

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

0-75055

OVERVÅKING AV VERKENSELVA, KONNERUD

Resultater 1978

Saksbehandler: Jon Knutzen

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

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: 75055
Undernummer: V
Løpenummer: 1120
Begrenset distribusjon: Fri

Rapportens tittel: Overvåking av Verkenselva, Konnerud Resultater 1978	Dato: 30.4.1979
	Prosjektnummer: 75055
Forfatter(e): Jon Knutzen	Faggruppe: Limnologi
	Geografisk område: Drammen
	Antall sider (inkl. bilag): 29

Oppdragsgiver: Drammen kommune v/Byingeniøren	Oppdragsg. ref. (evt. NTF-nr.):
--	---------------------------------

Ekstrakt:

Kjemiske, biologiske og bakteriologiske undersøkelser har vist høyt innhold av plantenæringsstoffer og usikre hygieniske forhold i Verkenselva og Stordammen med tilløpsbekker. Masseoppblomstring med planteplankton og grumset vann preget Stordammen sommeren og høsten 1978. Indikasjoner på en uheldig utvikling pga. høy belastning med gjødselstoffer omfatter økt begroing med høyere planter, endret planteplanktonsamfunn, oksygen-svikt i bunnvannet og fattig bunnfauna i de dypere partier.

4 emneord, norske:
1. Eutrofiering
2. Stordammen, Konnerud
3. Planteplankton
4. Badevannskvalitet

4 emneord, engelske:
1. Eutrophication
2. Stordammen, Konnerud
3. Phytoplankton
4. Bathing water quality


Prosjektleders sign.:

.....
Seksjonsleders sign.:


Instituttetsjefs sign.:

ISBN 82-577-0163-7

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	4
1. FORMÅL OG BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSENE	5
2. INNSJØEN OG NEDBØRFELTET	5
3. OBSERVASJONER OG METODER	9
4. VANNFØRINGSDATA	11
5. KJEMISKE FORHOLD I BEKKENE	13
6. BAKTERIOLOGISKE UNDERSØKELSER	13
7. FYSISK/KJEMISKE FORHOLD I STORDAMMEN	17
8. PLANTEPLANKTON OG DYREPLANKTON	21
9. HØYERE VEGETASJON	24
10. BUNNFAUNA OG SEDIMENTER	25
11. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	26
12. LITTERATURHENVISNINGER	29

FIGURFORTEGNELSE

1. Verkenselva, Konnerud. Prøvetakingsstasjoner	6
2. Dybdekart over Stordammen, Konnerud	8
3. Ukentlig middelvannføring i Verkenselva ved Svingen 1978, l/sek.	12

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Data om Stordammen med tilhørende nedbørfelt	9
2. Kjemiske analyseresultater fra Verkenselva og innløp til Stordammen i 1978	14
3. Totale kimtall, koliforme bakterier og fækale koliforme bakterier i tilløpsbekker, Stordammen og Verkenselva 1978	16
4. Siktedyp og innhold av partikulært tørrstoff (105 °C), organisk stoff målt som glødetap (480 °C) og klorofyll i vannprøver fra Stordammen, Konnerud, 1978	16
5. Resultater av fysisk/kjemiske analyser av vannprøver fra Stordammen, Konnerud, 1978	18
6. Dyreplankton i Stordammen 22.8.1978	23

FORORD

Den foreliggende undersøkelse er foretatt på oppdrag fra Drammen kommune ved Byingeniøren. Utførelsen er i henhold til instituttets programforslag av 22.5.1978, med endringer i byingeniørens brev av 21.6.1978.

Arbeidet er en oppfølging av undersøkelser foretatt i Verkenselva og tilløpsbekker til Stordammen i 1977 (NIVA, 0-55/75, 24.4.1978). Rapporten omhandler derfor også vannføringsdata og resultatene av fortsatte kjemiske og hygieniske undersøkelser på vassdragsstasjonene. Vannstandsmålingene er oversendt fra Drammen kommune, mens de kjemiske og bakteriologiske analysene er foretatt av henholdsvis Buskerud fylkeskommunes laboratorium i Hokksund og Byveterinæren i Drammen.

Hovedkontakt med oppdragsgiver har vært overing. Tormod Spigseth, som sammen med de øvrige medarbeidere ved byingeniørkontoret takkes for informasjon og praktisk hjelp, bl.a. med opplodding og kartlegging av flytevegetasjonen i Stordammen.

Takk rettes også til Erling Jahn-Larsen for praktisk hjelp og verdifulle opplysninger og til medlem av Stordammenutvalget, Øivind Juul Nilsen, for informasjon om dammen og nedbørfeltet.

Ved instituttet er de kvantitative prøvene av planteplankton og zooplankton bearbeidet av henholdsvis cand.mag. Else Øivor Sahlqvist og distrikts- høgskolekandidat Jarl Eivind Løvik. Ing. Kai Sørensen er ansvarlig for analysene av klorofyll, tørrstoff og gløderest.

Oslo, 20. april 1979

Jon Knutzen

1. FORMÅL OG BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSENE

Overvåkingen av Verkenselva med innsjøer og sidevassdrag begynte i 1977. Første året ble hovedvekten lagt på å dokumentere forurensningstilstanden i hovedvassdraget mellom Stordammen og Svingen, samt i de to viktigste tilløpene til Stordammen (figur 1). Undersøkelsene omfattet kjemiske og bakteriologiske vannanalyser, samt observasjoner av bekkenes begroings-samfunn. Resultatene viste markerte forurensningsvirkninger både i Verkenselva og i bekken fra Konnerudkollen (NIVA 1978). Overslagsberegninger tydet på at Stordammen var sterkt belastet med gjødselstoffer.

Stordammen ligger innen 15-30 minutters gangtid for størstedelen av Konneruds befolkning. Innsjøen er et meget benyttet utfarts- og badested. Fiskemulighetene er betydelige.

