

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O-55/75

OVERVÅKING AV VERKENSELVA, KONNERUD

Resultater 1977

Blindern, 24/4 1978

Saksbehandler: Jon Knutzen

Medarbeider: Hans Holtan

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

ISBN 82-577-0062-2

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
1. INNLEDNING	4
2. MATERIALE OG METODER	6
3. RESULTATER OG DISKUSJON	7
3.1 Vannføring og kloakkvannsmengde	7
3.2 Kjemiske og bakteriologiske analyser	9
3.3 Siktedyp	11
3.4 Biologiske forhold i elven	12
3.5 Belastning med gjødselstoffer på Stordammen	17
3.6 Stordammens og Svensedammens tilstand	19
4. SAMMENFATTENDE VURDERINGER OG KONKLUSJONER	20
VEDLEGG (Kjemiske og bakteriologiske analyseresultater)	23

TABELLFORTEGNELSE

1. Middelerdier av totalnitrogen ($\mu\text{g N/l}$), totalfosfor ($\mu\text{g P/l}$), kjemisk oksygenforbruk (dikromattall, mg O/l) og fækale koliforme bakterier (antall pr. 100 ml) i Verkenselva 1977	9
2. Siktedyp i Stordammen og Svensedammen (m) 1977	12
3. Hovedgrupper av bunndyr i bekkeinnløp til Stordammen (St. 1) og ved Svingen (St. 7) 18/6-1977	13
4. Begroingsorganismer i Verkenselva	15
5. Anslagsmessige beregninger av belastning med fosfor- og nitrogenforbindelser på Stordammen, kg pr. år	18

FIGURFORTEGNELSE

1. Verkenselva, Konnerud. Prøvetakingsstasjoner	5
2. Månedlig middelvannføring og prøvetakingsdatoer i Verkenselva 1977	8
3. Verkenselva, Konnerud. Middelerdier for KOF (Organisk stoff), totalfosfor, totalnitrogen og fekale koliforme bakterier	10

FORORD

Denne undersøkelsen er utført på oppdrag fra Drammen kommune ifølge programforslag av 6/9-1976 med endringer (brev av 13/11 1976).

Vannprøver til kjemisk og bakteriologisk analyse er samlet inn av kommunen og analysert ved henholdsvis Buskerud fylkes laboratorium i Hokksund og hos Byveterinæren i Drammen. Analyteskjemaer med utskrift av resultatene følger som vedlegg bakerst i rapporten. Kommunen har også gjort observasjoner av vannstanden ved Svingen vannmerke. Ved instituttet er analysen av bunndyr utført av distriktshøgskolekandidat Jarl Eivind Løvik.

Oslo, 14. april 1978

Jon Knutzen

1. INNLEDNING

Verkenselva er tidligere observert som ledd i en undersøkelse av Sandevassdraget i 1967-68 (NIVA 1969, 0-49/67). Det ble da påvist relativt høye konsentrasjoner av organisk stoff og næringssalter, dessuten markert begroing med et variert samfunn av alger umiddelbart nedenfor utløpene fra Stordammen og Svensedammen (se figur 1).

Mellom de to innsjøene har det tidligere (ca. 1740-1770) vært drevet oppberedning og smelting av malm fra Konnerudgruvene. Elven renner sine steder gjennom løsmasser av avfallet fra knuseriene, og det er fremdeles til dels lite vegetasjon på haugene av "after". (Mesteparten av avfallet ligger deponert under vann i Svensedammen). Orienterende metallanalyser har vist konsentrasjoner over det normale for norske vannforekomster av kobber (ca. 5 x), bly (5-10 x) og kanskje særlig av sink (10-20 x) (0-205/72, brev av 19/12-1972).

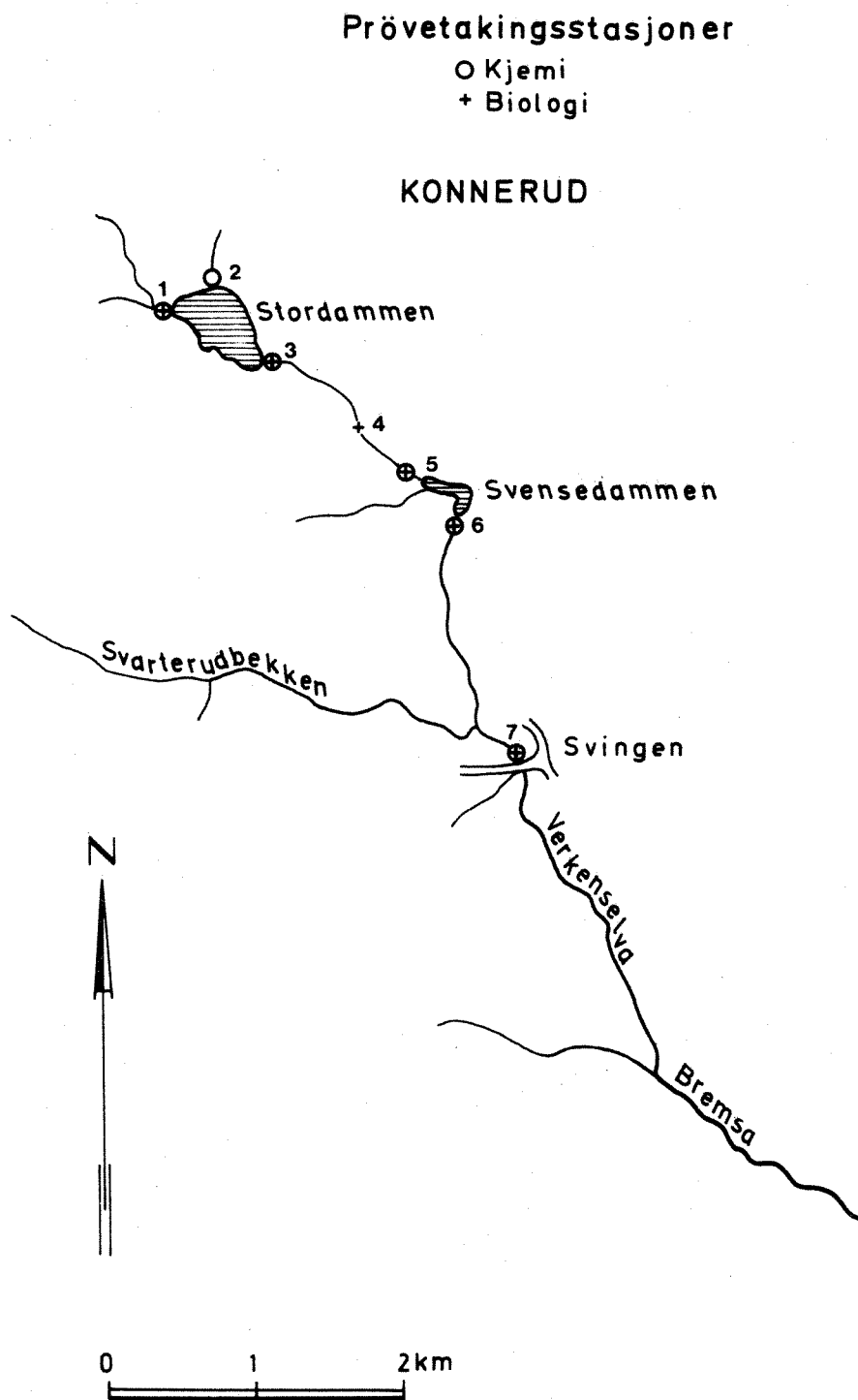
Hovedbelastningen med forurensninger på Verkenselva kommer i form av to utslipp med urensset kloakkvann, det ene på ca. 800 personekvivalenter, det andre på 150 p.e., begge på strekningen mellom Stordammen og Svensedammen. Det største av utslippene ligger ved st. 4 (figur 1) og det minste nær innløpet til Svensedammen. Noen hundre meter nedenfor Svensedammen er det en minkfarm nær vassdraget, mens det forøvrig er bare spredt bebyggelse og litt jordbruk nedover mot Svingen.

