

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

PRA 2.1 FORSØKSANLEGGET PÅ KJELLER

DELPROSJEKT

0 - 40/71-D

BIODAMMER I KOMBINASJON MED KJEMISK FELLING

Delrapport nr. 2

Driftsresultater for juni, juli og august 1973

Saksbehandler: Sivilingeniør Bjarne Vik

Medarbeidere: Tekn.lie. Peter Balmér

Laborant Finn Døhlen

Rapporten avsluttet: Januar 1974

FORORD

Innen VA-teknikken brukes betegnelsen biologisk dam om en dam som tilføres avløpsvann, og hvor renseeffekten er et resultat av naturlige fysiske og biologiske prosesser i dammen. Populært kan man si at det er vannets selvrensingsevne som utnyttes. For en mer detaljert oversikt over ulike typer biologiske dammer henvises til NIVA-rapport 0 - 40/41-D (Delrapport nr. 1). Ordene biologisk dam og biodam blir ofte benyttet om hverandre. Biodam er en forkortelse for biologisk dam.

Det refereres i teksten til "runde" oppholdstider (3, 10 og 30 døgn) selv om de faktiske oppholdstider kan være litt annerledes. Dette gjøres for å få teksten mer oversiktlig.

Dette er ikke en sluttrapport. Den er likevel gjort nokså detaljert. En håper at det vil føre til at interesserte kommer med synspunkter på så vel forsøksopplegg som resultater.

Brekke, januar 1974



Bjarne Vik

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
FORORD	2
RESYMÉ	6
1. BEGRUNNELSE FOR PROSJEKTET	8
2. BESKRIVELSE AV FORSØKSANLEGG	10
2.1 Generelt	10
2.2 Beskrivelse av vannet som tilføres dammene	10
2.3 Pumper og doseringsutstyr. Innløps- og utløpsanordninger	12
2.4 Dam 1 - 3	13
2.5 Dam 4 - 6	13
2.6 Dam 7 - 9	13
3. ANALYSEPROGRAM	13
3.1 Innløp	13
3.2 Utløp	13
3.3 Spadiske analyser	14
4. KJEMISK FELLING AV VANN FRA BIODAMMER	14
4.1 Beskrivelse av pilotanlegg for felling av vann fra biologiske dammer	15
4.2 Standard opplegg for fellingsforsøkene	16
4.3 Eksperimentelt	17
5. DRIFTSRESULTATER FOR JUNI, JULI OG AUGUST	17
6. DISKUSJON	20
6.1 Suspendert stoff, SS	20
6.2 Kjemisk oksygenforbruk, KOF	20
6.3 Total nitrogen, TOT N	20
6.4 Total fosfor, TOT P	20a
6.5 Slamproduksjon ved etterfelling av vann fra biodam	32

	Side:
7. RESULTATER AV SPORADISKE ANALYSER OG OBSERVASJONER	33
7.1 Oksygenforhold i dammene	33
7.2 Flyteslamm	44
7.3 Slamakkumulering	44
7.4 Diverse ulemper (lukt, insekter)	45
8. KONKLUSJON	45
9. VIDERE ARBEID	45
BILAG	46-58

TABELLFORTEGNELSE

Tabell nr.:

1.	Kjemiske data for råkloakk og mekanisk-kjemisk rensed kloakk	18
2.	Kjemiske data for utløpsvannet fra forskjellige kombinasjoner av biodammer/kjemisk felling	19
3.	Kjemiske data for filtrert utløpsvann fra forskjellige kombinasjoner av biodammer/kjemisk felling	18
4.	Data for slamproduksjon ved etterfelling av vann fra biologiske dammer som tilføres ubehandlet råkloakk	32
5.	Biokjemisk oksygenforbruk i biodammer som tilføres forskjellige typer vann og har forskjellige oppholdstider	34
6.	Slamakkumulering i forskjellige typer biologiske dammer etter kontinuerlig drift i 3 måneder	44

FIGURFORTEGNELSE

Figur nr.

1.	Skjematisk fremstilling av tre mulige kombinasjoner av biologiske dammer og kjemisk felling	9
2.	Oversiktskisse over biodam-anlegget	11
3.	Utløpsanordning for biodammer	12

Figur nr.		Side:
4.	Prinsippskisse av pilotanlegg for felling av vann fra biologiske dammer	16
5.	Skisse av system for pumping av vann fra biodammer til pilot fellingsanlegg	17
6-16.	Grafisk fremstilling av utløpsdata for forskjellige typer biologiske dammer	21-31
17-25.	Oksygenprofil i forskjellige typer biologiske dammer	35-43

RESYME

Ni biologiske dammer, hver med areal 50 m^2 og dybde 0,9 m, er drevet kontinuerlig med tre forskjellige kombinasjoner av biodam/kjemisk felling for rensing av kommunalt avløpsvann. De tre kombinasjonene er biodam + kjemisk etterfelling, dosering av fellingskjemikalium direkte i dammen og kjemisk felling etterfulgt av biologisk dam. Hvert alternativ kjøres med tre forskjellige oppholdstider, ca. 3, 10 og 30 døgn. Som fellingskjemikalium er benyttet aluminiumsulfat. Doseringen har ligget i området $140\text{--}185 \text{ mg Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}$. Det rapporteres her om resultater oppnådd under sommerforhold (juni, juli og august). Alle rensegrader er med hensyn på råkloakk.

Biologisk dam alene for behandling av råkloakk har gitt en reduksjon i kjemisk oksygenforbruk (KOF) på 23-41%. Oppholdstiden synes ikke å ha avgjørende betydning for KOF-reduksjonen. Det samme gjelder for suspendert stoff hvor reduksjonen har ligget i området 66-74%. Reduksjonen av total nitrogen og fosfor har vært henholdsvis 10-39% og 11-31%. Økende oppholdstid har gitt økt reduksjon av total nitrogen og fosfor.

Etterfelling av vann fra biologiske dammer har gitt reduksjoner av suspendert stoff, total fosfor og kjemisk oksygenforbruk på 90-95% for de to førstnevnte parametre; litt lavere (ca. 85%) for kjemisk oksygenforbruk. Resultatene tyder på at vannet i dammen med lengst oppholdstid (ca. 30 døgn) egner seg best for etterfelling. Etterfelling har gitt en slammengde (g SS/m^3) som er mindre enn halvparten av hva en primærfelling av en tilsvarende mengde råkloakk ville ha gitt. (Det er da sett bort fra slamakkumulering i dammen.)

Felling direkte i dammen har gitt en fosforreduksjon på ca. 90%, KOF-reduksjon på 64-71%, SS-reduksjon på 75-87%. Nitrogenreduksjonen har ligget på 20-43%. Dammen med kortest oppholdstid (3 døgn) har gitt slamakkumulering som vil nødvendiggjøre slamfjerning.

Etterbehandling av mekanisk-kjemisk rensset vann har bidratt til å jevne ut fluktuasjoner i vannkvalitet ut fra fellingsanlegget. Dammen med kortest oppholdstid (ca. 3 døgn) har dog ikke alltid greidd dette. Rensegraden har gjennomgående vært litt høyere enn for alternativet med kjemikaliedosering direkte i dammen.

Siden resultatene bare omfatter drift i tre sommermåneder, er det foreløpig ikke dratt noen generelle konklusjoner med hensyn til brukbarheten av de forskjellige alternativer.

1. BEGRUNNELSE FOR PROSJEKTET

De fleste renseanlegg i Norge kommer til å bli av meget beskjedne størrelser (< 2000 p). I de fleste kommuner har man kombinert ledningsnett, og dette vil medføre store svingninger i tilrenningen til renseanleggene. I de små renseanleggene må man også ofte regne med en mangelfull driftsovervåking. Det er derfor meget viktig å finne frem til rensetekniske systemer som kan forventes å virke under slike betingelser.

Biologiske dammer har i lengre tid vært anvendt innen VA-teknikken. Dammer gir forholdsvis lav rensegrad under nordiske forhold, men de er enkle, forlanger lite tilsyn, og renseseffekten påvirkes lite av variasjoner i tilrenning.

En kombinasjon av biologiske dammer og kjemisk rensing bør ha muligheter for å gi et driftssikkert anlegg som likevel gir god rensing.

En slik kombinasjon kan ordnes på tre forskjellige måter (se figur 1 side 9).

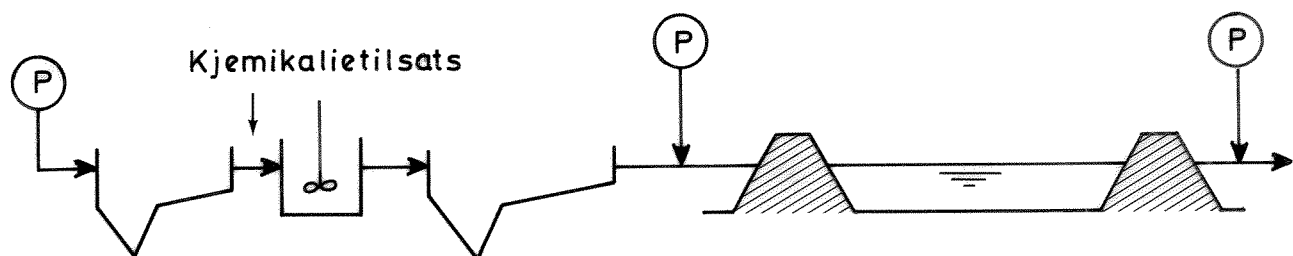
1. Felling før dammen
2. Felling i dammen
3. Felling etter dammen.

Hvert alternativ gir både fordeler og ulemper.

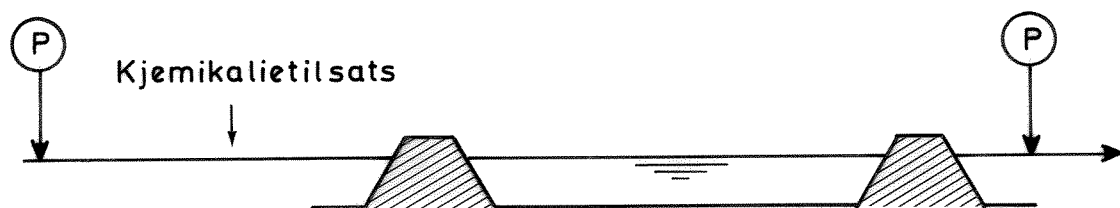
Ved alternativ 1 har man samme problemer som ved et normalt direktefellingsanlegg, men dammen gir en biologisk etterbehandling. Dammen kan også virke som sedimenteringsbasseng for suspendert materiale fra fellingsanlegget hvis dette ikke virker, f.eks. på grunn av hydraulisk overbelastning.

Alternativ 2 er det enkleste, men her har man store slamavsetninger i dammen, som kan tvinge frem hyppige rensinger av dammen.

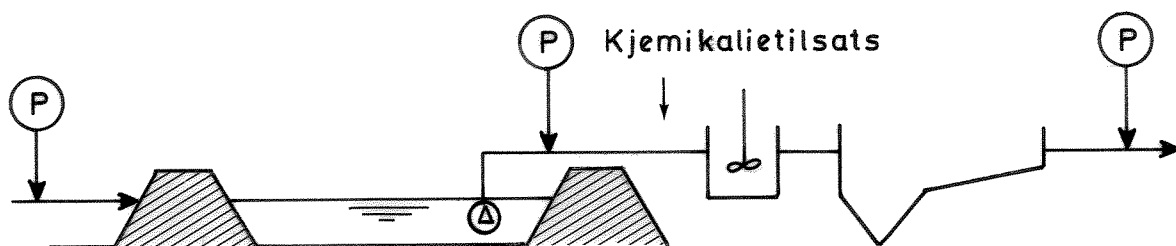
Ved alternativ 3 virker dammen som en utjevningseenhet for fellingsanlegget. Fellingsanlegget kan drives med konstant hydraulisk belastning. Sannsynligvis trenger man større dammer enn i alternativ 1 for å unngå luktproblemer.



ALTERNATIV 1 Kjemisk felling før biologisk dam



ALTERNATIV 2 Kjemikalietilsats direkte i dammen



ALTERNATIV 3 Kjemisk felling etter biologisk dam

Fig. 1 Skjematisk fremstilling av tre mulige kombinasjoner av biologiske dammer og kjemisk felling

Ⓟ Angir prøvetakingspunkt

2. BESKRIVELSE AV FORSØKSANLEGG

2.1 Generelt

Den praktiske undersøkelse av mulighetene antydnet under punktet begrunnelse ble tenkt å skulle skje ved at man studerte rensegraden (målt ved parametre beskrevet side 13) som funksjon av

- a) Forskjellige behandlingsmåter (alternativ 1, 2 og 3)
- b) Oppholdstid (belastning)
- c) Årstidsvariasjoner (temperatur, lys, isdekke etc.).

Det ble derfor høsten 1972 bygget ni identiske dammer ved NIVA's forsøksstasjon på Kjeller. Hver dam har et areal på ca. 50 m^2 og ble bygget for en vanddybde på 1,20 m. Skilleveggene mellom dammene består av 50 mm plank. Hver dam er dekket i vegger og bunn med 0,2 mm plastfolie. En oversiktsskisse av anlegget er vist i figur 2.

Konsulent har vært Sivilingeniør Elliot Strømme A/S, og byggearbeidet er utført av Østlandske Ingeniør- og Entreprenørforretning A/S.

Vinteren 1973 ble dammene fylt opp og testet. Det viste seg da at det var umulig å opprettholde den vannstand på 1,20 m som opprinnelig var forutsatt. Dette skyldtes at plankene i ytterveggene ikke var drevet skikkelig sammen, og det ble dessuten observert betydelige lekkasjer gjennom skjøtene i plastdekket. Etter at vannstanden ble senket til 90 cm, var lekkasjene så små at man fant å kunne ignorere dem. Dammene har etter denne nivåsenkningen et volum på ca. 45 m^3 .

2.2 Beskrivelse av vannet som tilføres dammene

a) Råkloakk

Råkloakken tas ut som en delstrøm fra et kommunalt ledningsnett for et boligområde på ca. 4000 personer. Avløpsvannet må karakteriseres som typisk "kommunal" kloakk (husholdningskloakk). Vannet pumpes fra det kommunale nett via en maskinrenset rist inn i et luftet utjevningsbasseng. Fra dette bassenget passerer vannet en sil av perforerte plater (hullstørrelse 5 mm) før det føres inn på pumpesystemet. Tabell 1 side 18 viser noen kjemiske data for råkloakken. (Gjennomsnitt for juni, juli og august.)

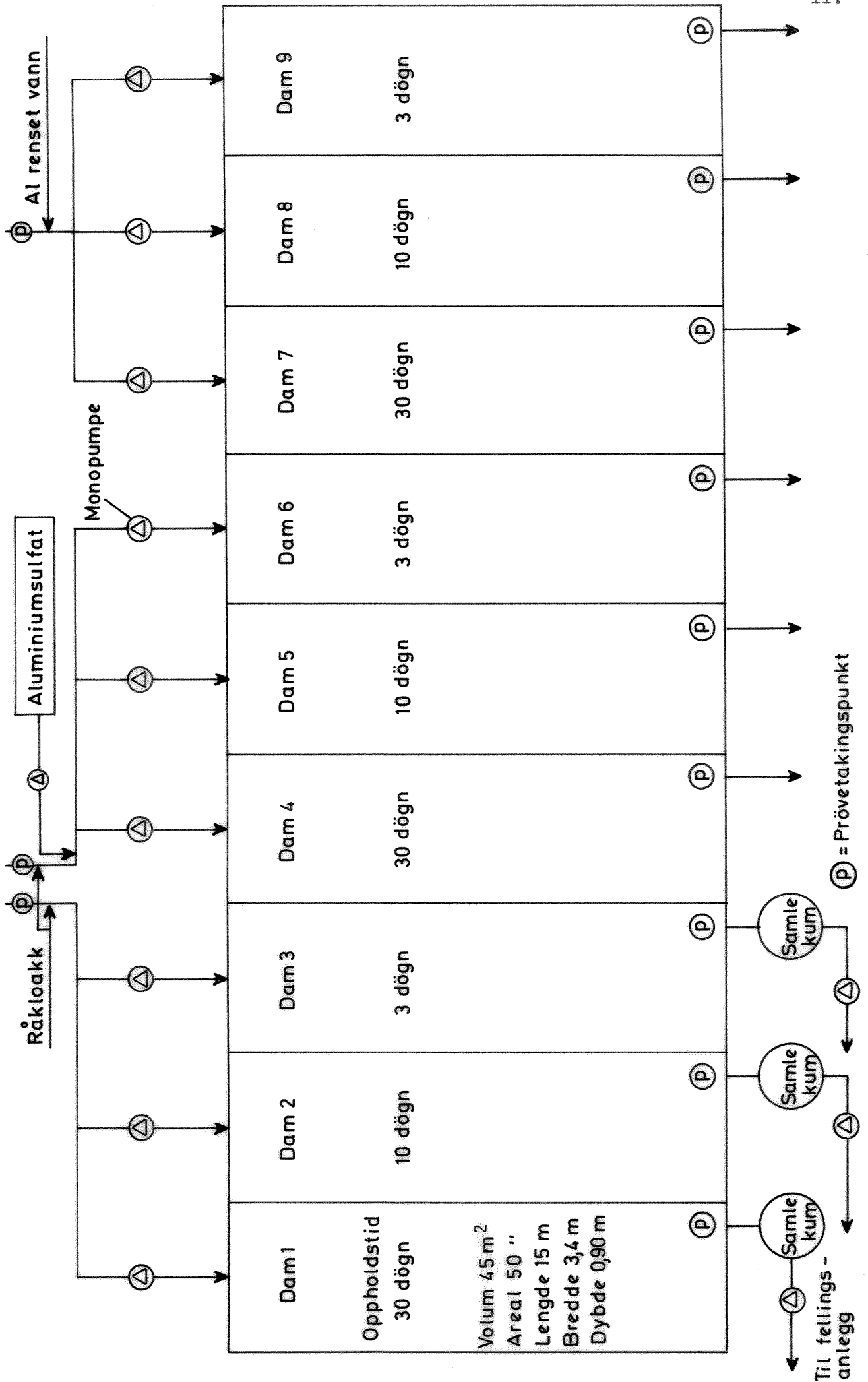


Fig. 2 Oversiktsskisse over biodam - anlegget

b) Mekanisk-kjemisk rensed vann

Etter en forsedimentering blir kloakken felt med aluminiumsulfat i fellingsanlegget på NIVA's forsøksstasjon på Kjeller. Midlere kjemikalietilsats har vært $143 \text{ mg Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}/\text{l}$. Kjemiske data for det rensede vannet er vist i tabell 1 side 18.

