne. Som S12, men noe innslag av sand.

Stolsfjorden

Stasjon	Vanndyp	Prøvetype	Bemerkninger
BS10	94 m	B,S	15 cm kjerne. Lys brun sandig silt.

4.6.2. Innhold av krom og klororganiske forbindelser i sedimentet

Tabell 26. Innhold av krom (ug/g), polyklorerte bifenyler (PCB) (ng/g) og ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOC)(mg Cl/kg) i tørt sediment fra Flekkefjordområdet.

Stasjon	Snitt(cm)	Krom-total	Krom-6	PCB	EPOCL
S3	0-1	7520	<50	---	
S4	0-4			6	0.48
S6	0-1	2550	<50	---	
S10	0-1	320	<50		
S10	0-4			46	0.23
BS9	0-1	390	<50		0.13
BS9	0-4			34	
S12	0-1	40	<50	---	

Det er ekstremt høye kromkonsentrasjoner i Grisefjorden. De er dobbelt så høye som de verdiene som hittil er rapportert i kjente internasjonale tidsskrifter (se tabell 27).

Tabell 27. Maksimum metall konsentrasjoner i sedimenter fra estuarområder. Etter Førstner & Wittmann 1979.

	Ag	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Average shale	0.1	0.3	90	45	0.4	20	95
Rio Tinto Estuary (Spain) ^a	-	4.1	-	1,400	-	1,600	3,100
Restronguet Estuary (United Kingdom) ^b	7	12	1,060	4,500	-	1,620	3,000
Acushnet Estuary (New Bedford Hr) ^c	40	76	3,200	7,500	3.8	560	2,300
Corpus Christi Bay (United States) ^d	-	130	-	-	-	-	11,000
Derwent Estuary (Tasmania/Australia) ^e	-	862 (1,400)	258	- (10,000)	1,130	1,000 (11,000)	10,000 (104,000)
Sörfjord (Norway) ^f	190	850	-	12,000	-	30,500	118,000

^a Stenner and Nickless, 1975. ^b Thornton et al., 1975. ^c Summerhayes et al., 1977. ^d Holmes et al., 1974. ^e Bloom and Ayling, 1977 (values from refineries at outfall). ^f Skei et al., 1972.

Normalverdier er ca.30 µg/g. Det vil si at selv i Lafjorden er konsentrasjonene ca.10 ganger høyere enn normalt. Til sammenligning var

konsentrasjonene i Glomma-estuaret oftest 30-90 $\mu\text{g/g}$ med høyeste verdier på 228 $\mu\text{g/g}$ nær Kronos Titan (Skei 1987). Et grovt overslag over sedimentasjonsareal og konsentrasjoner i sedimentene i Flekkefjordsystemet ga at den øverste centimeteren av sedimentet inneholdt ca. 30 tonn krom. Med en antatt sedimentasjons-hastighet på 3 mm per år, gir dette at ca.10 tonn krom sedimenteres i fjordsystemet årlig. I følge Miljøvernavdelingen i Vest-Agder er utslippet fra Nye Aarenes A/S ca.10 tonn/år. Det betyr at mesteparten av utslippet sedimenteres i fjordsystemet. Det må påpekes at dette er grove overslag, men angir størrelses-orden.

Disse høye tallene har betydning for marine organismer som lever i området og for problemstillingen om eventuell fjordforbedring av Grisefjorden (dvs. tilføre ferskvann eller luft til dypvannet i fjorden for å øke vannutskiftningen slik at vannmassene ikke lengre blir hydrogensulfidholdige). Krom er ett av de 19 prioriterte stoffene på SFTs liste over miljøgifter. Krom kan forekomme i flere oksidasjonstrinn, men treverdig og seksverdig er de som er aktuelle i vandig miljø. Ut fra likevektsbetraktninger skulle treverdig krom oksyderes til seksverdig i vann, men på grunn av lav reaksjonshastighet og at treverdig krom kan danne sterke komplekser, skjer ikke dette alltid. Det er hevdet at treverdig krom lettere oksyderes i nærvær av mangan. Dette kan være et poeng i fjordforbedringssammenheng fordi anoksiske sedimenter med oksygenerte vannmasser over gjerne får høye manganverdier. Hovedmekanismen for sedimentering av treverdig krom er via adsorpsjon til partikler. I motsetning til treverdig krom, er seksverdig krom lett løselig og adsorberes i mindre grad til partikler.

Hvis det gjennomføres fjordforbedringstiltak i Grisefjorden er det derfor mulig at det vil foregå en oksydasjon til seksverdig krom men litteraturen gir ikke noe entydig svar på i hvor stor grad dette vil kunne skje.

Det er rapportert toksiske og subletale effekter av både treverdig og seksverdig krom på marine organismer (Mance et.al., 1984). Det er imidlertid store variasjoner fra art til art. Generelt virker det som om flerbørstemark er mest følsomme, deretter krepsdyr og bløtdyr. Det er lite tilgjengelig informasjon om bioakkumulering av krom i marine organismer.

Det er vanligvis antatt at seksverdig krom er mest giftig. Imidlertid, i følge nyere litteratur er kunnskapen om effekter av kromforurensning mangelfull. Muligens kan også treverdig krom være giftig (Mance

et al., 1984).

Den laveste konsentrasjonen av seksverdig krom i sjøvann som har gitt symptomer på kronisk giftighet, var 30 $\mu\text{g}/\text{l}$ i følge tester gjort av Water Research Center, England. På grunnlag av dette er miljøkvalitetskriterier for krom foreslått (i England) (Mance et.al., 1984). Med hensyn til beskyttelse av marint liv er det foreslått at konsentrasjonen av løst krom (treverdig + seksverdig) i vannmassene ikke må overstige 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ i gjennomsnitt.

Konklusjonen på analysene av krom i sedimentet i fjordene ved Flekkefjord er at det er meget høye konsentrasjoner, i særdeleshet i Grisefjorden. De analysene som er gjort hittil må betraktes som orienterende og det er behov for nøyere oppfølging.

Det ble også analysert på innhold av polyklorerte bifenyler (PCB) og på ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOCl) i sedimentet. Verdiene for PCB var lave og på bakgrunnsnivå. EPOCl-verdiene var i samme størrelsesområde som i ytre fjord i Kristiansand. Dette betyr nok at verdiene er noe høyere enn normalt, men ikke så høye at de foreløpig gir grunn til bekymring.

4.7. Undersøkelser av blåskjell

Det ble innsamlet blåskjell fra to steder, et i Grisefjorden og et i Tjørsvågbukta (se fig. 2). Kromkonsentrasjonene i blåskjellene fra Elva inneholdt 116 $\mu\text{g}/\text{g}$ tørrvekt, mens de ved Sveigeholmen inneholdt 44 $\mu\text{g}/\text{g}$ tørrvekt. Normalverdier i uforurensede blåskjell er 1-5 $\mu\text{g}/\text{g}$ (Knutzen 1983). Det betyr at blåskjellene fra Elva hadde kromverdier mellom 20 og 100 ganger mere enn normalt, og de ved Sveigeholmen mellom 10 og 40 ganger mere enn normalt. Dette er meget høye verdier. Til sammenligning er høyeste verdi funnet i Storbritannia ca.8 $\mu\text{g}/\text{g}$ tørrvekt (Mance et al. 1984).

Den helsemessige risiko for menneskelig konsum av kromforurensede blåskjell er vurdert av Tore Aune, Norges Veterinærhøgskole. Han konkluderer med at de sannsynligvis ikke representerer noen helsemessig risiko, men at datamaterialet er spinkelt og savner informasjon om spredning, kromforbindelsenes kjemiske form og biotilgjengelighet. Videre anbefaler han grundigere undersøkelser. Aune uttaler seg imidlertid ikke om eventuelle skader på marine organismer.

Selv om helsemyndighetene vurderer at konsum av blåskjell ikke

representerer noen helsemessig risiko, må det være helt klart at det er en massiv kromforurensning av området med konsentrasjoner i Grisefjorden som er blant de høyeste i verden for fjordområder. Det er viktig at dette følges opp for å avklare hvilke konsekvenser dette medfører for marint liv i området.

4.8. Sammenfattende vurderinger av fjordsystemet

4.8.1 Grisefjorden

Grisefjorden er en kraftig forurensningsbelastet resipient. Utslippene av nitrogen på 190.000 kg per år tilsvarer ca. 44.000 p.e. og utslipp av organisk stoff ca. 14.000 p.e. Beregnet oksygenbehov til avløpsvannet (kommune og garveriet) er ca. 1.200 tonn/år som kan sammenlignes med utslippet fra Sentralrenseanlegg Vest i indre Oslofjorden, hvor utslippet av oksygenforbrukende stoffer ligger på ca. 7.500 tonn/år. Belastningen pr. arealenhet blir ca. 15 ggr større i Grisefjorden. Omtrent 75% av oksygenforbruket skyldes utslippet til garveriet.

Forholdene i Grisefjorden bærer tydelig preg av den kraftige forurensningstilførselen. I overflatelaget (0-4 meters dyp) er det store planteplanktonoppblomstringer og lavt siktedyp. Gjennomgående store overkonsentrasjoner av nitrogen og lave fosforkonsentrasjoner sannsynliggjør at produksjonen er fosforbegrenset. I de dypere vannmasser er alt liv utryddet som følge av hydrogensulfidholdige vannmasser. Dette skyldes først og fremst utslippet til garveriet men også kommunale utslipp bidrar til situasjonen.

Sedimentene i Grisefjorden er ekstremt forurenset med krom fra garveriet.

De viktigste forurensningene er utslipp av nitrogen og organisk stoff samt miljøgifter (krom). Kildene er utslipp fra garveriet, men også kommunal husholdningskloakk. Effekten av sigevann fra en søppelfylling er foreløpig ukjent.

4.8.2 Tjørsvågbukta

Vannmassene i Tjørsvågbukta bærer også preg av store forurensningstilførseler. Overkonsentrasjoner av næringssalter som nitrogen samt en økt fosfortilførsel gir en stor planteplanktonproduksjon ned til ca. 10 meters dyp og tidvis lave siktedyp. Planktonproduksjonen er fortsatt fosforbegrenset i overflatevannet, men sannsynligvis nitrogen-

begrenset i mellomnivåer (4-10 meters dyp). I dypvannet under 20 meters dyp er det ofte lave oksygenkonsentrasjoner og ofte kan det forekomme hydrogensulfid.

Sedimentene er sterkt forurenset med krom og kromkonsentrasjonen i blåskjell var meget høy.

Forurensningssituasjonen skyldes delvis tilførsel av forurenset vann fra Grisefjorden, dels lokale tilførsler fra kommunal kloakk.

4.8.3 Lafjorden

Vannmassene i Lafjorden bærer også preg av forurensningstilførseler. Det er tidvis stor planteplanktonproduksjon og lavt siktedyp i området. Nedre grense for primærproduksjonen ligger dypere enn i Grisefjorden og Tjørsvågbukta (ned til ca. 20 meters dyp). Produksjonen i overflatevannet (0-2 meters dyp) er sannsynligvis fosforbegrenset (overkonsentrasjoner av uorganiske nitrogenforbindelser) og hverken fosfor eller nitrogenbegrenset i de dypere lag. Den store primærproduksjonen gir lave oksygenverdier i dypvannet fra ca. 60 meters dyp og ved bunn (100 meters dyp) er det observert gjennomgående meget lave oksygenkonsentrasjoner og enkelte tilfeller med hydrogensulfid.

Kromkonsentrasjonen i sedimentene er høye.

Situasjonen i Lafjorden skyldes dels tilførsel av forurenset vannmasser fra Grisefjorden/Tjørsvågbukta, dels lokale utslipp. Det er to dyputslipp i området (utslipp av kommunal kloakk og utslipp fra smoltanlegg). Det kommunale utslippet ligger på 30-35 meters dyp men vil ofte innlagres i fotosyntesesonen og derved bidra til primærproduksjonen. Dette gjelder også for utslippet fra smoltanlegget.