I Stordammens nedbørfelt bor det ca. 450 personer, hovedsakelig med utslipp i grunnen eller med utedo. Dertil er det litt jordbruk og en pelsdyrfarm.

Betydelige interesser må sies å være knyttet til både elven og dammene, allerede eksisterende eller potensielt. I første rekke er det badeliv og andre friluftaktiviteter knyttet til Stordammen, men Svensedammen har tilsvarende muligheter i mindre skala. Likeledes ligger det godt til rette for fiske, ved riktig skjøtsel av vannforekomstene.

Hensikten med denne nye undersøkelsen har vært å få en dokumentasjon av tilstanden i Verkenselva mellom Stordammen og Svingen samt et grunnlag for å beregne forurensningsbelastningen på dammene.

Fig.1 Verkenselva, Konnerud



2. MATERIALE OG METODER

Vannprøver til kjemisk og bakteriologisk analyse er samlet inn 14-daglig eller månedlig i perioden juni-november (se vedlegg). Samtidig er det gjort observasjoner av siktedyp i innsjøene. Det er analysert på kjemisk oksygenforbruk (dikromattall, mål for innholdet av organisk stoff), surhetsgrad, spesifikk elektrolytisk ledningsevne (innhold av oppløste salter) og på konsentrasjonen av gjødselstoffer (totalfosfor og totalnitrogen). De bakteriologiske analysene har omfattet kimtall, koliforme bakterier og fækale koliforme bakterier. Analysene er utført ved Buskerud fylkes laboratorium i Hokksund i henhold til Norsk Standard (kjemi) og hos byveterinæren i Drammen. Vannstanden ved Svingen vannmerke er observert daglig.

Biologiske prøver er samlet inn 18-19/6 (bunndyr og begroing), 25/9 (begroing) og 7/1-1978 (begroing).

Bunndyrene er samlet ved elvehåv og 3 minutters opproting av rullestengrunnen på hver lokalitet.

Begroingsprøvene er innsamlet for hånd med samtidige notater om dekningsgraden til hovedelementene i begroingssamfunnene (Dekningsgrad uttrykker forholdet mellom arealet dekket av vedkommende begroingselement og det totale tilgjengelige (vekstegnede) areal på stasjonen).

Hovedgruppene av bunndyr er talt opp, mens begroingens mengdemessige forekomst er subjektivt vurdert på basis av dekningsgrad og mikroskopanalysene av prøvene.

Prøvetakings- og observasjonssteder er vist på figur 1. Stasjonene var:

- St. 1 Bekk fra Ormtjern, innløp Stordammen (st. E i vedlegg)
- St. 2 Bekk fra Konnerudkollen (st. F i vedlegg)
- St. 3 Utløp Stordammen
- St. 4 Umiddelbart nedenfor kloakkutslipp (800 p.e.)
- St. 5 Ved veibro, nær innløp Svensedammen
- St. 6 Utløp Svensedammen
- St. 7 Ved vannmerke, Svingen

På basis av opplysninger om arealfordeling, bosetting og virksomhet innen nedbørfeltet, er det foretatt en anslagsmessig beregning av belastningen med gjødselstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser) på Stordammen.

3. RESULTATER OG VURDERING

3.1 Vannføring og kloakkvannsmengde

Middelavrenningen for nedbørfeltet er på NVE's hydrologiske kart angitt til 20-25 l/km² og sekund.

Vannstanden i bekken er observert daglig ved Svingen vannmerke (st. 7, figur 1). Midlere månedlig vannstand er beregnet fra disse data og i figur 2 omsatt til vannføring ved hjelp av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesens kurve for sammenhengen mellom vannstand og vannføring. Som man ser, har månedsmiddelet variert fra under 50 l/s om sommeren til mer enn 1000 l/s ved snøsmelting om våren eller ved flom fra nedbør om høsten. Laveste observerte vannstand har vært 0,06 m, tilsvarende <10 l/s. Høyeste observerte vannstand var 0,50 m (april), hvilket gir mer enn 4500 l/s, men vannføring over 3000 l/s forekom bare noen få dager i året. Rådataene (tilgjengelig fra Drammen kommune) viser også til dels store vekslinger fra dag til dag.

Middelavløpet over året 1977 er beregnet til ca. 430 l/s.

Verkenselva er regulert både ved Stordammen og Svensedammen. Reguleringsvilkårene er ikke kjent, men det forekommer at vann ikke slippes fra sistnevnte. Vannføringen ved Svingen bestemmes da av tilsig fra det myrlendte området nedenfor dammen og fra et par tilløpsbekker. Av hensyn til forurensningstilstanden (stillestående vann, luktulempet m.v.) og organismelivet i bekken, er det behov for en regulering som sikrer en viss minstevannføring.

Mellom Stordammen og Svensedammen er det som nevnt to punktutslipp av kloakkvann, det ene på ca. 800 personer og det andre på ca. 150 personer. Regnes for enkelhets skyld 1000 personer tilsammen og et middelavløp på 200 l pr. person og døgn, fåes en midlere kloakkvannsbelastning på vel 2 l/s. Regnes det videre med en faktor 2 både for maksimalt døgnavløp og maksimalt timeavløp, fåes at det over kortere tid kan gå 5-10 l/s av kloakkvann i