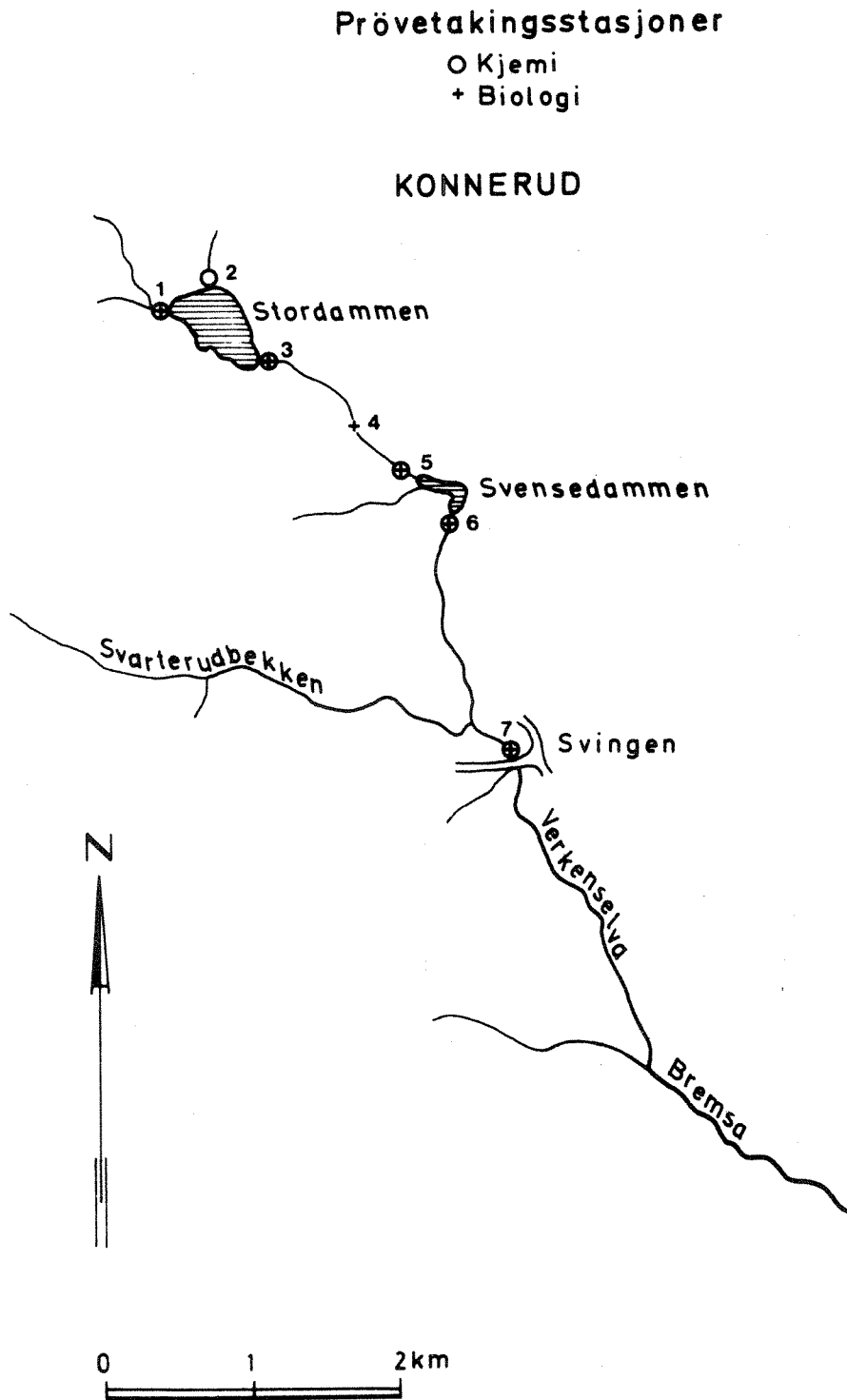
Vannkvaliteten har i de senere år vært gjenstand for bekymring. Ifølge lokalkjente er vannet blitt mer grumsete, og i nordenden (figur 2) har flyteplanter og bevoksningen langs stranden bredd seg og gjort det nødvendig med hyppigere opprensning. Det har også hersket usikkerhet om hvorvidt vannet var hygienisk betryggende.

Undersøkelsene i 1978 har hatt som fremste mål å gi en generell karakteristikk av forurensningssituasjonen, og dermed et bedre grunnlag for vern og stell av innsjøen. De foretatte målinger av gjødselstoffinnhold i tilløpsbekkene kan gi indikasjoner på graden av belastning på Stordammen og antyde hvordan og med hvor mye tilførselene bør reduseres.

2. INNSJØEN OG NEDBØRFELTET

Stordammen ble anlagt ved oppdemming av det vesentlig smalere og grunnere Eskerudtjernet en gang mellom 1741 og 1749. Hensikten var å skaffe et større vannmagasin for "Det Jarlsbergske Sølvhaltige Blye- og Kobber-Verk". I den forbindelse fikk også en del myrmark og pytter endret sitt naturlige avløp (Knappen 1977). Selv om de anlagte smådammer delvis ikke lenger eksisterer, antas disse reguleringene stort sett fremdeles effektive i den forstand at de øker tilsiget til Stordammen. Imidlertid er det mulig at nedbørfeltets øverste innsjø, Ormtjern, igjen har fått delvis avløp i

Fig.1 Verkenselva, Konnerud



to retninger; slik det opprinnelig var. Nedbørfeltet regnes i denne rapport til 5,1 km², dvs. inklusiv Ormtjerns nedbørfelt (NIVA 0-49/67 1969). De noe usikre avrenningsforholdene skyldes også delvis oppsprukket fjell, som gjør at vannet i noen grad ikke følger overflateformasjonene.

Berggrunnen er variert, med både harde bergarter (granitt o.a.) og mer eller mindre omdannet leirskifer, sandstein og kalkstein. De sistnevnte bidrar til å gi avrenningsvannet et etter norske forhold høyt saltinnhold. Stordammen må derfor betraktes som en relativt næringsrik innsjø fra naturens side.

I tabell 1 er det stilt sammen en del andre data om nedbørfeltet.

Opplysningene om arealfordeling, bosetting, avløpsforhold og virksomhet er gitt av Drammen kommune (brev av 29.3.1978). Besetningen på pelsdyrfarmen har man fått opplyst ved henvendelse til eieren (1978). Beregningene av innsjøens volum bygger på resultatene av opplodding foretatt av Drammen kommune (figur 2). Belastningen med næringsalter er anslagsmessig beregnet. Med hensyn til beregningsgrunnlaget vises til tidligere rapport (NIVA 1978). Kommunen har til hensikt å foreta en nøyere kartlegging av avløpsforholdene for både boliger og pelsdyrfarmen.

Stordammen er meget fiskerik. I 1961 ble det etter nedtapping fjernet 2-3000 kg abbor, gjedde, brasme og hersling (mort ?) (Knappen 1977). Bakgrunnen var ønsket om å få et ørretvann. Utsettingen av regnbueørret ga imidlertid ikke det ønskede resultat, og i dag er dammen dominert av de opprinnelige fiskeslag. Det er også en moderat bestand av kreps.

Et verdifulle innslag i landskapet er det vesle våtmarksområdet i nordenden, som er tilholdssted for ender og vadefugler.

Tidligere ble Stordammen regulert ut fra forskjellige bedrifters behov. Nå ligger reguleringsmyndigheten under Byingeniøren i Drammen. Forøvrig har en kommunal komité - Stordammenutvalget - hånd om skjøtselen av dammen.

