

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

0 - 44/65.

Eutrofiering av Syverudtjernet -
en vurdering av tjernet som resipient
for kloakk fra Landsorganisasjonens
skole, Sørmarka.

Saksbehandler: Cand.real. Olav Skulberg.

Rapporten avsluttet: 9. november 1965.

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	4
2. BESKRIVELSE AV SYVERUDTJERNET	4
2.1. Geografiske forhold	4
2.2. Hydrografiske forhold	6
2.3. Hydrokjemiske forhold	9
2.4. Hydrobiologiske forhold	9
3. EKSPERIMENTELLE UNDERSØKELSER	10
4. DISKUSJON	12
5. PRAKTISKE KONKLUSJONER	13

FIGUROVERSIKT:

	Side:
Figur 1. Kartskisse av området ved Syverudtjernet	5
" 2. Observasjoner av temperatur, surhetsgrad og elektrolytisk ledningsevne 2/6 1965	7
" 3. Observasjoner av oksygen og dihydrogensulfid 2/6 1965	8
" 4. Vekstforsøk med <u>Selenastrum capricornutum</u> i vannprøver med kloakkvannstilsetning	11

TABELLOVERSIKT:

Tabell 1. Hydrokjemiske data fra Syverudtjernet 20/5 1965	15
" 2. Observasjoner fra feltarbeidet i Syverudtjernet 2/6 1965	15
" 3. Plankton i overflateprøver fra Syverudtjernet 20/5 og 29/8 1965	16
" 4. Data fra vekstforsøk med <u>Selenastrum capri-</u> <u>cornutum</u> i vannprøver fra Syverudtjernet med ulike tilsetninger av kloakkvann	17

1. INNLEDNING.

I mai 1965 mottok Norsk institutt for vannforskning en henvendelse fra Landsorganisasjonen i Norge gjennom Ingeniør Hj. Sandholms Eftf. om å foreta en undersøkelse av Syverudtjernet. Det skulle skaffes tilveie kunnskap for vurdering av virkninger til kloakkvannsutslipp i Syverudtjernet og dermed gi grunnlag for valg av teknisk løsning for kloakkvannsdiskonering fra Landsorganisasjonens skole til tjernet.

Det ble foretatt tre innsamlinger av vannprøver fra Syverudtjernet og gjort observasjoner av hydrografiske og hydrobiologiske forhold (20/5, 2/6 og 29/8 1965). I laboratoriet er det utført analyser av kjemiske komponenter og vekstforsøk med alger. Det er resultatene av disse undersøkelser som foreligger i denne rapport.

2. BESKRIVELSE AV SYVERUDTJERNET.

2.1. Geografiske forhold.

Syverudtjernet i Ski kommune (kartblad K19, Krokhol, 1:5000, Ski kommune) tilhører Hobølelvvassdraget. Gjennom en bekk fra sør-enden av tjernet dreneres det ut i Alielva som renner til innsjøen Langen. Høydeforskjellen mellom Syverudtjernet og Langen er ca. 24 m. Området sør for Syverudtjernet er preget av myr og forsumpet skogsmark. En kartskisse av nedbørfelt og avløp er gjen-gitt i figur 1; side 5.

Det foreligger ikke noe dybdekart av Syverudtjernet. Ved prøvetakingen ble det funnet dyp ned til 10 m, men det var bare små områder av tjernet som var så dype. Tjernet må karakteriseres som grunt.

Syverudtjernet har et lite nedbørfelt, arealet utgjør ca. 1,1 km². Det kan i denne sammenheng nevnes at Hobølelvvassdragets nedbørfelt ved innløpet til Vansjø er 332 km².

Hydrologiske data for avrenningsforholdene i området er ikke kjent. Med utgangspunkt i Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen: Hydro-

