

O - 171/71

SELCO'S BIOLOGISKE OG KJEMISKE KLOAKKRENSEANLEGG

Undersøkelser i full målestokk ved en oppstilling på Bryn
i Bærum

Saksbehandler: Siv.ing. Arne Rosendahl

Medarbeider: Ing. Egil Ole Murland

Rapporten avsluttet i juli 1973

INNHOLDSFORTEGNELSE

		Side:
1.	INNLEDNING	1
2.	BESKRIVELSE AV ANLEGGET OG OPPSTILLINGEN PÅ BRYN	1
2.1	Det biologiske anlegget	2
2.2	Den kjemiske enheten	4
3.	DRIFT, PRØVETAKING OG OBSERVASJONER VED UNDERSØKELSENE	5
4.	DE ENKELTE UNDERSØKELSER	9
4.1	Langtidsundersøkelser	9
4.2	Undersøkelser med simultanfelling	15
4.3	Undersøkelser med belastningsvariasjoner	17
5.	SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	20
BILAG:		
Tabell 1	Langtidsforsøk med 2 l/s hydraulisk belastning	26
" 2	" " 1 l/s " "	27
" 3	" " 3 l/s " "	28
" 4	Simultanfelling med jernsulfat 1 l/s hydr. bel.	29
" 5	" " " 2 l/s " "	30
" 6	Belastningsvariasjonsundersøkelse 1 l/s hydr. bel.	31
" 7	" " " 1 l/s " "	32
" 8	" " " 3 l/s " "	33
" 9	" " " 3 l/s " "	34
" 10	" " " 3 l/s " "	35
" 11	" " " 5 l/s " "	36
" 12	" " " 5 l/s " "	37
Diagram 1	Belastningsvariasjonsundersøkelse 1 l/s " "	38
" 2	" " " 1 l/s " "	39
" 3	" " " 3 l/s " "	40
" 4	" " " 3 l/s " "	41
" 5	" " " 3 l/s " "	42
" 6	" " " 5 l/s " "	43
" 7	" " " 5 l/s " "	44
Fig. 1	1 Plan over Selco's oppstilling ved Bærum Kommunes anlegg på Bryn	45
" 2	Selco's biologiske kloakkrenseanlegg, plan og snitt	46
" 3	Selco's kjemiske kloakkrenseanlegg, snitt	47

1. INNLEDNING

I brev fra Selco A/S av 28. oktober 1971 ble NIVA bedt om å komme med forslag til undersøkelser ved en oppstilling av Selco's biologiske- og det nykonstruerte kjemiske renseanlegg på Bryn i Bærum. Selco ønsket med undersøkelsen å få vurdert anleggets prosessmessige og hydrauliske kapasitet og effektivitet ved forskjellige belastningstilfeller.

Oppstillingen av anlegget på Bryn er foretatt av Selco etter tillatelse og i samsvar med Bærum Kommune. Ansatte ved Selco har stått for driften av anlegget. Fra NIVA's side har man stilt opp prøvetakingsutstyr, stått for prøvetaking og nødvendige observasjoner ved anlegget i sammenheng med prøvetakingen. Prøvene er analysert ved NIVA's laboratorium.

2. BESKRIVELSE AV ANLEGGET OG OPPSTILLINGEN PÅ BRYN

Selco's oppstilling på Bryn består av et biologisk- og et kjemisk rensetrinn (se fig. 1). Anleggene er frittstående separate enheter som er knyttet sammen i serie med rørledninger.

Det biologiske anlegget har vært i produksjon i noen år, og er noe modifisert i løpet av undersøkelsesperioden ved forsøkene på Bryn. Anlegget bygger på aktivslamprinsippet.

Det kjemiske anlegget er nykonstruert. Det har bare vært drevet i to perioder i løpet av undersøkelsen. Denne enheten skal supplere det biologiske rensetrinnet slik at de sammen utgjør et såkalt etterfellingsanlegg. Det vil si at man først har biologisk rensing og dernest kjemisk felling som et separat rensetrinn. Det er dessuten gjennomført undersøkelser med tilsetting av kjemikalier direkte i det biologiske anlegget, såkalt simultanfelling.

Det biologiske og kjemiske anlegget er utført i glassfiberarmert plast. Enhetene har samme utvendige mål og utforming, og begge er overbygget med en isolert kjegle med oppvarming og lys i.

Avløpsvannet som tilføres anlegget ble tatt ved innløpet til kommunens anlegg. Det kommer hovedsaklig fra et større nytt boligområde som er utbygget med et godt utført separatsystem. Etter at vannet var rensert i Selco's anlegg ble det ledet sammen med avløpet fra kommunens anlegg.

2.1 Det biologiske anlegget (se fig. 2).

Anlegget er bygget etter aktivslamprinsippet. Det er utformet som en vertikalt stående sylinder med diameter 4.5 m og høyde 4.25 m. Anlegget er avrundet i bunnen. På toppen av sylindere er montert en isolert kjegle med høyde 2.05 m, og oppe på denne en luftventil. I kjeglen er det dør for inspeksjon av anlegget.

Avløpsvannet kommer inn sentralt direkte i luftetanken i anlegget. Luftetanken har variabelt volum og dette tjener til utjevning av innkommende vannmengder. Det variable volumet fremkommer ved at skilleveggen mellom luftetanken og sedimenteringsenheten er festet til et flytelegeme som kan bevege seg opp og ned innenfor en nedre grense som er betinget av utløpsnivået fra anlegget og en øvre sperre. Innen dette området er avløpet fra anlegget konstant ved et overløp som kan justeres i forhold til flytelegemet. Når flyteklokken befinner seg mellom disse punktene vil den bevege seg oppover når tilløpet er større, og nedover når tilløpet er mindre, enn hva avløpet er innstilt på. Den hydrauliske belastningen på sedimenteringsenheten vil således være konstant når klokken flyter fritt.

I luftetanken blandes innkommende avløpsvann med aktivslam og renses ved hjelp av det. Slammet trenger tilførsel av oksygen samtidig som det skal holdes i suspensjon i luftetanken og blandes godt med innkommende forurensninger. For å oppnå dette, er anlegget utstyrt med en overflateluffer. Flere luffer har vært prøvet. Den lufferen man har benyttet ved de siste undersøkelsene og som anlegget nå vil bli levert med, er en turbinluffer av fabrikat Stamo, type 5.

Fra innløpet suges en blanding vann og slam i en spiralformet bevegelse opp mot lufferen. Blandingen slynges så ut mot lufte-

tankens periferi av lufteren. Delvis piskes luft inn i vannet, delvis adsorberer vannet luft ved overflaten og trekker det med seg ved en nedadrettet spiralbevegelse i ytre del av luftetanken. Ved nedre ende av skilleveggen mot sedimenteringsenheten ledes den delen av blandingen som skal forlate anlegget opp i sedimenteringsenheten, mens resten trekkes mot den sentrale oppadgående spiralstrømmen igjen. En vesentlig del av blandingen sirkulerer på denne måten i luftetanken.

Den delstrømmen som går til sedimenteringsenheten ledes under skilleveggen, som er festet til flytelegemet, og opp i sedimenteringsenheten gjennom en bred spalte mellom skilleveggen og ytterveggen i anlegget. Ettersom blandingen av vann og slam beveger seg oppover i sedimenteringsenheten øker sedimenteringsflaten ved at skilleveggen er utformet konisk med minst diameter oppe. Vannets oppadrettete hastighet blir derved redusert, slammet skilles fra vannet og skal automatisk føres tilbake til luftetanken ved at det synker ned gjennom spalten. Det rensede avløpsvannet passerer under en vertikalt stilt sylindrisk skillevegg oppe i sedimenteringsenheten, og til avløpsrøret. Den sist beskrevne sylindere holder tilbake flyteslam på toppen av sedimenteringsenheten, og skal dessuten bevirke at avløpsvannet trekkes jevnere ut av sedimenteringsenheten, og ikke konsentrert der overløpet er plassert.

Sedimenteringsenheten er forsynt med nødoverløp som trer i funksjon hvis vanntilførselen stadig er større enn avløpet etter at flyteklokken har nådd toppstillingen. Når nødoverløpet trer i funksjon øker den hydrauliske belastningen på sedimenteringsenheten.

På flytelegemet er det montert en gangbru for rengjøring, inspeksjon etc., og ved inngangen til anlegget er det en liten leder så man kan komme ned på brua også når flyteklokken er under toppstillingen.

Anleggets vitale mål er:

Luftetankens volum:

Flytekokken i bunnstilling: 15 m^3
Flytekokken i toppstilling: 37 m^3

Anleggets utjevningvolum: 22 m^3

Sedimenteringsenhetens volum: 17 m^3

Sedimenteringsenhetens overflate: 10.5 m^2

2.2 Den kjemiske enheten (se fig. 3).

Ytre utforming og mål for denne enheten er som for det biologiske rensetrinnet. Anlegget skal tjene som kjemisk fellingstrinn etter det biologiske anlegget, og det vil få utjevnet tilførsel av avløpsvann i den grad det biologiske anlegget har evne til å utjevne vanntilførselen fra det tilknyttete avløpsnett. Det kjemiske anlegget er derfor utført med fastliggende gulv med inspeksjonsluker og faste skillevegger, og har således fast volum.

Hoveddelene i det kjemiske rensetrinnet er den sentralt liggende flokkuleringsenheten, og utenfor denne sedimenteringsenheten. Disse er skilt fra hverandre med en skillevegg på samme måte som luftetank og sedimenteringsenhet i det biologiske anlegget, men her er altså skilleveggen fast montert. Flokkuleringsenheten er delt i 2 kammer ved en ekstra sylindrisk skillevegg. En omrører med justérbar hastighet er montert sentralt i indre flokkuleringskammer. Den gir vannet som kommer inn gjennom et sentralt vertikalt oppadrettet rør, en langsom spiralformet bevegelse oppover i indre kammer og tvinger det ut gjennom 6 åpninger i øverste del av kammeret. Vertikalt og radielt er det montert skiver på indre skillevegg for å bremse spiralbevegelsen, og derved gi passende turbulens for flokkuleringen. Vannet beveger seg så spiralformet nedadrettet i ytre kammer. Ved nedre ende av skilleveggene ledes den del av vannet som skal forlate anlegget under ytre skillevegg og opp i sedimenteringsenheten, mens resten av vannet vil gå under indre skillevegg og til ny sirkulasjon i flokkuleringsenheten.

Avskilling av slam og utledning av vann fra anlegget skjer på samme måte som ved det biologiske anlegget.

Kjemikaliene har under forsøkene vært dosert i tørr form ved en justérbar skruemater fra en liten silo. Siloen har vært fylt manuelt. Fra skruemateren drysser fellingskjemikaliet ned i en vertikalt stilt konisk oppløser hvor det ledes vann inn i bunnen. Kjemikaliene transporteres med vannet ut av oppløseren over et overløp og ledes gjennom et rør ned til tilløpsrøret for avløpsvann i bunnen av anlegget. Kjemikaliene blandes med avløpsvannet i tilførselsrøret før det kommer ut i flokkuleringskammeret. På grunn av den etterstrekte jevne tilførsel av avløpsvann fra det biologiske anlegget skjer kjemikalietilsettingen jevnt over hele døgnet. Den kan justeres manuelt etter innstilt vannmengde ved det biologiske anlegget og etter hvilken kjemikaliedosering som er nødvendig avhengig av vannkvaliteten.

Utstyret for kjemikaliedosering er valgt med henblikk på bruk av aluminiumsulfat i granulert form.

Vitale mål for det kjemiske rensetrinnet er:

Flokkuleringsenhet - indre kammer ca. 7 m³

Flokkuleringsenhet - ytre kammer ca. 5 m³

Sedimenteringsenhet - volum: 17 m³

Sedimenteringsenhet - overflate: 10.5 m²

3. DRIFT, PRØVETAKING OG OBSERVASJONER VED UNDERSØKELSENE

Forut for de undersøkelser som refereres i det etterfølgende ble det utført undersøkelser og enkelte korreksjoner ved anlegget og forsøksoppstillingen over en periode på ca. 6 måneder.

Systematisk jevn drift av anlegget med prøvetaking og observasjoner har vært gjennomført i tiden september 1972 til mars 1973. I løpet av dette tidsrommet har det vært gjennomført flere langtids- og belastningsvariasjonsundersøkelser. Gjennomføring av undersøkelsene og arbeidsfordeling mellom Selco og NIVA beskrives nærmere i det etterfølgende.

1. Langtidsundersøkelser med jevn midlere belastning. Hver driftsperiode har strukket seg over minimum 14 dager. Innen en slik

periode har inntakspumpen vært styrt med tidur, og vekselvis gått og stått i korte intervaller, slik at flyteklokken bare har gjort små bevegelser ved toppstillingen eller ved bunnstillingen. Foran hver serie med prøvetaking ble det biologiske anlegget drevet minimum en uke for å bli nogenlunde tilvendt de nye belastningsforholdene.

2. Belastningsvariasjonsundersøkelser.

Ved slike undersøkelser har man hatt jevn drift av anlegget med flyteklokken i bunnstilling før gjennomføringen av selve forsøket. Hvert forsøk har vært gjennomført i løpet av 4 til ca. 6 timer. Innen dette tidsintervallet har man ved fast innstilling av avløpet, manuelt styrt innløpspumpen slik at flyteklokken har beveget seg til toppstilling. Pumpen er så blitt stoppet og flyteklokken har sunket til bunnstilling igjen med den hastighet innstillingen av avløpet fra anlegget har gitt.

Selco har stått for den daglige driften av anleggene. Anlegget er i den vesentligste del av tiden det har vært i drift blitt kontrollert 2 ganger om dagen. Ved et av besøkene har man kontrollert driftsforholdene, ved det andre besøket har man stort sett begrenset seg til å se at alt går som det skal.

Ved kontrollen av anlegget har man:

- renset innløpsrist
- k kontrollert innløpspumpe
- k kontrollert avløpsmengden fra anlegget.

Ved det biologiske anlegget:

- k kontrollert flyteklokkens stilling
- målt slamvolum i luftetank
- " " i avløpet.