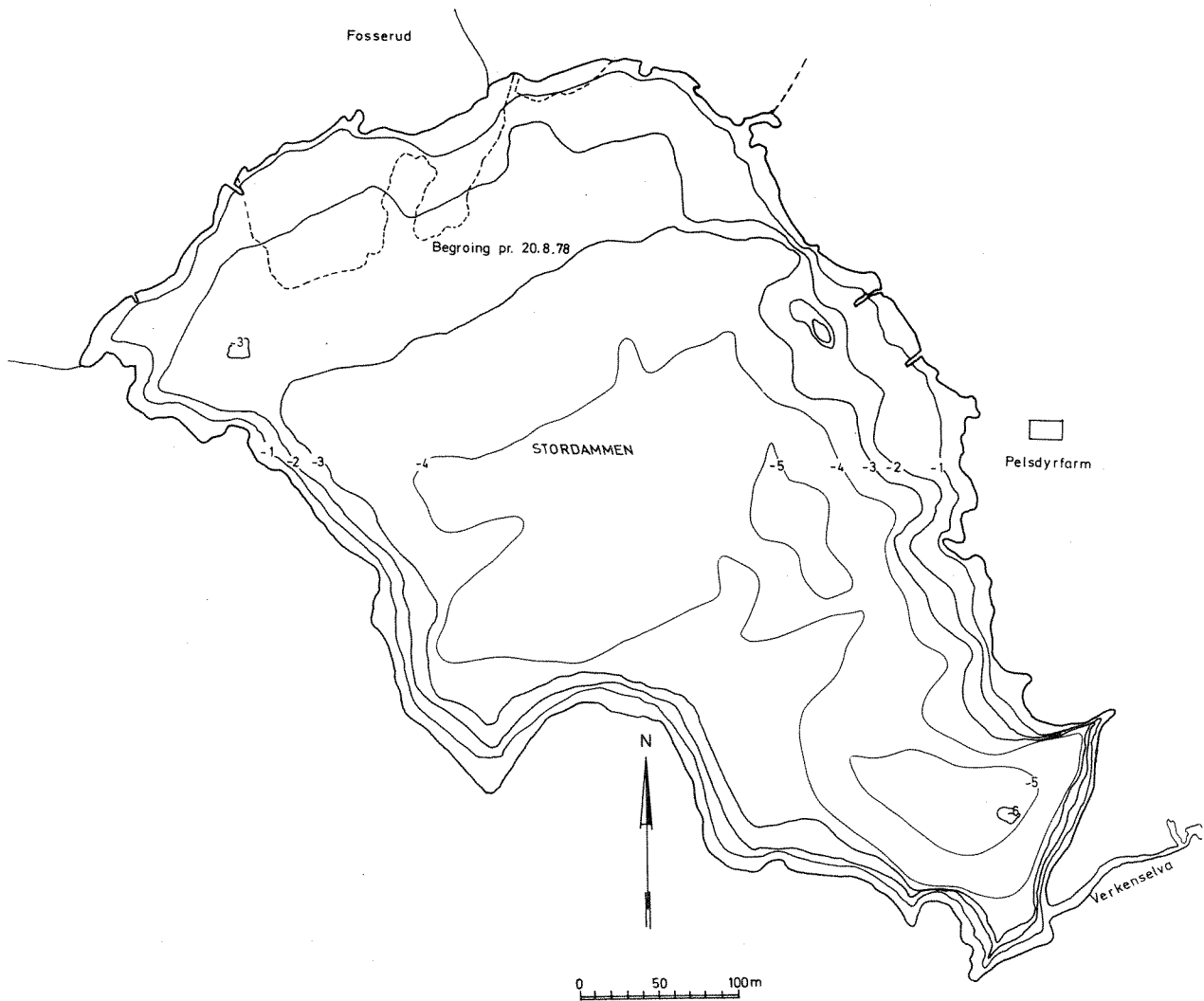


Fig. 2. Dybdekart over Stordammen, Konnerud.
Stiplet: Utbredelse av flytebladvegetasjon (mest vanlig tjønnaks).

Tabell 1. Data om Stordammen med tilhørende nedbørfelt.

Nedbørfeltets areal	ca. 5,1 km ²
Skog	" 4,2 "
Bolig- og jordbruksareal	" 0,6 "
Vann	" 0,3 "
Antall personer	" 450 (ca. 95% med utedo eller utslipp til grunnen)
Pelsdyrfarm	" 200 rev og ca. 200 mink
Overflateareal	" 0,19 km ²
Volum	" 570.000 m ³
Middeldyp	" 3 m
Maksimaldyp	" 6 m
Midlere tilsig i året	" 100-125 l/s (Beregnet etter NVE's hydrologiske kart)
Vannets midlere teoretiske oppholdstid	" 60 døgn
Teoretisk fosforbelastning	" 800 kg pr. år (ca. 4,2 g pr. m ² overflate ¹⁾).
Teoretisk nitrogenbelastning	" 5200 kg pr. år (ca. 27 g pr. m ² overflate ¹⁾).

1) Feilaktig angitt til bare ca. 1/3 av dette i forrige rapport (NIVA 1978, s. 19).

3. OBSERVASJONER OG METODER

Observasjonsmaterialet omfatter følgende:

Vannprøver til kjemiske analyser: 5 prøver fra 0-2 m laget i løpet av perioden 2.7. - 22.8.1978. Vannet ble samlet inn ved hjelp av en rørformet, 2 m lang prøvetaker. Prøvene er blitt analysert på innhold av klorofyll, tørrstoff, gløderest, surhetsgrad (pH), konduktivitet, totalt organisk karbon, totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen og nitrat. 22.8. ble det tatt en vertikal prøveserie på dammens dypeste punkt (figur 2) og gjort oksygenanalyser på bunnvannet. Kjemiprøvene er analysert på insti-

tuttets rutinelaboratorium i henhold til Norsk Standard. Klorofyll er analysert fluorimetrisk; tørrstoff og gløderest på filter etter en time ved henholdsvis 105 °C og 480 °C.

Drammen kommune har samlet inn og Buskerud fylkeslaboratorium analysert 2-5 vannprøver fra bekkestasjonene (figur 1). I likhet med forrige år er prøvene blitt analysert etter Norsk Standard på pH, konduktivitet, kjemisk oksygenforbruk (dikromat), totalfosfor og totalnitrogen.

Siktedyp er målt samtidig med innsamling av vannprøver i innsjøen.

Plantep plankton: Kvantitative plantep planktonprøver ble samlet inn samtidig med kjemiprøvene (0-2 m) frem til 22.8. og siden månedlig frem til 19.11. 0-1 meters håvtrekk (porevidde 25 µm) ble også tatt i tiden 2.7. - 22.8. Dette materialet er bearbeidet bare i den utstrekning det var nødvendig for å identifisere og beregne volumet av de dominerende arter. Tre prøver (2.7., 22.8 og 19.11.) er telt i omvendt mikroskop (Utermöhl-teknikk).

Dyreplankton: Tre prøver ble samlet inn 22.8. fra 2, 3 og 4 meters dyp og slått sammen til en blandprøve der hovedartene er telt. Ved prøvetakingen ble det benyttet en 10-liters planktonfelle.

Bunndyr: I de to dyppartiene (figur 2) ble det gjort grabbskudd med en Ekman grabb og bunnprøven vasket i en sil med 1 mm hull.

Sedimenter: Bunnvleiringer fra innsjøens dypeste punkt (figur 2) ble samlet inn med en Tamm prøvetaker (rørdiameter 2 cm) og analysert på innhold av organisk stoff.

Høyere vegetasjon: Utbredelsen av flyteplanter er kartlagt av medarbeidere hos byingeniøren i Drammen i forbindelse med at dammen ble loddet opp.

Hygieniske forhold: Prøver til analyse på innhold av totale kimtall, koliforme bakterier og fækale koliforme bakterier er samlet inn av Byingeniørkontoret og analysert av Byveterinæren i Drammen. Foruten fra Stordammen v/badeplass er det samlet inn prøver fra bekkestasjonene vist på figur 1.

Vannstandsobservasjonene i Verkenselva rapporteres som ukemidler i vannføring. Rådata er oversendt fra Byingeniørkontoret.

4. VANNFØRINGSDATA

Ukemidler for vannføring ved Svingen vannmerke er vist i Figur 3. Jevnført med forrige år (NIVA 1978) var det betydelig høyere vannføring i første halvår, unntatt i juni. Særlig var det bemerkelsesverdig høy vannføring i januar. Bortsett fra en eksepsjonell høy vannføring i juli, var det ingen markerte topper i annet halvår.

Middelvannføringen i 1978 lå betydelig over teoretisk midlere avrenning. Sistnevnte er muligens også anslått noe for høyt. NVE's hydrologiske kart viser en middelavrenning på 20-25 l/km²/s. Med et nedbørfelt på 18 km² ved Svingen, blir dette 360-450 l/s i midlere vannføring (mot 450 l/s på figuren).

Figuren reflekterer til en viss grad de hurtige svingningene som kan finne sted; et forhold som blir enda mer markert ved å betrakte variasjonen fra dag til dag. Dette har ikke bare sammenheng med at nedbørfeltet er lite og magasineringskapasiteten begrenset, men viser også den helt avgjørende betydningen av hvordan vann tappes og holdes tilbake i Stordammen og Svensedammen. Den ekstreme situasjonen i juli (med bl.a. en vannstandsobservasjon utenfor kalibreringsområdet for vannføringskurven) antas å skyldes en nedtapping av Svensedammen i forbindelse med anleggsdrift.

Tolkingen av vannføringsobservasjonene krever ellers en analyse basert på detaljerte opplysninger om hvordan reguleringen er utført. Dette har betydning både for tilstanden i dammene og for vassdraget nedenfor, særlig ned til Svingen.

Det anbefales derfor at det føres en reguleringslogg for begge dammene.

