

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDEEN.

Kloakkforurensning av Gjellumvannet..

0-197.

INNHOOLD.

Innledning	side 2
Krav til Gjellumvannet	" 2
Hva undersøkelsene viser	" 4
Biskusjon	" 6
Monklusjon	" 8

TABELLER.

Vannprøver fra Gjellumvannet	" 9 og 10.
------------------------------	------------

Saksbehandler: siv.ing. Kjell Baalsrud.  
Rapporten avsluttet: 16/5-1961.

## INNLEDNING.

Gjellumvannet i /sker ligger i en forsenkning langs en forkastningslinje mellom eruptive og sedimentære bergarter. Begge disse bergarter gjør seg gjeldende i nedslagefeltet til innsjøen.

I nedslagsfeltet er det en god del dyrket mark og en viss bebyggelse. En del av bebyggelsen har direkte avløp til Gjellumvann, mens mesteparten har avløp til høyere liggende deler av vassdraget.

Det er ikke blitt foretatt noen nøyere oppmåling av dybder og arealer i Gjellumvannet og dets nedslagsfelt, men følgende data antas å være noenlunde riktige:

Overflateareal .....	0,44	km <sup>2</sup>
Dyp .....	10	m
Volum .....	1,5 mill.	m <sup>3</sup>
Nedslagsfelt .....	39	km <sup>2</sup>
Avløp (etter 25 l/sek m <sup>2</sup> ) .....	30,6 mill.	m <sup>2</sup>
Teoretisk gjennomstrømningstid	18	dager

Gjellumvannet er forurensningsmessig belastet på flere måter. Dels ved at tilførselsbekkene er forurenset og dels ved direkte tilledning. Av forurensningstilførsler i tilløpene bør det som kommer fra tettbebyggelsen ved Dikemark og Vardåsen fremheves. Bebyggelsen ved disse sykehus er utstyrt med moderne sanitærinnetninger. Kloakkvannet ledes til et renseanlegg som slipper det rensede avløpsvannet ut i Verkenselva som fører ned til Gjellumvannet. Ved selve Gjellumvannet har det etterhånden reist seg en betydelig bebyggelse og avløpsvann fra denne ledes via enkle renseinnetninger til Gjellumvannet. Kloakken fra bebyggelsen ved Gjellum, som danner bakgrunnen for denne rapport, utgjør en betydelig del av denne belastning.

## KRAV TIL GJELLUMVANNET.

Det er viktig å søke å finne frem til de krav man mener bør stilles til Gjellumvannet. De betraktninger som er nevnt nedenfor, er

slik som vi oppfatter situasjonen, men den stedlige befolkning og kommunen bør i høy grad komme med sine synspunkter i denne forbindelse.

Det viktigste krav til Gjellumvannet må antas å være at det bør tilfredsstillende visse estetiske krav. Først og fremst bør vannet og strandområdene være luktfrie til alle årstider. Dessuten bør utseendet være slik at man kan glede seg over innsjøen som en del av landskapet.

Gjellumvannet bør ikke forurenses mer enn at fisk kan trives der. Så lenge fisken lever er det et kriterium på at i hvert fall de øvre vannlag i innsjøen tilfredsstiller de mest fundamentale miljøkrav biologisk sett. Selv om det bør være en viktig fordring at fisk kan leve i innsjøen, kan man ikke kreve at mere kresne fiskeslag (som ørret) skal kunne trives der uten at det ytes intenst fiskekulturarbeide.

Gjellumvannet vil muligens fra tid til annen bli brukt til bading av barn, men det er tvilsomt om det kan være økonomisk forsvarlig å kreve at innsjøen skal være i alle deler tilfredsstillende for bading. For bading i friluft settes det visse hygieniske krav. Det foreligger imidlertid ingen bestemte krav om bakterieinnhold i vann som brukes til bading, og det er ikke bebudet at slike vil komme fra helsemyndighetene. Nyere oppfatninger i mange land synes å vise at det er få hygieniske bekymringer ved å tillate bading i forurenset vann. For bading settes det imidlertid også visse estetiske krav både til vannet og stranden. Det er lite sannsynlig at Gjellumvannet er, eller kan bli, tilfredsstillende i denne henseende. Når helsevesenet tar stilling til om en innsjø kan nyttes for bading eller ikke, vurderes hele det områdehygieniske i saken og bare i mindre grad blir det tatt hensyn til bakteriologiske observasjoner. Slik situasjonen ligger an har det vært funnet riktig ikke å ta med bakteriologiske undersøkelser i denne omgang.

