

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Oslo

0-81064

UNDERSØKELSE AV STAKKESTADVATNET

26. august 1981

30. januar 1982

Saksbehandler : Arne H. Erlandsen  
Medarbeider : Rolf Høgberget

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

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

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

Rapportnummer: 0-81064
Undernummer:
Løpenummer: 1352
Begrenset distribusjon:

Reportens tittel:  Undersøkelse av Stakkestadvatnet 26. august 1981	Dato: 30. januar 1982
Forfatter(e):  Arne H. Erlandsen	Prosjektnummer: 0-81064
	Faggruppe:
	Geografisk område: Rogaland
	Antall sider (inkl. bilag): 14

Oppdragsgiver: Haugesund kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
-------------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:

Stakkestadvatnet er drikkevannskilde for Haugesund kommune. Innsjøen er svært uregelmessig av form og derav inndelt i flere bassenger. Et av hovedbassengene som grenser opp til inntaksbassenget for vannverket hadde en betydelig større algebiomasse enn de to andre undersøkte bassengene. Ellers viser undersøkelsen 26. august 1981 at vannet er næringsfattig og en del påvirket av sur nedbør.

4 emneord, norske:
1. Stakkestadvatnet, Haugesund
2. Drikkevannskilde
3. Eutrofiering
4. Statusrapport

4 emneord, engelske:
1. Lake Stakkestadvatnet, Haugesund
2. Water supply
3. Eutrophication
4. Status report

Prosjektleder:

*Arne H. Erlandsen*

Seksjonsleder:

*Pan Holm*

Følj administrasjonen:

*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*

ISBN 82-577-0457-1

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	2
1. KONKLUSJON	3
2. INNLEDNING	3
3. UNDERSØKELSEN I 1981	5
3.1 Fysisk-kjemiske forhold	5
3.2 Planteplankton og klorofyll	9
3.3 Dyreplankton	10
3.4 Bakteriologi	12
4. DISKUSJON	12
5. LITTERATUR	14

## FORORD

I brev av 25. mai 1981 ble NIVA av Haugesund kommune bedt om å foreta en undersøkelse av vannkvaliteten i Stakkestadvatnet. Bakgrunnen for henvendelsen var Statens institutt for folkehelse's (SIFFs) ønske om en undersøkelse for å vurdere om vannkvaliteten var endret siden NIVAs undersøkelse i 1970.

I forståelse med ingeniør Ohren ved SIFF utarbeidet NIVA et undersøkel-  
sesprogram som ble oversendt Haugesund kommune i brev av 17. juni 1981. Med assistanse fra avd.ing. Otto Hauge fra Haugesund kommune utførte NIVA undersøkelsen etter det oppsatte program den 26. august 1981. Bakteriologiske prøver ble innsamlet og undersøkt av byveterinæren i Haugesund. Dyreplanktonmaterialet er bearbeidet av distrikthøgskolekandidat Rolf Høgberget. NIVAs saksbehandler har vært cand.real. Arne H. Erlandsen.

## 1. KONKLUSJON

På grunnlag av resultatene fra undersøkelsen 26. august 1981 kan Stakkestadvatnet betegnes som oligotroft (næringsfattig). Vannet er en del surt, noe som bl.a. skyldes tilførsel av sulfat via nedbøren. Det ble ikke registrert store endringer i vannkvaliteten sammenlignet med tidligere års undersøkelser.

Resultatene av de vannkjemiske analysene viste at det ikke var særlig forskjell i vannkvaliteten mellom de undersøkte bassengene B, C og E. Det var imidlertid en del tarmbakterier i overflatevannet i bassengene C og E, noe som viser at vannet er en del påvirket av kloakkvann.