Vannføring i l/sek

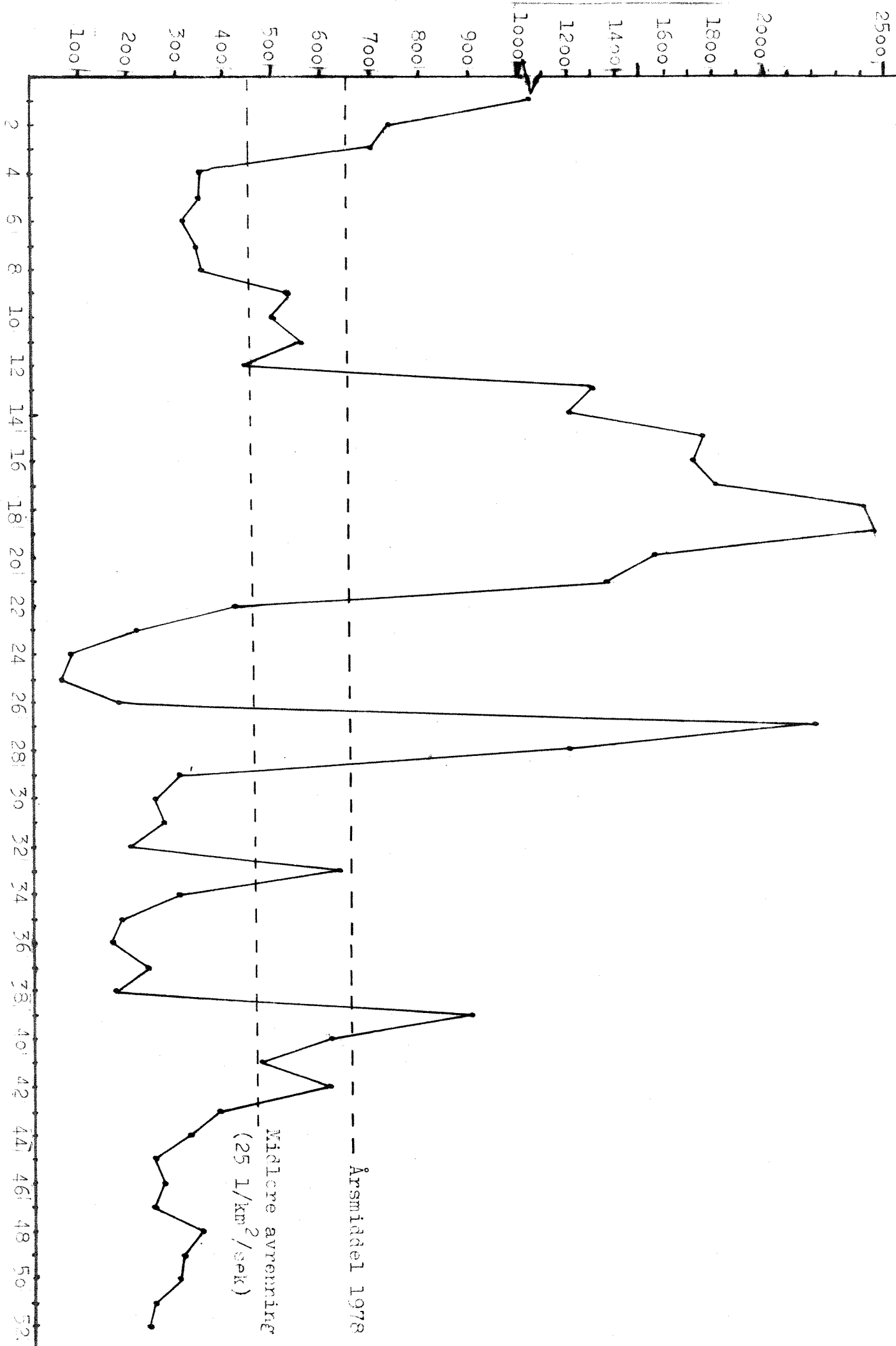


Fig. 3. Dørliggende gjennomsnittsvannføring i Verkeselva ved Svingen 1978, l/sek

Årsmiddell 1978
Gjennomsnittsvannføring
(25 l/km²/sek)

5. KJEMISKE FORHOLD I BEKKENE

Resultatene fra disse observasjoner er gjengitt i tabell 2, og bekrefter i det vesentlige 1977-materialet (NIVA 1978). Med unntak av stasjon 1 (figur 1), der vannet hadde forholdsvis lavt innhold av organisk stoff og fosforforbindelser, bar alle lokalitetene preg av å være høyt belastet eller overbelastet med gjødselstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser). Tilførselen av organisk materiale var også betydelig, men ikke i samme grad.

De relativt høye nitrogenkonsentrasjonene på st. 1 kan tyde på at også denne bekken er noe belastet av kloakkvann og jordbruksavrenning (fra Grinderudområdet og nedenfor).

I likhet med tidligere var det store svingninger i konsentrasjonene, men på tross av fåtallige observasjoner var det relativt godt samsvar mellom middelverdiene fra de to årene.

I praktisk sammenheng er vannkvaliteten på de undersøkte bekk- og elvestrekninger fyldestgjørende dokumentert i og med de undersøkelser som er foretatt. Nivået av forurensende stoffer er fastslått å være til dels meget høyt, og noen endring i vannkvaliteten kan ikke ventes før det eventuelt er iverksatt tiltak i nedbørfeltet.

Fortsatte målinger bør om mulig ha til hensikt å etablere regnskaper over tilførsel og utførsel av gjødselstoffer for Stordammen. Siden det er betydelige variasjoner både i næringssaltkonsentrasjoner og vannføring, kreves hyppig prøvetaking og måling av vannføringen. For dette formål kan observasjonsstedene innskrenkes til stasjonene 1, 2 og 3.

6. BAKTERIOLOGISKE UNDERSØKELSER

Vannprøver fra stasjonene 2, 3 og 6 (figur 1) og fra Stordammen ved badeplass (nær demningen) er analysert på totalinnhold av bakterier (kimtall), koliforme og fækale koliforme bakterier. Kimtall gir mest uttrykk for forekomst av lett nedbrytbart organisk stoff (f.eks. kloakkvann), men representerer ingen hygieniske risikoindikasjoner. Tilstedeværelse av

Tabell 2. Kjemiske analyseresultater fra Verkenselva og innløp til Stordammen i 1978 (Analyser ved Buskerud Fylkeskommunes laboratorium).

Stasjon	Dato	Surhets- grad pH	Konduk- tivitet mS/m	KOF (dikromat) mg O/l	Total Fosfor µg P/l	Total Nitrogen µg N/l
1	22/8	8,3	23,8	11	6	500
	25/10	8,1	25,8	3	2	720
2	25/4	7,7	18,4	21	41	2400
	23/5	7,7	17,7	39	60	1100
	22/8	8,0	23,9	34	62	1100
	25/10	7,9	23,6	28	27	630
3	31/1	7,9	22,3	12	12	830
	25/4	7,6	16,8	7	12	880
	23/5	8,0	13,9	10	15	700
5	31/1	7,8	24,3	15	340	1700
	25/4	7,9	21,2	9	81	1030
	23/5	7,6	15,2	13	64	990
	22/8	7,9	19,5	22	148	1100
	25/10	7,8	26,7	24	440	5600
6	31/1	7,7	23,4	9	200	2000
	28/3	7,6	23,2	16	330	1800
	25/4	7,5	17,1	3	33	1070
	23/5	7,5	13,5	11	45	780
7	31/1	7,7	19,0	9	150	2100
	25/4	7,6	14,2	8	25	780
	23/5	7,5	12,1	12	32	590
Middelverdier og variasjonsområde						
1		8,2 (8,1-8,3)	24,8 (23,8-25,8)	7 (3-11)	4 (2-6)	610 (500-720)
2		7,8 (7,7-8,0)	20,7 (17,7-23,6)	31 (21-39)	48 (27-62)	1310 (630-2400)
3		7,8 (7,6-8,0)	18,0 (13,9-22,3)	10 (7-12)	13 (12-15)	800 (700-880)
5		7,8 (7,6-7,9)	21,4 (15,2-26,7)	17 (9-24)	215 (64-440)	2080 (990-5600)
6		7,6 (7,5-7,7)	19,3 (13,5-23,4)	10 (3-16)	152 (33-330)	1410 (780-2000)
7		7,6 (7,5-7,7)	15,1 (12,1-19,0)	10 (8-12)	69 (25-150)	1160 (590-2100)

koliforme bakterier kan være et vitnesbyrd om fækal forurensning, men det er bare påvisning av fækale koliforme bakterier som gir et direkte bevis på at vannet er blitt tilført forurensninger fra tarmen hos varmblodige dyr. I slike tilfeller er det også risiko for at sykdomsfremkallende organismer er til stede.

