

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0-8000209

OVERVAKNING AV VOSSEVASSDRAGET

Oslo, 22. juni 1982

Saksbehandler: Ase Bakketun

For administra-

sjonen: J.E. Samdal

Lars N. Overrein

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-8000209
Undernummer: II
Løpenummer: 1394
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Overvåking av Vossevassdraget 1981 Overvåkingsrapport 40/82	Dato: 22. juni 1982
	Prosjektnummer: 0-8000209
Forfatter(e): Bakketun, Åse Brettum, Pål Romstad, Randi Aanes, Karl Jan	Faggruppe: Hydr.økol.div.
	Geografisk område: Hordaland
	Antall sider (inkl. bilag): 62

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking) Hordaland fylke	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

Overvåkingen som startet i 1980 fortsatte i 1981. Et redusert program vil bli gjennomført i de påfølgende år. Vossevassdraget er i betydelig grad utsatt for forurensningstilførsler fra jordbruk, boligbebyggelse og industri. I 1970 startet kommunen arbeidet med å sanere kloakkvannsprøblemene, et arbeid som fortsatt pågår. Etter at dette oppsamlingstiltaket for kloakkvann ble satt i verk, har de bakteriologiske forhold bedret seg betydelig, særlig i områdene ved Vossevangen.

Høg vannføring om sommeren medfører en betydelig utspyling av forurensningene, og vassdraget er til tross for stor forurensningsbelastning næringsfattig (oligotroft).

4 emneord, norske:
1. Overvåkingsrapport 40/82
2. Vannkjemi
3. Vannbiologi
4. Hordaland
5. Vossevassdraget

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Hydrochemistry
3. Hydrobiology
4. Hordaland county
VOSS

Prosjektleder:

Åse Bakketun

For administrasjonen:

Andreas

Divisjonssjef:

Per Arne Holten

ISBN 82-577-0513-6

Per Arne Holten

F O R O R D

Vossevassdraget inngår som del i det Statlige program for forurensningsovervåking med Statens forurensningstilsyn (SFT) som oppdragsgiver. Programmet ble utarbeidet på bakgrunn av resultatene av en større basisundersøkelse som ble gjennomført i tidsperioden 1977-79. Hordaland fylke ønsket i tillegg et eget program som tok opp problemer av lokal interesse. Denne delen er blitt finansiert av Hordaland fylke. Resultatene fra de såkalte fylkesstasjonene er rapportert i Del II i denne rapporten.

Prøvetaking ble foretatt av Interkommunal kjøt- og næringsmiddelkontroll for Voss ved ingeniør Kjell Brekklus. Analyse av koliforme bakterier og oksygen ble gjort ved samme laboratorium på Voss. Noen kjemiske analyser (gruppe I, tabell 3) ble tatt på fylkeslaboratoriet i Bergen, analyse av fosfor- og nitrogeninnholdet samt analyse av salter og tungmetaller ble foretatt på NIVA. Planteplankton ble telt, vurdert og beskrevet av Pål Brettum, begroing av Randi Romstad og bunndyr av Karl Jan Aanes. Dyreplanktonprøver ble tatt, men ikke analysert på grunn av manglende økonomi.

Det er gjort en rekke undersøkelser av, og skrevet mange rapporter og publikasjoner om Vossevassdraget. En liste over disse fins som vedlegg i denne rapporten.

Oslo, 28. mai 1982

Åse Bakketun

INNHOOLD

Del I

Det statlige program

Vangsvatn, Strandaelva og Palmafoss

	Side
KONKLUSJONER	6
FORORD	2
1. INNLEDNING	8
1.1 Områdebeskrivelse	8
1.2 Geologi	10
1.3 Vannbruk og forurensninger	10
1.4 Overvåkningsprogram	12
1.4.1 Stasjonsvalg, parametre og analyseopplegg	12
1.4.2 Analysemetoder	14
2. RESULTATER OG VURDERINGER	15
2.1 Klimatiske forhold	15
2.1.1 Nedbør	15
2.1.2 Vannføring	15
2.2 Vangsvatnet	15
2.2.1 Fysisk-kjemiske resultater fra øvre og nedre Vangsvatn	15
2.2.2 Planteplankton	24
2.2.3 Hygieniske forhold	26
2.3 Strandaelva og Raundalselva	29
2.3.1 Fysisk-kjemiske resultater fra Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2)	29
2.3.2 Begroing i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2)	32
2.3.3 Bunndyr i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2)	34
2.3.4 Hygieniske forhold i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2)	35

Del II

Fylkesstasjonene

	Side
KONKLUSJONER	38
1. INNLEDNING	39
2. STASJONSVALG, PARAMETRE OG ANALYSEOPPLEGG	39
3. RESULTATER OG VURDERINGER	40
3.1 Hygieniske forhold ved de enkelte stasjoner	40
3.2 Fysisk-kjemiske forhold ved F2, nedstrøms Vinje	44
3.3 Begroing ved F2, nedstrøms Vinje	44
3.4 Bunndyr ved F2, nedstrøms Vinje	44

Del I

Det statlige program

Øvre og Nedre Vangsvatn, Strandaelva og Raundaelva

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Det er gjennomført en kjemisk-biologisk undersøkelse av Vossevasdraget i 1981 innenfor Statlig program for forurensningsovervåking ved STATENS FORURENSNINGSTILSYN (SFT).

Vangsvatnet

De fysiske-kjemiske parametre varierte lite og var stort sett lave i årene 1977-1981. Ifølge konsentrasjonen av næringsalter (fosfor og nitrogen) og algevolum kommer innsjøen i kategorien næringsfattig (oligotrof) grensende til middels næringsrik (mesotrof).

Plantep planktonets mengde og sammensetning forandret seg lite fra 1977 til 1981. De laveste verdier ble registrert i 1981. Siden det ikke var noe særlig forandring i næringssaltkonsentrasjonen var det mest trolig at de lave verdiene skyldes dårligere klimatiske forhold og høyere vannstand i produksjonsperioden (fortynningseffekt).

Vangsvatnet får egentlig store tilførsler av forurensninger (Faafeng 1979) og primærproduksjonsmålinger gjort i 1977 og 1978 (Faafeng 1981) viser at algeproduksjonen var høy. Men den utspylende effekt av de store vannmengder fra høyfjellsområdene i nedbørfeltet hindrer akkumulering av næringsstoffer og det produserte plantep plankton. En reduksjon av vannmengden ved f.eks. regulering kan resultere i at forholdene i sjøen forverres.

Hygienisk sett var hovedvannmassene i begge basseng av bedre kvalitet i 1981 enn i 1980. Øvre Vangsvatn kom i kategorien betydelig forurenset som året før. Nedre Vangsvatn var moderat forurenset.

I 1977 ble det i overflatelagene utenfor campingplassen påvist ekstremt høye konsentrasjoner av koliforme bakterier. I mellomtiden ble det bygget avskjærende kloakkledninger for Vossevangen. Kloakkvannet slippes nå ut på dypt vann. Det er fra 1980 observert betydelig bedring. Vannet ved campingplassen tilfredsstilte kvalitetskravene til akseptabelt badevann i sommermånedene både i 1980 og i 1981.

Elvene

Fysisk-kjemiske parametre hadde forandret seg lite og viste stort sett lave verdier. Dette viste seg i begroingen som enkelte steder var sparsom og dominert av rentvannsindikatorer.

Hygienisk sett hadde Strandaelva ved Rognsfoss bedret seg noe, men kom fremdeles i kategorien betydelig forurenset. Raundaelva ved Palmafoss var blitt mere forurenset og kom så vidt i kategorien sterkt forurenset.

1. INNLEDNING

1.1 Områdebeskrivelse

Vossevassdraget ligger i Hordaland fylke bortsett fra et lite område nordøst for Uppsete som tilhører Sogn og Fjordane fylke. Det totale nedbørfeltet er 1070 km² og strekker seg fra høyfjell til lavlandsområder med skog, dyrket mark og tettbebyggelse. Det er mye høyfjellsområder, en del skogareal og relativt lite dyrket mark. Tabell 1 viser arealfordelingen i delnedbørfeltene for Vangsvatn, Strandaelva og Raundalselva. Det eneste større tettstedet er Vossevangen ved Vangsvatnet.

Tabell 1. Arealfordeling i nedbørfeltene for Vangsvatnet, Strandaelva og Raundalselva

Nedbørfelt	Totalt areal km ²	Tettsted areal km ²	Dyrket mark km ²	Skogareal km ²	Annet areal km ²	Innsjøer
Strandaelva	145		10.0	78.0	57.0	3.0
Raundalselva	505		9.7	142.5	352.8	-
Vangsvatnet	190	2.1	14.0	82.0	94.0	8.0

Tabell 2. Data for Vangsvatnet og Lønavatnet

	H.o.h. m	Areal km ²	Største dyp m	Middeldyp m	Total volum m ³ ·10 ⁶	Volum 0-10m m ³ ·10 ⁶	Nedbørfelt totalt km ²
Vangsvatn	46	8.0	60/42 *	32	257	70	1058
Lønavatn	77.5	3.0	26/26 *	11	34	20	320

* Tallene angir dypet for de to basseng i henholdsvis Vangsvatnet (fig. 3) og Lønavatn.

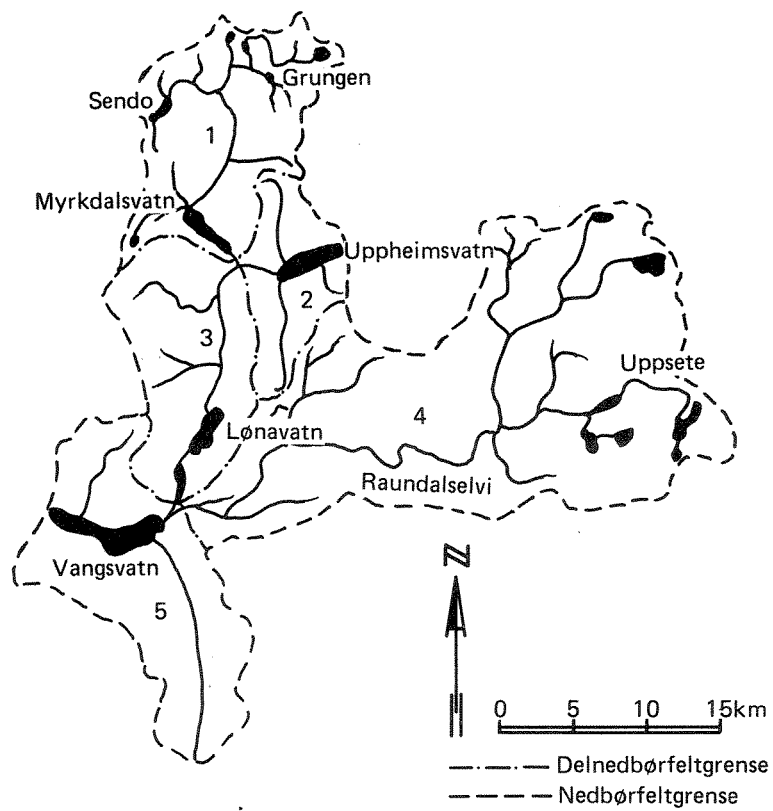


Fig. 1. Nedbørfeltet for Vangsvatnet

1.2 Geologi

Geomorfologien i Vossaområdet er ifølge Reusch (1905) karakterisert ved store, flate høyfjellsområder som brytes av dype daler. Vannbassengene i området er dannet ved iserosjon. Berggrunnen i nedbørfeltet består hovedsakelig av sterkt omdannede kambrosiluriske- og sure til intermedieære prekambriske bergarter. Kvartsfyllitt dominerer i nordvestlige områder, kvartsitt i de nedre deler av nedbørfeltet til Lønavatnet. I resten av området dominerer intermedieære og sure bergarter av anorthosittstammer.

Den kjemiske sammensetningen av løsavsetningene er stort sett den samme som for den underliggende bergart (Sindre 1973). Vosseområdet har ligget eksponert for forvitring siden pre-boreal tid, dvs. i 9-9500 år. (J. Mangerud pers. medd.). Med den store nedbøren på Vestlandet er det rimelig å anta at de lettest tilgjengelige ionene allerede er betydelig utvasket. (Ifølge Kjensmo (1966) er det ofte stor sammenheng mellom ionesammensetningen i et vassdrag og geologien i nedbørfeltet). Ifølge H. Huru (pers. medd.) er de målte verdier for konduktivitet, kalsium og magnesium av omtrent samme størrelse som i nedbøren som faller i Stranda-vassdragets nedbørfelt (målinger er foretatt ved nedbørstasjoner på Stend ved Bergen og Fortun i Sogn).

1.3 Vannbruk og forurensninger

Vossevassdraget er i stor grad resipient for kommunalt så vel som industrielt avløpsvann, drensvann fra landbruk og forskjellige jordbruksaktiviteter (siloanlegg, halmluting). Deler av vassdraget er utbygd for elektrisk kraftproduksjon og ytterligere utbygging kan bli aktuell. Sur nedbør i fjellområdene er av betydning for vannets kvalitet. Vossevassdraget tjener som infiltrasjonskilde for uttak av grunnvann som drikkevann for Voss. Vangsvatnet og vassdraget forøvrig blir benyttet for rekreasjon (båtsport, fiske, bading).

På grunnlag av nevnte bruksinteresser er det av størst interesse å overvåke eutrofiering/saprobiering og de hygieniske tilstander i vassdraget. Konsentrasjonen av tungmetaller og miljøgifter vies også oppmerksomhet.

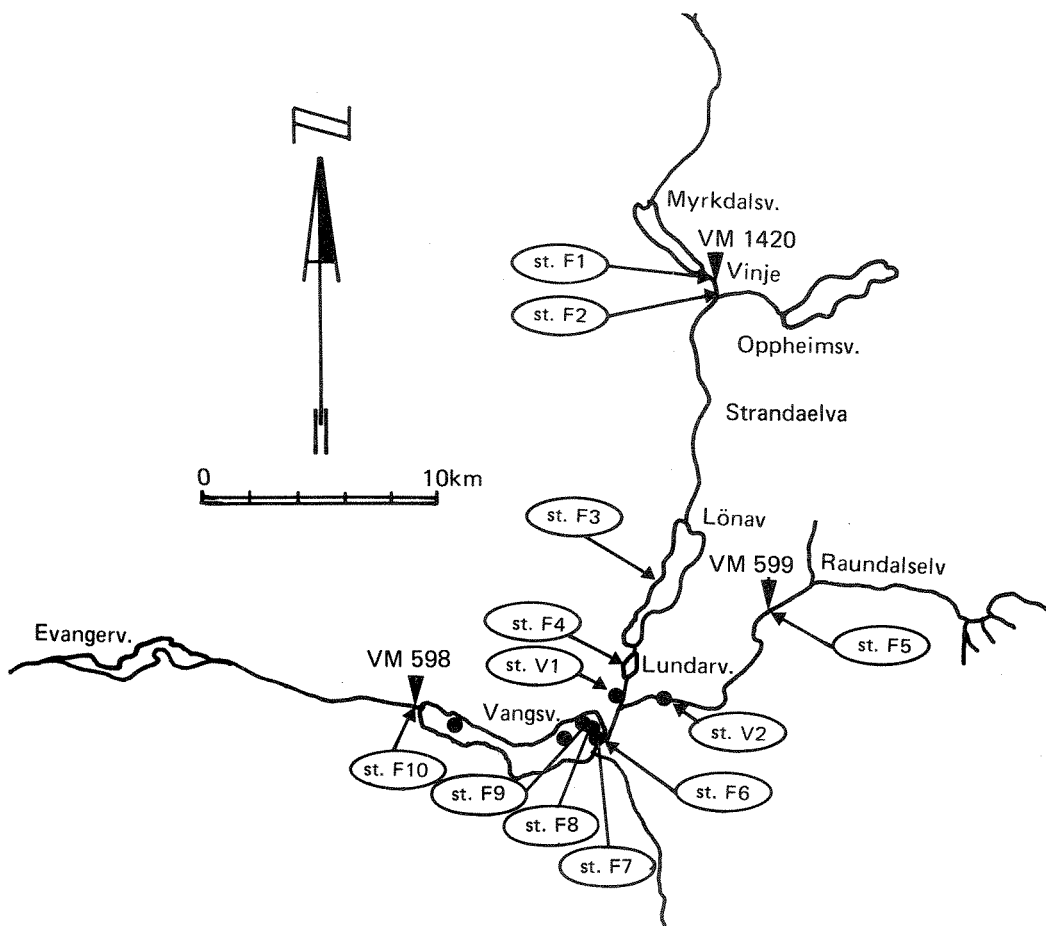


Fig. 2. Stasjonsplassering

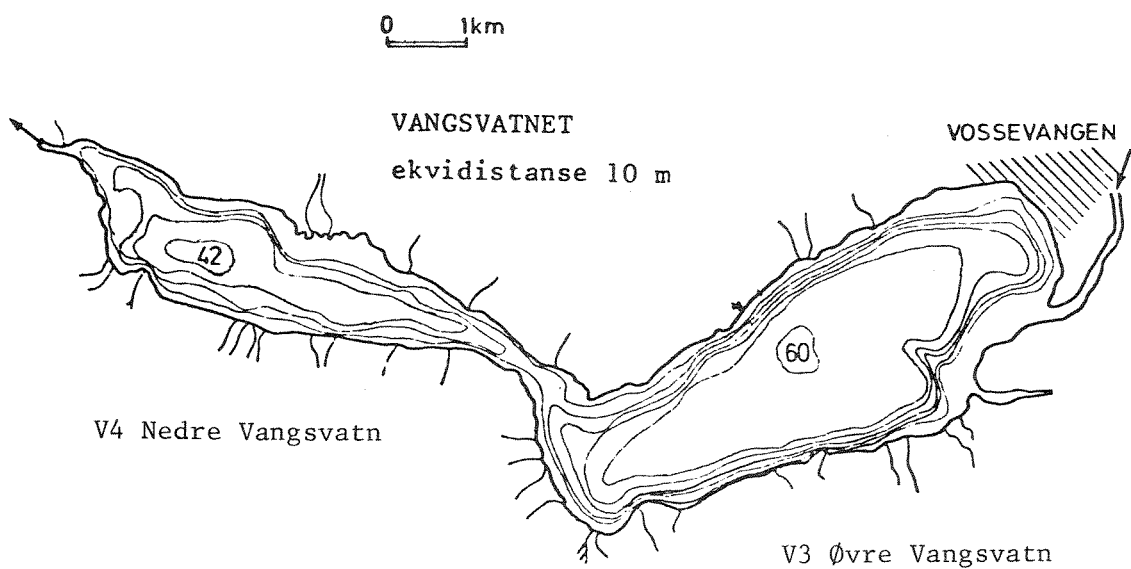


Fig. 3. Dybdekart for Vangsvatnet (Etter Hauge 1957)

