

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

O - 86/72

GAULARVASSDRAGET, SOGN OG FJORDANE
Hydrobotaniske og hydrokjemiske undersøkelser
i tidsrommet mai 1972 - oktober 1973

Tekstdel

Saksbehandler: Olav Skulberg
Rapporten avsluttet: Mai 1974

FORORD

Denne undersøkelsen er gjennomført etter oppdrag fra Sogn og Fjordane Kraftverk. Vi takker for det gode samarbeid som har funnet sted.

Det er mange personer som har hjulpet til med arbeidet. Byggesjef Arnold Ulvik har lagt forholdene tilrette for den praktiske utføring av undersøkelsen. Ingeniør Jan G. Berg gjorde en betydelig del av feltarbeidet. Observatør Alfred Horsevik foresto innsamling av sestionprøver.

Cand.real. Leif Malme har utført undersøkelsen av høyere vegetasjon. Professor Per Størmer har bearbeidet materiale av moseprøver. Ved Norsk institutt for vannforskning har en rekke medarbeidere vært med på oppgaven.

Med dette rettes en takk til alle som har hjulpet undersøkelsen frem til avslutning.

Rapporten omfatter to deler, en tekstdel og en datasamling.

Blindern, mai 1974

Olav Skulberg

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	2
1. INNLEDNING	7
2. PRØVETAKING OG FELTARBEID	8
3. HYDROLOGISKE OG METEOROLOGISKE FORHOLD	13
4. HYDROKJEMISKE UNDERSØKELSER	21
4.1 Metoder	22
4.2 Resultater	25
4.3 Regionale variasjoner i kjemisk vannkvalitet	38
4.4 Periodiske variasjoner i kjemisk vannkvalitet	39
5. HYDROBIOLOGISKE UNDERSØKELSER	45
5.1 Høyere vegetasjon	46
5.2 Vegetasjonsforhold i enkelte innsjøer	46
5.3 Vegetasjonsforhold på elvestrekninger	50
5.4 Biomasseundersøkelse av høyere vegetasjon	53
5.5 Begroingsamfunn med alger	58
5.6 Innsjøenes planktonsamfunn	63
5.7 Bakteriologiske forhold	64
5.8 Resultater av vekstforsøk med alger	65
6. GENERELT OM VASSDRAGSREGULERINGER OG RESIPIENTINN- VIRKNINGER	66
7. NOEN REGULERINGSINNVIRKNINGER I GAULARVASSDRAGET	68
7.1 Vassdragsreguleringens omfang	69
7.2 Vannkvalitet	70
7.3 Vannforsyninger	70
7.4 Resipientbruk	71
7.5 Biologiske produksjonsforhold	72
7.6 Begroing i vassdraget	72
7.7 Noen naturvitenskapelige verneinteresser	74
8. SAMMENDRAG OG TILRÅDNINGER	74

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Gaularvassdraget. Oversikt over faste stasjoner	8
2. " " Oversikt over andre prøvetakings- steder	9
3. Vannføring ved Viksdalsvatnet	14
4. Nedbør målt ved Haukedalsvatnet	15
5. Gjennomsnittlig tørrvektmengde av høyere vegetasjon for den enkelte innsjø	58
6. Gaularvassdraget. Vektbestemmelser av alger Prøvetaking: 23. august 1973	59
7. Viktige planktonorganismer. Materiale fra 10. mai 1973	60
8. Viktige planktonorganismer. Materiale fra 23. - 24. august 1973	61
9. Resultater av kvantitativ bearbeiding av plankton	62
10. Resultater av vekstforsøk	66

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Gaularvassdraget. Faste stasjoner i perioden mai 1972 - oktober 1973	10
2. Prøvetakingssteder i Vindheimsvatn-vassdraget 23. - 24. juni 1973	11
3. Gaularvassdraget. Regionale observasjoner i perioden 11. - 16. september 1973	12
4. Gaularvassdraget. Vannføring målt ved Viksdalsvatn og Gjermundstad. Pentadeverdier for tiden januar 1973 - oktober 1973	16
5. Gaularvassdraget. Beregnet vannføring ved Viksdalsvatn i perioden oktober 1972 - september 1973 og i observasjonsperioden 1903 - 1972	17
6. Gaularvassdraget. Viksdalsvatn. Minimum, middel og maksimum vannføring i m ³ /s. Pentademiddel i tidsrommet 1903 - 1972	18
7. Gaularvassdraget. Nedbør og vanntemperatur ved Haukedal	19
8. Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveidier for temperatur i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973	20
9. Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveidier for spes.el.ledningsevne i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973	26
10. Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveidier for pH 17/10 1972 - 16/10 1973	27
11. Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveidier for farge 17/10 1972 - 16/10 1973	28
12. Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveidier for turbiditet 17/10 1972 - 16/10 1973	29
13. Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveidier for natrium 17/10 1972 - 16/10 1973	30
14. Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveidier for kalsium 17/10 1972 - 16/10 1973	31
15. Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveidier for magnesium 17/10 1972 - 16/10 1973	32
16. Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveidier for klorid 17/10 1972 - 16/10 1973	33

17.	Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelverdier for fosforkomponenter 17/10 1972 - 16/10 1973	34
18.	Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelverdier for nitrat 17/10 1972 - 16/10 1973	35
19.	Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelverdier for nitrogenkomponenter 17/10 1972 - 16/10 1973	36
20.	Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelverdier for dikromattall 17/10 1972 - 16/10 1973	37
21.	Gaularvassdraget. Verdier for magnesium, kalsium, natrium og klorid. Prøvetaking 13/3 1973	40
22.	Gaularvassdraget. Verdier for magnesium, kalsium, natrium og klorid. Prøvene tatt i tidsrommet 11. - 16. september 1973	41
23.	Gaularvassdraget. Aritmetiske middelverdier av hydrokjemiske analyseresultater i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973	42
24.	Gaularvassdraget. St. 3 Haukedalsvatn. Hydro- kjemiske analyseresultater i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973	43
25.	Lokaliteter ved vegetasjon- og biomasseundersøkelsene	52
26.	Fordeling av tørrvektmengder av høyere vegetasjon på forskjellige dybdenivåer	55
27.	Den prosentvise fordeling av artene etter vekt	56

1. INNLEDNING

Innledende drøftelser om denne undersøkelsen fant sted mellom Sogn og Fjordane Kraftverk, Ingeniør Chr. F. Grøner A/S og Norsk institutt for vannforskning våren 1972. Det ble foretatt en befaring av de aktuelle vassdragsstrekninger 4. og 5. mai 1972. Samtidig fant det sted samtaler med kommunale representanter i Gaular og Førde. På denne bakgrunn ble det utarbeidet et forslag til resipientundersøkelse av Gaularvassdraget som ble lagt frem på møte i Bergen 27. juni 1972. I brev fra Sogn og Fjordane Kraftverk datert 4. september 1972 ble det gitt beskjed om gjennomføring av undersøkelsen.

Enkelte forberedende arbeider ble utført sommeren 1972, men hovedtyngden av feltobservasjoner ble gjort i tidsrommet oktober 1972 til oktober 1973. Feltarbeid for biologiske undersøkelser er gjort ved befaringer og i tilknytning til prøvetaking for vannkjemiske undersøkelser. Analysene og bearbeiding av materiale er foretatt ved instituttets laboratorier i Oslo.

Sogn og Fjordane Kraftverk har vært behjelpelig med prøvetaking etter forskrift gitt av instituttet.

Denne rapport inneholder en sammenstilling av resultater som er fremkommet gjennom undersøkelser av hydrobotaniske og hydrokjemiske forhold i Gaularvassdraget. Dette bidrag må ses i sammenheng med de øvrige undersøkelser av vassdraget. Her skal spesielt nevnes hydrologiske og meteorologiske observasjoner ved Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, fiskeribiologiske undersøkelser ved Konsulenten for ferskvannsfisket i Vest-Norge og faunistisk-økologiske undersøkelser ved Laboratoriet for ferskvannsökologi og innlandsfiske, Universitetet i Bergen.

Det er et omfattende materiale av observasjoner fra Gaularvassdraget som er samlet inn. I denne rapport er det bare gjort en første bearbeidelse av resultatene. En rekke interessante problemstillinger

har reist seg. Disse bør kunne belyses ved fordypning i materialet og ved videre undersøkelser.

2. PRØVETAKING OG FELTARBEID

Det ble gjort orienterende prøvetaking i vassdraget 4. og 5. mai 1972 (Arnold Ulvik, 173.311.4, Sogn og Fjordane Kraftverk, 9. mai 1972). På grunnlag av erfaringer fra denne befaringen ble faste stasjoner for undersøkelsen valgt ut. Stasjonene er listet opp i tabell 1 og angitt på kartskissen i figur 1. Under gjennomføring av undersøkelsen ble det behov for supplerende prøvetaking på en del stasjoner ut over det faste program. Disse stasjoner er listet opp i tabell 2 og vist på kartskissene figur 2 og 3.

Biologiske observasjoner og materialinnsamling ble utført samtidig med prøvetaking for vannkjemiske undersøkelser. Men et eget feltprogram for biologi ble også gjennomført. Dette blir nærmere behandlet i kapittel 5 under de hydrobiologiske undersøkelser. I tidsrommet 11. september - 16. september 1973 ble det innsamlet et materiale som belyste planktonforhold og hydrokjemisk i en rekke innsjøer (25 lokaliteter) fordelt regionalt over Gaularvassdragets nedbørfelt. Disse stasjoner er inntegnet på kart, figur 3.

Tabell 1. Gaularvassdraget. Oversikt over faste stasjoner.

Stasjon 1.	Utløp Grønengstølsvatn	
"	2. Innløp Haukedalsvatn	
"	3. Utløp Haukedalsvatn	Haukedalsvassdraget
"	4. Innløp Viksdalsvatn	
<hr/>		
Stasjon 5.	Utløp Nystølsvatn	
"	6. Utløp Myravatn	Eldalsvassdraget
"	7. Eldalsosen	
<hr/>		
Stasjon 8.	Utløp Hestadfjord	
"	9. Nedstrøms Sande	Gaular
"	10. Ved Osen, ovenfor fossen	

Tabell 2. Gaularvassdraget. Oversikt over andre prøvetakingssteder.

I	Kinneklypa	
II	Tredjevatn	
III	Grønengstølsvatn	
IV	Gjerlandsisvatn	
V	Haukedalsvatn	
Va	Nykjevatn	
VI	Hårklau	
VII	Øvre Vindheimsvatn	Haukedalsvassdraget
VIII	Nedre Vindheimsvatn	
IX	A Elv fra Vindheimsvatn	
X	B " " "	
XI	C " " "	
XII	D " " "	
XIII	Lauvavatn	
XIV	Myklevatn	
<hr/>		
XV	Skarvedalsvatn	
XVa	Nystølsvatn	
XVI	Steinbotnvatn	
XVII	Holmevatn	
XVIII	Dalsdalsvatn	
XIX	Øvre Trollabotnvatn	Eldalsvassdraget
XX	Nedre Trollabotnvatn	
XXI	Risbotnvatn	
XXII	Byttevatn	
XXIII	Myravatn	
XXIV	Føllingvatn	
<hr/>		
XXV	Viksdalsvatn	
XXVI	Hestadfjorden	
XXVII	Langelandsvatn	Gaular
XXVIII	Skilbreivatn	
XXIX	Osbogen	

Fig.1 Gaularvassdraget. Faste stasjoner i perioden mai 1972 - okt. 1973

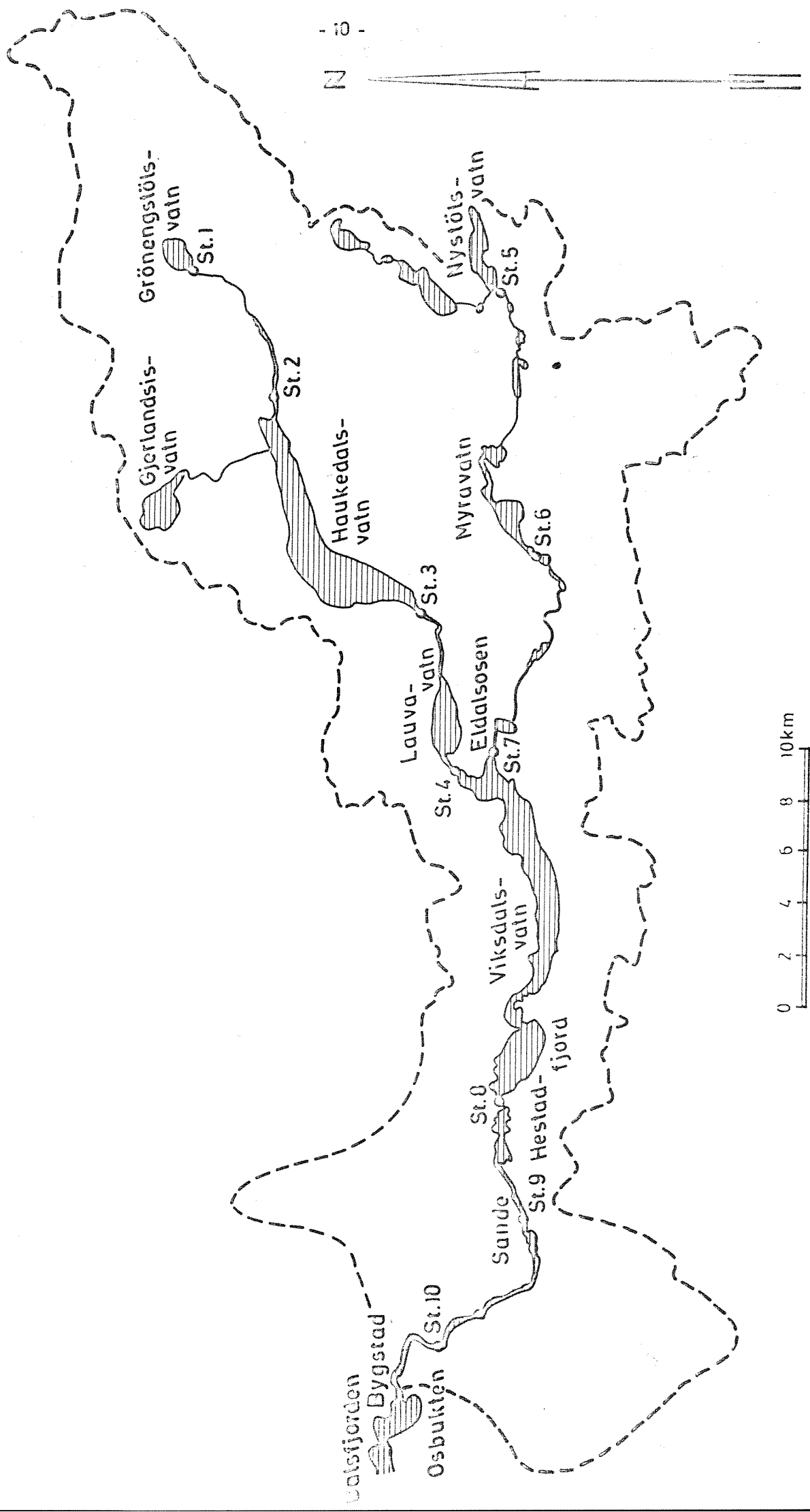


Fig.2 Prøvetakingssteder i Vindheimsvatn - vassdraget 23.-24. juli 1973

▼ Observasjonssteder

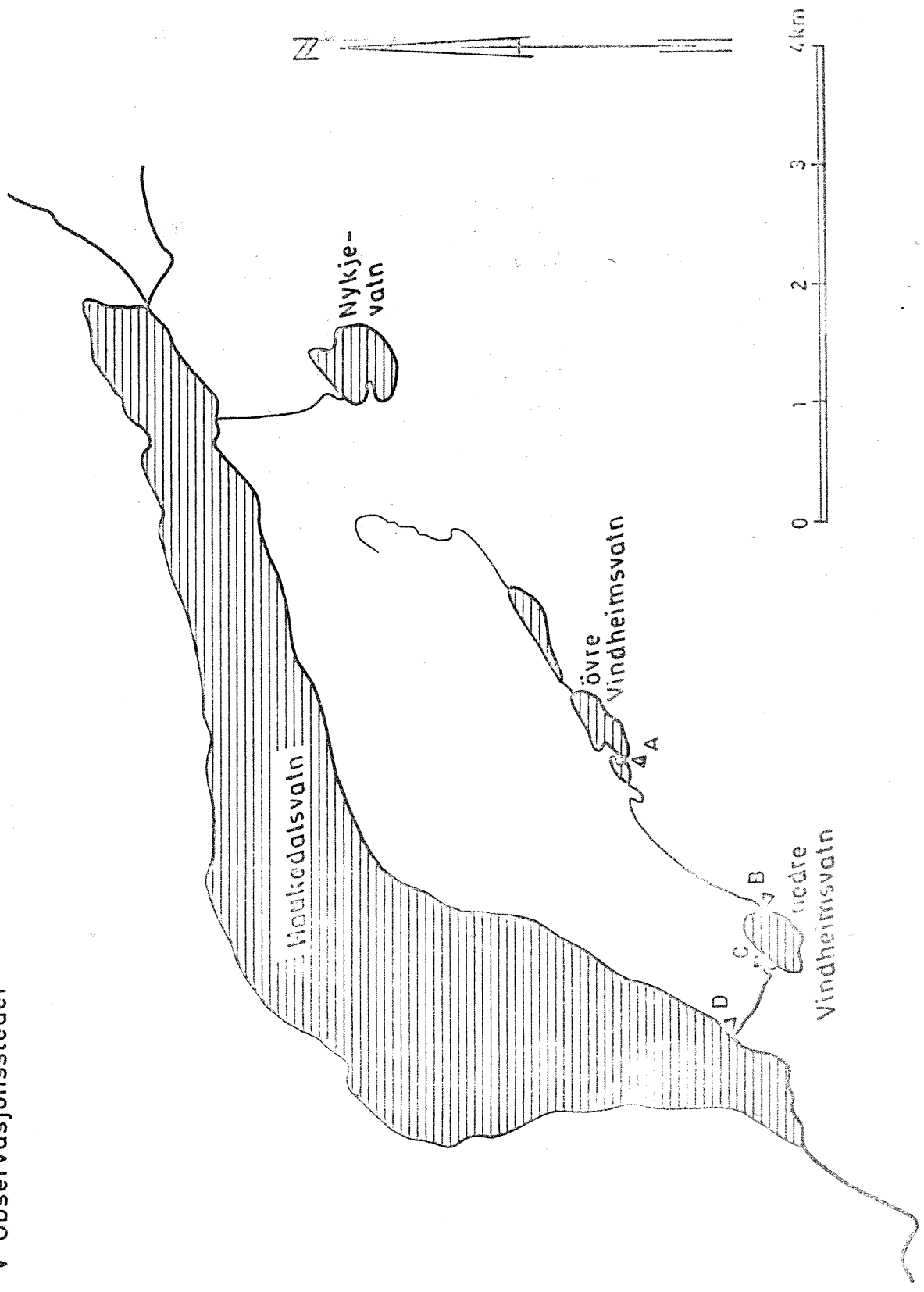
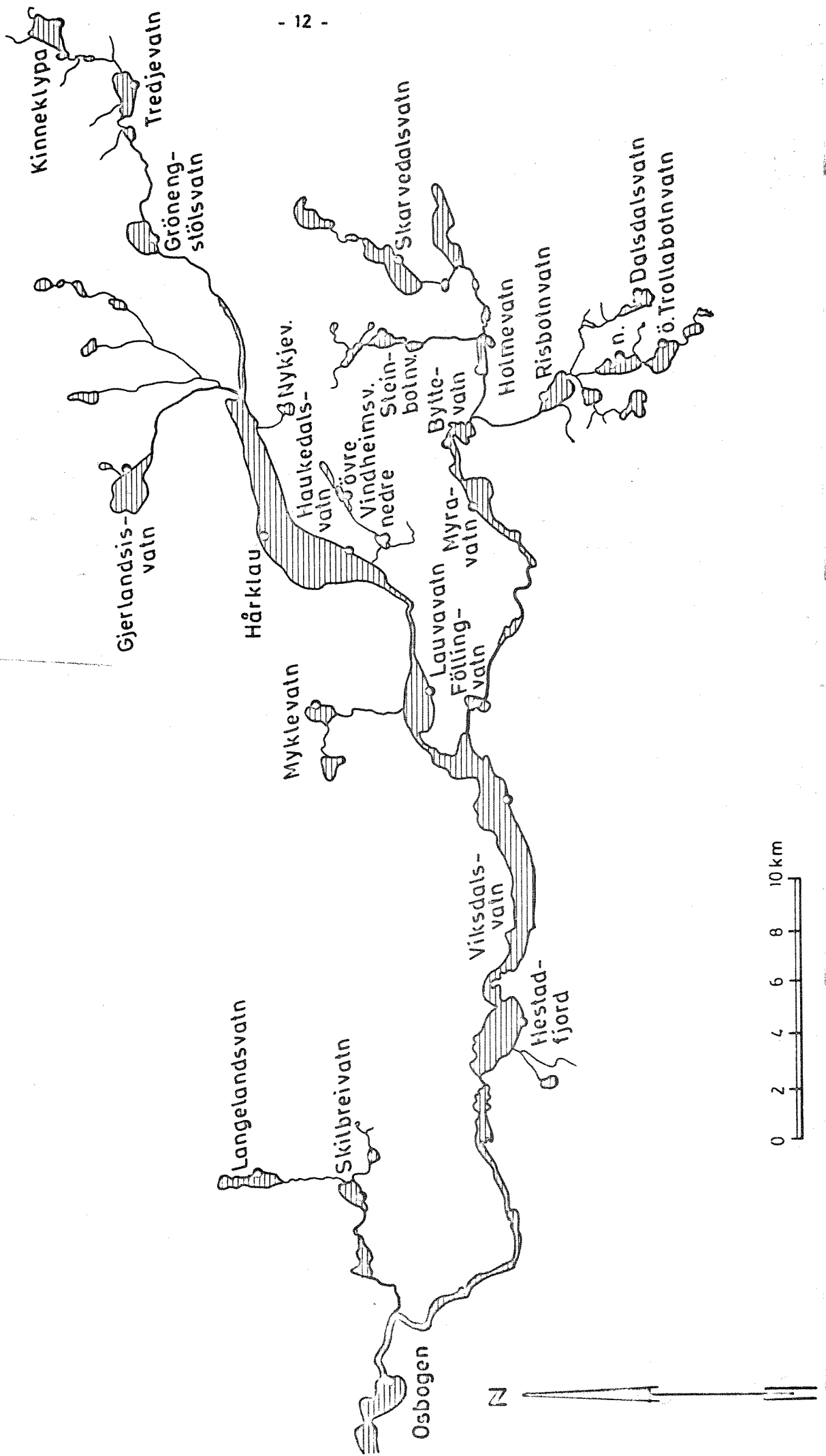


Fig.3 Gaularvassdraget. Regionale observasjoner i perioden 11.-16. sept. 1973



3. HYDROLOGISKE OG METEOROLOGISKE FORHOLD

Fra Dalsfjordens bunn strekker Gaularvassdragets nedbørfelt seg innover mot Jostedalubreens is- og snøområder. Nedbørfeltet rommer store variasjoner i topografiske forhold og hydrologiske fenomener.

De hydrologiske forhold i Gaularvassdraget er undersøkt av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, Hydrologisk avdeling. Det vil ikke her bli gitt noen inngående behandling av vannføring i vassdraget og vannstandsvekslinger i innsjøene i undersøkelsesperioden. Det henvises til hydrologiske data for vannmerkene 615 Viksdalsvatn, 616 Haukedalsvatn, 1414 Gjermundstad, 1505 Byttevatn og 1525 Grønengstølsvatn.

Ved Sande ble det i juni 1972 opprettet en meteorologisk stasjon. Omfattende målinger av vann- og lufttemperatur er utført i tilknytning til undersøkelser utført av Iskontoret, Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen. Det vises til dette observasjonsmateriale for beskrivelse av nedbørfeltets og vassdragets meteorologiske og temperaturmessige forhold.

I det følgende blir det gitt en fremstilling av nedbør- og avrenningsforhold i undersøkelsesperioden.

Vannføringen ved Viksdalsvatn er angitt i tabell 3. I figur 4 og 5 er det gitt grafiske fremstillinger av vannføringen i tidsrommet oktober 1972 til september 1973. På diagrammet, figur 5, er det også tegnet inn kurver for vannføring i den hydrologiske observasjonsperiode 1903-1972. For å gi et bilde av variasjonene i vassdragets vannføring er det i figur 6 tegnet et diagram som viser minimum, midlere og maksimum vannføring ved Viksdalsvatn i tidsrommet 1903-1972.

