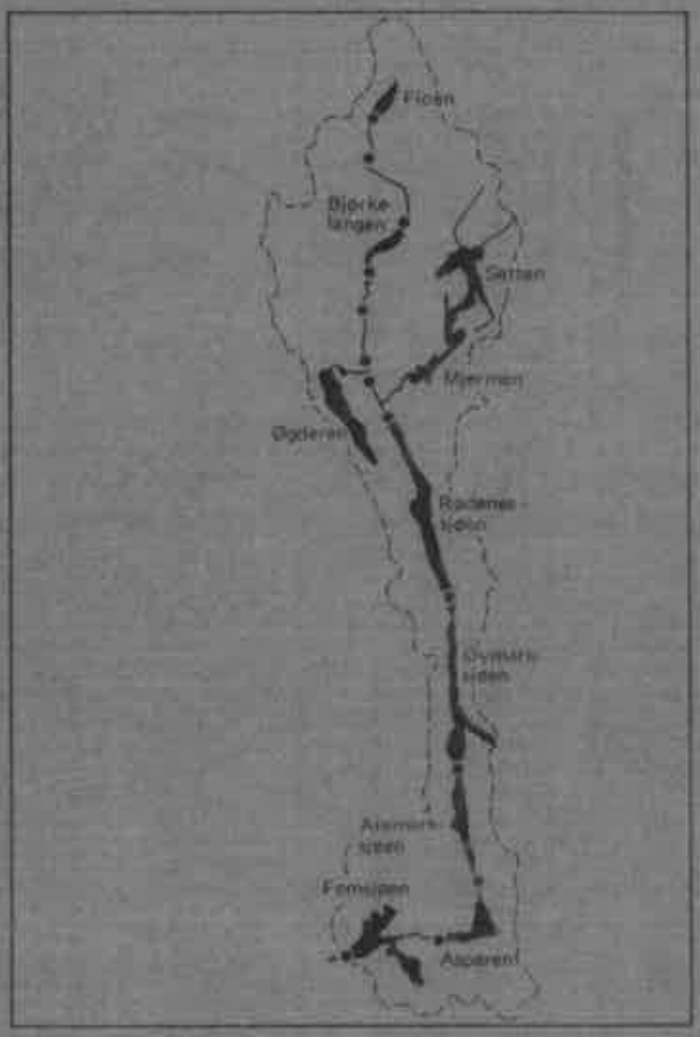
Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr 44/82

Oppdragsgiver	Statens forurensningstilsyn
Deltakende institusjon	NIVA Samarbeidende laboratorier

Overvåking av HALDEN-vassdraget 1981

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: II

Løpenummer: 1428

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:
Overvåking av Haldenvassdraget 1981.
Akershus og Østfold
(Overvåkingsrapport 44/82)

Dato: 10. juli 1982

Prosjektnummer: 80002-02

Forfatter(e):
Olav Skulberg
Jozsef Kotai

Faggruppe: Biologi og kjemi

Geografisk område: Akershus Østfold

Antall sider (inkl. bilag): 37

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

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

Ekstrakt:
Innsjøene Bjørkelangen, Rødenessjøen og Femsjøen ble i 1981 undersøkt i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåking. Resultatene er hovedsakelig i samsvar med mønsteret for variasjon i vannkvalitet som er beskrevet for vassdraget (1975-1981). Eutrofieringsvirkninger var fremtredende. Av den samlede belastningen av vassdraget som var 13 tonn N/år, utgjorde jordbrukets andel 6,9 tonn og befolkningens andel 1,7 tonn. Tilsvarende for fosforforbindelser var belastningen 5,1 tonn P/år, hvor jordbrukets andel var 1,7 tonn og befolkningens andel 2,7 tonn. Næreffekter og fjerneffekter av forurensningsbelastning trenger oppmerksomhet i vassdraget.

Statlig program
1. Overvåkingsrapport 44/82
2. Hydrobiologiske forhold
3. Haldenvassdraget
4. Vannkvalitet | Eutrofiering
Akershus | Østfold

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

Prosjektleder: Olav Skulberg

For administrasjonen:

Divisjonssjef: Rolf Sore Omsen

ISBN 82-577-0547-0

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Oslo

0-80002-02

HALDENVASSDRAGET

Akershus og Østfold, 1981

Oslo, 10. juli 1982

Saksbehandler: Olav Skulberg

Medarbeider: Jozsef Kotai

For administrasjonen: Arne Tollan
Lars N. Overrein

NIVAs hustrykkeri

FORORD

Resultatene av vassdragsundersøkelsene for HALDENVASSDRAGETS VASSDRAGS-FORBUND, gjennomført i perioden 1975 - 1981, er publisert i NIVA-rapport O-70219 (Blindern, 15. mars 1982). Overvåkingsundersøkelsen av Haldenvassdraget, innenfor Statlig program for forurensningsovervåking ved STATENS FORURENSNINGSTILSYN (SFT), inngikk som en del av arbeidet.

For en mer inngående behandling av vassdraget og vannkvalitetsforhold vises til rapport NIVA O-70219. Det er laget en samlet fremstilling av hvordan vassdraget opptrer som et elv-innsjøsystem i samspill med naturprosesser og menneskelig virksomhet. Vannkvalitet og forurensnings-situasjon er utdypet. De akutte problemer for vassdraget er klarlagt, og praktiske tiltak som kan løse vanskeligheter er vurdert. Fremstillingen dekker observasjoner i Haldenvassdraget også i 1981, og gir en nødvendig bakgrunn for forståelsen av forholdene i vassdraget i perioden som Statlig program for forurensningsovervåking har dekket.

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

Blindern, 10. juli 1982

Olav Skulberg

INNHOLDSFORTEGNELSE

TABELLFORTEGNELSE

FIGURFORTEGNELSE

1. SAMMENFATTENDE VURDERINGER

- Det er gjennomført en kjemisk-biologisk undersøkelse av Haldenvassdraget i 1981 innenfor Statlig program for forurensningsovervåking ved STATENS FORURENSNINGSTILSYN (SFT). Næringsmiddelkontrollaboratoriene, Fylkeslaboratoriet i Østfold (ØF) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har deltatt i arbeidet.

- Rapporten inneholder det foreliggende observasjonsmaterialet fra de tre innsjøene (Bjørkelangen, Rødenessjøen og Femsjøen) som inngikk i denne del av overvåking av Haldenvassdraget.

- Resultatene fra 1981 faller godt inn i mønsteret av variasjoner i vannkvalitet som er kjent for Haldenvassdraget. Dette gjelder såvel i geografisk sammenheng som i det periodiske forløp. Vassdraget hadde imidlertid høyere partikkeltransport i 1981 som følge av jorderosjon og tap av matjord. De høyeste verdier som hittil er påvist for sestoninnhold i vannmassene, ble gjort i vassdragsavsnittet Bjørkelangen - Skulerudvatnet under vårsituasjonen dette år. Nedslammingen av vassdraget er et særlig alvorlig forurensningsproblem.

- Konsentrasjonen av fosfor- og nitrogenforbindelser er svært høye i de sterkeste påvirkede deler av Haldenvassdraget. Selv om de største tettstedene ved vassdraget er forsynt med kloakkrenseanlegg, er det bare en del av husholdningen som er knyttet til anleggene. I 1981 var det 17.900 personer bosatt i nedbørfeltet*, av disse var 4050 personer tilknyttet kommunale kloakkrenseanlegg. 51% av befolkningen i nedbørfeltet er bosatt i tettsteder. Forurensning med fosfor- og nitrogenforbindelser fra landbruksvirksomhet bidrar meget betydelig til eutrofieringen av vassdraget. Dette fremgår bl.a. av den aktuelle belastning i vassdraget ved f.eks. utløp Femsjøen. Av den samlede belastning som var 13 tonn N/år, utgjorde jordbrukets andel 6,9 tonn og befolkningens andel 1,7 tonn. Tilsvarende for fosforforbindelser var tallene 5,1 tonn P/år, hvor jordbrukets andel var 1,7 tonn og befolkningens andel 2,7 tonn.

  * oppstrøms Femsjøens utløp.

