



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr 167|84

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

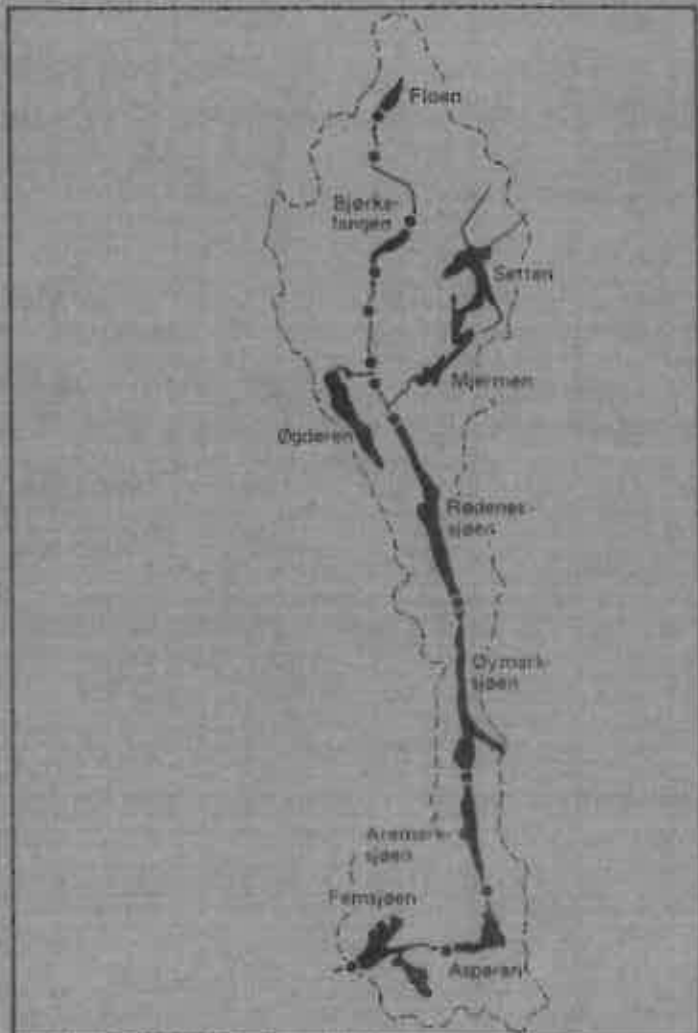
Deltakende institusjon

Fylkesmannen i Østfold
Miljøvernavdelingen

Dokumentet er scannet inn.
Fylkesmannen i Østfold,
Miljøvernavdelingen 2009

Overvåking av HALDEN- vassdraget 1983

Akershus og Østfold



Fylkesmannen i Østfold

Miljøvern avdelingen

POSTADRESSE: VOGTSGT. 17, 1500 Moss

TLF: (032) 56089

Dato:

22.oktober 1984

Rapport nr.:

167/84

Rapportens tittel:

Overvåking av Haldenvassdraget 1983.

Forfatter (e):

Knut Bjørndalen
Torodd Hauger
Per Vallner

Oppdragsgiver:

Statens forurensningstilsyn

Ekstrakt:

Rapporten gir en oversikt over de fysiske, kjemiske og biologiske forhold i Bjørkelangsjøen, Rødenessjøen og Femsjøen.

Hele vassdraget er sterkt preget av erosjonsmateriale (jord- og leirpartikler) under første halvdel av 1983.

Bjørkelangsjøen er inne i en rask eutrofiutvikling med stor fremvekst av blågrønnalger. Det var markert oksygenvinn i dyplagene, med betydelig frigivelse av fosfor fra sedimentene. Rødenessjøen er mindre påvirket og oppviser meso-eutrofe forhold. Femsjøen kan fortsatt karakteriseres som oligotrof.

FORORD

Overvåkingen av Haldenvassdraget er knyttet til undersøkelser av innsjøene Bjørkelangsjøen, Rødenessjøen og Femsjøen. Undersøkelsene er utført i perioden mars til oktober.

Overvåkingsundersøkelsene ble i 1983 finansiert med bidrag fra Statens forurensningstilsyn og Haldenvassdragets vassdragsforbund. Feltarbeid og analyser er utført av miljøvernavdelingen ved fylkesmannsembetet i Østfold. Rapporten er utarbeidet av laboratorieleder Knut Bjørndalen, høyskolekandidat Per Vallner og overingeniør Torodd Hauger.

Moss, 22. november 1984.



Torodd Hauger

overing.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. Innledning	1
2. Sammendrag	2
3. Geografisk beskrivelse	3
4. Brukerinteresser	3
5. Forurensningstilførsler	5
6. Måleprogram	7
7. Meteorologi og hydrologi	7
8. Resultater	10
8.1 Fysisk-kjemiske forhold	10
8.2 Planteplankton	12

1. INNLEDNING

I perioden 1975-1981 gjennomførte Haldenvassdragets vassdragsforbund en 5-års plan med undersøkelser av forurensningssituasjonen i Haldenvassdraget. Norsk institutt for vannforskning sto for prosjektet med økonomisk bistand fra kommunene, fylkene og staten. På bakgrunn av disse undersøkelsene kan man trekke følgende konklusjoner.

1. Det mest omfattende forurensningsproblem i vassdragets hoveddeler er forårsaket av plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen. En gradvis økning i tilførselen av disse plantenæringsstoffene har innen enkelte vassdragsavsnitt ført til tiltagende algevekst, masseforekomst av blågrønnalger samt tilgroing med fastsittende vannplanter og siv.
2. Økt algevekst, sammen med eksterne tilførsler av organisk stoff, forårsaker større oksygenforbruk i vannmassene. Oksygenfrie forhold er registrert i bunnvannet i de mest belastede av innsjøene.
3. Vassdraget viser tiltagende forurensning med partikulært materiale (jordpartikler, leire o.l.). Dette har sammenheng med at erosjonsprosesser gjør seg stadig mer gjeldende i områder med dyrket mark. Dette bidrar til at vannet under flomperioder og etter regnskyll nå er mer "grumset" enn tidligere.
4. Flere vassdragsavsnitt har utilfredsstillende vannhygieniske forhold.

Fra og med 1981 er innsjøene Bjørkelangsjøen, Rødenessjøen og Femsjøen tatt ut som faste overvåkningsstasjoner og det er undersøkelser i disse innsjøene som her er rapportert.

2. SAMMENDRAG

Haldenvassdraget oppviser store variasjoner i vannkvalitet. Mens Bjørkelangsjøen er en eutrof innsjø, er Rødenessjøen og Femsjøen mindre næringsrike. Rødenessjøen kan plasseres i det meso-eutrofe området, mens Femsjøen ennå kan karakteriseres som en relativ næringsfattig innsjø.

Lite tele og mye nedbør bidro til at vassdraget ble sterkt preget av erosjonsmateriale (jord- og leiremateriale) i første halvdel av 1983. Dette ga seg blant annet utslag i et langt høyere fosfor- og nitrogeninnhold enn det man vanligvis finner under mer normale meteorologiske forhold. Utslaget var størst i vassdragets øvre deler. I Femsjøen var forholdene omtrent som året før.

I Bjørkelangsjøen ble det på ettervinteren og sensommeren påvist markert oksygenvinn i bunnvannet. Dette medførte frigivelse av fosfor fra sedimentene til de overliggende vannmasser. Det ble ikke påvist tilsvarende forhold i Rødenessjøen eller Femsjøen.

I Bjørkelangsjøen var planteplanktonet dominert av kiselalger frem til månedsskifte juli/august. Utover sensommeren og høsten ble blågrønnalgene mer og mer dominerende, først med Aphanizomenon flos-aquae og så med Oscillatoria agardhii var isothrix som dominante. En undersøkelse utført av NIVA 1. september 1983 viste at et representativt materiale med blågrønnalger - dominert av Oscillatoria agardhii var isothrix - hadde et høyt toksininnhold.

I Rødenessjøen fant en tildels de samme algeartene som i Bjørkelangsjøen. Den totale algemengden var imidlertid betydelig mindre. I Femsjøen var planteplanktonet dominert av arter innen gruppene kryptomonader, kiselalger og blågrønnalger.