Analyseresultatene er stilt sammen i tabell 3, og viser at alle de undersøkte deler av vassdraget var forurenset, men i vekslende grad med tid og sted.

Mest belastet (som i 1977) var st. 6, som ligger nedenfor det store kloakkutslippet fra Jarlsbergfeltet (nær st. 4, kfr. figur 1). Man skulle vente at påvirkningen fra dette utslippet ville vise seg mest i flomperioder (kort oppholdstid og liten avdøding i Svensedammen), men bakterietallene fra utløpet viser ingen bestemt sammenheng med vannføringen. Nå vil også dette avhenge av rytmen for tapping og fylling av dammen, slik at det kreves en mer nøyaktig analyse for å beskrive en eventuell sammenheng. Under alle omstendigheter har konsentrasjonen av fækale koliforme bakterier i vannet fra Svensedammen flere ganger overskredet de krav som Statens Institutt for Folkehelse setter til hygienisk forsvarlige fri-luftsbad (<50 E.coli pr. 100 ml, SIFF 1976).

Av tabellen ses videre at den ene av tilførselsbekkene til Stordammen (st. 2, figur 1), må sies å representere en hygienisk risiko i badesesongen og sommerhalvåret. Dette gjelder selv om vannet fra utløpet (st. 3) og nær den mest benyttede badeplassen synes bare moderat eller ikke belastet med fækale forurensninger. Førrige års observasjoner antydte at også innsjøens hovedvannmasse til tider kunne ha et høyt innhold av fækale koliforme bakterier (NIVA 1978).

Analysenes antall er for lavt til å kunne trekke noen sikre konklusjoner om badevannets hygieniske kvalitet. Det anbefales for dette formål ukentlige analyser av koliforme og fækale koliforme bakterier i månedene juni-august. Stasjonenes antall kan innskrenkes til to - badeplassen og utløpsvannet.

Tabell 3. Totale kimtall, koliforme bakterier og fækale koliforme bakterier i tilløpsbekker, Stordammen og Verkenselva 1978.
(Analysert av Byveterinæren i Drammen).

Stasjon	Dato	Totale kimtall (pr. ml)	Koliforme bakterier (pr. 100 ml)	Fækale koliforme bakterier (pr. 100 ml)
2	26/4	477	130	10
	24/5	115	110	520
	11/8	150	5	5
	29/8	847	17	50
	26/9	1200	5	0
3	31/1	120	0	0
	26/4	319	23	10
	24/5	23	0	0
	11/8	110	7	0
	29/8	762	2	10
	26/9	20	2	0
6	31/1	2010	>16000	3100
	26/4	1181	1100	285
	24/5	3200	2200	5467
	11/8	120	79	11
	29/8	9460	79	20
	26/9	500	13	0
Stordammen	11/8	50	2	1
v/bade-	29/8	451	0	0
plass	26/9	30	0	0

Tabell 4. Siktedyp og innhold av partikulært tørrstoff (105 °C), organisk stoff målt som glødetap (480 °C) og klorofyll i vannprøver fra Stordammen, Konnerud, 1978.

Dato	Siktedyp i m	Tørrstoff mg/l	Glødetap mg/l	Klorofyll µg/l
2/7	1,6-1,8	5,0-5,8	2,8-3,5	11,8-12,2
9/7	1,6-1,8	5,5	3,4	14,4
26/7	1,6	6,8	5,3	17,6
14/8	1,5	7,0-7,5	6,6-6,0	19,9
22/8	1,2-1,3	5,0	5,0	39,3
28/10	1,1	12,0	10,3	54,6

7. FYSISK/KJEMISKE FORHOLD I STORDAMMEN

For å få et inntrykk av lagdelingsforholdene er det samtidig med de øvrige observasjoner gjort temperaturmålinger fra overflaten til bunnen. Disse målingene ga følgende resultater ($^{\circ}\text{C}$):

Dyp (m)	2/7	9/7	26/7	14/8	22/8
0	16,8	15,1	16,4	17,4	16,4
1	16,8	14,7	16,4	17,4	16,4
2	16,7	13,9	16,4	17,3	16,3
3	16,3	13,0		17,2	15,5
3,5	15,7				
4		12,7		15,8	14,2
5		11,8	13,2	13,0	13,2

Lagdelingen var lite markert, med gjennomblanding i de øvre 2-3 m, og bare 3-4 graders forskjell mellom overflaten og bunnen. Det er mulig at forholdet vil være noe annerledes i varmere somre. I hvert fall kan overflatetemperaturen da ofte være betydelig høyere enn observert i 1978.

Vannets gjennomskinnelighet er registrert ved måling av siktedypet. Dette skjer ved å senke en hvit skive (diameter 25 cm) ned til det dyp der den ikke lenger kan skimtes. Resultatet gir et uttrykk for hvor klart eller grumset vannet er. Dette har ikke bare estetisk interesse, men har praktiske konsekvenser både for hvor langt ned det er lys, og dermed hvor dypt planktonalger og andre planter kan vokse, og for badevannskvaliteten.

Resultatene av siktedypsmålingene er vist i tabell 4, sammen med innholdet av partikulært tørrstoff, organisk stoff og klorofyll. Man ser at siktedypet har vært lavt og avtakende i hele perioden 2.7. til 28.10. Det stadig mindre siktedypet synes å ha en klar sammenheng med økende innhold av partikler, særlig planktonalger (kfr. klorofyllverdiene). Ved alle observasjonene hadde skiven en grålig gulgrønn farge i halvt siktedyp.

Siktedypet var muligens noe bedre i 1978 (middel 1,5 m) enn i 1977 (middel 1,2 m), men forskjellen er neppe større enn at den kan skyldes forskjellige observatører.

Tabell 5. Resultater av fysisk/kjemiske analyser av vannprøver fra Stordammen, Konnerud, 1978.

