

O-80107

**Hjortlandsstemma og Stendavann**  
**i Bergen kommune**

En orienterende undersøkelse av  
forurensningssituasjonen i 1983

**III**

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA  
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

**Hovedkontor**  
Postadresse:  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Brekkeveien 19  
Telefon (02)23 52 80

**Sørlandsavdelingen**  
Postadresse:  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041)43 033

**Østlandsavdelingen**  
Postadresse:  
Rute 866, 2312 Ottestad  
Postgiro: 4 07 73 68  
Telefon (065)76 752

Rapportnummer: 0-80107
Undernummer: II
Løpenummer: 1719
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Hjortlandsstemma og Stendavann i Bergen kommune. En orienterende undersøkelse av forurensnings- situasjonen i 1983. III	Dato: 20.mai. 1985
	Prosjektnummer: 0-80107
Forfatter (e): Karl Jan Aanes Pål Brettum	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Hordaland
	Antall sider (inkl. bilag): 55

Oppdragsgiver: Byfjordprosjektet v/Bergen kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

Som en tilvekst til Byfjordprosjektet ble det i 1983 utført orienterende undersøkelser av resipientforholdene i de to innsjøene Hjortlandsstemma og Stendavann. Undersøkelsen har vist at begge innsjøene i dag er betydelig belastet med organisk materiale og nærings-salter. De biologiske forholdene i innsjøene er sterkt påvirket, og det er registrert store avvik fra det som må antas å være innsjøenes naturtilstand. Karakteristisk er her en stor oksygentæring i innsjøenes bunnvann, et maksimum i algevolument (blandprøve 0-10 m) på  $1000 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  i Hjortlandsstemma og i Stendavann  $3646 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ , samt høye middelveidier for klorofyll a med  $10,7 \mu\text{g}/\text{l}$  og  $14,4 \mu\text{g}/\text{l}$  i henholdsvis Hjortlandsstemma og Stendavann. Resultatene beskriver Stendavann som en eutrof (næringsrik) og Hjortlandsstemma som begynnende mesotrof innsjø i 1983.

4 emneord, norske:
1. Bergen kommune
2. Hjortlandsstemma
3. Stendavann
4. Resipientundersøkelse 1983
Eutrofiering

4 emneord, engelske:
1. Bergen
2. Lake Hjortlandsstemma
3. Lake Stendavann
4. Recipient study
Eutrophication

Prosjektleder:

*Karl Jan Aanes*

For administrasjonen:

Divisjonssjef:

*Jon Arntsen*

ISBN 82-577-0907-7

*Sven Ovevin*

0-80107

HJORTLANDSSTEMMA OG STENDAVANN I BERGEN KOMMUNE

En orienterende undersøkelse av forurensningssituasjonen i 1983

Prosjektleder : Karl Jan Aanes

Medarbeidere : Pål Brettum

Per Øyvind Tveiten,

Bergen Helseråd

For administrasjonen :

J.E. Sandal

Lars N. Overrein

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	6
1. INNLEDNING	8
Lokalisering, områdebeskrivelse og hydrologi:	
1.1 Hjortlandsstemma	8
1.2 Stendavann	10
2. FORURENSNINGSTILFØRSLER	14
Bebyggelse, jordbruk, søppelfyllplass:	
2.1 Hjortlandsstemma	14
2.2 Stendavann	15
3. REKREASJON	18
3.1 Hjortlandsstemma	18
3.2 Stendavann	19
4. METEOROLOGISKE FORHOLD	21
4.1 Lufttemperatur	21
4.2 Nedbør	21
5. REGULERINGER	22
5.1 Hjortlandsstemma	22
5.2 Stendavann	22
6. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	24a
6.1 Hjortlandsstemma	24a
6.2 Stendavann	24a
7. UNDERSØKELSEN I 1983	25
7.1 Fysiske og kjemiske forhold:	25
7.1.1 Temperatur	25
7.1.2 Oksygen	26
7.1.3 pH og konduktivitet	27
7.1.4 Siktedyp, turbiditet, organisk innhold og farge	28
7.1.5 Næringssalter	29

7.1.6 Tungmetaller	30
7.2 Bakteriologi	30
7.3 Planteplankton	32
7.4 Klorofyll	37
8. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	40
9. LITTERATUR OG REFERANSER	43
10. VEDLEGG	45

## FIGURFORTEGNELSE

	Side
Fig. 1 Øvre deler av Hauglandsvassdraget med Hjordlandsstemmas nedbørfelt, dybdeforhold og stasjonsplassering.	7
Fig. 2 Kartskisse av Hjordlandsstemmas dybdeforhold med magasinkurve.	9
Fig. 3 Stendavannets nedbørfelt med stasjonsplassering, dybdeforhold og vannets høyde over havet.	11
Fig. 4 Kartskisse av Stendavannets dybdeforhold med magasinkurve.	13
Fig. 5 Klimatiske avvik fra normalen (N) 1931-1960 i 1983 på stasjon 5046 Fana forsøksstasjon.	21
Fig. 6 Temperaturforholdene i Hjordlandsstemma gjennom prøvetakingen i 1983.	24b
Fig. 7 Temperaturforholdene i Stendavann gjennom prøvetakingen i 1983.	24b
Fig. 8 Utviklingen i siktedyp, planteplanktonets sammensetning og mengde gjennom produksjonssesongen 1983 i Hjordlandsstemma.	33
Fig. 9 Utviklingen i siktedyp, planteplanktonets sammensetning og mengde gjennom produksjonssesongen 1983 i Stendavann.	35
Fig. 10 Beregnet midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssesongen i en del kjente innsjøer, sammenlignet med data fra Hjordlandsstemma og Stendavann i 1983.	39

## TABELLFORTEGNELSE

	Side
Tabell 1 Morfometriske og hydrologiske data fra innsjøene i Hjortlandsstemma og Stendavann.	8
Tabell 2 Klorofyllverdier $\mu\text{g Chl } a/l$ i blandprøver fra 0-10 m i Hjortlandsstemma og Stendavann i 1983.	37
Tabell 3 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Hjortlandsvann i 1983.	47
Tabell 4 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Stendavann med tilløpsbekk i 1983.	48
Tabell 5 Analyser av tungmetallinnhold i prøver fra Stendavann og Hjortlandsstemma tatt 26. august 1983. $\mu\text{g}/l$ .	49
Tabell 6 Sammenstilling av målinger av siktedyp - vannets farge og værforhold m.m. under prøvetakingen i 1983.	50
Tabell 7 Sanitærbakteriologiske analyseresultater fra Hjortlandsstemma.	51
Tabell 8 Sanitærbakteriologiske analyseresultater fra Stendavann.	52
Tabell 9 Kvantitative planteplanktonprøver fra Hjortlandsstemma (bl.0-10m), volum $\text{mm}^3/\text{m}^3$ .	53
Tabell 10 Kvantitative planteplanktonprøver fra Stendavann (bl.0-10m), volum $\text{mm}^3/\text{m}^3$ .	54
Tabell 11 Fysisk-kjemiske analyseparametre, EDB-betegnelse og enhet.	55

## FORORD

Bergen kommune startet i 1981, som en tilvekst til Byfjordprosjektet, undersøkelser av en del aktuelle ferskvannresipienter i kommunen. Ved en årlig innsamling av fysisk-kjemiske og biologiske data gjennom produksjonssesongen fra to innsjøer vil man over noen år ha fått inn opplysninger som karakteriserer forurensningstilstanden i viktige ferskvannsresipienter i og rundt Bergen.

Første året (1981) ble de to innsjøene Kalandsvatn i Fana og Haukelandsvatn i Arna undersøkt. Rapporten fra denne undersøkelsen kom 19. mars 1982 (NIVA, 1982). Dette opplegget ble videreført i 1982 og innsjøene Gaupåsvatn og Langavatn i Asane ble undersøkt (NIVA, 1983). I 1983 ble innsjøene Hjortlandsstemma i Asane og Stendavann i Fana undersøkt og rapporteres i denne rapporten.

Ved gjennomføringen av denne undersøkelsen er det lagt opp til at det alt vesentligste av arbeidet knyttet til innsamling og analysering blir utført og koordinert lokalt. De fysisk-kjemiske analysene er utført ved Hordaland Fylkeslaboratorium, mens de sanitærbakteriologiske prøvene er analysert ved Helseseksjonen i Bergen, avd. for kjøtt og næringsmiddelkontroll. De øvrige prøvene er analysert ved NIVA. Koordinator for innsamling og analysering av fysisk-kjemiske og bakterielle prøver har i 1983 vært avd. ing. P.Ø. Tveiten ved Helserådet i Bergen kommune.

Det ble gjennom feltsesongen, parallelt med de fysisk-kjemiske prøvene, samlet inn planteplankton- og klorofyllprøver. Dette materialet er bearbeidet og vurdert av can.real. Pål Brettum, NIVA.

Oslo, 20. desember 1984

Karl Jan Aanes  
prosjektleder



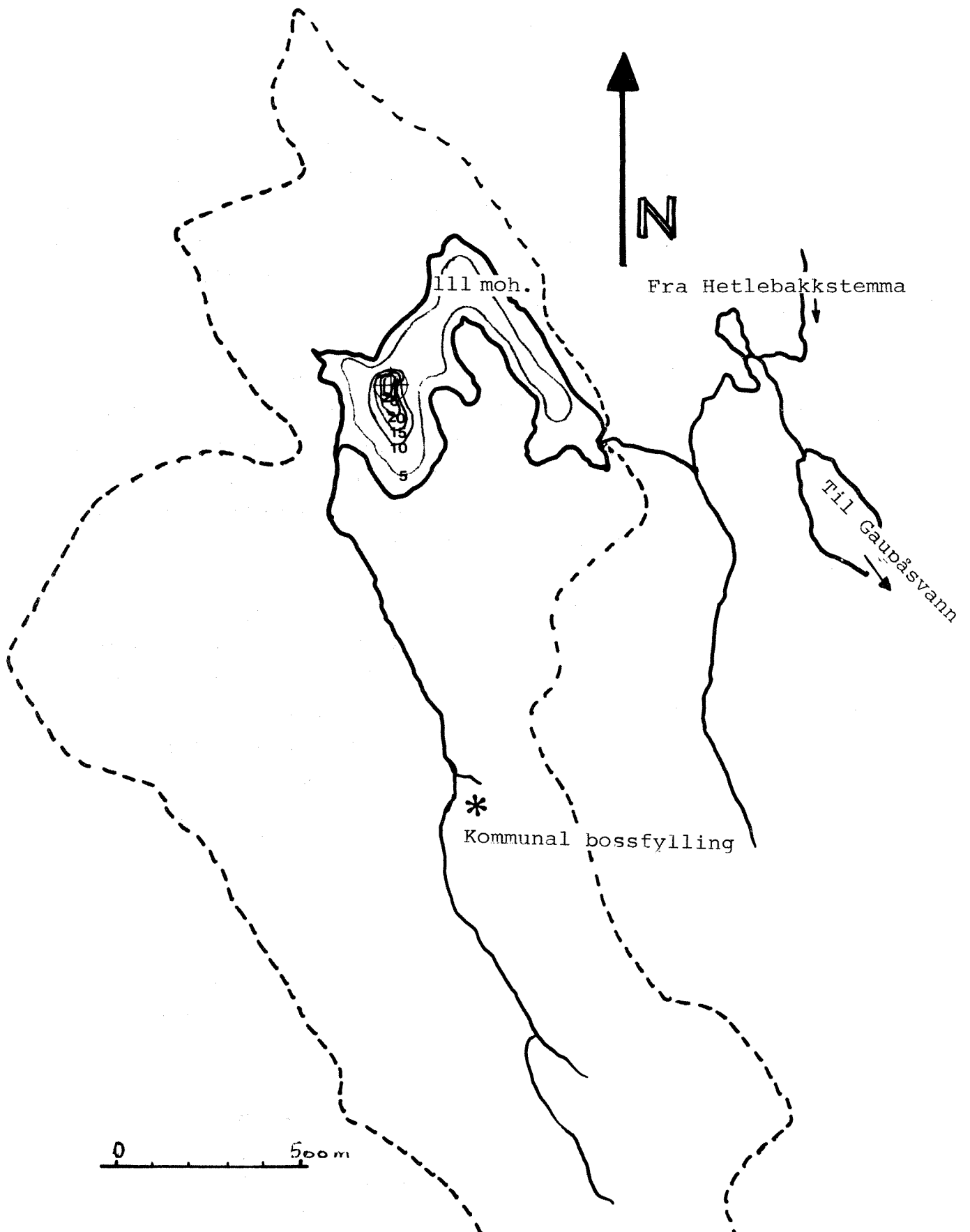


Fig. 1. Øvre deler av Hauglandsvassdraget med Hjortlandsstemmas nedbørfelt, dybdeforhold og stasjonsplassering.

## 1. INNLEDNING

### Lokalisering - Områdebeskrivelse - Hydrologi

#### 1.1 Hjortlandsstemma

Hjortlandsstemma (110 m o.h.) ligger øverst i Hauglandsvassdraget som har avløp til Sørfjorden via elven gjennom tettstedet Ytre Arna. Det naturlige nedbørfeltet for hele Hauglandsvassdraget er 21,4 km<sup>2</sup> (Chr. F. Grøner, 1975). Hjortlandsstemmas nedbørfelt utgjør 3,0 km<sup>2</sup>. I figur 1 er det vist en kartskisse av nedbørfeltet, og i tabell 1 er det gitt en del morfometriske og hydrologiske data.

Tabell 1. Morfometriske og hydrologiske data fra innsjøene Hjortlandsstemma og Stendavann.

	Hjortlandsstemma	Stendavann
Overflate	0,337 km <sup>2</sup>	0,236 km <sup>2</sup>
Volum	1,29 mill.m <sup>3</sup>	3,95 mill.m <sup>3</sup>
Største dyp	25 m	35 m
Middeldyp	5,5 m	11,7 m
Oppholdstid	ca. 7 uker	ca. 22 uker
Nedbørfelt	3,0 km <sup>2</sup>	3,0 km <sup>2</sup>
Gjennomstrømning	9,3 mill.m <sup>3</sup> /år	9,3 mill.m <sup>3</sup> /år
Stasjonsplassering UTM koordinate	32 VLN008081	32 VKM977874

#### Områdebeskrivelse

Hjortlandsstemma har sitt utspring syd for innsjøen i knapt 500 meters høyde. Nedbørfeltet består hovedsakelig av fjellområder med noe myr og en del lyng samt noe skog. Det er liten bebyggelse i innsjøens nedbørfelt, og denne begrenser seg til vannets vestende hvor det er noen få bolighus, og i syd hvor det er en del mindre gårdsbruk. I vannets nærhet er det også noen mindre hytter/fritidshus.