Nedbørdata er sammenstilt i tabell 4 og grafisk fremstilt i figur 7. Som søyler er angitt vanntemperaturer i vassdraget ved de enkelte innsamlinger av prøver. Den gjennomførte vassdragsundersøkelse dekker variasjoner i vannføringsforhold og meteorologiske situasjoner på tilfredsstillende måte.

Tabell 3. Vannføring ved Viksdalsvatnet.
Tallene angir m³/s.

Pentade	1972												1973													
	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mars	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mars	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	
1 - 5	19,8	89,5	37,7	65,7	19,0	18,5	31,9	14,9	155,4	92,6	92,4	81,5	16,2													
6 - 10	7,2	95,2	33,2	70,8	31,5	14,4	18,2	26,3	120,0	101,3	141,6	185,4	21,1													
11 - 15	78,1	68,7	26,6	39,1	20,9	12,0	12,4	40,3	128,2	103,7	99,9	114,5	12,1													
16 - 20	34,3	32,7	43,6	18,4	15,0	17,0	13,4	37,9	127,1	96,8	65,2	46,5	6,3													
21 - 25	33,4	16,4	29,3	12,0	45,7	38,5	12,4	46,0	125,2	96,0	66,3	27,2	5,5													
26 - 30	56,6	20,3	18,1	24,6	27,0	50,1	12,6	93,5	120,2	79,8	33,6	17,5	54,7													

Fig.4 Gaularvassdraget. Vannføring målt ved Viksdalsvatn og Gjermundstad. Pentadeverdier for tiden januar 1973 - oktober 1973

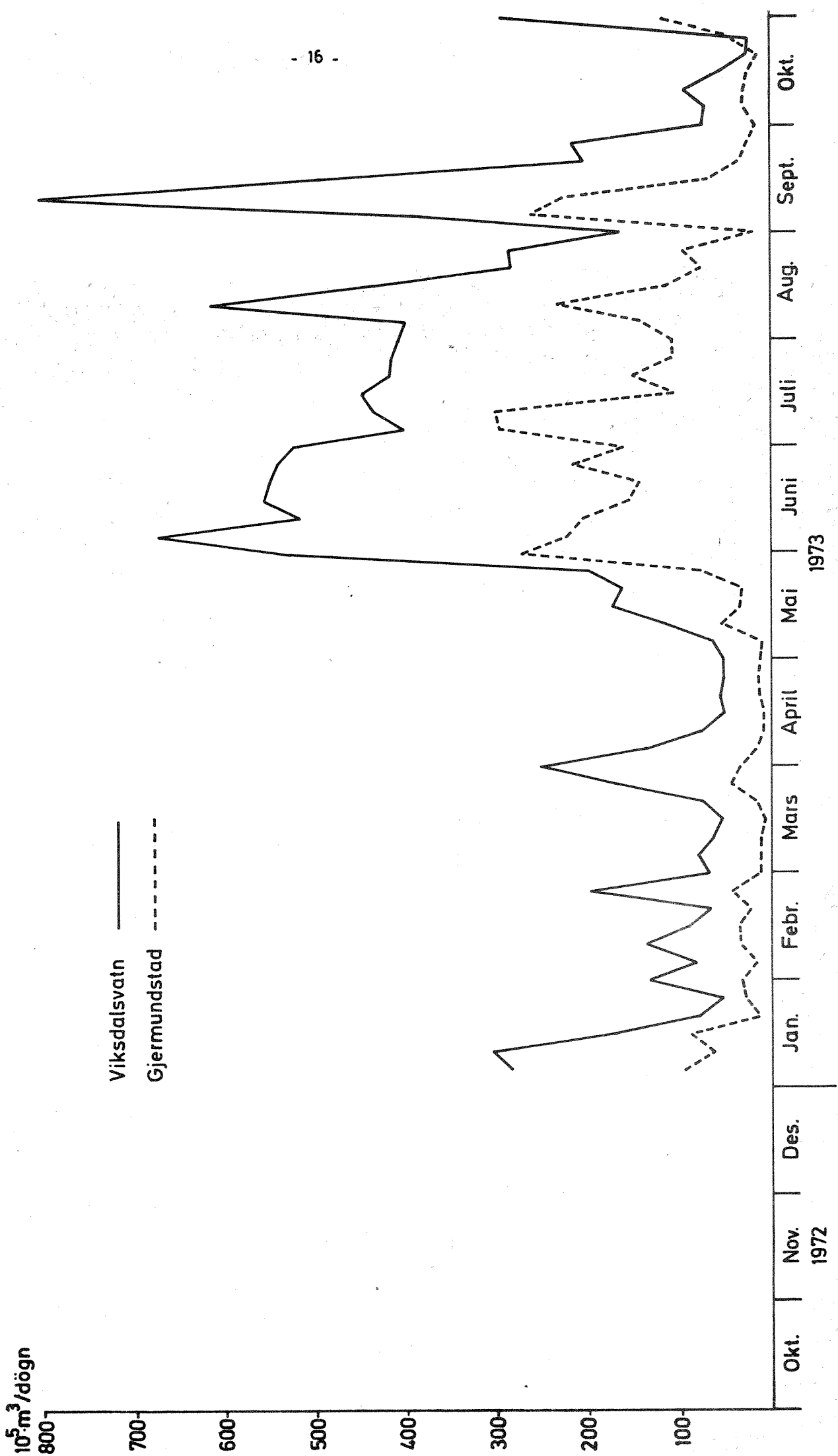


Fig.5 Gaularvassdraget. Beregnet vannføring ved Viksdalsvatn i perioden oktober 1972 - september 1973 og i observasjonsperioden 1903 - 1972

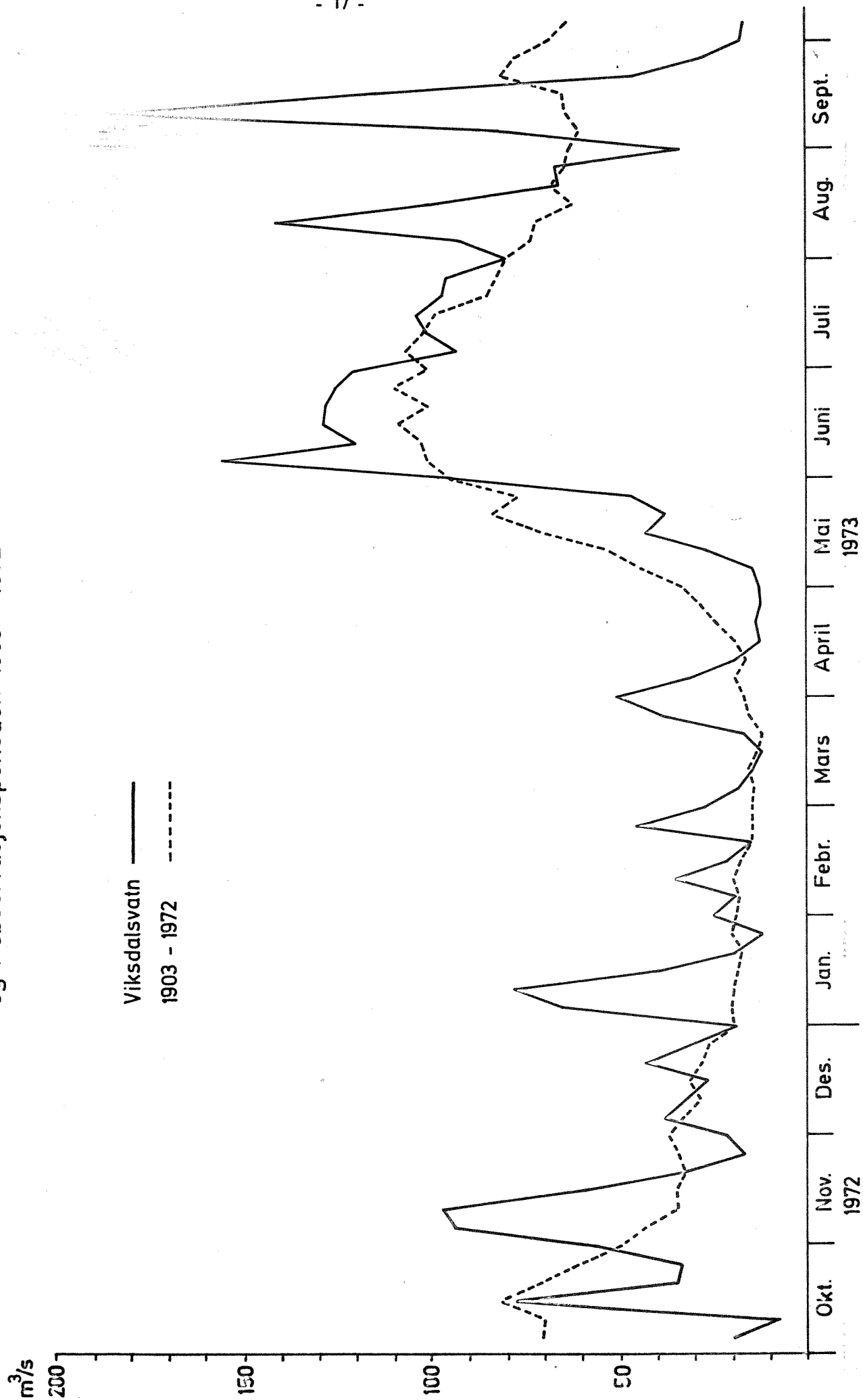


Fig.6 Gaularvassdraget. Viksdalsvatn. Minimum, middel og maksimum vannføring i m³/s
Pentademiddel i tidsrommet 1903 - 1972

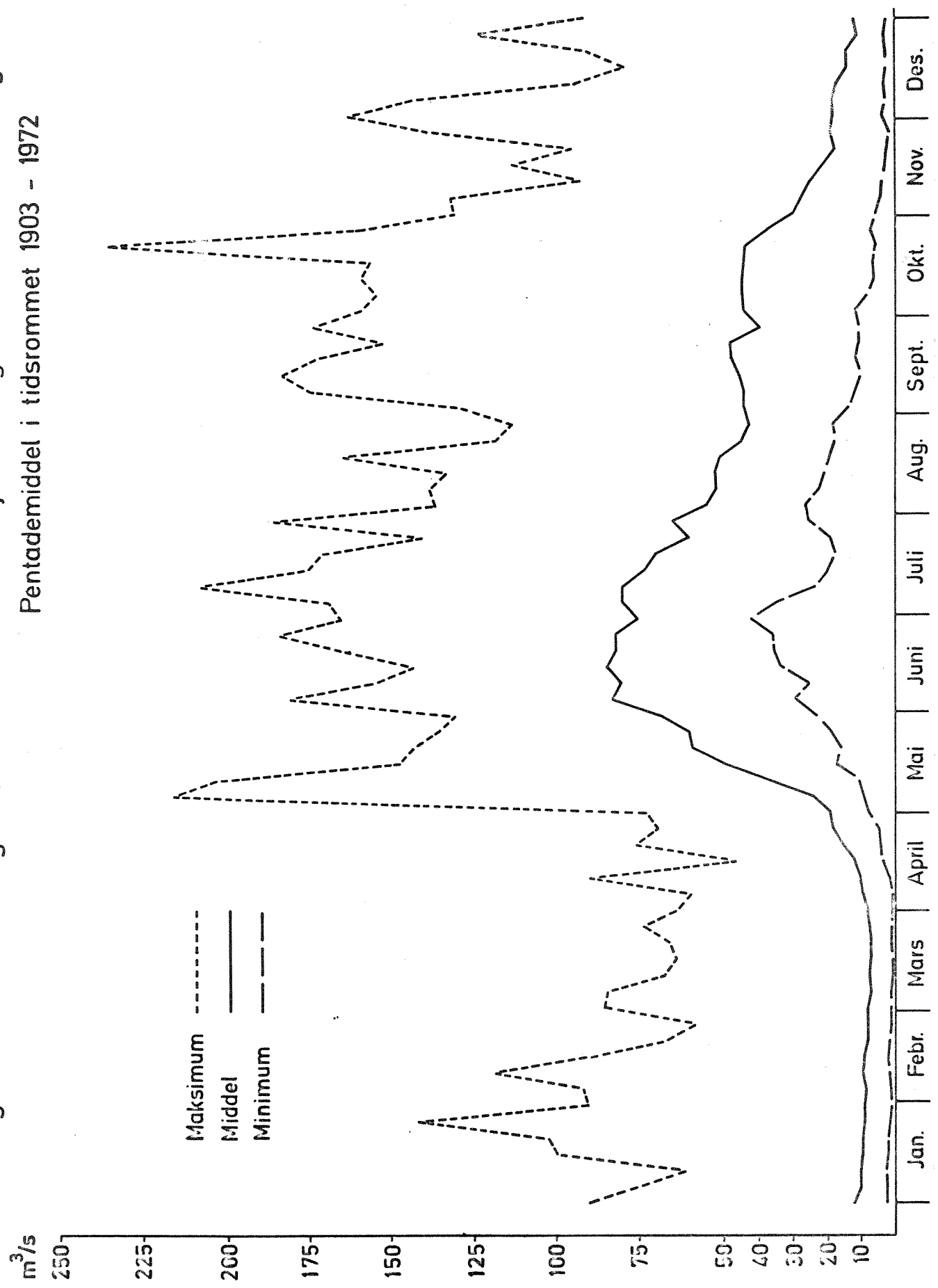


Fig.7 Gaularvassdraget. Nedbör och vantttemperatur ved Haukedal
Nedbör i mm, som pentadeverdier
Vantttemperatur, °C, målt ved punktobservasjoner under prøvetaking
17/10 1972 - 16/9 1973

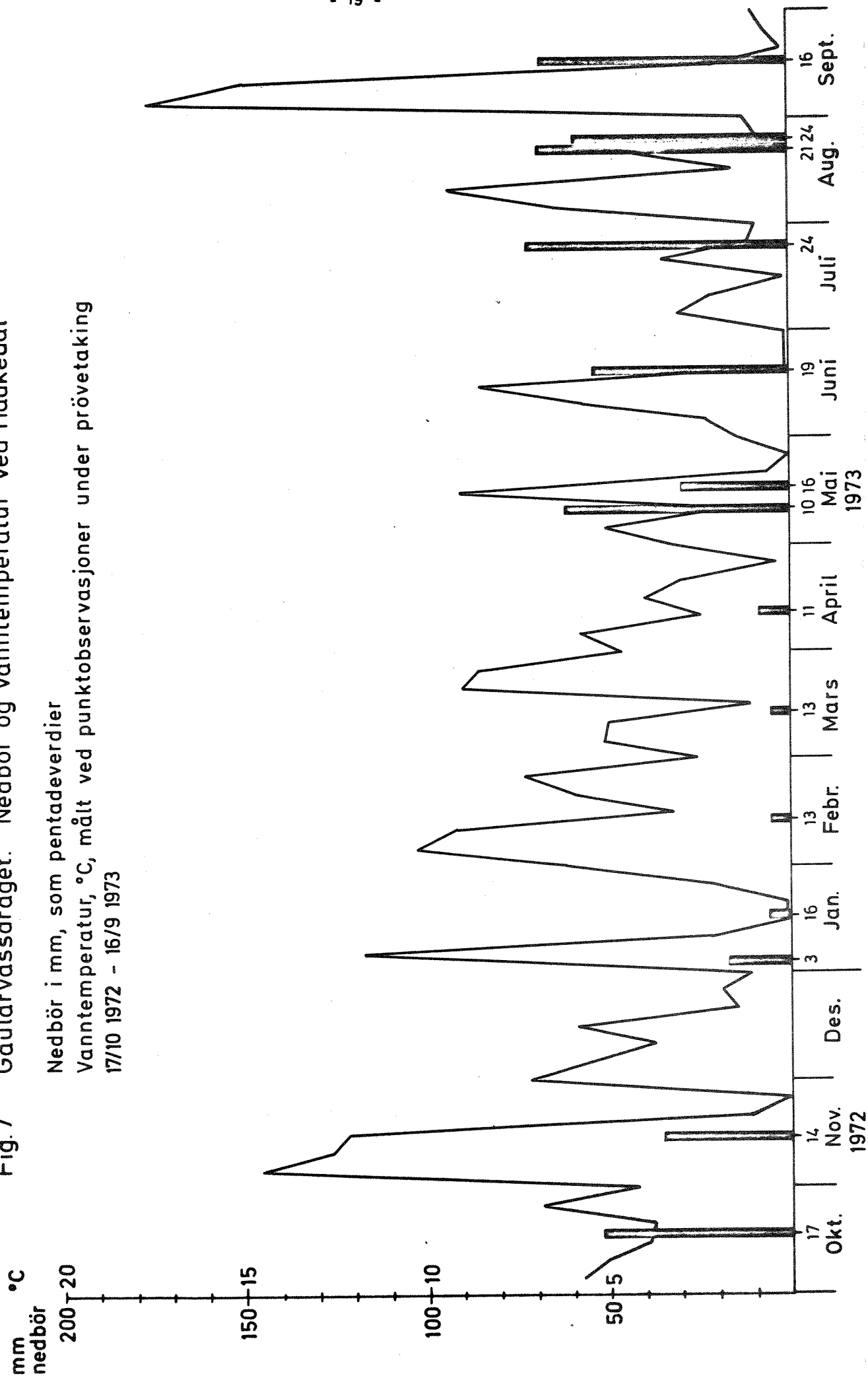
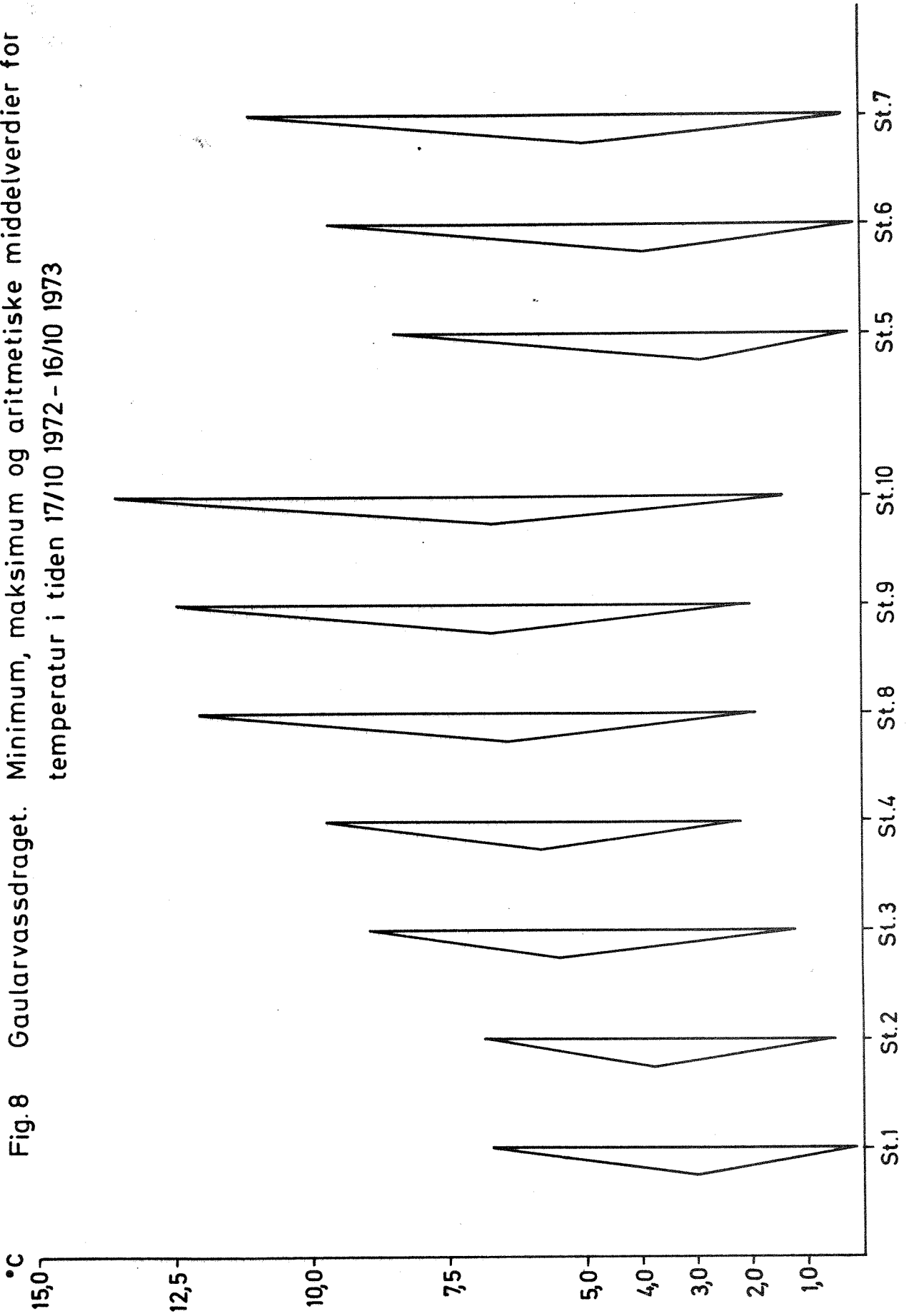


Fig.8 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelværdier for temperatur i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973



Det gjorde seg gjeldende betydelige variasjoner i vannføring i tidsrommet for undersøkelsens gjennomføring (figur 4). Vinteren 1972 - 1973 var preget av flere perioder med forbigående stor vannføring. Desember måned var usedvanlig mild. Også januar og februar viste betydelig avvik fra vanlige forhold. Det var vesentlig mildere og mer nedbør enn vanlig. I løpet av vinteren var det gjentatte ganger vannføringer ved Viksdalsvatnet som var større enn $40 \text{ m}^3/\text{s}$. Vår-løsningen satte inn i mai, og raskt steg vannføringen opp i over $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Den store vannføringen i Gaularvassdraget preget sommermånedene juni, juli og august. Smeltevann fra fjellområdene i nedbørfeltet og nedbørvann laget i enkelte perioder særlig stor avrenning (flomtopper i august og september).

I figur 8 er det stilt sammen observasjoner av vanntemperaturer fra stasjonene i Gaularvassdraget under prøvetakingen i undersøkelsesperioden. Det er inntegnet høyeste verdi, aritmetisk middel og laveste verdi for målte temperaturer på samtlige stasjoner. Det fremgår av diagrammet at vannmassene i vassdraget er preget av lave temperaturer.

4. HYDROKJEMISKE UNDERSØKELSER

Organismene reagerer på helheter av miljøfaktorer; et kompleks av betingelser må være oppfylt skal en art kunne utvikle seg på en vokseplass. Er en enkelt av disse betingelser ikke adekvat representert, er det nok til å utelate arten fra en slik lokalitet. Er miljøfaktoren i kvantitet eller intensivitet nær minimums- eller maksimumsgrensen, er den en begrensende faktor for artens utviklingsmuligheter på stedet. På lokaliteter i vassdraget er det imidlertid som regel flere begrensende faktorer som gjør seg gjeldende. Under slike forhold vil alle miljøfaktorer som i kvantitet eller intensivitet er representert med verdier avvikende fra optimum, influere populasjonenes størrelse og være medbestemmende for individenes kondisjon. De faktorer som er utslagsgivende, hører som regel med til komponentene som har den største variasjonsbredde på biotopen.

Det er nødvendig å ha et godt kjennskap til de kjemiske miljøfaktorer for å kunne vurdere biologiske forhold og organismeutvikling i et vassdrag.

4.1 Metoder

Surhetsgrad

pH er et uttrykk for vannets surhetsgrad og er bestemt potensiometrisk med pH-meter og glasselektrode.

Spesifikk elektrolytisk ledningsevne

Ledningsevnen er bestemt med Philips PR 9501 - ledningsevneinstrument og måles ved 20°C.

Benevning: mikrosiemens pr. cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Farge

Fargeverdien er et mål for vannets innhold av fargede komponenter, dvs. oppløste komponenter som absorberer lys i den synlige del av spekteret.

Fargemålingene er utført med EEL-filterfotometer med 10 cm kuvetter. Prøven sammenliknes med en gulfarget standardløsning av cobolt platinaklorid.

Benevning: mg Pt/l.

