

O-87103

# **Kløtveitvassdraget**

## Sogn og Fjordane

Vannkvalitet og effekter  
av planlagte reguleringer i  
Kløtveitelva

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

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

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 03 3

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 75 2

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

Prosjektnr.: 0-87103
Undernummer:
Løpenummer: 2043
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Kløvtveitvassdraget, Sogn og Fjordane. Vannkvalitet og effekter av planlagte reguleringer i Kløvtveitelva.	Dato: 6.10.1987
	Prosjektnummer: 0-87103
Forfatter (e): Jarl Eivind Løvik Pål Brettum Bjørn Rørslett	Faggruppe: VASSDRAG
	Geografisk område: Sogn- og Fjordane, Hordaland
	Antall sider (inkl. bilag): 25

Oppdragsgiver: Bergenshalvøens kommunale kraftselskap	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: De undersøkte innsjøene og elvene hadde næringsfattige og sure vannmasser med liten bufferkapasitet mot sur nedbør. Nedre del av Engesetelva/Storelva var imidlertid noe påvirket av næringsalter fra bebyggelsen og jordbruket. Utbygging etter alternativ C ventes å gi moderate effekter på vannkvaliteten, mens en regulering etter alternativ D trolig vil medføre økte forurensningsproblemer i Engesetelva/Storelva.
--

4 emneord, norske:

1. Kløvtveitelva
2. Vannkvalitet
3. Vassdragsregulering
- 4.

4 emneord, engelske:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

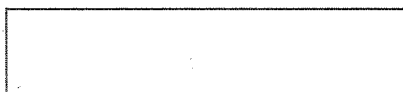
Prosjektleder:

Vilhelm Bjerknes  
(sign.)

For administrasjonen:

*Bjørn Rørslett*

*Bjørn Rørslett*



0-87103

**KLØVTVEITVASSDRAGET, SOGN OG FJORDANE**

**VANNKVALITET OG EFFEKTER AV PLANLAGTE  
REGULERINGER I KLØVTVEITELVA**

Saksbehandler: Vilhelm Bjerknes  
Medarbeidere: Jarl Eivind Løvik  
Pål Brettum  
Bjørn Rørslett  
For administrasjonen: Bjørn Faafeng

## I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

Avsnitt	Side
FORORD	1
KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG	2
1 INNLEDNING . . . . .	4
2 OMRÅDEBESKRIVELSE . . . . .	4
2.1 Generelt . . . . .	4
2.2 Berggrunn og løsmasser . . . . .	4
2.3 Vegetasjon . . . . .	4
2.4 Klima . . . . .	6
2.5 Bosetting, arealbruk, forurensing og vannforsyning . . . . .	6
3 UTBYGGINGSPLANER . . . . .	7
4 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN . . . . .	7
5 UNDERSØKELSER I INNSJØENE . . . . .	8
5.1 Fysisk-kjemisk vannkvalitet . . . . .	8
5.2 Planteplankton og primærproduksjon . . . . .	12
5.3 Dyreplankton . . . . .	15
6 UNDERSØKELSER I ELVENE . . . . .	17
7 VANNKVALITET OG REGULERINGSVIRKNINGER . . . . .	19
LITTERATUR	21
VEDLEGG	22

## FORORD

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har undersøkt vannkvaliteten i Kløvtveitelva og tilstøtende vassdrag i Sogn og Fjordane og Hordaland. Undersøkelsen er gjort for Bergenshalvøens kommunale kraftselskap (BKK).

Feltarbeidet er utført av Jarl Eivind Løvik og Vilhelm Bjerknæs. Saksbehandler har vært Vilhelm Bjerknæs ved NIVAs Vestlandsavdeling. Jarl Eivind Løvik har vurdert vannkjemi og zooplankton. Pål Brettum har analysert planteplankton og Bjørn Rørslett har vurdert konsekvenser av de planlagte reguleringene.

## KONKLUSJONER

---

- Vannkvaliteten i Kløvtveitelva og øvrige undersøkte vassdrag er preget av sure og næringsfattige forhold.
  - Det er påvist lokal næringstilførsel i nedre del av Engesetelva/Storelva.
  - De biologiske observasjonene (plante- og dyreplankton) viser at samtlige innsjølokaliteter er meget næringsfattige og har lav produksjonsevne.
  - Konsekvenser ved utbygging etter alt. C og D er vurdert.
  - Regulering i henhold til alt. C ventes å få moderate effekter på vannkvaliteten i området.
  - Ved gjennomføring av alt. D vil antakelig vannkvaliteten i øvre deler av Engesetelva forverres. Vanninntaket ved Brekke vannverk må vurderes flyttet til Botnavatnet. Forurensningsproblemene i nedre deler av elva vil trolig øke i betydelig grad.
- 

## SAMMENDRAG

De undersøkte vassdragene ligger i kommunene Gulen (Sogn og Fjordane) og Masfjorden (Hordaland). Prøveinnsamling fant sted i tiden 6 - 11. juli 1987. Undersøkelsen omfatter følgende innsjøer og elver: Kløvtveitvatnet med Kløvtveitelva, Transdalsvatnet med Daleelva, Austgulvatnet med Steinsdalselva, Botnavatnet med Engesetelva/Storelva samt en stasjon i Yndesdalsvassdraget.

Vannet var saltfattig og svært surt på alle prøvetakingsstasjonene. Surhetsgraden varierte fra pH 4.77 til pH 5.28. Innholdet av kalsium og hydrogenbikarbonat var lavt og viser at vannmassene er sårbare overfor tilførsler av sure komponenter (sur nedbør). Innsjøenes siktedyp varierte fra 6.0 m i Austgulvatnet til 10.0 m i Transdalsvatnet. Alle innsjøene var lite humuspåvirket med fargeverdier på 4 - 15 mg Pt/l.

Innsjøene var utpreget næringsfattige med lave verdier for totalfosfor

(2  $\mu\text{gP/l}$ ), ortofosfat, totalnitrogen ( $< 200 \mu\text{gN/l}$ ) og nitrat. Dette understøttes av svært lite planteplankton dominert av gruppene gullalger (Chrysophyceae) og " $\mu$ -alger". Beregnet primærproduksjon var også lav i alle innsjøene. Dyreplanktonet var artsfattig og hadde en sammensetning som er typisk for sure, næringsfattige lokaliteter med lite beitepress fra planktonspisende fisk.

Konsentrasjonene av næringsalter var svært lave i Kløvtveitelva, Dal-elva, Steinsdalselva og øverste stasjon i Engesetelva. På nederste stasjon i Engesetelva/Storelva var næringssaltinnholdet høyere, noe som tyder på en viss påvirkning fra jordbruk og befolkning på denne elvestrekninga.

Utbygging av Kløvtveitvassdraget etter alt. C ventes å få beskjedne konsekvenser for vannkvaliteten.

Alt. D vil medføre meget uheldige konsekvenser for Engesetelva/ Storelva på nedre strekninger. På den øvre strekningen vil vannføringen bli avhengig av forholdene i restfeltet og forsuring kan gjøre seg sterkere gjeldende. Vanninntaket ved Brekke vannverk må vurderes flyttet til Botnavatnet. Vannkvalitetsendringene forøvrig ved alt. D ventes å bli omlag som ved alt. C.