Komponent	Dato, dyp	2/7	9/7	26/7	14/8	22/8		Middelverdier Variasjonsomr. (0-2m)
		0-2 m	0-2 m	0-2 m	0-2 m	0-2 m	3 m 5 m	
Totalfosfor	µg P/1	20	27	28	16	15	23	21(15-28)
Ortofosfat	" P/1	<2	5	3,5	2	4	6	~ 3(<2-5)
Totalnitrogen	" N/1	290	490	440	480	520	1120	440(290-520)
Nitrat	" N/1	<10	120	10	<10	<10	60	~30(<10-120)
Ammonium	" N/1		<10				355	
Tot.org.karbon	mg C/1	6,1	6,2	7,0	7,4	8,7	7,6	7,1(6,1-8,7)
Kjemisk oksygen- forbruk (KMnO ₄)	" O/1	4,0	4,1	4,4	4,2	5,1	4,2	4,4(4,0-5,1)
Kjemisk oksygen- forbruk (dikro- mat)	" O/1			14,8	20,3	25,1	23,6	20,1(14,8-25,1)
pH		7,9			9,2	8,0	7,3	(7,9-9,2)
Alkalinitet (pH 4,5)		13,3			15,6	15,9	17,9	14,9(13,3-15,9)
Konduktivitet µS/cm ² , 20 °C		137			148	136	155	140(136-148)
Turbiditet JTU		2,3			2,1	2,7	4,1	2,4(2,1-2,7)
Farge, filtr. mg Pt/1		5			13	16	22	11(5-16)
Kalsium	" Ca/1	28,5				34,3	37,5	
Magnesium	" Mg/1	1,0				0,9	1,0	
Sulfat	" SO ₄ /1	20,0				8,8	8,1	
Klorid	" Cl/1					1,6	1,6	
Silisium mg SiO ₂ /1			2,9	0,5	0,9	2,0	3,6	1,4(0,5-2,9)
Oksygen mg O/1						10,7	9,0	0,15
% oksygenmetning						~110	~90	~1

Siktedypet i Stordammen har både i 1978 og foregående år (NIVA 1978) vært til dels betydelig lavere enn det minimumskrav på 2-3 m som Statens Institutt for Folkehelse stiller til vann for friluftsbad (SIFF 1976). Det grumsete vannet innebærer en risiko ved eventuelle drukningsulykker. Ifølge lokalkjente er det også enkelte oppstikkende knatter av fjell ute i vannet. Disse lar seg vanskelig se når vannet er grumsete, og kan bety en fare ved stuping og hopping fra flåter som i sommersesongen padles rundt på forskjellige steder. Oppstikkende knatter under vann bør enten fjernes eller merkes.

Vannets kjemiske egenskaper fremgår av tabell 5. Verdiene for alkalinitet, pH, kalsium og konduktivitet viser vannets basiske karakter, med et etter norske forhold høyt innhold av kalk og oppløste salter. Disse forhold har sammenheng med den delvis kalkholdige fjellgrunnen i nedbørfeltet.

Videre var det relativt høyt innhold av plantenæringsstoffer som fosfor- og nitrogenforbindelser (kfr. konsentrasjonene av totalfosfor og totalnitrogen). Bortsett fra ved en anledning (9. juli) var det minimale konsentrasjoner av nitrat i de øvre 2 m; en tilstand som skyldes opptak i planteplankton. Derimot var det relativt mer av orthofosfat. (Ved fullstendig forbruk av tilgjengelige fosforforbindelser vil konsentrasjonene være under 1-2 $\mu\text{g P/l}$ av orthofosfat).

For å bygge opp eget cellemateriale trenger planteplankton fosfor- og nitrogenforbindelser omtrent i vektforholdet 1:7 (1:5-10). Data fra 1977 og 1978 viser midlere konsentrasjon av totalfosfor på vel 20 $\mu\text{g P/l}$ (<2) 12 - 37 $\mu\text{g P/l}$) og av totalnitrogen på vel 550 $\mu\text{g N/l}$ (290 - 1480 $\mu\text{g N/l}$). Forholdet mellom de midlere totalkonsentrasjoner på ca. 1:25 indikerer et markert potensielt underskudd på fosforforbindelser, dvs. at fosfor skulle være den sannsynlige begrensende faktor for vekst av planteplankton. Dette stemmer ikke med at det mesteparten av sommeren er registrert tilnærmet fullstendig oppbruk av nitrat, derimot ikke av orthofosfat. Fenomenet lar seg ikke forklare på det eksisterende grunnlag. Man kunne tenke seg at nitrogenet var til stede i andre tilgjengelige former enn nitrat, men dette underbygges ikke av den ene ammoniumsanalysen som er foretatt. Derimot kan orthofosfat i realiteten ha vært oppbrukt, men blitt gjendannet i noen grad ved nedbrytning av organisk materiale i

i de ukonserverte prøvene (mellom prøvetaking og konservering på laboratoriet).

Ellers viste også de kjemiske analysene høyt innhold av organisk stoff (kfr. verdien for kjemisk oksygenforbruk og total organisk karbon i tabell 5). Som nevnt var den alt overveiende delen av det organiske stoffet i partikkelform. Dette vises også av de høye turbiditetsverdiene (tabell 5), og de moderate fargeverdiene for filtrert vann.

Silisiumkonsentrasjonene var lave. Det har ikke vært anledning til å undersøke om konsentrasjonssvingningene kan ha sammenheng med variasjoner i mengden av diatoméer i planteplanktonet.

Observasjonene av oksygeninnholdet viste meget lave verdier i bunnvannet, men liten eller ingen utvikling av forråtnelsesgassen dihydrogensulfid (svovelvannstoff). Oksygenforholdene var i hvert fall tilfredsstillende ned til under 3 m. En viss overmetning i de øvre 0-2 m var et resultat av planteplanktonets fotosyntese. Oksygenunderskuddet i dypvannet skyldes nedbrytningen av de store mengdene av organisk stoff som planteplanktonet produserer.

Det grumsete vannet medfører at produksjonsintensiteten vil avta hurtig med dypet og vil være bagatellmessig under 2-3 m. Innsjøen er imidlertid så grunn at risikoen for råtne (oksygenfrie) forhold antakelig er forholdsvis liten i sommerhalvåret. Risikoen vil være størst hvis det opptrer lengre perioder med stille, varmt vær, slik at et sterkt oppvarmet overflatelag for en tid blir effektivt adskilt fra kjøligere (og dermed tyngre) bunnvann. Ved stabil lagdeling under is er det derimot større fare for at deler av vannmassen under overflatelaget skal preges av forråtnelsesgasser og så lave oksygenkonsentrasjoner at det er ulevelig for fisk. For eventuelt å vurdere dette nærmere, må det gjøres observasjoner på våren før isen går.

8. PLANTEPLANKTON OG DYREPLANKTON

Forekomsten av planteplankton er i hovedsak registrert ved målinger av klorofyllkonsentrasjonen i blandprøver fra sjiktet 0-2 m.

Resultatene i tabell 4 viser at der var store mengder planteplankton gjennom sommeren og utover høsten. Særlig store bestander var det på sensommeren og høsten, med et antatt maksimum i slutten av oktober.

Telling av de dominerende arter i et mindre antall kvantitative planteplanktonprøver (også blandprøver fra 0-2 m) ga følgende celletall og biomassekonsentrasjoner (algevolum i mm^3 pr. m^3 vann):

	2/7		22/8		19/11	
	Millioner celler/l	mm^3/m^3	Millioner celler/l	mm^3/m^3	Millioner celler/l	mm^3/m^3
Cosmarium sp.	0,4	30	110	8900	94	7500
Lyngbya limnetica	1,4	250	6,4	1100	4,4	770
Synedra spp. (mest S. acus)	6,2	1600	3,3	810	0,7	170
Div. grønnalger	1,8	140				
Div. chrysophycéer	1,7	410				
Div. cryptomonader	1,6	190				
Div. mikroalger		100				
Sum		~2800		~11000		~8000

Både klorofylldataene og telleresultatene dokumenterer at vannet i Stordammen er næringsrikt. Som tidligere anført (NIVA 1978) må det antas at denne næringsriktighet i det vesentlige skyldes overgjødsling fra bosetting og virksomhet i nedbørfeltet.

De små artene i grønnalgeslekten *Cosmarium* har en utilstrekkelig utredet systematikk. Den arten som dominerte i Stordammens plankton kan foreløpig best anføres som *Cosmarium* cf. *sphagnicolum* var. *pachygonum*. På grunn av at arten lett overses eller forveksles med andre, er dens utbredelse og miljøkrav lite kjent. Den andre arten som opptrådte i masseforekomst om høsten,

blågrønnalgen *Lyngbya limnetica*, er heller ikke registrert mange ganger i Norge (Romstad og Skulberg 1971, P. Brettum, pers. medd.) og ikke i slike mengder som i Stordammen. Derimot er den ikke uvanlig i Sverige, Danmark og Finland. Det er karakteristisk at arten kan opptre til alle tider av året (Nygaard 1945).