Ved det kjemiske anlegget:

- k kontrollert kjemikaliedoseringen
- etterfylt kjemikalier i siloen etter behov.

Slamtapping fra anleggene har skjedd etter behov.

Fra NIVA's side har man stått for innhenting av prøver og foretatt kontroll av driftsforholdene ved anleggene regelmessig under forsøksperiodene.

Ved langtidsundersøkelsene har man tatt døgnprøver av tilløpet til anlegget og av avløpet fra det biologiske og kjemiske rensetrinnet. Prøven ved innløpet er tatt i umiddelbar nærhet av innløpspumpen. Ved det biologiske og kjemiske anlegget er døgnprøven tatt i de respektive anlegg i sedimenteringsenheten like ved utløpet fra anleggene.

Døgnprøvene er tatt ved tidsstyrte slangepumper (type Multifix) som har gått i 20 sek. hvert tredje minutt hele prøvedøgnet. Prøvene er pumpet opp i 20 l beholdere som har stått ved prøvestedet i prøvedøgnet. Fra beholderne er det så tatt ut det nødvendige volum, etter omrøring for å få en homogen prøve. Prøvene er så bragt til NIVA's laboratorium for analysering.

Det er også tatt prøve fra luftetanken i det biologiske anlegget for hvert prøvedøgn. Måling av slamvolum etter $\frac{1}{2}$ h sedimentering i 1 l. sylinder er foretatt på stedet.

I tillegg til dette har man fra NIVA's side målt og registrert flyteklokkens stilling, vannføringen i avløpet fra anleggene, kjemikaliedoseringen ved det kjemiske anlegget, målt siktedyp og temperatur i avløpsvannet som har ligget i området 8,5 - 12°C.

Oksygenforholdene i det biologiske anlegget har vært undersøkt gjentagne ganger ved forskjellige belastninger og slaminnhold i anlegget. Med den lufteren anlegget leveres nå (Stamo type 5) har forholdene alltid vært tilfredsstillende.

Man har også vært observant overfor slamavlagringer i bunnen av anlegget. Dette har forekommet men i liten grad, og har ikke vært noe problem med den nye lufteren.

Følgende analyser har vært utført på døgnprøvene:

BOF₇
KOF (dikromatmetoden)
Tot P

Orto P (ved simultanfelling)

pH

Suspendert stoff (SS)

Gløderest av Suspendert Stoff (SSGR)

Al (avløp biologisk- og kjemisk anlegg ved etterfelling)

Fe og Fe filtr. ved simultanfelling.

På stikkprøvene av slam fra luftetanken er målt:

SS

SSGR

Slamvolum

Slammet er dessuten mikroskopert

Ut fra analyseresultatene er det beregnet renseeffekter, slamvolumindeks for slam i luftetank og belastningsforhold ved anlegget.

Ved belastningsvariasjonsundersøkelsene har det vært en til stede fra Selco og en fra NIVA ved gjennomføringen av hver enkel prøve.

Klokkestilling ble notert hvert 20. minutt hele tiden under hvert forsøk. Hvert 20. minutt ble det også tatt stikkprøver for analysing av suspendert stoff og turbiditet. Siktedyp i sedimenteringsenheten ble målt regelmessig når det var mulig.

Av innløpsvannet er det tatt blandprøve over den tiden vann ble tilført anlegget. Det vil si fra forsøket startet til flyteklokken nådde toppstilling. Av avløpsvannet fra anlegget er det tatt blandprøve fra start til avslutning av hver enkel belastningsprøve. For disse prøvene er det foruten analysing på suspendert stoff og turbiditet også analysert på KOF og BOF₇.

Under belastningsprøvene ble det også tatt stikkprøve fra luftetanken ved start av forsøket, når flyteklokken var i toppstilling, og ved avslutning av forsøket. Disse prøvene ble analysert på suspendert stoff, og slammet ble mikroskopert. Ved start av forsøket, og da klokken var i toppstilling ble dessuten sedimenteringsforløpet og slamvolum etter $\frac{1}{2}$ h i 1 l. sylinder registrert.

4. DE ENKELTE UNDERSØKELSER

4.1 Langtidsundersøkelser.

Som langtidsundersøkelser har det vært gjennomført 3 belastnings-tilfeller i tidsrommet fra midten av september frem til julen 1972. I kronologisk rekkefølge ble det i denne perioden gjennomført undersøkelser med 2 l/s, 1 l/s og 3 l/s som nominelle hydrauliske belastninger. Ved undersøkelsene med 2 og 3 l/s var både den biologiske og kjemiske delen av anlegget i drift. Ved 1 l/s ble bare den biologiske delen av anlegget drevet.

Dessuten ble det i februar og mars 1973 gjennomført undersøkelser med simultanfelling ved den biologiske delen av anlegget. Prøver ble tatt ved regelmessig drift av anlegget med hydrauliske belastninger på 1 l/s og 2 l/s ved to kortere prøveserier.

Langtidsundersøkelse med 2 l/s som nominell hydraulisk belastning.
Ved jevn drift av anlegget med 2 l/s hydraulisk belastning ble det tatt 6 døgnprøver i tiden fra 5. til 25. oktober. Resultatene av prøvene med beregnede middelerverdier, renseeffekter og andre karakteristika for perioden er gjengitt i tabell 1.

I denne perioden ble anlegget drevet med en Stamo turbinluffer med høyt turtall og underliggende propell. Denne lufferen ga periodevis meget sterke vibrasjoner i flyteklokken og ble etter undersøkelsen skiftet ut med en Stamo overflateluffer type 5 med lavere turtall som anlegget nå leveres med. Resultatene for det biologiske anlegget er dårligere enn hva en kan vente med den nye lufferen og bør ikke tillegges særlig vekt, de er likevel tatt med for å vise belastningsforholdene og hva som tas opp av det kjemiske rensetrinnet ved denne hydrauliske belastningen, og ved en periodevis sterk belastning med forurensning fra det biologiske anlegget.

Midlere hydraulisk belastning i perioden var 1,92 l/s, og midlere klokkestilling 1,64 m under stigeavsats. Det vil si at

flyteklokken stort sett har vært i bunnstilling ved undersøkelser. Midlere oppholdstid i luftetanken var 3 h. I flokkuleringsenheten var midlere oppholdstid 1h 45 min. Overflatebelastningen på sedimenteringsenhetene var 0,66 m/h.

Midlere BOF-konsentrasjon i tilløpet var 282 mg/0/l. Dette er et relativt konsentrert avløpsvann etter norske forhold. Hvis man regner med en spesifikk belastning på 70 g O/p.d målt som BOF₇ får man at anlegget i perioden har hatt en midlere belastning på 665 p. Dividerer man tilført vannmengde 166 m³ pr. døgn med dette antall personer får man teoretisk spesifikk tilrenning på 250 l/p.d. Slambelastningsfaktoren i denne perioden var 0,482. Dette er relativt høyt.

Som middel for hele perioden har man fått følgende resultater for hele anlegget (d.v.s. inkl. etterfelling):

BOF ₇	i avløpet	11 mg/l	96.1%	renseseffekt
KOF	"	41 "	89.8%	"
Tot P	"	0.62 "	94.5%	"
Susp. Stoff	"	28 "	85.4%	"

Langtidsundersøkelse med 1 l/s som nominell hydraulisk belastning.

Prøvetaking og kontroll ved anlegget fra NIVA's side var spredt over tidsrommet 15/11 til 6/12. På grunn av de gode erfaringene med det kjemiske rensetrinnet ved belastning med 2 l/s og med relativt høy belastning med forurensninger ble bare det biologiske anlegget drevet i denne perioden.

Den 15/11 ble det tatt slamprøve ved anlegget. For øvrig ble det tatt prøver ved anlegget med fullt analyseprogram følgende dager: 21., 22., 24. og 30/11 og 1., 5. og 6/12. Resultater av observasjoner og analyser fra denne prøveserien er satt opp i tabell 2.

Fra 10/11 er det benyttet Stamo-luter type 5 med 250 o/min i anlegget. Den har hatt meget jevn gang, og har ikke gitt vibrasjoner eller skakebevegelser for flyteklokken. Lufteren har god evne til å holde vannet i bevegelse og slammet i suspensjon i hele luftetanken. Oksygenmålinger er utført flere steder i lufte-

tanken og i utløpet den 13., 15., 23., og 29/11. Resultatene er forholdsvis jevne og ligger mellom ca. 9 mg O/l målt ved overflaten i luftetank og 4.6 mg O/l som laveste verdi målt ved bunnen i anlegget og i avløpet fra sedimenteringstank. Dette er meget tilfredsstillende og godt i overkant av hva som er vanlig ved biologiske anlegg. På den annen side har belastningen i denne perioden vært vesentlig lavere enn hva en ønsker å drive anlegget med.

Midlere vannføring i perioden har vært 1.06 l/s, og midlere klokkestilling 0.55 m under stigeavsats. Det vil si at flyteklokken stort sett har vært holdt i øvre stilling i anlegget. Dette har gitt en midlere oppholdstid på 9.5 h i luftetanken, og en overflatebelastning på 0.36 m/h.

Midlere BOF_7 -konsentrasjon i tilløpet har vært 219 mg O/l. Multipliseres dette med midlere døgntilrenning til anlegget og divideres med spesifikk BOF-belastning pr. person, som kan settes til 70 g O/p.d., får man 285 p. som midlere belastning. Dividerer man igjen midlere tilrenning 91.6 m^3 pr. døgn med denne personbelastningen får man spesifikk tilrenning å bli 322 l/p.d. Dette er teoretiske tall beregnet ut fra jevn vanntilførsel, midlere BOF-konsentrasjon over døgnet på tilløpet og antatt spesifikk BOF-belastning. Tallene synes imidlertid å være dekkende for hva en må regne med å få ved et godt ledningsnett, og skulle gi en realistisk bakgrunn for vurdering av anlegget, når en ser bort fra hva en hydraulisk belastningsvariasjon som gir bevegelser av flyteklokken vil bety.

Det er god overensstemmelse mellom resultatene for BOF, KOF og suspendert stoff som er de viktigste parametrene for bedømmelse av renseseffekt for et biologisk anlegg.

Som middel for hele perioden har de viktigste dataene vært:

Slamvolumindeks	146 ml/g
Slambelastningsfaktor	$0,156 \frac{\text{kg BOF}_7/\text{d}}{\text{kg SS}}$
Oppholdstid luftetank	9.5 h
Slaminhold luftetank	3.518 g/l

Glødetap for slam luftetank	75 %
Overflatebelastning Sedimenteringstank	0.36 m/h
BOF ₇ i avløpet	20 mg O/l - 90.9 % renseeffekt
KOF i avløpet	77 mg O/l - 80.9 % renseeffekt
SS i avløpet	32 mg/l - 81.1 % renseeffekt
Fosfor i avløpet	6.0 mg P/l - 46.4 % renseeffekt

Forsøksperioden synes å kunne deles i to etapper. Den første perioden strekker seg frem til 26/11 da det ble tappet slam fra anlegget. I denne perioden har man hatt en høy slamvolumindeks, høyt slaminnhold i anlegget og resultatene ligger dårligere enn middelresultatet for hele perioden. Etter slamtappingen synes anlegget å ha stabilisert seg med en bedre slamvolumindeks, relativt liten slamproduksjon (representert ved øking av slaminnholdet i luftetanken), og gode resultater for fjerning av organisk stoff.

I forhold til hva som er vanlig ved biologisk rensing av avløpsvann er renseeffekten med hensyn til fjerning av fosfor meget god. Dette har sannsynligvis sammenheng med avløpsvannets kvalitet og spesielt med den høye fosforkonsentrasjonen i tilløpet. pH-forholdene i anlegget er normale.

Forholdet mellom suspendert stoff og SS-gløderest i luftetanken viser et glødetap på 75 %. Dette synes å være i god overensstemmelse med oppholdstid i luftetanken og slambelastningsfaktoren. Slam fra en langtidslufter som er godt stabilisert vil vanligvis ha en noe lavere glødetapsprosent. Slammet må i dette tilfellet kunne sies å være delvis stabilisert.

Driftsperioden har vært for kort til å kunne uttale seg eksakt om hvor hyppig man i praksis må regne med å tappe slam fra anlegget ved den belastningen anlegget har vært drevet med, men noe mellom hver 14. dag og en gang pr. måned synes rimelig.

Langtidsforsøk med 3 l/s som nominell hydraulisk belastning på anlegget.

Den hydrauliske belastning til anlegget ble justert til 3 l/s

den 6.12.1972, og anlegget ble drevet med denne belastningen frem til 21/12. Prøvetaking ved anlegget er foretatt følgende dager: 15., 16., 18., 19., 20., og 21/12. I denne perioden ble både den biologiske og kjemiske delen av anlegget drevet.

Resultater av observasjoner og analyser fra denne prøveserien er satt opp i tabell 3.

Det biologiske anlegget ble drevet med samme overflateluffer (Stamo, type 5 med 250 O/min) som under forsøket med 1 l/s.

Midlere vannføring i perioden var 3.15 l/s og midlere klokkestilling 0.85 m under stigeavsats. Flyteklokken skulle vært holdt i toppstilling men har tre av dagene vært i en vesentlig lavere posisjon.

Ut fra midlere vanntilførsel og midlere klokkestilling er midlere oppholdstid for avløpsvannet i luftetanken beregnet til 2.8 h. Overflatebelastningen i sedimenteringsenheten er beregnet til 1.08 m/h.

Teoretisk oppholdstid i flokkuleringsenheten ved det kjemiske anlegget er beregnet til 57 min. Overflatebelastningen er den samme som for det biologiske anlegget.

Midlere BOF-konsentrasjon i tilløpet til anlegget i perioden var 203 mg/O/l. Multipliseres dette med midlere tilrenning pr. døgn og divideres med antatt spesifikk BOF-belastning som tidligere, så får man 785 p. som midlere teoretisk personbelastning i perioden. Divideres midlere døgntilførsel ($272 \text{ m}^3/\text{d}$) med personbelastningen får man en midlere spesifikk tilrenning på 346 l/p.d. Disse forholdene stemmer godt overens med det man tidligere har registrert vedrørende kvalitet for tilløpsvannet til anlegget.