3. GEOGRAFISK BESKRIVELSE

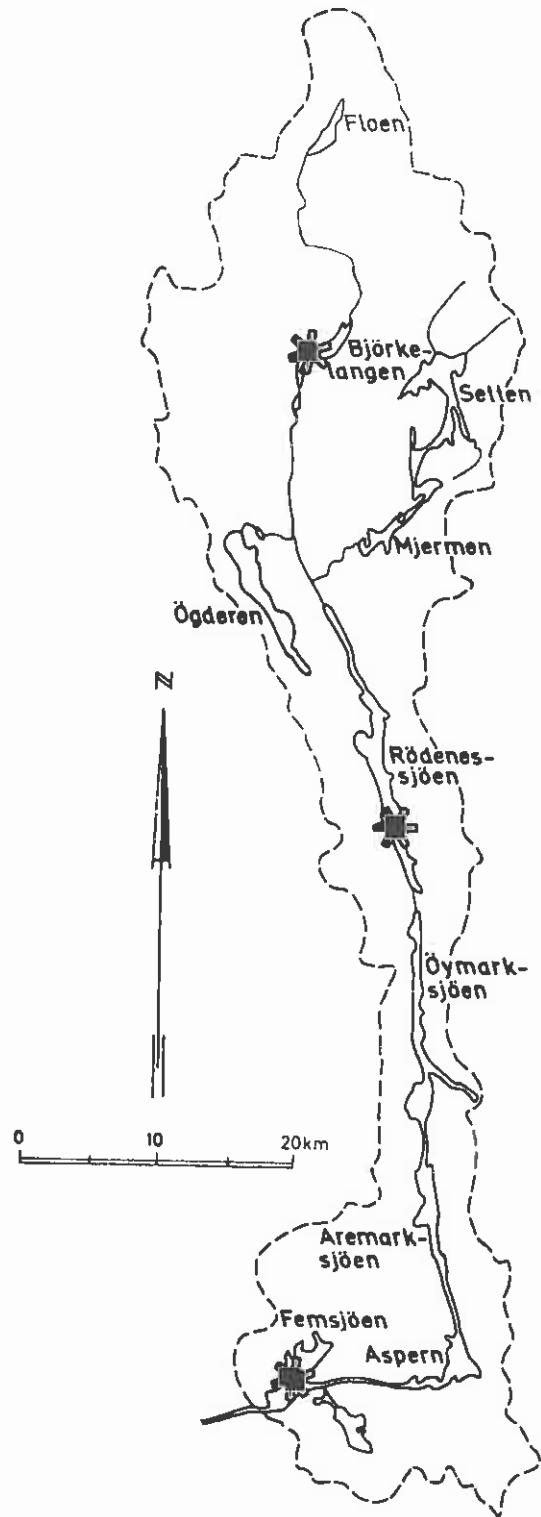
Haldenvassdragets lengde er 137 km og strekker seg fra Floen i Akershus til Halden i Østfold, og omfatter kommunene Aurskog-Høland, Marker, Aremark og Halden (jfr. fig. 3.1.). Vassdragets nedbørfelt er 1594 km² og ligger i det sørøst-norske grunnfjellsområdet. Store deler av nedbørfeltet ligger under den postglasiale marine grense som er ca. 210 m.o.h. i nord og ca. 170 m.o.h. i de sørlige områder. Under den marine grense består løsmassene hovedsakelig av marin leire som har gitt grunnlag for stor jordbruksaktivitet. Dyrket mark utgjør 10% av nedbørfeltet, mens 63 % er skog (se fig. 3.2.). Befolkningmengden i nedbørfeltet er ca. 15.900 personer og omtrent halvparten bor i tettbebygde strøk. Viktige tettsteder er Aurskog, Bjørkelangen, Løken, Ørje og Fosbyområdet. Innsjøene utgjør 8% av nedbørfeltet. Viktige innsjøer er Floen, Øgderen, Bjørkelangsjøen, Skulerudsjøen, Rødenessjøen, Øyemarksjøen, Aremarksjøen, Asperen og Femsjøen.

Bjørkelangsjøen er en grunn innsjø med et middeldyp på 7 m (maks dyp 12 m) og et overflateareal på 3.3 km². Rødenessjøen og Femsjøen er dypere med et middeldyp på ca. 20 m hver og et maksimaldyp på henholdsvis 47 og 50 m. Overflatearealene er henholdsvis 15 og 10 km². Teoretisk oppholdstid er i Bjørkelangen beregnet til 0.2 år, i Rødenessjøen 0.7 år og i Femsjøen 0.3 år.

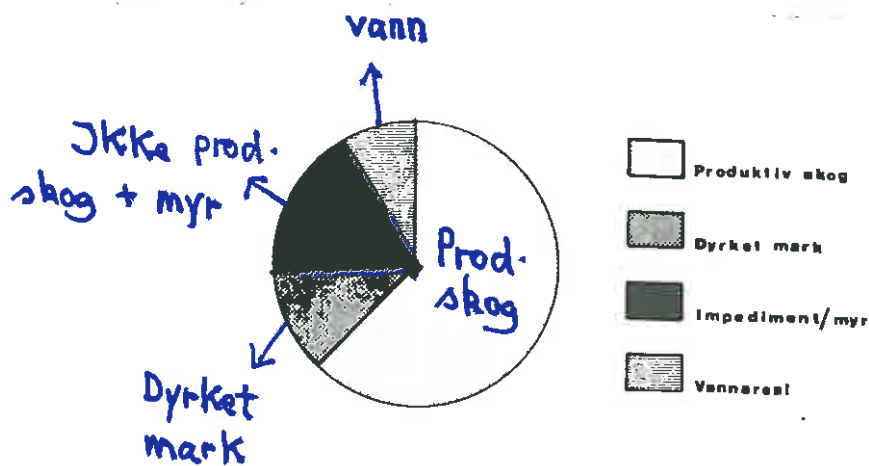
4. BRUKERINTERESSER

Haldenvassdraget har betydning som drikkevannskilde for ca. 26.000 personer (Halden- og Ørje vannverk). Dessuten benyttes vassdraget til jordbruksvanning og prosessvann. På den annen side benyttes vassdraget som resipient for avløpsvann fra bosetting, landbruk og industri.

Haldenvassdragets nærområder består av flere verneverdige landskaps typer. I tillegg er vassdraget et betydelig rekreasjonsområde der det foregår en rekke friluftaktiviteter, bl.a. sportsfiske, båtsport og bading.



Figur 3.1. Haldenvassdraget med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.



Figur 3.2. Arealfordeling i prosent av Haldenvassdragets nedbørfelt.

5. FORURENSNINGSTILFØRSLER.

Det mest omfattende forurensningsproblemet i Haldenvassdraget er den store belastningen med plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen. Husholdningskloakk og landbruksavrenning utgjør hovedkildene for tilførsler av disse næringsstoffene (jfr. tabell 5.1.).

Tabell 5.1. Årlig transport av fosfor og nitrogen til Haldenvassdraget, - teoretisk beregnet. Jfr. Handlingsprogram for Haldenvassdraget.

	totalt fosfor tonn/år	totalt nitrogen tonn/år
Husholdningskloakk	10,0	60,9
Landbruksavrenning	16,2	738,5
Industriutslipp	0,1	-
Naturlige kilder	9,1	306,7
Totalt	35,4	1106,1

Av den kulturbetingede fosfortilførselen bidrar husholdningskloakk og landbruk med henholdsvis 38 og 62%. Tilsvarende tall for nitrogen er 8 og 92%.

I områder med mye dyrket mark gjør det seg gjeldende en tiltagende forurensning med partikulært materiale og plantenæringsstoffer til vassdraget. Strukturelle forandringer og sterkere gjødsling innen åkerbruket forklarer denne utvikling.

De største tilførselene med næringsstoffer skjer i de øvre deler av vassdraget. Ca. 60% av forurensningstilførselene skjer til innsjøene Bjørkelangsjøen og Skulerudsjøen. Den kulturelle påvirkning er mindre nedover i vassdraget. Dette, sammen med selvrensingsprosesser og fortykning, bidrar til at vannkvaliteten er bedre i de nedre deler.

Det ble i 1983 satt i drift et nytt biologisk-kjemisk kloakkrensaneanlegg i Aremark som erstatning for et eldre biologisk anlegg. Anlegget som skal tjene bebyggelsen i Fosby er dimensjonert for 1.300 p.e. og er for tiden belastet med kloakk fra ca. 400 personer.