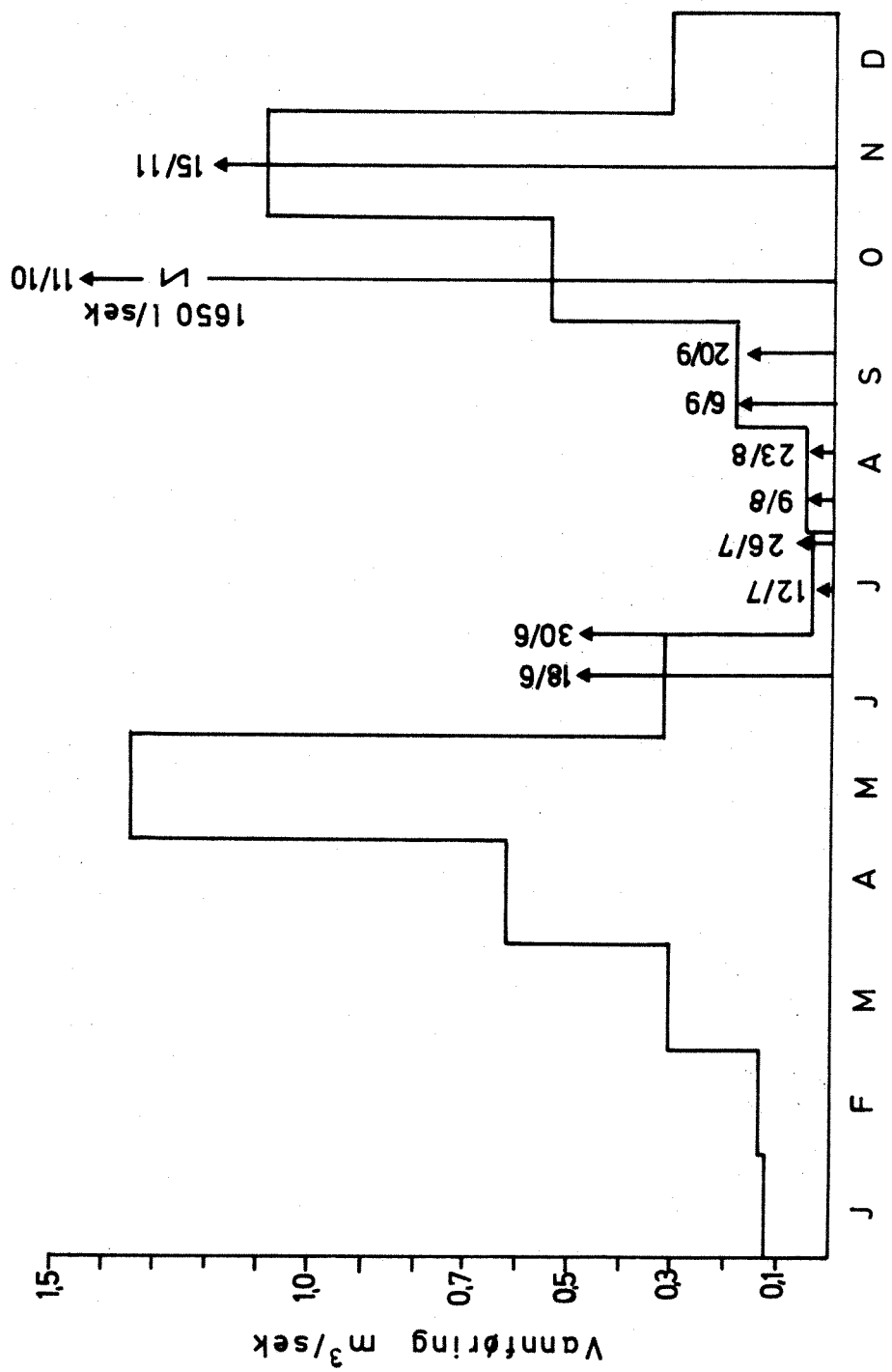


Fig.2 Månedlig middelvannføring og prøvetakningsdatoer i Verkenselva 1977

Verkenselva. Ved en anledning er det også observert at avløp fra det øverste utslippet representerte omkring samme vannmengde som i vassdraget. Dette kan illustrere betydningen av å slippe et visst minimum av vann fra Stordammen for å dempe ulempene.

3.2 Kjemiske og bakteriologiske analyser

Enkeltresultatene fremgår av vedlegg. Figur 3 og tabell 1 viser gjennomsnittsverdier for konsentrasjonene av organisk stoff (KOFF), totalfosfor, totalnitrogen og innholdet av fækale koliforme bakterier. Selv om det foreløpig er få resultater og store svingninger i verdiene på hver stasjon, kan middelverdiene anskueliggjøre de markerte forskjellene mellom stasjonene.

Tabell 1. Middelverdier av totalnitrogen ($\mu\text{g N/l}$), totalfosfor ($\mu\text{g P/l}$), kjemisk oksygenforbruk (dikromattall mg O/l) og fækale koliforme bakterier (antall pr. 100 ml) i Verkenselva 1977.

St.	Tot. P	Tot. N	KOF	Fækale koli
1	7 (3-15)	416 (385-499)	<6 (<5-10)	
2	58 (35-102)	1450 (495-2340)	29 (14-40)	90 (0-180)
3	23 (2-37)	600 (355-1480)	13 (8-18)	60 (0-300)
5	800 (71-2160)	3850 (763-10850)	23 (9-37)	
6	155 (28-300)	1190 (525-2560)	18 (7-27)	725 (0-3000)
7	70 (17-150)	770 (426-1600)	13 (<5-27)	

Stasjon 1 viste stort sett lave eller moderate konsentrasjoner av totalfosfor (3-15 $\mu\text{g P/l}$), mens derimot nitrogeninnholdet var forholdsmessig noe høyere. Innholdet av organisk stoff reflekterer humuspåvirkningen fra skog og myr i nedbørfeltet.

Stasjon 2 viste gjennomgående høye verdier for plantenæringsstoffene, og også høyt innhold av organisk stoff. Bekken fra Konnerudkollen var tydelig påvirket av kloakkvann, som også sees av indikatorene på fækal forurensning.