2.3 Pumper og doseringsutstyr. Innløps- og utløpsanordninger

Hver dam har sin egen eksenterpumpe (Mono CGG 232) for tilførsel av vann (se figur 2). Pumpene har en kapasitet på $1,0\text{-}1,4 \text{ m}^3/\text{h}$, avhengig av slitasje på pumper og motstand i ledningene (begroing). Disse pumpene går diskontinuerlig, og pumpetid pr. time styres av et programverk som innstilles i henhold til den oppholdstid vannet i hver dam skal ha. Systemet er lagt opp slik at bare én pumpe i hver serie går ad gangen. Fra pumpene går vannet i $3/4$ " plastslanger ut til dammene. Innløpet til hver dam ligger 20 cm under overflaten, og selve innløpsanordningen består av et 1" horisontalt rør hvor det er påkoblet en plastslange som løftes opp når man måler vannmengden.

Til dosering av fellingskjemikalium ($17\text{-}20\% \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}$) brukes en membranpumpe (Prominent) med kapasitet $7\text{-}60 \text{ ml}/\text{min}$.

Utløpet er forsynt med sylindrisk skumskjerm med dybde 40 cm (se figur 3).

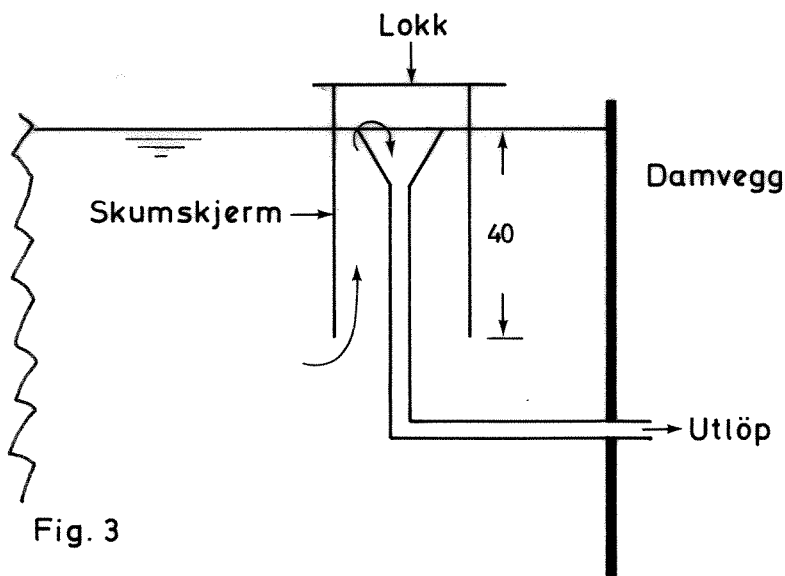


Fig. 3

Utløpsanordning for biodammer

2.4 Dam 1 - 3

Disse dammene mottar ubehandlet råkloakk og har oppholdstider på henholdsvis 30, 10 og 3 døgn (figur 2). Utløpsvannet samles i kummer av betong hvorfra effluenten fra biodammene kan pumpes inn på et eget fellingsanlegg (beskrevet side 15). Det kan bare kjøres etterfelling på én dam ad gangen.

2.5 Dam 4 - 6

Her tilføres råkloakk og aluminiumsulfat. Kjemikaliedoseringen skjer ved injeksjon direkte i tilførselsledningen (figur 2).

Oppholdstiden i dammene er henholdsvis 30, 10 og 3 døgn.

2.6 Dam 7 - 9

Denne serien er etterbehandlingsdammer som blir tilført kjemisk rensert vann (Al-sulfat) fra fellingsanlegget i forsøkshallen.

Oppholdstiden er henholdsvis 30, 10 og 3 døgn.

3. ANALYSEPROGRAM

3.1 Innløp

Det blir tatt døgnprøver på både råkloakk og Al-renset vann. Samlet prøvevolum er 6-8 l pr. døgn. Døgnprøvene blir analysert på suspendert stoff. Ukeprøver, som består av syv like døgnprøver, blir oppbevart i fryseboks og analysert således:

a) Filtrerte prøver:

Ortofosfat og kjemisk oksygenforbruk (dikromat).

b) Ufiltrerte prøver:

Total fosfor, total nitrogen og kjemisk og biokjemisk oksygenforbruk.

Prøvepunkter er antydnet i figur 2.

3.2 Utløp

Prøvetakingen i utløpet er gjort på den måten at prøven suges opp fra 25-30 cm dyp ved hjelp av en sugeflaske. Det tas daglige stikkprøver fra samtlige dammer (0,8-1,0 l prøvevolum). Fra hver prøve tas ut 200 ml

ufiltrert prøve som konserveres med 8N H₂SO₄ (1 ml syre pr. 100 ml prøve). Disse prøvene slås så sammen til en ukeprøve som består av 5 dagprøver á 200 ml (ingen prøver lørdag og søndag). Hver uke tas dessuten daglig suspendert stoff på en dam fra hver serie (f.eks. 2, 5 og 8). Det tas da også filtrerte ukeprøver fra disse tre dammene. Neste uke tas liknende prøver fra dam 3, 6 og 9 osv. De ufiltrerte ukeprøvene blir analysert på kjemisk oksygenforbruk (dikromat), total nitrogen og total fosfor. De filtrerte prøvene blir i tillegg analysert på ortofosfat. De konserverte ukeprøvene oppbevares i kjøleskap.

Det nevnes at fra september er daglige målinger av temperatur og pH i utløpsvannet samt registrering av vannfargen (visuelt) tatt inn i rutineprogrammet.

3.3 Sporadiske analyser

I tillegg til det skisserte rutineprogrammet tas en del målinger og observasjoner mer leilighetsvis. For perioden frem til september har disse målingene omfattet

- a) Oksygenmålinger i forskjellig nivå
- b) Temperaturmålinger "- "-
- c) Observasjon av vannfarge og flyteslam
- d) Måling av dybde ned til eventuelt slamteppe med slamlodd
- e) pH og alkalitet
- f) Andre observasjoner (lukt, insekter etc.)

4. KJEMISK FELLING AV VANN FRA BIODAMMER

Dette blir en form for etterfelling (se alternativ 3 under pkt. 1).

Formålet med forsøkene er

- a) å måle rensegrad med hensyn på suspendert stoff, total fosfor, ortofosfat, total nitrogen og kjemisk oksygenforbruk samt å sammenlikne med rensegraden ved direktefelling. (Man kan f.eks. tenke seg en omsetning av løst organisk materiale i biodammene, som man ikke får ved en mekanisk-kjemisk rensing.)
- b) å måle slamproduksjon og å sammenlikne den med de slammengder en får ved direktefelling.

- c) å sammenlikne reell slamproduksjon med teoretisk slamproduksjon beregnet etter følgende likning:

Teoretisk slamproduksjon (suspendert stoff pr. tidsenhet)

$$= Q \left[(SS_{inn} - SS_{ut}) + \frac{122}{31}(PO_4-P_{inn} - PO_4-P_{ut}) + (Al_{inn} - \frac{27}{31}(PO_4-P_{inn} - PO_4-P_{ut})) \frac{78}{27} \right] \quad (1)$$

hvor

- Q = væskestrøm i m³/døgn
SS = suspendert stoff i g/m³
PO₄-P = konsentrasjon av fosfor i fosfatform i g/m³
Al = konsentrasjon av aluminium i g/m³.

Den teoretiske slammengden består av tre hovedbidrag,

- 1) Fjernet suspendert stoff
- 2) Fosfat fjernet som aluminiumfosfat
- 3) Mengde utfelt aluminiumhydroksyd.

4.1 Beskrivelse av pilotanlegg for felling av vann fra biologiske dammer

Fellingsanlegget består av ett innblandingstrinn, to flokkuleringstrinn og en sedimenteringsenhet. Innblandings- og flokkuleringskamrene er sylindriske og har hver et volum på 17,5 l. Som røreverk brukes grindrørere. Omrørings-hastigheten kan varieres, men typiske verdier har vært 11-12, 8-9 og 6-7 omdr./min for i henholdsvis innblandings-, første og andre flokkulerings-kammer. Sedimenteringsenheten er sylinderformet øverst og kjegleformet nederst (se figur 4).

Sammendrag av hoveddata for fellingsanlegget:

Areal på sedimenteringstank:	0,385 m ²
Volum på sedimenteringstank:	300 l
Overflatebelastning på sedimenterings-tank (Basis: volumstrøm 1000 ml/min):	0,156 m/h
Volum på innblandings- og flokku-leringsenheter:	3x17,5 = 52,5 l
Total oppholdstid (Basis: 1000 ml/min):	6 timer.

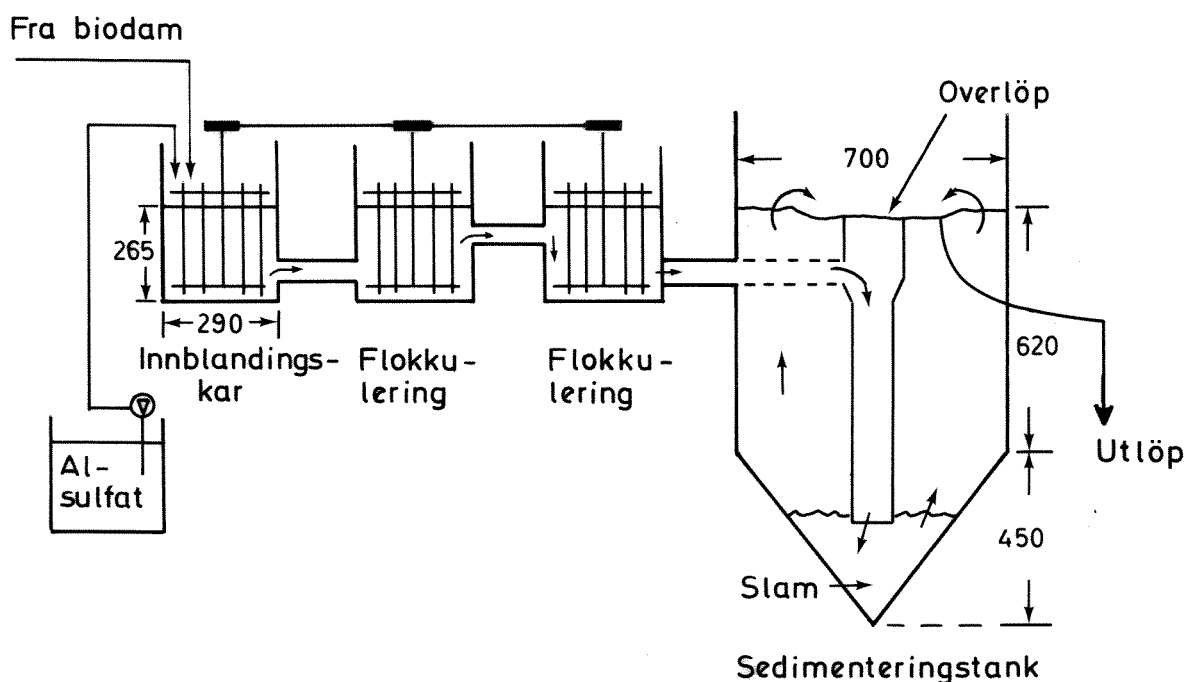


Fig. 4 Prinsippskisse av pilotanlegg for felling av vann fra biologiske dammer

4.2 Standard opplegg for fellingsforsøkene

Det er kjørt fellingsforsøk med vann fra de tre dammene som tilføres råkloakk (dam 1 - 3). Vannet pumpes fra oppsamlingskummene inn i en sløyfe hvor en liten delstrøm tas ut (figur 5). Partikulært materiale holdes på denne måten i suspensjon.

Vannføringen inn på fellingsanlegget har i de forskjellige forsøk variert mellom 600-1200 ml/min. I ett og samme forsøk har vannføringen vært konstant. Doseringen av vann inn på fellingsanlegget skjer ved hjelp av en peristaltisk pumpe (Magna). Som fellingskjemikalium er benyttet en aluminiumsulfatløsning ($2\% \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}$ vekt/volum). Kjemikaliedoseringen har variert mellom 154 og 192 mg $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}$ pr. l. Det er brukt en stempelpumpe (Hughes mikro).

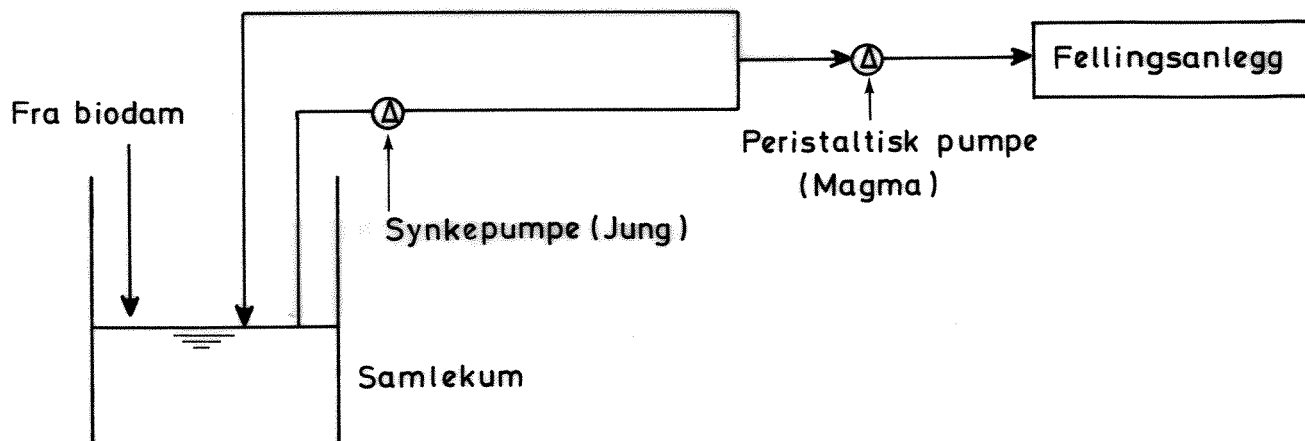


Fig. 5 Skisse av system for pumping av vann fra biodammer til pilot fellingsanlegg

4.3 Eksperimentelt

Fellingsanlegget kjøres først inn i løpet av ett døgn. Vannføring og kjemikaliedosering reguleres under innkjøringen til fellingen går optimalt. Etter innkjøringen tømmes sedimenteringstanken helt for slam (suges opp), og selve forsøket begynner. Anlegget går så 1-2 døgn. Det tas døgnprøver på utløpsvannet og stikkprøver på innløpsvannet. Det analyseres på parametre som for biodamutløp (se side 13). Når forsøket er over, tømmes sedimenteringstanken, slammengden måles (volum), og slammet analyseres på suspendert stoff.

I perioden juni - september er det kjørt ett forsøk med vann fra dam 1 (oppholdstid 30 døgn), to med vann fra dam 2 (oppholdstid 10 døgn) og tre med vann fra dam 3 (oppholdstid 3 døgn). (For ett av fellingsforsøkene fra dam 3 foreligger ikke slamproduksjonsdata.) Resultatene fra disse forsøkene er sammenfattet i tabell 2 og 4.

5. DRIFTSRESULTATER FOR JUNI, JULI OG AUGUST

Analyseresultatene er i bilag. Tabell 1 og 2 side 18 og 19 viser middelverdier for hele forsøksperioden for råkloakk, mekanisk-kjemisk rensset vann og for vannet fra hver av dammene. Figur 6-16 gir en grafisk fremstilling av analyseresultatene for de forskjellige dammene. Tabell 3 viser data for slamproduksjonen.

Tabell 1. Kjemiske data for råkloakk og mekanisk-kjemisk rensed kloakk.
(Fellingskjemikalium er Al-sulfat.)

Kjemikaliedosering: $143 \text{ mg Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}/1$.

Type vann	KOF mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto- fosfat mg P/l	Suspendert stoff mg/l
Råkloakk	309,6	24,9	6,1	3,3	257
Al-renset	105,7	20,3	1,4	0,11	48

Tabell 2 finnes på side 19.

Tabell 3. Kjemiske data for filtrert utløpsvann fra forskjellige kombinasjoner av biodammer/kjemisk felling.

Resultatene er middelerverdier for juni, juli og august.

Dam nr.	Type vann tilført	Oppholds- tid i døgn	KOF _{ut} mg O/l	Prosent av ufiltr.	TotN _{ut} mg N/l	Prosent av ufiltr.	TotP _{ut} mg P/l	Prosent av ufiltr.
1)	Råkloakk	28,8	81,0	34,0	8,0	52,2	2,4	57,7
2)		13,1	102,5	55,8	17,6	86,2	4,2	81,9
3)		3,3	118,0	55,5	19,6	87,2	4,7	86,6
4)	Råkloakk + Al-sulfat	22,2	43,0	38,8	11,0	77,4	0,2	15,5
5)		7,8	44,2	49,3	16,5	93,1	0,2	25,9
6)		2,7	47,5	53,5	18,1	90,4	0,3	48,4
7)	Al-renset kloakk	34,4	40,7	51,6	8,0	77,6	0,3	67,8
8)		11,8	37,1	42,4	12,0	83,6	0,15	33,5
9)		3,8	41,6	44,5	16,1	90,4	0,15	20,4
1)	Etterfel- ling med Al-sulfat		31,1	84,5	3,8	90,4	0,04	40,0
2)			70,8	66,7	18,1	92,3	0,07	13,7
3)			-	-	-	-	-	-

Tabell 2. Kjemiske data for utløpsvannet fra forskjellige kombinasjoner av biodammer/kjemisk felling.

Resultatene er middelverdier for juni, juli og august. Basis for beregning av rensegrader er råkloakk.

Dam nr.	Type vann tilført	Oppholds- tid i døgn	KOF _{ut} mg O/l	Prosent red.	TotN _{ut} mg N/l	Prosent red.	TotP _{ut} mg P/l	Prosent red.	SS _{ut} mg/l	Prosent red.
1	Råkloakk	28,8	238,3	23	15,3	39	4,2	31	88	66
2	"	13,1	183,7	41	20,4	18	5,1	16	65	75
3	"	3,3	212,6	31	22,5	10	5,4	11	66	74
4	Råkloakk + Al-sulfat 1)	22,2	110,9	64	14,2	43	1,2	80	64	75
5	"	7,8	89,5	71	17,7	29	0,64	90	42	84
6	"	2,7	88,9	71	20,0	20	0,66	89	32	87
7	Al-rensset kloakk	34,4	78,8	75	10,3	59	0,42	93	38	85
8	"	11,8	87,5	72	14,3	43	0,45	93	40	84
9	"	3,8	93,5	70	17,8	29	0,74	88	46	82
1	Etterfel-		36,8	88	4,2	82	0,10	98	9	96
2	ling med		106,0	66	19,6	21	0,54	91	25	90
3	Al-sulfat 2)		49,1	84	21,0	16	0,42	93	16	94

1) Doseringsmengde: 140 - 167 mg $Al_2(SO_4)_3 \times 18H_2O$.

