

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKING

Blindern

0 - 106/70

KJEMISK FELLING I BIODAM

I

LOSBY, LØRENSKOG KOMMUNE

Saksbehandler: Siv.ing. Terje Simensen
Medarbeidere: Siv.ing. Hallvard Ødegaard
 Siv.ing. Ivar Helleberg
Rapporten avsluttet november 1971

1. OPPDRAGET

Lørenskog kommune ble i brev av 31. mai 1969 fra Industridepartementet pålagt å rense avløpsvannet fra boligfelt i området Skårer-Sørli-Løken-Nedre Fenstad slik post 1 i utslippstillatelsen fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen lyder:

"Avløpsvannet skal - før det slippes ut i Losbyelva - passere en biologisk dam med et areal på minimum 6.700 m^2 . Nedbrytningsprosessen i anlegget skal foregå slik at luktulempen ikke oppstår. Renseeffekten i anlegget m.h.t. BOF_5 skal være minimum 50% og avløpsvannets innhold av suspendert materiale skal ikke overstige 40 mg/l .

Innløpet skal være slik konstruert at det gis en best mulig spredning av slammet, evt. alternative innløp. Utløpet skal plasseres lengst mulig fra innløpet og være regulerbart. Utløpet skal utstyres med rist og skumskjermⁱⁱ.

Lysinnstrålingen på våre breddegrader er under store deler av året beskjeden, og den fotosyntetiske aktiviteten er derfor lav. Den nødvendige oksygenmengde for den biologiske nedbrytning må derfor tilføres ved absorpsjon fra atmosfæren via dammens overflate. Ved dimensjonering av biologiske dammer har man ofte benyttet parameteren antall m^2 damoverflate pr. personekvivalent tilknyttet.

Den biologiske dam ved Losby har en overflate på 6.700 m^2 og en dybde på $1,20 \text{ m}$. Dammen mottok ved undersøkelsen avløpsvann fra de nevnte boligområder med bosetting 1.500 personer. Beregnes dammens belastning som antall m^2 damoverflate pr. tilknyttet personekvivalent, blir denne $4,5 \text{ m}^2/\text{pe}$. Vanligvis dimensjoneres biologiske dammer med en overflate på $15 - 20 \text{ m}^2/\text{pe}$. Den biologiske dammen ved Losby er derfor meget sterkt belastet. I løpet av 1971 vil belastningen til dammen øke til over ca. 2.000 personer.

Den biologiske dammen skal kuttes ut og avløpsvannet føres til sentralrenseanlegget RA-2 når dette blir ferdig, men dette blir ikke aktuelt før 1972.

Kommunen har søkt Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE) om utslippstillatelse i Losbyelva etter at belastningen økes til 2.500 personekvivalenter. NVE krevde da en utvidelse av dammen til 16.000 m² og forandret dette i post 1 i utslippstillatelsen (se referat ovenfor).

I samråd med Avløpssambandet Nordre Øyeren (ANØ) besluttet Lørenskog kommune å forsøke å forbedre det rensede vannet fra biodammen ved å tilføre kjemikalier (aluminiumsulfat) til innløpsvannet. Målet for forsøket skulle være å skaffe til veie resultater som Lørenskog kommune kunne legge frem for NVE slik at det kunne gis utslippstillatelse for avløpet fra biodammen uten at damoverflaten økes til 16.000 m².

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) fikk i oppdrag å foreta undersøkelsen, men skulle ikke ta standpunkt til kravene som er satt til rensing eller til dammens situasjon i helhetsbildet.

Som et ledd i det omfattende forskningsprogram som våren 1971 ble satt i gang, på bakgrunn av Ressursutvalgets innstilling nr. 1, er fellingsforsøk i den biologiske dammen ved Losby trukket inn som en del av programmet. Dette har medført at det programmet som opprinnelig ble utarbeidet i samråd med Lørenskog kommune og ANØ ikke er gjennomført i sin helhet, siden arbeidet kan føres videre innenfor en bredere faglig og økonomisk ramme. Den del av arbeidet som er utført, rapporteres i sin helhet i den foreliggende rapport. Den fastsatte omkostningsramme er følgelig redusert tilsvarende. Det utførte arbeidet er betalt av Lørenskog kommune.

2. PROSESSBESKRIVELSE

Renseforløpet i en biologisk dam kan sammenliknes med det som skjer i et naturlig vassdrag. Prosessene er avhengig av dammens utforming, avløpsvannets beskaffenhet og av klimaet. Avløpsvannets organiske bestanddeler fjernes ved flokning, sedimentering og biologisk nedbrytning gjennom aerobe og anaerobe prosesser. I dammen utvikles et organisme-samfunn av alger og bakterier. Algene tar opp kulldioksyd og kan ved hjelp av lysenergien syntetisere organisk substans i form av nye alger samtidig som de produserer oksygen. De aerobe bakteriene i dammen nedbryter organisk substans under forbruk av oksygen og kan ved nedbrytingen skaffe seg energi for oppbygging av nye celler. Ved den bakterielle nedbrytingen dannes som sluttprodukter i første rekke kulldioksyd og vann. Foruten gjennom algenes fotosyntese tilføres dammen oksygen gjennom absorpsjon fra atmosfæren via dammens overflate. Oksygeninnholdet i inngående avløpsvann har liten kvantitativ betydning.

Slam i avløpsvannet og en vesentlig del av de bakterie- og algeceller som syntetiseres i dammen, synker til bunns. I dammens bunnsjikt kommer derfor organisk materiale til å anrikes. I bunnsjiktet blir praktisk talt alltid oksygentilførselen utilstrekkelig, hvorfor det oppstår anaerobe forhold. Anaerobe bakterier er aktive i bunnslammet og bryter delvis ned den organiske substans der. Sluttproduktene ved anaerob nedbrytning er først og fremst kulldioksyd og metan, men det dannes dessuten illeluktende stoffer som f.eks. svovelvannstoff.