5. VURDERING AV BEHOVET FOR RENSETILTAK

5.1. Dagens situasjon

I et fjordområde med begrenset vannutskiftning vil effekten av den organiske belastningen alltid være større enn i et åpent kystområde også når fjordområdet ikke er belastet med forurensninger. Denne "fjordeffekt" oppstår som følge av en høyere sedimentasjon av planteplankton i områder som er bedre beskyttede mot vinden. Har fjordene dessuten terskler vil dypvannet kunne bli naturlig anoksisk som f. eks. situasjonen er for Framvaren i Farsund kommune.

For å kunne skille mellom naturtilstanden hos en fjord og effekten av forurensninger er det derfor nødvendig med informasjoner om de naturlige transporter i fjorden og deres effekter. I dette prosjektet har observasjonsprogrammet ikke vært tilstrekkelig for å vurdere de naturlige transporter.

Utslippene til fjordene skjer dels ved overflateutslipp, dels ved utslipp på dypet. Til Grisefjorden går garveriutslippet ut på 15 meters dyp og et kommunalt utslipp på ca. 10 meters dyp. Til Lafjorden føres den kommunale kloakken ut på 30-35 meters dyp. Innlagrings og fortynningsberegninger er utført på de tre dyputslippene med den sjiktning som ble observert i 1986-87. Resultatene er vist i vedlegg 1. Avløpsvannet fra garveriet innlagres mellom 10 og 5 meters dyp med en fortykning som varierer fra 20-30 ggr. Sommerstid innlagres avløpsvannet omkring 9-10 meters dyp og med fortykning ca. 20 ggr.

Det kommunale avløpsvannet som slippes ut på ca. 10 meters dyp i Grisefjorden innlagres trolig omkring 4-6 meters dyp med en fortykning på 20-50 ggr. Beregningene er ikke presentert i denne rapport som følge av meget usikre data på vannmengder.

Det kommunale avløpsvannet som føres ut i Lafjorden slippes ut på mellom 30-35 meters dyp. Eksakt utslippsdyp er ikke kjent. Ved utslipp på 35 meters dyp innlagres avløpsvannet mellom 9-27 meters dyp sommerstid, med en primærfortyning på 20-50 ggr.

Vinterstid kan avløpsvannet bryte igjennom til overflaten (som f.eks. januar 87), men hele 80 ggr fortynnet. Normalt innlagringsdyp er omkring 12-20 meters dyp, med ca. 30-50 ggr fortykning. Ved et utslippsdyp på 30 meter blir innlagringsdypet liggende i gjennomsnitt ca. 3-4 meter høgre opp i vannmassen. (I vedlegg 1 er resultatet av de

ulike beregningene vist).

I dag er således dyputslippene slik konstruerte at avløpsvannet oftest helt eller delvis innlagres i fotosyntesesonen. Derved blir næringssaltene direkte tilgjengelige for planteplanktonproduksjonen. I Grisefjorden er trolig dypinnlagring mest effektivt, med kun få tilfeller av innlagring i fotosyntesesonen. I Lafjorden er det motsatt dvs. få tilfeller med innlagring under fotosyntesesonen. Med den konstruksjon utslippet har idag og med en utslippsmengde som følger maksimal pumpekapasitet på ca. 118 l/s, må utslippsdypet økes til 50 meter for å sikre lengre tids innlagring under fotosyntesesonen. Også med dette utslippsdyp vil avløpsvann ved noen tilfeller kunne trenge opp til ca. 18 meters dyp sommerstid, men dette vil ikke ha større betydning for planteplanktonproduksjonen.

For å kunne beregne effekten av dagens utslipp på fjordområdet er det viktig å vite hvor tilgjengelige næringssaltene kan være for planteplanktonet. Ut fra innlagringsberegningene kan garveriutslippet foreløpig behandles som et dyputslipp, mens øvrige utslipp blir behandlet som "overflatelagsutslipp", dvs. næringssaltene gjøres direkte tilgjengelige for planteplanktonproduksjon.

En indirekte måte å se hvor stor forurensningsbelastningen er på fjordsystemet idag er å beregne hvor lang tid etter en dypvannsfornyelse det vil ta å redusere oksygenkonsentrasjonen fra ca. 8 til 4 mg/l med dagens forurensningstilførseler. Tallene for oksygenforbruk er noe modifiserte fra de som er presentert i tabell 7. For de utslipp som tilføres overflatelaget er det beregnet en belastning av de dypere vannmasser av sedimenterende organisk materiale under produksjonssesongen april t.o.m. oktober dvs. 7 måneder. Det er ikke kjent hvor stor del av planteplanktonet som sedimenterer, men Wassmann (1986) angir mellom 60-80 % avhengig av produksjonens størrelse. Her er det valgt å bruke 70 %. Det er kun tatt hensyn til kjente utslipp fra kommunen og industri. Den naturlige transporten ved vannutskiftninger og derved overføring av belastning mellom de ulike fjordene er ikke med.

Reduksjonen av oksygen gir en "halveringstid" for oksygenet i dypvannet. For å opprettholde en oksygenkonsentrasjon på over 4 mg/l (som ikke er en spesielt høy konsentrasjon) må således vannutskiftningen eller vannet oppholdstid ligge på samme nivå.

"Halveringstiden" for hver fjord med dagens belastning blir:

Grisefjorden:	ca. 16 døgn
Tjørsvågbukta:	ca. 108 døgn
Lafjorden:	ca. 800-900 døgn

Sammenlignes halveringstidene med oksygenforholdene i figur 12, er det klart at oksygenkonsentrasjonen i Grisefjorden idag i hovedsak er en følge av forurensningstilførslene. Observasjonene tyder på at det kan forekomme i alt kanskje to dypvannsfornyelser pr. år i Grisefjorden. For å unngå hydrogensulfidholdig dypvann i Grisefjorden må således belastningen minkes til mindre enn 200 kg TOF/døgn. Dette innebærer i praksis at kommunale utslipp og garveriutslippet stoppes.

Tjørsvågbukta er også for sterkt belastet i forhold til dypvannsfornyelsen. En halvering av utslippene i denne fjorddelen skulle kunne være tilstrekkelig for å få bedre oksygenforhold i dypvannet. Imidlertid er situasjonen i Tjørsvågbukta også avhengig av utslipp i Grisefjorden og Lafjorden slik, at et enkelt tiltak her ikke vil gi så gode resultater.

I Lafjorden skulle dypvannsfornyelsen være god nok teoretisk. Observasjonene fra 1986-87 tyder imidlertid på at dypvannsfornyelsen er mindre enn i de grunnere fjordene innenfor. Belastningen fra innenforliggende områder og en liten fornyelse av bunnvann er trolig forklaringen til lave oksygenkonsentrasjoner på 70-100 meters dyp.

For hele fjordområdet vil sammenlagt belastning gi en halveringstid på ca. 100 døgn, dvs. ca. 3.5 måneder. For å holde oksygenkonsentrasjonen på over 4 mg/l må det således skje en fullstendig dypvannsfornyelse hver 3. måned. Med kun en stor dypvannsfornyelse registrert fra juni 86 til april 87 er belastningen på hele området så stor idag at kun en omfordeling av utslippene uten rensing ikke vil gi vesentlig forbedring av forholdene i Flekkefjord.

5.2. Planlagte rens tiltak

De rens tiltak som kommunen planlegger for fremtiden er en overføring av den kommunale kloakken til Lafjorden og utslipp på 30-35 meters dyp. I tillegg vil det også være mulig å overføre utslippet fra garveriet til det kommunale utslippet.

Etttersom det er vist at den totale belastningen av næringsalter og organisk stoff idag er for stor for fjordsystemet er det også

nødvendig med rensing av utslippene.

Aktuelle rens tiltak for den kommunale kloakken er mekanisk biologisk, mekanisk kjemisk og mekanisk kjemisk rensing med denitrifikasjon. For garveriet er samtlige disse alternativer aktuelle hva gjelder nærings saltene, men i tillegg kommer behovet for rensing av tungmetaller (krom). Et aktuelt alternativ er å rense utslippet til garveriet innen utslippet tilføres det kommunale avløpsnett.

5.3. Effekten ved en overføring av avløpsvann til Lafjorden

Tabell 28 viser tilførsel til Lafjorden fra det kommunale rens anlegget ved ulike rens tiltak etter overføring av kommunal kloakk sammenlignet med dagens belastning på fjorden. Dessuten er garveri utslippet lagt til for seg.

Tabell 28. Tilførsel til Lafjorden av kommunal kloakk (i parentes kommunal kloakk + utslipp fra garveriet) etter overføring av kloakk fra Grise fjorden og Tjørsvågbukta, samt dagens tilførsel til Lafjorden. (Rensegrader fremgår av tabell i vedlegg).

Rens tiltak	Utslipp TOT-N kg/år	Utslipp TOT-P kg/år	Utslipp BOF ₇ kg/år
Urenset kloakk	32800 (195800)	5480 (6300)	205300 (505312)
Mek+biologisk	26280 (156700)	4380 (5100)	41000 (101100)
Mek+kjemisk	26280 (156700)	820 (950)	82100 (202100)
Mek+kjemisk+ denitrifikasjon	6570 (39170)	820 (950)	82100 (202100)
Dagens tilf. fra r.a.(1986)	8760	1460	54750

Sett ut fra tilførselstallene er det kun den mest langtgående rensingen som ikke vil øke belastningen på Lafjorden etter en overføring av kommunal husholdningskloakk. Inkluderes utslippet til garveriet vil kun fosforutslippene bli omtrent tilsvarende dagens utslipp.

Oksygenbehovet etter en overføring er beregnet i tabell 29. Beregningen er utført for en fosforbegrenset og en nitrogenbegrenset planteplanktonproduksjon ved utslipp til fotosyntesesonen og for et

dyputslipp hvor nærings saltene forutsettes innlagret under fotosyntesesesonen.

Tabell 29. Beregning av avløpsvannets totale oksygenbehov (TOF) etter overføring av avløpsvann til Lafjorden ved nitrogenbegrenset (N) og fosforbegrenset (P) primærproduksjon samt ved dyputslipp. Beregningen er utført for kommunal kloakk + garveriet.

Rensetiltak	Kommunale tilf. utslipp til overflate kg/år	Kommunale tilf.+ garveri utslipp til overfl. kg/år	Dyputslipp kommunal (k) +garveri k+g
Urenset utslipp	599.300 (P)	693.500 (P)	268.200 k
	526.200 (N)	3.137.500 (N)	1.133.000 k+g
Mekanisk/ biologisk rensing	479.500 (P)	554.800 (P)	134.700 k
	421.000 (N)	2.510.000 (N)	709.900 k+g
Mekanisk/ kjemisk rensing	89.900 (P)	104.000 (P)	161.300 k
	421.000 (N)	2.510.000 (N)	775.400 k+g
Mekanisk/ kjemisk rensing og denitrifik.	89.900 (P)	104.000 (P)	80.200 k
	105.200 (N)	627.500 (N)	292.000 k+g

Av tabellen fremgår at kjemisk rensing og innlagring i fotosyntesesesonen (utslippsdyp 30 meter) gir best resultat, hvis primærproduksjonen er/blir fosforbegrenset. Ved en nitrogenbegrenset primærproduksjon vil oksygenforbruket være omtrent like stort ved et mekanisk/kjemisk rensing utslipp som ved urensing utslipp. Inkluderes garveriet utslippet blir forskjellene meget store. Dette viser på betydningen av å vite hva som begrenser primærproduksjonen i Lafjorden og tilliggende områder ved valg av rensing metode.

For å kunne sammenligne effektene av utslippene etter en overføring til Lafjorden er det i tabell 16 beregnet hvor raskt oksygenkonsentrasjonen reduseres med 4 mg/l ved de ulike rensing tiltakene. Denne "halveringstid" kan sammenlignes med et behov for vannutskifting for at oksygenkonsentrasjonen ikke skal bli lavere enn 4 mg/l.

Tabell 30. "Halveringstider" (døgn) ved overføring av kommunal kloakk og kommunal kloakk + garveriutslippet til Lafjorden beregnet for overflateutslipp (nitrogenbegrenset (N) og fosforbegrenset (P) primærproduksjon) samt effektivt dyp-utslipp (innlagring > 20 meters dyp).