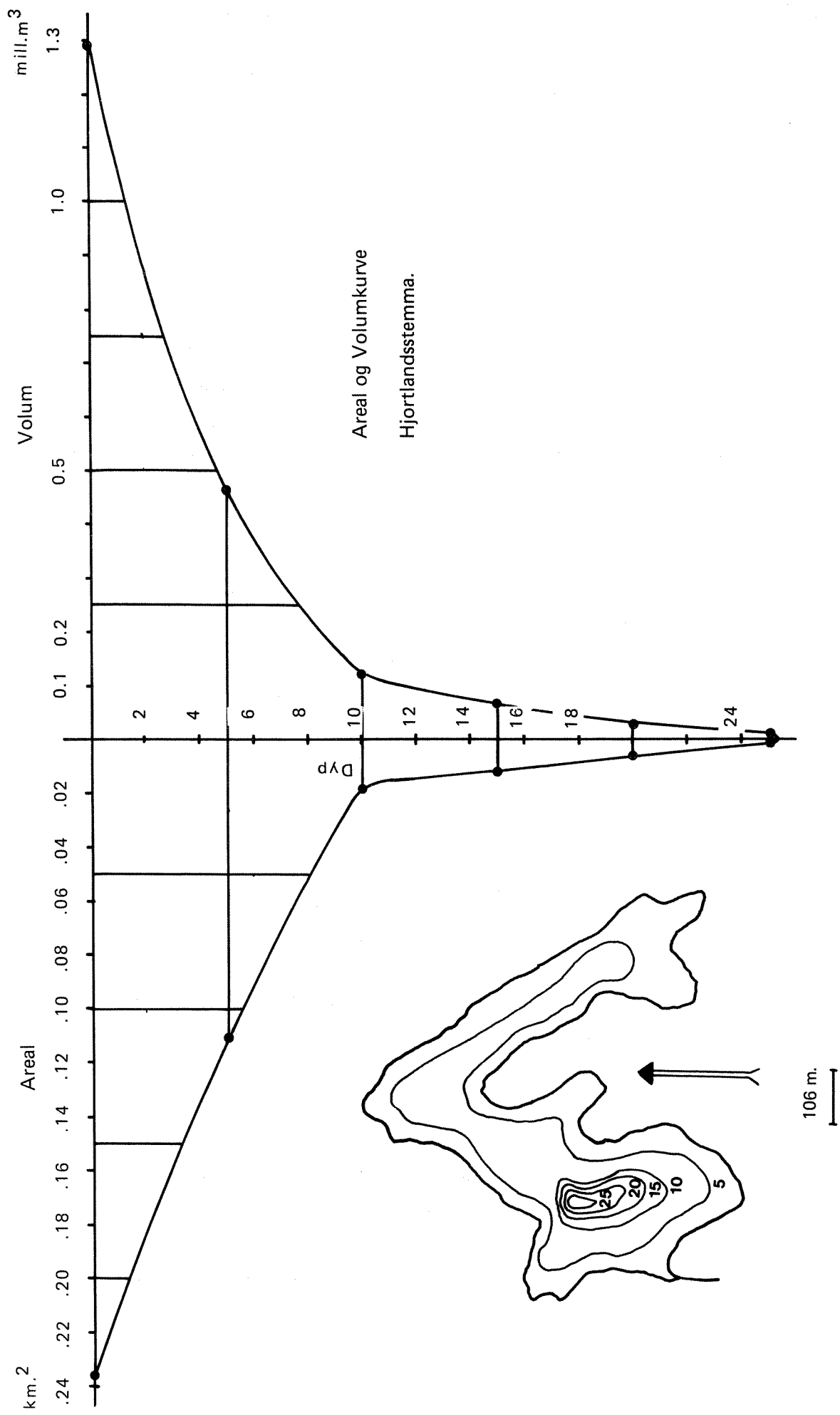


Fig. 2. Kartskisse av Hjortlandsstemmas dybdeforhold med magasinurve.

Dybdekart.

106 m.

## Hydrologi

F. Grøner har i sin registrering av bestående avløpsforhold i Hauglandsvassdraget (Chr. Grøner, 1975) gitt en teoretisk vurdering av de hydrologiske forholdene i vassdraget. Utgangspunktet for disse beregningene er NVEs registreringer av hydrologiske forhold i Oselven syd for Bergen.

Grøner har gitt følgende verdier for alminnelig lavvannsføring med utløp Sørfjorden ( $5,61 \text{ l/sek/km}^2 \cdot 21,4 \text{ km}^2$ ) = 120,0 l/sek og et gjennomsnittlig årsavløp på  $97,9 \text{ l/sek/km}^2 \cdot 21,3 \text{ km}^2$ ) = 2,100 m<sup>3</sup>/sek = 66 mill.m<sup>3</sup>/år.

Tilsvarende beregninger for utløp Hjortlandsstemma ( $3,0 \text{ km}^2$ ) gir en alminnelig lavvannsføring på 16,8 l/sek. og et gjennomsnittlig årsavløp på 293,7 l/sek. som tilsvarer 9,3 mill.m<sup>3</sup>/år.

I figur 2 er det gitt en kartskisse av vannets dybdeforhold med magasinkurve. Hjortlandsstemma er regulert og er i dag reguleringsmagasin for A/S Arne Fabrikker til produksjon av elektrisk kraft. Kraftverket som ligger nedstrøms Gaupåsvann får omtrent halvparten av sin vannmengde fra Hjortlandsstemma. Hjortlandstemmas regulering er nærmere omtalt i avsnitt 5.1.

### 1.2 Stendavann

#### Lokalisering

Stendavann (40 m o.h.) er den nederste innsjøen i Kalandsvassdraget som det er knyttet til via en kunstig kanalal (figur 3). Kalandsvassdraget ligger i Fana og består nå av innsjøene (sett

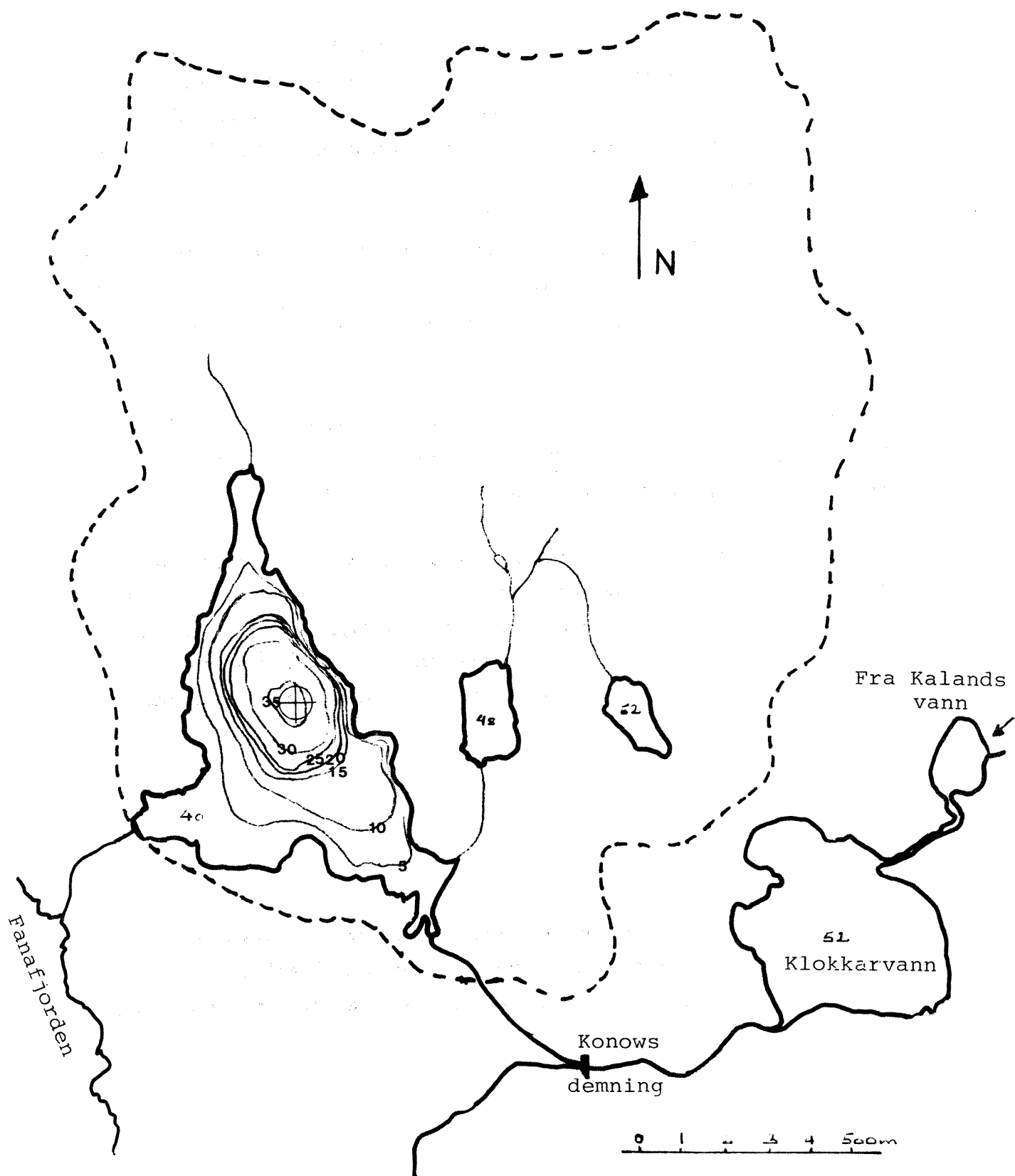


Fig. 3. Stendavannets nedbørfelt med stasjonsplassering, dybdeforhold og vannenes høyde over havet.

ovenifra): Kalandsvann, Klokkarvann og Stendavann. Vassdraget har utløp innerst i Fanafjorden. Resipientforholdene i Kalandsvann ble undersøkt i 1981 (NIVA, 1982).

#### Områdebeskrivelse

Stendavann har et nedbørfelt på  $3 \text{ km}^2$  når vi betrakter det isolert og ser bort fra den kunstige tilknytning det nå har til Kalandsvassdraget. Nedbørfeltet strekker seg i nord opp til 232 m (Stendafjellet) og består her av utmark med blandingsskog, lyng og myrheier. På østsiden av vannet er det en tett villabebyggelse hvor det i dag bor ca. 250 personer. De fleste områdene i syd og vest er nyttet til jordbruksformål (beite og fôrproduksjon) blant andre av Stend jordbruksskole. Nord-øst for Stendavann ligger det en større privat fyllplass.

#### Hydrologi

Bruker vi de samme betraktninger som vi gjorde for Hjørlandsstemma gir dette med et gjennomsnittlig årsavløp på  $97,9 \text{ l/sek/km}^2$  en avrenning for hele nedbørfeltet i et middelår på  $293,7 \text{ l/sek}$ . Dette gir et årsavløp på  $9,26 \text{ mill. m}^3/\text{år}$ . Den alminnelige lavvannføring ved utløpet blir da  $5,61 \text{ l/sek/km}^2 \times 3 = 0,53 \text{ mill. m}^3/\text{år}$ .

I figur 4 er det gitt en kartskisse av Stendavannets dybdeforhold med magasinkurve.

Reguleringen av Stendavannet går helt tilbake til 1910. Kraftverket var i kontinuerlig drift fram til 1960-årene, og i perioden fram til 1972 ble det bare kjørt i deler av døgnet. Senere har kraftverket bare vært i sporadisk bruk. Stendavannet ble sommeren 1984 tappet ned (ca. 10 m) for vedlikehold av demming og rørgate samt opprustning av kraftstasjonen. Reguleringen av Stendavann er nærmere omtalt i avsnitt 5.1.

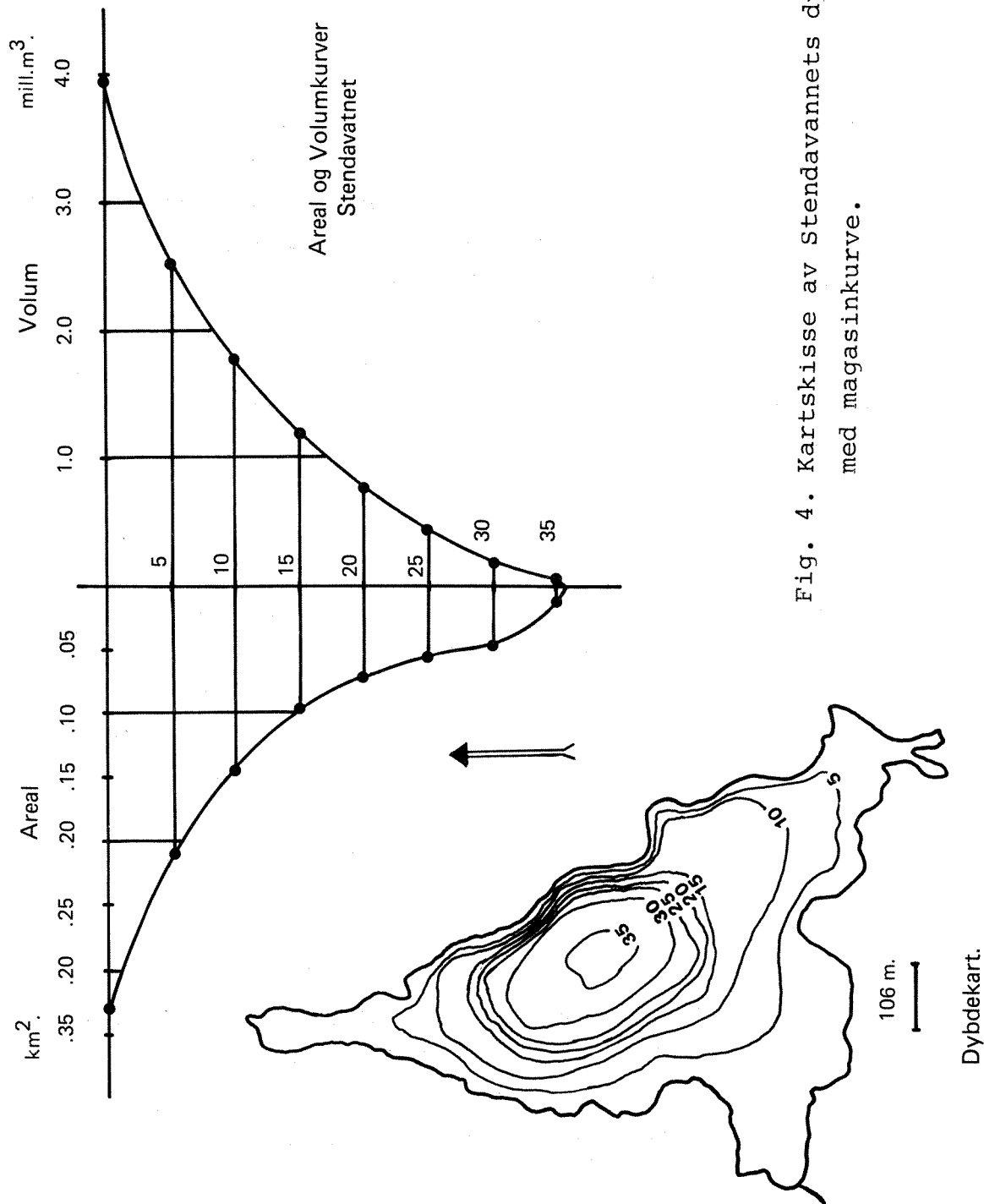


Fig. 4. Kartskisse av Stendavatnets dybdeforhold med magasininkurve.

