

Erfaringer fra Bekkelaget og Skarpsno rensesanlegg

Av Bjørn Evensen og Per A. Hallberg

Bjørn Evensen er utdannet ved kjemilinjén, OTS, (1962), og ansatt som avd.ing. ved kjemiseksjonen, Oslo vann- og kloakkvesen.

Per A. Hallberg er siv.ing. fra NTH, teknisk biokjemi 1960 og leder av kjemiseksjonen ved Oslo vann- og kloakkvesen.

Innlegg holdt i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene's kollokvium 22. januar 1976.

Bekkelaget rensesanlegg.

Bekkelaget rensesanlegg består av om mekanisk del med grove og fine rister, luftet sandfang og forsedimenterin med overløp. Biologisk del består av 7 parallelle luftebasseng og

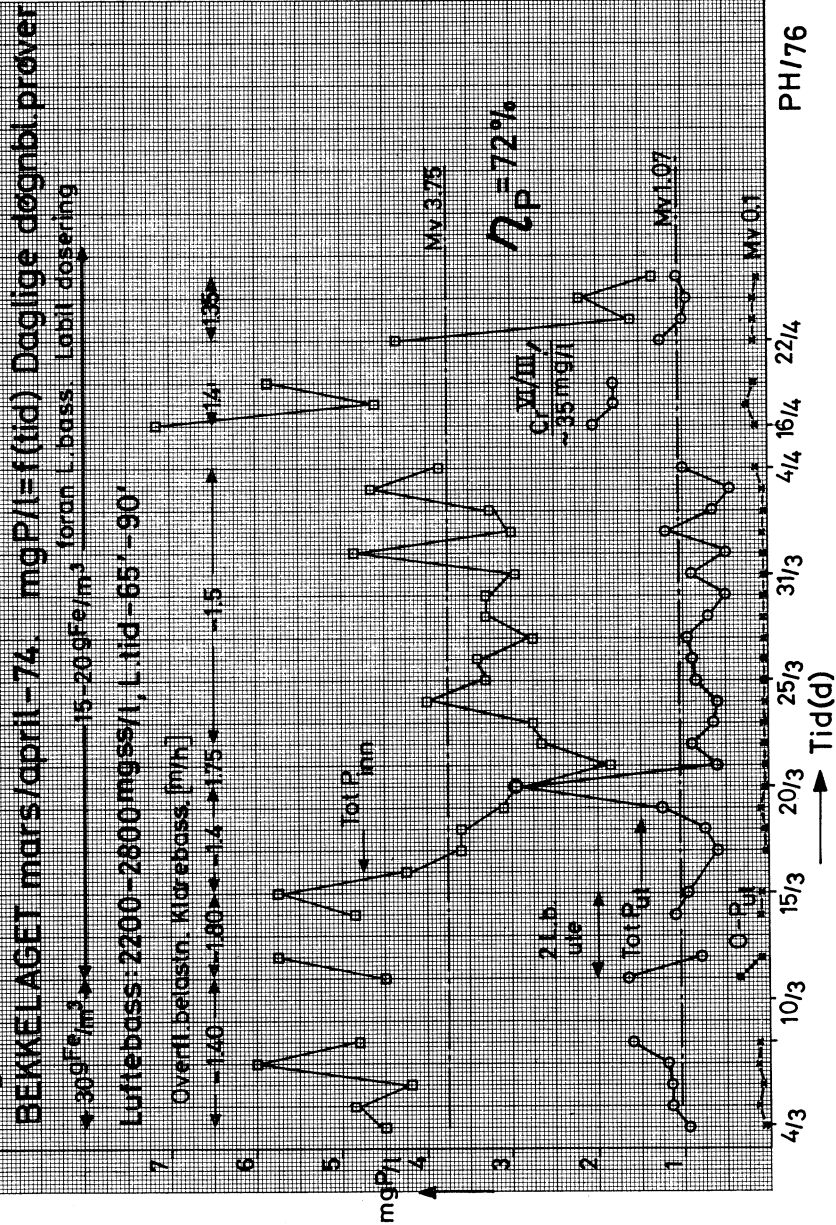
hvert av disse er koplet til to klarebasseng. Luftebassengene er av type «vendebasseng». Luftesystemet er Inkarister, 80 cm neddykket, og disse får luft fra vifter. Returslam fra samtlige klarebasseng samles i én felleskanal og blandes med mekanisk rensed vann før innløp og fordeling til luftebassengene. Ved dimensjonerende vannføring på 870 l/s er oppholdstiden i:

Sandfang	12 min.
Forsedimentering:	30 »
Luftebasseng	90 » regnet uten returslam.
Klarebasseng	70 »
<hr/>	
Totalt	202 min., eller 3¼ timer.

I januar 1972 ble simultanfelling med jern-II-sulfat forsøkt. Et luftebasseng med tilhørende klarebasseng og returslam ble fraskilt det øvrige anlegg. En jerndose på 10—30 g Fe/m³ ble tilsatt som oppløsning i luftebasengets vendepunkt,): jernet fikk en luftetid på ca. 45 min., returslamstrømmen ikke medregnet. Ved

900 l/S og med 1,3 m/h for klarebassengenes belastning ble 75/70 % P/BOF-reduksjon oppnådd. Reduksjonen varierte mellom 60—90/60—80 % for P/BOF. Det rensede vann lå relativt høyt både i P og Fe, henholdsvis 1,7 og 1,5—3,5 g/m³. Forsøket, som ble utført i samarbeid med Samfunnsteknikk Vbb A/S, ledet til at

Fig.1



Oslo vann- og kloakkvesen fikk tilbud fra Kronos Titan A/S Fredrikstad om leverane av jern-II-sulfatheptahydrat og et oppløsnings- og doseringsutstyr tilpasset simultanfelling for hele anlegget.

I midten av juni 1973 var lager-tank, oppløser og doseringsutstyr klart for videre langtidsprøvedrift.

Det første halve året ga mange driftsavbrudd. De fleste skyldes pumpehavari. Monopumpene tålte dårlig at løsningen av jernsulfat tidvis inneholdt uopløste krystaller.

På høsten måtte luftbassengene enkeltvis stoppes og tømmes for sedimenter, og de øvrige basseng gikk da følgelig med hårdere belastning. Likevel viste ukentlige døgnblandepøver som gjennomsnitt 71 % P-, og 68 % BOF-reduksjon. I renset vann lå fosfatene på 1,6 g P/m³. Ortofosfatkonsentrasjonen lå tidvis meget lavt og viste at reaksjonen mellom jern og fosfat under normal drift synes å være tilfredsstillende. Jern-dosen var noe variabel, ca. 20 g Fe/m³, og ca. 78 % av dosen ble opp-tatt i slammet, mens resten hovedsakelig gikk ut via suspendert stoff i renset vann.

Selv om Inkaristene ble renset, gikk de raskt tette og måtte på ny renses i desember-januar. Vanlig drift og dosering med jernsulfat ble tatt opp igjen i slutten av januar 1974. I tiden som fulgte ble det forsøkt med jern-doser på 30 g Fe/m³ og 15—20 g Fe/m³ og med variasjon av aktivt slam på 2 000—4 500 mg SS/m³. Perioden var preget av store variasjoner for råkloakkens sammen-setning (1—7 mg. P/l), og dette

sammen med fortsatt labil dosering gjorde det vanskelig å tolke resulta-tene, kfr. fig. 1 som viser tilstanden i mars/april. Av disse og øvrige data for året gjorde vi likevel den konklusjon at oksydasjon og felling gikk greit også når slamnivået i luftbassengene ikke ligger høyere enn ca. 2 000—3 500 mg SS/l. Ved å holde høyere slamkonsentrasjon kunne vi sikre slammet lavere belastning, men denne fordel mer enn oppveies av risikoen for sedimentdannelse i luftbassengene, og stopp i returslam-føringen. Dette henger sammen med at aktivslammet på Bekkelaget alltid har hatt et høyt innhold av mine-ralske komponenter tilført via råkloakken, og at slammet er «tungt» med lav slamindeks og høy synke-hastighet, noe som er blitt ytterligere aksentuert med innføring av jern-felling. En dose på 30 g Fe/m³ viste seg å være for høy, og resultatene ble like bra med dose på 16—20 g Fe/m³.

