

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:
Postboks 333, Blindern
Oslo 3

Brekke 23 52 80
Gaustadalleen 46 69 60
Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80107
Undernummer: I
Løpenummer: 1594
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Langavatn og Gaupåsvatn i Bergen kommune. En orienterende undersøkelse av forurensningssituasjonen i 1982. II	Dato: 12. desember 1983
	Prosjektnummer: 0-80107
Forfatter(e): Karl Jan Aanes Arne H. Erlandsen	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Hordaland
	Antall sider (inkl. bilag): 49

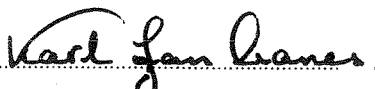
Oppdragsgiver: Byfjordprosjektet v/Bergen kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: <p>Som en tilvekst til Byfjordprosjektet ble det i 1982 utført orienterende undersøkelser av de to innsjøene Gaupåsvatn og Langavatn. Undersøkelsen 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. Karakteristisk er her en stor oksygentøring i innsjøenes bunnvann (oksygenmetningen i Gaupåsvatn var 16 % før høstsirkulasjonen), maksimum i algevolumet (blandprøve 0-10 m) på 12847 mm³/m³ i Langavatn (Gaupåsvatn 6037 mm³/m³) samt høye middelverdier for klorofyll a med 10,4 µg/l og 8,7 µg/l i henholdsvis Langavatn og Gaupåsvatn. Resultatene beskriver Langavatn som en eutrof (næringsrik) og Gaupåsvatn som en begynnende eutrof innsjø i 1982.</p>

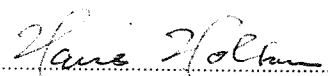
4 emneord, norske:
1. Bergen kommune
2. Langavatn
3. Gaupåsvatn
4. Resipientundersøkelse 1982
Eutrofiering

4 emneord, engelske:
1. Bergen
2. Lake Langavatn
3. Lake Gaupåsvatn
4. Preliminary survey of
eutrophication

Prosjektleder:

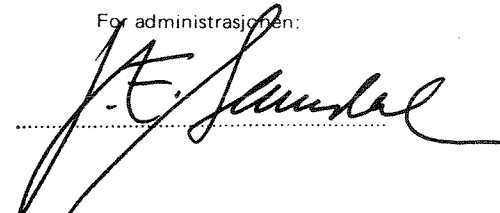


Karl Jan Aanes

Divisjonssjef:


Hans Holten

ISBN 82-577-0751-1

For administrasjonen:


J. E. Skudal

Hans Ousinn

0-80107

LANGAVATN OG GAUPASVATN I BERGEN KOMMUNE

En orienterende undersøkelse av forurens-
ningssituasjonen i 1982

II

Prosjektleder : Karl Jan Aanes

Medarbeider : Arne H. Erlandsen

For administrasjonen :

J.E. Samdal

Lars N. Overrein

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	
1. INNLEDNING	4
1.1 Gaupåsvatn, lokalisering, morfometri og hydrologi	4
1.2 Langavatn, " " " "	7
2. FORURENSNINGSTILFØRSLER	10
2.1 Gaupåsvatn, Bebyggelse, Jordbruk, Bossfylling	10
2.2 Langavatn	11
3. REKREASJON OG BRUKSINTERESSER	13
4. METEOROLOGISKE FORHOLD	14
4.1 Lufttemperatur	14
4.2 Nedbør	14
5. REGULERINGER	15
5.1 Gaupåsvatn	15
5.2 Langavatn	15
6. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	16
6.1 Gaupåsvatn	16
6.2 Langavatn	16
7. UNDERSØKELSEN I 1982	17
7.1 Analyseresultater	17
7.1.1 Temperatur	17
7.1.2 Oksygen	18
7.1.3 pH og konduktivitet	19
7.1.4 Siktedyp, turbiditet, organisk innhold og farge	19
7.1.5 Næringsstoffer	21
7.2 Bakteriologi	23
7.3 Planteplankton	24
7.3.1 Gaupåsvatn	24
7.3.2 Langavatn	26
7.4 Klorofyll	28
8. FISK OG FISKE	30
8.1 Gaupåsvatn	30
8.2 Langavatn	30
9. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	31
10. LITTERATUR OG REFERANSER	33
11. VEDLEGG	34

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Morfometriske og hydrologiske data fra innsjøene Gaupåsvatn og Langavatn.	4
2. Temperaturutviklingen i Langavatn og Gaupåsvatn under produksjonssesongen 1982.	35
3. Oksygenforholdene i Langavatn og Gaupåsvatn høsten 1982.	36
4. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Gaupåsvatn i 1982.	37
5. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Langavatn i 1982.	38
6. Analyseresultater fra supplerende prøvetaking av parametrene Mg, Na, K, SO_4 og Cl.	39
7. Sammenstilling av målinger av siktedyp, vannets farge og værforhold m.m. under prøvetakingen i 1982.	41
8. Sanitærbakteriologiske analyseresultater fra Gaupåsvatn og Langavatn i 1982.	42
9. Kvantitative planktonprøver fra Gaupåsvatn i 1982.	43
10. " " " Langavatn " "	45
11. Fluometrisk bestemmelse av klorofyllinnholdet i blandprøver fra 0-10 m gjennom produksjonssesongen 1982.	46
A1-45 Data om de ulike forurensningstilførslene til Gaupåsvatn (IV) og Langavatn (VII).	47

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Gaupåsvatnets nedbørfelt med stasjonsplassering.	5
2. Kartskisse av Gaupåsvatnets dybdeforhold med magasinkurve.	6
3. Langavatnets nedbørfelt med stasjonsplassering.	8
4. Kartskisse av Langavatnets dybdeforhold med magasinkurve.	9
5. Klimatiske avvik fra normalen (N) (1931-1960) i 1982 på stasjon 5046 Fana forsøkstasjon.	14
6. Utviklingen i innsjøenes siktedyp og turbiditet gjennom produksjonssesongen 1982.	20
7. Organisk innhold i blandprøver 0-10 m gjennom produksjonssesongen 1982.	22
8. Illustrasjon av fosforets kilder og virkning i innsjøer.	23
9. Planteplanktonets sammensetning og utvikling gjennom produksjonssesongen 1982 i Gaupåsvatn.	25
10. Planteplanktonets sammensetning og utvikling gjennom produksjonssesongen 1982 i Langavatn.	27
11. Beregnet midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssesongen, sammenlignet med data fra Gaupåsvatn og Langavatn.	29

FORORD

Bergen kommune startet i 1981, som en tilvekst til Byfjordprosjektet, undersøkelser av en del aktuelle ferskvannsresipienter 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 0-80107). Dette opplegget ble videreført i 1982 og innsjøene som ble undersøkt var nå Gaupåsvatn og Langavatn i Åsane.

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 1982 vært overing. J.A. Brinkmann assistert av avd.ing. P.Ø. Tveiten.

Det ble gjennom feltsesongen, parallelt med de fysisk-kjemiske prøvene, samlet inn planteplankton- og klorofyllprøver. Dette materialet er bearbeidet og vurdert av cand.real. A.H. Erlandsen. Rapporten er utarbeidet av cand.real. K.J. Aanes som også har vært NIVAs prosjektleder for disse undersøkelsene for Bergen kommune.

1. INNLEDNING

Lokalisering - Morfometri - Hydrologi

1.1 Gaupåsvatn

Lokalisering

Gaupåsvatn (65 m o.h.) ligger i Hauglansdalen i Åsane og utgjør det nederste vannet i Hauglandsvassdraget. Fra Gaupåsvatn har vassdraget avløp til Sørfjorden via elven gjennom Ytre Arna. Det naturlige nedbørfeltet for vassdraget er 21,4 km² (Chr. F. Grøner, 1975). 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 Gaupåsvatn og Langavatn.

	Gaupåsvatn	Langavatn
Overflate	0,335 km ²	0,375 km ²
Volum	2,63 mill.m ³	11,45 mill.m ³
Største dyp	34 m	54 m
Middeldeyp	13 m	33 m
Oppholdstid	14 dager	9 mnd.
Nedbørfelt	20,8 km ²	5,0 km ²
Gjennomstrømm	64 mill.m ³ /år	15 mill.m ³ /år
Stasjonsplassering UTM koordinater	32 VKN 188108	32 VLN 030080

Morfometri

Hauglandsvassdraget har sitt utspring syd for Gaupåsvatn i 642 meters høyde (Grøntuva). Terrenget i nedbørfeltet består hovedsakelig av fjellområder med myr og en del skog. I de nedre deler av nedbørfeltet er det en del flatere områder med jordbruk og boligbebyggelse. I forbindelse med den nye riksveien forbi og dels over Gaupåsvatn er utløpet fra vannet ført i tunnel de første 300 m (tverrsnitt 16 m²). Derfra følger vannet det naturlige elveleiet ut i Sørfjorden ved Ytre Arna.

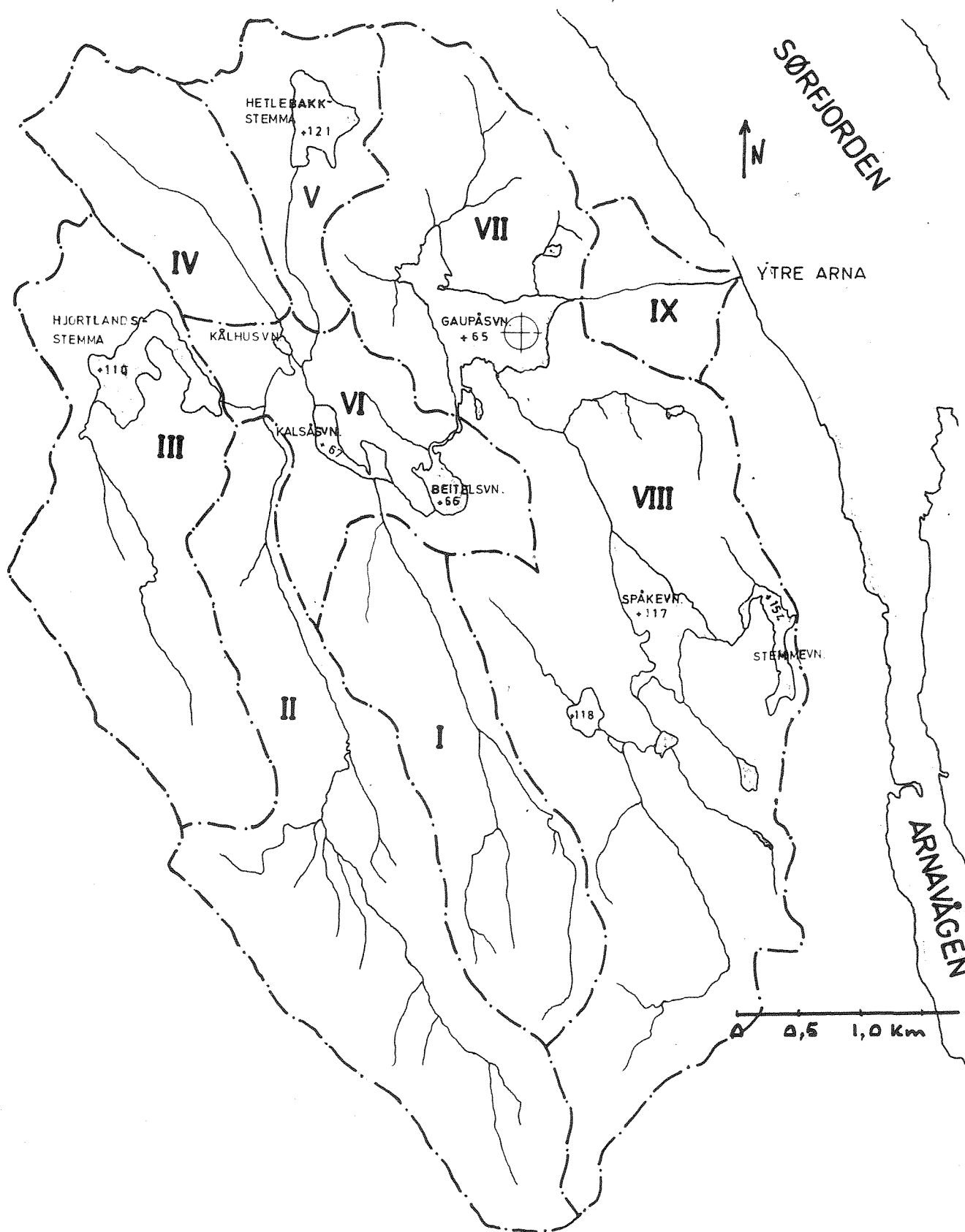


Fig. 1. Hauglandsvassdraget's nedbørfelt med prøvetakingsstasjonen i Gaupåsvatnet. ⊕
Totalt er arealet 21.4 km², og de ulike delnedbørfeltene er I 1.8 km²,
II 3.9 km², III 3.0 km², IV 1.5 km², V 1.1 km², VI 1.8 km², VII 2.0 km²,
VIII 5.7 km², IX 0.6 km². Vannoverflater er inkludert i nevnte arealer.