Rensetiltak	Utslipp fra kom (N)	inkl. garv. (N)	Utsl. kom. (P)	inkl. garv. (P)	Dyputslipp	
					Utsl. kom.	inkl. garv.
Urenset	190	32	170	150	380	90
Mek/biolog.	240	40	210	180	750	140
Mek/kjem.	240	40	1.130	980	630	140
Mek/kjem+den.	960	160	1.130	980	1.266	350
Dagens utslipp	630	-	550	-	1.420	-

Hvis all kloakken skulle belaste dypvannet under terskeldyp (direkte eller indirekte via sedimenterende plantep plankton) vil Lafjorden trenge en dypvannsfornyelse på ca. 1 gang pr måned for samtlige rensertiltak unntatt ved rensing av nitrogen (ved nitrogenbegrenset primærproduksjon). Renses også nitrogenet vil Lafjorden behøve en dypvannsfornyelse i halvåret. Med ca. 1 dypvannsutskiftning registrert i 1986-87 vil dette gi lavere oksygenkonsentrasjoner i dypvannet enn idag.

Tabellen viser at samtlige rensertiltak vil gi dårligere forhold i Lafjorden etter en overføring av kommunal kloakk og utslipp fra garveriet. Bare i det tilfelle primærproduksjonen kan anses å være fosforbegrenset ville en innlagring av avløpsvannet i vannmassene over terskeldyp (23 meter) gi en halveringstid større enn dagens.

Vannmassene over terskeldyp fornyes minst 8 ggr. pr år. Denne vannutskiftning vil føre avløpsvann og plankton ut fjorden og den reelle belastningen på dypvannet blir mindre enn her beregnet. For å kunne ta hensyn til vannutskiftningen og reell sedimentasjon bør det utføres observasjoner av dagens sedimentasjon i de tre fjordene, samt i Stolsfjorden. Videre må vannutskiftningen over tersklene registreres.

For å avgjøre hvilket næringssalt som ved en fremtidig overføring vil bli begrensende må videre den naturlige næringssalttransporten observeres slik at det kan beregnes et totalbudsjett for fosfor og nitrogen. Dette vil være av betydning for valg av den mest effektive rensemetode.

I denne sammenheng viser observasjonene fra fjordområdet at de store nitrogentilførslene til Grisefjorden som ikke denitrifiseres, tilføres Tjørsvågbukta og Lafjorden. Næringssaltanalysene viser videre at nitrogenkonsentrasjonen synker i overflatelaget utover i systemet. Dette betyr at nitrogenet blir brukt på tross av en lokalt fosforbegrenset resipient (Grisefjorden). Ved en overføring av avløpsvann til Lafjorden og mekanisk/kjemisk rensing vil det trolig bli en fosforbegrenset primærproduksjon i Lafjorden (overskudd av nitrogen), men nitrogenet vil isteden bli brukt i Tjørsvågbukta og Stolsfjorden. Det er ikke mulig å vurdere effekten av dette ut fra foreliggende kjennskap til området.

Det bør påpekes at de utførte beregningene er konservative dvs. belastningen av utslippene på vannmassene vil i virkeligheten bli noe lavere.

5.4. Behovet for rensing av garveriutslippet

Avløpsvannet fra garveriet inneholder stoffer som vil gi problemer på det kommunale renseanlegget hvis det ikke skjer en egen rensing før det slippes ut på det kommunale nettet. Dette gjelder først og fremst sulfid og krom. Hvis det kommunale renseanlegget inneholder biologiske trinn, kan kromutslippet gi giftvirkninger slik at prosessen går dårlig. Hvis det kommunale anlegget baseres på kjemisk felling vil deler av kromet gå gjennom prosessen (renseeffekt 40-80%) og til resipienten og resten ende opp i slammet. Det kan føre til redusert verdi for slammet som ressurs til jordbruket. Dessuten vil kromholdig avløpsvann i perioder gå i overløp ved de mange pumpestasjonene. Garveriets avløpsvann bør derfor renses separat før innkobling på det kommunale nettet.

Spørsmålet som reiser seg er om renseanlegget ved garveriet bare skal forbehandle vannet for reduksjon av krom og videresende restutslippet til det kommunale renseanlegget. Det bør vurderes rensemetoder som også reduseres ammonium og en del organisk stoff (høyt innhold av organisk stoff i avløpsvannet kan påvirke effekten av den kjemiske fellingen slik at f.eks. fosforreduksjonen blir lavere enn normalt). Dette bør sannsynligvis baseres på partikkelseparasjon, og muligens ammonium-avdrivning. NIVAs VA-gruppe arbeider spesielt med rensemetoder for utslipp til sjøområder og vurderer mulighetene for kombinert kalksjøvannsfelling og ammonium-avdrivning. Krominnholdet vil sannsynligvis også bli borte i en slik prosess. Vi kan derfor tenke oss å utprøve et pilotanlegg basert på denne prosessen i dette

området.

5.5. Utslipp fra smoltanlegget ved Lafjorden

Utslipet fra smoltanlegget ved Lafjord vil etter en overføring av avløpsvann fra Grise fjorden og Tjørsvågbukta kun utgjøre en liten (men ikke uvesentlig) del av totalbelastningen på fjorden. Anlegget tar inn sjøvann i perioder fra ca. 15 meters dyp. Dette vil med dagens utslippsdyp ved det kommunale utslippet bety at det innlagrede avløpsvannet tidvis vil kunne ligge på inntaksdypet til smoltanlegget. For nærmere informasjon vises til vedlegg 1.

5.6. Konklusjoner og anbefalinger

Ved en overføring av avløpsvann fra Grise fjorden og Tjørsvågbukta vil belastningen på Lafjorden øke sammenlignet med dagens belastning også ved langtgående rensing av avløpsvannet. Effektiv dypinnlagring av avløpsvannet slik at dette innlagres godt under terskeldyp vil gi perioder med oksygensvikt hvert år i dypvannet. Minst effekt vil et dyputslipp ha ved mekanisk/kjemisk rensing og denitrifikasjon (nitrogenrensing).

Effekten av innlagring over terskeldyp (ca. 23 meters dyp) er vanskelig å bedømme uten kjennskap til sedimentasjonsforhold og naturlige transporter av vann og næringssalter. Næringssaltdata fra Lafjorden idag tyder på at primærproduksjonen er i balanse over tid m.h.t. fosfor og nitrogen. Mekanisk/kjemisk rensing skulle teoretisk kunne gi en fosforbegrenset resipient og derved vil denne rensemetode gi gunstige lokale effekter. Vil derimot nitrogenet bli brukt i området vil effekten på oksygenforholdene i Lafjorden bli større enn ved ett effektivt dypvannsutslipp.

En anbefaling ut fra de foreliggende observasjoner vil være å velge mekanisk/kjemisk rensing, samt å avsette plass til videre rensing. Dagens utslippsdyp kan beholdes. Etter at rensanlegget er tatt i drift bør forholdene i fjordområdet overvåkes og disse undersøkelsene må avgjøre behovet for videre rensing, alternativt endringer i utslippsdyp.

Utslipet fra garveriet anbefales renses separat på krom og sulfid. Ved valg av rensemetode er det en fordel om det også blir fjernet organisk stoff.

6. BEHOV FOR VIDERE UNDERSØKELSER

Som det fremgår av denne rapporten er det behov for videre undersøkelser uansett hvilke rensetiltak som blir foretatt. Undersøkelsene bør dekke to problemområder: eutrofieringen (overgjødningen) og miljøgiftsproblemet.

6.1. Eutrofieringsproblemet

For å bedre grunnlaget for valg av rensetiltak på utslippet til Lafjorden er det nødvendig å foreta undersøkelser av transporten av næringsalter og organisk stoff i resipienten. Dette innebærer observasjoner av sedimentasjonen, vannutskiftningen og næringssaltforholdene i Stolsfjorden. Det er viktig å inkludere Stolsfjorden da dette område vil motta avløpsvann fra Lafjorden samt at lokale påvirkninger fra f.eks. søppelfyllplass vil ha innflytelse på forholdene i Lafjorden.

Ut fra disse observasjoner vil det bli mulig å sette opp transportbudsjetter og derved forbedre grunnlaget for bedømmelse av vekstbegrensende næringsalt i Lafjorden, samt effektene på Stolsfjorden.

Spredning og fortykning av innlagret avløpsvann bør også studeres. Dette kan gjøres ved å merke avløpsvannet med et farvestoff å følge det i resipienten. Dette vil samtidig gi informasjon om avløpsvannets oppholdstid i fjorden.

Det er videre behov for å avklare nøyere reelt utslippsdyp i Lafjorden idag, samt hvilke vannmengder som vil gå gjennom diffusoren. Videre bør det foretas en vurdering eller observasjoner av sigevann fra søppelfyllingen ved Grisefjorden.

Utslippsberegningene på garveriutslippet bygger på to analyser av avløpsvannet høsten 1987. Etersom dette utslippet dominerer tilførsene i området vil det være et behov for videre analyser for å fastsette avløpsvannets innhold av nitrogen, fosfor og organisk karbon. Analysene bør gjennomføres på filtrert og ufiltrert vann og på samtlige nitrogen- og fosforforbindelser. Avløpsvannet bør også testes på toksisitet overfor planteplankton.

Det er blitt innsamlet prøver av bløtbunnsfaunaen. Disse er lagret og bør opparbeides.

6.2. Miljøgiftproblemet

Undersøkelser som omhandler kromforurensingen i området bør være klart problemorienterte. For det første må spredningen kartlegges. Dette bør innbefatte både sedimenter, blåskjell eventuelt tang og fisk. Det bør også vurderes om effektstudier og toksisitetstester skal utføres.

Det bør gjøres målinger av treverdig og seksverdig krom i vannmassene.

Det bør gjøres eksperimenter på bunnslammet i Grisefjorden som gir svar på bindingsformene av kromet, om det er mobilt eller så sterkt bundet at det vil forbli i sedimentene, utlekkingshastigheter, hva skjer med kromet ved en eventuell oksygenering (restaureringstiltak) av fjorden (løses krom ut ved dypvannsfornyelsene?).

Som allerede nevnt bør det gjennomføres nøyere analyser på avløpsvannet fra garveriert, samt en bedre sammenstilling av kommunale tilførselsdata over vannmengder, utslippsdyp, diffusorkonstruksjon samt vurdering (observasjoner) av sigevann fra søppelfyllingen ved Grisefjorden.

7. LITTERATUR

Bakke, T., Damhaug, T. og J. Magnusson (1981) Vurdering av sigevannsutslipp til Bufjorden fra søppelfyllplass i Saulekilen (Alsand)- Grimstadregionen. Norsk institutt for vannforskning. (0-81001).

Førstner, U. and G.T.W. Wittmann 1979. Metal pollution in the aquatic environment. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 486pp.

Jørgensen, B.B. 1983. Processes at the sediment - water interface. In: The Major Biogeochemical Cycles and Their Interactions. B.Bolin and R.B. Cook (eds.), pp 477-509. SCOPE.

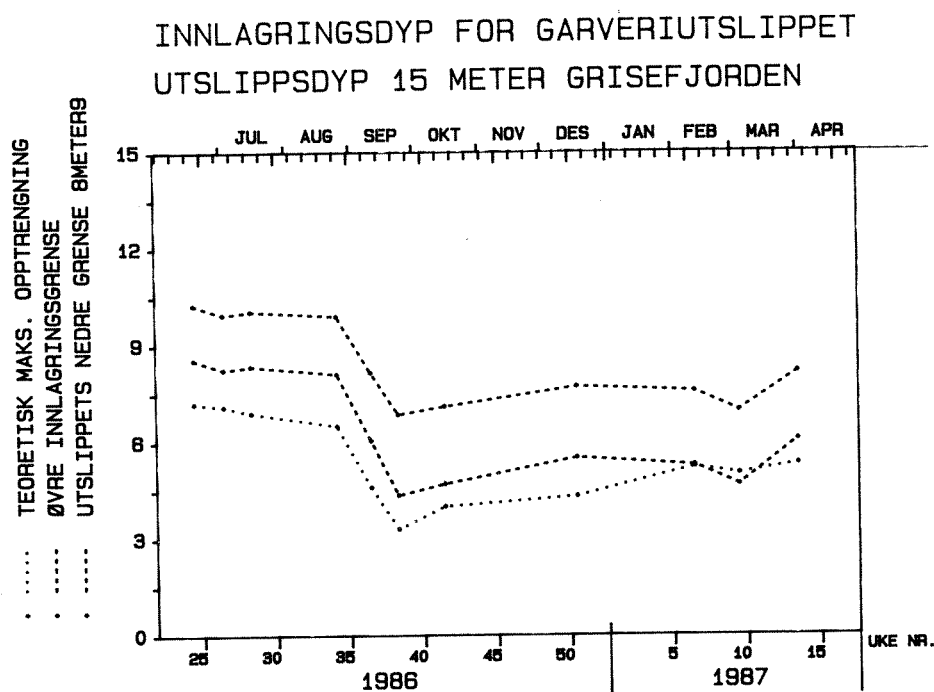
Kristiansen, H., J. Molvær og K.Tangen 1985. Vurdering av forurensnings situasjonen i Grisefjorden/Flekkefjorden sommeren 1984. Notat 0-85120, Norsk institutt for vannforskning, Oslo.