I midten av april ble rensingen for-styrret av kromutslipp, trolig fra indus-tri. Dette ga redusert effekt, mest p.g.a. nedsatt evne hos slam-met til flokkulering, mindre p.g.a. nedsatt oksydasjon og reaksjon mel-lom jern og ortofosfat.

Fra juli måned ble jern-dosen re-dusert til 15 og 10 g Fe/m³ for hen-holdsvis dag- og natt-tid (900 og 600 l/s). Jernløsningen ble fortennet til umettethet for å gå klar av proble-met med jernsulfatkrystaller og pumpe-slitasje. Samtidig ble «Inka»-ristene i et luftbasseng byttet ut mot Flygtputer og trykkluft, i et an-net tilvarende, men bare i siste ¼-del av luftbassenget. Et tredje bas-seng fikk montert en mer glissen

Fig.2

BEKKELAGET 1975

8 mgP/l = 1 (tid), 10-15g Fe/m³, dosert som umettet løsn.
 Reelt forbruk ~ 12-19g Fe/m³, overfl. belastn. ~ 1,3 m³/h.
 7 gjende slam sed. i luftbass. 1. bass
 3.-7. rensel

Fe-ledn. skiftet tette! →

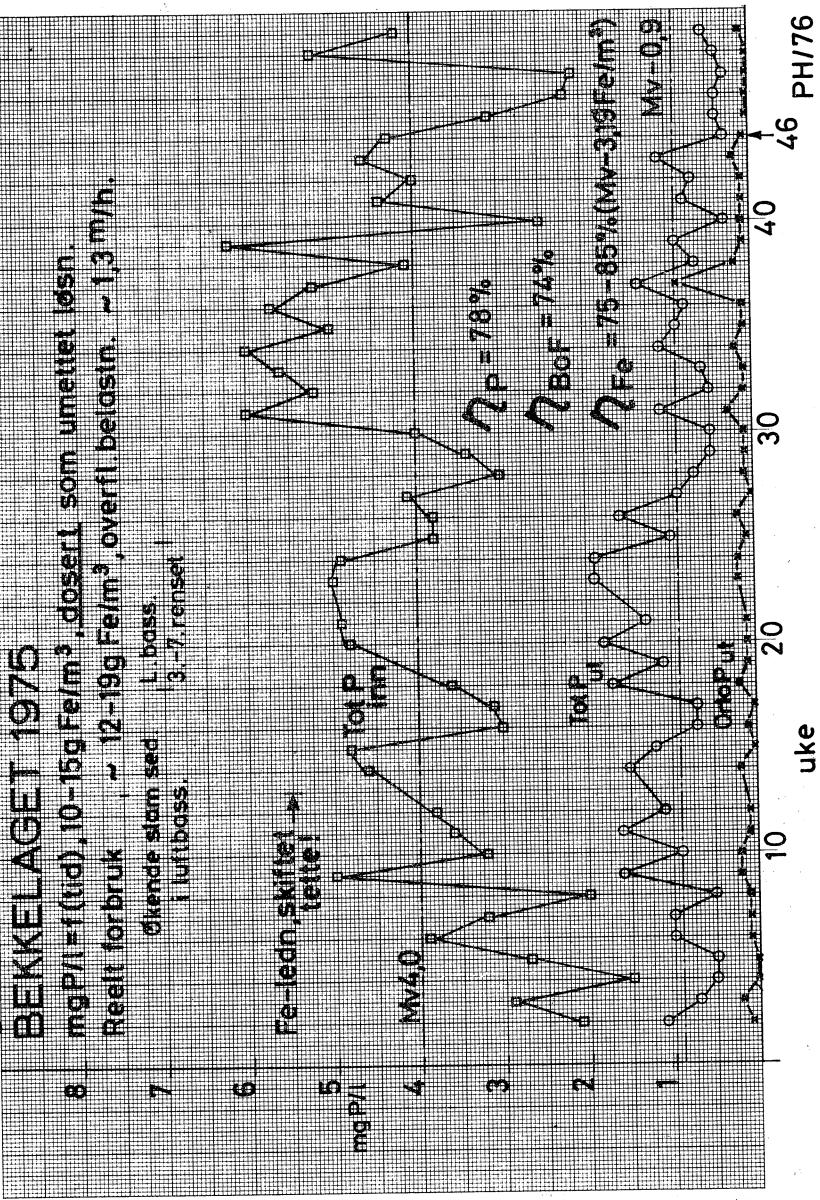
Mv 4,0

$\eta_P = 78\%$

$\eta_{BoF} = 74\%$

$\eta_{Fe} = 75-85\%$ (Mv-3,19 Fe/m³)

Mv - 0,9



Inkarist, mens de øvrige Inkarister ble modifisert ved oppboring.

Bakgrunnen for disse inngrep var problemet med tiltetting av luftehulene i ristene. Vi var ikke ukjent med problemet fra før, men det så ut til at problemet ble mer følbart etter at felling ble innført.

Annet halvår av 1974 startet dårlig med nedsatt effekt, denne gang p.g.a. uvanlig høye nivå av kopper og sink, men senere kom en god periode med restfosfat i rensset vann på ca. 0,5—1,0 mg P/l. På årsbasis ble rensseffekten 74% og 70 % for henholdsvis fosfat og BOF₇. I rensset vann lå restkonsentrasjonen av fosfat på 0,95 g P/m³ i gjennomsnitt, mens jernkonsentrasjonen lå på hele 4,7 g Fe/m³.