- Vannhygieniske forhold er undersøkt i samarbeid med INSTITUTT FOR NÆRINGSMIDDELHYGIENE og HELSERÅDSLABORATORIENE i de enkelte kommuner. Mikroorganismer av hygienisk betydning i Haldenvassdraget stammer hovedsakelig fra menneskelig avføring (kloakkvann). Resultatene viser at vannmassene i elvedelene og fra utløpet av innsjøene i hovedvassdraget ikke bør brukes ubehandlet som drikkevann. Vannet i hele vassdraget kan inneholde sykdomsfremkallende mikro-organismer, og bare drikkevann levert av tilfredsstillende vannforsyningsanlegg bør benyttes. Gjennomgående er nitratkonsentrasjonene lavere enn det som er betenkelig for drikkevann.

- Resultatene fra 1981 har gitt en vesentlig innsikt i behovet for å bedømme både næreffekter og fjerneffekter av forurensningsbelastningen i Haldenvassdraget. Et overskudd av f.eks. nitrogenforbindelser fra ett vassdragsområde kan gi forurensningsvirkninger i andre resipientområder ("eksport av algevekstpotensial"). Det kan nevnes at Haldenvassdraget førte omlag 650 tonn nitrogenforbindelser ut i Iddefjorden i 1981. Til sammenlikning var den samlede kommunale belastning fra Halden by av størrelsesorden 60 tonn nitrogenforbindelser (hvorav omlag 6 tonn ble fjernet av sentralrenseanlegget i Halden). Forholdene i brakkvann og saltvann er komplisert når det gjelder nitrogen som vekstbegrensende stoff. I alminnelighet er det større tendens til at nitrogen er begrensende for algevekst, jo mer oceaniske vannmassene er.

- Erfaringene fra undersøkelsene i Haldenvassdraget og det hittil gjennomførte program for forurensningsovervåking, tilsier at det er klart behov for forurensningsbegrensende tiltak i hele vassdraget. Det bør dessuten lages en ny og tidsmessig plan for vassdragsundersøkelser.

2. INNLEDNING

2.1 Områdebeskrivelse

Det vises til tidligere beskrivelse når det gjelder nedbørfeltets geografiske forhold. Noen enkle forutsetninger kan likevel nevnes for sammenhengens skyld.

Fra utløpet ved Flolangen til utløp i Iddefjorden har Haldenvassdraget en lengde på omlag 137 km. Vassdragets samlede nedbørfelt er 1594 km^2. Nedbørfeltet har størst utstrekning i lengderetningen nord-sør. Topografien er regelmessig, og de høyeste åsene er omlag 300 m.o.h. Det midlere avløp fra nedbørfeltet tilsvarer 15,4 l/s per km^2. Middelvannføringen i Haldenvassdraget ved Tistedalsfoss er 23,4 m^3s^{-1}. Perioden mars-mai rommer snøsmelting og vårflom, og vannføringen ved Tistedalfoss er målt inntil 153 m^3/s. Av en samlet årlig vannmengde på omlag 733 mill. m^3 (Tistedalsfoss), kan det magasineres omlag 137 mill. m^3. Den samlede utskiftningstid for vannmassene i hele vassdraget er på teoretisk grunnlag beregnet å være 2 år.

Befolkningsmengden i nedbørfeltet er omlag 17.900 personer, 10% av nedbørfeltet er dyrket mark, 63% utgjør skog og 8% er vannareal. Allerede i dag er 51% av nedbørfeltets befolkning bosatt i tettsteder. Hvordan det lykkes å ta hånd om forurensninger fra kloakkvann er av avgjørende betydning for å kunne opprettholde en tilfredsstillende vannkvalitet, og unngå konfliktsituasjoner med vassdragets mange bruksinteresser.

Jordbruket er en betydelig kilde til forurensning i Haldenvassdraget. Forurensningen fra jordbruket er i størrelse tildels sammenliknbar med tilførselen av forurensninger i husholdningskloakkvann.

Forurensning med fosforforbindelser er i stor grad knyttet til partikkelbelastningen av vannmassene. Vassdragsundersøkelsen har vist at jorderosjon og borttransport av jord til vannforekomstene har et stort omfang.

Turisme i Haldenvassdragets nedbørfelt er økende. Turisme og ferieaktivitet vil medføre ytterligere forurensningsbelastning, og vil være med på å gi nedsatt hygienisk og estetisk standard ved Haldenvassdraget i tiden fremover. Dette trenger betydelig oppmerksomhet for å begrense de uønskede forurensningsvirkninger.

Industriutslipp er den viktigste forurensningskilde på landsbasis (Miljøverndepartementet 1975). I nedbørfeltet til Haldenvassdraget er imidlertid dette problem foreløpig av begrenset regional betydning.

Vannkraftutbygging har hatt en vesentlig betydning for samfunnsutviklingen i nedbørfeltet. Den har bidratt til å øke produksjon og produktivitet i næringslivet. Virkningene for vassdraget med hensyn til påvirkning av vannkvalitet og innflytelse på organismeliv er foreløpig ikke direkte undersøkt.

2.2 Statlig program for forurensningsovervåking

Av nedbørfeltet til Haldenvassdraget ligger 55% av arealet i Akershus fylke og 45% i Østfold fylke. Det er innsjøene Bjørkelangen (Akershus), Rødenessjøen (Østfold) og Femsjøen (Østfold) som inngår i Statlig program for forurensningsovervåking. Tabell 1 stiller sammen enkelte data om disse innsjøene.

Programmet for overvåking i Haldenvassdraget i 1981 er beskrevet i NIVA-notat datert Blindern 4. mai 1981. Med hensyn til oppgaver, metoder og gjennomføring vises til omtale i NIVA-rapport O-8000202 (28. oktober 1981). Observasjonssteder i vassdraget benyttet ved undersøkelsen er vist i figur 1.

3. RESULTATER OG BEDØMMELSE

3.1 Meteorologiske forhold og vannføring

Årsmiddeltemperaturen målt ved Eidsberg II var i 1981 4,4°C. Dette er omlag 1°C lavere enn gjennomsnitt for perioden 1931-1960. Nedbørmengden (målt ved Ørje) var i 1981 818,8 mm, og dette er 65,8 mm mer enn gjennomsnitt for perioden 1931-1960. Årstilløp i vassdraget ved Ørje var 14,24 m^3s^{-1}. Dette er praktisk talt det samme som 1966-1981 gjennomsnitt, som tilsvarer 14,3 m^3s^{-1}. Isforholdene er som vanlig blitt observert av Halden Hovedvassdrags Brukseierforening. Resultatene føyer seg godt inn i sammenheng med tidligere erfaring.

3.2 Kjemisk og biologisk vannkvalitet

I rapporten som behandlet overvåkingsundersøkelsene i Haldenvassdraget for 1980 ble forholdene både på elvestasjonene og innsjøstasjonene drøftet (NIVA, 28. oktober 1981). For elvestasjonenes del henvises det for 1981 til datarapport utarbeidet til HALDENVASSDRAGETS VASSDRAGSFORBUND (Østfold Fylkeskommune, Forurensningsavdelingen - Moss, 16. april 1982). I det følgende behandles forholdene på innsjøstasjonene som inngikk i Statlig program for forurensningsovervåking.

Resultatene er samlet i tabellene 7-12 (sidene 18 til 26). Den hovedsakelige situasjon fremgår av de grafiske fremstillinger figur 2-13.

TEMPERATUR OG OKSYGEN

Resultatene av målinger av temperatur og oksygen er fremstilt grafisk som minimum, maksimum og aritmetiske middelverdier (figur 2 og 3).

Det ble ikke observert noe markert temperatur- eller oksygensprangsjikt under vintersituasjonen (mars 1981). Under sommerstagnasjonen lå sprangsjiktet i Bjørkelangen på omlag 3,5 m dyp, og i Rødenessjøen og Femsjøen henholdsvis 9-11 m dyp.

I september var det fullsirkulasjon i Bjørkelangen. Tilsvarende var det fullsirkulasjon i Rødenessjøen og Femsjøen i oktober.

Under vinterstagnasjonen ble det observert et betydelig oksygenforbruk i Bjørkelangen, og delvis i Rødenessjøen. Under sommerstagnasjonen var det et betydelig oksygenforbruk i Bjørkelangen. Men oksygenfritt bunnvann ble ikke påvist i 1981. Hovedsakelig var det ikke noen store forskjeller fra 1980-observasjonene.