Gjellumvannet kan tenkes brukt som vannkilde for forskjellige formål. Med den moderne vannforsyning som er innlagt rundt innsjøen, har dette liten praktisk betydning. Innsjøen ble tidligere anvendt som vannkilde for en nedenforliggende fabrikk, men denne har nå tatt i bruk en annen vannforsyning.

Endelig kan forholdene i Gjellumvannet ha betydning for brukbarheten av elven som renner ut av innsjøen. Så lenge innsjøen tilfredsstiller de alminnelige krav formulert ovenfor er det ikke grunn til å vente at forholdene i utløpselven skal gi spesiell grunn til bekymring. Dette forutsatt at utløpselven ikke nyttes for mere spesielle og fordringsfulle formål. Det foreligger imidlertid ikke opplysninger som instituttet har kjennskap til om slik utnyttelse av utløpselven.

#### HVA UNDERSØKELSENE VISER.

Observasjoner og analyseresultater i tabellene side 9 og 10 danner grunnlaget for kommentarene som blir gjort i det følgende.

Det er i Gjellumvannet blitt foretatt to undersøkelser om forholdene i vannmassene, nemlig den 18/3-1960 og den 6/9-1960. I vanlige norske innsjøer vil vannet være i fullsirkulasjon vår og høst og ha stagnasjonsperioder sommer og vinter. De to prøveserier er tatt ved slutten av disse to stagnasjonsperiodene og skulle således vise karakteristiske forhold som kan oppstå under disse situasjoner. Analysedataene viser en rekke interessante trekk som gir anledning til å trekke konklusjoner som stemmer godt overens med hverandre og med forholdene i nedslagsfeltet til innsjøen. Innsjøen er ikke blitt nøyaktig loddet opp, men ved stikkprøver ble det funnet at dypeste punkt var på 10 m. Det ble tatt prøver ved ialt 3 stasjoner, slik at stasjon 1 er dypeste punkt ut for Verkenelvas munning, stasjon 2 er rett ut for innløpsbekken og stasjon 3 på 9 m dyp ut for bekken med avløp fra Gjellum-begyggelsen.

Temperaturforholdene viser at det foregår fullsirkulasjon av vannmassene vår og høst. Temperaturobservasjonene viser videre at det utvikles en tydelig lagdeling. Om vinteren er overgangen mellom overflatelag og dyplag mellom 4 og 8 m, og om sommeren er tilsvarende overgang mellom 6 og 7 meter. Temperaturen på de dypeste områder varierer mellom 7,2 °C om sommeren og 2,2 °C om vinteren. Det vil si at innsjøen har fullsirkulasjon i periodene hvor overflatevannets temperatur varierer mellom ca. 2 - 8 °C.

Oksygenforholdene er særlig viktige for vurdering av innsjøens tilstand. Det fremgår av observasjonene at det om vinteren skjer en viss oksygentøring i de dypere vannlag, men ikke mer enn at det selv på 10 m dyp er tilbake vel 40% av metningsverdien for oksygen. Dette forhold viser at innsjøen er utsatt for en belastning, men ikke så stor at det kan sies å oppstå noen kritisk situasjon. Om sommeren er situasjonen ganske annerledes, idet det bare blir påvist oksygen av særlig kvantitet på 1 og 4 m dyp. I de dypere lag er vannet for oksygenfritt å regne. På 6-m dypet er det ved stasjon 1 oksygenfritt, men på stasjon 3 er det i samme dyp 20% oksygen igjen. Dette skyldes sikkert at spranget mellom oksygenrikt og oksygenfritt vann ligger nettopp på 6 m, slik at unøyaktigheter under prøvetagningen har gitt vann fra henholdsvis ovenfor og nedenfor dette spranget.

Verdiene for vannets surhetsgrad (pH), ledningsevne og hardhet viser at det etter norske forhold er et relativt hardt vann i dette vassdraget. Det henger sammen med at avrenningen delvis kommer fra områder med sedimentære bergarter av kalksteinnatur. Det fremgår at pH avtar mot dypet både sommer og vinter. Dette gjenspeiler nedbrytningen av organisk stoff i dyplagene som fører til dannelse av kulldioksyd og andre sure produkter.

Vannets elektrolytiske ledningsevne er noe lavere om sommeren enn om vinteren. Dette er et normalt forhold, idet avrenningen fra nedslagsfeltets overflate er større om sommeren og derfor bevirker bløtere vann. Om vinteren skjer en stor del av tilsiget gjennom grunnen og medfører større hardhet. At forandringene er såvidt små henger sikkert sammen med at det er flere innsjøer høyere i vassdraget som virker utjevnende på vannkvaliteten. Vannet har en viss farge av humusnatur, men mesteparten av fargen skyldes suspenderte partikler. Dette fremgår av turbiditetsmålingene.

