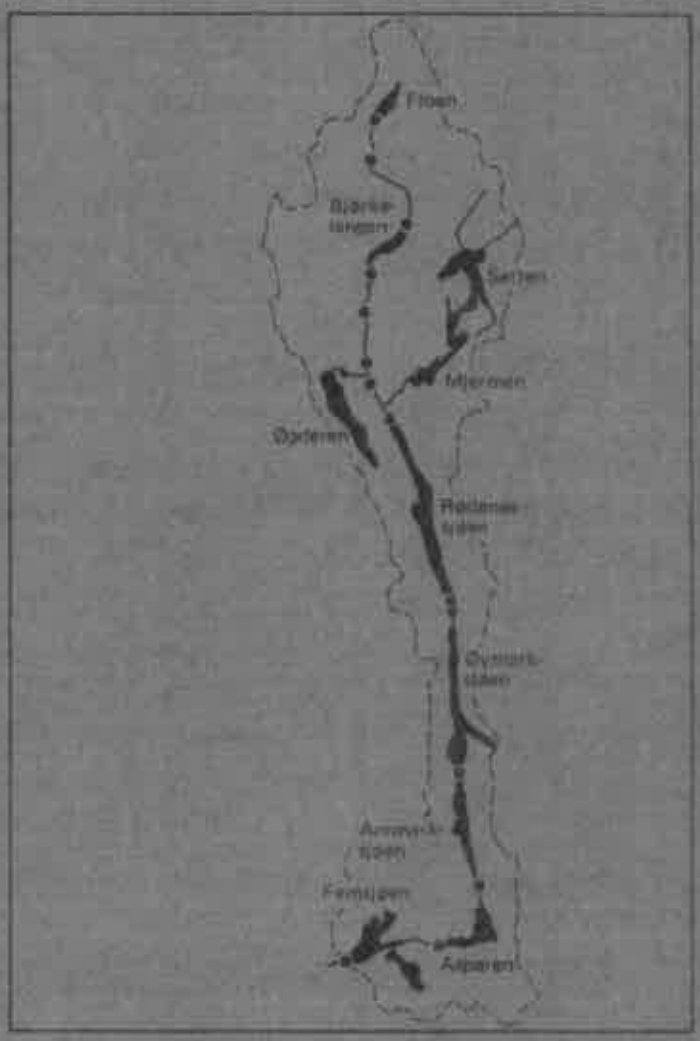
Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr 28/82

Oppdragsgiver	Statens forurensningstilsyn
Deltakende institusjon	NIVA Samarbeidende laboratorier

Overvåking av HALDEN-vassdraget 1980

Akershus og Østfold



Norsk institutt for vannforskning NIVA

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:
Postboks 333, Blindern
Oslo 3

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

Rapportnummer: 80002-02

Undernummer:

Løpenummer: 1363

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

Overvåking av Haldenvassdraget 1980.
Akershus og Østfold.

Dato: 28.10.81

Prosjektnummer:

Forfatter(e):

Olav Skulberg
Jozsef Kotai

Faggruppe: Biologi og kjemi

Geografisk område: Østlandet

Antall sider (inkl. bilag): 69

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn, Oslo.
(Statlig program for forurensningsovervåking)

Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):

Ekstrakt:

Rapporten behandler resultater av undersøkelser i Haldenvassdraget i 1980 innenfor Statlig program for forurensningsovervåking. Forholdene i vassdragets elveavsnitt og innsjøene er ulike influert av forurensninger, saprobiering henholdsvis eutrofiering gjorde seg gjeldende. Vassdraget er sterkest belastet i sitt øvre løp. En økende forurensning med partikulært materiale ble påvist. Dette skyldes hovedsakelig erosjonsprosesser i områder med dyrket mark.

4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Haldenvassdraget
3. Vannkvalitet
4. Hydrobiologiske forhold
Eutrofiering

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Halden-watercourse
3. Water quality
4. Hydrobiological conditions
Eutrophication

Prosjektleder: Olav Skulberg

Seksjonsleder: Olav Skulberg

For administrasjonen:

ISBN 82-577-0472-5

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Oslo

0-8000202

HALDENVASSDRAGET

Akershus og Østfold, 1980

Oslo, 28. oktober 1981

Saksbehandler: Olav Skulberg

Medarbeider: Jozsef Kotai

For administrasjonen: J.E. Samdal
Lars N. Overrein

NIVAs hustrykkeri

FORORD

Denne rapport behandler resultatene av undersøkelser i Haldenvassdraget i 1980 innenfor Statlig program for forurensningsovervåking ved STATENS FORURENSNINGSTILSYN (SFT).

Det har både på lokalt og sentralt hold utviklet seg behov og interesse for overvåkingsundersøkelser i Haldenvassdraget. Gjennom 1979 ble det avklart hva som skulle utføres, og hvordan arbeidet burde legges opp. Forslaget til et koordinert overvåkingsprogram for Haldenvassdraget er beskrevet i notat: O-219/70 Overvåkingsundersøkelser i Haldenvassdraget, NIVA, 20. februar 1980.

HALDENVASSDRAGETS VASSDRAGSFORBUND har siden opprettelsen i 1971 fungert som et samarbeidsorgan for registreringer, undersøkelser og tilsynsmålinger i vassdraget. Det var derfor naturlig at oppgaven med tilrettelegging av systematiske overvåkingsundersøkelser ble tatt opp til behandling, med grunnlag i det allerede utførte arbeid med vassdraget og de erfaringene som var innvunnet gjennom det. En sammenfattende rapport om undersøkelsene i Haldenvassdraget for den siste fem-års periode er under utarbeidelse høsten 1981. For en mer inngående behandling av vassdraget og vannkvalitetsforhold vises til den.

Arbeidet med overvåkingsundersøkelsen i Haldenvassdraget er utført i fellesskap av Næringsmiddelkontroll-laboratoriene, Fylkeslaboratoriet (ØF) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Det rettes med dette en takk til alle som har vist velvilje og gjort innsats for oppgavenes løsning.

Blindern, 28. oktober 1981

Olav Skulberg

INNHOLDSFORTEGNELSE

TABELLFORTEGNELSE

Side:

FIGURFORTEGNELSE

1. OVERVAKINGSUNDERSØKELSE AV HALDENVASSDRAGET I 1980.

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- Det er gjennomført en kjemisk-biologisk undersøkelse av Haldenvassdraget i 1980 innenfor Statlig program for forurensningsovervåking ved STATENS FORURENSNINGSTILSYN (SFT).

- Næringsmiddelkontroll-laboratoriene, Fylkeslaboratoriet (ØF) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har deltatt i arbeidet koordinert av HALDENVASSDRAGETS VASSDRAGSFORBUND.

- Rapporten inneholder det foreliggende observasjonsmaterialet i en datasamling. Viktige resultater er stilt sammen og behandlet i forbindelse med en gjennomgåelse av forholdene i 1980 på elvedelen og innsjødelen av Haldenvassdraget.

- Haldenvassdraget er et særpreget vassdrag da det har så stor innsjøandel. Vannarealet utgjør omlag 12% av det 1597 km^2 store nedbørfelt. Forholdene i vassdragets elveavsnitt og i innsjøene er ulike influert av forurensninger. For elveavsnittene er det først og fremst direkte forurensningsvirkninger som gjør seg gjeldende. For innsjøene er det sekundære forurensningsvirkninger med fremskridende eutrofiering som er det alvorligste problem for vannkvalitet og biologiske ressurser.

- I motsetning til de fleste vassdrag er Haldenvassdraget sterkest påvirket av menneskelig aktivitet i sitt øvre løp. Dette kommer bl.a. til uttrykk i belastningen av vannmassene med gjødselstoffer. Det kan nevnes at vannmassenes innhold av fosforkomponenter på enkelte strekninger i hovedvassdraget i 1980 oversteg 70 µg P/l som aritmetiske middelverdier. Det er bidrag med husholdningskloakkvann og avrenning fra jordbruksområder som er hovedkildene til forurensning.

- Den store innsjørikdom i Haldenvassdraget innebærer at eutrofiutviklingen - overproduksjon med alger og tilgroing med høyere vegetasjon - er et særlig viktig forurensningsproblem. Belastning med gjødselstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser) er det mest omfattende forurensningsproblem i vassdraget.

- Erosjonsprosesser gjør seg gjeldende i stor utstrekning i områder med dyrket mark. Vassdraget viser tiltagende forurensning med partikulært materiale.

- Vannhygieniske forhold er utilfredsstillende på flere vassdragsavsnitt.

- De rensetekniske tiltak som foreløpig er utført har i noen grad bedret forurensningssituasjonen i vassdraget. Dette gjelder direkte lokale forurensningsvirkninger som f.eks. belastning med organisk materiale fra kloakkvannsutslipp og ledsagende uestetiske forhold. Imidlertid viser resultatene av overvåkingsundersøkelsen at det bare er en delvis begrensning av eutrofivirkningene som er oppnådd.

- Forurensningssituasjonen kan sammenfattes i en forenklet oversikt over områder som trenger særlig oppmerksomhet i overvåkingssammenheng:

EUTROFIERING

Lokshaug - Bjørkelangen (Haretunelva)

Bjørkelangen - Skulerudsjøen (Hølandselva)

Delfelt ved Øgderen

Rødenessjøen - Øymarksjøen

Lokale deler av Aremarksjøen

Asperen - Femsjøen

SAPROBIERING OG HYGIENISKE FORURENSNINGER

Lokshaug - Bjørkelangen (Haretunelva)

Naddum - Ydersnes (Hølandselva)

Fosser - Naddum (Hølandselva)

Utl. Rødenessjøen - Lifjord

Lokale deler av Aremarksjøen

Asperen

PARTIKKELFORURENSNING

Vassdragsavsnitt med partikkelforurensning fra erosjon.

Asnes - Skulerudsjøen

Delfelt ved Øgderen

Delfelt ved Rødenessjøen

Delfelt ved Aremarksjøen

Delfelt ved Femsjøen

SLAMFORURENSNING MED ORGANISK STOFF

Områder nedstrøms kloakkreseanlegg.

Områder ved kloakkutslipp direkte til vassdraget

BEGRENSNINGER OG FORBEHOLD

1980 var det første virksomhetsår for Statlig program for forurensningsovervåking i Haldenvassdraget. Det var derfor å regne som et prøveår for ooplegget med samarbeid mellom flere laboratorier. Det er nødvendig å være klar over forholdet ved vurdering av de foreliggende resultater.

I rapporten er kjemiske analyseresultater fra Fylkeslaboratoriet (ØF) benyttet for stasjonene i elvedelen av vassdraget, mens tilsvarende kjemiske analyseresultater fra NIVA er benyttet for innsjøstasjonenes vedkommende. Det er ikke foretatt systematiske parallellanalyser i laboratoriene. Men det kan henvises til NIVA's notat O-8101503, 4.5. 1981, i denne forbindelse.

Det er tildels vesentlig forskjell mellom resultater fra NIVA's analyselaboratorium og Fylkeslaboratoriet (ØF). En direkte sammenlikning mellom data er ikke uten videre mulig. Det er derfor riktig å betrakte resultatene som relative verdier. De tendenser som kommer frem gjennom tallmaterialet kan benyttes, men som reelle verdier for tilstand på stasjoner og forskjell mellom stasjoner er det nødvendig delvis å ta forbehold.

2. SAMMENHENG OG PRINSIPPER

Denne rapport omhandler Haldenvassdraget i Akershus og Østfold og inngår i det landsomfattende system av overvåking som STATENS FORURENSNINGSTILSYN (SFT) gjennomfører. Oppdraget ble gitt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) 19. juni 1979 og ordlagt i SFT's brev datert 13. juli 1979.

Det kan være formålstjenlig å rekapitulere målsettingen formulert i forslag til Overvåkingsprogramm for Vassdrag og Fjorder, SFT - januar 1979. "Det overordnede mål med overvåkingen er å skaffe tilveie tilstrekkelig kunnskap og informasjon om vannressursenes tilstand for å gi myndighetene et godt grunnlag i forvaltningen av disse ressursene. Det overordnede målet spenner over en rekke delmål, hvorav de viktigste kan summeres.

Overvåkingen skal:

- Gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kortere og lengre sikt.
- Registrere virkningen av de iverksatte tiltak, og bidra til å vurdere om tiltakene er tilstrekkelige.
- Gi bedre grunnlag for å vurdere behovet for nye tiltak og hvilke tiltak.
- Over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.
- Påvise uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

De viktigste miljøfaktorer/forurensningseffekter myndighetene ønsker å overvåke er:

- eutrofiering (tilførsler av næringssalter)
- saprobiering (tilførsler av organisk stoff)

- toksisitet (tilførsler av tungmetaller og organiske mikroforurensninger PAH, PCB o.l.).

- partikulært stoff.

Videre antas det at forsurning, vannhygiene, effekter av reguleringsinngrep o.l. også vil være av interesse å fange inn i overvåkingsopplegget. Parametre velges forøvrig ut fra de forskjellige brukerinteresser."

På møte i Haldenvassdragets Vassdragsforbund 28. juni 1979 ble arbeidsprogrammet for undersøkelser i Haldenvassdraget i 1980 behandlet (Norsk institutt for vannforskning, 21. mai 1979). Overvåking av resipienttilstanden ville omfatte de samme undersøkelsesoppgaver som tidligere, men det ble understreket behov for å styrke innsatsen til de regionale/lokale laboratorier i Østfold og Akershus i denne sammenheng.

Med dette utgangspunkt ble det høsten 1979 gjennomført drøftelser med laboratoriene som var aktuelle. Resultatene av denne møtevirksomhet ble fremlagt for Fagutvalget i Haldenvassdragets Vassdragsforbund 14. november 1979.

Parallelt med Vassdragsforbundets planlegging foregikk forhandlinger omkring det nasjonale overvåkingsprogram ved STATENS FORURENSNINGSTILSYN (SFT). Haldenvassdragets behandling i denne sammenheng er ordlagt i forslag til program for overvåkingsundersøkelser i Østfold fylke (Norsk institutt for vannforskning, 18. desember 1979).

På dette grunnlag ble det laget en praktisk utforming av overvåkingen av Haldenvassdraget som tillater kontinuerlig virksomhet. Arbeidet ble lagt opp slik at lokale organers medvirkning var sikret. Det ble tilrettelagt for en samordnet innsats i overensstemmelse med de behov som kommunene, Akershus og Østfold fylker og STATENS FORURENSNINGSTILSYN (SFT) har.

Haldenvassdraget er av stor naturmessig og økonomisk verdi. Det knytter seg en rekke brukerinteresser til vassdraget - vannforsynings-

interesser, resipientbruk, innlandsfiske, naturinteresser m.m. For å kunne gjennomføre en meningsfylt og fornuftig forvaltning av denne naturressurs må det være regelmessig tilgang på informasjoner om tilstand og utvikling. Dette gjelder i like stor utstrekning situasjonen i selve vassdraget og virksomheter i nedbørfeltet som kan påvirke forholdene i vassdraget. Den kunnskap som fremskaffes om Haldenvassdraget vil være en nødvendig bakgrunnsinformasjon for å kunne planlegge en samfunnsutvikling som kan være mest mulig i harmoni med naturforutsetningene i nedbørfeltet.

Hensikten med overvåkingsundersøkelser i Haldenvassdraget kan kort sammenfattes som:

Å klarlegge forurensningssituasjonen og finne og følge utviklingstendenser.

Å fastslå hva som oppnås med de tiltak som settes i verk for å beskytte vassdraget mot forurensninger.

Å kartlegge faktorer i nedbørfeltet som har innvirkning på vannkvalitet og biologiske forhold i vassdraget.