Turbiditet

Turbiditet er et mål for prøvens innhold av suspenderte partikler (svevepartikler) og måles ved å registrere partiklenes evne til å reflektere og spre innfallende lys. På samme måte som for farge, er turbiditetstallene et mål for vannets utseende i forhold til en fastsatt skala. Måleverdien er avhengig av partiklenes farge, form og størrelse, og turbiditet er derfor ikke et absolutt mål for prøvens partikkelinnhold.

Målingene er foretatt på et Hach Laboratory Turbidimeter mod. 1860.

Benevning: Jackson Turbidity Units (J.T.U.).

Ortofosfat

Ortofosfat er den enkleste kjemiske form av fosfatene og utgjør ofte en stor del av vannets totale fosforinnhold.

Vannprøver for fosfatanalyser blir konservert med fortynnet svovelsyre

for å hindre adsorpsjon av fosfat til flaskeveggen og biologisk omsetning av fosfor i prøven.

Analysen er utført fotometrisk med AutoAnalyzer og er basert på molybdenblåttmetoden.

Benevning: $\mu\text{g P/l}$. Nedre bestemmelsesgrense er $2 \mu\text{g P/l}$.

Total fosfor

Vannets totale fosforinnhold er summen av ortofosfat, pyrofosfat, tripolyfosfat og høyere ordens fosfater, og dessuten organisk bundet fosfor samt partikulært organisk og uorganisk bundet fosfor.

Prøvene for total fosfor blir konserverert på samme måte som for ortofosfat. Bundet fosfor overføres kvantitativt til ortofosfat ved koking med autoklavering med kaliumperoxydisulfat.

Etter denne behandlingen foretas analysene med AutoAnalyzer på samme måte som for ortofosfat.

Benevning: $\mu\text{g P/l}$.

Nitrat

Vannprøver for nitrat konserveres med en fortynnet løsning av kvikksølvklorid for å stanse veksten av mikroorganismer som forbruker nitrogen.

Analysemetoden som er brukt for å bestemme nitrat, vil også gi utslag for nitritt. I de fleste norske vassdrag med normale oksygenforhold er imidlertid nitrittkonsentrasjonene svært små og har derfor ikkepraktisk betydning for analyseresultatene. Ved analysen reduseres nitrat til nitritt med en kadmium-kobberreduktor. Videre diazoteres nitritt med sulfanilamid og kobles med α -naftyl-etylendiamin og fargen måles fotometrisk. Analysen utføres med AutoAnalyzer.

Benevning: $\mu\text{g N/l}$. Nedre bestemmelsesgrense er $10 \mu\text{g N/l}$.

Total nitrogen

Vannets totale nitrogeninnhold er summen av nitrat, nitritt, ammonium og organisk bundet nitrogen.

Prøvene oppsluttes med ultrafiolett bestråling og hydrogenperoksyd. Denne behandling frigjør bundet nitrogen som oksyderes til nitrat. Den videre analysen foregår på samme måte som ved nitrat.

Benevning: $\mu\text{g N/l}$.

Dikromattall (kjemisk oksygenforbruk)

En måte å måle vannets innhold av organisk materiale på, er å oksydere vannets organiske komponenter. Forbruket av oksydasjonsmiddel kan da brukes som mål for organisk stoffinnhold.

Ved måling av dikromattall kokes vannprøvene med en sterkt sur løsning av oksydasjonsmidlet kaliumdikromat. Forbrukt oksydasjonsmiddel bestemmes ved titrering med en jern(II)-løsning.

Dikromattallet angir den oksygenmengde som er ekvivalent med forbrukt oksydasjonsmiddel.

Benevning: mg O/l.

Klorid

Klorid er bestemt fotometrisk med Technicon AutoAnalyzer. Metoden er basert på reaksjonen mellom kvikksølvrodamid og jern når det er kloridioner tilstede.

Benevning: mg Cl/l.

Kalsium, magnesium og natrium

Disse elementer er alle bestemt med atomabsorbsjonsspektrofotometri (Perkin-Elmer, Model 306).

Benevning: mg/l.

Sulfat

Sulfat er bestemt ved felling av bariumklorid. Mengde utfelt bariumsulfat bestemmes med EEL filterfotometer.

Benevning: mg SO₄/l.

Jern

Jern er bestemt fotometrisk etter reaksjon med 2.4.6.-tripyridyl-s-triazin (TPTZ). Bestemmelsen er utført på AutoAnalyzer.

Benevning: µg Fe/l.

4.2 Resultater

De hydrokjemiske analyseresultatene er stilt sammen i tabeller i datasamlingen. For å karakterisere vannkvaliteten i vassdraget blir det gitt en behandling av enkelte viktige kjemiske komponenter.

I de grafiske fremstillingene, figurene 9 - 20, er det vist minimumsverdi, aritmetisk middel og maksimumsverdi av hydrokjemiske analyseresultater for de enkelte stasjoner i tiden 5. mai 1972 til 16. oktober 1974. Variasjonsområder for komponentene fremgår. Det er mulig å sammenlikne de forskjellige stasjoner innbyrdes. Forskjellen mellom Eldalsvassdraget, Haukedalsvassdraget og forholdene i hovedvassdraget etter samløpet er beskrevet.

Den elektrolytiske ledningsevne i Haukedalsvassdraget varierte mellom 13,9 - 14,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i aritmetisk middel. Det tilsvarende variasjonsområde for vannmassene i Eldalsvassdraget var 12,8 - 16,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, og for hovedvassdraget på strekningen Vikdalsvatn til Osbukta 15,7 - 17,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Vannmassenes surhetsgrad varierte forholdsvis mye på de forskjellige vassdragsstrekninger. Det sureste vannet hadde Eldalsvassdraget, hvor pH varierte mellom 5,3 - 5,4 i aritmetisk middel. I Haukedalsvassdraget ble det målt pH 5,7 - 5,9 i aritmetisk middel. På strekningen etter samløpet og ned til fjorden varierte pH tilsvarende mellom 5,6 - 5,7.

Verdiene for vannmassenes farge og turbiditet må ses i nær sammenheng. Det klareste vannet hadde Nystølsvatn. Dette er i overensstemmelse med observasjoner av siktedyp under feltarbeidet. Det ble målt siktedyp i området 20-23 m i denne innsjøen, et særlig stort siktedyp også i landsmålestokk. Vannet i Grønengstølsvatn hadde relativt høyt partikkelinnhold. Erosjonsmateriale fra brevirkosomhet er den vesentligste årsak til turbiditeten. Slammførende brevann følger Haukedalsvassdraget og preger deler av Gaularvassdraget. Siktedypet i Grønengstølsvatnet var 2,7 - 2,8 m, i Haukedalsvatnet 5,1 - 5,8 m og i Viksdalsvatn 10,5 - 11,2 m.

Fig.9 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelværdier for spes. el. ledningsevne i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

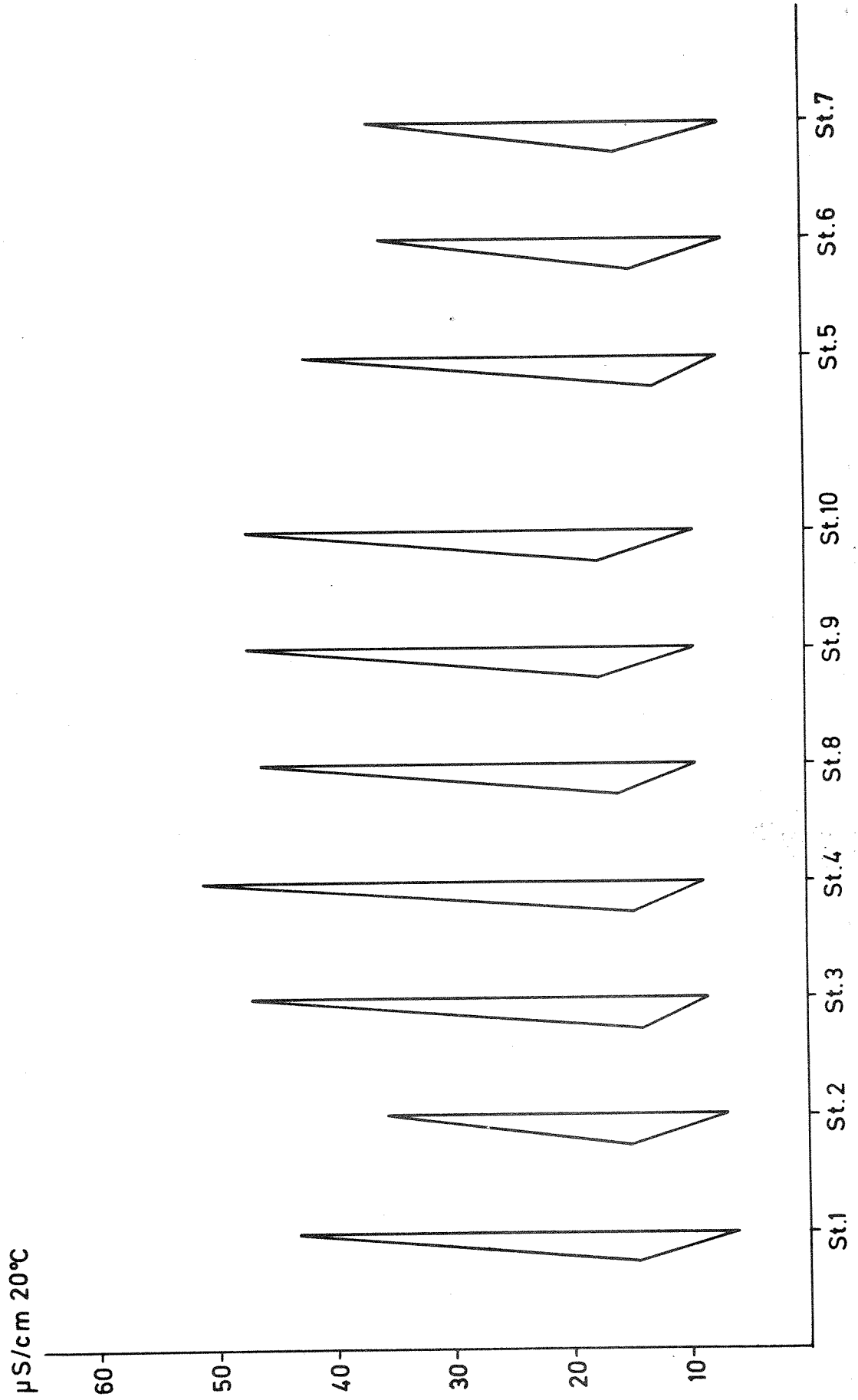


Fig.10 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveier for pH i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

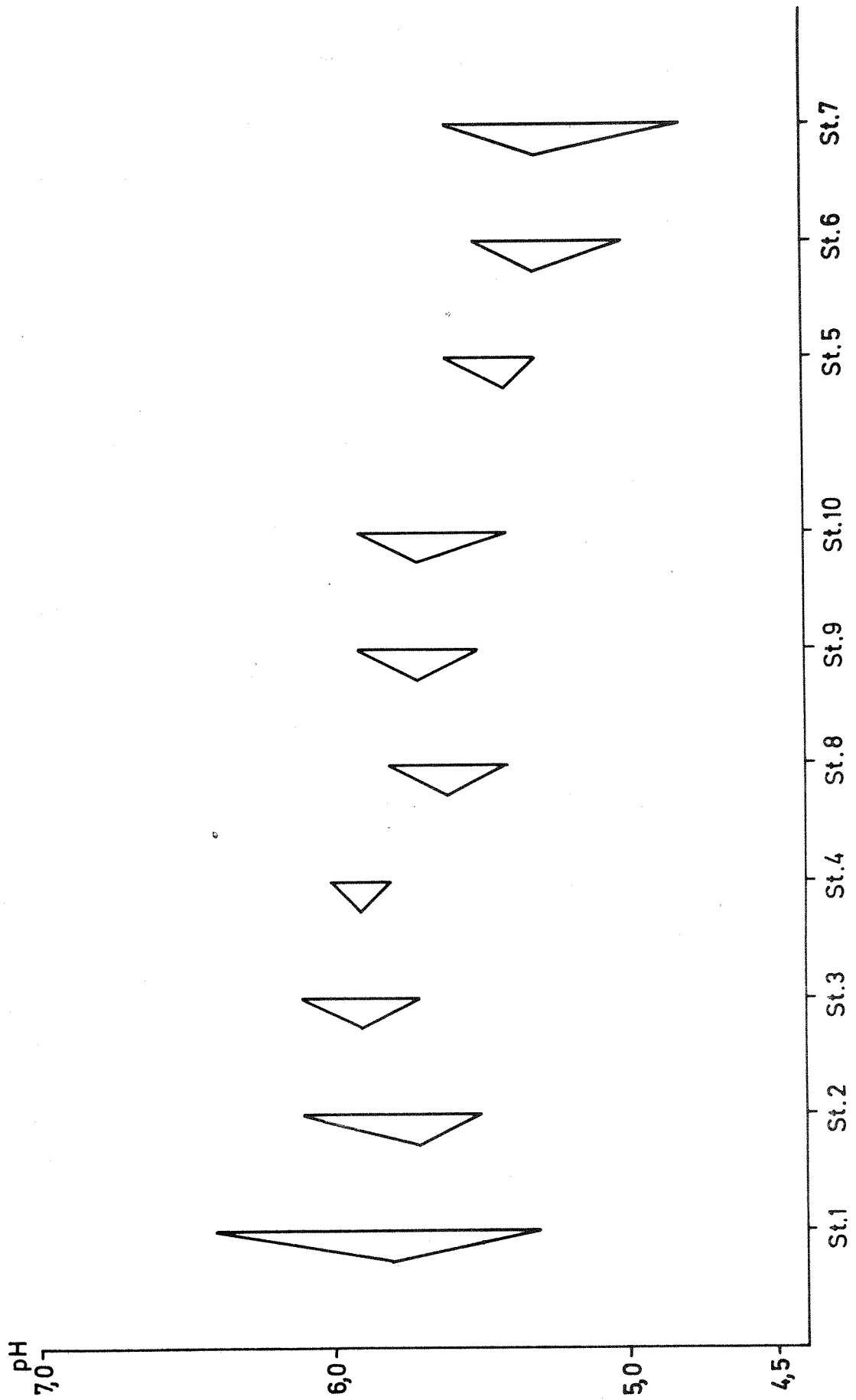


Fig.11 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveier for farge i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

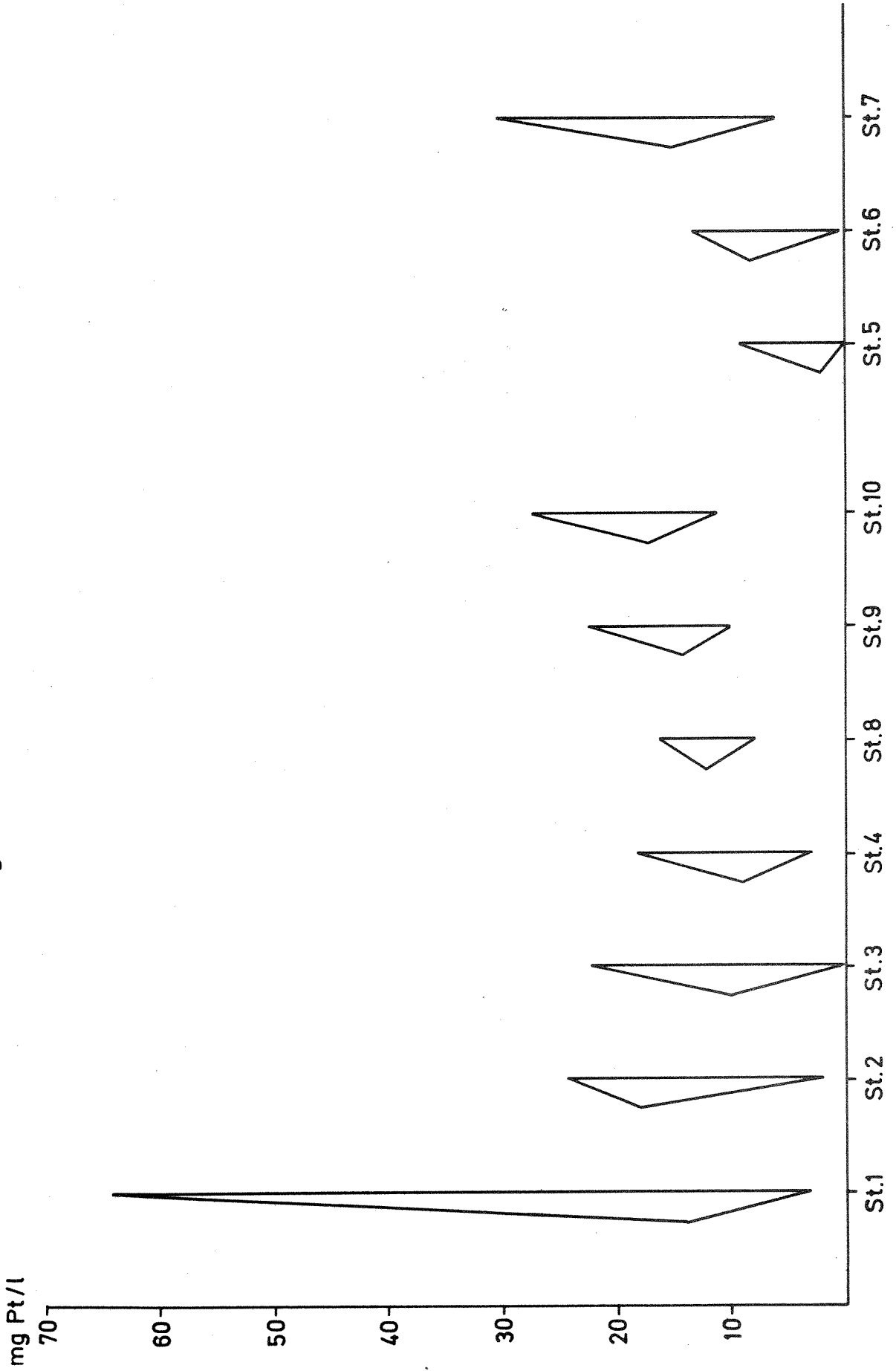


Fig.12 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveier for turbiditet i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

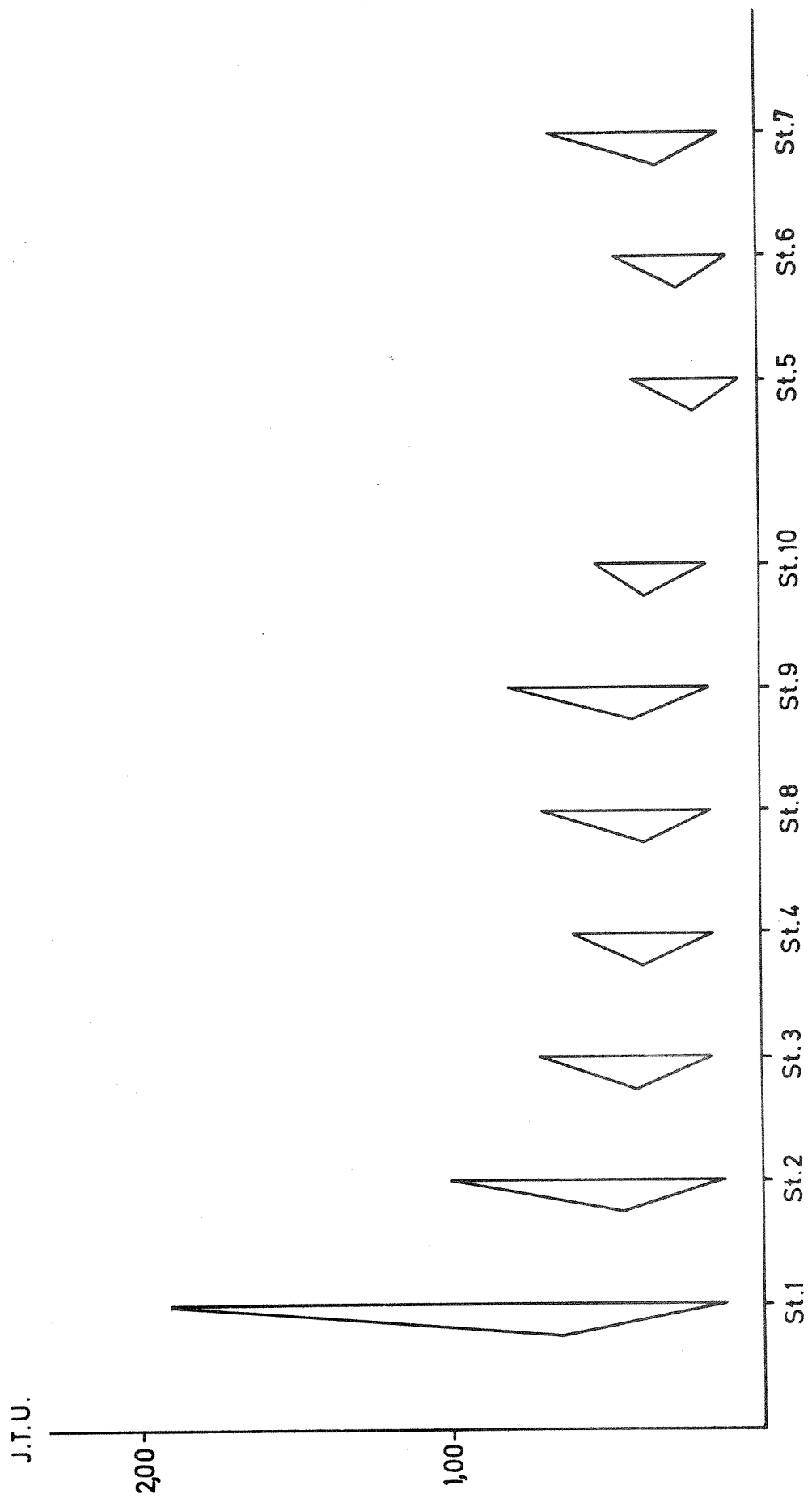


Fig.13 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelværdier for natrium i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

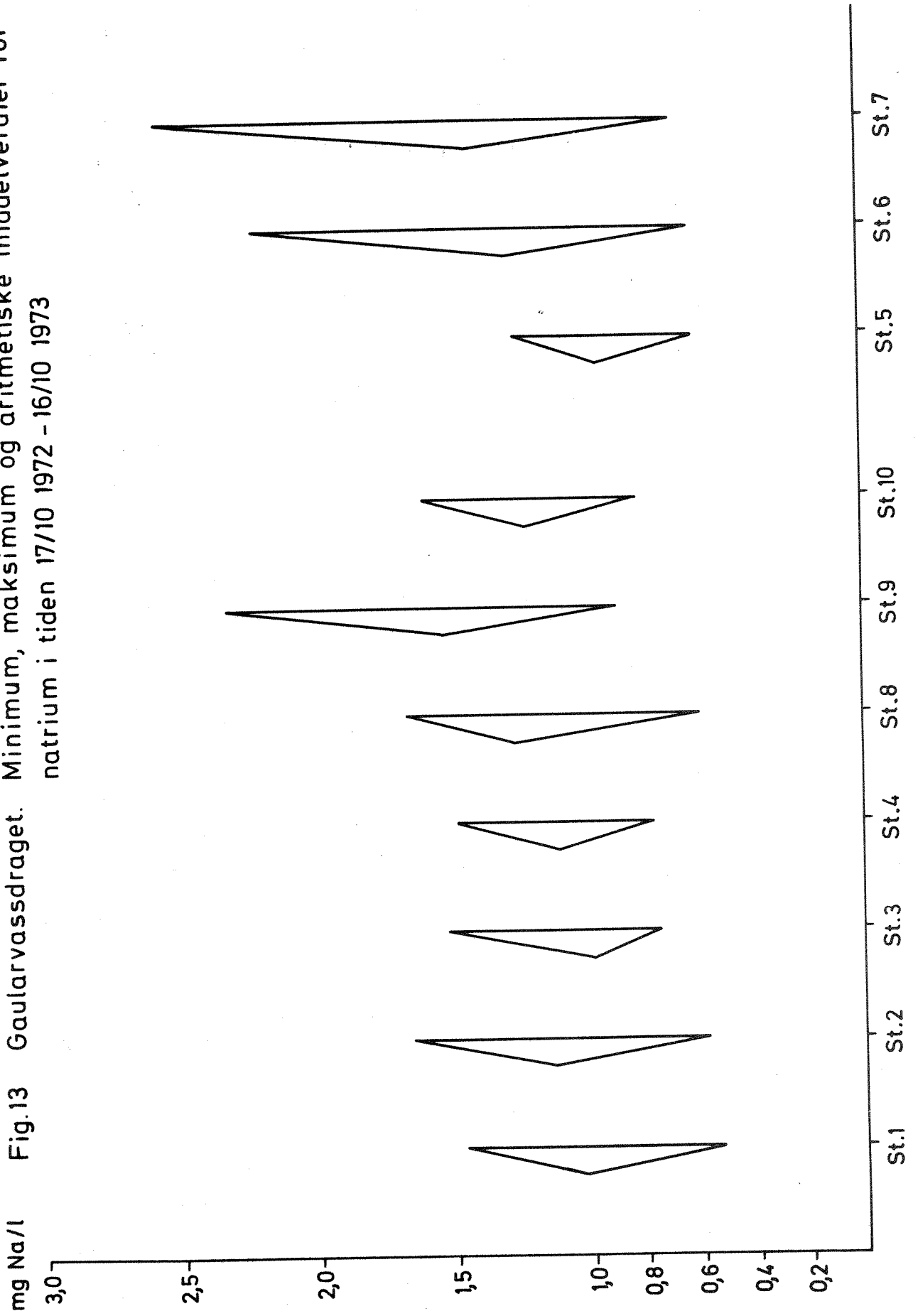


Fig.14 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveier for kalsium i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