Knutzen, J. 1983. Blåskjell som metallindikator. Vann, 1 :24-33.

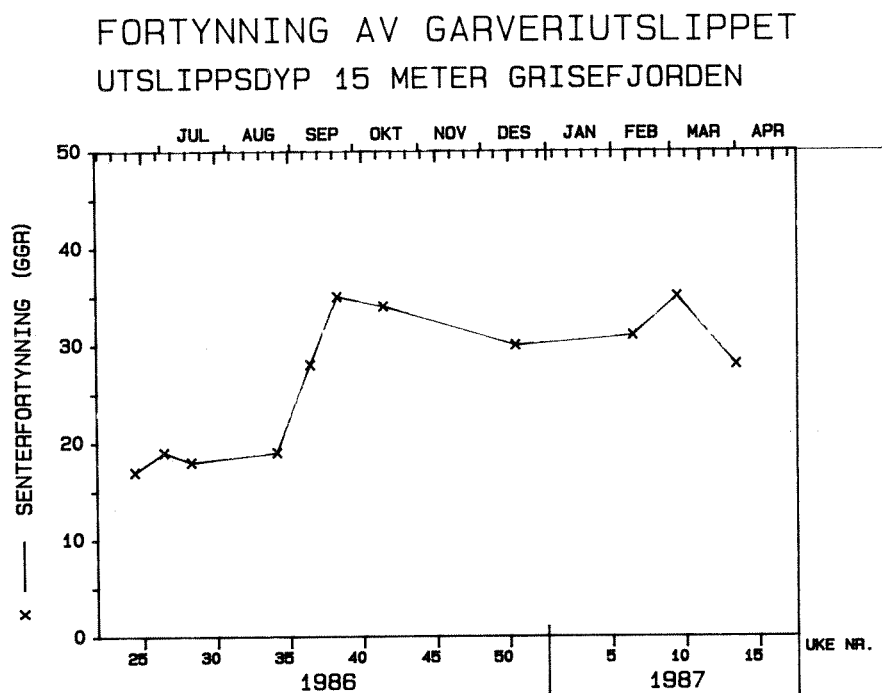
- Kolstad, S., Bokn, T., Kirkerud, L., Molvær, J. og B. Rygg 1976. Resipientundersøkelser av fjordsystemet i Flekkefjordregionen. O-123/72. Norsk institutt for vannforskning, Oslo.
- Mance, G., V.M. Brown, J. Gardiner and J. Yates 1984. Proposed environmental quality standards for list II substances in water. Chromium. Water Research Center (U.K.), Technical report 207, 49pp.
- Molvær, J. 1982. Vannforekomster i Vest-Agder. Vurdering og kommentarer til fysiske-kjemiske analyseresultater fra fjorder i tidsrommet 1978-81. NIVA-rapp. O-81072, Oslo.
- Næs, K. og K. Tangen 1986. Vurdering av forurensningssituasjonen i Grisefjorden/Flekkfjorden sommeren 1985. NIVA-notat O-85071, Oslo/Grimstad.
- SIFF (Statens institutt for folkehelse), 1976. Kvalitetskrav til vann. drikkevann-Vann for omsetning-Badevann. Rev. utg. nov. 1976. Oslo.
- Skei, J. 1987. Kronos Titan A/S. Overvåkning av vannkvalitet og bunnsedimenter i nedre Glomma (Greåker - Løperen), april - september 1986. NIVA-rapp. O-86063, Oslo.
- Wassmann, P., 1986. Benthic nutrient regeneration as related to primary productivity in the west-Norwegian coastal zone. *Ophelia*, 26.

VEDLEGG 1.

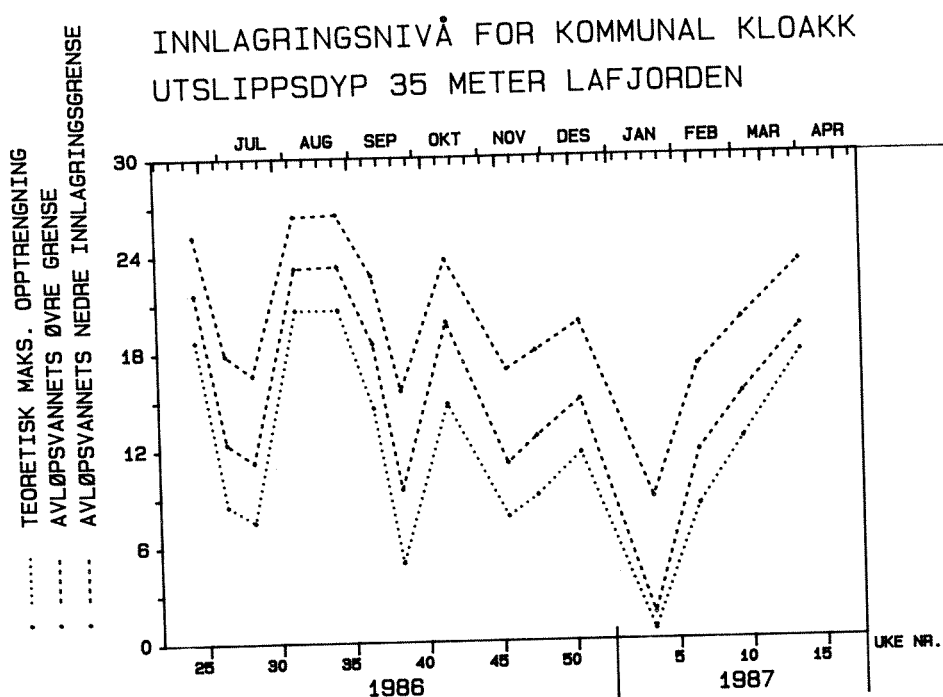
**BEREGNING AV INNLAGRINGSDYP OG FORTYNNING AV AVLØPSVANN
FRA GARVERIUTSLIPPET I GRISEFJORDEN OG DET KOMMUNALE UTSLIPPET
I LAFJORDEN SAMT RESEGRADER VED ULIKE RENSEPROSESSER.**



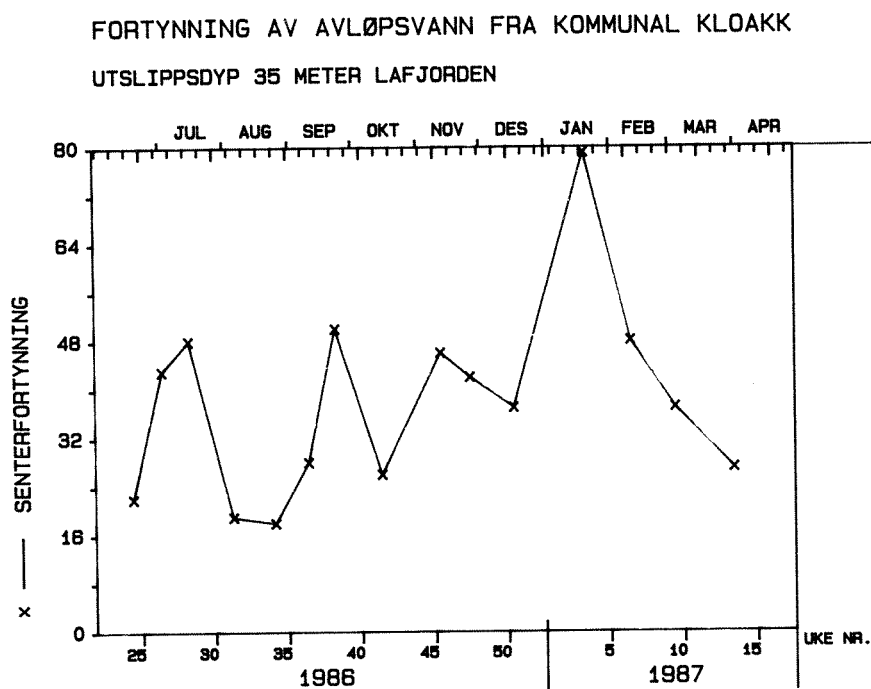
Figur 1. Beregnet innlagringsdyp for garveriutslippet i perioden juni 1986 til april 1987. Utslippsdyp 15 meter.



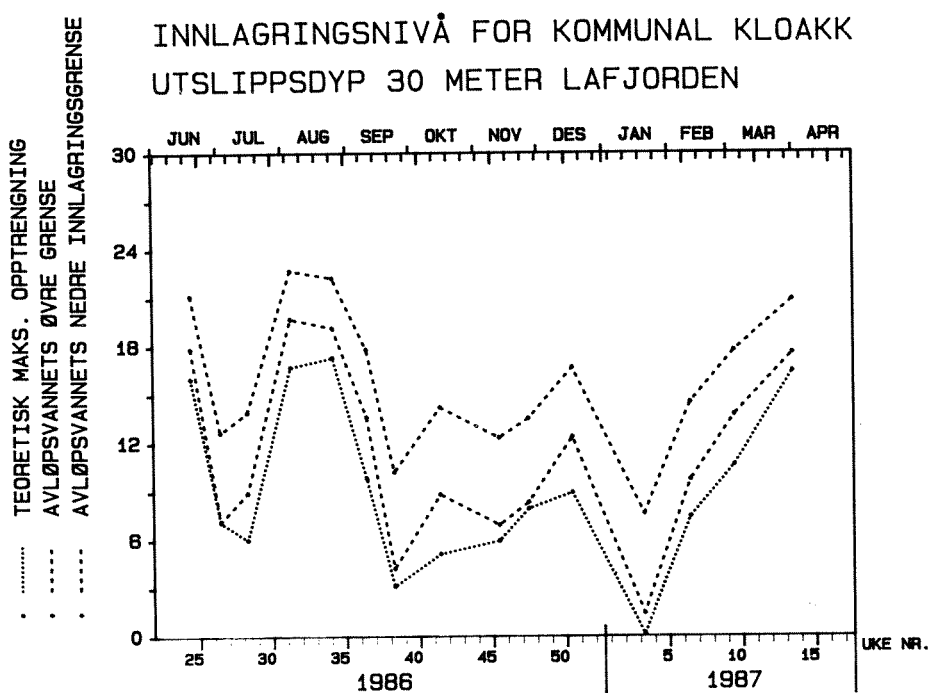
Figur 2. Beregnet senterfortynning på innlagringsdyp for garveriutslippet i perioden juni 1986 til april 1987.



Figur 3. Beregnet innlagringsdyp for kommunalt utslipp til Lafjorden i perioden juni 1986 til april 1987. Utslippsdyp 35 meter.



Figur 4. Beregnet senterfortynning på innlagringsdyp for kommunalt utslipp til Lafjorden i perioden juni 1986 til april 1987.