2) "- " 154 - 185 " "- " "- "

6. DISKUSJON

Resultatene for dam 4 må sees på med skepsis, da det er mistanke om noe lekkasje fra dam 3 til dam 4.

6.1 Suspendert stoff, SS

Tabell 2 viser laveste verdier på suspendert stoff for kombinasjonen biodam + etterfelling. Høyeste verdi viser dam 1 (råkloakk med ca. 30 døgns oppholdstid). Felling direkte i dammen og kjemisk felling foran biodam gir omtrent samme SS-innhold. Det ser ut til at det er algeveksten som bestemmer innholdet av suspendert stoff.

6.2 Kjemisk oksygenforbruk, KOF

Resultatene viser at råkloakkdammene gir de desidert høyeste verdiene. Oppholdstiden synes ikke å ha noen markert innflytelse på innholdet av oksyderbart organisk materiale (målt som KOF) i dam 1-3.

Når det gjelder løst organisk materiale, viser tabell 3, side 18, at kjemisk oksygenforbruk på filtrerte prøver avtar med økende oppholdstid for dam 1-3. I dam 1 (ca. 30 døgns oppholdstid) utgjør løst KOF bare 34% av total KOF, mens det for dam 1 og 2 er 55-56% løst KOF.

Ved en kjemisk felling er det hovedsakelig suspendert og kolloidalt organisk materiale som fjernes. Det skulle medføre at en etterfelling vil gi større KOF-reduksjon i dam 1 enn i dam 2 og 3. Tabell 2 viser da også lavest KOF-verdier for dam 1 + etterfelling.

For dammene 4-9 blir KOF-innholdet stort sett litt lavere (0-20%) enn for mekanisk-kjemisk renset vann. Forskjellen de enkelte dammene i mellom er ubetydelig.

6.3 Total nitrogen

Nitrogenreduksjonen varierer mellom 10 og 59%. En reduksjon på 82% som er målt ved felling av vann fra dam 1, ansees ikke representativ. Generelt viser resultatene at oppholdstiden innvirker systematisk på nitrogeninnholdet; lengste oppholdstid gir laveste nitrogeninnhold. Tabell 3 viser at total nitrogen i filtrerte prøver utgjør en mindre del av "ufiltrert total nitrogen" når oppholdstiden øker. Det er verdt å merke seg at mesteparten av nitrogenet foreligger i løst form, og at en reduksjon av det suspenderte materialet vil gi en beskjeden nitrogenreduksjon.

6.4 Total fosfor

Dam 1-3 viser bare ubetydelig fosforreduksjon. Reduksjonen øker dog med oppholdstiden. Figur 7-9 viser at det er større forskjell mellom total fosfor og ortofosfat i dam 1 enn i dam 2 og 3. Dette skyldes at i dam 1 er en større del av ortofosfaten tatt opp av alger enn i dam 2 og 3.

Ortofosfat tas alltid på filtrerte prøver. For de øvrige dammene ligger fosforreduksjonen på ca. 90%. Ortofosfattallene for dam 4-9 er ikke plottet inn i figur 11-16. Analyser har vist at ortofosfat utgjør bare en liten del av det totale fosfor ($< 106 \mu\text{g P/l}$ i effluenten). Sammenlikning av total fosfor i filtrerte og ufiltrerte prøver (tabell 3) viser at for dam 1-6 minker prosent filtrert fosfor med oppholdstiden. For dam 7-9 er dette omvendt. Det er ikke funnet noen forklaring på dette forholdet.

Hvis man sammenlikner kurven for total fosfor i aluminiumrenset vann (figur 7) med tilsvarende kurver for dam 7, 8 og 9 (figur 14-16), vil man se følgende: Fluktuasjoner i total fosfor fra fellingsanlegget slår lettere gjennom i dam 9 enn i dam 7 og 8. Dam 7 (ca. 30 døgns oppholdstid) greier å jevne ut disse fluktuasjonene best.

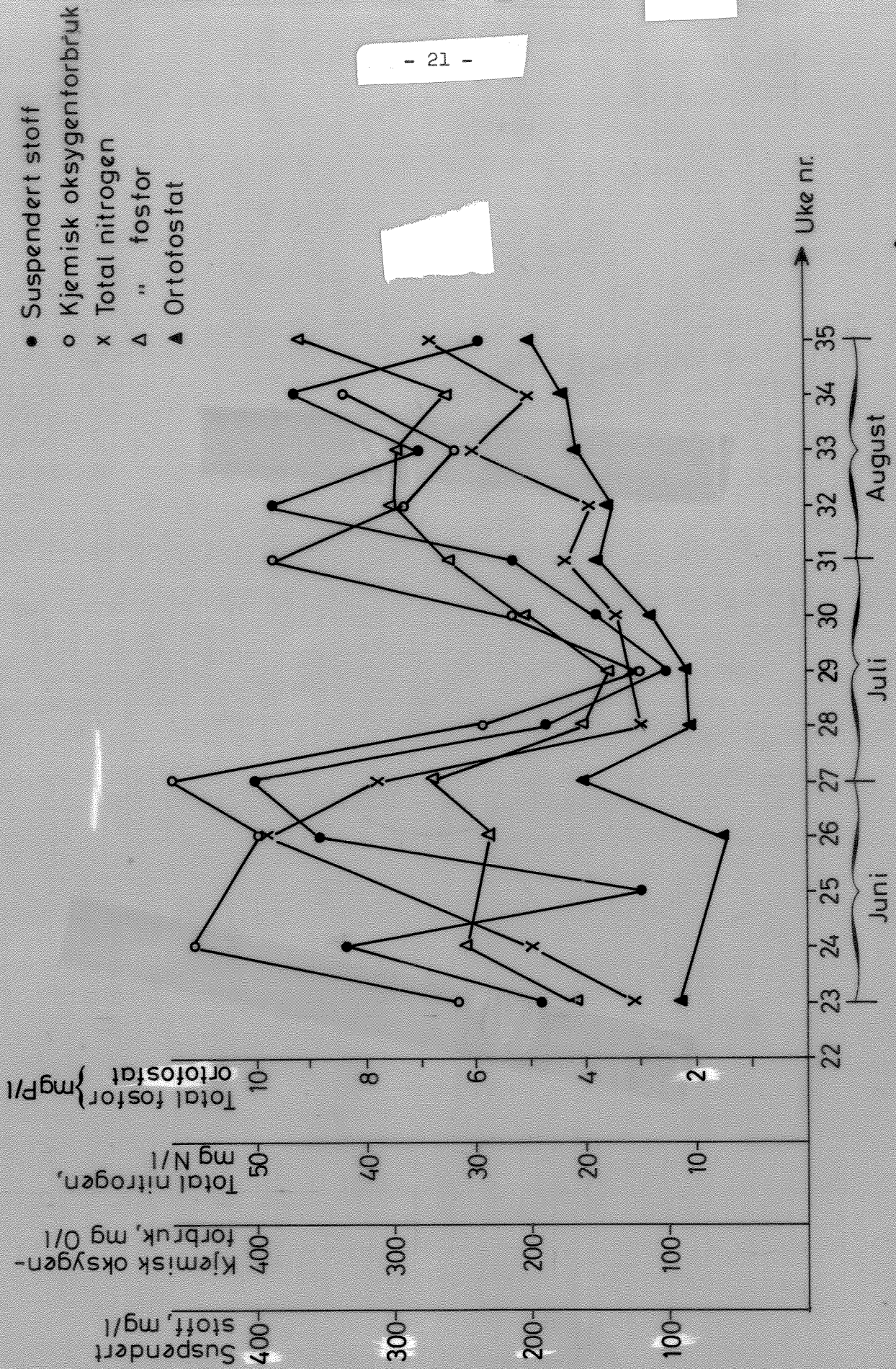


Fig. 6 Kjemiske data for råkloakk Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 7 døgnprøver

- Suspendert stoff
- Kjemisk oksygenforbruk
- x Total nitrogen
- △ " fosfor
- ▲ Ortofosfat

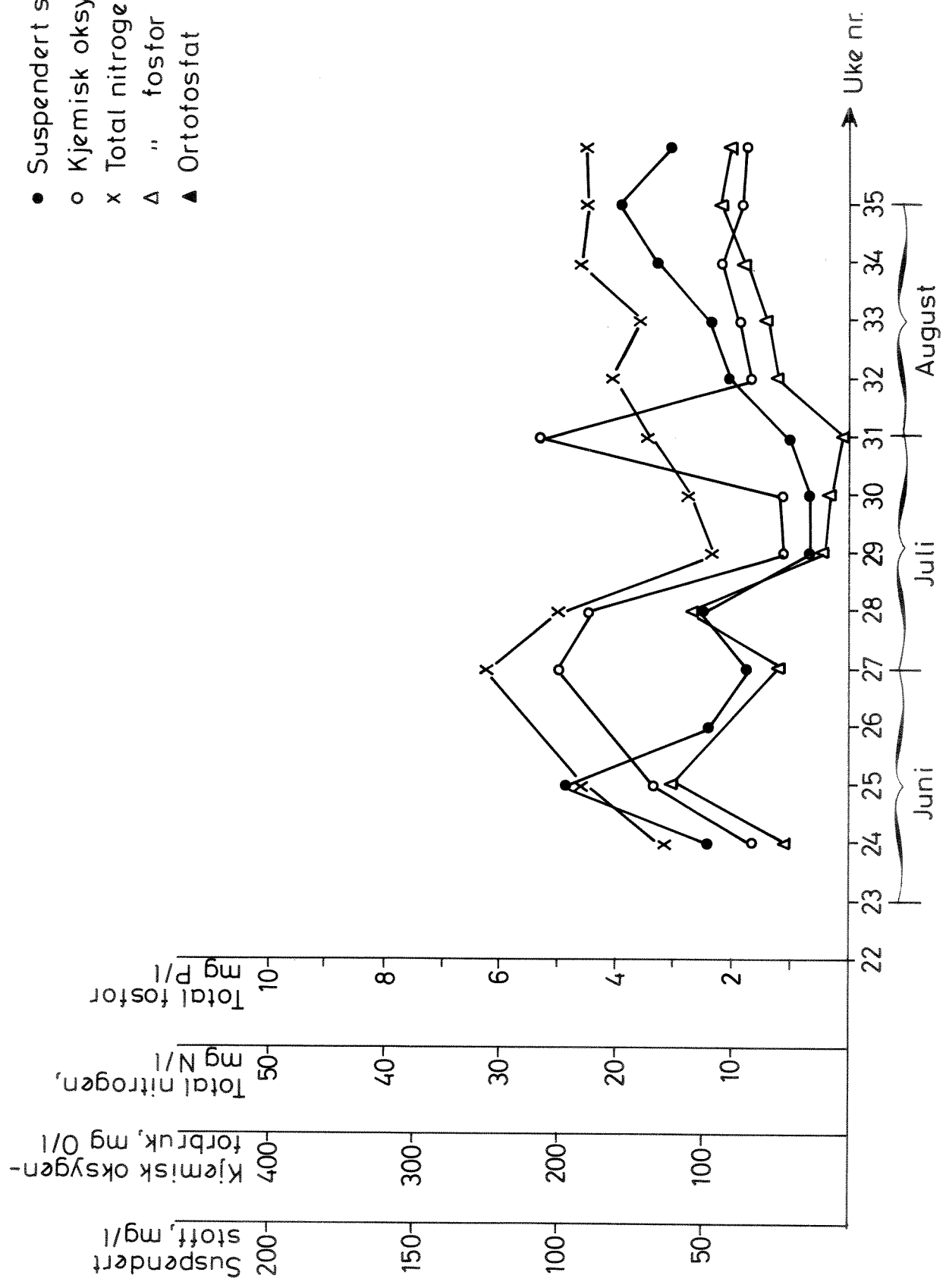


Fig. 7 Kjemiske data for et mekanisk-kjemisk (Al-sulfat) renseanlegg Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 7 døgnsprøver

- Suspendert stoff
- Kjemisk oksygenforbruk
- x Total nitrogen
- △ " fosfor
- ▲ Ortostat

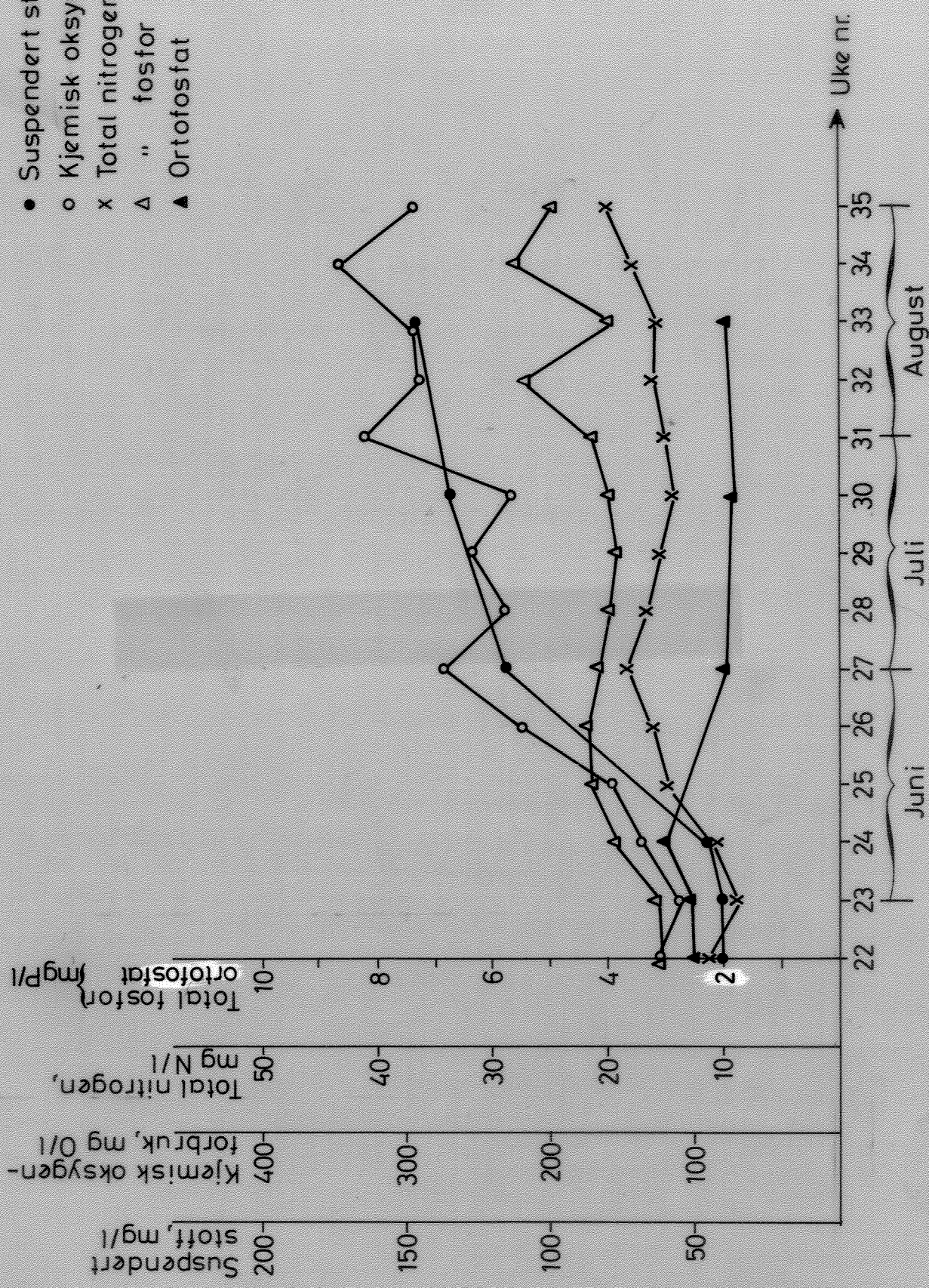


Fig.8 Kjemiske data for utløpsvann fra en biologisk dam som tilføres råkloakk Oppholdstiden er 28,8 døgn Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 5 stikkprøver

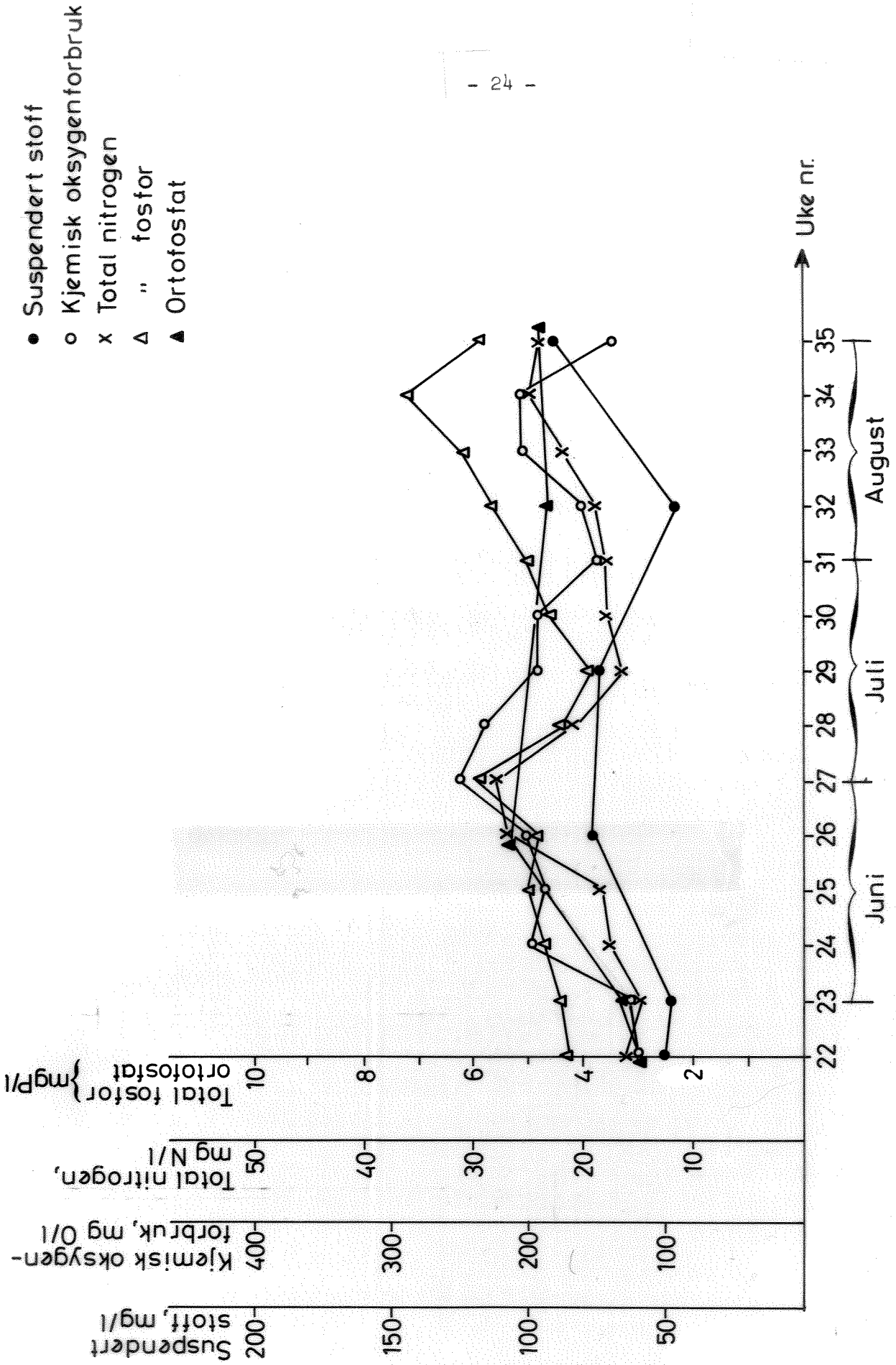


Fig. 9 Kjemiske data for utløpsvann fra en biologisk dam som tilføres råkloakk Oppholdstiden er 13,1 døgn Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 5 stikkprøver