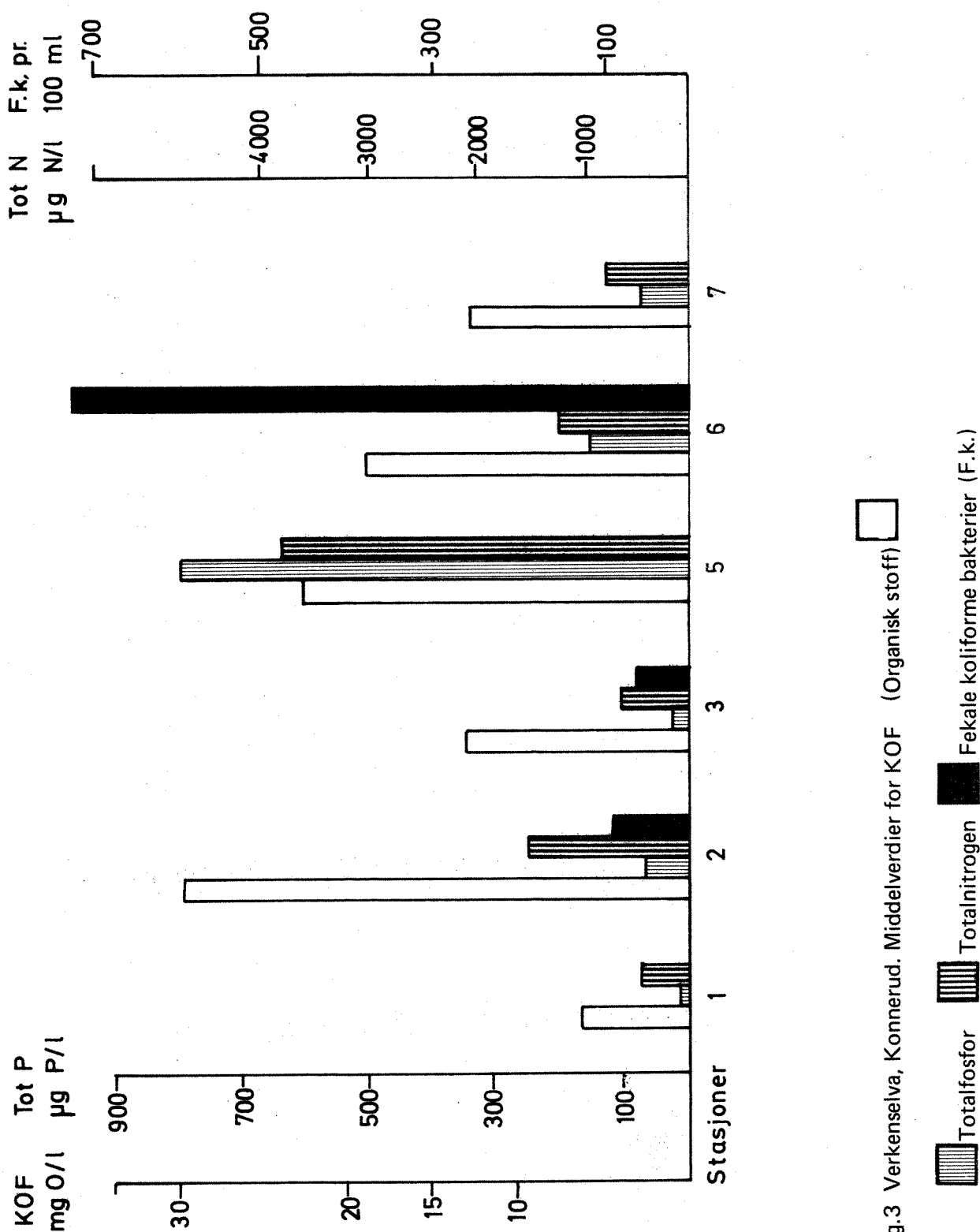


Fig.3 Verkenselva, Konnerud. Middelerdier for KOF (Organisk stoff)

Vannet som går ut av Stordammen (St. 3) var også relativt næringsrikt, men med betydelige variasjoner. Tidligere er det også konstatert høye konsentrasjoner (NIVA, 0-205/72, brev av 29/11-73 og 8/10-74). Fækale koliforme bakterier ble ikke påvist ved to sommerobservasjoner, mens en senere enkeltverdi lå så høyt som 300 pr. 100 ml. Dette overstiger den konsentrasjonen som ansees tjenelig i badevann (<50 pr. 100 ml, kfr. SIFF 1975), og viser behovet for å følge med i vannets hygieniske kvalitet gjennom badesesongen.

Vannet som går inn i Svensedammen hadde ekstremt høyt innhold av gjødselstoffene fosfor og nitrogen; i samsvar med at urensset kloakkvann til tider utgjør nærmere halvparten av vannføringen. De laveste konsentrasjonene faller hovedsakelig sammen med høy vannføring, men enkelte resultater passer dårlig inn i dette mønsteret (særlig 26/7) og kan synes noe tvilsomme. Det samme gjelder øvrige tilfeller av dårlig samsvar mellom fosfor- og nitrogenverdier (9/8, 15/11).

Verdiene har også vært meget høye ved utløpet fra Svensedammen (kfr. også NIVA 0-205/72, brev av 29/11-73 og 8/10-74), mens effekten av fortynning og lagring i innsjøen var tydelig. Med den massive kloakkvannsbelastning Svensedammen er utsatt for, er det sporadiske fravær av fækale koliforme bakterier (se tabell 1 og vedlegg) vanskelig å forklare.

Minskningen i innholdet av organisk stoff og næringsalter var tydelig fra Svensedammen til Svingen, men gjødselstoffinnholdet var til dels meget høyt også på denne strekningen.

3.3 Siktedyp

Resultatene av siktedypmålingene er gjengitt i tabell 2. (Siktedypet er et mål for vannets klarhet og observeres ved å senke en hvit skive med diameter 25 cm ned til det dyp hvor den ikke lenger skimtes).

Generelt sett har begge dammene forholdsvis uklart vann. Den anbefalte nedre grense for badevann er et siktedyp på 2-3 m (SIFF 1975). Forholdene sees å ha vært noe mer varierende i Svensedammen. Dette kan ha sammenheng med flere faktorer, og det er vanskelig å ha noen bestemt formening om årsakene. Noen av de laveste verdiene i Svensedammen faller sammen med høy vannføring og kan

Tabell 2. Siktedyp i Stordammen og Svensedammen (m) 1977.

Dato	Svensedammen	Stordammen
9/8	0,9	1,4
23/8	2,1	1,3
6/9	2,1	0,9
20/9	2,5	0,8
11/10	1,2	1,1
15/11	0,8	1,4

skyldes utspyling av leire og sand fra nedbørfeltet, som i høyere grad enn for Stordammens vedkommende er preget av løsmasser med sparsomt dekke av vegetasjon (til dels på grunn av omfattende anleggsvirksomhet).

3.4 Biologiske forhold i elven

Resultatene av de biologiske observasjonene er gjengitt i tabellene 3 (bunn-
dyr) og 4 (begroingsorganismer).

Hovedvekten er lagt på begroingssamfunnene, og analysene av bunnfaunaen viser bare at det tross betydelig kloakkvannsbelastning på den nedre stasjonen (St. 7 ved Svingen) var relativt liten forskjell fra den uberørte referansestasjonen ovenfor Stordammen (St. 1). På begge steder var det en variert fauna med representanter for alle eller de fleste vanlige dyregrupper. Man kan imidlertid bemerke reduksjonen i antallet innenfor rentvannsformene, steinfluelarver og vårfluelarver, samt forekomsten av rundmark på stasjon 7. Rundmark kan være mer knyttet til forurensningsbelastede lokaliteter, men antallet var i dette tilfellet så lavt at det ikke kan tillegges vekt. Det høye antallet av fjærmygglarver på stasjon 1 må antas særlig å ha sammenheng med den rikelige veksten av moser, som gir fjærmygglarvene et velegnet levested.

Begroingsstasjonene er blitt plassert på steder med rullestein eller fast fjell, og med såvidt mulig like strømforhold. De visuelt ulike begroings-
elementer er blitt samlet i atskilte prøver. Den subjektive mengdeangivelse

i tabell 4 baserer seg således på de enkelte begroingselementers utbredelse og dekningsgrad samt artenes relative mengdemessige forekomst i prøvene.

Skalaen som har vært brukt er:

- 5: Store mengder og dominerende
- 4: Hyppig
- 3: Vanlig
- 2: Sparsomt
- 1: Sjelden.

Ved analysene er det bare lagt vekt på å få frem hovedtrekkene i samfunnene, ikke en fullstendig artsliste.

Tabell 3. Hovedgrupper av bunndyr i bekkeinnløp til Stordammen (St. 1) og ved Svingen (St. 7) 18/6-1977.

BUNNDYR		St. 1	St. 7
Hovedgrupper		Hovedinnløp Stordammen	Svingen
Plecoptera	- Steinfluelarver	59	16
Ephemeroptera II (ikke flate)			
	- Døgnfluelarver	33	3
Trichoptera I (m/hus)	- Vårfluelarver	3	2
Trichoptera II (u/hus)	- Vårfluelarver	5	8
Trichoptera pupper		1	1
Chironomidae I (grønne)	- Fjærmygglarver	193	67
Simuliidae x)	- Knottlarver	45	64
Tipulidae	- Stankelbeinlarver	3	1
Andre Diptera	- Andre larver av tovinger	3	
Coleoptera	- Billelarver	1	
Hirudinea	- Iglar	2	
Oligochaeta I (ikke røde)			
	- Fåbørstemark	2	4
Nematoda	- Rundmark		10
Sum		350	176

x) Både larver og pupper. Mest larver i begge prøvene.