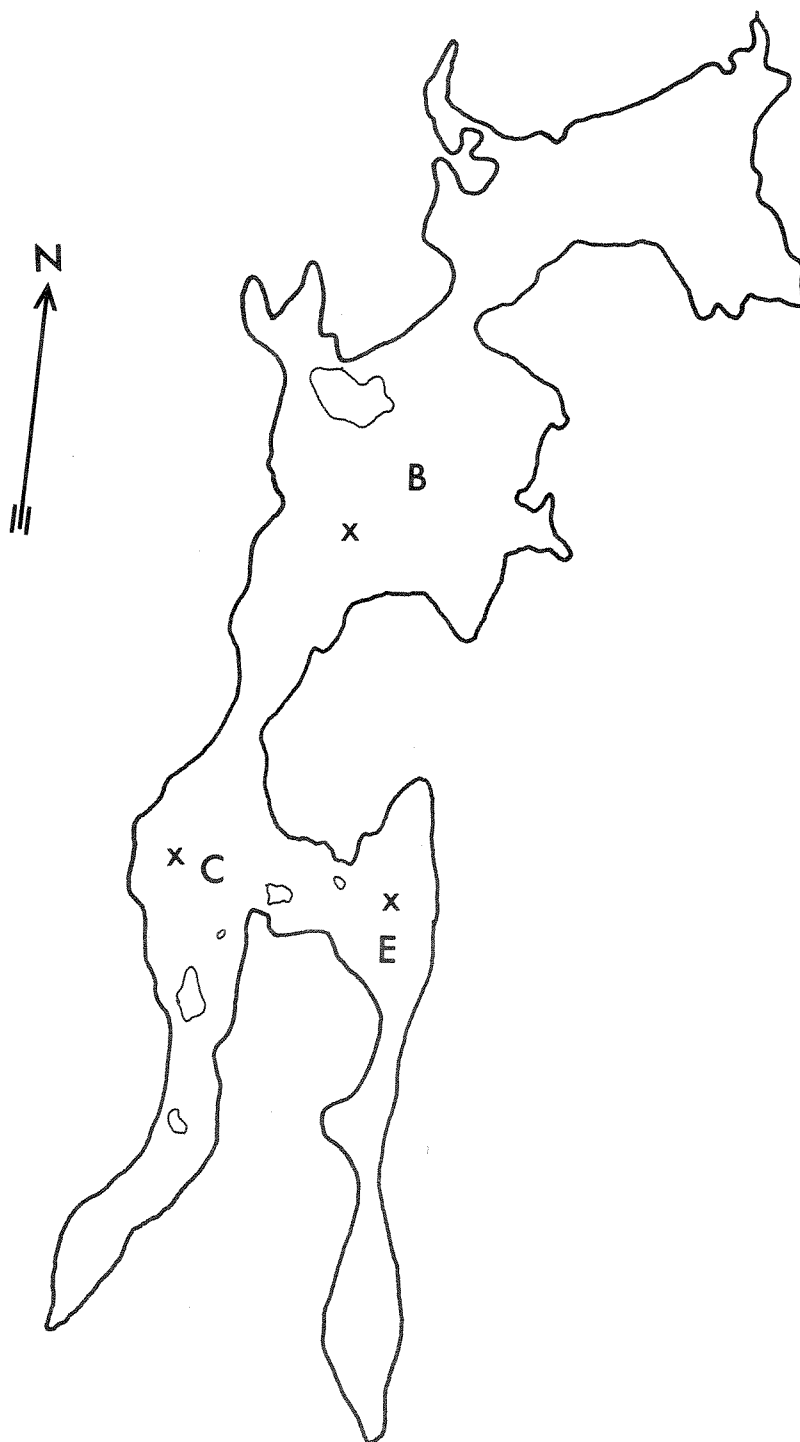
Mengden av planteplankton, både absolutt og målt som klorofyll, var betydelig større i overflatevannet i basseng E sammenlignet med de to andre undersøkte bassengene. Selv om dette er resultatet av bare en dags undersøkelse, tyder mengden av planteplankton på at basseng E er en del påvirket av plantenæringsstoffer, og betydelig mer enn bassengene B og C.

## 2. INNLEDNING

Stakkestadvatnet er en svært uregelmessig innsjø som naturlig deles inn i 6 mindre bassenger (figur 1). Innsjøen er drikkevannskilde for Hauge-sund kommune. Drikkevannsinntaket ligger i basseng C, og derfor er undersøkelsen konsentrert til dette og de største tilgrensende bassenger B og E. Til sammen utgjør disse tre bassengene 3/4 av det totale vannvolum i Stakkestadvatnet.

Stakkestadvatnet har tidligere vært undersøkt av NIVA i 1959-1960 og i 1970. Ved en sammenligning av resultatene ble det ikke registrert store forskjeller i hovedbassenget, basseng C, ved disse to undersøkelsene (NIVA 1970).