## 2. FORURENSNINGSTILFØRSLERR

### 2.1 Hjortlandsstemma

#### Bebyggelse

Det er i dag liten bebyggelse i nedbørfeltet til Hjortlandsstemma. Noen få boliger ved vannets vestsida, en del hytter og enkelte mindre gårdsbruk vest og syd for innsjøen er det hele. Avløpsforholdene er ordnet separat for hver enkelt bolig. Direkte utslipp til vannet skal det ikke være. Det er derfor lite trolig at boligkloakk har noen større betydning for innsjøens forurensningstilstand. Da er det mer sannsynlig at avrenning fra jordbruksområder, gjødselkjellere og eventuell lekkasje fra forsiloer bidrar til forurensningen av Hjortlandsstemma. Inntrykk fra befaringsene til vassdraget i 1983 underbygger dette, likeså resultatene fra bakterietellingene og næringssaltanalysene. Det er i dag 3 gårdsbruk i nedbørfeltet til Hjortlandsstemma, med i alt 111 da fulldyrket jord og 136 da beite og overflatedyrket jord. Lagringskapasiteten for siloer har en ikke tall for ved Jordbruksetaten i Bergen, men data fra 1980 viser at det samlet da ble lagt ned 364 m<sup>3</sup> silomasse. Det antas at hele dyrkningsarealet nyttes til grasproduksjon som legges i silo.

#### Sjøpelfyllplass

Ved Hjortlandsstemma (figur 1) har Bergen kommune hatt en større bosstømming som drenerer via en bekk til dette vannet. Bosstømming ble startet i 1959 og mengden avfall var i 1966 ca. 12.000 m<sup>3</sup> og den årlige avfallmengde økte til 28.000 m<sup>3</sup> i 1974. Det var da deponert i alt 180.000 m<sup>3</sup>, tilsvarende 26.000 tonn avfall. Bosstømmingen ble nedlagt i 1978, og samlet ble det her deponert totalt 30.913 tonn avfall (Bergen kommune 1976). Av dette utgjorde sikterester fra Danoanlegget en betydelig del av det som ble deponert den siste tiden fyllingen var i drift. Sigevann fra sjøpelfyllinger er et problem og



for Hjortlandsstemma utgjør sigevannet et alvorlig og stort forurensningsproblem. Dette avtar med deponeringsalder og andre forurensninger (bl.a. jordbruksavrenning) får derfor større betydning.

Undersøkelsen i 1983 ble utført 15 år etter at søppeldeponeringen opphørte, men fremdeles er tilførslene av lett oksyderbare forbindelser, næringssalter og metaller (tabellene 3 og 5) så store at innsjøen er tydelig påvirket av drensvannet. Men det skal legges til at forholdene, og da særlig knyttet til luktproblemene ( $H_2S$ ), er blitt betraktelig bedre i årene som er gått siden deponeringen foregikk. I dag merkes dette best når innsjøen sirkulerer vår/høst og i perioder når magasinet tappes ned, mens dette tidligere var et kontinuerlig problem i det meste av sommerhalvåret.

I kommunens rammeplan for avløpsdisponering i Bergen (Hovedrapport 1976) er områdene rundt Hjortlandsstemma foreslått sikret allmennheten av generalplanavdelingen.

## 2.2 Stendavann

Den forurensningsbelastning som innsjøen i dag utsettes for kommer fra 3 hovedkilder:

- a) Boligkloakk (direkte utslipp og lekkasjer fra ledninger og septiktanker)
- b) Avrenning fra jordbruksområder i nærområdene til Stendavann
- c) Avrenning fra en større privat fyllplass i nedbørfeltet like øst for vannet.

I tillegg til dette kan nevnes at vannet nyttes som hvileplass for et stort antall måker som tilfører innsjøen en ikke ubetydelig mengde bakterier og noe næringssalter.

Det er i dag ca. 40-50 personekvivalenter (p.e.) med private utslipp som går direkte i Stendavannet. Videre viste det seg at de kommunale kloakkledningene som krysser vannet hadde under nedtappingen i 1984 store lekkasjer, og dette utslippet ble anslått til ca. 120-150 p.e. Det antas derfor som sikkert at den vesentligste årsak til de høye bakterietallene vi fant ved undersøkelsen kan tilskrives dette utslippet.

Når det gjelder jordbruksavrenning er det vanskelig å anslå størrelsen uten nærmere målinger, men da store deler av nærområdene rundt vannet består av jordbruksområder (bl.a. Stend jordbruksskole) bidrar avrenning herfra trolig til det høye næringssaltnivået i Stendavann.

Som for jordbrukets påvirkning, er det vanskelig å fastslå hvor stor del av forurensningsbelastningen som kan tilbakeføres til det private avfallsdeponiet. Analyseresultatene fra bekken som drenerer dette området viser en vannkvalitet med et unaturlig høyt innhold av bl.a. tarmbakterier. Her var antallet termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml fra 0 til 240 i de 7 prøvene, og med et gjennomsnitt på 113. Denne bidrar derfor også til den bakteriologiske tilstand i Stendavann. Videre viser vannprøvene et langt større innhold av oppløste mineraler enn naturlig. Innholdet av lett oksyderbare forbindelser er også høyt, likeså ble det ved enkelte prøvetakinger funnet meget høye nivåer av totalfosfor. Når det gjelder tungmetaller, ser det også ut til å være høyere konsentrasjoner for enkelte metaller vedkommende enn det en ville forvente, men materialet stammer bare fra en enkelt prøvetaking (tabell 5). Det er behov for et langt større prøvetakingsprogram - og gjennom hele året - for å kunne fastslå hvilken betydning dreensvannet fra dette avfallsdeponiet har for forurensningen av Stendavann.

En annen forurensningskilde som også har betydning er det store antall måker som bruker Stendavann som hvile- og vaskeplass. Trolig er

søppelplasser i nærheten (bl.a. kommunens avfallsdeponi i Rådalen) rasteplass for denne måkekolonien. Det er kjent at innsjøer som nyttes av store måkebestander tilføres en del næringssalter, men det er her først og fremst den transport av termostabile koliforme bakterier og sykdomsfremkallende mikroorganismer som måkene tilfører vannforekomsten en er opptatt av. Undersøkelser som er utført i Maridalsvatnet i Oslo (NIVA, 1983B) viste at tilførslene av fekale bakterier fra måkene var betydelige og at de høye bakterietallene kan forklares ved måkenes bruk av innsjøen.

### 3. REKREASJON OG BRUKERINTERESSER

#### 3.1 Hjortlandsstemma

Den sterke belastningen på Hjortlandsstemma og hovedtilløpet, som drenerer søppeldeponiet og avrenning fra jordbruksområdene i nedbørfeltet, må antas å ha redusert rekreasjonsverdien for innsjøen og nærområdene omkring. Samtidig har det i bydelene Åsane og Arna, som vassdraget ligger mellom vært en kraftig tilflytting og dermed øking i innbyggertallet, noe som gir området et stort potensiale i rekreasjonssammenheng, og det er derfor i rammeplanen for avløpsdisponering i Bergen (Hovedrapport 1976) foreslått å sikre dette området for allmennheten.

Det er meget begrensede opplysninger om fiskeforholdene i Hjortlandsstemma. Fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling har vi fått resultatene fra det prøvefiske som ble foretatt i 1972, og som også er de siste som er gjennomført i Hjortlandsstemma. Det ble på et prøvegarnsett (8 garn) over en natt ikke fanget noe fisk, men det ble observert et stort antall gjeddeunger i strandsonen. Senere er det rapportert fangst av ørret i gytetiden om høsten i tilløpsbekken, og i bekken oppstrøms bossfyllingen skal det være en liten bestand av ørret? Ut fra prøvefiske og den kjennskap en hadde til Hjortlandsstemma ble det den gang fastslått at innsjøen hadde en meget tynn bestand av ørret med god kvalitet og en tett gjeddebestand. Hvordan utviklingen i fiskebestandenes sammensetning og kvalitet har vært fram til i dag er ukjent.

Det ble ved undersøkelsen av Hjortlandsstemma registrert et stort antall tarmbakterier i vannprøvene. Helsemyndighetene i Bergen (Ø. Tveiten, pers. medd.) anbefaler derfor slik forholdene er i dag Hjortlandsstemma ikke brukt som friluftsbad.

Når det gjelder brukerinteressene er det, bortsett fra det

rekreasjonspotensiale som er tilstede, to andre store interesser som er bestemmende for vannkvaliteten og andre bruksmuligheter. Særlig tenker vi her på den bruk nærmiljøet i dag gjør av innsjøen i resipientsammenheng, og videre at Hjordlandsstemma er reguleringsmagasin for kraftverket nedstrøms Gaupåsvatn. Reguleringen av Hjordlandsstemma er nærmere omtalt i avsnitt 5.1.

### 3.2 Stendavann

Stendavannets øst- og sydbredd har en tett småhusbebyggelse. Eiendommene grenser ofte helt ned til vannkanten, og flere har mindre fritidsbåter i vannet som brukes til turer og ved sportsfiske.

Men når det gjelder opplysninger om vannets fiskebestand, har det ikke vært mulig å få nærmere data om dette. Noe prøvefiske har det ikke vært foretatt i fiskerikonsulentens regi i Stendavannet. Antakelig er ikke fiskeforholdene spesielt gode og med den store måkebestanden som holder til i Stendavannet, kan også fisken være sterkt befengt med parasitter.

Flere steder rundt vannet var det montert stupebrett, men resultatene fra analysene av vannets innhold av tarmbakterier gjør at helsemyndighetene vurderer Stendavann som klart uakseptabelt som badevann (P.Ø. Tveiten, pers.med.).

For Stendavann, sett da i en rekreasjonssammenheng, kan større svingninger i vannstanden som følge av at kraftverket nå settes i drift igjen, ha negative effekter. Dette skjer ved at strandområdene vil endre karakter og større erosjon i strandkanten kan føre til at vannet blir mer turbid.

Forøvrig er det to andre store interesser som er bestemmende for vannkvaliteten og andre bruksmuligheter. Dette er for det første den

bruk nærmiljøet i dag gjør av Stendavannet som resipient. Dette er hovedproblemet, men stor betydning har også avrenning fra avfallsdeponiet og jordbruksområdene i innsjøens nærhet.

Bruken av Stendavann som reguleringsmagasin nå når kraftverket tas i bruk igjen, vil gi Bergen Elektrisitetsverk en energimengde på ca. 3 GWh. pr. år. Reguleringen av Stendavann er nærmere omtalt i avsnitt 5.2.

#### 4. METEOROLOGISKE FORHOLD

Konklusjonene i denne rapporten baserer seg på prøvetaking i en kald sommer med noe mer nedbør enn normalt (figur 5).

##### 4.1 Lufttemperatur

Arsmiddeltemperaturen for lufttemperaturen i 1983 var  $8,4^{\circ}\text{C}$  og derved  $1,4^{\circ}\text{C}$  over normalen for perioden 1931-1960 (figur 5). Tilsvarende var middeltemperaturen i produksjonsperioden mars til oktober hele  $2,0^{\circ}\text{C}$  under normalverdien for tilsvarende normalperiode på stasjon 5046 Fana forsøksstasjon.

##### 4.2 Nedbør

Arsmiddelnedbøren for 1982 var 871 mm større enn i et normalår (1975 mm nedbør). Tilsvarende var middelnedbøren i produksjonssesongen mars til oktober 554 mm (145 %) over tilsvarende normalperiode på stasjon 5046. Bakgrunnen for dette er de store nedbørmengdene som kom på høsten, hvor det i september og oktober falt hele 814 mm nedbør. Men også i mars og mai falt det store nedbørmengder. Under produksjonssesongen var det bare månedene april og juni som hadde mindre nedbør enn i et normalår (figur 5).

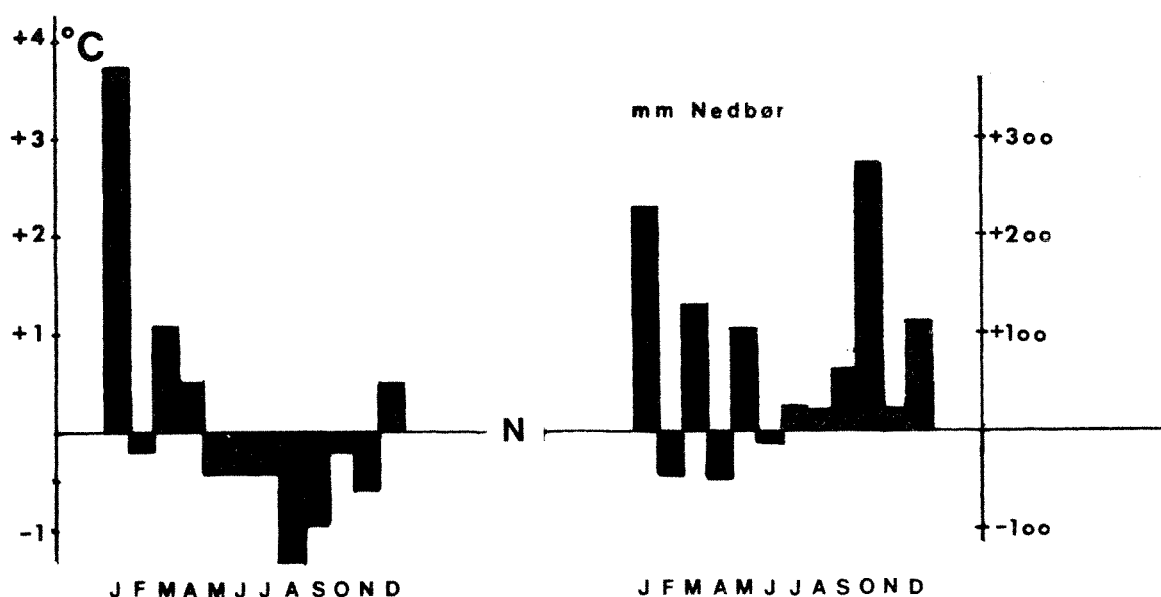


Fig. 5. Klimatiske avvik fra normalen (N) i 1983 på stasjon 5046 Fana forsøksstasjon.

## 5. REGULERINGER

Regulerte resipienter vil, når de sammenlignes med naturlige innsjøer, få en noe endret resipientkapasitet. Dette er en følge av at volumet varierer og derved også evnen til å fortynne forurensningstilførselen til innsjøen. Likeledes vil oppholdstiden for de forureningskomponentene som tilføres overflatelaget øke eller avta etter som vannstanden heves eller senkes.

### 5.1 Hjortlandsstemma

Vannet er regulert og nyttes av A/S Arne Fabrikker til produksjon av elektrisk kraft. Fabrikken har bruksrettighetene til Hauglandsvassdraget og nytter Hjortlandsstemma (overfl. 0,38 km<sup>2</sup>) sammen med Spåkestemma (0,23 km<sup>2</sup>) og Hetlebakkstemma (1,0 km<sup>2</sup>) som reguleringsmagasin for kraftverket nedstrøms Gaupåsvatnet. Reguleringen av Hjortlandsstemma ble foretatt i tidsrommet 1880-1900. Dette ga da en reguleringshøyde for denne innsjøen på 6,5 m målt mellom høyeste og laveste regulerte vannstand (H-LRV). Fabrikken (T.Osland pers.medd.) mener at omtrent halvparten av den vannmengden som passerer kraftverksturbinen kommer fra Hjortlandsstemma. Dette utgjør ca. 0,25 millioner m<sup>3</sup> og en elektrisitetmengde på 270 000 kWh. Hjortlandsstemma tappes ned 2-4 ganger i året og da til et vannspeil med kote ca. 5 m under. HRV.

### 5.2 Stendavann

Stendavann er inntaksmagasinet i en gammel regulering som utnytter sidevassdraget Kalandsvassdraget (også benevnt Fanavassdraget). Dette har man fått til ved å regulere Kalandsvann mellom kotene 53.30 og 52,50 m o.h. Avløpet fra Kalandsvann går i sitt naturlige leie ned til



Konows demning ved Nordheim og overføres så via en kunstig kanal til Stendavann. Reguleringshøydene ved denne demningen er 53,05 og 51,53 m o.h. Naturlig vannstand i Stendavann er i dag ved et vannspeil på 40 m o.h.