I 1975 fortsatte fellingen med innstilt dose på 15 og 10 g Fe/m³ for henholdsvis dag- og natt-tid, men kontrollmåling viste at dosene snarere lå på 19 og 12 g Fe/m³. Dette får tilskrives anleggets midlertidige karakter og moderate styringsmulighet.

Ut over våren ble det igjen økende tiltetting av Inkarister med derav følgende slamsedimenter i luftebassengene som til slutt måtte tømmes og ristene renses. Dette gjaldt alle basseng utenom de to som ble luftet delvis eller helt med dyplufting. Også her var nedsatt luftekapasitet, men ikke stor nok til å gi problemer. Etter ny opprensing ble resultatene bedre, og mens 1. halvår ga restfosfat 1,0—1,5 g P/m³, ga 2. halvår stort sett 0,5—1,0 g P/m³ i rensset vann. Som årsmiddel ble oppnådd 0,9 g P/m³ med rensseffekter på 78 % og 74 % for henholdsvis totalfosfat og

BOF₇, kfr. fig. 2. Av den tilsatte dose på 12—19 g Fe/m³ ble ca. 75—85 % opptatt i slammét, mens i gjennomsnitt 3,1 g Fe/m³ gikk tapt hovedsakelig som medrevne slamfnokker i utløpet.

Under hele 1975 ble dosen jern tilsatt mekanisk rensset vann like før innlanding av returslam. På våren 1975 gikk ledningen som førte jernsulfat tett, trolig som følge av utfelte jernhydroksyder samt noe titandioksyd. Ny ledning måtte legges, idet den tette ikke lot seg åpne. Sannsynligvis bør en slik ledning av og til spyles med syre, særlig når løsnings av jernsulfat fortynnes og jernet kan hydrolysere, noe det helst ikke bør av hensyn til fellingen.