I denne rapporten blir det også foretatt en sammenligning med de kjemiske og biologiske resultatene fra undersøkelsen i 1970 for å se om det kan registreres noen endring av vannkvaliteten siden 1970. Nå er ikke planteplanktonresultatene fra 1981 direkte sammenlignbare med resultatene fra tidligere undersøkelser fordi det dette år ble tatt inn kvanti-



Figur 1. Oversiktskart av Stakkestadvatnet. Prøvetakingsstedene er markert med x i bassengene B, C og E.

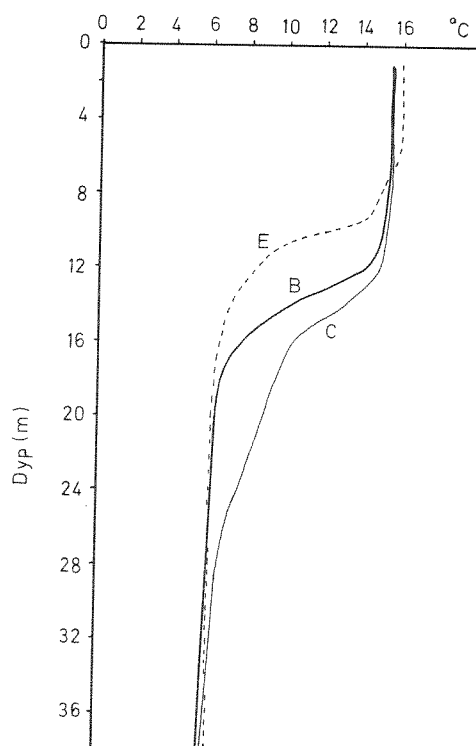
tative prøver, mens det tidligere ble benyttet håvtrekk for innsamling av planteplankton. Kvantitative prøver gir et mer korrekt bilde av planteplanktonets mengde og sammensetning, mens håvtrekkprøver er vanskelig å kvantifisere og gir et bilde av artsammensetningen som har begrenset informasjonsverdi, fordi store arter blir overrepresentert i prøven.

### 3. UNDERSØKELSEN I 1981

#### 3.1 Fysisk-kjemiske forhold

Resultatene av de fysisk-kjemiske undersøkelsene er ført opp i tabell 1.

Temperaturforholdene 26. august 1981 i bassengene B, C og E er skissert i figur 2. Det var temperatursjiktning i alle de tre undersøkte bassengene, men termoklinens (sprangsjiktets) beliggenhet var forskjellig i de tre bassengene, og det var noe høyere overflatetemperatur i basseng



Figur 2. Temperaturkurver fra Stakkestadvatnet, basseng B, C og E, 26.8.1981.

Tabell 1. Stakkestadvatnet

Basseng B 26.8.1981

Dyp m	Temp. °C	Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	pH	Filtr. farge mg Pt/l	Kond. mS/m	Turbiditet FTU	Perman- ganat mg O/l	Klorid mg Cl/l	Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	Kalsium mg Ca/l	Magne- sium mg Mg/l	Natrium mg Na/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	Silikat mg SiO <sub>2</sub> /l	Total- fosfor µg P/l	Løst reaktivt fosfor µg P/l	Total- nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l
0-4	15,5	11,3	5,3	9,5	4,1	0,5	1,9	4,5	4,9	1,2	0,6	5,4	20	22	0,7	4,5	2,0	340	130
12	14,2	10,8	5,3	14,5	4,0	0,6	2,1	3,5	4,9	1,2	0,8	5,5	20	22	1,0	3,5	3,0	370	180
20	6,2	13,0	5,3	14,5	3,2	0,6	2,8	3,0	4,8	1,2	0,8	5,4	20	25	1,0	3,0	2,5	360	180
50	5,2	11,2	5,3	9,5	3,1	0,7	2,3	5,0	4,8	1,2	0,8	5,5	30	30	1,1	5,0	3,5	360	190

Basseng C 26.8.1981

0-4	15,5	11,3	5,2	13	4,1	0,8	2,3	10,5	4,9	1,2	0,8	5,5	20	23	0,7	4,5	2,0	350	130
12	14,8	10,0	5,3	12	4,0	0,7	2,2	9,5	5,1	1,2	0,8	5,4	10	25	0,8	5,0	3,0	360	140
20	8,7	11,6	5,2	13	3,4	0,5	2,2	9,5	5,0	1,2	0,8	5,5	20	21	1,0	3,5	2,5	410	180
55	5,0	12,0	5,3	14,5	3,1	0,5	2,3	9,6	5,0	1,2	0,8	5,4	30	29	1,1	4,5	4,5	360	180