Ut fra dette kan det formuleres en strategi for bestrebelsene som skal gjøres. Det er behov for fortløpende kontroll av påvirkninger fra de forskjellige deler av nedbørfeltet:

- urbaniserte områder
- områder med jordbruk og spredt bebyggelse
- skog- og åsområder

Overvåkingen bør konsentrere seg om følgende hovedspørsmål:

- hygieniske problemer
- giftvirkninger
- eutrofiering
- saprobiering

Overvåkingen innebærer arbeid på flere plan:

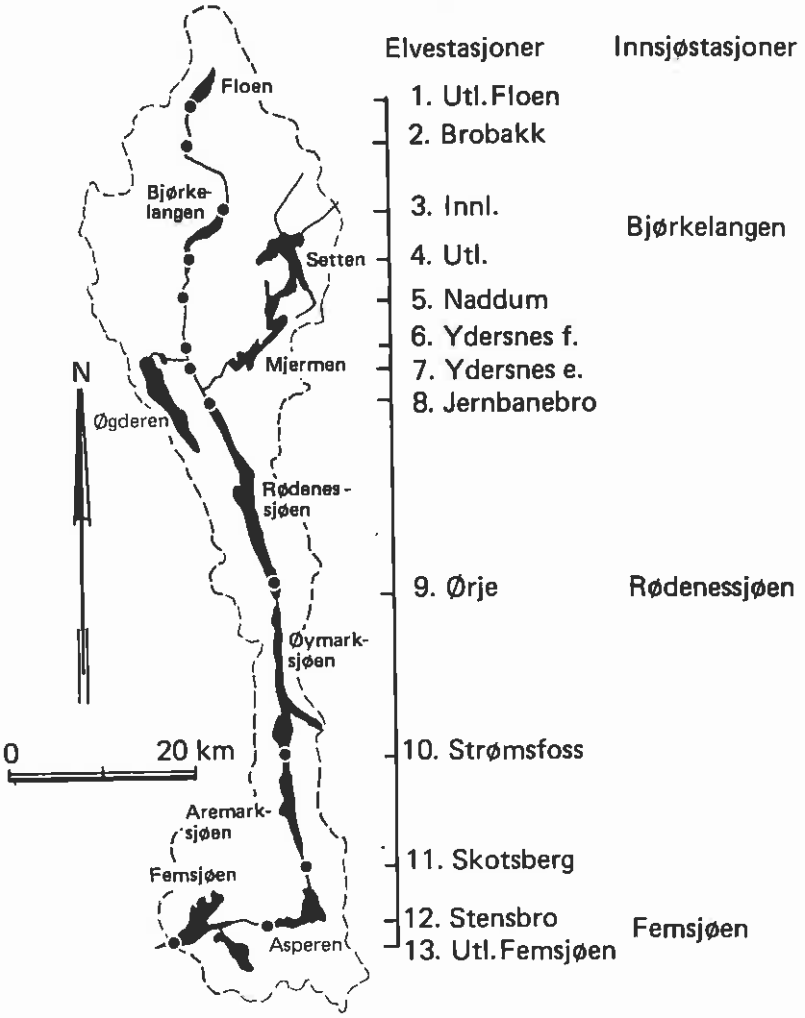
- lokalt. Påvirkningenes omfang (liten-akseptabel-stor) med hensyn til vannkvalitet i vassdraget. Dette gjelder for aktuelle tidspunkt og med hensyn til forandringer gjennom tid.

- regionalt. Påvirkningenes omfang med hensyn til hvordan de ulike områder virker inn på hverandre. Det tenkes på nærvirkninger og fjernvirkninger i vassdragets forurensningssituasjon, samt forandringer av denne gjennom tiden.

- sentralt. Vassdragets helhetlige tilstand, og dets utvikling vurdert i landssammenheng i forhold til andre vassdrag.

Arbeidet omfatter prøvetaking, laboratorieanalyser, databehandling og rapportering (informasjon).

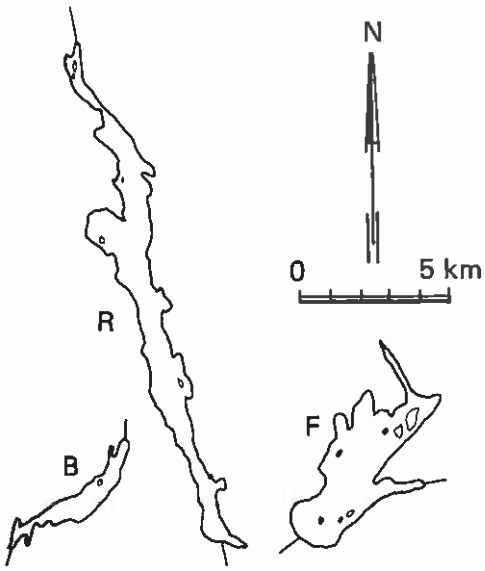
Fig. 1. Observasjonssteder i vassdraget benyttet ved undersøkelsen til Haldenvassdragets Vassdragsforbund og Statens Forurensningstilsyn. Innsjøene Bjørkelangen, Rødenessjøen og Femsjøen inngår i Statlig program for forurensningsovervåking.



Tabell 1. Noen geografiske grunnlagsdata for nedbørfeltet til Haldenvassdraget.

LOKALITET	Avstand fra havet km	Meter over havet m	Areal av del-nedbørfelt km^2	Samlet areal til lokalitet. Areal av sum nedbørfelt km^2	Arealfordeling i nedbørfelt: Vann km^2	Skog km^2	Jordbruk km^2	Annet km^2	Midlere avrenning til lokalitet m^3/s
Utl. Floen v. Haratun	131	179	48,7	48,7	3,4	29,0	7,6	8,7	0,72
Brobakk	126	132	72,0	120,7	5,4	74,9	18,9	21,5	1,78
Innl. Bjørkelangen	111	124	25,2	227,7	6,5	144,9	36,8	39,7	3,36
Utl. " v. Fosser	104	124	50,0	277,9	10,4	168,9	47,0	51,6	4,10
Hølandselva v. Naddum	100	118	40,0	317,9	11,9	190,6	55,1	60,3	4,69
" v. Ydersnes f. samløp	91	118	40,0	357,9	11,9	212,4	63,3	70,3	5,28
" v. Ydersnes e. samløp	90	118	172,5	530,4	26,6	301,0	87,7	115,1	7,83
" v. jernbanebro	85	118	279,3	809,7	48,6	504,3	88,7	168,1	11,95
Utl. Rødnessjøen v. Ørje	60	118	146,1	1028,8	65,3	649,2	108,5	205,8	15,14
" Øymarksjøen v. Strømsfoss	39	107	151,5	1180,3	80,9	745,1	126,0	228,3	17,38
" Aremarksjøen v. Skotsberg	28	105	105,0	1285,3	88,9	821,0	134,1	241,3	18,93
" Asperen v. Stensbro	18	105	103,0	1388,3	103,9	895,5	141,9	247,0	20,45
" Femsjøen v. Tistadalen	5	79	206,0	1594,3	122,4	1017,8	162,1	292,0	23,49

Fig. 2. Skisse av Bjørkelangen (B), Rødenessjøen (R) og Femsjøen (F).



Tabell 2. Opplysninger om Bjørkelangen (B), Rødenessjøen (R) og Femsjøen (F).

		B	R	F
Utløpets avstand fra havet	km	104	60	5
Meter over havet	m	124	118	79
Største lengde	km	5	18	6,8
Største bredde	km	1	2	10
Overflate areal	km^2	3,3	15,3	10,2
Største dyp	m	12	47	50
Middel dyp	m	7	20,4	20
Volum	$10^6 \cdot m^3$	25	312	200
Nærnedbørfelt	km^2	51,25	235	126
Sum nedbørfelt	km^2	278	1029	1594
Andel av sum nedbørfelt	vann km^2	12	71	123
"	skog km^2	171	638	1067
"	dyrk. jord km^2	42	119	160
Beregnet årlig avløp	$10^6 \cdot m^3$	129	477	739
Beregnet vannføring	m^3/s	4,10	15,14	23,49
Beregnet oppholdstid	år	0,2	0,7	0,3
Regulerings-høyde	m	1,4	0,9	1,0

3. NEDBØRFELT MED PRØVETAKINGSSTEDER

Haldenvassdragets nedbørfelt (figur 1) ligger i det sørøstnorske grunnfjellsområde. Berggrunnen består i det vesentlige av gneis og gneisgranitter (sterkt presset granitt). Store deler av nedbørfeltet ligger under den marine grense, som i dette området er omlag 190-210 m.o.h. Løsavsetningene langs vassdraget er vesentlig av marin opprinnelse, og består hovedsakelig av leire, sand og grus. Spesielt er det betydelige marine avsetninger langs Hølandsvassdraget. Femsjøen er demmet opp av den store moreneryggen som går under navnet Raet.

Noen geografiske grunnlagsdata for nedbørfeltet til Haldenvassdraget er stilt sammen i tabell 1. Innsjøene i Haldenvassdraget som inngår i overvåkingen av vannressurser for STATENS FORURENSNINGSTILSYN (SFT) er Bjørkelangen (Akershus), Rødenessjøen og Femsjøen (begge i Østfold). En skisse av disse innsjøene og noen opplysninger om dem er gitt på side 16 (figur 2, tabell 2).

De faste stasjoner for observasjoner i Haldenvassdraget er lagt til hovedvassdraget. Som elvestasjoner betegnes prøvetakingssteder i elver eller i innløp og utløp til innsjøer.

Innsjøstasjonene består av prøvetakingsteder over innsjøenes største dyp. Som stasjoner for overvåkingsprogrammet i Haldenvassdraget inngår lokalitetene i tabell 3. De er inntegnet i kartskissen på figur 1.

Tabell 3. Observasjonsstasjoner for overvåkingsprogrammet i Haldenvassdraget.

Strømmende vann	Innsjøer
1. Utløp Floen	1. Bjørkelangen
2. Brobakk	2. Rødenessjøen
3. Innløp Bjørkelangen	3. Femsjøen
4. Utløp Bjørkelangen	
5. Naddum	
6. Yddersnes før samløp	Stasjoner for Statlig program for forurensnings-overvåking
7. Yddersnes etter samløp	
8. Jernbanebro	
9. Utløp Rødenessjøen, Ørje	
10. Utløp Øymarksjøen, Strømsfoss	
11. Utløp Aremarksjøen, Skotsberg	
12. Utløp Aspern, Stensbro	
13. Utløp Femsjøen, Tistedal	

4. GJENNOMFØRING AV OVERVÅKINGSUNDERSØKELSE

PRØVETAKING

Tidspunktene for prøvetaking fremgår av tabellene 4-6 (side 32-35). Prøvetaking for elvestasjonene dekker perioden januar til desember 1980. På innsjøstasjonene er det fortsatt vinterobservasjoner og sommerobservasjoner. Feltarbeidet har omfattet prøvetaking og observasjoner for beskrivelse av fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

METODER

Ved feltarbeidet ble det benyttet de sedvanlige metoder for limnologisk prøvetaking (NIVA 19. juli 1979; NIVA 20. februar 1980). De bakteriologiske og kjemiske analyser ved Næringsmiddelkontroll-laboratoriene og Fylkeslaboratoriet (ØF) er utført i henhold til Norsk Standard. Ved Norsk institutt for vannforskning er de kjemiske analyser utført etter de rutinemessige fremgangsmåter (NIVA 1980). Noen viktige fysisk-kjemiske og mikrobiologiske analyseprinsipper fremgår av tabell 7.

5. METEOROLOGISKE FORHOLD OG VANNFØRING

Den årlige normalnedbør i nedbørfeltet varierer mellom 750 og 800 mm. I observasjonsperioden 01.01-31.12.1980 var nedbørmengden ved Bjørkelangen 737.1 mm, ved Ørje 748.0 mm og ved Brekke 868.2 mm.

I følge isohydatkart for Østlandet (NVE, Hydrologisk avdeling, sept. 1978) er den gjennomsnittlige avrenning for Haldenvassdragets nedbørfelt 14 l/s km^2. Middelvannføringen ved utløp Femsjøen er 23.5 m^3/s (tabell 1). Vassdraget har to flomperioder, henholdsvis om våren og høsten. Vannføringen i 1980 (grafisk fremstilt i figur 3) fulgte hovedsakelig dette mønster. Flomtoppen om våren - i april - var imidlertid mindre enn normalt, mens flomtoppen om høsten - i oktober - var betydelig høyere enn normalt.

Årsmiddeltemperatur - observasjoner i Eidsberg - var i 1980 4.6^{o}C. Dette er 0.8^{o}C lavere sammenliknet med et 30-års gjennomsnitt (1931-

1960). I tabell 8 er den månedlige gjennomsnittstemperatur fremstilt. Isforholdene i vassdraget gjenspeiler bl.a. temperaturgangen gjennom året. I tabell 9 er det gitt en oversikt over islegging og isløsning for innsjøene som inngår i det statlige program for forurensningsovervåking.

Tabell 8. Månedlig gjennomsnittstemperatur i 1980 og 30-års gjennomsnitt. Observasjonssted Eidsberg.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1980	-7,1	-8,6	-2,8	4,6	10,8	15,2	16,4	14,1	11,3	4,1	-1,8	-0,8
1931-60	-4,8	-4,3	-1,1	4,1	9,8	13,9	16,4	15,2	10,7	5,7	1,1	-2,0

Tabell 9. Isforhold i 1980.

Innsjø	Isløsing begynt	Islegging begynt	Helt isfri døgn	Helt islagt døgn
Bjørkelangen	06.04.80	31.10.80	182	140
Rødenessjøen	06.04.80	04.11.80	189	116
Femsjøen	12.04.80	02.01.81	250	103

6. KJEMISK OG BIOLOGISK VANNKVALITET

Resultatene fra overvåkingsundersøkelsen er samlet i tabellene 10-26 (sidene 38-54).
I det følgende blir det gitt en gjennomgåelse av den hovedsakelige situasjon i Haldenvassdraget som fremkommer av materialet som foreligger. Forholdene behandles henholdsvis for elvestasjonene og innsjøstasjonene.

6.1 Forholdene på elvestasjonene

SURHETSGRAD

Målingene viste (figur 4) at surhetsgraden gjennomgående varierer mellom pH 6,5 og 7,2. Med den store andel av myr (7%) og skog (59%) i nedbørfeltet er dette kanskje høyere enn ventet. Men hovedvassdragets landskap ligger i stor utstrekning under den marine grense, og samtidig er det tilhørende området i stor grad benyttet til jordbruksformål og bosetting. Dette medfører påvirkning av vannmassene som forklarer pH-verdien som ble observert.

ELEKTROLYTISK LEDNINGSEVNE

Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne var hovedsakelig mellom 40-70 µS/cm 20°C. Det var økende verdier fra Floens utløp til Ydersnes og forholdsvis jevne verdier fra Ørje til Femsjøen. Dette er i overensstemmelse med de fremtredende forhold i hovedvassdragets nedbørfelt (se under surhetsgrad).

(De lave minimumsverdier på vassdragsstrekningen Strømsfoss til utløp Femsjøen representerer målefeil.)

FARGE OG TURBIDITET

Nedbørfeltets naturforhold - preget av skog og myr - gir vannmassene i Haldenvassdraget et høyt humusinnhold. Vannet har en karakteristisk brun farge (figur 4 og 5). Nedbørfeltets løsavsetninger, med i stor utstrekning marine leirsedimenter, medfører en betydelig turbiditet i Haldenvassdraget. I stor utstrekning kommer partikkelinnholdet i vann-

massene fra nærområdet til hovedvassdraget (jordbruksvirksomhet), mens fargepåvirkninger i større grad kommer fra det øvrige nedbørfelt. Innsjøene virker i stor grad som sedimenteringsbasseng, og dette medfører jevnt lavere farge og turbiditet i vassdragets nedre løp (nedstrøms Rødenessjøen). Forholdene observert i 1980 gjenspeiler typisk dette hovedmønster i vannmassenes variasjoner av farge og turbiditet.

FOSFORKOMPONENTER OG ORTOFOSFAT

Det var gjennomgående høye verdier som analyseresultatene for fosforforbindelser - Tot.P - viste (figur 6). I den øvre del av vassdraget - elvestrekningen ned til stasjon Jernbanebro - lå verdiene i området 70 µg P/l. På elvestrekningen i den midtre og nedre del av vassdraget var verdiene tilsvarende 30 µg P/l.