- Suspended stoff
- Kjemisk oksygenforbruk
- x Total nitrogen
- △ " fosfor
- ▲ Ortofosfat

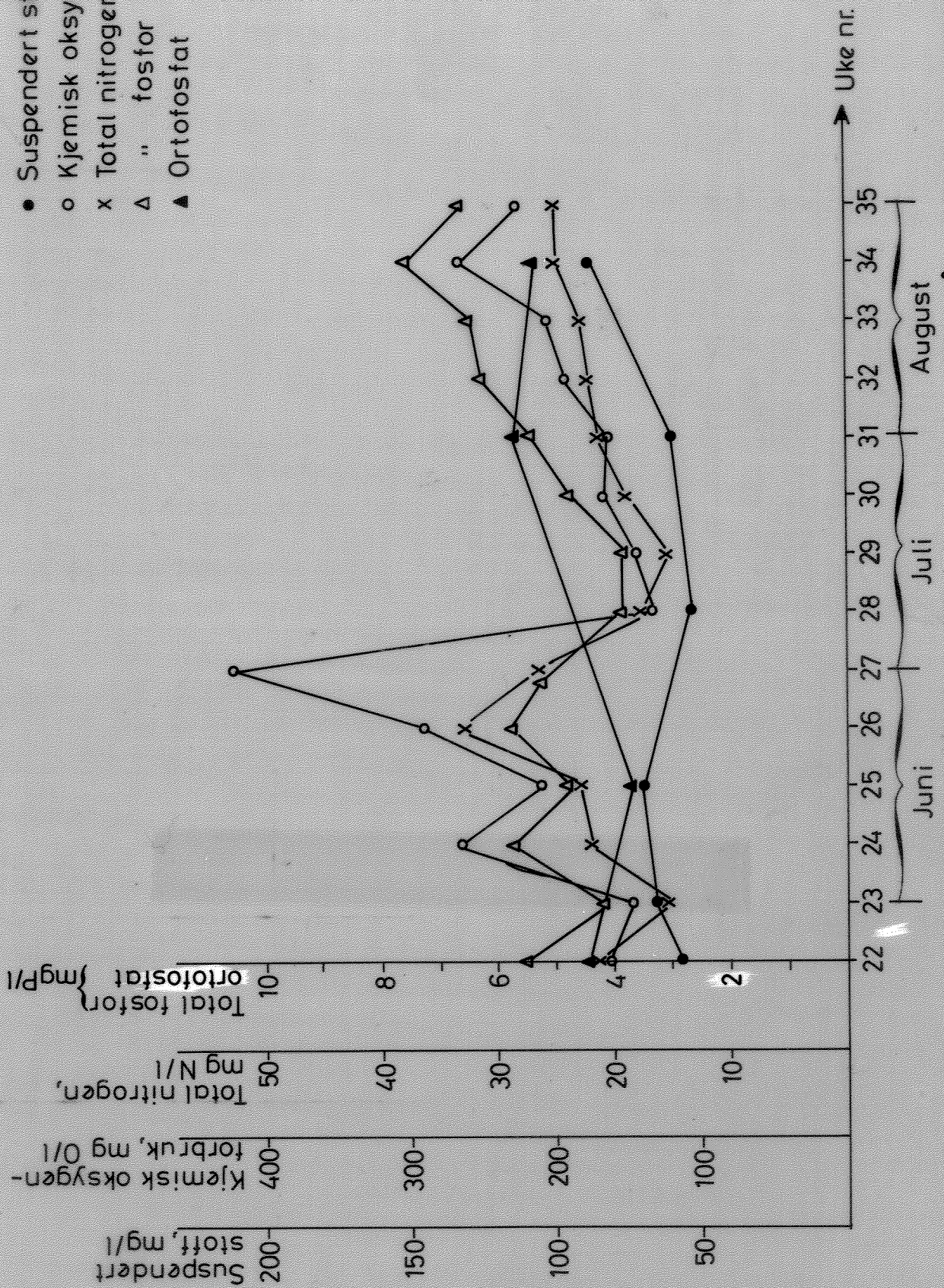


Fig. 10 Kjemiske data for utløpsvann fra en biologisk dam som tilføres råkloakk Oppholdstiden er 3,3 døgn Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 5 stikprøver

- Suspendert stoff
- Kjemisk oksygenforbruk
- x Total nitrogen
- △ " fosfor
- ▲ Ortofosfat

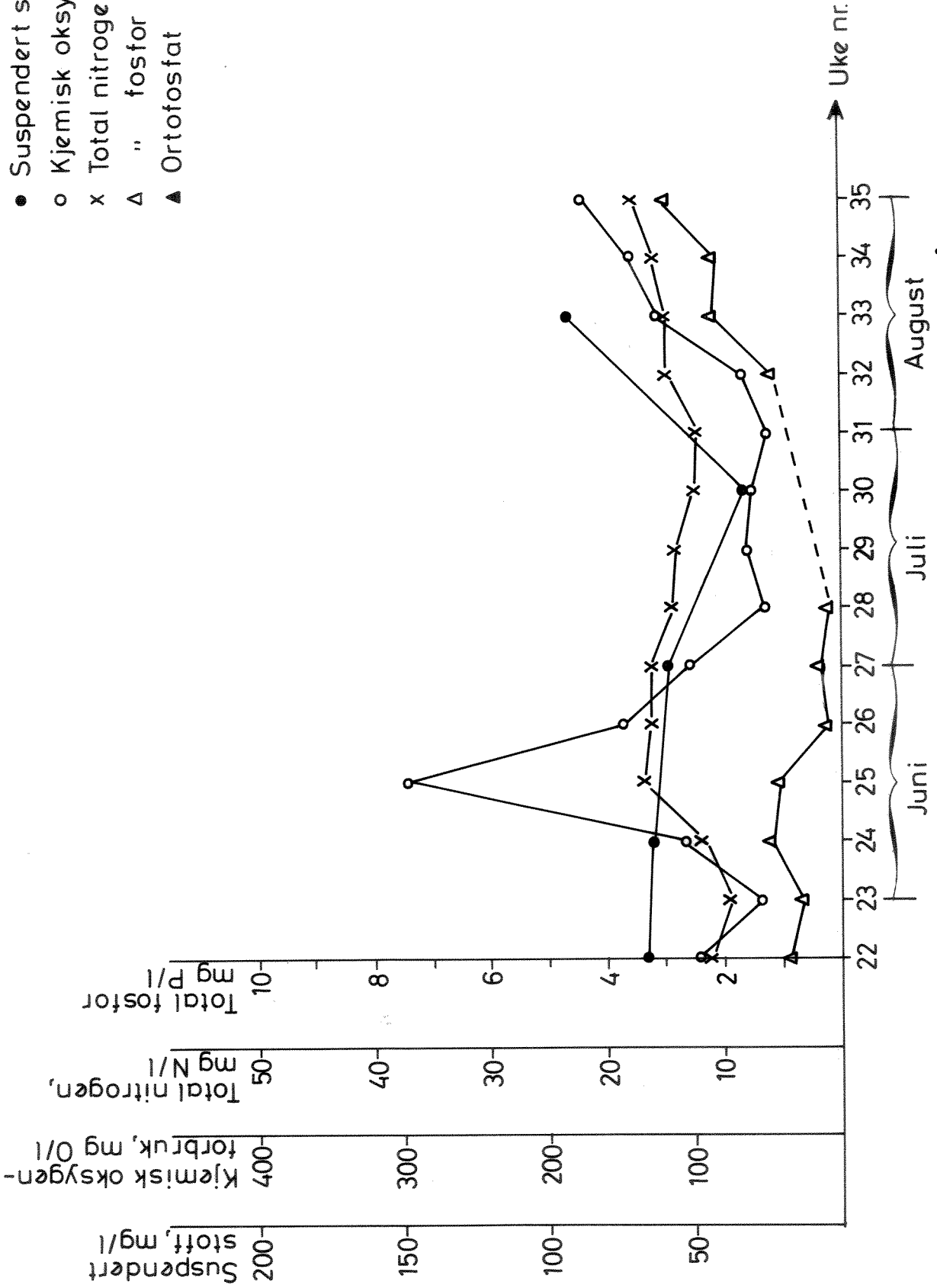


Fig. 11 Kjemiske data for utløpsvannet fra en biologisk dam som tilføres råkloakk + Al-sulfat
Oppholdstiden er 22,2 døgn Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 5 stikkprøver

- Suspendert stoff
- Kjemisk oksygenforbruk
- x Total nitrogen
- △ " fosfor
- ▲ Ortofosfat

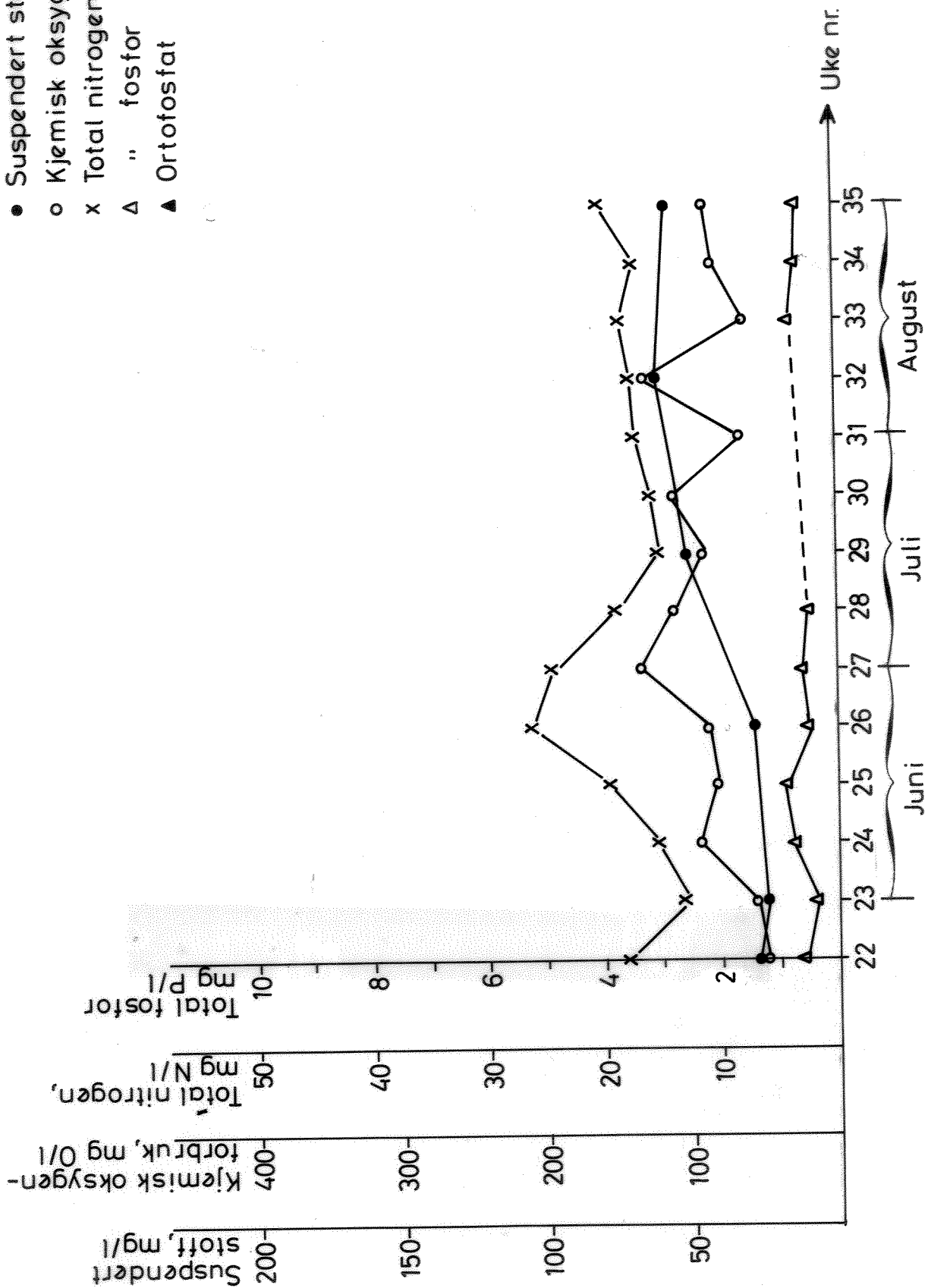


Fig. 12 Kjemiske data for utløpsvannet fra en biologisk dam som tilføres råloakk + Al-sulfat
 Oppholdstiden er 7,8 døgn Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 5 stikkprøver

- Suspenderet stoff
- Kjemisk oksygenforbruk
- x Total nitrogen
- △ " fosfor
- ▲ Ortofosfat

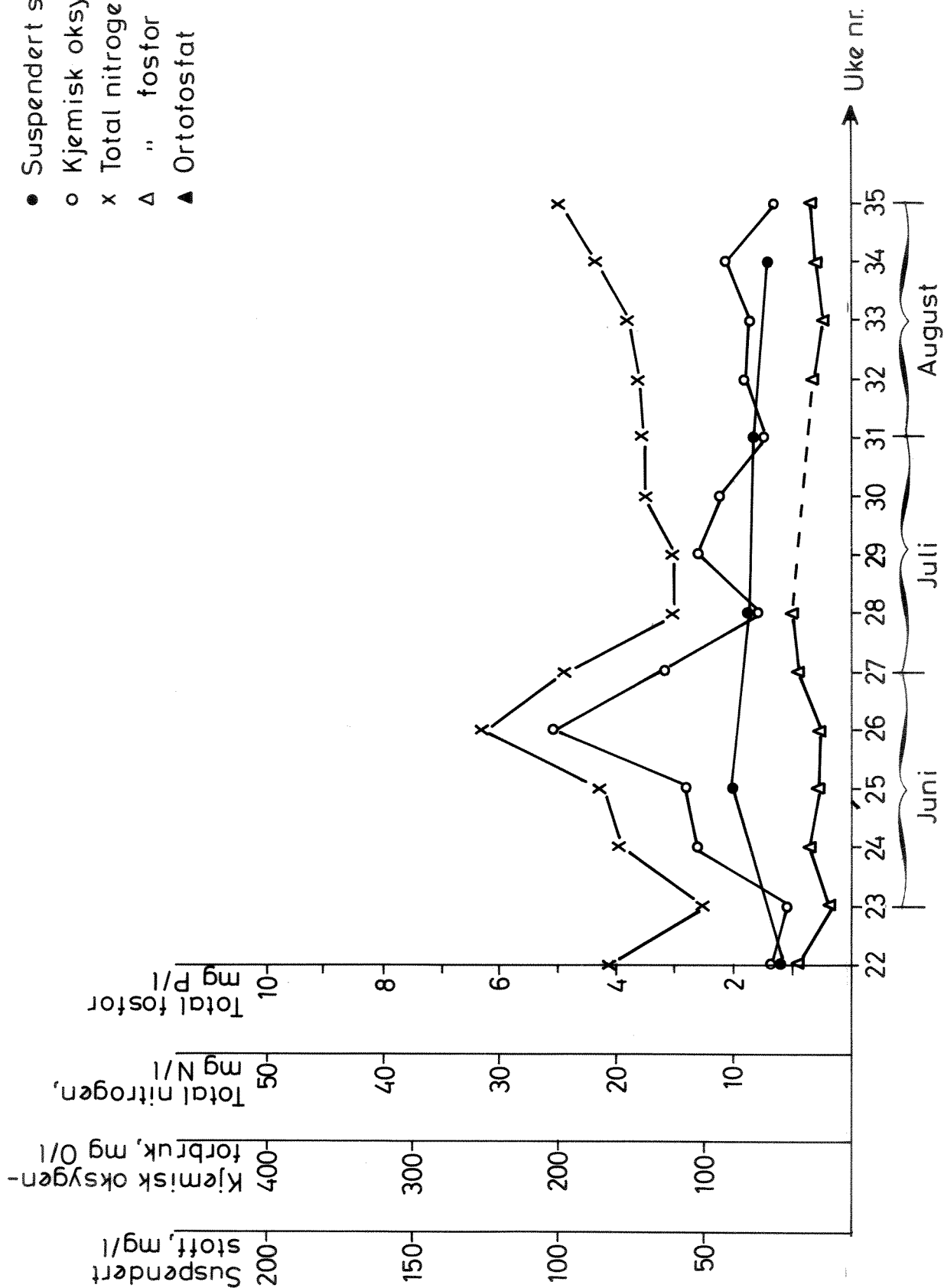


Fig. 13 Kjemiske data for utløpsvannet fra en biologisk dam som tilføres råkloakk + Al-sulfat. Oppholdstiden er 2,7 døgn. Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 5 stikkprøver

- Suspendert stoff
- Kjemisk oksygenforbruk
- x Total nitrogen
- △ " fosfor
- ▲ Ortofosfat