Tabell 1. angir driftsforholdene under prøvetiden med simultanfellingen. Som vi ser er belastningen høy, og dette skyldes at Bekkelaget ble bygget for 60—80 % BOF-reduksjon. Dette er oppnådd tidligere, og beholdes også etterat simultanfelling er innført. Nå som før er det hovedsakelig klarebassengenes hydrauliske belastning som begrenser mulighetene til bedre rensseffekt. Slammét fra luftebassengene anrikes bl.a. både m.h.p. jern og fosfat, og med en viss slamflukt følger uunngåelig et visst tilsvarende tap av fosfat og dermed rensseffekt.

På slamsiden har vi ikke merket problemer etterat simultanfellingen ble startet. Gjæringen går normalt og slamavvanningen likeså, kfr. Tabell 1 som også viser TS % i slamkake uten felling. Kanskje gir jernfellingen et øket TS-innhold både ved fortykning og sentrifugering av slam.

De problemer driften idag har, er

Tabell 1. **BEKKELAGET** — bakgrunnsdata 1975.

	Slam belastning	— 0,65 kg BOF/kg. SS . d.
		— 1,1 kg BOF/kg. FSS . d.
Luftebasseng	Hydr. belastning	— 16 m ³ /m ³ . d.
	Volumbelastning	— 2 kg BOF/m ³ . d.
	Slamalder	— 1.7 døgn.
	Oppholdstid	— 90 min.
	Returslamstr.	— 58 % av Q.
	O ₂ — opptak (1974)	— 0,25—0,42 mg O/g FSS . min.
	Slamindeks (SVI)	— 42 (32—50) ml/g.
Klarebasseng	Overfl.belastn.	— 1,3 m/h.
	Oppholdstid	— 70 min.
	O ₂ — nivå utløp	— 2—5 mg O/l.
	Siktedyp	— 25 (10—60) cm.
	Kjemikalie kost.	— 0,75 øre/m ³ v/15 g Fe/m ³ .
Slambehandling	Utgjæring	— normal.
	Avvanning	— bra, 91—95 % gjenv. Alfa Laval.
		— 28 % TS i kake.
	Forsøk før felling	{ 20—25 % TS (Bird). { 28—35 % TS (Sharples). { 17—28 % TS)Krüger).

knyttet til luftesystemet og dose-ringsutstyr inklusiv rør og ledninger. Det siste problem regnes løst når anlegget får et permanent og bedre utstyr, og det første håpes løst eller i hvert fall minimalisert ved overgang til dypluftesystem med plastfordelerputer.

Skarpsno renseanlegg

er utstyrt med rist, sandfang, todelt forlufting og forsedimentering samt biologisk del. Denne var nærmest av type kontaktstabilisering under disse forsøkene, men er nå omgjort til et konvensjonelt aktivslamanlegg, der reaktiveringsenhetene tjener som basseng for aerob stabilisering.

I 1973 ble forfelling med jern og kalk og simultanfelling med jern utført i full skala på Skarpsno.

Jern i form av jernklorid fra brukte beisebad fra Christiania Spigerverk ble alene eller i kombinasjon med kalk (acetylenproduksjon) fra Norgas A/S tilsatt i sandfanget, foran forluftingen. Jernet ble dosert proporsjonalt med vannføringen, mens kalkdosen ble forsøkt dosert slik at blandingen fikk en pH-verdi på ca. pH 7,5—8,5 og dermed sikret oksydasjon av jernet under forluftingen.