En betydelig del av vannmassenes fosforinnhold er knyttet til frafiltrerbar substans - seston - særlig leirpartikler. Dette fremgår av analyseresultatene for ufiltrerte, henholdsvis filtrerte prøver (tabell 11 og 13, side 39 henholdsvis 41). Omlag 30-40% av fosforkomponentene er etter dette bundet til partikkelinnholdet i vannet. Innsjøene i vassdraget utgjør sedimenteringsområder for partikler, og fosforforbindelser bindes i bunnlaget på vassdragets stilleflytende avsnitt.

NITROGENKOMPONENTER OG NITRAT

Vannmassenes innhold av nitrogenforbindelser - Tot.N - var utpreget høye (figur 7). På elvestrekningene i den øvre del av vassdraget var konsentrasjonene av størrelsesorden 1200 µg N/l. Det ble funnet forholdsvis høye verdier også i vassdragets nedre løp, varierende i konsentrasjonsnivået omlag 1000 µg N/l. Da nitrogenforbindelsene i mindre grad - sammenliknet med fosforforbindelser - er knyttet til leirpartikler, viser ikke vassdragets innsjøer noen betydelig fellingseffekt for nitrogenforbindelser.

BIOLOGISKE FORHOLD

Haldenvassdraget er et utpreget innsjø-elvesystem med stor andel av innsjøer. I nedbørfeltet utgjør innsjøene omlag 12% av arealet. Forholdene i vassdragets elveavsnitt og i innsjøene er ulike influert av forurensningsbelastning.

For elveavsnittene spesielt gjør primære forurensningsvirkninger seg gjeldende. Det er bidrag fra husholdningskloakkvann, husdyrhold og jordbruksvirksomhet som er årsakene til de alvorligste problemene for vannkvaliteten. Observasjoner av utvikling av begroingssamfunn på elveavsnittene gir anledning til en bedømmelse av vannkvalitet og forurensningssituasjon (saprobiering-eutrofiering).

Begroingsorganismene som utviklet seg på elvestrekningene i 1980 var hovedsakelig de samme som tidligere er observert i Haldenvassdraget. Forekomst av polysaprobe organismer (bakterier, protozoer, sopp) var fremtredende på elvestrekninger med stor belastningsgrad. Dette var bl.a. tilfelle for vassdragsavsnittene Lokshaug-Bjørkelangen, Naddum-Ydersnes, Fosser-Naddum og utløp Rødenessjøen-Lifjord. Karakteristiske organismer i begroing på disse lokaliteter var f.eks. *Cladothrix dichotoma*, *Sphaerotilus natans* (bakterier-SCHIZOMYCETES); *Oscillatoria cf. chlorina*, *Phormidium autumnale* (blågrønnaler- CYANOPHYCEAE); *Nitzschia palea* (kiselalger-BACILLARIOPHYCEAE) og *Closterium acerosum* (grønnalger-CHLOROPHYCEAE). Vannmassene var delvis grumsete av leire og partikler av organisk natur. Elvebunnen var partivis dekket av tykke slamlag med tildels organisk stoff i forråtnelse. Vassdragets evne til selvrensning var overskredet på disse lokaliteter.

Algevegetasjonen i strømmende vann i Haldenvassdragets hovedløp er gjennomgående av *Vaucheria*-type. Dette er karakteristisk for eutrofe vanntyper. Viktige begroingsalger med stor forekomst i 1980 var *Microspora amoena* (CHLOROPHYCEAE); *Diatoma elongatum*, *Fragilaria spp.* (BACILLARIOPHYCEAE) og *Oscillatoria limosa*, *Phormidium spp.* (CYANOPHYCEAE).

De mikrobiologiske undersøkelser viste en betydelig bakterieforurensning i vassdraget (tabell 18). Resultatene kan vurderes i forhold til anbefalte normer.

I vann som ubehandlet skal kunne brukes som drikkevann, skal det ikke kunne påvises termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml vann. For at vannet skal kunne brukes som badevann (friluftsbad) bør det ikke påvises mer enn 50 termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml vann.

I vassdragets øvre del - ned til stasjon Jernbanebro - overskrider vannmassenes innhold av termostabile koliforme bakterier verdier som gjelder kvalitetskrav til badevann. For resten av vassdragets hovedløp er innholdet av termostabile koliforme bakterier høyere enn krav til drikkevannskvalitet.

Forholdet mellom termostabile koliforme bakterier og fekale streptokokker i øvre del av vassdraget viser at avføring fra mennesker trolig forurenser mer enn gjødsel fra husdyr. De svært høye kimtallene i samme del av vassdraget må tas som et tegn på omfattende organisk forurensning.

6.2 Forholdene på innsjøstasjonene

TEMPERATUR OG OKSYGEN

Resultatene av målinger av temperatur og oksygen er fremstilt grafisk som minimum, maksimum og aritmetiske middelverdier (figur 8).

Det ble ikke observert noe markert temperatur - eller oksygensprangsjikt under vintersituasjonen 1980. Under sommerstagnasjonen lå spranglaget i Bjørkelangen i dypområdet 2-3 m, i Rødenessjøen og Femsjøen tilsvarende i dypområdet 7-8 m. I september var det fullsirkulasjon i Bjørkelangen, mens spranglaget hadde arbeidet seg ned til 13-14 m dyp i Rødnessjøen og Femsjøen.

Både under vinterstagnasjonen og sommerstagnasjonen var det et betydelig oksygenforbruk, særlig i Bjørkelangen. Det ble imidlertid ikke observert oksygenfrie bunnvannsmasser i 1980. I vegetasjonsperioden er det under forhold med stor fotosyntetisk aktivitet overmetning med oksygen i innsjøenes overflatelag.

SURHETSGRAD

Vannmassene i vassdragets hovedløp hadde en surhetsgrad i området pH 6,5. Noen høyere verdier i overflatevannet om sommeren ble observert i sammenheng med algeoppblomstringer (figur 9).

ELEKTROLYTISK LEDNINGSEVNE

Aritmetiske middelverdier, minimums- og maksimumsverdier er fremstilt grafisk i figur 10.

Haldenvassdragets nedbørfelt er i geologisk henseende preget av bergarter som er motstandsdyktige for kjemisk erosjon, granitter og gneisgranitter. Dette betinger et avrenningsvann med lav spesifikk elektrolytisk ledningsevne. Den relativt høye ledningsevne som er målt i Bjørkelangen, Rødenessjøen og Femsjøen henger sammen med de store områder med marine løsavsetninger ved vassdraget. De marine leirer bidrar til å gi vannet et betydelig innhold av salter. Med en lang strekning som vannet tilbakelegger i leirlandskapet, oppnår vannet en høy konsentrasjon av elektrolytter. Den største andel av befolkningen er også bosatt i områder med marine avsetninger. Vannmassenes innhold av elektrolytter inkluderer kloakkvannets andel med salter.

I Bjørkelangen var vannmassenes spesifikke elektrolytiske ledningsevne omlag 66-70 µS/cm. Det var noe lavere verdier i Rødenessjøen og Femsjøen med verdier tilsvarende omlag 60 µS/cm.

FARGE OG TURBIDITET

Resultatene av observasjonene i 1980 er fremstilt grafisk i figur 10 og 11.

Innsjøvannets farge bestemmes hovedsakelig av vannmassenes innhold av humusforbindelser og partikkelinnhold. Den relative andel fremkommer ved å sammenlikne målingene fra de ufiltrerte og filtrerte prøvene.

De målte verdier for farge var høyest for Bjørkelangen og var trinnvis lavere i Rødenessjøen og Femsjøen. Sedimentering og selvrensningsprosesser er viktige for dette forløp. Turbiditeter er hovedsakelig forårsaket av leirpartikler, i mindre utstrekning av plankton. Dette fremgår særlig klart for Bjørkelangens vedkommende.

FOSFORKOMPONENTER OG ORTOFOSFAT

Fosforforbindelser - Tot.P - og ortofosfat følger hverandre og viste hovedsakelig de samme tendenser (figur 12). Konsentrasjonen synker når vegetasjonsperioden begynner å gjøre seg gjeldende. Viktige resultater ble oppnådd gjennom observasjonene i 1980. I Bjørkelangen var fosforbelastningen så stor at vegetasjonen ikke klarte å nyttiggjøre seg tilførslene med fosforforbindelser. Dermed økte konsentra-

sjonene gjennom sommeren (juli og september), samtidig som nitrogenkonsentrasjonene gikk ned (fig. 13). Dette kan uttrykkes med at fosforbelastningen oversteg innsjøenes toleransegrense.

Tilsvarende forhold ble ikke observert i Rødenessjøen eller Femsjøen. Men det er tydelig at belastningene med fosforforbindelser, særlig av Rødenessjøen, er så høy at det må betegnes som kritisk i sammenheng med vassdragets eutrofieringsproblemer.

I denne sammenheng kan det nevnes at de observerte variasjoner i vannmassenes innhold av jernforbindelser i hovedtrekkene fulgte det samme mønster som for fosforforbindelser (figur 11). Det er en nær kobling mellom fosfor og jern i innsjøenes stoffskifte.

NITROGENKOMPONENTER OG NITRAT

Variasjonene i vannmassenes konsentrasjoner av nitrogenkomponenter og nitrat gjennom 1980 er vist i figur 13.

De sterkt synkende konsentrasjoner i Bjørkelangen gjennom juni, juli og august var et markert fenomen. I den langt fremskredene tilstand av eutrofiutvikling som Bjørkelangen befinner seg er produksjonsprosessene i innsjøen intensive. Det er en omfattende forurensningsbelastning (husholdningskloakkvann, jordbruksavrenning), og under de rådende forhold tenderer nitrogenforbindelser til å være begrensende for primærproduksjonen (Skulberg 1980).

I Rødenessjøen og Femsjøen avtok også tildels nitrogenkonsentrasjonene gjennom vegetasjonsperioden, men ikke så utpreget som for Bjørkelangens vedkommende. Det var stor utvikling av plankton i innsjøene, med enkelte oppblomstringer av blågrønnalger.

KLOROFYLL

Analyseresultatene for klorofyll a er fremstilt grafisk i figur 9.

Variasjoner i algebiomassen i innsjøene gjennom vegetasjonsperioden kan belyses med disse verdiene. Klorofyllkonsentrasjonene viser en sterk økning om sommeren. Det var markerte algeoppblomstringer i Bjørke-

langen og Rødenessjøen. For Femsjøens vedkommende var verdiene forholdsvis jevne, og noen spesiell oppblomstring av alger ble ikke observert.

Konsentrasjonene for klorofyll a i Bjørkelangen og Rødenessjøen ligger klart innenfor variasjonsområdet for trofinivåene til eutrofe innsjøer.

KJEMISK OKSYGENFORBRUK

Vannmassenes innhold av organisk stoff stammer enten fra innsjøenes egenproduksjon (primærproduksjon) eller er tilført utenfra. Målingene av kjemisk oksygenforbruk (figur 11) indikerer at i Bjørkelangen var produksjonen til planktonalgene en dominerende kilde for organisk stoff i vegetasjonsperioden. I Rødenessjøen og Femsjøen var denne tendens mindre merkbar, og det er tilført organisk stoff som var mer fremtredende.

BIOLOGISKE FORHOLD

For innsjøene er det sekundære forurensningsvirkninger med fremskridende eutrofiering som er det alvorligste problem for vannkvalitet og biologiske ressurser. Den store innsjørikdom i Haldenvassdraget innebærer at eutrofiutviklingen er et særlig viktig forurensningsproblemer. De rensetekniske og andre tiltak som gjennomføres, har vesentlig til hensikt å beskytte vassdraget mot forurensninger som fremskynder eutrofiering.

Eutrofieringen av Haldenvassdraget viser seg tydelig ved oppblomstringer av blågrønnalger (*Cyanophyceae*) om sommeren og høsten. Blågrønnalgene er særlig dominerende i avsnittet Bjørkelangen - Rødenessjøen - Øymarksjøen. På strekningen Aremarksjøen - Femsjøen er det kiselalger (*Bacillariophyceae)* som er relativt mer fremtredende. I materialet er det funnet mer enn 100 arter av planteplanktonorganismer. Disse fordelte seg med 20 arter blågrønnalger, 40 arter grønnalger, 23 arter diatomeer og 18 arter flagellater. Både artssammensetningen av planktonet og den mengdemessige forekomst understreker den eutrofierende påvirkning som gjør seg gjeldende i Haldenvassdraget.

Oscillatoria agardhii var. *isothrix* Skuja har regelmessige oppblomstringer i vassdragets øvre løp med innsjøen Bjørkelangen som spredningssenter.

Algeutviklingen i 1980 var hovedsakelig i overensstemmelse med disse tidligere observasjoner. Fremtredende arter i planktonet var:

CYANOPHYCEAE - blågrønnalger

Anabaena planctonica Brunnth.
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs
Oscillatoria agardhii Gom. var.

CHLOROPHYCEAE - grønnalger

Monoraphidium contortum (Thur.) Kom.-Legn.

BACILLARIOPHYCEAE - kiselalger

Asterionella formosa Hass.
Diatoma elongatum Agardh.
Rhizosolenia longiseta Zach.
Synedra cf. acus Kütz.
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.

FLAGELLATA - flagellater

Dinobryon Ehrenberg spp.

Under oppblomstringen i Bjørkelangen i juli var *Oscillatoria agardhii* var. *isothrix* Skuja (CYANOPHYCEAE) dominerende. I Bjørkelangen og Femsjøen var *Coelosphaerium naegelianum* Unger og *Gomphosphaeria lacustris* Chod. (CYANOPHYCEAE) vanlige. Det er et gjennomgående trekk at kolonidannende blågrønnalger er av tiltakende betydning fra Rødenessjøen og videre nedover i hovedvassdraget.

Ved alle prøvestasjoner i innsjøene ble det i 1980 påvist termostabile koliforme bakterier (figur 14). I Bjørkelangen overskrides vannmassenes innhold av termostabile koliforme bakterier verdier som gjelder kvalitetskrav til badevann. Vannmassene i Rødenessjøen og Femsjøen har konsentrasjoner av termostabile koliforme bakterier som er lavere enn 10 per 100 ml. Dette tilfredsstiller kvalitetskrav for friluftsbad, men verdiene overstiger kvalitetskrav til drikkevann.

7. NOEN HENVISNINGER

I denne oversikten er det tatt med noen henvisninger som er gjort i teksten til rapporten. Dessuten er enkelte skrifter som behandler Haldenvassdraget listet opp for eventuelle supplerende informasjoner til interesserte.

DUKLAT, H.S.: Bjørkelangen. En humusrik, kulturpåvirket sjø.
Universitetet i Oslo. 1964.

HOLTAN, H.: Undersøkelse av Femsjøen og Lille Ertevann som drikkevannskilde for Halden vannverk.
Norsk institutt for vannforskning. Blindern. 1967.

HOLTAN, H.: Vannforsyning av avløpsforhold i Østlandsfylkene.
Utredning for Østlandskomitéen 1967.
Rapport I. Beskrivelse og undersøkelse av vannforekomster. Del 4.
Andre vassdrag og innsjøer. Haldenvassdraget, pp. 174-183.
Norsk institutt for vannforskning. 1967.

KÄLLQVIST, T.: Algal growth potential of six Norwegian waters receiving primary, secondary and tertiary sewage effluents.
Verh.int.Verein.theor.angew.Limnol.
Vol. 19 (1975) pp. 2070-2081.

KÄLLQVIST, T.: Kommunalt kloakkvann, forurensningseffekter og rensemetoder.
Norsk institutt for vannforsknings årbok 1974. Oslo 1975. Pp. 13-20.

KOLLERUD, O.: Innsjøen Øgderen. En grunn leirfylt sjø i Indre Akershus.
Universitetet i Oslo. 1964.