I sommerhalvåret vil en biologisk dam kunne gi et bra utløpsvann, men totalresultatet svekkes ved at store mengder alger ofte følger med utgående vann til resipienten. På vintertiden blir den biologiske aktiviteten i dammen lav, og denne vil hovedsakelig fungere som en slam-avskiller.

3. BESKRIVELSE AV ANLEGGET

Den biologiske dammen tilføres avløpsvann fra to hovedledningsnett. I det nedre nett, som er bygget etter fellessystemet, graviteres avløpsvannet fra ca. 80 leiligheter til dammen. For den øvrige bebyggelse pumpes avløpsvannet over i det førstnevnte nett.

Doseringshuset foran dammen inneholder overløp, venturikanal med limnigraf og doseringsutstyr. Fra doseringsutstyret fører en ca. 120 m lang 9" avløpsledning ut til innløpet til dammen.

Innløpet er delt i tre grener som munner ut 15 - 25 m ut i dammen. Det ene av innløpene var stengt i forsøksperiodene. Utløpet er plassert i motsatt ende av dammen ca. 10 m fra land og består av et vertikaltstående rør skjermet av en rist. Utløpet er omgitt av en flytende skumskjerm.

Dammen, som har en overflate på 6.700 m^2 og dybde 1,2 m, er gravd ut på et flatt jorde hvor matjorden er skjøvet til side, slik at bunnen består av leire. Det er derfor lite trolig at vannmengder av betydning blir infiltrert i grunnen eller passerer gjennom jordvollene.

Jordvollene er sterkt begrodd med høyere vegetasjon.

4. UNDERSØKELSESPROGRAM

Hensikten med forsøket var å få bedre kjennskap til renseeffektene i den biologiske dam før og etter man begynte kjemisk felling i dammen. Videre var man interessert i hvordan de klimatiske forhold ville influere på renseprosessen. Undersøkelsen ble derfor delt opp i fire perioder hver på 14 dager som angitt nedenfor.

- 1) Sommerperiode uten kjemisk felling.
- 2) Sommerperiode med kjemisk felling.
- 3) Vinterperiode med kjemisk felling.
- 4) Vårperiode med kjemisk felling.

Periode 1 og 2 ble valgt for å kunne sammenlikne tilstanden i dammen før og etter man hadde startet opp med kjemisk felling.

I periode 3, vinterperiode, er den biologiske aktivitet i dammen lav, og dammen virker da nærmest som en slamavskiller. Avløpsvannet fra en dam har da ofte et høyt innhold av organiske stoffer og næringsalter. Drives dammen med kjemisk felling, kan man under slike betingelser forvente en betraktelig kvalitetsforbedring på det rensede vann.

Fjerde periode, vårperioden, legges umiddelbart etter isløsningen i dammen. I denne periode kan luktbæsvær fra dammen opptre fordi man har anaerobe forhold vinterstid.

4.1 Fysiske og kjemiske undersøkelser

Følgende målinger eller komponentbestemmelser ble foretatt:

- pH (surhetsgrad)
- turbiditet
- temperatur
- oksygeninnhold
- kjemisk oksygenforbruk (KOF)
- biokjemisk oksygenforbruk (BOF₇)
- suspendert stoff (SS)
- total fosfor (tot.P)
- bundet og fri ammonium (BFA)
- nitrat (NO₃).

5. BESKRIVELSE AV UNDERSØKELSEN

Den første forsøksperioden ble startet opp den 28. juli 1970. I denne periode ble det tatt 4 døgnprøver fra inn- og utløp.

Etter denne første forsøksperiode startet man opp med kjemisk felling i innløpet til dammen. Dette ble utført ved å tilsette fellingsmiddel i dammens innløp. Fellingsmidlet ble blandet med avløpsvannet i en

venturirenne, og flokningen og sedimenteringen foregikk i dammen. Som fellingsmiddel ble valgt aluminiumsulfat som ble våtdosert i konstant mengde over døgnet. Doseringen ble valgt til 150 mg/l i gjennomsnitt.

På grunn av praktiske vanskeligheter ble andre forsøksperiode ikke påbegynt før 27. oktober 1970. Under de spesielle klimatiske forhold som da hersket, var dammen islagt og delvis snølagt. Temperaturen var ned til minus 15 °C. Forsøksperioden ble likevel gjennomført som planlagt.

Det ble bare foretatt undersøkelser i to forsøksperioder; men som tidligere nevnt vil undersøkelsene fortsette innenfor rammen av et bredere forskningsprogram.

6. FORSØKSRESULTATER OG DISKUSJON AV DISSE

Forsøksresultatene er gjengitt i tabell 1, side 8.

6.1 pH (surhetsgrad)

I innløpet var pH nær konstant i begge perioder.

I utløpet varierte pH forholdsvis meget i første periode. Vannets pH bestemmes hovedsakelig av systemet kulldioksyd - bikarbonat - karbonat. Ved høy aktivitet hos algene i dammen forbrukes oksygen, og som følge av dette stiger pH. At pH i første periode var høy, er naturlig, etter som forutsetningene for algevekst er gunstigst i løpet av sommeren.

I den andre perioden har utløpsvannet lavere pH enn innløpsvannet. Årsaken til dette er i første rekke den pH senkning man får når aluminiumsulfat tilsettes vannet. pH verdiene i utløpsvannet tyder på en noe høy pH verdi til at de optimale fellingsbetingelser skulle finne sted. pH endringer som skyldes den biologiske aktivitet i dammen, er antakelig beskjedne, fordi aktiviteten må antas å være lav i andre forsøksperiode på grunn av is- og snøforholdene.

Tabell 1. Forsøksresultater.