SURHETSGRAD PH

Aritmetiske middelverdier for pH i Bjørkelangen var 6,2-6,9, i Rødenessjøen 6,4-7,0 og i Femsjøen 6,6-6,8. Om sommeren 1981 ble det målt enkelte høye pH-verdier i sammenheng med algeoppblomstring. Verdiene er fremstilt i figur 2. Hovedsakelig var forholdene i 1981 som observert tidligere år.

ELEKTROLYTISK LEDNINGSEVNE

Aritmetiske middelverdier, minimums- og maksimumsverdier er fremstilt grafisk i figur 4.

Middelverdier i Bjørkelangen var 53-68 µS/cm, i Rødenessjøen 51-58 µS/cm og i Femsjøen 52-56 µS/cm ved 20°C. Verdiene er gjennomgående noe lavere sammenliknet med i 1980.

FARGE OG TURBIDITET

Resultatene av observasjonene i 1981 er fremstilt grafisk i figur 4 og 5.

Verdiene for farge og turbiditet var vesentlig høyere enn i 1980, særlig i Bjørkelangen. Dette skyldes sannsynligvis i en viss utstrekning anleggsarbeid som påvirket erosjonsforholdene i det lokale nedbørfelt til innsjøen. Påvirkningen viste seg også i vannmassenes innhold av jernforbindelser (se figur 8).

FOSFORKOMPONENTER OG ORTOFOSFAT

Fosforforbindelser - Tot P og ortofosfat følger hverandre og viste hovedsakelig de samme tendenser (figur 6). Konsentrasjonen synker når vegetasjonsperioden begynner . Verdiene i 1981 var tildels vesentlig

høyere sammenliknet med i 1980 særlig for Bjørkelangens vedkommende. Dette skyldtes i stor grad belastning av vannmassene med erosjonsmateriale. Det kan understrekes at en økt partikkelforurensning kan i fortsettelsen gi alvorlige følger for vassdraget, først og fremst for Rødenessjøen.

NITROGENKOMPONENTER OG NITRAT

Variasjonene i vannmassenes konsentrasjoner av nitrogenkomponenter og nitrat gjennom 1981 er vist i figur 7.

Nitrogenkomponenter og nitrat i 1981 viste omtrent samme konsentrasjonsnivå som i 1980, eller litt lavere (Bjørkelangen). Noen markert forandring fra tidligere år forekom ikke.

KLOROFYLL

Analyseresultatene for klorofyll a er fremstilt grafisk i figur 9.

Variasjonene i algebiomassen i innsjøene gjennom vegetasjonsperioden kan belyses med disse verdiene. Klorofyllkonsentrasjonene viser en økning om sommeren. Det var markerte algeoppblomstringer i Bjørkelangen. For Rødenessjøens og Femsjøens vedkommende var verdiene forholdsvis jevne, og noen spesielt stor oppblomstring av alger ble ikke observert.

I Bjørkelangen var klorofyll-verdiene i 1981 vesentlig høyere i juni og juli sammenliknet med i 1980. I Rødenessjøen og Femsjøen har det derimot vært tilnærmet tilsvarende forhold som påvist tidligere år.

KJEMISK OKSYGENFORBRUK

Verdiene av kjemisk oksygenforbruk for 1981 ligger på det samme nivå som i 1980. Noen markert forskjell fra tidligere observasjoner ble ikke funnet (se figur 9).

BIOLOGISKE FORHOLD

Eutrofieringen av Haldenvassdraget viste seg også i 1981 tydelig ved dominans av blågrønnalger (*Cyanophyceae*) i planktonet om sommeren og høsten. Blågrønnalgene gjorde seg spesielt gjeldende i avsnittet Bjørkelangen - Rødenessjøen - Øymarksjøen. På strekningen Aremarksjøen - Femsjøen var det kiselalger (*Bacillariophyceae*) som var mest fremtredende.

De enkelte innsjøenes karakteristiske algesamfunn kan kort omtales:

- Bjørkelangen. Blågrønnalgen *Oscillatoria agardhii* var. *isothrix* er særlig fremtredende. Den har flere ganger hatt masseforekomst med vannblomstdannelse. Også blågrønnalgen *Aphanizomenon flos-aquae* er vanlig. Blant kiselalgene er arter av slekten *Melosira* et utpreget trekk.

- Rødenessjøen. Kolonidannende blågrønnalger, med *Coelosphaerium naegelianum* som karakteristisk art, gjør seg sterkt gjeldende. Blågrønnalgen *Aphanizomenon flos-aquae* er gjentatte ganger observert i vannblomst, mens *Oscillatoria agardhii* var. *isothrix* er mindre fremtredende sammenliknet med i Bjørkelangen.

- Femsjøen. Av blågrønnalgene er *Coelosphaerium naegelianum* den fremtredende art. Men gjennomgående er arter av kiselalger som *Tabellaria fenestrata*, *Asterionella formosa* og *Rhizosolenia longiseta* de viktigste i planktonsamfunnet.

Sammenfattende kan det understrekes at planktonsamfunnene som utvikles i vassdragets øvre løp, tranporteres med vannmassene gjennom hovedvassdragets innsjøer. På hele strekningen er planktonet i stadig utvikling. I biologisk forstand er vassdraget et sammenhengende produksjonssystem gjennom hele nedbørfeltet. Undersøkelsene av algeplanktonet har tydelig demonstrert betydningen av tilførte utgangsbestander (opp-podning) for planktonsamfunnets sammensetning og utvikling i de enkelte innsjølokalitetene.

HYGIENISKE FORHOLD

De mikrobiologiske undersøkelser viste en betydelig bakterieforurensning i vassdraget (tabell 12, figurene 10-13). Resultatene kan vurderes i forhold til anbefalte normer (SIFF, 1976).

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

I vassdragets øvre del (unntatt utløp Floen) ned til stasjon Jernbanebro, overskrider vannmassenes innhold av termostabile koliforme bakterier verdier som gjelder kvalitetskrav til badevann. For resten av vassdragets hovedløp (unntatt utløp Femsjøen) er innholdet av termostabile koliforme bakterier tilfredsstillende ut fra kravet til badevann.

Ved alle prøvestasjoner i innsjøene ble det i 1981 påvist termostabile koliforme bakterier (figur 11). 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 pr. 100 ml. Dette tilfredsstiller kvalitetskrav for friluftsbad, men verdiene overstiger kvalitetskrav til drikkevann.

4. NOEN HENVISNINGER

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING: Haldenvassdraget - vannkvalitet og forurensninger.
Resultater av vassdragsundersøkelser for Haldenvassdragets Vassdragsforbund 1975-1981.
Rapport O-70219, Blindern 15. mars 1982.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING: Forslag om program for overvåking av vannressurser. Haldenvassdraget 1981.
Notat O-8000202, Blindern 4. mai 1981.

HALDENVASSDRAGETS VASSDRAGSFORBUND. Datarapport 1981.
Østfold Fylkeskommune, Forurensningsavdelingen - Moss, 16. april 1982.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING: Haldenvassdraget.
Akershus og Østfold, 1980.
Rapport O-8000202, Blindern 28. oktober 1981.

MILJØVERNDEPARTEMENTET: Tiltak mot forurensninger.
St.meld. nr. 4 (1975-76), pp. 1-138, Oslo, 1975.

STATENS INSTITUTT FOR FOLKEHELSE: Kvalitetskrav til vann.
Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann.
1-2026, Oslo, november 1976.