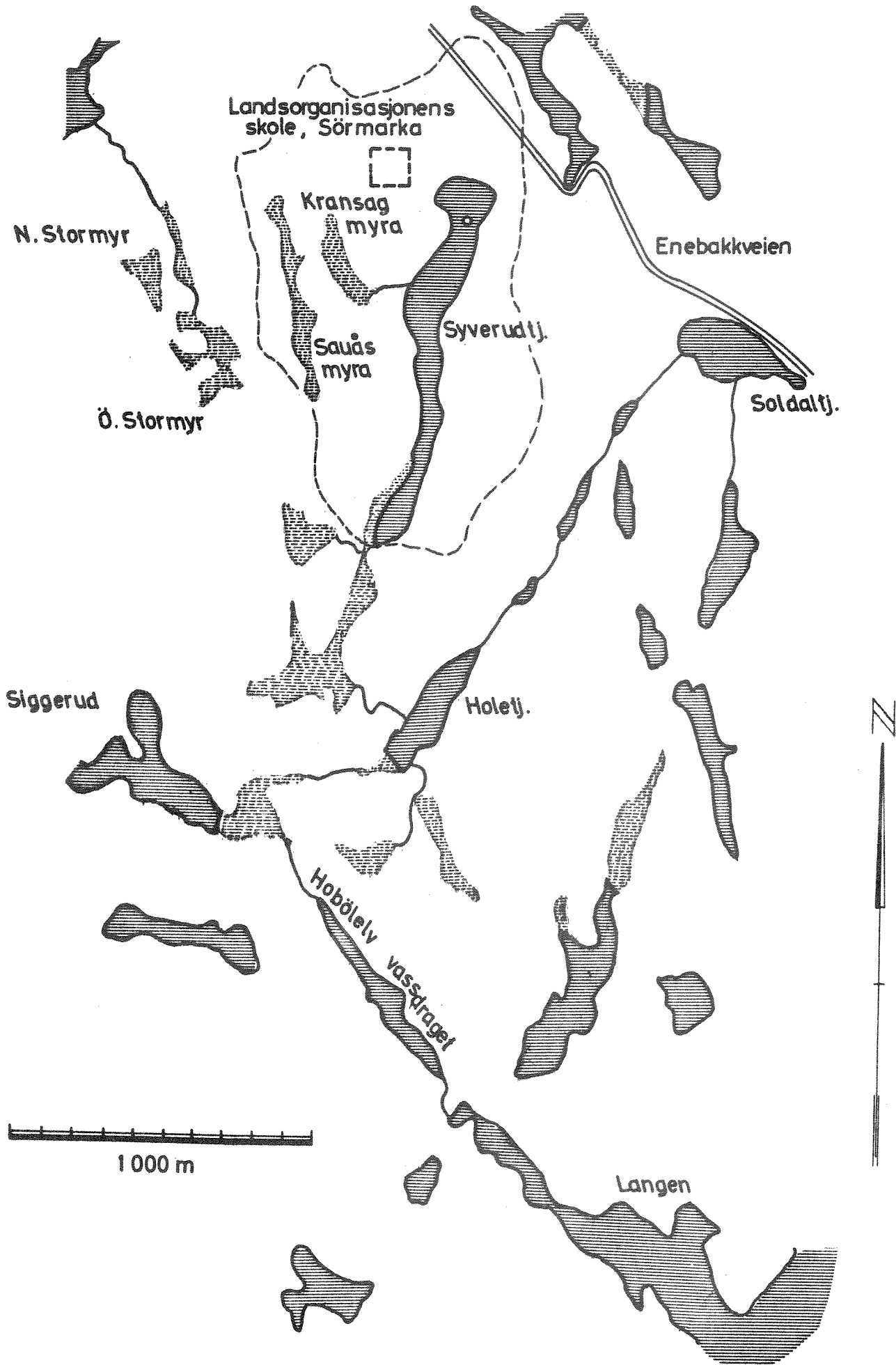


Fig. 1.
Syverudtjernet, nedbørfelt og avløp.

grafiske undersøkelser i Norge (Oslo 1934) kan det antas at området har en gjennomsnittlig avrenning på 17 l/sek/km^2 .

Det kan gjøres følgende oppstilling for vannmassenes teoretiske utskiftning i Syverudtjernet:

Innsjøens volum settes til $(1250 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \cdot 100 \text{ m}) 250.000 \text{ m}^3$.

Avrenning til tjernet er ca. $1700 \text{ m}^3/\text{døgn}$.

Teoretisk utskiftningstid (volum : avrenningsmengde) blir da 147 døgn eller omtrent 5 måneder.

2.2. Hydrografiske forhold.

Observasjonsseriene i Syverudtjernet 2/6 1965 viste at vannmassene var kommet i sommerstagnasjonen. Resultatene fra denne prøvetaking er gjengitt i tabell 1, side 15 og tegnet grafisk i figur 2, side 7.

Overflatelaget (epilimnion) rakk ned til ca. 2 m dyp, mens overgangslaget (metalimnion) hadde en mektighet på ca. 4 m. Bunnlaget (hypolimnion) strakte seg opp til 6 - 7 m under overflaten av tjernet.

Vannmassenes elektrolytiske ledningsevne var i overflaten $47 \cdot 10^{-6} (\kappa_{20})$. Det var en økning av den elektrolytiske ledningsevne gjennom metalimnion til ca. $50 \cdot 10^{-6} (\kappa_{20})$, og nær bunnen av tjernet ble det funnet verdier mellom 55 - $58,8 \cdot 10^{-6} (\kappa_{20})$. Denne tydelige lagdeling av tjernet vannmasser kommer også til uttrykk i de andre målte faktorer.