Et nytt mekanisk-kjemisk rensaneanlegg ved Løken i Aurskog-Høland kommune blir trolig satt i drift dette året. Når ledningsarbeidene er fullført vil anlegget bli tilknyttet ca. 2.500 p.e.

I regi av det interkommunale Haldenvassdragets vassdragsforbund er det nå utarbeidet et handlingsprogram med forslag til tiltak mot forurensninger. Programmet skisserer en forsert plan for gjennomføring av gjenstående oppryddingstiltak på den kommunale sektor. I programmet blir det videre behovet for å få begrenset utvaskingen av næringsstoffer og jordpartikler fra de oppdyrkede arealer sterkt understreket. Handlingsprogrammet konkluderer dessuten med at det etter all sannsynlighet på sikt vil bli behov for å sette inn restaureringstiltak i Bjørkelangsjøen dersom akseptable forhold skal kunne oppnås.

6. MÅLEPROGRAM

Det statlige program for forurensningsovervåkning i vassdraget ble satt i gang i 1980. Programmet omfatter undersøkelser i 3 innsjøer

- Bjørkelangsjøen
- Rødenessjøen
- Femsjøen

Det er tatt ut prøver med 3 ukers intervall i den isfrie perioden, samt en gang på ettervinteren før isløsning, - tilsammen 9 prøvetakingsomganger.

Vannprøvene er tatt ut på følgende dyp:

<u>Bjørkelangsjøen</u>	<u>Rødenessjøen</u>	<u>Femsjøen</u>
0-4 m (blandprøve)	0-10 m (blandprøve)	0-10 m (blandprøve)
8 m	16 m	16 m
12 m (1/2 m.o.b.)	30 m	30 m
	45 m (1/2 m.o.b.)	45 m (1/2 m.o.b.)

Det er blitt analysert på følgende parametere:

Fysisk-kjemiske parametere.

Temperatur, oksygen, surhetsgrad, konduktivitet, fargetall, turbiditet, oksyderbart materiale (COD_{Mn}) løst reaktivt fosfat, totalt løst fosfor, totalt fosfor, totalt nitrogen, nitrat, ammonium, silikat.

Biologiske parametere.

Kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av planktonalger, samt klorofyll a.

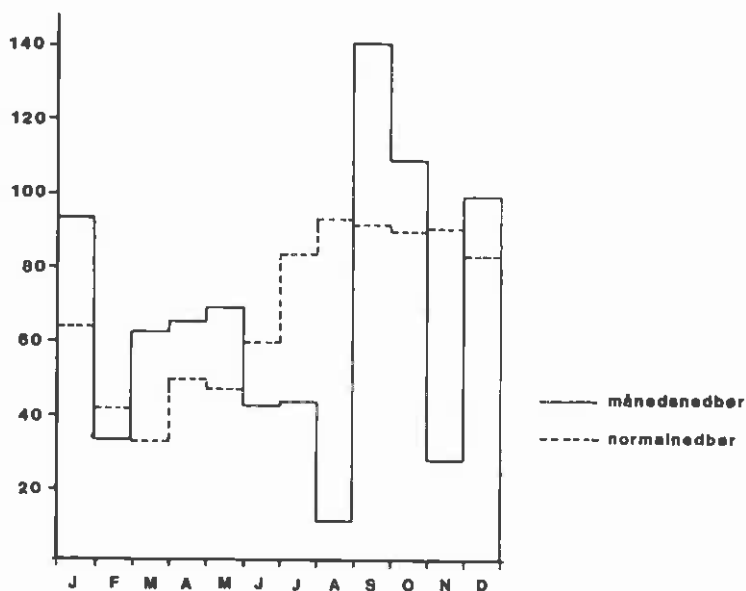
7. METEOROLOGI OG HYDROLOGI.

Meteorologiske og hydrologiske data er hentet fra henholdsvis Meteorologisk institutt - Blindern og Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, Hydrologisk avdeling. Variasjoner i normalnedbør og månedsmiddelnedbør ved Brekke sluse er fremstilt i fig. 7.1. Vannføringskurven for ørje, Brekke sluse og Tistedalsfoss er vist i fig. 7.2.

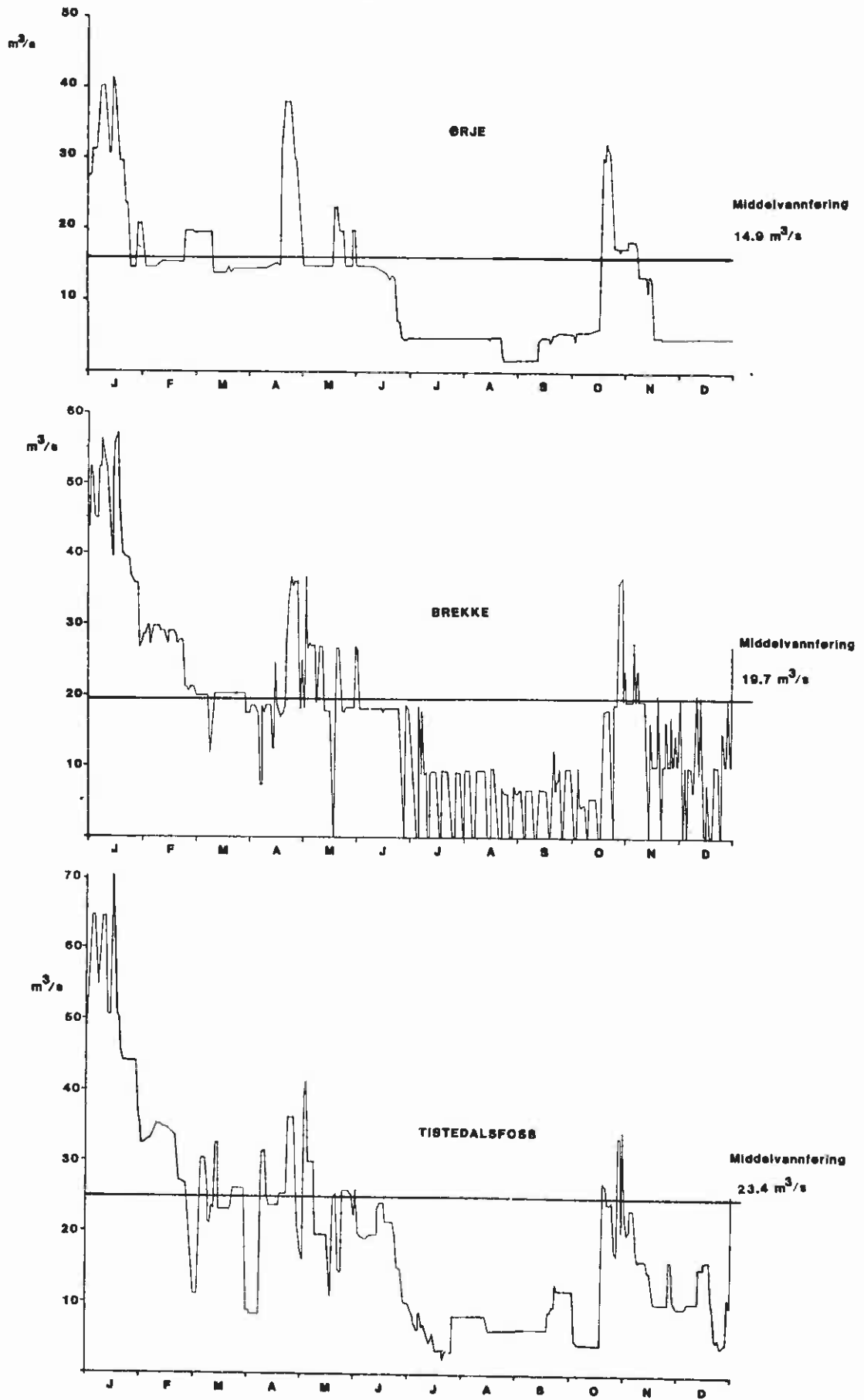
Det ble registrert store nedbørmengder i januar og første halvdel av februar. Da det meste av vinternedbøren kom som regn dette året, ble det registrert store vannmengder i vassdraget frem til måneds-skiftet februar-mars. Også på våren ble det registrert mer nedbør enn normalt. Da det lå lite snø i terrenget denne våren, ble vårflommen moderat.