1.4 Overvåkningsprogram

1.4.1 Stasjonsvalg, parametre og analyseopplegg

De statlige stasjonene er følgende:

- V1: Rognsfossen (Strandaelva)
- V2: Palmafossen (Raundalselva)
- V3: Vangsvatn - øvre basseng (5 dyp)
- V4: Vangsvatn - nedre basseng (4 dyp)

Se figur 1 over stasjonsnettet.

I vinterhalvåret ble det tatt prøver fra elvestasjonene hver fjerde uke, i sommerhalvåret mai - oktober, ble det tatt prøver hver tredje uke. Prøvene ble analysert på koliforme bakterier og kimtall og følgende kjemiske parametre: (se tabell 3, gruppe I) temperatur, pH, konduktivitet, farge, turbiditet, organisk stoff som KMnO_4 , totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen og nitrat.

I sommerhalvåret mai - oktober, ble det tatt prøver fra begge innsjøstasjoner (V3 og V4). Disse ble analysert på ovennevnte parametre samt følgende parametre: Siktedyp, tørrstoff og gløderest, klorofyll, planteplankton og dyreplankton.

Vintersituasjonen i Vangsvatnet ble undersøkt i mars da følgende parametre ble analysert:

- Koliforme bakterier, kimtall, siktedyp (V3 og V4) samt oksygen
- Salter: Kalsium, magnesium, kalium, natrium, silisium, klorid, sulfat, alkalitet (bare V4)
- Tungmetaller: Bly, kopper, sink, kadmium, jern, mangan, aluminium (bare V4)

Salter (V4), tungmetaller (V4) og oksygen (V3 og V4) ble også analysert i august. Se forøvrig tabell 3 og 4.

Tabell 3. Analyseparametre

Parameter-gruppe	Parametre	Hvor skal det måles	Hvor ofte skal det måles
I	Temperatur, pH, konduktivitet, farge, turbiditet, organisk stoff som $KMnO_4$, total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, nitrat	Alle stasjoner	Alle prøvetakingsdager
II	Oksygen 1)	Vangsvatn 2 st.	Vertikalserie sommer-vinter
III	Tørrstoff - gløderest på suspendert stoff 2)	Vangsvatn 2 st.	Alle blandprøver
IV	Kalsium, magnesium, kalium, natrium, silisium, klorid, sulfat, alkalitet	Vangsvatn st. V4	Vertikalserie sommer-vinter
V	Bly, kobber, sink, kadmium, jern, mangan, aluminium	Vangsvatn st. V4	Vertikalserie sommer-vinter
VI	Klorofyll, planteplankton	Vangsvatn to st.	Alle blandprøver
VII	Dyreplankton	Vangsvatn to st.	Vertikal hæv-trekk en gang pr. måned
VIII	Bunndyr, begroing	To elvestasjoner	En gang
IX	Coliforme bakterier og kimtall	Alle st.	Alle prøvetakn.
X	Siktedyp	Vangsvatn to st.	Alle prøvetakninger

- 1) Vertikalserie: Øvre basseng: 1, 12, 30, 50 og ca. 60 m
Nedre basseng: 1, 12, 30 og 40 m
- 2) Blandprøve: 0-10 m.

Tabell 4. Oversikt over prøvetakingsfrekvens og analyseopplegg

Parameter-gruppe	Stasjon	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
I	V1 og V2	o	o	o	o	o	oo	o	oo	o	o	o	o
I	V3 og V4					oo	oo	o	oo	o	o		
II	V3 og V4			o					o				
III	V3 og V4					oo	oo	o	oo	o	o		
IV	V4			o					o				
V	V4			o					o				
VI	V3 og V4					oo	oo	o	oo	o	o		
VII	V3 og V4					o	o	o	o	o	o		
VIII	V1 og V2								o				
IX	V1 og V2	o	o	o	o	o	oo	o	oo	o	o	o	o
IX	V3 og V4			o		oo	oo	o	oo	o	o		
X	V3 og V4			o		oo	oo	o	oo	o	o		

1.4.2 Analysemetoder

Analysemetodene som er brukt i denne undersøkelsen er satt opp i tabell 5 og 6.

Tabell 5. Enheter og analysemetoder for kjemiske analyser.

Parameter	Enhet	Analyseinstrument - metode
Temperatur	°C	Målt ved hjelp av vendetermometer og termistor.
Oksygen	mg O ₂ /l	Modifisert Winkler metode.
pH	NS 4720	Målt med glasselektrode Orion pH-meter, modell 801.
Konduktivitet	µS/cm	Norsk Standard 4721. PHILIPS PW 9501.
Silisium	mg SiO ₂ /l	Bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Prøven tilsettes svovelsur ammoniummolybdatløsning, hvoretter det dannede silisiummolybdat reduseres til molybdenblått med en blanding av sulfitt og 1-amino-2-naftol-4-sulfonsyre.
Farge	mg Pt/l	Norsk Standard 4722. Metode C.
Turbiditet	FTU	Norsk Standard NS 4723.
Kalium-permanganat	mg O/l	Norsk Standard 4732.
Jern	µg Fe/l	Jern er bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Oppvarming med thioglykolsyre frigjør jern til en "reaktiv" form. Hydroxylamin hydroklorid reduserer treverdig jern til toverdig. 2,4,6 tripyridyl-s-triazine (TPTZ) danner en blå farge med toverdig jern som måles ved 590 mµ.
Mangan	µg Mn/l	Mangan bestemmes med Perkin Elmer Atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 560.
Kalsium	mg Ca/l	Disse metallioner er bestemt med Perkin Elmer Atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 560. Det ble benyttet acetylenluftblanding til flammen.
Magnesium	mg Mg/l	
Natrium	mg Na/l	
Kalium	mg K/l	
Klorid	mg Cl/l	
Sulfat	mg SO ₄ /l	Klorid er bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Klorid reagerer med kvikksølvthiocyanate, som danner udisosiert kvikksølvklorid. Det frigjorte thio-cyanateionet reagerer med jern III og danner det røde jernthiocyanate som måles ved 480 nm.
HCO ₃	mg/l	Bestemt kolorimetrisk med Autoanalysator. Prøven tilsettes en bestemt mengde bariumperklorat løst i isopropanol. Det dannes BaSO ₄ og overskudd av barium bestemmes v.h.a. bariums reaksjon med thorin.
Nitrogen	µg N/l	Beregnet på grunnlag av pH og alkalitet.
Fosfor	µg P/l	Bundet nitrogen overføres til en blanding av nitrat, nitritt og ammonium ved bestråling av ultravioletlys i surt miljø i nærvær av hydrogenperoksyd. Den bestrålte prøven overføres til Autoanalysator hvor den går gjennom en sink-kolonne som reduserer nitrat-nitritt til ammonium. Ammonium bestemmes etter indofenolmetoden.
Kobber	µg Cu/l	Prøven for totalfosfor-analyser er tatt på glassflasker og konservert. Bundet fosfor overføres til ortofosfat ved oksydasjon v.h.a. ultravioletlys i surt miljø i nærvær av hydrogenperoksyd.
Sink	µg Zn/l	Disse metallioner er bestemt med Perkin Elmer Atomabsorpsjonsspektrofotometer, modell 560.
Kadmium	µg Cd/l	
Bly	µg Pb/l	

Tabell 6. Biologiske analysemetoder

Parameter	Metode
Koliforme bakterier, 37°C	Membranfiltermetode med m-Endo Broth
Termostabile, koliforme bakt., 44°C	Membranfiltermetode med m-Endo Broth
Kimtall	Innstøpning i agarplate, inkubering 3 døgn, 20°C
Klorofyll <u>a</u>	Ekstraktiv fluorimetri
Suspendert organisk stoff	
Plantep plankton	

2. RESULTATER OG VURDERINGER

2.1 Klimatiske forhold

2.1.1 Nedbør

Milde og fuktige luftstrømmer som gir rikelig nedbør hele året preger klimaet på Voss. Store snømengder i fjellet gir en kraftig vårflom som strekker seg over mai og juni, av og til ut i juli. Om høsten regner det så mye at man kan snakke om en regnflom.

Januar og februar 1981 fikk begge snaut 140 mm nedbør og var adskillig mer nedbørrike (snaut 140 mm) enn normalen og tilsvarende måneder 1980. April og mai var omtrent som i 1980. Juni hadde en god del mer nedbør enn juni 1980. Høstmånedene hadde mindre nedbør enn i 1980 unntatt november som hadde årets høyeste nedbør.

2.1.2 Vannføring

Vannføringa til Vangsvatnet preges vanligvis av to flomperioder; snøsmeltingsflom i mai-juni (juli) og regnvørsflommer i september-november (desember). Lav vannføring opptrer normalt i august-september og desember-april. Et særtrekk ved vassdraget er at vannføringa øker svært raskt etter nedbør. Dette er av stor betydning for utspyling av forurensning.

I 1981 ble vannføringa preget av tre relativt korte flomperioder. Den ene kom i februar som en følge av mildvær og nedbør som regn. Vårflommen som gjenspeilet vinterens kraftige snøfall, hadde en høy men kortvarig topp, men fulgte så stort sett normalen. Høstflommen var veldig kortvarig i motsetning til normalen og de siste års observasjoner, da vannføringa var høy nesten hele høsten (Bakketun 1981).

2.2 Vangsvatnet

2.2.1 Fysisk-kjemiske resultater fra Øvre og Nedre Vangsvatn

Prøvene ble tatt som vertikalserie på det dypeste i Øvre og Nedre Vangsvatn. Resultatene er planimetrert med hensyn på dyp. Det framkomne middeltall er satt opp i tabell 16 (se vedlegg). For å finne årsmiddelet er resultater bare fra 1 m benyttet siden neste prøveta-

Vannføring ved utløp Vangsvatn 1981
(598 Bulken)

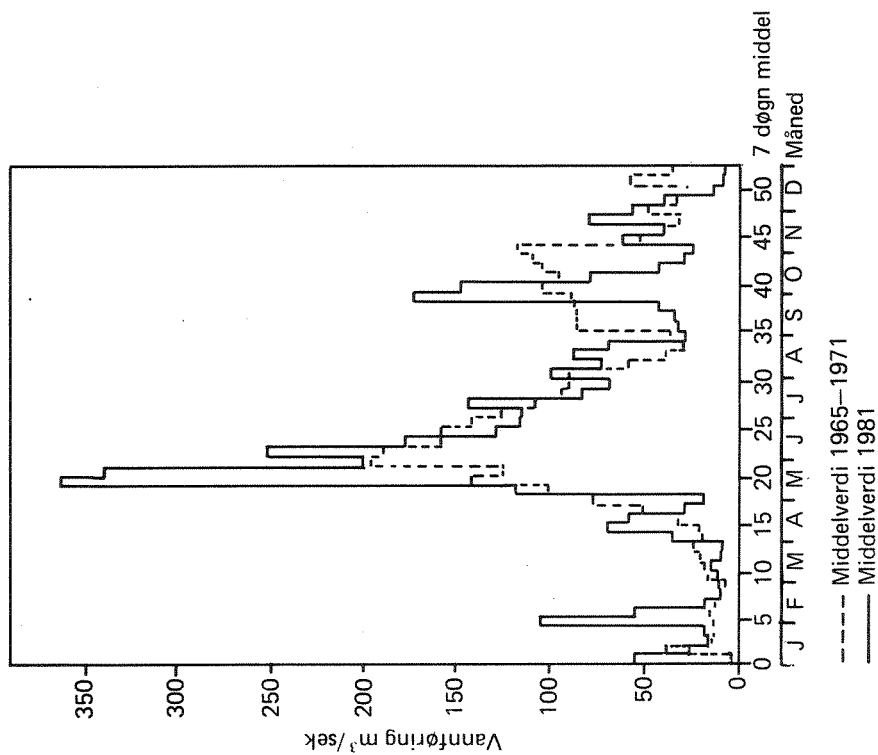


Fig. 4. Vannføring ved utløp Vangsvatn 1981 (598 Bulken)

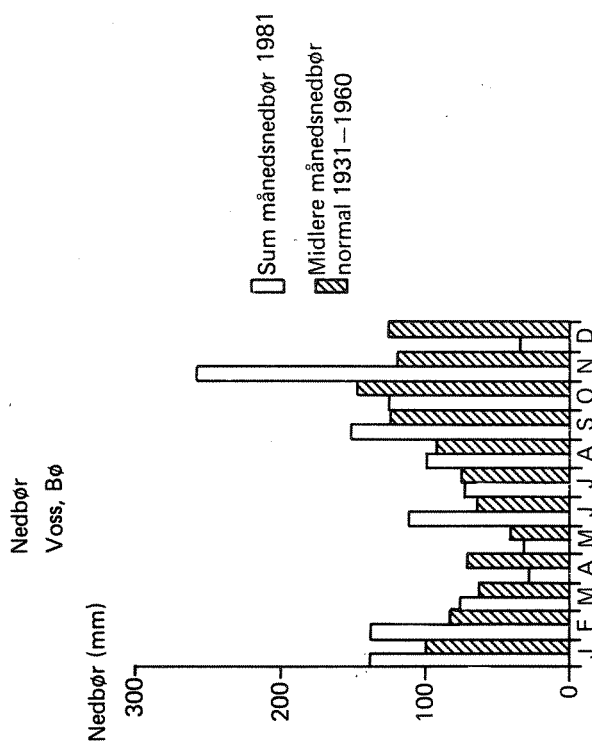


Fig. 5. Nedbør 1981

kingsdyp på 12 m lå under produksjonssjiktet. Det er benyttet tidsveid middel av disse verdier over produksjonsperioden. I tabell 7 og fig. 6 er årsmiddel for årene 1977 til 1981 satt opp.

pH, konduktivitet og farge viste ingen særlig forskjell når årene fra 1977 til 1981 sammenlignes.

Surhetsgraden, pH, var 6.5 i Øvre Vangsvatn og 6.2 i Nedre Vangsvatn. Vannet var svakt surt på begge stasjoner, og variasjonen de siste årene var liten.

Konduktiviteten som er et mål på løste salter i vannet var lav i begge basseng, og varierte omkring 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de siste årene. Under vårflommen kom verdiene opp i litt over 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Turbiditeten som er et mål på partikkelinnholdet i vannet var litt lavere enn foregående år på begge stasjonene, 0.37 FTU i Øvre Vangsvatn og 0.42 i Nedre Vangsvatn. Verdiene var i tidligere år også lave.

Fargen som viser innholdet av løste fargede stoffer i vannet (f.eks. humus) sank noe i Øvre Vangsvatn og var 23 mg Pt/l. Den økte litt i Nedre Vangsvatn, til 19 FTU, men verdiene var lave også tidligere år.