Oksygenforholdene skal kommenteres nærmere. Observasjonene fra 2/6 1965 er tegnet grafisk i figur 3, side 8.

Overflatelagene i tjernet som står i nær kontakt med luften viste et høyt innhold av oksygen. Da verdiene for oksygenkonsentrasjonene som ble funnet var høyere enn de som tilsvarende metningsverdien ved tilsvarende temperaturer, skyldes dette en produksjon av oksygen ved planteplanktonet. Gjennom metalimnion avtok oksygeninnholdet raskt fra $8,7 \text{ mg O}_2/1$ i 3 m dyp til $0,4 \text{ mg O}_2/1$ i 7 m dyp. Fra dette dyp og ned til bunnen av tjernet var det ikke lenger fritt oksygen tilstede. Det ble påvist dihydrogensulfid (H_2S) i vannmassene nær bunnen som tilsvarte konsentrasjoner av fra 5,8 til $6,2 \text{ mg S}^{--}/1$.

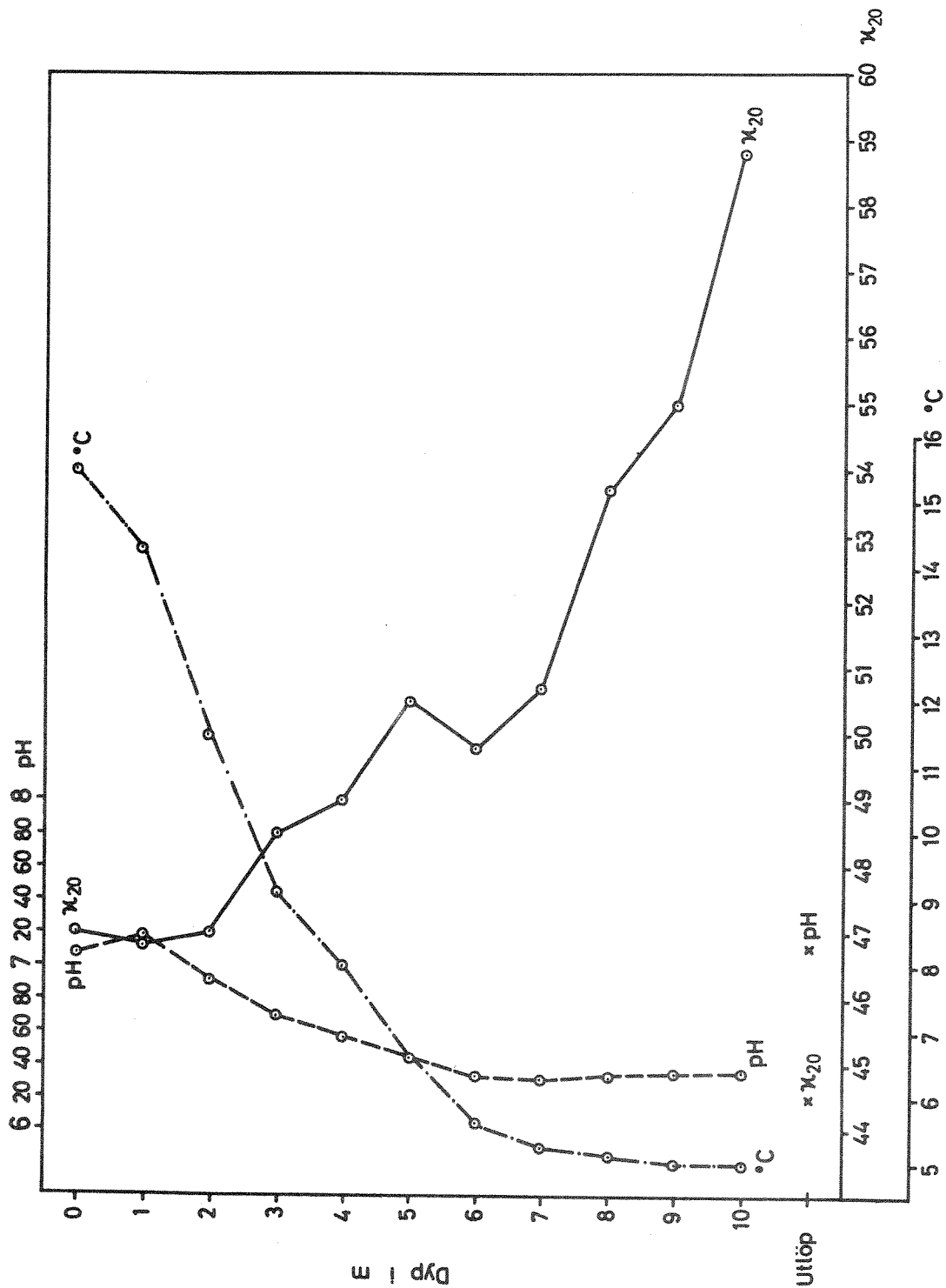


Fig. 2.