5. DATASAMLING

Tabell 1. Noen opplysninger om Bjørkelangen, Rødenessjøen og Femsjøen

Data	Enhet	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen
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 nedbør-felt - vann	km^2	12	71	123
Andel av nedbør-felt - skog	km^2	171	638	1067
Andel av nedbør-felt - 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

Tabell 2. Månedlig gjennomsnittstemperatur °C i 1980, 1981 og 1931-1960.
Observasjonssted: Eidsberg

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Gjennomsnitt
1931-1960	-4,8	-4,3	-1,1	4,1	9,8	13,9	16,4	15,2	10,7	5,7	1,1	- 2,0	5,4
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	4,6
1981	-3,9	-4,1	-2,3	3,8	11,4	11,8	15,2	14,1	11,5	4,9	0,7	-10,1	4,4

Tabell 3. Månedlig nedbørhøyder mm i 1980, 1981 og 1931-60, gjennomsnitt.
Observasjonssted: Ørje

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	SUM
1931-1960	52	37	27	46	45	63	85	86	80	82	29	71	753
1980	17,8	32,3	26,0	11,3	52,4	93,5	48,8	104,1	84,0	147,9	64,3	65,6	737,1
1981	29,0	25,9	65,0	4,7	65,2	141,9	93,3	19,2	80,5	130,3	142,1	21,7	818,8

Tabell 4. Månedlig tilløp til Ørje m^3/s i 1981 og 1966-81

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
1981	5,77	2,64	7,07	28,88	16,80	24,71	14,47	0,51	2,76	29,20	30,40	7,69	14,24
1966-1981	7,92	7,45	16,13	36,93	21,46	6,19	4,83	3,89	7,36	19,46	26,09	13,54	14,30

Tabell 5. Månedlig avløp fra Ørje m^3/s i 1981 og 1966-81

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
1981	12,86	6,86	9,35	20,84	12,51	20,91	15,34	8,16	4,19	20,10	26,31	16,2	14,47
1966-1981	12,12	12,41	14,46	24,79	23,88	9,19	6,82	7,49	7,0	14,27	21,26	16,82	14,24

Tabell 6. Isforhold i 1981. Observert av Halden Hovedvassdrags Brukseierforening

	Isløsning begynt	Isfritt	Islegging begynt	Helt islagt
Bjørkelangen	20.04.1981	10.05.1981	30.11.1981	01.12.1981
Rødenessjøen	27.03.1981	30.04.1981	03.11.1981	14.12.1981
Femsjøen	30.03.1981	18.04.1981	13.12.1981	15.12.1981

Tabell 7. Viktige alger i innsjøenes september-plankton

Symbol: +++ Fremtredende art
++ Vanlig
+ Forekommer

Klasse - art / Lokalitet	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Fem-sjøen
CYANOPHYCEAE - blågrønnalger			
Anabaena flos-aquae (Lyngb.) Bréb.	++	+	+
Anabaena planctonica Brunnth.	+	+	+
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs	++	+++	+
Coelosphaerium naegelianum Unger	+	+++	+++
Oscillatoria agardhii var. isothrix Skuja	+++	++	+
BACILLARIOPHYCEAE - kiselalger			
Asterionella formosa Hass.	+	+	++
Melosira Agardh spp.	++	+	+
Rhizosolenia longiseta Zach.	+	++	++
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	+	++	+++

Tabell 8. Min.-, maks.- og aritmetisk middelverdi for temperatur, løst oksygen, prosent oksygenmetning og surhetsgrad. Prøvetaking i 1981, NIVA

		°C			mg O_2/l			% O_2-metning			pH		
		Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen
Januar	Min.		0			9,9			73			6,5	
	Mid.		1,8			11,4			82			6,5	
	Maks.		2,8			14,4			101			6,6	
Februar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mars	Min.	0,1	0	1	0,5	5,2	10,6	4	39	86	6,2	6,2	6,2
	Mid.	3,4	1,8	1,6	6,5	10,4	12	51	75	87	6,2	6,4	6,6
	Maks.	4,8	3,1	2	11,6	15	13,5	80	103	95	6,3	6,7	7,5
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	3,8	3,6	4,3	1,9	10,1	10,8	14	76	83	6,2	6,4	6,5
	Mid.	4,6	3,8	5,5	6,6	10,4	11,2	51	79	89	6,3	6,5	6,6
	Maks.	5,2	4,5	6	7,9	10,8	11,8	62	83	95	6,3	7,1	7,2
Juni	Min.	8,2	5	5,3	5,2	9,6	10,8	44	75	93	6,6	6,7	6,5
	Mid.	13,3	7,3	8,2	8,8	9,7	11,6	85	81	98	6,9	7,0	6,8
	Maks.	14,2	9,8	11,5	9,7	10	11,8	95	88	102	7,2	7,7	7,3
Juli	Min.	13	6	6	3,4	8,5	9,2	31	68	76	6,3	6,2	6,3
	Mid.	15,3	10,1	9,6	7,3	9	9,5	73	80	83	6,8	6,6	6,6
	Maks.	18	14	16,6	9,5	9,7	10	100	94	102	7,0	7,1	6,9
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.	13,1	6,2		7,3	6,5		70	52		6,7	6,2	
	Mid.	13,3	9,7		7,5	7,6		72	69		6,7	6,5	
	Maks.	13,3	13		7,8	9,3		75	88		6,8	6,9	
Oktober	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks.												

Tabell 9. Min.-, maks.- og aritmetisk middelverdi for spes. el. ledningsevne 20°C, farge og turbiditet.

Prøvetaking i 1981, NIVA

		Ledningsevne µS/cm 20°C			Farge mg Pt/l			Turbiditet F.T.U.		
		Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen
Januar	Min.		54			131			6,8	
	Mid.		56			137			7,1	
	Maks.		64			147			7,3	
Februar	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
Mars	Min.	64	54	54	248	132	49	13		1,7
	Mid.	68	56	56	326	140	57	21		2,3
	Maks.	76	60	60	454	148	64	28		3,1
April	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
Mai	Min.	54	57	53	620	131	56	31	5,1	1,8
	Mid.	54	58	53	654	135	58	31	5,7	1,9
	Maks.	55	61	54	740	150	60	32	6,3	2,3
Juni	Min.	52	51	52	154	92	45	5,4	3,8	1,1
	Mid.	53	53	53	169	125	51	6,1	4,2	1,3
	Maks.	55	56	55	208	148	56	8,4	4,9	1,8
Juli	Min.	55	51	48	165	94	46	5,3	3,3	1,3
	Mid.	57	52	52	204	102	62	7,2	4,1	1,4
	Maks.	65	56	56	231	110	76	14	5,3	1,5
August	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
September	Min.	59	49		256	64		11	1,5	
	Mid.	59	51		272	74		11	2,4	
	Maks.	61	55		320	105		11	5,2	
Oktober	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
November	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
Desember	Min.									
	Mid.									
	Maks.									

Tabell 10. Min.-, maks.- og aritmetisk middelverdi for fosforkomponenter, ortofosfat, nitrogenkomponenter og nitrat.

Prøvetaking i 1981, NIVA

		Tot-P µg P/l			Orto-PO4 µg P/l			Tot-N µg N/l			NO_3 µg N/l		
		Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen
Januar	Min.		21			11			890			660	
	Mid.		23			13			950			689	
	Maks.		27			17			1050			750	
Februar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mars	Min.	48	17	7	35	10	3	1160	810	770	500		550
	Mid.	59	32	9	45	14	4	1298	918	835	780		570
	Maks.	76	35	11	60	23	5	1520	1050	1020	860		660
April	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mai	Min.	74	21	9	41	12	2	1160	850	830	520	610	535
	Mid.	77	23	11	45	13	3	1166	924	884	533	626	547
	Maks.	83	26	16	54	15	4	1200	990	1020	550	655	560
Juni	Min.	39	22	8	9	8	2	1280	910	790	510	535	510
	Mid.	54	26	10	12	11	3	1367	1035	821	518	576	538
	Maks.	73	33	15	16	15	4	1520	1160	830	530	630	560
Juli	Min.	16	13	8	10	4	2	1160	910	780	770	475	475
	Mid.	26	17	9	17	7	3	1360	954	848	938	514	516
	Maks.	39	24	11	28	14	5	1680	1000	1000	1270	555	560
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Oktober	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks.												

Tabell 11. Min.-, maks.- og aritmetisk middelverdi for jern, klorofyll og kjemisk oksygenforbruk.

Prøvetaking i 1981, NIVA

		Jern µg Fe/l			Klorofyll µg/l			Kj. oksygenforbr. mg O/l		
		Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen
Januar	Min.		320			0,3			17	
	Mid.		347			1,5			22	
	Maks.		360			4,6			25	
Februar	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
Mars	Min.	730		70	0,1		0,3	24		14
	Mid.	983		96	0,4		0,7	30		17
	Maks.	1700		120	0,7		2,0	55		36
April	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
Mai	Min.	620	290	100	0,9	0,6	1,2	24	15	13
	Mid.	674	310	113	1,0	1,1	2,1	26	19	16
	Maks.	940	330	150	1,1	1,4	2,7	28	31	23
Juni	Min.	270	190	60	4,7	0,6	0,9	20	13	<10
	Mid.	337	230	76	14,3	1,4	3,6	25	16	14
	Maks.	460	300	90	24,1	2,1	6,1	29	20	18
Juli	Min.	370	130	90	4,2	0,6	0,6	13	15	10
	Mid.	445	157	108	16,0	2,6	2,3	33	19	16
	Maks.	690	180	140	28,2	5,5	5,0	60	33	26
August	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
September	Min.				3,2	2,8				
	Mid.				3,7	4,3				
	Maks.				4,1	5,0				
Oktober	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
November	Min.									
	Mid.									
	Maks.									
Desember	Min.									
	Mid.									
	Maks.									