Den 6/9 ble det også analysert på fosfater, nitrater og ammonium. Tallene viser at det er en betydelig gjødsling av innsjøen. I overflaten er innholdet av nitrater vesentlig høyere enn innholdet av fri ammonium. Det er derfor nærliggende å slutte at bare en liten del av næringsstoffene var blitt tilført vannmassene gjennom direkte kloakkutslipp til selve innsjøen.

## DISKUSJON.

Vannets kjemiske sammensetning og de geologiske forhold i nedslagsfeltet er slik at Gjellumvannet fra naturens side bestandig har vært næringsrik..

Gjellumvannet har, såvidt vi kjenner til, vært undersøkt hydrografisk bare en gang tidligere, nemlig av stud. K. Bremer i 1947/48. i forbindelse med en hovedfagsoppgave ved Universitetet i Oslo. Hans observasjoner av temperatur og oksygenforhold gir samme hovedinntrykk som de som er beskrevet ovenfor. Imidlertid ser det ut til å være en tendens i retning av at forurensningspåvirkningen er stigende.

Da eldre observasjonsmateriale ikke foreligger har vi utilstrekkelig grunnlag for å forstå årsakssammenhengen, men det er allikevel nærliggende å tro at de nåværende tilstander i høy grad skyldes økende belastning som følge av bebyggelse og jordbruk i nedslagsfeltet.

Det er bemerkelsesverdig at eutrofieringen av innsjøen har gitt så kraftig utslag for oksygenforholdene til tross for den korte oppholdstid som vannet har i innsjøen. Det må henge sammen med at innsjøen stadig tilføres betydelige mengder næringsalter. Det rensede avløpsvann fra Dikemark spiller f.eks. sikkert en betydelig rolle for forholdene i Gjellumvannet. Hvis innsjøens vesentlige belastning hadde vært organisk stoff fra kloakkutløpene, ville man vente at oksygenforholdene om vinteren ville være like dårlige eller dårligere enn om sommeren.

I sommerperioden skjer det i en innsjø betydelig oksygentilførsel gjennom overflaten, gjennom plantenes fotosyntese og gjennom de relativt store mengder med tillopsvann. Om vinteren er oksygentilførselen til vannmassene meget liten på grunn av isleggingen. Allikevel viser analysene at oksygenforholdene om vinteren var forholdsvis tilfredsstillende.

Forurensningen av Gjellumvannet medfører en kvantitativ rik utvikling av vegetasjon med planktoniske alger i de frie vannmasser og høyere planter i innsjøens strandområde. Produksjonen av

organisk stoff i innsjøen blir stor. Fenomenet med det markerte oksygenvinn i dyplagene i sommerstagnasjonsperioden henger sammen med nedbrytningen av dette i innsjøen produserte materiale. Belastningen med organiske stoffer direkte fra kloakkutslipp til innsjøen er av underordnet betydning.

Da forholdene i Gjellumvannet henger sammen med forurensnings-situasjonene i hele nedslagsfeltet, er det ikke grunn til å tro at det er teknisk-økonomisk overkommelig i vesentlig grad å befri innsjøen for den nåværende belastning. Med andre ord, det er nærliggende å foreslå at tilstanden i innsjøen som den nå er, i stor utstrekning må aksepteres.

Problemet blir å bevare innsjøen i dette utviklingsstadium og hindre at den blir verre. Fra bebyggelse ved Gjellum ville det da være formålstjenlig å lede kloakkvannet utenfor nedslagsfeltet til Gjellumvannet. Dette er sannsynligvis økonomisk vanskelig gjennomførbart, slik at Gjellumvannet må betraktes som den praktiske resipient. Det spiller mindre rolle for Gjellumvannet i hvilken grad dette kloakkvannet renses. Det må være fritt for sedimenterbare stoffer, men et visst innhold av organisk løselige stoffer vil ikke gjøre særlig skade. Det siste kan imidlertid bare sies under forutsetning av at kloakkvannet ledes ut på et visst dyp, minst 6 m under overflaten.

Denne ordning vil vi anbefale brukt inntil videre. Det er rimelig at det med mellomrom fremover blir foretatt kontrollundersøkelser av tilstanden i innsjøen. Hvis utviklingen skulle gå i uheldig retning, må kloakkvannsbehandlingen fra Gjellum og andre strøk rundt Gjellumvannet tas opp til ny vurdering. Det bør derfor avsettes plass til å forsøke den nåværende Imhofftank med et biologisk oksydasjonsanlegg.

Hvis den nåværende Imhofftank blir for liten, eller hvis slambehandling i tanken skaper spesielle problemer, kan det være grunn til å vurdere om man på et tidlig tidspunkt bør bygge et anlegg med mere moderne utformning. Slike teknisk-økonomiske overlegninger vil det nødvendigvis ta en viss tid å gjennomføre.