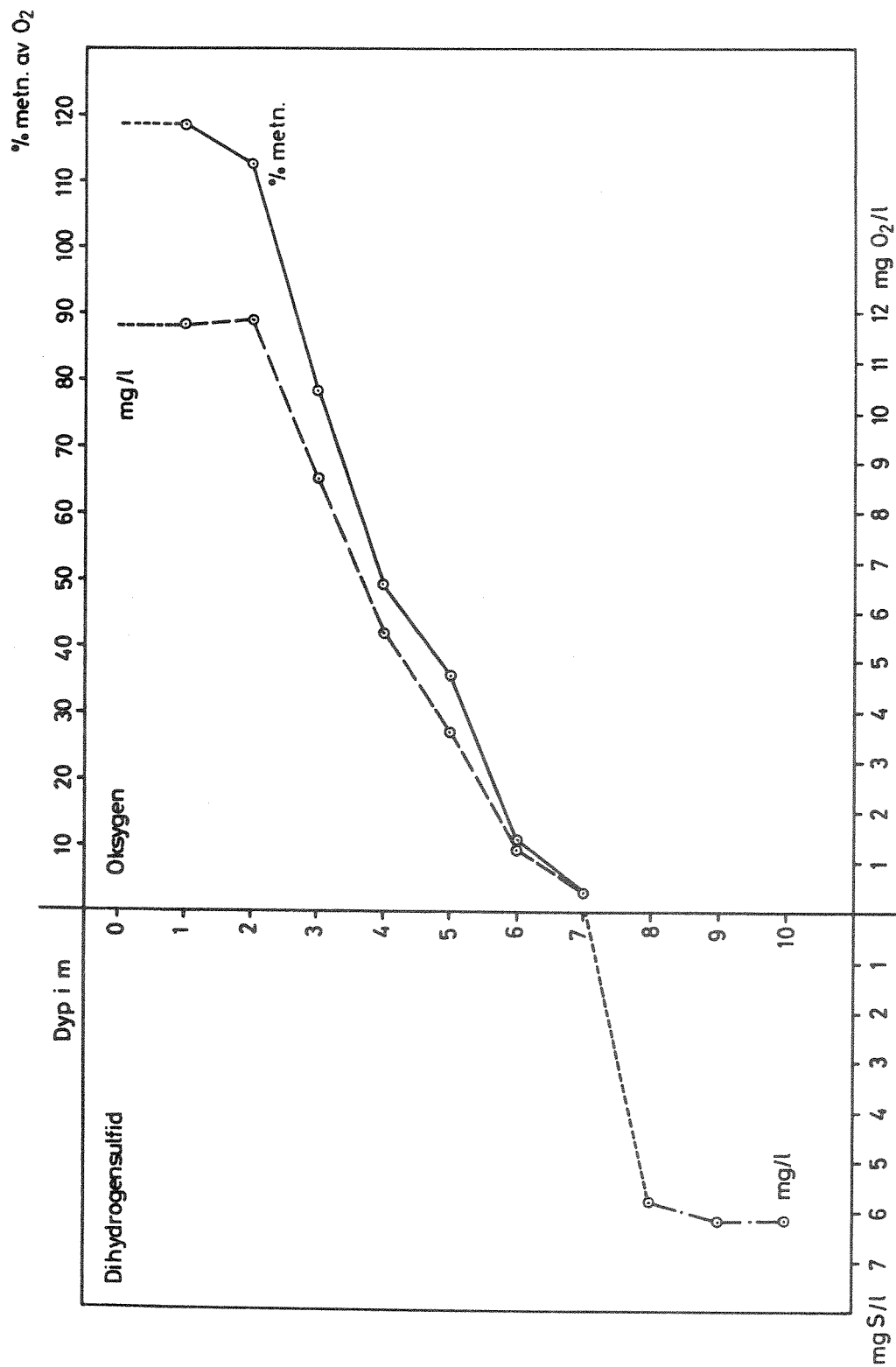


Fig. 3.