Sommeren var nedbørfattig, med små vannføringer og diskontinuerlig kjøring av enkelte kraftverk (jfr. Brekke kraftstasjon).

Høsten var nedbørrik med mye nedbør i siste halvdel av oktober. Da magasinene var tappet ned i løpet av sommeren gav dette bare normale flomeffekter i vassdraget.



Figur 7.1. Variasjoner i månedsmiddelnedbøren og normalnedbøren for hver måned.



Figur 7.2. Vannføringsvariasjoner 1983.

8. RESULTATER.

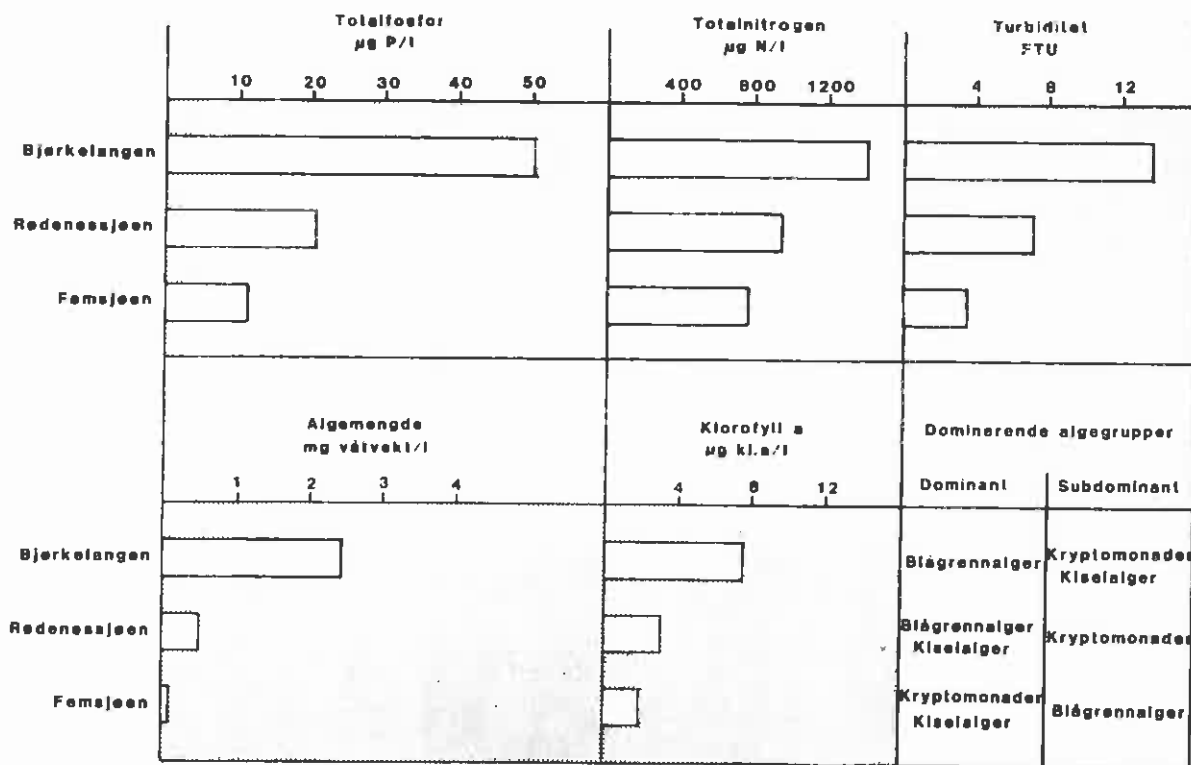
8.1. Fysisk-kjemiske forhold.

Vannkvaliteten var under vinterhalvåret mer preget av erosjonsmateriale enn normalt for denne årstiden. Dette har sammenheng med de spesielle meteorologiske forhold vinteren og våren 1983. Ser man bort ifra de noe spesielle nedbørforholdene første halvår, kan en ikke utelukke at både bakkeplaneringstiltak og økningen i kornareal, har bidratt til at vassdraget nå generelt mottar større mengder med jord-erodert materiale enn tidligere. Innholdet av svevepartikler målt som turbiditet var i gjennomsnitt i perioden 13 FTU, - med andre ord en fordobling av innholdet svevepartikler i forhold til året før.

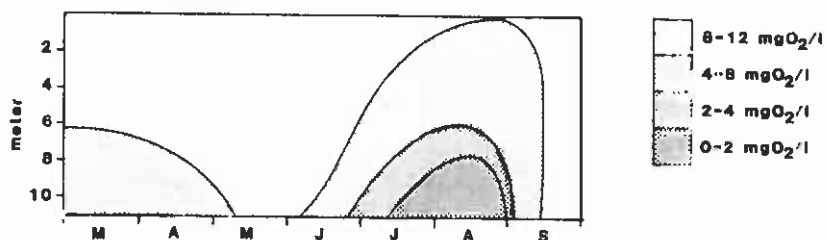
Det totale innholdet av fosforforbindelser (tidsveide middelveier) var i 1983 49 $\mu\text{g}/\text{l}$, mens det i 1982 var 27 $\mu\text{g}/\text{l}$. Denne radikale økningen har utvilsomt sammenheng med den unormalt store jorderosjonen dette året. I Rødenessjøen økte midlere fosforinnhold fra 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ til 19 $\mu\text{g}/\text{l}$, mens det i Femsjøen var ingen nevneverdige endringer.

Også det totale innholdet av nitrogenforbindelser var spesielt høyt i 1983. I Bjørkelangen var den tidsveide middelveier 1.420 $\mu\text{g}/\text{l}$, mens det i et normalår synes å ligge i området 800-900 $\mu\text{g}/\text{l}$. Også i Rødenessjøen ble det påvist høyere nitrogenverdier enn året før. I likhet med fosforinnholdet ble det i Femsjøen ikke registrert større endringer i nitrogeninnholdet.

I Bjørkelangsjøen ble det som i fjor påvist stort oksygenvinn på ettervinteren og tilnærmet oksygenfrie forhold i bunnvannet på ettersommeren. Dette medførte en stor frigivelse av bl.a. fosfor fra sedimentene til de overliggende vannmasser. Det ble ikke påvist tilsvarende forhold i Rødenessjøen eller Femsjøen.



Figur 8.1. Middelveidier av utvalgte variable i perioden 1. juni - 1. oktober 1983.



Figur 8.2. Isopletdiagram for oksygen i Bjørkelangen 1983.

Som tidligere år varierte surhetsgraden mellom pH 6,5 - 7,0.

8.2. Planteplankton.

Analyse av planteplanktonets mengde og sammensetning i 1983 viste samme hovedmønsteret som under tidligere års undersøkelser. Mens Bjørkelangsjøen kan klassifiseres som en næringsrik innsjø, kan Rødenessjøen plasseres i det middels næringsrike området. Femsjøen kan fortsatt karakteriseres som næringsfattig.

Bjørkelangsjøen.

Bjørkelangsjøen hadde i 1983 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 2.4 mg våtvekt/l og planteplanktonet var dominert av arter innen gruppene kiselalger og blågrønnalger (se fig. 8.3.). Både m.h.t. mengde og sammensetning var planteplanktonet i Bjørkelangsjøen vanlig for det en kan finne i næringsrike, kulturpåvirkede innsjøer.