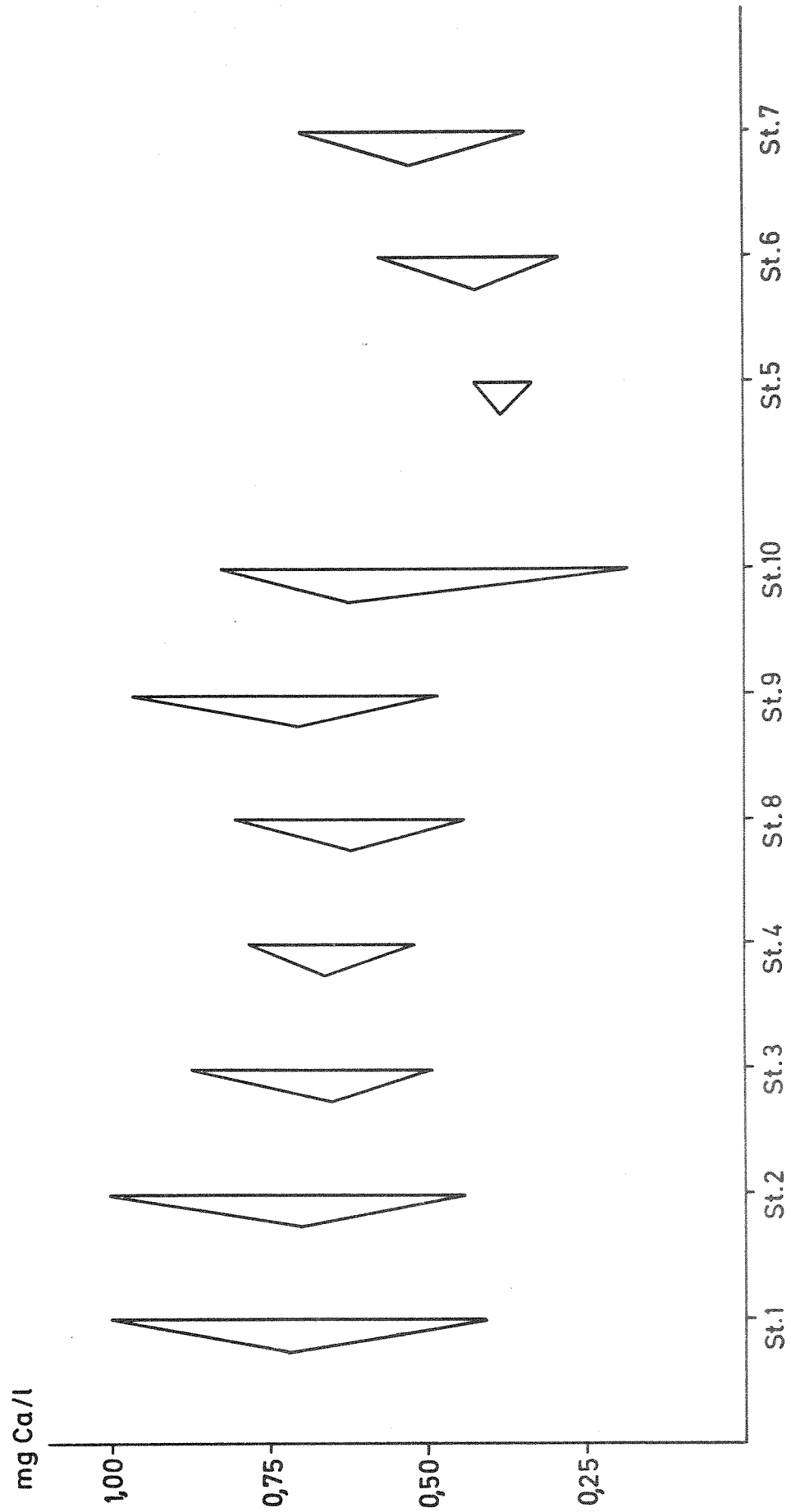


Fig.15 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelværdier for magnesium i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

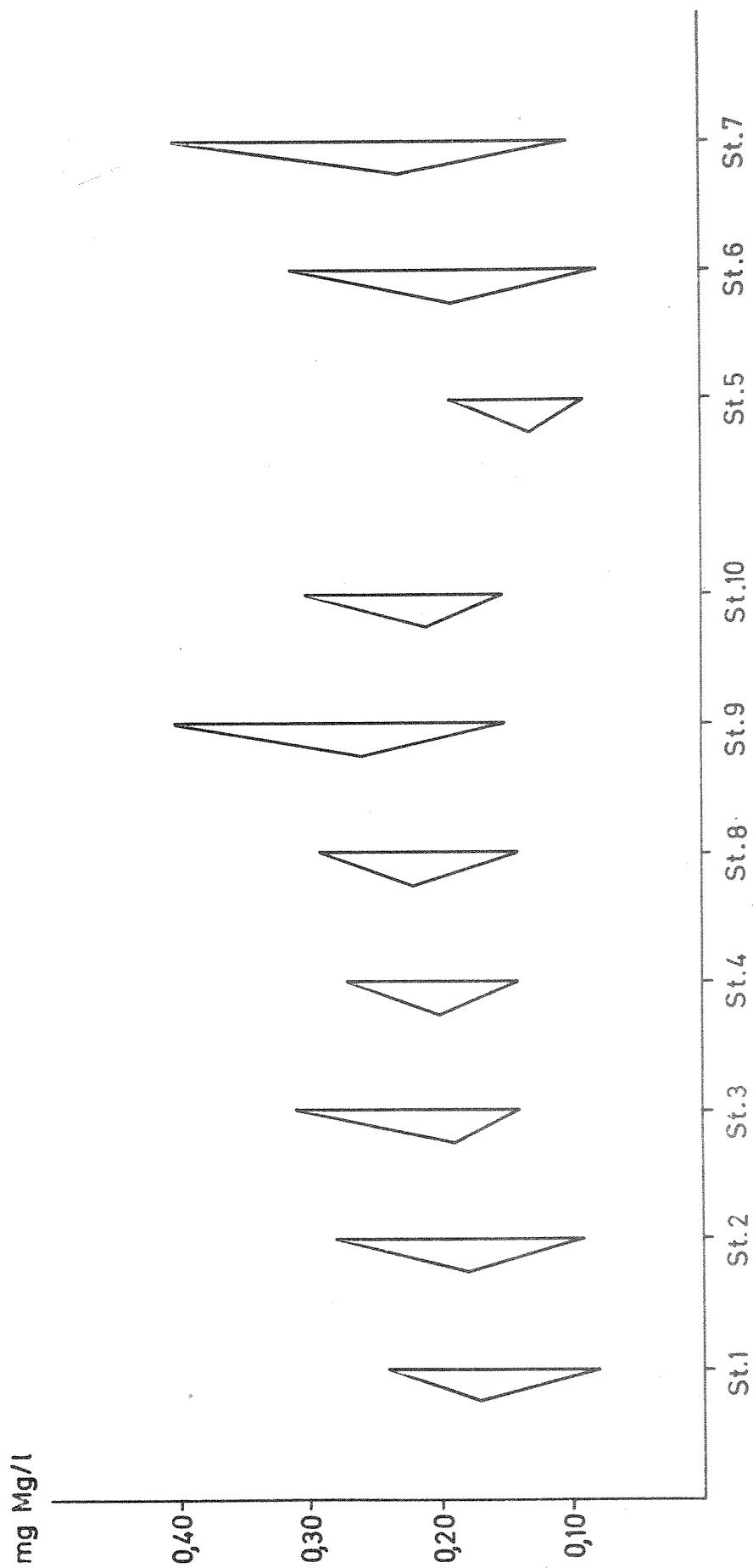


Fig.16 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelværdier for klorid i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

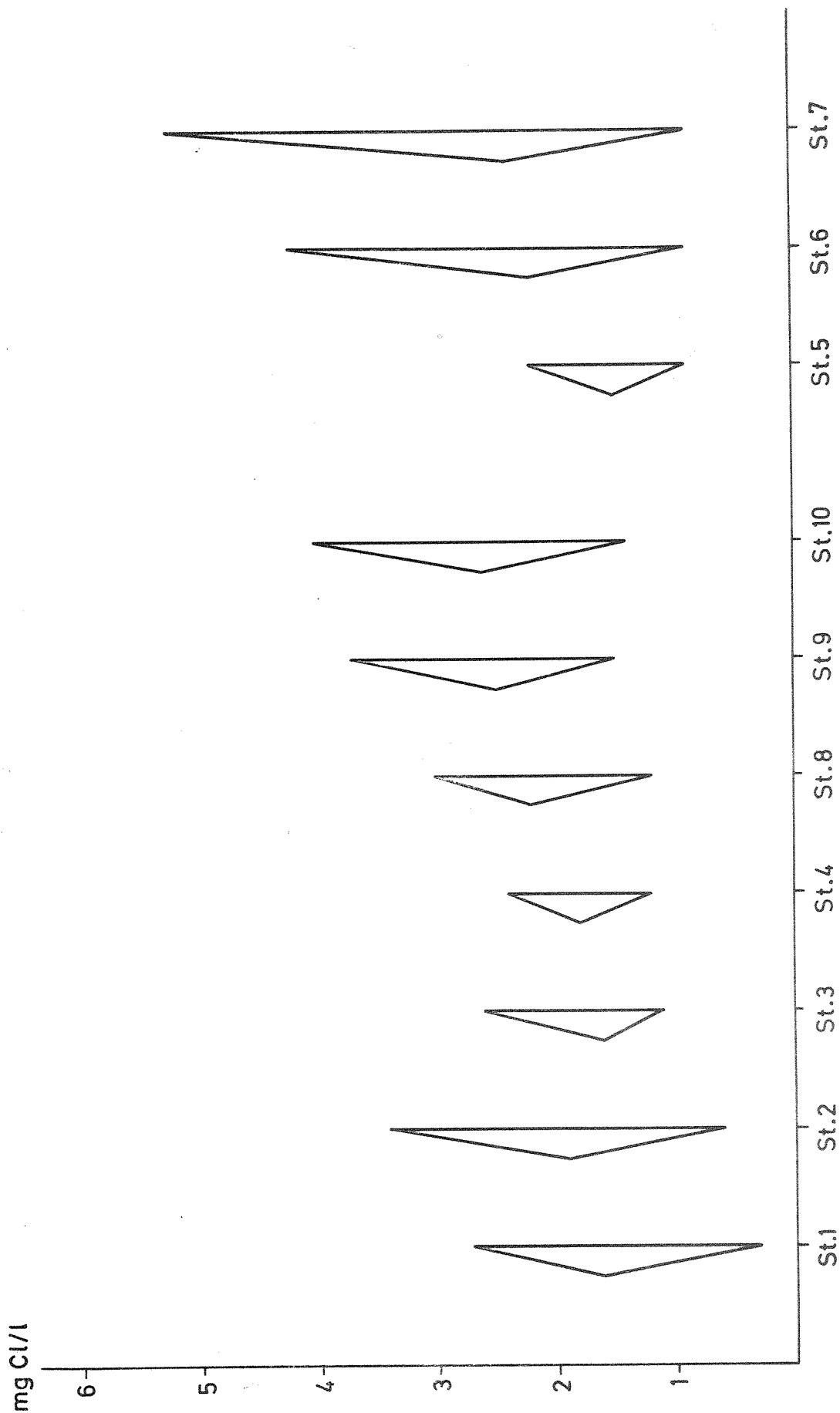
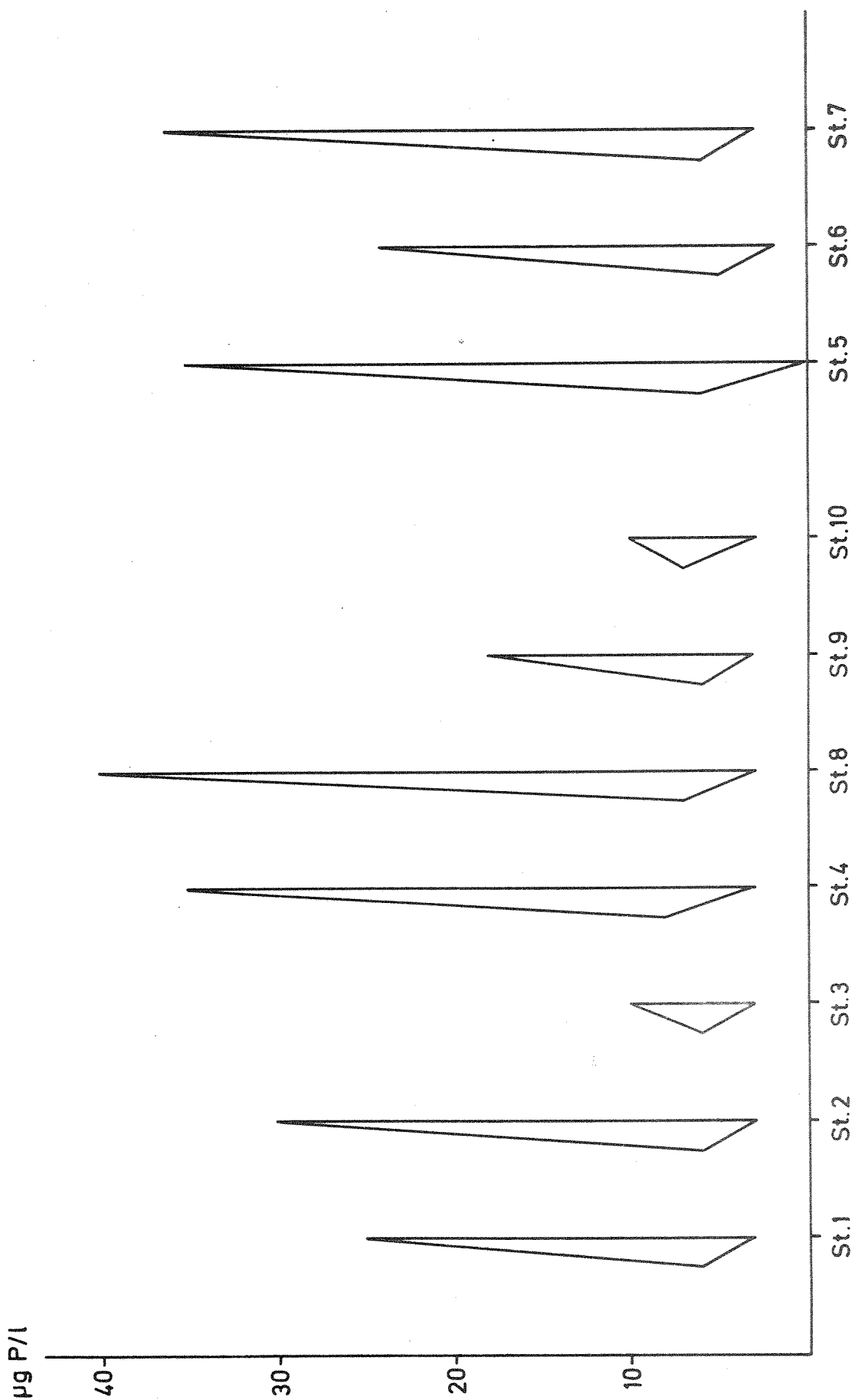


Fig.17 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelværdier for fosforkomponenter i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973



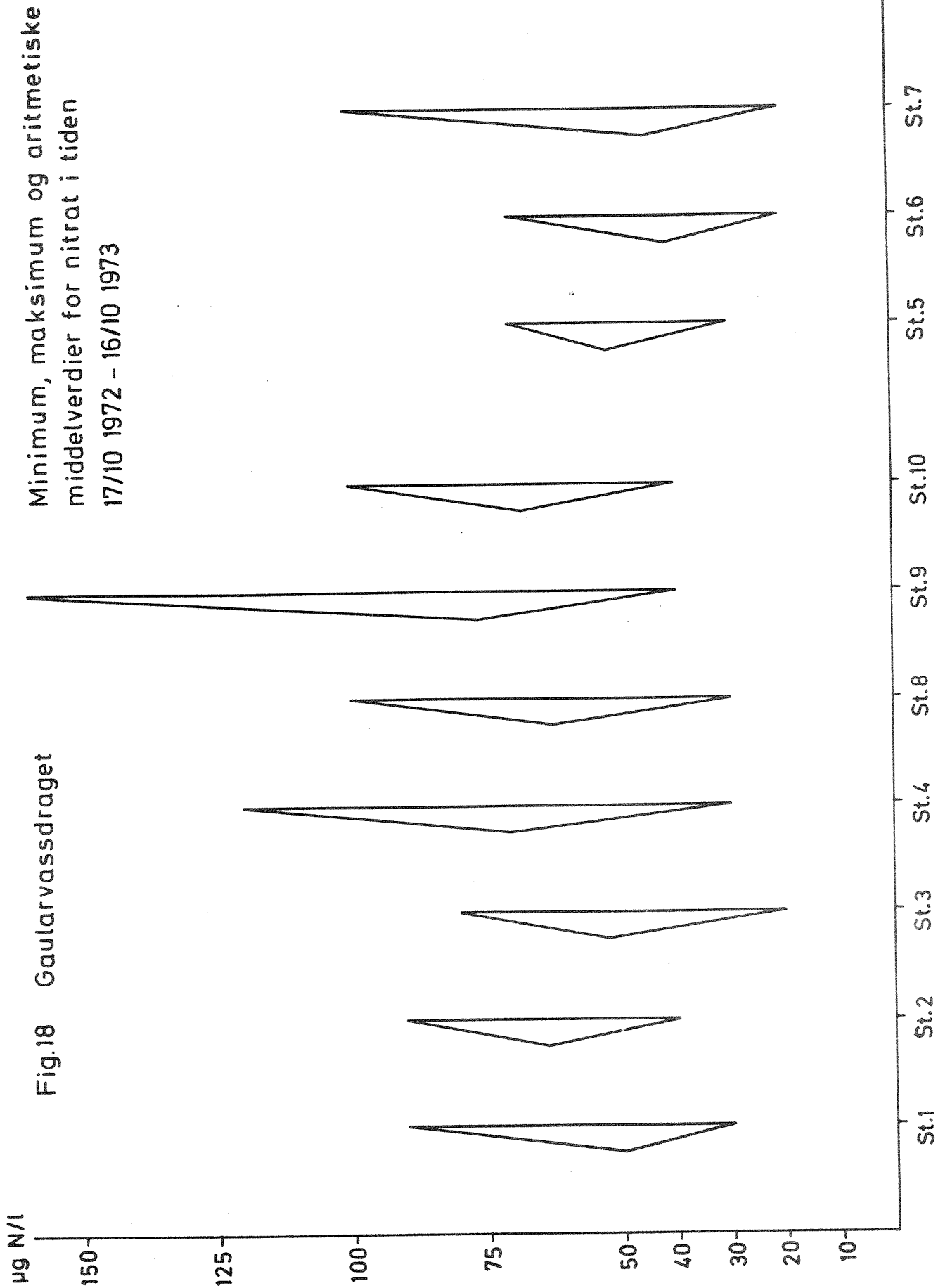


Fig.19 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveier for nitrogenkomponenter i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

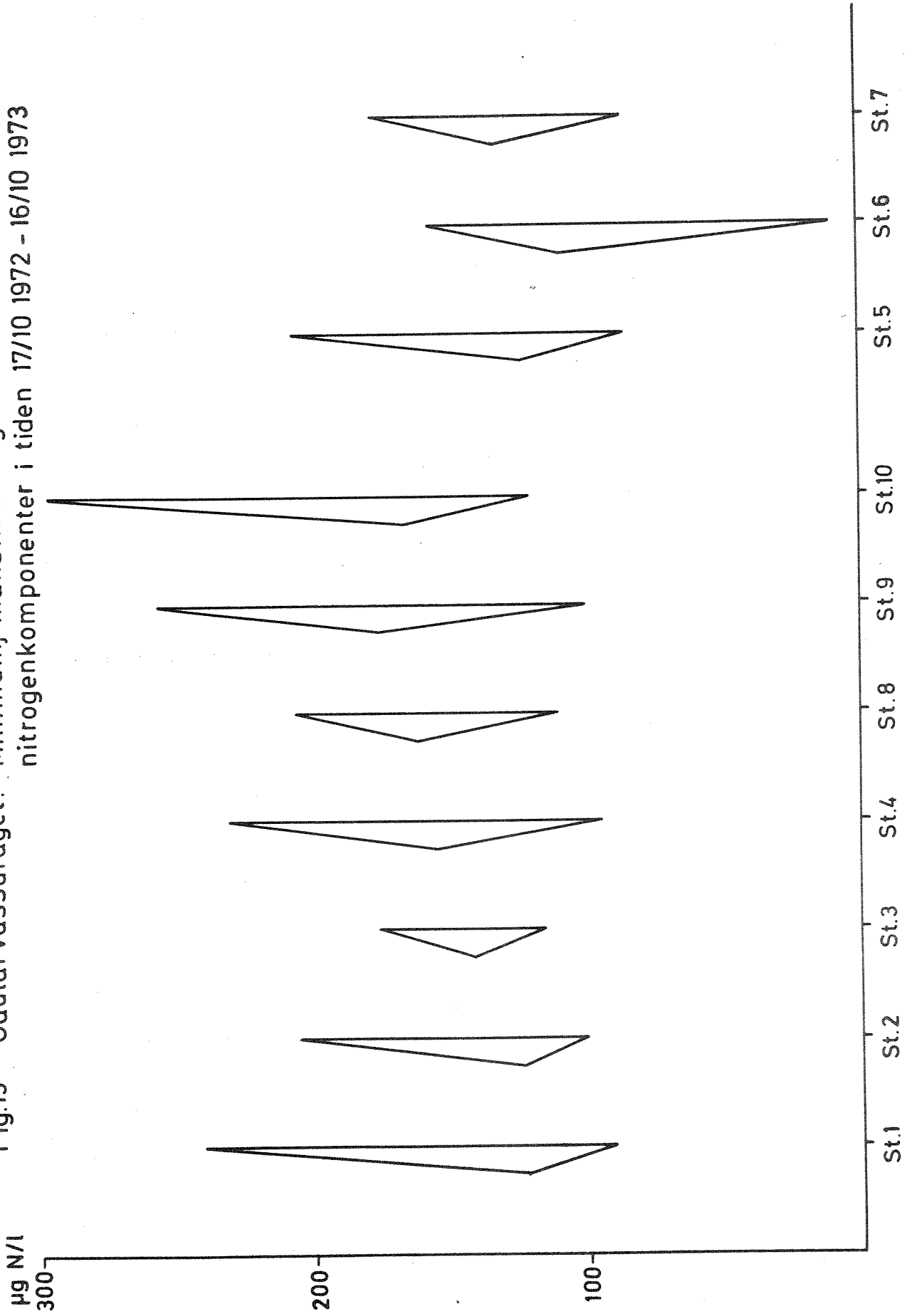
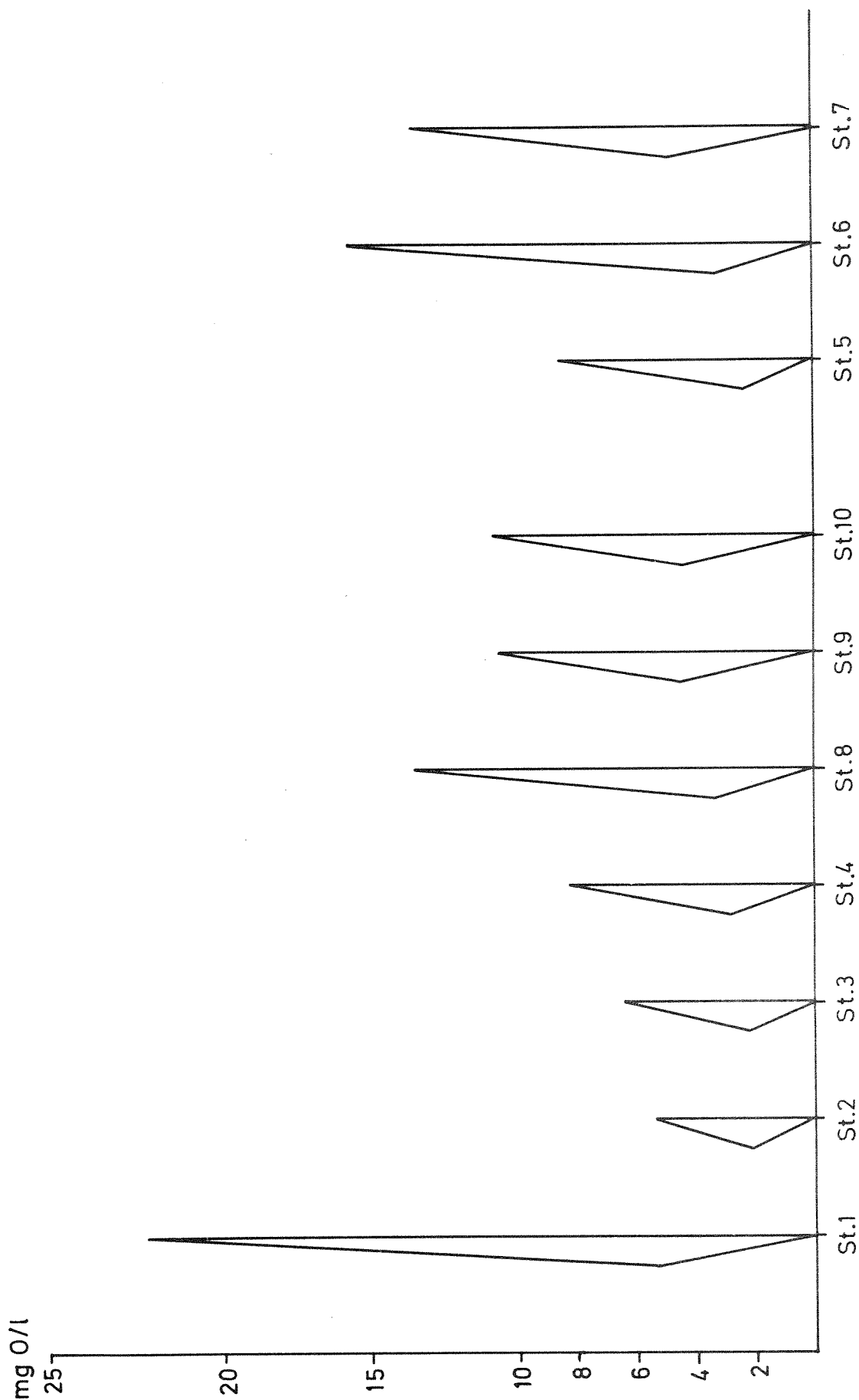