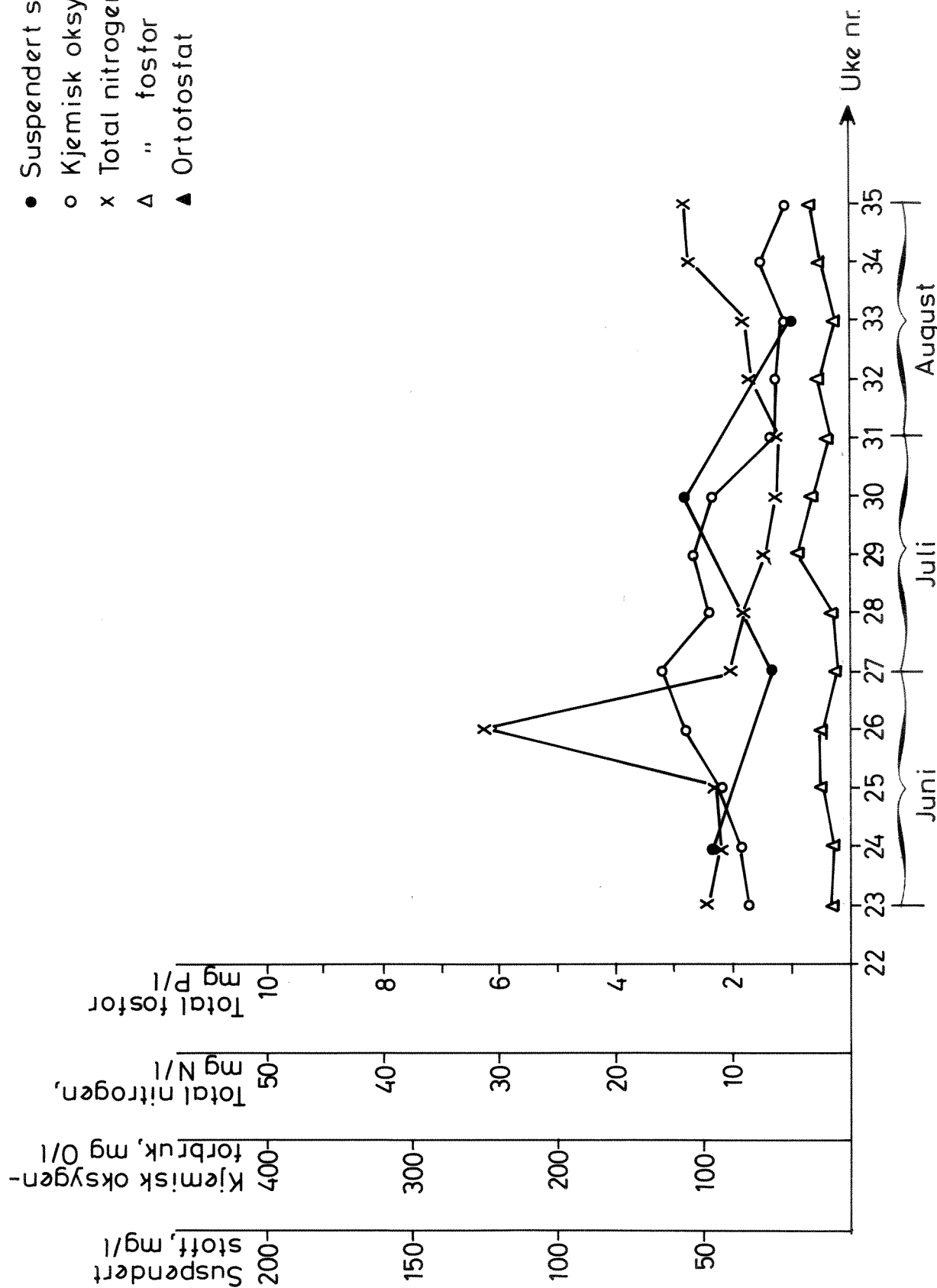


Fig. 14 Kjemiske data for utløpsvannet fra en biologisk dam som tilføres mekanisk-kjemisk (Al-sulfat) renset vann. Oppholdstiden er 34,4 døgn. Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 5 stikkprøver.

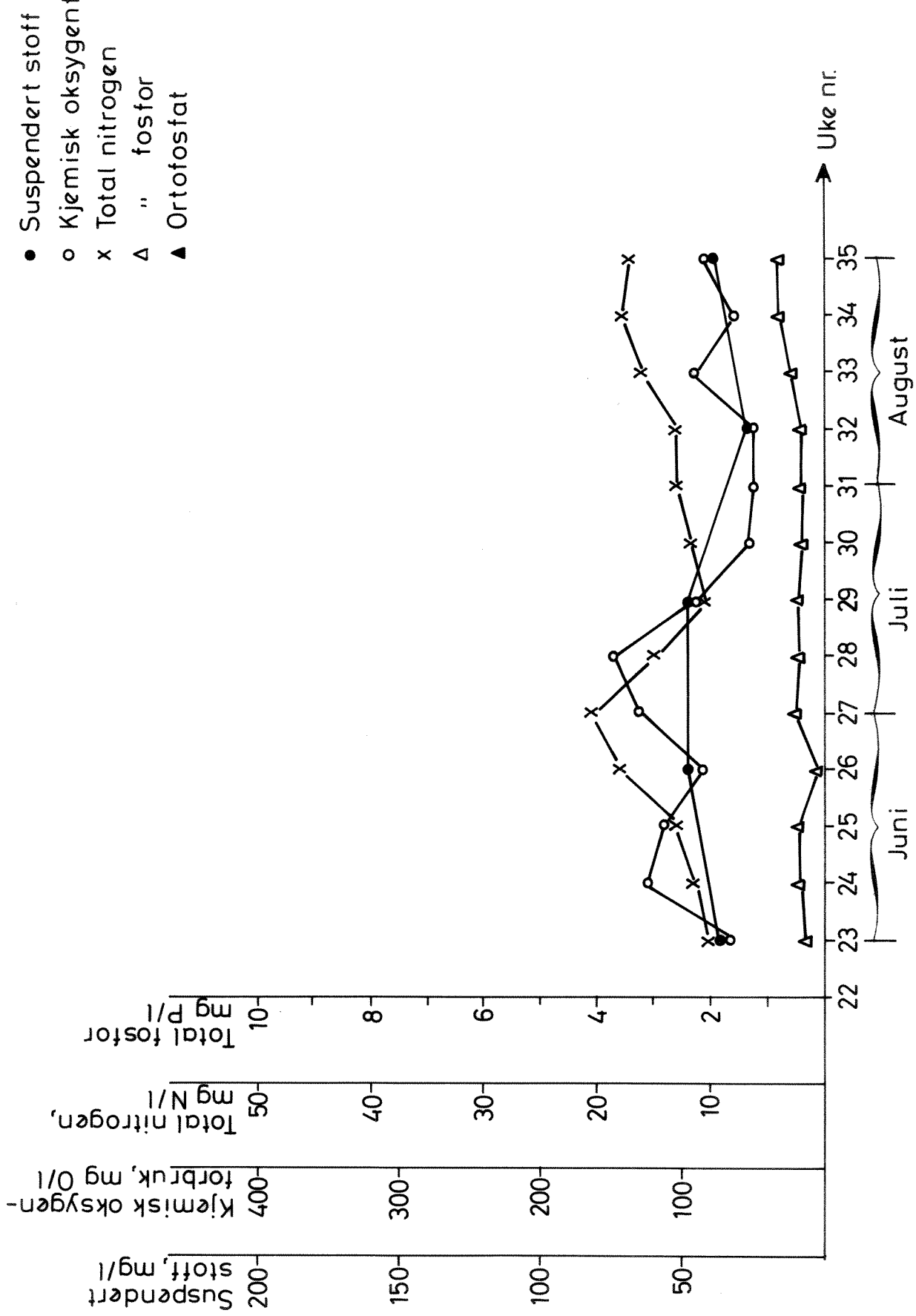


Fig. 15 Kjemiske data for utløpsvann fra en biologisk dam som tilføres mekanisk -kjemisk (Al-sulfat) renset vann Oppholdstiden er 11,8 døgn Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 5 stikkprøver

- Suspendert stoff
- Kjemisk oksygenforbruk
- x Total nitrogen
- △ " fosfor
- ▲ Ortofosfat

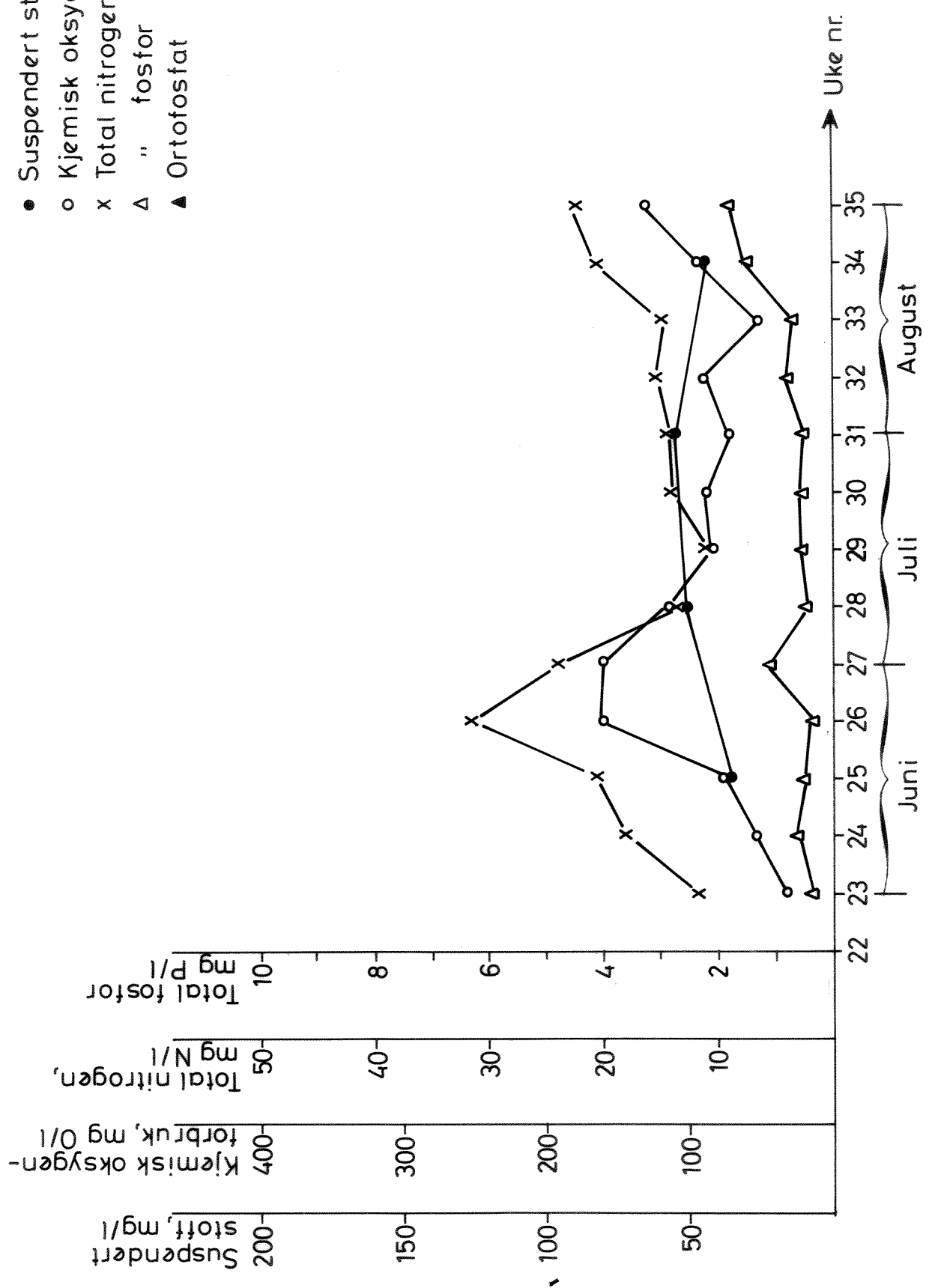


Fig. 16 Kjemiske data for utløpsvannet fra en biologisk dam som tilføres mekanisk - kjemisk (Al-sulfat) renset vann Oppholdstiden er 3,8 døgn Hvert punkt representerer ukeprøver som består av 5 stikkprøver

6.5 Slamproduksjon ved etterfelling av vann fra biodam

Foreløpige resultater (tabell 4) viser at den beregnede slamproduksjon i alle forsøkene ligger litt lavere enn den reelle, målte slamproduksjonen. Forholdet reell/teoretisk slamproduksjon er $1,123 \pm 0,055$.

Siden den beregnede slammengden systematisk ligger noe lavere enn den målte, er det åpenbart at likning (1) ikke inkluderer alle bidrag til slamproduksjonen. Dette forholdet vil det bli gjort forsøk på å avklare i det videre arbeidet.

I bilag 12 er det gjort et beregningseksempel hvor slamproduksjonen ved direktefelling av råkloakk blir sammenliknet med slamproduksjonen ved alternativet biodam + kjemisk felling.

Basisdata er gjennomsnittsverdier for driftsperioden. For biodameffluenten er valgt suspendert stoff 90 mg/l som er litt høyere enn faktisk målt i dam 1 (se tabell 2).

Teoretisk slamproduksjon multipliseres med 1,2 for å få reell slamproduksjon. Under forutsetning av at ikke nevneverdig slam akkumuleres i dammen (lang oppholdstid), tyder de foreløpige resultatene på at slamproduksjonen ved biodamm + felling kan bli ca. 60% lavere enn ved direktefelling av råkloakk.

Tabell 4. Data for slamproduksjon ved etterfelling av vann fra biologiske dammer som tilføres ubehandlet råkloakk.

Oppholdstid i dammen døgn	Vannføring til fel- lingsanl. m ³ /d	SS _{inn} mg/l	SS _{ut} mg/l	OrtoP _{inn} mg P/l	OrtoP _{ut} mg P/l	Kjem.- dos. x) mg/l	Slamproduksjon g SS/m ³		Reell Beregnet
							Reell	Beregnet	
28,8	0,908	113	9	0,93	Spor	180	159	148	1,075
13,1	1,570	83	25	5,11	0,03	191	124	110	1,125
13,1	1,710	105	25	3,77	Spor	174	151	126	1,190
3,3	1,462	102	16	3,51	Spor	158	135	128	1,061
3,3	1,360	97	14	3,44	0,04	154	145	123	1,166

x) Kjemikaliedosering mg Al₂(SO₄)₃ x 18 H₂O/l.

7. RESULTATER AV SPORADISKE ANALYSER OG OBSERVASJONER

7.1 Oksygenforhold i dammene

Dam 1 har vært sterkt overmettet i overflatesjiktet (0-10 cm) det meste av tiden. Oksygenkonsentrasjoner på 20 mg O_2 /l har vært målt. Oksygeninnholdet har imidlertid avtatt utover i august, og 29.8. var overflatekonsentrasjonen nede i 1,0 mg O_2 /l.

Dam 2 har vært fakultativt aerob/anaerob. I den varmeste sommertiden har oksygeninnholdet i overflaten (0-10 cm) vært oppe i 12-15 mg O_2 /l og har avtatt til null ved bunnen. Som for dam 1 har oksygeninnholdet avtatt i august, og 29.8. var hele dammen anaerob.

Dam 3 har vært anaerob i hele perioden.

Dam 4-6: Typisk for denne serien har vært høyt oksygeninnhold i dam 4 og 5. Overflatekonsentrasjoner på 10-20 mg O_2 /l har vært målt. I dam 6 har oksygeninnholdet vært noe lavere; 5-10 mg O_2 /l i overflatesjiktet har vært vanlig. Ved enkelte målinger har det vært registrert ekstremt lave oksygenkonsentrasjoner i dam 5 og 6. Dette skyldes trolig overdosering av aluminiumsulfat med algeflokkulering og sedimentering som følge.

Dam 7-9: Både dam 7 og 8 har undertiden vært sterkt overmettet i de øverste 10 cm. Verdier på 15-20 mg O_2 /l har vært målt. Dam 9 har ligget noe lavere (5-15 mg O_2 /l i overflatesjiktet).

Fra 28.6-29.6 ble oksygeninnholdet over døgnet målt i forskjellige nivåer i alle dammene. Da målingene startet, var det varmt sommervær og delvis skyet. Morgenen 29.6 var det overskyet. Ved 11-tiden klarnet det opp med solskinn. Resultatene fra målingene er i figur 17-25.

Det påfallende lave oksygeninnholdet i dam 5 tilskrives overdosering av aluminiumsulfat og utfelling av algene.

Kurvene i figur 17-25 illustrerer

- a) algenes betydning i oksygenhusholdningen under sommerforhold
- b) sjiktningene i dammene

c) forholdet mellom oksygenforbruk og tilgang.

Punktet c) kan suppleres med resultater fra måling av biokjemisk oksygenforbruk (BOF_7). Analysene er gjort på stikkprøver, men antas likevel å være noenlunde representative (tabell 5).

Tabell 5. Biokjemisk oksygenforbruk i biodammer som tilføres forskjellige typer vann og har forskjellige oppholdstider.
Analysene er gjort på en enkelt stikkprøve.

Dam nr.	Type vann tilført	Oppholds- tid i døgn	Biokjemisk oksygen- forbruk BOF_7 , mg O_2 /l	Biokjemisk oksygen- forbruk x) BOF_7 , mg O_2 /l
1)		28,8	94	31
2)	Råkloakk	13,1	119	74
3)		3,3	164	102
4)		22,2	43	14,5
5)	Råkloakk + Al-sulfat	7,8	32	14,5
6)		2,7	30	21
7)		34,4	21	7
8)	Al-renset kloakk	11,8	36	7
9)		3,8	58	20

x) Filtrerte prøver.

Tabell 5 og figur 17-25 viser at belastningen (oppholdstiden) er av stor betydning for oksygensituasjonen i biodammer. Dammer med lavest organisk belastning har det høyeste oksygeninnholdet.