Kjemisk oksygenforbruk ble ved en misforståelse tatt som dikromattall i 1981 i stedet for permanganattall og kan derfor ikke sammenlignes med tidligere resultater. Verdiene for 1980 var rundt 1 mg O/l i begge basseng. Det viser at det var lavt innhold av organisk stoff.

Nitrogen. Det totale innhold av nitrogen i Øvre Vangsvatn i 1981 var 180 $\mu\text{g N}/\text{l}$ og nitratinholdet var 64 $\mu\text{g N}/\text{l}$. Det var en svak økning av både total nitrogen og nitrat fra 1977 til 1981.

I Nedre Vangsvatn var det totale innhold av nitrogen 187 $\mu\text{g N}/\text{l}$ og nitratinholdet 36 $\mu\text{g N}/\text{l}$. Det var varierende verdier for begge parametrene fra 1977 til 1981 med den høyeste verdien i 1980 på grunn av høye verdier i en enkelt prøve i slutten av mai som dro gjennomsnittet opp.

Fosfor. Total fosfor konsentrasjonen var i 1981 6 $\mu\text{g P/l}$ både i Øvre og Nedre Vangsvatn. Det var en svak nedgang over årene 1977 - 1981. Ortofosfat konsentrasjonen var 2 $\mu\text{g P/l}$ i begge basseng. Det var svært liten variasjon fra 1977 til 1981.

Verdiene for total fosfor fra vårsirkulasjonsperioden var høyest i 1977 da også algevolumene var ganske høye. Ifølge disse verdiene skulle Vangsvatnet betraktes som mesotrof til eutroft, men på grunn av den store gjennomstrømmningen skylles både næringssalter og alger ut. Like etter issmeltingen blir det ofte en kraftig men kortvarig oppblomstring av alger inntil næringsstoffene er brukt opp. Når prøvetaking foretas bare hver 3-4 uke, vil man sjelden få resultater fra denne situasjonen.

Oksygen og temperatur. Tabell 8 viser oksygeninnholdet i Vangsvatnet i mars og august 1981. Ved en forglemmelse ble temperaturen ikke målt i mars. Temperaturen er derfor anslått etter tidligere års målinger om vinteren. I mars under vinterstagnasjonen var det i Øvre Vangsvatn i de øvre vannlag rundt 100% oksygenmetning. I bunnlagene var det bare 10% metning hvilket tyder på en ganske stor biologisk nedbrytning. I Nedre Vangsvatn var det også nesten 100% metning i de øvre vannlag. Ved bunnen var det 33% oksygenmetning, altså ikke fullt så stor biologisk aktivitet som i Øvre Vangsvatn. På grunn av vinterstagnasjonen blir det liten eller ingen blanding av vannmassene, og det blir ofte oksygensvikt utover vinteren i produktive sjøer eller i sjøer med stor tilførsel av organisk materiale.

I august var det noe overmetning av oksygen i de øverste vannlagene i både Øvre og Nedre Vangsvatn. Dette skyldes antagelig algeproduksjon, - som viste en liten økning i slutten av august (se fig. 9). Det var også relativt høyt innhold av oksygen helt ned til bunnen i begge basseng.

Vangsvatn er i tidligere rapporter beskrevet som en gjennomstrømnings-sjø. Det vil si at vannet har så kort oppholdstid i sjøen at det ikke eller i liten grad blir dannet sprangsjikt. Derfor blir det sjelden oksygensvikt i slike sjøer om sommeren.

Tabell 7. Sammenligning av kjemiske parametre i Øvre og Nedre Vangsvatn fra 1977 til 1981

St.	Ar	Surhets- grad pH	Konduk- tivitet µS/cm	Turbiditet FTU	Farge mgPt/l	KOF K MnO4 mgO/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	Sikte- dyp m	Kloro- fyll a µg/l	Organisk tørrestoff mg/l	Uorganisk tørrestoff mg/l	
V3 Øvre Vangsvatn	1) 1977	6.4	10.5	0.46	15		144	54	9	2		2.42	0.50	0.14	
	1978	* 6.3	1) 9.4	0.55	23		152	31	7	3	8.1	2.24	4) 0.55	0.26	
	1979	Ikke data fra produksjonsperioden													
	3) 1980	2) 6.3	10.2	0.53	27	0.96	172	39	7	2	2	7.7	2.38	4) 0.82	-
V4 Nedre Vangsvatn	1981	6.5	12.2	0.37	23	-	180	64	6	2	8.7	1.73	0.50	1.0	
	1) 1977	6.3	10.6	0.44	16		137	60	7	2		2.86	0.46	0.14	
	1978	* 6.3	1) 9.6	0.47	21		156	31	7	2	8.1	2.14	4) 0.78	0.11	
	1979	Ikke data fra produksjonsperioden													
V4 Nedre Vangsvatn	1980	2) 6.3	11.4	0.55	17	1.18	230	64	6	1	7.9	2.21	4) 0.67		
	1981	6.2	11.6	0.42	19	-	187	36	6	2	8.8	1.98	0.45	0.94	

Middel tallene er regnet for produksjonsperioden 31. mai til 1. oktober med noen få unntak (4)

* Middeltall 0-10 m

1) 0-10 m blandprøve

2) Planimetret middel av alle dyp

3) Tidsveid middel av resultatene fra_1 m dyp (unntak: se 2)

4) Middel for juli, august og september

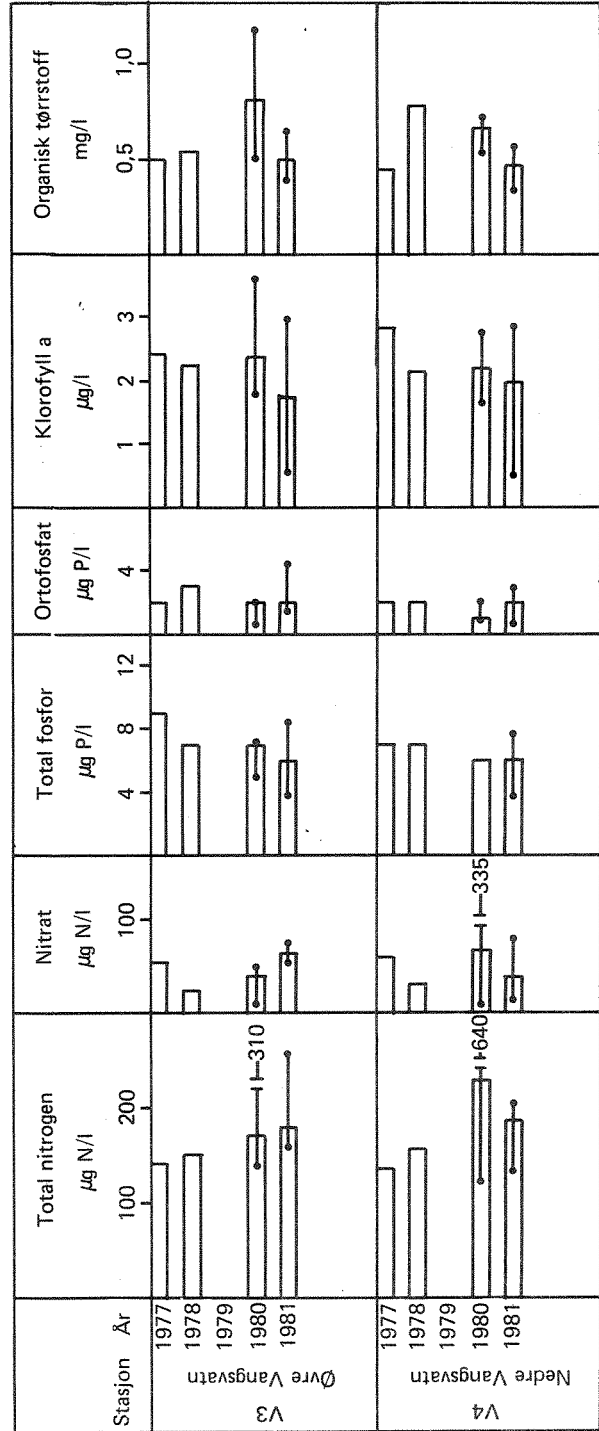
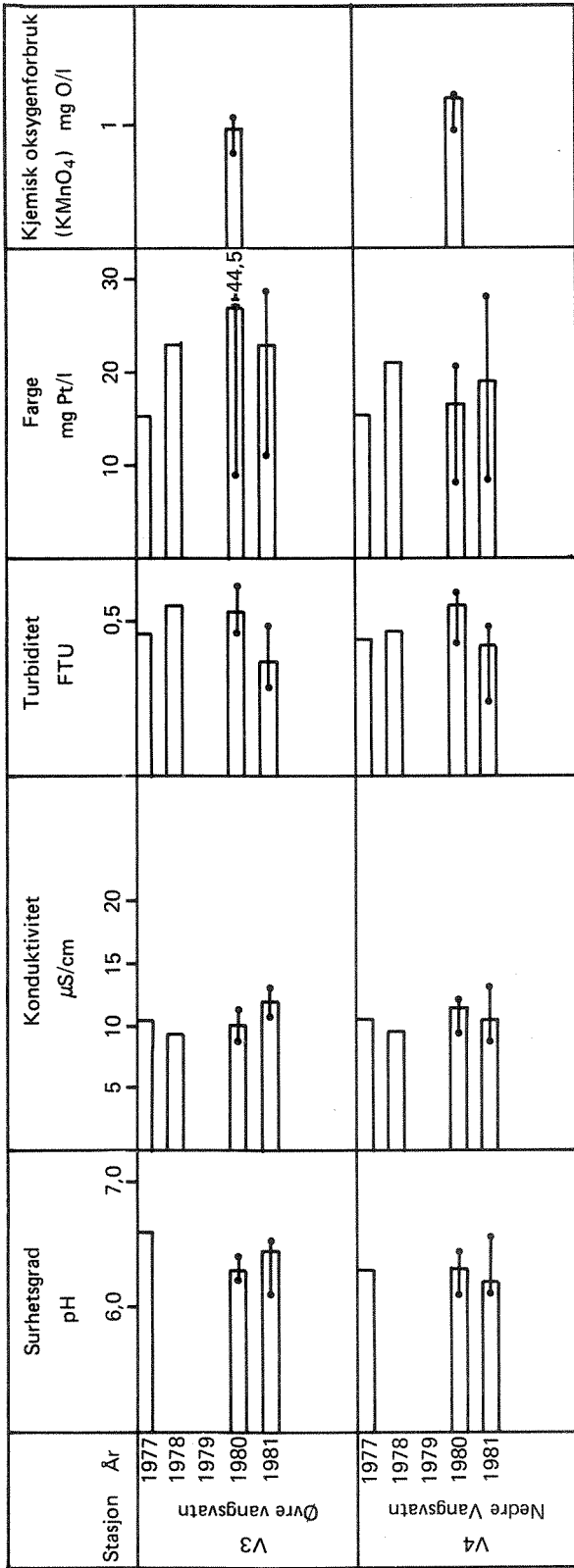


Fig. 6. Sammenligning av kjemiske parametre i Øvre og Nedre Vangsvatn fra 1977 til 1981.

At det ikke dannes sprangsjikt kan man også se av temperaturen (se fig. 7). Temperaturen i Øvre Vangsvatn avtok jevnt fra overflaten til bunnen i sommerperioden. I Nedre Vangsvatn var temperaturen nesten lik i hele vannsøylen i august, hvilket tyder på at det var sirkulasjon i vannet. Temperaturen var ca. 3⁰C lavere i overflaten enn den var foregående år.

Tabell 8 . Oksygeninnholdet i Vangsvatnet 1981

	V3. Øvre Vangsvatn			V4. Nedre Vangsvatn		
	Dyp m	O ₂ -innhold mg O/l	Prosent O ₂ -innh.	Dyp m	O ₂ -innhold mg O/l	Prosent O ₂ -innh.
10. mars	1	14.5	102	1	13.9	98
	12	13.5	96	12	13.0	93
	30	11.7	85	30	9.7	70
	50	7.4	55	40	4.4	33
	57	1.4	10			
25. aug.	1	11.1	107	1	11.1	107
	12	11.1	103	12	11.1	104
	30	12.0	103	30	11.1	94
	50	11.1	94	40	10.4	89
	60	9.6	81			

Salter og tungmetaller

Det ble foretatt analyse av salter og tungmetaller i Nedre Vangsvatn (V4) i mars og august. Salt- og tungmetallkonsentrasjonen i august 1981 lå på samme nivå som i august 1980 (se tabell 17, vedlegg). Verdier for mars 1980 foreligger ikke. Verdiene var stort sett lave. Marsverdiene var litt høyere enn augustverdiene, noe som skyldes den lave vannføringen i mars i forhold til august. Kobber- og blykonsentrasjon på 12 m både i mars og august var høyere enn for de øvrige dypene. Man kan anta at kobber og bly i en viss grad tilføres med kommunalt avløpsvann som slippes ut på dypt vann (se 2.2.3).

Verdiene for jern og mangan i mars var høye ved bunnen. Dette har

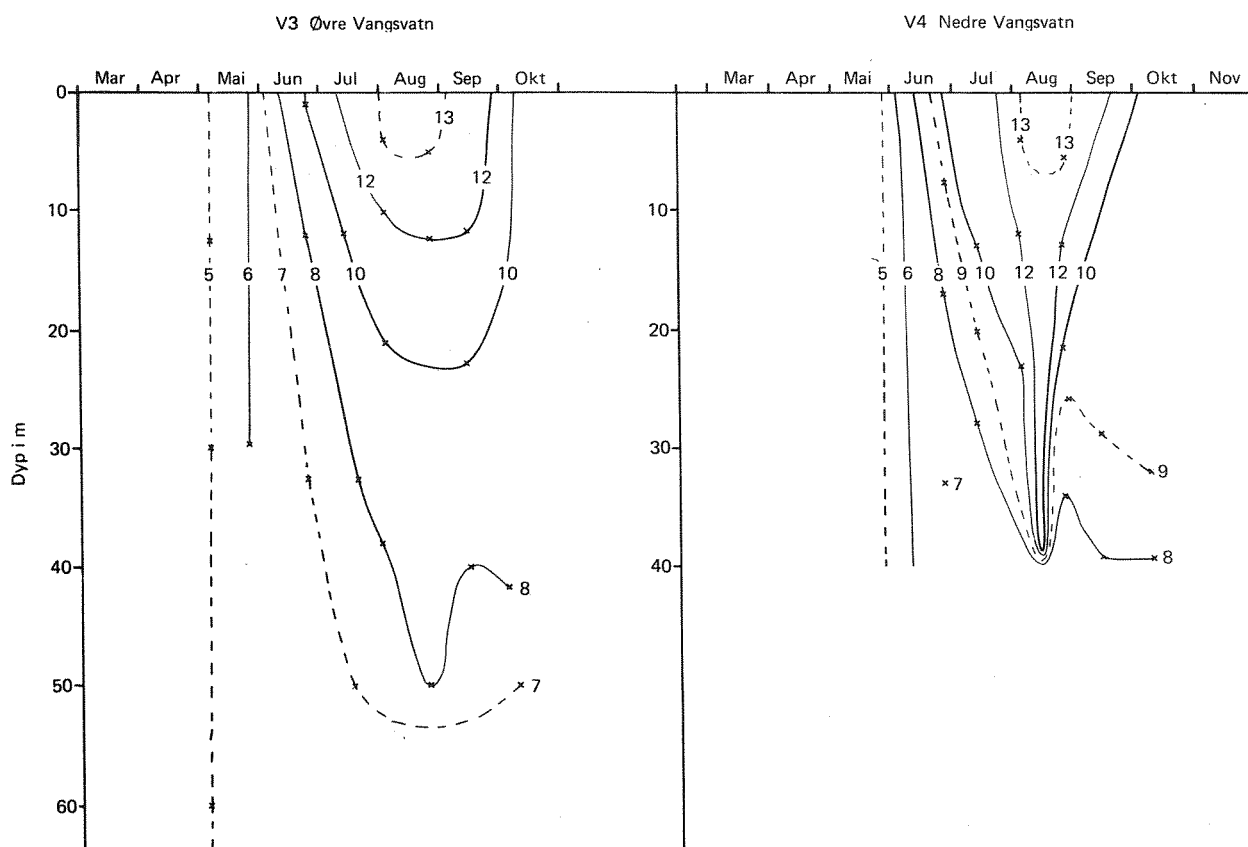


Fig. 8. Siktedyp i Vangsvatnet 1981

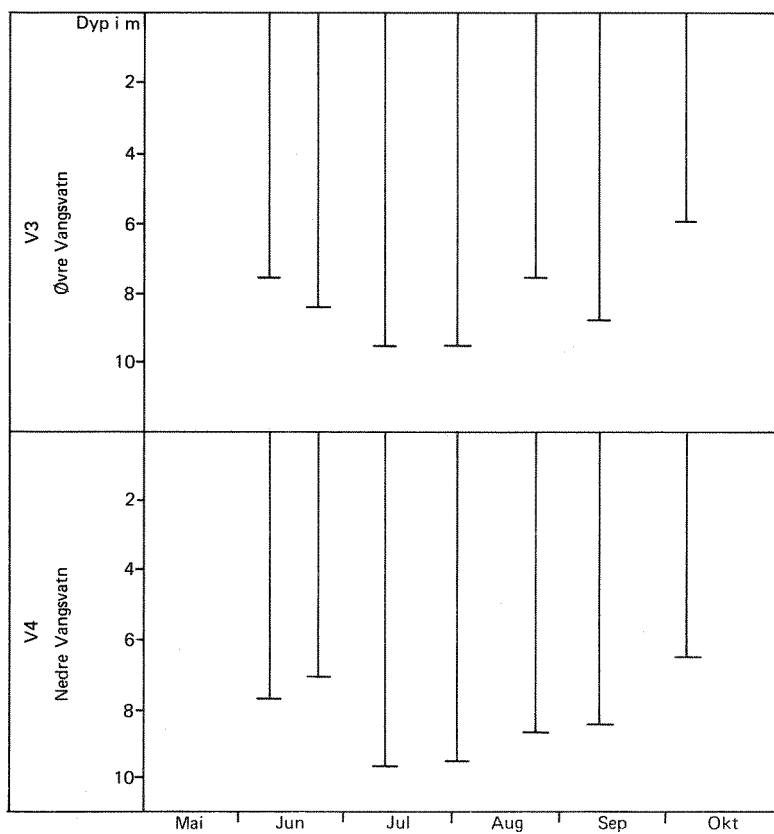


Fig. 7. Temperaturkurver ($^{\circ}\text{C}$) i Vangsvatnet 1981

Tabell 17. Salter og tungmetaller i Nedre Vangsvatn (V4) 1980 og 1981 (aritmetisk middel)