KOTAI, J. og SKULBERG, O.M.: Haldenvassdraget - Resipientundersøkelse som grunnlag for vassdragsdrift.
Norsk institutt for vannforsknings årbok 1975, pp. 11-24, Oslo 1976.

KOTAI, J., KROGH, T. and SKULBERG, O.M.: The fertility of some Norwegian inland waters assayed by algal cultures. Symposium on Experimental use of algal cultures in limnology, Sandefjord 26-28 Oct. 1976. Mitt.Internat.Verein.Limnol. 21, pp. 413-436, 1978.

KROG, O.: Rødenessjøens morfologi. Norsk Geografisk Tidsskrift, 1, pp. 44-48. 1944.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING: Haldenvassdragets Vassdragsforbund. Undersøkelse i Haldenvassdraget. Hoveddata for perioden 1972-1978. O-21970, Blindern, 19. juli 1979.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING: Overvåkingsundersøkelser i Haldenvassdraget. O-21970, Blindern, 20. februar 1980.

SKULBERG, O.M.: Vannblomstdannende blågrønnalger i Norge og deres betydning ved studiet av vannforekomstenes kulturpåvirkning. Nordisk Jordbruksforskning, 3, pp. 180-190. 1965.

SKULBERG, O.M.: Gjølsjø i Marker, Østfold. Norsk institutt for vannforskning. Blindern. 1969.

SKULBERG, O.M.: Resipientundersøkelse for Ørje, Marker kommune. Norsk institutt for vannforskning. Blindern 1969.

SKULBERG, O.M.: Undersøkelse av Haldenvassdraget. Resultater av vassdragsundersøkelser 1967-1972. Norsk institutt for vannforskning. Blindern. 1972.

SKULBERG, O.M.: Noen observasjoner fra Bunessjøen, Halden kommune, Østfold. Norsk institutt for vannforskning. Blindern. 1974.

SKULBERG, O.M., KOTAI, J. og ØSTENSVIK, Ø.: Haldenvassdraget som resipientsystem. Forurensningssituasjonen i 1977 belyst med kjemiske og bakteriologiske undersøkelser. Norsk institutt for vannforsknings årbok 1977, pp. 53-62, Oslo 1978.

SKULBERG, O.M.: En ny lemnide i norsk flora - Svanemat (*Ricciocarpus natans* (L.) Corda) i Gjølsjøen, Haldenvassdraget.
Blyttia 36, pp. 27-34, 1978.

SKULBERG, O.M.: Nitrogen som begrensende faktor for algevekst. Bidrag til en avklaring om nitrogenets rolle i eutrofisammenheng.
NTNFs program om eutrofieringsforskning, Blindern 24. november 1980.

SKULBERG, O.M.: Noen observasjoner av alger med masseforekomst i vegetasjonsperioden 1979.
Norsk institutt for vannforsknings årbok 1979, pp. 19-25, Oslo 1980.

SKULBERG, O.M.: Blue-green algae in Lake Mjøsa and other Norwegian lakes.
Progress in Water Technology, 12 (2), pp. 121-141, 1980.

SKULBERG, O.M.: Når innsjøer og elver blir overgjødslet - kulturbetinget eutrofiering og algevekst.
Norsk institutt for vannforsknings årbok 1980, pp. 23-30, Oslo 1981.

UTBYGGINGSAVDELINGEN I ØSTFOLD: Registrering av landbruksaktiviteter og forurensningskilder i nedbørfeltet til Haldenvassdraget. (Med oversiktskart. M 1:50 000).
Fylkesmannen i Østfold, Moss. 1972.

UTBYGGINGSAVDELINGEN I ØSTFOLD: Haldenvassdraget. Samlerapport.
Haldenvassdragets Vassdragsforbund. Sekretariatet, Moss 1973.

TABELLER

Tabell 4. Prøvetaking av vannhygieniske forhold

Næringsmiddelkontroll-laboratoriene

LOKALITET	10.02	21.02	26.02	12.03	06.05	21.05	27.05	10.06	16.06	02.07	09.07	06.08	25.08	09.09	23.09
Utl. Floen v. Haratun	x	x		x			x			x					
Brobakk		x					x			x					
Lierfoss	x			x											
Innl. Bjørkelangen	x	x		x			x			x					
Utl. " v.Fosser	x	x		x			x			x					
Hølandselva v. Naddum	x	x					x			x					
" v.Ydersnes f.samløp	x	x					x			x					
" v.Ydersnes e.samløp	x	x					x			x					
" v. jernbane-bro	x	x					x			x					
Utl. Rødenessjøen v.Ørje			x			x			x		x		x		x
" Øymarksjøen v. Stromsfoss			x			x			x		x		x		x
" Aremarksjøen v. Skotsberg					x			x				x		x	
" Asperen v. Stensbro					x			x				x		x	
" Femsjøen					x			x				x		x	

Tabell 4 (forts.). Prøvetaking av vannhygieniske forhold
Næringsmiddelkontroll-laboratoriene

LOKALITET	29.09	07.10	14.10	20.10	10.11	11.11	12.11	10.12	15.12						
Utl. Floen v. Haratun	x	x				x									
Brobakk	x														
Lierfoss	x	x				x									
Innl. Bjørkelangen	x	x				x									
Utl. " v.Fosser	x	x				x									
Hølandselva v. Naddum	x	x				x									
" v.Ydersnes f.samløp	x	x				x									
" v.Ydersnes e.samløp	x	x				x									
" v. jernbane-bro	x	x				x									
Utl. Rødenessjøen v.Ørje				x	x			x							
" Øymarksjøen v. Stromsfoss				x	x			x							
" Aremarksjøen v. Skotsberg			x				x		x						
" Åsperen v. Stensbro			x				x		x						
" Femsjøen			x				x		x						

Tabell 5. Prøvetaking til vannkjemiske analyser (Fylkeslaboratoriet - ØF) 1980.

LOKALITET	07.01	08.01	25.02	26.02	23.04	19.05	20.05	30.06	01.07	11.08	12.08	15.09	16.09	26.10	27.10
Utl. Floen v. Haratun	x		x			x		x		x		x		x	
Brobakk	x		x			x		x		x		x		x	
Lierfoss															
Innl. Bjørkelangen	x		x			x		x		x		x		x	
Utl. " v.Fosser	x		x			x		x		x		x		x	
Hølandselva v. Naddum	x		x			x		x		x		x		x	
" v.Ydersnes f.samløp	x		x			x		x		x		x		x	
" v.Ydersnes e.samløp	x		x			x		x		x		x		x	
" v. jernbane-bro							x		x		x		x		x
Utl. Rødenessjøen v.Ørje		x		x			x		x		x		x		x
" Øymarksjøen v. Strømsfoss		x		x	x		x		x		x		x		x
" Aremarksjøen v. Skotsberg		x		x	x		x		x		x		x		x
" Asperen v. Stensbro		x		x	x		x		x		x		x		x
" Femsjøen		x		x	x		x		x		x		x		x

Tabell 6. Feltundersøkelser hydrografi og biologi (Norsk institutt for vannforskning).

Måned 1980		Bjørkelangen	Skullerudsjøen	Kroksund (Rød.)	Rødenessjøen	Lifjord (Øym.)	Øymarksjøen Nord	Øymarksjøen v. Kirke	Øymarksjøen v. Ytterbøl	Øymarksjøen Bøensfjord	Aremarksjøen	Asperen	Femsjøen
Januar	Min.			08									
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.	20		26	27	27							
	Mid.												
	Maks.												
Mars	Min.		12								04	04	05
	Mid.												
	Maks.												
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	14	15	15	12								13
	Mid.												
	Maks.												
Juni	Min.	11	11		16	04		04	04				12
	Mid.				17								
	Maks.												
Juli	Min.	07	07		08	09	09		11	11			08
	Mid.				09								
	Maks.												
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	11	11		10	10							09
	Mid.												
	Maks.												
Oktober	Min.				15								
	Mid.												
	Maks.												
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks												

Tabell 7. Noen viktige fysisk-kjemiske og mikrobiologiske analyseprinsipper.

Analyseparameter	Symbol/enhet	Fremgangsmåte
Temperatur	t °C	Målt med kvikksølvtermometer i vannhenter Målt med elektrode på oksygen-meter.
Oksygen	mg O/l	Målt med oksygenelektrode eller etter metode av Winkler.
Oksygenmetnings-prosent	% O-metn.	Beregnet fra målte verdier.
Surhetsgrad	pH	Målt med pH-meter og glasselektrode.
Spesifikk ekektro-lytisk ledningsevne ved 20°C	µS/cm	Konduktometrisk måling, direkte-visende instrument (Norsk standard nr. 4721).
Farge	mg Pt/l	Fotometrisk måling med en standard platinakoboltkloridløsning som referanse (Norsk standard nr. 4722).
Turbiditet	FTU eller JTU (er direkte sammenliknbare)	Bestemmes ved å sammenlikne intensiteten av lysspredningen i en prøve under definerte betingelser, med lysspredningen i en standard prøve under de samme betingelser.
Fosforkomponenter	Tot-P µg P/l	Bundet fosfor overføres til ortofosfat ved bestråling med ultrafiolett lys i nærvær av hydrogenperoksyd i surt miljø. Tot-P bestemmes deretter som ortofosfat (se under)
Ortofosfat	O-PO_4 µg P/l	Ortofosfat reagerer med ammoniumheptamolybdat i surt miljø til gulfarga fosformolybdensyre som reduseres med ascorbinsyre til molybdenblått. Fargen måles ved 880 nm.
Nitrogenkomponenter	Tot-N µg N/l	Bundet nitrogen overføres nitrat, nitritt og ammonium ved bestråling med ultrafiolett lys i nærvær av hydrogenperoksyd i surt miljø. Prøven sendes så gjennom en sinkkolonne hvor nitrat og nitritt reduseres til ammonium. Mengden av ammonium bestemmes i autoanalysator etter indofenol-metoden.
Nitrat (og nitritt)	NO_3 µg N/l	Autoanalysator; reduksjon i kadmium/kobberkolonne til nitritt og bestemmelse av dette ved dannelse av et azofargestoff.

Tabell 7. (forts.) Noen viktige fysisk-kjemiske og mikrobiologiske analyseprinsipper.

Analyseparameter	Symbol/enhet	Fremgangsmåte
Jern	µg Fe/l	Autoanalysator; kompleksdannelse med 2, 4, 6-tri (2-pyridil-s-triazine), TPTZ-reagens.
Klorofyll a	µg/l	Partikulært materiale filtreres fra prøvene. Filteret knuses og ekstraheres med aceton. Ekstraktet måles fluorimetrisk og innholdet av klorofyll a beregnes.
Kjemisk oksygenforbruk	KOF, mg O/l	Koking i 2 t med kaliumdikromat og svovelsyre tilsatt sølvsulfat som katalysator. En del av dikromatet reduseres av oksyderbart materiale i prøven og det som er igjen bestemmes ved titrering med jern (II) løsning. KOF dikr. beregnes etter hvor mye dikromat som forbrukes i reaksjonen (Norsk standard nr. 4748).
Fekale streptokokker	n/100 ml.	Membranfiltermetode. Inkub. 44°C, 48 t på m-enterococcus-agar. Telling av røde og brune kolonier.
Koliforme bakterier	n/100 ml.	NS 4751. Membranfiltermetode. Inkub. 37°C, 24 t. Telling av mørkrøde kol. med/uten fuksinglans.
Termostabile koliforme bakterier	n/100 ml.	Inkub. 44°C, 24 t. Ellers som for koliforme bakterier.
Kimtall	n/1 ml.	Innstøpningsmetode i kimtallsagar. Inkub. 20°C, 72 t. Telling av samtl. kolonidannede enheter. (Norsk standard nr. 4751)

Tabell 10. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for surhetsgrad, spes.el.ledn.evne, farge og turbiditet.
Prøvetaking i 1980 Fylkeslaboratoriet (ØF)

LOKALITET	Surhetsgrad pH			Spes.el.ledn.-evne 20°C µS/cm			Farge mg Pt/l			Turbiditet F.T.U.		
	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.
Utl. Floen v. Haratun	6,2	6,8	7,3	35	45	55	64	69	80	0,4	1,3	4,0
Brobakk	6,5	6,8	7,0	44	63	85	71	148	400	1,8	5,8	18
Innl. Bjørkelangen	6,4	6,7	7,0	52	68	102	83	263	495	2,4	12,1	36
" " v. Fosser	6,3	6,7	6,8	58	68	77	115	186	380	8,6	14,1	36
Hølandselva v. Naddum	6,4	6,7	6,8	59	68	75	88	192	330	3,3	15,2	36
" v. Ydersnes f. samløp	6,4	6,6	6,7	59	70	81	91	269	850	8,5	20,4	54
" v. Ydersnes e. samløp	6,3	6,7	6,9	60	70	76	68	284	1070	2,5	18,3	30
" v. jernbane-bro	6,4	6,7	6,9	50	62	89	62	215	657	1,9	20,6	73
Utl. Rødenessjøen v. Ørje	6,3	6å8	7,2	51	57	67	40	79	118	1,7	5,0	7
Utl. Øymarksjøen v. Strømsfoss	6,5	6,8	7,2	24	57	69	40	56	83	1,6	4,0	7
Utl. Aremarksjøen v. Skotsberg	6,5	6,8	7,0	30	57	70	43	54	68	1,7	3,8	7
Utl. Asperen v. Stensbro	6,5	6,8	7,0	21	53	68	32	41	60	1,3	3,1	6,2
Utl. Femsjøen	6,5	6,9	7,2	15	55	68	24	45	68	1,2	2,7	6,0

Tabell 11. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for fosforkomponenter, ortofosfat, nitrogenkomponenter og nitrat.
Prøvetaking i 1980 Fylkeslaboratoriet (ØF)

LOKALITET	Fosfor-komponenter µg P/l			Ortofosfat µg P/l			Nitrogen-komponenter µg N/l			Nitrat µg N/l		
	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.
Utl. Floen v. Haratun	3	36	114	1	11	58	220	696	1410	70	140	190
Brobakk	29	70	128	5	20	56	510	1266	2950	220	610	1040
Innl. Bjørkelangen	26	74	128	9	22	34	560	1284	1950	240	508	1090
Utl. " v. Fosser	23	58	103	6	17	45	840	1299	1650	320	731	1010
Hølandselva v. Naddum	49	74	110	6	18	46	530	1266	1710	250	749	1050
" v. Ydersnes f. samløp	38	79	115	12	35	88	780	1713	3250	370	794	1280
" v. Ydersnes e. samløp	30	68	113	9	18	41	610	1263	1910	190	633	1140
" v. jernbanebro	23	56	115	3	15	45	570	1003	1710	160	505	1000
Utl. Rødenessjøen v. Ørje	6	36	77	1	6	14	780	1006	1240	380	619	810
" Øymarksjøen v. Strøm-foss	10	32	70	1	5	12	740	1009	1480	370	630	890
" Aremarksjøen v. Skotsberg	13	35	105	1	5	10	780	969	1130	380	594	810
" Asperen v. Stensbro	3	26	77	1	10	14	720	1023	1810	440	599	770
" Femsjøen	3	22	54	1	5	14	700	851	990	470	603	720

Tabell 12. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for farge i filtrerte prøver.
Prøvetaking i 1980 Fylkeslaboratoriet (ØF)

LOKALITET							Farge mg Pt/l								
	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.
Utl. Floen v. Haratun							52	63	78						
Brobakk							44	85	180						
Lierfoss															
Innl. Bjørkelangen							44	113	255						
Utl. " v. Fosser							25	104	195						
Hølandselva v. Naddum							80	114	195						
" v. Ydersnes f. samløp							36	141	365						
" v. Ydersnes e. samløp							44	115	270						
" v. jernbanebro							41	137	395						
Utl. Rødenessjøen v. Ørje							36	52	76						
" Øymarksjøen v. Strømsfoss							29	49	76						
" Åremarksjøen v. Skotsberg							25	42	52						
" Åsperen v. Stensbro							25	42	60						
" Femsjøen							20	31	44						