Som middel for målingene av de viktigste driftsparametre og resultater fra det biologiske anlegget nevnes:

Slamvolumindeks	200 ml/g
Slambelastningsfaktor	$0.504 \frac{\text{kg BOF}_7/\text{d}}{\text{kg SS}}$
Oppholdstid luftetank	2.8 h

Slaminnhold luftetank	3.443 g/l
Glødetap for slam luftetank	87 %
Overflatebelastning Sedimenteringstank	1.08 m/h
BOF ₇ i avløpet	26 mg O/l - 86.9 % renseeffekt
KOF i avløpet	96 mg O/l - 73.1 % renseeffekt
SS i avløpet	45 mg/l - 58.7 % renseeffekt
Fosfor i avløpet	5.3 mg P/l - 44.8 % renseeffekt

Det er tømt 16 m³ slam fra luftetanken den 16/12 og 10 m³ den 20/12. Siste gang ble slam tømt fordi det begynte å gå slam i avløpet fra renseanlegget.

Slammet i luftetanken har høy slamvolumindeks og dårlige sedimenteringsegenskaper. Det har sannsynligvis sammenheng med den høye slambelastningsfaktoren. Som middel har slammet et glødetap på 87 %. Dette indikerer et slam med høyt innhold av organisk stoff, og slammet bør stabiliseres før endelig deponering. Det høye glødetapet er også i god overensstemmelse med den høye slambelastningsfaktoren. Ved en belastning som dette må en også regne med relativt hyppig slamtømming fra det biologiske anlegget. Vi skulle anta i middel ca. en gang pr. uke.

Angående renseeffekt er det god overensstemmelse mellom resultatene for BOF, KOF og SS. De to siste dagene er resultatene dårligere enn middelverdien på grunn av øket avgang av suspendert stoff. Dette kan skyldes at man har ventet for lenge med slamtapping fra anlegget. Det er mulig at man bør innstille seg på en regelmessig relativt hyppig slamtapping ved anlegget. Ved å ligge på et jevnt slaminnhold kan man holde stabile forhold i anlegget og en tilfredsstillende renseeffekt, men belastningen på det biologiske systemet er så høy at en må vente vanskeligheter.

Det kjemiske rensetrinnet har fungert bra i driftsperioden. Samlet teoretisk flokkuleringsvolum er ca. 12 m³. Det gir en teoretisk oppholdstid ved den aktuelle belastningen på 57 min. Slam akkumulerer i bunnen av anlegget, og det aktuelle flokkuleringsvolum vil være noe mindre enn teoretisk beregnet. Kjemikalietilsettingen har vært jevn. Midlere doseringsmengde med aluminiumsulfat på

220 mg/l er sannsynligvis noe i overkant av hva som er nødvendig for å oppnå et godt resultat ved denne vanntypen. Ved forsøkene ønsket man imidlertid å ligge på den sikre siden. Også i praksis vil dette være hensiktsmessig ved mindre anlegg. Med de små kjemikaliemengdene det her er snakk om betyr dette lite økonomisk.

Slamtapping fra det kjemiske anlegget har bare forekommet den 19/12 i driftsperioden. Det ble ikke tatt prøve av slammet. Slamtapping kan antagelig skje så sjelden fordi slammet inneholder relativt lite organisk stoff. Slammet akkumulerer på bunnen av anlegget, og det har ikke skapt problemer ved undersøkelsen.

Avløpet fra det kjemiske rensetrinnet har i middel for hele perioden hatt BOF_7 på ca. 3 mg O/l og Tot P på 0.55 mg P/l. Renseeffekt for hele anlegget, biologisk og kjemisk rensetrinn, har vært 98,4 % for BOF_7 og 94,3 % for Tot P, og det må sies å være meget tilfredsstillende. Også ved denne driftsperioden, med en relativt høy belastning på sedimenteringsenheten, har det kjemiske anlegget hatt god evne til å holde igjen forurensninger som kommer fra det biologiske anlegget.

4.2 Undersøkelser med simultanfelling.

I februar og mars måned 1973 ble det gjennomført undersøkelser med simultanfelling ved anlegget.

Ved simultanfelling tilsettes kjemikaliene direkte i luftetanken i det biologiske anlegget og den biologiske og kjemiske rensingen foregår samtidig i samme enhet. Under disse undersøkelsene har således bare den biologiske delen av anlegget vært i drift. Som fellingskjemikalie ble benyttet en fuktig masse, såkalt "avrent vare" av toverdlig jernsulfat som ble levert i sekk fra Kronos Titan A/S i Fredrikstad. Kjemikaliet ble tilsatt porsjonsvis i tilmålt mengde en gang daglig til luftetanken i anlegget (såkalt "bulkdosering", eller satsvis dosering).

Under kontrollerte betingelser ble det gjennomført 2 undersøkelser. Resultatene fra disse undersøkelsene er ført i tabell 4 og 5.

Fra den første, med jevn hydraulisk belastning på 1 l/s, ble det tatt 4 døgnprøver i tidsrommet 21. til 28. februar. Den andre undersøkelsen ble gjennomført med jevn hydraulisk belastning på 2 l/s på anlegget. Fra denne undersøkelsen foreligger det resultater fra 3 prøvedøgn. Prøvetaking den 13. mars var også forutsatt, men analyseresultatene stemte ikke med observasjoner ved anlegget, og resultatene er derfor ikke tatt med. Sannsynligvis er denne prøven forbyttet med en annen prøve.

Kjemikaliedoseringen var 12.5 kg jernsulfat én gang pr. døgn ved belastning på 1 l/s og 25 kg én gang pr. døgn ved belastning på 2 l/s. Det vil si at det var en dosering på 215 g/m^3 , hvis man regner kjemikaliene jevnt fordelt på tilført vannmengde pr. døgn, i begge tilfeller.

Periodevis har avløpsvannet fra anlegget hatt en gulbrun farge og vært svakt turbid. Dette er ofte tilfelle ved simultanfelling. Resultatene for suspendert stoff i avløpet er også gjennomgående noe dårligere enn for de tilsvarende undersøkelser uten kjemikalietilsetting i det biologiske anlegget.

Slammets sedimenteringsegenskaper var vesentlig forbedret ved simultanfelling enn ved de tilsvarende belastningstilfeller uten kjemikaliedosering.

Resultatene for fjerning av organisk stoff var stort sett tilsvarende det man hadde ved tilsvarende forsøk uten felling.

Simultanfelling gjennomføres primært med henblikk på å få fjernet fosforforbindelser fra avløpsvannet. Ved undersøkelsen med 1 l/s hydraulisk belastning hadde man i middel en restkonsentrasjon på 1,8 mg/l tot P mot 6,0 mg/l ved ren biologisk drift av enheten. Ved belastning med 2 l/s hadde man 1,3 mg P/l i restkonsentrasjon mot 6,7 mg P/l uten kjemikalietilsetting. Resultatene er ikke direkte sammenlignbare idet undersøkelsene ikke er utført parallelt, og konsentrasjonene i råvannet var høyere uten kjemisk felling enn med. På den annen side var vannets temperatur gjennomgående noe lavere ved undersøkelsene med simultanfelling enn uten kjemikalietilsetting.

Resultatene for fjerning av ortofosfat er meget gode ved simultanfelling for begge belastningstilfeller. Det tyder på at man også for tot P skulle kunne få bedre resultater hvis man i høyere grad greier å holde suspendert stoff tilbake i anlegget.

Undersøkelsene med simultanfelling viser at man ved satsvis dosering, som er den mest primitive form for tilsetting av kjemikalier, og ikke fordrer noe ekstra utstyr, får en relativt god fjerning av fosfor ved anlegget. Resultatene for fjerning av organisk stoff kan ventes å være som uten tilsetting av kjemikalier, mens en må vente noe mer blakket avløpsvann p.g.a. finfordelt suspendert stoff i avløpet ved simultanfelling enn uten. Slammet vil forøvrig ellers høyst sannsynlig ha bedre sedimenteringsegenskaper ved bruk av jernsulfat enn uten kjemikaliedosering.

4.3 Undersøkelser med belastningsvariasjoner.

Undersøkelser med belastningsvariasjoner som ga bevegelse av flyteklokken fra bunnstilling til toppstilling og ned igjen, ble utført i tiden 11/1 til 25/1. 1973. I løpet av denne perioden ble det gjennomført to forsøk med nominell belastning på 1 l/s, tre forsøk med 3 l/s nominell belastning og to forsøk med 5 l/s nominell belastning. Hvert forsøk ble gjennomført med flyteklokken i bunnstilling og avløpet innstilt på nominell belastning ved start av forsøket. Tilførselen ble så øket slik at flyteklokken i de fleste tilfellene beveget seg fra bunnstilling til toppstilling i løpet av ca. $1\frac{1}{2}$ h. Det vil si at tilførselen i hvert enkelt tilfelle ble øket til ca. 3 l/s mer enn det avløpet var innstilt på. Når flyteklokken kom i toppstilling ble vanntilførselen stoppet helt, slik at flyteklokken fikk en synkende bevegelse med en hastighet tilsvarende den avløpsmengden anlegget var innstilt på i hvert tilfelle.

Mellom prøvene ble anlegget drevet med flyteklokken i nedre stilling med jevn belastning på 1 l/s. Dette ble gjort for at forsøkene skulle gjennomføres med slam av mest mulig ens kvalitet, slik at man hovedsaklig hadde den hydrauliske belastning, og i mindre grad slammets sedimenteringsegenskaper som variabel størrelse.

I praksis vil den hydrauliske belastning på anlegget kunne variere sterkere enn hva som er gjennomført ved disse forsøkene. Forandring i vanntilførsel vil imidlertid ikke skje så momentant som tilfellet har vært under forsøkene. Bortsett fra dette regner vi at forsøkene er ganske realistiske i forhold til hva som kan skje på et anlegg i praksis.

Belastningsvariasjonsundersøkelse med 1 l/s nominell belastning.

Forsøk med belastningsvariasjon med innstilling av avløpet fra anlegget på 1 l/s ble gjennomført den 11/1 og 12/1 1973. Resultatene fra disse forsøkene er sammenstilt i tabellene 6 og 7 og diagram 1 og 2.

Slaminnholdet i luftetanken ble målt til 4.158 g/l første dag og 4.750 g/l annen dag, ved start av forsøkene og med flyteklokken i bunnstilling. Respektive slamvolum ble målt til 240 ml/l og 340 ml/l. Slaminnholdet må betegnes som vanlig og slammet hadde meget gode sedimenteringsegenskaper under begge forsøkene. Høyeste målte slamvolumindeks var SVI = 72 ml/g andre dagen. Under første dags forsøk hadde man ganske høyt innhold av suspendert stoff i avløpet før start av forsøket. Innhold av suspendert stoff i avløpet varierte noe under forsøket. Middelerdien lå på 74 mg/l, og det er noe høyt. Under det andre forsøket hadde man en middelerverdi på 38 mg/l for suspendert stoff i avløpet. Også under det andre forsøket var det noe variasjon i resultatene. Under begge forsøkene syntes variasjon i resultatene å være uavhengig av flyteklokkens bevegelse. BOF-verdiene for avløpet fra anlegget var 37 mg O/l første dag, 29 mg O/l annen dag med 87 % respektive 91 % renseeffekt.

Belastningsvariasjonsundersøkelse med 3 l/s nominell belastning.

Forsøk med belastningsvariasjoner med innstilling av avløpet fra anlegget på 3 l/s ble utført den 16., 18., og 22/1 1973. Resultatene er sammenstilt i tabellene 8, 9 og 10, og diagram 3, 4 og 5.

Ved disse målingene ble slaminnholdet i luftetank ved start av hvert forsøk målt til 2.404 g/l, 2.976 g/l og 3.668 g/l. Slammets sedimenteringsegenskaper må betegnes som gode under alle forsøkene.

Slamvolumindeks var mellom 74 ml/g og 87 ml/g bortsett fra siste dag med klokken i bunnstilling. Det synes som om noe har forstyrret sedimenteringsforløpet under den siste prøven.

Suspendert stoff i avløpet før start av hver enkelt prøve var 59 mg/l, 40 mg/l og 53 mg/l. Dette er høye verdier når anlegget blir drevet med 1 l/s jevn belastning mellom forsøkene. Ved hvert forsøk øket mengden suspendert stoff i avløpet når flyteklokken beveget seg oppover. Høyeste verdier fikk man når flyteklokken var omkring toppstillingen. Når flyteklokken beveget seg nedover igjen sank innholdet av suspendert stoff i avløpet igjen.

Middelverdier for suspendert stoff i avløpet var 82 mg/l, 43 mg/l og 60 mg/l og middelverdier og renseeffekt for BOF var 56 mg O/l - 82 %, 36 mg O/l - 89 % og 51 mg O/l - 81 % ved forsøkene.

Belastningsvariasjonsundersøkelse med 5 l/s nominell belastning.

Forsøk med belastningsvariasjoner ved innstilling av avløpet fra anlegget på 5 l/s ble utført den 24. og 25/1 1973. Et forsøk skulle utføres den 23/1 men dette ble avbrutt fordi det kom meget konsentrert slam i avløpet ved at en beveget seg ned på flyteklokken. Resultater av målingene den 24. og 25. januar er sammenstilt i tabellene 11 og 12 og diagram 6 og 7.

Slaminneholdet i luftetanken var 2.804 g/l henholdsvis 3.106 g/l ved start av forsøkene de to dagene (flyteklokken i bunnstilling). Slamvolumindeks ved samme måling var 89 ml/g og 109 ml/g. Sammenholdt med slammets sedimenteringsforløp må sedimenteringsegenkapene sies å være bra. Innholdet av suspendert stoff i avløpet var ved start av forsøkene begge dager ca. 30 mg/l.

Den nominelle belastningen på 5 l/s tilsvarer en overflatebelastning på ca. 1.7 m/h, og dette må sies å være en høy belastning ved midlere avrenning. Hvis man regner at vanntilførselen fra en bebyggelse på 1.000 pe er utjevnt over hele døgnet med 5 l/s som middel avløp, tilsvarer dette en tilrenning på ca. 430 l/p.d.