Resultatene fremgår av fig. 3 som gjengir gjennomsnittsdata for de beste kombinasjonene og data for driftsbetingelsene. Kombinasjonen 30 g

Fig.3

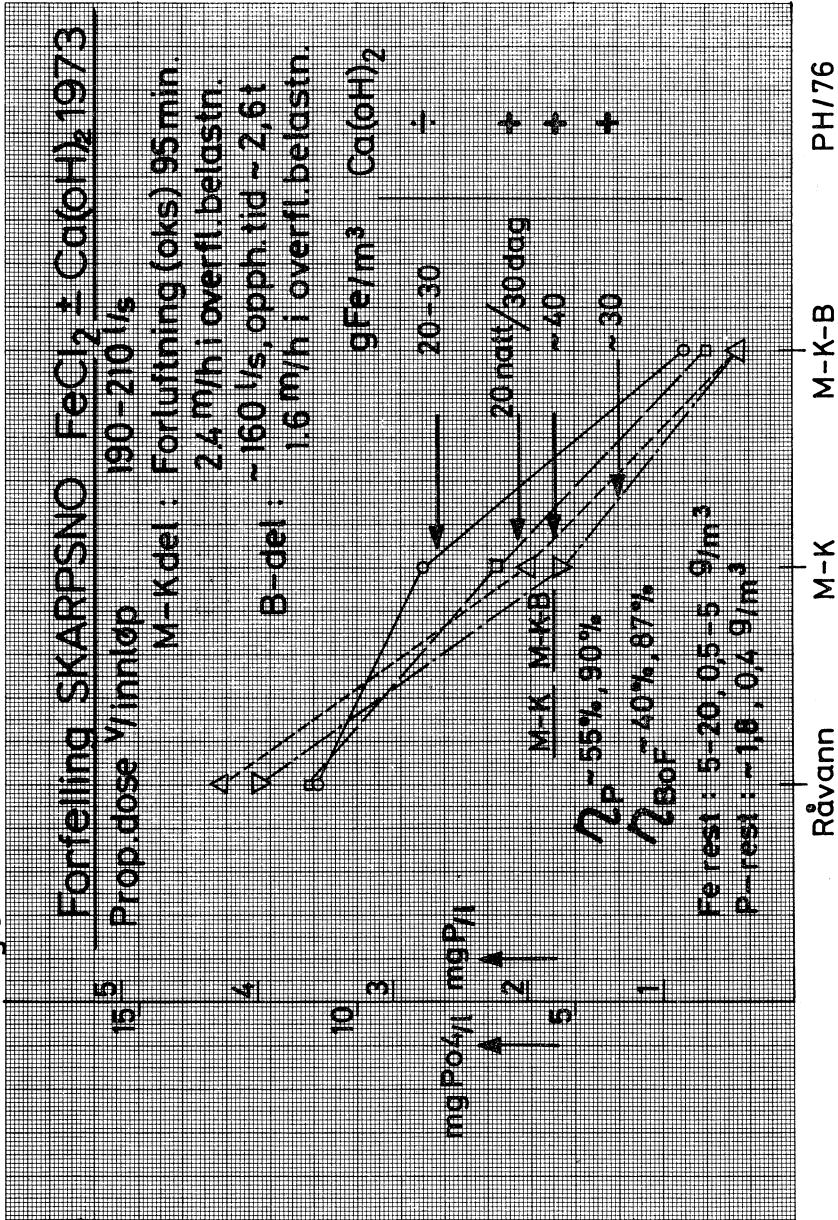
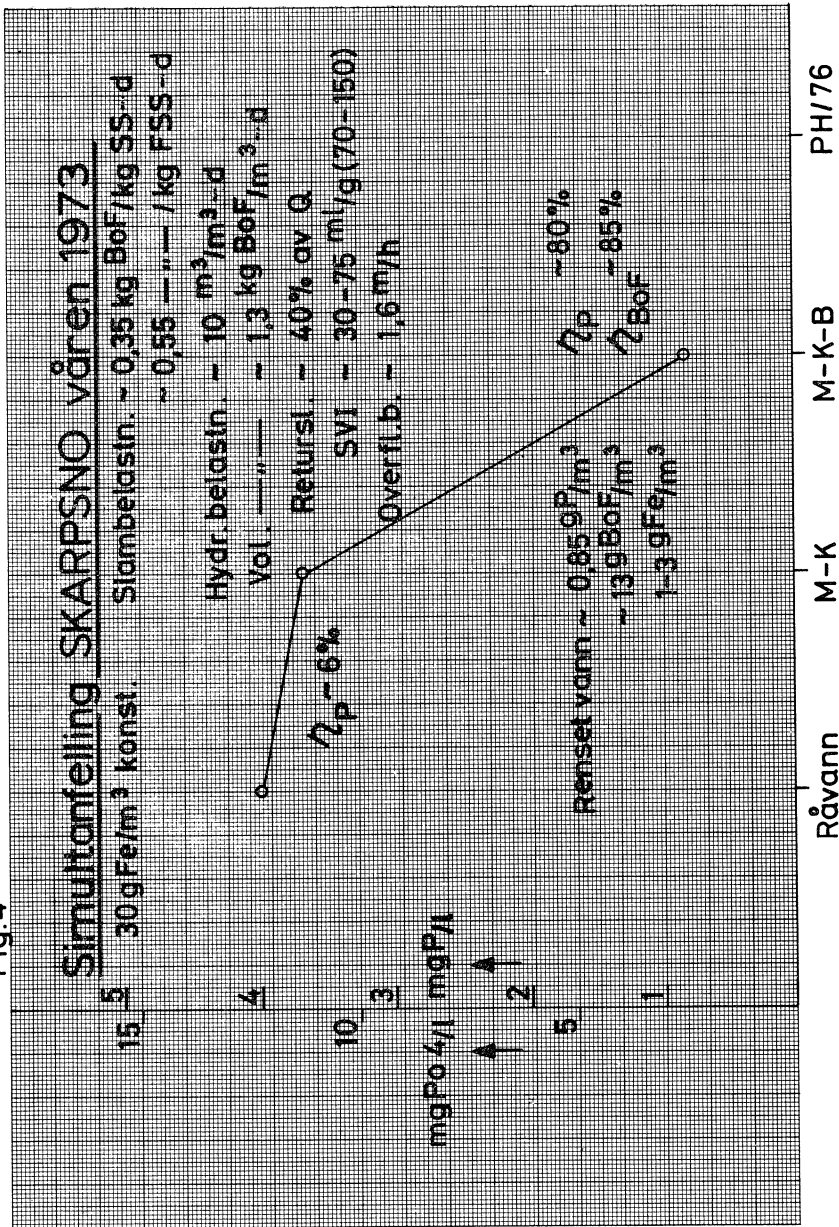