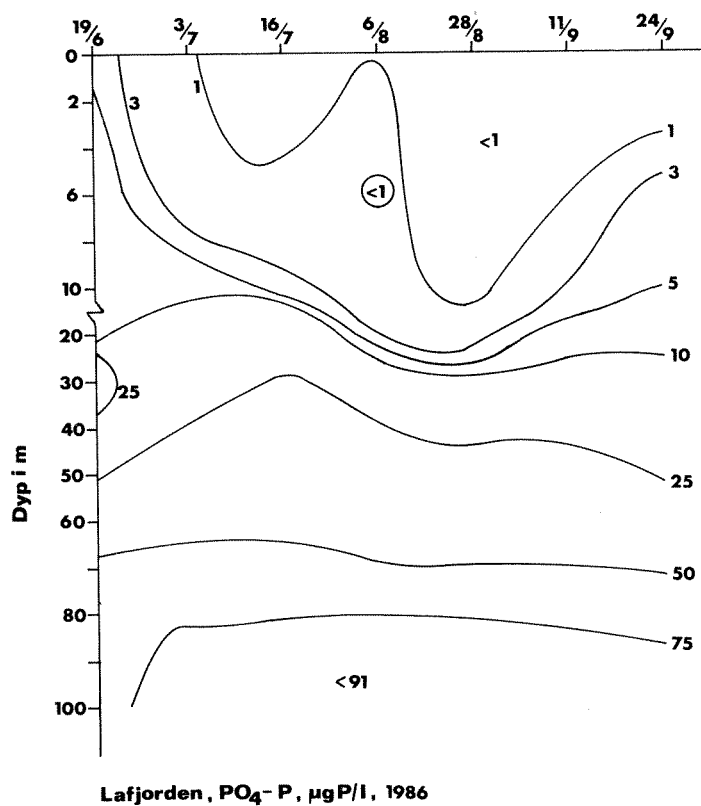


Figur 5. Beregnet innlagringsdyp for kommunalt utslipp til Lafjorden i perioden juni 1986 til april 1987. Utslippsdyp 30 meter.

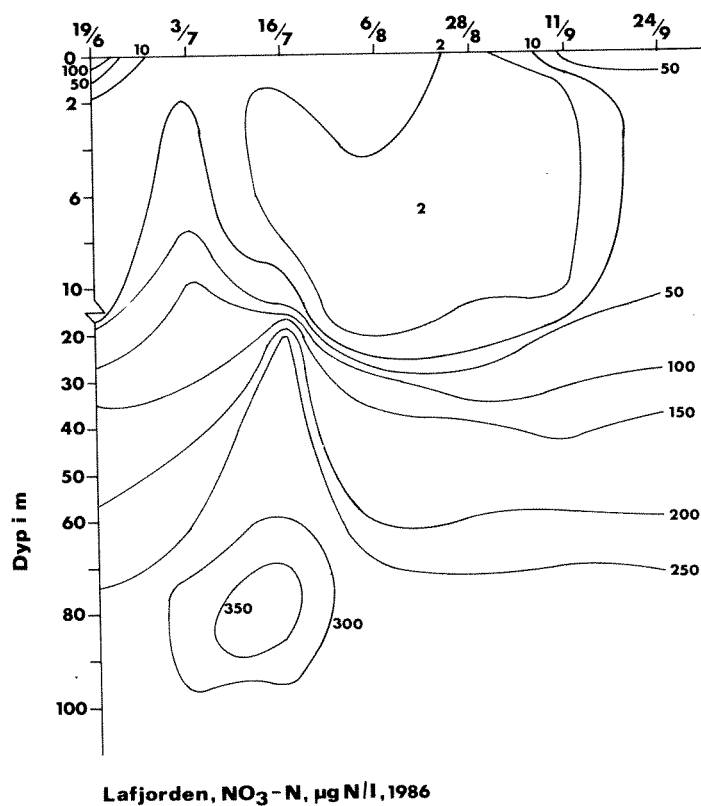
Tabell 1. Renseeffekt (%) ved ulike renseprosesser.

Renseprosess	BOF ₇	TOT-P	TOT-N
Mekanisk rensing	30%	10%	10%
Mekanisk-biologisk rensing	80%	20%	20%
Mekanisk-kjemisk rensing	60%	85%	20%
Mekanisk-kjemisk + denitrifikasjon	60%	85%	80%

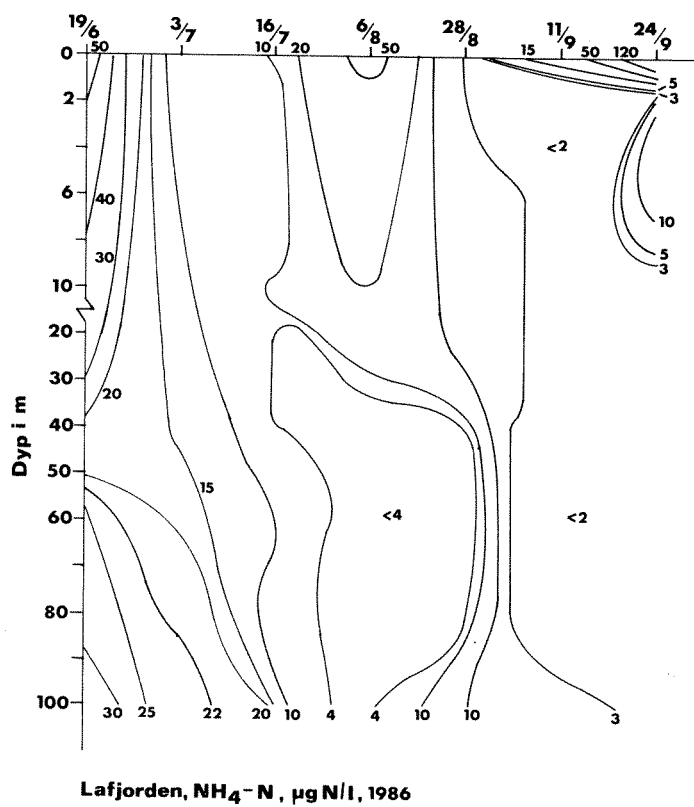
VEDLEGG 2.**HYDROKJEMISKE OBSERVASJONER FRA LAFJORDEN 1986.**



Figur 1. Variasjonen av $\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{g/l}$) i Lafjorden 1986.



Figur 2. Variasjonen av $\text{NH}_4\text{-N}$ ($\mu\text{g/l}$) i Lafjorden 1986.



Figur 3. Variasjonen av $\text{NO}_3\text{-N}$ ($\mu\text{g/l}$) i Lafjorden 1986.

VEDLEGG 3.

HYDROGRAFISKE OG HYDROKJEMISKE DATA SAMT SIKTEDYP 1986-87

Analysene utført ved Vannlaboratoriet ved Agder
Distriktshøgskole; Kristiansand.

GRUSEFJORDEN

STASJON : G1

DATO : 860619

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/1	PO4P µg/1	TOIN µg/1	NO3N µg/1	NH4N µg/1
0.0	17.30	3.940	1.790	9.79	108.0		5.0	3.0	475.0	236.0	35.0
2.0	14.70	19.960	14.530	11.53	130.0		7.0	5.0	365.0	79.0	22.0
4.0	11.80	25.390	19.210	11.32	126.0		6.0	1.0	391.0	224.0	70.0
6.0	9.80	28.100	21.750	6.48	70.0		10.0	7.0	773.0	88.0	500.0
10.0	7.60	29.330	22.910			2.50	56.0	7.0	3318.0		4660.0
15.0	6.30	30.930	24.330			1.60	92.0	7.0	1227.0		1030.0
20.0	6.40	31.300	24.610			3.10	81.0	7.5	1182.0		850.0
25.0	6.50	31.300	24.640			7.40	107.0	100.0	1364.0		1280.0
30.0	6.60	31.430	24.680			11.50	120.0	113.0	1727.0		1517.0

STASJON : G1

DATO : 860703

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/1	PO4P µg/1	TOIN µg/1	NO3N µg/1	NH4N µg/1
0.0	21.10	6.130	2.690	9.66	113.0		9.0	7.0	367.0	215.0	35.0
2.0	21.00	18.000	11.650	12.37	159.0		7.0	2.0	299.0	72.0	32.0
4.0	16.60	25.880	18.660	12.21	151.0		10.0	0.5	263.0	48.0	73.0
6.0	12.10	28.630	21.640	4.37	50.0		14.0	1.5	1018.0	48.0	770.0
10.0	7.00	29.750	23.480			3.26	70.0	7.5	3054.0		2415.0
15.0	6.60	31.000	24.340			1.55	94.0	58.5	1125.0		875.0
20.0	6.60	31.500	24.730			3.75	90.0	47.0	1179.0		805.0
25.0	6.70	31.630	24.820			7.31	93.0	34.5	1446.0		1089.0
30.0	7.00	31.630	24.800			8.89	99.0	33.5	1607.0		1120.0

GRISEFJORDEN

STASJON : G1

DATO : 860716

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	18.60	15.630	10.420	9.74	117.0			3.0		78.0	30.0
2.0	17.80	23.380	16.490	10.58	131.0			<0.5		57.0	84.0
4.0	14.30	28.990	21.500	5.81	70.0			<0.5		35.0	910.0
6.0	12.70	29.260	22.010	3.02	35.0			<0.5		17.0	1375.0
10.0	9.60	30.060	23.180	0.60	11.0			3.5		10.0	2130.0
15.0	6.60	31.120	24.420			3.18		34.5			1710.0
20.0	6.50	31.390	24.530			5.85		54.5			1676.0
25.0	6.50	31.590	24.840			12.40		93.0			2057.0
30.0	6.50	31.660	24.880			16.40		43.0			2245.0

STASJON : G1

DATO : 860806

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	16.20	9.480	6.240	9.74	108.0			23.0		246.0	66.0
2.0	16.20	25.110	18.200	11.35	138.0			2.5		113.0	150.0
4.0	15.70	28.450	20.900	9.33	114.0			0.5		62.0	474.0
6.0	13.60	29.120	21.740	7.19	85.0			1.0		28.0	1560.0
10.0	10.60	29.790	23.440	0.48	5.0			8.5		2.0	1890.0
15.0	6.70	30.590	24.020			2.34		48.0			1770.0
20.0	6.50	31.260	24.560			3.87		84.0			1860.0
25.0	6.50	31.530	24.780			8.07		111.0			2280.0
30.0	6.40	33.530	26.360			8.53		210.0			2520.0

GRISEFJORDEN

STASJON : G1

DATO : 860828

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	14.50	21.050	15.340	9.65	110.0		6.0	<0.5	541.0	115.0	99.0
2.0	16.10	26.250	19.040	10.16	109.0		7.0	<0.5	470.0	64.0	96.0
4.0	16.40	28.160	20.420	9.29	115.0		7.0	<0.5	483.0	51.0	153.0
6.0	14.90	29.530	21.800	5.11	62.0		17.0	1.5	1510.0	44.0	1380.0
10.0	13.00	30.210	22.700	4.15	49.0		17.0	2.0	1419.0	11.0	1260.0
15.0	7.40	30.630	23.940			2.00	62.0	46.5	1597.0		1620.0
20.0	6.80	31.450	24.660			4.60	91.0	89.5	1860.0		1890.0
25.0	6.90	31.450	24.660			10.10	194.0	187.0	2730.0		2720.0
30.0	6.90	31.450	24.660			12.90	210.0	203.0	2760.0		2730.0

STASJON : G1

DATO : 860911

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	12.80	7.720	5.440	10.50	107.0		11.0	7.0	491.0	302.0	120.0
2.0	17.60	27.420	19.610	9.55	122.0		10.0	0.5	484.0	95.0	213.0
4.0	14.80	29.210	21.570	2.61	32.0		30.0	1.5	1566.0	14.0	1116.0
6.0	13.20	30.310	22.470	1.36	16.0		88.0	70.5	1360.0	7.0	1260.0
10.0	13.80	31.000	23.150	5.71	69.0		93.0	81.0	690.0	11.0	510.0
15.0	7.80	30.730	23.470			1.60	138.0	103.0	1620.0		1410.0
20.0	6.70	31.280	24.120			5.20	149.0	103.0	1786.0		1560.0
25.0	6.60	31.420	24.670			10.90	166.0	131.5	2390.0		2370.0
30.0	6.70	31.420	24.670			12.30	172.0	115.0	2250.0		2250.0