Stasjon 1 besto av rullesteinsbunn og hadde en relativt variert og rikelig begroing, med mose som mest fremtredende element. I juni var enkelte steiner (for det meste på lesiden) dekket av ca. 1/2 cm tykk, geleliknende blåfiolett vekst av en trådformet blågrønnalge (Cf. *Oscillatoria* sp.). Samtidig var det et betydelig innslag av gråfiolette, ca 1 cm tykke og litt seige klumper av diatoméen *Didymosphenia geminata*. Denne var også fremtredende på de senere observasjonstidene, sammen med andre kiselalger. Begroingen kan karakteriseres som et rentvannssamfunn.

Nedenfor utløpet av Stordammen (St. 3) er det dels fast fjell, dels rullestein. På begge typer grunn var det lite vekst på tross av at vannet må antas å være næringsrikt (Så lenge det ikke er analysert på orthofosfat, nitrat og ammonium kan det ikke tas for helt gitt at en tilstrekkelig del av plantenæringsstoffene foreligger i en tilgjengelig form, selv om det er sannsynlig). Det er mulig at de små mengdene av alger har sammenheng med store vekslinger i de fysiske forhold (bl.a. delvis uttørring når vannet holdes tilbake i dammen).

Stasjon 4 lå umiddelbart nedstrøms det største kloakkvannsutslippet, med hurtig strømmende vann først over fast fjell, lenger ned over rullestein. På alle observasjonsdagene var begroingssamfunnet preget av et temmelig tynt og sleipt overtrekk på svaberget og steinene, som imidlertid regelmessig var helt dekket av belegget (flere m² sammenhengende). I juni fantes bare et flercellet lag av coccale (kuleformede) grønnalgeceller i varierende størrelse og med et lite islett av diatoméer. Blant annet på grunnlag av senere mikroskopobservasjoner av trådformet vekst ut fra denne underliggende matten, er algen identifisert til *Stigeoclonium* sp.

Både i september 1977 og januar 1978 ble det på stasjon 4 i tillegg funnet betydelig bakterievekst, dels av trådformede, skjededannende bakterier (*Sphaerotilus natans* o.a.), dels slimete, løs vekst av *Zoogloea* sp. (Sistnevnte oppfattes vanligvis som et stadium av *Sphaerotilus*). Også det trådformede stadiet av *Stigeoclonium* opptrådte i september. Det her beskrevne begroingssamfunn kan med hensyn til artssammensetning sies å være karakteristisk for hardt kloakkvannsbelastede lokaliteter. Hvorfor det ikke er observert noen egentlig massiv begroing av bakterier og/eller alger, er vanskelig å si. Periodisk sterk strøm vil imidlertid kunne bevirke

Tabell 4. Begroingsorganismer i Verkenselva.

Mengdeangivelse: se tekst.

Organismer	Stasjoner		1		3		4		5		6		7		
	18/6	25/9	7/1	18/6	25/9	18/6	25/9	7/1	18/6	25/9	7/1	18/6	25/9	18/6	25/9
BAKTERIER															
Cf. Beggiatoa sp. (4 µ)								1		1					
Cf. Sphaerotilus natans								4		3					
Zoogloea-stadium								4							
Uident. skjedebakterier					1		2			3					
Div. bakterier							2	3		3					
BLÅGRØNNALGER															
Cf. Oscillatoria sp. (5-6 µ)	3														
Uident. trådformede				1	1		1			2					
GRØNNALGER															
Chaetophora cf. elegans	2														
Coccales-stadium (cf. Stigeoclonium)							4	4	4	3	3	1	2	1	2
Oedogonium sp.					2										
Scenedesmus spp.					1							1	1	1	2
Spirogyra sp. (35-40µ)					1										
Stigeoclonium sp.							3		2	1		2		4	
Ulothrix cf. zonata (50 µ)						1									
Uident. kimstadier			1												
DIATOMEER															
Achnanthes spp.	1	3	2							1		1		1	
Cymbella spp.	1	2	1	1											
Diatoma hiemale var. mesodon	1	2	1	1											
Didymosphenia geminata	3	4	2												
Gomphonema cf. angustatum											1				
Meridion circulare	1	1	1												
Synedra ulna		1	1	1					1			1	1	1	
Cf. Synedra sp.				1					1			1			
Div. pennate	1	2	1	1	1	2	2	2	1	3	1	1	1	1	
MOSER															
Drepanocladus exannulatus	4	4	4												
Hygrohypnum cf. ochraceum				2	2									2	2
DIV. DYR															
Carchesium sp.										4	1				
Rotaria sp.											1				
Div. ciliater							2		2	3					

løsrivelse av den forholdsvis løse bakterieveksten. Begroingen kan muligens være rikeligere etter lengre tids lavvannsføring.

Stasjon 4 var forøvrig karakterisert ved mer eller mindre gråblakket vann og kloakkvannslukt. Det grumsete vannet og grønnsvart vekst med innslag av grå tuster av bakterievekst preget 25/9 hele strekningen mellom stasjon 4 og 5.

Stasjon 5 ble plassert ca. 50 m nedstrøms veibro, i et mindre område med større rullestein i et forøvrig noe mer stilleflytende parti. Steinene var noe tilslammet. Her fantes samme type mørkegrønn vekst som på stasjonen ovenfor, men i mindre mengde. Ved høst og vinterobservasjonene var veksten mest preget av henholdsvis protozoer (slekten *Carchesium*) og forskjellige bakterier, deriblant *Sphaerotilus natans* og andre skjededannende trådbakterier. Dette er som nevnt arter som trives under rikelig tilgang på lett nedbrytbart organisk materiale og gjødselstoffer.

På stasjon 6 (mellom utløpet fra Svensedammen og veibro) var det på begge observasjonsdagene svært sparsom begroing, på tross av tilsynelatende godt egnede forhold (rullestein og hurtig strømmende vann). Mellom steinene lå sand, og det er mulig at en periodisk skuringseffekt hemmer fremveksten av alger. Hvor sanden kommer fra er usikkert, men Svensedammens bunn består for en stor del av gammel knuseriavgang fra bergverksdrift. Det kan være at uttapping i bunnen medfører endring av dette materialet og transport ut i elven. Ellers må man i likhet med på stasjon 3 regne med ujevne vannføringsforhold, dvs. nesten tørrlegging med uregelmessige mellomrom.

Den nederste stasjonen (St. 7, ved vannstandsmerke umiddelbart ovenfor veibro), hadde bart fjell med enkelte store steiner og hurtig strømmende vann. I juni var mye av svaberget dekket av 0,5-1 cm høy, løs og mørkt blågrønn vekst av den samme algen som dominerte de ovenforliggende stasjonene (*Stigeoclonium* sp.). Dekningsgraden var 50-100% over flere m². Forøvrig var det observerte samfunnet relativt artsfattig. Det samme gjaldt i september. Da var også *Stigeoclonium*-bevoksningen redusert til mindre mengder av det skorpeformede stadiet, iblandet flere arter av *Scenedesmus*.

Med unntak for stasjon 1-2 (og delvis st. 7) kan det sammenfattende sies at begroingssamfunnene var dominert av arter som trives på kloakkvannbelastede

lokaliteter. Sannsynligvis er det den samme *Stigeoclonium* sp. og skorpeformede grønnalgestadium som i 1967-68 ble registrert nedenfor Svensedammen (NIVA 1969, 0-49/67). I 1977 var imidlertid mengden av begroing liten eller moderat. Dette står i kontrast til tidligere observasjoner (som var begrenset til de nåværende stasjonene 3 og 5), da det ble funnet relativt sterk begroing umiddelbart nedenfor Stordammen og Svensedammen.