## KONKLUSJON.

1. Gjellumvannet er en meget næringsrik (sterkt eutrofiert) innsjø.
2. Eutrofieringen skyldes dels de geologiske forhold i nedslagsfeltet og dels forurensninger fra bebyggelse, dyrket mark m.m.
3. Forholdene i innsjøen er i det vesentlige bestemt av tilførte næringsstoffer som for det meste skriver seg fra høyereliggende deler i nedslagsfeltet.
4. Alt tatt i betraktning vil det være rimelig for fremtiden å kreve at Gjellumvannet skal være estetisk tilfredsstillende. Miljøbetingelsene i innsjøen bør være slike at fiskebestanden opprettholdes.
5. Med den nåværende bebyggelse vil det være en brukbar løsning å føre det sedimenterte avløpsvann fra Imhofftanken for Gjellum i lukket ledning ut på minst 6 m dyp.
6. Hvis renseanlegget ved Gjellumvannet p.g. av problemene med slambehandling eller andre tekniske vanskeligheter blir utilfredsstillende, bør utbyggingen etter moderne retningslinjer vurderes nøye. Plass for utbygging bør reserveres.



VANNRØVER FRA GJELUMVANNET.

Dato: 18/3-60.

m dyp	Temp. °C	Oksygen mg O/1	Oksygen %-metn.	pH	Ledn. evne · 10 <sup>-5</sup> x 20 <sup>0</sup>	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /1	Permanganat-tall mg O/1
<u>St. I</u>								
1	0,2	12,7	90,2	7,4	12,0	24	0,9	4,1
4	0,8	11,3	81,8	-	-	-	-	-
8	1,7	7,7	57,1	6,9	11,2	26	0,9	4,2
10	2,2	5,7	42,9	-	-	-	-	-
<u>St. II</u>								
1	0,0	12,7	89,7	-	-	-	-	-
2	0,1	12,4	87,7	-	-	-	-	-
<u>St. III</u>								
1	0,1	12,6	89,1	7,3	12,0	23	0,7	4,1
4	0,5	11,4	81,4	-	-	-	-	-
8	1,5	6,3	46,1	6,9	11,5	37	2,3	4,4

St. I og II = utløp Dikemark.

VANNPRØVER FRA GJELUMVANNET.

Kjemisk-fysiske vannanalyser.

Dato: 6/9-60.

	Water dyp	Temperatur °C	Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	Oksygen %-metning	pH	ledn. evne · 10 <sup>-5</sup> K <sub>20</sub>	Farve mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	Jernmanganat-tall mg O/l	Hårdhet mg CaO/l	Alkalinitet ml N/10 HCl/l	Klorid mg Cl/l	B.F.A. x) mg N/l	Tri ammonium mg N/l	Orthofosfat mg PO <sub>4</sub> /l	Totalfosfat mg PO <sub>4</sub> /l	Hydrolyserbar fosfat, mg PO <sub>4</sub> /l	Nitrat mg NO <sub>3</sub> /l
	1	14,2	8,6	86,8	-	10,9	38	2,9	5,1	3,0	7,7	2,5		-				
	4	13,9	8,0	80,0	7,6	10,9	41	2,9	5,0	3,0	7,7	2,7		0,1				
	6	12,0	0,1	1,1	6,9	11,0	47	3,8	4,4	2,9	7,6	2,7	0,5	-	0,05	0,25	0,03	0,88
	7	9,2	0,1	0,9	7,0	11,1	45	4,8	5,6	2,9	8,3	3,0		-				
	8	7,9	0,1	0,9	6,9	11,4	61	8,8	3,6	2,9	8,7	3,0		0,9				
	10	7,2	0,1	0,5	6,9	11,6	83	11,3	4,1	2,9	9,3	3,1		1,1				
St. II	1	14,1	8,9	90,1	7,8	10,8	45	3,2	5,4	3,1	7,4	2,1		0,1				
	4	14,0	8,7	87,4	7,7	10,8	41	2,9	5,3	3,0	7,6	2,3		0,1				
	6	12,5	2,1	20,0	7,2	11,0	41	3,1	4,9	3,3	8,1	2,7	0,6	0,2	0,04	0,21	0,03	1,1
	7	9,3	0,1	0,5	7,0	11,0	42	4,7	3,9	3,0	8,1	3,1		0,5				
	8	7,5	0,1	0,5	6,9	11,5	63	9,9	4,1	2,9	9,3	3,3		1,1				
	9	7,3			6,9	11,7	80	10,2	4,3	3,0	9,5	3,0		1,2				

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDEMN.