## 1 INNLEDNING

Bergenshalvøens kommunale kraftselskap (BKK) planlegger utbygging av vannkraft i Kløvtveitvassdraget, Sogn og Fjordane fylke. I brev av 16.juni 1987 ba BKK Norsk institutt for vannforskning (NIVA) å vurdere vannkvaliteten i vassdraget i samband med disse planene slik at effekt av de ulike reguleringsplanene kan klarlegges.

## 2 OMRÅDEBESKRIVELSE

### 2.1 Generelt

De berørte nedbørfeltene ligger hovedsakelig i Gulen kommune, noe også i Masfjorden, ytterst i Sognefjorden. Kløvtveitvatnet og Kløvtveitelva (nedbørfelt 5.0 km<sup>2</sup>) renner ut i Austgulfjorden (Fig. 1). Transdalsvatnet og Austgulvatnet drenerer til Yndesdalsvassdraget via Daleelva (8.5 km<sup>2</sup>) og Steinsdalselva (8.5 km<sup>2</sup>) henholdsvis. Botnavatnet har avløp nordaustover til Sognefjorden via Engesetelva/Storelva (16.5 km<sup>2</sup>). Samlet areal for alle vassdragene er 38.5 km<sup>2</sup>.

Transdalsvatnet ligger 399 m.o.h., Kløvtveitvatnet 407 m.o.h., Austgulvatnet 384 m.o.h. og Botnavatnet 453 m.o.h. De høyeste fjellene i området er på 550 - 680 m.o.h.

### 2.2 Berggrunn og løsmasser

Berggrunnen er omdannet grunnfjell, i hovedsak gneis/granitt. Det er mye fjell i dagen og svært lite løsmasser, men mindre partier med tynt morenedekke fins, samt en del ur og noe sand og grus der elvene renner ut i fjorden.

Berggrunnen og løsmassene gir liten bufring av nedbøren og området er av den grunn sårbart overfor forsuring (jfr. Skartveit et al. 1979).

### 2.3 Vegetasjon

Atlantisk bjørkeskog med noe rogn, einer og selje samt bærlyng og bregner eller torvmark er dominerende vegetasjonstyper. Blandingskog og furuskog med innslag av eik er vanlig i nedre deler av Transdalen og Steinsdalen. I Engesetdalen er det plantet en del gran. Skoggrensa ligger 400 - 500 m.o.h. Myr og sumpmark er vanlig både over og under skoggrensa, bl.a. et større område ved Austgulstølen.



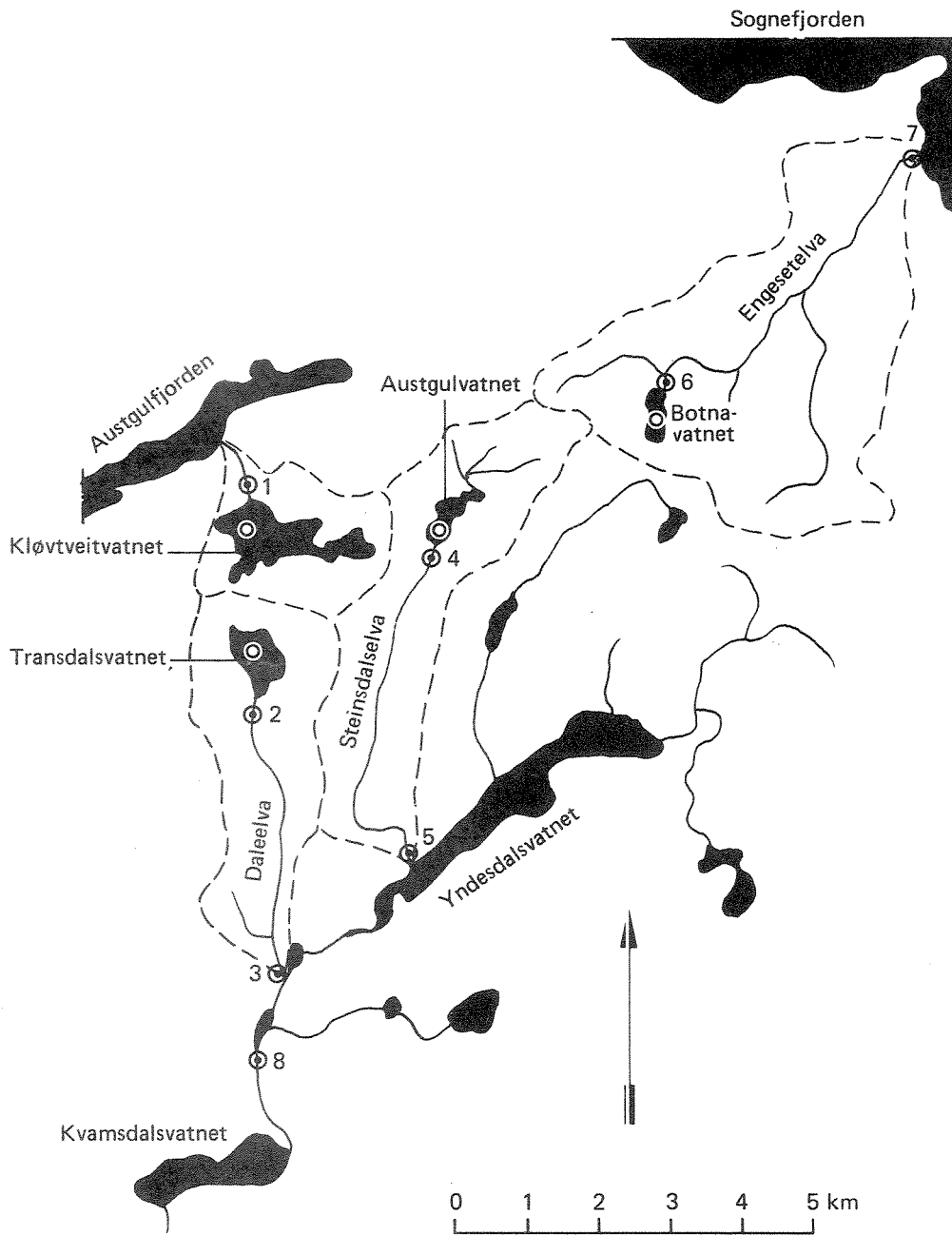


Fig. 1. Undersøkellesområdet. Elv- og innsjøstasjoner avmerket.

## 2.4 Klima

Området har et typisk maritimt klima og ligger i maksimalsonen for nedbør på Vestlandet. Avrenningsdata fra Kløvtveitvatnet indikerer at årlig nedbørhøyde i feltet er godt over 4000 mm (Samla Plan, Vassdragsrapport 268). Værstasjonen Modalen er trolig den mest representative for området. Den har normal julitemperatur på 15 °C og januar-temperatur på -2 °C.

## 2.5 Bosetting, arealbruk, forurensing og vannforsyning

Engesetelva/Storelva fra Botnavatnet til sjøen er resipient for 265 bosatte. Her ligger 35 gardsbruk med totalt 2070 da dyrkamark, 350 storfe og vel 1000 sauer. Ved Tynning i Engesetdalen er det et kloakkutslipp for omlag 110 p.e. Dette er planlagt sanert og ført til sjøresipient (data fra Samla Plan, Vassdragsrapport 268). I følge Teknisk etat i Gulen kommune er det noe forurensningsproblemer i nedre deler av Engesetelva/Storelva. Tilførsler vesentlig fra jordbruk hevdes å skape disse problemene.

På Austgulstølen ved Austgulvatnet er det 5 - 6 sætre som i dag mest brukes som hytter da stølsdrifta er nedlagt. Områdene brukes ellers som utmarksbeite for sau.