3.5 Belastning med gjødselstoffer på Stordammen

Ifølge opplysninger fra kommunen (brev av 29/3-1978) er det totale nedbørfeltet til Stordammen beregnet til i underkant av 5,1 km². Jordbruksarealet (inklusive boligareal) er ca. 0,6 km²; skog utgjør ca. 4,2 km² og resten er vannareal.

I nedslagsfeltet bor vel 450 personer, hvorav ca. 95% har utedo eller utslipp i grunnen, mens resten er knyttet til kommunalt kloakknnett. En pelsdyrfarm ligger 100-200 m fra stranden på østsiden. Besetningen er oppgitt til ca. 200 rev og ca. 200 mink.

I hvilken grad gjødselstoffer belastes vannforekomsten fra bosetting, ulike virksomheter og ved naturlig tilsig, beror på en rekke forhold: Grunnens beskaffenhet, topografi, plantedekke, måten urin og ekskrementer fra dyr og utedoer håndteres på, intensitet og varighet av regnskyll, utforming og stell av utslippsanordninger til grunnen, tømming av septiktanker, driftsformer og gjødslingsintensitet i jordbruket, avstand fra kilde til nærmeste vassdrag, etc. Uten direkte målinger i tilløpsbekker er det bare mulig med anslagsmessige beregninger av gjødselstoffbelastningen. Slike beregninger må baseres på enkle erfaringstall for avrenning fra ulike kategorier av arealer og erfaringstall for tilførsler fra mennesker og dyr. Utedoer og disponering av avløpsvann til grunnen kan i varierende grad representere en beskyttelse av vannforekomsten i forhold til direkte kloakkvannsutslipp. Ut fra en enkel balansebetraktning er det i verneøyemed likevel riktigst å regne med det teoretisk maksimale bidrag fra slike kilder. Særlig gjelder dette små nedbørfelter.

Ut fra dette resonnement er det regnet med følgende erfaringstall for tilførsler fra personer og dyr (kfr. Miljøverndepartementets Forskrifter om

lagring og spredning av husdyrgjødsel av 16/2-1977 og Imhof 1969):

1 person : 2,5 g fosfor (P) og 12 g nitrogen (N) pr. døgn

1 pelsdyr: 1 personekvivalent.

For tilførsler med avrenning fra nedbørfeltet er det regnet med følgende spesifikke tall:

Skog (inkl. vannareal): 7 kg P og 200 kg N pr. km² og år

Jordbruksareal : 20 " " " 1200 " " " " " "

Resultatet av beregningene er gitt i tabell 5.

Tabell 5. Anslagsmessige beregninger av belastning med fosfor- og nitrogenforbindelser på Stordammen, kg pr. år.

Kilde	Fosfor		Nitrogen	
	kg	%	kg	%
Befolkning	410	50	1970	38
Pelsdyrfarm	360	45	1750	34
Jordbruk	10	1	600	11
Skog	30	4	900	17
Sum	810		5220	

Selv med den betydelige usikkerhet som ligger i tallene, er det overveiende sannsynlig at bosettingen og pelsdyrfarmen er avgjørende for den næringsrike karakter til vannet i Stordammen. Spesielt synes dette klart for fosfors vedkommende, men også for nitrogenforbindelser må disse to kilder antas å representere hovedtilførselen.

Settes middelavrenningen over året til 20 l/km² og sekund, finnes at den teoretiske middelkonsentrasjonen av fosforforbindelser i avløpet fra Stordammen etter ovenstående beregning skulle ligge på vel 25 µg/l, mot observert i 1977 ca. 23 µg/l. De tilsvarende tall for nitrogenforbindelser er ca. 170 mot ca. 600. Denne uoverensstemmelsen tyder helst på at den spesifikke avrenningen av nitrogenforbindelser fra skog i dette tilfellet er satt for lavt.

Stordammen har et overflateareal på ca. $0,19 \text{ km}^2$ (Drammen kommunes brev av 29/3-1978). Innsjøen er ikke loddet opp, men lokalkjente har anslått middeldypet til maks. 3 m. Dette gir et ca. volum på nær $0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Med en midlere avrenning på $20 \text{ l/km}^2 \cdot \text{sek.}$, blir den midlere teoretiske oppholdstiden av størrelsesordenen $1/5$ år eller ca. 75 døgn.

Ut fra ovenstående tall og de anslagsmessige beregningene om tilførslene, kan overflatebelastningen på Stordammen sammenlignes med tilsvarende data for andre innsjøer. Overflatebelastningen på Stordammen kan anslåes til vel $1,3 \text{ g P/m}^2 \cdot \text{år}$ og nær $9 \text{ g N/m}^2 \cdot \text{år}$. Sett i forhold til middeldyp og midlere oppholdstid, er det åpenbart at dette for fosfors vedkommende er betydelig over det som erfaringsmessig setter i gang en utvikling mot næringsrike forhold, høy produktivitet og farget, uklart vann på grunn av høyt innhold av planteplankton. I ekstreme tilfeller ender en slik utvikling med masseforekomst av planktonalger (vannblomst) og utpreget uestetiske forhold.

Selv med en halvering av tilførselsanslagene ligger belastningen med fosforforbindelser over det som ansees kritisk (Vollenweider og Dillon 1974). Det er imidlertid klart at effekten i høy grad beror på vannets reelle oppholdstid. Særlig for små innsjøer som Stordammen kan denne avvike betydelig fra den teoretiske. Ved lengre tids flom får man en effektiv fortykning og utspyling, mens det motsatte er tilfellet i tørkeperioder.

På grunn av de direkte kloakkutslipp i vassdraget, vil Svensedammen være betydelig hårdere belastet enn Stordammen.

3.6 Stordammens og Svensedammens tilstand

Bortsett fra målingene av belastningen med organisk materiale og næringsalter, samt siktedypsregistreringene, har ikke innsjøene vært gjenstand for undersøkelser innen rammen av overvåkingsprogrammet. Tilstanden er derfor lite kjent. Siden observasjonene av planteplankton i 1968 (NIVA 1969, 0-49/67) er det som ledd i en sammenlignende studie av et hundretalls innsjøer også gjort observasjoner i Stordammen (10/9 1973, Pål Brettum, NIVA, pers. medd.).

Tellingene av planteplankton viste høye celletall (mer enn 13×10^6 celler pr. l), med dominans av mikroalger. Dette er arter som er så små at de i det vesentlige ikke fanges i håv, og resultatene er derfor ikke sammenlignbare

med 1968-dataene. Mengden av planteplankton dokumenterer imidlertid innsjøens høye produktivitet, og det må antas at det lave siktedypet i vegetasjonsperioden bl.a. har sammenheng med høye konsentrasjoner av planteplankton.

Samtidig med planktonobservasjonene i 1973 ble det foretatt en del kjemiske analyser; disse viste følgende verdier:

pH 8,2, spesifikk elektrolytisk ledningsevne 19,6 mS/cm, farge 13,5 mg Pt/l, alkalinitet 19,4 og 20,5 (pH 4,5 og 4,0), kalsium 44,7 mg Ca/l, magnesium 1,3 mg/l, sulfat 13,8 mg SO_4 /l og totalfosfor 0,027 mg P/l.