2.3. Hydrokjemiske forhold.

Vannmassene i Syverudtjernet er preget av humusbelastning. Dette kommer til uttrykk i den høye farge (60°H i overflatevann den 20/5 1965) og det høye innhold av organisk stoff (dikromatforbruk som tilsvarte 13,5 mg O/1 i overflatevann den 20/5 1965). Dette organiske stoff er for størstedelen knyttet til løste og kolloidale forbindelser. En filtrering av vann fra 1 m dyp gjennom glassfiltere den 2/6 1965 viste at partiklene som ble holdt tilbake på filterne bare tilsvarte 0,6 mg O/1 av et dikromatforbruk tilsvarende 13,2 mg O/1 i vannprøven.

Den elektrolytiske ledningsevnen var høy i forhold til karakteren av det geologiske underlag i nedbørfeltet. Verdiene for innhold av ortofosfat og nitrat i vannmassene var relativt høye ved observasjonen i mai, men viste en betydelig reduksjon i størrelse under prøvetakingen i juni (se tabell 1 og 2, side 15). Dette henger sannsynligvis sammen med den samtidige utvikling av vegetasjon i vannmassene.

Kloridinnholdet i vannmassene var lavt.

2.4. Hydrobiologiske forhold.

Resultatene av undersøkelsen av planktonmateriale innsamlet under feltarbeidet i mai og august er sammenstillet i tabell 3, side 15.

Ved prøvetakingen i mai var planktonet preget av stor forekomst av kiselalger. Det var Asterionella formosa som betydde mengdemessig mest i samfunnet. Flagellater var den artsrikeste gruppen ved siden av grønnalger. Blågrønnalgene var representert både med trichale og coccale former.

Utviklingen av planteplanktonet frem til august var karakterisert av at blågrønnalgene ble stadig mer dominerende i algesamfunnet. Ved prøvetakingen i august var det vannblomst av artene Anabaena cf. spiroides og Coelosphaerium Naegelianum. Disse to algene utgjorde mengdemessig nesten fullstendig hele vegetasjonen i Syverudtjernet's fri vannmasser på dette tidspunkt.

Da Anabaena spiroides Kleb. er en av de planktoniske blågrønnalger som er mistenkt for å høre til en fysiologisk gruppe som kan

assimilere elementært nitrogen fra atmosfæren, kan det være grunn til å karakterisere algen i Syverudtjernet nærmere. Trichomet er bygget opp av tilnærmet kuleformede celler, noe ujevne i ytre avgrensning. Cellenes diameter er ca. 9 μ . Heterocystene er noe mindre, gjerne ca. 8 μ i diameter. Akinetene ligger ikke på noen bestemt plass langs trichomet (f.eks. ved siden av heterocyster eller liknende). Akinetene er avlange, cylindriske og avrundet i endene (i umoden tilstand er de noe kortere og eliptiske i form). De lengste akinetene er noe buet (konvekse på den ene siden og konkave på den andre). Akinetenes lengde er ca. 20 - 35 μ og bredden ca. 9 - 16 μ . Trichomet opptre i to utformninger, de fleste er rette, mens andre er spiralsnodde. Da akineter, celler og heterocyster er morfologisk like, representerer disse to trichomformene utvilsomt samme art. Denne algen er systematisk nær sammenfallende med den beskrevne art Anabaena spiroides Kleb.

3. EKSPERIMENTELLE UNDERSØKELSER.

Kloakkvannet fra Landsorganisasjonens skole vil belaste Syverudtjernet med plantenæringsstoffer som medfører en gjødslingspåvirkning av vannmassene. Det er utført vekstforsøk med en grønnalge som testorganisme for å vurdere de direkte virkninger et slikt utslipp vil ha med hensyn til konsekvenser for algevekst.

Det er regnet med at det vil bo ca. 200 mennesker fast på Landsorganisasjonens skole. Ved å forutsette en kloakkvannsmengde pr. person på 200 l/døgn, vil dette medføre en belastning av 6000 m³ kloakkvann i løpet av 147 døgn (vannmassenes teoretiske oppholdstid i Syverudtjernet). Dette gir en konsentrasjon av kloakkvann som tilsvarer 24 ml/l. Denne overlegning var bakgrunn for de mengder med kloakkvannstilsetning som ble valgt i forsøkene som behandles nedenfor.