Under det første forsøket fikk man en tilsvarende utvikling med hensyn til suspendert stoff i avløpet som under forsøkene med 3 l/s nominell belastning, med høyeste registrert innhold av suspendert stoff i avløpet på 74 mg/l da flyteklokken var i toppstilling. Tilsvarende utvikling fikk man også ved det andre forsøket, men med vesentlig høyere innhold av suspendert stoff (229 mg/l) da klokken var i toppstilling. Som det fremgår av diagram 6 og 7 sank også her i begge tilfeller konsentrasjonen av suspendert stoff i avløpet meget raskt igjen når belastningen på anlegget stoppet og flyteklokken begynner å synke. Man skal merke seg at belastningen på sedimenteringsenheten er lik den nominelle belastningen under gjennomføringen av hele belastningsvariasjonsforsøkene.

Middelverdier for suspendert stoff i avløpet var 48 mg/l og 85 mg/l, og middelverdier og renseeffekt for BOF var 41 mg O/l - 86 % og 39 mg O/l - 87 %. Vanligvis må en regne med at resultatene med hensyn til BOF i avløpet følger relativt samme tendens som for suspendert stoff. I dette tilfellet ser det mot formodning ut til at det høyere innhold av suspendert stoff for prøven fra hele forsøket, som skyldes de høye verdiene da flyteklokken var i toppstilling, ikke har hatt noen innflytelse på resultatet for BOF.

Hovedkonklusjon av undersøkelsene med belastningsvariasjoner er at flyteklokkens bevegelser ikke vil ha særlig innvirkning på resultatene ved lave nominelle belastninger. Ved normal hydraulisk belastning av anlegget som etter vår mening ligger i området 3 l/s og tilsvarer en overflatebehandling på ca. 1 m/h, må man regne med at resultatene blir noe dårligere ved bevegelser av flyteklokken på grunn av belastningsvariasjon enn ved jevn hydraulisk belastning som tilsvarer det avløpet fra anlegget er innstilt på.

5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Ved en oppstilling i full målestokk av Selco's biologiske og kjemiske enheter for rensing av avløpsvann i tilknytning til Bærum Kommunes anlegg på Bryn, har man fra NIVA's side foretatt observasjoner, kontroller og prøvetaking under forskjellige

driftsforhold i tidsrommet fra september 1972 til mars 1973.

Avløpsvannet for undersøkelsene har vært tatt ved innløpet til Bærum Kommunes anlegg. Største delen av det kloakkerte området er utført med separatsystem av meget god kvalitet. Avløpsvannet som undersøkelsene er utført med har derfor hatt relativt høye konsentrasjoner av forurensninger i forhold til det som er vanlig i Norge.

Den biologiske og den kjemiske renseenheten har samme utvendige mål og utførelse. De er utført i seksjoner av glassfiberarmert plast, som vertikalt stående sylindere med diameter 4,5 m og høyde 4,25 m. Anleggene er avrundet i bunnen. På toppen av sylindere er montert en isolert kjegle med høyde 2,05 m med dør for inspeksjon. Vanligvis vil sylindrene bli gravet ned i terrenget. På Bryn har de stått fritt oppe på terreng.

Det biologiske anlegget, som er bygget etter aktivslamprinsippet, er utformet slik at luftetanken virker som utjevningsvolum ved at sedimenteringsenheten som ligger perifert, beveger seg med et flytelegeme innen en nedre og øvre grense i anlegget. Innen dette området vil avløpsmengden fra anlegget være konstant ved et overløp i sedimenteringsenheten som kan stilles fast i forhold til flytelegemet. Ved større tilført vannmengde enn avløpets innstilling vil flyteklokken stige i sylindere og luftetankens volum øke, ved lavere vannføring enn den innstilte synker flyteklokken og luftetankens volum blir mindre. Luftetankens volum i laveste stilling er 15 m^3 i høyeste stilling 37 m^3 , og utjevningsvolumet altså 22 m^3 . Sedimenteringsenheten har et volum på 17 m^3 og en overflate på $10,5 \text{ m}^2$. Avløpet fra anlegget kan justeres ved et V-overløp opp til 5 l/s eller $18 \text{ m}^3/\text{h}$.

Seriekoblet etter det biologiske anlegget har man hatt enheten for kjemisk rensing. Denne har fast montert gulv med plass for doseringsutstyr, kjemikalier, og utstyr for observasjoner ved enhetene. Sedimenteringsenheten har samme utforming og mål som for det biologiske anlegget. Sentralt ligger flokkuleringsenheten som er delt i to kammer ved en skillevegg. Den har et samlet volum på 12 m^3 og er utsyrt med en omrører med justerbar hastighet.

Ved anlegget har det vært utført fem serier undersøkelser med jevn hydraulisk belastning over lengre tid. Ved to av disse undersøkelsene med 2 l/s og 3 l/s hydraulisk belastning har hele anlegget vært drevet som etterfellingsanlegg med aluminiumsulfat som fellingsmiddel. Ved en langtidsundersøkelse med jevn belastning på 1 l/s ble bare det biologiske rensetrinnet drevet. Dessuten er det gjennomført to undersøkelser med simultanfelling i det biologiske rensetrinnet med satsvis dosering av toverdigg jernsulfat som fellingsmiddel. Ved disse undersøkelsene ble anlegget drevet med jevn belastning på henholdsvis 1 l/s og 2 l/s.

Foruten disse undersøkelsene har det vært gjennomført i alt 7 korttids belastningsvariasjonsundersøkelser ved det biologiske anlegget. Disse undersøkelsene har vært utført ved 1 l/s, 3 l/s og 5 l/s innstilling av avløpet fra sedimenteringsenheten og slik at utjevningvolumet har gjennomgått en hel fylling og tømning i løpet av ca. 5 timer.

Undersøkelsene ved det biologiske anlegget ble gjennomført med 1,2 og 3 l/s hydraulisk belastning. Ved en teoretisk omregning av tilførte forurensninger pr. døgn med antatt spesifikk belastning på 70 g BOD₇/p.d. tilsvarer de hydrauliske belastningene henholdsvis 285, 665 og 785 personer. (På grunn av noe variasjon i avløpsvannets konsentrasjoner med forurensninger i de forskjellige periodene, er det ikke proporsjonal sammenheng mellom hydraulisk belastning og personbelastning). Undersøkelsene viser at anlegget vil virke som en relativt høyt belastet langtidslufter ved personbelastning på ca. 300. Ved denne belastningen hadde man en slambelastningsfaktor på ca. 0,15 som gjennomsnitt for hele perioden, stabile forhold i anlegget og god renseeffekt. Slammet vil være delvis stabilisert og man må sannsynligvis regne med å måtte tømme slam mellom hver 14. dag og 1 gang pr. måned. Ved lavere belastninger vil anlegget mer og mer gå som en typisk langtidslufter. Slammet som tas ut vil være bedre stabilisert og slam-tapping behøver ikke å skje så hyppig.

Ved økende belastning vil en måtte tømme slam hyppigere, og slammet vil være mer ustabilisert jo høyere belastningen er. Ved belastning på 785 p. hadde man en slambelastningsfaktor på ca. 0,5 og et

slam med slamvolumindeks på 200. Dette stemmer også relativt godt overens med teoretiske beregninger for anlegget. I litteraturen er det flere steder påpekt at man har fare for å få utvikling av filamentøse bakterier og få lett slam når slambelastningsfaktoren i et aktivslamanlegg ligger mellom ca. 0,5 og ca. 1,5, med slamvolumindeks på ca. 200 eller mer. Hvis man får slike forhold i anlegget, vil man lett miste slammet fra anlegget og renseeffekten vil bli minimal.

Ut fra de undersøkelser som er gjort vil en anbefale at det biologiske anlegget ikke belastes med avløp fra mer enn ca. 600, max. 700 personer. I dette belastningsområdet vil en få et relativt ustabilisert slam, og en bør være observant ved driften av anlegget, drive det med relativt jevnt og høyt slaminnhold, og tappe slam ofte fra anlegget, sannsynligvis hver uke.

Ved simultanfelling ved anlegget må en regne med noe mer blakket avløpsvann enn ved vanlig biologisk drift. Undersøkelsene er utført med jernsulfat som fellingsmiddel, og man har hatt et slam med bedre sedimenteringsegenskaper enn uten tilsetning av kjemikalier. En skulle derfor oppnå mer stabile forhold og sikrere resultater med hensyn til fjerning av organisk stoff spesielt ved høyere belastninger på anlegget. Ved de to undersøkelsene, som er gjort med simultanfelling har en i middel hatt restkonsentrasjoner for tot P på 1,8 mg/l ved 1 l/s belastning og 1,3 mg/l ved 2 l/s belastning. Renseeffekten for fjerning av fosfor fra avløpsvannet har vært ca. 80 %, og det er som man kan vente det ved simultanfelling på anlegget ved disse belastningsforholdene.

Belastningsvariasjonsundersøkelsene viste at en ved lavere hydrauliske belastninger ikke vil ha noen innflytelse av klokkebevegelsen. Ved høyere belastninger må en derimot vente noe økning i konsentrasjonen av suspendert stoff i avløpet. Ved 5 l/s innstilling av avløpet hadde en i et tilfelle meget stor økning av konsentrasjonen med suspendert stoff ved økning av tilførselen. I forhold til det som tidligere er sagt om personbelastningen er imidlertid 5 l/s en meget høy hydraulisk belastning på anlegget.

Anlegget er relativt sett rikeligere dimensjonert for hydraulisk belastning enn for tilsvarende forurensningsbelastning på det

biologiske systemet. Innen det aktuelle belastningsområdet har anlegget på grunn av utjevningsevne til å motta belastningsvariasjoner uten at kvaliteten på avløpsvannet forringes i særlig grad.

Ved det kjemiske rensetrinnet har man oppnådd gode resultater. Ved jevn hydraulisk belastning på 2 l/s og 3 l/s har man således som middel av 5 og 6 døgnprøver hatt restkonsentrasjoner på 11 mg $\text{BOF}_7/1$ og 0,62 mg P/1 henholdsvis 3,3 mg $\text{BOF}_7/1$ og 0,55 mg P/1 for de respektive belastningene. Ved belastning med 2 l/s ble det biologiske anlegget drevet med en annen lufter enn den anlegget leveres med nå. Denne lufteren ga tildels sterke bevegelser i flyteklokken, som periodevis førte til slamtapp. Avløpsvannet fra det kjemiske rensetrinnet har til tross for periodevis sterke belastninger med forurensninger under dette forsøket hatt meget jevn og god kvalitet.

Ved undersøkelsene med etterfelling ble det tømt slam ca. én gang pr. uke fra det kjemiske rensetrinnet. Det er meget lang tid mellom tømningene som ved andre anlegg, vanligvis skjer én gang pr. dag. At man har ventet så lenge med tømning har ikke ført til vanskeligheter. I tilknytning til det kjemiske anlegget vil det være praktisk å ha en slamsilo for oppsamling av slamproduksjonen over lengre tid. Slikt utstyr var ikke tilstede ved undersøkelsene.

Når det biologiske anlegget i et praktisk tilfelle med vanlige belastningsvariasjoner, er justert inn etter midlere vannføring vil det kjemiske rensetrinnet motta en relativt konstant vanntilførsel med ganske jevn kvalitet hele døgnet. Det vil da være enkelt å finne frem til og holde en riktig kjemikaliedosering. Totalt sett vil en slik kombinasjon gi et godt og sikkert resultat med henblikk på fjerning av både organisk stoff og fosfor, og det vil være en enkel og god kombinasjon for mindre boligområder hvor det stilles strenge krav til renseeffekt.

B I L A G

Tabell 1. LANGTIDSFORSØK MED 2 l/s NOMINELL HYDRAULISK BELASTNING.

Tidsperiode 5.10 - 25.10.1972.

Dato	BOF (mg/l)			KOF (mg/l)			Tot P. (mg/l)			SS (mg/l)			SSGR (mg/l)			pH		
	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	Kjem
5.10	310	30	18	422	98	38	9,0	5,4	0,26	135	30	31	-	-	-	-	-	-
12.10	215	34	5	436	181	24	13,0	5,9	0,23	181	28	8	21,4	5,3	4,0	-	-	-
18.10	425	44	3	543	109	37	16,0	7,4	0,5	163	29	39	31,7	6,8	23,2	8,15	7,10	5,15
20.10	264	46	24	362	193	80	10,0	7,4	1,7	151	-	56	25,0	23,4	25,7	7,35	6,95	6,10
24.10	160	80	7	337	138	41	10,0	7,3	0,3	104	66	13	22,0	11,7	5,9	7,15	6,95	6,15
25.10	300	-	-	304	98	27	9,9	6,8	0,7	417	39	20	63,5	7,1	12,0	7,57	6,95	5,15
Middelverdi	282	47	11	401	136	41	11,3	6,7	0,62	192	38	28	32,7	10,9	14,2	7,56	6,99	5,64
Renseeffekt	83,3%			66,1%			40,7%			80,2%			-			-		
	96,1%			89,8%			94,5%			85,4%			-			-		
Dato	Al (mg/l)		SS mg/l	Slam luftetank		Slambel. kgBOF ₇ /d kg SS	SVI ml/g	Doser- mengie g/m ³	Vann- føring l/s	Klokke- still. m	Lufte- tankvol. m ³	Slamuttak og -tilførsel						
	Bio	Kjem		SSGR mg/l	Slamvol. ml/l							Sluttak	Tilførsel					
5.10	0,5	5,4	4662	1400	540	0,338	116	266	1,5	1,30	25,5	3.10	Tap. 6m ³ /bio					
12.10	0,8	1,2	-	-	320	-	-	242	1,6	1,12	28,0	"	10m ³ /kj.					
18.10	0,5	6,4	-	-	850	-	-	266	2,0	1,75	19,2	"	kj.slam					
20.10	2,2	4,8	-	-	590	-	-	-	2,0	1,90	17,2	"	10m ³ /bio					
24.10	0,7	1,4	4592	800	810	0,353	176	252	2,0	1,75	19,2	"	10m ³ /bio					
25.10	0,4	5,0	4136	686	820	0,756	198	234	2,4	1,70	19,9	12.10	Tilf. 6m ³ bio.- slam fra Dønski					
Middelverdi	0,85		4463	962	655	0,482	147	252	1,92	1,64	20,7	13.10	Tap.kj.slam					
												16.10	"					
													18.10	noe bio.slam				
													19.10	"				
												20.10	"					
												20.10	kj.slam					

Tabell 2. LANGTIDSFORSØK MED 1 l/s NOMINELL HYDRAULISK BELASTNING.