I de øvrige vassdragene er det ingen andre resipientinteresser som vil bli berørt av en eventuell utbygging.

Brekke Vassverk forsyner ialt ca. 800 p.e. medreknet vann til husdyr. Vannverket har inntak i Engesetelva ved Engeset. Vannføringa har i perioder sommer og vinter vært for liten til å dekke behovet. Midlere vannføring i Engesetelva ved Engeset er oppgitt til ca. 0.9 m<sup>3</sup>/s (Samla Plan).

### 3 UTBYGGINGSPLANER

Nedenfor gjengis kort en beskrivelse av utbyggingsplanene hentet fra Samla Plan, Vassdragsrapport 268. Det er skisserert fire alternativer A-D. Aktuelle utbyggingsalternativer er Alt.C (uten Botnavatnet) og Alt.D (med Botnavatnet).

Alle alternativer baseres på bruk av fallet fra Kløvtveitvatn til Austgulfjorden, ca. 406m. Forskjellene ligger i de nedslagsfelt som foreslås overført til Kløvtveitmagasinet. Kløvtveitvatnet reguleres 13m (LRV 397.5, HRV 410.5) med 9.5m senking og 3.5m heving (Alt.A). Transdalsvatnet blir tilknyttet Kløvtveitmagasinet (Alt.B) med en overføringstunnel og får tilsvarende reguleringshøyde som Kløvtveitvatn dvs. senking 1.5m og heving 11.5m i forhold til dagens nivå. I alt. C brukes Austgulvatn som buffermagasin og det lokale nedslagsfelt overføres til Kløvtveitmagasinet. Vannstanden i Austgulvatn vil variere 1m. Ved alt. D inkluderes også nedslagsfeltet til Botnavatnet som overføres til Austgulvatnet.

Ved alt. A-D reduseres vannføringen i Kløvtveitelva til ca. 15% av midlere vannføring (nå ca.  $0.59 \text{ m}^3/\text{s}$ ), dvs. til ca.  $0.09 \text{ m}^3/\text{s}$ . Videre vil midlere vannføring i Dalelva fra Transdalsvatn reduseres med 40% (fra  $1.16 \text{ m}^3/\text{s}$  til  $0.72 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ved alt. C. Elva fra Botnavatnet får en reduksjon på ca 60% ved alt. D (fra ca.  $0.9$  til  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ ). I Samla Plan angis for Alt.D at Botnavatnet blir "uregulert". Utløpet fra innsjøen og dermed hele nedslagsfelt blir overført til Austgulvatn. Dette gjøres ved å ta ut vann i utløpselva ved kote ca. 420m.o.h. og overføre dette med en ca. 3 km lang falltunnel til Austgulvatn (opplysninger fra BKK 24.9.1987). Hvordan (eller om) man har tenkt å slippe vann nedstrøms overføringspunktet er uklart.

### 4 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN

Undersøkelsene i innsjøene og de øverste elvestasjonene ble gjennomført ved et tokt i tiden 6 -8. juli -87. Prøver fra de nedre elvestasjonene ble samlet inn 10 - 11. juli -87. Da dybdekart fra innsjøene ikke var tilgjengelig, ble prøvene tatt omtrent sentralt i bassengene eller ved det dypeste punktet man fant etter noen opploddinger. På Kløvtveitvatnet, Transdalsvatnet og Botnavatnet ble det samlet inn en blandprøve fra 0 - 10 meters dyp (epilimnion) og en prøve fra ca. en meter over bunnen (hypolimnion) for kjemianalyser. På Austgulvatnet ble det bare samlet inn blandprøve fra 0 - 10 meters dyp da man ikke fant større dyp enn 11 meter. Fra blandprøvene ble det tatt ut prøver for bestemmelse av planteplanktonmengde og -sammensetning samt vann til bruk ved måling av algenes

primærproduksjon. Det ble samlet inn håvtrekkprøver for analyse av dyreplanktonet. Vanntemperaturen fra overflata til største dyp ble målt. Siktedyp og vannets farge ble observert.

I hver av de fire elvene ble det tatt prøver på to stasjoner (unntatt Kløvtveitelva), en nedenfor utløpet av innsjøene og en nederst i elva (se Fig. 1). Det ble dessuten samlet inn prøve fra en stasjon i Yndesdalsvassdraget etter samløp med Daleelva og Steinsdalselva.

## 5 UNDERSØKELSER I INNSJØENE

### 5.1 Fysisk-kjemisk vannkvalitet

#### Temperatur

Overflatetemperaturen var 11 - 12 °C i alle fire innsjøene. Dette må betegnes som lav juli-temperatur selv i 4 - 500 meters høyde over havet og skyldes det svært kjølige værlaget denne sommeren.

I Transdalsvatnet, Kløvtveitvatnet og Botnavatnet var det en skarp overgang til det kalde bunnvannet (temperatursprangskikt) på 8 - 9 meters dyp (fig. 2). Dypvannet hadde her en temperatur på 4.1 - 4.8 °C. Overgangen til kaldt bunnvann var ikke så markert i Austgulvatnet. Her ble laveste temperatur målt til 6.9 °C (9 m).

#### Siktedyp

Avstanden fra overflata til det dyp der en hvit nedsenket skive blir usynlig (siktedypet) er i hovedsak bestemt av mengden partikler og løste organiske forbindelser i vannet. Siktedypet varierte fra 6.0 i Austgulvatnet til 10.0 m i Transdalsvatnet (tab.1). Fargen mot sikteskiva (ved halve siktedypet) ble funnet å være hovedsakelig grønn i Kløvtveitvatnet, Transdalsvatnet og Botnavatnet, mens den i Austgulvatnet ble satt til brunlig gul. Ut fra dette må alle fire innsjøene kunne karakteriseres som klarvannssjøer. Austgulvatnet synes imidlertid å være noe mer preget av partikler eller løste organiske forbindelser (humus) i vannet enn de tre øvrige. Det kan dreie seg om både partikler og humusstoffer tilført fra nedbørfeltet, planteplankton eller partikler som hvirvles opp fra bunnen i gruntområdene ved hjelp av vind og bølger.