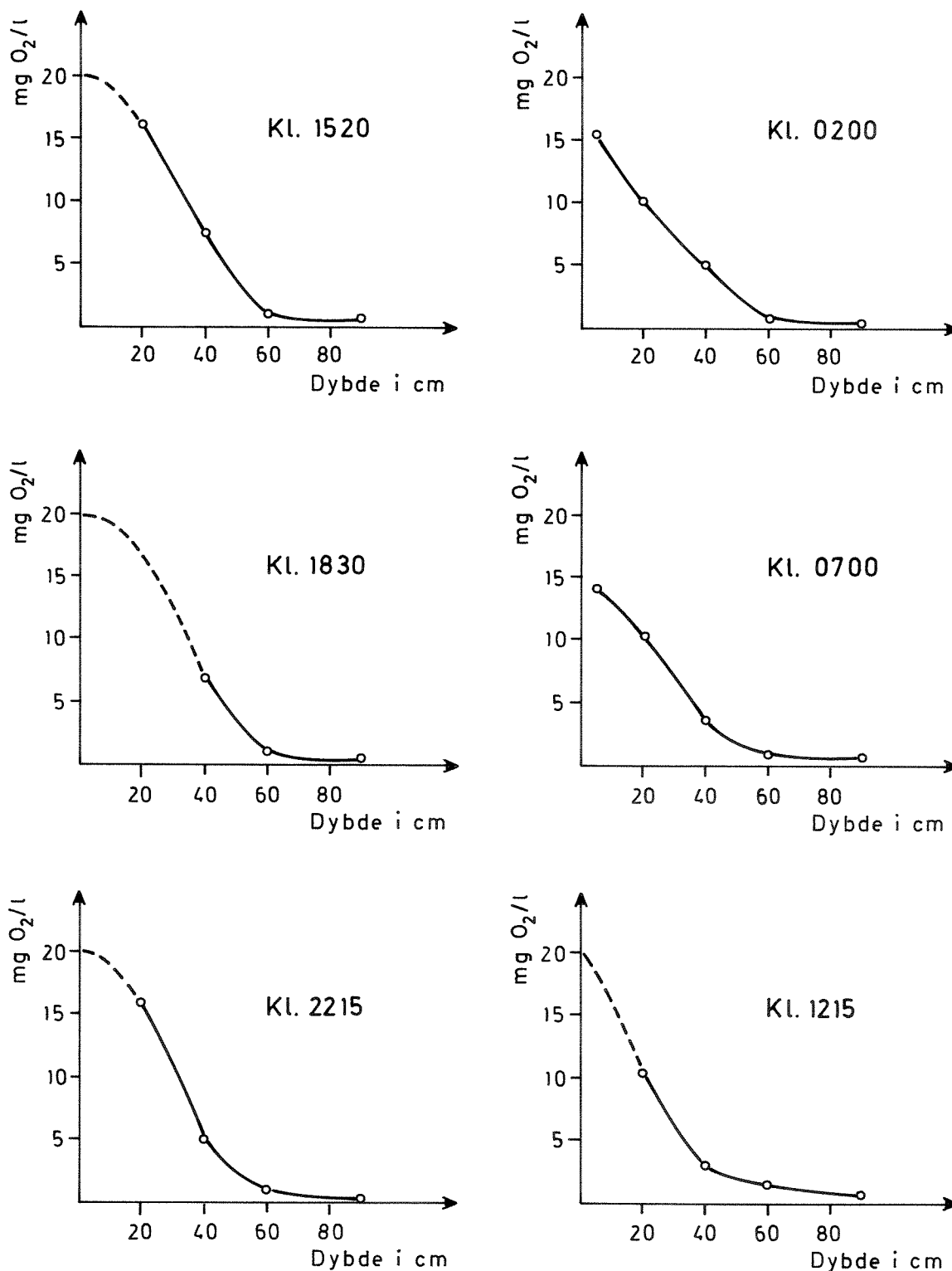


Fig. 17. Oksygenprofil ved forskjellige tider på døgnet i en biologisk dam for ubehandlet råkloakk. Oppholdstiden er 28,8 døgn. Målingene er tatt 28.-29. juni. Stiplet kurve antyder antatt forløp når verdiene har vært utenfor instrumentenes øvre målegrense (20 mg O₂/l).

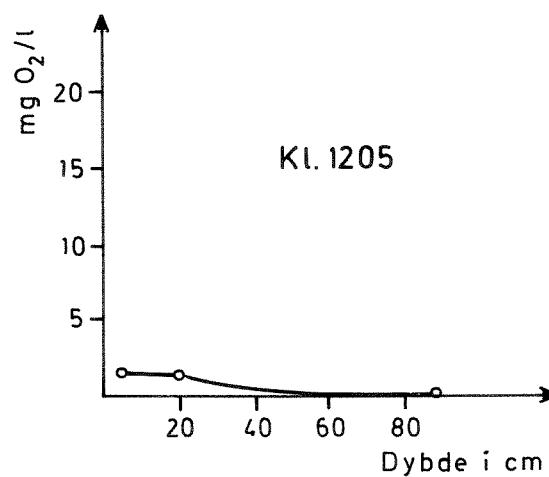
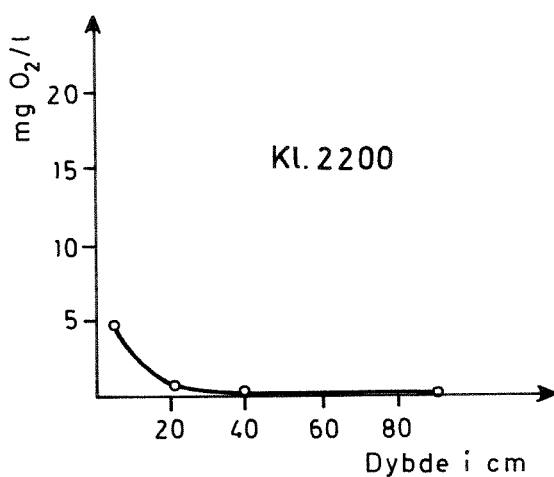
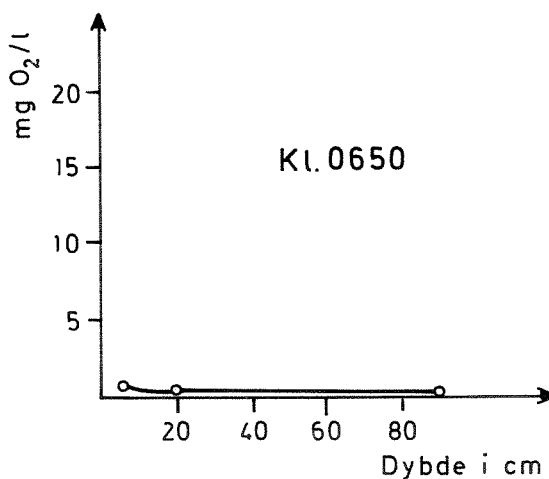
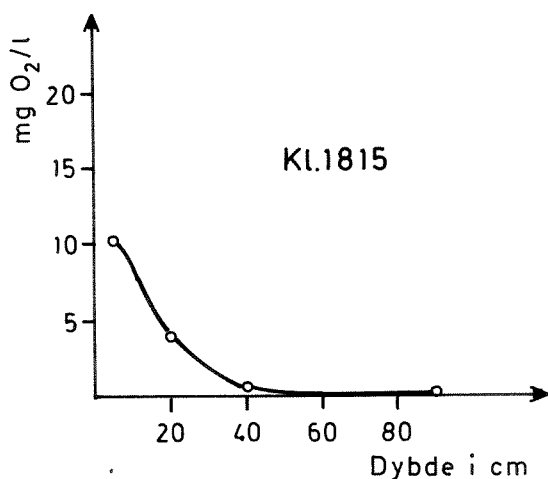
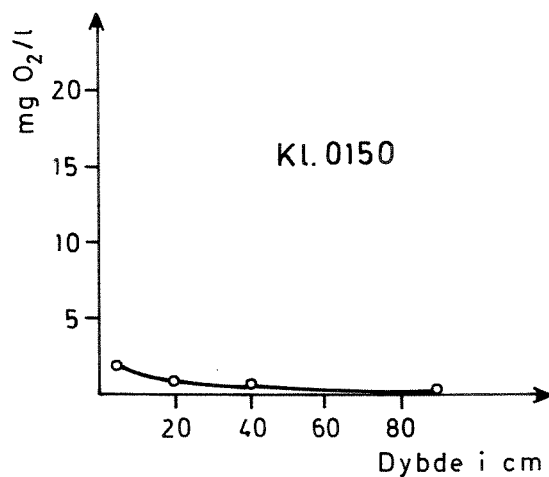
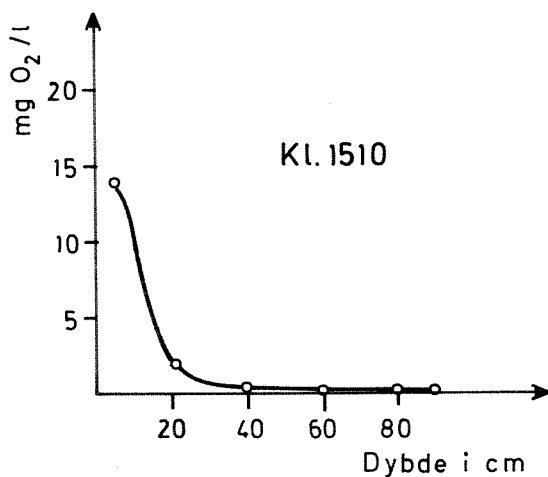


Fig. 18. Oksygenprofil ved forskjellige tider på døgnet i en biologisk dam for ubehandlet råkloakk. Oppholdstiden er 13,1 døgn. Målingene er tatt 28.-29. juni.

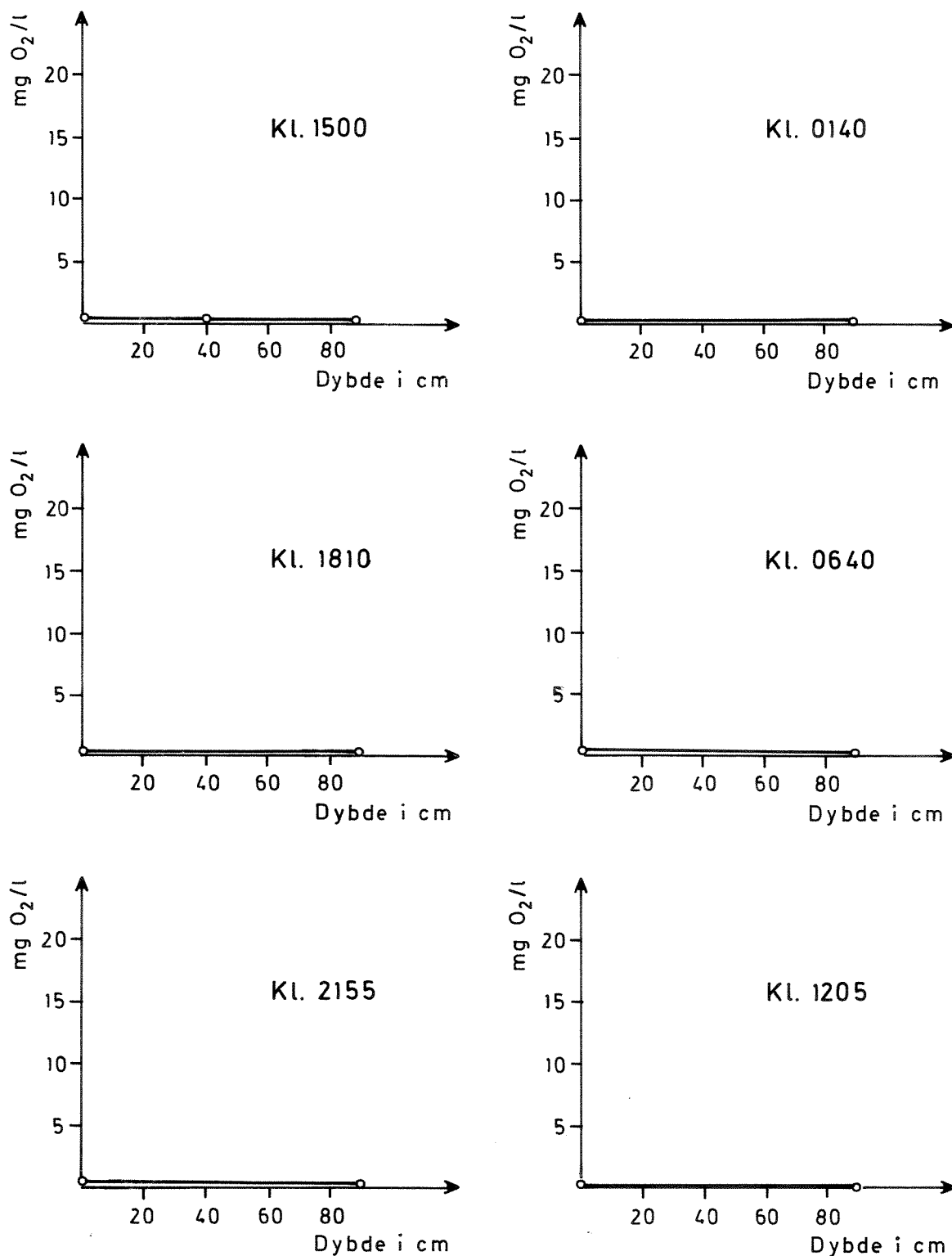


Fig. 19. Oksygenprofil ved forskjellige tider på døgnet i en biologisk dam for ubehandlet råkloakk. Oppholdstiden er 3,3 døgner. Målingene er tatt 28.-29. juni.

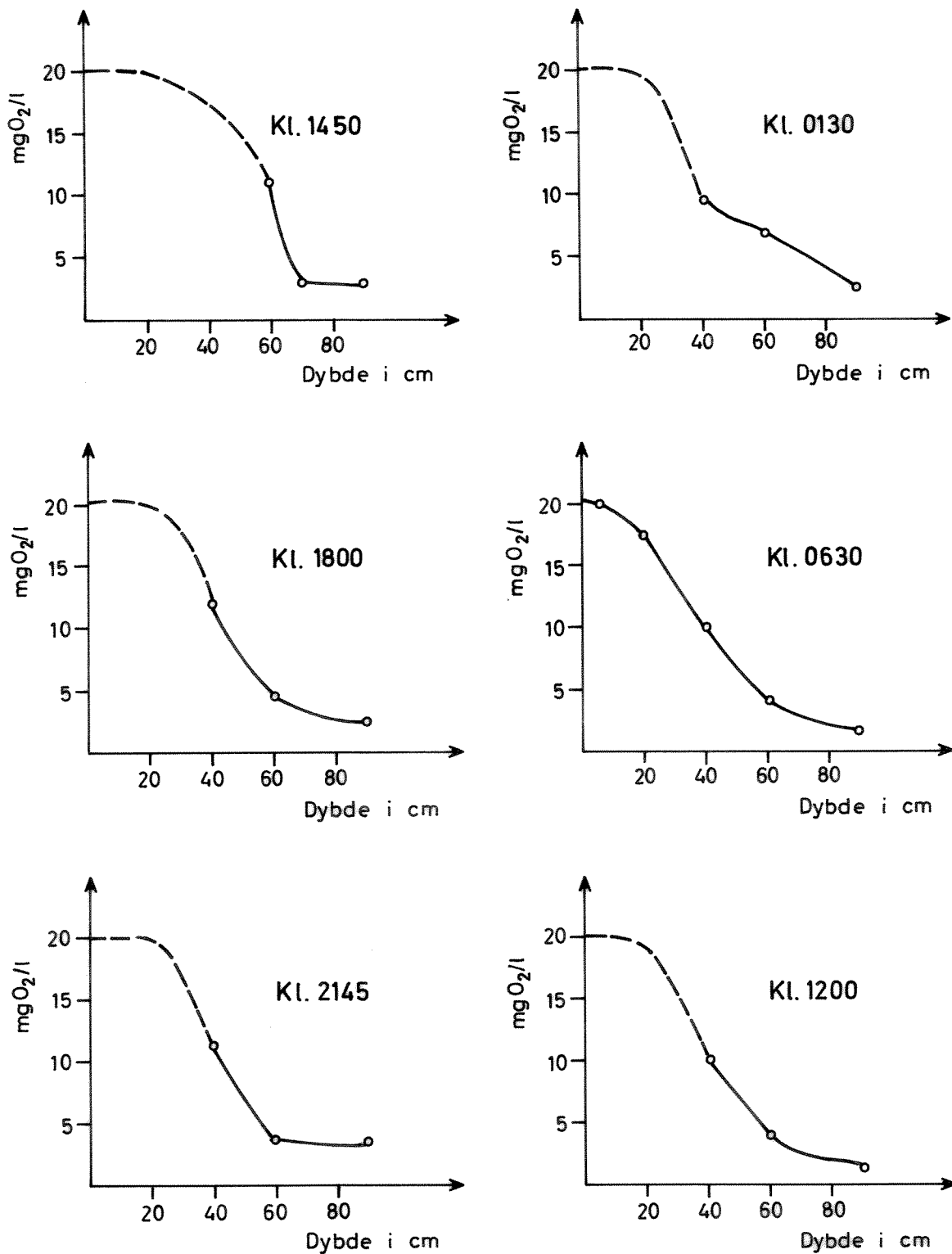


Fig. 20. Oksygenprofil ved forskjellige tider på døgnet i en biologisk dam for råkloakk + aluminiumsulfat. Oppholdstiden er 22,2 døgner. Målingene er tatt 28.-29. juni. Stiplet kurve antyder antatt forløp når verdiene har vært utenfor instrumentets øvre målegrense (20 mg O₂/l).