GRISEFJORDEN

STASJON : G1

DATO : 860924

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. O/00	TETIHEIT SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	11.70	10.960	8.080	9.28	95.0			8.0		197.0	112.0
2.0	14.50	24.600	18.100	3.75	44.0			6.5		71.0	1005.0
4.0	12.80	30.780	23.180	0.89	10.0			8.0		<2.0	867.0
6.0	11.80	30.780	23.380	0.28	3.0			10.0		<2.0	840.0
10.0	11.80	31.350	23.820	1.94	23.0			16.0		<2.0	537.0
15.0	11.70	31.490	24.030	2.40	28.0			116.0			470.0
20.0	7.10	31.490	24.660			5.80		125.0			1478.0
25.0	6.60	31.490	24.720			20.00		136.0			2420.0
30.0	6.60	31.490	24.720			22.00		153.0			2450.0

STASJON : G1

DATO : 861016

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. O/00	TETIHEIT SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
2.0	12.00					
4.0	12.00	29.800	22.570	2.72	31.0	
6.0	11.90	30.920	23.460	0.21	2.0	
10.0	11.10	31.350	23.940	0.23	2.0	
12.0						
14.0	10.80	31.490	24.110			
20.0	8.20	31.490	24.500			

GRISEFJORDEN

STASJON : G1

DATO : 861113

```

=====
DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET   O2   O2-MET.   H2S
METER GRD.C   0/00  SIGMA-T   MG/L   %         ML/L
-----
0.0   7.20
2.0   7.30
4.0   9.80  25.480  18.820   3.28   34.0
6.0   10.40 28.000  21.260   0.11   1.0
10.0  10.70
12.0  10.70
14.0  10.60 30.940  23.660   1.06   11.0
20.0  8.50
                                           >0.00
                                           >0.00
                                           >0.00

```

STASJON : G1

DATO : 861127

```

=====
DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET   O2   O2-MET.   H2S
METER GRD.C   0/00  SIGMA-T   MG/L   %         ML/L
-----
0.0   6.10
2.0   6.40   3.100   2.440  11.39   97.0
4.0   8.50  18.910  14.660   4.68   46.0
6.0   10.20
10.0  10.70
12.0  10.00
14.0  10.60
20.0  9.00
                                           >0.00
                                           >0.00
                                           >0.00
                                           >0.00
                                           >0.00

```

GRISEFJORDEN

STASJON : G1

DATO : 861218

```

=====
DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET   O2   O2-MET.   H2S
METER GRD.C   0/00   SIGMA-T   MG/L   %         ML/L
-----
0.0   4.00   3.550   2.870
2.0   7.40  19.820  15.490   5.85   57.0
4.0   9.80  28.250  21.750           3.00
6.0  10.10  29.290  22.510           3.00
10.0  9.50  29.880  23.060   0.84   9.0
12.0  9.90  30.180  23.240   3.69  40.0
14.0  9.50  30.180  23.300   1.65  18.0
20.0  9.30  31.360  24.250           5.40

```

STASJON : G2

DATO : 870212

```

=====
DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET   O2   O2-MET.   H2S
METER GRD.C   0/00   SIGMA-T   MG/L   %         ML/L
-----
0.0   1.40   4.430   3.660
2.0
6.0   6.00  30.180  23.790
10.0  5.80  30.770  24.280   2.34  23.0
15.0  4.70  31.210  24.750   5.98  57.0
20.0  4.70  31.210  24.750   6.84  65.0
25.0  7.20  31.660  24.810   3.41  35.0

```

GRISEFJORDEN

STASJON : G2

DATO : 870305

```
=====
DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET   O2   O2-MET.   H2S
METER GRD.C   0/00  SIGMA-T  MG/L      %      ML/L
```

```
-----
0.0   1.60   6.890   5.620   11.60   87.0
6.0   4.40  30.980  24.590   6.93   66.0
10.0  5.30  31.270  24.730   3.60   35.0
15.0  4.40  31.560  25.050   6.93   66.0
20.0  6.00  31.560  24.880   4.72   47.0
25.0  6.80  32.420  25.470   1.68   17.0
```

STASJON : G2

DATO : 870402

```
=====
DYP   TEMP.   SAL.   TETTHET   O2   O2-MET.   H2S
METER GRD.C   0/00  SIGMA-T  MG/L      %      ML/L
```

```
-----
0.0   2.20   4.690   3.880   13.36  100.0
6.0   4.50  30.170  23.940   2.68   25.0
10.0  4.60  31.190  24.740   6.13   58.0
15.0  5.00  31.490  24.940   2.19   21.0
20.0  6.20  31.780  25.030   1.02   10.0
25.0  6.70  31.880  25.050   0.47   5.0
```


TJØRSVÅGBUKTA

STASJON : T1
 DATO : 860619

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	17.50	10.970	7.120	9.85	113.0		12.0	3.0	507.0	186.0	63.0
2.0	14.70	22.680	16.590	10.49	122.0		14.0	7.0	383.0	48.0	23.0
4.0	12.90	27.360	20.640	10.70	124.0		14.0	8.0	317.0	4.0	20.0
6.0	11.70	27.850	21.140	10.69	121.0		15.0	8.5	306.0	<2.0	13.0
10.0	9.50	29.080	22.430	10.22	110.0		11.0	7.0	247.0	<2.0	12.0
15.0	6.00	32.540	25.630	7.56	77.0		24.0	12.0	405.0	112.0	10.0
20.0	6.70	33.150	26.030	2.79	29.0		60.0	30.5	512.0	228.0	30.0
25.0	6.70	33.270	26.120			10.80	275.0	97.0	574.0		278.0
30.0	6.70	33.400	26.210			3.90	848.0	235.0	873.0		850.0

STASJON : T1
 DATO : 860703

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	19.70	18.000	11.980	9.76	121.0		12.0	3.0	364.0	33.0	24.0
2.0	19.10	25.380	17.710	11.02	142.0		10.0	<0.5	276.0	7.0	48.0
4.0	12.00	29.880	22.640	11.15	129.0		9.0	0.5	230.0	<2.0	72.0
6.0	9.50	31.130	24.040	10.46	115.0		11.0	1.5	231.0	4.0	78.0
10.0	7.70	32.250	25.180	9.35	99.0		10.0	3.0	241.0	22.0	87.0
15.0	6.70	33.000	25.920	8.03	84.0		17.0	6.0	320.0	55.0	114.0
20.0	6.70	33.380	26.200	3.17	33.0		29.0	13.0	424.0	248.0	108.0
25.0	6.70	33.500	26.290			0.72	218.0	121.0	552.0		390.0
30.0	6.80	33.630	26.400			2.67	296.0	270.0	1410.0		1365.0

STASJON : T1
 DATO : 860716

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	16.60	25.780	18.580	9.68	119.0			<0.5		47.0	19.0
2.0	15.60	29.290	21.460	9.94	123.0			<0.5		6.0	<4.0
4.0	10.30	32.330	24.850	10.86	123.0			<0.5		3.0	<4.0
6.0	9.00	33.000	25.580	10.22	112.0			<0.5		6.0	<4.0
10.0	7.50	33.260	26.010	8.63	92.0			2.0		78.0	4.0
15.0	7.50	33.400	26.120	8.67	93.0			4.0		88.0	15.0
20.0	6.70	33.530	26.300	3.84	40.0			42.5		163.0	160.0
25.0	6.70	33.530	26.300	0.73	8.0			117.0		13.0	400.0
30.0	6.50	33.530	26.380	2.68	28.0			79.5		150.0	297.0

TJØRSVÅGEUKTA

STASJON : T1
 DATO : 860806

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TEIHTET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	15.40	21.910	15.880	8.78	103.0			1.0		109.0	72.0
2.0	15.40	27.360	20.080	9.14	111.0			2.0		13.0	9.0
4.0	15.10	28.590	21.040	9.04	110.0			2.0		<2.0	6.0
6.0	13.90	29.120	21.700	8.79	104.0			2.0		<2.0	4.0
10.0	12.60	30.190	22.880	8.21	96.0			6.0		<2.0	18.0
15.0	7.60	31.790	24.860	7.75	82.0			8.0		11.0	24.0
20.0	6.80	32.060	25.160	3.23	33.0			41.0		91.0	120.0
25.0	6.70	32.600	25.600	0.81	8.0			97.5		19.0	306.0
30.0	6.50	33.130	26.040	1.95	20.0			255.0			426.0

STASJON : T1
 DATO : 860828

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TEIHTET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	14.50	25.430	18.730	8.96	105.0		10.0	<0.5	277.0	40.0	18.0
2.0	14.80	27.210	20.050	8.91	107.0		6.0	<0.5	211.0	11.0	3.0
4.0	15.40	27.620	20.240	8.70	105.0		5.0	<0.5	193.0	2.0	3.0
6.0	15.60	27.890	20.410	8.72	106.0		6.0	0.5	206.0	2.0	3.0
10.0	15.30	29.940	22.020	8.78	108.0		8.0	1.5	157.0	4.0	6.0
15.0	8.80	33.360	25.890	8.75	96.0		20.0	3.0	219.0	7.0	6.0
20.0	7.20	33.360	26.120	1.70	18.0		76.0	58.0	508.0	60.0	216.0
25.0	6.90	33.360	26.160	0.28	3.0		200.0	118.5	710.0	<2.0	372.0
30.0	6.80	33.500	26.280			0.43	263.0	252.0	843.0		483.0

STASJON : T1
 DATO : 860911

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TEIHTET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	13.80	19.290	14.160	9.61	107.0		11.0	3.0	456.0	159.0	78.0
2.0	14.50	30.450	22.590	9.27	112.0		7.0	1.5	196.0	11.0	12.0
4.0	13.80	32.240	24.100	9.39	114.0		6.0	1.5	253.0	5.0	<2.0
6.0	13.30	32.660	24.520	9.15	110.0		6.0	2.0	327.0	5.0	<2.0
10.0	12.30	33.070	25.040	8.68	103.0		7.0	4.5	423.0	5.0	<2.0
15.0	8.80	33.210	25.770	8.01	88.0		18.0	8.5	192.0	16.0	18.0
20.0	7.00	33.350	26.140	1.10	12.0		79.0	57.0	391.0	23.0	249.0
25.0	6.60	33.350	26.190	0.41	4.0		211.0	198.0	783.0	<2.0	402.0
30.0	6.50	33.350	26.200			0.84	272.0	240.5	818.0		690.0

TJÖRSVÁGBUKTA

STASJON : T1
 DATO : 860924

DYP MEIER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0.0	11.00	24.600	18.720	8.48	92.0			2.0		103.0	205.0
2.0	12.40	32.330	24.460	8.83	104.0			1.5		<2.0	7.0
4.0	12.20	33.310	25.250	8.87	104.0			3.5		<2.0	<2.0
6.0	11.90	33.310	25.320	8.53	100.0			8.5		<2.0	<2.0
10.0	11.60	33.450	25.500	7.72	90.0			11.5		26.0	<2.0
15.0	11.40	33.450	25.520	7.30	84.0			12.5		42.0	10.0
20.0	7.20	33.450	26.200	1.17	12.0			24.0		26.0	245.0
25.0	6.60	33.450	26.270			0.30		162.0		<2.0	538.0
30.0	6.60	33.450	26.270			1.60		206.0			605.0

STASJON : T1
 DATO : 861016

DYP MEIER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0.0	10.20	21.370	16.330	8.48	89.0	
2.0	11.30	29.240	22.270	8.30	94.0	
4.0	11.60	32.050	24.400	8.25	95.0	
6.0	11.70	33.030	25.150	8.28	96.0	
10.0	11.50	33.450	25.510	7.00	88.0	
15.0	10.60	33.450	25.660	5.81	66.0	
20.0	8.00	33.450	26.080	0.75	8.0	
25.0	6.70	33.590	26.370			0.22
30.0	6.80	33.590	26.370			1.57

STASJON : T1
 DATO : 861113

DYP MEIER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0.0	7.20	6.160	4.820	10.64	94.0	
2.0	7.30	8.400	6.560	10.31	92.0	
4.0	9.80	29.120	22.480	8.23	89.0	
6.0	10.40	31.920	24.500	7.70	87.0	
10.0	10.60	33.040	25.340	6.91	79.0	
15.0	10.00	33.320	25.680	4.64	53.0	
20.0	8.00	33.320	25.980	0.09	1.0	
25.0	6.80	33.320	26.140			1.50
30.0	6.50	33.320	26.180			2.00