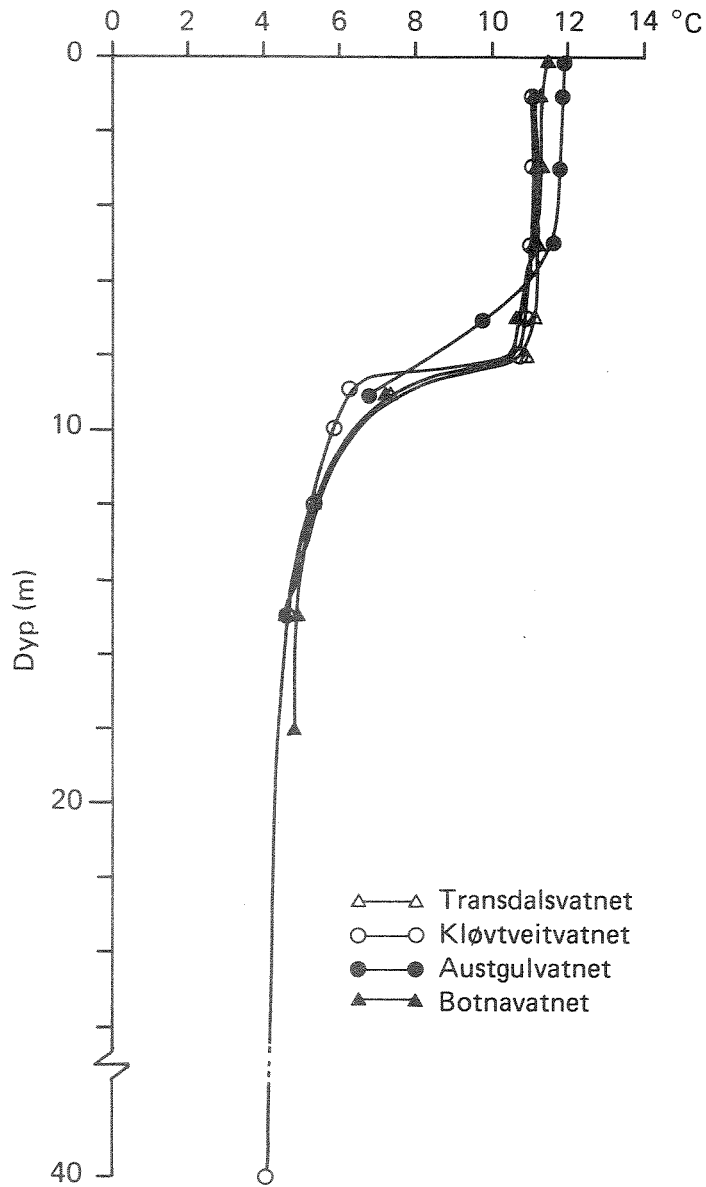


Fig. 2. Temperaturforhold i Kløvtveitvatnet, Transdalsvatnet, Austgulvatnet og Botnavatnet.

Tabell 1. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra Transdalsvatnet, Kløvtveitvatnet, Austgulvatnet og Botnavatnet 6 - 7. juli 1987. Data fra 1986 hentet fra Eidnes (1987).

	Sikte- dyp m	pH	Konduk- tivitet mS/m	Farge filtr. mgPt/l	Kalsium mgCa/l	Magnesium mgMg/l	
Transdalsvatnet	0-10m	10.0	5.08	2.08	4.1	0.43	0.26
Transdalsvatnet	25m	-	4.91	2.26	-	0.44	0.27
Transdalsvatnet	1986	-	4.91	1.82	-	0.25	0.20
Kløvtveitvatnet	0-10m	9.5	4.80	2.34	7.0	0.25	0.26
Kløvtveitvatnet	40m	-	4.77	2.48	-	0.24	0.27
Kløvtveitvatnet	1986	-	4.79	2.17	-	0.24	0.25
Austgulvatnet	0-10m	6.0	4.93	1.84	15.4	0.29	0.20
Austgulvatnet	1986	-	4.88	1.57	-	0.20	0.16
Botnavatnet	0-10m	8.0	5.02	1.81	9.8	0.26	0.22
Botnavatnet	18m	-	4.91	2.15	-	0.26	0.25

	Natrium mgNa/l	Kalium mgNa/l	Sulfat mgSO <sub>4</sub> /l	Klorid mgCl/l	Alkalitet mekv/l	Uorganisk karbon mgC/l	
Transdalsvatnet	0-10m	1.85	0.12	2.3	3.2	0.018	0.26
Transdalsvatnet	25m	1.97	0.13	2.3	3.4	0.020	-
Transdalsvatnet	1986	1.38	0.23	1.8	3.0	-	-
Kløvtveitvatnet	0-10m	1.99	0.12	1.9	3.4	0.014	0.31
Kløvtveitvatnet	40m	2.12	0.13	1.9	3.6	0.012	-
Kløvtveitvatnet	1986	1.76	0.12	1.9	3.9	-	-
Austgulvatnet	0-10m	1.57	0.09	1.9	2.3	0.020	0.43
Austgulvatnet	1986	1.16	0.15	1.5	1.8	-	-
Botnavatnet	0-10m	1.84	0.13	1.6	2.7	0.022	0.34
Botnavatnet	18m	0.93	0.12	1.5	3.3	0.018	-

	Total fosfor µgP/l	Orto- fosfat µgP/l	Total nitrogen µgN/l	Nitrat µgN/l	
Transdalsvatnet	0-10m	2.0	0.5	167	85
Transdalsvatnet	25m	2.0	1.0	173	97
Kløvtveitvatnet	0-10m	2.0	1.0	192	102
Kløvtveitvatnet	40m	2.0	1.0	192	107
Austgulvatnet	0-10m	2.0	0.5	167	38
Botnavatnet	0-10m	2.0	1.0	141	56
Botnavatnet	18m	2.0	0.5	179	85

### Surhetsgrad

Vannet var svært surt i alle innsjøene med pH-verdier fra 4.77 (Kløvtveitvatnet 40 m) til 5.08 (Transdalsvatnet 0 - 10 m) (tab. 1). Eidnes (1987) har tidligere rapportert pH-verdier i samme størrelsesorden fra disse innsjøene (tab.1).

På grunnlag av prøvefiske og data om vannkvaliteten ble Transdalsvatnet karakterisert som fisketomt, mens Kløvtveitvatnet og Austgulvatnet antas å være inne i en utvikling mot fisketomme vann (Eidnes 1987). Lav pH, liten bufferkapasitet (evnen til å nøytralisere sure komponenter) og tildels noe høyt innhold av aluminium ble vurdert til å være hovedårsakene til nedgangen i fiskebestandene (Eidnes 1987).

### Farge

Fargeverdiene viste at alle innsjøene var lite humuspåvirket (filtret farge 4 - 15 mg Pt/l). Transdalsvatnet hadde lavest fargeverdi, Austgulvatnet høyest. Fargetallene er i samsvar med siktedypsverdiene.

### Konduktivitet og hovedkomponenter

Konduktiviteten eller vannets elektrolyttiske ledningsevne er et mål på det totale innholdet av løste salter. De ionene som er mest betydningsfulle for vannets saltinnhold benevnes gjerne hovedkomponenter. Dette omfatter  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  og  $\text{K}^+$  på kationsiden og  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  og  $\text{SO}_4^{--}$  på anionsiden. I en del tilfeller påvirkes også konduktiviteten av organiske syrer og hydrogenioner.

Alle innsjøene var karakterisert ved ionefattige vannmasser, noe som først og fremst gjenspeiler at berggrunnen i området er dominert av tungtløselige bergarter. Svært lavt innhold av kalk ( $<0.5$  mgCa/l) og hydrogenbikarbonat (alkalitet 0.014 - 0.022 mekv/l) viser at vannene er meget sårbare overfor tilførsler av sur nedbør. Analyseresultatene for natrium og klorid indikerer at vannmassene er moderat påvirket av sjøvann via nedbøren.

En prøveserie fra de samme innsjøene i 1986 (Eidnes 1987) viste stort sett likartede analyseverdier på de fleste komponentene. Kalsium- og sulfatverdiene var noe lavere i 1986. Dette kan skyldes bl.a. ulikheter i nedbør.

### Næringssalter

Løste forbindelser av nitrogen og fosfor kalles næringssalter da de stimulerer veksten av alger og høyere vegetasjon. Indirekte påvirkes også andre organismer av slike stoffer ved at plantene nyttegjøres som føde. Økt tilførsel av næringssalter fører til økt produksjon og mengde av planteplankton i innsjøer og økt begroing av alger i elver (eutrofiering).