Parameter	pH		Turbiditet J.T.U.		Susp. stoff mg/l	BOF ₇ mg O/l		KOF mg O/l		Total fosfor mg P/l		BFA mg N/l		Nitrat mg N/l		Coliforme bakterier pr. 100 ml		Al mg Al/l	
	inn	ut	inn	ut		inn	ut	inn	ut	inn	ut	inn	ut	inn	ut	inn	ut		
1. periode	29/7	7,34	8,87	17	13	53,8	36,5	42	32	67,3	92,0	2,9	2,7	12,0	11,7	3,60	1,14	127x10 ⁴	6,6x10 ⁴
	6/8	7,31	10,49	19	15	42,4	-	68	25	130,4	136,5	6,1	2,9	21,4	9,8	<0,01	0,53	overgrodd	7,4 "
	7/8	7,48	10,72	13	17	16,7	-	97	32	98,9	161,1	5,4	2,8	21,7	10,9	0,04	0,36	2400x10 ⁴	<0,2 "
	13/8	6,88	7,50	46	15	98,1	47,0	134	26	276,1	133,0	8,2	5,0	24,8	14,0	0,03	0,02	1650 "	48,4 "
Gjennomsnitt 1. periode	7,25	9,15	24	15	52,8	41,7	85	29	143,0	131,0	5,7	3,3	20,0	11,6	0,92	0,51	1390 "	20,8 "	
2. periode	28/10	7,79	7,20	45	15	100,0	64,0	132	35	272,4	133,6	7,6	3,5	41,9	27,2	<0,01	0,16	6700 "	29 "
	30/10	7,24	6,80	74	17	83,0	73,0	164	29	351,1	127,0	13,0	3,2	42,7	24,2	<0,01	0,01	1040 "	74 "
	9/11 x)	7,60	6,61	35	18	42,5	56,0	145	59	240,0	141,5	7,8	3,6	37,3	29,9	0,02	0,02	1200 "	96 "
	11/11	7,25	7,43	175	19	36,7	34,0	173	53	379,7	142,5	6,2	3,5	25,6	28,8	0,02	0,01	570 "	56 "
Gjennomsnitt 2. periode	7,46	7,02	51	23	65,5	56,8	154	44	311,0	136,0	8,7	3,4	36,8	27,6	0,02	0,05	2380 "	64 "	

x) Stikkprøve

xx) Verdien er usikker. Ikke tatt med ved beregning av gjennomsnitt.

6.2 Turbiditet

Turbiditeten er et mål for svevepartikler som minsker gjennomtrengeligheten av lys i vannet. Svevepartiklene kan være av både organisk og uorganisk natur, f.eks. mikroorganismer og leire.

Turbiditeten i innløpet varierer forholdsvis meget.

I første periode har det foregått en relativt liten reduksjon i turbiditeten. Turbiditeten i utløpsvannet skyldes her hovedsakelig vannets innhold av alger.

I andre periode er reduksjonen i turbiditet større. Dette skyldes at algeaktiviteten i denne periode er vesentlig mindre enn i første periode. Turbiditeten minker på grunn av sedimentering i dammen.

6.3 Oksygen- og temperaturmålinger

Figur 1, 2 og 3 viser oksygen- og temperaturmålinger fra første forsøksperiode.

Den 28. juli kl. 20.15 er oksygenkonsentrasjonen temmelig høy i det øvre vannsjiktet og lav i det nedre sjiktet. Den gjennomsnittlige oksygenmetningen i det målte snitt var 55%. Ved målingen 4 timer senere - kl. 24.00 - har det skjedd en utjevning i oksygenkonsentrasjonen, men den gjennomsnittlige metningen har sunket til 37%, og ytterligere 4 timer senere har den sunket til 22%. Den noe høyere konsentrasjonen av oksygen i det øvre sjiktet tyder på at oksygenproduksjonen på grunn av fotosyntese nettopp har begynt å overstige oksygenforbruket. Oksygenforbruket i det aktuelle målepunkt i løpet av natten er i størrelsesorden $0,5 \text{ g/m}^3/\text{h}$.

4 timer senere - kl. 08.00 om morgenen - den 29. juli, har oksygenkonsentrasjonen steget meget sterkt i overflaten på grunn av fotosyntese. Den gjennomsnittlige metningsgrad er 59%. Lengre frem på dagen -

kl. 12.00 og kl. 14.45 - er disse forhold mer utpreget med gjennomsnittlige metningsgrader på 85% og 76%. Disse data viser at netto-oksygenproduksjonen i dammen kan gå opp til størrelsesorden $0,6 \text{ g/m}^3/\text{h}$.

Målingene 5. august og 6. august viser samme bilde som målingene 29. juli. De lave oksygenkonsentrasjonene den 13. august må forklares av en vesentlig lavere algeaktivitet, hvilket også den forholdsvis lave pH verdien i utløpsvannet tyder på.

Figur 4 viser oksygenmålingene fra andre forsøksperiode hvorved dammen var islagt. Oksygenkonsentrasjonene er lave, og det begynner å dannes et anaerobt miljø i dammen.

6.4 Kjemisk- og biokjemisk oksygenforbruk

I første forsøksperiode fikk man en svak reduksjon i kjemisk oksygenforbruk (kaliumdikromatmetoden) fra innløp til utløp. I gjennomsnitt for første periode var reduksjonen $143 - 131 = 12 \text{ mg O/l}$. For noen av prøvene var verdiene for utløpsvannet høyere enn for inngående vann. Årsaken til dette var at mye alger fulgte med avløpsvannet. Man kan teoretisk få negative renseresultater med hensyn til organisk stoff på grunn av algeproduksjonen i dammen.

I andre forsøksperiode er reduksjonen i kjemisk oksygenforbruk betraktelig høyere enn i første periode. Dette er også ventet fordi man nå foretok kjemisk felling av det inngående avløpsvann og på grunn av at algeutviklingen var beskjedent. Reduksjonen for andre periode var i gjennomsnitt $311 - 136 = 175 \text{ mg O/l}$.