Tabell 13. Min., maks. og aritmetiske middelverdier for fosfor og nitrogenkomponenter i filtrerte prøver.
Prøvetaking i 1980 Fylkeslaboratoriet (ØF)

LOKALITET	Fosfor komponenter µg P/l						Nitrogen-komponenter µg N/l								
	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.
Utl. Floen v. Haratun	6	7	8				220	465	660						
Brobakk	18	27	33				390	1080	1960						
Lierfoss															
Innl. Bjørkelangen	24	41	56				470	1243	2330						
Utl. " v. Fosser	19	20	20				780	1065	1400						
Hølandselva v. Naddum	35	33	38				490	970	1600						
" v. Ydersnes f. samløp	27	56	84				680	1190	2020						
" v. Ydersnes e. samløp	29	45	72				450	1000	1840						
" v. jernbanebro							430	883	1640						
Utl. Rødenessjøen v. Ørje	4	12	17				710	840	980						
Utl. Øymarksjøen v. Strømsfoss	6	11	15				680	825	960						
Utl. Aremarksjøen v. Skotsberg	10	11	12				650	765	980						
Utl. Asperen v. Stensbro	7	11	15				640	730	820						
Utl. Femsjøen	6	8	10				710	780	920						

Tabell 14. Min., maks. og aritmetiske middelverdier for surhetsgrad, spes.el.ledn.evne, farge, turbiditet og klorid.
Prøvetaking i 1980 Næringsmiddelkontroll-laboratoriene

Lokalitet	Surhetsgrad pH			Spes.el.ledn. evne 20°C µS/cm			Farge mg Pt/l			Turbiditet F.T.U.			Klorid mg Cl/l		
	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.
Utl. Floen v. Haratun	6,0	6,2	6,4	35	39	46				6,4	0,9	1,5			
Brobakk	6,3	6,5	6,6	53	105	165				5,0	8,8	12,5			
Lierfoss	6,4	6,	6,	52	53	54				3,5	14,3	43			
Innl. Bjørkelangen	5,9	6,3	6,5	60	92	170				4,0	14,5	42			
Utl. " v. Fosser	6,2	6,4	6,5	58	90	160				3,0	11,0	21,6			
Hølandselva v. Naddum	6,3	6,4	6,5	58	90	160				2,6	14,6	42,6			
" v. Ydersnes f. samløp	6,1	6,4	6,5	64	100	175				2,4	18,5	55,0			
" v. Ydersnes e. samløp	6,0	6,4	6,8	59	96	185				2,0	16,1	51,0			
" v. jernbanebro	6,2	6,4	6,6	44	83	175				1,2	8,5	6,5			
Utl. Rødenessjøen v. Ørje	6,7	7,0	8,1	50	52	54	43	99	162	1,1	3,4	7,8	4,5	7,1	9,0
Utl. Øymarksjøen v. Strømsfoss	6,8	7,1	7,3	50	52	54	38	67	92	1,1	1,8	2,8	4,5	7,1	9,0
Utl. Aremarksjøen v. Skotsberg	7,7	8,1	8,7		60		30	34	40	1,2	2,4	4,5	5,5	6,1	7,0
Utl. Asperen v. Stensbro	8,0	8,4	8,5		67		25	28	35	0,9	2,1	4,5	2,5	4,6	6,2
Utl. Femsjøen	7,8	8,4	8,8		68		25	31	35	0,7	1,7	2,7	5,0	8,0	13,5

Tabell 15. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for fosforkomp., ortofosfat, nitrogenkomp., nitrat og jern.
Prøvetaking i 1980 Næringsmiddelkontroll-laboratoriene.

LOKALITET	Fosfor-komponenter µg P/l			Ortofosfat µg P/l			Nitrogen-komponenter µg N/l			Nitrat µg N/l			Jern µg Fe/l		
	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.
Utl. Floen v. Haratun	12	24	47	5	10	21	308	522	722						
Brobakk	36	57	90	24	31	35	600	762	885						
Lierfoss	44	67	122	22	39	64	685	1084	1575						
Innl. Bjørkelangen	30	70	127	23	40	68	730	1119	1750						
Utl. " v. Fosser	31	55	70	17	34	42	780	1036	1390						
Hølandselva v. Naddum	38	71	115	24	44	64	662	948	1290						
" v. Ydersnes f. samløp	38	87	218	24	54	120	715	1138	1900						
" v. Ydersnes e. samløp	50	74	173	35	47	96	750	992	1700						
" v. jernbanebro	37	46	63	23	29	35	120	610	875						
Utl. Rødenessjøen v. Ørje	14	31	50	5	13	20	250	651	860	130	396	680	60	362	665
Utl. Øymarksjøen v. Strømsfoss	13	24	31	5	11	15	250	757	1090	164	312	490	115	203	290
Utl. Aremarksjøen v. Skotsberg	30	70	120	3	11	15	260	303	350	210	240	260	175	218	300
Utl. Asperen v. Stensbro	20	60	110	3	8	10	260	273	280	230	270	300	100	217	300
Utl. Femsjøen	20	63	110	0	10	20	260	280	300	220	277	310	120	173	250

Tabell 16. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for farge og turbiditet i filtrert prøve.
Prøvetaking i 1980 Næringsmiddelkontroll-laboratoriene.

LOKALITET				µS/cm			Farge mg Pt/l			Turbiditet F.T.U.					
	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.
Utl. Rødenessjøen v. Ørje							26	71	124	0,8	2,5	6,3			
Utl. Øymarksjøen v. Strømsfoss							20	48	68	0,9	1,2	2,1			
Utl. Aremarksjøen v. Skotsberg							20	27	35	1,0	1,3	1,8			
Utl. Asperen v. Stensbro							20	24	30	0,4	0,9	1,3			
Utl. Femsjøen							20	23	25	0,7	0,9	1,1			

Tabell 17. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for fosfor- og nitrogenkomponenter i filtrert prøve.
Prøvetaking i 1980 Næringsmiddelkontroll-laboratoriene.

LOKALITET	Fosfor komponenter µg P/l						Nitrogen komponenter µg N/l								
	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.
Utl. Rødenessjøen v. Ørje	13	26	32				220	569	800						
Utl. Øymarksjøen v. Strømsfoss	13	24	31				240	734	1080						
Utl. Aremarksjøen v. Skotsberg	10	23	30				30	63	130						
Utl. Asperen v. Stensbro	15	21	30				25	122	310						
Utl. Femsjøen	20	81	250				15	20	25						

Tabell 18. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for mikrobiologiske resultater.
Prøvetaking i 1980 Næringsmiddelkontroll-laboratoriene

LOKALITET	Koliforme bakterier n/100 ml			Termostabile koliforme bakterier n/100 ml			Fekale streptokokker n/100 ml			Total kimtall n/ml					
	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.	Min.	Midd.	Maks.
Utl. Floen v. Haratun	1	269	700	1	39	80	0	11	70	50	826	73000			
Brobakk	2000	5168	10000	400	1100	1700	160	270	400	1000	1367	2100			
Lierfoss	3200	6940	11000	800	3460	6400	100	397	1150	600	10116	>30000			
Innl. Bjørkelangen	3000	5417	12000	1000	1821	4600	200	563	1120	12000	26657	100000			
Utl. " v. Fosser	40	360	1100	22	147	500	2	14	20	230	1419	4000			
Hølandselva v. Naddum	1400	4320	7200	200	2300	6000	50	257	600	1000	5000	20000			
" v. Ydersnes f. samløp	900	4740	8000	600	2233	4600	60	270	700	1200	18066	100000			
" v. Ydersnes e. samløp	1600	5320	10000	400	1817	7000	70	282	700	900	51466	>300000			
" v.jernbanebro	30	2606	10000	20	272	1000	30	79	160	300	21953	100000			
Utl. Rødenessjøen v. Ørje	2	62	350	0	3	12	0	3	9	25	158	> 350			
" Øymarksjøen v. Strømsfoss	4	17	40	1	6	20	0	1	3	70	176	> 500			
" Aremarksjøen v. Skotsberg	4	53	153	1	16	56	1	8	18	90	408	850			
" Asperen v. Stensbro	2	11	37	0	1	1	0	1	2	50	98	130			
" Femsjøen	52	77	120	3	46	149	1	20	55	10	491	1105			

Tabell 19. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for temperatur, løst oksygen og prosent oksygenmetning.
Prøvetaking i 1980. Norsk institutt for vannforskning

		°C			mg O_2/l			% metning					
		Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen
Januar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.	0,1	0,1		1,9	13,7		7	56				
	Mid.	2,2	2,6		7,8	14,1		56	102				
	Maks.	3,9	4,0		11,2	14,5		77	104				
Mars	Min.			0,5			11,3			81			
	Mid.			2,5			12,5			92			
	Maks.			3,5			14,2			98			
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	5,5	4,7	4,2	7,6	8,5	11,0	60	66	84			
	Mid.	7,4	5,4	5,5	9,0	10,9	11,3	75	85	90			
	Maks.	13,0	8,0	7,5	10,2	11,3	11,6	97	95	96			
Juni	Min.	7,9	4,9	5,0	4,7	8,4	9,8	41	66	82			
	Mid.	11,4	8,1	9,4	7,3	9,4	10,5	69	80	92			
	Maks.	18,4	15,0	17,4	10,3	9,9	10,9	110	98	104			
Juli	Min.	9,0	5,0	5,1	1,8	8,3	2,3	16	71	18			
	Mid.	13,4	8,3	8,8	6,1	9,2	9,5	60	81	81			
	Maks.	19,0	20,0	18,6	10,4	10,5	10,2	106	115	99			
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	12,2	5,0	5,1	0,9	6,9	7,7	8	56	47			
	Mid.	13,8	9,3	9,9	7,3	8,1	8,9	71	71	79			
	Maks.	14,1	13,8	14,8	8,3	9,4	9,5	81	91	94			
Oktober	Min.		6,0			7,1			57				
	Mid.		8,7			9,3			80				
	Maks.		9,2			10,3			90				
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks												

Tabell 20. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for surhetsgrad, spes.el. ledn.evne 20°C, farge og turbiditet.

Prøvetaking i 1980. Norsk institutt for vannforskning

		pH			µS/cm 20°C			mg Pt/l			F.T.U.		
		Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen
Januar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.	6,3	6,4		74	59		73	63		3,1	3,5	
	Mid.	5,5	6,6		76	61		167	78		12,8	5,0	
	Maks.	7,1	7,1		78	63		241	94		19,0	6,1	
Mars	Min.			6,5			58			32			0,7
	Mid.			6,6			60			39			1,2
	Maks.			6,7			67			50			1,9
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	6,1	6,4	6,3	54	59	57	180	72	44	11	4,2	1,5
	Mid.	6,3	6,5	6,5	59	60	58	202	84	46	13	5,0	1,6
	Maks.	6,5	6,9	6,5	63	61	59	235	89	48	17	5,4	1,6
Juni	Min.	6,2	6,4	6,3	61	54	53	102	56	39	4,7	1,8	0,3
	Mid.	6,5	6,6	6,7	66	56	57	139	60	43	7,0	2,3	1,2
	Maks.	7,1	6,9	7,0	71	59	60	>148	67	46	9,9	3,1	1,4
Juli	Min.	6,1	6,4	6,4	61	54	53	95	59	26	3,6	1,3	0,4
	Mid.	6,3	7,1	6,7	66	59	58	131	69	35	9,1	2,3	1,1
	Maks.	7,8	8,3	7,1	71	63	63	195	77	42	18,0	3,8	1,5
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	6,6	6,2	6,2	66	54	54	189	45	29	9,0	1,5	0,5
	Mid.	6,9	6,5	6,5	67	56	55	218	53	32	9,6	2,2	0,6
	Maks.	7,1	6,9	6,9	69	60	57	330	63	33	10,5	3,4	0,8
Oktober	Min.		6,4			54			78			3,7	
	Mid.		6,8			55			91			4,1	
	Maks.		7,0			57			97			4,6	
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks												

Tabell 21. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for fosforkomponenter, ortofosfat, nitrogenkomponenter og nitrat.
Prøvetaking i 1980, Norsk institutt for vannforskning.

		Tot-P µg P/l			Orto PO_4 µg P/l			Tot-N µg N/l			NO_3 µg N/l		
		Bjørkelangen	Rødenessjøen	Femsjøen	Bjørkelangen	Rødenessjøen	Femsjøen	Bjørkelangen	Rødenessjøen	Femsjøen	Bjørkelangen	Rødenessjøen	Femsjøen
Januar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.	43	15		34	10		1280	850		440	620	
	Mid.	49	21		37	14		1473	959		1033	652	
	Maks.	55	32		45	24		1560	1120		1230	830	
Mars	Min.			6			3			840			620
	Mid.			9			5			884			661
	Maks.			15			7			960			730
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	27	20	9	18	14	3	1010	1030	890	570	650	630
	Mid.	44	24	11	27	16	4	1105	1086	922	656	660	637
	Maks.	55	28	14	39	19	5	1200	1160	970	705	670	650
Juni	Min.	24	13	7	8	3	1	1340	880	730	760	600	315
	Mid.	30	17	9	11	9	2	1644	952	841	1080	669	530
	Maks.	41	20	13	22	17	7	2040	1040	1010	1450	740	600
Juli	Min.	28	17	7	8	2	2	1160	890	810	540	450	345
	Mid.	45	20	10	15	6	5	1450	1051	880	828	578	536
	Maks.	60	27	15	29	13	8	1840	1240	970	1160	730	620
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	41	6	5	22	2	1	1160	810	780	550	510	520
	Mid.	46	11	8	25	4	2	1223	908	875	609	655	595
	Maks.	62	17	19	40	10	4	1240	1010	960	620	820	690
Oktober	Min.		15			5			920			620	
	Mid.		17			6			1003			639	
	Maks.		19			9			1050			750	
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks												

Tabell 22. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for jern, klorofyll og kjemisk oksygenforbruk.

Prøvetaking i 1980. Norsk institutt for vannforskning

		µg Fe/l			µg Klorofyll/l			mg O/l					
		Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen
Januar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.	380	210					19	16				
	Mid.	658	281					25	20				
	Maks.	950	380					29	25				
Mars	Min.			70									
	Mid.			94									
	Maks.			130									
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	90	210	130	0,5	0,6	0,7	21	17	14			
	Mid.	672	239	140	1,8	2,1	2,4	27	23	17			
	Maks.	920	260	160	4,4	4,1	4,0	34	36	30			
Juni	Min.	370	140	50	2,2	0,6	0,5	18	12	13			
	Mid.	443	191	89	8,1	5,5	1,7	29	18	19			
	Maks.	720	360	170	17,4	13,7	2,7	35	32	35			
Juli	Min.	250	100	70	1,8	0,6	0,5	30	17	16			
	Mid.	394	160	102	11,9	5,6	1,3	33	22	20			
	Maks.	600	250	130	24,9	12,1	2,9	39	27	24			
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	610	90	20	4,9	0,6	0,6	25	16	10			
	Mid.	751	132	70	6,9	2,0	2,5	29	18	15			
	Maks.	1400	210	130	9,9	4,5	4,2	32	20	21			
Oktober	Min.		170			1,4			16				
	Mid.		183			3,8			20				
	Maks.		200			8,3			27				
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks												

Tabell 23. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for koliforme bakterier /100 ml.
Prøvetaking i 1980. Næringsmiddelkontroll-laboratoriene.

		Bjørkelangen	Skullerudsjøen	Kroksund (Rød.)	Rødenessjøen	Lifjord (Øym.)	Øymarksjøen Nord	Øymarksjøen v. Kirke	Øymarksjøen v. Ytterbøl	Øymarksjøen Bøensfjord	Aremarksjøen	Asperen	Femsjøen
Januar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.	14		1	0	110							
	Mid.	128		13	2	205							
	Maks.	340		40	5	300							
Mars	Min.		25								6	5	0
	Mid.		65								45	34	164
	Maks.		130								175	72	760
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	25			5								8
	Mid.	118			7								11
	Maks.	250			10								14
Juni	Min.	250			0	100	2		3				1
	Mid.	650			2	140	11		3				12
	Maks.	1400			4	200	20		3				33
Juli	Min.	800			4	40							1
	Mid.	867			13	102							4
	Maks.	1000			13	140							5
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	400	150		3	180							0
	Mid.	500	207		6	240							2
	Maks.	600	300		7	300							3
Oktober	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks												

Tabell 24. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for termostabile koliforme bakterier/100 ml.
Prøvetaking i 1980. Næringsmiddelkontroll-laboratoriene.