Tabell 12. Min.-, maks.- og aritmetisk middelverdi for koliforme, termostabile koliforme bakterier, fekale streptokokker og totalkim.

Prøvetaking 1981, næringsmiddelkontroll-laboratoriene og NIVA

		Koliforme bakterier pr. 100 ml			Termostabile koliforme bakterier			Fekale streptokokker			Totalkim pr. ml		
		Bjørke-lange	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen	Bjørke-langen	Rødenes-sjøen	Femsjøen
Januar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Februar	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Mars	Min.			0			0						11
	Mid.			191			1						113
	Maks.			760			3						150
April	Min.		20			1			0			40	
	Mid.		37			6			0			60	
	Maks.		70			10			0			80	
Mai	Min.	90		8	20		1	4			650		90
	Mid.	165		11	65		6	9			>1850		117
	Maks.	240		14	110		12	14			>3000		150
Juni	Min.	110	0	1	60	0	0	3	0		600	30	0
	Mid.	125	1	9	75	1	1	3	0		>1800	40	2
	Maks.	140	3	33	90	2	2	3	0		>3000	50	4
Juli	Min.	70		1	50		0	1		1	170		10
	Mid.	70		4	50		1	1		2	170		20
	Maks.	70		5	50		3	1		3	170		30
August	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
September	Min.			0			0						10
	Mid.			2			0						60
	Maks.			3			0						120
Oktober	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
November	Min.												
	Mid.												
	Maks.												
Desember	Min.												
	Mid.												
	Maks.												

6. FIGURER

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.

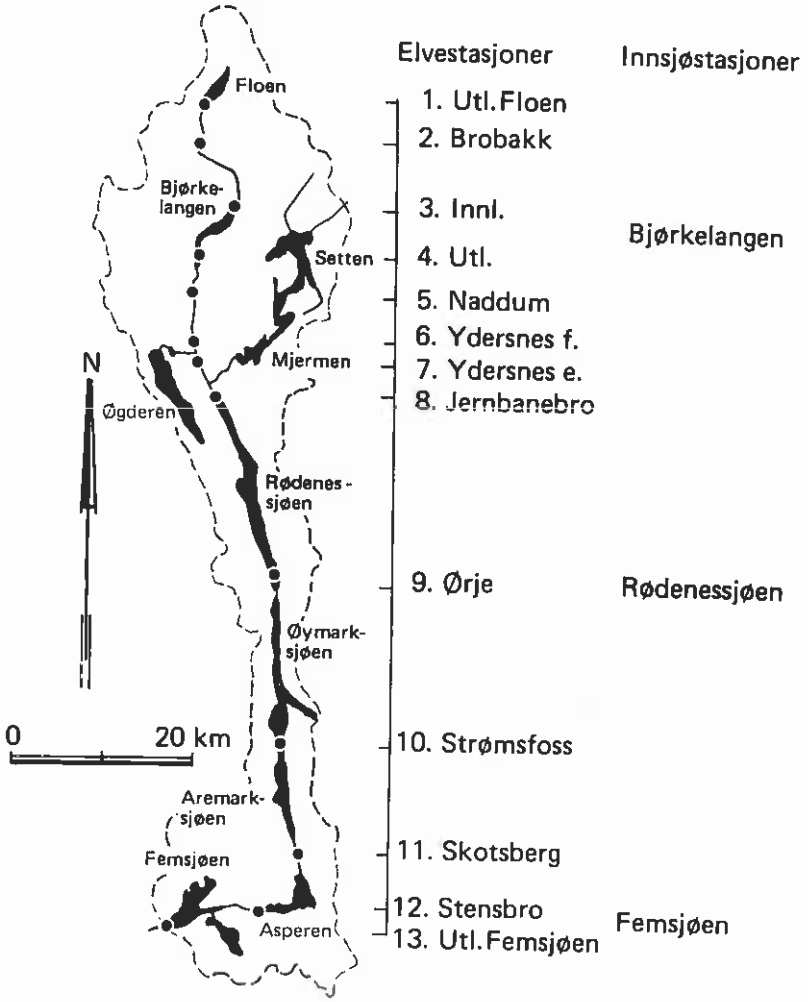


Fig. 2. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for surhetsgrad og temperatur.
Prøvetaking 1981.

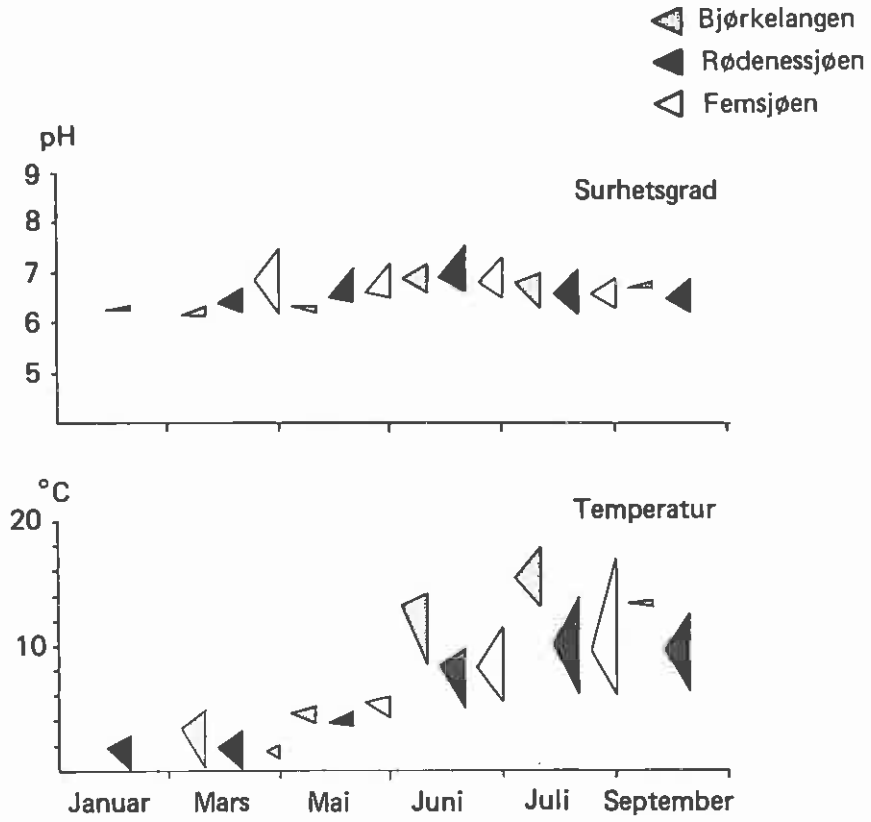


Fig. 3. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for løst oksygen og prosent oksygenmetning.
Prøvetaking 1981.