	Ca mg/l		Mg mg/l		K mg/l		Na mg/l		SiO ₂ mg/l		Cl		SO ₄		Alkalitet ml 0.1 N HCl/l	
	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.
1980		0.89		0.17		0.29		0.99		1.27		1.74		1.57		0.65
1981	1.87	0.6	0.35	0.14	0.43	0.22	1.26	0.64	1.73	0.88	2.3	1.15	2.1	1.45	0.93	0.50

	Pb µg/l		Cu µg/l		Zn µg/l		Cd µg/l		Fe µg/l		Mn µg/l		Al µg/l	
	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.	mars	aug.
1980		1.14		16.3		11.2		0.20		67		10.9		18.6
1981	1.91	1.38	7.0	4.85	15	10	0.19	0.16	113	23	178.4	10.2	27.5	33

sammenheng med at det var lite oksygen ved bunnen til samme tid, noe som fører til at disse metallene løses ut av bunnsedimentene.

Siktedypet var større i 1981 enn i 1980. Dette er i samsvar med algevolumet som var mindre enn foregående år. Årsmiddelet for 1981 for Øvre Vangsvatn var 8.7 m og for Nedre Vangsvatn 8.8 m.

Klorofyll-a. Konsentrasjonen av klorofyll-a var 1.73 µg/l i Øvre Vangsvatn og 1.98 µg/l i Nedre Vangsvatn. Begge verdiene var noe lavere i 1981 enn i de tidligere registrerte år. Dette stemmer bra med at det totale algevolum også var lavere i 1981 enn tidligere år.

2.2.2 Plantep plankton

På samme måte som i 1980 ble det også i 1981 samlet inn kvantitative plantep planktonprøver fra to stasjoner i Vangsvatn (V3 og V4). Dette var blandprøver fra 0-10 m sjiktet. Analyseresultatene av plantep planktonet er fremstilt i fig. 9 som variasjoner i totalvolum og sammensetning.

Totalvolumet av planktonalger i 1981 var, sesongen sett under ett, noe lavere enn i 1980 og også tidligere år. Maksimumsverdiene lå på 300-400 mm³/m³ (se fig. 9). Selvsagt kan det ha vært større algekonsentrasjoner til tider hvor det ikke ble samlet inn prøver, men inntrykket gjennom sesongen er at algemengden lå på et lavere nivå i 1981 enn de foregående år. Chrysophyceae (gulalger) var i større grad enn i 1980 den dominerende gruppen gjennom hele sesongen, mens cryptomonadene (Cryptophyceae) var mindre dominerende selv om den også i 1981 var en prosentvis stor gruppe. En økende andel av gulalger (Chryptophyceae) i det samlede plantep plankton er vanligvis tegn på næringsfattigere forhold.

Når det gjelder framtreddende arter innen de to gruppene var dette de samme som i 1980, men mengdeforholdet mellom artene var forskjøvet mot større antall individer av de framtreddende artene innen Chrysophyceae.

En del av de lavere algevolumentene i 1981 kan skyldes større vannføring. Avtagende næringstilgang til vannmassene kan også være en sannsynlig årsak. For å få et inntrykk av om det i perioden 1977-1981 har vært en nedgang i planteplanktonmengdene er det nedenfor regnet ut gjennomsnittsverdier for algevolument for produksjonsperioden juni-oktober for de to stasjonene V3 og V4.

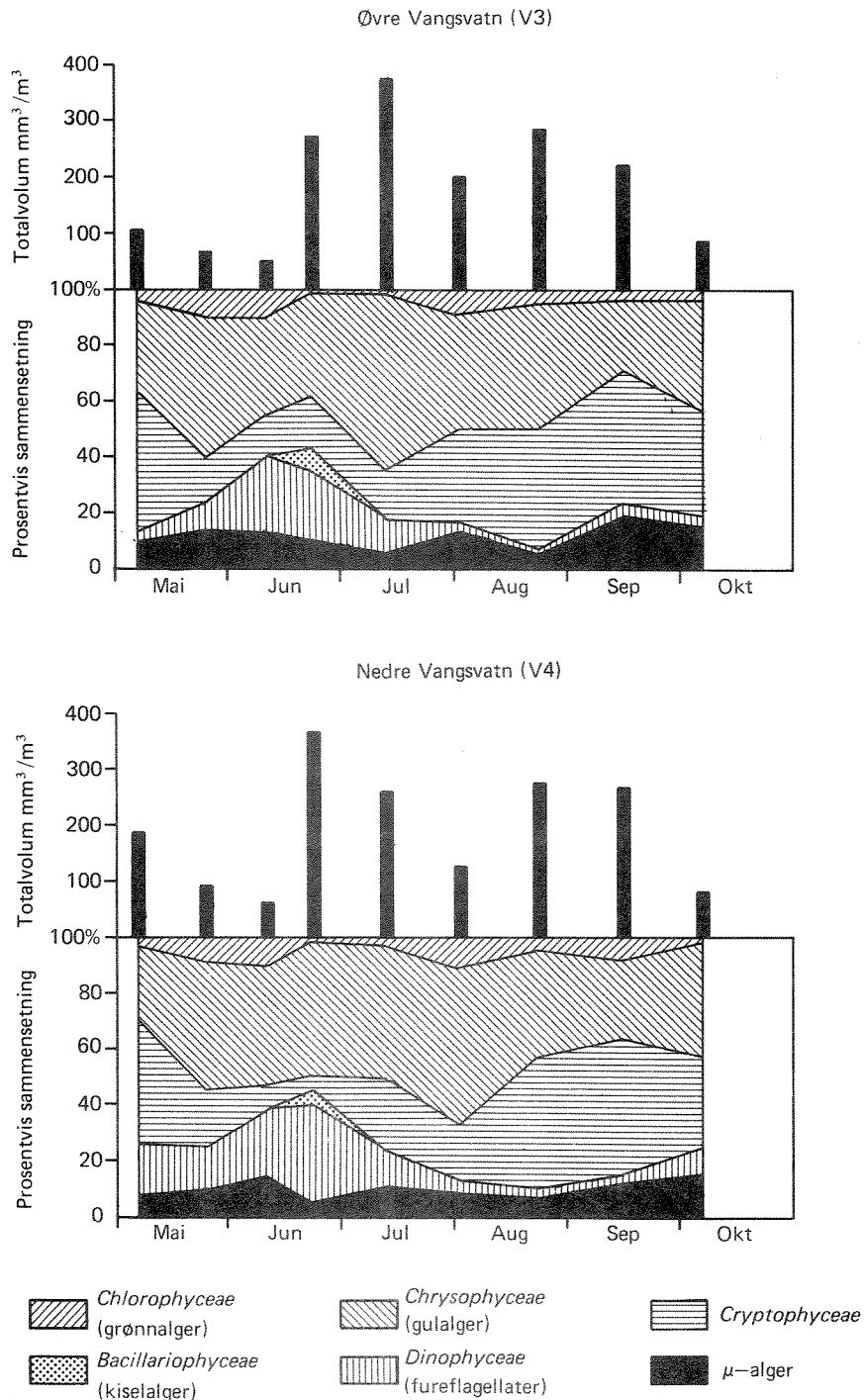


Fig. 9. Totalt algevolument og prosentvis sammensetning av algegrupper i Øvre og Nedre Vangsvatn 1981.

Tabell 9. Arsmiddel av algevolum i mm³/m³

Stasjon	1977	1978	1980	1981
V3	309	310	319	235
V4	392	441	343	225

Snittverdiene lå noe lavere i 1981 enn de foregående år, men forskjellene var ikke større enn at faktorer som prøvefrekvens og tidspunkter for prøvetaking sammen med vannføring og klimatiske forhold kan være årsak til de lavere verdiene.

2.2.3 Hygieniske forhold

Prøvene ble tatt som vertikalserie på det dypeste i Øvre og Nedre Vangsvatn. Det aritmetiske middeltall for alle dyp for hver prøveserie er satt opp i tabell 17, vedlegget.

Det er igjen tatt aritmetiske middel av prøveseriene fra juni til september. Dette er kalt årsmiddel og sammenlignes med tilsvarende for 1980.

Forurensningen graderes etter NIVAs og Statens institutt for folkehelses (SIFF) kriterier for kvalitetsbedømmelse av vann basert på koliforme bakterier pr. 100 ml:

Generell kvalitetsbedømmelse av vann basert på verdier for totalantall koliforme bakterier pr. 100 ml (benyttet av SIFF og NIVA).

- < 20 Lite forurensset. Godkjent som drikkevann fra liten brønn dersom fekale koliforme bakterier ikke påvises i 100 ml prøve.
- 20-100 Moderat forurensset
- 100-500 Betydelig forurensset
- > 500 Sterkt forurensset

Etter disse kriterier lå Øvre Vangsvatn i området betydelig forurenset som i 1980, men med litt lavere verdier, nemlig 270 koliforme bakterier pr. 100 ml. (Se tabell 10 og fig. 10 og 11). Konsentrasjonen av termostabile koliforme bakterier lå på 68 pr. 100 ml som var noe høyere i 1981 enn året før. Kimtallet var 320 bakterier pr. ml, hvilket var noe lavere enn foregående år.

Nedre Vangsvatn kom i 1981 i kategorien moderat forurenset med 94 koliforme bakterier pr. 100 ml. I 1980 lå det i nedre del av kategorien betydelig forurenset. Antall termostabile koliforme bakterier var 24 pr. 100 ml som var noe høyere enn i 1980. Kimtall lå ganske mye lavere enn foregående år med 190 bakterier pr. ml.

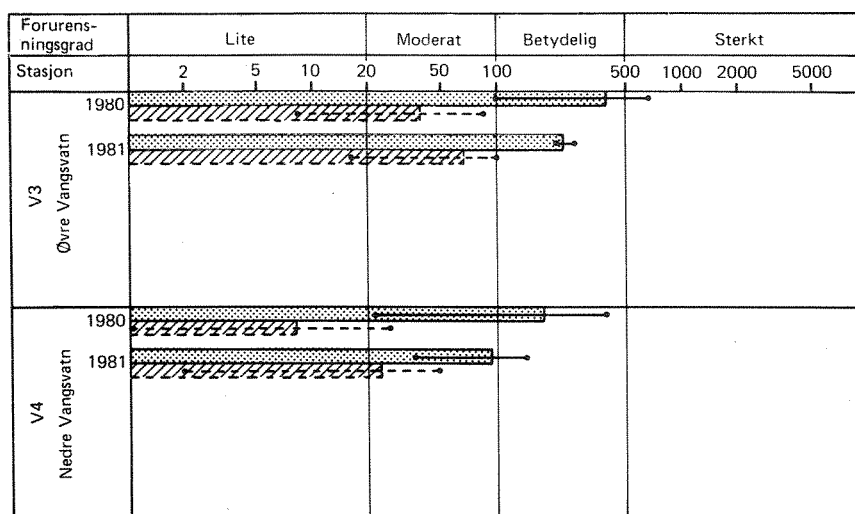
Av vedlegg tabell 17 som viser aritmetiske middel av alle dyp ved hver prøvetaking, ser man at det var lavt innhold av bakterier vår og delvis høst. Dette mønsteret gjentar seg fra år til år. Dette skyldes fortyningseffekten som gjør seg sterkest gjeldende om våren under snøsmeltingsflommen. Om høsten er det en mindre flom på grunn av økt nedbør.

Det ble observert samme opphopning av koliforme bakterier ved 12 og/eller 30 m (se vedlegg, tabell 18 og 19). Dette gjaldt både Øvre og Nedre Vangsvatn, og var mest utpreget utenom flomperiodene da vannmassene er i minst sirkulasjon. Denne høye konsentrasjon i et bestemt lag i vannet skyldes kloakkutslipp fra Vossevangen som ledes ut på ca. 25 m dyp og delvis forurensning fra elva Vosso og Raundalselva som fører mye kloakkforurensning. Elva har lavere temperatur enn overflatevannet i Vangsvatn og vil derfor synke ned til det møter vann av samme spesifikke vekt.

Tabell 10. Arsmiddel av bakterier i Vangsvatnet.

(Aritmetisk middel av produksjonsperioden, juni-september)

Stasjon	År	Koliforme bakterier pr. 100 ml.	Termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml	Kimtall pr. ml
V3	1980	390	40	510
Øvre Vangsvatn	1981	270	68	320
V4	1980	180	8	560
Nedre Vangsvatn	1981	94	24	190






 Koliforme bakterier pr. 100ml
 Termostabile koliforme bakterier pr. 100ml.
 Maks og min verdier

Fig. 10. Årsmiddel av koliforme og termostabile koliforme bakterier i Øvre og Nedre Vangsvatn 1980 og 1981.

Grenseverdier for forurensningsgrad er angitt etter SIFFs og NIVAs kvalitetsbedømmelse av vann og gjelder for koliforme bakterier. Termostabile koliforme bakterier er tatt med i samme figur for oversiktens skyld.

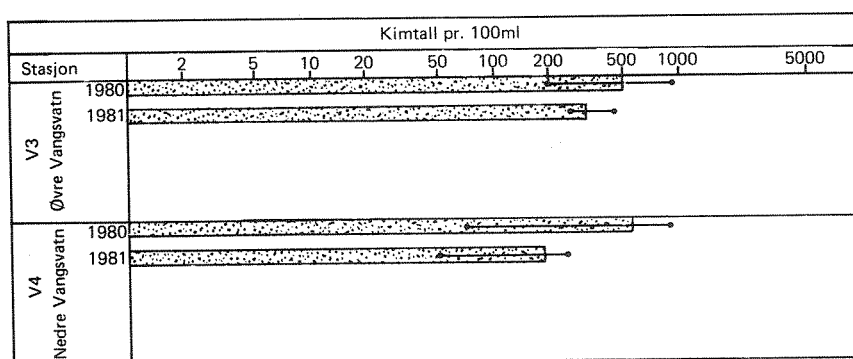


Fig. 11. Årsmiddel av kimtall i Øvre og Nedre Vangsvatn 1980 og 1981.

2.3 Strandaelva og Raundalselva

2.3.1 Fysisk-kjemiske resultater fra Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2)

I Strandaelva ble prøvene tatt like nedenfor Rognsfoss (V1) og i Raundalselva nedenfor Palmafoss (V2). Prøvene ble tatt til samme tid som for Vangsvatnet. Tidsveid middeltall er beregnet for perioden juni-september, se tabell 11 og fig. 12.

Surhetsgraden. pH ved Rognsfoss (V1) var 6.4 og ved Palmafoss (V2) 6.5. Forandringene var små og ingen trend kunne påvises.

Konduktiviteten var 9.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ på begge elvestasjonene i 1981. Dette viser at det er lavt innhold av løste salter. Variasjonene de siste årene var svært små.