Hydrologi

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

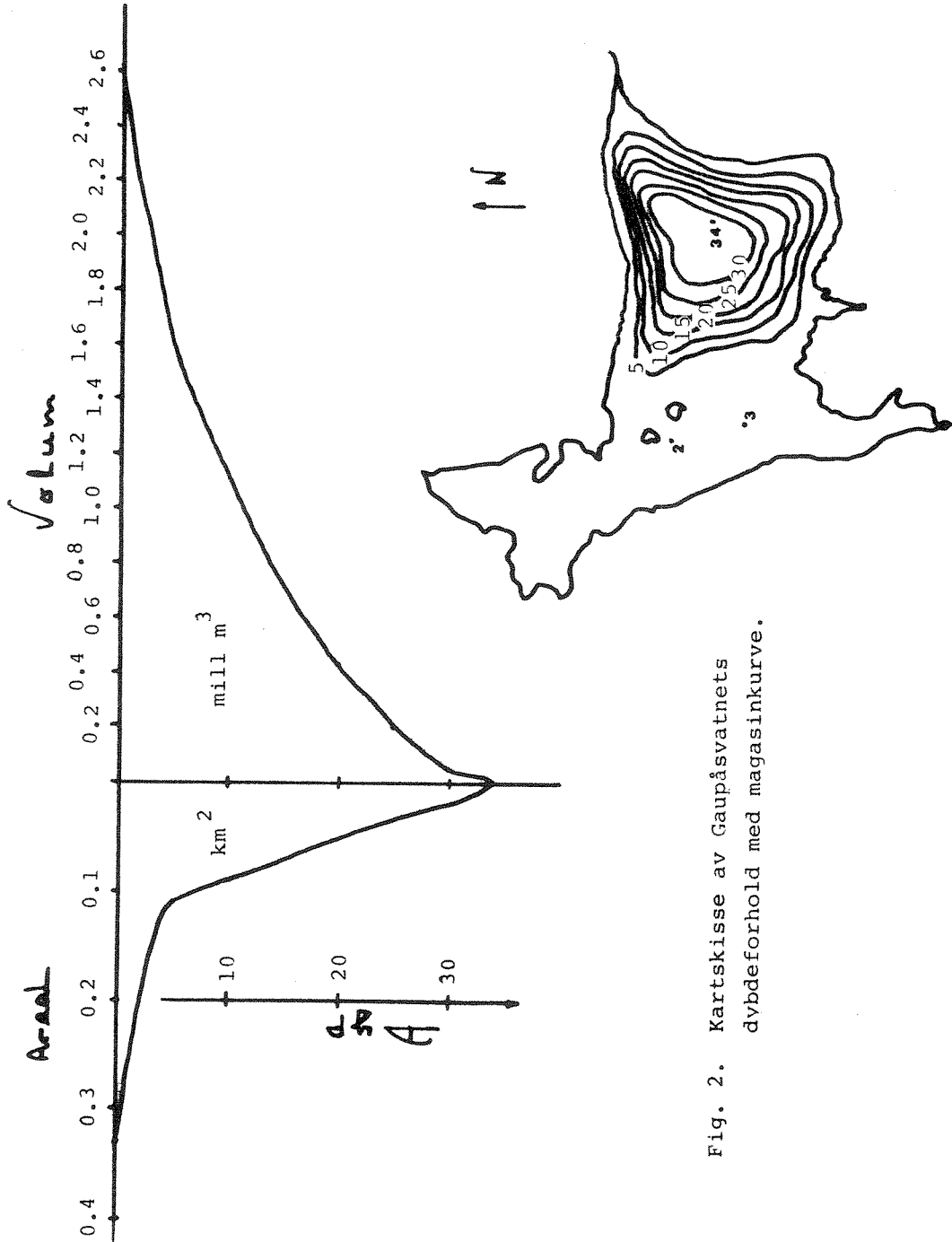


Fig. 2. Kartskisse av Gaupåsvatnets
dybdeforhold med magasinkurve.

Grøner har gitt følgende verdier for alminnelig lavvannsføring med utløp Sørfjorden ($5,61 \text{ sek/km}^2 \cdot 21,4 \text{ km}^2$) = 120,0 l/sek. og et gjennomsnittlig årsavløp på $97,9 \text{ l/sek./km}^2 \cdot 21,3 \text{ km}^2$) = 2,100 l/sek. = 66 mil. m³/år.

Tilsvarende beregninger for utløp Gaupåsvatn ($20,8 \text{ km}^2$) gir en alminnelig lavvannsføring på 116,7 l/sek. og et gjennomsnittlig årsavløp på 2036,32 l/sek. som tilsvarende 64 mill. m³/år. I figur 2 er det gitt en kartskisse av vannets dybdeforhold med magasinkurve.

Samlet areal av innsjøene i Hauglandsvassdraget er $1,6 \text{ km}^2$ eller ca. 7 % av hele nedbørfeltet.

Gaupåsvatn nyttes som reguleringsmagasin for A/S Arna fabrikk til produksjon av elektrisk kraft. Turbinen forbrukte i 1982 14.8 mill./m³ vann.

Dette er et forhold som påvirker den midlere oppholdstid, som vil øke eller avta etter som vannstanden heves eller senkes i Gaupåsvatnet.

1.2 Langavatn

Lokalisering

Langavatn (89 m o.h.) er den øverste innsjøen i Dalelsvassdraget i Asane (figur 3). Dette vassdraget består av innsjøene (sett ovenfra) Langavatn, Liavatn og Forvatn, og har sitt utløp i Byfjorden (Kvernevika) Riksvei 14 passerer Langavatnets SØ del.

Morfometri

Dalelsvassdraget har sitt utspring NV for Langavatn i 464 meters høyde (Håstefjellet). Langavatnets nedbørfelt består i hovedsak av fjellmyr og lyngområder. Ved vatnets nordvestre del er det noe jordbruksaktivitet, mens bebyggelsen i det alt vesentlige er samlet rundt vatnets SØ del. Utløpselven ble i 1957 kanalisert og gjort dypere, noe som førte til at Langavatnets nivå ble senket med 1,20 meter. Kanalen har et fall på 1 o/oo

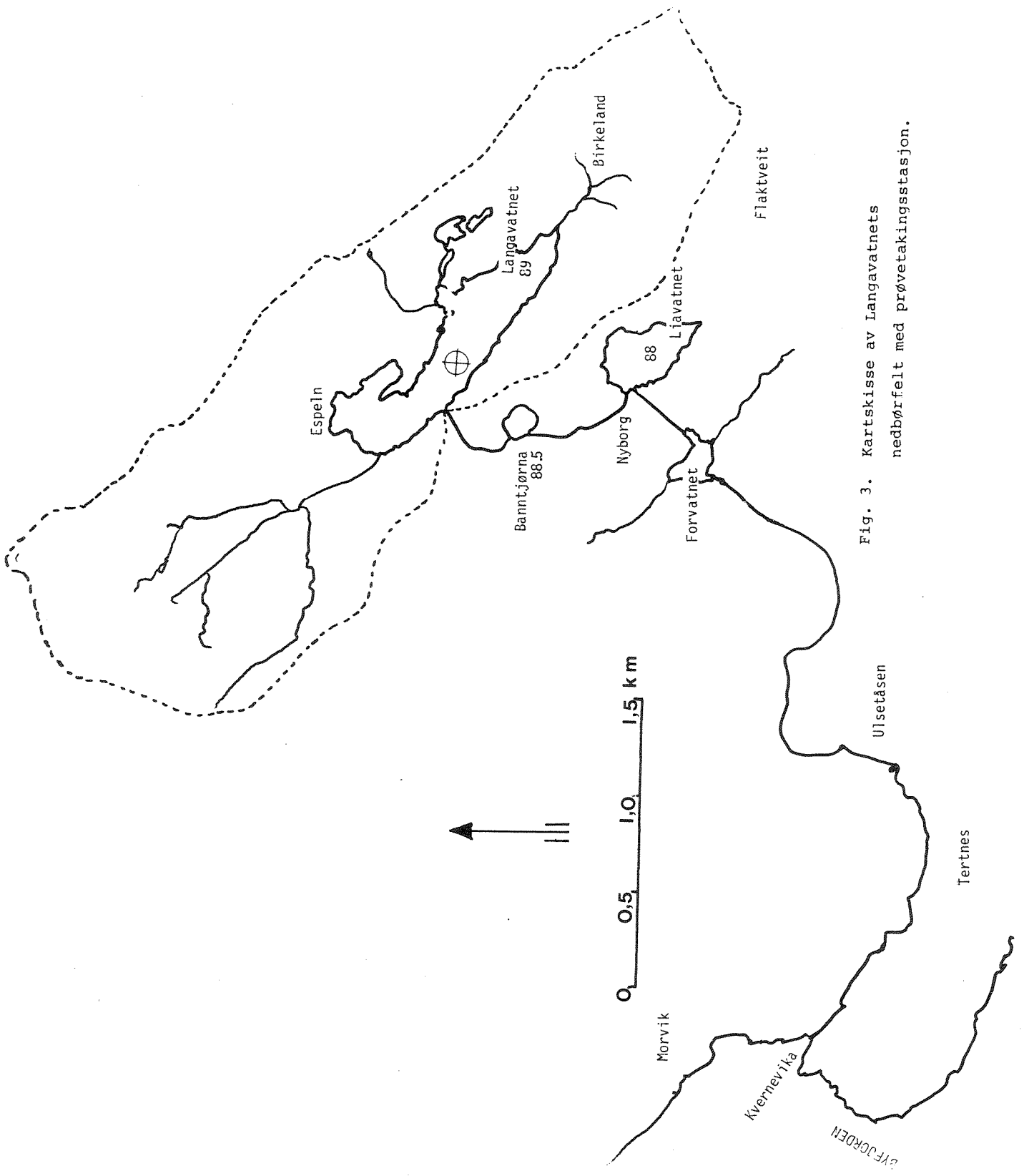


Fig. 3. Kartskisse av Langavatnets nedbørfelt med prøvetakingsstasjon.

og noe tilfeldig vedlikehold har medført en del gjengroing, slik at effekten av senkningen i dag må antaes å være noe mindre.

Hydrologi

Langavatnets plassering øverst i Daleelvvassdraget og et lite nedbørfelt (tabell 1) gir ut fra de samme betraktninger som ble gjort for Gaupåsvatn et gjennomsnittlig årsavløp på $(97,9 \text{ l/sek./km}^2 \cdot 5 \text{ km}^2) = 489,5 \text{ l/sek.}$ (ca. 15 mill. $\text{m}^3/\text{år}$) og en alminnelig lavvannsføring ved utløpet på $(5,6 \text{ l/sek./km}^2 \cdot 5 \text{ km}^2) = 28 \text{ l/sek.}$