Fig.4



Fe/m³ + kalk ga som vi ser alt i første trinn (M-K) en merkbar P-reduksjon, 55 %, på tross av meget høy overflatebelastning, 2,4 m/h.

Et overløp avlaster den biologiske delen noe, og etter passasje her ble oppnådd for anlegget totalt en reduksjon på 90 og 87 % for henholdsvis fosfat og BOF, og med et restnivå for totalfosfat i rensert vann på 0,4 g P/m³. I betraktning av at forsøkene ble drevet med primitive hjelpemidler er resultatet bra. Senere ble kalken sløyfet, og jern alene ble tilsatt foran aktivslamanlegget,): driften ble lagt om til simultanfelling.

Fig. 4 gjengir resultatene som får betegnes som gode selv om forfelling dog ga bedre resultat. Ettersom begge typer felling pågikk under til-

nærmet samme hydrauliske belastning, ser det ut til at forfellingen ga avlastning på det biologiske slammet som dermed fikk bedre sedimenteringsegenskaper. Ovenfor er brukt uttrykket forfelling, men når så meget av P-reduksjonen oppnås i den biologiske delen, blir også dette en form for simultanfelling. Når vi på tross av de gode resultatene ikke feller med jern på Skarpsno i dag, har det sammenheng med flere ting, bl.a. hensynet til lystbåtene i Frognerkilen, dit det rensede vann ledes. Vi er redd at overløpet etter forfellingen skal gi for høyt jerninnhold og fare for fargede utfellinger til ulempe for båtfolket. Den forfelling med aluminiumsulfat (AVR) som i dag praktiseres, gir ikke slike problemer.