Fig.20 Gaularvassdraget. Minimum, maksimum og aritmetiske middelveier for dikromattall i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973



Blant kationene i Gaularvassdragets vannmasser har natrium, kalsium og magnesium stor kvantitativ betydning. Vannet har et høyt natriuminnhold og relativt lavt innhold av kalsium og magnesium. Dette gjelder gjennomgående for alle de undersøkte stasjoner i hovedvassdraget. De aritmetiske middelveier for disse komponenter ved stasjon 10 (før utløp i Dalsfjorden) var 1,23 mg Na/l, 0,62 mg Ca/l og 0,21 mg Mg/l. Det var små forskjeller mellom Haukedalsvassdraget og Eldalsvassdraget med hensyn til konsentrasjoner av natrium og jordalkalier.

Klorid var det dominerende anion. Det ble funnet gradvis økende klorid-konsentrasjoner nedover vassdraget. De aritmetiske middelveier for klorid var 1,6 mg Cl/l i Grønengstølsvatn og 2,6 mg Cl/l før utløpet i Dalsfjorden. For Eldalsvassdraget var de aritmetiske middelveier for klorid tilsvarende 1,5 mg Cl/l i Nystølsvatn og 2,4 mg Cl/l ved Eldalsosen.

Det var små konsentrasjoner av fosfor- og nitrogenforbindelser i vannmassene til Gaularvassdraget. Dette gjelder for alle stasjoner. Verdiene for fosforkomponenter varierte mellom 5 og 8 µg P/l i aritmetisk middel. Nitrogenkomponenter varierte tilsvarende mellom 109 µg N/l og 175 µg N/l i aritmetisk middel. Forskjeller mellom de ulike vassdragsavsnitt gjorde seg lite gjeldende. De relativt høyeste konsentrasjoner av nitrogenforbindelser fant man imidlertid i vannmassene fra Viksdalsvatnet og til utløpet i Dalsfjorden. Det var også relativt høyere verdier som ble funnet i Haukedalsvassdraget sammenliknet med i Eldalsvassdraget.

Vannmassenes innhold av organisk stoff fremgår av verdiene for dikromattall. De aritmetiske middelveier var 2,1 - 5,4 mg O/l i Haukedalsvassdraget, 2,3 - 4,8 mg O/l i Eldalsvassdraget og 2,8 - 4,5 mg O/l på strekningen Viksdalsvatn og til utløpet i Dalsfjorden.

4.3 Regionale variasjoner i kjemisk vannkvalitet

Den kjemiske vannkvalitet i Gaularvassdragets nedbørfelt viser hovedsakelig små variasjoner. Dette er i overensstemmelse med de geologiske forhold (Skjerlie, F. J.: The pre-devonian rocks in the Askvoll-Gaular

area and adjacent districts, Western Norway, Norges Geologiske Undersøkelse, No. 258, pp 325-359). Vannføringen i vassdraget i dag er dessuten stor i forhold til påvirkningene fra menneskelig virksomhet. På fig. 21 er det gjort en grafisk fremstilling av regionale variasjoner av natrium, kalsium, magnesium og klorid i vannmassene basert på observasjonene 13. mars 1973. Disse resultatene er karakteristiske for forholdene i hovedvassdraget under en periode med lav vannføring og liten avrenning med overflatevann.

Resultatene fra den regionale undersøkelse på 25 lokaliteter (figur 3) i tidsrommet 11. - 16. september 1973 er fremstilt på figur 22. De gir en god støtte for vurderingen av forholdene i hovedvassdraget basert på de faste observasjonsstasjoner. Avvikende vannkvalitet ble påvist for enkelte lokaliteter. Vannet i Osbogen er brakkvann og kommenteres ikke. Skilbreivatn og Langevatn har vannmasser med særpreget sammensetning. Det er grunn til å sette dette i forbindelse med forekomst av gabbro og dunitt (olivinstein, delvis serpentinisert) i det lokale nedbørfelt. Myklevatn representerer muligens et liknende tilfelle. De spesielle resultater fra Risbotnvatn er ikke nærmere avklart.

4.4 Periodiske variasjoner i kjemisk vannkvalitet

De store vekslinger i Gaularvassdragets hydrologiske forhold gjennom året følges av markerte forandringer i vannkvalitet. Det karakteristiske mønster for vannføringen i vassdraget fremgår av figur 5. Den store vannføringen i tidsrommet mai - oktober er vesentlig betinget av snøsmelting i fjell- og breområder. Vassdraget er preget av kaldt vann med relativt lite innhold av løste forbindelser. Gjennom året forøvrig er det mindre vannføring i vassdraget, avløst av forbigående flomsituasjoner. Dette tidsrommet representerer i større utstrekning avrenning fra de lavere deler av nedbørfeltet. Overflateavrenning og grunnvannstilsig influerer de hydrokjemiske forhold i vassdraget.

Vannmassene har et høyere innhold av løste forbindelser.

I de grafiske fremstillinger i figurene 23 og 24 er verdier for klorid, natrium og kalsium tegnet inn i sin tidsavhengighet. Disse komponent-

Fig. 21 Gaularvassdraget. Verdier for magnesium, kalsium, natrium og klorid. Prövetaking 13/3 1973

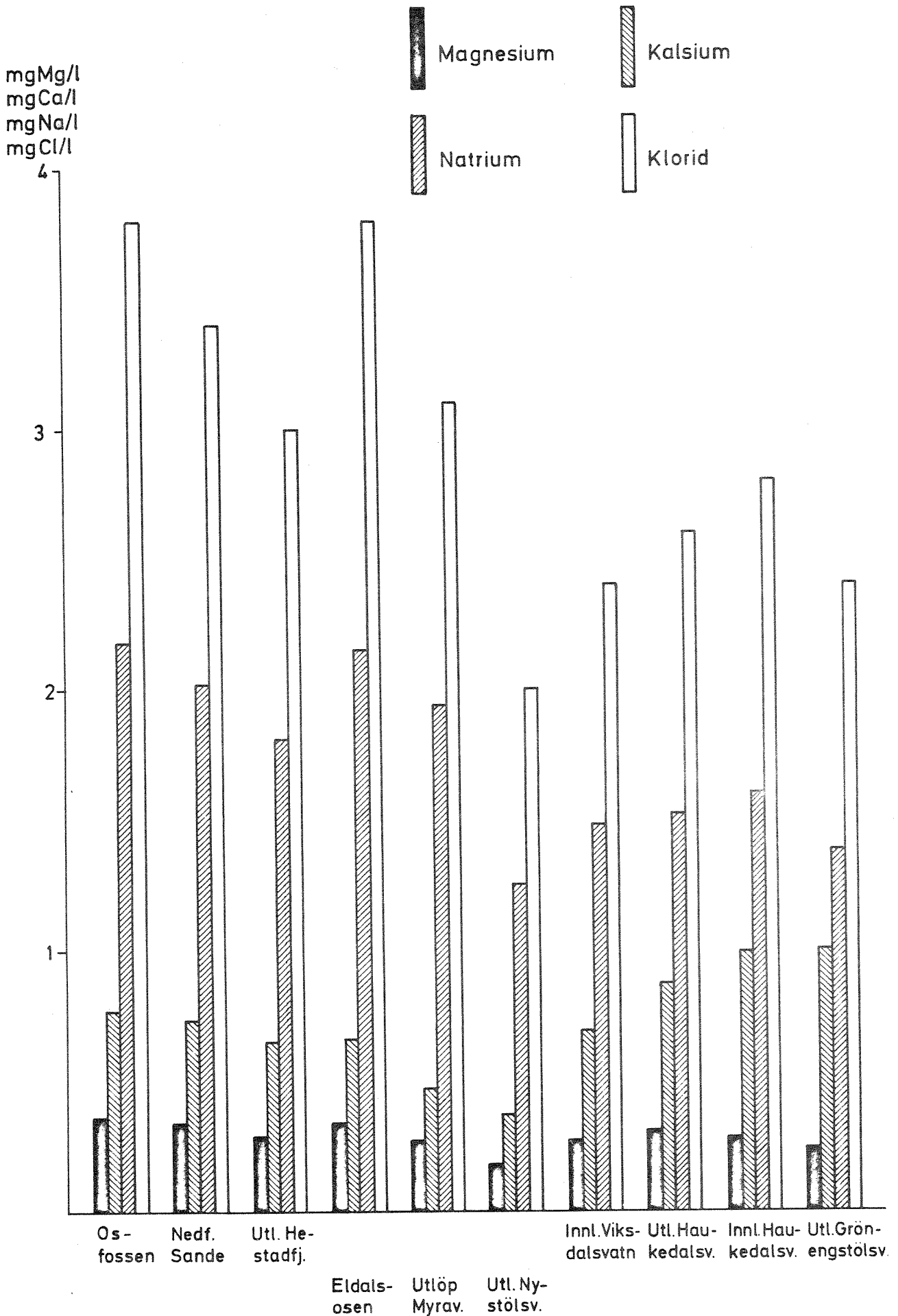


Fig.22 Gautarvassdraget. Verdier for magnesium, kalsium, natrium og klorid
 Prøvene tatt i tidsrommet 11. - 16. september 1973

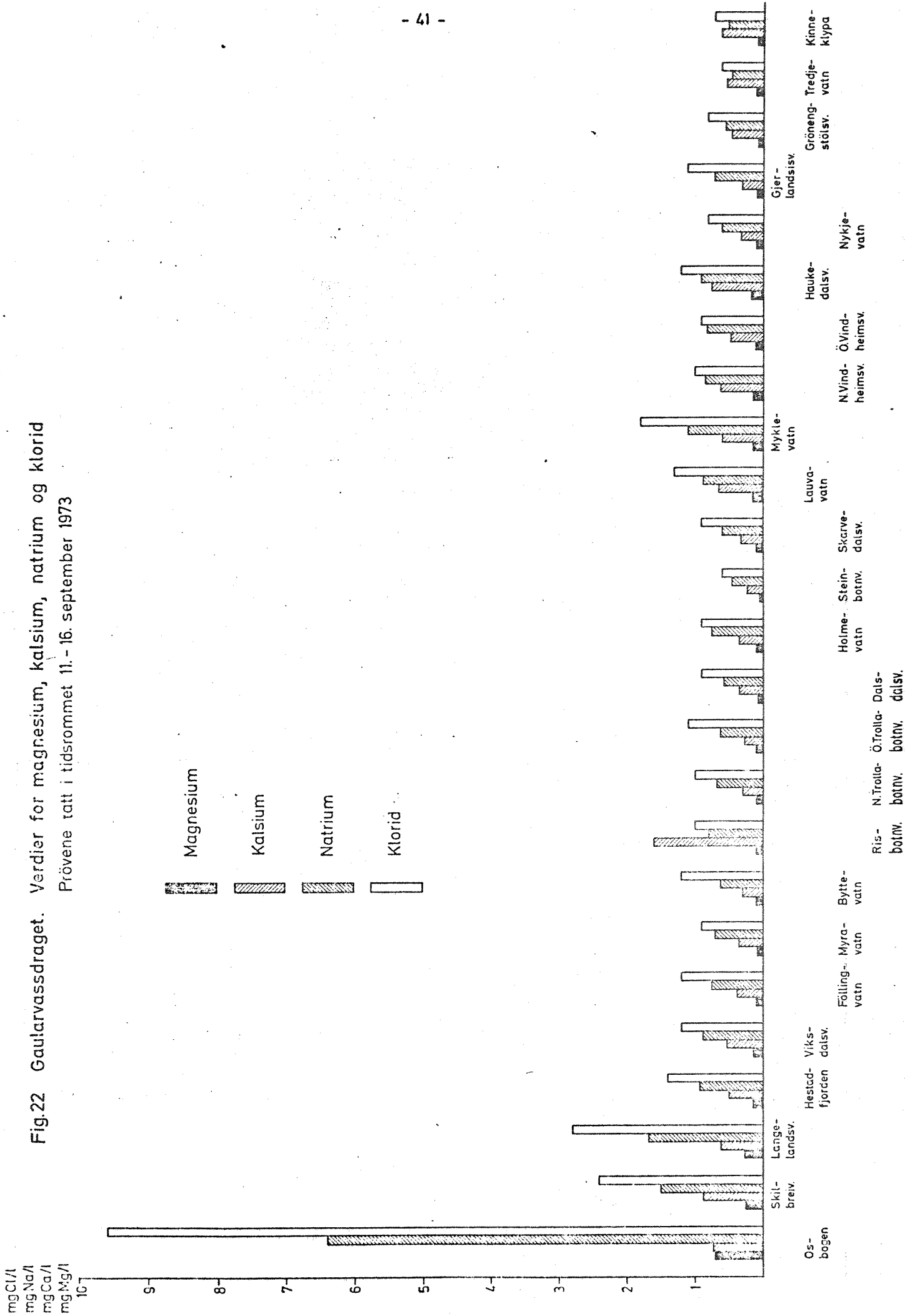


Fig. 23 Gaularvassdraget. Aritmetiske middelveier av hydrokjemiske analyse-
resultater i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973

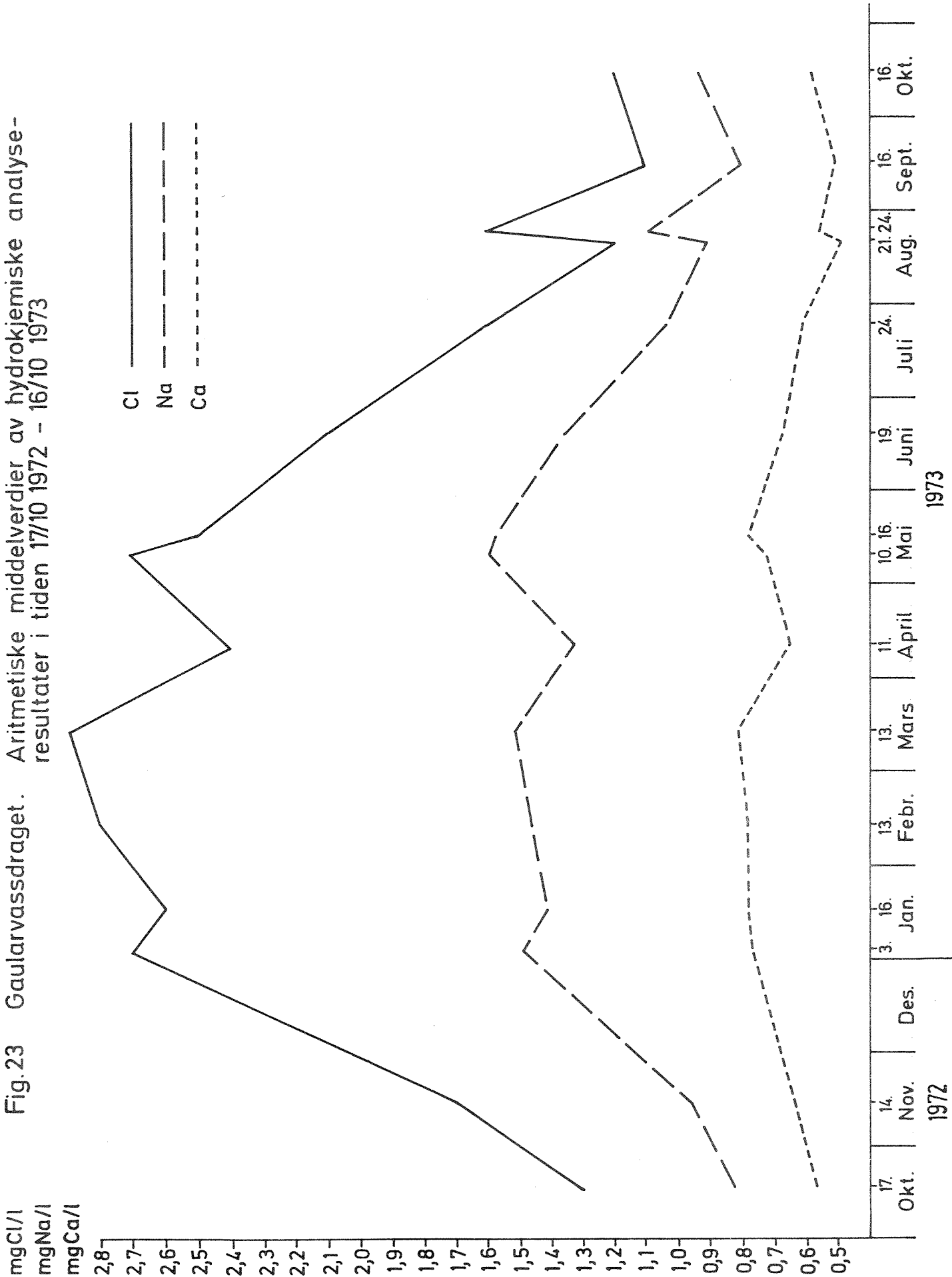
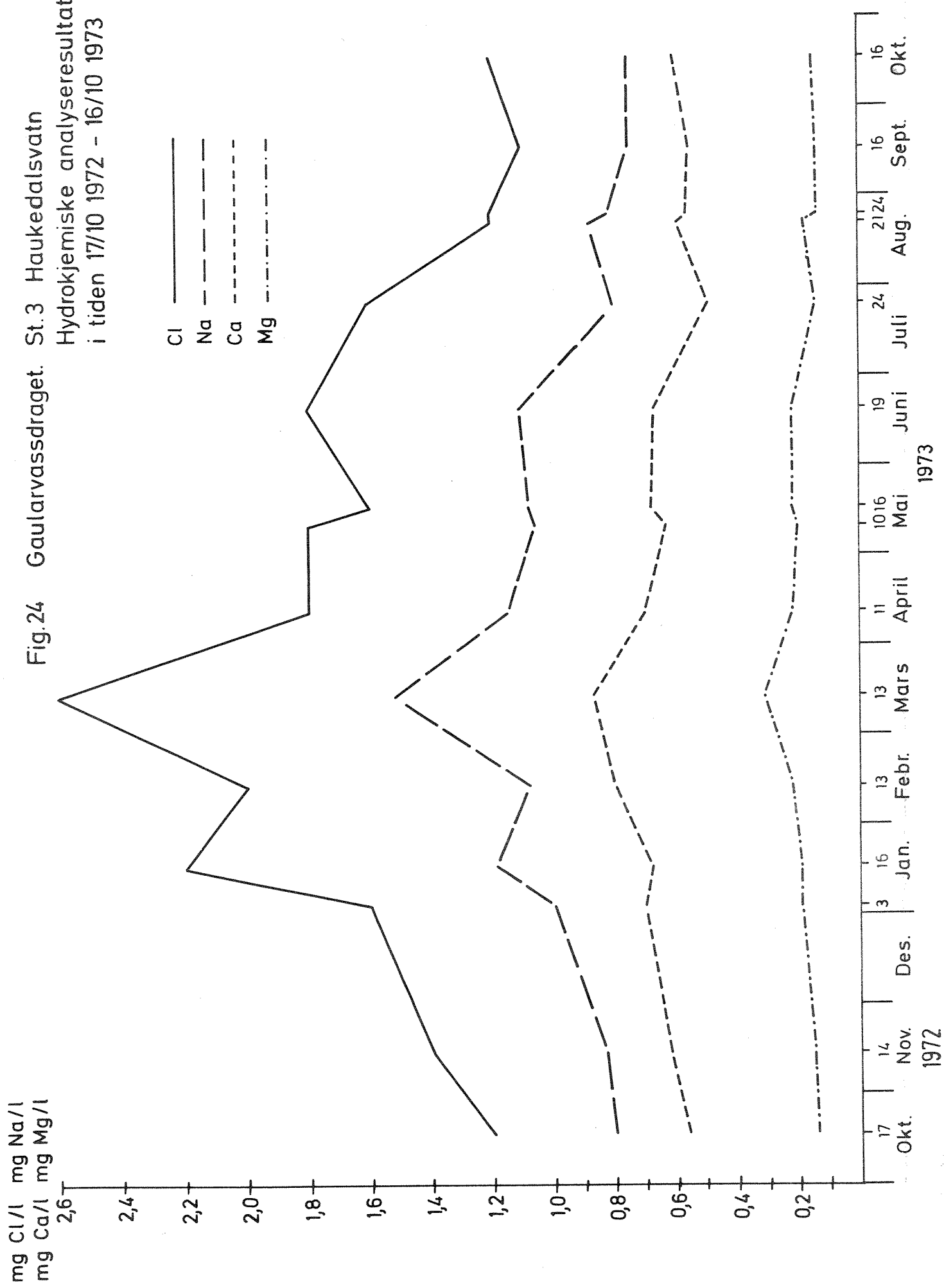


Fig.24 Gaularvassdraget. St.3 Haukedalsvatn
Hydrokjemiske analyseresultater
i tiden 17/10 1972 - 16/10 1973



tene er relativt lite påvirket av biologiske prosesser i vassdraget og gir derfor et direkte bilde av sammenheng mellom årstidsvariasjoner i hydrologiske forhold og konsekvenser for vassdragets hydrokjemii. Figur 23 fremstiller aritmetisk middelerdier av analyseresultater for klorid, natrium og kalsium for Gaularvassdraget. I figur 24 er de aktuelle analyseresultater for vannprøver innsamlet på stasjon 3 (Haukedalsvatn) fremstilt grafisk.

5. HYDROBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

Den hydrobiologiske undersøkelsen i Gaularvassdraget har omfattet alger, moser, høyere planter og sanitærbakteriologiske forhold. Det er gjort observasjoner av begroingssamfunn i vassdragets elveavsnitt og planktonsamfunn i utvalgte innsjøer. Den høyere vegetasjon er undersøkt i vegetasjonsperiodene 1972 og 1973.

Det er en vanskelig oppgave å utrede de biologiske forhold i et så stort elvesystem som det her dreier seg om. En vitenskapelig beskrivelse av de aktuelle organismsamfunn ville forandre innsats av en rekke spesialister i botanikk og zoologi, og observasjonene måtte strekke seg over lang tid. Det har vært nødvendig å konsentrere arbeidet om en beskrivelse av Gaularvassdragets organismeliv som kan benyttes i resipientbedømmelsen, innenfor rammen av opplegget som den praktiske problemstilling satte.

Organismene i et vassdrag fordeler seg mellom samfunn knyttet til et underlag (benthos) og samfunn som lever i de fri vannmasser (plankton og nekton). Det vil imidlertid stadig være et bidrag fra de benthiske samfunn til en drift av organismer og organismefragmenter med det strømmende vann. Etter den innsamlingsmetode som brukes ved undersøkelser av partikkeldriften, er det hensiktsmessig å betegne denne komponent for seston - det som lar seg filtrere fra vannet.

Benthiske samfunn vil være bundet til et bestemt område av vassdraget. Organismene knyttet til disse samfunn, lever omgitt av strømmende vannmasser som varierer i kjemiske og fysiske egenskaper omkring et gjennomsnitt som er karakteristisk for det aktuelle sted i vassdraget. Vassdragets benthos vil være satt sammen av primærprodusenter, konsumenter og destruenter. Det vil være varierende i artssammensetning både kvalitativt og kvantitativt, avhengig av miljøforholdene på de ulike avsnitt i vassdraget. Den mengdemessige utvikling av autotrofe og heterotrofe organismer i de benthiske samfunn benyttes ved en vurdering av vannmassenes belastning med organisk stoff. Ved siden av dette er den kvalitative sammensetning av samfunnet viktig ved den biologiske bedømmelse av vassdragstilstander.

5.1 Høyere vegetasjon

Feltarbeidet er utført i tidsrommet 27. juli til 15. august 1972 og omfatter følgende innsjøer: Grønengstølsvatn, Haukedalsvatn, Lauvavatn, Viksdalsvatn, Hestadfjord, Myravatn og Nystølsvatn. I tillegg til dette ble også elvestrekningene mellom Grønengstølsvatn og Viksdalsvatn undersøkt. I tidsrommet 2. august til 15. august 1973 ble det innsamlet prøver for biomasseundersøkelser i Haukedalsvatn, Lauvavatn, Viksdalsvatn, Hestadfjorden og Myravatn. Makrovegetasjonen i vassdraget mellom Hestadfjorden og utløpet ble samtidig undersøkt. Observasjonsstedene er inntegnet på kartskisse figur 25.

Det er lagt vekt på å gi en oversikt over den høyere vegetasjonen i de enkelte innsjøene, dens floristiske sammensetning, dybdegrensener og vegetasjonsbeltets bredde, da dette er viktig når man skal bedømme skadene ved en eventuell regulering.

Langs den sørlige delen av Haukedalsvatnet er det et mindre område med gabbro (Holtedahl 1960), men ellers består det geologiske underlaget av gneisbergarter.

Haukedalsvassdraget får tilsig fra store breområder. Dette er av betydning både for temperatur og sikt.

De undersøkte innsjøene, med unntak av Grønengstølsvatnet og Nystølsvatnet, får tilsig fra dyrkede områder. Arealet av de dyrkede områder er likevel små i forhold til arealet av innsjøene.

Nomenklaturen for karplantene følger Lid (1963), for mosene Nyholm (1954-1969) og for levermosene Arnell (1956).

5.2 Vegetasjonsforhold i enkelte innsjøer

Grønengstølsvatnet

519,5 m over havet. Ved innløpet er det sandstrand og forholdsvis svakt skrånende bunn ut mot dypt vann. Nærmest land er det grov grus, lengre ute finere breslam. Ellers rundt innsjøen består strandsonen av ur eller fast fjell som gir liten mulighet for etablering av vege-

tasjen. Vannet er grønnblått av farge på grunn av breslammet, og det er forholdsvis kaldt (8,5-9,0°C observasjonsdagen). Siktedypet var 2,7-2,8 m.

Vegetasjonen er fattig. De fleste karplantene ble funnet ved innløpet og på elvesyra, og der er det et tett vierkratt som hovedsakelig består av *Salix glandulifera*, *S. lapponum* og *S. phylicifolia*. Ellers er det på grunnere partier en spredt mosevegetasjon der de mest vanlige artene er *Drepanocladus exannulatus* og *Sphagnum subsecundum*. I selve utløpet er det til dels en tett vegetasjonsmatte, som hovedsakelig består av levermoser (*Marsipella emarginata*, *Nardia compressa*). Dybdegrense for vegetasjonen er ca. 150 cm.

Haukedalsvatnet

296,4 m o.h. Ved innløpet er det sandstrand og svakt fallende littoralsone. Også den sørlige delen av innsjøen har sandstrand, men der er det stort sett steilt fallende bunn ut mot dypt vann. Ellers rundt innsjøen er det fast fjell eller steinstrand som er dominerende, og det er bare kortere strekninger med mer findelt materiale. Dette substratet gir liten mulighet for etablering av høyere vegetasjon.

Temperaturen ved innløpet var observasjonsdagen 8,5-9,4°C, lengre syd i innsjøen (mot utløpet) 11,9-12,9°C. Ved nordenden er innsjøen noe farget av breslam, og siktedypet varierer fra 5,1 m til 5,8 m. Mot utløpet blir vannet klarere, og der er siktedypet 7,1 m til 7,6 m.

Karplantefloraen er artsfattig, men det er et betydelig innslag av moser, spesielt *Drepanocladus*- og *Fontinalis*-arter. Stort sett er det en vegetasjonsfri sone ned til dybder på 100-125 cm. Fra dette nivået og ned til 3-4 m, er det på mer findelt substrat tette enger med dominans av *Fontinalis*-arter, ofte med et betydelig innslag av *Drepanocladus exannulatus*, *D. fluitans* og *Isoëtes lacustris* (ser ut til å være mer vanlig enn *I. echinospora*), mot sørstenden også av *Littorella uniflora*. I dette området forekommer også enkelte mindre bestander med dominans av *Callitriche intermedia*. Der bunnen heller sterkt, får dette vegetasjonsbeltet en bredde på bare 3-4 m. På dypere vann er vegetasjonen mer spredt, og det samme gjelder også

områder der bunnen består av store steiner eller flatt fjell. Det er funnet moser og levermoser ned til 9,9 m.

Lauvavatnet

179,0 m o.h. Strandområdene er stort sett av samme type som i Haukedalsvatnet. Det er mest stein og fjell på nordsida, mer grus- og sandstrand på sørsida av innsjøen. Temperaturen ved innløpet 13,0-14,4°C, ved utløpet 12,1-15,4°C. Vannet er klarere enn i Haukedalsvatnet, og siktedypet varierte mellom 11,0 og 11,4 m.

Vegetasjonens artssammensetning er stort sett den samme som i Haukedalsvatnet, men det er et sterkere innslag av *Callitriche intermedia*, *Juncus bulbosus* f. *fluitans*, *Subularia aquatica* og *Sphagnum*-arter. I en liten bukt nær utløpet var det også litt sumpvegetasjon med *Carex rostrata* og *Menyanthes trifoliata*. De viktigste plantesamfunn er *Callitriche intermedia*-samfunn, *Littorella uniflora*-samfunn og *Juncus bulbosus* f. *fluitans*-samfunn. Alle tre typene har et sterkt innslag av *Fontinalis*-arter, delvis også *Isoëtes*-arter. De fleste stedene er det en vegetasjonsfri sone ned til en dybde på 100 cm. Under 3 m er det lite vegetasjon, men *Fontinalis antipyretica* og *Sphagnum subsecundum* ble funnet ned til 6,4 m.

Viksdalsvatnet og Hestadfjorden

144,8 m o.h. Ved innløpet fra Haukedalsvassdraget er det sandstrand og sandbanker (vanndybde 2-4 m) ca. 100 m utover innsjøen. Dette er langt mindre fremtredende ved innløpet fra Eldalsvassdraget. Berg- eller steinstrand er ellers dominerende, bare avbrutt av mindre strekninger med grus eller sand. Det siste noe mer vanlig langs Hestadfjorden.

Temperaturen ved innløpet varierte observasjonsdagen fra 13,0° til 14,1°C. I Hestadfjorden var temperaturen både ved innløp og utløp 15,9°C.

Siktedypet ved innløpet fra Haukedalsvassdraget var 10,6-10,7 m, ved innløpet fra Eldalsvassdraget 10,5-11,3 m. Lengre vest i Viksdals-

vatnet og i Hestadfjorden var siktedypet 10,5-11,2 m. Vannet i innsjøen er altså ganske klart, så lyset skulle ikke være noen begrensende faktor for vegetasjonen.

Floraen viser stort sett samme artsutvalg som i de foregående innsjøene, men spesielt i Viksdalsvatnet var det i enkelte lune bukter mindre bestander med dominans av *Equisetum fluviatile*. *Sphagnum*-arter var også mer dominerende, og flere steder (særlig i den nordøstlige delen av innsjøen) ble det observert tette vegetasjonsmatter på 2-3 m dyp.

Et gjennomgående trekk i denne innsjøen var den nesten vegetasjonsløse sonen fra strandlinjen og ned til en dybde på 100-125 cm. Der bunnen var sterkt skrånende, var vegetasjonsbeltet bare 2-3 m bredt. Det så ut til å være mindre vegetasjon i Hestadfjorden enn i Viksdalsvatnet. Mange steder bare spredte flekker av *Littorella uniflora* og *Drepanocladus exannulatus*. Dybdegrensene for vegetasjonen var ca. 7,2 og 7,5 m, henholdsvis i Viksdalsvatnet og Hestadfjorden.

Myravatnet

435 m o.h. Det er fjell eller steinstrand som er dominerende også i denne innsjøen, enkelte steder er det litt sand eller grus.

Temperaturen ved innløpet var 11,8°C, og ved utløpet 12,1°C. Vannet virket svært klart, og siktedypet ble målt til 10,7-10,8 m.

Vegetasjonen er ekstremt fattig. Til tross for leting, ble det bare funnet noen spredte, små forekomster av *Carex rostrata*, *Sphagnum subsecundum* og enkelte eksemplarer av *Isoëtes echinospora*. Uten tvil må Myravatnet karakteriseres som den minst produktive av innsjøene i dette området. Dybdegrensen for vegetasjonen ble målt til 4,4 m.

Nystølsvatnet

713,6 m o.h. Det er fast fjell og ur som er dominerende i strandområdet også i denne innsjøen, men på nordsiden er det kortere strekninger med sandstrand.

Temperaturen ved midtre del og utløpet var 11,5°C. Vannet var ekstremt klart, og siktedypet varierte fra 20,1-23,4 m. Dette hører til de største siktedyp observert i Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal, og resultatet ligger høyt også i landsmålestokk.

Vegetasjonen er artsfattig som i Myravatn, og det ble bare funnet levermoser. Men produksjonen ligger trolig høyere enn i Myravatn, for flere steder ble det observert tette vegetasjonsmatter, og spredte eksemplarer ble funnet helt ned til 10 meters dybde.

5.3 Vegetasjonsforhold på elvestrekninger

Haukedalsvassdraget, Grønengstølsvatnet - Viksdalsvatnet

I den øverste delen av elva (nærmest Grønengstølsvatnet) er det fosser og stryk med sterk strøm, lengre nede (mellom Grøneng og Haukedalsvatnet) renner den noe roligere, og det er enkelte stille bakevjer. I en slik bakevje (ved Frøysland) vokste *Potamogeton alpinus*. Lokaliteten var omgitt av dyrket mark og hadde tilsig fra gjødselkjeller. Ellers er vegetasjonen i bakevjene noenlunde den samme som i innsjøene.

Det er moser og levermoser som dominerer vegetasjonsbildet på elvestrekninger med storstein og fast fjell i elveløpet. *Rhacomitrium aciculare* er ganske fremtredende. Den vokser øverst på steinene i det området som ofte blir overskyttet, og som ved mindre vannføring trolig blir oversprøytet med vann. Dypere nede i vannet er det levermosene som er dominerende, særlig *Marsupella emarginata* og *Scapania undulata*. Ut mot dypålen er steinene blanke og uten høyere vegetasjon.

Der strømmen er noe svakere blir *Fontinalis*-arter og *Hygrohypnum ochraceum* mer hyppige. Hvor elvebunnen består av grus og småstein, er det som regel ingen vegetasjon selv om strømmen er forholdsvis svak. Man må regne med at en av årsakene til dette er at substratet er ustabil og i stadig bevegelse. Det gir da liten mulighet for etablering av vegetasjon.

Begroingen øker tydelig fra Grønengstølsvatnet og ned mot Viksdalsvatnet. I den nederste delen av elva er grønnalger ganske fremtredende, og steinene er glatte (blågrønnalger og kiselalger).

Gaularvassdraget, Viksdalsvatnet - Dalsfjorden

Det ble gjort observasjoner og materialinnsamling på 6 lokaliteter (Figur 25).

Lokalitet 1. Utløpet. Bunnen dominert av sand med en forholdsvis rik, brakkvannspåvirket vegetasjon. *Callitriche pedunculata* vokste rikelig i dette området. Denne arten er her i landet bare kjent fra tre nærliggende elvemunninger i Gaular, og fra Førde og Naustdal i Sunnfjord. *Fontinalis* spp. (*F. antipyretica*, *F. squamosa*) vokste helt ned i fjæresonen. De må tåle en ganske sterk brakkvannspåvirkning. De økte i mengde oppover mot fossen. I elvekanten vokste ellers arter som *Caltha palustris*, *Carex recta*, *Cochlearia officinalis* v. *anglica*, *Ligusticum scoticum* og *Lythrum salicaria*.

Lokalitet 2. Ved andre fossen regnet fra osen. Elvebunnen består av fast fjell og stein. Den dominerende arten er *Racomitrium aciculare* som vokste i tette bestander på steinene. Det var ganske sterkt innslag av levermosen *Marsupella emarginata*. Karplantevegetasjonen var svært sparsom.

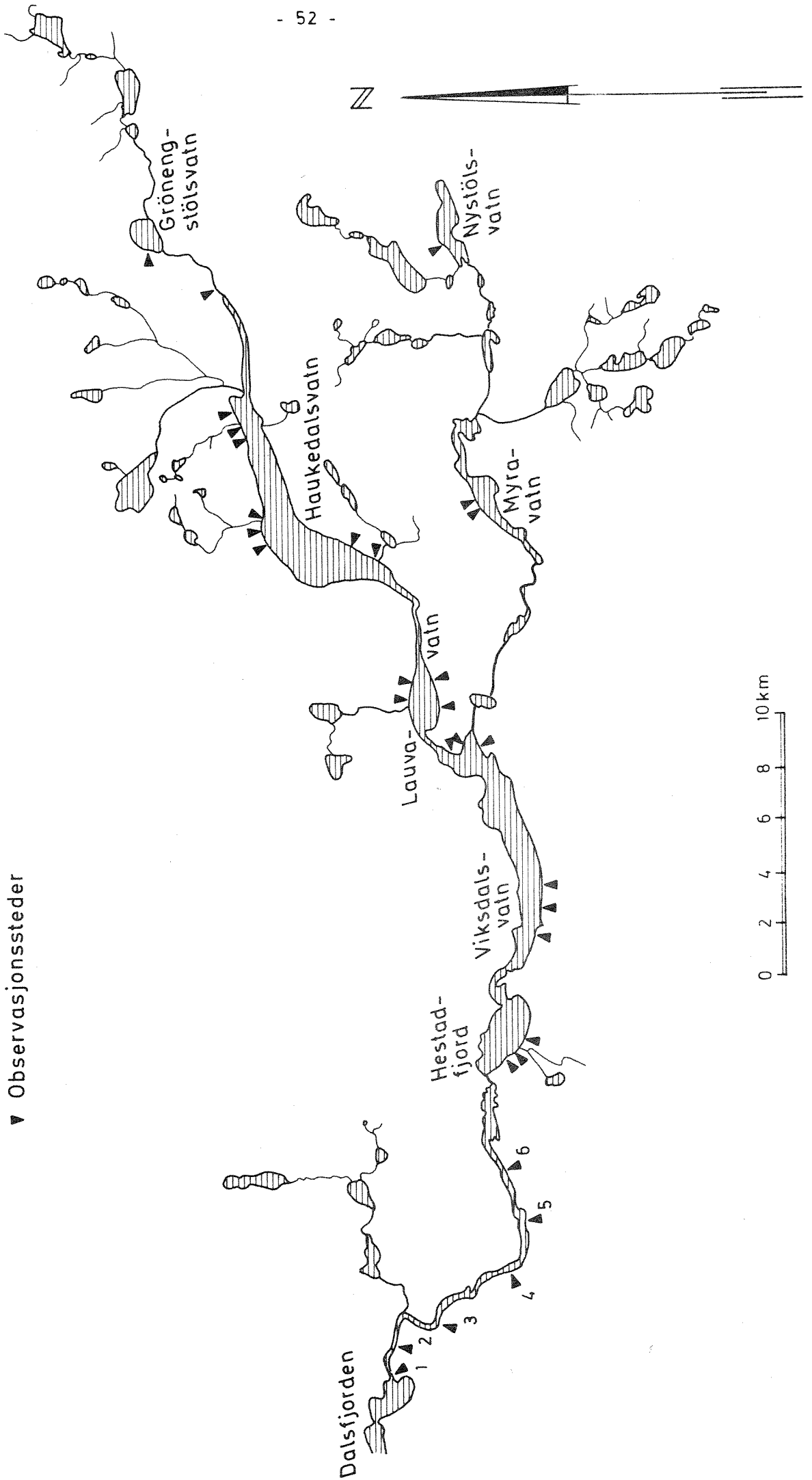
Lokalitet 3. Nær Furnes. Lokaliteten ligger i en bakevje i et sump-terreng - *Equisetum fluviatile* og *Sparganium angustifolium* var dominerende. Ellers var det et sterkt innslag av *Carex rostrata* og *Glyceria fluitans*. Denne vegetasjonstypen er nokså karakteristisk for bakevjene. Lokaliteten var noe forurenset (siloutslipp).

Lokalitet 4. Mellom Furnes og Sande. Sand- og grusbunn med forholdsvis sterk strøm. Svært lite vegetasjon, bare spredte forekomster av levermoser. Det var sterkere begroing med alger enn lengre nede.

Lokalitet 5. Sande. Ovenfor fossen er elva bred og forholdsvis grunn. Bunnmaterialet består hovedsakelig av sand og grus. Ved

Fig. 25 Lokalteter ved vegetasjon- og biomasseundersøkelsene

▼ Observasjonssteder



enkelte bakevjer var det noe sumpete. Vegetasjonen på disse stedene var den vanlige med arter som *Carex rostrata*, *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Glyceria fluitans* og *Scirpus palustris*. Det var spredte forekomster av *Lysimachia thyrsiflora* og *Carex vesicaria*. Mosevegetasjonen var heller sparsom selv om flere arter forekommer. Algebegroingen var mye sterkere enn lengre nede i elva. Mosene var f.eks. helt "sleipe" av alger.

Lokalitet 6. Nedenfor Fossfossen. Elvebunnen storsteinete, sterk strøm. På denne lokaliteten forekommer bare moser og levermoser. Den dominerende arten er *Rhacomitrium aciculare*, men *Marsupella emarginata* er også vanlig. Vegetasjonen er karakteristisk for denne typen bunnsubstrat.

5.4 Biomasseundersøkelse av høyere vegetasjon

Det ble ialt innsamlet ca. 110 bunnprøver, og av disse var det vegetasjon i 64. Følgende metode ble benyttet: Det ble lagt ut profiler på tvers av innsjøen fra land og ut mot dypt vann. Lokalitetene ble valgt ut tilfeldig, men forsøkt plassert spredt i den enkelte innsjø. I noen tilfeller måtte den valgte lokalitet oppgis på grunn av bunnforholdene (for hardt, steinete). Prøvene ble samlet inn ved hjelp av bunnhenter. Typen som ble brukt er noe tyngre enn en Ekmann-bunnhenter, og det er dessuten muligheter for å skru på lodd slik at den kan bli enda tyngre.

Under feltarbeidet viste det seg at det var vansker på noe hardere bunn og spredte steiner. Vegetasjonen ble "kuttet", og man fikk ikke med røtter i prøvene. Ved noe mindre hard bunn ble det "kutt" på sidene. Tyngdepunktet i bunnhenteren ligger også noe høyt slik at den lett vipper over på siden ved hellende bunn.

Vegetasjonsprøvene ble først skyllet i vannet der de ble tatt, og etterpå i springvann. Det viste seg vanskelig å fjerne alger og *Spongilla lacustris* der de forekom. Ved mikroskopisk undersøkelse viste det seg også at det i enkelte prøver var ganske rikt med påvekstalger, særlig diatomeer.

Vegetasjonsprøvene ble lufttørket og oppbevart i denne tilstand til vekstbestemmelse ble utført. *Isoëtes* spp. og *Littorella uniflora* ble delt opp i blad og rot + stengeldel, og disse ble veiet hver for seg i hver prøve.

Prøvene ble tørket i tørkeovn ved en temperatur på 85°C i to døgn. Veiingen foregikk på analysevekt med en nøyaktighet på 0,1 mg.

Da vegetasjonsprøvene først ble lufttørket, må man regne med åndingstap som en feilkilde. Det er grunn til å anta at dette er større hos *Isoëtes* spp. enn hos mosene som tørker hurtigere. Det viste seg også ved tørkingen i tørkeskap at vekttapet var størst hos *Isoëtes* spp. Størrelsen av åndingstapet er vanskelig å anslå, men det kan muligens beregnes til 10-15% pr. vektenhet.

På noe hardere bunnssubstrat må man regne med at rotmassen er ufullstendig da bunnhenteren på slike steder ikke vil slå dypt nok.

Tørrvektmengdene viser stor variasjon på de forskjellige lokalitetene selv på samme dyp. Spesielt på østsiden av Viksdalsvatnet og i Hestadfjorden har vegetasjonen et mosaikkartet preg. I vegetasjonsbeltet var det vegetasjonsløse flekker med tilsynelatende samme bunnssubstrat som på de bevokste delene. Det er vanskelig på grunnlag av de undersøkelser som er foretatt, å gi noen forklaring på dette fenomenet.

I Myravatn er prøvene tatt i bukten inn mot riksvegen, og dette er det mest vegetasjonsrike stedet i innsjøen. Ellers er det svært lite plantevekst, så de få prøvene som er tatt gir bare delvis et riktig bilde av forholdene.

Figur 26 viser tørrvektmengdene i de forskjellige dybdenivåer. På de fleste lokalitetene øker biomassen ned til 4-5 meters dyp, men avtar så sterkt. Jevnt over er det de midterste dybdene (2-4 m) som har de høyeste tørrvektmengdene. I de tilfellene der prøvene nærmest land ligger høyest, kan årsaken være at hellingen er så sterk at det blir et ustabil bunnssubstrat, og dermed dårligere vekstbetingelser.