Verdiene for biokjemisk oksygenforbruk er ikke direkte sammenliknbare med verdiene for kjemisk oksygenforbruk. Reduksjonen i første og andre periode var henholdsvis $85 - 29 = 56$ og $154 - 44 = 110 \text{ mg O/l}$.

Renseeffekt med hensyn til BOF_7 blir utregnet 66% og 72% for henholdsvis første og andre periode. Dette er bedre enn 50% som er den renseeffekt med hensyn på BOF_5 som blir forlangt av NVE.

Ved den aktuelle måten for prøveuttak er det meget trolig at konsentrasjonene på innløpsvannet blir for lav, hvorfor de reelle renseeffektene troligvis er noe høyere enn her er angitt.

Resultatene fra den første perioden viser at det lett nedbrytbare organiske stoffet som finnes i innkommende avløpsvann, metaboliseres vel i dammen. I dammen produseres imidlertid alger som følger med effluenten. Algene består av organisk stoff som er vesentlig mindre lett nedbrytbare enn de organiske stoffene i innløpsvannet. Av denne grunn blir BOF-verdien lav, samtidig som KOF-verdien er høy som følge av at algenes innhold av organisk stoff blir fullstendig nedbrutt ved KOF-analysen.

6.5 Suspendert stoff

I samsvar med analyseresultatene for de andre parametre er innholdet av suspendert stoff både for inn- og utløp størst for andre periode. Suspendert stoff i utløpet var i gjennomsnitt 41,8 og 56,8 mg/l med maksimalverdier 47 og 73 mg/l for henholdsvis første og andre periode.

Suspendert stoff i utløpet i første periode er en følge av de store algemengder som følger med i utløpet.

Som krav har NVE satt at innholdet av suspendert stoff i utløpet ikke skal overstige 40 mg/l.

6.6 Total fosfor, bundet og fri ammonium, nitrat

Disse komponenter tjener som næringsstoffer for mikroorganismene og har derfor stor betydning.

Ved kjemisk felling med aluminiumsulfat vil fosforforbindelsen i avløpsvannet bli bundet til komplekse fosfatforbindelser som felles ut. Ved tilstrekkelige doseringsmengder kan man derfor vente en forholdsvis høy reduksjon med hensyn til fosfor. Reduksjonene med hensyn til fosfor var i gjennomsnitt $5,7 - 3,3 = 2,4$ mg P/l og $8,7 - 3,4 = 5,3$ mg P/l for henholdsvis første og andre periode. Dette gir renseeffekter med hensyn til fosfor av 42% og 61%.

Ettersom Al-konsentrasjonene i effluenten er forholdsvis lave, tyder dette på at fellingen har fungert temmelig bra. At også fosforkonsentrasjonene i utløpet er så pass høye som 3 - 3,5 mg P/l, tyder på en utilstrekkelig dosering av aluminiumsulfat, hvilket er meget mulig da doseringsutstyret doserer en konstant mengde pr. tidsenhet og ikke tar hensyn til de kraftige variasjonene i vannføring.

7. KONKLUSJON

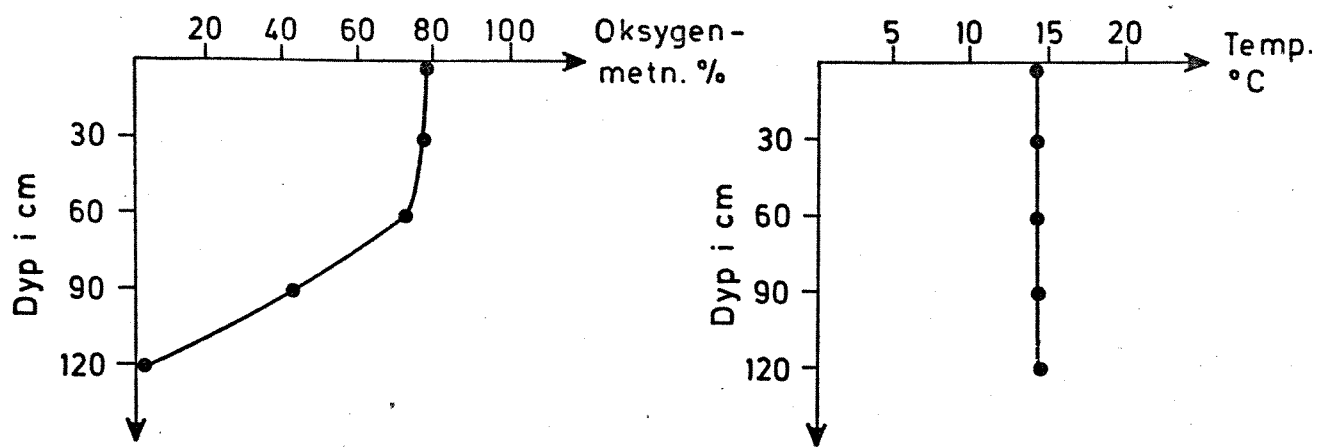
Det ble bare foretatt undersøkelser i to forsøksperioder fordi den biologiske dam ved Losby vil inngå i en bredere undersøkelse av fellingsbetingelser i eksisterende renseanlegg. Det vil derfor foregå en fortsettelse av de undersøkelser som her er påbegynt.

På grunn av at undersøkelsen omfattet bare to observasjonsperioder, synes analyse materialet som denne rapport bygger på, å være for begrenset til å danne grunnlag for entydige praktiske konklusjoner.