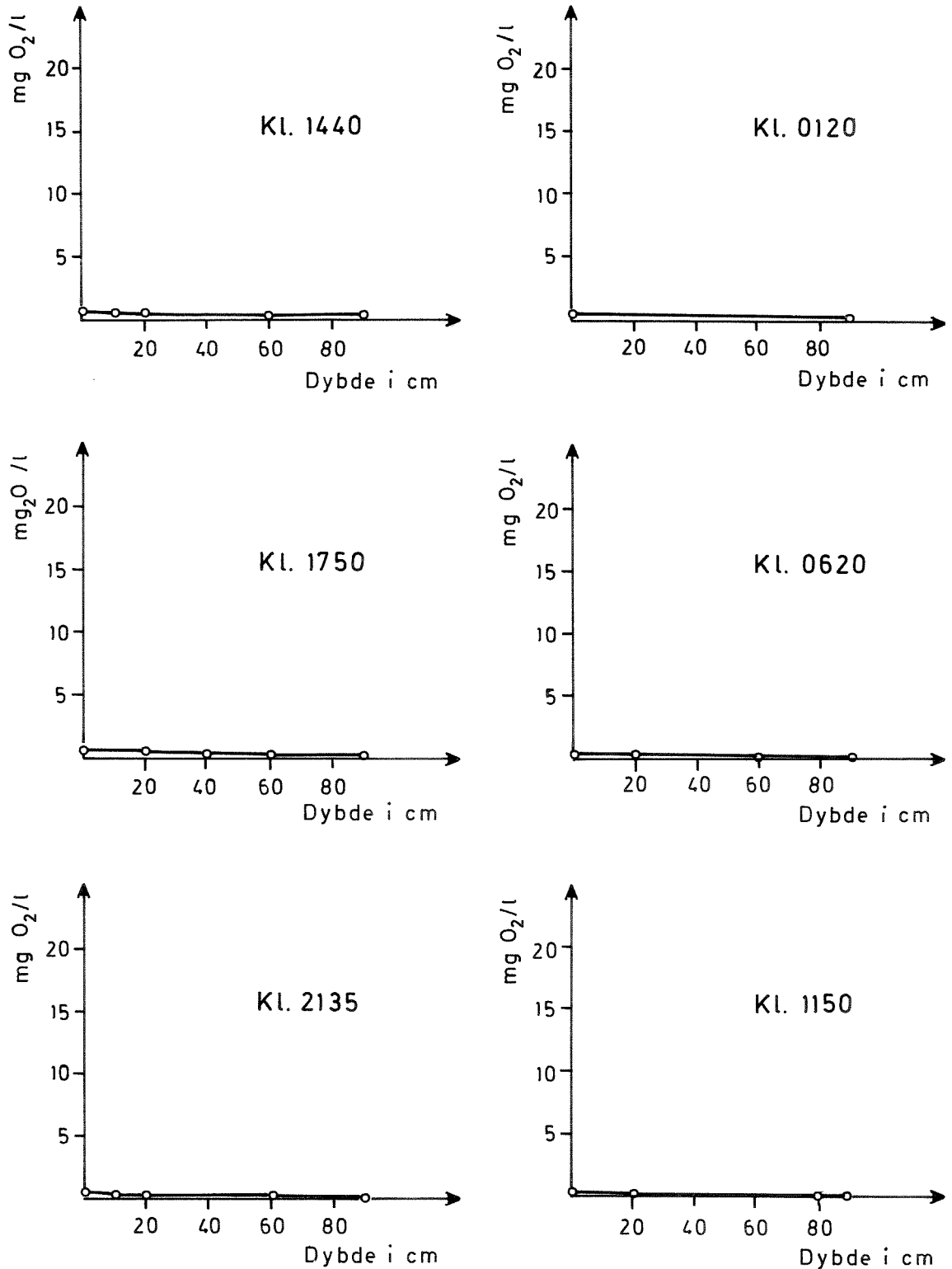


Fig. 21. Oksygenprofil ved forskjellige tider på døgnet i en biologisk dam for råkloakk + aluminiumsulfat. Oppholdstiden er 7,8 døgner. Målingene er tatt 28.-29 juni.

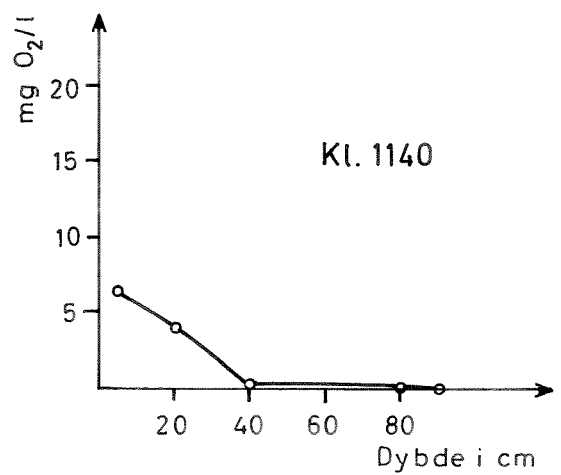
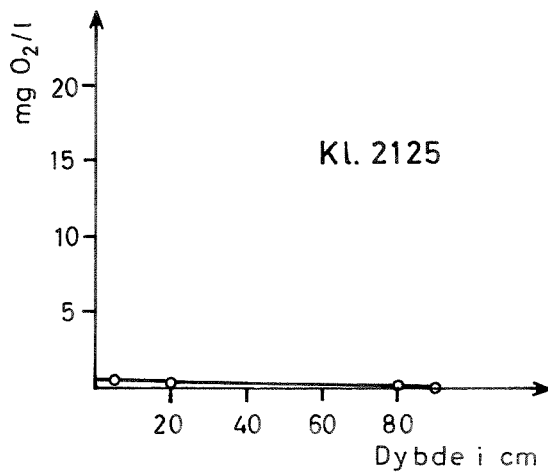
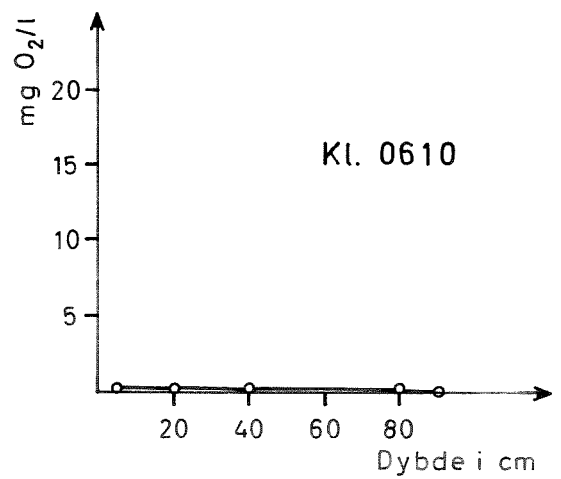
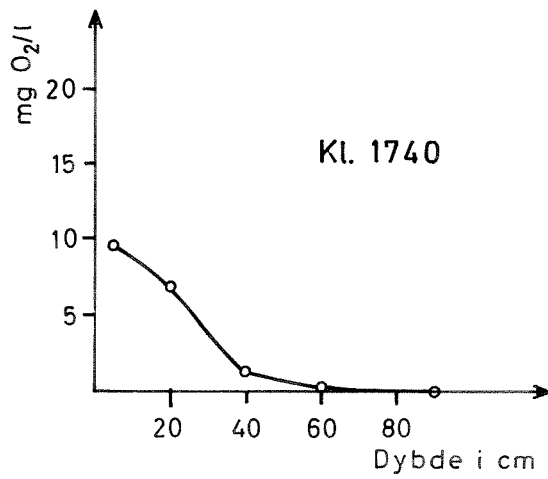
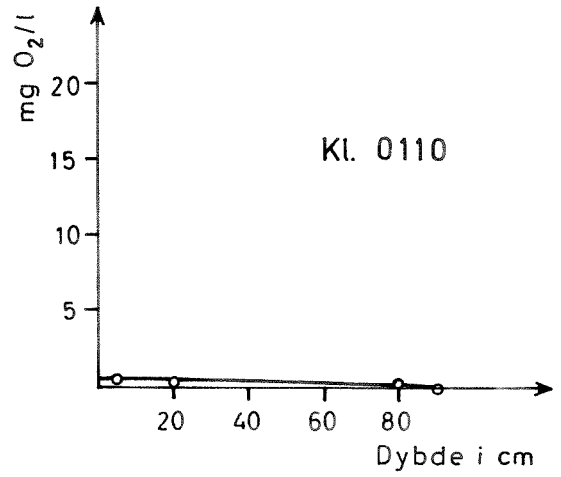
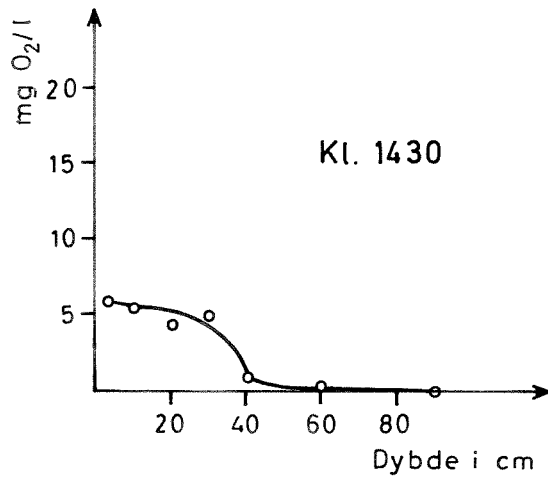


Fig. 22. Oksygenprofil ved forskjellige tider på døgnet i en biologisk dam for råkloakk + aluminiumsulfat. Oppholdstiden er 2,7 døgn. Målingene er tatt 28.-29. juni.

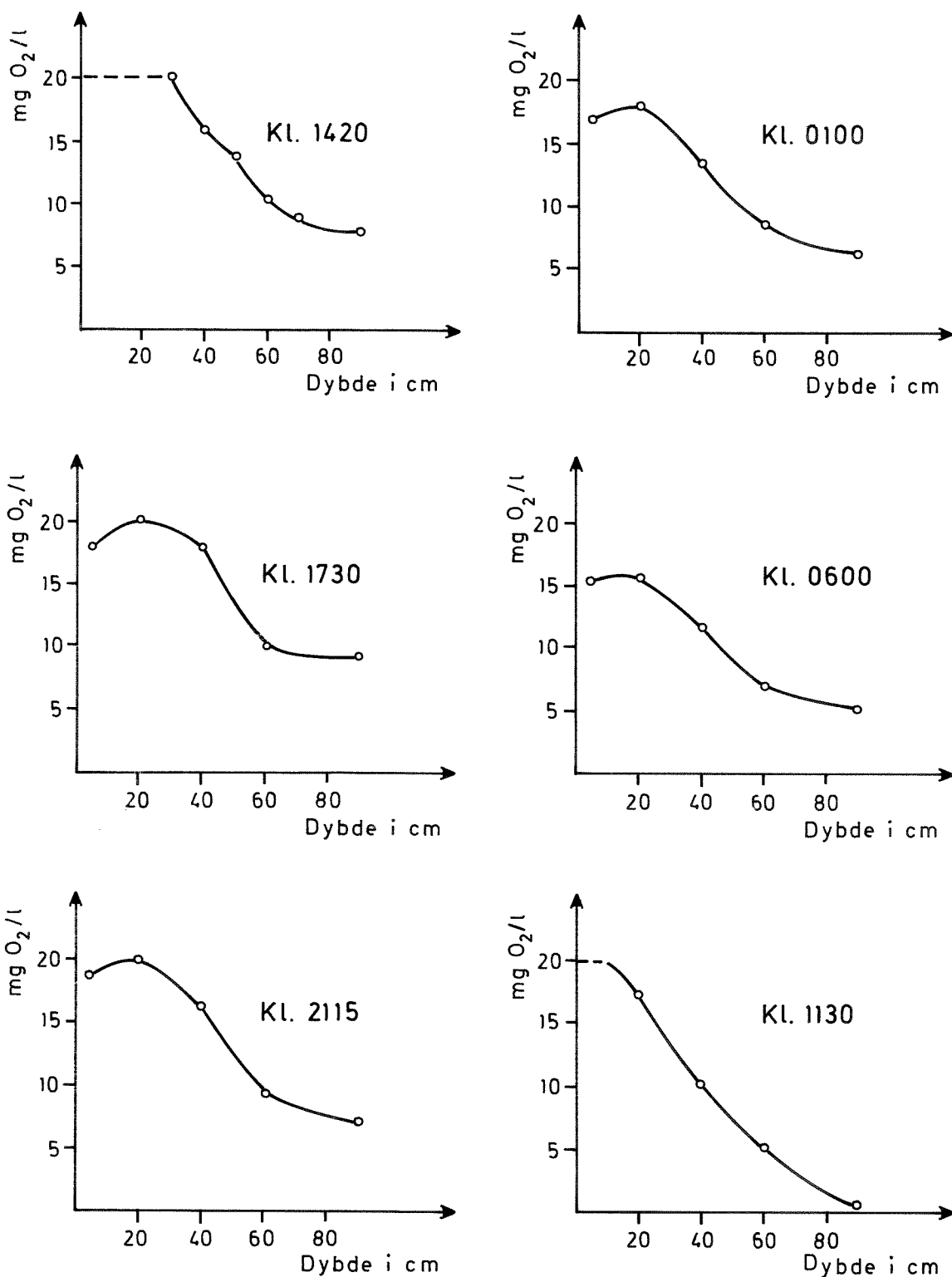


Fig. 23. Oksygenprofil ved forskjellige tider på døgnet i en biologisk dam for mekanisk-kjemisk (Al-sulfat) rensset vann. Oppholdstiden er 34,4 døgn. Målingene er tatt 28.-29. juni. Stiplet kurve antyder antatt forløp når verdiene har vært utenfor instrumentets øvre målegrense (20 mg O₂/l).

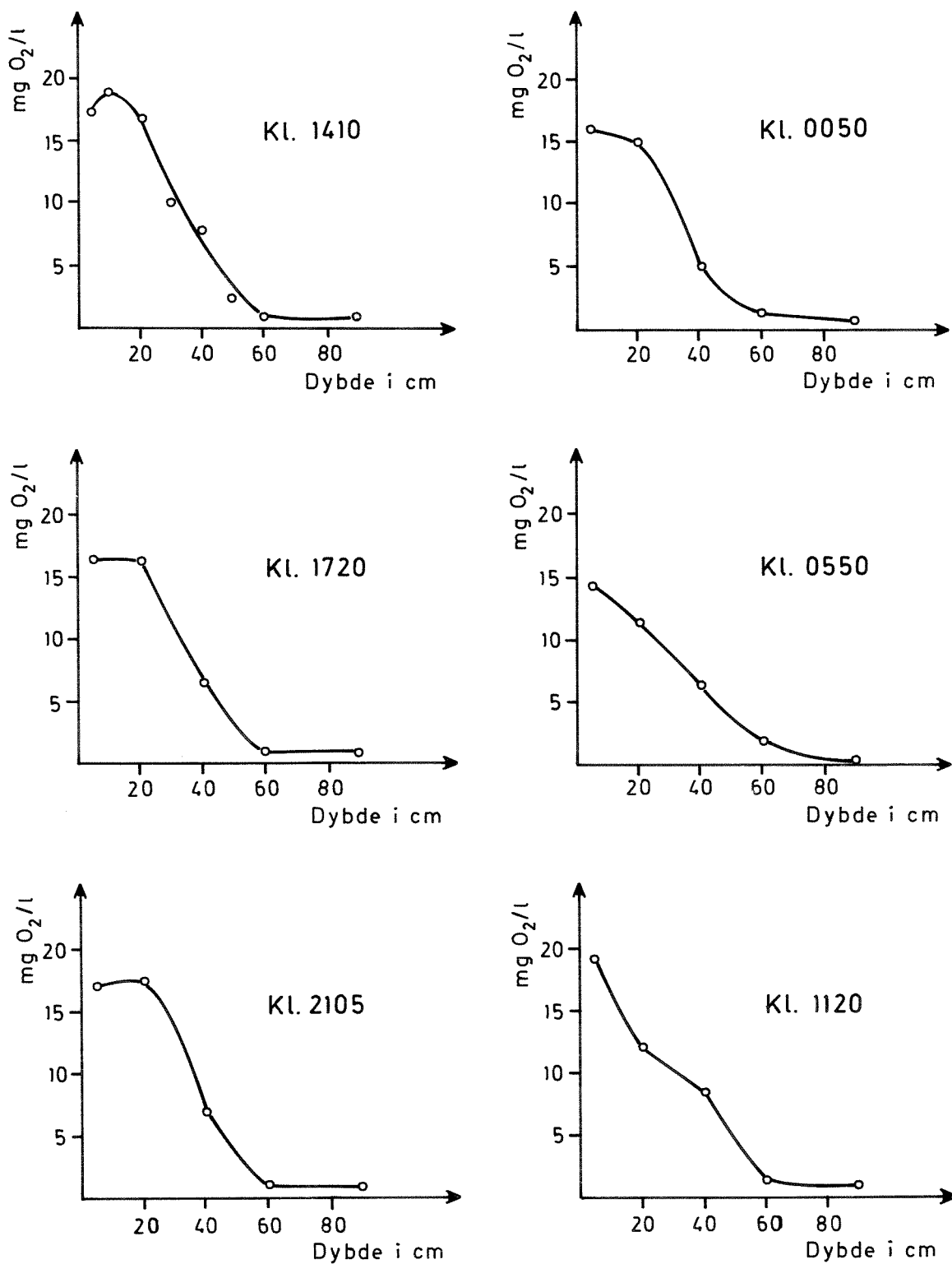


Fig. 24. Oksygenprofil ved forskjellige tider på døgnet i en biologisk dam for mekanisk-kjemisk (Al-sulfat) renset vann. Oppholdstiden er 11,8 døgn. Målingene er tatt 28.-29. juni.