Fig.26 Fordeling av tørrvektmengder av høyere vegetasjon på forskjellige dybdenivåer

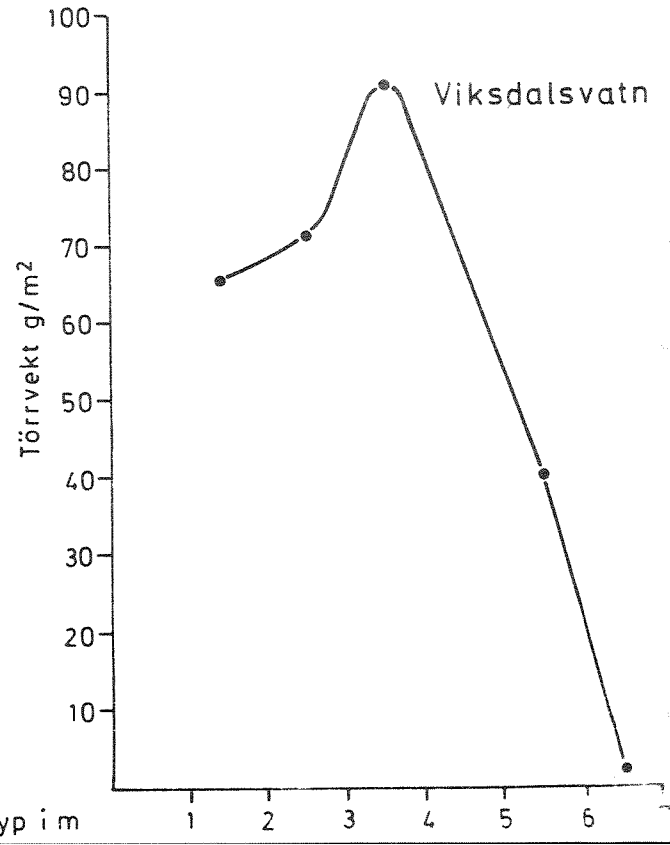
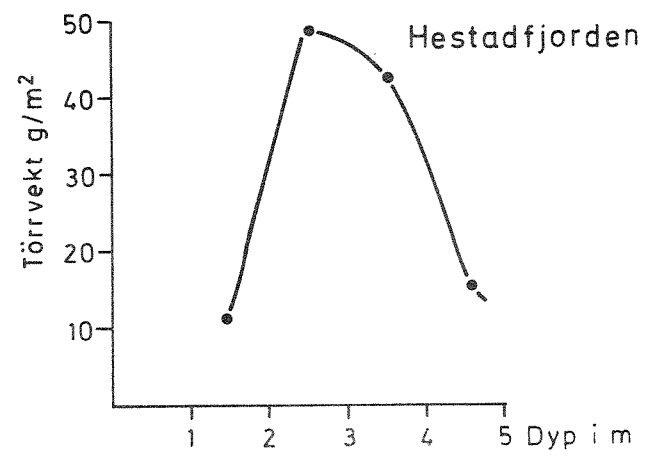
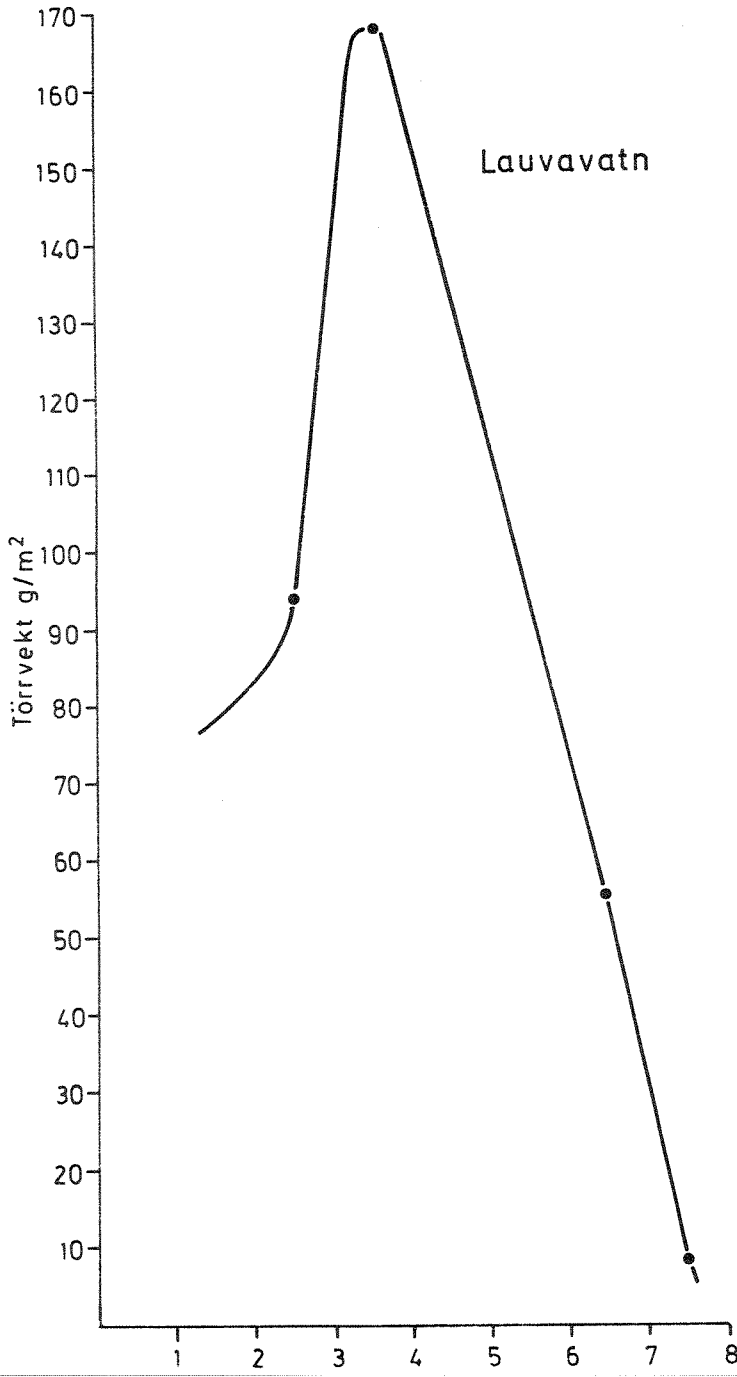
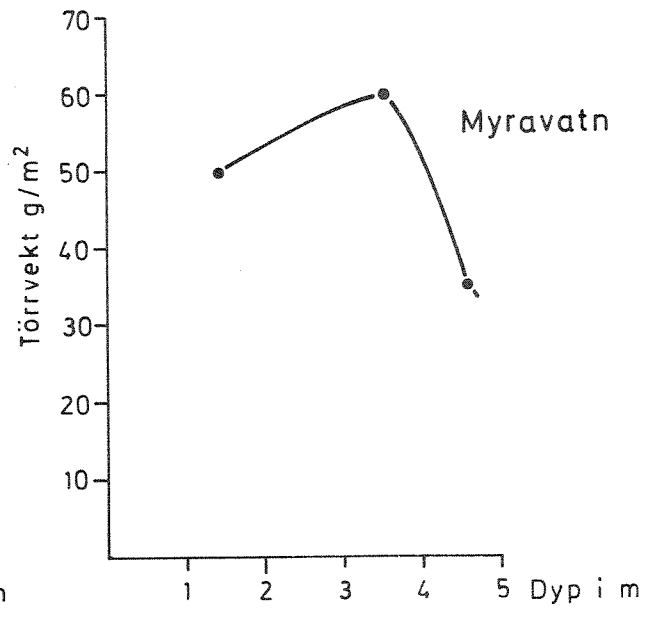
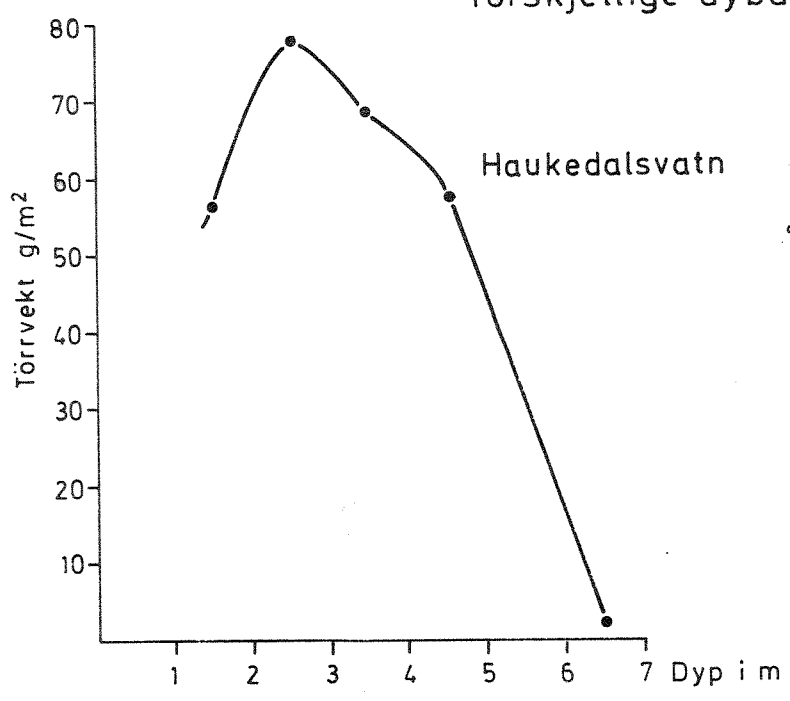
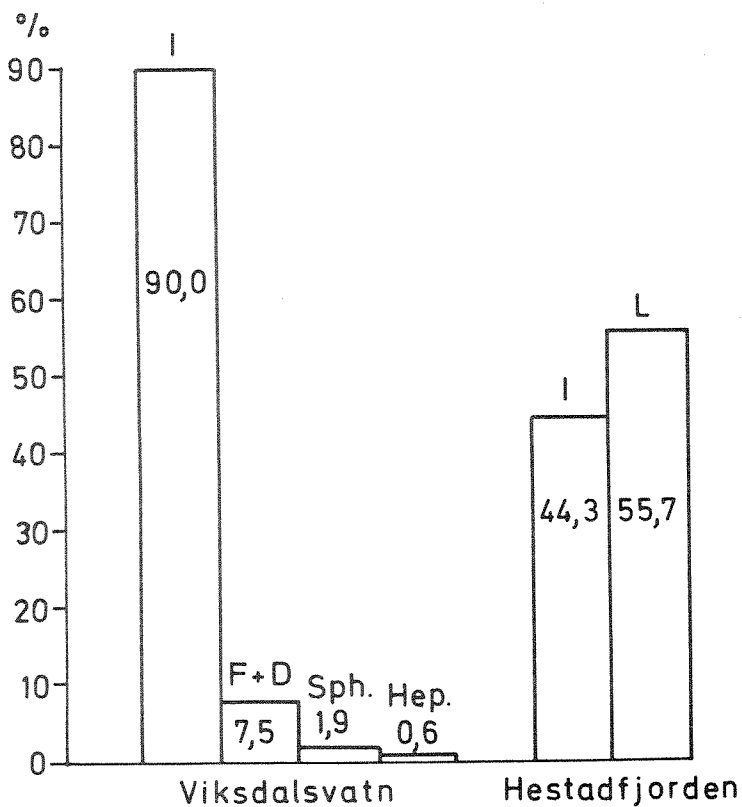
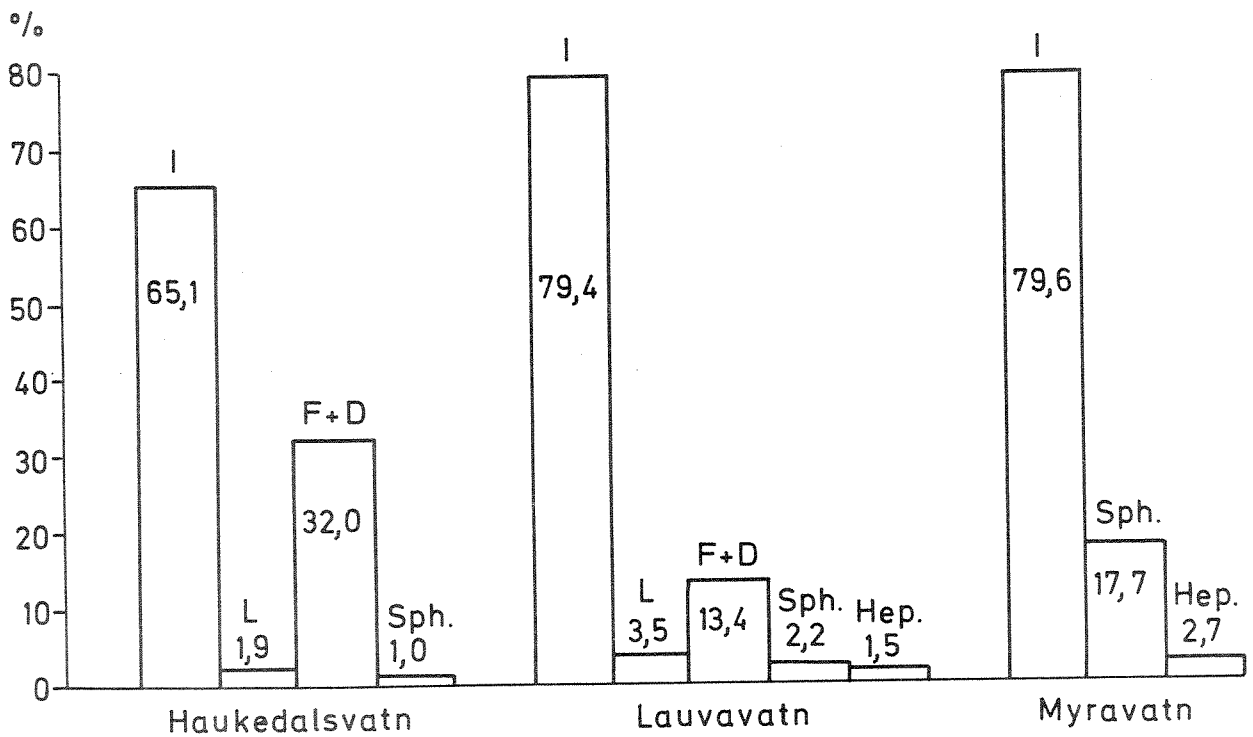


Fig.27 Den prosentvise fordeling av artene etter vekt

I.=Isoëtes spp. L.=Littorella uniflora
F+D= Fontinalis spp.+ Drepanocladus spp.
Sph.= Sphagnum spp. Hep.= Levermoser



Figur 27 viser den prosentvise fordeling av artene etter vekt. Figuren gir et direkte bilde av de generelle inntrykkene fra befarin-
gene langs vassdraget. Det som avviker noe er resultatet fra Hestad-
fjorden, der det i prøvene bare forekommer *Isoëtes* spp. og *Littorella*
uniflora. Årsaken til dette må være at materialet er for lite.

Det er tydelig at *Sphagnum* spp. øker fra Haukedalsvatnet til Viks-
dalsvatnet, mens *Fontinalis* spp. og *Drepanocladus* spp. avtar sterkt.
Årsaken kan være at det er mer organisk materiale i bunnsubstratet på
forholdsvis grunt vann i Lauvavatnet og innerste del av Viksdalsvatnet
enn i Haukedalsvatnet. Dette forholdet sammen med det faktum at
vannet er næringsfattig, gjør en etablering av *Sphagnum* spp. mulig.
Spesielt i den nordvestlige delen av Haukedalsvatnet utgjør *Fontinalis*
spp. en stor prosent av vegetasjonsmassen. Bunnen er der steinete og
forholdsvis fast. I området fra Vikum og mot utløpet består bunn-
substratet av en løsere sand, og der er ikke disse artene så domi-
nerende.

Intensitet av turbulens er avgjørende for på hvilken dybde de finere
partiklene blir sedimentert. Haukedalsvatnet har praktisk talt ingen
beskyttede bukter og er sterkt eksponert for vind. Med dette følger
en stor turbulens, og slammet deponeres først på forholdsvis dypt vann.
De topografiske forhold vil altså være av betydning for utformingen
av vegetasjonen. Den innerste delen av Viksdalsvatnet er delvis
noe bedre beskyttet, men ellers gjelder stort sett de samme forhold
som i Haukedalsvatnet.

De høyeste gjennomsnittelige tørrvektmengdene av høyere vegetasjon
forekommer i Lauvavatn og de laveste i Hestadfjorden. Sammenliknes
de fire innsjøene Haukedalsvatn, Lauvavatn, Viksdalsvatn og Hestad-
fjorden, er resultatene (tabell 5) noenlunde i samsvar med inntryk-
ket fra feltarbeide i disse innsjøene.

Tabell 5. Gjennomsnittlige tørrvektmengder av høyere vegetasjon for den enkelte innsjø.

<u>Lokalitet</u>	<u>Tørrvekt g/m²</u>
Lauvavatn	93,3
Viksdalsvatn	67,8
Haukedalsvatn	57,4
Myravatn	50,2
Hestadfjorden	30,1

Selv om man tar i betraktning de feilkildene som er nevnt ovenfor, må biomasseverdiene karakteriseres som lave. Brettum (1972) fant f.eks. i Øvre Heimdalsvatn en gjennomsnittlig tørrvekt for *Isoëtes lacustris* på 137,2 g/m², og for *Scorpidium scorpioides* 131,7 g/m². Da en så kravfull art som *S. scorpioides* vokser der, må nok Øvre Heimdalsvatn være klart rikere på plantenæringsstoffer enn Gaularvassdraget. Det kan være at de funne verdier i Gaularvassdraget er normale for denne typen av vestnorske innsjøer. Skal man få klarhet i dette, må det foretas liknende undersøkelser også på andre lokaliteter i landsdelen.

5.5 Begroingssamfunn med alger

I dialekten i området betegnes disse samfunn som "sli" eller "slië".

Det er en rekke faktorer som virker sammen og resulterer i den aktuelle algevegetasjon i et vassdrag. Enkelte av disse faktorer er naturgitt, mens andre skyldes menneskelig virksomhet, f.eks. forurensninger og vassdragsreguleringer. Det er en vanskelig oppgave å utrede samspillet mellom disse faktorer og vassdragenes reaksjon på påvirkningene med hensyn til begroingens sammensetning og mengde. Årstidsvariasjoner og vekslende meteorologiske forhold kompliserer bildet ytterligere.

Observasjoner under det biologiske feltarbeidet i Gaularvassdraget viste tydelig at det var algene som på de fleste lokaliteter representerte den største andel av vegetasjonen i vannforekomstene. Diatoméer, grønnalger og chrysophycéer hadde stor mengdemessig betydning på elvestrekningene.

Tabell 6. Gaularvassdraget. Vektbestemmelser av alger.

Prøvetaking: 23. august 1973.

Lokalitet	Alge	Antall prøver	Organisk tørrstoff, g/m ²	
			Maks.	Min. Arit. middel
Stasjon 1 Grønengstølsvatn	Hydrurus foetidus (Vill.) Trev.	11	65	16 39
Stasjon 3 Utløp Haukedalsvatn	Microspora sp.	10	850	36 345
Stasjon 6 Utløp Myravatn	Microspora loefgreni (Nordst.) Lagerh.	5	50	23 33

Tabell 7. Viktige planktonorganismer. Materiale fra 10. mai 1973.

Lokalitet	Haukedalsvatn	Myravatn ^x	Viksdalsvatn
Fytoplankton	Ankistrodesmus falcatus	Tabellaria flocculosa	Ankistrodesmus falcatus
	Arthrodesmus incus	Ubestemte flagellater	Peridinium inconspicuum
	Mallomonas reginae	µ-alger	Rhizolenia longiseta
	Peridinium inconspicuum		Tabellaria flocculosa
	Rhizolenia longiseta		µ-alger
Zooplankton	Cyclops sp.		Bosmina sp.
	Kellicottia longispina		Cyclops sp.
	Keratella quadrata		Keratella quadrata
	Polyarthra sp.		Polyarthra sp.
			Ubestemt protozoo

^x Håvttrekkmateriale ikke innsamlet.

Tabell 8. Viktige planktonorganismer. Materiale fra 23. - 24. august 1973.

Lokalitet	Grønengstøls- vatn	Haukedalsvatn	Nystølsvatn	Myravatn	Viksdalsvatn
Fytc- plankton	Chrysonader	Ankistrodesmus falcatus	Chrysoikos skujai	Chrysonader	Ankistrodesmus falcatus
	Dinobryon cylindricum	Chrysonader Dinobryon cylindricum	Chrysonader	Dinobryon acuminatum	Dictyosphaerium simplex
	Peridinium inconspicuum	Dinobryon sociale var. americanum	Dinobryon cylindricum	Dinobryon cylindricum	Peridinium inconspicuum
	Tabellaria flocculosa	Gloeocystis planctonica	Peridinium inconspicuum	Peridinium inconspicuum	µ-alger
	µ-alger	Peridinium inconspicuum	µ-alger	Tabellaria flocculosa	
Zoo- plankton	Keratella quadrata	Kellicottia longispina	Copepoder	Bosmina sp.	Bosmina sp.
		Keratella cochlearis	Kellicottia longispina	Copepoder	Copepoder
		Keratella quadrata	Keratella quadrata	Kellicottia longispina	Holopedium gibberum
		Polyarthra sp.	Polyarthra sp.	Keratella cochlearis	Polyarthra sp. Rotatorier

Tabell 9. Resultater av kvantitativ bearbeiding av plankton.

Tallene angir antall celler/kolonier pr. liter vann.

+ : små mengder funnet

- : ikke observert.

Date: 10. mai 1973

Organisme-grupper	Lokalitet	Grønngstøls- vatn	Haukedals- vatn	Nystølsvatn	Myrvatn	Viksdals- vatn
CHLOROPHYCEAE			126.000		7.500	243.000
BACILLARIOPHYCEAE			40.000	Materialer ikke	35.000	36.000
CHRYSOPHYCEAE		Materialer ikke	67.000	innsamlet	60.000	+
DINOPHYCEAE		innsamlet	+		+	+
u-alger			1629.000		309.000	1023.000
Zoo-plankton			Mye			Mye

Date: 23.-24. august 1973

Organisme-grupper	Lokalitet	Grønngstøls- vatn	Haukedals- vatn	Nystølsvatn	Myrvatn	Viksdals- vatn
CYANOPHYCEAE		-	+	+	+	-
CHLOROPHYCEAE		5.000	57.000	+	13.000	93.000
BACILLARIOPHYCEAE		4.000	19.000	+	9.000	+
CHRYSOPHYCEAE		100.000	592.000	202.000	320.000	48.000
DINOPHYCEAE		3.000	7.000	5.000	+	+
u-alger		64.000	1398.000	67.000	140.000	873.000
Zoo-plankton		Gjenn. lite	Mye	lite	lite	Svært mye

Det ble ikke foretatt noen detaljert bearbeidelse av algevegetasjonen i Gaularvassdraget. I det følgende rapporteres forekomst av begroingssamfunn fra tre lokaliteter i vassdraget. Lokalitetene er valgt ut slik at de representerer områder av vassdraget hvor det var stor algebegroing.

Feltarbeidet ble utført 23. august 1973. Innsamling av materiale foregikk ved innhøsting av algebevoksninger på steinoverflater. Begroinger som dekket et areal på 100 cm^2 ble skrapet av og samlet i plastposer. På hver lokalitet ble det innsamlet et antall prøver som ble vurdert som dekkende for det aktuelle begroingssamfunn. Prøvene ble undersøkt med hensyn til dominerende organisme og ble benyttet til bestemmelse av tørrvekt og organisk tørrstoff. De tre lokalitetene var utløpsosjer fra innsjøer: Grønengstølsvatn, vanntemperatur $6,1^\circ\text{C}$, *Hydrurus foetidus* dominerende alge. Haukedalsvatn, vanntemperatur $9,2^\circ\text{C}$, *Microspora* sp. dominerende alge. Myravatn, vanntemperatur $8,6^\circ\text{C}$, *Microspora loefgreni* dominerende alge.

Resultatene av vektbestemmelsene er fremstilt i tabell 6.

5.6 Innsjøenes planktonsamfunn

Planktonet i innsjøene ble undersøkt ved hjelp av innsamling av håvtrekkmateriale og kvantitative planktonprøver fra overflatevann. Undersøkelsen ble konsentrert om Grønengstølsvatn, Haukedalsvatn, Nystølsvatn, Myravatn og Viksdalsvatn. Det ble gjort sporadiske observasjoner på andre innsjølokaliteter. Innsamling av håvtrekkmateriale ble gjort med planktonhåv utstyrt med silde som hadde poreåpning 25μ . De kvantitative planktonprøver ble undersøkt etter sedimenteringsmetoden (Utermöhl, 1931, 1958).

De detaljerte resultater er gjengitt i tabeller i datasamlingen. Et sammendrag av de viktigste erfaringer blir behandlet i det følgende. Tabell 7 og 8 gir en oversikt over planktonorganismene som preget vegetasjonen i innsjøene henholdsvis 10. mai 1973 og 23.-24. august 1973. Et sammendrag av resultatene fra den kvantitative bearbeiding av plankton er gjort i tabell 9.