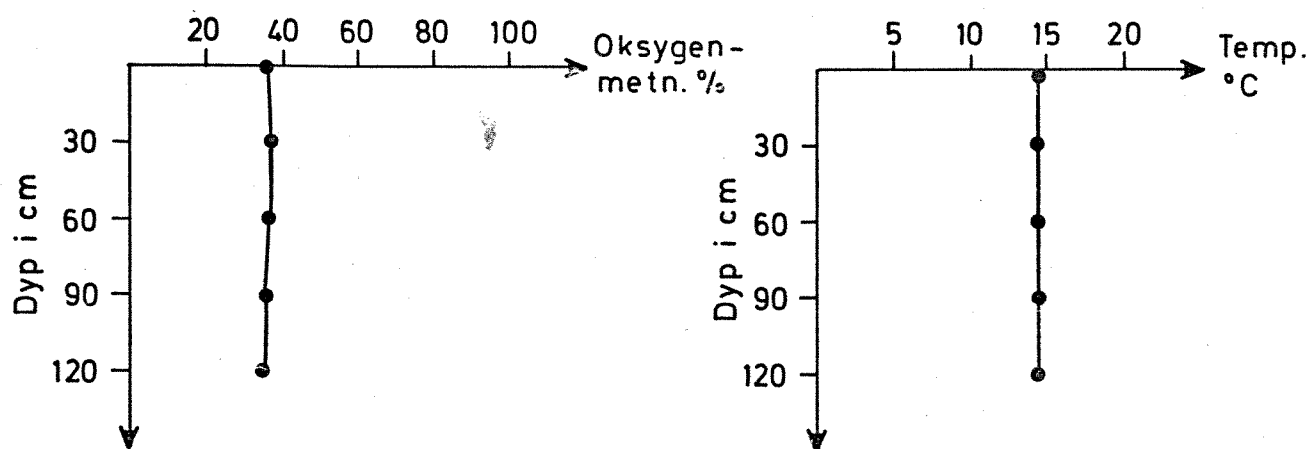
Undersøkelsen tyder imidlertid på at en forholdsvis god fjerning av organisk stoff kan oppnås i løpet av vintertiden med kjemisk felling i dammen - tross den høye belastningen av anlegget. I løpet av sommertiden blir fjerningen av organisk stoff i høy grad avhengig av i hvilken utstrekning de alger som er produsert i dammen, følger med i utløpet.

Fosforfjerningen var ikke fullt så god som ventet, hvilket til en viss grad kan skyldes utformingen av doseringsutstyret.