Basseng E 26.8.1981

0-4	16,0	11,9	5,3	12	4,1	0,6	2,6	9,4	5,1	1,2	0,8	5,3	30	20	0,7	6,0	2,5	330	120
12	8,5	12,2	5,2	12	3,4	0,6	2,2	9,6	5,0	1,2	0,8	5,3	30	22	1,0	3,5	1,5	370	180
20	6,0	12,8	5,2	14,5	3,2	0,9	2,4	9,7	5,0	1,2	0,8	5,3	30	23	1,0	3,0	3,0	350	180
35	5,8	11,2	5,2	14,5	3,2	0,6	2,1	9,6	4,8	1,2	0,8	5,4	40	33	1,1	4,5	4,0	370	190



E. Den noe høyere overflatetemperaturen skyldes at det på undersøkelsestidspunktet blåste vestlig vind som medførte oppstuvning av varmere overflatevann i basseng E. Termoklinen lå også en del høyere i dette bassenget, noe som vesentlig skyldes at basseng E er noe mer vindbeskyttet enn B og C, hvor vinden får bedre tak og derved presser termoklinen dypere.

I basseng C ligger termoklinen dypest og er ikke så skarp som i B og D. Dette har sin forklaring i at dette er inntaksbassenget for vannverket, og tappingen via vanninntaket på 28 meters dyp setter i gang vannbevegelser som bryter ned termoklinen (sprangsjiktet).

Oksygenforholdene i Stakkestadvatnet var gode, med metningsverdier over 100 % i praktisk talt alle dyp. Det var et svakt avtak i oksygenkonsentrasjonen på grunn av nedbryting av organisk materiale som hadde samlet seg i termoklinområdet og mot bunnen i alle tre bassengene. Dette er et naturlig fenomen på sensommeren i en innsjø, og da avtaket ikke var stort, tyder resultatene på at det ikke er spesielt stor belastning av organisk materiale på de undersøkte bassengene. Også permanganatforbruket, som er et mål på mengden lett nedbrytbart organisk materiale, var lite. I tillegg var fargeverdiene små, noe som gir informasjon om lavt innhold av løste organiske forbindelser i vannet.

Næringssaltkonsentrasjonene var lave, både av fosfor, nitrogen og silikat, og det var ingen nevneverdig forskjell mellom bassengene.

Konduktiviteten (ledningsevnen) i Stakkestadvatnet var 3,1 - 4,1 mS/m. På grunn av den kystnære beliggenheten er Stakkestadvatnet påvirket av sjøsalter. Blant annet bidrar sjøsaltkomponentene natrium, klorid og sulfat til over 80 % av konduktiviteten i vannet. Ser en på forholdet mellom kalsiumkonsentrasjonen og pH i vannet, ligger Stakkestadvatnet i faresonen for å bli forsuret (Henriksen 1979, 1980). Dette har sammenheng med at sulfat som tilføres via nedbøren forbruker hydrogenkarbonaten i vannet i buffringsprosessen mot forsureningen. Så lenge hydrogenkarbonat er til stede vil forsureningsprosessen gå langsomt, men etter at hydrogenkarbonatet er forbrukt vil pH raskt falle lavere enn 5,0, noe som bl.a. vil kunne medføre fiskedød i vannet.

I 1970 var kalsiumkonsentrasjonen i Stakkestadvatnet 1,8 mg Ca/l, mens det 26.8.81 ble målt 1,2 mg Ca/l. pH i 1970 var omkring 5,8, mens den på undersøkelsestidspunktet i 1981 var i gjennomsnitt 5,3.

Berggrunnen i nedbørfeltet er hovedsakelig gneis og gneisgranitt. Disse bergartene er tungtforvitrelig og avgir lite forvitningsprodukter (bl.a. kalsium) til vannet. Selv om forsureningen er en langsom prosess, kan fiskedød med tiden bli et aktuelt problem i Stakkestadvatnet dersom tilførselene av sulfat vedvarer eller øker.

Siktedypobservasjonene viser at det var størst siktedyp i basseng B og C, med henholdsvis 6,5 m og 7,0 m, mens sikten i basseng E var noe mindre, 5,5 m.