Tidsperiode 15.11 - 6.12.1972.

Dato	BOF mg/l		KOF mg/l		Tot P mg/l		SS mg/l		SSGR mg/l		pH	
	Inn	Bio	Inn	Bio	Inn	Bio	Inn	Bio	Inn	Bio	Inn	Bio
21.11	390	25	702	96	17,0	7,5	280	36	46	4	7,20	6,95
22.11	318	31	561	88	18,0	7,2	268	46	40	8	7,70	6,95
24.11	220	35	412	86	12,0	6,6	157	40	15	2	8,10	6,95
30.11	225	21	380	109	10,0	6,0	150	31	26	5	7,10	7,05
1.12	144	15	261	50	7,0	5,4	128	23	14	3	7,40	7,10
5.12	158	9	324	53	10,0	5,2	122	21	13	0,5	7,20	7,00
6.12	76	6	189	56	4,4	4,2	76	29	26	7,5	7,45	7,30
Middel-verdi	219	20	404	77	11,2	6,0	169	32	26	3,9	7,45	7,04
Rense-effekt	90,9%		80,9%		46,4%		81,1%					
Dato	Al mg/l		SS mg/l		Slam luftetank		Slambel. kgBOF/d	Vann-føring l/s	Klokke-still. m	Luftetankvol. m ³	Slamuttak og -tilførsel	
	Bio	SS	SSGR	Slamvol.	SVI							
15.11	-	2526	324	300	119	-	-	0,9	-	-	11.11 Tappet noe bio.slam	
21.11	0,6	4592	904	800	174	0,297	0,297	1,5	0,48	37,0	12.11 " "	
22.11	0,7	4450	2684	830	187	0,150	0,150	0,9	0,48	37,0		
24.11	-	5380	1078	920	171	0,091	0,091	0,8	0,90	31,1	26.11 Tappet 16m ³ bio.slam	
30.11	0,5	2794	532	295	106	0,208	0,208	1,1	0,50	36,7	bio.slam	
1.12	0,4	2696	494	300	111	0,139	0,139	1,1	0,50	36,7	3.12 Tappet kjem.slam	
5.12	0,3	2816	514	330	117	0,145	0,145	1,1	0,50	36,7		
6.12	0,4	2886	512	330	114	0,068	0,068	1,1	0,50	36,7		
Middel-verdi	0,48	3518	880	513	146	0,156	0,156	1,06	0,55	36,0		

Tabell 3. LANGTIDSFORSØK MED 3 l/s NOMINELL HYDRAULISK BELASTNING.

Tidsperiode 15.12 - 21.12.1972.

Dato	BOF mg/l			KOF mg/l			Tot P mg/l			SS mg/l			SSCR mg/l			pH		
	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	Kjem	Inn	Bio	
15.12	137	11	3	220	53	25	6,5	3,7	0,7	31	17	32	1	2	14	7,45	7,05	4,85
16.12	247	16	3	414	76	28	15,0	5,0	0,6	139	13	26	14	2	14	7,25	7,05	5,30
18.12	223	19	3,5	398	65	29	12,0	5,4	0,4	118	12	22	0	0,5	12	7,45	7,10	5,25
19.12	199	19	3	422	72	44	8,0	5,2	0,6	138	19	31	21	4	19	7,55	7,30	4,60
20.12	200	45	4	341	198	34	8,5	5,2	0,5	98	84	17	18	18	10	7,40	7,10	6,05
21.12	214	49	3	348	112	31	7,7	7,3	0,5	130	126	13	15	7	11	7,15	7,20	5,85
Middel-verdi	203	26,5	3,25	357	96	32	9,6	5,3	0,55	109	45	23,5	11,5	5,6	13,3	7,38	7,13	5,32
Rense-effekt	86,9%			73%			44,8%			58,7%								
	98,4%			91%			94,3%			78%								
Dato	Al mg/l		SS mg/l	Slam luftetank		SVI ml/g	Slambel. $\frac{kgBOF_7/d}{kgSS}$		Doser.-mengde g/m^3	Vann-føring l/s	Klokke-still. m	Luftetankvol. m^3	Sluttet og -tilførsel					
	Bio	Kjem		SSCR mg/l	Slamvol. ml/l		SS mg/l	mg/l					mg/l	Tappet $16m^3$ fra bio.				
15.12	0,18	10,6	2368	394	480	203	0,413	219	3,0	0,53	36,3	Sluttet og -tilførsel						
16.12	0,12	5,0	3414	472	790	231	0,619	-	3,15	0,85	31,8	Tappet $16m^3$ fra bio.						
18.12	0,12	4,8	6078	758	920	151	0,502	-	3,15	1,70	19,9	Tappet $10m^3$ fra kjem.						
19.12	0,12	-	4292	532	770	179	0,418	222	3,1	1,0	29,7	Tappet $10m^3$ fra kjem.						
20.12	0,24	2,4	2346	276	700	298	0,637	221	3,2	0,48	37,0	Tappet $10m^3$ fra bio.						
21.12	0,05	2,9	2158	196	460	213	0,776	220	3,3	0,52	36,4	Tappet $10m^3$ fra bio.						
Middel-verdi	0,14	5,14	3443	438	687	200	0,504	220	3,15	0,85	31,8							

Tabell 4. SIMULTANFELLING MED JERNSULFAT.

Hydraulisk belastning 1 l/s. Dosering 12,5 kg, 1 gang pr. døgn (215 g/m³). Tidsperiode 21.2.- 28.2.1973.

Dato	BOF mg/l		KOF mg/l		Tot P mg/l		Orto P filtr. mg/l		SS mg/l		SSGR mg/l		pH			
	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem		
21.2	177	17	296	82	8,4	1,8	5,8	0,6	86	30,5	16	7,5	7,30	7,15		
22.2	141	16	236	78	7,0	1,1	4,5	0,16	82	29,5	27	8,5	7,25	7,20		
27.2	187	20	404	76	10,2	1,7	5,6	0,16	126	46	14	12	7,80	7,15		
28.2	166	21	298	127	8,1	2,4	5,2	0,03	87	66	8	14	7,60	7,00		
Middel- verdi	168	19	309	91	8,4	1,8	5,3	0,24	95	43	16	11	7,49	7,13		
Rense- effekt	88,7%		70,6%		78,6%		95,5%		54,7%		-					
Dato	Fe mg/l		Fe filtr. mg/l		SS mg/l		Slam luftetank ml/l		Slambel. kgBOF ₇ /d kgSS		Vann- føring l/s		Klokke- still. m		Lufte- tankvol. m ³	
	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	SS mg/l	SSGR mg/l	Slambel. ml/l	SVI ml/g	kgBOF ₇ /d	kgSS	l/s	m	m ³			
21.2	0,77	2,55	0,17	0,22	5548	1574	810	146	0,149	0,97	1,85	17,9				
22.2	1,53	3,45	0,17	0,71	3694	1026	280	76	0,103	1,0	1,84	18,0				
27.2	0,81	7,30	0,19	1,25	5444	1704	530	97	0,166	1,0	1,85	17,9				
28.2	0,52	8,75	0,17	0,42	3282	1054	230	70	0,244	1,0	1,85	17,9				
Middel- verdi	0,91	5,51	0,175	0,665	4492	1340	463	103	0,181	1,0	1,85	17,9				

Tabell 5. SIMULTANFELLING MED JERN-SULFAT.

Hydraulisk belastning 2 l/s. Dosering 25 kg, 1 gang pr. døgn (215 g/m³). Tidsperiode 2.3. - 9.3.1972.

Dato	BOF mg/l		KOF mg/l		Tot P mg/l		Orto P filtr. Inn mg/Bio/Kjem		SS mg/l		SSGR mg/l		pH	
	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem
2.3	166	21	277	109	8,1	2,1	4,8	0,06	79	76	17	32	7,05	6,75
6.3	131	19	251	81	7,6	0,7	4,7	0,15	182	43	112	24	7,35	7,00
9.3	159	19	294	78	7,9	1,1	0,88	0,08	149	59	59	19	7,40	6,60
Middel-verdi	152	20	274	89	7,9	1,3	3,46	0,10	137	59	63	25	7,27	6,78
Rense-effekt	86,8%		67,5%		83,5%		97,1%		56,9%		-			
Dato	Fe mg/l		Fe filtr. mg/l		Slam luftetank		Slambel. k _{Fe} BOF ₇ /d		Vann-føring		Klokke-still.		Luft-tankvol.	
	Inn	Bio/Kjem	Inn	Bio/Kjem	SS mg/l	Slamvol. ml/l	SVI ml/g	k _{Fe} SS	l/s	m	m ³			
2.3	0,92	17,2	0,21	2,80	3896	320	82	0,411	2,0	1,85	17,9			
6.3	5,70	4,4	0,31	1,01	6896	480	70	0,129	2,0	1,30	25,5			
9.3	2,80	11,8	0,25	3,9	5392	480	89	0,139	2,0	0,50	36,7			
Middel-verdi	3,14	11,1	0,26	2,66	5395	427	80	0,182	2,0	1,22	26,7			

TABELL 6. BELASTNINGSVARIASJONSUNDERSØKELSE MED 1 l/s NOMINELL
HYDRAULISK BELASTNING DEN 11.1.1973.

Tids- punkt	Flyteklokkens stilling i cm fra trappeavsats til vann-nivå	Vannføring l/s	Stikkprøver avløp	
			Susp. stoff mg/l	Turb. JTU
08.30			125	30
09.20	159	1.25	55	15
09.40	145	1.00	87	21
10.00	131		46	14
10.20	118		44	10
10.40	104	1.05	53	15
11.00	89		59	16
11.20	77		63	18
11.40	65	1.15	70	22
12.00	70		89	21
12.20	82	1.00	71	21
12.40	90		65	17
13.00	96	1.00	63	18
13.20	102		82	23
13.40	109	1.00	69	18
14.00	112		57	17
14.20	118		53	16
14.40	122		66	18

Blandprøve for undersøkelsen

	SS mg/l	Turb JTU	KOF mgO/l	BOF ₇ mgO/l
Tilløp kl. 08.30-11.40	256	57	451	279
Avløp kl. 08.30-14.40	74	18	126	37
Renseeffekt i %	71	68	72	37

Slaminnhold i luftetank ved undersøkelsen :

	Slaminnhold		Slamvolumindeks
	g/l	ml/l $\frac{1}{2}$ h sed.	ml/g
kl. 09.20	4,158	240	58
kl. 11.40	3,186	160	50
kl. 14.40	3,700		

TABELL 7. BELASTNINGSVARIASJONSUNDERSØKELSE MED 1 l/s NOMINELL
HYDRAULISK BELASTNING DEN 12.1.1973.

Tids- punkt	Flyteklokkens stilling i cm fra trappeavsats til vann-nivå	Vannføring l/s	Stikkprøver avløp		
			Susp. stoff mg/l.	Turb. JTU	
08.25	190	1.00	47	20	
08.50	167	1.00	45	42	
09.10	148	0.95	46	22	
09.30	133	0.95	33	13	
09.50	115	1.00	34	14	
10.10	96		36	18	
10.30	81	1.05	43	17	
10.50	86		46	19	
11.10	94		38	15	
11.30	101	1.00	47	19	
11.50	108		48	22	
12.10	113		44	16	
12.30	118	0.95	48	15	
12.50	125		45	15	
13.10	130	1.00	53	20	
13.30	135		46	17	
13.50	141	1.00	50	17	
14.10	146		49	18	
Blandprøve for undersøkelsen					
		SS mg/l	Turb JTU	KOF mgO/l	BOF mgO/l
Tilløp kl. 08.25-10.30		183	105	536	306
Avløp kl. 08.25-14.10		38	17	99	29
Renseeffekt i %		79	84	82	91

Slaminnhold i luftetank ved undersøkelsen :

	Slaminnhold		Slamvolumindeks
	g/l	ml/l $\frac{1}{2}$ h sed.	ml/g
kl. 08.55	4,750	340	72
kl. 10.35	3,032	170	56
kl. 14.10	4,340		

TABELL 11. BELASTNINGSVARIASJONSUNDERSØKELSE MED 5 l/s NOMINELL
HYDRAULISK BELASTNING DEN 24.1.1973.

Tids- punkt	Flyteklokkens stilling i cm fra trappeavsats til vann-nivå	Vannføring l/s	Stikkprøver avløp		
			Susp. stoff mg/l.	Turb. JTU	
08.50	155	< 5.0	28	18	
09.10	129	ca. 4.0	17	7	
09.30	106	5.5	24	12	
09.50	84	4.7	58	27	
10.10	56	4.7	74	28	
10.30	80	5.0	62	28	
10.50	111	5.0	57	25	
11.10	139	4.5	54	23	
11.30	163	4.5	48	17	
Blandprøve for undersøkelsen					
		SS mg/l	Turb JTU	KOF mgO/l	BOF mgO/l
Tilløp	kl. 08.50-10.10	140	80	494	292
Avløp	kl. 08.50-11.30	48	17	138	41
Renseeffekt i %		66	79	72	86

Slaminhold i luftetank ved undersøkelsen :

	Slaminhold		Slamvolumindeks
	g/l	ml/l $\frac{1}{2}$ h sed.	ml/g
kl. 08.55	2,804	250	89
kl. 10.10	1,936	150	78
kl. 11.30	2,658		

TABELL 12. BELASTNINGSVARIASJONSUNDERSØKELSE MED 5 l/s NOMINELL
HYDRAULISK BELASTNING DEN 25.1.1973.