Vekstforsøkene ble utført med vann fra Syverudtjernet og kloakkvann fra Skarpsnoanlegget i Oslo. Det ble arbeidet med løsninger som tilsvarer 0; 1,5; 3; og 6 % kloakkvannsløsninger. Fremgangsmåten ved forsøkene skal omtales. Det ble laget løsninger av glassfiltrert Syverudtjernvann (innsamlet 15/6) til de ønskede konsentrasjoner. Løsningene ble podet fra en klon med testalgen Selenastrum capricornutum. Kulturforsøket ble utført i kolber av

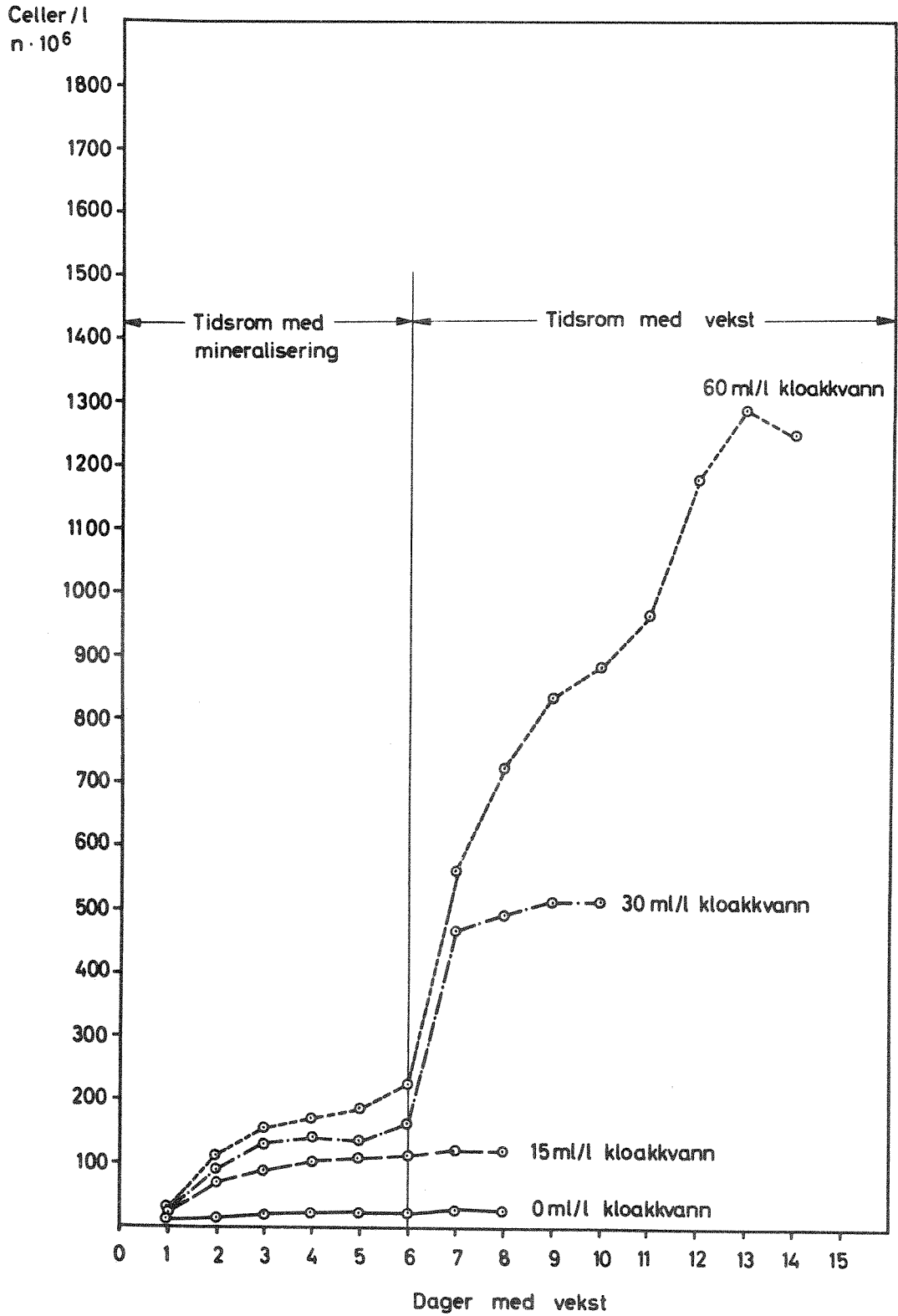


Fig. 4.

OS/UL

Pyrex-glass som ble jevnt ristet ved temperatur 20°C og lysstoffrørbelysning 6000 lux. Veksten ble målt ved telling av algeceller ved hjelp av celloscope. Resultatet av forsøkene er fremstilt grafisk i figur 4, side 11. Verdiene er anført i tabell 4, side 17.

Vekstkurvene uttrykker et mål for mengden av plantenæringsstoffer som kan benyttes av testalgen i de enkelte løsningene. Diagrammet viser at utviklingen i kolbene falt i to avsnitt. De seks første dagene etter podingen var det bare en liten økning av celledtallet i kulturkolbene med de største kloakkvannsmengdene, deretter fulgte en periode med rask vekst. Dette blir tolket å stå i sammenheng med prosesser som dominerer i den første periode, og som medfører en mineralisering av forurensningene som fulgte kloakkvannet. Først når denne mineralisering har foregått blir plantenæringsstoffene tilgjengelige for algene.