TJØRSVÅGEURTA

STASJON : T1
 DATO : 861127

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. O/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0.0	6.50	5.080	3.940	10.96	95.0	
2.0	7.20	9.310	4.320	9.42	84.0	
4.0	8.20	25.400	19.740	8.82	90.0	
6.0	9.00	29.210	22.620	8.29	89.0	
10.0	10.20	33.170	25.520	6.98	79.0	
15.0	10.00	33.310	25.660	5.79	65.0	
20.0	8.40	33.450	26.060	0.27	3.0	
25.0	7.00	33.450	26.220			1.12
30.0	6.80	33.450	26.240			3.42

STASJON : T1
 DATO : 861218

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. O/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0.0	4.80	12.870	10.230	9.86	87.0	
2.0	7.20	26.920	21.080	8.97	91.0	
4.0	9.10	31.950	24.740	7.98	87.0	
6.0	8.00	32.400	25.270	8.11	87.0	
10.0	8.00	32.840	25.620	8.57	92.0	
15.0	9.20	33.140	25.580	5.80	65.0	
20.0	9.00	33.140	25.670			0.60
25.0	7.50	33.140	25.900			3.10
30.0	6.90	33.430	26.210			4.10

STASJON : T1
 DATO : 870121

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. O/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0.0	5.40	28.110	22.210	6.53	64.0	
2.0	7.00	32.420	25.400	5.97	63.0	
4.0	7.00	32.700	25.620	7.10	74.0	
6.0	7.00	32.850	25.740	6.95	73.0	
10.0	6.90	32.850	25.760	7.08	75.0	
15.0	6.90	32.850	25.760	7.57	79.0	
20.0	7.00	32.990	25.860	7.64	80.0	
25.0	7.20	33.140	25.940			0.80
30.0	6.80	33.280	26.110			3.20

TJØRSVÅGEUKTA

STASJON : T1
 DATO : 870212

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0.0	2.40	11.090	8.950	11.00	89.0	
2.0						
4.0	3.60	29.880	23.790	10.07	95.0	
6.0	6.40	32.840	25.840	7.95	82.0	
10.0	7.40	33.430	26.170	7.03	75.0	
15.0	7.40	33.730	26.410	6.97	74.0	
20.0	7.40	34.020	26.630	6.80	73.0	
25.0	7.40	34.020	26.630	6.90	74.0	
30.0	7.40	34.020	26.630	6.65	69.0	

STASJON : T1
 DATO : 870315

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0.0		20.370		9.95		
2.0	2.00					
4.0	2.80	32.700	25.310	10.95	100.0	
6.0	3.30	32.130	25.610	10.69	99.0	
10.0	5.70	33.570	26.500	8.47	84.0	
15.0	7.10	34.430	26.990	6.29	65.0	
20.0	7.20	34.710	27.200	6.61	69.0	
25.0	7.30	34.710	27.190	6.40	67.0	
30.0	7.30	34.710	27.190	6.23	65.0	

STASJON : T1
 DATO : 870402

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0.0	1.90	11.130	8.980	12.98	101.0	
2.0	1.70					
4.0	1.70	25.480	20.410	12.36	106.0	
6.0	1.70	25.920	20.770	12.03	103.0	
10.0	3.00	31.490	25.120	11.22	103.0	
15.0	7.20	34.260	26.850	5.56	58.0	
20.0	7.20	34.260	26.850	5.01	52.0	
25.0	7.20	34.260	26.850	3.57	37.0	
30.0	7.30	34.560	27.070	2.36	25.0	

LAFJORDEN

STASJON : L1
 DATO : 860619

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0	17.40	17.380	12.010	10.02	119.0		14.0	4.0	398.0	100.0	58.0
2	14.10	26.000	19.260	10.18	119.0			7.0		12.0	50.0
6	12.00	25.880	19.570	9.94	112.0		13.0	7.5	261.0	8.0	43.0
10	11.20	28.840	21.980	9.87	111.0		13.0	7.5	258.0	4.0	34.0
20	7.10	31.550	24.710	9.40	98.0			8.0		60.0	31.0
30	6.00	33.030	26.020	8.69	89.0			27.0		128.0	31.0
40	5.90	33.770	26.610	7.53	77.0		31.0	23.0	342.0	176.0	19.0
50	5.90	33.770	26.610	7.59	77.0			24.0		172.0	19.0
60	6.30	34.010	26.740	5.41	56.0		46.0	38.5	324.0	212.0	29.0
80	6.20	34.510	27.150	1.91	20.0		72.0	62.5	442.0	268.0	27.0
100	6.10	34.510	17.160	0.69	7.0		83.0	67.0	405.0	268.0	36.0

STASJON : L1
 DATO : 860703

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0	19.30	26.630	18.620	9.47	123.0		8.0	1.5	256.0	3.0	7.0
2	19.00	26.000	18.200	8.98	116.0			1.5		11.0	7.0
6	9.10	31.750	24.590	10.15	111.0		9.0	2.0	222.0	22.0	10.0
10	6.70	33.130	26.000	8.89	93.0		13.0	8.5	256.0	107.0	11.0
20	6.30	33.500	26.340	8.69	90.0			16.0		133.0	13.0
30	5.90	34.000	26.790	8.30	86.0			16.5		148.0	13.0
40	6.10	34.250	26.970	7.60	79.0		29.0	26.0	296.0	185.0	13.0
50	6.20	34.250	26.970	6.73	70.0			39.5		214.0	16.0
60	6.30	34.630	27.240	5.50	57.0		52.0	45.5	335.0	248.0	18.0
80	6.40	34.630	27.240	0.95	10.0		74.0	71.5	389.0	307.0	21.0
100	6.30	34.630	27.240	0.36	4.0		93.0	90.5	394.0	296.0	24.0

LAFJORDEN

STASJON : L1
 DATO : 860716

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. O/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0	16.60	27.120	19.620	9.48	118.0			<0.5		28.0	11.0
2	15.50	29.790	21.860	9.61	119.0			<0.5		<2.0	4.0
6	9.80	33.130	25.540	10.52	117.0			2.0		<2.0	4.0
10	8.40	33.530	26.080	9.98	108.0			3.5		13.0	11.0
20	6.30	33.930	26.680	8.23	85.0			20.5		259.0	4.0
30	6.30	33.930	26.700	7.84	82.0			26.0		284.0	4.0
40	6.30	34.200	26.920	7.58	79.0			26.0		275.0	4.0
50	6.30	34.200	26.920	6.99	73.0			32.0		278.0	8.0
60	6.30	34.200	26.920	5.84	61.0			43.0		316.0	11.0
80	6.20	34.600	27.220	1.98	21.0			74.5		396.0	8.0
100	6.00	34.600	27.280	0.86	9.0			86.5		288.0	19.0

STASJON : L1
 DATO : 860806

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. O/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0	15.70	27.250	19.900	9.09	111.0			1.0		70.0	54.0
2	15.30	29.920	21.940	8.78	108.0			1.0		16.0	21.0
6	14.90	30.990	22.920	8.54	105.0			6.0		<2.0	21.0
10	14.70	31.260	23.180	8.72	106.0			2.0		<2.0	21.0
20	12.10	32.060	24.300	8.62	101.0			3.0		<2.0	18.0
30	7.60	33.660	26.300	8.07	86.0			16.5		118.0	9.0
40	7.10	33.930	26.580	7.74	82.0			25.0		163.0	<4.0
50	6.50	34.060	26.760	7.38	77.0			28.0		174.0	<4.0
60	6.50	34.190	26.860	6.38	66.0			36.0		198.0	<4.0
80	6.40	34.330	27.000	1.85	19.0			74.5		289.0	<4.0
100	6.40	34.470	27.100	0.83	9.0			90.0		292.0	<4.0

LAFJORDEN

STASJON : L1

DATO : 860828

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0	14.80	27.480	20.250	8.65	104.0		11.0	<0.5	215.0	<2.0	3.0
2	14.90	27.620	20.340	8.76	106.0		11.0	<0.5		<2.0	3.0
6	15.00	27.750	20.420	8.67	104.0		8.0	<0.5	330.0	<2.0	6.0
10	15.70	28.570	20.890	8.78	108.0		5.0	<0.5	233.0	<2.0	6.0
20	13.80	32.270	24.120	8.55	104.0		5.0	1.5		4.0	6.0
30	9.80	33.630	25.930	7.80	88.0		12.0	10.5		57.0	12.0
40	6.70	34.040	26.720	7.28	76.0		26.0	22.5	295.0	159.0	<4.0
50	6.50	34.180	26.870	7.08	74.0		30.0	28.0		172.0	<4.0
60	6.30	34.180	26.870	6.09	63.0		39.0	37.5	330.0	200.0	<4.0
80	6.50	34.180	26.870	1.61	17.0		79.0	73.5	428.0	284.0	<4.0
100	6.40	34.180	26.870	0.66	6.0		94.0	86.5	441.0	282.0	12.0

STASJON : L1

DATO : 860911

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0	13.30	26.460	19.750	10.83	125.0		8.0	0.5	263.0	51.0	30.0
2	13.80	31.140	23.250	8.02	97.0		6.0	0.5		<2.0	<2.0
6	13.20	32.520	24.440	9.25	111.0		6.0	1.0	146.0	<2.0	<2.0
10	12.80	32.800	24.740	9.09	109.0		6.0	3.0	160.0	<2.0	<2.0
20	11.00	33.250	25.440	7.81	90.0		12.0	9.5		81.0	<2.0
30	9.10	33.900	26.270	7.62	85.0		18.0	12.5		97.0	<2.0
40	7.10	33.900	26.560	7.40	78.0		26.0	20.5	256.0	141.0	<2.0
50	6.30	33.900	26.660	6.79	71.0		32.0	29.5		171.0	<2.0
60	6.10	33.900	26.680	5.58	58.0		40.0	38.5	356.0	208.0	<2.0
80	6.00	34.040	26.810	1.25	13.0		79.0	73.0	402.0	298.0	<2.0
100	6.20	34.170	26.890	0.86	9.0		90.0	87.5	569.0	282.0	6.0

LAFJORDEN

STASJON : L1
 DATO : 860924

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. O/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L	TOTP µg/l	PO4P µg/l	TOIN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
0	10.20	26.710	20.500	10.39	113.0			0.5		71.0	124.0
2	12.20	32.330	24.480	10.71	126.0			0.5		13.0	7.0
6	11.80	33.450	25.460	10.02	117.0			3.5		23.0	10.0
10	11.60	33.590	25.600	9.76	114.0			5.0		42.0	<2.0
20	11.00	33.730	25.810	10.40	120.0			8.0		71.0	<2.0
30	9.20	33.880	26.220	10.98	122.0			12.5		113.0	<2.0
40	7.70	34.020	26.560	10.67	114.0			17.5		145.0	<2.0
50	6.50	34.160	26.840	6.78	71.0			23.5		181.0	<2.0
60	6.30	34.160	26.860	5.96	62.0			39.0		203.0	<2.0
80	6.30	34.300	26.970	2.47	26.0			61.5		284.0	<2.0
100	6.00	34.300	27.010					85.8		290.0	<2.0

STASJON : L1
 DATO : 861016

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. O/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0	10.50	26.000	19.900	8.88	97.0	
2	11.30	29.520	22.480	8.61	97.0	
6	11.70	32.890	25.050	8.56	98.0	
10	11.60	33.030	25.170	8.36	97.0	
20	11.60	33.310	25.400	7.76	91.0	
30	9.00	34.020	26.400	7.10	78.0	
40	8.00	34.200	26.730	6.84	74.0	
50	6.50	34.440	27.050	6.26	66.0	
60	6.40	34.580	27.210	5.26	55.0	
80	6.40	34.580	27.210	1.30	14.0	
100	6.20	34.580	27.240	0.30	3.0	

LAFJORDEN

STASJON : L1

DATO : 861113

DYP	TEMP.	SAL.	TETTHET	O2	O2-MET.	H2S
(M)	GRD.C	O/00	SIGMA-T	MG/L	%	ML/L

0	7.10	8.400	6.560	10.86	96.0	
2	7.50	14.000	10.940	10.63	99.0	
6	10.40	32.200	24.620	7.72	87.0	
10	10.50	33.040	25.440	7.91	90.0	
20	10.50	33.460	25.700	5.97	68.0	
30	10.00	33.880	26.100	7.47	84.0	
40	8.00	34.160	26.620	6.65	72.0	
50	6.60	34.160	26.820	6.16	65.0	
60	6.20	34.300	27.000	5.00	52.0	
80	6.20	34.440	27.130	1.00	10.0	
100	6.20	34.440	27.130	0.61	6.0	