Følgende andre planktonalger ble funnet i betydelig antall i de kvantitative prøvene fra 22. august: Blågrønnalgene *Aphanothece* sp. ?; grønnalgene *Chlamydomonas* sp., *Chodatella citriformis*, *Elakatothrix* sp., *Monoraphidium contortum*?, *M. minutum*, *M. setiforme* ?, *Pediastrum tetras*, *Scenedesmus* spp., *Staurastrum (gracile/paradoxum* gr.), *Tetraedron caudatum*, uidentifiserte Chlorococcales og diatoméene *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *Cyclotella* sp. og *Synedra* spp.

I samme dags håvtrekkplankton fra overflaten (25 µm maskeåpning) var det overveldende dominans av den trådformede *Lyngbya limnetica*, mens de små *Cosmarium*-cellene til dels hadde gått gjennom porene i håven og var underrepresentert i prøven. Denne inneholdt ellers små mengder av diatoméene *Synedra* cf. *acus* og *Tabellaria flocculosa*, grønnalgene *Dictyosphaerium* cf. *pulchellum*, *Pediastrum boryanum* og *P. duplex*, foruten diverse arter nevnt fra den kvantitative prøven. Forskjellige grønne og andre flagellater var også vanlige (bl.a en art av *Trachelomonas*).

Tidligere observasjoner av planteplanktonet i Stordammen er fåtallige, men de data som foreligger kan likevel tyde på at samfunnet har endret sammensetning på den måten at arter som begunstiges av høy næringstilgang spiller en dominerende rolle. I en håvtrekkprøve fra 29.5.1968 var det et variert samfunn av diatoméer og grønnalger med *Asterionella formosa* og *Gloeocystis planctonica* som de mest fremtredende (NIVA 1969).

Lyngbya limnetica ble ikke registrert. Det ble den heller ikke i en kvantitativ prøve fra 19.9.1973 (Pål Brettum, pers. medd.). Derimot er det mulig at den funne *Cosmarium*-arten også var til stede i 1968 og 1973, men ikke i tilsvarende mengder som i 1978.

På samme måte synes det ikke tidligere å ha forekommet så massive og langvarige oppblomstringer før i de seneste år. Siktedypsmålingene i 1977 (NIVA 1978) kan tyde på like høye planktonkonsentrasjoner som i 1978.

(I 1977 ble det funnet små mengder av *Lyngbya limnetica* i begroingsprøver fra utløpet av Stordammen). At lokalkjente er av den oppfatning at vannet er blitt stadig mer grumsete, kan også tyde på at det har skjedd en viss forandring i uheldig retning.

Dyreplanktonobservasjonene innskrenker seg til telling av en blandprøve sammensatt av tre 10-liters prøver fra henholdsvis 4,3 og 2 meters dyp. De opprinnelige prøvene ble konsentrert ved siling gjennom planteplanktonhåven. Resultatene fremgår av tabell 6.

Tabell 6. Dyreplankton i Stordammen 22.8.1978.

Organismer	Antall pr. m ³
ROTATORIA (Hjuldyr)	
Asplanchna sp.	1.700
Kellicottia longispina	16.000
Keratella cochlearis	500
Notholca sp.	100
Polyarthra major	1.300
CLADOCERA (Vannlopper)	
Bosmina longirostris	2.600
COPEPODA (Hoppekreps)	
Heterocope sp. (cf. H. appendiculata)	1.300
cf. Mesocyclops leuckarti	300
Calanoide nauplier	500
Cyclopoide nauplier	500

Zooplanktonsamfunnet var sammensatt av vanlig forekommende arter i moderate konsentrasjoner. Biomassen av dyreplankton var liten i sammenlikning med planteplanktonets biomasse. En vedvarende skjevhet i dette forhold kan ofte observeres i innsjøer som er brakt i økologisk ubalanse ved overgjødning.

9. HØYERE VEGETASJON

I det store og hele er Stordammen omkranset av steinstrand, og det er beskjedent vekst av høyere planter i det meste av innsjøen. I nordenden ligger det imidlertid åker og eng ned til strandkanten, og over en strekning av et par hundre meter vokser flaskestarr, takrør og elvesnelle. Utenfor strandvegetasjonen er det til dels betydelige mengder av undervanns- og flytebladvegetasjon.

Undervannsvegetasjonen skal ha tiltatt i de senere år (Erling Jahn-Larsen, pers. medd.). Dette har skapt økende ulemper for båtferdsel og behov for hyppigere opprensning utenfor båtplasser.

På denne bakgrunn ble det funnet å være av interesse å få de nåværende utbredelse av flyteplanter nærmere kartlagt. Dette er gjort av medarbeidere ved Byingeniørens kontor i forbindelse med opploddingsarbeidet. Bevoksningens utbredelse sommeren 1978 er inntegnet på dybdekartet, figur 2.

Ved bekkeutløpet i nordenden var det bare 15-20 m² flaskestarr. Videre mot Fosserud (østover) var det litt takrør, med et 2-5 m bredt belte av elvesnelle utenfor. Her begynte det ca. 80 m brede beltet der overflaten var dekket av flytebladene til vanlig tjønnaks. Ytterligere mot øst var det et 5-20 m bredt belte av elvesnelle, ispedd spredte takrør innerst mot stranden og med hjertetjønnaks som undervannsvegetasjon. Lenger ute overtok et varierende bredt belte av vanlig tjønnaks. Denne arten skal først ha opptrådt i noen mengde i løpet av de siste 10 år (E. Jahn-Larsen, pers. medd.). Av figur 2 ses at tjønnaksbevoksningen tynnes raskt ut østover, der det i hovedsak bare var en del flaskestarr langs land.

Bestandene av høyere planter har betydning for området fugleliv (næring, ly), og det bør skje en balansert avveining mellom hensynet til fuglene og de øvrige interesser som gjør seg gjeldende (estetiske forhold, fiske, ferdsel med båt). Periodisk beskjæring for hånd, slik det hittil er gjort, synes å være den mest nærliggende løsning.

10. BUNNFAUNA OG SEDIMENTER

Fra de dypeste deler av innsjøen er det samlet inn et lite antall prøver av bunnfauna og bunnavleiringer, vesentlig for å få indikasjoner på de midlere oksygenforhold nær bunnen og i de øvre lag av sedimentet.

Sedimentprøvene ble samlet 23. september med en Tamm prøvetaker (plastrør med 2 cm diameter). Avleiringene var relativt bløte og besto av mørkebrunt til brunsort silt, uten markert sonering i lag av forskjellig karakter. Det var heller ingen lukt av hydrogensulfid (svovelvannstoff). En analyse av de øvre 0-5 cm viste et vanninnhold på 94,3 % og et innhold av organisk stoff (målt som glødetap) på 330 mg/g tørt sediment. Dette er meget høyt innhold av organisk stoff, og i samsvar med at den høye produksjonen ved planktonalger ikke rekker å bli omsatt av dyreplanktonet, men opphopes på bunnen. Det tilføres heller ikke så store mengder uorganisk materiale med innløpsbekkene at dette virker "fortynnende" på det organiske materialet som dannes i innsjøen.

Bunnfaunaprøver ble samlet 22. august med en Ekmangrabb (1,6 dm² fangstflate) og silt gjennom et metallnett med 1 mm porer. På det dypeste stedet (5,5-6 m, nær demningen) ble det ikke funnet noen dyr som var synlig med det blotte øyet. Fire grabbskudd i den andre dyphølen (se fig. 2) ga som resultat henholdsvis 8, 3, 3 og 2 røde fjærmygglarver av ca. 3 cm lengde (cf. *Chironomus plumosus* gr.). Ingen andre arter ble registrert. Den midlere tetthet av fjærmygglarver var ca. 250 pr. m².