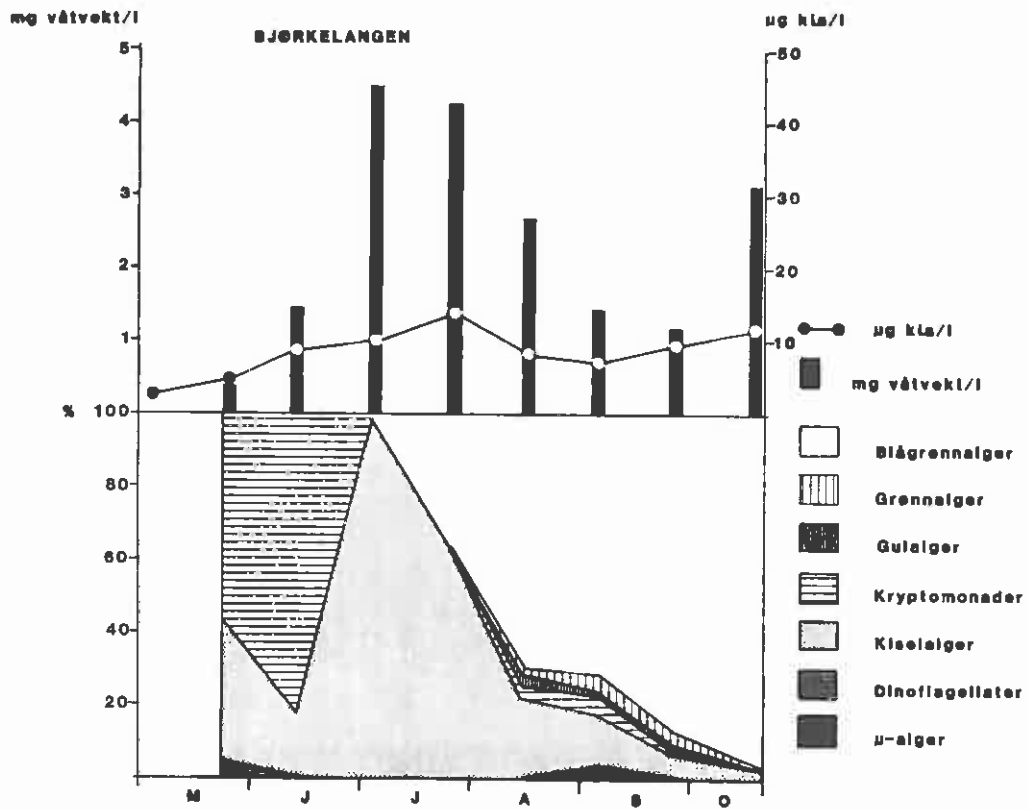
Planktonet var på sommeren dominert av kiselalger med Melosira som viktigste slekt. Utover sommeren og høsten ble blågrønnalgene mer og mer dominerende, først med Aphanizomenon flos-aquae og så med Oscillatoria agarhii var. isothrix som dominante (se fig.8.5.). Disse artene er vanlig å finne i overgjødslede innsjøer og danner ofte vannblomst. De er ofte årsak til smak- og luktproblemer og stammer innen begge arter er påvist å kunne danne giftstoffer. En undersøkelse utført av NIVA 1. september 1983 viste at et representativt materiale med blågrønnalger - dominert av Oscillatoria agardhii var. isothrix - hadde et høyt toksininnhold. Det bør bemerkes at Oscillatoria-mengden økte markert i tiden etter denne prøvetakingen og nådde et maksimum på 2.6 mg våtvekt/l ved siste prøvetakingsdato 17. oktober.

Det ble i 1983 registrert en noe høyere gjennomsnittlig algemengde sammenliknet med 1982 (1.8 mg våtvekt/l). Forskjellen er imidlertid ikke større enn det en kan forvente som naturlige årsvariasjoner i denne type innsjøer.

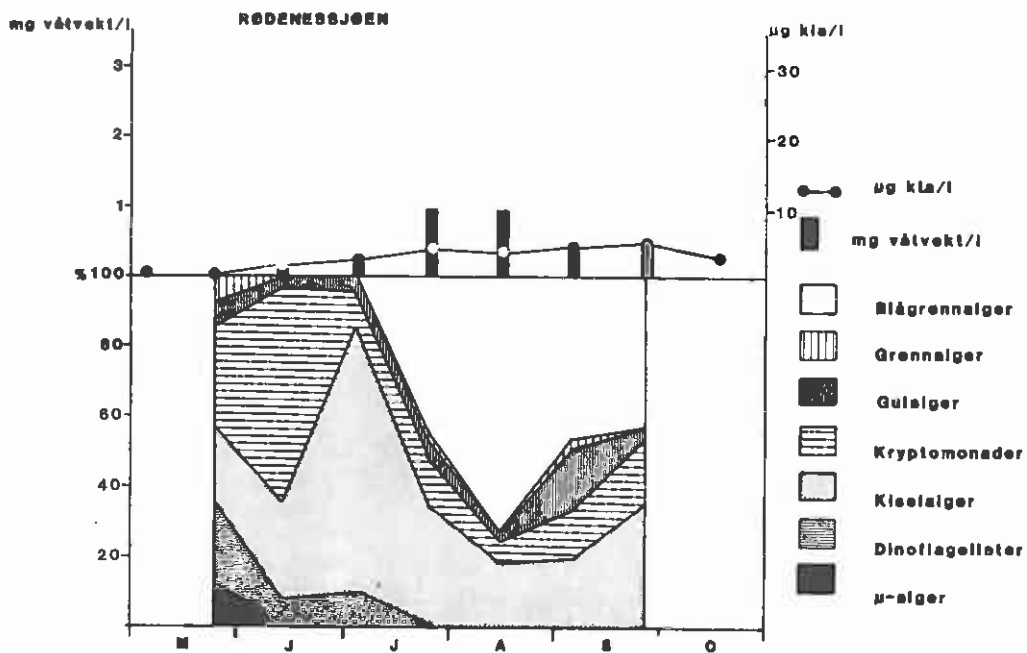
Rødenessjøen.

Rødenessjøen hadde i 1983 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 0.45 mg våtvekt/l dvs. en markert nedgang fra den algemengde en fant i Bjørkelangsjøen. Planteplanktonsamfunnet var imidlertid dominert av relativt næringskrevende arter med kiselalger og blågrønnalger som dominante. Det er verdt å legge merke til at det er tildels de samme artene en finner som dominante i de to innsjøer, - og at de dominerer på samme tid. Under oppblomstringen av blågrønnalgen Aphanizomenon flos-aquae i Bjørkelangsjøen ble det påvist betydelig mengder (opptil 0.46 mg/våttvekt/l) med denne algen også i Rødenessjøen. Dette understreker hvor viktig utviklingen i Bjørkelangsjøen er for de nedenforliggende innsjøer, og at Haldenvassdraget må betraktes som et sammenhengende biologisk system. Under oppblomstring av den giftproduserende Oscillatoria agardhii var. isothrix i Bjørkelangen ble det imidlertid ikke påvist nevneverdige mengder av denne algen nedover i vassdraget.

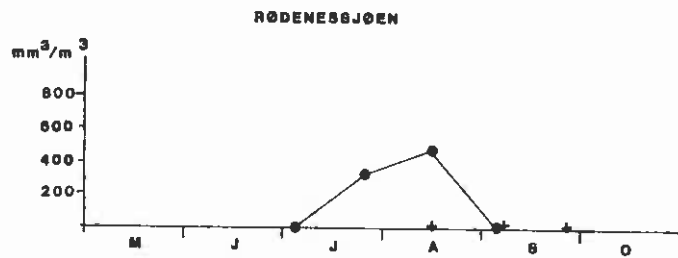
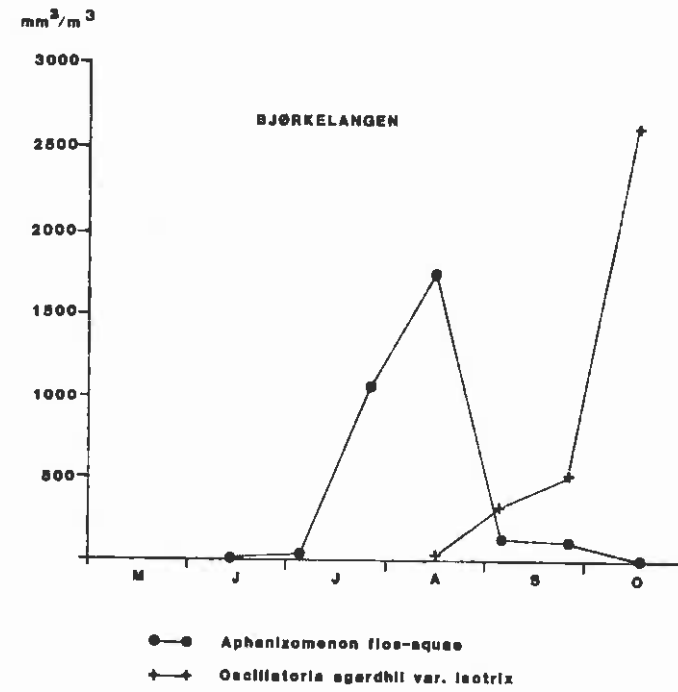
Det ble i 1983 registrert en lavere gjennomsnittlig algemengde sammenliknet med 1982 (0.89 mg våtvekt/l), noe som bl.a. skyldes en kraftig oppblomstring av kiselalger dette året. Overvåkingen i 1982 var basert på meget få prøvetakninger, og en prøve tatt midt under den nevnte oppblomstringen fikk en uforholdsmessig stor innvirkning på den tidsveide middelverdi (se overvåkningsrapport nr. 80/83). En kan således ikke trekke noen slutninger angående den generelle utviklingen av innsjøen bare på grunnlag av disse analysedata.