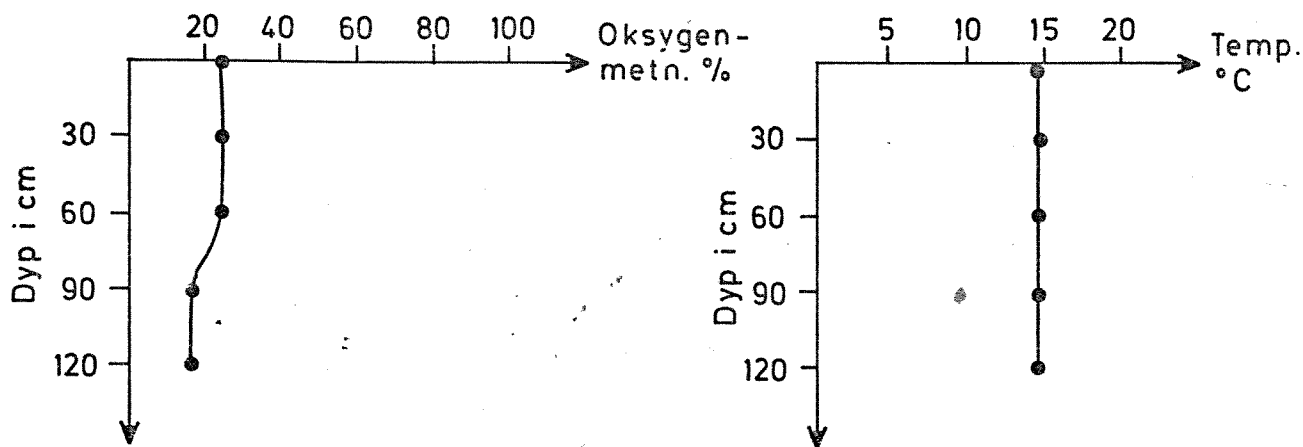
---o0o---



28/7 kl. 20¹⁵ Værtype : Overskyet, regn

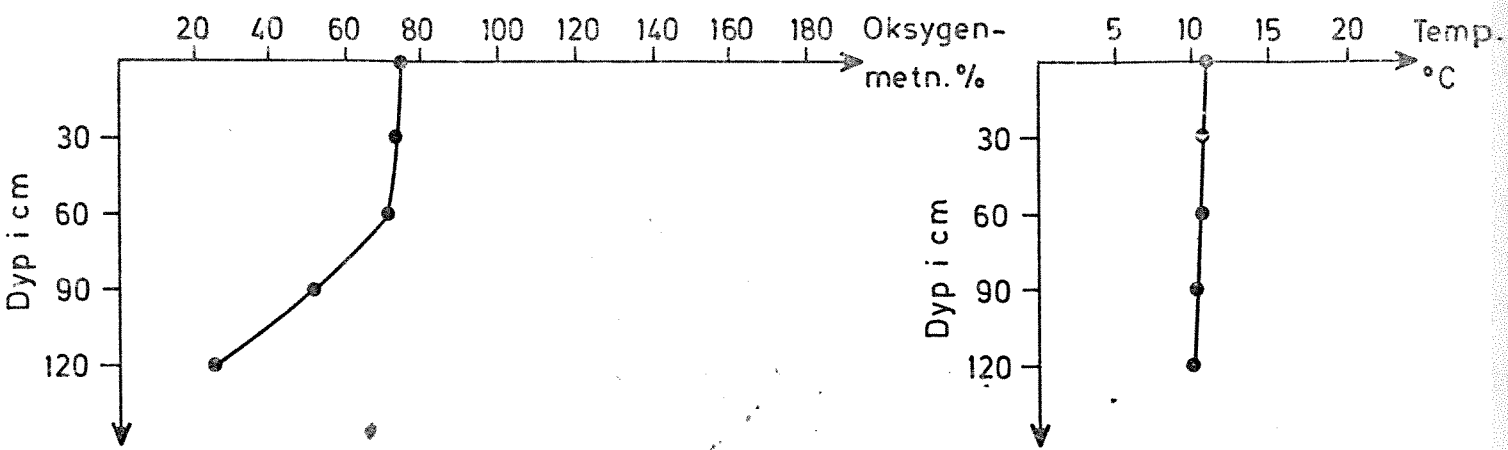


28/7 kl. 24⁰⁰ Værtype : Delvis skyet

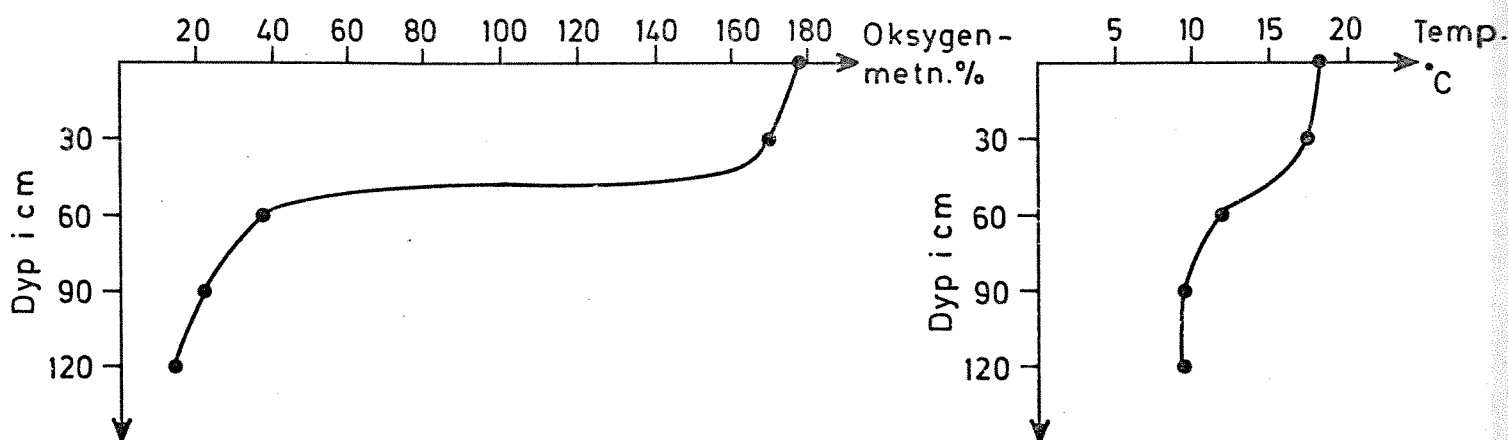


29/7 kl. 04⁰⁰ Værtype : Klart

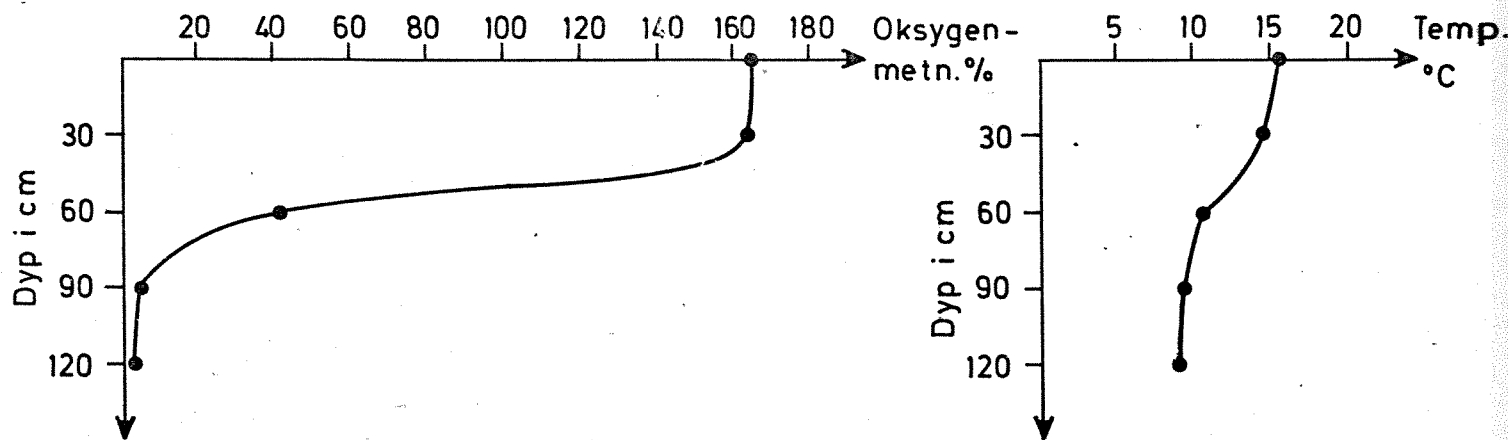
Fig. 1 Oksygen - og temperaturmålinger 28 - 29/7