Tids- punkt	Flyteklokkens stilling i cm fra trappeavsats til vann-nivå	Vannføring l/s	Stikkprøver avløp		
			Susp. stoff mg/l.	Turb. JTU	
08.50	153	4.5	35	12	
09.10	126	5.0	27	6	
09.30	100	5.5	65	25	
09.50	69	4.8	229	68	
10.10	62	5.0	169	56	
10.30	91	5.0	85	22	
10.50	121	4.5	58	23	
11.10	148	4.5	44	17	
11.30	174	-	35	13	
Blandprøve for undersøkelsen					
		SS mg/l	Turb JTU	KOF mgO/l	BOF mgO/l
Tilløp kl. 08.50-10.10		157	90	477	310
Avløp kl. 08.50-11.30		85	22	173	39
Renseeffekt i %		46	76	64	87

Slaminnhold i luftetank ved undersøkelsen :

	Slaminnhold		Slamvolumindeks
	g/l	ml/l $\frac{1}{2}$ h sed.	ml/g
kl. 08.55	3,106	340	109
kl. 10.15	2,092	195	93
kl. 11.30	3,374		

Diagram 1:

Belastningsvariasjonsforsök den 11/1 - 73 med nominell vannföring 1 l/s.

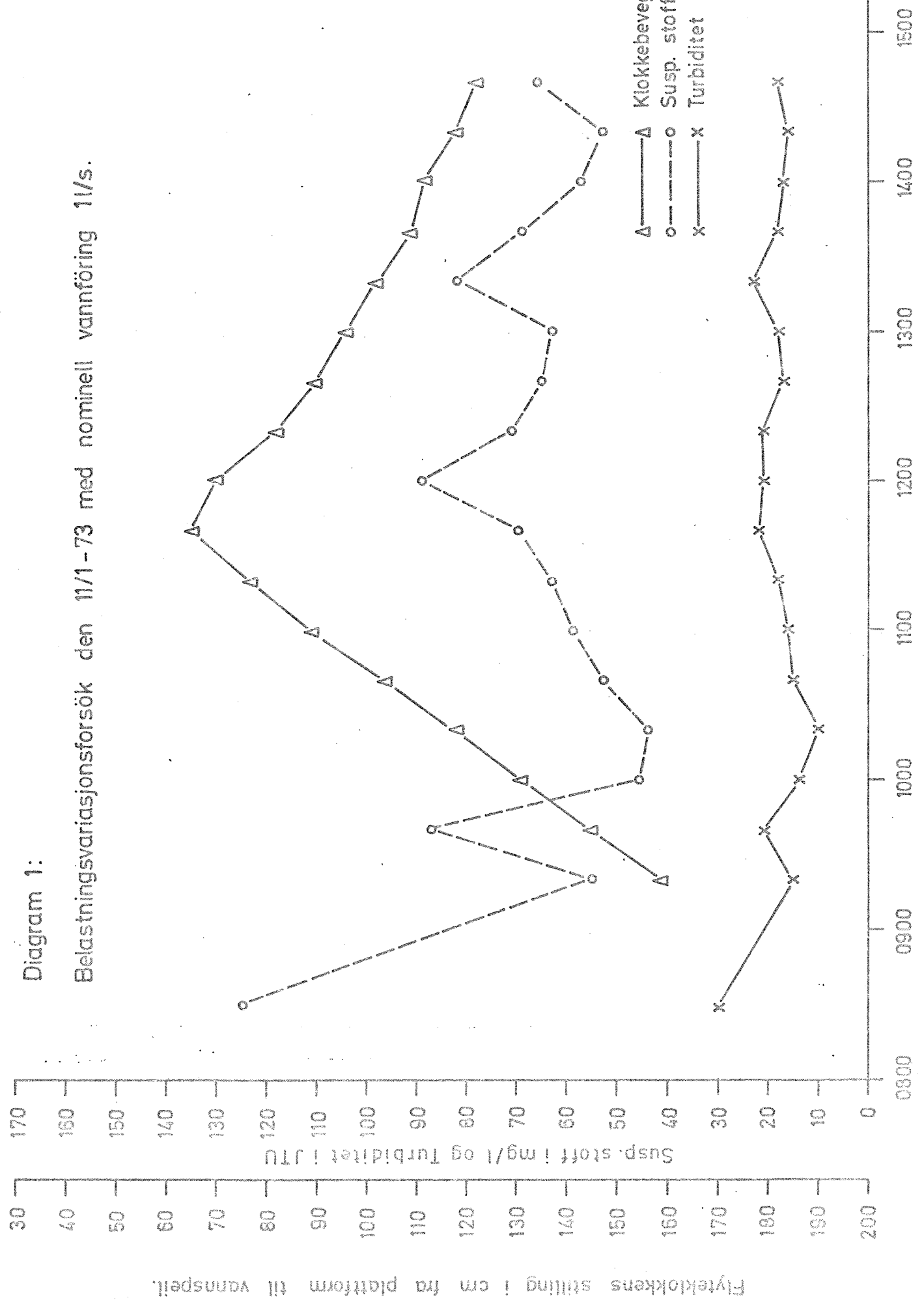


Diagram 2:
Belastningsvariasjonsforsök den 12/1-73 med nominell vannföring 1 l/s

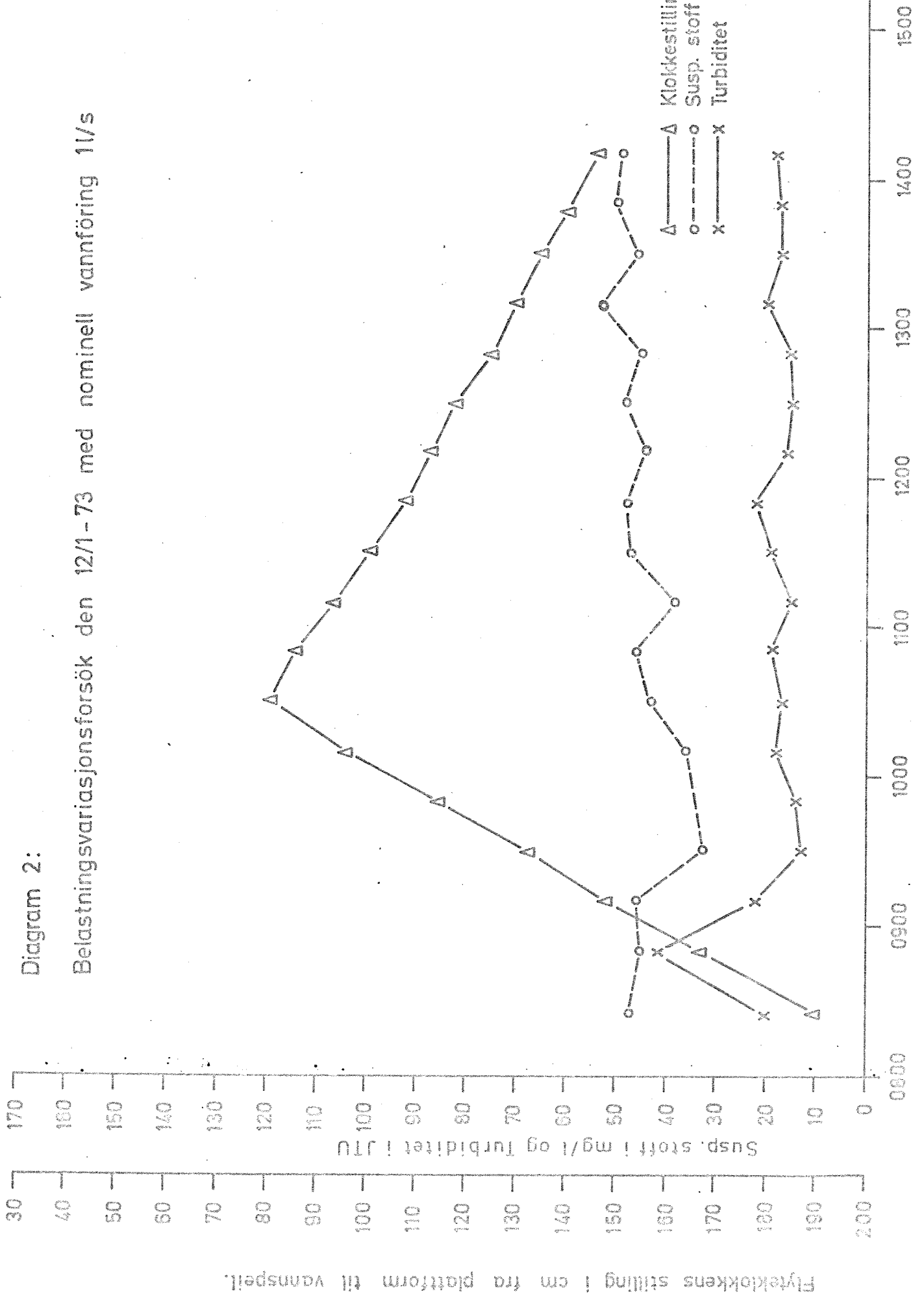


Diagram 3:

Belastningsvariasjonsforsök
den 16/1-73 med nominell
vannføring 3 l/s

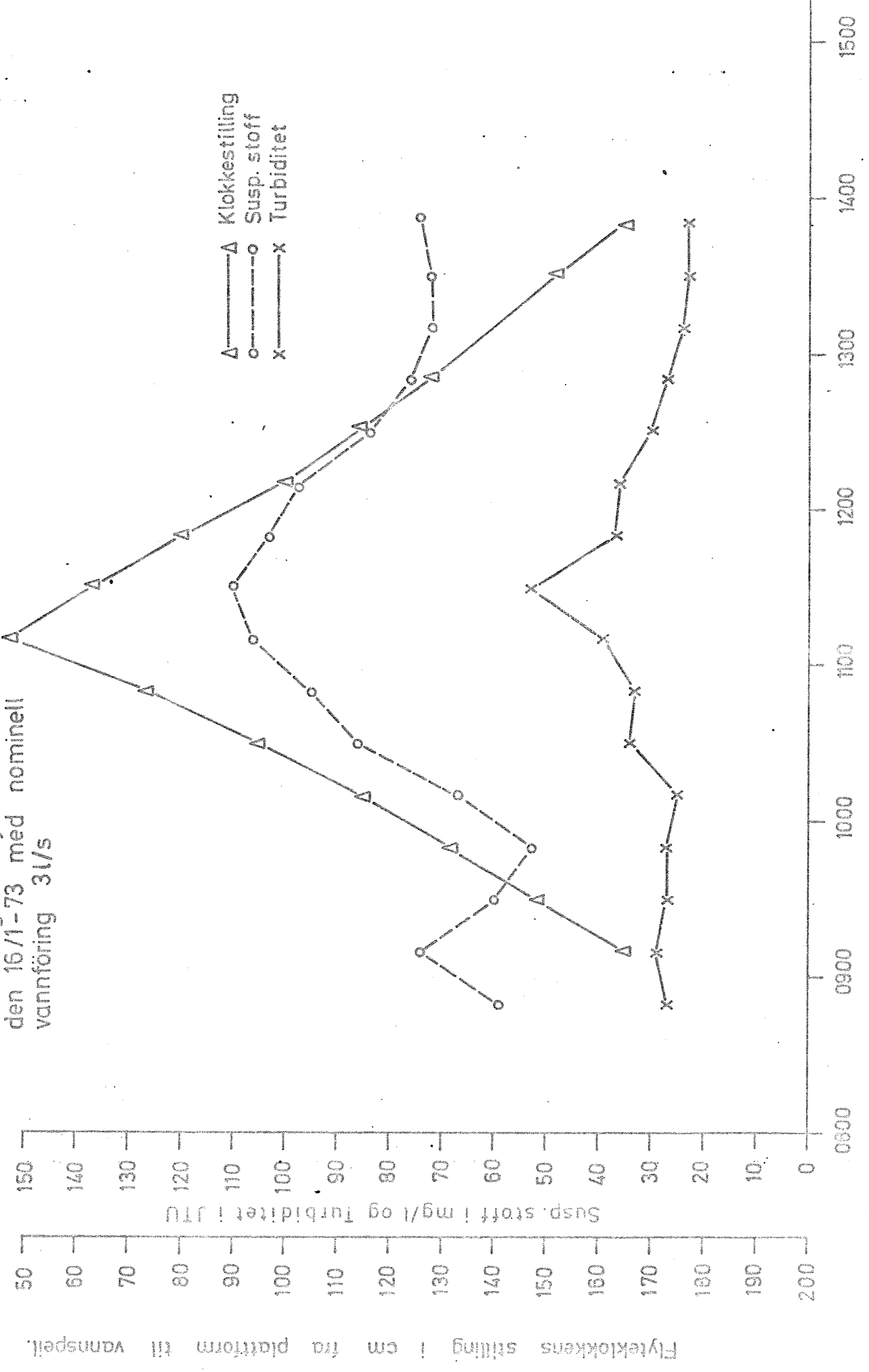


Diagram 4:

Belastningsvariasjonsforsök den 18/1 -73 med nominell vannföring 3 l/s

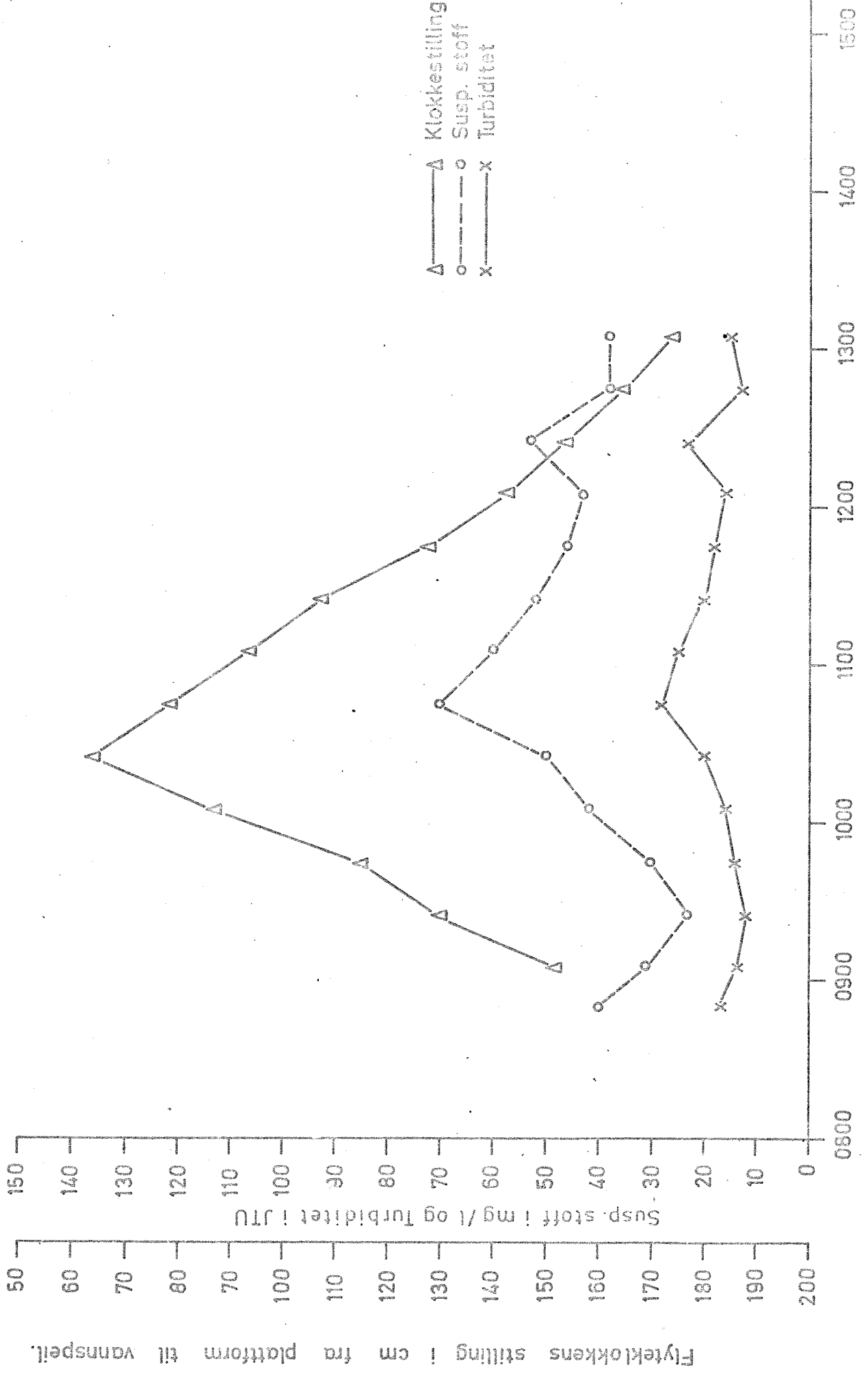


Diagram 5:

Belastningsvariasjonsforsök den 22/1-73 med nominell vannföring 3 l/s

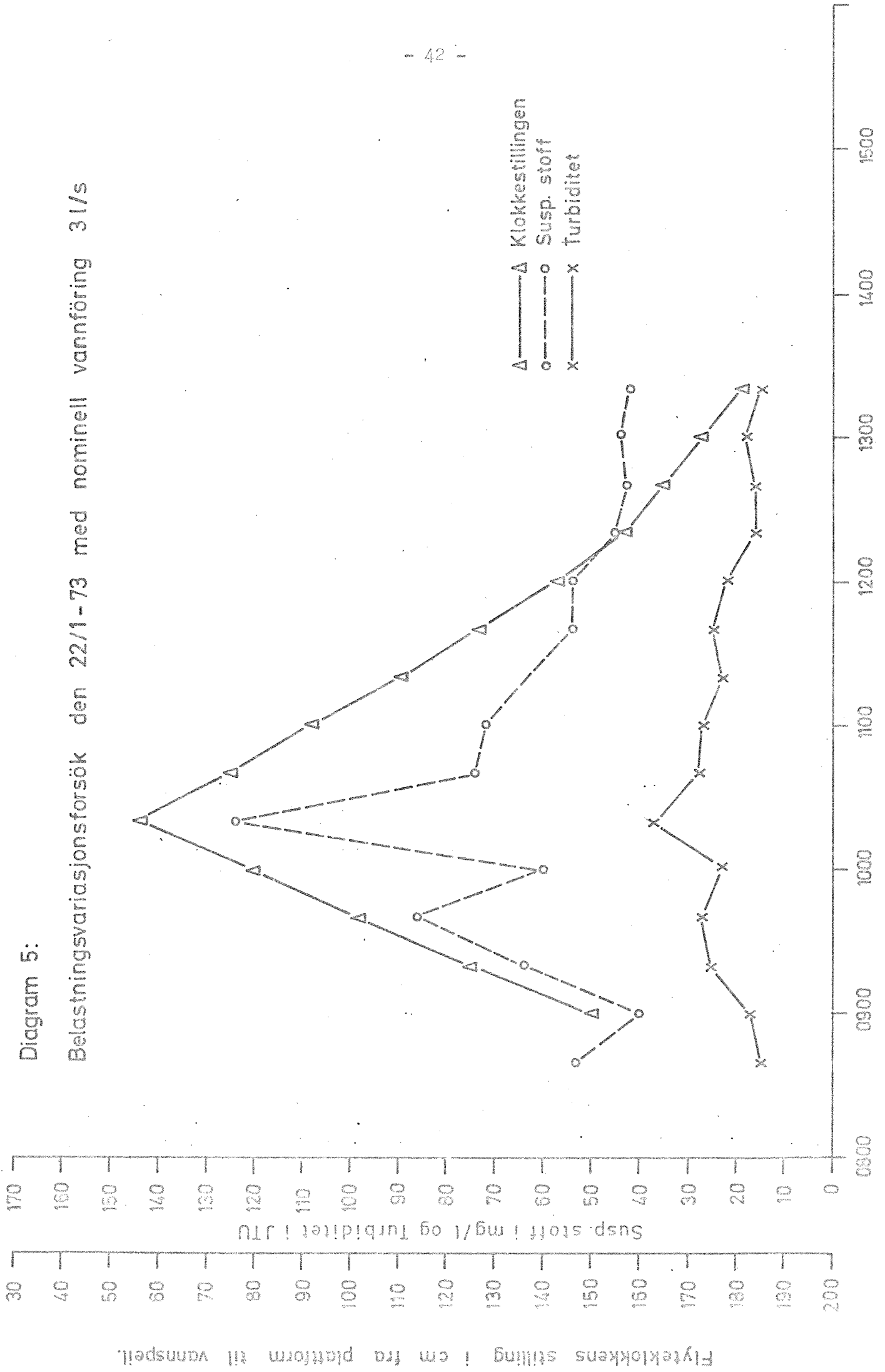


Diagram 6:
Belastningsvariasjonsforsök den 24/1-73 med nominell vannföring 5l/s

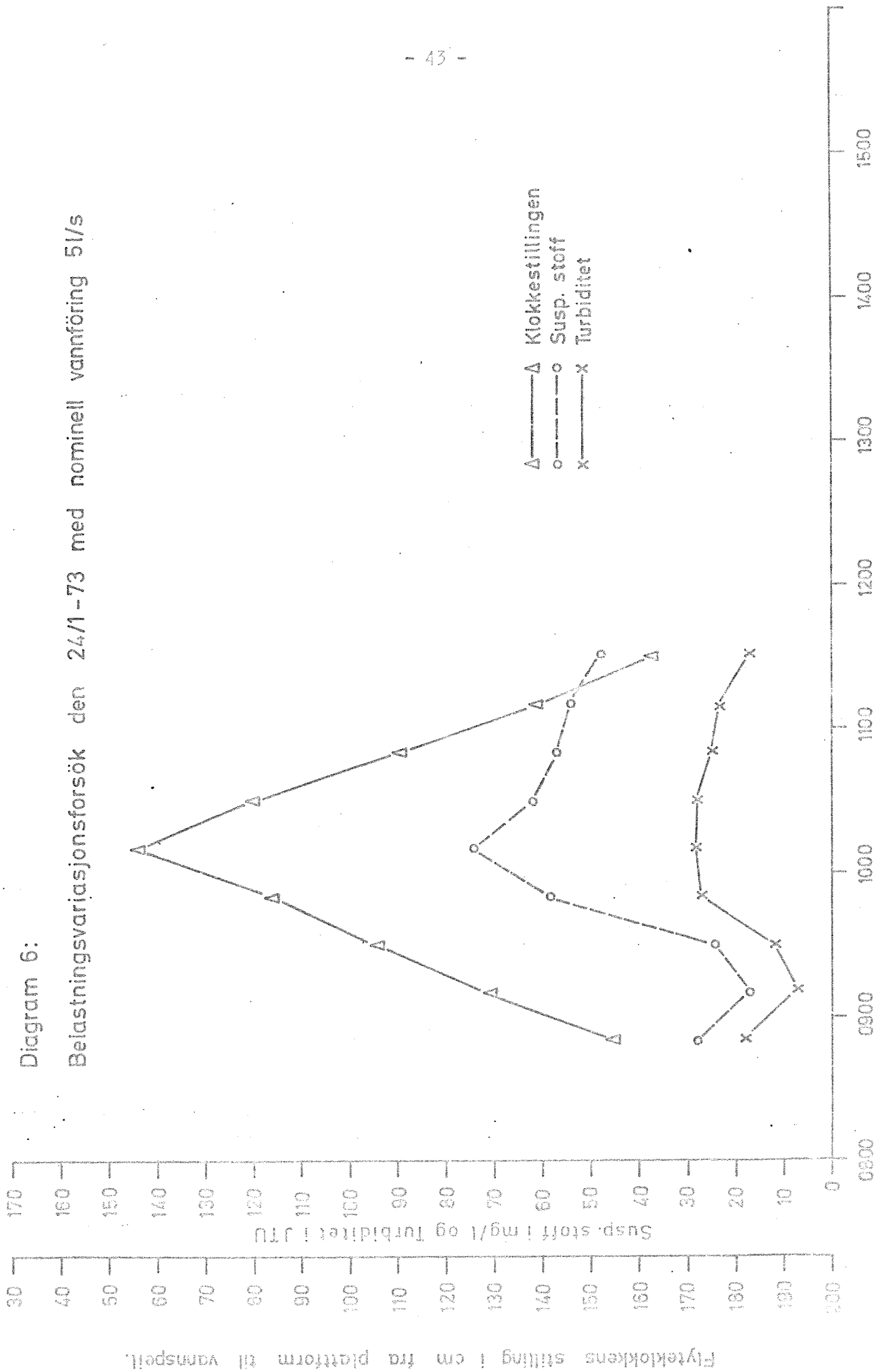
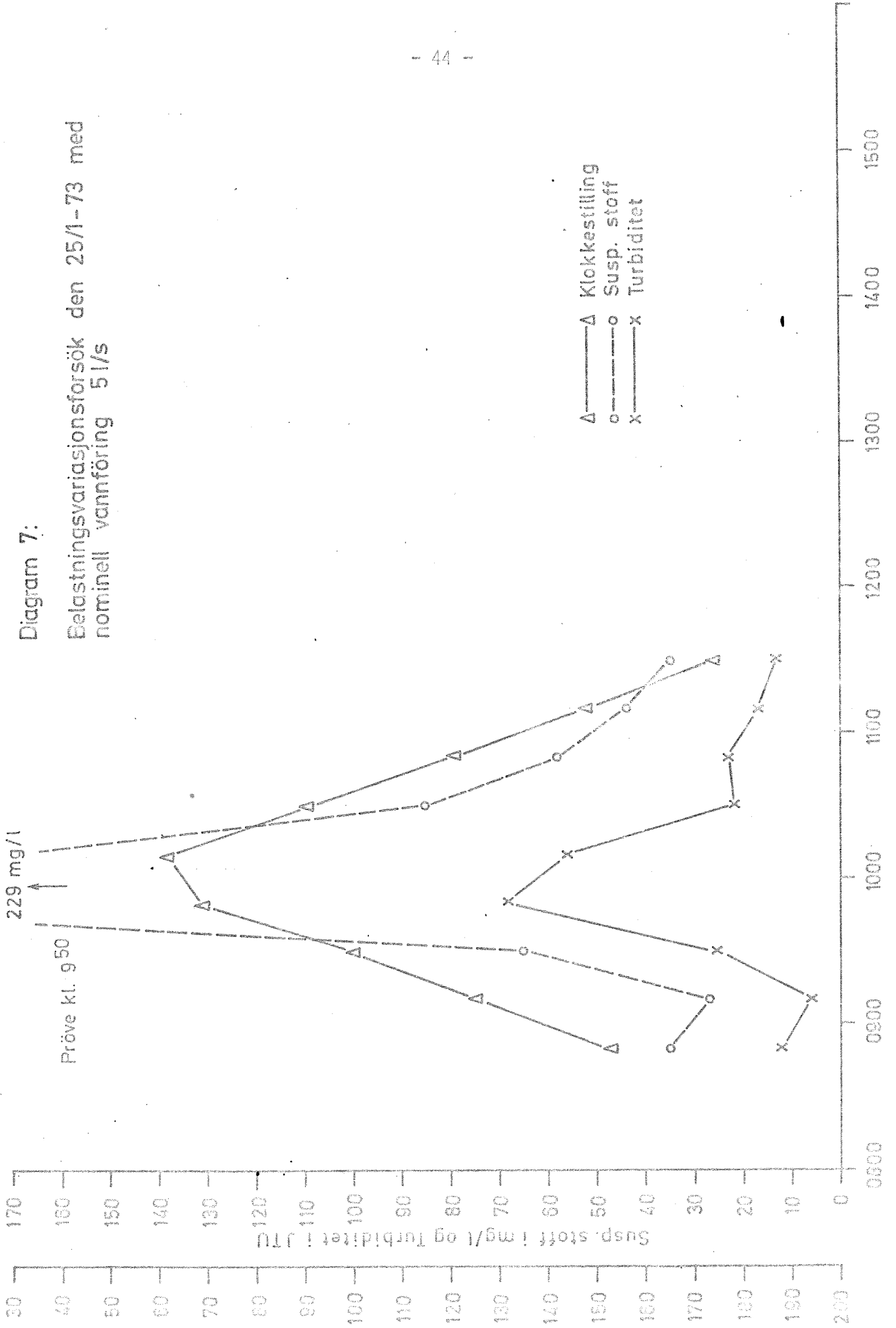


Diagram 7:

Belastningsvariasjonsforsök den 25/1-73 med nominell vannförling 5 l/s



Flokkens stilling i cm fra plattform til vannspeil.