Figur 8.3. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-4 m) i Bjørkelangen 1983



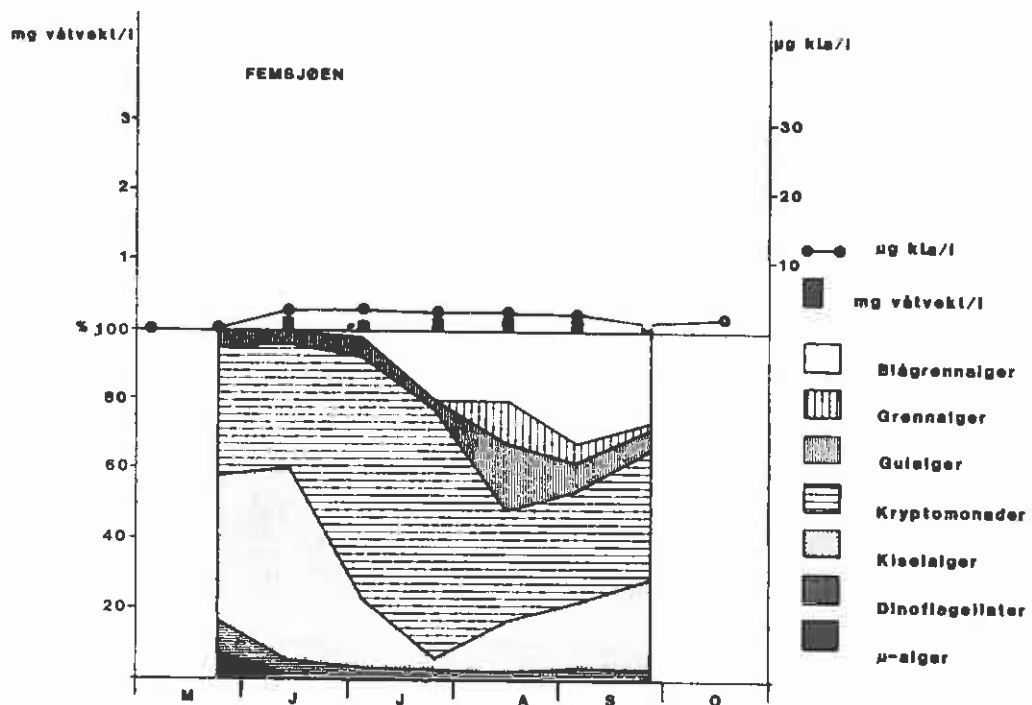
Figur 8.4. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-10 m) i Rødnessjøen 1983.



Figur 8.5. Variasjoner i mengden av Aphanizomenon flos-aquae og Oscillatoria agardhii var. isothrix.

Femsjøen

Femsjøen hadde i 1983 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 0.12 mg våtvekt/l, - noe som viser at denne innsjøen fortsatt kan klassifiseres som næringsfattig. Planteplanktonet var i 1983 dominert av arter innen gruppene kryptomonader, kiselalger og blågrønnalger. Det ble i 1983 registrert den samme gjennomsnittlige algemengde som i 1982.



Figur 8.6. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-10 m) i Femsjøen 1983.

Problemer med giftige blågrønnalger

At algesamfunnet i Bjørkelangsjøen nå har vist seg å inneholde toksinproduserende blågrønnalger er bekymringsfullt - både for de ulike brukerinteresser knyttet til innsjøen, og for den innvirkning dette på sikt kan få for vannkvaliteten nedstrøms Bjørkelangen. Som

nevnt ovenfor ble det i 1983 imidlertid ikke påvist større mengder med toksinproduserende blågrønnalger nedenfor Bjørkelangsjøen. Det må nevnes at en påvisning av toksinproduserende blågrønnalger ikke nødvendigvis representerer noe umiddelbar forgiftningsfare, da en rekke faktorer må oppfylles dersom giftige blågrønnalger skal kunne forårsake akutt forgiftning. Bl.a. må det finne sted en oppkonsentrering av toksiske alger i vannmassene. En slik oppkonsentrering kan finne sted ved at blågrønnalger anrikes på overflaten ved at de flyter opp og at algene deretter konsentreres i strandsonen av vind og strømbevegelser. Det var dette som skjedde i Frøylandsvannet på Jæren sommeren 1982, der 40 storfe og sau døde som følge av blågrønnalgeforgiftning.

En kan ikke utelukke at det i Bjørkelangsjøen i framtiden kan oppstå så store konsentrasjoner av blågrønnalger i strandsonen at det kan medføre en akutt forgiftning hvis toksinene konsumeres. Siden Bjørkelangsjøen ikke benyttes til drikkevann for mennesker, blir de største brukerulempen for gårdeiere med beitemark ned til innsjøen og for de personer - spesielt barn - som er potensielle brukere av Bjørkelangsjøen som badevann. Det bør imidlertid nevnes at beitende dyr sannsynligvis ikke vil drikke vann med store mengder giftige blågrønnalger såfremt de har tilgang til renere vann.

Giftige alger og vannforsyning.

Et viktig spørsmål blir om oppblomstring av giftige blågrønnalger også representerer helserisiko for mennesker dersom vannet benyttes i husholdningen. Det finnes som kjent to kommunale vannverk som tar sitt råvann fra Haldenvassdraget. Ørje- og Halden vannverk tar sitt vann fra henholdsvis Rødenessjøen og Femsjøen.

Ut fra den kjennskap man i dag har til planteplankton som finnes i Haldenvassdraget vil en, som nevnt, understreke at det hittil ikke har vært registrert store mengder av Oscillatoria agardhii var. isothrix i disse to innsjøene.

Det er dessuten lite sannsynlig at giftige blågrønnalger, dersom de

skulle forekomme, vil kunne anrikes slik i vannmassene at det vil innebære noen umiddelbar helsefare å benytte vassdraget til vannforsyning. Selv om det er påvist i andre vassdrag at blågrønnalger, deriblant Oscillatoria, periodevis kan anrikes i bestemte vannsjikt (f.eks. Gjerssjøen og Mjøsa) kan dette allikevel ikke sammenliknes med det "algekonsentrat" som periodevis kan opptre på overflaten i strandsonen av næringsrike innsjøer. En antar således at den påviste forekomst av giftige blågrønnalger i Bjørkelangsjøen i dag ikke representerer noen fare for vannforsyningen i Ørje og Halden kommune eller for private vannverk som benytter vann fra innsjøene nedstrøms Bjørkelangsjøen.