KI. 8⁰⁰ Værtype : Solskinn



KI. 12⁰⁰ Værtype : Solskinn



KI. 14⁴⁵ Værtype : Solskinn

Fig. 2 Oksygen - og temperaturmålinger 29/7

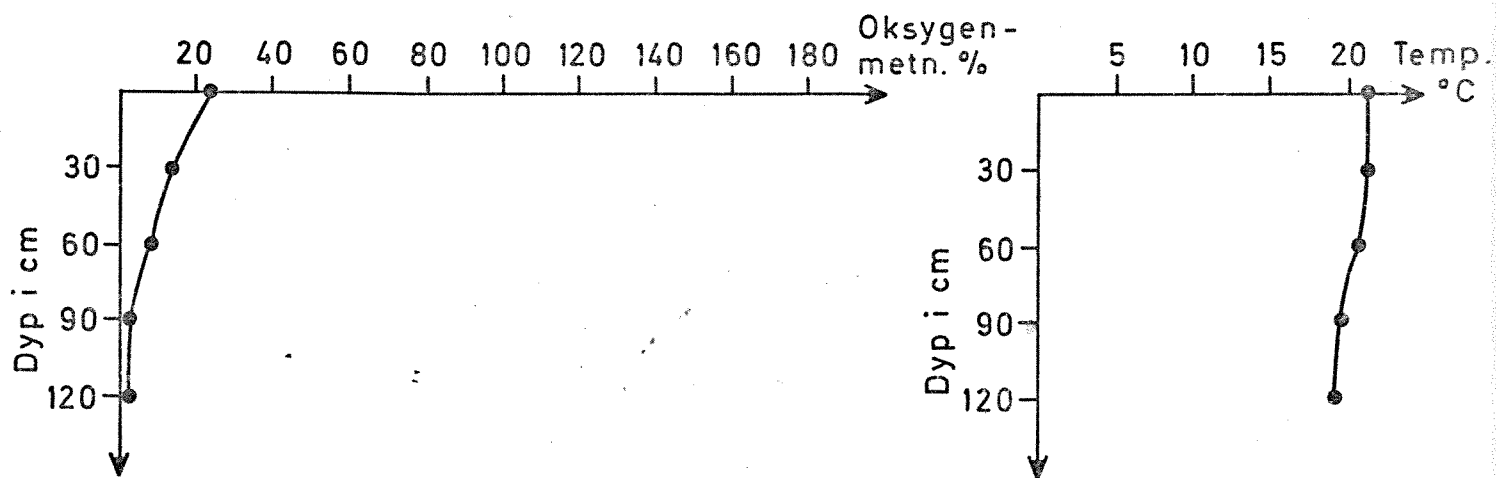
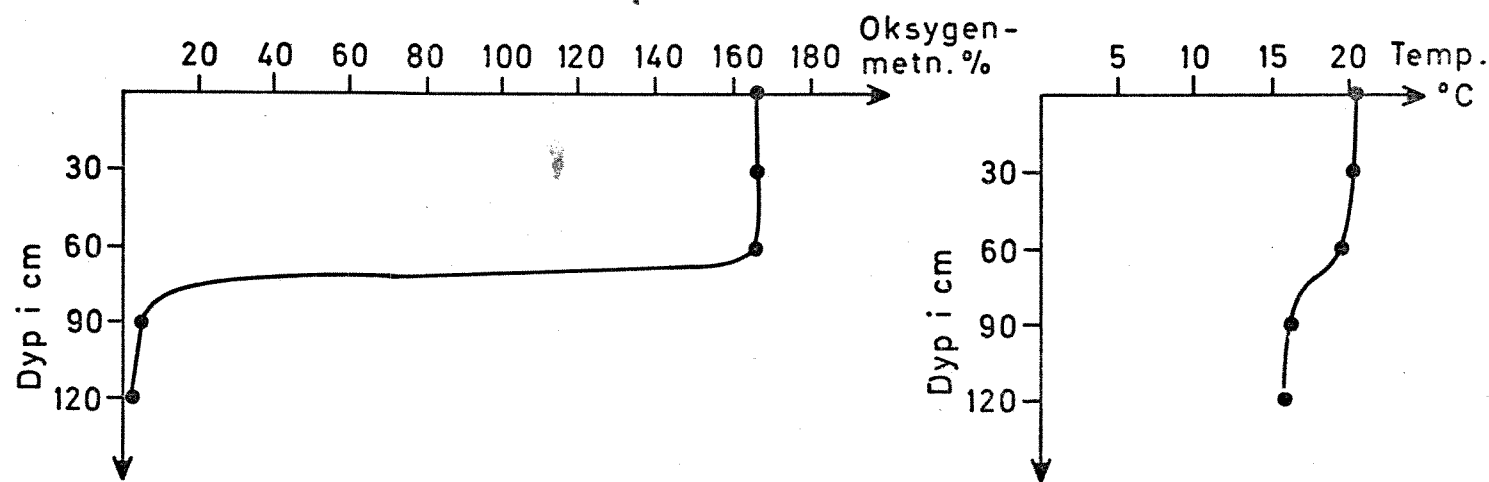
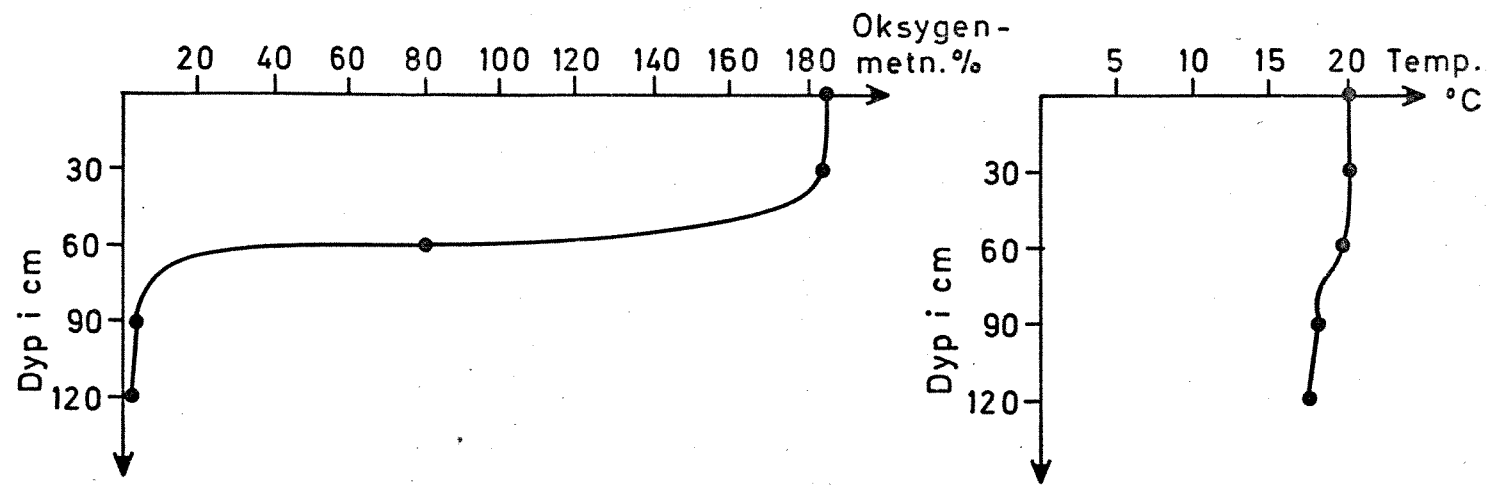
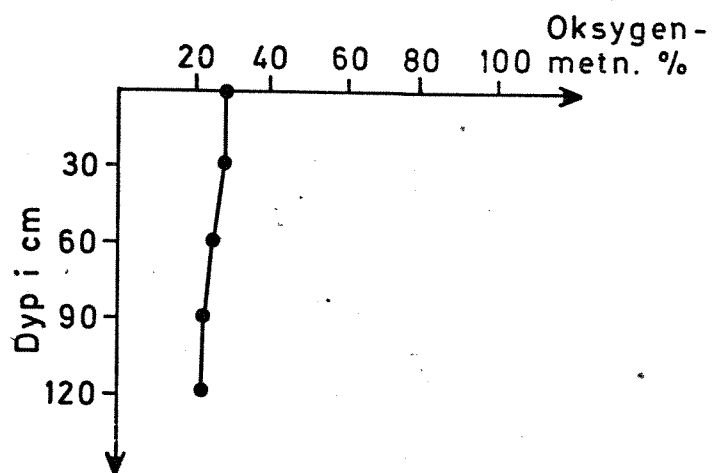
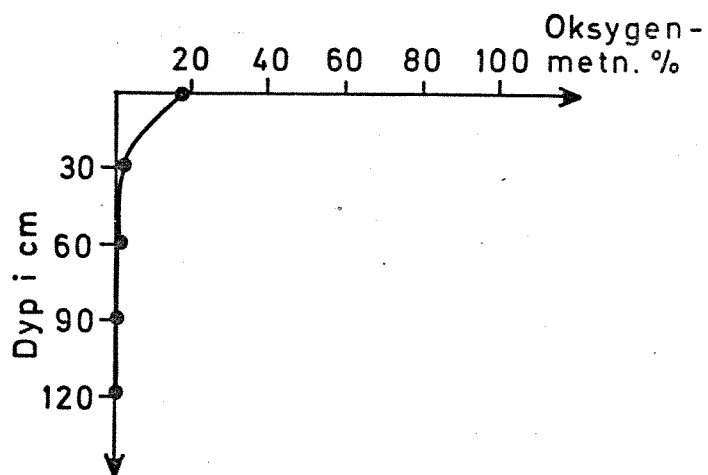