STASJON : L1

DATO : 861127

DYP	TEMP.	SAL.	TETTHET	O2	O2-MET.	H2S
(M)	GRD.C	O/00	SIGMA-T	MG/L	%	ML/L

0	6.50	6.440	5.080	10.97	95.0	
2	7.20	13.160	10.340	10.06	93.0	
6	8.90	29.120	22.580	8.81	94.0	
10	9.80	32.760	25.240	8.22	91.0	
20	10.00	33.320	25.680	8.10	92.0	
30	10.00	33.740	26.000	7.15	81.0	
40	8.30	34.020	26.500	6.41	70.0	
50	6.60	34.160	26.840	6.05	63.0	
60	6.30	34.300	26.980	4.86	51.0	
80	6.20	34.440	27.120	1.35	14.0	
100	6.00	34.440	27.160			0.15

LAFJORDEN

STASJON : L1

DATO : 861218

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0	4.80	18.490	14.680	10.36	93.0	
2	6.60	27.070	21.680	9.45	95.0	
6	8.00	30.330	23.630	8.81	93.0	
10	9.00	31.800	24.630	8.23	90.0	
20	9.80	32.690	25.500	7.85	88.0	
30	9.70	33.430	25.800	7.34	82.0	
40	8.90	33.880	26.280	6.89	76.0	
50	7.00	33.880	26.550	5.68	60.0	
60	6.30	33.880	26.640	5.02	52.0	
80	6.20	34.170	26.900	2.04	21.0	
100	6.10	34.470	27.140			2.60

STASJON : L1

DA : 870121

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
0	5.00	31.560	24.560	8.85	87.0	
2	5.70	32.270	25.440	8.68	88.0	
6	6.80	32.990	25.880	8.87	92.0	
10	7.30	33.140	25.900	8.59	91.0	
20	7.50	33.280	26.040	8.38	89.0	
30	8.30	33.850	26.340	7.25	79.0	
40	8.10	33.400	26.050	6.74	73.0	
50	7.30	33.400	26.140	5.69	60.0	
60	6.30	34.140	26.880	4.08	43.0	
80	6.30	34.140	26.880	0.60	6.0	
100	6.30	34.140	26.880	0.04	<1.0	

LAFJORDEN

STASJON : L1

DA : 870212

DYP	TEMP.	SAL.	TETTHET	O2	O2-MET.	H2S
(M)	GRD.C	0/00	SIGMA-T	MG/L	%	ML/L

0	2.40	17.750	14.230	11.09	94.0	
2						
6	4.70	31.360	24.870	9.87	97.0	
10	6.30	33.280	26.190	8.83	91.0	
20	7.40	34.320	26.870	6.55	70.0	
30	7.40	34.320	26.870	6.93	74.0	
40	7.40	34.320	26.870	6.97	75.0	
50	7.40	34.320	26.870	7.42	79.0	
60	7.40	34.320	26.870	7.82	83.0	
80	7.40	34.470	26.990	8.17	87.0	
100	7.30	34.470	27.000	8.18	87.0	

STASJON : L1

DA : 870305

DYP	TEMP.	SAL.	TETTHET	O2	O2-MET.	H2S
(M)	GRD.C	0/00	SIGMA-T	MG/L	%	ML/L

0	1.40	25.530	20.470	10.62	94.0	
6	1.90	31.840	25.480	11.63	97.0	
10	2.70	32.130	25.660	10.94	91.0	
20	6.40	34.430	26.980	7.44	70.0	
30	7.20	34.430	27.230	7.80	74.0	
40	7.00	34.710	27.230	8.17	75.0	
50	7.00	34.710	27.230	7.63	79.0	
60	7.00	34.710	27.200	8.17	83.0	
80	7.20	34.710	27.220	7.90	87.0	
100	7.10	34.710	27.200	8.20	87.0	

LAFJORDEN

STASJON : L1

DA : 870402

DYP (M)	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TEITHET SIGMA-T	O2 MG/L	O2-MET. %	H2S ML/L
------------	----------------	--------------	--------------------	------------	--------------	-------------

0	1.70	12.890	10.380	13.58	106.0	
6	1.60	25.480	20.420	12.19	104.0	
10	1.90	26.650	21.340	12.03	104.0	
20	4.30	32.950	26.170	9.79	94.0	
30	6.60	34.560	27.170	8.05	82.0	
40	7.00	34.710	27.230	7.88	81.0	
50	6.90	34.710	27.250	8.44	87.0	
60	6.90	34.710	27.250	8.25	85.0	
80	6.70	34.710	27.270	8.66	89.0	
100	6.60	34.710	27.290	10.10	103.0	

STOLSFJORDEN

STASJON : S1

DATO : 860619

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TEITHET SIGMA-T
--------------	----------------	--------------	--------------------

0.0	17.30	17.250	11.840
6.0	12.90	28.590	21.460
10.0	12.30	28.960	21.870
20.0	10.50	29.580	22.570
30.0	9.30	30.190	23.330
40.0	6.80	31.920	25.040
50.0	6.80	32.290	25.340

STASJON : S1

DATO : 860703

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TEITHET SIGMA-T
--------------	----------------	--------------	--------------------

0.0	18.00	27.000	20.600
6.0	10.20	31.500	24.210
10.0	7.30	33.000	25.830
20.0	5.60	34.130	26.930
30.0	5.50	34.130	26.940
40.0	5.50	34.130	26.940
50.0	5.50	34.750	27.430

STASJON : S1

DATO : 860716

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TEITHET SIGMA-T
--------------	----------------	--------------	--------------------

0.0	15.10	29.390	21.640
6.0	11.00	32.330	24.700
10.0	9.80	33.130	25.460
20.0	9.10	33.530	25.980
30.0	8.60	33.800	26.280
40.0	7.50	33.930	26.540
50.0	6.80	34.200	26.830

STASJON : S1

DATO : 860806

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TEITHET SIGMA-T
--------------	----------------	--------------	--------------------

0.0	15.10	30.190	22.310
6.0	14.90	31.130	23.040
10.0	14.80	31.260	23.160
20.0	14.10	31.790	23.620
30.0	11.10	33.130	25.340
40.0	9.70	33.660	25.980
50.0	8.40	33.930	26.400

STOLSFJORDEN

STASJON : S1
 DATO : 860828

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T
0.0	15.00	27.340	20.100
6.0	15.50	28.440	20.850
10.0	15.50	28.710	21.040
20.0	15.40	28.980	21.270
30.0	15.10	29.530	21.750
40.0	14.30	30.080	22.340
50.0	14.10	31.170	23.220

STASJON : S1
 DATO : 860911

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T
0.0	12.00	26.180	19.800
6.0	13.10	32.800	24.680
10.0	10.70	33.900	26.000
20.0	10.70	34.040	26.110
30.0	10.00	34.040	26.230
40.0	9.60	34.170	26.400
50.0	9.30	34.170	26.450

STASJON : S1
 DATO : 860924

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T
0.0	11.30	30.920	23.560
6.0	11.80	33.170	25.230
10.0	11.80	33.170	25.230
20.0	11.50	33.170	25.290
30.0	11.50	33.730	25.730
40.0	11.30	33.730	25.760
50.0	11.20	33.730	25.780

STASJON : S1
 DATO : 861016

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T
0.0	10.80	28.670	21.910
6.0	11.70	32.470	24.700
10.0	11.70	32.750	24.920
20.0	11.60	33.030	25.160
30.0	10.80	33.450	25.630
40.0	11.20	33.450	25.560
50.0	11.10	33.590	25.690

STASJON : S1
 DATO : 861113

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T
0.0	6.90	10.640	8.360
6.0	10.20	32.760	25.200
10.0	10.20	33.320	25.640
20.0	10.20	33.740	25.960
30.0	10.40	33.880	26.040
40.0	10.30	34.020	26.160
50.0	10.20	34.020	26.180

STASJON : S1
 DATO : 861127

DYP METER	TEMP. GRD.C	SAL. 0/00	TETTHET SIGMA-T
0.0	6.30	5.740	4.460
6.0	8.70	28.560	22.460
10.0	9.40	32.200	24.900
20.0	9.80	33.180	25.560
30.0	9.80	33.320	25.700
40.0	10.00	33.320	25.680
50.0	10.20	33.320	25.650

STOLSFORDEN

STASJON : S1
 DATO : 861218

DYP	TEMP.	SAL.	TETTHET
MEIER	GRD.C	0/00	SIGMA-T

0.0	6.50	25.300	19.880
6.0	7.20	27.660	21.650
10.0	7.60	28.700	22.410
20.0	8.30	30.180	23.480
30.0	8.30	31.210	24.280
40.0	8.80	31.360	24.320
50.0	8.80	31.510	24.450

STASJON : S1
 DATO : 870121

DYP	TEMP.	SAL.	TETTHET
MEIER	GRD.C	0/00	SIGMA-T

0.0	5.90	32.590	25.680
6.0	5.90	32.990	25.990
10.0	6.70	33.280	26.120
20.0	7.40	33.710	26.360
30.0	7.70	33.850	26.430
40.0	8.20	34.280	26.680
50.0	8.30	34.570	26.900

STASJON : S1
 DATO : 870212

DYP	TEMP.	SAL.	TETTHET
MEIER	GRD.C	0/00	SIGMA-T

0.0	3.40	26.780	21.350
6.0	4.80	31.800	25.200
10.0	5.20	32.690	25.860
20.0	5.60	33.140	26.170
30.0	5.60	33.280	26.280
40.0	5.70	33.430	26.390
50.0	6.00	33.580	26.470

STASJON : S1
 DATO : 870315

DYP	TEMP.	SAL.	TETTHET
MEIER	GRD.C	0/00	SIGMA-T

0.0	0.60	28.110	22.570
6.0	1.50	31.840	25.510
10.0	1.70	31.840	25.500
20.0	2.90	32.420	25.870
30.0	4.20	33.280	26.440
40.0	5.10	33.850	26.790
50.0	6.20	34.140	26.890

STASJON : S1
 DATO : 870402

DYP	TEMP.	SAL.	TETTHET
MEIER	GRD.C	0/00	SIGMA-T

0.0	1.50	15.520	12.490
6.0	1.50	24.160	19.370
10.0	1.50	25.190	20.190
20.0	2.10	27.240	21.800
30.0	3.30	30.750	24.510
40.0	5.00	33.100	26.210
50.0	5.70	34.120	26.940

SIKTEDYP (METER) I FLEKKEFJORDENE 1986-87.

DATO	GRISEFJORDEN		TJØRSVÅGBUKTA		LAFJORDEN		STOLSFJORDEN	
	STA.	SIKTEDYP	STA.	SIKTEDYP	STA.	SIKTEDYP	STA.	SIKTEDYP
860619	G1	4.9	T1	4.8	L1	4.5	S1	5.2
860703	G1	3.9	T1	3.9	L1	4.9	S1	5.4
860716	G1	5.0	T1	4.5	L1	5.0	S1	5.5
860806	G1	4.5	T1	8.0	L1	11.5	S1	14.0
860828	G1	4.6	T1	9.0	L1	9.0	S1	12.5
860911	G1	4.1	T1	6.2	L1	6.5	S1	8.0
860924	G1	3.2	T1	7.0	L1	7.4	S1	11.6
861016	G1	3.5	T1	15.0	L1	16.0	S1	14.0
861113	G1	4.5	T1	9.5	L1	9.0	S1	6.0
861127	G1	4.5	T1	6.5	L1	8.0	S1	6.0
861218	G1	4.1	T1	9.5	L1	15.0	S1	*
870121	-	---	T1	8.2	L1	15.0	S1	13.0
870212	G2	3.8	T1	15.5	L1	13.5	S1	17.0
870305	G2	4.2	T1	12.0	L1	13.0	S1	10.5
870402	G2	4.0	T1	7.5	L1	10.0	S1	9.0