PRIMÆRTABELLER

KVANTITATIVE PLANTEPLANKTONTELLINGER (0-4 m) FRA SJØRKELANGEN 1983

VOLUMET ER GITT I ml/m³ (1000 ml/m³ er 1 mg våtvekt/l)

X: Gjelder trådformede alger, xx: gjelder kolonier

	Spesifikt volum tverr- snitt	24.5	13.6	4.7	25.7	15.8	5.9	26.9	17.10
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)									
x Anabaena spp.	10 - 60 µm ³				474	61	326	227	+
x Aphanizomenon flos-aquae Ralfs.	12 µm ³	4	+	34	1062	1745	131	110	254
xx Coelosphaerium n-egellium Ung.	3000 - 5000 µm ³		+		11	13	200	173	
xx Coelosphaerium sp.	2000 - 4000 µm ³				+	+	41	+	
xx Gomphosphaeria lacustris Chodat	600 - 2400 µm ³				+	+	5	3	
x Oscillatoria agardhii var. isothrix Skuja	21 - 27 µm ³				6	23	316	507	261
x Oscillatoria limnetica Lemm.	4 µm ³	+			+	+	+	+	
Uspesifiserte chroococcales.	50 µm ³				+	9			
CRYPTOPHYCEAE (kryptomonader)									
Cryptomonas spp.	600 - 5000 µm ³	220	1164	18	5	55	54	40	32
Katablopharis ovalis Skuja	100 µm ³	5	2	2	+	+	3	2	
Rhodomonas lacustris Pasc. & Ruttn.	125 µm ³	+	55	7	3	13	10	2	+
DINOPHYCEAE (dinoflagellater)									
Gymnodinium lacustre Schill.	400 µm ³	5	4						
Gymnodinium spp.	600 - 7000 µm ³								
Peridinium spp.	500 - 2400 µm ³	15	+						
CHRYSOPHYCEAE (gulaalger)									
Mallomonas spp.	700 - 1800 µm ³			10	+	65	14	12	
Synura spp.	300 µm ³								
Uroclena sp.									
Små chrysoomonader (d < 6 µm)	50 µm ³	2	12	1	6	12	5	3	3
Store chrysoomonader (d > 6 µm)	300 µm ³		4					4	1
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)									
Asterionella formosa Hass.	450 - 700 µm ³				+	648	469		
Attheya Zachariasii Brun	500 µm ³			2	+	+			
Cyclotella spp.	200 - 1200 µm ³								
Fragilaria crotonensis Kitt.	650 µm ³								
x Halosira spp.	45 - 190 µm ³	117	239	4341	1334	12	186	54	91
Synedra cf. acus Kütz.	250 - 400 µm ³			24	513	7	+	+	
Synedra cf. ulna (Nitz.) Ehrenb.	1700 - 2800 µm ³			43	48	32	22	10	
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	800 - 1800 µm ³	+		+	92	59			
Tabellaria flocculosa (Moth) Kütz	750 - 2300 µm ³	6		15	76	40			
Uspesifiserte pennate diatomer	4000 µm ³				+				
EUGLENOPHYCEAE (euglenoider)									
Trachelomonas volvocina Ehrenb.	500 - 800 µm ³						12		
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)									
Chlamydomonas spp.	150 µm ³			1					
Cosmarium sp.	450 - 1000 µm ³					11	+		
Monoraphidium contortum (Thur) Kom.-Legn.	65 µm ³					+	+		
Scenedesmus spp.	100 - 400 µm ³			2	+				
Stauronidium spp.	8000 µm ³				15	38	33	14	
Uspesifiserte grønnalger	60 - 400 µm ³	+				2	46	28	
Uspesifiserte flagellater	500 µm ³			13			36		
u-alger	10 - 20 µm ³	3	7	2	1	6	4	2	1
Totalt algevolum		373	1457	4515	4294	2704	1453	1188	3181

KVANTITATIVE PLANTEPLANKTONTELLINGER (0-10 m) FRA RØFFNESSKJØEN 1983

VOLUMET ER GITT I ml/m³ (1000 ml/m³ er 1 mg vstuvekt/l)

x: Gjelder trådformede alger, xx: Gjelder kolonier

	Spesifik volum/over- snitt	24.5	13.6	4.7	25.7	15.8	5.9	26.9
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)								
x Anabaena spp.	8- 60 µm ³				95	140	115	108
x Aphanizomenon flos-aquae Ralfs	12 µm ³				324	462	4	4
xx Coelosphaerium naegelianum Ralfs	4000 µm ³		+		20	40	54	80
xx Coelosphaerium sp.	3500 µm ³				4	+		+
*x Gomphosphaeria lacustris Chodat.	1000-25000 µm ³				+	3		5
x Oscillatoria agardhii var. isothrix Skuja	73-27 µm ³				+	+	4	+
x Oscillatoria limnetica Lemm.	4 µm ³				+	75	+	+
CRYPTOPHYCEAE (kryptofader)								
Cryptomonas spp.	600-5000 µm ³	4	117	13	119	46	40	72
Katablepharis ovalis Skuja	100 µm ³		+		5	2		+
Rhodomonas lacustris Pasc & Ruttn.	125 µm ³		1	1	14	8	9	9
DINOPHYCEAE (dinoflagellater)								
Gymnodinium lacustre Schill.	400 µm ³		2		+		+	+
Gymnodinium spp.	500-10000 µm ³	4	2	2		+		2
Peridinium spp.	500-2600 µm ³		9	10		+		+
CHRYSPHYCEAE (gulalger)								
Mallomonas caudata Conrad	1200-1700 µm ³		2	+	5		2	2
Mallomonas spp.	1200 µm ³			2	20			
Synura spp.	300 µm ³		3		9	+	53	4
Små chrysoomonader (d < 6 µm)	60 µm ³	1	1	2	9		6	8
Store chrysoomonader (d > 6 µm)	300 µm ³			1			5	1
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)								
Asterionella formosa Hass	500- 750 µm ³	1	5	6	110	11	+	+
Cyclotella spp.	200- 500 µm ³					+		+
Fragilaria crotonensis Kitt.	650 µm ³				12	34	16	54
Y Melosira spp.	30-70 µm ³	1	30	73	157	20	11	10
Rhizosolenia longiseta Zach.	80- 200 µm ³				+		+	
Synedra cf. acus Kütz	100 µm ³	1	7	5	37	4		1
Synedra cf. ulna (Nitz.) Ehrenb.	21000 µm ³			10				
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	800-2000 µm ³		10	10	24	108	51	90
Tabellaria flocculosa (Roth.) Kütz.	850 µm ³							
Uspesifiserte pennate diatomer	2000 µm ³							
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)								
Botryococcus braunii Kütz	3200 µm ³				+			
Chlamydomonas spp.	300 µm ³		1	+				
Cosmarium sp.	800 µm ³							
Gyrodinium cordiformis Skuja	1000 µm ³				8	1		
Monoraphidium contortum (Thuk) Kom-Legn.	65 µm ³	+	+					
Scenedesmus spp.	110- 160 µm ³	+						+
Staurodesmus spp.	4000-10000 µm ³					2	3	
Uspesifiserte grønnalger	600-1800 µm ³	1	+	+	16	2	10	1
Uspesifiserte flagellater	400 µm ³					8		
µ-alger	10 µm ³	1	1	1	7	3	3	2
TOTALT ALGECOLLIM		14	191	136	995	984	387	453

KVANTITATIVE PLANTEPLANKTÆLLINGER (0-10 m) FRA FEMSIØEN 1983

VOLUMET ER GITT I ml/m³ (1000 ml/m³ ≈ 1 mg våtvekt/l)

x: Gjelder trådformede alger, xx: Gjelder kolonier

	Spesifikt volum/tveir-snitt	24.5	13.6	4.7	25.7	15.8	5.9	26.9
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger).								
x Anabaena spp.	8-40 µm ³			+	15	28	27	12
x Aphanizomenon flos-aquae Halls.	12 µm ³				+	1	3	+
xx Coelosphaerium naegelianum Unq.	4000 µm ³	+		+	11	3	5	12
xx Gomposphaeria lacustris Chodat	1800 µm ³			1	4	+	+	1
x Oscillatoria agardhii var. isothrix Skuja	25 µm ³			+			4	
x Oscillatoria limnetica Lemm.	4 µm ³	1	+	1	+			
Uspesifiserte chroococcales	65 µm ³				+			
CRYPTOPHYCEAE (kryptomonader)								
Cryptomonas spp.	600-4000 µm ³	20	54	63	89	44	29	33
Katablepharis ovalis Skuja	10 ³ µm ³	+	+	1	1	+	+	+
Rhodomonas lacustris Pasc. & Ruttn.	125 µm ³	1	1	12	15	8	10	3
DINOPHYCEAE (dinoflagellater)								
Gymnodinium lacustre	400 µm ³	4	1			+	+	1
Gymnodinium spp.	600-7000 µm ³		3			1	2	1
Peridinium spp.	500-2400 µm ³		2	+	2	1		+
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)								
Dinobryon divergens Imh.	200 µm ³		1		+	28	2	
Dinobryon spp.	200 µm ³		+		+	+		
Mallomonas akrokomos Ruttn.	35 µm ³	+	+	+	+	+	1	
Mallomonas spp.	1000-2100 µm ³	1				1		
Synura spp.	300 µm ³	1	2	1		2	3	1
Små chrysonader (d < 6 µm)	60 µm ³	1	2	5	3	3	2	2
Store chrysonader (d > 6 µm)	300 µm ³		1	1	1	+	2	2
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)								
Asterionella formosa Hass.	600 µm ³		5	2		4	2	+
Cyclotella spp.	100-600 µm ³			5		2	3	5
x Melosira spp.	30-70 µm ³	18	50	11	4		7	2
Rhizosolenia longiceta Zach.	80-200 µm ³		+			+		2
Synedra cf. acuta Kütz.	300 µm ³	+	+	1	1			
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	800-2000 µm ³	6	20	3		17	11	17
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	400-850 µm ³	+	9					
CHLOROPHYCEAE (grønnalger).								
Chlamydomonas spp.	30 µm ³	+			+			
Crucigenia spp.	65-100 µm ³					+		
Cyromitus cordiformis Skuja	1000 µm ³			+		+		
Monoraphidium spp.	60 µm ³	+						
Scenedesmus spp.	110 µm ³							
Staurodesmus spp.	10 000 µm ³					18	4	2
Uspesifiserte grønnalger	70-200 µm ³	+	+		+	4	3	+
µ-alger	10 µm ³	4	2	3	2	2	2	1
TOTALT ALGEVOLUM		57	153	111	148	167	121	98