Den algevekst som vannprøvene fra Syverudtjernet med tilsetning av kloakkvann ga opphav til, illustrerer hvor stor sekundær belastning med organisk stoff gjødslingsvirkningen av kloakkvann vil kunne medføre i dette tilfelle. Ved å uttrykke dette med kaliumbikromatforbruk angitt som mg O/1 ga algevekstforsøkene følgende resultater: En kloakkvannskonsentrasjon 15 ml/1 Syverudtjernvann vil gi en sekundær belastning med organisk stoff som følge av algevekst tilsvarende 8 mg O/1. På samme måte vil en kloakkvannskonsentrasjon 30 ml/1 medføre en belastning tilsvarende 15 mg O/1, og henholdsvis en kloakkvannskonsentrasjon 60 ml/1 gi belastningen 30 mg O/1.

For å gi disse tallene en bakgrunn kan den primære belastning med organisk stoff som kloakkvannet medfører angis. I tidsrommet 1937 - 1960 var belegget ved Landsorganisasjonens skole ca. 60 personer. Kloakkvann fra 60 personer vil gi en primær belastning av Syverudtjernet tilsvarende et kaliumbikromatforbruk av størrelsesorden 1 mg O/1. Med utvidelsen til 200 personer vil den tilsvarende belastning bli ca. 3,5 mg O/1.

4. DISKUSJON.

Observasjonene under feltarbeidet og resultatene fra laboratorieundersøkelsen har gitt grunnlag for følgende vurdering:

Syverudtjernet er en dystrof lokalitet med vannmasser som er sterkt påvirket av belastning med humusstoffer fra nedbørfeltet. De biologiske forhold i vannmassene med den frodige utvikling av algevegetasjonen dominert av blågrønnalger på ettersommeren viser at Syverudtjernet er tydelig forurensningspåvirket. Landsorganisasjonens skole, som ble opprettet i 1937, og virksomhet foretatt i nedbørfeltet, er årsaken til denne eutrofiering av vannmassene.

Forbruket av oksygen i Syverudtjernet bunnlag foregår raskt i perioden som følger fullsirkulasjonen. Det er ikke klarlagt i hvor stor utstrekning bunnlaget tas med i vårfullsirkulasjonen. Det finner sted en betydelig dannelselse av svoveldihydrogen i bunnlaget under stagnasjonsperiodene.

Vekstforsøkene med testalgen Selenastrum capricornutum viser at vannmassene i Syverudtjernet reagerer raskt på en kloakkvannstilsetning med hensyn til utslag i algevekst. Ved belastninger over 15 ml kloakkvann pr. liter midlere avrenning fra Syverudtjernet nedbørfelt, kan det ventes at eutrofieringspåvirkningene av vannmassene blir betydelige, og vil gjøre seg gjeldende ved direkte utslag i algevekst og de virkninger som følger av dette. Konvensjonelle rensemetoder vil ikke nevneverdig kunne fjerne gjødselstoffene fra kloakkvannet.

Syverudtjernet representerer en opprinnelig dystrof innsjø som gjennom tilførsel av kloakkvann er blitt ført over i en utvikling mot eutrofi. Det foreligger fra Norge ingen observasjoner som beskriver hendelsesforløpet i en slik innsjøutvikling. Det er også beskjedent med observasjoner fra andre landområder som kan være til direkte hjelp ved en vurdering av dette. Dystrofe innsjøer i Fennoskandia skiller seg på mange måter fra humusbelastede innsjøer på kontinentet hvor de fleste undersøkelser er foretatt.

5. PRAKTISKE KONKLUSJONER.

1. Syverudtjernet er allerede idag en innsjø med stor belastning av organisk stoff og råttent bunnvann i dyplagene.
2. Den primære organiske belastning av kloakkvann fra 200 personer av Syverudtjernet vil være av underordnet betydning i forhold til belastningen av organisk stoff fra det øvrige nedbørfelt.

3. Den sekundære belastning av organisk stoff som følger med kloakkvannets gjødslingspåvirkning av vannmassene vil være av betydelig størrelsesorden.
4. Mekanisk rensing av kloakkvannet med utslipp av det behandlede kloakkvann i Syverudtjernet på en måte som gir den størst mulige fortynning, vil under de rådende forhold i samme grad være tjenlig som f.eks. et biologisk renseanlegg med samme utslippsanordning.
5. En øket belastning av Syverudtjernet med kloakkvann vil fremskynde eutrofieringen. Belastninger større enn 15 ml kloakkvann pr. liter midlere avrenning kan slå sterkt ut med hensyn til algevekst i vannmassene.