Innholdet av fosfat (ortofosfat) og nitrat viser hva som er direkte tilgjengelig for algene, mens totalfosfor og totalnitrogen representerer den potensielt tilgjengelige mengde. Fosfor er et nøkkel-element i eutrofisammenheng da det i de aller fleste ferskvannsføremønstre er dette elementet som er begrensende for algeproduksjonen.

Konsentrasjonene av fosfor og nitrogen var svært lave i alle innsjøene. Totalfosfor ble målt til 2 µgP/l i samtlige innsjøprøver, mens verdiene for totalnitrogen lå på 140 - 190 µgN/l. Innholdet av ortofosfat og nitrat var også meget lavt i alle innsjøene. Fosforverdiene lå gjennomgående nær deteksjonsgrensen. Næringssaltinnholdet i en innsjø kan variere betydelig i løpet av en sesong, og en enkelt måleserie er vanligvis for lite til å kunne trekke sikre konklusjoner med hensyn til innsjøens næringsstatus. Med dette forbehold må en likevel ut fra de svært lave fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene kunne klassifisere disse innsjøene som meget næringsfattige (ultraoligotrofe eller oligotrofe).

### **5.2 Planteplankton og primærproduksjon**

Kvantitative planteplanktonprøver ble samlet inn fra de fire innsjøene i Gulen 6. og 7. juli 1987. Prøvene var blandprøver fra vannlagene 0 - 10 m dyp. Analyseresultatene er i gitt i tabeller i vedlegg. I fig. 3 er analyseresultatene for de fire innsjøene fremstilt samlet for sammenligningens skyld.

Planteplanktonets primærproduksjon (fotosyntesen) ble målt ved den såkalte <sup>14</sup>C-metoden. Vann fra blandprøver (0 - 10 m) ble eksponert i 2 timer på dypene 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 og 12.0 m. Eksponeringen ble foretatt i Kløvtveitvatnet for alle innsjøenes vedkommende. Analyseresultatene er gitt i figur 4 og tabell i vedlegg.



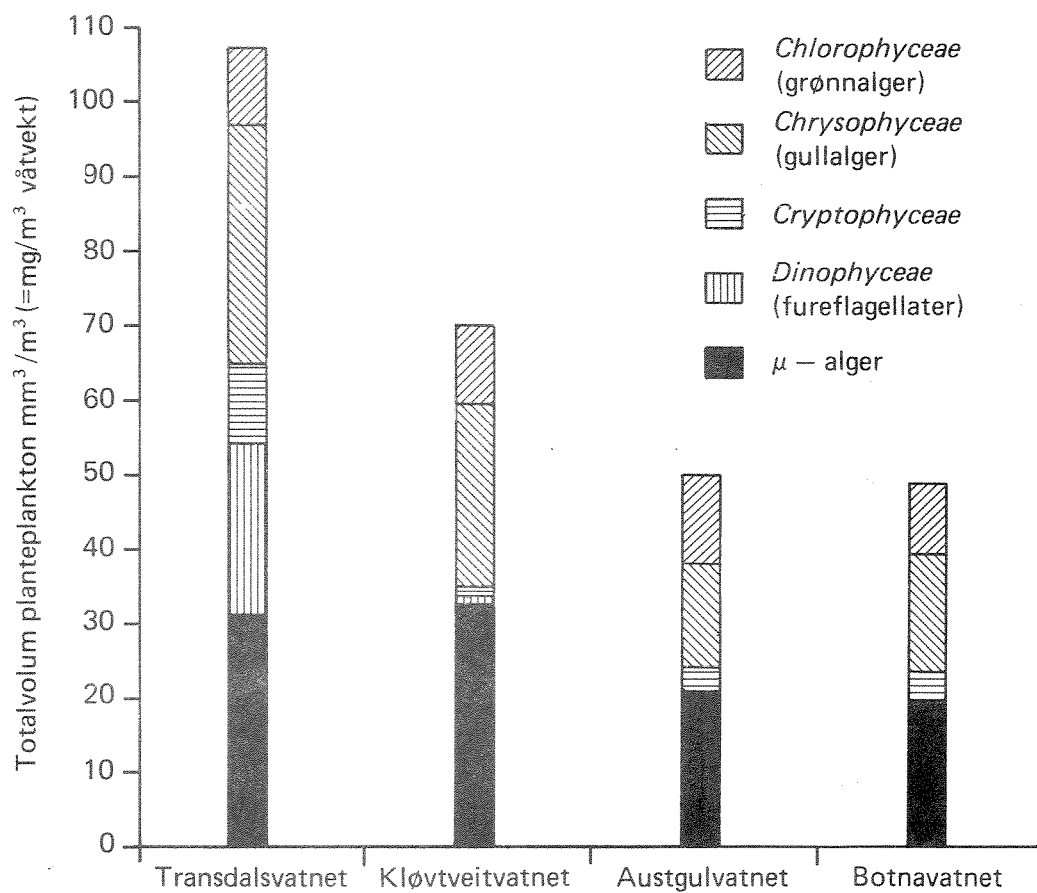


Fig. 3. Totalvolum og sammensetning av planteplankton 6. og 7. juli 1987.