Turbiditeten var ved Rognsfoss 0.51 FTU. Det var en svakt stigende tendens fra 1977. Ved Palmafoss var verdien 0.27 FTU og variasjonene de siste årene var små. Turbiditetsverdien for begge stasjonene må betegnes som lave fra 1977 til 1981.

Fargen viste en stigende tendens på begge stasjoner, men verdiene var likevel lave. Ved Rognsfoss (V1) var den 30 mg Pt/l og ved Palmafoss (V2) 13 mg Pt/l.

Nitrogen. Det totale nitrogeninnhold på begge stasjoner steg fra 1977 til 1980, men sank i 1981 til en litt høyere verdi enn i 1977. Det var i 1981 ved Rognsfoss 182 $\mu\text{g N}/\text{l}$ og ved Palmafoss 154 $\mu\text{g N}/\text{l}$. Nitratinnholdet var sunket noe fra 1977 til 1980, men holdt seg på ca. 40 $\mu\text{g N}/\text{l}$ fra 1980 til 1981 på begge stasjoner.

Fosfor. Fosforinnholdet var høyest i 1980 på begge stasjoner, I 1981 var det nesten samme verdier som i 1977.

Det totale fosforinnholdet i 1981 var 5 $\mu\text{g P}/\text{l}$ og ortofosfatinnholdet 2 $\mu\text{g P}/\text{l}$ på begge stasjoner.

Både nitrogen- og fosforinnholdet lå så lavt at både Rognsfoss og Palmafoss må karakteriseres som næringsfattige (oligotrofe) grensende til middels næringsrike (mesotrofe). De laveste verdiene ble påvist om sommeren. Det samme forhold ble funnet for tarmbakterier ved Palmafoss (se vedlegg, tabell 22).

Tabell 11. Sammenligning av kjemiske parametre i Strandaelva (V1) og Raundaelva (V2) fra 1977 til 1981

Ar	Surhetsgrad pH	Konduktivitet $\mu\text{S}/\text{cm}$	Turbiditet FTU	Farge mg Pt/l	KOF (KMnO ₄) mg O/l	TOT-N $\mu\text{g N/l}$	Nitrat $\mu\text{g N/l}$	TOT-P $\mu\text{g P/l}$	ORTO-P $\mu\text{g P/l}$
V1 Rognsfoss	1977	10.5	0.39	16.1	-	110	47	5	2
	1980	6.4	0.46	24.3	1.2	263	40	13	4
	1981	6.4	0.51	30	-	182	41	5	2
V2 Palmafoss	1977	9.7	0.3	6.6	-	121	86	3	2
	1980	6.2	0.35	10.6	1.1	179	42	6	3
	1981	6.5	0.27	13	-	154	41	5	2

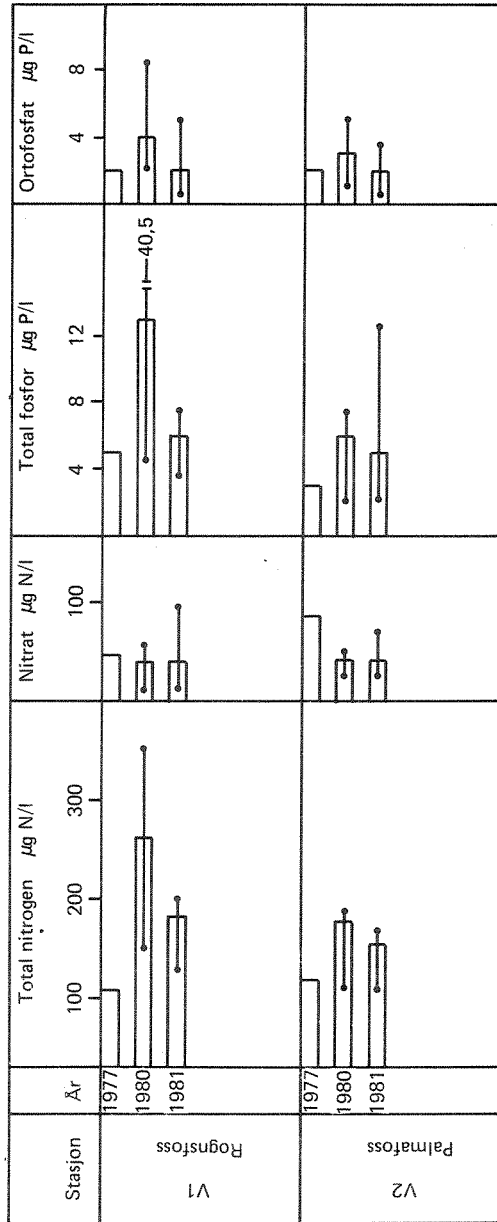
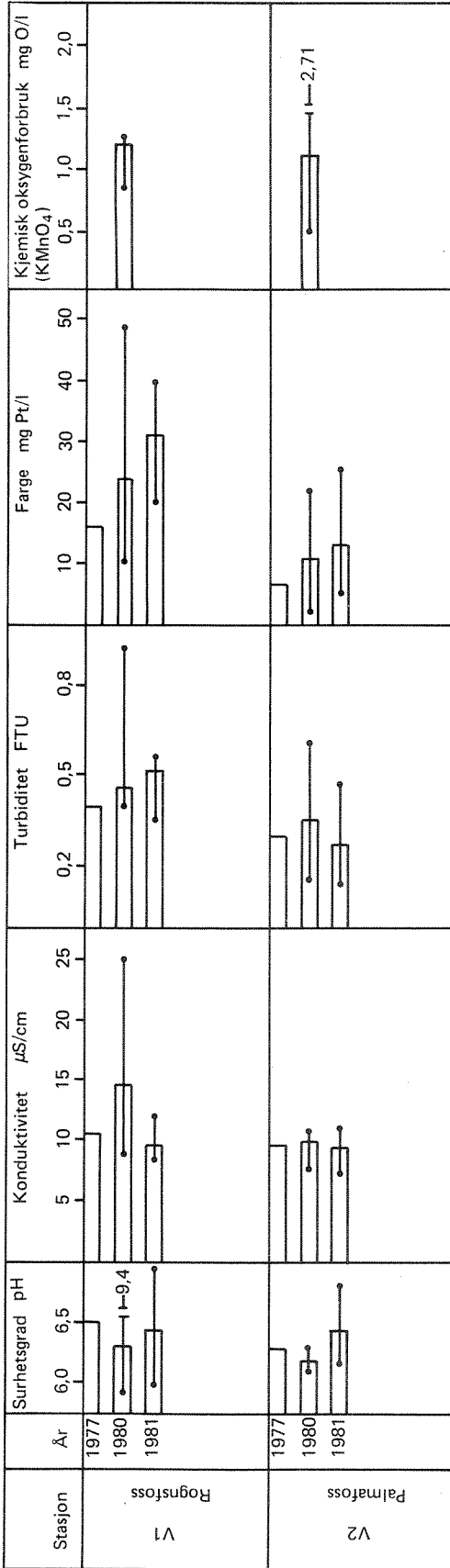


Fig. 12. Sammenligning av kjemiske parametre i Strandaelva (V1) og Raundaelva (V2) fra 1977 til 1981.

2.3.2 Begroing i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2)

Det ble samlet inn prøver av begroingen ved Palmafoss (V1) og Rognsfoss (V2). Mengden av de ulike begroingskomponentene ble bedømt ved å anslå dekningsgraden; det vil si at en forsøker å angi hvor stor del av bunnen som dekkes av vedkommende begroingskomponent. Dekningsgraden er gitt ut fra følgende skala:

5	100-50 %	av bunnarealet dekket
4	50-25 %	---- " ----
3	25-12 %	---- " ----
2	12- 5 %	---- " ----
1	< 5 %	---- " ----

I fig. 13 er det gitt en sammenstilling av de viktigste begroingselementene og deres dekningsgrad.

Det innsamlede materiale ble undersøkt ved hjelp av mikroskop. De enkelte elementene ble om mulig identifisert og vassdragstilstanden forsøkt karakterisert på grunnlag av begroingssamfunnets sammensetning og mengdemessige forekomst. Resultatene av undersøkelsen er fremstilt i tabell 23, vedlegg. De enkelte arter og artsgruppers mengdemessige betydning i den enkelte prøve er angitt ved:

- xxx mengdemessig dominerende
- xx en viss mengdemessig betydning
- x forekommer

Strandaelva nedstrøms Rognsfoss (V1)

Bunnen bestod av middels store steiner. Begroingen var dominert av forskjellige moser med *Rhacomitrium aciculare* som viktigste art. Trådformede grønnalger ble ikke observert, men det var en forholdsvis rikelig forekomst av rødalgen *Lemanea fluviatilis*. Dette har trolig sammenheng med den kraftige strømmen på lokaliteten. Rentvannsindikatoren *Stigonema mammilosum* var tilstede i mindre mengde. Stasjonen må betraktes som lite forurenset.

Raundalselva nedstrøms Palmafoss (V2)

Bunnen bestod av små steiner (diameter 2-15 cm). Som på de to andre stasjonene var begroingen dominert av moser. Bortsett fra mosene var begroingen svakt utviklet. Rentvannsalgene *Hormidium rivulare* og *Stigonema mammosum* var tilstede i mindre mengde. Vannet var meget klart ved prøvetagningen og stenene var mange steder helt uten begroing. Den forholdsvis sparsomme begroingen kan være forårsaket av kraftige vannstandsvekslinger sammen med et relativt ustabil substrat.

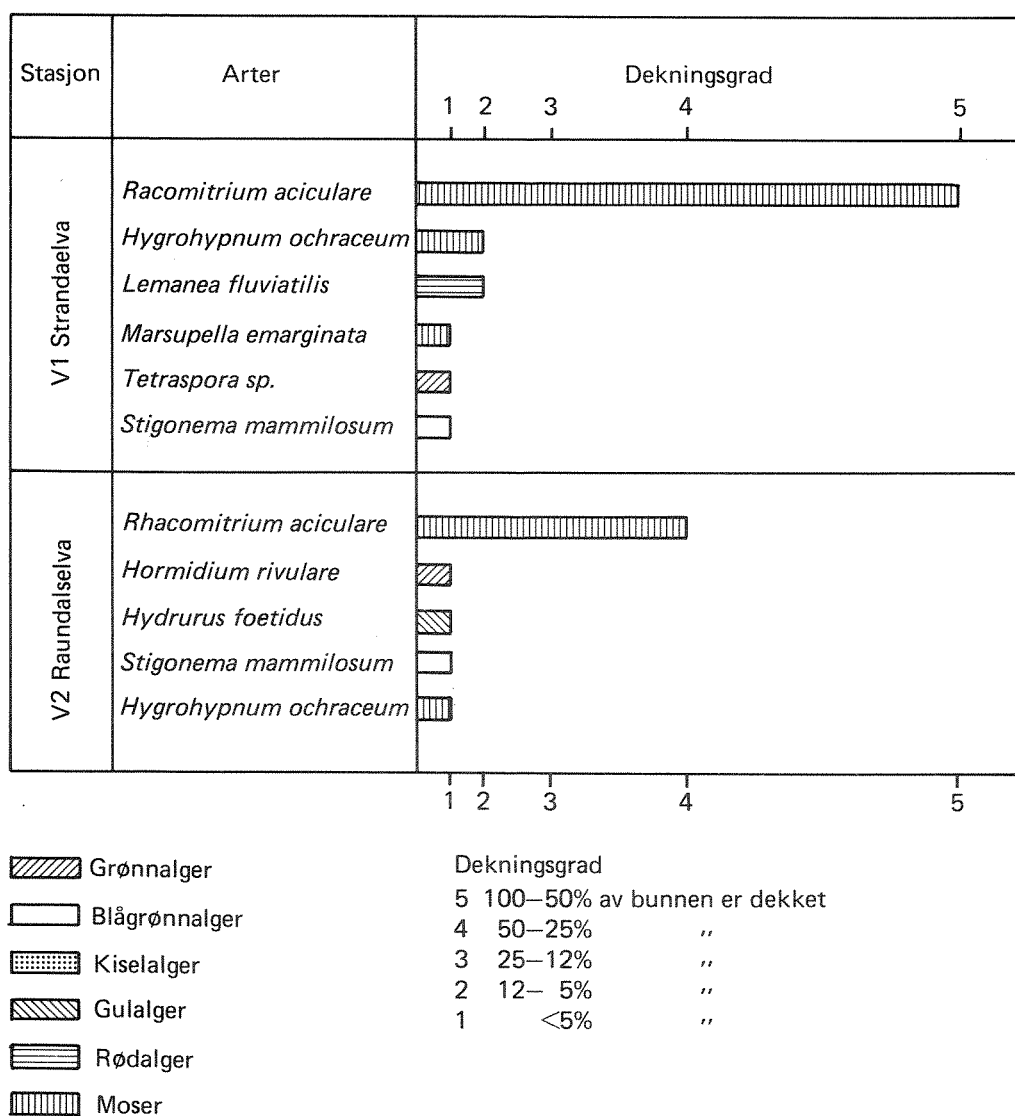


Fig. 13. Begroing ved Rognsfoss (V1) og Palmafoss (V2) (August 1981)

2.3.3 Bunndyr i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2)

Det ble i 1981 som i 1980 foretatt en befaring for innsamling av data om bunndyrfaunaens funksjonelle og strukturelle oppbygning. Befaringen ble gjennomført den 11. august og materialet er gjengitt i tabell 24 og 25, vedlegget.

I rapporten for 1980 er det gitt en generell omtale av bunndyrundersøkelser og forhold som har betydning for å kunne beskrive vassdragets egenart og sivilisatoriske påvirkning. Det er der også gitt en beskrivelse av den metode som er anvendt ved innsamlingen av materialet.

Da det kun er innsamlet materiale ved en befaring til vassdraget, begrenser dette utsagnskraften i materialet. Spesielle forhold knyttet til dynamiske endringer i vassdraget før prøvetakingen kan ha hatt betydning for materialets sammensetning. Videre vil naturlige forhold som at artene har en ulik livssyklus, ha stor betydning for hva som registreres ved en slik enkelt befaring.

I en eventuell videre bunndyrundersøkelse vil det være hensiktsmessig å foreta prøvetaking på tidspunkt hvor flere arter normalt er til stede i vassdraget. Vi vil da få et mere fullstendig bilde av bunndyrfaunaen og derved av miljøpåvirkningene. Her har en prøvetaking om våren (før vårflommen) ofte vist seg å være hensiktsmessig. Dette tidspunktet er også særlig gunstig for en vurdering av miljøpåvirkningen i vassdraget, da en normalt vil ha hatt en lang periode med liten og jevn vannføring.

Resultater

St. V1, Rognsfoss

Denne stasjonen hadde størst bunndyrtetthet og antallet dyregrupper som var representert i materialet var også større enn på de øvrige stasjonene (tabell 25, vedlegg). Materialet ved stasjon V1 viser en rik og tildels variert bunnfauna som indikerer en liten forandring fra det en ville anta var normaltilstanden. Det store antallet filtrerende organismer på stasjonen (larver av knott - vårfluer og tildels fjærmygg) indikerer en stor drift av organisk materiale ved st. V1. Dette kan dels være produsert i vassdraget eller tilført fra andre kilder.

St. V2, Palmafoss

Bunndyrtettheten på V2 er knapt det halve av det en fant på V1. Denne store forskjellen har sin årsak først og fremst i store ulikheter i bunnssubstratets utforming på st. V1 og V2. Substratet på V2 er ustabil og begrenser derfor sterkt både mangfold og produksjon av bunndyr (næringsdyr for fisk). Materialet fra st. V2 indikerer ikke noen markert forurensningsbelastning.

2.3.4 Hygieniske forhold i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2)

Ved Rognsfoss (V1) var forholdene hygienisk sett noe bedre i 1981 enn i 1980. Snittverdien (aritmetisk middel for juni-september) lå begge årene i området betydelig forurenset. Den lå i 1981 på 130 koliforme bakterier pr. 100 ml.

Ved Palmafoss (V2) hadde forholdene forverret seg, og snittverdien lå på 510 koliforme bakterier pr. 100 ml. Det vil si at denne stasjonen såvidt kom over i kategorien sterkt forurenset (se tabell 12 og fig 14). Forholdene var bedre om sommeren fra juni til august. Resten av året var konsentrasjonen av tarmbakterier svært høy, fra 900 til 3400 koliforme bakterier pr. 100 ml. Dette gjenspeiles ved stasjon F6, Vosso ved gangbru (se Del II Fylkesstasjonene) hvor den vesentligste forurensning føres med Raundalselva.