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

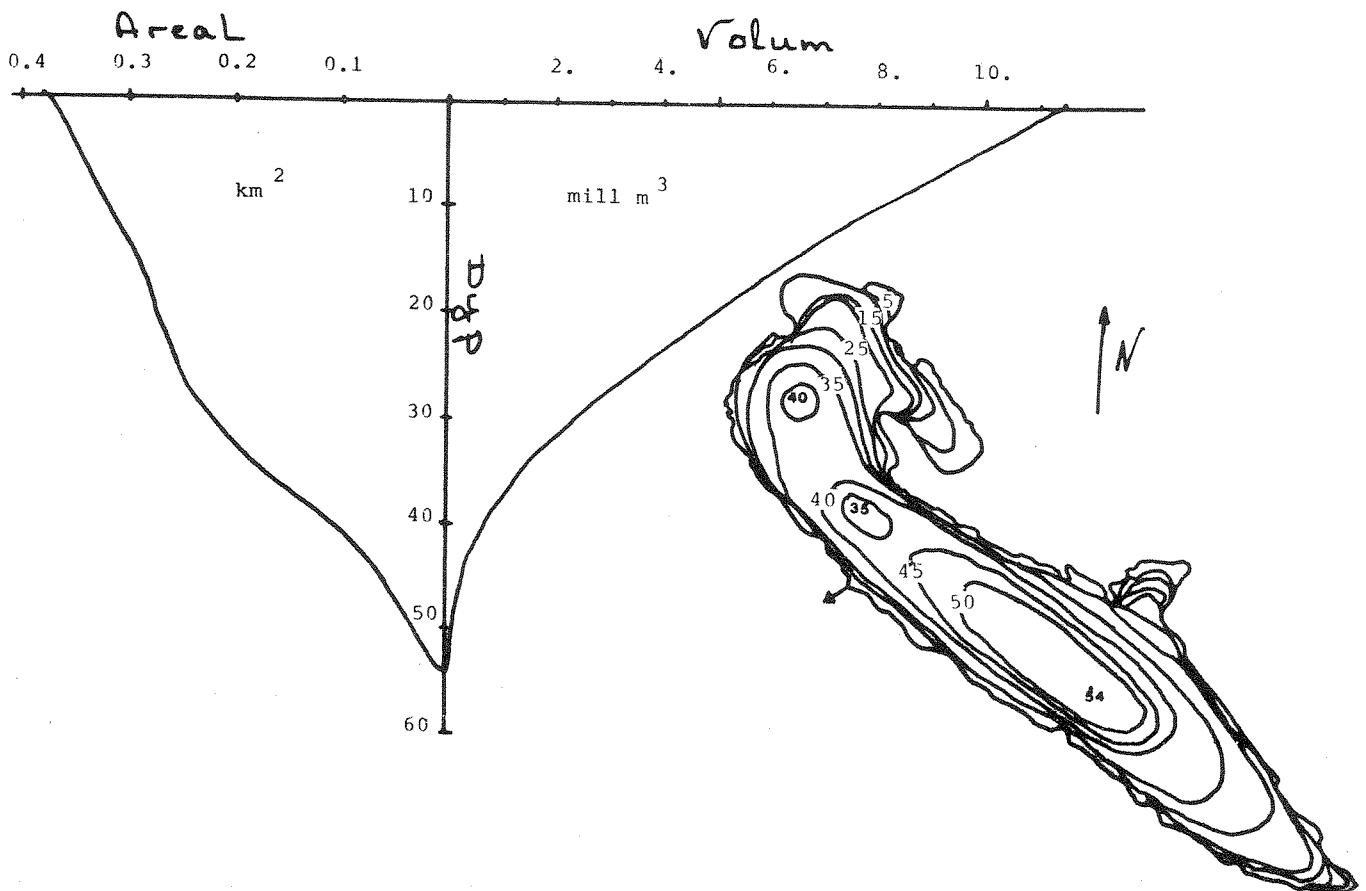


Fig. 4. Kartskisse av Langevatnets dybdeforhold med magasinkurve.

2. FORURENSNINGSTILFØRSLER

2.1 Gaupåsvatn

Bebyggelse

Gaupåsvatnets nedbørfelt består hovedsakelig av fjell og skogsterreng uten forurensende aktiviteter. Det er først og fremst fra Kålhusvatn og nedover til og rundt Gaupåsvatn størstedelen av bebyggelsen og jordbruksinteressene er samlet. Den tettest befolkede del ligger på sydsiden av Gaupåsvatn. Området øst for Spåkevatn er det eneste feltet med et organisert avløpsledningsnett. Det er i dag to offentlige utslippsledninger med avløp fra vel 200 personer + noe privat tilrenning (280 p.e. i oktober 1975) som føres ut i Gaupåsvatn. Den samlede bebyggelsen i nedbørfeltet til Gaupåsvatn var i oktober 1975 (Grøner, 1975) beregnet til 1300 p.e.

Jordbruk

I publikasjonen "Forurensningskilder i Bergen" (Bergen kommune, 1978) er det vist et kart over de ulike arealtypene i nedbørfeltet. Tettbebyggelsen er konsentrert ved vatnets sydside, mens områdene i et belte vest, NV og SØ er betegnet som jordbruksområder. Det er i nedbørfeltet i dag totalt ca. 30 (1983) bruk, med et fulldyrket areal på ca. 551 da og 1010 da beite og overflatedyrket jord. Disse brukene har en lagringskapasitet for ca. 3000 m³ siloer, og en regner at så og si hele dyrkingsarealet nyttes til grasproduksjon som legges i silo.

Bossfylling

Ved Hjortlandsstemma (figur 1) har Bergen kommune hatt en større bossfylling som drenerer via en bekk til dette vannet. Bosstømming ble startet i 1959 og mengden avfall var i 1966 ca. 12.000 m³ og økte til 28.000 m³ i 1974. Det var da deponert i alt 180.000 m³, tilsvarende 26.000 tonn avfall. Bossfyllingen 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.

Generelt kan det sies at sigevann fra bossfyllingen er et stort problem og sigevannet er her betydelig forurenset. Påvirkningen av dette avløpet på Hjortlandsstemma vil bli nærmere klarlagt når undersøkelsen av denne innsjøen som nå pågår i 1983 blir avsluttet.

En teoretisk beregning som ble utført av Chr. F. Grøner A/S (Grøner, 1975) og basert på organisk stoff målt som BOF (Biokjemisk oksygenforbruk) samt næringssaltene fosfor og nitrogen, viste at bossfyllingen ved Hjortlandsstemma, jordbruket og husholdningsavløp står for ca. like store deler av forurensningen i Hauglandsvassdraget.

Antall personer med direkte utslipp til Gaupåsvatn ble i 1982 beregnet til vel 200 p.e. (2 kommunale utslipp + noe privat).

Det er i rapportens vedlegg (tabell A: 1-45) gitt en samlet oversikt over forurensningstilførslene til Hauglandsvassdraget. Disse opplysningene er hentet fra rapporten: "Vannforurensningskilder i Bergen. Hovedrapport 1976" (Bergen kommune 1976). Selv om opplysningene er 7 år gamle gir tallene trolig fremdeles et tilfredsstillende bilde av forurensningstilførslenes størrelse og sammensetning, da det i denne perioden har vært store restriksjoner på nyetableringer i dette nedbørfeltet. For den del av bebyggelsen som ble etablert før 1969 gir nok tidligere data (Samdal et al. 1969) fremdeles et godt bilde av situasjonen.

2.2 Langavatn

Daleelvvassdraget er omtalt i kommunens rammeplan for avløpsdisponering (Bergen kommune, hovedrapport 1976). Om Langavatn står det at vatnet nyttes som kloakkresipient for spredt boligbebyggelse og gårdsbruk, og bærer preg av overgjødsling (eutrofiering). Svar på forespørsel om størrelsen på tilførslene av sanitært avløpsvann til Langevatn har en ikke fått. Men det er, etter det en vet, ingen kommunale utslipp, og de private utslipp må antas å stemme godt overens med den bebyggelse som ligger rundt vannet.

Jordbruksarealet er ut fra jordregisterets kartlegging høsten 1979 ca. 30 bruk med 326 da fulldyrket jord og 718 da beite og overflatedyrket jord. Silovolumet er ikke oppgitt, men stort sett all produksjon er gras som legges i silo - ifølge jordbrukskontoret.

Ved den silokontroll som Fylkesmannen i 1983 gjorde i nedbørfeltet til Langavatn (20 siloer) og Gaupåsvatn (30 siloer) var det bare ett bruk som fikk merknad på grunn av mangler ved siloen som ga forurensning.

Data om vannforurensningskildene langs Daleelvvassdraget (felt VII) er gitt i tabell A: 1-45 her i rapportens vedlegg. Disse er hentet fra rapporten "Vannforurensningskilder i Bergen. Hovedrapport 1976" (Bergen kommune 1976). Opplysningene er nå blitt 7 år gamle og med den store økningen i aktiviteten det har vært i vassdragets nedbørfelt, kan dataene være noe upresise.

3. REKREASJON OG BRUKSINTERESSER

Både i Gaupåvatnets og Langavatnets nedbørfelt var det tidligere mange hytter. Disse blir i dag for en stor del utvidet og dels nyttet som helårshus.

Hauglandsdalens nedbørfelt med sin lokalisering mellom bydelene Asane og Arna gir befolkningen i dette området et stort potensiale i rekreasjonssammenheng (turgåing - fiske - bading).

Langavatn nyttes i dag i stor grad til rekreasjonsformål (bading - fiske båtsport m.m.). Generalplanavdelingen i kommunen foreslår områdene omkring vannet sikret for almenheten og østsiden av vannet er spesielt foreslått vernet som våtmarksområde (Rammeplan for avløpsdisponering i Bergen, hovedrapport 1976).

Gaupåsvatn nyttes som reguleringsmagasin for A/S Arna fabrikk. I 1982 passerte det 14,8 mill m³ vann gjennom turbinen som ga en elektrisitetsmengde på 1.857.900 kWh.

4. METEOROLOGISKE FORHOLD

Været i produksjonssesongen er viet oppmerksomhet for å understreke at konklusjonene i denne rapporten baserer seg på prøvetaking i en nedbørfattig og varm sommer (figur 5).

4.1 Lufttemperatur

Arsmiddeltemperaturen for lufttemperaturen i 1982 var $7,4^{\circ}\text{C}$ og derved $0,4^{\circ}\text{C}$ over normalen for perioden 1931-1960 (figur 5). Tilsvarende var middeltemperaturen i produksjonsperioden mars til oktober hele $3,2^{\circ}\text{C}$ over normalverdien for tilsvarende normalperiode på stasjon 5046 Fana forsøksstasjon.

4.2 Nedbør

Arsmiddelnedbøren for 1982 var 562 mm større enn i et normalår (1975 mm nedbør). Tilsvarende var middelnedbøren i produksjonssesongen mars til oktober 187 mm over tilsvarende normalperiode på stasjon 5046. Bakgrunnen for dette er de store nedbørmengdene som kom på høsten, hvor det i august og september falt hele 730 mm nedbør. Det kan samtidig legges til at månedene juni og juli var tilsvarende tørre, med bare 30 % av tilsvarende normalverdi.

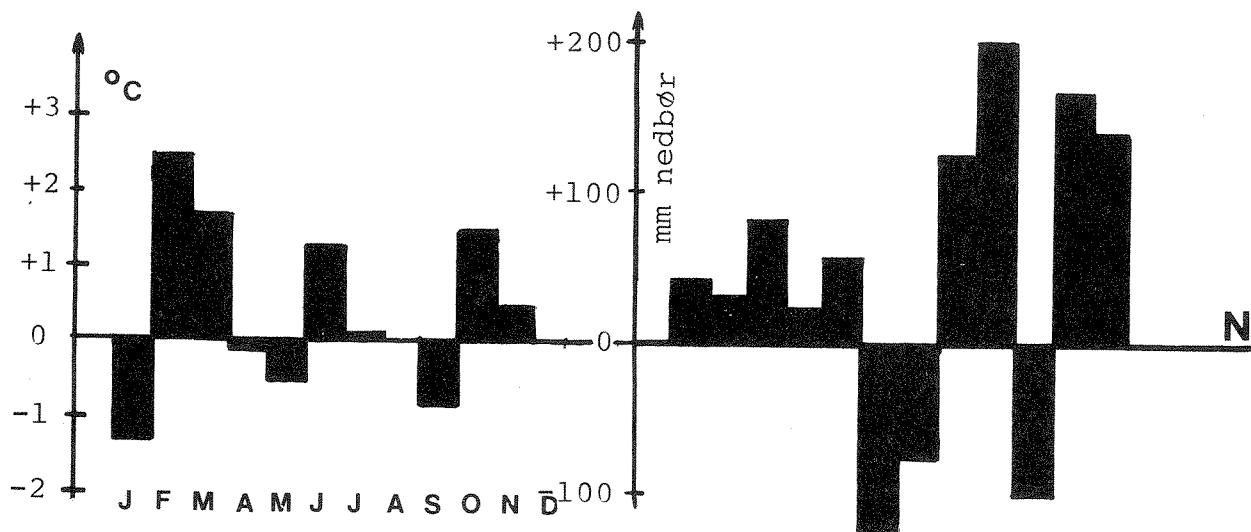


Fig. 5. Klimatiske avvik fra normalen (N) 1931-1960 for året 1982 på stasjon 5046 Fana Forsøksstasjon.

5. REGULERINGER

5.1 Gaupåsvatn

Vannet er regulert, men hvor stor regulering over tidligere normalvannstand som er foretatt, vites ikke (tidligere normalvannstand ikke kjent). Det kan imidlertid tappes svært langt ned anslagsvis 6-7 m under nåværende normalvannstand (overløpsterskel på kote + 66). Dette er en gammel regulering som kom i stand ved at Arna fabrikk utnyttet fallet ned til Sørfjorden til energiproduksjon. Under undersøkelsesperioden var vannstanden senket med ca. 2 m ved prøvetakingen 23. juni, og var på dette nivået til prøvetakingen 18. august, hvor vannstanden igjen var tilbake til det normale.

5.2 Langavatn

For å vinne landareal og tørke ut myrområdene ble vannstanden i Langavatn permanent senket med 1,20 m i 1957.

6. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

6.1 Gaupåsvatn

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 og ved Gaupåsvatn er beskrevet. Universitetet i Bergen, avd. for mikrobiologi, har brukt Hjortlandsstemma i forbindelse med undervisning og studentoppgaver og NIVA har tidligere gitt en beskrivelse av forurensingssituasjonen i denne innsjøen (Samdal et al. 1969).

6.2 Langavatn

Langavatn ble i 1969 undersøkt av NIVA i forbindelse med en vurdering av alternative vannkilder i Asane kommune (Samdal et al. 1969).

Fiskeriundersøkelser ble foretatt i Langavatn august 1973 og i september 1980 (se avsnitt om fisk) ved Fiskerikonsulenten for Vestlandet.

7. UNDERSØKELSEN I 1982

Prøvetakingen i Gaupåsvatn og Langavatn kom i gang 12. mai 1982 og ble avsluttet 11. november 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, plantep plankton 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 Analyseresultater

7.1.1 Temperatur

Temperaturforholdene ved prøvetakingene er gitt i tabellene 2 og 3. Dataene viser at utviklingen i innsjøenes temperatur var nokså like, men med en noe høyere overflatetemperatur i Langavatn. I begge innsjøene er det i produksjonssesongen en tydelig sjiktning av vannmassene. Sprangsjiktet var ved å bygge seg opp i mai, og høstsirkulasjonen var nær forestående ved prøvetakingen i oktober.

Det fine været sommeren 1982 (figur 5) førte til at vannlaget over sprangsjiktet både ble større og varmere 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 høye vanntemperaturen i produksjonslaget sammen med meget gunstige lysforhold, har nok hatt en gunstig virkning på algeproduksjonen i første halvdel av sommeren. Men lite nedbør og derved et begrenset tilskudd av næringssalter fra nedbørfeltet har nok virket noe hemmende på planktonproduksjonen i perioden før nedbøren igjen ga nye tilskudd av næringssalter.

7.1.2 Oksygen

Målinger av innsjøenes oksygeninnhold ble foretatt ved de to prøvetakingene 18. august og 11. oktober i Langavatn og 11. oktober i Gaupåsvatn. Ved målingene ble det brukt et YSI O₂-meter. Resultatene er gitt i tabell 3.

Målingene viser at oksygenmetningen er høy i de øvre vannlag i begge innsjøene, særlig er dette tilfellet ved prøvetakingen i august i Langavatn. Den overmetning som da ble registrert i de øvre vannlag er en naturlig følge av algenes fotosyntese. I begge innsjøene viser målingene at det er en betydelig reduksjon i oksygeninnholdet i bunnvannet. Dette er særlig tilfellet i Gaupåsvatn, hvor oksygenmetningen bare er 16 % på 30 meters dyp den 11. oktober. Tilsvarende verdier i Langavatn var henholdsvis 55 % (august) og 69 % (oktober) O₂-metning. Altså på samme nivå som vi hadde i Haukelandsvatn ved målingene 1981.

Det lave oksygeninnholdet i innsjøenes dyplag understreker at både Gaupåsvatn og Langavatn i dag er sterkt belastet med organisk materiale. Dette er dels produsert i selve innsjøen og da som bakterier - alger - dyreplankton, og dels er dette 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 O₂ innh. da svært lav, både i Langavatn og Gaupåsvatn. I denne perioden burde det derfor følges opp med supplerende oksygenmålinger i innsjøenes bunnvann.

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 sanitært 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.

Blir 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 4 og 5. Begge innsjøene har en surhetsgrad som ligger like under nøytralpunktet, noe lavere i Gaupåsvatn enn i Langavatn.

Konduktiviteten er relativt høy i Langavatn i forhold til det som er vanlig på Vestlandet. Den midlere konduktivitet var i blandprøven 0-10 m for undersøkelsesperioden her 58,6 $\mu S/cm$. Tilsvarende verdi i Gaupåsvatn var 44,1 $\mu S/cm$. Dette gir begge innsjøene i utgangspunktet en gunstig vannkvalitet for biologisk produksjon både med hensyn til variasjon og mengde.

Lokaliseringen av innsjøene fører til at sjøsaltkomponentene natrium, klorid og sulfat (tabell 6) bidrar med en stor del av den målte konduktivitet. Samtidig gir en gunstigere geologi i Langavatnets nedbørfelt her et større bidrag til konduktiviteten gjennom de viktige elementene kalsium og magnesium (tabellene 5 og 6) enn i Gaupåsvatn.

7.1.4 Siktedyp, turbiditet, organisk innhold og farge

Partikkelinnholdet i vannmassen målt som siktedyp og turbiditet er vist på figur 6, og resultatene er gitt i tabellene 4, 5 og 7.

Langavatn

Lavest siktedyp ble målt 23. juni i Langavatn og det var da 2,0 m. Dette faller sammen med toppen vi da hadde i algevolum, klorofyll (figur 10) og organisk innhold (figur 7). Det midlere siktedyp var i perioden mai til oktober 3,2 m (målt med vannkikkert). I utgangspunktet har Langavatn tidligere som næringsfattig (oligotrof) innsjø sannsynligvis hatt et midlere siktedyp gjennom produksjonssesongen på 8-10 m.

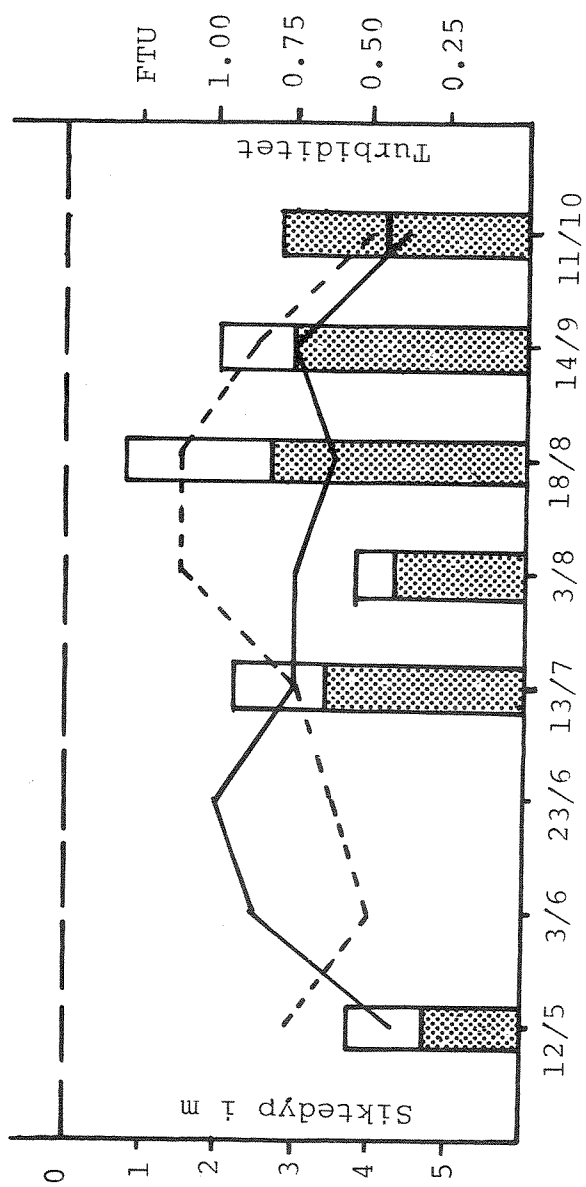


Fig. 6. Grafisk fremstilling av siktedypp (--- Gaupåsvn. — Langavn.) og turbiditet i blandprøver fra 0 til 10m dyp (□ Gaupåsvn. ▨ Langavn.) gjennom produksjonsesongen 1982.

I Gaupåsvatn ble det registrert et siktedyp på 1,5 m ved begge prøvetakingene i august. Det midlere siktedypet var her i perioden mai til oktober 2,9 m. Flere forhold er med på å forklare at siktedypet i Gaupåsvatn er så lavt. Her kan nevnes et større partikkel- og humusinnhold samt en noe annen algesammensetning.

Turbiditetsverdiene nådde sin topp 18. august og var høy resten av året. Store algemengder og økt partikkeltransport fra nedbørfeltet på grunn av mye nedbør forklarer dette.

Resultatene fra analysene av vannmassens organiske innhold målt som forbrukt mengde mg KMnO_4/l , er gitt i tabellene 4 og 5. I figur 7 er det gitt et bilde av dette innholdet i blandprøver fra 0 til 10 m gjennom produksjonsperioden. Verdiene i begge innsjøene er høye og viser klart at innsjøene er påvirket og at innholdet/produksjonen i dette sjiktet av organisk materiale er høy. Langavatn har i forhold til Gaupåsvatn med unntak fra ett prøvetidspunkt de høyeste konsentrasjonene av organisk innhold. På forsommeren er det organiske innholdet her vesentlig høyere enn i Gaupåsvatn.

Vannets egenfarge er målt mot secciskiven på halve siktedypet, og resultatene er sammenstilt i tabell 7. Vannets farge er også målt ved hjelp av et filterfotometer. Verdiene er angitt i forhold til en standard platina-kobolt løsning og benevnes mg Pt/l (tabell 7). Metoden krever at innholdet partikler i prøven er lite. Resultatene viser at begge vannene har et visst innhold av humusforbindelser noe større i Gaupåsvatn enn i Langavatn.

7.1.5 Næringsstoffer

Fosfor

Fosforkonsentrasjonene i Gaupåsvatn varierte mellom 10-30 $\mu\text{g P/l}$ med et aritmetisk middel på 19,3 $\mu\text{g P/l}$ (tabell 4). Verdiene er høye og indikerer at Gaupåsvatn tilføres næringsalter fra menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet. Dette er enda mer fremtredende i Langavatn. Fosforkonsentrasjonene her varierte mellom 22-78 $\mu\text{g P/l}$ med et aritmetisk middel på 50 $\mu\text{g P/l}$ (tabell 5). De høye fosforkonsentrasjonene tyder på betydelige tilførsler av næringsalter fra omgivelsene.

Figur 8 gir et bilde av mulige fosforkilder og effekter av tilførslene.

Nitrat

Nitratkonsentrasjonen varierte mellom 35-150 $\mu\text{g N/l}$ i Gaupåsvatn. I forhold til fosforkonsentrasjonene var nitratkonsentrasjonene lave, noe som tyder på at avrenning fra jordbruksarealer her har liten betydning. I Langavatn var nitratkonsentrasjonene gjennom vekstsesongen vesentlig større og varierte mellom 160-500 $\mu\text{g N/l}$. Men sett i sammenheng med de høye fosforkonsentrasjonene var ikke nitratkonsentrasjonene spesielt høye.

7.2 Bakteriologi

Resultatene av det sanitærbakteriologiske analyse materialet som ble inn-samlet parallelt med de fysisk-kjemiske prøvene er vist i tabell 8. For både Langavatn og Gaupåsvatn viser resultatene at det generelle antall bakterier pr. ml ved 20 $^{\circ}\text{C}$ etter 3 døgn er høyt og noe høyere i Langavatn enn i Gaupåsvatn. Også antallet tarmbakterier er høyt, og i perioder til dels meget høyt i begge innsjøene. Det ser her ut som om det er Gaupåsvatn som i dag mottar de største tilførslene av sanitært avløpsvann, og da i forhold til vannvolum.

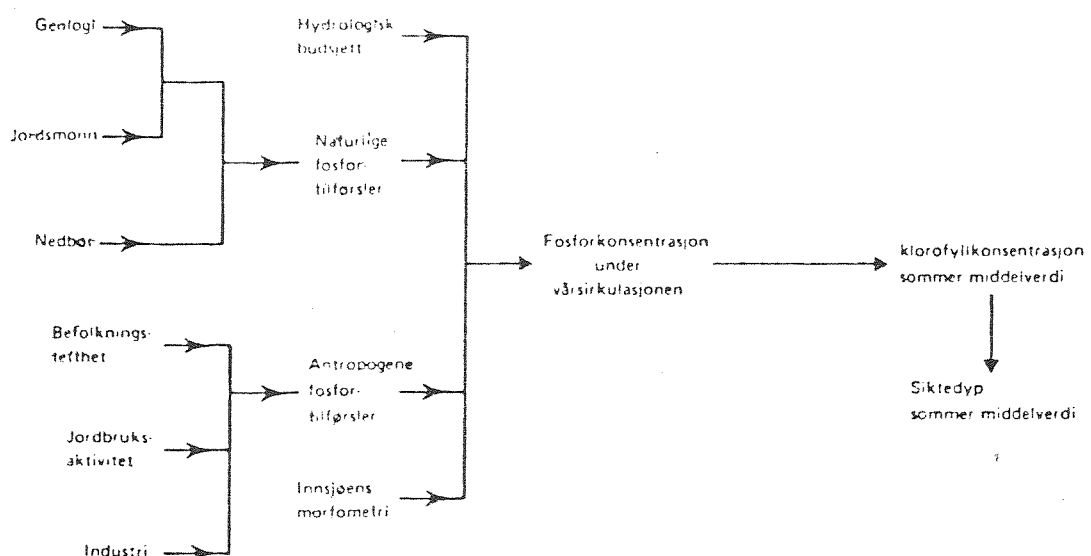


Fig. 8. Illustrasjon av fosforets kilder og virkning i innsjøer (modifisert etter Dillon og Rigler 1975, hentet fra Faafeng et al. 1981).