		Bjørkelangen	Skullerudsjøen	Kroksund (Rød.)	Rødenessjøen	Lifjord (Øym.)	Øymarksjøen Nord	Øymarksjøen v. Kirke	Øymarksjøen v. Ytterbøl	Øymarksjøen Bøensfjord	Aremarksjøen	Asperen	Femsjøen
Januar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.	2		0	0	12							
	Mid.	26		1	<1	101							
	Maks.	85		1	1	190							
Mars	Min.		5								5	1	0
	Mid.		37								15	5	1
	Maks.		90								35	14	3
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	3			1								1
	Mid.	4			2								6
	Maks.	6			4								12
Juni	Min.	5			0	4	0		0				0
	Mid.	62			<1	9	1		0				1
	Maks.	160			1	15	2		0				2
Juli	Min.	25			0	3							0
	Mid.	33			2	6							1
	Maks.	50			6	8							3
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	70	10		1	13							0
	Mid.	77	33		1	29							0
	Maks.	80	60		2	44							0
Oktober	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks												

Tabell 25. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for fekale streptokokker/100 ml.
Prøvetaking i 1980. Næringsmiddelkontroll-laboratoriene.

		Bjørkelangen	Skullerudsjøen	Kroksund (Rød.)	Rødenessjøen	Lifjord (Øym.)	Øymarksjøen Nord	Øymarksjøen v. Kirke	Øymarksjøen v.Ytterbøl	Øymarksjøen Bøensfjord	Aremarksjøen	Asperen	Femsjøen
Januar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.	0											
	Mid.	4											
	Maks.	10											
Mars	Min.		3										
	Mid.		15										
	Maks.		26										
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	1											
	Mid.	3											
	Maks.	4											
Juni	Min.	0											
	Mid.	2											
	Maks.	4											
Juli	Min.	3			0	0							1
	Mid.	5			<1	2							2
	Maks.	7			1	5							3
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	1	0		0	0							
	Mid.	2	1		0	3							
	Maks.	3	4		0	5							
Oktober	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks												

Tabell 26. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for totalkim/ml
Prøvetaking i 1980. Næringsmiddelkontroll-laboratoriene.

		Bjørkelangen	Skullerudsjøen	Kroksund (Rød.)	Rødenessjøen	Lifjord (Øym.)	Øymarksjøen Nord	Øymarksjøen v. Kirke	Øymarksjøen v.Ytterbøl	Øymarksjøen Bøensfjord	Aremarksjøen	Asperen	Femsjøen
Januar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.	59		40	5	200							
	Mid.	867		234	38	300							
	Maks.	3000		600	100	400							
Mars	Min.		200								8	4	11
	Mid.		267								22	53	104
	Maks.		350								44	100	170
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	230			200								90
	Mid.	567			230								117
	Maks.	1020			250								150
Juni	Min.	90			40	110	50		20				0
	Mid.	243			128	130	65		23				2
	Maks.	500			200	150	80		25				4
Juli	Min.	200			15	70							10
	Mid.	523			48	83							20
	Maks.	1000			110	110							30
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	170	130		0	100							10
	Mid.	200	153		18	100							60
	Maks.	260	180		40	100							120
Oktober	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks												

Fig. 3. Månedlig gjennomsnittvannføring ved Tistedal i 1980 og 30 års middel.

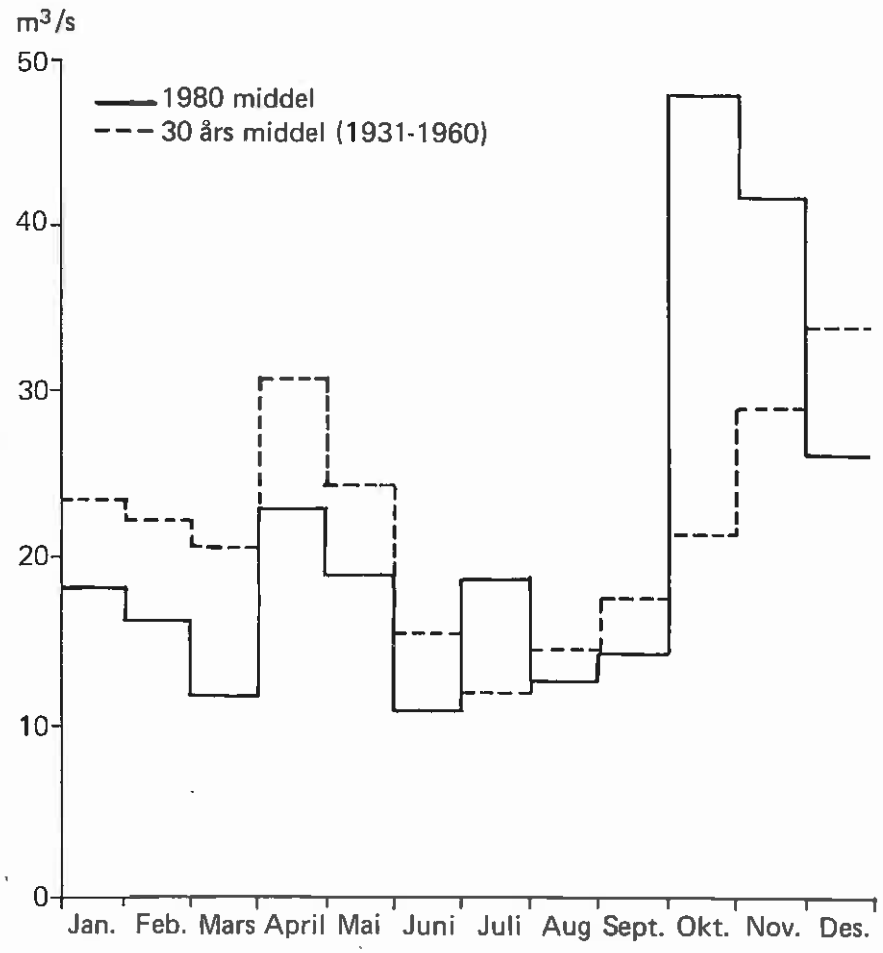


Fig. 4. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for surhetsgrad, spes. el. ledn.evne 20°C og turbiditet i 1980. Elvestasjoner.

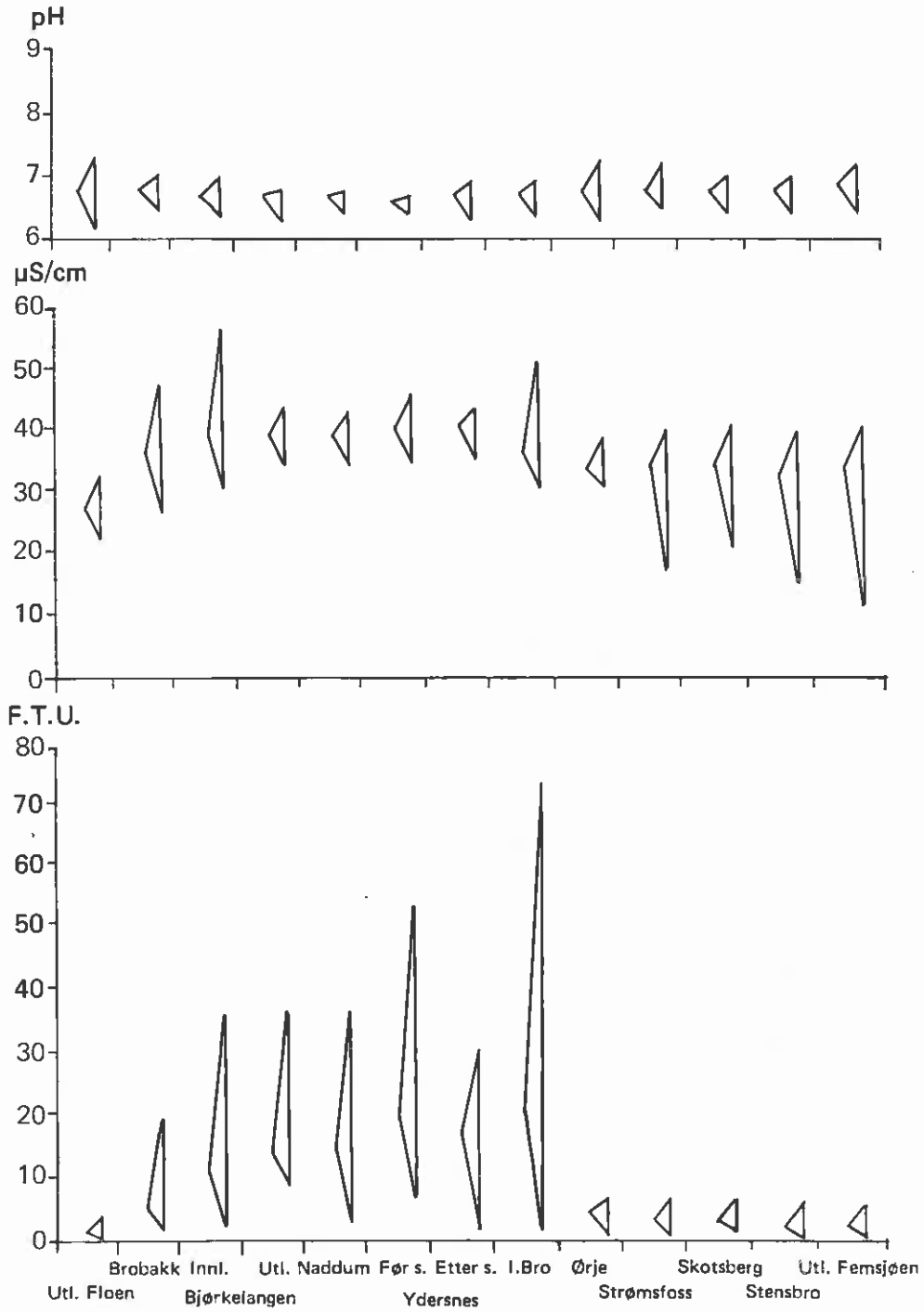


Fig. 5. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for fargetall i filtrert og ufiltrert prøve i 1980. Elvestasjoner.

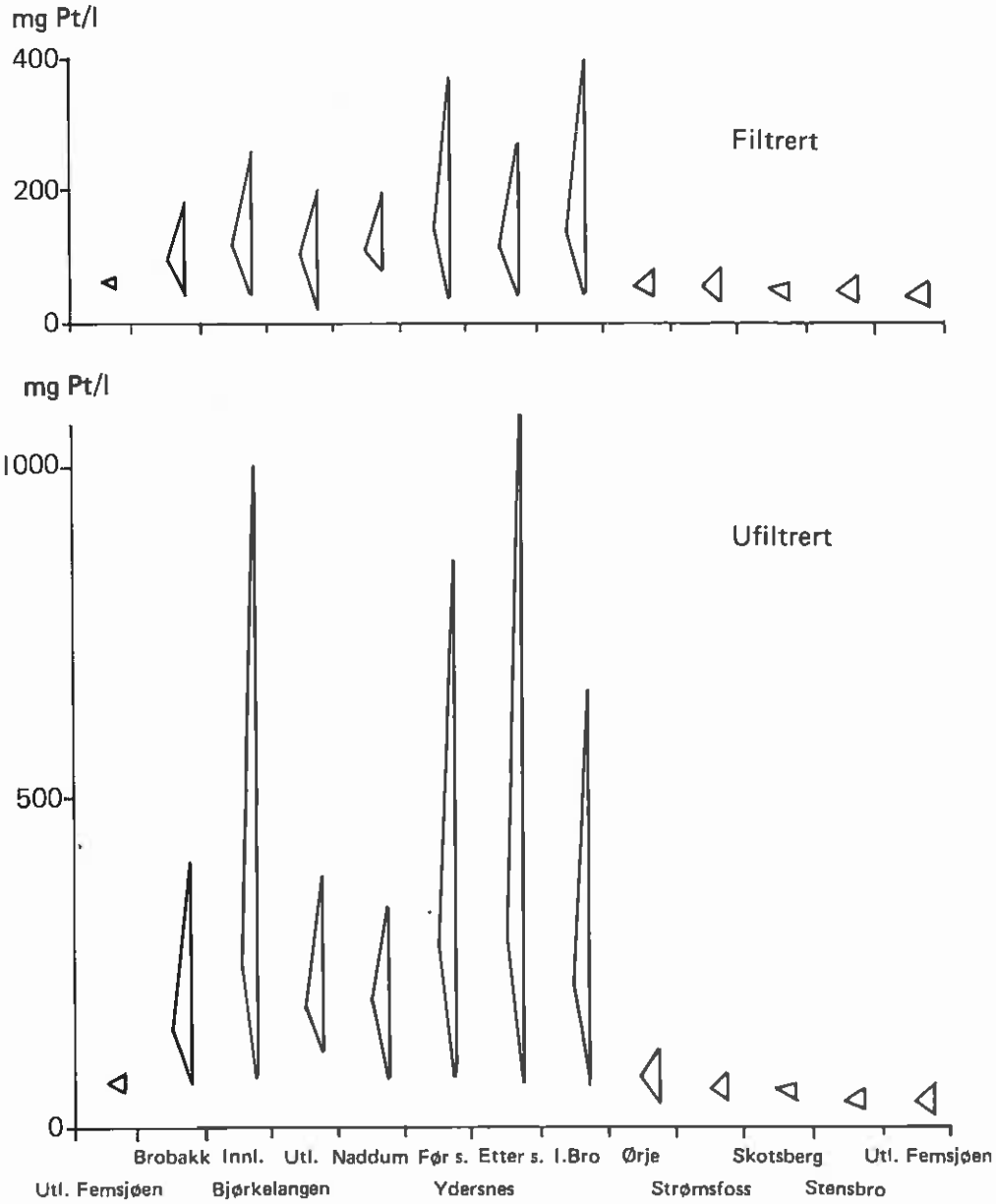


Fig. 6. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for ortofosfat og fosforkomponenter (Tot-P) i 1980. Elvestasjoner.