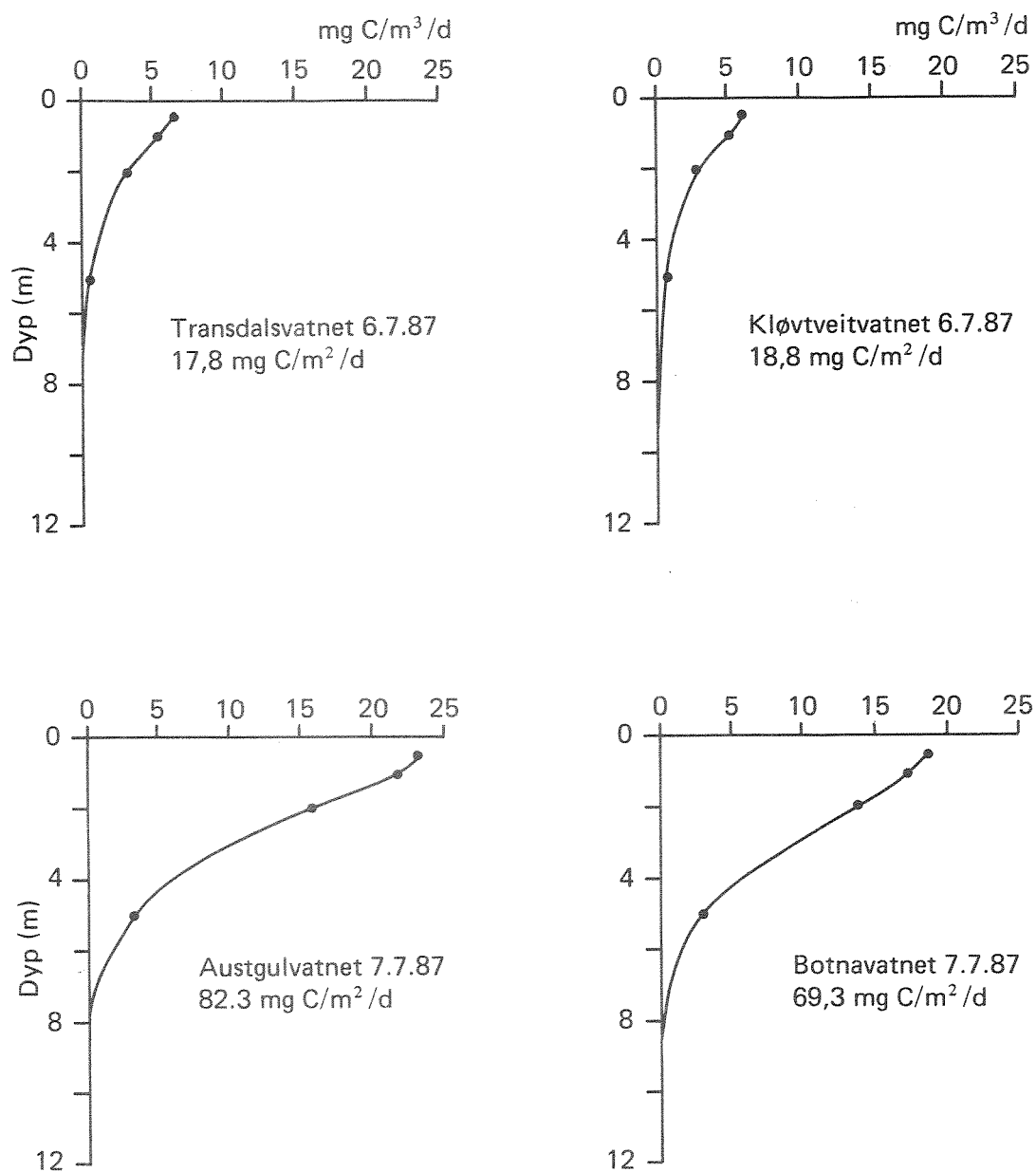


Fig. 4. Primærproduksjon i de undersøkte innsjøene. Vertikal profiler av primærproduksjon med inntegnet produksjon integrert over ett døgn.

Totalvolumet av planteplankton var, som fig.4 viser, ekstremt lite på dette tidspunktet i alle fire innsjøene, mellom 50 og 100 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Selv om det dreier seg om prøver bare fra ett tidspunkt av vekstsesongen, er det ikke noe i sammensetningen som tyder på at vannmassene i noen av disse innsjøene må betegnes som annet enn svært næringsfattige (ultraoligotrofe).

En slik antagelse støttes ved siden av de svært små alge mengdene av det faktum at den vesentligste delen av planktonet bestod av arter innen gruppen gullalger (Chrysophyceae) og gruppen "µ-alger" (små, ikke nærmere identifiserbare kuleformete alger med diameter 2-4 µm). Dette er en helt vanlig sammensetning av planteplankton fra svært næringsfattige vannmasser i litt høyereliggende områder. Planktonet var dessuten meget artsfattig noe som ofte er tilfelle når vannmassene også er sure. Det ble ikke registrert noen arter i det innsamlete materialet som indikerte forurensning i noen av innsjøene.

Beregnet primærproduksjon var svært lav i alle innsjøene med verdier fra 18 til 82 mgC/m<sup>2</sup>/døgn, noe som ytterligere understreker innsjøenes næringsfattige karakter. Noe høyere verdier i Austgulvatnet og Botnavatnet i forhold til de to øvrige skyldes bedre lysbetingelser (lett skydekke og noe sol) da målingene ble foretatt 7. juli. Det var overskyet og regn da eksponeringene ble foretatt for Kløvtveitvatnet og Transdalsvatnet 6. juli.

### 5.3 Dyreplankton

Prøver for bestemmelse av dyreplankton ble samlet inn i form av vertikale håvtrekk med maskevidde 95 µm. Materialet er bearbeidet ved at den relative fordelingen av artene er subjektivt anslått (tab. 2).

Materialet fra alle fire innsjøene viste at dyreplanktonet var svært artsfattig og hadde en sammensetning forøvrig som er vanlig i næringsfattige og sure vannmasser. Planktonet var dominert av krepsdyr og da særlig vannloppene Holopedium gibberum (indikator på oligotrofi) og Bosmina longispina. Av hoppekrepsene var spesielt Heterocope saliens framtrædende, noe som er typisk for sure innsjøer med lite beitepress fra planktonspisende fisk (jfr. Eidnes 1987). Det var svært sparsomt med cyclopoide hoppekreps i Transdalsvatnet og Austgulvatnet. Fravær av en viktig gruppe som vannloppeslekten Daphnia er også karakteristisk for sure vann.

Artssammensetningen av dyreplanktonet samsvarte i hovedtrekkene med observasjoner i 1986 (Fjellheim og Raddum 1987).

Tabell 2. Dyreplankton funnet i håvtrekk (95 µm maskevidde) fra Kløvtveitvatnet, Transdalsvatnet, Austgulvatnet og Botnavatnet 6 - 7.7.87.  
+++ rikelig ++ vanlig + få individer

Art	Kløvtveit- vatnet	Transdals- vatnet	Austgul- vatnet	Botna- vatnet
<b>HOPPEKREPS (Copepoda)</b>				
<i>Heterocope saliens</i> (Lilljeborg) cop.	++	+++	++	++
<i>Eudiaptomus gracilis</i> G.O. Sars	ad.	+	+	+
	cop.	++	++	++
	naup.	+++	+	+++
<i>Cyclops scutifer</i> C.O. Sars	ad.	++		++
	cop.	++		+
	naup.	++	+	+
<b>VANNLOPPER (Cladocera)</b>				
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Lieven			+	
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	+++	++	+++	+++
<i>Bosmina longispina</i> (Leydig)	+++	+++	+++	+++
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig				+
<b>HJULDYR (Rotifera)</b>				
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	++	+++		++
<i>Collotheca</i> sp.		+++		+
<i>Conochilus</i> spp.			++	++

## 6 UNDERSØKELSER I ELVENE

Det er samlet inn prøver for vurdering av fysisk-kjemisk vannkvalitet fra elvestasjonene (se fig. 1 for plasering av disse). Resultatene er stilt sammen i tab. 3. Biologiske undersøkelser i elvene er tidligere utført for bunndyr (Fjellheim og Raddum 1987) men andre viktige oganismegrupper, f.eks. begroing og makrovegetasjon, er ikke undersøkt.

### Surhetsgrad

Vannet var svært surt på alle elvestasjonene. De fleste hadde pH-verdier på omlag 5.0. Kløvtveitelva var surest med pH 4.85, mens nederste stasjon i Daleelva var minst sur med pH 5.28. Det var, ikke uventet, et samsvar mellom pH i innsjøene og tilhørende utløpselver.

### Konduktivitet og hovedkomponenter

Verdiene for konduktivitet (1.7 - 2.3 mS/m) plasserer vassdragene i en saltfattig vanntype. Konsentrasjonene av hovedkomponentene kalsium, magnesium, kalium, sulfat og hydrogenbikarbonat var da også lave og i samsvar med de geologiske forholdene i nedbørfeltene. Innholdet av natrium (1.5 - 2.0 mg Na/l) og klorid (2.0 - 3.3 mg Cl/l) viser at elvene mottar en del sjøsalter med nedbøren.

Alkaliteten var lav på alle stasjonene, noe som innebærer liten evne til å nøytralisere sure komponenter (sur nedbør). Høyest alkalitet hadde nederste stasjon i Engesetelva/Storelva (0.043 mekv/l). Denne stasjonen hadde også størst innhold av kalsium, magnesium, kalium og sulfat. Dette skyldes trolig at nedre deler av Engesetdalen består av sammenhengende jordbruksområde med en del bosetning.

Innholdet av hovedkomponenter i Yndesdalsvassdraget samsvarte i hovedtrekkene med data fra utløpet av Yndesdalsvatnet fra sommeren 1986 (Leif Lien pers. med.).