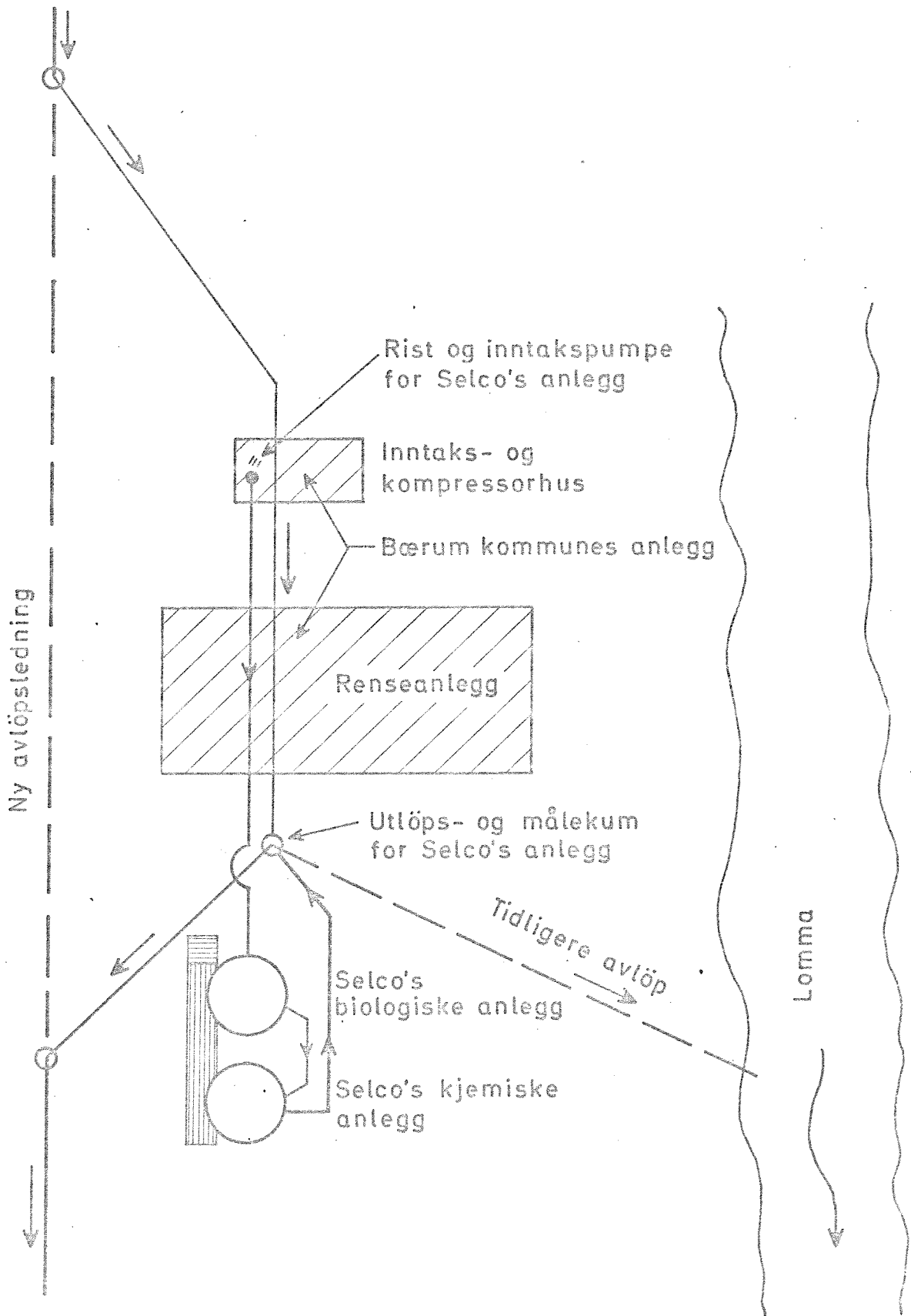
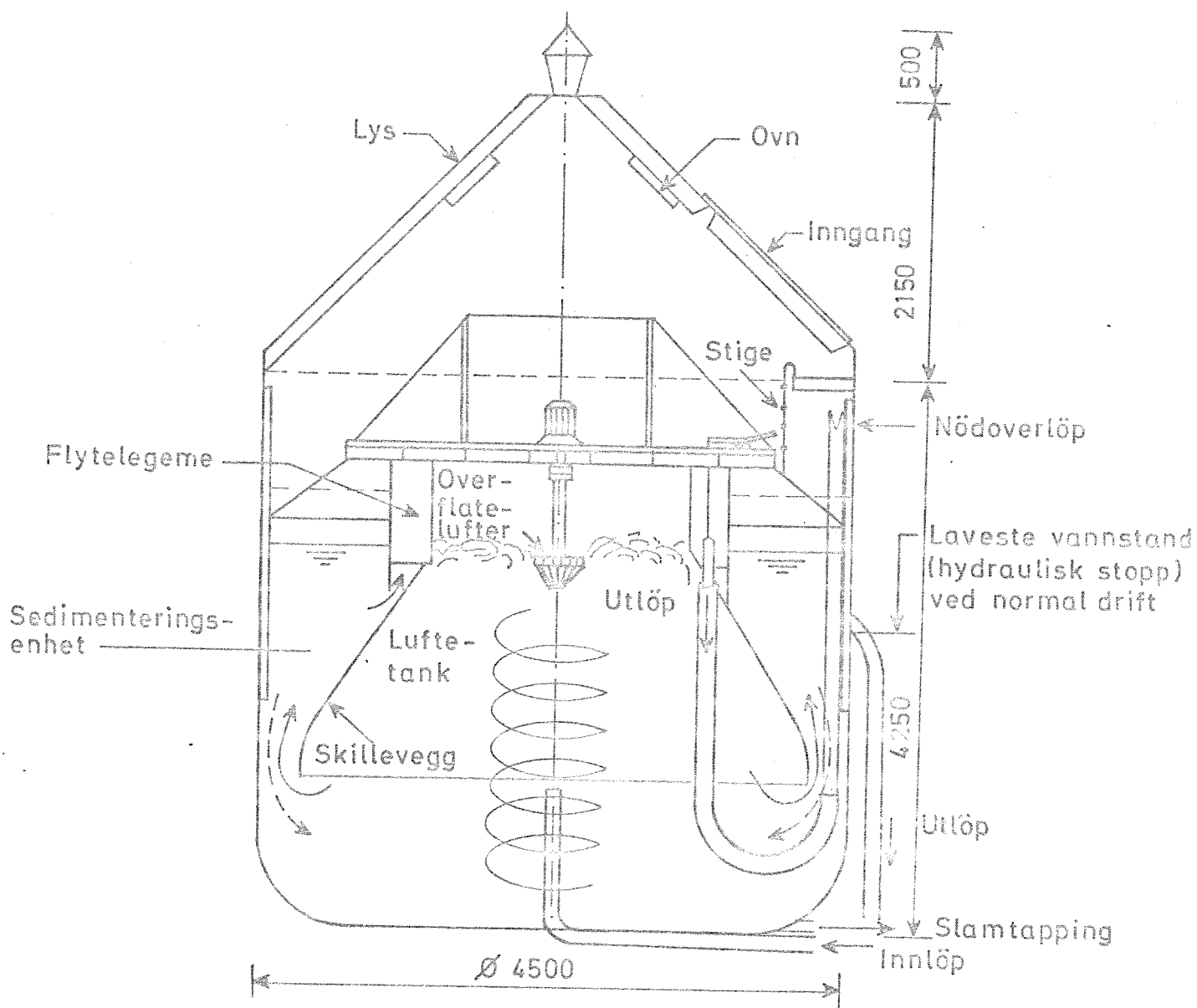


Fig.1 Plan over Selco's oppstilling ved Bærum kommunes anlegg på Bryn

Vertikalt snitt



Plan

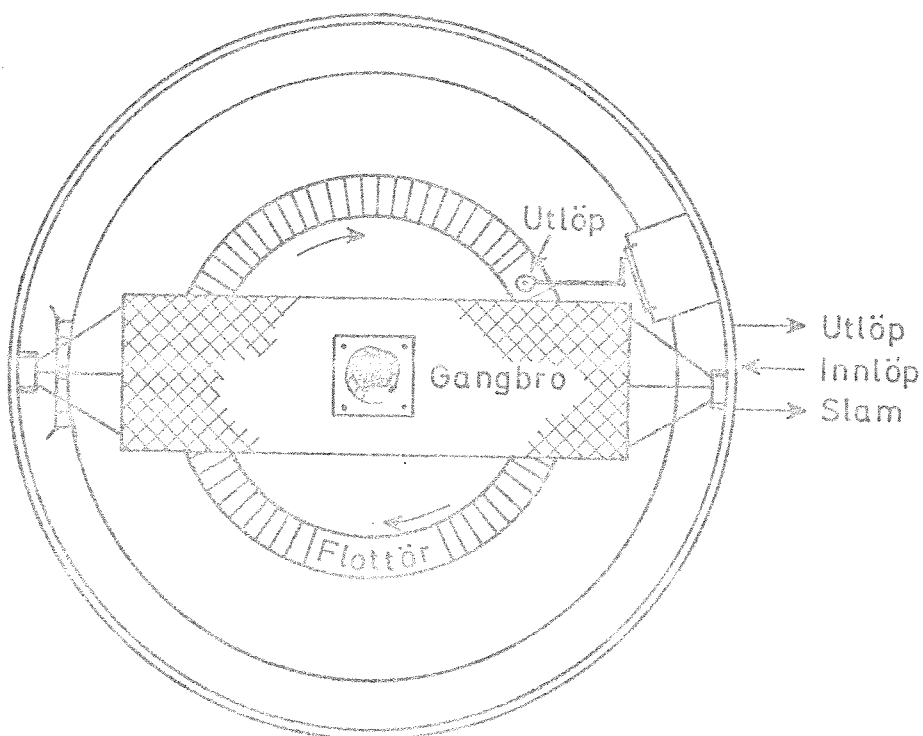


Fig.2 Selco's biologiske kloakkrensaneanlegg

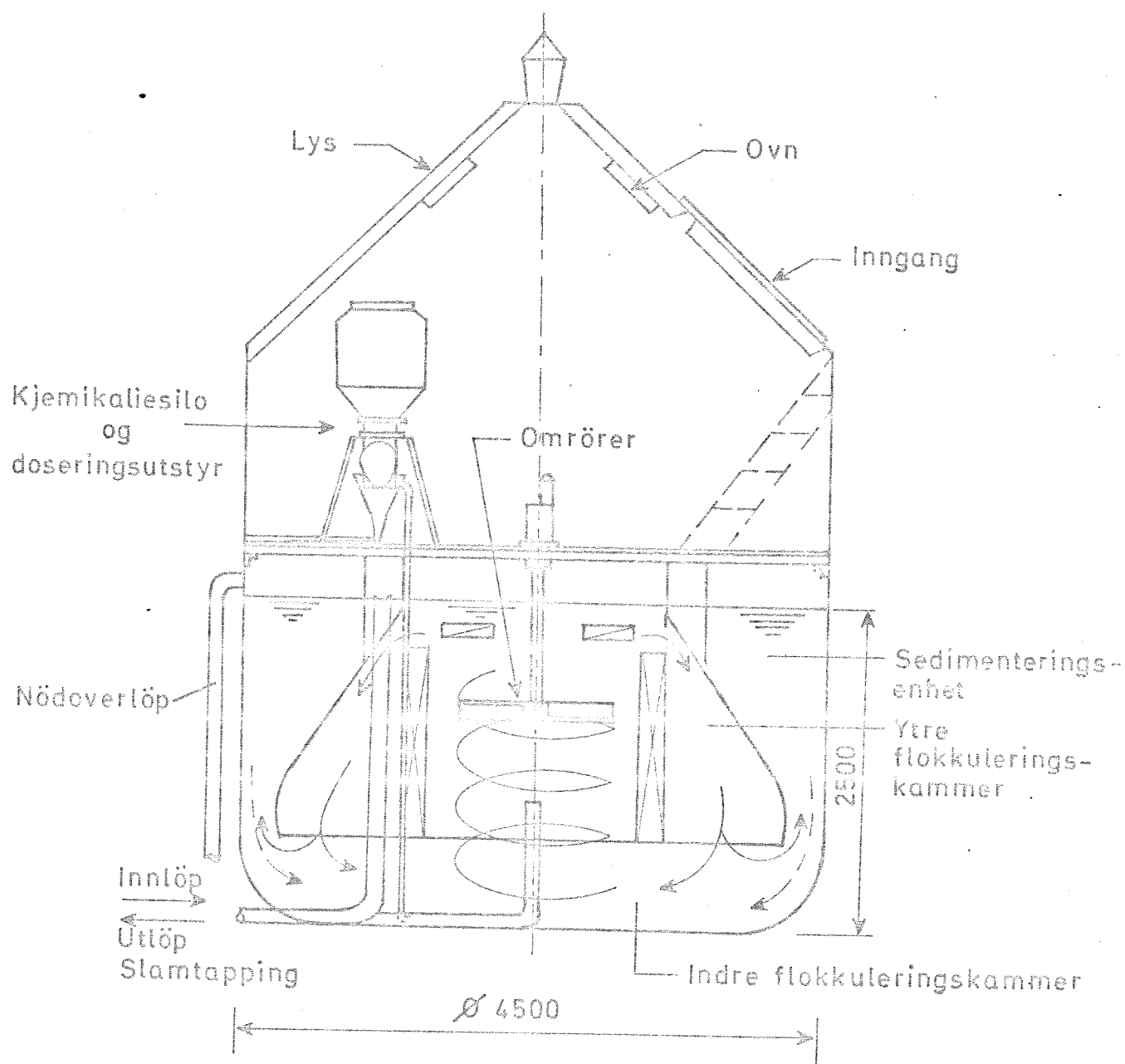


Fig.3 Selco's kjemiske kloakkrensaneanlegg
Vertikalt snitt