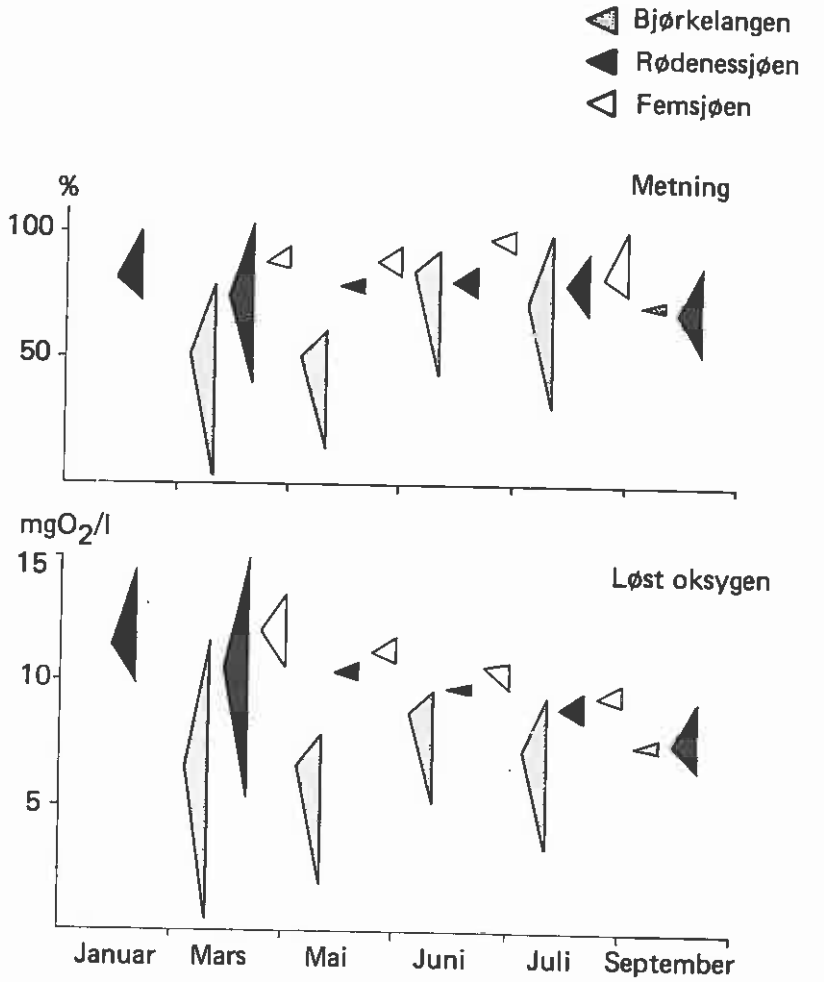


Fig. 4. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for spes. el. ledningsevne 20°C og turbiditet.
Prøvetaking 1981.

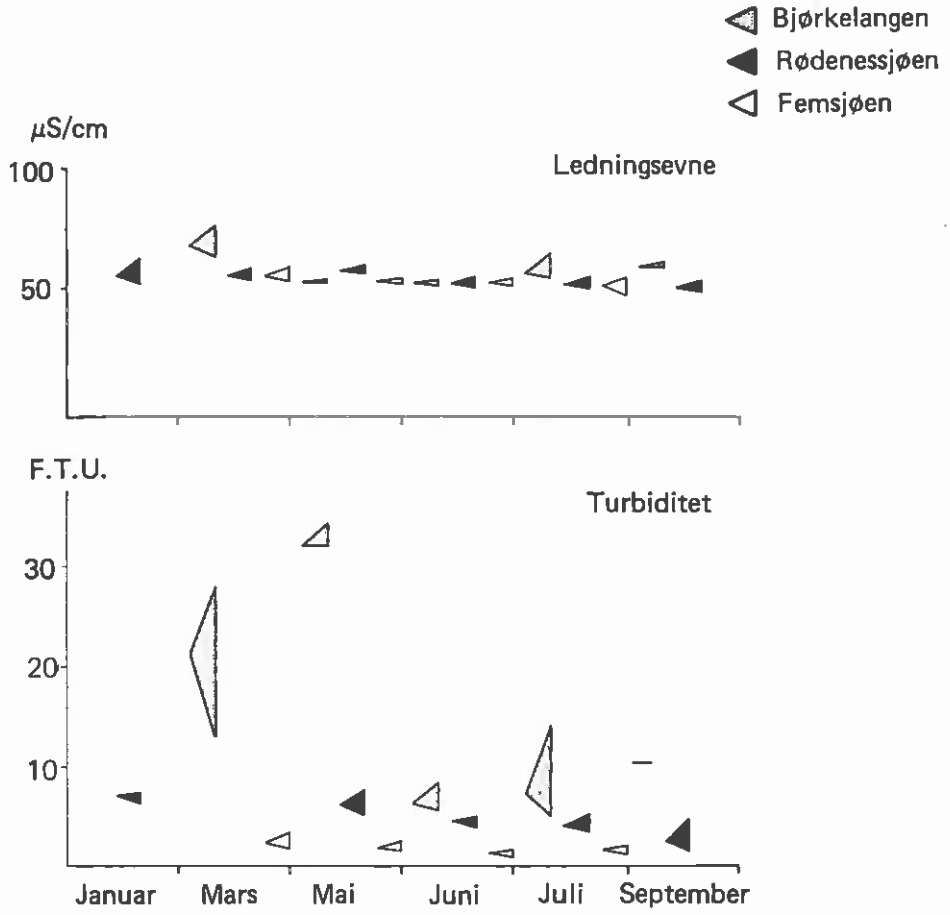


Fig. 5. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for fargetall.
Prøvetaking 1981.

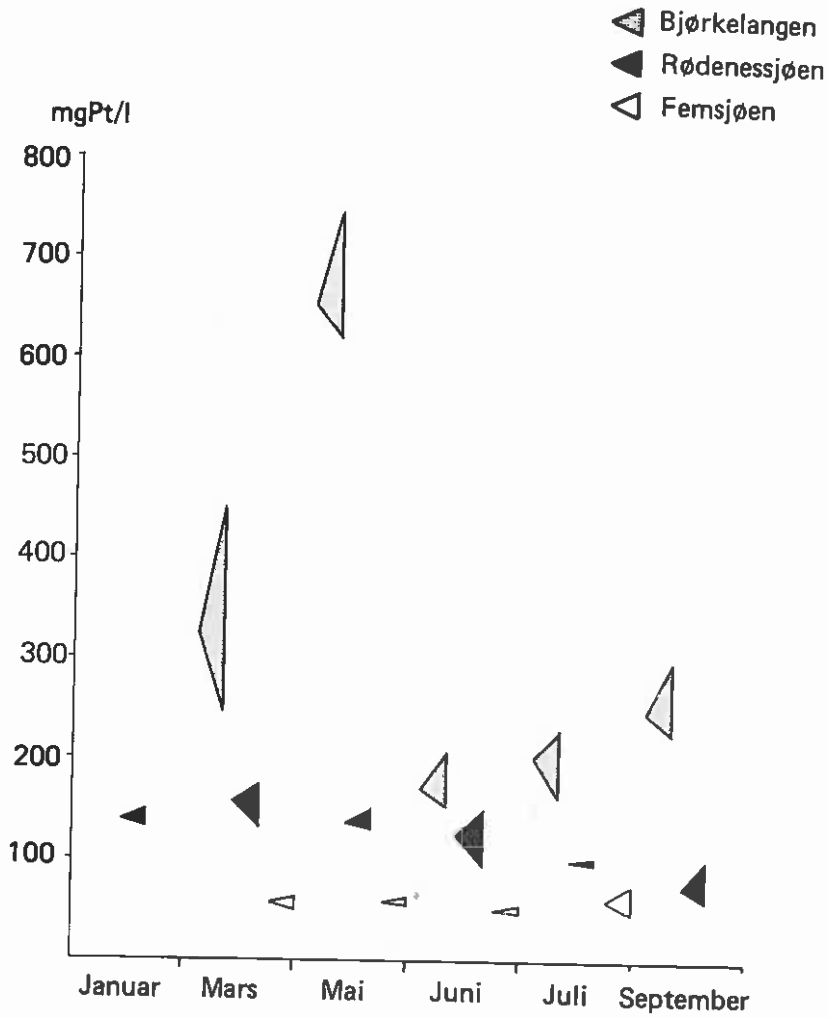


Fig. 6. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for ortofosfat og fosforkomponenter.
Prøvetaking 1981.