Tabell 3. Fysisk-kjemiske analyseresultater fra elvene 6 - 11. juli 1987.

		pH	Konduk- tivitet mS/m	Kalsium mgCa/l	Magnesium mgMg/l	Natrium mgNa/l
Kløvtveitelva	st. 1	4.85	2.26	0.30	0.27	1.98
Daleelva	st. 2	5.01	2.03	0.41	0.24	1.78
Daleelva	st. 3	5.28	2.03	0.36	0.24	1.87
Steinsdalselva	st. 4	5.04	1.73	0.28	0.19	1.56
Steinsdalselva	st. 5	5.03	1.75	0.24	0.18	1.54
Engesetelva	st. 6	5.03	1.90	0.27	0.21	1.61
Engesetelva	st. 7	5.02	2.22	0.91	0.30	1.75
Yndesdalsvassdr.	st. 8	5.01	2.11	0.27	0.24	1.74

		Kalium mgK/l	Sulfat mgSO <sub>4</sub> /l	Klorid mgCl/l	Alkalitet mekv/l
Kløvtveitelva	st. 1	0.11	2.0	3.3	0.020
Daleelva	st. 2	0.12	2.1	2.9	0.024
Daleelva	st. 3	0.14	2.1	2.7	0.031
Steinsdalselva	st. 4	0.09	1.8	2.3	0.024
Steinsdalselva	st. 5	0.07	1.7	1.9	0.025
Engesetelva	st. 6	0.09	1.6	2.5	0.024
Engesetelva	st. 7	0.38	2.6	2.5	0.043
Yndesdalsvassdr.	st. 8	0.14	1.9	2.7	0.026

		Total fosfor µgP/l	Orto- fosfat µgP/l	Total nitrogen µgN/l	Nitrat µgN/l
Kløvtveitelva	st. 1	2.0	1.0	186	102
Daleelva	st. 2	0.5	0.5	161	92
Daleelva	st. 3	1.0	<0.5	216	59
Steinsdalselva	st. 4	1.0	0.5	173	30
Steinsdalselva	st. 5	3.0	<0.5	132	7
Engesetelva	st. 6	2.0	1.0	135	55
Engesetelva	st. 7	12.0	5.5	332	144
Yndesdalsvassdr.	st. 8	7.0	<0.5	437	25

### Næringsalter

Konsentrasjonene av næringssaltene fosfor og nitrogen var svært lave og indikerte "upåvirkete" vannmasser i Kløvtveitelva, Daleelva (begge stasjonene), Steinsdalselva (begge stasjonene) og øvre stasjon i Engesetelva. Innholdet av totalfosfor og totalnitrogen ble her målt til henholdsvis 0.5 - 3.0 µgP/l og 130 - 220 µgN/l.

På nederste stasjon i Engesetelva ble innholdet av totalfosfor funnet å være 12 µgP/l, mens konsentrasjonen av totalnitrogen var 332 µgN/l. Dette tyder på en viss påvirkning av menneskelig virksomhet som avløpsvann fra bebyggelsen og tilsig fra jordbruket på denne elvestrekninga. Selv om verdiene ikke var spesielt høye, peker også ortofosfat- og nitratkonsentrasjonene i samme retning.

Stasjonen i Yndesdalsvassdraget syntes også å være noe påvirket av menneskelig aktivitet i nedbørfeltet.

### **7 VANNKVALITET OG REGULERINGSVIRKNINGER**

Hele det undersøkte området preges av sure og næringsfattige vannmasser. Dette gir vassdragene liten motstandsevne mot ytterligere forurening og kan også gi uheldige effekter dersom næringstilførselen øker lokalt.

Reguleringshøydene som foreslås i Kløvtveitvatnet og Transdalsvatnet vil medføre total destruksjon av fastsittende bunnvegetasjon i begge innsjøer. Dette fører igjen til at innsjøenes produksjonspotensiale bl.a. i fiskesammenheng reduseres sterkt. Fordi forureningen allerede har gitt betydelige skader på fisket vil slike ulemper neppe være av vesentlig betydning for bruk av disse vannressursene. Austgulvatnet har beskjedne reguleringshøyde (1m) men senkingen av innsjøen kan være uheldig dersom denne blir permanent. For ingen av de aktuelle magasinene er det grunn til å tro at vannkvaliteten (fysisk-kjemisk) vil endres vesentlig. Heller ikke antyder tilgjengelig informasjon at det vil bli erosjons- og slamproblemer av større eller langvarig omfang.

Samla Plan gir en misvisende framstilling av inngrepet i Botnavatn ved alt. D. I følge opplysninger som vi har fått fra BKK vil Botnavatnet ikke berøres ved dette alternativet. Derimot blir utløpselva sterkt påvirket ved alt.D. Det er bekymringsfullt at nær sagt alle viktige data om volum, oppholdstid m.v. helt mangler for denne innsjøen. Botnavatnet er kildesjø for Engesetelva/Storelva og påvirker således direkte vannkvaliteten som oppnås ved Brekke vannverk. Alt. D vil åpenbart bety at restfeltet står for vannføringen i utløpselva ned-

strøms overføringspunktet til Austgulvatn. Det er all grunn til å vente at dette i såfall kan forverre en tendens til forsurening i vassdraget. Ved alt. D må det vurderes å flytte vanninntaket ved Brekke vannverk til Botnavatnet slik at kontinuerlig vanntilgang sikres.

Redusert vannføring i elvene kan lokalt bety økte problemer med forurensning. Det er spesielt forholdene i Engesetelva/Storelva ved alt. D som er bekymringsfulle i så måte. NIVAs data viser at vannkvaliteten i dette vassdraget er preget av næringstilførsel i nedre deler. Det ble målt fosforverdier som er påfallende mye høyere enn ellers i området. Gulen kommune meddeler at man oppfatter forholdene allerede i dag som problematiske. En reduksjon i vannføringen på omlag 60% vil åpenbart sterkt forverre dagens situasjon.

Dersom en utbygging planlegges etter alt. D gir de tilgjengelige data om vassdraget nedstrøms Botnavatnet et utilstrekkelig vurderingsgrunnlag for å fastslå eventuelle reguleringseffekter. Det bør i så fall pålegges regulanten å utrede dagens forhold med tanke på omfang av forurensningsproblemene. Dessuten bør en oppfølgende etterundersøkelse inngå.



## LITTERATUR

- Eidnes, T. 1987. 268 Kløvtveitvassdraget, Alternativ C, Konesjonsavgjørende undersøkelser, Fisk. Rapport til Bergenshalvøens Kommunale Kraftselskap. Bergen 28. januar 1987. 12 s.
- Fjellheim, A. og Raddum, G.G. 1987. Konesjonsavgjørende ferskvannsbiologiske undersøkelser i forbindelse med planlagte reguleringer i Kløvtveitvassdraget. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Bergen, nr. 61. 10 s.
- Samla Plan for vassdrag. Vassdragsrapport, Kløvtveit, 268 Kløvtveit-elva, Sogn og Fjordane fylke, Gulen kommune. Mars 1984.
- Skartveit, A., Halsvik, B. og Meisingset, E. 1979. Nedbørkjemi og kjemisk materialbalanse i nedbørfelt på Vestlandet. SNSF-prosjektet, IR 48/79. 80 s.

V E D L E G G

Tabell A1. Beregnet primærproduksjon i innsjøene ved  $^{14}\text{C}$  metode.