Kloakkforurensning av Gjellumvannet.

O-197.

INNHOLD.

Innledning	side 2
Krav til Gjellumvannet	" 2
Hva undersøkelsene viser	" 4
Diskusjon	" 6
Konklusjon	" 8

TABELLER.

Vannprøver fra Gjellumvannet	" 9 og 10.
------------------------------	------------

Saksbehandler: siv.ing. Kjell Baalsrud.  
Rapporten avsluttet: 16/5-1961.

## INNLEDNING.

Gjellumvannet i Åsker ligger i en forsenkning langs en forkastningslinje mellom eruptive og sedimentære bergarter. Begge disse bergarter gjør seg gjeldende i nedslagsfeltet til innsjøen.

I nedslagsfeltet er det en god del dyrket mark og en viss bebyggelse. En del av bebyggelsen har direkte avløp til Gjellumvann, mens mesteparten har avløp til høyereliggende deler av vassdraget.

Det er ikke blitt foretatt noen nøyere oppmåling av dybder og arealer i Gjellumvannet og dets nedslagsfelt, men følgende data antas å være noenlunde riktige:

Overflateareal .....	0,44	km <sup>2</sup>
Dyp .....	10	m
Volun .....	1,5 mill.	m <sup>3</sup>
Nedslagsfelt .....	39	km <sup>2</sup>
Avløp (etter 25 l/sek m <sup>2</sup> ) .....	30,6 mill.	m <sup>2</sup>
Teoretisk gjennomstrømningstid	13	dager

Gjellumvannet er forurensningsmessig belastet på flere måter. Dels ved at tilførselsbekkene er forurenset og dels ved direkte tilledning. Av forurensningstilførsler i tilløpene bør det som kommer fra tettbebyggelsen ved Dikemark og Vardåsen fremheves. Bebyggelsen ved disse sykehus er utstyrt med moderne sanitærinnretninger. Kloakkvannet ledes til et renseanlegg som slipper det rensede avløpsvannet ut i Verkenselva som fører ned til Gjellumvannet. Ved selve Gjellumvannet har det etterhånden reist seg en betydelig bebyggelse og avløpsvann fra denne ledes via enkle renseinnretninger til Gjellumvannet. Kloakken fra bebyggelsen ved Gjellum, som danner bakgrunnen for denne rapport, utgjør en betydelig del av denne belastning.

## KRAV TIL GJELLUMVANNET.

Det er viktig å søke å finne frem til de krav man mener bør stilles til Gjellumvannet. De betraktninger som er nevnt nedenfor, er

slik som vi oppfatter situasjonen, men den stedlige befolkning og kommunen bør i høy grad komme med sine synspunkter i denne forbindelse.

Det viktigste krav til Gjellumvannet må antas å være at det bør tilfredsstillende visse estetiske krav. Først og fremst bør vannet og strandområdene være luktfrie til alle årstider. Dessuten bør utseendet være slik at man kan glede seg over innsjøen som en del av landskapet.

Gjellumvannet bør ikke forurenses mer enn at fisk kan trives der. Så lenge fisken lever er det et kriterium på at i hvert fall de øvre vannlag i innsjøen tilfredsstiller de mest fundamentale miljøkrav biologisk sett. Selv om det bør være en viktig fordring at fisk kan leve i innsjøen, kan man ikke kreve at mere kresne fiskeslag (som ørret) skal kunne trives der uten at det ytes intenst fiskekulturarbeide.

Gjellumvannet vil muligens fra tid til annen bli brukt til bading av barn, men det er tvilsomt om det kan være økonomisk forsvarlig å kreve at innsjøen skal være i alle deler tilfredsstillende for bading. For bading i friluft settes det visse hygieniske krav. Det foreligger imidlertid ingen bestemte krav om bakterieinnhold i vann som brukes til bading, og det er ikke bebudet at slike vil komme fra helsemyndighetene. Nyere oppfatninger i mange land synes å vise at det er få hygieniske bekymringer ved å tillate bading i forurenset vann. For bading settes det imidlertid også visse estetiske krav både til vannet og stranden. Det er lite sannsynlig at Gjellumvannet er, eller kan bli, tilfredsstillende i denne henseende. Når helsevesenet tar stilling til om en innsjø kan nyttes for bading eller ikke, vurderes hele det områdehygieniske i saken og bare i mindre grad blir det tatt hensyn til bakteriologiske observasjoner. Slik situasjonen ligger an har det vært funnet riktig ikke å ta med bakteriologiske undersøkelser i denne omgang.

Gjellumvannet kan tenkes brukt som vannkilde for forskjellige formål. Med den moderne vannforsyning som er innlagt rundt innsjøen, har dette liten praktisk betydning. Innsjøen ble tidligere anvendt som vannkilde for en nedenforliggende fabrikk, men denne har nå tatt i bruk en annen vannforsyning.