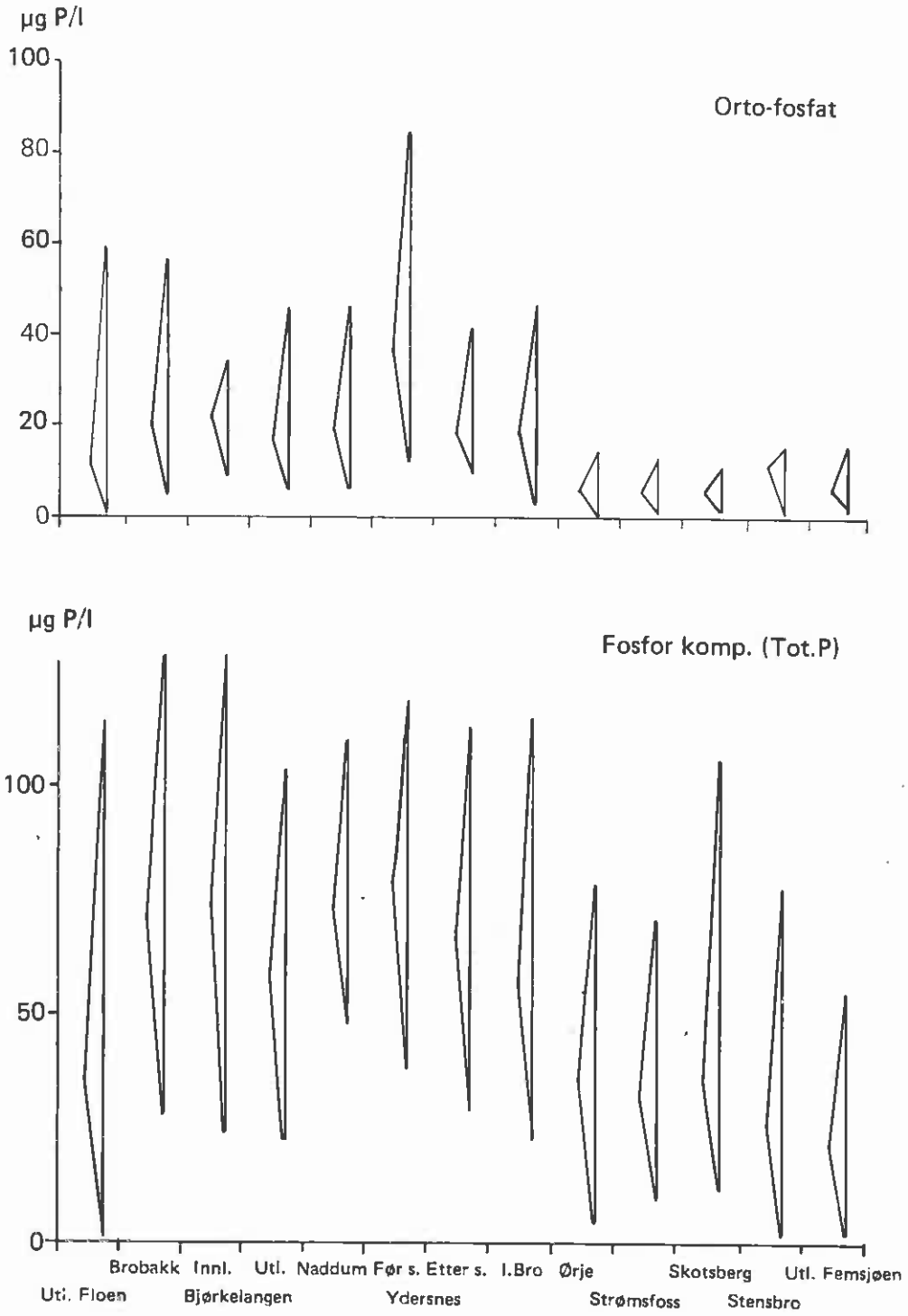


Fig. 7. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for nitrat og nitrogen-komponenter (Tot-N) i 1980. Elvestasjoner.

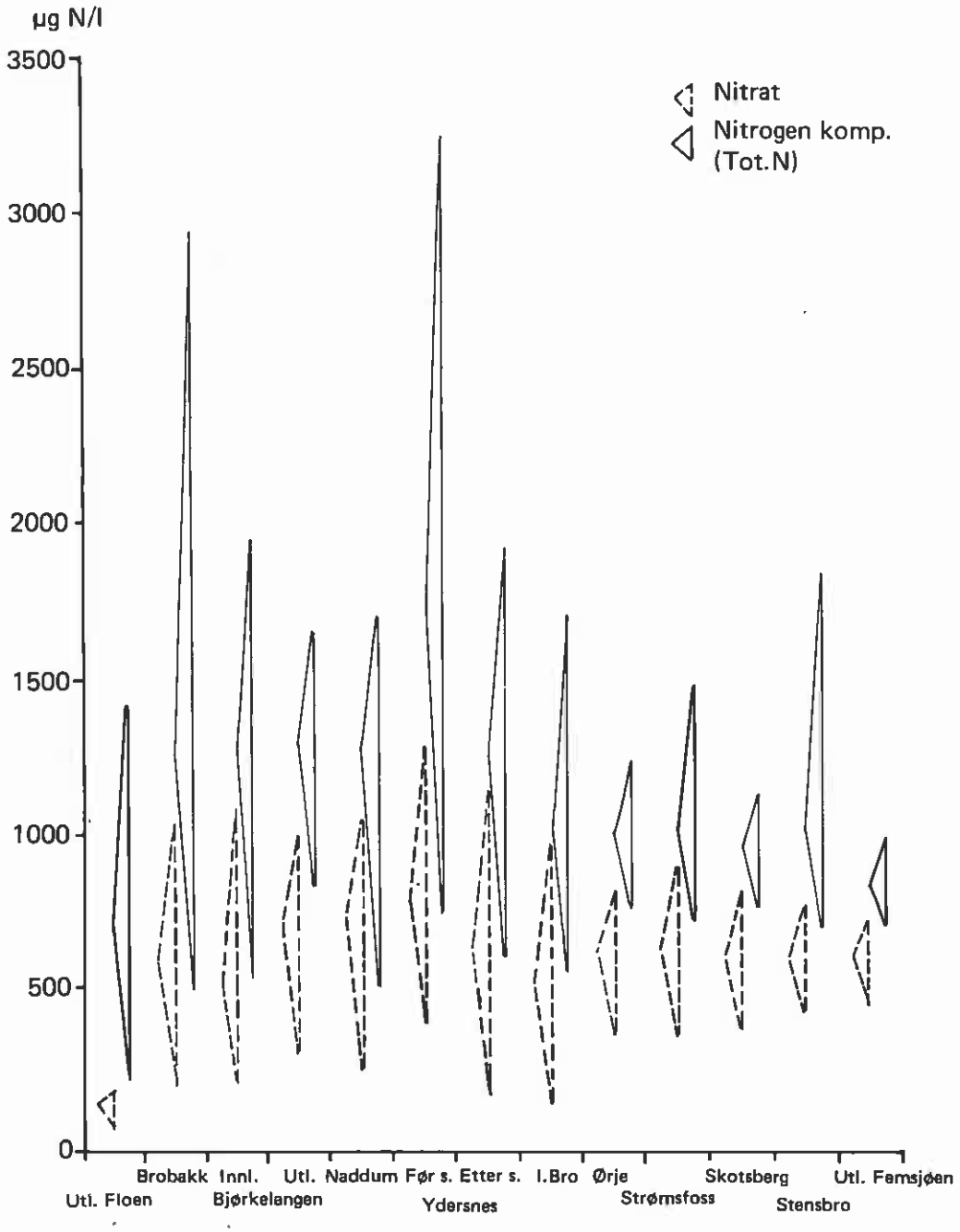


Fig. 8. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for temperatur, løst oksygen og prosent oksygenmetning i tiden feb. – sept. 1980.

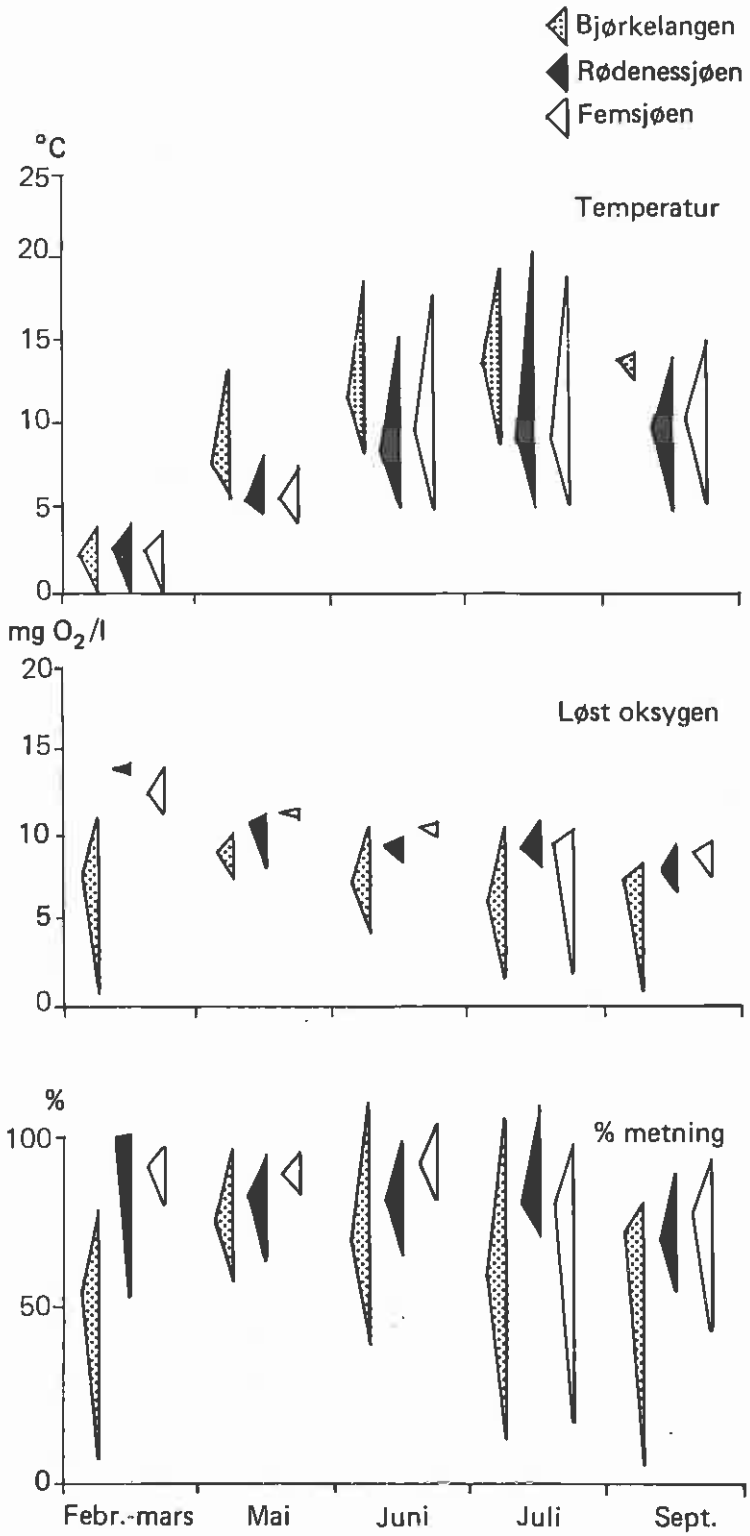


Fig. 9. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for surhetsgrad, spes. el. ledn.evne og klorofyll i tiden feb. – sept. 1980.

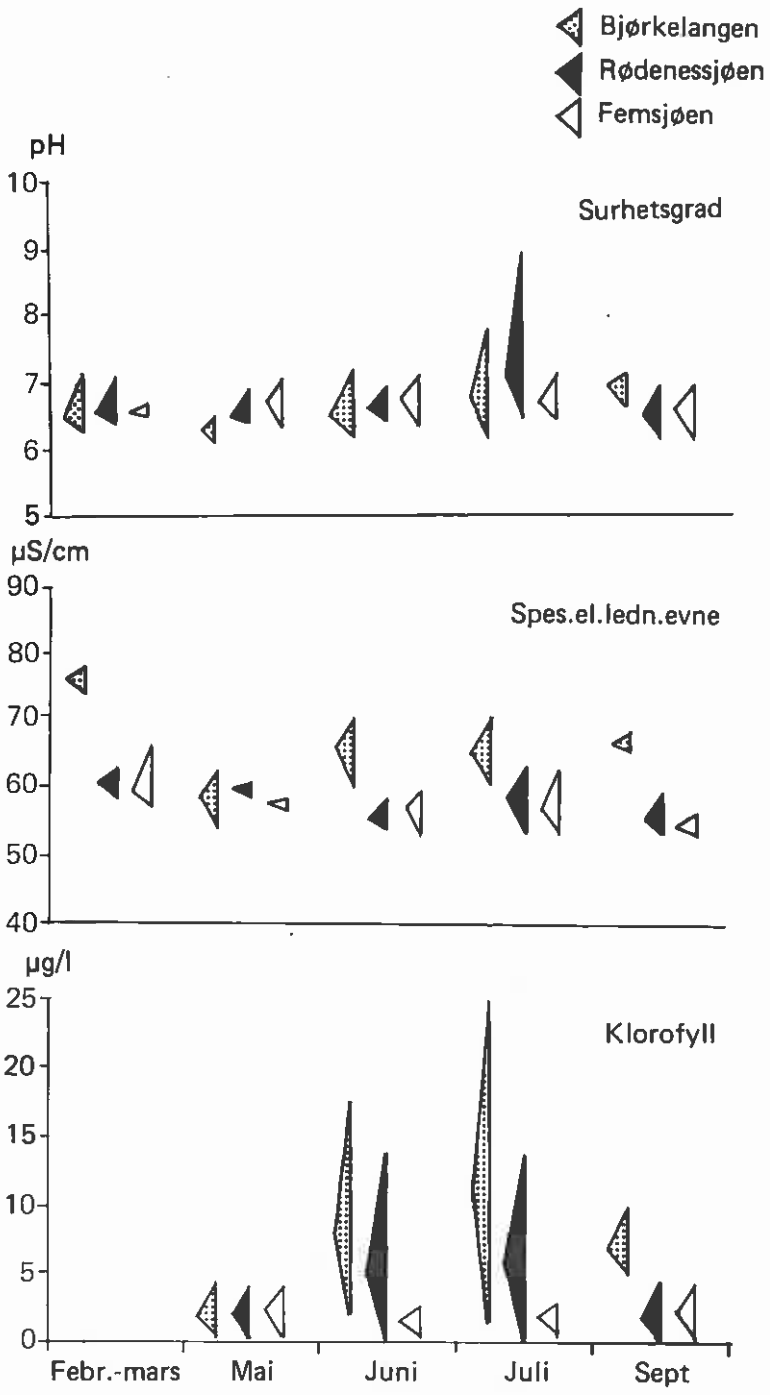


Fig. 10. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for fargetall i ufiltrert og filtrert prøve i tiden feb. – sept. 1980.

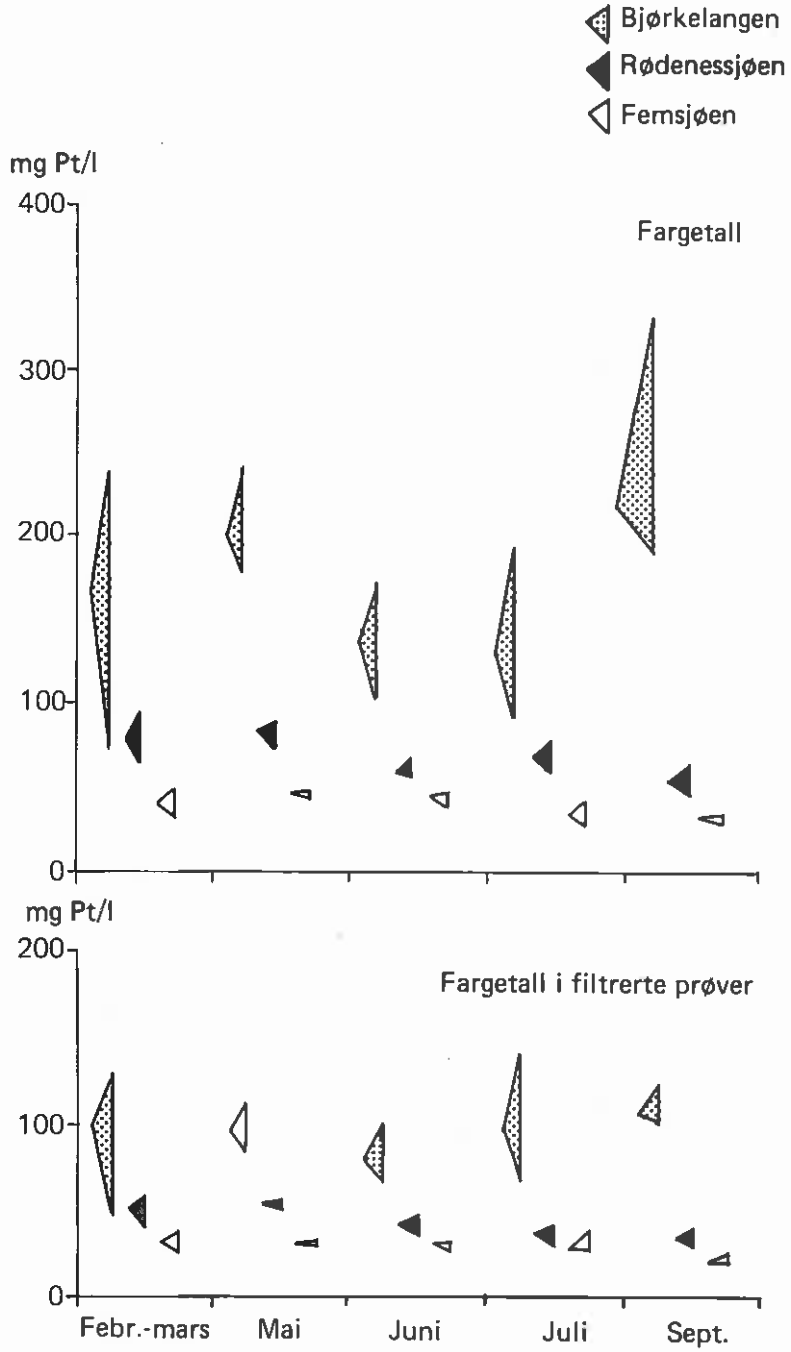


Fig. 11. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for turbiditet, jern og kjemisk oksygenforbruk i tiden feb. – sept. 1980.