Fallhøyden for kraftstasjonen som utnytter vannet fra Stendavann er 33 m og inntaket ligger 10 m under "normalvannstand". Innstallasjonen i kraftverket er 1100 kVA. Bergen Elektrisitetsverk som nå eier kraftverket, kalkulerer med en elektrisitetsproduksjon i et normalår på 3 GWh. Om det finnes krav til høyeste og laveste reguleringsnivå, og et reglement for manøvreringen og tappingen av Stendavann, har vi ikke kunnet få klarhet i, men ved større vedlikeholdsarbeider vil det (som i 1984) være behov for å senke vannstanden, og maksimalt kan dette utgjøre ca. 10 m. Vannstanden i Stendavann registreres ved hjelp av en vannstandsmåler.

Kraftverket, som er fra 1910, var i kontinuerlig drift fram til 60-årene. Senere og fram til 1972 var kraftverket i bruk i deler av døgnet og etter dette var det bare i sporadisk drift. Stendavann ble som nevnt sommeren 1984 tappet ned for vedlikehold av demning-rørgate og kraftstasjon, og vil nå bli fjernstyrt fra Bergen. Beregninger som Bergen lysverker har gjort viser et nedbørfelt for Stendavann på 3 km<sup>2</sup> og har et volum på 0,8 mill. m<sup>3</sup> (se tabell 1). Arlig avtapping gjennom turbinen på kraftverket er satt til 39 mill.m<sup>3</sup>.

## 6. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

### 6.1 Hjortlandsstemma

Ingeniørfirmaet Chr. F. Grøner utførte i 1975 en registrering av bestående avløpsforhold for Bergen kommune. Rapporten fra dette arbeidet (Grøner, 1975) inneholder en generell beskrivelse av vassdraget, hvor bl.a. aktiviteter og forurensningsforhold i Hauglandsvassdraget er beskrevet. Universitetet i Bergen, avd. for mikrobiologi, har brukt Hjortlandsstemma i forbindelse med undervisning og studentoppgaver. Videre har Viak (1971) foretatt en registrering av vannforekomster på Bergenshalvøya, hvor det finnes en del opplysninger om Hauglandsvassdraget og Hjortlandsstemma, bl.a. om fysisk-kjemiske forhold. NIVA har tidligere gitt en beskrivelse av forurensningssituasjonen i Hjortlandsstemma (NIVA 1969) og ellers ble forurensningssituasjoner i Gaupåsvatn beskrevet i 1982 (NIVA, 1983). Gaupåsvatn ligger nederst i Hauglandsvassdraget.

### 6.2 Stendavann

Når det gjelder Stendavann er vi ikke kjent med at det tidligere er utført fysisk-kjemiske undersøkelser i denne innsjøen. Stend jordbruksskole opplyser at de ikke har foretatt analyser i vannet, og forespørsler til miljøavdelingen ved Fylkesmannen var også negative, likeså hos fiskerikonsulentent.

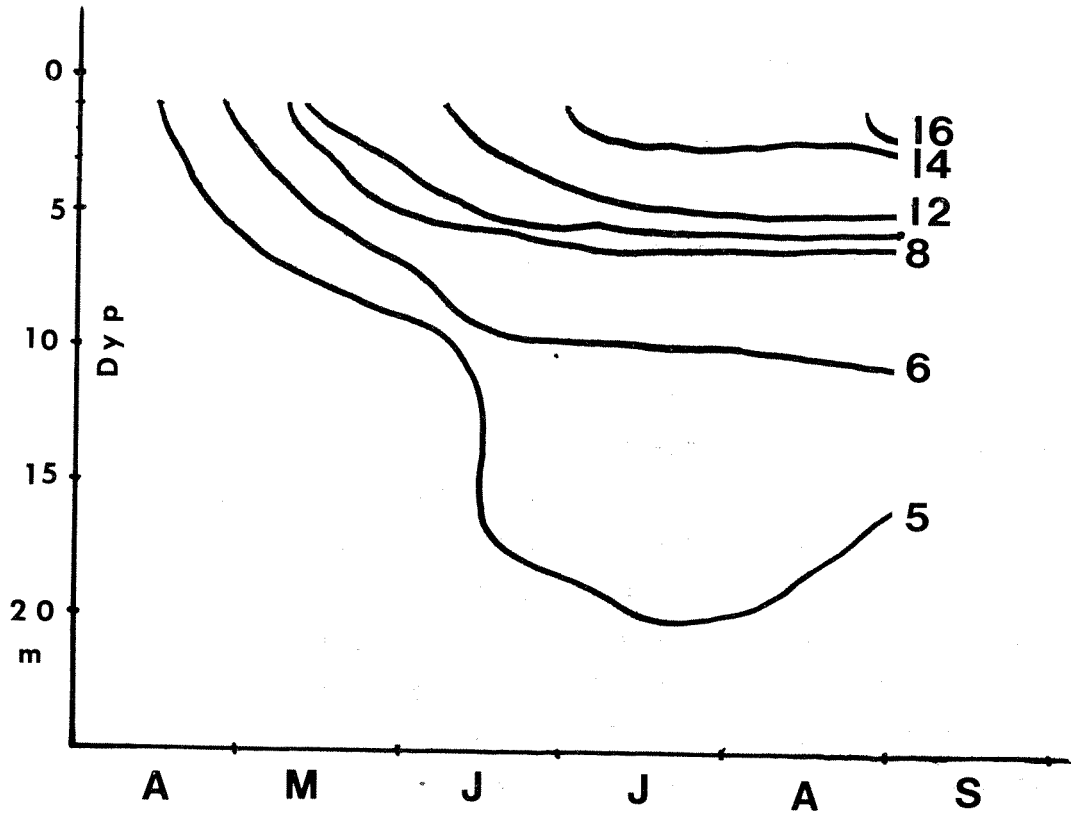


Fig. 6. Temperaturforholdene i Hjortlandsstemma gjennom prøvetakingsperioden i 1983.

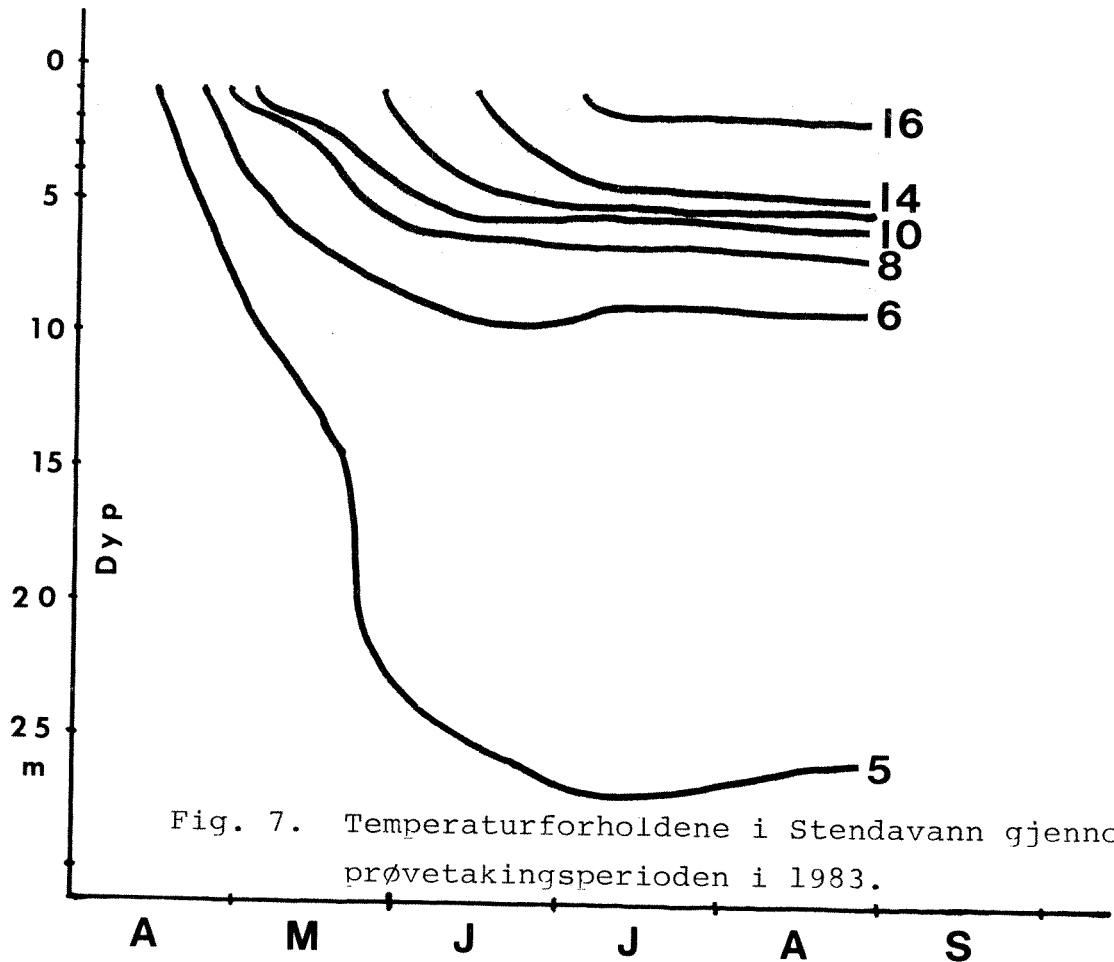


Fig. 7. Temperaturforholdene i Stendavann gjennom prøvetakingsperioden i 1983.

## 7. UNDERSØKELSEN I 1983

Prøvetakingen i Hjortlandsstemma og Stendavann kom i gang 20. april 1983 og ble avsluttet 26. august samme år. I denne perioden ble det foretatt 8 prøvetakinger med innsamling av prøver for fysisk-kjemiske analyser samt analyser av vannets innhold av klorofyll, planteplankton og prøver for å belyse innsjøenes sanitærbakteriologiske tilstand.

De fysisk-kjemiske analysene ble utført av Hordaland Fylkes Vannlaboratorium, mens de bakteriologiske prøvene ble analysert ved Helseseksjonen i Bergen kommune, avd. for næringsmiddelkontroll. De øvrige analysene er utført ved NIVA.

### 7.1 Fysiske og kjemiske forhold

#### 7.1.1 Temperatur

Temperaturforholdene ved prøvetakingene er gitt i figurene 6 og 7. Dataene viser at utviklingen i innsjøenes temperatur var nokså like, men med en noe høyere overflatetemperatur i Stendavann. I begge innsjøene er det i produksjonssesongen en tydelig sjiktning av vannmassene. Sprangsjiktet var ved å bygge seg opp i mai, og høstsirkulasjonen hadde ikke startet når prøvetakingen ble avsluttet i månedsskiftet august/september.

Det kalde og fuktige været sommeren 1983 (figur 5) førte til at vannlaget over sprangsjiktet trolig ble mindre og kaldere enn det ville ha vært under et normalår. Dette har stor betydning for fortynning og oppholdstid av næringssalter og organisk materiale som tilføres innsjøen i produksjonsperioden, og derved også for vekstvilkårene for algene i innsjøene. Den noe lave vanntemperaturen i produksjonslaget sammen med ugunstige lysforhold i lange perioder, har nok hatt en noe begrensende virkning på algeproduksjonen dette året. Samtidig kan store nedbørmengder og derved et økt tilskudd av næringssalter fra nedbørfeltet ha virket i motsatt retning.

### 7.1.2 Oksygen

Det ble ikke foretatt registreringer av oksygenmetningen i Hjortlandsstemma og Stendavann ved undersøkelsen i 1983 (pga. instrumenttekniske problemer med måleutstyret). Det som er gjort av tidligere undersøkelser inneholder, så vidt vi vet, ikke målinger av oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Men ved prøvetakingen ble det, særlig i Hjortlandsstemma, men også i Stendavann, ved flere anledninger registrert tydelig  $H_2S$ -utvikling i bunnvannet.

Det lave oksygeninnholdet i innsjøenes dyplag understreker at både Hjortlandsvann og Stendavann i dag er sterkt belastet med organisk materiale. Dette er dels produsert i selve innsjøen og da som bakterier - alger - dyreplankton, og dels er det tilført fra nedbørfeltet, og da som direkte og indirekte tilførsler knyttet til menneskelig aktivitet og naturlig avrenning fra skog og mark. Nedbrytning av organisk materiale er oksygenkrevende prosesser og den laveste oksygenmetningen finner vi generelt på ettervinteren før isen går og vårsirkulasjonen tar til. Sannsynligvis er  $O_2$ -innholdet svært lavt, både i Hjortlandsstemma, Stendavann og Gaupåsvatn på denne årstiden, og forholdet burde følges opp med oksygenmålinger i innsjøenes bunnvann i den aktuelle perioden.

Begge disse innsjøene er inne i en eutrofiutvikling. Hastigheten i denne prosessen bestemmes av tilførslene av næringssaltene fosfor og i noen mindre grad nitrogen. Stor betydning i denne sammenheng har direkte utslipp av kommunalt avløpsvann, da vesentlige mengder av fosforforbindelsene i slike avløp er i en tilstandsform som er direkte tilgjengelig for planteplanktonet. Mengden av tarmbakterier (se kap. 7.3) gir en indikasjon på størrelsen av denne tilførselen.

Bli bunnvannet fritt for oksygen (anoksisk) vil fosfor som gjennom mange år er akkumulert i bunnsedimentet løses ut. Eutrofiutviklingen vil aksellerere og vi er inne i en utviklingsfase som er vanskelig å

endre uten omfattende tiltak og store økonomiske uttellingene. Samtidig vil vannets rekreasjonsverdi være sterkt begrenset og nærområdene kan i perioder få ulemper med dårlig lukt ( $H_2S$ ).

### 7.1.3 pH og konduktivitet

Resultatene fra disse målingene er samlet i tabellene 3 og 4 i rapportens vedlegg. Begge innsjøene har en surhetsgrad som ligger under nøytralpunktet, noe lavere i Hjortlandsstemma enn i Stendavann, med en midlere pH på henholdsvis 6,33 og 6,51 i undersøkelsesperioden (blandprøver 0-10 m).

Konduktiviteten var i disse to innsjøene noe høyere enn det som er vanlig på Vestlandet. Den midlere konduktiviteten var i blandprøven 0-10 m henholdsvis 54,8  $\mu S/cm$  og 72,1  $\mu S/cm$  i Hjortlandsstemma og Stendavann. Dette gir begge innsjøene i utgangspunktet en gunstig vannkvalitet for biologisk produksjon både med hensyn til artsvariasjon og mengde.

Innsjøenes lokalisering fører til at sjøsaltkomponentene bidrar med en stor del av den målte konduktivitet. Ellers har begge innsjøene store tilførsler av forurenset vann fra fyllplasser i nedbørfeltet. For Stendavannets vedkommende var den midlere konduktivitet i tilløpselven nesten det 4-dobbelte av hva vi registrerte i selve innsjøen (tabell 4). Tilsvarende data fra Hjortlandsstemma mangler, men også her er tilførselene fra den nå nedlagte søppelfyllplassen betydelig (tabell 5). Videre vil geologiske forhold i nedbørfeltene ha betydning, da dette rundt Hjortlandsstemma består av gneiser, mens nedbørfeltet rundt Stendavann også har innslag av mer basiske bergarter.