Endelig kan forholdene i Gjellumvannet ha betydning for brukbarheten av elven som renner ut av innsjøen. Så lenge innsjøen tilfredsstiller de alminnelige krav formulert ovenfor er det ikke grunn til å vente at forholdene i utløpselven skal gi spesiell grunn til bekymring. Dette forutsatt at utløpselven ikke nyttes for mere spesielle og fordringsfulle formål. Det foreligger imidlertid ikke opplysninger som instituttet har kjennskap til om slik utnyttelse av utløpselven.

#### HVA UNDERSØKEELSENE VISER.

Observasjoner og analyseresultater i tabellene side 9 og 10 danner grunnlaget for kommentarene som blir gjort i det følgende.

Det er i Gjellumvannet blitt foretatt to undersøkelser om forholdene i vannmassene, nemlig den 18/3-1960 og den 6/9-1960. I vanlige norske innsjøer vil vannet være i fullsirkulasjon vår og høst og ha stagnasjonsperioder sommer og vinter. De to prøveserier er tatt ved slutten av disse to stagnasjonsperiodene og skulle således vise karakteristiske forhold som kan oppstå under disse situasjoner. Analysedataene viser en rekke interessante trekk som gir anledning til å trekke konklusjoner som stemmer godt overens med hverandre og med forholdene i nedslagsfeltet til innsjøen. Innsjøen er ikke blitt nøyaktig loddet opp, men ved stikkprøver ble det funnet at dypeste punkt var på 10 m. Det ble tatt prøver ved ialt 3 stasjoner, slik at stasjon 1 er dypeste punkt ut for Verkenelvas munning, stasjon 2 er rett ut for innløpsbekken og stasjon 3 på 9 m dyp ut for bekken med avløp fra Gjellum-begyggelsen.

Temperaturforholdene viser at det foregår fullsirkulasjon av vannmassene vår og høst. Temperaturobservasjonene viser videre at det utvikles en tydelig lagdeling. Om vinteren er overgangen mellom overflatelag og dyplag mellom 4 og 8 m, og om sommeren er tilsvarende overgang mellom 6 og 7 meter. Temperaturen på de dypeste områder varierer mellom 7,2 °C om sommeren og 2,2 °C om vinteren. Det vil si at innsjøen har fullsirkulasjon i periodene hvor overflatevannets temperatur varierer mellom ca. 2 - 8 °C.

Oksygenforholdene er særlig viktige for vurdering av innsjøens tilstand. Det fremgår av observasjonene at det om vinteren skjer en viss oksygentøring i de dypere vannlag, men ikke mer enn at det selv på 10 m dyp er tilbake vel 40% av metningsverdien for oksygen. Dette forhold viser at innsjøen er utsatt for en belastning, men ikke så stor at det kan sies å oppstå noen kritisk situasjon. Om sommeren er situasjonen ganske annerledes, idet det bare blir påvist oksygen av særlig kvantitet på 1 og 4 m dyp. I de dypere lag er vannet for oksygenfritt å regne. På 6-m dypet er det ved stasjon 1 oksygenfritt, men på stasjon 3 er det i samme dyp 20% oksygen igjen. Dette skyldes sikkert at spranget mellom oksygenrikt og oksygenfritt vann ligger nettopp på 6 m, slik at unøyaktigheter under prøvetagningen har gitt vann fra henholdsvis ovenfor og nedenfor dette spranget.

Verdiene for vannets surhetsgrad (pH), ledningsevne og hårdhet viser at det etter norske forhold er et relativt hårdt vann i dette vassdraget. Det henger sammen med at avrenningen delvis kommer fra områder med sedimentære bergarter av kalksteinnatur. Det fremgår at pH avtar mot dypet både sommer og vinter. Dette gjenspeiler nedbrytningen av organisk stoff i dyplagene som fører til dannelselse av kulldioksyd og andre sure produkter.

Vannets elektrolytiske ledningsevne er noe lavere om sommeren enn om vinteren. Dette er et normalt forhold, idet avrenningen fra nedslagsfeltets overflate er større om sommeren og derfor bevirker bløtere vann. Om vinteren skjer en stor del av tilsiget gjennom grunnen og medfører større hårdhet. At forandringene er såvidt små henger sikkert sammen med at det er flere innsjøer høyere i vassdraget som virker utjevnende på vannkvaliteten. Vannet har en viss farge av humusnatur, men mesteparten av fargen skyldes suspenderte partikler. Dette fremgår av turbiditetsmålingene.