4. SAMMENFATTENDE VURDERING OG KONKLUSJONER

- I Kjemiske, bakteriologiske og biologiske undersøkelser har dokumentert virkningene av den høye kloakkvannsbelastningen på Verkenselva. Virkningen gjør seg særlig gjeldende på strekningen mellom St. 4 (figur 1) og Svensedammen, men vannets innhold av næringsalter og organisk stoff var betydelig helt ned til Svingen (figur 1). Begroingen var ikke særlig sterk på noen av stasjonen, men samfunnenes sammensetning var mer eller mindre typisk for kloakkvannsbelastede lokaliteter. Den sparsomme begroingen på enkelte stasjoner kan ha sammenheng med fysiske forhold styrt av reguleringene i Stordammen og Svensedammen.
- II De bakteriologiske analyser har vist at forholdene i elven nedenfor kloakkutslippene ikke er hygienisk betryggende. Både Stordammen og særlig Svensedammen utsettes for belastning med fækale koliforme bakterier. Hygienisk tilfredsstillende forhold kan bare sikres ved sanering av de nåværende avløpsforhold.
- III For å unngå estetiske og luktmessige ulemper, og av hensyn til fisk og andre organismer, er det viktig at reguleringen av Stordammen og Svensedammen styres slik at det blir en viss vannføring i elven. Også etter reduksjon i kloakkvannsbelastninger bør man forvise seg om at reguleringen tar tilstrekkelig hensyn til vassdragets samfunn av planter og dyr.

- IV Overslagsmessige beregninger har sannsynliggjort at belastningen med gjødselstoffer på Stordammen ligger over den grense som erfaringsmessig er kritisk for en ugunstig utvikling i retning av høye konsentrasjoner med planteplankton, misfarging av vannet og gjengroing med høyere vegetasjon i grunnere partier. Foreløpig er det et utilstrekkelig materiale for å bedømme utviklingen.
- V Forholdene på elvestrekningen kan i flere henseende ansees tilstrekkelig dokumentert med hensyn til vannkvalitet. Tilstanden vil forbli den samme inntil kloakkvannsutslippene til Verkenselva blir sanert. Ut fra fiskeinteressene er det imidlertid behov for et bedre kjennskap til vannets innhold av metallene kobber, bly og særlig sink. Om ønskelig kan de biologiske forhold kontrolleres ved årlige undersøkelser av samme omfang som i 1977, men det vil være mer aktuelt å gjenta undersøkelsene etter at en kloakkvannsavlastning hadde funnet sted.
- VI Om det tilsiktes å få et påliteligere grunnlag for å beregne tilførslene av gjødselstoffer til Stordammen og Svensedammen, må det nåværende kjemiske analyseprogram fortsette i hvert fall et par år på stasjonene 1, 2 og 5 (figur 1). Med henblikk på å vurdere mulighetene for reduksjoner i forurensningstilførslene, bør det i nedbørfeltet til Stordammen også gjennomføres et registreringsprogram vedrørende kloakkeringsforhold, tilsig fra pelsdyrfarm og av eventuell jordbruksgjødsling. For å bedømme belastningen og restaureringsmulighetene er det viktig å få loddet opp innsjøene, slik at volum og gjennomstrømning kan beregnes.
- VII Ut fra badeinteressene bør vannet i Stordammen, muligens også i Svensedammen, karakteriseres hygienisk. Dette kan oppnås gjennom ukentlige eller 14-daglige målinger av fækale koliforme bakterier i sommerperioden. Prøvetaking bør skje ut for de mest aktuelle badestrender.
- VIII Det anbefales å iverksette et enklere limnologisk overvåkingsprogram i innsjøene, spesielt i Stordammen. Programmet bør dekke sommermånedene og kan baseres på ukentlige eller 14-daglige overflatevannsprøver til analyse på klorofyll, næringssalter og organisk stoff, evt. kvantitative planteplanktonprøver. Første året bør programmet innbefatte en noe mer omfattende engangsundersøkelse i løpet av sommerens stagnasjonsperiode, bl.a. for å se om det i innsjøenes dypeste partier er råtne forhold på bunnen.

HENVISNINGER

Imhof, K., 1969: Taschenbuch der Stadtentwässerung. 22. verbesserte Auflage. R. Oldenbourg. München, 384 s.

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

Statens Institutt for Folkehelse, 1975: Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann. Oslo, januar 1975, 49 s.

Vollenweider, R.A. og Dillon, P.J., 1974: The application of the phosphorus loading concept to eutrophication research. National Research Council Canada. NRCC 13690, 42 s.

VEDLEGG

Kjemiske og bakteriologiske analyseresultater

TABELL NR.

VERKENSELVA

AR: 1977

Bekke-innløp til Stordammen, E
Konnerudkollen-bekk, F

PRØVESTED: STORDAMMEN INN

	17.6	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F	F	F
	30.6	12.7	26.7	9.8	23.8	6.9	20.9	11.10	15.11					
Surhetsgrad	8,01	8,17	7,99	8,00	8,13	8,00	7,86	7,93	7,66	7,59				
Spst. ledning 25 C	19,9	18,5	23,7	23,5	25,9	23,0	24,1	24,1	24,6	21,3				
Farge, ufiltrert														
Farge, filtrert														
Turbiditet														
Kjem. oksygenforbruk (KOF)	6	10	<5	<5	<5	14	33	30	30	40				
Suspendert tørrstoff														
Suspendert gjederest														
Alkalitet (pH - 4.5)														
Sulfat														
Klorid														
Kalsium														
Magnesium														
Natrium														
Kalium														
Total fosfor	7	9	3	3	15	35	102	52	53	50				
Ortofosfat														
Total nitrogen	418	385	350	426	499	495	925	1660	2340	1850				
Nitrat + nitritt														
Ammonium														
Jern														
Mangan														
Kobber														
Sink														
Bly														
Kadmium														
Bakale kolidforme bakt..pr.100ml						80	0	0	120	180				
Tot.kolidforme bakt.....pr.100ml						240	350	449	310	350				
Tot.kim.....pr.ml						4800	3900	1100	1900	400				
Temperatur(luft).....°C														
Temperatur(vann).....°C														
1) Tørrtype.....														

FAAMME INGENIØRBYEN
JAN 27.3 27/1-78

654.263
87

1) Tørrtype er angitt etter følgende kods: 1-klart, 2-overskyet, 3-redbar

TABELL NR.