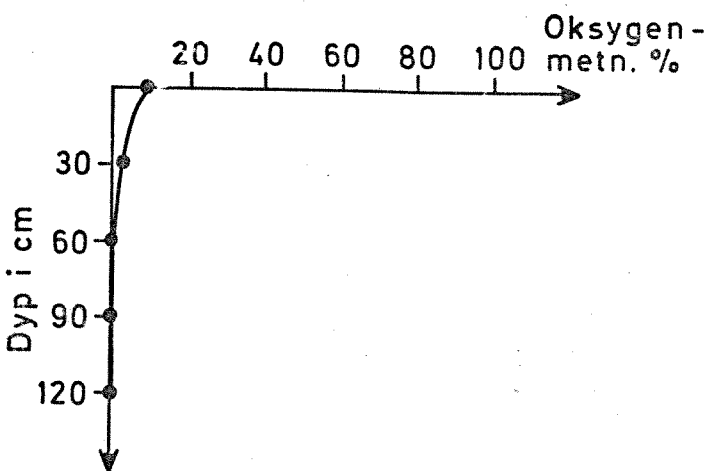
Fig. 3 Oksygen- og temperaturmålinger 5-13/8



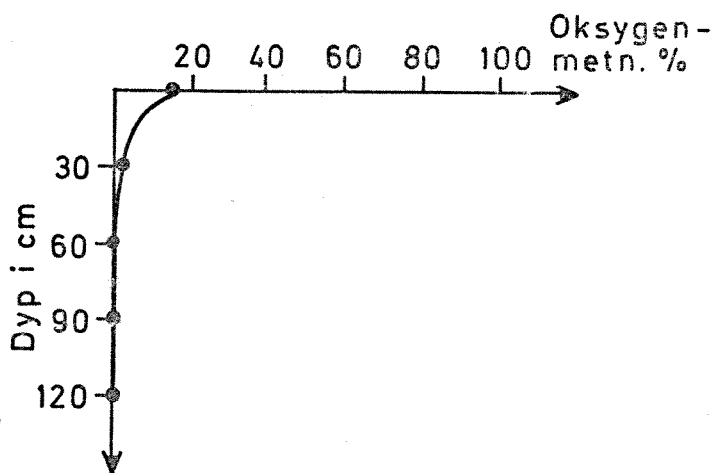
27/10 kl. 12⁰⁰



28/10 kl. 11⁰⁰



29/10 kl. 11⁰⁰



30/10 kl. 11⁰⁰

Fig.4. Oksygenmålinger 27-30/10. Islagt dam, overskyet vær.