Tabell 1. Hydrokjemiske data fra Syverudtjernet 20/5 1965.

Komponenter Prøvested	pH	El.ledn. evne $\mu_{20} = n \cdot 10^{-6}$	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Farge °H	K ₂ Cr ₂ O ₇ mg O/l	Nitrat $\mu\text{g N/l}$	Orto- fosfat $\mu\text{g P/l}$
Syverudtjern	6,7	46,2	1,5	60	13,5	103	18
Bekk, nær skole	6,8	116	1,3	26	6,3	630	7,5
Prøve ved strandkant	7,1	46,2	1,6	58	13,9	65	5,5

Tabell 2. Observasjoner fra feltarbeidet i Syverudtjernet 2/6 1965.

Dyp m	Temp. °C	Oksygen mg O ₂ /l	pH	El.ledn. evne $\mu_{20} = n \cdot 10^{-6}$	K ₂ Cr ₂ O ₇ mg O/l	Klorid mg Cl/l	Sulfid mg S ⁻⁻ /l	Hårdhet °H	Nitrat $\mu\text{g N/l}$	Orto- fosfat $\mu\text{g P/l}$
0	15,5	-	7,1	47,0						
1	14,3	11,7	7,2	46,8	12,6 ^x 13,2 ^{xx}	0,3	0	0,8	5	3
2	11,5	11,9	6,9	47,0			0			
3	9,1	8,7	6,7	48,5			0			
4	8,0	5,6	6,6	49,0			0			
5	6,6	3,6	6,5	50,5		0,3	0	0,7	178	7
6	5,6	1,3	6,3	49,8			0			
7	5,3	0,4	6,3	50,7			0			
8	5,1	0	6,3	53,7			5,8			
9	5,0	0	6,4	55,0			6,2			
10	5,0	0	6,4	58,8			6,2			
Utløp			7,1	44,5						

^x filtrert prøve.

^{xx} ufiltrert prøve.

Tabell 3. Plankton i overflateprøver fra Syverudtjernet
20/5 og 29/8 1965.
(Mengdeangivelse, se nedenfor^{x)}).

Organismer	20/5 1965	29/8 1965
<u>SCHIZOPHYCEAE.</u>		
Anabaena cf. spiroides	1	5
Anabaena sp.	1	
Coelosphaerium Naegelianum		4
Microcystis cf. aeruginosa	2	
Oscillatoria sp.	1	2
<u>CHLOROPHYCEAE.</u>		
Botryococcus Braunii	+	1
Cosmarium sp.		2
Gloeocystis sp. (?)	3	
Pandorina sp.		3
Scenedesmus sp.	+	1
Staurostrum sp.	1	
Ubest. grønnalgeflagellater	3	2
<u>BACILLARIOPHYCEAE.</u>		
Asterionella formosa	4	2
Tabellaria fenestrata	1	
Tabellaria flocculosa	1	1
<u>FLAGELLATA.</u>		
Ceratium cf. hirundinella	+	
Dinobryon bavaricum	2	
Dinobryon sp.	1	
Mallomonas "caudata"	2	1
Peridinium sp.	2	2
Trachelomonas sp.	+	
<u>ROTATORIA.</u>		
Euchlanis parva		2
Filinia longiseta	3	
Kellicottia longispina	2	2
Keratella cochlearis	2	3
Keratella quadrata	2	1
Polyarthra cf. trigla	4	2
<u>CRUSTACEA.</u>		
Cyclopoid copepode	1	2
Daphnia sp.	1	1

x) +, forekommer. 1, sjelden. 2, sparsom, 3, vanlig, 4, hyppig. 5, dominant.

Tabell 4. Data fra vekstforsøk med Selenastrum capricornutum
i vannprøver fra Syverudtjernet med ulike tilset-
ninger av kloakkvann.

Tallene angir n . 10⁶ celler/liter.

Dato 1965	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4
19/6	10,8	24,2	24,2	28,4
21/6	16,2	69,4	91,2	115,4
22/6	19,6	89,4	132	157
23/6	22,6	105	141	173
24/6	25,2	110	137	187
25/6	25,6	115	166	228
28/6	30,8	123	470	564
29/6	28,6	121	495	726
30/6			516	836
1/7			516	884
2/7				966
3/7				1180
5/7				1290
6/7				1250

Serie 1. 0 ml kloakkvann, 1000 ml vann fra Syverudtjernet.

" 2. 15 " - " - , 985 " " " - " -

" 3. 30 " - " - , 970 " " " - " -

" 4. 60 " - " - , 940 " " " - " -