Turbiditetsverdiene (tabell 1) kan ikke forklare det lave siktedypet i basseng E, men verdiene for suspendert tørrstoff var noe høyere i basseng E, 0,67 mg/l, mot 0,44 og 0,55 i basseng B og C. Permanganatforbruket var også noe høyere i overflatevannet i basseng E, og dette tyder på noe høyere innhold av organisk materiale i dette bassenget enn i de to andre.

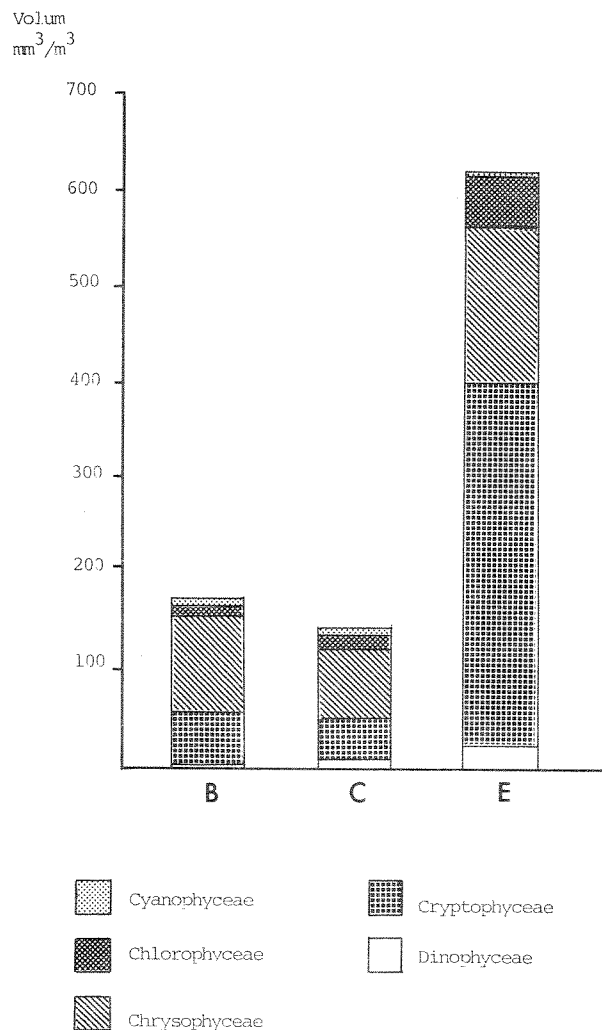
Tabell 2. Plantep plankton i Stakkestadvatnet 26.8.81 (blandeprøve 0-4 m).  
Antall celler/l må multipliseres med  $10^3$ . Volum er gitt  $\text{imm}^3/\text{m}^3$

	Basseng B		Basseng C		Basseng E	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)						
<i>Meristopedia tenuissima</i> col.	225.0	6.75	232.3	6.97	108.9	3.27
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)						
<i>Chlamydomonas</i> sp.	10.9	2.18	25.4	5.08	228.7	45.74
<i>Chlorella</i> sp. col. 8 celler	14.5	8.7	14.5	8.7	10.9	6.5
<i>Oocystis</i> sp.			+		+	
CHRYSOPHYCEAE (gulalger)						
<i>Bitrichia chodatii</i>	18.2	1.82	14.5	1.45	29.0	2.9
<i>Chrysoikos skujai</i>	36.3	1.09	14.5	0.44	123.4	3.7
<i>Dinobryon borgei</i>					7.3	0.37
<i>D. crenulatum</i>	116.2	23.2	39.9	7.98	352.1	70.4
<i>Mallomonas acrotropis</i>	127.0	50.8	127.1	50.8	130.7	52.3
<i>Mallomonas</i> sp.	10.9	6.54	7.3	4.38	7.3	4.38
<i>Stenokalyx</i> sp.			7.3	0.37		
Ubestemt chrysoeph. 7 um	163.4	8.17	79.9	4.0	352.1	17.61
Ubestemt chrysoeph. 7 um	79.9	7.99	36.3	3.63	94.4	9.44
CRYPTOPHYCEAE						
<i>Cryptomonas</i> sp. 18 um	58.1	46.5	43.6	34.9	214.2	171.4
<i>Cryptomonas</i> sp. 24 um					83.5	260.4
<i>Rhodomonas lacustris</i>	39.9	7.98	36.3	7.26	25.4	5.08
DINOPHYCEAE						
<i>Gymnodinium lacustre</i>			7.3	5.84	21.8	17.44
u-alger	217.8	4.36	225.1	4.50	370.3	7.41
Sum		176.1		146.3		618.3