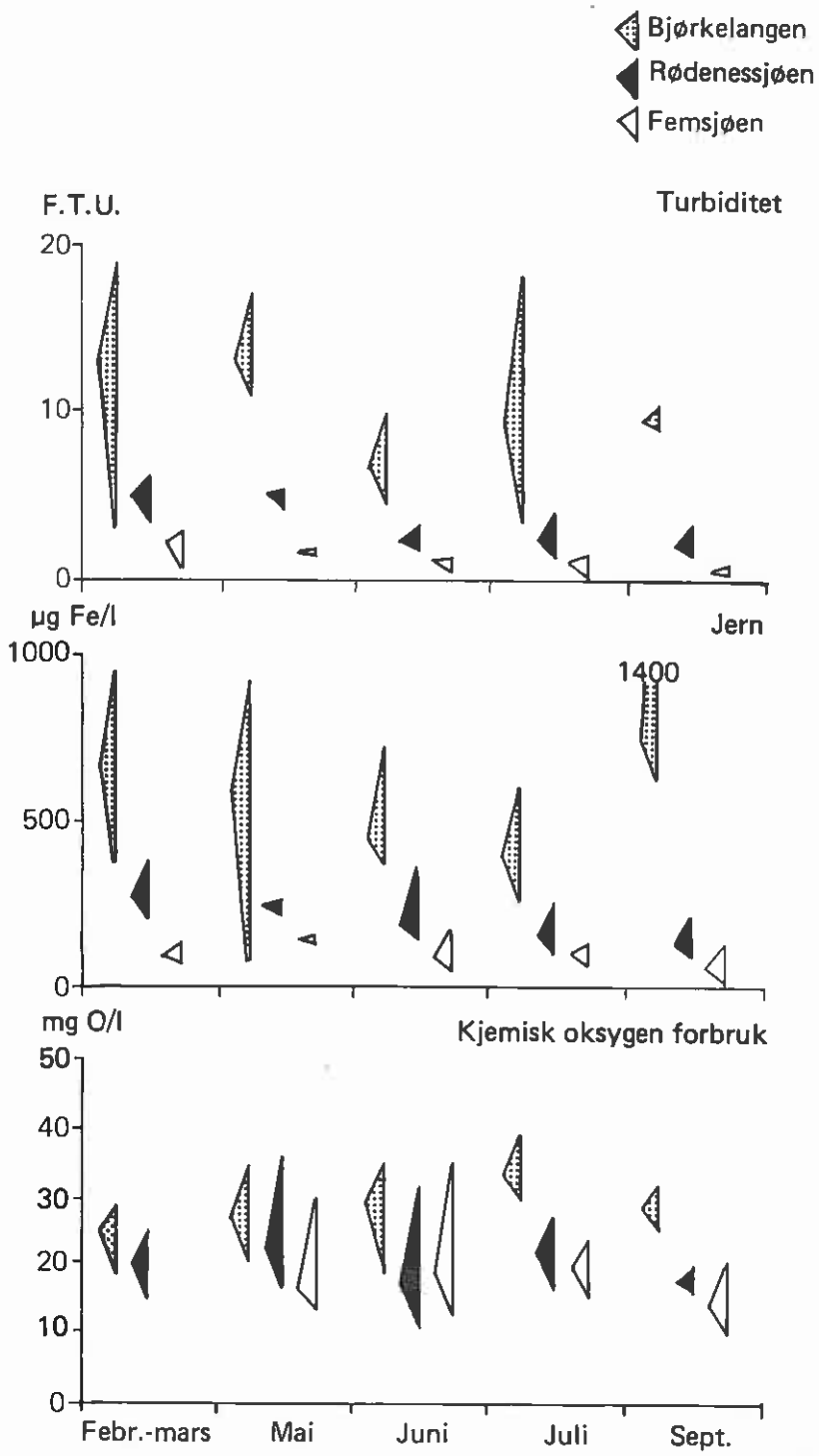


Fig. 12. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for fosforkomponenter og ortofosfat i tiden feb. — sept. 1980.

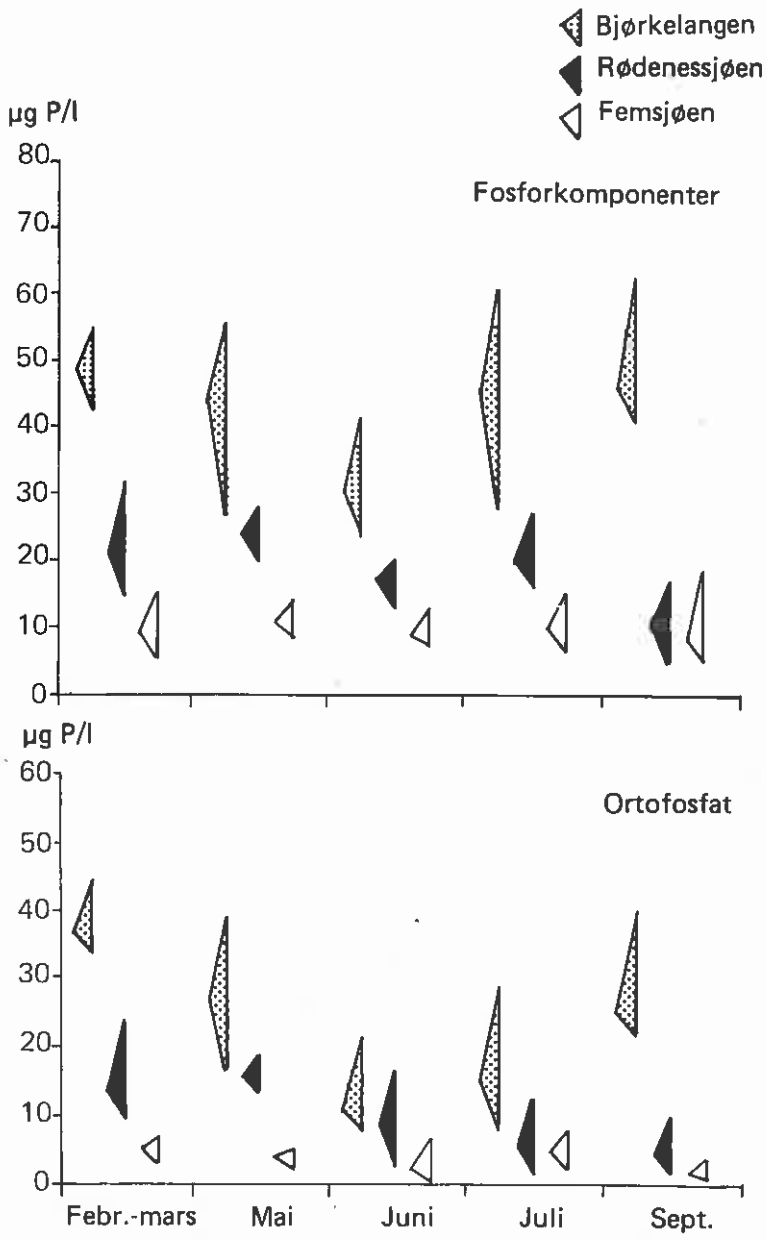


Fig. 13. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for nitrogenkomponenter og nitrat i tiden feb. – sept. 1980.

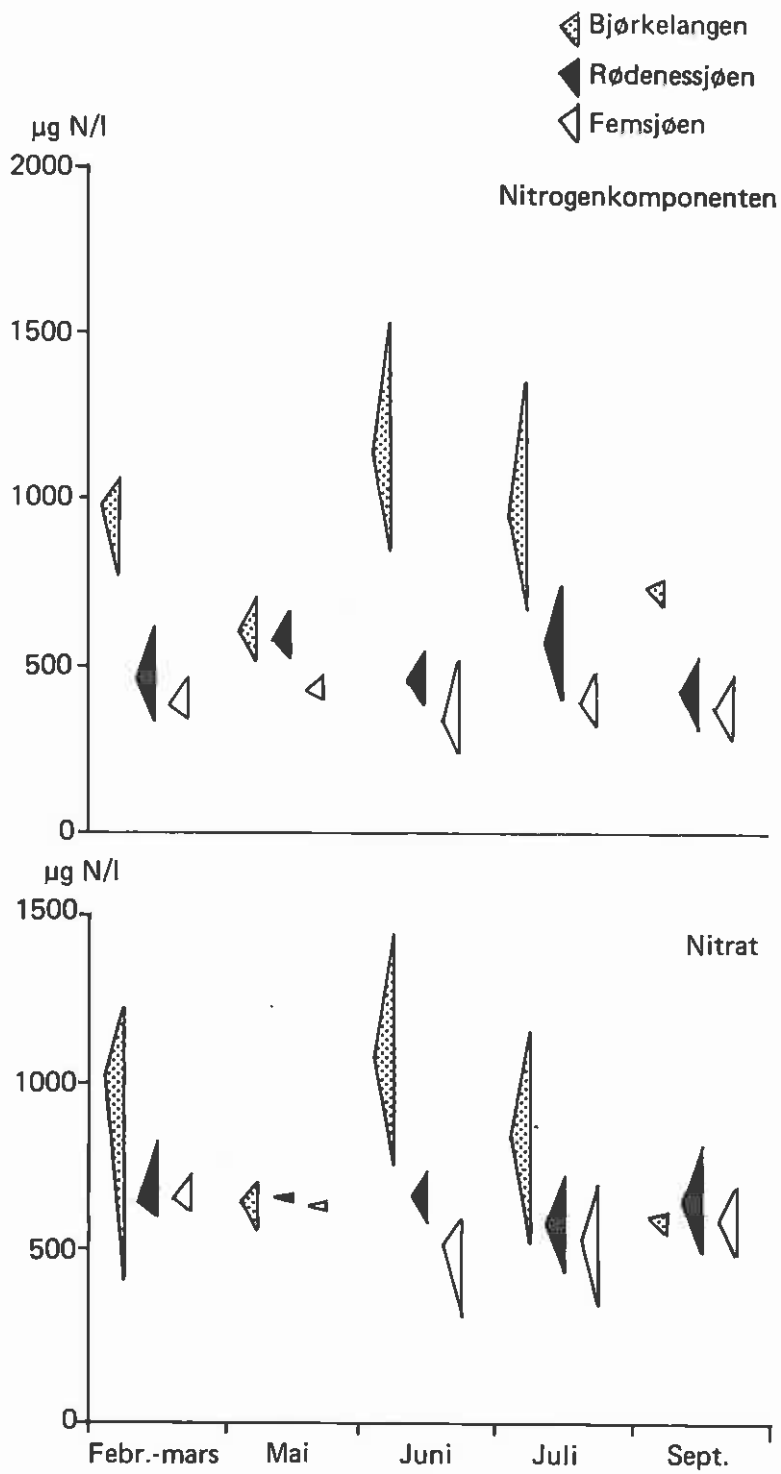


Fig. 14. Min., maks. og aritmetisk middelverdi for totalantall og termostabile koliforme bakterier i tiden feb. – sept. 1980.

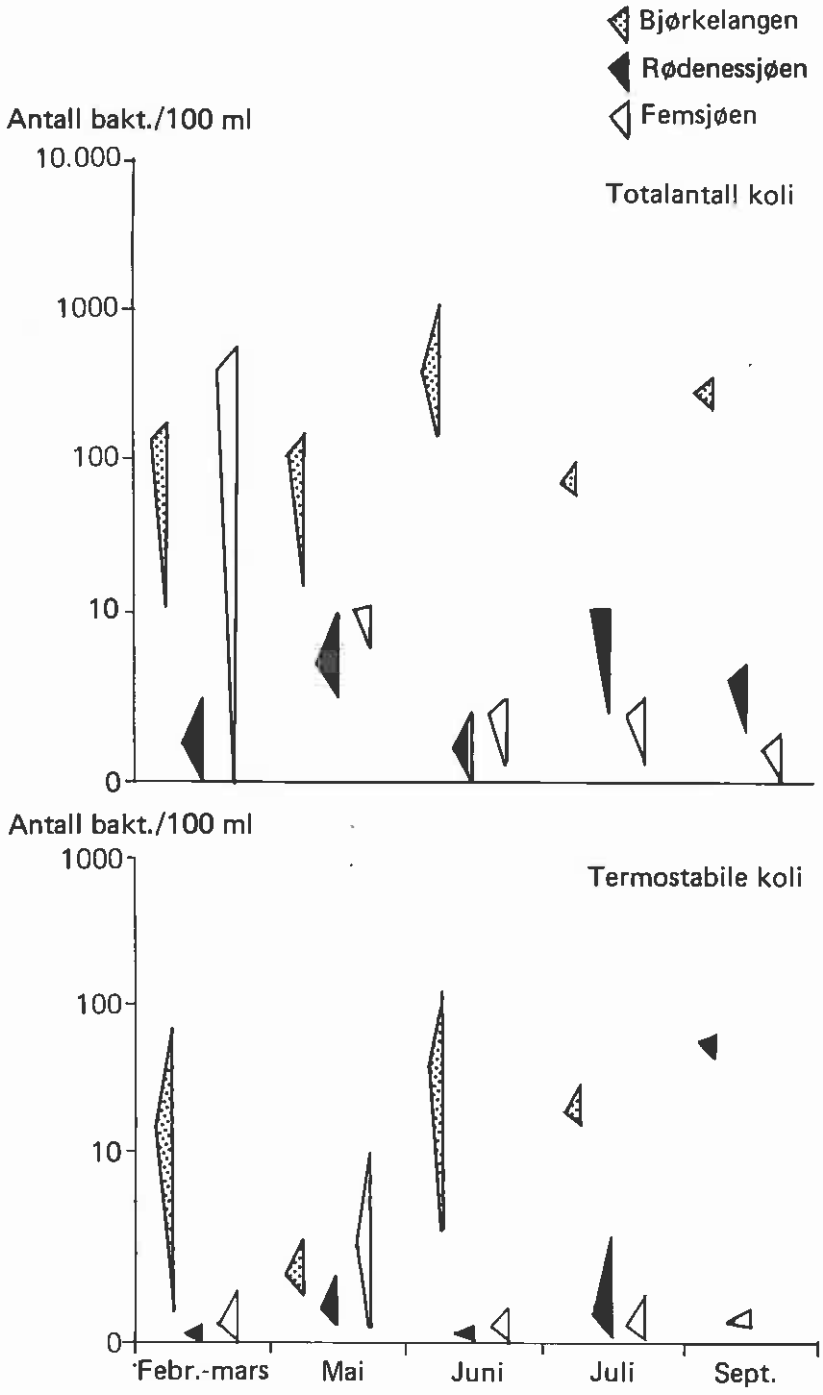


Fig. 15. Min., maks. og aritmetisk middelverdi av totalkim i tidsrommet feb. — sept. 1980.