#### 7.1.4 Siktedyp, turbiditet, organisk innhold og farge

Partikkelinnholdet i vannmassen målt som siktedyp er vist på figur 8 og 9, og resultatene er gitt i tabellene 3, 4 og 6.

##### Stendavann

Lavest siktedyp ble målt på prøvene i august, og Stendavann hadde da en sikt på 3,0 m. Dette faller sammen med den toppen vi da hadde i algevolum, klorofyll (figur 9) og organisk innhold. Det midlere siktedyp var i undersøkelsesperioden 4,0 m (målt med vannkikkert). I utgangspunktet har Stendavann tidligere som næringsfattig (oligotrof) innsjø sannsynligvis hatt et midlere siktedyp gjennom produksjonssesongen på 8-10 m.

##### Hjortlandsstemma

I Hjortlandsstemma var siktedypet gjennom hele sesongen likt (5. juli) eller dårligere enn tilsvarende registreringer i Stendavann. Det midlere siktedyp i Hjortlandsstemma var 2,7 m, og som i Stendavann ble det også her målt lavest sikt i august (2,0 m). Prøver fra denne måneden hadde også det største klorofyllinnhold (figur 8).

Resultatene fra målingene av siktedypet viser at begge innsjøene er påvirket og har beveget seg vekk fra det som må antas å være disse innsjøenes naturtilstand.

Turbiditetsverdiene er høye i begge innsjøene, men særlig er dette tilfelle i Hjortlandsstemma, der den midlere turbiditetsverdi i 1983 var 1,9 FTU med maksimumsverdi på 5,7 FTU (tabell 3). Det store partikkelinnholdet tilskrives her i stor grad avrenning fra det nedlagte søppeldeponiet (bl.a. på grunn av et stort jerninnhold). Tilførselene herfra er også årsaken til de høye fargeverdiene som ble målt i Hjortlandsstemma, og hvor den midlere fargeverdi for filtrerte

prøver var vel 73 mg Pt/l (tabell 3). Tilsvarende fargeverdi i Stendavann var 32. Analysene fra bunnvannet viser en meget atypisk vannkvalitet i Hjortlandsstemma. Den midlere turbiditet for prøveperioden var her 21,6 FTU og for filtrert farge var verdien på hele 835 mg Pt/l. Resultatene fra tilsvarende analyser i Stendavann viser derimot som normalt, en reduksjon i turbiditet og farge i bunnvannet sammenlignet med vannlaget over sprangsjiktet under produksjonssesongen.

Resultatene fra analysene av vannmassens organiske innhold målt som forbrukt mengde mg  $\text{KMnO}_4$  er gitt i tabellene 3 og 4. I begge innsjøene er innholdet av organisk materiale høyt, særlig er dette tilfelle i Hjortlandsstemma. De høye verdiene som ble målt i bunnvannet i Hjortlandsstemma skyldes interferensproblemer da pergamanat i slike vannprøver med  $\text{H}_2\text{S}$  også her har oksydert andre lett oksyderbare forbindelser som toverdige jern, sulfid m.fl.

#### 7.1.5 Næringssalter

##### Fosfor

Fosforkonsentrasjonene i Stendavann i blandprøver fra 0 til 10 meters dyp varierte mellom 30 og 43  $\mu\text{g}$  Tot. P/l med et aritmetisk middel (x) på 36,8  $\mu\text{g}$  P/l (tabell 4). Tilsvarende for Hjortlandsstemma var 27-42  $\mu\text{g}$  P/l og  $x = 33$   $\mu\text{g}$  P/l. Verdiene er høye og indikerer at begge innsjøene tilføres betydelige mengder fosforforbindelser fra menneskelig aktivitet i nedbørfeltet.

##### Nitrat

Nitratverdiene i Stendavann varierte mellom 110 og 540  $\mu\text{g}$   $\text{NO}_3$ /l (blandprøve 0-10 m) og middelverdien for undersøkelsesperioden var 420  $\mu\text{g}$   $\text{NO}_3$ /l. Verdiene her ligger omtrent på den nivå vi registrerte i



Langavann i 1982, mens tilsvarende verdier for Hjortlandsvann var 45 til 190  $\mu\text{g NO}_3/\text{l}$  med en middelvei på 122  $\mu\text{g NO}_3/\text{l}$ . Dette langt lavere nitratinnholdet i Hjortlandsstemma indikerer at nitrat her i stor grad er brukt opp ved produksjon av organisk materiale (sopp - bakterier og alger). Avrenningsvannet fra søppeldeponier er vanligvis rikt på ammonium, men mengdene som her tilføres er enten her små eller at oksydasjonen til nitrat ikke har funnet sted når tilsiget når innsjøen. Analyser av tot.N ville ha gitt svar på dette, og er her ved denne vannkvaliteten en vesentlig mangel. Supplerende målinger av tot.N bør foretas.

#### 7.1.6 Tungmetaller

Analyseresultater fra tungmetallanalyser tatt på vannprøver 26. august er vist i tabell 5. Materialet er lite og det er begrenset informasjon en kan få ut av en slik enkeltprøve, men hensikten med prøvene var å få en rask sjekk på nivået for en del viktige tungmetaller. For Hjortlandsstemma er kilden for den økte konsentrasjonen av jern og mangan kjent (søppeldeponiet) ellers er konsentrasjonene lave, og på grunn av  $\text{H}_2\text{S}$  i bunnvannet er konsentrasjonen noe lavere her enn i blandprøven. Dette fordi det her foregår en felling av metallene som sulfider.

For Stendavannets vedkommende er verdiene som normalt, med unntak for kobber og sink, som har en noe høyere konsentrasjon enn ventet i blandprøven fra 0-10 m. I tilløpsbekken synes konsentrasjonen av mangan og sink noe høyere enn normalt. Men det er behov for et større analysemateriale for å belyse de eventuelle effektene avrenningsvann fra fyllplassen har for vannkvaliteten i Stendavann.

#### 7.2 Bakteriologi

Resultatene av det sanitær bakteriologiske analysemateriale (MPN-metodikk) som ble innsamlet parallelt med de fysisk-kjemiske

prøvene er vist i tabellene 7 og 8. For både Stendavann og Hjortlandsstemma viser resultatene at antall bakterier pr. ml etter 3 døgn ved 20 °C er høyt og noe høyere i Hjortlandsstemma enn i Stendavann. Stor egenproduksjon og tilførsler av organisk materiale og avløpsvann er bakgrunnen for de høye bakterietallene.

Den fekale forurensningen av Hjortlandsstemma (tabell 7) kommer i det vesentligste fra husdyrhold med bidrag fra et fåtall boliger i nedbørfeltet, og ikke fra den kommunale fyllplassen. Termostabile koliforme bakterier (T.koli) ble funnet i alle blandprøvene fra 0-10 m. Middelveidien for undersøkelsesperioden var her 28 T.koli pr. 100 ml prøve med maksimumsverdi 15. august på 141 T.koli. I overflatelaget var det samme dag 221 T.koli pr. 100 ml prøve. Hjortlandsstemma har en vannkvalitet som er uegnet for drikkevann og en tvilsom badevannskvalitet når det gjelder bruk til friluftsbad (P.Ø. Tveiten, pers. med.).

For Stendavanns vedkommende viser resultatene (tabell 8) at innsjøen må være utsatt for en betydelig forurensning fra kloakk og eventuelle andre fekale forurensninger. Med hensyn på det siste tenker vi på avrenning fra beiteområdene ved innsjøen og den tilførsel av fekale bakterier som stammer fra de store måkeflokkene som bruker Stendavann som hvile- og vaskeplass, etter å ha ernært seg på søppelplassen i nærheten. At disse kan ha stor betydning for innholdet av tarmbakterier i en vannforekomst er vist ved undersøkelsene i Maridalsvatnet i Oslo (NIVA, 1983B).

Helsemyndighetene i Bergen hadde på forhånd regnet med en viss forurensning fra boligkloakk, men verdiene i tabell 8 var langt høyere enn ventet (avd.ing. P.Ø. Tveiten, pers. medd.). Private direkte utslipp av kloakk til Stendavann finnes. Ellers viste det seg sommeren 1984 når innsjøen ble tappet ned, at det var en større lekkasje på en av de kryssende kommunale kloakkledningene.

Stendavann tilføres også ikke ubetydelige mengder fekal forurensning fra tilløpsbekkene til innsjøen (tabell 8). I nedbørfeltet til den bekken vi har de fleste prøvene fra ligger det en privat fyllplass. Det midlere antall T.koli bakterier var her 114 pr. 100 ml prøve i undersøkelsesperioden.

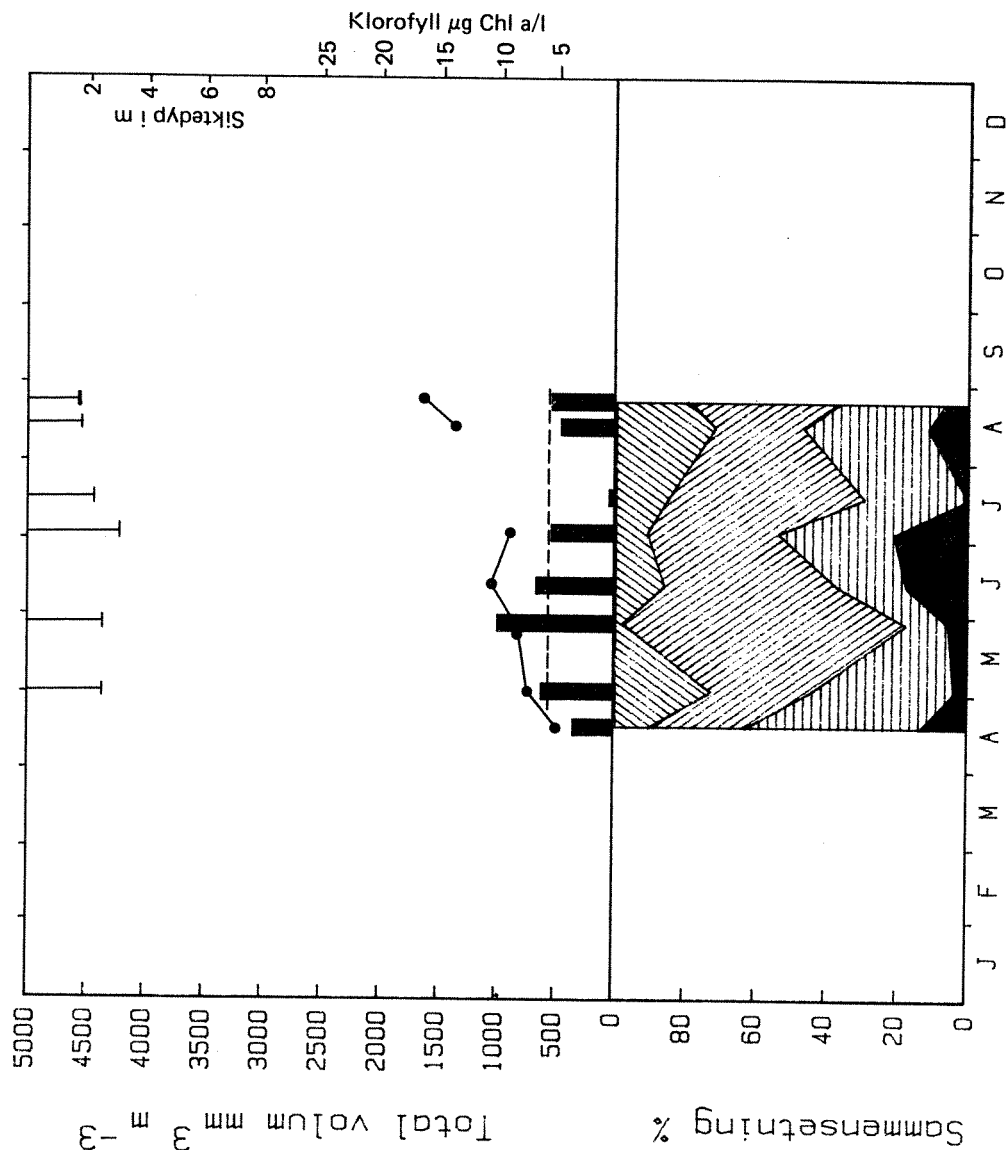
For den fekale forurensning av Stendavann i 1983 hadde nok lekkasjen på den kommunale kloakkledningen (120-150 p.e.), som nå er utbedret, størst betydning, men de andre kildene som er nevnt er også betydelige bidragsyttere til denne forurensningen. Ut fra analyseresultatene i tabell 8 vurderes vannet som ubrukelig drikkevannskilde. Helsemyndighetene vurderer Stendavann som klart uakseptabelt som badevann (P.Ø., pers. med.) Videre vil en anta at de direkte kloakkutslipp, tilførsler via tilløpsbekker og eventuelle fremtidige lekkasjer på de kommunale avløpsledningene vil opprettholde en betydelig fekal forurensning også i fremtiden, noe som vil begrense Stendavannets rekreasjonsverdi.

### 7.3 Planteplankton

Resultatene av planktonanalysene fra Hjortlandsstemma 1983 er sammenstilt i fig. 8 og tabell 9.

Av resultatene ser en at ingen enkelt gruppe av planteplankton dominerte i vekstsesongen på samme måte som i Stendavann. Gullalger (Chrysophyceae) var mest fremtredende det meste av sesongen, med ulike ubestemte arter av chrysomonader og med en art av slekten Mallomonas som med noe usikkerhet er bestemt til Mallomonas doignonii. På slutten av sesongen kom det inn også endel individer av Uroglena americana. Cryptophyceae utgjorde en prosentvis større andel hele sesongen med ulike arter innen slikten Cryptomonas.

Hjortlandstemma (bl.0-10m) År: 1983



TEGNFORKLARING








-  CHLOROPHYCEAE (Grønnaalger)
-  CHRYSOPHYCEAE (Gullialger)
-  CRYPTOPHYCEAE
-  MY-ALGER
-  Gj.snittsverdi for algevolum i vekstsesongen
-  Klorofyll
-  Siktedyb

Fig. 8. Utviklingen i siktedyb planteplanktonets sammensetning og mengde gjennom produksjonssesongen 1983 i Hjortlandstemma.

Grønnalgene (Chlorophyceae) var mer beskjedent representert her enn i Stendavann, fortrinnsvis med små former som Chlamydomonas spp. Maksimalt registrert algevolum i Hjortlandsstemma var på knapt 1000  $\text{mm}^3/\text{m}^3$ . Nivået for algevolumene, sammen med mer differensiert sammensetning med Chrysophyceae som den mest fremtredende algegruppen hele sesongen sett under ett, viser at Hjortlandsstemma's vannmasser var betydelig mindre produktive enn i Stendavannets.

Vannmassene i Hjortlandsstemma ligger i en overgangsfase mellom et oligotroft (næringsfattig) og et mesotroft (noe mer næringsrikt) nivå. En regner at vannmassene er i et mesotroft stadium når maks. algevolum er mellom 1000 og 3000  $\text{mm}^3/\text{m}^3$  og snittet for sesongen er fra ca 700-800 og opp til 1200  $\text{mm}^3/\text{m}^3$ . Klorofyllverdiene i Hjortlandsstemma fulgte i store trekk variasjonene i algevolumene i store deler av sesongen, men mot slutten var de unormalt høye.

Siktedypet var lite i forhold til algeinnholdet i vannmassene som viser at det må ha vært en større del av uorganiske og organiske partikler i vannmassene utenom planktonalger.