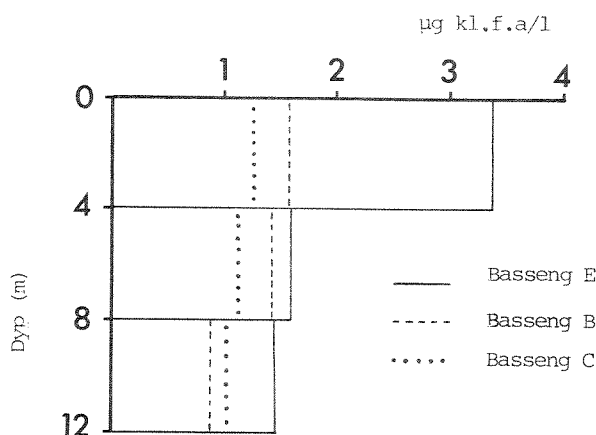
### 3.2 Plantep plankton og klorofyll

Resultatene av plantep planktonundersøkelsen er gitt i tabell 2 og figur 3. Klorofyllverdiene er framstilt i figur 4. Både totalmengden av plantep plankton og klorofyllkonsentrasjonen viser at algemengden er liten i basseng B og C, noe som klart indikerer oligotrofe (næringsfattige) forhold. Artsammensetningen er også typisk for næringsfattige innsjøer. Bl.a. er blågrønnalgen *Merismopedia tenuissima* en indikasjon på næringsfattige forhold. Det samme gjelder for den registrerte artsammensetningen av gulalgen.

Totalvolumet av plantep plankton er 3-4 ganger større i 0-4 m sjiktet i basseng E enn i B og C. Klorofyllkonsentrasjonen er også høyest i basseng E, spesielt i 0-4 m sjiktet, hvor konsentrasjonen er over dobbelt så høy som i basseng B og C (figur 3).



Figur 3. Totalt algevolum og relativ sammensetning av de viktigste algegruppene i Stakkestadvatnet 26.8.1981 (blandprøve 0-4 m).



Figur 4. Klorofyllkonsentrasjonen i blandeprøver 0-4 m, 4-8 m og 8-12 m fra Stakkestadvatnet 26.8.1981.

Mens både klorofyllkonsentrasjonen, totalvolum og artsammensetning av planteplankton klart klassifiserer vannet i bassengene B og C som næringsfattig, er mengden så stor i basseng E at det her må ha vært tilført plantenæringsstoffer som har stimulert algeveksten. Mengden er av en slik størrelse at dette bassenget må klassifiseres som oligomesotroft, dvs. en overgangsform mellom næringsfattig (oligotrof) og middels næringsrik (mesotrof). Den algegruppen som har mest markert økning i basseng E i forhold til i de andre bassengene er Cryptomonadene, noe som er vanlig å registrere tidlig i en eutrofieringsfase. Som nevnt er *Merismopedia tenuissima* en indikator på næringsfattige forhold, og denne arten er registrert med et avtak i basseng E i forhold til i B og C.

### 3.3 Dyreplankton

Resultatene av dyreplanktonanalysene er ført opp i tabell 3. Da de analyserte prøvene ikke er kvantitative, er tabellen satt opp på grunnlag av en vurdering av dominansforholdene mellom de viktigste artene. Sammensetningen av dyreplanktonet viser at vannet har oligotrof (næringsfattig) karakter, og det kan ikke registreres store forskjeller mellom bassengene.

Tabell 3. Dyreplankton i Stakkestadvatnet 26.8.1981. Vertikale håv-  
trekk fra bassengene B (0-30 m), C (0-30 m) og E (0-30 m).  
Maskevidde 95 µm.