Den 6/9 ble det også analysert på fosfater, nitrater og ammonium. Tallene viser at det er en betydelig gjødsling av innsjøen. I overflaten er innholdet av nitrater vesentlig høyere enn innholdet av fri ammonium. Det er derfor nærliggende å slutte at bare en liten del av næringsstoffene var blitt tilført vannmassene gjennom direkte kloakkutslipp til selve innsjøen.

## DISKUSJON.

Vannets kjemiske sammensetning og de geologiske forhold i nedslagsfeltet er slik at Gjellumvannet fra naturens side bestandig har vært næringsrik..

Gjellumvannet har, såvidt vi kjenner til, vært undersøkt hydrografisk bare en gang tidligere, nemlig av stud. K. Bremer i 1947/48, i forbindelse med en hovedfagsoppgave ved Universitetet i Oslo. Hans observasjoner av temperatur og oksygenforhold gir samme hovedinntrykk som de som er beskrevet ovenfor. Imidlertid ser det ut til å være en tendens i retning av at forurensningspåvirkningen er stigende.

Da eldre observasjonsmateriale ikke foreligger har vi utilstrekkelig grunnlag for å forstå årsakssammenhengen, men det er allikevel nærliggende å tro at de nåværende tilstander i høy grad skyldes økende belastning som følge av bebyggelse og jordbruk i nedslagsfeltet.

Det er bemerkelsesverdig at eutrofieringen av innsjøen har gitt så kraftig utslag for oksygenforholdene til tross for den korte oppholdstid som vannet har i innsjøen. Det må henge sammen med at innsjøen stadig tilføres betydelige mengder næringsalter. Det rensede avløpsvann fra Dikemark spiller f.eks. sikkert en betydelig rolle for forholdene i Gjellumvannet. Hvis innsjøens vesentlige belastning hadde vært organisk stoff fra kloakkutløpene, ville man vente at oksygenforholdene om vinteren ville være like dårlige eller dårligere enn om sommeren.

I sommerperioden skjer det i en innsjø betydelig oksygentilførsel gjennom overflaten, gjennom plantenes fotosyntese og gjennom de relativt store mengder med tilløpsvann. Om vinteren er oksygentilførselen til vannmassene meget liten på grunn av isleggingen. Allikevel viser analysene at oksygenforholdene om vinteren var forholdsvis tilfredsstillende.

Forurensningen av Gjellumvannet medfører en kvantitativ rik utvikling av vegetasjon med planktoniske alger i de frie vannmasser og høyere planter i innsjøens strandområde. Produksjonen av



organisk stoff i innsjøen blir stor. Fenomenet med det markerte oksygenvinn i dyplagene i sommerstagnasjonsperioden henger sammen med nedbrytningen av dette i innsjøen produserte materiale. Belastningen med organiske stoffer direkte fra kloakkutslipp til innsjøen er av underordnet betydning.

Da forholdene i Gjellumvannet henger sammen med forurensnings-situasjonene i hele nedslagsfeltet, er det ikke grunn til å tro at det er teknisk-økonomisk overkommelig i vesentlig grad å befri innsjøen for den nåværende belastning. Med andre ord, det er nærliggende å foreslå at tilstanden i innsjøen som den nå er, i stor utstrekning må aksepteres.

Problemet blir å bevare innsjøen i dette utviklingsstadium og hindre at den blir værre. Fra bebyggelse ved Gjellum ville det da være formålstjenlig å lede kloakkvannet utenfor nedslagsfeltet til Gjellumvannet. Dette er sannsynligvis økonomisk vanskelig gjennomførbart, slik at Gjellumvannet må betraktes som den praktiske resipient. Det spiller mindre rolle for Gjellumvannet i hvilken grad dette kloakkvannet renses. Det må være fritt for sedimenterbare stoffer, men et visst innhold av organisk løselige stoffer vil ikke gjøre særlig skade. Det siste kan imidlertid bare sies under forutsetning av at kloakkvannet ledes ut på et visst dyp, minst 6 m under overflaten.

Denne ordning vil vi anbefale brukt inntil videre. Det er rimelig at det med mellomrom fremover blir foretatt kontrollundersøkelser av tilstanden i innsjøen. Hvis utviklingen skulle gå i uheldig retning, må kloakkvannsbehandlingen fra Gjellum og andre strøk rundt Gjellumvannet tas opp til ny vurdering. Det bør derfor avsettes plass til å forsøke den nåværende Imhofftank med et biologisk oksydasjonsanlegg.

Hvis den nåværende Imhofftank blir for liten, eller hvis slambehandling i tanken skaper spesielle problemer, kan det være grunn til å vurdere om man på et tidlig tidspunkt bør bygge et anlegg med mere moderne utforming. Slike teknisk-økonomiske overlegninger vil det nødvendigvis ta en viss tid å gjennomføre.