#### Stendavann

Resultatene av planteplanktonanalysene fra Stendavann 1983 er sammenstilt i fig. 9 og tabell 10. Av resultatene ser vi at grønnalgene (Chlorophyceae) var den helt dominerende gruppen av planteplankton i sommermånedene og at algemengden økte sterkt utover i august. Denne sterke økningen skyldtes en desmidiacée, Staurastrum planctonicum (artsbestemmelsen kan her være noe usikker).

Sterk dominans av desmidiaceè-arter er ikke vanlig i norske innsjøer, men i enkelte forurensningsbelastede innsjøer har dette vært registrert også tidligere. Særlig er dette innsjøer på Vestlandet. Et eksempel er Kalandsvatn i Bergen kommune (NIVA-rapport O-80107, 1982) der det i 1982 ble registrert store bestander av Staurodesmus

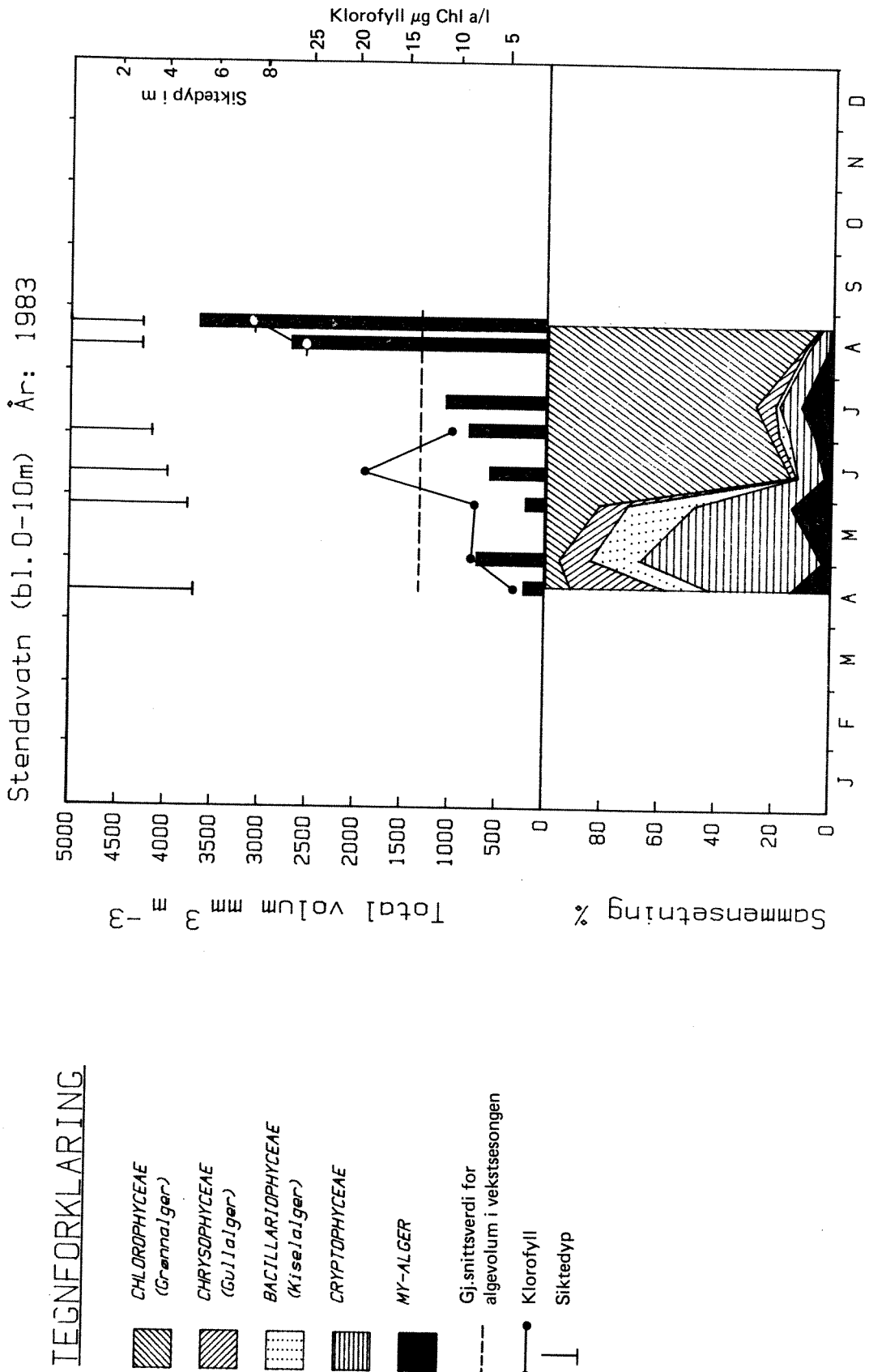


Fig. 9. Siktedyb, plantep planktonets sammensetning og mengde gjennom produksjonssesongen. 1983 i Stendavatn.

cuspidatus v. curvatus. Vanlig i eutrofe vannmasser er at når planteplanktonet blir ensidig er det gjerne blågrønnalger (Cyanophyceae) eller grønnalger (Chlorophyceae) utenom desmidiaceene som dominerer, i det minste om sommeren og høsten (se NIVA-rapport 0-80107, 1983). Tidlig på våren kan en ofte få sterk dominans av en eller noen få arter av diatoméer (Bacillariophyceae).

På våren var algesamfunnet mer sammensatt, med Cryptophyceae som den mest fremtredende gruppen, med arter som Rhodomonas lacustris og Cryptomonas spp. Kiselalgen (Bacillariophyceae) Asterionella formosa ble også registrert på våren.

Vanligvis har en i eutrofe vannmasser en maksimal algemengde i løpet av vekstsesongen på  $3000 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  eller mer. Snittverdien for sesongen er da  $1200 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  eller mer.

Tilsvarende verdier for Stendavann i 1983 var vel  $3600 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  som maksimalt algevolum og vel ca  $1200 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  i aritmetisk middel. Dette sammen med det ensidige sommerplanktonet viser den eutrofe karakter av vannmassene i Stendavann.

Verdiene for klorofyllverdiene er tildels lite overensstemmende med variasjonene i algevolum, noe som kan skyldes ulike forhold, men nivået som klorofyllverdiene ligger på støtter opp under konklusjonen om at vannmassene er eutrofe (næringsrike).

Secchiskiverresultatene viser at siktedypet først og fremst er bestemt av mengden av planktonalger.

#### 7.4 Klorofyll

Analyseresultatene fra blandprøvens klorofyllinnhold er sammenstilt i tabell 2. I figurene 8 og 9 er dette vist grafisk sammen med data om algesammensetning og algevolum. Figur 10 viser en sammenligning mellom det midlere klorofyll  $\mu$ -innholdet i Hjortlandsstemma og Stendavann med resultatet fra de andre innsjøene vi har undersøkt i Bergensområdet og noen andre kjente innsjøer i Norge. Sammenligningen er grov, men skulle gi et tilnærmet bilde av det midlere klorofyllinnhold i disse innsjøene og derved deres næringsstatus og påvirkningsgrad. Erfaringene har vist oss at stort sett vil klorofyllkonsentrasjonen variere i takt med algevolumet og supplerer således data om algeproduksjonen i innsjøene.

Tabell 2. Klorofyllverdier  $\mu$ g Chla/l i blandprøver fra 0-10 m

i Hjortlandsstemma og Stendavann i 1983.

<u>Dato</u>	<u>Hjortlandsstemma</u>	<u>Stendavann</u>
19-4	5,26	2,88
3-5	8,33	5,57
30-5	8,22	7,30
14-6	10,17	19,00
5-7	9,52	10,46
19-7	prøver mangler	
16-8	15,43	25,26
26-8	17,83	30,27
X =	10,68	14,39



Resultatene fra undersøkelsen i 1983 viser tydelig den næringsrike tilstand Hjordlandsstemma og da særlig Stendavann er i, samtidig som resultatene understreker det som tidligere er nevnt om påvirkningsgrad og næringstilstand.

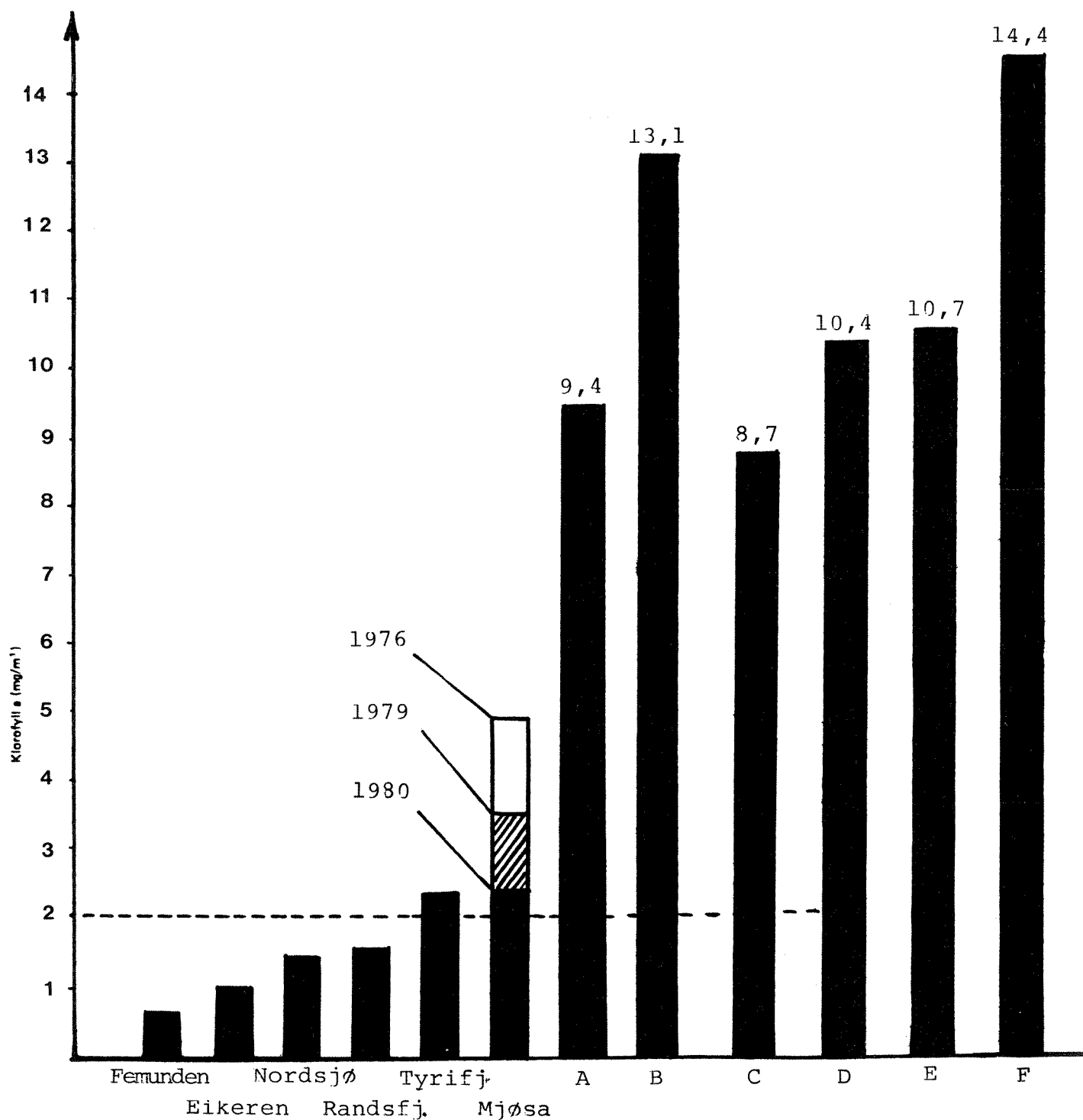


Fig. 10. Beregnet midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssesongen (veid middel: mai-sept) for endel utvalgte norske innsjøer sammenlignet med data (aritmisk middel) fra juli - oktober 1981 i Kalandsvann (A) og Haukelandsvann (B), og med tilsvarende data fra Gaupåsvann (C) og Langevann (D) mai - okt. 1982 og Hjortlandsstemma (E) og Stendavann (F) i 1983 (april-august).

## 8. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Overvåkingen av en del ferskvannsresipienter i og rundt Bergen er en tilvekst til Byfjordprosjektet og må sees i sammenheng med dette. Målet med denne delen av prosjektet var i 1983 å få fram en tilstandsrapport om forurensningssituasjonen i de to innsjøene Hjortlandsstemma og Stendavann. I dette overvåkingsarbeidet, som tok til i 1981, er det lagt opp til at en suksessivt flytter aktiviteten til nye innsjøer/resipienter, slik at de kommunale myndigheter på sikt får et bilde av forurensningstilstanden i de bynære ferskvannslokaliteter i Bergensområdet.

Undersøkelsen i Hjortlandsstemma og Stendavann kom i gang 20. april og ble avsluttet med siste prøvetaking 26. august. Det er i den foreliggende rapport gitt data om fysisk-kjemiske forhold samt forhold som berører planteplankton, klorofyll og bakteriologi. Videre er det gitt en generell beskrivelse av vassdragene og redegjørelse for forurensningstilførsler og hydrologiske forhold, samt data som karakteriserer de meteorologiske forhold i 1983. Ved at feltarbeidet strakk seg over perioden fra sist i april til slutten av august, gir materialet et godt bilde av produksjonssesongen i Hjortlandsstemma og Stendavann dette året.

- 1) Analyseverdiene for plantenes viktigste næringsstoff, fosfater, er høye. Den aritmetiske middelveiden for total fosfor er henholdsvis 33 og 36,8  $\mu\text{g}$  tot P/l i Hjortlandsstemma og Stendavann i blandprøver fra 0-10 m dyp. Tilgjengeligheten av fosforet er mindre i Hjortlandsstemma enn i Stendavann blant annet p.g.a. det store innholdet av Fe og Mn vi har i denne innsjøen. Tilsvarende middelveidi for orto-P var 4,1 i Hjortlandsstemma og 10,6  $\mu\text{g}$  orto-P/l i Stendavann.
- 2) En betydelig forurensningskilde er boligkloakk, men det er også avrenning fra jordbruksområder. I tillegg kommer tilførsler fra

deponier av søppel og bygningsavfall som drenerer til innsjøen. Selv om depoineringen er slutt har tilsiget fra søppelfyllingen stor betydning for vannkvaliteten i Hjortlandsstemma.

- 3) Responsen på det høye næringssaltnivået gir seg mest utslag i Stendavann. Det midlere algevolumet for produksjonssesongen var her  $1235 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ , mens tilsvarende verdi for Hjortlandsstemma var  $520 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  i blandprøver fra 0-10 meters dyp. Det totale algevolumet i disse prøvene nådde sin topp i august i Stendavann med  $3650 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  i blandprøver fra 0-10 meters dyp, mens maksimumsverdien på  $990 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  kom i mai i Hjortlandsstemma.
- 4) For stendavannets vedkommende er dette betydelige algemengder som klart klassifiserer vannet som en eutrof (næringsrik) innsjø.
- 5) Tilsvarende vurdering plasserer Hjortlandsstemma som en begynnende mesotrof til mesotrof innsjø. Dette viser at vannet har utviklet seg fra en oligotrof (næringsfattig) innsjø og mot en mer næringsrik (eutrof) innsjø.
- 6) Høye næringssaltverdier i Hjortlandsstemma gir ikke den samme responsen i algesamfunnet som en ville ha ventet. Dette fordi tilgjengeligheten av fosforet er vanskeliggjort for algene på grunn av spesielle fysisk-kjemiske forhold (bl.a. stort innhold av Fe og Mn).
- 7) Den kraftige algeveksten understrekes også av verdiene for klorofyll a som i middel for perioden april-august når opp i hele 10,7 og 14,4  $\mu\text{g Chl a/l}$  i henholdsvis Hjortlandsstemma og Stendavann. Tilsvarende maksimumsverdier var 17,8 og 30,3  $\mu\text{g Chl a/l}$ .
- 8) Det midlere siktedyp i innsjøene målt mot en hvit secciskive var 2,7 m i Hjortlandsstemma og 4,0 m i Stendavannet. I Stendavannet er dette bestemt av algesammensetning og mengde, mens i

Hjortlandsstemma er det i tillegg til algene et stort innhold av andre organiske partikler samtidig som vannets egenfarge er mer enn det dobbelte av hva den er i Stendavann (tabell 6).