	Basseng B	Basseng C	Basseng E
<b>CLADOCERA</b>			
<i>Bosmina longispina</i>	2	3	3
<i>Bythotrephes longimanus</i>	+		+
<i>Daphnia longispina</i>	2	1	2
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	3	3	2
<i>Holopedium gibberum</i>	+	+	+
<b>COPEPODA</b>			
<i>Cyclops scutifer</i>	+	1	2
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	1	1	1
<i>Heterocope saliens</i>	+	+	+
<i>Mesocyclops leucarti</i>	+	+	+
Calonoide copepoditter	1	1	2
Cyclopoide copepoditter	1	2	3
Nauplier	3	4	4
<b>ROTATORIA</b>			
<i>Conochilus unicornis</i>	1	1	1
<i>Kellicottia longispina</i>	3	4	3
<i>Keratella cochlearis</i>	+	1	

+ = Forekommer

1 = Sjelden

2 = Sparsom

3 = Vanlig

4 = Hyppig

5 = Dominant

### 3.4 Bakteriologi

Tabell 4. Bakteriologiske prøver fra Stakkestadvatnet 18.8. 1981.

	Dyp (m)	Totalkim pr. ml		Kolif. pr. 100 ml	Termost.kolif. pr. 100 ml
		22 °C	37 °C		
Basseng B	2	56	48	6,8	2
	12	68	77	4,5	2
	20	14	12	4	0
	30	6	5	0	0
Basseng C	2	195	110	79	13
	12	210	110	79	17
	20	12	12	4,5	0
	40	54	sverm	0	0
Basseng E	2	630	90 + sverm	180	13
	12	75	35	6,8	2
	20	90	40	17	2
	25	120	28	1,8	0

Resultatene av de bakteriologiske analysene viser at overflatevannet i basseng C (inntaksbassenget) og basseng E er en del påvirket av tarmbakterier. Kilden for denne forurensningen er det ikke mulig å registrere ved denne undersøkelsen. Selv om det ikke er registrert tarmbakterier på det dypet hvor vanninntaket ligger, er konsentrasjonen av tarmbakterier i overflatevannet såvidt stor at vannet tydelig er en del påvirket av kloakkvann.

## 4. DISKUSJON

På grunnlag av de kjemiske analysene ble det ikke registrert særlige forskjeller i vannkvaliteten mellom bassengene B, C og E i Stakkestadvatnet. Det ble heller ikke registrert store forandringer i vannkvaliteten når en sammenligner med tidlige undersøkelser.

Både på grunnlag av de vannkjemiske analysene, algemengdens størrelse og arts sammensetningen av plante- og dyreplanktonet må Stakkestadvatnet klassifiseres som næringsfattig (oligotroft). Det ble imidlertid påvist en del tarmbakterier i overflatevannet i bassengene C og E som viser at vannet er en del påvirket av kloakkvann. Dessuten tyder algemengden og algenes arts sammensetning i basseng E på at dette bassenget kan være en del påvirket av plantenæringsstoffer, selv om dette ikke kommer klart fram i de vannkjemiske analysene.

Da planteplanktonet raskt reagerer på endringer i vannkvaliteten, kan resultatene fra basseng E være en antydning om at en endring er i ferd med å skje med hensyn på vannkvaliteten i dette bassenget. I og med at dette bare er resultater fra en dags undersøkelse, bør en ikke legge for stor vekt på de registrerte forskjellene. Men da det foregår en del nyridding av jordbruksarealer ved Stakkestadvatnet, vil en økning av jordbruksarealene i nedbørfeltet føre til større belastning av plantenæringsstoffer på innsjøen. Da Stakkestadvatnet er en viktig drikkevannskilde bør trofiutviklingen i vannet derfor holdes under oppsikt, slik at en uheldig utvikling i innsjøen raskest mulig kan oppdages.

Det biologiske systemet, spesielt planteplanktonet, gir rask respons på endringer i tilførsler av næringsstoffer, og det kan ved en enkel overvåking være tilstrekkelig med klorofyllanalyser og siktedypsobservasjoner gjennom produksjonssesongen for å kontrollere hvorvidt basseng E er mer produktiv enn bassengene B og C, noe som enkelte resultater tyder på.

## 5. LITTERATUR

Henriksen, A., 1979. Påvirkning og måling av forsurening av overflatevann.  
Norsk institutt for vannforskning, årbok 1978, s. 13-19.

Henriksen, A., 1980. Acidification of freshwaters - a large scale  
titration. Proc., Int. conf. ecol. impact acid precip., Norway  
1980, SNSF project. s. 68-74.

NIVA, 1962. Undersøkelse av Stakkestadvatnet som drikkevannskilde.  
0-134. Norsk institutt for vannforskning.

NIVA, 1970. Undersøkelse av Stakkestadvatnet 1970. 0-65. Norsk  
institutt for vannforskning.