For en videre bruk av materialet mot forhold som bruk av innsjøene i drikkevannssammenheng (dyr - mennesker) og rekreasjonsbruk (f.eks. bading), henvises det til de vurderinger som blir foretatt av Helseseksjonen ved Bergen kommune.

7.3 Plantep plankton

Arts sammensetning, fordelingsmønster, utvikling og mengdevariasjoner i plantep planktonet gir informasjon om vannkvaliteten i en innsjø og forandringer i denne kvaliteten. Endringer i miljøet i en innsjø vil relativt raskt spores i det algesamfunnet innsjøen har til enhver tid, fordi mange plantep planktonarter har forholdsvis snevre toleransegrenser med hensyn til flere miljøfaktorer.

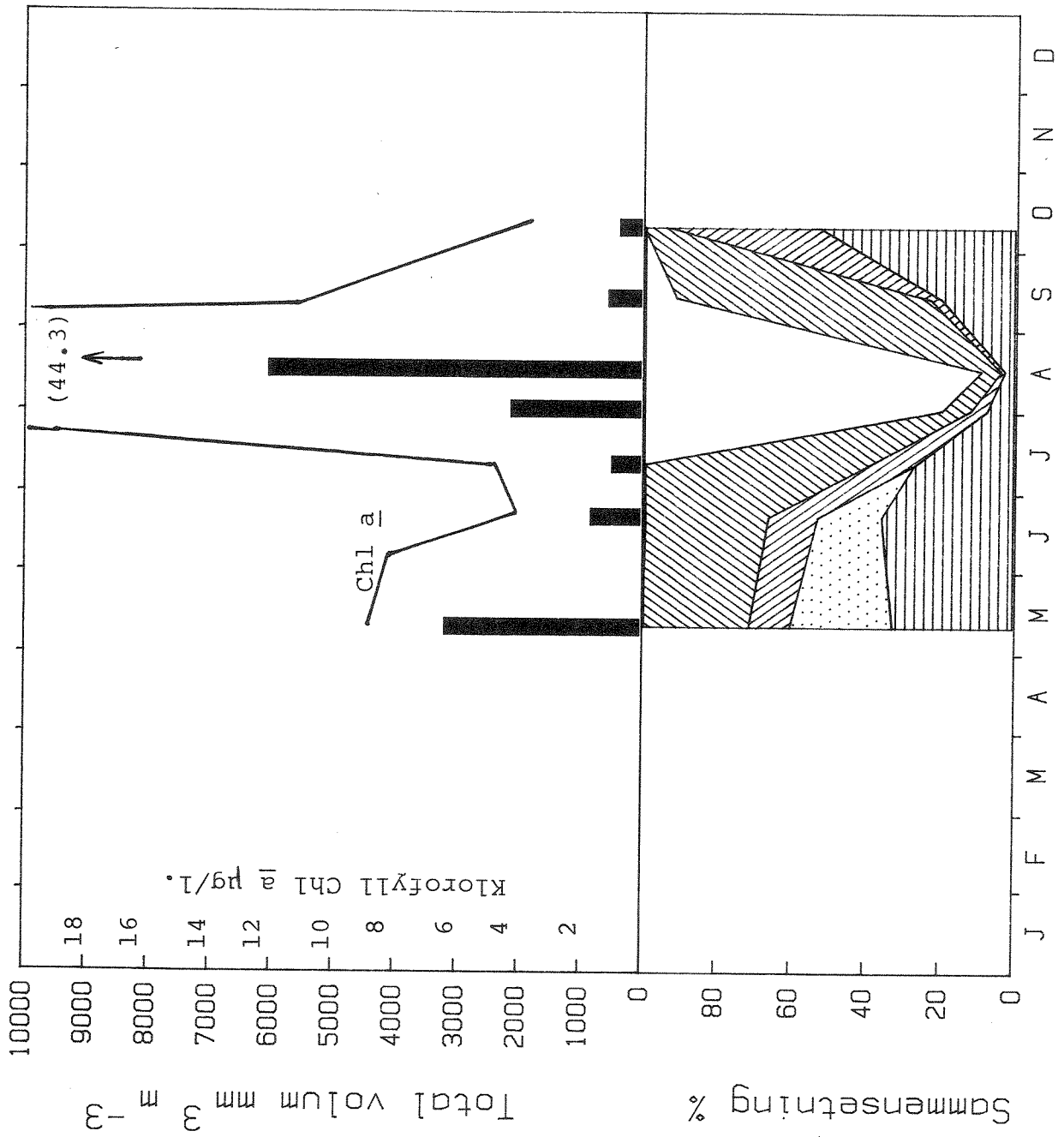
Ved en eutrofierende utvikling (økende næringssaltkonsentrasjon i vannmassene, spesielt av fosfor og nitrogen) vil en i algesamfunnet først registrere dette ved at totalvolumet av planktonalger pr. volumenhet vann øker. Går den eutrofierende utvikling videre vil en, foruten en økning i totalvolumet, også få en endring i arts sammensetningen. Ved vurderingen av trofinivået i en innsjø og dermed vannkvaliteten, benytter en derfor først og fremst totalvolumet, men også de enkelte hovedgruppene mengdemessige sammensetning og de enkelte artenes sammensetning og mengdeforhold som grunnlag.

Analyseresultatene av de kvantitative plantep planktonprøvene (0-10 m, blandprøve) fra Langavatn og Gaupåsvatn er vist i henholdsvis figurene 9 og 10 og tabellene 9 og 10. I figurene er det også gitt et bilde av klorofyllinnholdet i blandprøver fra 0-10 m gjennom produksjonssesongen.

7.3.1 *Gaupåsvatn*

Plantep planktonet hadde i Gaupåsvatn som vi ofte ellers finner, en topp om våren (se figur 9). Denne våroppblomstringen nådde i mai et algeolum på $3000 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ og hadde da et variert sammensatt algesamfunn hvor alle hovedgruppene i plantep planktonet var representert.

Gaupåsvann År: 1982



TEGNFORKLARING






-  *CYANOPHYCEAE*
(Blågrønnalger)
-  *CHLOROPHYCEAE*
(Grønnalger)
-  *CHRYSOPHYCEAE*
(Gulalger)
-  *BACILLARIOPHYCEAE*
(Kiselalger)
-  *CRYPTOPHYCEAE*

Fig. 9. Planteplanktonets sammensetning, klorofyll innhold og utvikling gjennom produksjonssesongen 1982 i Gaupåsvann. (Blandprøver 0 - 10m).

I juni/juli avtok algemengden kraftig, trolig som følge av en periode med tørt, varmt vær som førte til liten tilrenning av næringsrikt vann fra nedbørfeltet. Nitratkonsentrasjonene var lave og nok være en av årsakene til at blågrønnalgene nå etablerte seg i algesamfunnet. Utover i august økte konsentrasjonen av planteplankton igjen til over $6000 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ med klar dominans av blågrønnalgen *Anabaena cf. miniata*. Det er rimelig å sette denne økningen i sammenheng med større næringstilførsel fra nedbørfeltet som følge av store nedbørmengder i august.

Vurdert ut fra næringskonsentrasjon, mengde og sammensetning av planteplankton var Gaupåsvatn på overgangen mellom en mesotrof (middels næringsrik) og en begynnende eutrof (næringsrik) innsjø i 1982.

7.3.2 Langavatn

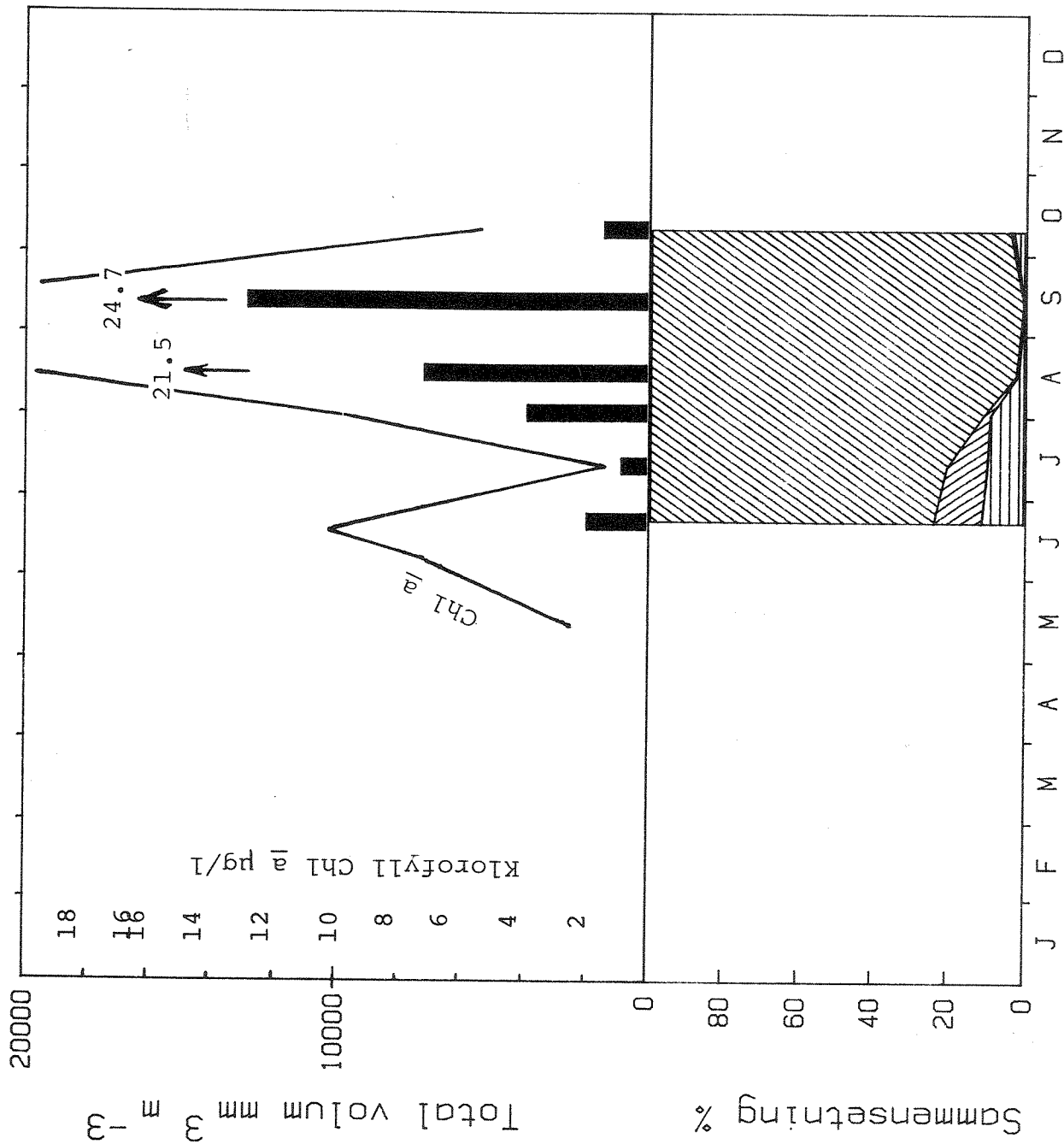
Planteplanktonmengden i Langavatn 1982 hadde et markert minimum i midten av juli (figur 10). Dette kan trolig settes i sammenheng med en lang periode med tørt, varmt vær som reduserte tilførselene av næringsrikt vann fra nedbørfeltet i denne perioden.

Utover sensommeren økte algemengden betydelig og nådde et registrert maksimum i midten av september på over $12.000 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Så store algebiomasser er bare vanlig å finne i næringsrikt vann.

Et påfallende trekk med algesammensetningen i Langavatn var den ensidige dominansen av grønnalger. En slik sammensetning er ikke vanlig å finne i såvidt store norske innsjøer. Det ble ikke registrert lavere nitratkonsentrasjoner enn $160 \mu\text{g N/l}$, så nitrattilførselene hadde trolig vært store nok til at grønnalgene klarte konkurransen mot blågrønnalgene. Denne oppblomstringen på ettersommeren var bortimot en monokultur av grønnalgen *Pediastrum boryanum*.