Røde fjærmygglarver er spesielt tilpasset oksygenfattige omgivelser, og kan i hvert fall i noen tid tåle fullstendig fravær av oksygen. Sammen med mangelen på andre bunndyr (snegler o.a.) vitner dette om kritisk lave oksygenverdier i de dypere deler av innsjøen. Hvor langt opp de lave oksygenkonsentrasjoner går, lar seg ikke bedømme uten ytterligere undersøkelser. Forholdene på bunnen og de dypere vannlag gir et ytterligere varsel om de konsekvenser fortsatt overbelastning med gjødselstoffer kan få for dammens tilstand. Lavt oksygeninnhold i vannet betyr innskrenket livsrom for bunndyr og for så vidt også for fisk, selv om disse kan søke høyere opp i vannmassene. Generelt sett må det anses ugunstig om større deler

av en innsjø's bunnareal og dypvannsmasser preges av hel eller delvis oksygenmangel. Stoffomsetningen går langsommere, organisk materiale akkumuleres, det oppstår intern gjødsling ved utløsning av lagrede fosforforbindelser og organismesamfunnene blir fattigere.

11. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

I Med henblikk på å gi en karakteristikk av Stordammens forurensningstilstand er det foretatt en undersøkelse med hovedvekt på vannkvaliteten i innsjøens overflatelag (0-2 m). Observasjonene omfatter næringssalter og vanlige vannkjemiske komponenter, siktedyp, klorofyllinnhold, planteplankton og høyere vegetasjon, samt orienterende prøver av dyreplankton, bunndyr og sedimenter.

Rapporten inneholder også resultatene av vannkjemiske observasjoner i Verkenselva og Stordammens viktigste tilløp, dessuten bakteriologiske analyser av vannprøver fra bekkene og Stordammen.

Undersøkelsene er et ledd i en overvåking av Verkenselva som startet i 1977. Prøvesteder fremgår av figur 1 og 2.

II De bakteriologiske analysene har dokumentert at vannet i Svensedammen ved flere anledninger har inneholdt høyere konsentrasjoner av tarmbakterier enn det som anses hygienisk betryggende for friluftsbad. I vann fra badeplassen på Stordammen og fra utløpet av dammen var det derimot lave bakteriekonsentrasjoner, eller tarmbakterier ble ikke påvist. På bakgrunn av at observasjonene er fåtallige og at den ene tilførselsbekken viste til dels høye bakterietall, kan man ikke føle seg trygg på at vannet til enhver tid er hygienisk tilfredsstillende. For å få en pålitelig dokumentasjon av forholdene, bør det om sommeren (juni-august) foretas ukentlige bakteriologiske analyser på vann fra badeplassen og utløpet av Stordammen.

III Vannet i Stordammen har også i 1978 vært grumsete og uklart. Siktedypet har variert mellom 1,8 - 1,1 m. Dette er mindre enn de krav helsemyndighetene mener bør stilles til badevann (minimum 2-3 m).

Det ugjennomsiktige vannet representerer en økt risiko ved eventuelle drukningsulykker. I tillegg kan det være en viss fare for at man ved lek (hopp fra flåter) ikke ser fjellknatter som stikker opp under vannflaten. Slike knatter bør fjernes eller merkes.

- IV Den dårlige sikten i vannet skyldes først og fremst store mengder av planteplankton. Det er observert høye klorofyllkonsentrasjoner og celledtall gjennom sommersesongen og utover høsten. Mengden av planteplankton har igjen sammenheng med overbelastning med gjødselstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser). Den store overvekten av planteplanktonbiomasse i forhold til zooplanktonmengde er likeledes et trekk som ofte går igjen i innsjøer som er brakt i ubalanse på grunn av overgjødsling.
- V Planteplanktonet var dominert av en liten *Cosmarium*-art og blågrønnalgen *Lyngbya limnetica*. Sammenlikning med tidligere observasjoner tyder på at planteplanktonsamfunnet i Stordammen muligens har forandret sammensetning mot dominans av mer næringskrevende arter.
- VI Analyse av vannets oksygeninnhold viste lave verdier nær bunnen (5 m) på sensommeren. Ved orienterende prøver av bunnfaunaen i dammens dypere deler (5 m), ble det bare funnet en art av fjærmygg-larver; kjent for å være tolerant overfor lave oksygenkonsentrasjoner og periodisk mangel på oksygen. Selv om prøver av sedimentet viste at disse ikke var råtne, kan det være formålstjenlig å undersøke oksygenforholdene nærmere i kritiske perioder (før isløsning og eventuelt etter lengre perioder med stille varmt vær om sommeren).
- VII I forbindelse med at vegetasjonen i nordenden av dammen hevdes å ha bredd seg i de senere år, er det foretatt en kartlegging av høyere planter. Ute i vannet domineres bevoksningen av vanlig tjønnaks, og de omtrentlige grenser for utbredelsen fremgår av figur 2. Den høyere vegetasjonen spiller en positiv rolle for tilstedeværelsen av ender og vadefugl, og det bør finne sted en balansert avveining mellom dette og hensynet til ferdsel med båt og andre interesser.

- VIII Under vanlige forhold er det relativt rask fornyelse av Stordammens vannmasser. Dette gjør innsjøen mindre ømfintlig, særlig med hensyn til langtidsvirkninger, for den teoretisk sett sterke overbelastningen med gjødselstoffer. Spesielle klimatiske forhold (lengre tørkeperioder om sommeren, sen isløsning), kan derimot tenkes å lede til ugunstige forhold i form av masseforekomst av planteplankton og mangel på oksygen i deler av vannmassene. Utviklingstendensen lar seg vanskelig bedømme på grunnlag av bare ett års observasjoner. Det kan derfor være grunn til fortsatt oppfølging over noen år.
- IX Resultatene av de kjemiske og bakteriologiske observasjoner i vassdragene har bekreftet konklusjonene fra 1977. Den harde kloakkvannsbelastningen på Verkenselva vises ved til dels svært høye konsentrasjoner av organisk stoff, næringssalter og bakterier. Også i den ene tilførselsbekken er det observert høye bakterietall og gjødselstoffkonsentrasjoner. I hovedtilløpet vitnet noe forhøyede nitrogenkonsentrasjoner om en viss påvirkning.
- X Gjennomføringen av det registreringsarbeid kommunen har planer om å gjøre i nedbørfeltet er avgjørende for å bedømme både behov og muligheter for vernetiltak. Registreringen vil gi et sikrere grunnlag enn hittil for å beregne både de samlede tilførsler av forurensende stoffer og de enkelte kilders relative betydning.

12. LITTERATURHENVISNINGER

Knappen, A., 1977: Dammer i Konnerudmarka, s. 49-60 i Drammen og Oplands Turistforenings Årbok 1977. Drammen, 152 s.

Nygaard, G., 1945: Dansk Planteplankton. En flora over de viktigste ferskvannsformer. Gyldendalske Boghandel Nordisk Forlag. København, 52 s. + Plansjer.

Norsk institutt for vannforskning, 1969: O-49/67 En undersøkelse av Sandevassdraget 1967-68. Oslo, mars 1969, 66 s. (Saksbehandler: Egil Gjessing).

Norsk institutt for vannforskning, 1978: O-55/75 Overvåking av Verkenselva, Konnerud. Resultater 1977. Oslo, 24.4.1978, 22 s. + Vedlegg (Saksbehandler: Jon Knutzen).

Romstad, R. og Skulberg, O.M., 1971: Some observations on the distribution and abundance of blue green algae of inland waters in South Norway. NIVA-rapport B-16/69, 16 s.

Statens Institutt for Folkehelse, 1976: Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann. Revidert utg. nov. 1976. 52 s.