Prosjekt/Lokalitet:		HALDENVASSDRAGET										Dato:		15.3.83									
Stasjon	Siktedyb (m)	Innsjøens farge	Temp. °C	O ₂ mg O ₂ /l	O ₂ % metn.	pH	kond. ms/m	Farge-tall	Turb. FTU	COD mg O/l	Fosfor			Nitrogen			Si ug Si/l	Kl.a ug Kl.a/l	SS mg/l	Gløderest mg/l	Fe ug/l	Mn ug/l	
											LRP	TLP	TP	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	TN							
Bjørkelangen	0 - 4 m		1,2	10,6	74,9																		
			2,2	9,4	68,3	6,33	6,81		15			23,8	49	77	215	600	1320	2980					1,3
	8 m		2,8	8,4	67,0							26,8	67	118	30	1140	2990						
Rødnessjøen	12 m		4,2	4,3	33,0																		
	0 - 10 m		1,2	11,7	82,7	6,35	5,38		18			8,0	15	34	620	1000	1990						0,6
	16 m		1,6	11,3																			
Femsjøen	30 m		2,2	11,0	79,9																		
	45 m		2,6	10,9	80,1																		
	0 - 10 m		3,4	7,3	54,8																		
			1,6	-		6,53	5,35		5,2		3,0	9,0	16	510	770	1320							0,6
	16 m		-	-							-	-	-	-	-	-	-						
	30 m		-	-							-	-	-	-	-	-	-						
	45 m		-	-							-	-	-	-	-	-	-						

Stasjon		Suktedyp (m)		Innsjøens farge	
Bjørkelangen		0,80 m		brunlig/gul	
Rødenessjøen		1,75 m		brunlig/gul	
Femsjøen		3,15 m		gul	

Prosjekt/lokaltitet:		Dato:	
HALDENVASSORACET		25.7.83	

Stasjon	Temp. °C	O ₂		pH	Farge-tall	Turb.	COD	Fosfor			Nitrogen			SS	Cløde-rest	Fe	Mn
		mg O ₂ /l	% metn.					ms/m	mg Pt/t	LRP	TLP	TP	ug P/l				
Bjørkelangen	0 - 4 m	20,4	10,3	114,3			6,8	1,7	7,0	31	7	870	1360	120	14,4		
	8 m	17,4	8,0	83,6	7,34	6,83		5,3	11	11	38	1000		550			
	12 m	15,8	3,5	35,4				10,4	15	18	38	1000		1530			
Rødenessjøen	0 - 10 m	21,5	9,8	111,1			5,6	2,8	7,7	18		600	980	1010	4,2		
	16 m	16,0	9,4	95,3	6,96	5,58		5,2	8,5	22		700		1520			
	30 m	8,7	10,3	87,0				12,6	17	31		680		1520			
	45 m	6,0	9,9	79,5				9,8	13	34		690		1570			
Femsjøen	0 - 10 m	21,4	9,4	106,3			3,5	3,6	7,2	11		490	780	1180	2,4		
	16 m	17,5	9,4	98,4	6,95	5,37		4,2	7,3	15		560		-			
	30 m	10,2	9,4	83,7				3,8	6,6	13		560		-			
	45 m	7,4	10,3	85,8				4,0	6,7	16		560		-			

Prosjekt/lokaltet:		Stasjon		Siktedyp (m)		Innsjøens farge										
HALDENVASSDRAGET		Bjørkelangen		0,70 m		gul										
		Rødnessjøen		2,35 m		gul										
		Femsjøen		3,25 m		gul										
Dato:		Fosfor		Nitrogen		SS		Gløde- rest		Fe		Nr.				
5.9.83		LRP		NH ₄ ⁺		NO ₃ ⁻		mg/l		ug/l		ug/l				
Temp.		pH		kond.		Farge- tall		Turb.		COD		Mn				
°C		%		ms/m		mg		Pt/t		mg		O/l				
O ₂		O ₂						FTU		O/l						
mg O ₂ /l		metn.								ug P/l		ug N/l				
										LTP		TN				
										TP						
										Si		Kl.a				
										ug Si/l		ug Kl.a/l				
Bjørkelangen	0 - 4 m	17,2	7,7	80,1	7,10	7,05	11	11	4,8	6,7	44	20	540	970	290	7,5
	8 m	17,0	7,6	78,8					4,6	9,5	47	25	560		320	
	12 m	16,8	7,4	76,4					6,4	10	57	30	570		325	
Rødnessjøen	0 - 10 m	15,8	7,9	79,8	5,70	6,75	2,8	2,8	1,6	4,4	12	570	830	1250	4,3	
	16 m	7,6	7,6	63,6					4,0	9,5	14	700		1550		
	30 m	6,3	8,3	67,2					8,0	12	24	720		1840		
	45 m	6,2	8,3	67,0					5,9	8,0	29	720		1910		
Femsjøen	0 - 10 m	16,4	8,2	83,8	5,50	6,79	1,6	1,6	1,6	3,5	6,9	480	650	1150	2,2	
	16 m	9,4	8,4	73,4					2,4	4,7	8,1	590		1410		
	30 m	7,8	8,8	74,0					3,3	5,9	8,7	590		1440		
	45 m	7,6	8,5	71,1					3,2	5,4	11	590		1440		

Prosjekt/lokaltet:		Stasjon		Siktedyp (m)		Innsjøens farge													
HALDENWASSDRAGET		Bjørkelangen		0,30 m		Gul													
		Rødnessjøen		1,45 m		Gul													
		Femsjøen		3,00 m		Gul													
Dato:																			
17.10.83																			
Stasjon	Temp. °C	O ₂ mg O ₂ /l	O ₂ % metn.	pH	kond. ms/m	Farge-tall mg Pt/t	Turb. FTU	COD Mn mg O/l	Fosfor			Nitrogen			Si ug Si/l	SS mg/l	Gløde-rest mg/l	Fe ug/l	Mn ug/l
									LRP	TLP	TP	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	TN					
						ug P/l	ug N/l												
Bjørkelangen	0-4 m			7,13	7,8		24		3,5	7,4	70,8	60	560	1010	1210	12,5			
	8 m																		
	12 m																		
Rødnessjøen	0-10 m	9,1					6,0		5,5	8,6	16,8	-	620	810	1560	2,4			
	16 m	8,8		6,63	5,6				6,2	9,6	18,6	-	620	810	1560				
	30 m	8,0							6,8	9,6	24,0	-	655	850	1810				
	45 m	8,0							6,5	9,6	25,2	-	655	850	1840				
Femsjøen	0-10 m	9,8					1,6		1,6	3,0	6,0	-	495	670	1230	2,1			
	16 m	9,6		6,93	5,4				1,8	3,3	8,4	-	495	670	1280				
	30 m	9,5							2,0	3,8	7,8	-	505	670	1320				
	45 m	8,4							3,1	4,8	9,6	-	545	730	1500				