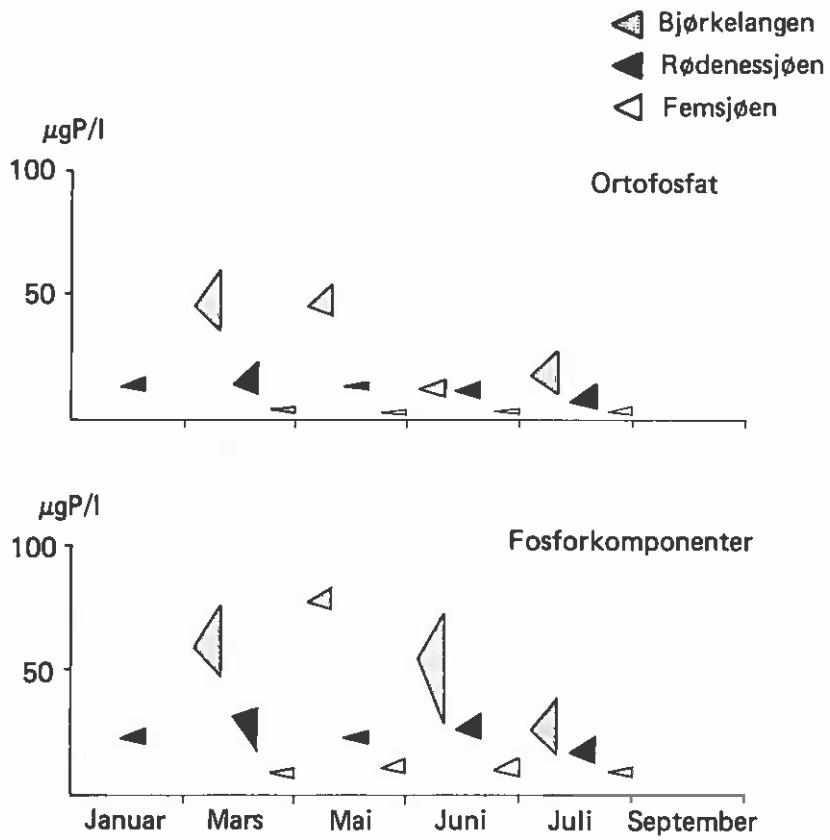


Fig. 7. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for nitrat og nitrogenkomponenter.
Prøvetaking 1981.

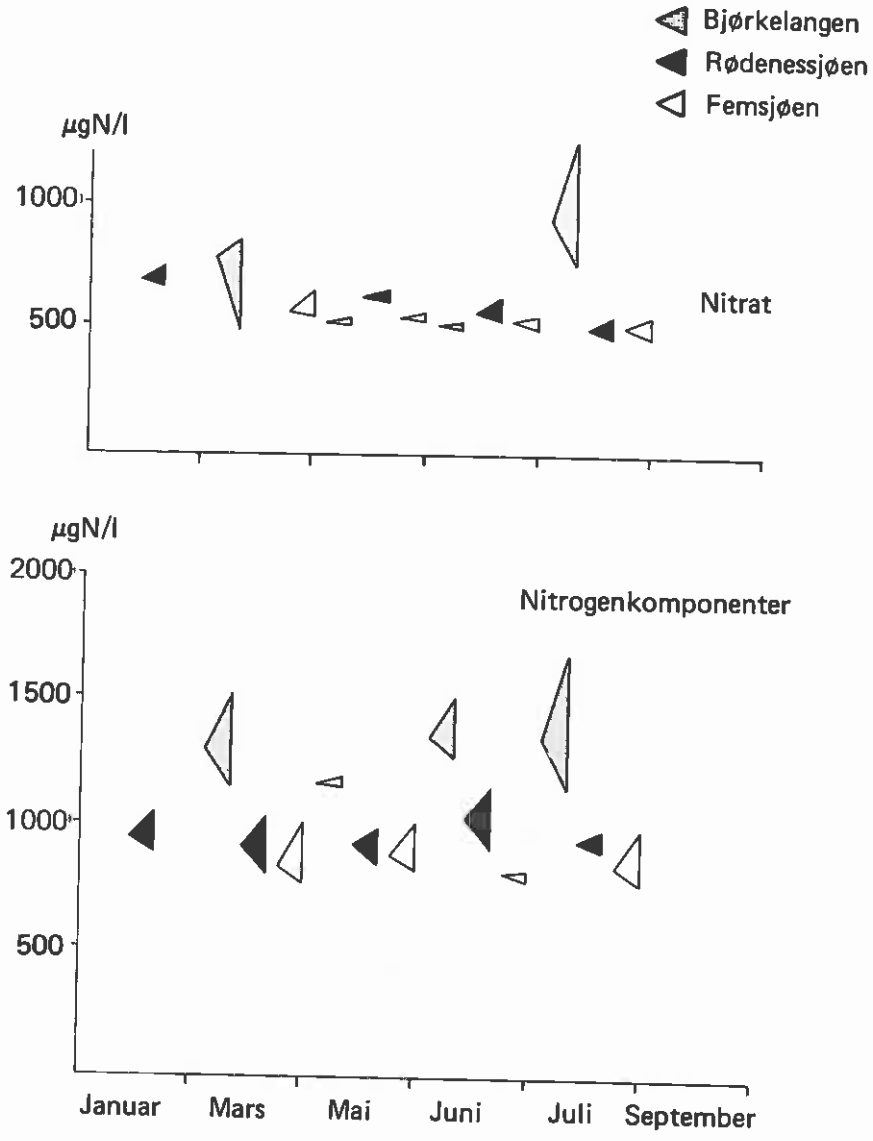


Fig. 8. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for jern. Prøvetaking 1981.

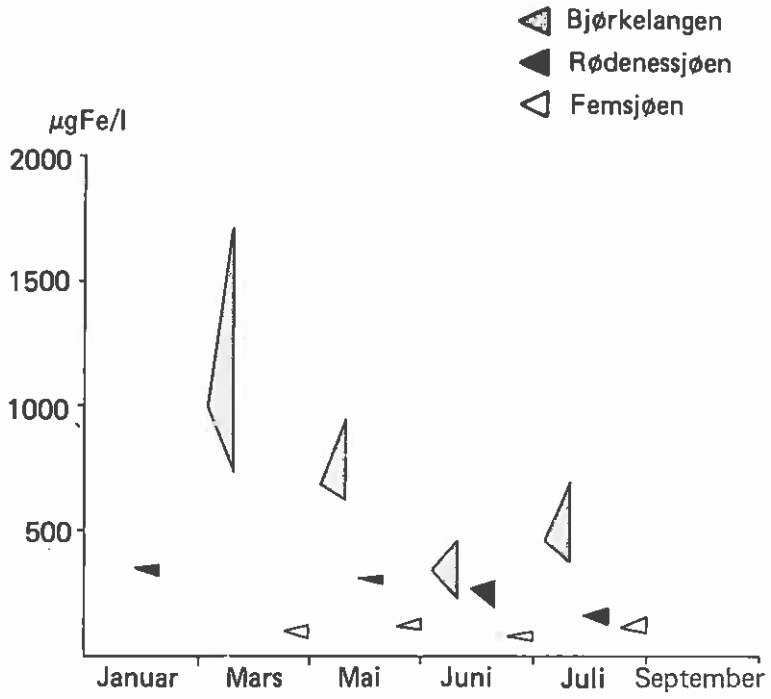


Fig. 9. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for kjemisk oksygenforbruk og klorofyll.
Prøvetaking 1981