Transdalsvatnet 6.7.87

Dyp (m)	$\text{mgC/m}^3/\text{d}$	$\text{mgC/m}^3/\text{h}$
0.5	6.49	0.29
1.0	5.74	0.26
2.0	3.03	0.14
5.0	0.52	0.02
12.0	0.00	0.00

Primærproduksjon integrert over dyp:  $0.81 \text{ mgC/m}^2/\text{time i obs.perioden}$

$17.83 \text{ mgC/m}^2/\text{døgn}$

Kløvtveitvatnet 6.7.87

Dyp (m)	$\text{mgC/m}^3/\text{d}$	$\text{mgC/m}^3/\text{h}$
0.5	5.76	0.26
1.0	5.28	0.24
2.0	2.99	0.14
5.0	0.90	0.04
12.0	0.00	0.00

Primærproduksjon integrert over dyp:  $0.85 \text{ mgC/m}^2/\text{time i obs.perioden}$

$18.76 \text{ mgC/m}^2/\text{døgn}$

Austgulvatnet 7.7.87

Dyp (m)	$\text{mgC/m}^3/\text{d}$	$\text{mgC/m}^3/\text{h}$
0.5	23.26	0.39
1.0	21.73	0.36
2.0	15.67	0.26
5.0	3.44	0.06
12.0	0.00	0.00

Primærproduksjon integrert over dyp:  $1.38 \text{ mgC/m}^2/\text{time i obs.perioden}$

$82.27 \text{ mgC/m}^2/\text{døgn}$

Botnavatnet 7.7.87

Dyp (m)	$\text{mgC/m}^3/\text{d}$	$\text{mgC/m}^3/\text{h}$
0.5	18.85	0.32
1.0	17.23	0.29
2.0	13.76	0.23
5.0	2.95	0.05
12.0	0.00	0.00

Primærproduksjon integrert over dyp:  $1.16 \text{ mgC/m}^2/\text{time i obs.perioden}$

$69.31 \text{ mgC/m}^2/\text{døgn}$

Tabell A2. Kvantitativt planteplankton fra Kløvtveitvatn. Blandprøve 0-10m. Result som planktonvolum ( $\text{mm}^3/\text{m}^3$ ).

GRUPPER/ARTER	Dato=>	870706
-----		
Chlorophyceae (Grønnalger)		
Euastrum sp.		.5
Oocystis cf. marssonii		4.7
Oocystis submarina v. variabilis		3.5
Ubest. gr. flagellat		.4
Zygote av Closterium sp.		.8
Sum .....		9.8
Chrysophyceae (Gullalger)		
Bitrichia chodatii		.6
Chromulina sp.		1.1
Chromulina sp. (Chr. pseudonebulosa ?)		.2
Cyster av chrysophyceer		1.6
Dinobryon crenulatum		.8
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		2.3
Phaeaster aphanaster		.9
Små chrysomonader (<7)		9.3
Store chrysomonader (>7)		5.1
Ubest. chrysophyceer		.3
chrysolykos (=Chrysoikos) skujai		2.3
Sum .....		24.4
Cryptophyceae		
Ubest. cryptomonade (Chroomonas sp.?)		1.4
Sum .....		1.4
Dinophyceae (Fureflagellater)		
Ubest. dinoflagellat		1.2
Sum .....		1.2
Mv-alger		
Sum .....		32.5
-----		
Total .....		69.3
=====		

Tabell A3. Kvantitativt planteplankton fra Transdalsvatn. Blandprøve 0-10m. Result som planktonvolum ( $\text{mm}^3/\text{m}^3$ ).

GRUPPER/ARTER	Dato=>	870706
-----		
Chlorophyceae (Grønnalger)		
Botryococcus braunii		1.0
Oocystis cf. marssonii		7.8
Ubest. gr. flagellat		1.6
Sum .....		10.4
Chrysophyceae (Gullalger)		
Bitrichia chodatii		.2
Chromulina sp. (Chr. pseudonebulosa ?)		.1
Cyster av chrysophyceer		.3
Dinobryon crenulatum		4.3
Løse celler Dinobryon spp.		2.3
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		4.6
Phaeaster aphanaster		1.4
Pseudokephyrion taeniatum		.2
Små chrysomonader (<7)		7.3
Spiniferomonas sp.		.2
Store chrysomonader (>7)		9.1
Ubest. chrysomonade (Ochromonas sp.?)		1.2
chrysolykos (=Chrysoikos) skujai		.8
Sum .....		32.1
Cryptophyceae		
Cryptomonas sp. 3 (1=20-22)		3.7
Ubest. cryptomonade (Chroomonas sp.?)		7.0
Sum .....		10.7
Dinophyceae (Fureflagellater)		
Gymnodinium cf. lacustre		2.2
Gymnodinium uberrimum		2.9
Peridinium inconspicuum		15.2
Ubest. dinoflagellat		1.9
Sum .....		22.2
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)		
Isthmochloron trispinatum		.8
Sum .....		.8
Mv-alger		
Sum .....		31.4
-----		
Total .....		107.6
=====		

Tabell A4. Kvantitativt planteplankton fra Austgulvatn. Blandprøve 0-10m. Result som planktonvolum (mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>).

Tabell A5. Kvantitativt planteplankton fra Botnavatn. Blandprøve 0-10m. Result som planktonvolum (mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>).

GRUPPER/ARTER	Dato=>	870707
-----		
Chlorophyceae (Grønnalger)		
Monorachidium dvbowskii		1.3
Oocystis cf.marssonii		3.1
Oocystis submarina v.variabilis		6.9
Ubest.or.flagellat		.8
Sum .....		12.1
Chrysophyceae (Gullalger)		
Bitrichia chodatii		.6
Chromulina sp.		.4
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		1.1
Chrysolvkos (=Chrysoikos ) skujai		.3
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		4.2
Små chrysomonader (<7)		3.7
Store chrysomonader (>7)		1.0
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		.6
Ubest.chrysophyce		.5
Ubest.chrysophyce (Mallomonas sp.?)		1.2
Sum .....		13.6
Bacillariophyceae (Kiselalger)		
Tabellaria flocculosa		.3
Sum .....		.3
Cryptophyceae		
Katablepharis ovalis		.1
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		2.1
Sum .....		2.2
Dinophyceae (Fureflagellater)		
Ubest.dinoflagellat		.6
Sum .....		.6
Mv-alger		
Sum .....		21.2
-----		
Total .....		50.0
=====		

GRUPPER/ARTER	Dato=>	870707
-----		
Chlorophyceae (Grønnalger)		
Oocystis cf.marssonii		.8
Oocystis submarina v.variabilis		8.3
Ubest.or.flagellat		.5
Sum .....		9.5
Chrysophyceae (Gullalger)		
Bitrichia chodatii		.7
Chrysolvkos (=Chrysoikos ) skujai		1.3
Cyster av chrysophyceer		.1
Dinobryon crenulatum		1.2
Kephyrion boreale		.5
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		2.1
Pseudokephyrion taeniatum		.1
Små chrysomonader (<7)		6.8
Store chrysomonader (>7)		1.5
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		.3
Ubest.chrysophyce		1.2
Sum .....		15.8
Cryptophyceae		
Katablepharis ovalis		.4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		3.1
Sum .....		3.5
Dinophyceae (Fureflagellater)		
Ubest.dinoflagellat		.5
Sum .....		.5
Mv-alger		
Sum .....		19.7
-----		
Total .....		48.9
=====		