Tabell 12 Arsmiddel av bakterier i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2)
(Aritmetisk middel av produksjonsperioden juni-september)

Stasjon	År	Coliforme bakterier pr. 100 ml	Termostabile coliforme bakterier pr. 100 ml	Kimtall pr. ml
V1	1980	310	19	1400
Rognsfoss	1981	130	15	1500
V2	1980	320	59	890
Palmafoss	1981	510	83	580

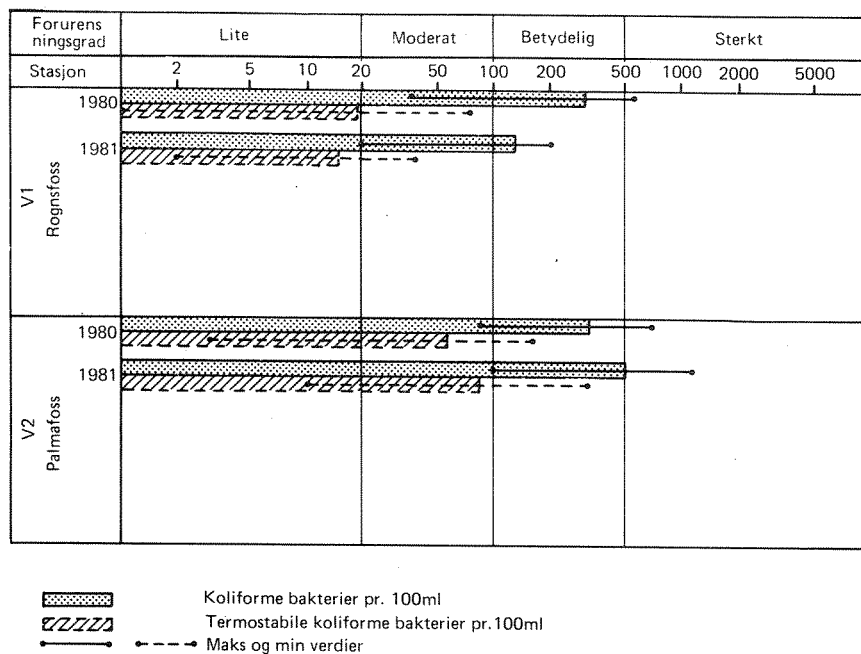


Fig. 14. Arsmiddel av koliforme og termostabile koliforme bakterier i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2) 1980 og 1981. Grenseverdier for forurensningsgrad er angitt etter SIFFs og NIVAs kvalitetsbedømmelse av vann og gjelder for koliforme bakterier. Termostabile koliforme bakterier er tatt med i samme figur for oversiktens skyld.

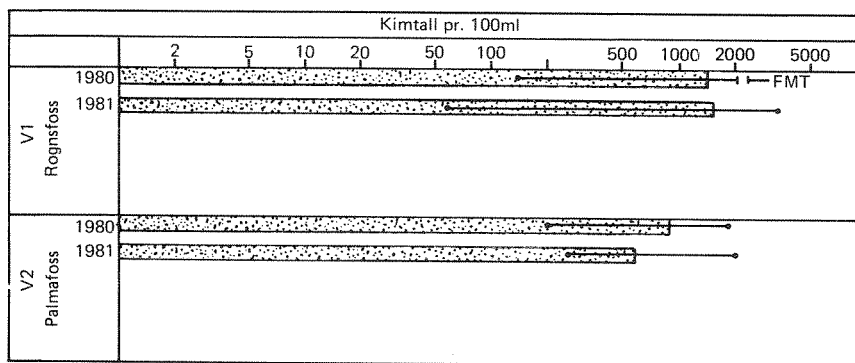


Fig. 15. Arsmiddel av kimtall i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2) 1980 og 1981.

Del II

Fylkesstasjonene

KONKLUSJONER

Verdiene for koliforme bakterier lå noe lavere i 1981 enn i 1980, men forskjellene var så små at det kan antagelig tilskrives forskjell i vannføring.

De øverste stasjonene i Strandaelva (F1) og Raundalselva (F5) har liten eller ingen bebyggelse i sine tilrenningsområder. Disse stasjonene var de minst forurensede og kom begge i kategorien moderat forurenset. Det samme var også tilfellet for Lønavatnet (F3) og utløpet av Vangsvatnet F10, Bulken). Vosso ved gangbru (F6) var den mest kloakkpåvirkede og må betegnes som sterkt forurenset. De andre stasjonene lå i området betydelig forurenset.

De kjemiske analyser viser at stasjonen F2 nedenfor Vinje hadde lave konsentrasjoner av næringsstoffer, og begroingen var dominert av rentvannsformer.

1. INNLEDNING

I regi av Hordaland fylke ble det utarbeidet og gjennomført et program som hadde relevans til de lokale forurensningsproblemer i vassdraget.

De største forurensningsproblemer skyldes tilførsel av kloakkvann, avrenning fra jordbruksaktiviteter og tilløp av avløpsvann fra slakterier og meierier. Karakterisering av resipienten vil derfor best kunne gjøres ved analyse av koliforme bakterier og typiske eutrofieringsparametre.

2. STASJONSVALG, PARAMETRE OG ANALYSEOPPLEGG

Det ble fastlagt 10 prøvesteder i og omkring Voss; i Strandaelva, Raundalselva, Vosso, Vangsvatn og utløp Vangsvatn (se fig. 2, Del 1).

Hver måned ble det tatt vannprøver som ble analysert på koliforme bakterier, termostabile koliforme bakterier og kimtall. På F2, nedstrøms Vinje ble det også tatt kjemiske analyser, gruppe I (se tabell 13) ved hver prøvetaking. Her ble også begroing og bunndyr bestemt.

Tabell 13. Stasjonsvalg, observasjonsrutine og analysegruppe for fylkets analyseopplegg

Stasjon	Sted	Parametergruppe	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
F 1	Oppstr. Vinje	IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0
F 2	Nedstr. Vinje	VIII							0					
F 2	Nedstr. Vinje	I, IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0
F 3	Lønavatn	IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0
F 4	Lundarvatn	IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0
F 5	Vosso	IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0
F 6	Vangsvatn	IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0
F 7	Vangsvatn	IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0
F 8	Vangsvatn	IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0
F 9	Vangsvatn	IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0
F 10	Utl. Vangsvatn	IX	0	0	0	0	0	00	0	00	0	0	0	0

3. RESULTATER OG VURDERINGER

3.1 Hygieniske forhold ved de enkelte stasjoner

Resultatene for hver prøveserie finnes i vedlegget tabell 27

Det er regnet aritmetisk middeltall over hele året av de bakteriologiske resultatene (se tabell 14 og fig. 16 og 17). (Merk, for 1980 startet ikke prøvetaking før enn i mai). Som vurderingsgrunnlag ved karakterisering av vannet er brukt SIFFs og NIVAs kriterier for kvalitetsbedømmelse av vann basert på koliforme bakterier (se 2.2.3).

F1, oppstrøms Vinje

Konsentrasjonen av koliforme bakterier varierte fra 1 til 160 pr. 100ml med et gjennomsnitt på 42 over hele året. Den kan karakteriseres moderat forurensset.

F2, nedstrøms Vinje

Denne stasjonen kom i kategorien betydelig forurensset, med et gjennomsnitt på 140 koliforme bakterier pr. ml. Variasjonsområdet var fra 10 til 818 koliforme bakterier pr. 100 ml.

F3, Lønavatn og F4, Lundarvatn

Ifølge middeltallet, 69 koliforme bakterier pr. 100 ml, kom Lønavatn i kategorien moderat forurensset med en variasjon over året fra 8 til 136 koliforme bakterier pr. 100 ml.

Lundarvatn kom i det lave området av betydelig forurensset med middeltall 170 koliforme bakterier pr. 100 ml og variasjon fra 4 til 480 koliforme bakterier pr. 100 ml.

F5, Raundalselva

Denne stasjonen som ligger noen kilometer fra Vossevangen oppover Raundalselva var lite eller moderat forurensset ved alle prøvetakinger unntatt 3.8.81, da den var betydelig forurensset. Middeltallet var 40 koliforme bakterier pr. 100 ml, og min. og maks.-verdier var henholdsvis 2 og 214. Dette var den minst forurensede stasjonen i 1981. I 1980 var stasjonen feilplassert i en sideelv til Raundalselva, Horjolo, som var betydelig forurensset.

F6, Vosso ved gangbru

Denne stasjonen var både i 1980 og i 1981 sterkt forurenset. I 1981 var gjennomsnittet 880 koliforme bakterier pr. 100 ml og variasjonen var fra 180 til 1800.

F7, F8, F9, ved campingplassen i Vangsvatnet

I gjennomsnitt var alle stasjonene betydelig forurenset både i 1980 og 1981. Men i sommermånedene var konsentrasjonen av koliforme bakterier pr. 100 ml lavere og kom i kategorien moderat forurenset. I juni, juli august og september var konsentrasjonen av E. coli (termostabile koliforme bakterier) langt under grensen for akseptabelt badevann som ligger på 50 E.coli pr. 100 ml. Dette skyldes at kloakkvannet som slippes ut på dypt vann forblir i dypet så lenge det ikke er vertikale strømninger i vannet, dvs. under sommer- og vinterstagnasjonen.

F10, Bulken, utløp Vangsvatn

Gjennomsnittlig konsentrasjon av koliforme bakterier var 83 pr. 100 ml med variasjon 6-180. Denne stasjonen kom i kategorien moderat forurenset i 1981. Foregående år lå den i området betydelig forurenset.

Tabell 14. Årsmiddel (aritmetisk) av bakterier ved fylkesstasjonene
årene 1980 og 1981

Stasjon	År	Koliforme bakterier pr. 100 ml	Termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml	Kimtall pr. ml
F1	1980	52	21	590
	1981	42	6	280
F2	1980	360	36	870
	1981	140	34	330
F3	1980	180	23	1700
	1981	69	9	990
F4	1980	250	20	1800
	1981	170	19	990
F5	1980	230	36	980
	1981	40	5	160
F6	1980	1400	180	1700
	1981	880	210	1300
F7	1980	250	47	740
	1981	210	35	830
F8	1980	290	48	1100
	1981	220	32	710
F9	1980	340	60	1300
	1981	260	62	830
F10	1980	170	30	1400
	1981	83	28	660

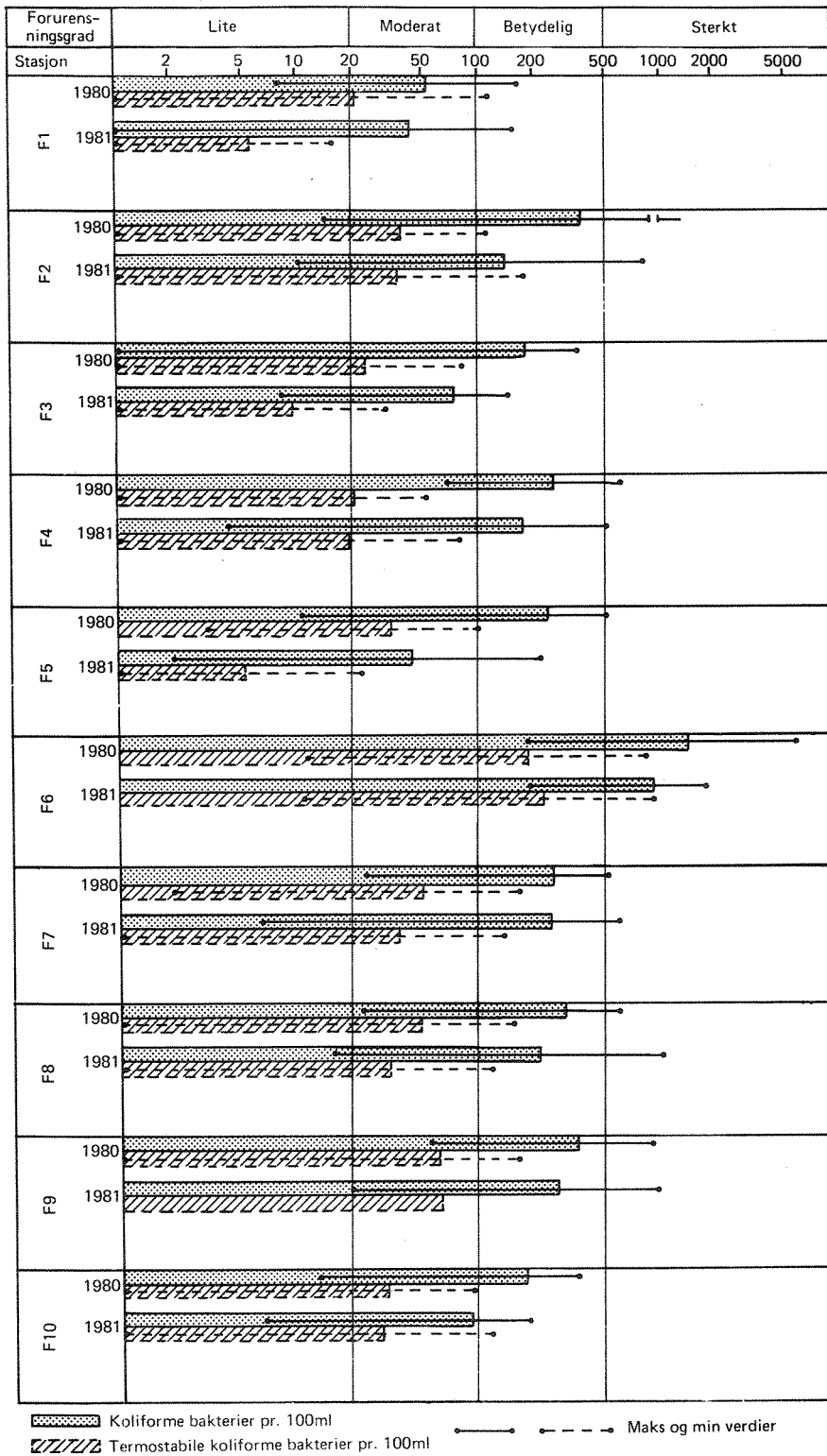
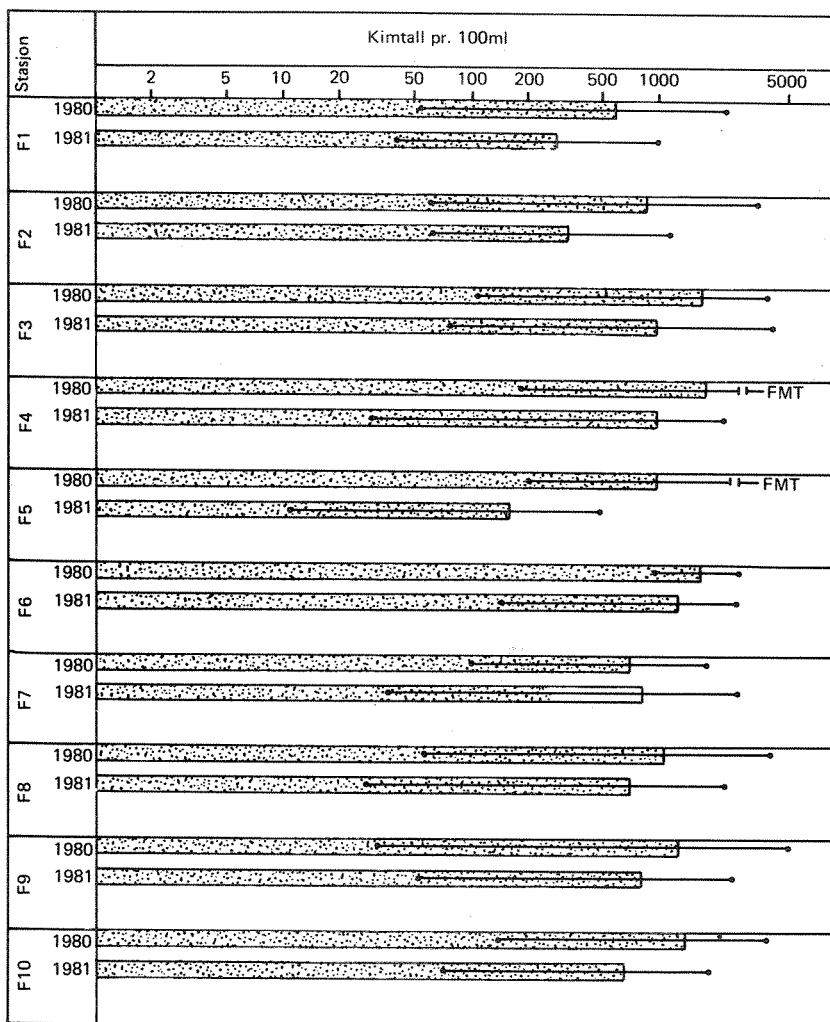


Fig. 16. Årsmiddel (aritmetisk) av koliforme bakterier ved fylkesstasjonene årene 1980 og 1981



FMT = for mange til å telle.