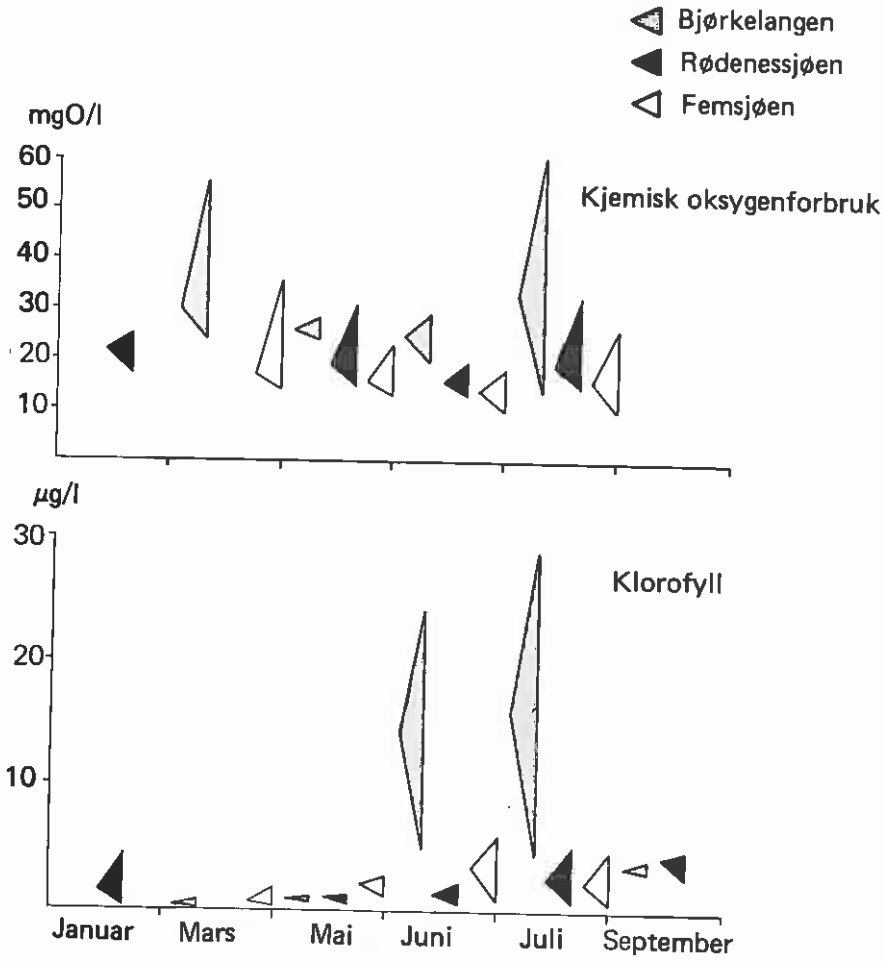


Fig. 10. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for antall koliforme bakterier pr.100 ml vann. Prøvetaking 1981.

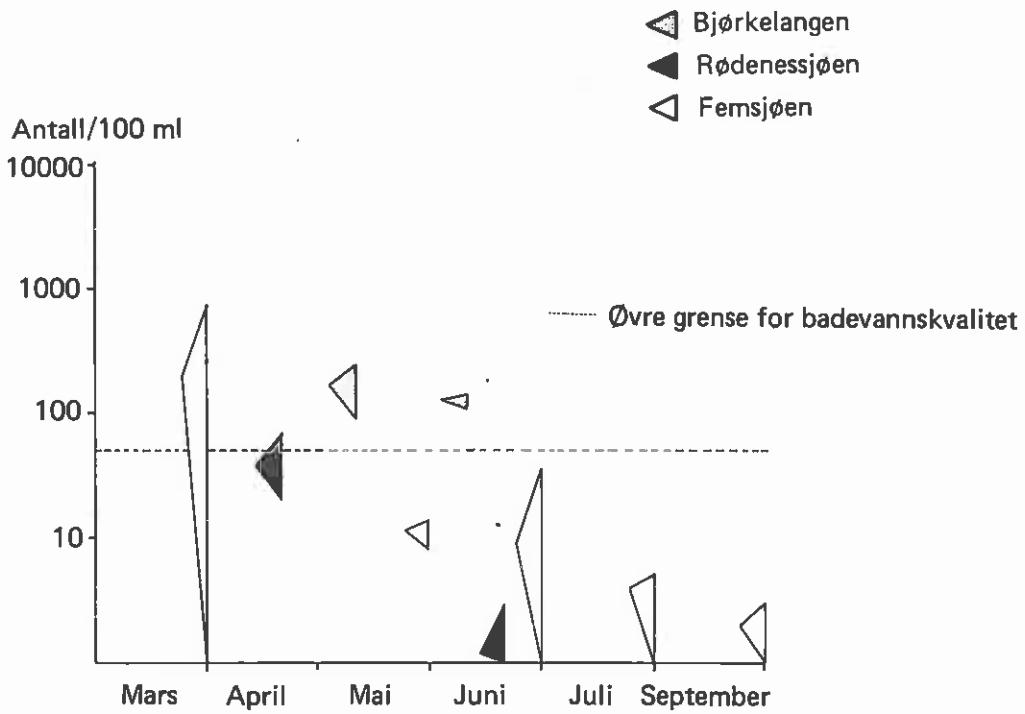


Fig. 11. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for antall termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml vann. Prøvetaking 1981.

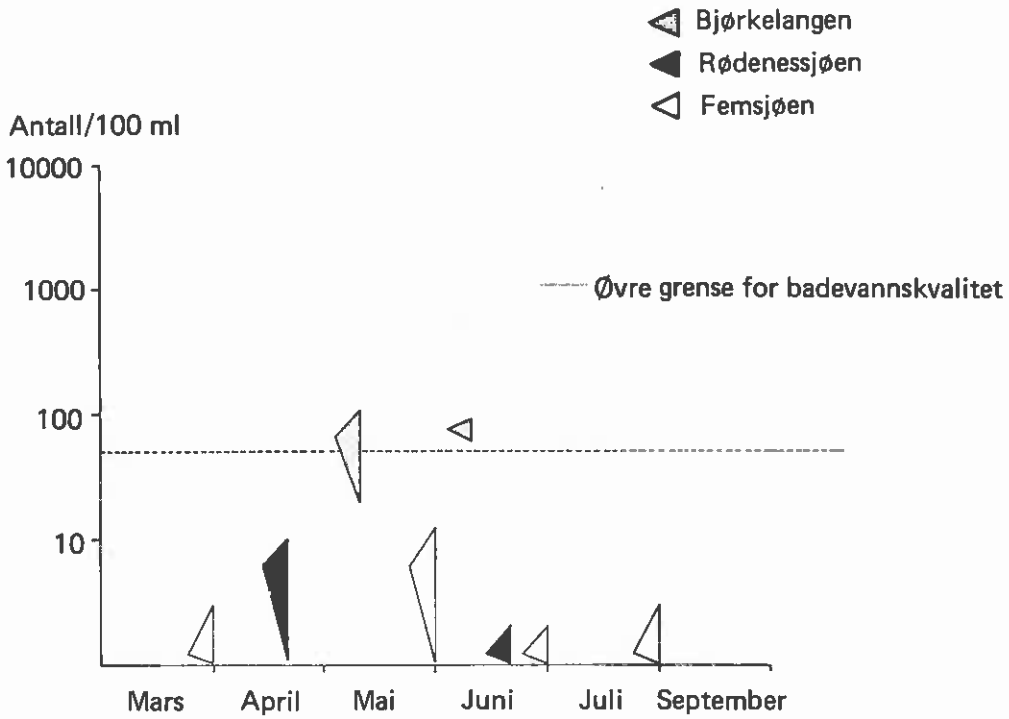


Fig. 12. Min.-,maks.-og aritmetisk middelverdi for antall fekale streptokokker pr. 100 ml vann. Prøvetaking 1981.

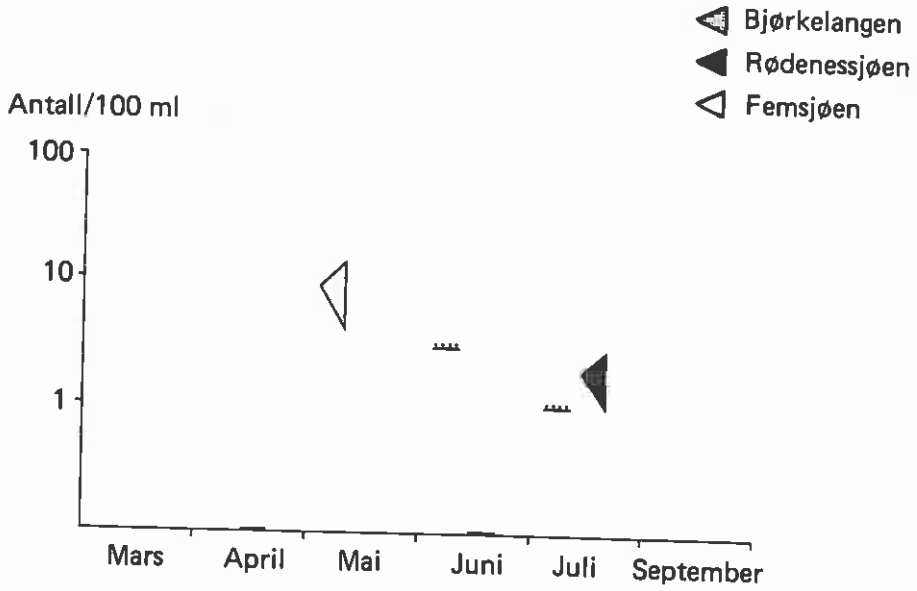


Fig. 13. Min.-, maks.-og aritmetisk middelverdi for totalkim pr. ml vann. Prøvetaking 1981.