## KONKLUSJON.

1. Gjellumvannet er en meget næringsrik (sterkt eutrofiert) innsjø.
2. Eutrofieringen skyldes dels de geologiske forhold i nedslagsfeltet og dels forurensninger fra bebyggelse, dyrket mark m.m.
3. Forholdene i innsjøen er i det vesentlige bestemt av tilførte næringsstoffer som for det meste skriver seg fra høyereliggende deler i nedslagsfeltet.
4. Alt tatt i betraktning vil det være rimelig for fremtiden å kreve at Gjellumvannet skal være estetisk tilfredsstillende. Miljøbetingelsene i innsjøen bør være slike at fiskebestanden opprettholdes.
5. Med den nåværende bebyggelse vil det være en brukbar løsning å føre det sedimenterte avløpsvann fra Imhofftanken for Gjellum i lukket ledning ut på minst 6 m dyp.
6. Hvis renseanlegget ved Gjellumvannet p.g. av problemene med slambehandling eller andre tekniske vanskeligheter blir utilfredsstillende, bør utbyggingen etter moderne retningslinjer vurderes nøye. Plass for utbygging bør reserveres.

VANNRØVER FRA GJELUMVANNET.

Dato: 18/3-60.

m dyp	Temp. °C	Oksygen mg O/1	Oksygen %-metn.	pH	Ledn. evne · 10 <sup>-5</sup> κ <sub>20</sub> <sup>o</sup>	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /1	Permanganat-tall mg O/1
<u>St. I</u>								
1	0,2	12,7	90,2	7,4	12,0	24	0,9	4,1
4	0,8	11,3	81,8	-	-	-	-	-
8	1,7	7,7	57,1	6,9	11,2	26	0,9	4,2
10	2,2	5,7	42,9	-	-	-	-	-
<u>St. II</u>								
1	0,0	12,7	89,7	-	-	-	-	-
2	0,1	12,4	87,7	-	-	-	-	-
<u>St. III</u>								
1	0,1	12,6	89,1	7,3	12,0	23	0,7	4,1
4	0,5	11,4	81,4	-	-	-	-	-
8	1,5	6,3	46,1	6,9	11,5	37	2,3	4,4

St. I og II = utløp Dikemark.

VANNPRØVER FRA GJELUMVANNET.

Kjemisk-fysiske vannanalyser.

Dato: 6/9-60.

	Meter dyp	Temperatur °C	Oksygen mg O/1	Oksygen %-metning	pH	Lehn.evne · 10 <sup>-5</sup> N 20	Farve mg Pt/1	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /1	Jernmanganat-tall mg O/1	Hardhet mg CaO/1	Alkalinitet ml N/10 HCl/1	Klorid mg Cl/1	B.F.A. x) mg N/1	Tri ammonium mg N/1	Orthofosfat mg 10 <sub>4</sub> /1	Totalfosfat mg 10 <sub>4</sub> /1	Hydrolyserbar fosfat, mg 10 <sub>4</sub> /1	Nitrat mg NO <sub>3</sub> /1
	1	14,2	8,6	86,8	-	10,9	38	2,9	5,1	3,0	7,7	2,5		-				
	4	13,9	8,0	80,0	7,6	10,9	41	2,9	5,0	3,0	7,7	2,7		0,1				
	6	12,0	0,1	1,1	6,9	11,0	47	3,8	4,4	2,9	7,6	2,7	0,5	-	0,05	0,25	0,03	0,88
	7	9,2	0,1	0,9	7,0	11,1	45	4,8	5,6	2,9	8,3	3,0		-				
	8	7,9	0,1	0,9	6,9	11,4	61	8,8	3,6	2,9	8,7	3,0		0,9				
	10	7,2	0,1	0,5	6,9	11,6	83	11,3	4,1	2,9	9,3	3,1		1,1				
St. 11	1	14,1	8,9	90,1	7,8	10,8	45	3,2	5,4	3,1	7,4	2,1		0,1				
	4	14,0	8,7	87,4	7,7	10,8	41	2,9	5,3	3,0	7,6	2,3		0,1				
	6	12,5	2,1	20,0	7,2	11,0	41	3,1	4,9	3,3	8,1	2,7	0,6	0,2	0,04	0,21	0,03	1,1
	7	9,3	0,1	0,5	7,0	11,0	42	4,7	3,9	3,0	8,1	3,1		0,5				
	8	7,5	0,1	0,5	6,9	11,5	63	9,9	4,1	2,9	9,3	3,3		1,1				
	9	7,3			6,9	11,7	80	10,2	4,3	3,0	9,5	3,0		1,2				