- 9) De sanitærbakteriologiske analyseresultatene viser at begge innsjøene er betydelig påvirket av fekal forurensnings. Særlig er dette tydelig i Stendavann. Kvalitetskrav til drikkevann er betydelig overskredet og for badevann til friluftsbad karakteriseres forholdene av Helsemyndighetene i Bergen som klart uakseptable i Stendavann og av tvilsom badevannskvalitet i Hjortlandsstemma.
- 10) Effekten av den store produksjonen og tilførselen av lett oksyderbart organisk materiale er størst i Hjortlandsstemma, men det er i begge innsjøene registrert et betydelig oksygenforbruk i dypvannet. Trolig vil det på ettervinteren kunne registreres langt lavere  $O_2$ -konsentrasjoner i bunnvannet i disse innsjøene enn det som ble registrert i løpet av feltsesongen.
- 11) Undersøkelsen i 1983 har vist at begge innsjøene i dag er betydelig belastet med organisk materiale og næringssalter. De biologiske forholdene i innsjøene er sterkt påvirket og det er registrert store forandringer fra det som må sies å være innsjøenes naturtilstand. for at forurensningssituasjonen ikke skal bli ytterligere forverret, noe som særlig gjelder Stendavann, anbefaler vi at det arbeides for å begrense tilførslene av næringssalter og lett nedbrytbart organisk materiale til disse to innsjøene.

## 10. LITTERATUR

- Bergen kommune, 1976: Vannforurensningskilder i Bergen. Hovedrapport. Bergen kommune. Anleggsseksjonen Bergen 1976. 72 s.
- Bergen kommune, 1978: Vannforurensningskilder i Bergen. Rapport 78. Bergen kommune. Anleggsseksjonen Bergen, nov. 1978. 17 s.
- Grøner, Chr. F. A/S. 1975. Bergen kommune, Hauglandsvassdraget. Registrering av bestående avløpsforhold. Bergen oktober 1975. 20 s.
- NIVA, 1969: Vurdering av vannkilder, Asane kommune, NIVA O-79/68. J. E. Samdal 53 s.
- NIVA, 1982: Kalandsvatn og Haukelandsvatn i Bergen kommune. En orienterende undersøkelse av forurensningssituasjonen i 1981. NIVA, O-80107, I., K.J. Aanes, 46 s.
- NIVA, 1983A: Gaupåsvann og Langavann i Bergen kommune. En orienterende undersøkelse av forurensningssituasjonen i 1982. NIVA, O-80107, II. K. J. Aanes, 49 s.
- NIVA, 1983: Limnologisk forskning i Maridalsvannet. Delrapport 1/84. Transport av næringssalter og tarmbakterier med måker til Maridalsvannet. NIVA, F-81424, L. Lien, 8 s.
- Viak, 1971: Registrering av vannforekomster på Bergens-halvøya. Hovedutvalget for kommunesammenslutningen. A/S Viak. Bergen, juli 1971. 32 s.

# Vedlegg

Tabell. 3 . Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Hjortlandsvann i 1983.

= INNSJØ-N: HJORTLANDSVANN													
DATE	DYP	PH	KOND	TURB	FARGE-U	FARGE-F	RMNO4	TOT-P	ORTO-P	NO3-N	CA	SO4	ALK4.5
*****													
830420	0-10	6.18	5.65	1.50	110.00		37.00	27.00	5.00	140.00	1.26	3.00	0.08
830503	0-10	6.26	5.57	1.20	90.00		15.00	32.00	5.00	140.00	1.32	2.70	0.08
830530	0-10	6.12	5.28	1.30		35.00	17.00	34.00	5.00	190.00	1.81	3.21	0.09
830614	0-10	6.42	5.30	1.20		35.00	19.00	27.00	6.00	190.00	1.60	2.88	0.09
830705	0-10	6.30	5.48	1.40		44.00	23.70	33.00	3.00	150.00	1.90	3.45	0.10
830719	0-10	6.68	7.57	5.70		265.00	39.50	37.00	3.00	70.00	2.09	2.40	0.32
830816	0-10	6.23	4.85	1.10		35.00	39.50	42.00	3.00	50.00	1.85	2.58	0.11
830826	0-10	6.42	4.17	1.80		25.00	31.60	33.00	3.00	45.00	1.93	2.73	0.14
MIN		6.12	4.17	1.10	90.00	25.00	15.00	27.00	3.00	45.00	1.26	2.40	0.08
MAKS		6.68	7.57	5.70	110.00	265.00	39.50	42.00	6.00	190.00	2.09	3.45	0.32
MIDDEL		6.33	5.48	1.90	100.00	73.17	27.79	33.13	4.13	121.88	1.72	2.87	0.13
MEDIAN		6.27	5.33	1.33	100.00	36.20	23.82	33.08	3.00	139.98	1.82	2.74	0.09
ST.AVIK		0.18	0.97	1.55	14.14	94.17	10.33	4.94	1.25	59.16	0.30	0.34	0.08
ANT.OBS.		8	8	8	2	6	8	8	8	8	8	8	8
= INNSJØ-N: HJORTLANDSVANN													
DATE	DYP	PH	KOND	TURB	FARGE-U	FARGE-F	RMNO4	TOT-P	ORTO-P	NO3-N	CA	SO4	ALK4.5
*****													
830420	22	6.76	22.00	70.00		4100.00	37.00	11.00	11.00	20.00	2.50	0.11	1.96
830503	19	6.11	6.21	3.50		75.00	15.00	28.00	5.00	85.00	1.50	2.55	0.14
830530	19	6.20	6.14	5.10		60.00	13.00	33.00	7.00	90.00	2.26	2.94	0.15
830614	23	6.62	21.30	11.00		1250.00	120.00	52.00	10.00	<10.00	3.50	0.66	1.50
830705	23	6.30	30.50	33.00		880.00	193.60	46.00	2.00	<10.00	3.90	0.12	2.40
830719	22	6.54	23.20	33.00		225.00	193.60	70.00	2.00	<10.00	3.05	0.23	2.20
830816	22	6.32	12.47	12.00		85.00	83.00	96.00	<1.00	<10.00	2.20	0.33	0.66
830826	19	6.73	6.51	5.30		10.00	31.60	77.00	<1.00	<10.00	1.99	1.65	0.25
MIN		6.11	6.14	3.50		10.00	13.00	11.00	2.00	20.00	1.50	0.11	0.14
MAKS		6.76	30.50	70.00		4100.00	193.60	96.00	11.00	90.00	3.90	2.94	2.40
MIDDEL		6.45	16.04	21.61		835.63	73.35	51.63	6.17	65.00	2.61	1.07	1.16
MEDIAN		6.32	12.47	11.48		91.80	38.28	46.70	5.06	84.75	2.27	0.34	0.68
ST.AVIK		0.25	9.42	22.91	0	1395.29	62.39	28.13	3.87	39.05	0.81	1.15	0.96
ANT.OBS.		8	8	8	0	8	8	8	6	3	8	8	8



Tabell. 4 . Fysisk-kjemiske analyseresultater fra  
Stendavann med tilløpsbekk i 1983.

== INNSJØ-N: STENDAVANN													
DATA	DYP	PH	KOND	TURB	FARGE-U	FARGE-F	RMN04	TOT-P	ORTO-P	NO3-N	CA	SO4	ALK4.5
*****													
830420	0-10	6.48	7.50	1.00	45.00		21.00	43.00	11.00	540.00	3.02	6.03	0.12
830503	0-10	6.55	7.19	0.70	55.00		19.00	40.00	13.00	465.00	2.98	5.30	0.12
830530	0-10	5.86	7.25	0.85		35.00	17.00	39.00	22.00	460.00	4.55	7.26	0.14
830614	0-10	6.89	7.35	0.80			22.00	41.00	8.00	110.00	3.20	6.26	0.14
830705	0-10	6.10	7.28	0.75		27.00	23.70	30.00	2.00	480.00	4.19	7.02	0.13
830719	0-10	6.58	6.96	0.90		25.00	19.80	33.00	8.00	520.00	4.18	6.12	0.13
830816	0-10	6.97	7.16	1.20		25.00	27.70	32.00	8.00	350.00	4.61	7.16	0.16
830826	0-10	6.68	7.01	1.10		35.00	27.70	36.00	13.00	440.00	4.52	6.57	0.16
MIN		5.86	6.96	0.70	45.00	25.00	17.00	30.00	2.00	110.00	2.98	5.30	0.12
MAKS		6.97	7.50	1.20	55.00	45.00	27.70	43.00	22.00	540.00	4.61	7.26	0.16
MIDDEL		6.51	7.21	0.91	50.00	32.00	22.24	36.75	10.63	420.63	3.91	6.47	0.14
MEDIAN		6.56	7.19	0.86	50.00	27.00	21.07	36.11	8.00	462.60	4.19	6.26	0.13
ST-AVVIK		0.37	0.18	0.17	7.07	7.87	3.91	4.71	5.80	137.85	0.72	0.67	0.02
ANT.OBS.		8	8	8	2	6	8	8	8	8	8	8	8
== INNSJØ-N: STENDAVANN													
DATA	DYP	PH	KOND	TURB	FARGE-U	FARGE-F	RMN04	TOT-P	ORTO-P	NO3-N	CA	SO4	ALK4.5
*****													
830420	35	6.45	7.32	0.65	40.00		17.00	42.00	27.00	550.00	3.12	6.54	0.11
830503	35	5.21	7.23	0.75	40.00		17.00	39.00	25.00	505.00	3.12	5.31	0.12
830530	28	4.78	6.87	0.65		30.00	15.00	47.00	22.00	530.00	3.75	6.78	0.11
830614	27	5.78	7.34	0.80		25.00	17.00	45.00	21.00	660.00	3.50	5.36	0.12
830705	27	6.11	7.06	0.64		22.00	15.80	47.00	23.00	605.00	3.84	6.12	0.10
830719		6.32	6.73	0.70		20.00	15.80	40.00	25.00	620.00	3.83	5.94	0.11
830816	26	6.14	6.86	0.65		20.00	15.80	35.00	20.00	610.00	3.93	5.94	0.11
830826	26	6.19	6.80	2.10		25.00	19.80	54.00	17.00	640.00	3.93	5.76	0.12
MIN		4.78	6.87	0.64	40.00	20.00	15.00	35.00	17.00	505.00	3.12	5.31	0.10
MAKS		6.45	7.34	2.10	40.00	30.00	19.80	54.00	27.00	660.00	3.93	6.78	0.12
MIDDEL		5.87	6.28	0.87	40.00	23.67	16.65	43.63	22.50	590.00	3.63	5.97	0.11
MEDIAN		6.12	6.89	0.65	40.00	22.10	15.82	42.03	22.00	605.75	3.75	5.93	0.11
ST-AVVIK		0.59	2.20	0.50	0.00	3.83	1.47	5.90	3.21	55.23	0.34	0.52	0.01
ANT.OBS.		8	8	8	2	6	8	8	8	8	8	8	7
== ELV: TILLØP-STENDAVANN													
DATA	DYP	PH	KOND	TURB	FARGE-U	FARGE-F	RMN04	TOT-P	ORTO-P	NO3-N	CA	SO4	ALK4.5
*****													
830503	7.46	31.78	0.80	15.00		29.00	12.00	2.00	205.00	26.46	61.10	0.65	
830530	6.66	13.69	0.75		30.00		24.00	12.00	2.00	110.00	32.70	0.30	
830614	6.83	22.13	0.30		25.00		21.00	9.00	5.00	490.00	50.10	0.44	
830705	6.20	18.91	0.52		27.00		27.70	7.00	<1.00	120.00	19.60	0.39	
830816	6.93	13.60	5.50		50.00		75.10	89.00	2.00	150.00	36.23	0.22	
830826	7.50	31.60	1.60		25.00		35.60	17.00	4.00	175.00	34.90	0.79	
MIN	6.20	13.60	0.30	15.00	25.00	21.00	7.00	2.00	2.00	110.00	12.90	0.22	
MAKS	7.50	31.78	5.50	15.00	50.00	75.10	89.00	5.00	490.00	34.90	67.10	0.79	
MIDDEL	6.93	21.95	1.58	15.00	31.40	35.40	24.33	3.00	208.33	21.75	49.24	0.47	
MEDIAN	6.84	19.05	0.77	15.00	27.13	28.03	12.33	2.00	151.80	19.72	48.52	0.39	
ST-AVVIK	0.49	8.21	1.97	10.60	20.07	31.86	1.41	142.36	8.37	13.45	0.22		
ANT.OBS.	6	6	6	1	5	6	6	5	6	6	6	6	

Tabell 5 . Analyser av tungmetallinnhold i prøver  
fra Stendavann og Hjortlandsstemma tatt  
26. august 1983.  $\mu\text{g/l}$ .

	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd
Stendavn. blandpr. 0-10m	100	19,5	4,6	30	2,5	<0,1
tilløpsbekk	46	60	1,2	40	0,5	<0,1
Hjortlandsstemma						
Blandpr. 0-10m	1690	60	1,8	20	2,9	<0,1
Prøve 1m o. bunn (19m)	9260	190	1,4	10	0,9	<0,1
tilløpsbekk	9060	180	1,1	10	0,8	<0,1

Tabell 6. Sammenstilling av målinger av siktedyp - vannets farge og værforhold m.m. under prøvetakingen i 1983

A. Stendavann.

Dato	Siktedyp m. kikkert m	Siktedyp u. kikkert m	½ siktedyp vannfarge	Farge ufiltrert mg Pt/l	Farge filtrert	Værforhold o.a.
19/4	5,5		gullig- grønnlig-gul	45		Tåket , lett regn
3/5	3,5			55		Lettskyet , pent , stille
30/5	5,0		gullig-grønn		35	Regn , tåket , stille.
14/6	4,5		gul-brun		45	Lettskyet , lett bris
5/7	3,5		gullig-grønn		27	Lettskyet , sol , lett bris
19/7					25	
16/8	3,0		gullig-grønn		25	Regn
26/8	3,0		gullig-grønn		35	Overskyet , stille

B. Hjortlandsstemma.

19/4				110		Lettskyet , sol , stille
3/5	3,0		grønnlig-gul	90		Disig , litt regn , stille
30/5	3,0		gullig-grønn		35	Lettskyet , lett bris
14/6			grønnlig-gul		35	Overskyet , stille
5/7	3,5		grønnlig-gul		44	
19/7	2,5		gullig	265		Regnbyer , mye regn siste døgn
16/8	2,0		gul-brun		35	Overskyet stille
26/8	2,0		gul-brun		25	

Tabell 7 Sanitær bakteriologiske analyseresultater fra Hjortlandsstemma .