Fig. 17. Årsmiddel (aritmetisk) av kintall på fylkesstasjonene 1980 og 1981

3.2 Fysisk-kjemiske forhold ved F2, nedstrøms Vinje

Det var små variasjoner i de kjemiske parametre fra 1980 til 1981, og verdiene var lave begge år (se tabell 15 og fig. 18).

Tabell 15. Årsmiddel av kjemiske parametre ved stasjon F2 (nedstrøms Vinje) 1980 og 1981
(Tidsveid middel over produksjonsperioden, juni-september)

F2		Surhets- grad pH	Konduk- tivitet µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet FTU	KOF (KMnO ₄) mg O/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l
1980	Midde- tall	6.18	8.8	10	0.52	1.0	151	31	7	2
	min.	5.96	7.2	6	0.30	<0.5	130	<10	5	1.5
	maks.	6.34	9.5	19	0.83	1.9	160	35	7	5.5
1981	Midde- tall	6.24	9.1	29	0.33	-	163	17	7	1.0
	min.	6.05	7.4	15	0.20		120	<10	2.5	0.5
	maks.	6.60	10.6	35	0.52		300	60	17	2.5

3.3 Begroing ved F2, nedstrøms Vinje

Substratet bestod av middels store steiner (diameter 15-40 cm). Hele elvebunnen var dekket av moser med *Hygrohypnum ochraceum* som dominerende art. På mosene var det en del trådformet vekst av grønnalgen *Hormidium rivulare*. Både denne algen og blågrønnalgen *Stigonema mammillosum* som forekom inne ved land, er typiske rentvannsformer.

3.4 Bunndyr ved F2, nedstrøms Vinje

Stasjonen hadde den laveste bunndyrtettheten av de tre stasjonene som ble undersøkt i 1981. Dette var uventet da substratet og produksjonsforhold ellers skulle ligge til rette for en langt større bunndyrproduksjon. Naturlige vannstandsendringer (flommer o.l.) kan ha hatt betydning, men det ser ut til også å være andre forhold som har betydning. En viss organisk påvirkning er markert bl.a. ved at dette var den eneste stasjonen hvor krepsdyret *Asellus aquaticus* ble funnet. Normalt ville en her forvente å finne en større mengde innen grupper som normalt begunstiges av en moderat organisk belastning enn tilfellet var på F2. Prøvetaking på andre årstider kan derfor være ønskelig for å avklare om dette er et typisk bilde for denne delen av vassdraget, og for å finne ut om andre forhold, bl.a. utslipp, er avgjørende for bunnfaunaens utforming på st. F2.

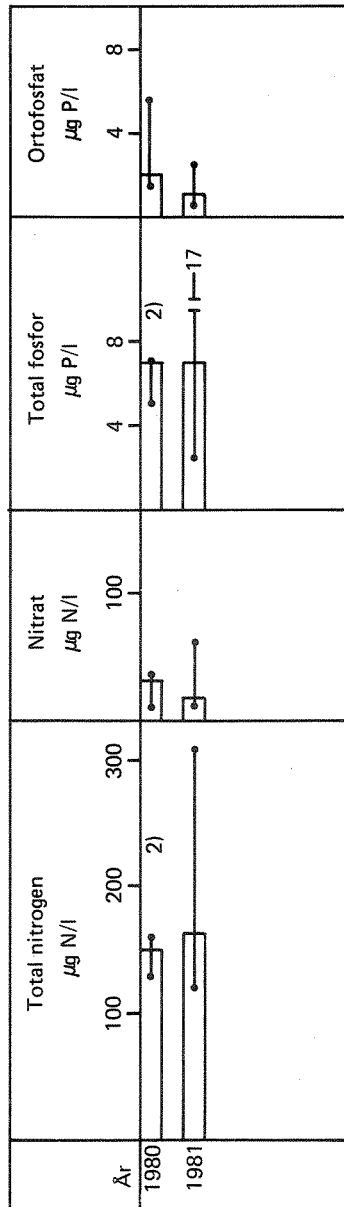
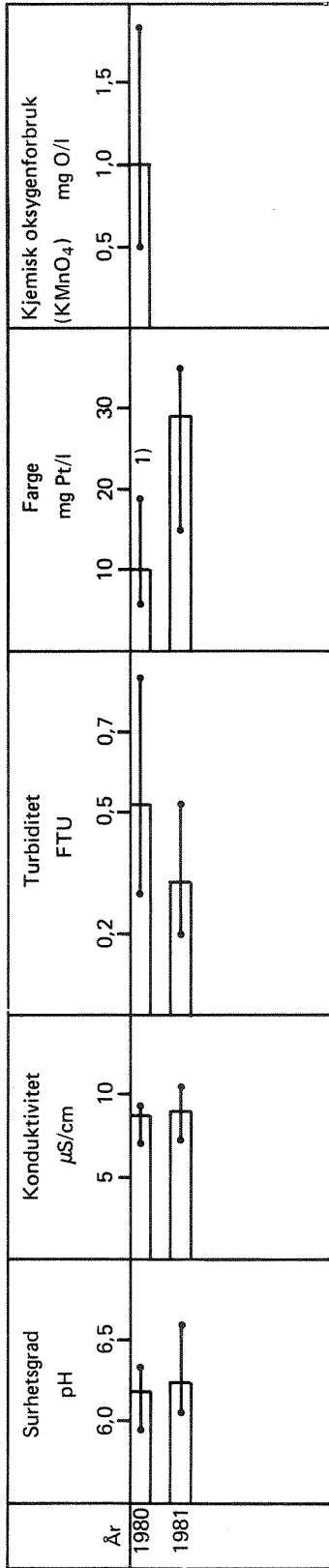


Fig. 18. Sammenligning av kjemiske parametre ved F2, nedenfor Vinje, for årene 1980 og 1981.

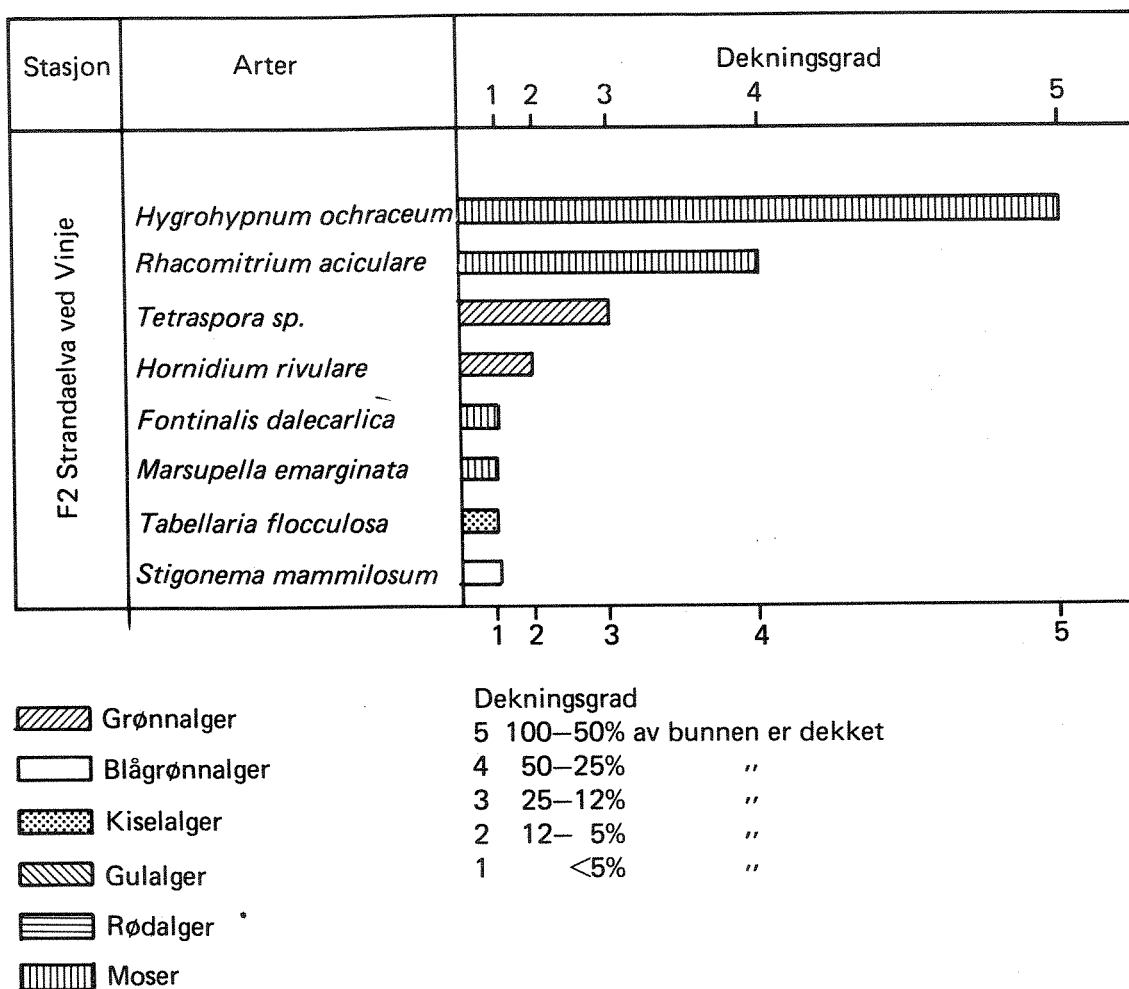


Fig. 19. Begroing ved F2, nedenfor Vinje (August 1981)

Vedlegg

Tabell 16. Arsvariasjoner av kjemiske parametre i Øvre og Nedre Vangsvatn 1981

St.	Dato	Surhets- grad pH	Konduk- tivitet µS/cm	Turbi- ditet FTU	Farge mg Pt/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	Sikte- dyp m	Kloro- fyll a µg/l	Organisk tørrstoff mg/l	Uorganisk tørrstoff mg/l
V3 Øvre Vangsvatn	5.5	6.63	22.4	0.50		472	241	15.8	11.2		0.63	0.50	0.43
	26.5	6.18	13.3	0.53		218	104	5.4	1.8		0.52	0.50	1.10
	10.6	6.16	10.7	0.48		208	75	4.3	1.6	7.5	0.58	0.40	0.58
	24.6	6.10	13.1	0.25	24	166	70	3.7	1.5	8.4	1.53	0.50	0.13
	13.7	6.12	12.4	0.29	29	162	54	5.1	1.5	9.5	1.87	0.47	0.14
	3.8	6.56	11.1	0.28	26	208	59	5.0	1.5	9.5	1.76	0.67	1.67
	25.8	6.40	11.0	0.32	24	202	63	4.3	1.3	7.6	3.01	0.60	1.47
	15.9	6.20	12.8	0.45	11	258	61	8.6	4.5	8.8	1.89	0.43	1.35
	6.10	6.20	11.5	0.47	30	281	90	6.8	3.5	6.0	0.87	0.48	1.97
	5.5	6.56	21.2	0.44		436	235	11.7	6.5		0.92	0.40	0.45
V4 Nedre Vangsvatn	26.5	6.32	14.4	0.39		253	96	6.2	2.0		0.55	0.48	1.00
	10.6	6.17	11.2	0.43		203	52	4.5	2.8	7.8	0.53	0.33	0.43
	24.6	6.09	13.3	0.48	23	186	76	3.7	0.6	7.1	2.61	0.43	0.23
	13.7	6.11	11.9	0.24	28	169	52	4.0	1.0	9.7	1.73	0.43	0.17
	3.8	6.56	8.8	0.28	18	166	14	4.6	1.3	9.6	1.67	0.57	1.03
	25.8	-	-	-	-	137	63	4.1	0.8	8.8	2.90	0.57	1.77
	15.9	6.10	12.4	0.33	8	200	49	7.6	2.5	8.5	2.75	0.45	1.28
	6.10	6.35	11.1	0.57	36	268	117	6.5	3.4	6.5	0.92	0.50	2.10

Alle fosfor og nitrogenanalyser fra 5.5.1981 til 6.10.1981, samt klorofyll og tørrstoff er analysert ved NIVA. Øvrige analyser er gjort ved Bergen Ingeniørhøgskole v/Bjørg Halsvik.

Tabell 17 Årsvariasjon av bakterier i Øvre og Nedre Vangsvatn 1981
(Aritmetisk middel av alle dyp)

Stasjon	Dato 1981	Coliforme bakterier pr. 100 ml	Termostabile coliforme bakterier pr. 100 ml	Kimtall pr. ml.
V3 Øvre Vangsvatn	10.3	210	32	660
	5.5	74	10	990
	26.5	230	11	420
	10.6	230	69	290
	24.6	220	98	460
	13.7	310	56	310
	3.8	330	93	290
	25.8	250	16	340
	15.9	310	76	260
	6.10	330	110	950
V4 Nedre Vangsvatn	10.3	40	2	660
	5.5	6	2	380
	26.5	130	6	400
	10.6	140	25	230
	24.6	44	23	170
	13.7	130	38	240
	3.8	130	49	200
	25.8	87	2	250
	15.9	35	5	49
	6.10	130	38	960

Tabell 20 Arsvariasjon av kjemiske parametre ved Rognsfoss (V1) 1981.

Dato	Surhets- grad pH	Konduk- tivitet µS/cm	Turbi- ditet FTU	Farge mg Pt/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l
13.1.	5.75	21.2	0.28			80		2
10.2.	6.40	21.4	0.21			130		3
13.3.	6.45	22.0	0.24			150		<2
7.4.	6.41	21.2	0.24	10		255		3
5.5.	6.39	24.7	0.56		400	235	7.5	2.0
10.6.	6.39	11.1	0.50	20	200	95	4.5	1.5
24.6.	6.20	12.1	0.42	30	130	40	3.5	1.0
13.7.	6.20	10.1	0.36	35	150	<10	6.0	<0.5
3.8.	6.90	8.5	0.60	30	140	20	6.0	1.0
25.8.	6.96	9.0	0.35	40	200	30	6.0	0.5
15.9.	6.00	11.0	0.57	25		20	7.5	5.0
6.10.	6.42	11.5	0.55	40	290	110	9.0	4.0
3.11.	6.28	13.9	0.45	25		190	8	3
9.12.	6.66	13.4	0.47	30		210	7	4

Alle nitrogen og fosforanalysene fra 5.5. til og med 6.10.1981 er analysert på NIVA + klorofyll og tørrstoff.

Tabell 21 Arsvariasjoner av kjemiske parametre ved Palmafoss (V2) 1981

Dato	Surhets- grad pH	Konduk- tivitet $\mu\text{S}/\text{cm}$	Turbi- ditet FTU	Farge mg Pt/l	Total nitrogen $\mu\text{g N/l}$	Nitrat $\mu\text{g N/l}$	Total fosfor $\mu\text{g P/l}$	Orto- fosfat $\mu\text{g P/l}$
13.1.	6.25	23.6	0.23			120		2
10.2.	6.54	24.5	0.14			140		3
13.3.	6.59	26.0	0.43			175		12
7.4.	6.62	24.9	0.32	10		220		4
5.5.	6.68	28.4	0.67		430	200	17.5	6.5
10.6.	6.26	8.6	0.47	<5	170	70	12.0	2.0
24.6.	6.17	9.8	0.14	10	110	45	2.0	1.0
13.7.	6.21	9.0	0.21	25	150	25	3.0	<0.5
3.8.	6.80	7.3	0.25	20	140	30	3.0	0.5
25.8.	6.82	10.9	0.15	10	140	30	3.0	1.0
15.9.	6.28	10.6	0.41	5	170	30	6.5	3.5
6.10.	6.55	11.1	0.23	15	240	90	4	2.5
3.11.	6.50	24.8	0.29	15		305	16	10
8.12.	6.68	20.9	0.21	20		205	13	6

Tabell 22 Bakterier i Strandaelva (V1) og Raundalselva (V2) 1981

Stasjon	Dato 1981	Coliforme bakterier pr. 100 ml	Termostabile coliforme bakterier pr. 100 ml	Kimtall pr. ml
V1 Rognsfoss	13.1.	140	23	4000
	10.2.	52	11	850
	10.3.	20	7	540
	7.4.	58	7	2560
	5.5.	6	1	173
	10.6.	76	42	250
	24.6.	20	2	59
	13.7.	106	14	950
	3.8.	210	24	1150
	25.8.	180	3	3500
	15.9.	210	2	280
	6.10.	95	14	1540
	3.11.	160	32	740
8.12.	82	28	640	
V2 Palmafoss	13.1.	3400	500	950
	10.2.	1240	223	400
	10.3.	FMT*	FMT*	1160
	7.4.	900	100	2100
	5.5.	2600	580	1770
	10.6.	100	20	260
	24.6.	540	10	440
	13.7.	140	30	180
	3.8.	380	20	620
	25.8.	770	85	2000
	15.9.	1100	330	1100
	6.10.	880	185	790
	3.11.	FMT*	750	2500
8.12.	FMT*	550	1200	

* FMT = for mange til å telle.