Vurdert ut fra næringskonsentrasjon, mengde og sammensetning av planteplanktonet kan Langavatn klart klassifiseres som eutroft (næringsrik) i 1982.

Langavann i Åsane År: 1982



TEGNFORKLARING




-  CHLOROPHYCEAE
(Grønnalger)
-  CHRYSOPHYCEAE
(Gulalger)
-  CRYPTOPHYCEAE

Fig. 10. Planteplanktonets sammensetning, klorofyllinnhold og utvikling gjennom produksjonssesongen 1982 i Langavatn. (Blandprøver 0-10m).

7.4 Klorofyll

Resultatet fra analysene av blandprøvenes klorofyllinnhold er sammenstilt i tabell 11. I figurene 9 og 10 er dette vist grafisk sammen med data om algesammensetning og -volum. Figur 11 viser en sammenligning mellom det midlere klorofyll a-innhold i Gaupåsvatn og Langavatn og noen andre innsjøer i Norge. Sammenligningen er grov, men skulle gi et tilnærmet bilde av det midlere klorofyllinnhold i disse innsjøene og derved deres næringsstatus samt påvirkningsgrad. Erfaringen har vist oss at stort sett vil klorofyllkonsentrasjonen variere i takt med algevolumet og supplerer således data om algeproduksjonen i innsjøen.

Materialet viser at klorofyllinnholdet er betydelig i begge innsjøene, med maksimumsverdier på henholdsvis 21,6 (august) og 24,7 µg klorofyll/liter i Langavatn, mens det i Gaupåsvatn i augustprøvene ble målt verdier på 18,3 og 44,3 µg Chl/l. Den siste verdien synes å være noe høy og kan være feilanalysert. Ved beregning av årets midlere klorofyllinnhold (tabellene 11 og figur 9) er denne verdien utelatt. Til sammenligning kan det her nevnes at i Kalandsvatn og Haukelandsvatn var tilsvarende maksimumsverdier i 1981 henholdsvis 17,4 og 24,5 µg Chl/l.

Resultatene fra 1982 viser klart den næringsrike tilstand Langavatn og Gaupåsvatn er i, samtidig som resultatene understreker det som tidligere er nevnt om påvirkningsgrad.

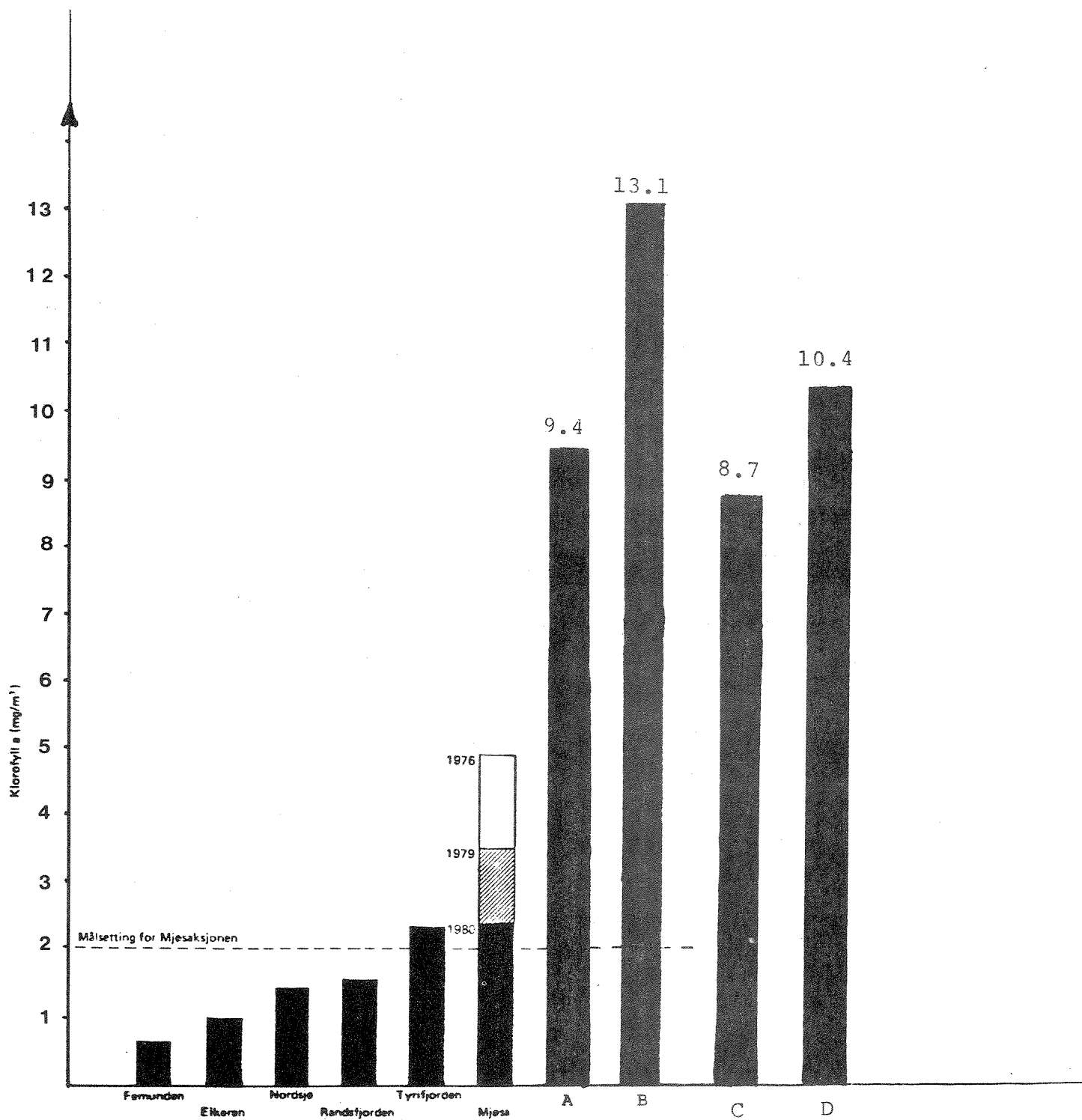


Fig. 11. Beregnet midlere klorofyllkonsentrasjon i produksjonssesongen (veid middel : mai - sept) for endel utvalgte norske innsjøer sammenlignet med data fra juli - oktober i Kalandsvatn (A) og Haukelandsvatn (B) i 1981 (aritmetisk middel) og med tilsvarende data fra 1982 i Gaupåsvatn (C) og Langavatn (D) (mai-okt.).

8. FISK OG FISKE

Fra fiskerikonsulenten for Vestlandet har vi fått følgende opplysninger om ferskvannsfiske:

8.1 Gaupåsvatn

Dette vannet beskrives som et aure/gjeddevann med fåtallig aurebestand av god kvalitet. Vannet har ikke vært undersøkt med hensyn på fiskeforholdene og nærmere detaljer om fiskebestanden er ikke kjent.

8.2 Langavatn

Vannet ble som kjent senket med omlag 1 m i 1950-årene. Langavatn hadde før den tid en tett befolket aurebestand og en røyebestand som betegnes som overbefolket. Senkningen førte til at fiskebestanden forandret seg radikalt. Auren vokste til og kvaliteten på fisken bedret seg, mens røyebestanden ble nesten helt borte. Trolig hadde senkningen redusert og delvis ødelagt gytemulighetene for røya.

Prøvefiske som er foretatt i august 1973 og september 1980 viser at aurens kvalitet og vekst har hatt en positiv utvikling i denne tidsperioden. Langavatn beskrives i dag som aurevann med rimelig stor bestand av meget god kvalitet. Gytemulighetene er i dag ikke gode nok til å opprettholde en tilstrekkelig stor aurebestand i vannet. Det settes derfor ut en del "villaure" i Langavatn (1980, 1200 aure).

9. 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 1982 å få frem en tilstandsrapport om forurensningssituasjonen i de to innsjøene Gaupåsvatn og Langavatn. I dette overvåkningsarbeidet, 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 Gaupåsvatn og Langavatn kom i gang 12. mai og ble avsluttet med siste prøvetaking 11. oktober. Det er i den foreliggende rapport gitt data om fysisk-kjemiske forhold samt forhold som berører planteplankton, bakteriologi og i mindre grad fisk og fiske. Videre er det gitt en generell beskrivelse av vassdragene med teoretiske beregninger om forurensningstilførsler og hydrologiske forhold, samt data som karakteriserer de meteorologiske forhold i 1982. Ved at feltarbeidet strakk seg over perioden mai til oktober gir materialet et godt bilde av produksjonssesongen i Gaupåsvatn og Langavatn dette året.

Analyseverdiene for plantenes viktigste næringsstoff fosfater, er høye og spesielt er dette tilfellet i Langavatn. En betydelig forurensningskilde er boligkloakk, men også avrenning fra jordbruksområder har betydning. Nitrogen ser ut til å bli begrensende for planteplanktonet i Gaupåsvatn i større grad enn i Langavatn. Dette førte til at blågrønnalgen i juli og august utgjør en meget stor del av planteplanktonet i Gaupåsvatn.

Responser på det høye næringssaltnivået gir seg utslag i en stor algeproduksjon i begge innsjøene. Det totale algevolumet (i blandprøver fra 0-10 m dyp) hadde i Gaupåsvatn og Langavatn sin topp i henholdsvis august ($6037 \text{ mm}^3/\text{m}^3$) og september ($12847 \text{ mm}^3/\text{m}^3$). Dette er betydelige algemengder som klart klassifiserer Langavatn som en eutrof (næringsrik) innsjø og Gaupåsvatn som en begynnende eutrof innsjø i 1982. Toppen i algemengden kom noe senere enn vanlig i 1982 noe som skyldtes den tørre og varme sommeren som ga svært

liten avrenning og liten tilførsel av næringsalter til innsjøene denne sommeren.

Den kraftige algeveksten understrekes også av verdiene for klorofyll a som i middel for perioden mai-oktober når opp i hele 8,7 og 10,4 $\mu\text{g/l}$ for henholdsvis Gaupåsvatn og Langavatn. Dette er det dobbelte av hva som ble målt i Mjøsa når denne innsjøen var på sitt verste (figur 11).

Effekten av den store produksjonen og tilførselen av lett oksyderbart organisk materiale er størst i Gaupåsvatn, men det er i begge innsjøene registrert et betydelig oksygenforbruk i dypvannet (tabell 3). 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 felt-sesongen.

Som konklusjon på undersøkelsen i 1982 har materialet vist at begge innsjøene i dag er betydelig belastet med organisk materiale og næringsalter. 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 forurensingssituasjonen ikke skal bli ytterligere forverret anbefaler vi at det arbeides for å begrense tilførselene av næringsalter og lett nedbrytbart organisk materiale til disse to innsjøene.

10. LITTERATUR OG REFERANSER

Registrering av vannforekomster på Bergens-halvøya. Hovedutvalget for kommunesammenslutningen. A/S Viak. Bergen, juli 1971. 32 s.

Samdal, J.E., O. Skulberg og J.J. Nygaard. 1969. Vurdering av vannkilder, Åsane kommune. NIVA 0-79/68. 53s.

Vannforurensningskilder i Bergen. Hovedrapport. Bergen kommune, Anleggsseksjonen Bergen 1976. 72 s.

Vannforurensningskilder i Bergen. Rapport 78. Bergen kommune. Anleggsseksjonen Bergen, nov. 1978. 17 s.

Aanes, K.J. 1982. Kalandsvatn og Haukelandsvatn i Bergen kommune. En orienterende undersøkelse av forurensningssituasjonen i 1981. NIVA, 0-80107, I. 46 s.

Vedlegg

Tabell 2. Temperaturutviklingen i Langavatn og Gaupåsvatn under produksjonssesongen 1982

Dato	L a n g a v a t n			G a u p å s v a t n		
	Overfl.temp. °C	v/bunn °C	Midl. 0-10 m	Overfl.temp. °C	v/bunn °C	Midl. 0-10 m
12/5	8,3	5,1	-	-	5,3	-
3/6	18,5	-	12,0	17,0	-	14,0
23/6	16,0	-	14,0	16,5	-	13,0
13/7	19,0	-	14,0	-	-	15,0
3/8	21,5	-	16,5	21,0	-	16
18/8	15,5	4,5	-	14,8	5,2	-
14/9	-	-	-	-	-	-
11/10	9,0	4,3	-	10,0	4,2	-

Tabell 3. Oksygenforholdene i Langavatn og Gaupåsvatn høsten 1982.