BAKTERIOLOGISKE UNDERSØKELSER

- antall bakterier pr. ml inkub. 20 °C i 3 døgn
- koliforme bakt. pr. 100 ml 37 °C
- termostabile koliforme bakt. pr. 100 m 44 °C

Hjortlandsstemma , Åsane År : 1983.												
Dato	Ant.bakt. ml 20°C-3 d.	Overfl. pr.			Blandpr. 0-10 m							
		Koliforme 100 ml 37°C	Termostabile koliforme bakt.	BAKT.	KOLI	T. KOLI	BAKT.	KOLI	T. KOLI	BAKT.	KOLI	T. KOLI
20/4	800	0		1000	23	5						
3/5	2500	70	2	>3000	94	11						
31/5	850	11	8	1280	21	2						
14/6	1030	8	8	>3000	175	33						
6/7	> 3000	46	0	500	33	2						
20/7	1500	130	33	>3000	>1600	141						
15/8	> 3000	542	221	1000	33	4						
26/8	> 3000	33	4	1826	283	28						
$\bar{X}$	1960	105	35									

Tabell 8. Sanitær bakteriologiske analyseresultater fra Stendavatn.

BAKTERIOLOGISKE UNDERSØKELSER

- antall bakterier pr. ml inkub. 20 °C i 3 døgn
- koliforme bakt. pr. 100 ml 37 °C
- termostabile koliforme bakt. pr. 100 ml 44 °C

Stendavatn , Fana år : 1983.												
Dato	Overfl. pr.			Blandpr. 0-10 m			Bunnprøve			Tilløpsbekk		
	Ant.bakt. ml 20°C-3 d.	Koliforme 100 ml 37°C	Termostabile koliforme bakt.	BAKT.	KOLI	T.KOLI	BAKT.	KOLI	T.KOLI	BAKT.	KOLI	T.KOLI
1983												
20/4	750	>1600	172	2200	221	49	600	542	49			
3/5	550	918	46	1050	542	40				1250	49	0
31/5	420	46	23	>3000	>1600	49				1050	172	79
14/6	640	240	11	1080	>1600	109				2800	172	23
6/7	1100	542	130	2000	542	240				>3000	345	221
20/7	32	172	12	350	141	5				1200	240	240
15/8	4000	>1600	79	>3000	918	240				5000	345	221
26/8				750	348	41				1500	240	12
$\bar{x}$	1070	> 731	68	>1679	>739	97				>2257	223	114
Tilløpsbekk	6/7	st 0 :	>3000	79	0	og	st. II	1500	11	0		

9

 Tabell ..... Kvantitative planteplanktonprøver fra: Hjortlandstemma (bl.0-10m)  
 Volum m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

GRUPPER/ARTER	Dato=>	830419	830503	830530	830614	830705	830719	830816	830826
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>									
Geophosphaeria lacustris	-	3.9	-	-	-	-	-	-	-
Merismopedia tenuissima	-	-	-	-	2.3	-	-	-	-
Sum .....	-	3.9	-	-	2.3	-	-	-	-
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>									
Chlamydomonas sp. (l=10)	8.1	-	-	-	-	10.1	5.1	-	32.4
Chlamydomonas sp. (l=8)	15.9	6.9	4.4	13.7	2.2	-	-	10.6	24.3
Cyster av Chlamydomonas spp.	-	141.7	-	-	-	-	-	-	-
Dictyosphaerium pulchellum	-	-	-	21.1	3.2	-	-	1.6	30.8
Dictyosphaerium pulchellum v. minutum	-	-	2.6	.4	5.2	-	-	-	4.1
Elakatothrix gelatinosa	-	-	1.7	2.4	-	-	-	-	.3
Elakatothrix viridis	-	-	.5	-	-	-	-	-	-
Gyromitus cordiformis	-	-	-	-	-	-	-	1.9	13.1
Kirchneriella spp.	-	-	-	-	-	-	-	2.0	2.9
Koliella longiseta	-	1.9	-	-	-	-	-	-	-
Koliella sp.	-	-	14.0	7.6	4.9	.4	1.9	-	-
Monoraphidium contortum	-	-	-	.2	.2	-	-	-	-
Monoraphidium minutum	-	-	1.0	5.0	6.9	-	-	-	-
Monoraphidium setiforme	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Oocystis subaerina v.var.	-	-	-	-	.4	-	-	-	-
Paramastix conifera	2.3	.8	-	.8	-	-	-	-	-
Paulschulzia pseudovolvox	-	-	-	3.7	-	-	-	104.6	-
Quadrigula pfitzeri (=korschikovii)	-	-	-	-	.8	-	-	-	-
Scenedesmus sp.	-	-	-	10.5	11.2	-	-	-	-
Tetraedron minimum v. tetralobulatum	-	-	.2	5.6	-	-	-	-	-
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	2.4	2.5	-	21.2	5.0	1.1	6.1	6.8	-
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-
Sum .....	31.2	153.7	24.5	93.5	50.1	6.6	128.6	114.6	-
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>									
Bicosoeca sp.	-	-	-	-	6.5	-	-	-	-
Chrysochromulina parva (?)	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Craspedomonader	-	1.0	2.0	10.3	8.1	-	-	-	2.2
Cyster av chrysophyceer	1.4	3.1	5.0	-	-	2.1	-	-	13.5
Dinobryon bavaricum	-	6.9	.9	12.5	-	-	-	-	-
Dinobryon crenulatum	-	-	-	3.7	-	-	-	-	-
Dinobryon cylindricum	-	-	.7	4.2	-	-	-	-	-
Dinobryon sertularia	-	-	-	-	-	.9	-	-	-
Mallomonas cf. doignonii	-	-	637.9	168.0	-	-	-	-	-
Mallomonas fastigata (=caudata)	-	-	-	-	-	-	7.0	6.0	-
Mallomonas reginae	-	39.2	-	-	-	-	-	-	-
Mallomonas sp.	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Saa chrysoomonader (<7)	47.0	64.4	55.9	73.1	98.8	13.2	39.1	44.5	-
Store chrysoomonader (>7)	29.3	42.5	70.9	40.5	60.7	7.1	22.3	78.9	-
Ubest.chrysoomonade	-	-	-	4.0	-	-	-	-	.9
Uroglena cf. americana	-	-	-	-	21.5	-	45.5	76.9	-
Sum .....	84.2	157.1	773.3	316.3	195.6	23.3	113.8	223.1	-
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>									
Nitzschia sp. (l=40-50)	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-
Synedra sp.1 (l=40-70)	-	-	-	1.9	-	.9	-	-	-
Sum .....	-	-	2.2	1.9	-	.9	-	-	-
<b>Cryptophyceae</b>									
Chilomonas sp.	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-
Cryptaulax sp.	-	-	-	-	-	-	1.2	2.5	-
Cryptomonas cf. pyrenoidifera	123.3	186.2	-	-	-	-	-	-	-
Cryptomonas curvata	-	-	5.0	-	-	-	-	-	-
Cryptomonas sp.2 (l=15-18)	-	-	84.7	86.9	-	-	-	-	-
Cryptomonas sp.3 (l=20-22)	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7
Cryptomonas spp. (l=24-28)	12.5	-	-	-	12.5	-	-	-	-
Cyathomonas truncata	-	-	3.4	.4	-	-	-	-	-
Katablepharis ovalis	16.8	37.7	11.8	20.7	23.7	-	7.5	7.3	-
Rhodomonas lacustris	-	-	-	1.2	60.7	1.2	-	19.5	-
Ubest.cryptomonade	-	-	12.1	16.2	-	-	24.3	6.1	-
Ubest.cryptomonade (l=12-14)	-	-	-	-	75.1	11.2	125.2	118.8	-
Sum .....	152.6	225.9	117.1	125.4	172.0	12.4	158.2	157.9	-
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>									
Gymnodinium cf. lacustre	16.3	33.9	10.9	5.4	2.2	-	-	-	-
Gymnodinium sp.1 (l=14-15)	-	9.8	-	-	-	-	-	-	-
Peridinium sp.1 (l=15-17)	-	-	10.3	-	-	-	-	-	-
Ubest.dinoflagellat	14.0	7.5	-	-	-	-	-	-	-
Sum .....	30.4	51.1	21.2	5.4	2.2	-	-	-	-
<b>Xanthophyceae (Gulgrønnalger)</b>									
Isthochloron trispinatum	-	-	-	.8	-	-	-	-	-
Sum .....	-	-	-	.8	-	-	-	-	-
<b>My-alger</b>									
Sum .....	41.1	20.7	51.6	112.6	111.0	-	51.7	35.6	-
Total .....	339.5	612.4	989.8	658.4	530.8	43.2	452.4	531.2	-

10  
 Tabell ..... Kvantitative planteplanktonprøver fra: Stendavatn (bl.0-10m)  
 Volum mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

GRUPPER/ARTER	Dato=>	B30419	B30503	B30530	B30614	B30705	B30719	B30816	B30826
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>									
Anabaena flos-aquae	-	-	-	-	-	-	7.2	3.9	14.9
Oscillatoria limnetica	-	-	-	-	-	-	-	3.9	22.9
Sum .....	-	-	-	-	-	-	7.2	7.7	37.8
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>									
Ankistrodesmus falcatus	-	-	-	-	-	-	-	-	.9
Ankyra cf.lanceolata	-	-	-	-	-	14.1	3.4	.5	-
Ankyra judai	.6	2.7	.8	32.2	.7	2.4	-	-	-
Chlamydomonas sp. (l=10)	-	-	-	-	-	-	-	7.4	5.1
Chlamydomonas sp. (l=8)	-	.3	-	-	-	-	.3	-	2.5
Chlamydomonas sp.3 (l=12)	3.7	3.1	-	-	-	-	-	7.8	-
Chlamydomonas sp.4 (l=5-6)	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-
Closterium acutum v.variabilis	3.1	4.0	1.3	1.0	.4	.8	-	-	-
Dictyosphaerium pulchellum	-	-	-	2.5	-	-	-	-	-
Elakatothrix gelatinosa	-	-	-	-	-	-	-	.2	-
Eudorina elegans	-	-	2.7	289.0	-	-	5.0	9.0	7.2
Gloeocystis sp.	-	-	-	-	-	2.8	1.7	-	-
Gonium pectorale	-	-	-	-	-	-	-	-	33.6
Gyromitus cordiformis	-	1.6	-	-	-	-	5.6	1.9	3.3
Koliella sp.	8.6	19.8	3.6	-	-	-	-	-	-
Monomastix sp.	.9	.2	6.1	-	4.5	1.7	-	-	-
Monoraphidium setiforme	1.9	-	-	-	-	-	-	-	.2
Paramastix conifera	-	1.6	-	-	-	-	-	-	-
Paulschulzia pseudovolvox	-	-	-	-	-	-	37.8	2.8	-
Pseudosphaerocystis lacustris	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus eornis	-	-	-	-	-	-	.9	-	-
Sphaerocystis schroeteri	-	-	8.6	9.3	1.6	-	-	-	1.9
Staurastrum planktonicum	-	-	13.0	162.0	600.0	704.0	2358.9	3378.7	-
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	-	3.4	-	1.9	3.1	-	-	1.4	3.2
Sum .....	18.8	36.7	38.5	497.9	629.3	763.7	2389.8	3436.6	-
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>									
Craspedomonader	9.7	2.6	-	-	1.6	2.6	-	-	-
Cyster av Dinobryon spp.	-	4.7	-	-	-	-	-	-	-
Cyster av chrysophyceer	-	3.7	-	-	-	-	-	-	-
Mallomonas akrokomos (v.parvula?)	7.5	14.0	-	1.4	-	-	-	-	-
Mallomonas fastigata (=caudata)	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-
Sma chrysomonader (<7)	34.8	26.9	9.7	6.1	20.2	43.5	16.4	21.3	-
Spiniferomonas sp.	-	.4	-	-	-	-	-	-	-
Store chrysomonader (>7)	15.2	23.3	8.1	4.0	3.0	25.3	7.1	11.1	-
Ubest.chrysomonade	-	-	-	-	-	-	.3	-	-
Ubest.chrysophyceer	-	-	-	-	2.6	-	-	-	2.2
Sum .....	67.2	75.6	19.6	11.5	27.5	71.5	23.8	34.6	-
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>									
Asterionella formosa	11.2	82.4	41.0	3.5	29.7	1.2	4.7	-	-
Cyclotella sp. (d=14-16,h=7-8)	18.7	32.7	-	-	-	-	-	-	3.3
Cyclotella sp. (d=8-12,h=5-7)	-	-	5.6	-	-	-	-	-	-
Stephanodiscus hantzschii v.pusillus	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0
Synedra sp.1 (l=40-70)	.9	6.5	-	-	-	14.0	31.8	9.3	-
Sum .....	30.8	121.6	46.6	3.5	29.7	15.2	36.4	13.6	-
<b>Cryptophyceae</b>									
Chilomonas sp.	10.3	10.3	3.4	-	-	3.4	-	-	-
Cryptaulax vulgaris	-	-	-	-	-	-	.6	-	-
Cryptomonas marssonii	12.1	-	-	-	-	16.2	-	-	-
Cryptomonas sp.2 (l=15-18)	-	-	-	2.0	-	-	-	-	52.6
Cryptomonas sp.3 (l=20-22)	-	37.4	22.4	-	14.9	18.7	41.1	-	-
Cryptomonas spp. (l=24-28)	6.2	49.8	18.7	21.8	6.2	-	24.9	-	-
Cyathomonas truncata	-	1.3	-	-	-	.4	3.8	2.9	-
Katablepharis ovalis	5.9	19.9	1.4	.3	7.8	17.7	6.2	5.0	-
Rhodomonas lacustris	22.9	279.5	12.2	29.6	41.5	23.6	109.6	24.0	-
Ubest.cryptomonade	-	46.6	10.1	-	-	-	-	-	-
Sum .....	57.5	444.7	68.2	53.7	70.6	80.0	186.2	84.6	-
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>									
Gyrodinium cf.lacustre	7.6	4.7	-	-	-	1.2	1.2	-	-
Peridinium sp.1 (l=15-17)	-	5.1	-	-	-	-	-	-	-
Ubest.dinoflagellat	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Sum .....	10.0	9.8	-	-	-	1.2	1.2	-	-
<b>My-alger</b>									
Sum .....	28.0	20.3	27.9	13.6	49.2	112.5	33.3	38.4	-
<b>Total .....</b>									
		212.3	708.8	200.9	580.2	806.3	1051.3	2678.5	3645.5

Tabell 11. Fysisk-kjemiske analyseparametre, EDB-betegnelse og enhet

Parameter	EDB-betegnelse	Enhet
pH	PH	
Konduktivitet	KOND	mS/m, 25 <sup>0</sup> C
Turbiditet	TURB	FTU
Farge ufiltrert	FARGE-U	mg Pt/l
Farge filtrert	FARGE-F	mg Pt/l
Kjemisk oksygenforbruk permanganat	~KMNO4	mg O/l
Total fosfor	TOT-P	µg P/l
Ortofosfat	ORTO-P	µg orto-P/l
Nitrat og nitritt	NO3-N	mg NO <sub>3</sub> /l
Kalsium	CA	mg Ca/l
Sulfat	SO4	mg SO <sub>4</sub> /l
Alkalinitet titrert til pH 4,5	ALK 4,5	µekvl./l