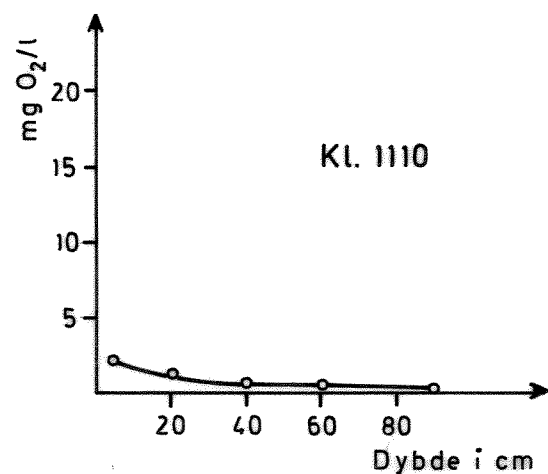
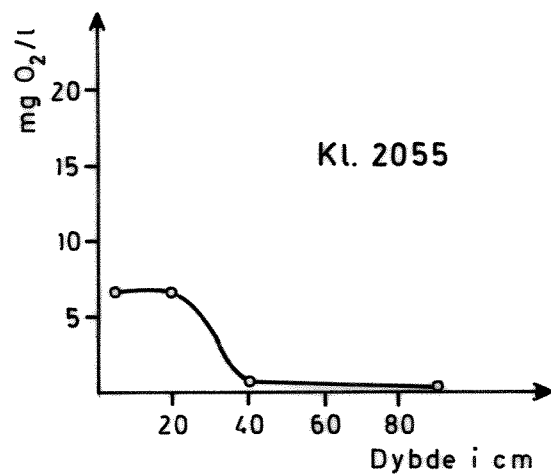
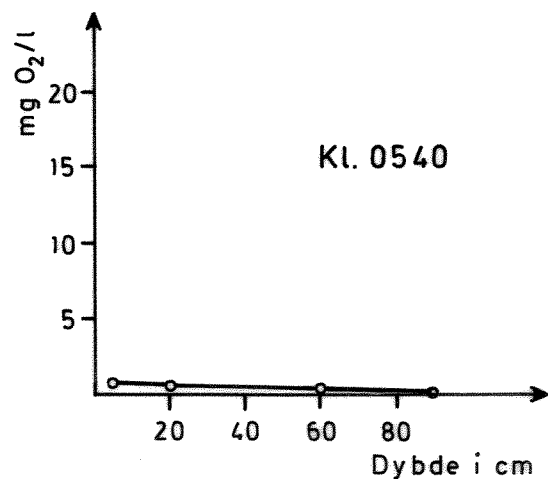
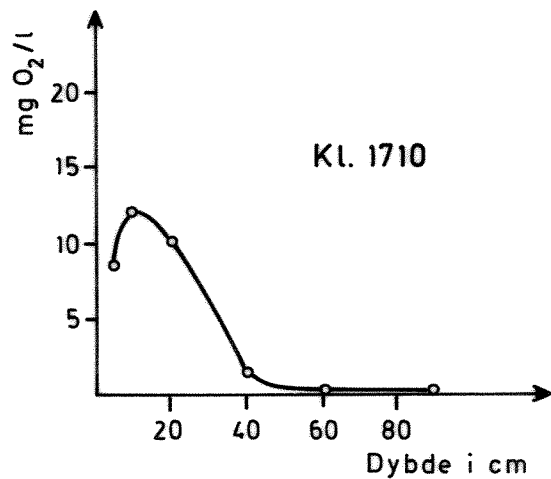
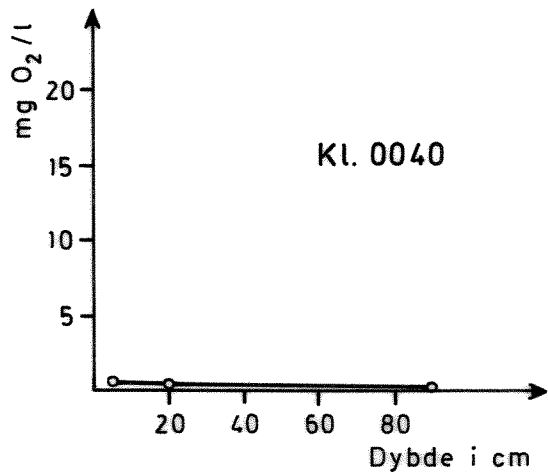
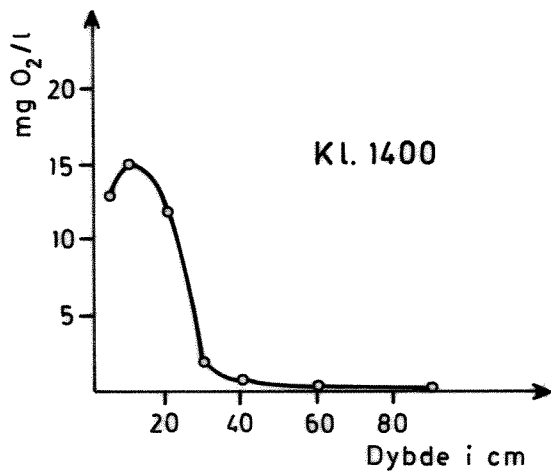


Fig. 25. Oksygenprofil ved forskjellige tider på døgnet i en biologisk dam for mekanisk-kjemisk (Al-sulfat) rensset vann. Oppholdstiden er 3,8 døgner. Målingene er tatt 28.-29. juni.

7.2 Flyteslam

I løpet av sommeren har overflaten i en del av dammene periodevis vært dekket av et grønt algelag. Dette har vært observert i alle dammer, unntatt dammene 7-9, hvor det bare har vært tilløp til mindre algeflak. Dam 1 og 2 har hatt den mest massive "teppedannelsen". Bunnslam fra dam 6 har av og til flytt opp til overflaten og gitt fra seg vond lukt. I dam 3 har også små slamkaker vært observert. Sterkt regnvær har slått ned alt flyteslam.

7.3 Slamakkumulering

Man har målt dybden ned til slamteppet med et slamlodd basert på turbiditetsmålinger. Resultatene er sammenfattet i tabell 6.

Tabell 6. Slamakkumulering i forskjellige typer biologiske dammer etter kontinuerlig drift i 3 måneder.

Dam nr.	Slamtykkelse ved innløp cm	Slamtykkelse midt i dammen cm	Slamtykkelse ved utløp cm
1	< 5	< 5	< 5
2	5	< 5	< 5
3	10	5	< 5
4	< 5	< 5	< 5
5	10-15	5	< 5
6	30-40	20-30	10-15
7	< 5	< 5	< 5
8	< 5	< 5	< 5
9	< 5	< 5	< 5

Foreløpige resultater tyder på at dam 6 faktisk må tømmes minst to ganger pr. år ved kontinuerlig drift. Dette vil en imidlertid se bedre når dammen har vært i drift noe lenger.

7.4 Diverse ulemper (lukt, insekter)

Ubehagelig lukt har vært registrert fra dam 2 og 3 (mottar råkloakk). Disse dammene har da også vært helt eller delvis anaerobe. Et vesentlig bidrag til lukten antas å komme fra hydrogensulfid. Under den mest intense algeblomstringen har lukten vært ubetydelig. Dette skyldes trolig oksydasjon av hydrogensulfidet i det oksygenrike algelaget på overflaten. De andre dammene har ikke luktet nevneverdig. Det har vært mye mygg rundt dammene og store mengder mygglarver i overflaten. Alle dammene synes å være like attraktive for larvene.

8. KONKLUSJON

Det presiseres at konklusjonene kun gjelder drift under sommerforhold (juni, juli og august).

1. Når man ser bort fra reduksjon av suspendert stoff (65-75%), har ikke dammer som tilføres ubehandlet råkloakk gitt noen nevneverdig rensegrad.
2. Kjemisk felling av vann fra biologiske dammer ser ut til å gi betydelig mindre slammengder og like god eller bedre rensegrad enn en konvensjonell mekanisk-kjemisk rensing.
3. Tilsetning av aluminiumsulfat direkte i biologiske dammer har gitt en renseseffekt som er fullt på høyde med mekanisk-kjemisk rensing. Korte oppholdstider gir betydelig slamakkumulering. Slamfjerning vil bli nødvendig.
4. Biologiske dammer etter mekanisk-kjemisk rensing gir en utjevning av variasjoner i vannkvalitet når oppholdstiden ikke blir for kort.

9. VIDERE ARBEID

Biodammene vil bli drevet kontinuerlig etter samme opplegg, i hvert fall frem til juli 1974. Da vil man ha registrert midlere rensegrad for et helt år. Resultatene vil bli sammenliknet med resultater fra fullskala anlegg. Først da vil det være mulig å dra mer generelle slutninger om de forskjellige kombinasjonene.

B I L A G

ANALYSERESULTATER FOR RÅKLOAKK

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto-fosfat mg P/l
22	-	-	-	-	-
23	194	255	15,8	4,2	2,3
24	336	445	25,0	6,2	-
25	120	-	-	-	-
26	354	398	49,6	5,8	1,5
27	402	462	39,2	6,8	4,1
28	190	237	15,0	4,1	2,1
29	102	120	15,4	3,6	2,2
30	155	215	17,4	5,1	2,8
31	212	388	21,8	6,5	3,8
32	390	292	19,6	7,5	3,6
33	281	257	30,4	7,4	4,2
34	373	337	25,0	6,5	4,4
35	238	-	34,0	9,2	5,0

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR MEKANISK-KJEMISK RENSET KLOAKK

Midlere kjemikaliedosering: $143 \text{ mg Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}/1$

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto-fosfat mg P/l
22	-	-	-	-	-
23	49	66,3	15,8	1,1	0,001
24	98	136	22,2	3,0	0,02
25	48	-	-	-	-
26	35	202	31,2	1,2	0,16
27	51	180	25,0	2,6	0,18
28	13	43,4	11,8	0,43	0,07
29	13	43,8	13,8	0,34	0,05
30	20	215	17,4	0,06	0,01
31	41	68,6	20,4	1,2	0,11
32	48	78,8	18,0	1,4	0,01
33	67	87,1	23,0	1,8	0,09
34	79	75,3	22,4	2,2	-
35	61	71,9	22,6	2,0	0,51

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR UTLØPSVANNET FRA EN BIOLOGISK DAM
SOM TILFØRES UBEHANDLET RÅKLOAKK

Oppholdstiden er 28,8 døgn. Tall i parentes refererer til filtrerte prøver.

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto-fosfat mg P/l
22	41	125	11,3	3,1	2,5
23	41	108	9,0	3,2	2,6
24	45	138 (75,7)	11,2 (9,2)	3,9 (2,8)	3,0
25		159	15,0	4,3	
26		222	16,4	4,4	
27	116	277 (106)	18,4 (10,4)	4,2 (2,9)	2,0
28		233	16,8	4,0	
29		258	15,6	3,9	
30	136	250 (61,4)	14,4 (5,2)	4,0 (1,5)	0,96
31		331	15,2	4,3	
32		294	16,2	5,5	
33	148	296 (80,8)	16,0 (7,2)	4,0 (2,5)	2,0
34		348	18,0	5,6	
35		297	20,4	5,0	

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR UTLØPSVANNET FRA EN BIOLOGISK DAM
SOM TILFØRES UBEHANDLET RÅKLOAKK

Oppholdstiden er 13,1 døgn. Tall i parentes refererer til filtrerte prøver.

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto-fosfat mg P/l
22	50	123	16,0	4,3	3,1
23	48	125 (71,8)	15,4 (13,6)	4,4 (3,3)	3,2
24		198	17,6	4,9	
25		189	18,6	5,0	
26	77	203 (159,5)	26,8 (25,0)	5,0 (5,0)	5,4
27		249	28,0	5,9	
28		234	21,2	4,3	
29	75	194 (92,0)	16,6 (12,4)	3,8 (3,1)	
30		191	18,0	4,7	
31		152	18,4	5,0	
32	47	163 (89,4)	19,2 (15,6)	5,7 (5,0)	4,7
33		203	22,0	6,2	
34		208	25,0	7,2	
35	91	140 (100)	24,2 (21,4)	5,9 (4,5)	5,0

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR UTLØPSVANNET FRA EN BIOLOGISK DAM
SOM TILFØRES UBEHANDLET RÅKLOAKK

Oppholdstiden er 3,3 døgn. Tall i parentes refererer til filtrerte prøver.

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto- fosfat mg P/l
22	57	165 (109)	21,0 (20,5)	5,6 (4,5)	4,5
23	66	148	15,6	4,2	
24		265	22,2	5,8	
25	71	213 (146)	23,0 (21,8)	4,8 (3,8)	3,6
26		293	33,2	5,8	
27		423	26,8	5,4	
28	54	136 (86,9)	17,4 (14,0)	3,9 (2,9)	
29		145	15,6	3,8	
30		168	19,4	4,8	
31	61	164 (117)	21,0 (18,0)	5,5 (5,1)	5,8
32		195	22,4	6,3	
33		206	23,0	6,5	
34	89	268 (131)	25,0 (23,8)	7,6 (7,1)	5,4
35		188	25,0	6,7	

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR UTLØPSVANNET FRA EN BIOLOGISK DAM
SOM TILFØRES UBEHANDLET RÅKLOAKK + AL-SULFAT

Oppholdstiden er 22,2 døgn. Tall i parentes refererer til filtrerte prøver.

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto-fosfat mg P/l
22	67	98,5	11,2	0,90	
23		54,4	9,4	0,70	
24	65	108 (44,8)	12,4 (9,2)	1,2 (0,15)	0,06
25		300	17,0	1,1	0,06
26		147	16,6	0,26	
27	60	103 (42,8)	16,4 (13,6)	0,36 (0,10)	0,03
28		52,6	14,6	0,18	
29		62,5	14,0		
30	33	61,6 (35,6)	12,6 (10,6)		
31		50,3	12,4		
32		68,7	12,4	1,2	
33	94	123 (48,8)	15,2 (10,6)	2,2 (0,50)	0,34
34		145	16,2	2,2	
35		178	18,2	3,0	

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR UTLØPSVANNET FRA EN BIOLOGISK DAM

SOM TILFØRES UBEHANDLET RÅKLOAKK + AL-SULFAT

Oppholdstiden er 7,8 døgn. Tall i parentes refererer til filtrerte prøver.

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto-fosfat mg P/l
22	28	55,0	18,0	0,60	
23	25	50,7 (30,7)	13,2 (12,0)	0,40 (0,19)	
24		94,7	15,4	0,80	0,09
25		82,4	19,6	0,90	0,04
26	29	87,6 (62,3)	26,4 (24,2)	0,50 (0,06)	0,02
27		137	24,6	0,60	
28		112	19,2	0,50	
29	52	92,8 (37,7)	15,2 (12,6)		
30		112	15,8		
31		67,8	17,2		
32	62	129 (47,8)	17,6 (15,6)		
33		60,5	18,0	0,80	
34		83,0	17,4	0,70	
35	58	88,2 (42,3)	20,0 (18,0)	0,60 (0,25)	0,02

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR UTLØPSVANNET FRA EN BIOLOGISK DAM

SOM TILFØRES UBEHANDLET RÅKLOAKK + AL-SULFAT

Oppholdstiden er 2,7 døgn. Tall i parentes refererer til filtrerte prøver.

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto-fosfat mg P/l
22	23	51,4 (56,8)	20,4 (21,2)	0,90 (0,38)	
23		42,3	12,6	0,36	
24		105	19,8	(0,70)	0,01
25	40	114 (46,4)	21,4 (19,4)	0,50 (0,16)	0,01
26		204	31,6	0,50	
27		128	24,6	0,90	
28	35	64,1 (35,2)	15,0 (13,0)	1,0 (0,44)	
29		105	15,0		
30		89,4	17,6		
31	32	59,2 (38,4)	17,6 (15,8)		0,10
32		72,8	18,2	0,60	
33		69,3	19,2	0,45	
34	29	86,5 (60,9)	21,8 (21,0)	0,60 (0,30)	0,01
35		53,7	25,0	0,70	

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR UTLØPSVANNET FRA EN BIOLOGISK DAM
SOM TILFØRES MEKANISK-KJEMISK (AL-SULFAT) RENSET VANN

Oppholdstiden er 34,4 døgn. Tall i parentes refererer til filtrerte prøver.

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto-fosfat mg P/l
22					
23		71,9	12,2	0,33	
24	47	77,9 (28,0)	11,5 (9,4)	0,28 (0,08)	0,01
25		88,5	11,4	0,50	0,01
26		115	31,6	0,50	0,07
27	27	128 (42,8)	10,0 (8,6)	0,22 (0,07)	0,02
28		79,5	9,0	0,30	
29		108	7,4	0,90	
30	57	97,8 (32,4)	6,4 (3,8)	0,70 (0,9)	
31		55,8	6,8	0,35	
32		55,2	8,6	0,53	
33	20	41,7	9,2 (10,2)	0,23 (0,09)	0,01
34		60,2	13,8	0,50	
35		44,7	14,2	0,70	

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR UTLØPSVANNET FRA EN BIOLOGISK DAM
SOM TILFØRES MEKANISK-KJEMISK (AL-SULFAT) RENSET VANN

Oppholdstiden er 11,8 døgn. Tall i parentes refererer til filtrerte prøver.

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto- fosfat mg P/l
22					
23	37	67,6 (26,2)	9,6 (8,4)	0,38 (0,17)	0,002
24		125	11,4	0,45	0,01
25		113	13,2	0,46	0,05
26	48	85,6 (46,3)	18,0 (15,8)	0,14 (0,02)	0,02
27		131	20,6	0,50	
28		120	15,0	0,45	
29	48	97,4 (32,0)	11,4 (8,2)	0,49 (0,23)	
30		55,5	11,8	0,40	
31		51,7	13,0	0,42	
32	28	56,9 (40,6)	13,2 (12,4)	0,41 (0,17)	0,05
33		90,2	16,0	0,60	
34		62,0	17,8	0,80	
35	39	82,2 (40,3)	17,2 (15,0)	0,80 (0,17)	0,05

x) Kjemisk oksygenforbruk.

ANALYSERESULTATER FOR UTLØPSVANNET FRA EN BIOLOGISK DAM
SOM TILFØRES MEKANISK-KJEMISK (AL-SULFAT) RENSET VANN

Oppholdstiden er 3,8 døgn. Tall i parentes refererer til filtrerte prøver.

Uke nr.	Suspendert stoff mg/l	KOF x) mg O/l	Total nitrogen mg N/l	Total fosfor mg P/l	Orto-fosfat mg P/l
22					
23		34,4	11,6	0,34	
24		53,5	18,2	0,60	0,01
25	35	74,3 (42,7)	20,6 (22,0)	0,47 (0,09)	0,03
26		164	31,6	0,34	
27		161	24,0	1,1	
28	51	117 (40,2)	14,4 (11,2)	0,45 (0,08)	
29		82,9	11,0	0,52	
30		87,5	13,8	0,55	
31	55	71,0 (31,7)	14,0 (12,2)	0,50 (0,06)	0,01
32		89,0	15,2	0,80	
33		56,6	14,6	0,70	
34	44	93,8 (51,9)	20,6 (19,0)	1,5 (0,37)	0,15
35		131	22,2	1,8	

x) Kjemisk oksygenforbruk.

EKSEMPEL PÅ BEREGNING AV SLAMPRODUKSJON UT FRA DATA
OM FJERNING AV SUSPENDERT STOFF OG ORTOFOSFAT

a. Rå kloakk

Basis:

$$SS_{\text{inn}}: 257 \text{ mg/l} \quad SS_{\text{ut}}: 20 \text{ mg/l}$$

$$PO_4^- \text{ inn}: 3,3 \text{ mg P/l} \quad PO_4^- \text{ ut}: < 0,1 \text{ mg P/l}$$

$$\text{Kjemikaliedosering: } 15 \text{ mg Al/l}$$

Netto slamproduksjon (g SS/m^3):

$$(257-20) + \frac{122}{31} \times 3,3 + (15 - \frac{27}{31} \times 3,3) \frac{78}{12} = 285 \text{ g/m}^3$$

Korreksjon:

$$285 \times 1,2 = \underline{342 \text{ g/m}^3}$$

b. Vann fra biologisk dam

Basis:

$$SS_{\text{inn}}: 90 \text{ mg/l} \quad SS_{\text{ut}}: 20 \text{ mg/l}$$

$$PO_4^- \text{ inn}: 3,3 \text{ mg P/l} \quad PO_4^- \text{ ut}: < 0,1 \text{ mg P/l}$$

$$\text{Kjemikaliedosering: } 15 \text{ mg Al/l}$$

Netto slamproduksjon (g SS/m^3):

$$(90-20) + \frac{122}{31} \times 3,3 + (15 - \frac{27}{31} \times 3,3) \frac{78}{22} = 118 \text{ g/m}^3$$

Korreksjon:

$$118 \times 1,2 = \underline{142 \text{ g/m}^3}$$

Slamreduksjon ved bruk av biologisk dam:

$$\frac{342-142}{342} \times 100\% = \underline{58\%}$$