Planktonet er av typisk oligotrof type. Det er tildels relativt artsrike samfunn som utvikler seg i innsjøene, men det er gjennomgående små bestander. Flagellater og diatoméer er særlig viktige i mengdemessig sammenheng.

Innsjøene har stor betydning for hele vassdraget gjennom sin produksjon av plankton som transporteres med vannmassene. Det gjør seg gjeldende er relativt stor økning med zooplankton nedover i vassdraget. Haukedalsvatnet skiller seg ut med et særlig interessant planktonsamfunn. Under våroppblomstringen ble det her funnet et rikt *Rhizosolenia*-plankton (tabell 7).

5.7 Bakteriologiske forhold

Resultatene av de bakteriologiske undersøkelser er ført opp i datasamlingen.

Analyseresultatene fra mai og august 1973 viser høye kimtall. Dette forhold trenger nærmere avklaring og kommenteres ikke her.

Stasjon 2, som er innløpet til Haukedalsvatn, viste i mai et meget lavt innhold av coliforme bakterier med bare 0,5 pr. 100 ml.

Stasjon 3 hadde et lavt innhold med 2 coliforme bakterier pr. 100 ml i mai og tilsvarende 7 i august. Dette er hva man vanligvis finner i rene vannforekomster som har noe tilsig fra fekalier fra beitedyr eller forurensninger fra spredt bebyggelse.

Stasjon 4, som er innløpet ved Viksdalsvatn, viste et høyere tall med 16 coliforme pr. 100 ml i mai og 31 i august.

Stasjon 5, som er utløpet ved Nystølsvatn, hadde 9 coliforme bakterier pr. 100 ml i august.

Stasjon 6, utløpet ved Myravatn, hadde 1 coliform bakterie pr. 100 ml i mai mot 150 i august. Dette gjenspeiler forøket aktivitet i nedbørfeltet i sommerperioden.

Stasjon 7 ved Eldalsosen viste et moderat innhold med henholdsvis 4 og 24 coliforme bakterier pr. 100 ml, og det samme gjorde seg gjeldende for utløp Hestadfjorden, stasjon 8, med henholdsvis 7 og 4 coliforme bakterier pr. 100 ml i mai og i august.

Stasjon 9, som er nedstrøms Sande, hadde et relativt høyere innhold av coliforme bakterier med henholdsvis 32 og 40 pr. 100 ml i mai og i august.

Det samme forhold gjorde seg gjeldende ved stasjon 10, som ligger ved Osen ovenfor fossen. Her var det henholdsvis 45 og 38 coliforme bakterier pr. 100 ml i mai og august.

Den bakteriologiske situasjon i vassdraget er bedømt ut fra dette sparsomme materiale i overensstemmelse med det som er kjent om bosetting og husdyrbruk i området. Vassdraget er i beskjeden grad påvirket av bakteriologiske forurensninger. Imidlertid skal det understrekes at selv under de rådende vannføringsforhold gjorde det seg gjeldende tydelige utslag med øket bakterieforurensning som følge av økning av menneskelig aktivitet i nedbørfeltet gjennom året (håndtering av gjødsel, menneskelig ferdsel, osv.).

5.8 Resultater av vekstforsøk med alger

Det ble utført vekstforsøk med testalgen *Selenastrum capricornutum* for å vurdere gjødslingspåvirkningen av vannmassene i vassdraget. Metoden er beskrevet i: Skulberg, O.: "Algal cultures as a means to assess the fertilizing influence of pollution". Int. Conf. Wat. Pollut. Res., Munich 1966, Vol. 1, Wash., Water Pollution Control Federation, 1967, pp. 113-127.

Frengangsmåten ved disse algekulturforskene er summarisk følgende:

- 1) Vannprøvene ble filtrert gjennom glassfiberfiltere og podet fra en klon av testalgen.
- 2) Vekstforsøket ble gjennomført i kulturkolber som ble ristet for å motvirke stagnerende forhold. Dyrkingen foregikk ved 20°C og i belysning med lysstoffrør som gav 6.000 lux.

3) Veksten ble fulgt med observasjoner av algemengden ved hjelp av telling av celler. Den resulterende vekstkurve uttrykker et mål for mengden av plantenæringsstoffer tilgjengelige for testalgen i den aktuelle vannprøve.

Resultatene av vekstforsøkene angis som $n \cdot 10^6$ celler/l. Uttrykt som dikromattall er 10^6 celler/l ekvivalent med $4,5 \cdot 10^{-2}$ mg O/l.

Det ble gjort vekstforsøk med testalger i vannprøver innsamlet 10. mai 1973 og 23. august 1973. Hovedresultatene av vekstforsøkene er gitt i tabell 10.

Tabell 10. Resultater av vekstforsøk med alger.

Lokalitet	Celleutbytte, millioner celler/l	
	10. mai 1973	23. august 1973
Innløp Haukedalsvatn	3	3
Utløp Haukedalsvatn	2,5	3
Nedstrøms Sande	5,0	6

Celleutbyttet med disse vekstforsøkene var små, og tallene er beheftet med usikkerheter. Likevel viser resultatene en klar tendens med økning i celleutbytte nedstrøms Sande. Dette er en følge av økende bidrag med plantenæringsstoffer (gjødselstoffer) som påvirker vannmassene i vassdraget i mer næringsrik retning. Forurensning med boligkloakkvann er en viktig årsak.

6. GENERELT OM VASSDRAGSREGULERINGER OG RESIPIENTINNVIRKNINGER

Resipientbegrepet brukes her i en vid betydning. Målsettingen for en resipientbruk av et vassdrag er at andre bruksinteresser ikke skal ødelegges, og at hensynet til vassdraget som natur og landskap ikke skal tilsidesettes.

En regulering av et vassdragssystem vil medføre dyptgripende endringer av hydrografiske og biologiske forhold. Det er en rekke faktorer som

Vidar

virker sammen og betinger dette. Oppgaven å utrede samspillet mellom disse faktorene og hva den endrede vassdragstilstand betyr for de ulike funksjoner vassdraget tjener, er både stor og vanskelig.

Uønskede virkninger av slike inngrep gjør seg gjeldende gjennom fysiske, kjemiske og biologiske faktorer som blir forandret. Endringer av vannføring, av strømforhold og vannstand har virkninger for det fysiske og kjemiske miljø som vassdraget naturlig har, og livsbetingelsene for organismene blir derved påvirket. Dette medfører at organismesamfunnene forandrer sammensetning og struktur i områder av et vassdrag som er influert av disse inngrep. Organismesamfunnene gjennomfører ved sine livsprosesser et stoffskifte som er en viktig del av vannforekomstenes evne til selvrensning. Deres forekomst og mengdemessige utvikling har konsekvenser for vassdragets brukbarhet for ulike formål.

Innsjøene i et vassdragssystem som reguleres, blir påvirket gjennom endring av vannmassenes oppholdstider og andre fysiske forandringer som følger. Dette har konsekvenser for produksjonsforhold i de fri vannmasser (plankton) og for organismesamfunnene i strandområdene. Ved kunstige vannstandsvekslinger kan produksjonsforholdene i benthosamfunnene fullstendig endres. Disse påvirkninger av primærproduksjonen har igjen konsekvenser for det øvrige liv i innsjøene, f.eks. med hensyn til produksjon av fisk. Innsjøer som er utsatt for forurensningspåvirkning, gjennomløper en eutrofiutvikling. Endrede gjennomstrømningsforhold som en vassdragsregulering kan innebære, vil ha konsekvenser for innsjøenes eutrofiering.

Tidspunkt og varighet av lav vannstand er av stor viktighet for de biologiske forhold i vassdraget. Dette henger nøye sammen med hvordan fysiske faktorer påvirkes. Oppvarmingen av vannet om sommeren og frost og isvirkninger om vinteren er betydningsfulle faktorer.

For elvestrekninger som blir influert av reguleringer, er det særlig forandringene av fortynningsmulighetene og innflytelsen på selvrensningsprosessene som har betydning for elvenes videre brukbarhet som resipienter for avløpsvann.

temperatursvakt

En mindre vannføring i vassdraget betyr en forsterkning av forurensningenes gjødslingsevne på vannmassene. Dette vil gjøre seg gjeldende såvel i områder med strømmende vann som i innsjøer. Dette forhold, sammen med at fortynningsmulighetene blir forandret, vil i stor grad redusere vassdragets brukbarhet som resipient. Reduserte muligheter for å benytte vassdragets evne til selvrensning betyr generelt at tekniske tiltak må gjennomføres i større utstrekning for å oppnå tilfredsstillende løsninger av forurensningsproblemene.

Ved tidligere reguleringer har fastsettelse av minstevannføring ofte vært gjort ut fra rent kraftverkstekniske og økonomiske hensyn. Bare i mindre utstrekning har vassdragets forhold blitt tatt med i vurderingene. Skader og ulemper er forsøkt kompensert med økonomisk erstatning eller i beskjeden grad med tiltak i vassdraget. V. A. A.

Det er et spørsmål ved den videre behandling av norske vassdrag hvordan dette skal bedømmes og praktiseres. Problemstillingen er bl.a. om det er riktig å ta så mye vann ut fra et vassdrag at det bare skal være noedtørftige vannmasser tilbake for å unngå alvorlige forurensningssituasjoner, eller om det skal gjøres bestrebelser for å opprettholde dalførenes vassdrag i natur- og samfunnsmessig sammenheng også ved en regulering. D. A. A.

I det siste tilfelle må bl.a. biologiske og hydrografiske kriterier legges til grunn ved bestemmelse av minstevannføring og styring av vannføring i vassdraget. B. A. A.

7. NOEN REGULERINGSVIRKNINGER I GAULARVASSDRAGET

Det knytter seg mange interesser til Gaularvassdraget, som f.eks. utnyttelse til vannforsyningformål, fiske, resipientbruk, kraftverkinteresser, forskningsinteresser m.m. Gaularvassdraget er i natur-sammenheng en del av landskapet hvor mennesker lever og har sitt virke. Det rommer store biologiske produksjonsmuligheter. Vassdraget er av grunnleggende betydning for samfunnsutviklingen i dalføret.

Gaularvassdraget kan imidlertid ikke tilfredsstillende alle bruksområder uten at det har konsekvenser for vannmassenes kvalitet, og uten at de

økologiske forhold i vassdraget blir forandret. Dette er dokumentert gjennom de undersøkelser som er foretatt.

Målsettingen for Gaularvassdraget vil være som for andre vassdrag:

Å sikre tilgangen på tilfredsstillende vann til husholdning, jordbruk og industri. ✓

Å opprettholde og verne om betydningen vassdraget har som natur og utvikle produksjonsmuligheter knyttet til vassdraget. ✓

Å ivareta vitenskapelige og kulturelle verdier knyttet til Gaularvassdraget, og å skape harmoni mellom vassdraget og samfunnet det skal tjene. ✓

Bestrebelsene bør gå ut på å bevare vassdraget for en mangesidig bruk. For å kunne realisere en slik målsetting må vassdraget forvaltes og brukes som en sammenhengende naturressurs. De enkelte bruksinteresser må vurderes mot hverandre, og lokale og sektorielle hensyn må ikke veie for tungt i denne bedømmelsen. Kunnskap om Gaularvassdraget er en nødvendig forutsetning for rasjonell bruk og vern av vassdraget. ✓

De vurderinger som blir gjort i det følgende, tar utgangspunkt i søknaden om tillatelse til reguleringer og overføringer i Gaularvassdraget fra Sogn og Fjordane Kraftverk og de foreliggende resultatene fra vassdragsundersøkelsene som er utført. Når det gjelder fiskeribiologiske konsekvenser vises det til rapport fra Konsulenten for ferskvannsfisket i Vest-Norge (Bergen 2/74). Viktige holdepunkter om bunndyrfaunaen er gitt i rapport fra Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske, Universitetet i Bergen (Rapport nr. 8, januar 1974).

7.1 Vassdragsreguleringens omfang

Det er en meget omfattende regulering av vassdraget som er planlagt. Gaularvassdraget blir berørt på hele sin utstrekning fra fjell til fjord. En rekke innsjøer i nedbørfeltet vil bli brukt som magasiner eller får sine miljøbetingelser endret. Utbyggingen av Gaularvass-

draget innebærer store inngrep i naturforhold. Vassdragsreguleringen vil ha vidtgående konsekvenser for den alminnelige bruk av vassdraget.

7.2 Vannkvalitet

Wasserqualität

Naturforholdene i nedbørfeltet preger i dag vannkvaliteten i vassdraget. Det ble ikke observert forurensningsvirkninger som hadde nevneverdig betydning for vannkvaliteten utover rent lokale områder. Vannmassene i nedbørfeltet er elektrolyttfattige, svakt sure og har et lavt innhold av plantenæringsstoffer.

De foreslåtte vassdragsreguleringer vil ha uheldige konsekvenser for vannkvaliteten. Vannet i Gaularvassdraget har fra naturens side liten bufferkapasitet. Tilførsler av forurensninger og surt vann vil etter reguleringsinngrepet kunne gjøre seg sterkere gjeldende. Både fortynningsmuligheter og selvrensningsevne i vassdraget vil bli påvirket i negativ retning og resultere i en redusert vannkvalitet i vassdraget.

Det er fremdeles beskjedent kjennskap til kvalitetsendringer i vannmasser som føres gjennom tunnelsystemer, sammenliknet med at vannet får renne på naturlig måte i åpne bekke- og elvesystemer.

7.3 Vannforsyninger

Vassdraget tjener i dag i en viss utstrekning vannforsyningsformål for befolkning og jordbruksvirksomhet.

Vannforsyningsforholdene i de deler av dalføret hvor elvens vannføring vil reduseres, kan bli skadelidende. Dette gjelder både vannforsyninger som direkte er basert på vann fra vassdraget, eller som har grunnvannsforsyning med infiltrering av vann fra vassdraget. En sterkere grad av forurensning eller en senket grunnvannsstand kan betinge dette.

Det vil imidlertid med de vanntilganger som finnes i dalføret og med tekniske tiltak ikke være problemer i overskuelig fremtid med å skaffe tilfredsstillende vannforsyning til de lokale samfunn hvis dette planlegges i sammenheng med utbyggingen.

bn 27

7.4 Resipientbruk

Vassdragets resipientkapasitet er avhengig av en rekke fysiske, kjemiske og biologiske faktorer. Generelt vil en liten elv være en svakere resipient og kreve mer omfattende rensetekniske tiltak enn en stor elv.

Det er karakteristisk for Gaularvassdraget i dag at til tross for en tilnærmet ukontrollert bruk av vannet som resipient for avfall, kloakkutslipp, avrenning fra dyrket mark og bidrag fra håndtering av gjødselstoffer og silopress-saft, er det i en relativt god kvalitetsmessig tilstand. Dette henger sammen med stor vannføring, selvrensningsprosesser og liten menneskelig aktivitet i forhold til vassdragets størrelse.

Med den endrede vannføring i vassdraget som reguleringen innebærer, vil dette bli anderledes. Spesielt på strekningene av vassdraget hvor vannføringen blir sterkt redusert, kommer det til å bli tydelige utslag av forurensningsvirkninger av belastningene fra den nåværende jordbruksvirksomhet og bosetting i dalføret.

Med den eksisterende befolkning og virksomhet i de aktuelle deler av nedbørfeltet, vil det etter en eventuell regulering være mulig å ta hånd om avløpsvannet fra tettstedene på en slik måte at sjenerende forurensningsvirkninger ikke blir fremtredende. Dette forutsetter bruk av inngående rensetiltak og naturlige hjelpemidler for behandling av forurensningsproblemene, samt at minstevannføringen tilpasses behovet for resipientvann. Påvirkning fra spredt bebyggelse og jordbruksvirksomhet er alltid vanskelig å bringe under kontroll og vil representere et problem for vassdraget. Disse resipientproblemene vil bli vesentlig forsterket etter en regulering av Gaularvassdraget.

Den kommende samfunnsutvikling i Gaular er lite utredet, og det er heller ikke utarbeidet planer for bruk av nedbørfelt eller vassdrag. Inngrepet i vannføring vil ha betydelige negative konsekvenser for vassdragets bruk som resipient i dag og i fremtiden.

7.5 Biologiske produksjonsforhold

Produksjonsbiologiske undersøkelser er bare delvis utført i vassdraget. De erfaringene som foreligger, viser at Gaularvassdragets innsjøer og elver tilhører den oligotrofe type med relativt beskjeden biologisk produksjon. Vannarealene har imidlertid stor utstrekning, og det er store vannvolumer knyttet til vassdraget. Dette innebærer at vassdraget rommer en betydelig aktuell og potensiell biologisk produksjonskapasitet.

Det er enkelte områder av Gaularvassdraget som markerer seg i produksjonsbiologisk sammenheng ved at de er spesielt fruktbare. Blant innsjøene hører f.eks. Haukedalsvatnet og Viksdalsvatnet med til disse. De hydrobotaniske undersøkelser sammen med resultatene av de fiskeribiologiske undersøkelser, understøtter hverandre. Det trenges videregående studier til å forstå årsaksforholdene som medfører disse innsjøenes biologiske yteevne. Sannsynligvis er det tilstede særlig effektive næringskjeder som fører fra primærproduksjon (terrestrisk og akvatisk) frem til fisk.

Her skal det understrekes viktigheten av å ta vare på fruktbare produksjonssystemer. Det er en utbredt forståelse for betydningen av å verne om jordressurser som kan gi grunnlag for biologisk produksjon. Tilsvarende bør det gjøres bestrebelser på å verne de fruktbare vannforekomster som rommer slike forutsetninger. Regulering kan gjøre uopprettelig skade på produksjonssystemer som er utviklet gjennom lange tidsrom.

7.6 Begroing i vassdraget

Gaularvassdraget har sine karakteristiske samfunn av planter og dyr som gjennom årtusener er tilpasset naturforholdene i nedbørfeltet. Det er et nøye samspill mellom miljøfaktorer og vegetasjon og fauna. Vannet og de levende komponenter utgjør et hele. Organismesamfunnene gjennomfører ved sine livsprosesser et stoffskifte som er en viktig del av vannets evne til selvrensning. Deres forekomst og mengdemessige utvikling har konsekvenser for vassdragets brukbarhet for ulike formål og vannets kvalitet.

En regulering av Gaularvassdraget vil i stor utstrekning forandre vegetasjonsforholdene både på elve- og innsjøstrekninger. I noen sammenhenger vil vegetasjon bli ødelagt eller skadelidende, i andre sammenhenger vil en vesentlig stimulering av begroing finne sted.

Når utviklingen av vegetasjon overskrider grenser der det inntreffer praktiske vanskeligheter (i videste betydning) for bruken av vassdraget, sier vi at begroingsproblemer gjør seg gjeldende. Det er grunn til å regne med at slike problemer vil kunne gjøre seg betydelig gjeldende i Gaularvassdraget hvis reguleringen gjennomføres.

Vegetasjonen i Gaularvassdraget består av en rekke ulike planteslag. Hvert av disse har innordnet seg i bestemte livsrom i vassdraget, alt etter de krav de enkelte planter har til lys, bunntype, temperatur, toleranse med hensyn til tørrleggingsperioder, toleranse til hydrostatisk trykk, strømningsforhold osv. Reguleringen vil innebære forandringer i vannføring og vannstand. Dette vil virke ødeleggende på det opprinnelige plantelivet som er vel tilpasset den naturgitte variasjon i forholdene.

Noen sannsynlige vegetasjonsendringer i Gaularvassdraget ved en regulering kan nevnes. Bruken av innsjøene som magasiner eller hvor det blir kunstige vannstandssenkninger, vil medføre en nærmest fullstendig utryddelse av høyere vegetasjon. Typisk for innsjøene i Gaularvassdraget er det vegetasjonsfattige beltet ned til et dyp på ca. 125 cm. Hovedmassen av vegetasjon forekommer i dybdeområdet 125-400 cm og med mer spredte bestander ned til ca. 1000 cm. En senking av vannstanden i f.eks. Haukedalsvatnet med 500 cm kan føre til at hovedmassen av høyere vegetasjon vil bli ødelagt.

Vegetasjonen på elvestrekningene er preget av alger, hygofile moser og levermoser. Endringer av fysiske og kjemiske faktorer i vannmassene som følge av en regulering, vil medføre nye begroingssamfunn. I hovedtrekk vil dette arte seg som en øket forekomst av undervannsvegetasjon dominert av spesielle arter av høyere planter og tildels masseutvikling av alger i vegetasjonsperioden.

Et velkjent problem knyttet til algeutvikling som har gjort seg gjeldende i flere regulerte vassdrag, er dannelsen av "slam" nedstrøms utslipp fra tunneler. Dette "slam" (sly, vesentlig alger) fester seg til fiskeredskap garn, osv. og ødelegger for utøvelse av fiske. For Gaularvassdragets vedkommende viser de utførte undersøkelser at det er stor sannsynlighet for at slike problemer kan oppstå (f.eks. i Haukedalsvatn og Viksdalsvatn) ved gjennomføringen av den påtenkte regulering.

7.7 Noen naturvitenskapelige verneinteresser

Gaularvassdraget er innenfor "Project Aqua" fremhevet som typevassdrag med stor vitenskapelig verneverdi. Det bør bevares da det hører blant de siste i Sogn og Fjordane og i landsdelen som ikke er gjenstand for vassdragsregulering (Eva Hasselknippe, Project Aqua, Oslo 1972). Med sin utstrekning fra Jostedalbreen til Dalsfjorden med varierte naturforhold og innsjørikdom, gir vassdraget utmerkede forskningsmuligheter. Nedbørfeltets øvre områder bør vurderes i sammenheng med nasjonalparker for Vestlandet. Fra vassdragsundersøkelsene kan spesielt nevnes enkelte interessante forekomster som *Callitriche pedunculata*, *Drepanocladus trichophyllus* (vestgrense i området) og *Fontinalis hypnoides* (hittil eneste kjente lokalitet i Sogn og Fjordane). Haukedalsvatnets organismsamfunn er av en særlig interessant type (f.eks. *Rhizosolenia*-plankton).

8. SAMMENDRAG OG TILRÅDNINGER

1. Det er utført en vassdragsundersøkelse av Gaularvassdraget. Resultatene belyser naturforhold og påvirkning av vassdraget fra menneskelig virksomhet. gh
2. Grunnlagsdata om vassdraget er fremskaffet til vurdering av resipientforhold. Tiltak som kan minske skadevirkninger og ulemper som følger eventuelle inngrep i vannføring, må bygge på kunnskap om vassdraget. gh
3. Resultatene fra undersøkelsen dokumenterer tilstanden i vassdraget i observasjonsperioden. Materialet kan danne utgangspunkt for en

kontroll av utviklingen i Gaularvassdraget. Virkninger av forurensninger og eventuelle inngrep i vannføring kan følges opp.

4. Målsetting for bruken av vassdraget i fremtiden foreligger ikke formulert. Helhetsvurderinger for den samlede bruk av vassdraget bør utarbeides. Bruken av vassdraget som resipient inngår som en del og er underordnet dette.
5. Nedbørfeltet til Gaularvassdraget hører til de særlig vannrike områder i landet. Selvrensningsprosesser i slike vassdrag er lite studert. Det foreligger beskjedne erfaring om resipientproblemer og deres behandling i nedbørfelt av denne type. Dette innebærer usikkerheter ved vurderinger av konsekvenser av inngrep i vannføring.
6. Den foreslåtte vassdragsregulering utgjør et drastisk inngrep i Gaularvassdragets naturforhold. Det vil bli vidtgående konsekvenser for den alminnelige bruk av vassdraget. Vassdragsreguleringen er i det foreslåtte omfang ikke forenlig med en harmonisk bruk av vassdraget i sammenheng med samfunnsutviklingen i dalføret. Verdifulle vannforekomster vil bli vesentlig utsatt for skade.
7. Det bør bli gitt anledning til å benytte resultatene fra gjennomførte og videregående undersøkelser til å utarbeide retningslinjer for bruk av Gaularvassdraget. I en slik arbeidsoppgave inngår det å beskytte vannkvalitet og biologisk produksjonskapasitet samtidig som vassdraget skal kunne nyttiggjøres til energiformål, vannforsyning, resipient og til øvrige almene behov.
8. Det er en viktig oppgave å sikre sidevassdrag til hovedvassdraget mest mulig uberørt av reguleringsinngrep og andre påvirkninger. Et utredningsarbeid bør gjennomføres for dette formål som kan omfatte aktuelle innsjøer, elver og våtmarker i nedbørfeltet.