Dato	Langavatn						Gaupåsvatn					
	18. august			11. oktober			11. oktober			11. oktober		
	Temp., °C	O ₂ , ppm	% metn.	Temp., °C	O ₂ , ppm	% metn.	Dyp, m	Temp., °C	O ₂ , ppm	% metn.		
0	15,2	11,1	109	9,0	11,8	102	0	10,0	11,0	97		
1	15,1	11,5	112	9,0	11,8	102	1	9,0	11,2	97		
4	15,0	11,2	110	9,0	12,2	105	4	9,0	11,6	100		
8	9,0	8,3	72	9,0	12,4	107	8	9,0	11,2	97		
12	5,5	11,2	89	9,0	12,2	105	12	8,5	11,0	94		
16	5,0	11,9	93	5,0	11,6	91	16	5,0	6,8	53		
30	5,0	12,0	94	4,5	11,6	89	20	4,5	3,2	25		
44	4,5	7,1	55	4,3	9,0	69	30	4,2	2,1	16		
Bunn (i mudderet)		1,0	8	-	-	-						

Tabell. 4. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Gaupåsvann i 1982.

DATO	DYP	PH	KOND	TURB	FARGE-U	FARGE-F	KMNO4	TOT-P	ORTO-P	NO3-N
820512	0-10	6.75	41.50	0.57	70.00		21.00	20.00	2.50	150.00
820512	32	6.50	40.50	0.30	75.00		22.00	22.50	6.50	225.00
820603	0-10	5.80	42.20					11.00	9.00	35.00
820623	0-10	6.35	43.40	6.90	45.00	30.00	27.00	21.50	4.00	110.00
820713	0-10	6.20	43.40	0.90	74.00		25.00	18.00	6.00	50.00
820803	0-10	6.35	46.70	0.59	82.00		29.00	14.00	4.50	75.00
820818	0-10	6.39	45.00	1.30	210.00		34.00	30.00	5.00	130.00
820818	1	6.59	44.10	1.45	250.00		24.00	31.00	5.50	55.00
820818	5	6.45	45.80	1.40	210.00		40.00	34.00	7.00	100.00
820818	12	6.20	41.20	0.40	40.00		19.00	16.00	7.00	330.00
820914	0-10	6.50	44.60	0.98		90.00	16.00	10.00	4.00	90.00
821011	0-10	6.40	45.80	0.45		75.00	32.00	30.00	15.00	150.00
MIN	0-10	5.80	41.50	0.45	45.00	30.00	16.00	10.00	2.50	35.00
MAKS	0-10	6.75	46.70	6.90	210.00	90.00	34.00	30.00	15.00	150.00
MIDDEL	0-10	6.34	44.08	1.67	96.20	65.00	26.29	19.31	6.25	98.75
MEDIAN	0-10	6.35	43.42	0.87	73.88	75.30	27.07	18.20	4.63	90.20
ST. AVVIK	0-10	0.27	1.78	2.32	65.10	31.22	6.26	7.74	4.02	43.81
AVT.OBS.	0-10	8	8	7	5	3	7	8	8	8

Tabell 5. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Langavatn i 1982.

DATA	DYP	PH	KOND	TURB	FARGE-U	FARGE-F	KMNO4	TOT-P	ORTO-P	NO3-N
820512	0-10	6.31	53.00	0.32	55.00		25.00	22.00	3.00	500.00
820512	48	6.39	55.00	0.26	55.00		27.00	60.00	50.00	505.00
820603	0-10	6.15	59.50					53.00	36.50	365.00
820623	0-10	6.85	58.00	8.00	60.00	35.00	40.00	57.00	25.50	250.00
820713	0-10	6.49	56.80	0.65	70.00		32.00	66.00	49.00	240.00
820803	0-10	6.50	61.90	0.43	48.00		32.00	38.00	12.50	170.00
820818	0-10	6.51	58.30	0.84	57.00		31.00	58.00	32.00	205.00
820818	1	6.69	56.60	0.90	49.00		30.00	37.00	10.00	<10.00
820818	7	6.20	57.40	0.53	49.00		29.00	84.00	68.00	510.00
820818	11	6.19	55.70	0.31	53.00		28.00	86.00	76.00	600.00
820818	44	6.15	58.00	2.20	87.00		28.00	81.00	73.00	530.00
820914	0-10	6.39	60.90	0.75		60.00	21.00	27.00	14.00	160.00
821011	0-10	6.30	60.40	0.79		60.00	34.00	78.00	72.00	280.00
MIN	0-10	6.15	53.00	0.32	48.00	35.00	21.00	22.00	3.00	160.00
MAKS	0-10	6.85	61.90	8.00	70.00	60.00	40.00	78.00	72.00	500.00
MIDDEL	0-10	6.44	58.60	1.68	58.00	51.67	30.71	49.80	30.56	271.25
MEDIAN	0-10	6.40	58.34	0.74	56.91	60.06	31.88	53.36	25.77	241.60
ST. AVVIK	0-10	0.21	2.81	2.79	8.03	14.43	6.16	19.34	22.30	113.16
ANT. OBS.	0-10	8	8	7	5	3	7	8	8	8

Tabell. 6. Analyseresultater fra supplerende prøvetaking av parametrene

Mg, Na, K, SO₄, Cl, Alkalinitet (Alk 4.5) og Ca.

A A : Gaupåsvatn - B : Langavatn

DATA	DYP	MG	NA	K	SO ₄	CL	ALK4.5	CA
820512	0-10	0.59	3.64	0.73	2.54	6.40	0.70	1.50
820512	32	0.59	3.58	0.75	2.66	6.10	0.63	1.55
820603	0-10							
820623	0-10				3.90		0.08	1.76
820713	0-10				3.00		0.07	1.72
820803	0-10				2.85		0.09	1.77
820818	0-10				3.23		0.10	1.96
820818	1				3.30		0.09	2.02
820818	5				3.68		0.10	2.06
820818	12				2.78		0.06	1.74
820914	0-10				3.00		0.09	1.57
821011	0-10				3.72		0.06	1.70
MIN	0-10	0.59	3.64	0.73	2.54	6.40	0.06	1.50
MAKS	0-10	0.59	3.64	0.73	3.90	6.40	0.70	1.96
MIDDEL	0-10	0.59	3.64	0.73	3.18	6.40	0.17	1.71
MEDIAN	0-10	0.59	3.64	0.73	3.00	6.40	0.09	1.72
ST.AVVIK	0-10				0.48		0.23	0.15
ANT.OBS.	0-10	1	1	1	7	1	7	7

Tabell. 6. Forts. Langavatn.

B

DATA	DYP	MG	NA	K	S04	CL	ALK4.5	CA
820512	0-10	0.84	4.34	1.49	2.88	8.00	1.20	2.63
820512	48	0.87	4.40	1.56	3.00	7.90	0.98	2.73
820603	0-10				4.02		0.12	2.65
820623	0-10				4.28		0.10	2.80
820713	0-10				4.28		0.11	2.74
820803	0-10				4.50		0.12	3.36
820818	0-10				4.35		0.13	2.91
820818	1				4.20		0.11	2.77
820818	7				4.05		0.09	2.71
820818	11				4.05		0.11	3.01
820818	44				3.95		0.14	3.00
820914	0-10				5.34		0.11	2.90
821011	0-10							
MIN	0-10	0.84	4.34	1.49	2.88	8.00	0.10	2.63
MAKS	0-10	0.84	4.34	1.49	5.34	8.00	1.20	3.36
MIDDEL	0-10	0.84	4.34	1.49	4.18	8.00	0.27	2.87
MEDIAN	0-10	0.84	4.34	1.49	4.26	8.00	0.11	2.80
ST. AVVIK	0-10				0.73		0.41	0.25
ANT. OBS.	0-10	1	1	1	7	1	7	7

Tabell 7. Sammenstilling av målinger av siktedyp, vannets farge og værforhold m.m. under prøvetakingen i 1982

A. L a n g a v a t n							
Dato	Siktedyp m. kikkert m	Siktedyp u. kikkert m	½ siktedyp vannfarge	Farge ufiltret mg Pt/l	Farge filtret	Værforhold o.a.	
12/5	4,3	4,0	gul-brun	55,0		-	
3/6	2,5	2,0	brun			Sol, pent varmt vær. Godt vær i en knapp uke.	
23/6	2,0	-	grønnlig-gul	60,0	35,0	Klart, sol, svak vind.	
13/7	3,0	-	grønnlig-gul	70,0		Lettskyet, lett vind	
3/8	3,0	-	gul-brun	48,0		Sol, pent vær, varmt. Ekstremt lite nedbør i juni, juli, tydelige plankton av brunrød farge i øverste metre.	
18/8	3,5	-	brun	57,0		Pent vær. Stor tilrenning siste 2 uker.	
14/9	3,0	-	brun		60,0	-	
11/10	4,5	-	brun		60,0	Overskyet, bra vær. Stille	
B. G a u p å s v a t n							
12/5	2,9	2,5	gul-brun	70,0		Lett vind, vest. Overskyet.	
3/6	4,0	-	gul-brun			Sol, pent varmt vær. Godt vær i en knapp uke.	
23/6	3,5	-	brun	45,0	30,0	Klart, sol, lett vind (nordlig). Ingen nedbør siden siste måling. Nedtappet ca. 2,0 m under normal v.st.	
13/7	3,0	-	brun	74,0		Lett vind, klart, sol. Nedtappet ca. 2,0 m.	
3/8	1,5	-	gul-brun	82,0		Sol, pent vær. Varmt.	
18/8	1,5	-	grønnlig-brun	210,0		Pent vær, stille. Vært nedbør ≈ 120 mm siden siste prøve. Vannstanden steget 2,0 m.	
14/9	2,5	-	brun		90,0	Regn ("Termometersvikt").	
11/10	4,0	-	brun		75,0	Overskyet, bra vær. Stille. (O ₂ -måling)	

Tabell 8. Sanitær bakteriologiske analyseresultater fra Langavatn og Gaupåsvatn, 1982.

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

Dato	L a n g a v a t n					G a u p å s v a t n						
	Overfl. pr.		Blandpr. 0-10 m			Overfl. pr.		Blandpr. 0-10 m				
	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
13/5	-	-	-	400	79	13	1800	348	130	500	348	34
4/6	>3000	13	0	>3000	49	0	720	49	2	650	130	2
23/6	1300	46	7	1200	49	7	600	240	11	600	109	9
13/7	300	79	17	300	27	0	>3000	348	49	>3000	172	17
3/8	120	49	5	550	8	0	650	348	5	700	348	0
18/8	>3000	172	13	>3000	918	22	>3000	918	542	>3000	1609	109
14/9	>5000	918	27	>3000	348	109	>3000	918	33	>5000	>1600	>1600
11/10	720	918	26	560	278	17	1200	348	33	2700	348	79
\bar{x}	>1920	313,6	13,6	>1501	219,5	21	>1746	439,6	100,6	>2018	>583	>231