	F2	V1	V2
Blågrønnalger - Cyanophyceae	1	1	1
<i>Chamaesiphon curvatus</i> Nordst.		x	xx
<i>Desmonema wrangelli</i> (Ag.) Born. et Flah.	x		
<i>Dicothrix</i> sp.		x	
<i>Stigonema mammosum</i> (Lyngb.) Ag.	xxx	xxx	xxx
Grønnalger - Chlorophyceae	3		1
<i>Cosmarium</i> spp.	x	x	
<i>Hormidium rivulare</i> Kütz.	xxx		xxx
<i>Microspora</i> sp. 10-14 μ	xx		x
<i>Mougeotia</i> sp. 6-9 μ	x		x
<i>Mougeotia</i> sp. 16-20 μ	xx		x
<i>Oedogonium</i> sp. 12 μ	x		
<i>Oedogonium</i> sp. 23 μ	x	x	
<i>Spirogyra</i> sp. 35 μ	x		
<i>Staevasstrum</i> spp.			x
<i>Tetraspora</i> sp.	xxx	xxx	
<i>Ulothrix</i> sp. 16 μ			xx
<i>Zygnema</i> sp. 18-25 μ		x	
Kiselalger - Bacillariophyceae	1		
<i>Fragilaria</i> sp.	x		
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	xxx	xx	xx
Gulalger - Chrysophyceae	1		1
<i>Hydrurus foetidus</i> Trevisan	xxx		xxx
Rødalger - Rhodophyceae			
<i>Lemanea fluviatilis</i> (L.) Ag.	x	xxx	
Moser - Bryophyta			
<i>Fontinalis dalecarlica</i> Schpr.	x		x
<i>Hygrohypnum ochraceum</i> (Turn.) Loeske	xxx	xx	xx
<i>Marsupella emarginata</i> (Ehrenb.) Dum	x	x	
<i>Rhacomitrium aciculare</i> (Hedw.) Brid.	xx	xxx	xxx
<i>Scapania undulata</i> (L.) Dum			x

Tabell 24 Bunndyr ved Rognsfoss (V1), Palmafoss (V2) og nedstrøms Vinje (F2)

Antall individer av forskjellige bunndyr fra en 3 minutters sparkeprøve tatt 11. august 1981.

Stasjon	V1 Rognsfoss	V2 Palmafoss	F2 Nedstrøms Vinje	
Oligochaeta	10	8	2	Makk
Bivalvia	2			Muslinger
Gastropoda	6			Snegl
Plecoptera	1	28	7	Steinfluer
Ephemeroptera	21	14	43	Døgnfluer
Trichoptera	34	4	4	Vårfluer
Coleoptera				Biller
Chironomidae	165	141	36	Fjærmygg
Simuliidae	218	5	73	Knott
Tipulidae		9		Stankelben
Div. Diptera	8			Rundmark
Hydracarina	1	2	1	Vanmidd
Crustacea			1(Aseillus)	Krepsdyr
S U M	466	211	167	
Antall grupper	9	8	8	

Tabell 25 Døgnfluefaunaen på st. V1, V2 og F2 11. august 1981

	St. V1	St. V2	St. F2
Baëtis rhodani	14	5	31
B. cf. vernus			10
B. scambus	7	9	2

Tabell 26 Vannkjemi på stasjon F2, nedstrøms Vinje 1981

	Surhets- grad pH	Konduk- tivetet µS/cm	Turbi- ditet FTU	Farge mg Pt/l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l
13.1.	6.05	16.4	0.26			25		2
10.2.	6.25	19.1	0.17			110		2
13.3.	6.33	20.4	0.63			100		3
7.4.	6.41	19.6	0.15	20		180		2
5.5.	6.51	22.6	0.27		310	240	5	2.5
10.6.	6.60	9.5	0.30	15	300	60	4.5	1.5
24.6.	6.09	10.6	0.27	30	120	35	2.5	0.5
13.7.	6.05	9.0	0.34	35	160	10	17	2.5
3.8.	6.28	7.4	0.24	35	120	<10	4	0.5
25.8.	6.32	7.6	0.20	27	140	10	3.5	0.5
15.9.	6.21	10.1	0.52	25	150	10	6.0	1.0
6.10.	6.11	9.3	0.46	35	200	50	5.5	2.0
3.11.	6.30	10.3	0.32	25		70	5	<2
8.12.	6.47	14.0	0.28	20		105	4	2

Tabell 27. Bakterieinnholdet ved fylkesstasjonene 1981

Stasjon	Dato	Koliforme bakterier pr. 100 ml	Termostabile coliforme bakterier pr. 100 ml	Kimfall pr. ml	Stasjon	Dato	Koliforme bakterier pr. 100 ml	Termostabile coliforme bakterier pr. 100 ml	Kimfall pr. ml
F1	13.1.	25	3	350	F6	13.1.	1600	450	1800
	10.2.	32	3	300		10.2.	180	59	750
	10.3.	1	<1	45		10.3.	760	188	780
	7.4.	4	<1	40		7.4.	1100	90	2700
	5.5.	9	<1	121		5.5.	1500	900	2100
	10.6.	35	11	190		10.6.	320	100	250
	24.6.	5	<1	101		24.6.	210	10	420
	13.7.	160	14	550		13.7.	300	29	260
	3.8.	68	12	280		3.8.	820	76	1200
	25.8.	32	1	150		25.8.	1000	130	2200
	15.9.	55	4	86		15.9.	1100	150	1500
	6.10.	78	15	1030		6.10.	760	100	1100
3.11.	46	6	135	3.11.	FMT	FMT	1800		
8.12.	32	8	600	8.12.	1800	430	1300		
F2	13.1.	34	5	280	F7	13.1.	370	62	2000
	10.2.	140	5	450		10.2.	290	18	1100
	10.3.	818	*FMT	140		10.3.	340	33	1600
	7.4.	60	<1	190		7.4.	580	30	2600
	5.5.	10	1	130		5.5.	190	130	790
	10.6.	76	15	230		10.6.	30	5	200
	24.6.	42	<1	90		24.6.	6	1	38
	13.7.	160	31	570		13.7.	58	1	170
	3.8.	110	23	420		3.8.	54	2	110
	25.8.	44	2	340		25.8.	62	2	360
	15.9.	220	15	63		15.9.	22	1	37
	6.10.	132	43	1050		6.10.	180	40	1000
3.11.	72	13	155	3.11.	330	90	380		
8.12.	55	15	480	8.12.	450	82	1200		
F3	13.1.	140	30	4000	F8	13.1.	230	60	1200
	10.2.	44	0	480		10.2.	150	28	1400
	10.3.	92	8	620		10.3.	180	18	320
	7.4.	46	<1	3800		7.4.	1000	40	2200
	5.5.	Usikker is				5.5.	120	65	1500
	10.6.	68	30	340		10.6.	60	2	130
	24.6.	8	<1	79		24.6.	20	<1	41
	13.7.	14	<1	900		13.7.	34	<1	70
	3.8.	110	4	240		3.8.	102	19	180
	25.8.	46	<1	220		25.8.	70	1	480
	15.9.	65	<1	101		15.9.	15	4	28
	6.10.	70	10	940		6.10.	270	45	1100
3.11.	88	4	420	3.11.	310	110	430		
8.12.	110	30	680	8.12.	470	60	850		
F4	13.1.	120	26	1800	F9	13.1.	280	64	2500
	10.2.	98	21	900		10.2.	310	51	1200
	10.3.	66	17	2200		10.3.	200	2	310
	7.4.	50	1	2100		7.4.	940	25	2400
	5.5.	8	<1	180		5.5.	250	50	1500
	10.6.	60	18	240		10.6.	40	2	380
	24.6.	4	<1	29		24.6.	18	<1	53
	13.7.	52	6	580		13.7.	44	4	200
	3.8.	300	75	900		3.8.	110	37	190
	25.8.	60	2	1300		25.8.	66	2	500
	15.9.	140	1	410		15.9.	30	6	84
	6.10.	90	6	1180		6.10.	450	200	910
3.11.	480	73	1200	3.11.	440	260	620		
8.12.	105	22	850	8.12.	500	170	800		
F5	13.1.	12	1	120	F10	13.1.	110	16	1900
	10.2.	80	4	100		10.2.	180	180	1200
	10.3.	8	3	88		10.3.	12	4	350
	7.4.	55	11	230		7.4.	34	1	840
	5.5.	3	<1	100		5.5.	6	<1	160
	10.6.	3	1	75		10.6.	120	24	260
	24.6.	2	<1	11		24.6.	18	5	170
	13.7.	26	3	65		13.7.	88	35	310
	3.8.	210	22	210		3.8.	130	46	680
	25.8.	45	4	480		25.8.	68	3	780
	15.9.	50	3	53		15.9.	72	5	71
	6.10.	32	<1	400		6.10.	110	60	1500
3.11.	20	3	120	3.11.	66	27	320		
8.12.	12	5	180	8.12.	160	52	700		

* FMT = for mange til å telle.

LITTERATUR

- Sindre, E., 1973. Kwartærgeologiske undersøkelser i området mellom Vossestrand og Nærøfjorden og tilgrensende fjellstrøk. Upub. hovedoppg., Univ. i Bergen.
- Kjensmo, J., 1966. Electrolytes in Norwegian lakes. Schweiz. Z. Hydrol 28: 29-42.
- Faafeng, 1979. NIVA-rapport 0-76088, "En undersøkelse av Vossevasdraget 1977".
- Faafeng, 1981. NIVA-rapport 0-76088. "Undersøkelser i Vossevasdraget 1978-79".

Eldre bakgrunns litteratur

- Hauge, H.V. 1957. Vangsvatnet and some other lakes near Voss. A limnological survey in Western Norway. Folia Limnologica Scandinavica 9: 1-157.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1906. Planktonundersøgelser i Norske Vande. Kristiania.
- Nygaard, H. 1968. Rapport om undersøkelser av fiskevann i Voss kommune 1967. Voss kommune, stensilert rapport. 1-65.
- Steine, I.S. (red) 1972. Strondavassdraget, Voss 1969-71. Lab. for ferskvannsøkologi og innlandsfiske, Univ. i Bergen 5: 1-163.
- Strøm, K.M. 1921. The phytoplankton of some Norwegian Lakes. Vidensk. Selsk. Skr., Mat. Naturv. Kl.
- Strøm, K.M. 1930. Limnological observations on Norwegian Lakes. Arch. Hydrobiol. 11: 97-124.
- Vik, 1971. "Vassdrag og samfunn" (Foredrag fra et seminar med samme tittel på Voss 1969). Universitetsforlaget.

Fiskeundersøkelser

Dahl, Knut, 1917. "Studier og forsøk om ørret og ørretvand" (ny utgave 1943) (Lite om Voss, men en del opplysninger i tabeller).
Centraltrykkeriet, Kristiania.

Undersøkelser og prosjekter av nyere dato

Kanavik, 1967. "Oversikt over avløps- og isforhold i Vossavassdraget"
NVE-iskontoret.

H. Væum, G.G. Raddum, S.G. Raddum og S. Mossige, 1974. "Temperaturforholdene i Strondaelva før og etter regulering".

Nygaard, H. 1969. Fiskeribiologiske undersøkelser av vatn i Voss kommune 1967-1968. Voss kommune.

Bekkestad, F., 1976. Nedbør- og hydrokjemiske undersøkelser på Voss i tidsrommet april - juli 1976. (Stensilert rapport).

Bekkestad, F., K. Endeve, I.B. Løne & A. Mandelid, 1977. Vossevassdraget - pH-undersøkelser 1975-1977. Datasamling. (Stensilert rapport).

Nordeng, H., 1977. A pheromone hypothesis for homeward migration in anadromous salmonids. OIKOS 28: 155-159.

Nordeng, H., 1979. Laksens heimorientering, røyrproblemet og fiskehuset på Voss. Jubileumsskrift i høve Voss Jeger- og Fiskarlag sitt 50-årsjubileum 1929-1979.

I 1972 startet Vosseprosjektet, faglig tilknyttet Zoologisk institutt, Universitetet, Oslo. Resultatene er presentert i følgende rapporter:

1976 Rapport nr. 1. Sammendrag av 7 hovedfagsarbeider redigert av Dag Matzow "Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Lønnavatn og Strandaelva, 1972-1974".

- 1977 Rapport nr. 2. Dag Matzow "Orientering om Vosseprosjektet". Her inngår oversikt over vitenskapelige artikler og hovedfagsoppgaver pr. juni 1977.
- 1978 Rapport nr. 3. Dag Matzow (red.) "Rapport om Vosseprosjektets virksomhet. januar 1977-januar 1978".
- 1979 Rapport nr. 4. Haraldstad og Matzow. "Virkninger av regulerings-tiltak på aurebestanden i Myrkdalsvatnet, Voss".
- 1981 Rapport nr. 5. Ø. Haraldstad, "Auren i Myrkdalsvatnet, Voss".
- 1979 NIVA-rapport 0-76088, Faafeng, "En undersøkelse av Vossevassdraget 1977".
- 1981 NIVA-rapport 0-76088. Faafeng, "Undersøkelser i Vossevassdraget 1978-79".
- Jonsson, B. & N.C. Stenseth, 1977. A method for estimating fish length from otolith size. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 56:
- Jonsson, B. & T. Østli 1978. Demographic strategy in char compared with brown trout in Lake Løne, Western Norway. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 57.
- Jonsson, B., P.I. Kvammen & O.T. Sandlund, 1976. Vosseprosjektet - et samarbeid mellom lokalsamfunn og universitet. Naturen 100: 69-74.
- Jonsson, B., P.I. Kvammen, D. Matzow, J.P. Nilssen & T. Østli, 1975. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Lønavatn. Del I. Hovedoppgave i zoologi, Universitetet i Oslo.
- Jonsson, B., P.I. Kvammen, D. Matzow, J. P. Nilssen, T. Østli & O.T. Sandlund, 1977. The Voss Project - a model for cooperation between the university and a local community. MS. 16 s.

- Kapperud, G. & B. Jonsson, 1976. Yersinia enterocolitica in brown trout (Salmo trutta L.) from Norway. Acta path. microbiol. scand. Sect. B, 84: 66-68.
- Kapperud, G. & B. Jonsson, 1978. Yersinia enterocolitica and Yersinia like microbes isolated from freshwater ecosystems in Norway. Med. Mal. infect.
- Kvammen, P.I., 1975. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Lønavatn. IIa. Bløtbunnsfaunaen. Hovedoppgave i zoologi, Universitetet i Oslo. 118 s.
- Matzow, D., 1976. Røyas ernæringsbiologi i Lønavatn, belyst ved en sammenligning mellom røyas fødevalg og næringsdyrenes fordeling, og en analyse av konkurranse mellom røye og ørret. Hovedoppgave i zoologi, Universitetet i Oslo. 88 s.
- Matzow, D. (red), H. Huru, B. Jonsson, P.I. Kvammen, J.P. Nilssen, O.T. Sandlund & T. Østli, 1976. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Lønavatn og Strandaelva 1972-1974. Vosseprosjektet. Zool. Inst. Univ. Oslo, Rapp. nr. 1: 1-235.

Publikasjoner som bygger på materiale fra Vosseprosjektet

- Huru, H., 1977. Hydrografi og fytoplankton i Lønavatn, 1973 og 1974. Hovedfagsoppgave i limnologi, Universitetet i Oslo. 163 s.
- Jonsson, B., 1975. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Lønavatn, Voss. IIc, Ørreten i Lønavatn. Hovedoppgave i zoologi, Universitetet i Oslo. 87 s.
- Jonsson, B., 1976. Comparison of scales and otoliths for age determination in brown trout, Salmo trutta L. Norw. J. Zool. 24: 295-301.
- Jonsson, B., 1977. Demographic strategy in a brown trout population. Zool. Scr. 6

Jonsson, B. & D. Matzow, 1974. Fuglefaunaen på Voss idag og for femti år siden. Fauna 27: 31-38.

Jonsson, B. & O. Råd, 1974. Observasjoner over hønehaukens jaktteknikk. Fauna 27: 155-159.

Jonsson, B. & O.T. Sandlund, 1975. Notes on winter activity of two Diamesa species (Dipt. Chironomidae) from Voss, Norway. Norw. J. Ent. 22: 1-6.

Jonsson, B. & N.C. Stenseth, 1976. Regression of body length on scale size of brown trout, Salmo trutta L. Norw. J. Zool. 24: 331-340.