VERKENSELVA

ÅR: 1977

PRØVESTED: STORDAMMEN UT

	17.6	30.6	12.7	26.7	9.8	23.8	6.9	20.9	11.10	15.11
Surhetsgrad	9,04	8,82	8,47	8,01	8,39	9,48	8,60	8,72	8,21	8,05
Spes. ledn. vne 25 C	13,9	15,5	15,2	15,8	15,9	16,6	17,0	16,3	16,7	19,5
Farge, ufiltrert										
Farge, filtrert										
Turbiditet										
Kjem. oksygenforbruk (KOF)	8	12	10	13	15	18	16	18	8	16
Suspendert tørrstoff										
Suspendert gløderest										
Alkalitet (pH . 4.5)										
Sulfat										
Klorid										
Kalsium										
Magnesium										
Natrium										
Kalium										
Total fosfor	15	15	15	< 2	35	27	37	27	36	25
Ortofosfat										
Total nitrogen	542	380	355	401	560	400	625	1480	615	660
Nitrat + nitritt										
Ammonium										
Jern										
Mangan										
Kobber										
Sink										
Bly										
Kadmium										
Føkale kolfiorme bakt. pr. 100ml					0	0	1	15	40	300
Tot. kolfiorme bakt. pr. 100ml					78	4	4	170	310	350
Tot. kim. pr. ml					77	363	160	180	700	500
Temperatur (luft)										
Temperatur (vann)						10,3	13,6	11,4	7,7	3,0

PRØVEINNGENIRPVESSEN
 273 27/11-78

1) Tørrtype er angitt etter følgende kode: 1-klart, 2-overskyet, 3-redbar

TABELL NR.

VERKENSELVA

AR: 1977

PRØVESTED: SVENSEDAMMEN INN

	17.6	30.6	12.7	26.7	9.8	23.8	6.9	20.9	11.10	15.11									
Surhetsgrad	7,65	7,85	7,40	7,50	7,43	7,38	7,38	7,46	7,80	7,74									
Spes. ledn. vnn 25 C	18,3	20,3	24,5	24,7	34,5	43,8	40,2	44,2	19,4	21,6									
Farge, ufiltrert																			
Farge, filtrert																			
Turbiditet																			
Kjem. oksygenforbruk (KOF)	16	18	17	15	27	37	35	37	9	15									
Suspendert tørrstoff																			
Suspendert gjederest																			
Alkalitet (pH . 4,5)																			
Sulfat																			
Klorid																			
Kalsium																			
Magnesium																			
Natrium																			
Kalium																			
Total fosfor	210	188	525	545	1390	2100	910	2000	73	71									
Ortofosfat																			
Total nitrogen	763	1300	2790	421	1490	10850	8450	10400	760	1300									
Nitrat + nitritt																			
Ammonium																			
Jern																			
Mangan																			
Kobber																			
Sink																			
Bly																			
Kadmium																			
Rekale kolloforme bakt., pr. 100ml																			
Tot.kolloforme bakt., pr. 100ml																			
Tot.kim.....pr.ml																			
Temperatur(luft).....°C																			
Temperatur(vann).....°C																			
1) Tertype.....																			

PRAMMER INGENIØRVESEN
 223 27-78

1) Tertype er angitt etter følgende kode: 1-Klart, 2-overskyet, 3-nedbar

TABELL NR.

VERKENSELVA

ÅR: 1977

PRØVESTED: SVENSEDAMMEN V/DEMNINGEN

17,6

Surhetsgrad	pH	7,72
Spes. ledn. ved 25 C	ms/m	17,6
Farge, ufiltrert	mg Pt/l	
Farge, filtrert	mg Pt/l	
Turbiditet	FTU	
Kjem. oksygenforbruk (KOF)	mg O ₂ /l	15
Suspendert tørrstoff	mg/l	
Suspendert gjøderest	mg/l	
Alkalitet (pH = 4,5)	ml 0,1 N HCl/l	
Sulfat	mg SO ₄ /l	
Klorid	mg Cl/l	
Kalsium	mg Ca/l	
Magnesium	mg Mg/l	
Natrium	mg Na/l	
Kalium	mg K/l	
Total fosfor	µg P/l	100
Orthofosfat	µg P/l	623
Total nitrogen	µg N/l	
Nitrat + nitritt	µg N/l	
Ammonium	µg N/l	
Jern	µg Fe/l	
Mangan	µg Mn/l	
Kobber	µg Cu/l	
Sink	µg Zn/l	
Bly	µg Pb/l	
Kadmium	µg Cd/l	

Pakale koliforme bakt. pr. 100ml

Tot. koliforme bakt. pr. 100ml

Tot. kim. pr. ml

Temperatur (luft) °C

Temperatur (vann) °C

1) Tærtype

FRAMMEL INGENIØRVESEN
 273 27/1-78

1) Tærtype er angitt etter følgende kode: 1-klart, 2-overskåret, 3-redbør

TABELL NR.

VERKENSELVA

AR: 1977

PRØVESTED: SVENSEDAMMEN UT

	17.6.	30.6	12.7	26.7	9.8	23.8	6.9	20.9	11.10	15.11
Surhetsgrad	7,46	8,02	8,70	7,74	7,52	7,55	7,62	8,60	7,65	7,46
Spes. ledn.evne 25 C	17,9	16,6	19,0	21,9	21,2	24,2	22,7	17,9	16,7	16,7
Farge, ufiltrert										
Farge, filtrert										
Turbiditet										
Kjem. oksygenforbruk (KOF)	15	9	23	27	20	26	17,	15	7	19
Suspendert tørrstoff										
Suspendert gjøderest										
Alkalitet (pH - 4,5)										
Sulfat										
Klorid										
Kalsium										
Magnesium										
Natrium										
Kalium										
Total fosfor	130	28	160	200	265	300	170	87	65	150
Ortofosfat										
Total nitrogen	728	525	750	1196	1400	870	2560	1880	925	1460
Nitrat + nitrit										
Ammonium										
Jern										
Mangan										
Kobber										
Sink										
Bly										
Kadmium										
Fekale kolloforme bakt..pr.100ml					0	0	850	0	500	3000
Tot.kolloforme bakt.....pr.100ml					49	33	17	2	3500	9200
Tot.kiE.....pr.ml					180	10400	300	300	4400	8000
Temperatur(luft).....°C										
Temperatur(vann).....°C			21,6			14,1	12,7	9,8	6,8	2,2

FRANMER INGENIØRVESEN
272
273 11-78

1) Yrteplante er angitt etter følgende kode: 1-klart, 2-overskyet, 3-redber

TABELL NR.

VERKENSELVA

AR: 1977

PRØVESTED: SVINGEN

	17.6	30.6	12.7	26.7	9.8	23.8	6.9	20.9	11.10	15.11
Surhetsgrad	7.84	8.02	7.99	7.61	7.65	7.77	7.98	8.06	7.80	7.34
Shes. ledn.vann 25 C	17.4	16.6	19.2	19.1	22.2	23.2	17.2	17.0	14.2	7.51
Farge, ufiltrert										
Farge, filtrert										
Turbiditet	14	9	10	27	10	14	11	12	< 5	17
Kjem. oksygenforbruk (KOF)										
Suspendert tørrstoff										
Suspendert gjelerest										
Alkalitet (pH - 4.5)										
Sulfat										
Klorid										
Kalsium										
Magnesium										
Natrium										
Kalium										
Total fosfor	51	28	130	92	150	93	58	38	43	17
Ortofosfat										
Total nitrogen	788	525	810	426	574	1100	765	1600	650	475
Nitrat + nitritt										
Ammonium										
Jern										
Mangan										
Kobber										
Sink										
Bly										
Kadmium										
Pakete kolidforme bakt. pr. 100ml										
Tot. kolidforme bakt. pr. 100ml										
Tot. kim. pr. ml										
Temperatur (luft)						12.0	12.1	9.4	7.0	3.6
Temperatur (vann)			20.1							

DRAMMEN IAGENPRVSEN
1977 27/11-78

1) Værtype er angitt etter følgende kode: 1-klart, 2-overskyet, 3-redbør