Tabell .9. Kvantitative planteplanktonprøver fra: Gaupåsvann 1982
Volum mm³/m³

GRUPPER/ARTER	Dato=>	820512	820623	820713	820803	820818	820914	821011
Cyanophyceae (Blågrønnalger)								
Acroonema sp.		.1	7.6	3.3	-	-	-	-
Anabaena cf. miniata		-	-	-	1693.4	5439.6	36.3	-
Anabaena flos-aquae		-	-	-	-	26.1	13.1	-
Sum1	7.6	3.3	1693.4	5465.7	49.4	-
Chlorophyceae (Grønnalger)								
Ankistrodesmus sp.		-	-	-	-	40.7	-	-
Ankyra spp.		-	163.4	156.8	37.8	23.4	191.7	-
Carteria sp.1 (l=6-7)		32.7	-	-	34.9	52.3	-	-
Chlamydomonas sp. (l=10)		-	-	17.4	14.5	-	-	-
Chlamydomonas spp.		108.1	13.8	-	-	-	-	-
Chlorella sp. (Ubest.cocc.)		-	6.1	-	-	-	-	-
Collodictyon triciliatum		-	-	-	-	-	43.6	-
Cosmarium depressum var. planum		-	10.9	-	8.7	-	-	-
Crcigeniella apiculata		-	3.7	-	-	-	-	-
Dictyosphaerium pulchellum v.minutum		-	.1	.4	.0	.3	76.0	.4
Gonium sociale		12.7	3.6	-	7.3	32.7	2.7	-
Gyromitus cordiformis		11.7	-	63.8	-	-	11.7	-
Kirchneriella spp.		-	1.1	2.7	3.3	.7	3.3	-
Koliella sp.		16.7	-	-	-	14.5	-	2.2
Lagerheimia genevensis		-	-	-	-	1.5	-	-
Micractinium pusillum		-	11.6	23.2	-	11.6	1.5	-
Monoraphidium minutum		-	10.0	-	-	-	-	-
Oocystis lacustris		5.4	-	-	-	-	-	-
Paramastix conifera		4.6	.9	-	-	-	16.3	-
Scenedesmus acuminatus		-	14.5	-	-	-	-	-
Scenedesmus sp. (Dispora ?)		-	10.9	7.6	12.3	26.1	-	-
Scourfieldia sp.		2.7	-	-	-	-	-	-
Sphaerocystis schroeteri		-	-	-	14.5	-	-	-
Trebauria triappendiculata		-	-	-	-	7.3	3.7	-
Ubest. kuleformet gr.alge (12my)		-	9.1	18.2	14.5	108.9	29.1	18.2
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)		-	8.2	-	-	-	-	-
Ubest.ellipsoidisk gr.alge		-	4.4	-	12.3	-	-	-
Ubest.fargeløs flagellat (15-20my)		637.1	-	-	-	-	-	4.4
Sum		831.7	272.3	290.1	160.1	320.0	379.6	25.2
Chrysophyceae (Gulalger)								
Bitrichia chodatii		-	-	-	-	.9	.9	-
Chrysoikos skujai		.4	-	-	-	-	-	-
Craspedomonader		-	-	-	82.8	47.1	12.2	15.0
Dinobryon bavaricum		114.0	-	-	-	-	-	-
Dinobryon cf.sertularia		3.6	-	-	-	-	-	-
Dinobryon crenulatum		3.3	-	7.6	-	-	-	-
Dinobryon cylindricum		79.9	-	-	-	-	-	-
Dinobryon sociale v.americana		22.3	4.9	-	-	-	-	-
Mallomonas sp. (18my)		-	10.9	-	-	-	-	137.9
Mallomonas sp. (25my)		9.0	-	-	-	-	-	-
Pseudokephyrion sp.		-	-	5.3	-	-	1.7	-
Sma chrysomonader (<7)		37.6	34.1	39.4	8.7	-	-	-
Store chrysomonader (>7)		-	4.4	-	-	-	-	-
Synura sp. (l=9-11,b=8-9)		-	-	-	-	14.5	1.8	-
Uroglena cf.americana		48.2	55.0	7.1	1.1	-	-	-
Sum		318.3	109.3	59.4	92.6	62.5	16.6	152.9

Tabell 9. Fortsettelse.

Bacillariophyceae (Kiselalger)							
Tabellaria flocculosa	800.4	141.6	-	-	-	-	-
Sum	800.4	141.6	-	-	-	-	-
Cryptophyceae							
Cryptaulax vulgaris	-	-	-	3.6	-	-	-
Cryptomonas sp.2 (l=15-18)	657.8	-	-	-	87.1	74.0	2.2
Cryptomonas spp. (l=24-28)	176.4	274.3	26.1	117.5	52.2	-	145.3
Cyathomonas truncata	-	-	-	3.6	5.1	-	1.1
Katablepharis ovalis	18.9	6.9	1.8	15.3	4.4	10.2	8.7
Rhodomonas lacustris	96.9	14.7	103.5	24.0	32.7	27.2	41.4
Sum	950.0	295.9	131.4	164.0	181.5	111.4	198.7
Dinophyceae (Fureflagellater)							
Gymnodinium cf. lacustre	8.2	5.4	-	-	-	-	-
Gymnodinium lacustre	-	-	10.9	-	6.5	2.7	-
Peridinium sp. (l=30-35,b=28-35)	273.0	-	-	-	-	-	-
Peridinium sp.1 (l=15-17)	-	-	-	15.2	-	-	-
Sum	281.2	5.4	10.9	15.2	6.5	2.7	-
My-alger							
Sum	5.1	.4	2.0	.6	.5	1.0	7.8

Total	3186.8	832.5	497.1	2125.9	6036.7	560.7	384.6
=====							

Tabell 10. Kvantitative planteplanktonprøver fra Langvann i Asane 1982
Volum mm³/m³

GRUPPER/ARTER	Dato=>	820623	820714	820803	820818	820914	821011
Cyanophyceae (Blågrønnalger)							
Anabaena cf. miniata		.1	-	1.8	7.3	-	-
Sum1	-	1.8	7.3	-	-
Chlorophyceae (Grønnalger)							
Ankyra sp.		769.6	127.8	124.9	92.9	4.4	2.9
Carteria sp.1 (1=6-7)		553.2	457.4	2.2	-	-	-
Chlamydomonas sp.4 (1=5-6)		-	38.5	-	20.3	-	-
Closterium acutum v.variab.		5.8	-	-	2.9	5.8	29.0
Dictyosphaerium pulchellum v.minutum		-	-	1.2	-	-	-
Gyromitus cordiformis		-	-	-	-	5.8	-
Pandorina sp.		-	-	546.0	108.0	108.0	-
Pediastrum boryanum		-	36.0	2686.0	6530.0	12269.0	1271.0
Pediastrum simplex		-	3.6	3.6	-	-	-
Scenedesmus acuminatus		-	7.3	-	-	-	-
Staurostrum planktonicum		65.4	10.9	43.5	226.6	315.9	65.4
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)		1.9	-	-	-	-	-
Ubest.ellipsoidisk gr.alge		1.1	-	-	-	56.6	-
Sum		1397.0	681.5	3407.4	6982.7	12766.0	1368.3
Chrysophyceae (Gulalger)							
Craspedomonader		4.8	13.7	-	-	-	-
Sma chryomonader (<7)		220.0	74.1	68.4	38.1	10.5	12.0
Sum		224.8	87.8	68.4	38.1	10.5	12.0
Bacillariophyceae (Kiselalger)							
Asterionella formosa		30.9	-	40.0	14.5	14.5	21.8
Sum		30.9	-	40.0	14.5	14.5	21.8
Cryptophyceae							
Cryptaulax vulgaris		-	-	-	.4	-	-
Cryptomonas sp.2 (1=15-18)		135.1	17.4	28.3	102.4	28.3	23.9
Cvathomonas truncata		-	-	10.1	-	-	-
Katablepharis ovalis		4.7	4.4	-	6.5	7.6	-
Rhodomonas lacustris		71.9	64.8	319.6	27.8	19.1	23.4
Sum		211.7	86.6	358.0	137.1	55.0	47.3
Dinophyceae (Fureflagellater)							
Gymnodinium lacustre		8.7	-	-	-	-	-
Peridinium sp.1 (1=15-17)		-	-	5.4	-	-	-
Sum		8.7	-	5.4	-	-	-
My-alger							
Sum		106.0	8.7	8.7	-	-	-
Total							
		1979.2	864.6	3889.7	7179.7	12847.0	1449.4

Tabell 11. Fluorimetrisk bestemmelse av klorofyllinnholdet i blandprøver fra Gaupåsvatn og Langavatn i 1982.
Blandprøve 0 - 10m

Gaupåsvatn			
Dato	Dyp	Filtrert volum ml	Klorofyll MYG/l
12/5	0-10	1000	8.956
3/6	0-10	1000	8.026
23/6	0-10	1000	4.577
13/7	0-10	1000	5.268
3/8	0-10	1000	18.310
18/8	0-10	500	* 44.273
14/9	0-10	1000	11.859
11/10	0-10	1000	3.961
$(\bar{x} = 13,2 \quad n = 8)$ $\bar{x} = 8,7 \quad n = 7)$			
<u>Langavatn</u>			
12/5	0-10	1000	2.564
3/6	0-10	1000	6.517
23/6	0-10	1000	10.083
14/7	0-10	1000	1.833
3/8	0-10	1000	9.801
18/8	0-10	950	21.554
14/9	0-10	1000	24.7
11/10	0-10	1000	5.942
$(\bar{x} = 10,4 \quad n = 8)$			

* Verdien 18/8 synes vi er unaturlig høy i Gaupåsvatn (trolig på grunn av analysefeil).

Tabell A 1:45. Data om de ulike forurensningstilførsler til Gaupåsvatn (IV) og Langavatn (VII).

Tabell 1. Totalt utslipp av organisk stoff
BOF₇ - Pe 1976, årsmiddeldøgn (AMD).

Felt	Utslipp		Deponi		Utslipp av silo		Urbant overv.	Totalt pr. år
	Sanitær	Pros.	Slam	F.avf.	pr. år	30 dg.		
IV	1050			5340	600	7210	70	7060
VII	16450	260			680	8190	1170	18560

Tabell 2. Total tilførsel av nitrogen (tonn/år)
Tonn tot. N - 1976

Felt	Utslipp		Deponi		Jordbruksfor.		Urbant overv.	Naturg. areal-avr.	Totalt pr. år
	Sanitær	Pros.	Slam	F.avf.	Silo	Gjødsel			
IV	4,59			7,0	0,56	9,05	0,1	4,35	26,15
VII	72,05				0,64	7,81	2,3	4,17	86,97

Tabell 3. Total tilførsel av fosfor (tonn/år)
Tonn tot. P - 1976

Felt	Utslipp		Deponi		Jordbruksfor.		Urbant overv.	Naturg. areal-avr.	Totalt pr. år
	Sanitær	Pros.	Slam	F.avf.	Silo	Gjødsel			
IV	0,96			0,02	0,13	0,70	0,05	0,13	1,99
VII	15,01				0,14	0,58	0,8	0,11	16,64

Tabell 6. Befolkning, arbeidsplasser, div. pe. og totalt antall sanitære pe.

Felt	Resipient	Fast bosatte 1:1 pe.	Antall arbeidsplasser 1:1/3 pe.	Div. pe. 1:1 pe.	Sanitære pe. totalt
IV	Hauglandsvassdraget	1029	31	9	1050
VII	Dalevassdraget	15255	1215	790	16450

Tabell 33. Deponi av fast avfall (tonn)

Felt	Sone	Anlegg	Start	Stopp	Deponi i tonn		Totalt
					før 1970	1970-76	
IV	E01	Hjortland	1959	011177 (150278)	6944	23969	30913

(): Sikterest fra Danoanlegget.

Tabell 34. Utslipp av sigevann fra fyllplasser i Bergen (tonn/år-76)

Felt	Sone	Anlegg	A (m ²)	H (m)	P - E (mm)	BOF ₇	Tot N (250 x)	Fe (83 x)	Zn (0,61 x)
IV	E01	Hjortland	16000	3,2	1750	117	7,0	2,3	0,02

x) (k) = mg/l k(tot P) = 0,01 x k (tot N)

Tabell 37. Jordbruksdata 1975

Nedbør felt	Dyretall					Gjødsel prod. tonn l)	Silofôr m ³
	Melkekyr	Storfe	Svin x)	Sau	Høns		
IV	188	263	260 (3)	351	2982	7953	2800
VII	106	260	102 (12)	759	2792	6872	3180

x) (): derav avlssvin

l) antatt: 14 tonn pr. storfe (hest), 10 sauer, 5 slaktegr., 4 avlssvin og pr. 100 høns. (ca. 0,5 % nitrogen, 0,1 % fosfor).

Tabell 38. Produksjon av silosaft og husdyrgjødsel (tonn/år-1975)

Felt	BOF ₇ Silos.	Nitrogen (tot N)			Fosfor (tot P)		
		Silos.	Gjødsel	Sum	Silos.	Gjødsel	Sum
IV	26,3	1,1	39,1	40,2	0,3	7,0	7,3
VII	29,9	1,3	32,6	33,9	0,3	5,3	6,1

Tabell 39. Forurensning fra jordbruksdrift (tonn/år-1975)

Felt	BOF ₇ Silos.	Nitrogen (tot N)				Fosfor (tot P)		
		Silos.	Husdyr- gjødse	Kunst- gjødse	Sum	Silos.	Husdyr- gjødse	Sum
IV	10,5	0,56	7,83	1,22	9,61	0,13	0,70	0,83
VII	12,0	0,64	6,53	1,28	8,45	0,14	0,58	0,72

Tabell 41. Arealfordeling (km²)

Nedbør- felt	Tettbygde områder	Dyrket mark x)	Skog	Uprod. mark	Totalt areal
IV	0,4	2,039	5,5	13,3	21,2
VII	6,4	2,126	2,9	11,7	23,1

x) Totalt driftsareal

Tabell 45. Arealavrenning (tonn pr. år)

Felt	BOF ₇ Tett bygd	Nitrogen (tot N)					Fosfor (tot P)				
		Tett bygd	Dyrket	Skog	Uprod.	Sum	Tett bygd	Dyrket	Skog	Uprod.	Sum
IV	1,6	0,1	2,04	1,21	1,60	4,95	0,05	0,01	0,04	0,08	0,18
VII	25,6	2,3	2,13	0,64	1,40	6,47	0,8	0,02	0,02	0,07	0,91