

CHK A 0405

NIVA 0-90/73

PRA 2.2

KJEMISK FELLING I EKSISTERENDE ANLEGG

LØXA KLOAKKRENSEANLEGG

Oslo, 1. desember 1978

Saksbehandlere: Arne Rosendahl, CHK  
Arild S. Eikum, NIVA

Medarbeider: Christen Harr, CHK

Instituttstjef: Kjell Baalsrud

ISBN 82-577-0126-2

F O R O R D

De undersøkelser som det redegjøres for i denne rapport, er en del av prosjekt PRA 2.2 - Kjemisk felling i eksisterende anlegg.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har utført prosjektet på oppdrag fra Prosjektkomiteén for Rensing av Avløpsvann (PRA-komiteén).

Undersøkelsene ved Løxa kloakkrenseanlegg samt etterfølgende rapportering er utført av rådgivende ingeniørfirma Carl-H Knudsen MNIF MRIF i samarbeid med NIVA. Saksbehandler hos siv.ing. Carl-H Knudsen har vært siv.ing. Arne Rosendahl. Siv.ing. Christen Harr i samme firma har hatt det løpende tilsyn ved anlegget og har utført prøvetaking og en del slamanalyser, samt bearbeidet data. Siv.ing. Arild S. Eikum Ph.D. har vært saksbehandler ved NIVA.

Prosjektet har hatt velvillig bistand fra Bærum kommune, Vann- og kloakkvesenet, ved avd.ing. Steffensen, cand.real. Hoff, driftssjef Olsen og driftsoperatørene Østerud og Knutsen. Vann- og kloakkplankontoret i Bærum kommune ved avd.ing. Moen har også ydet verdifull hjelp.

Oslo, 1. desember 1978

  
Arild Schanke Eikum

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
1. INNLEDNING	8
2. BESKRIVELSE AV ANLEGGET	10
3. PRØVETAKING, MÅLINGER OG ANALYSER	19
3.1 Prøvetaking, vannsiden	19
3.2     "-                  slamsiden	19
3.3 Målinger og analyser	24
4. OVERSIKT OVER UNDERSØKELSESPERIODENE	26
4.1 Generelt	26
4.2 Undersøkellesperiode nr. 1	26
4.3     "-                  "-          nr. 2	27
4.4     "-                  "-          nr. 3	27
5. UNDERSØKELSESPERIODE nr. 1, FELLING MED TRE-VERDIG JERN OG KALK	28
5.1 Vannsiden	28
5.1.1 Fellingsmiddel og doseringsutstyr	28
5.1.2 Fellingsprosess og teori	30
5.1.3 Driftsresultater vannsiden	32
5.1.4 Driftsproblemer på vannsiden	38
5.2 Slamsiden	39
5.2.1 Generelt	39
5.2.2 Driftsresultater slamsiden	39
5.2.3 Driftsproblemer	45
6. UNDERSØKELSESPERIODE nr. 2, FELLING MED TO-VERDIG JERN OG KALK	48
6.1 Vannsiden	48
6.1.1 Fellingsmiddel og doseringsutstyr	48
6.1.2 Fellingsteori	49
6.1.3 Driftsresultater på vannsiden	50
6.1.4 Driftsproblemer på vannsiden	55

	Side:
6.2 Slamsiden	56
6.2.1 Generelt	56
6.2.2 Diskusjon av driftsresultatene på slamsiden	63
6.2.3 Driftsproblemer	63
7. UNDERSØKELSESPERIODE nr. 3, FELLING MED ALUMINIUMSULFAT	64
7.1 Vannsiden	64
7.1.1 Fellingsmiddel og doseringsutstyr	64
7.1.2 Fellingsprosess og teori	64
7.1.3 Driftsresultater vannsiden	66
7.1.4 Driftsproblemer på vannsiden	71
7.2 Undersøkellesperiode 3, slamsiden	72
7.2.1 Generelt	72
7.3 Driftsproblemer	79
8. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	80
8.1 Innledning	80
8.2 Gjennomføring av undersøkelsene	81
8.3 Undersøkellesperiode 1	82
8.4     "-            "-        2	83
8.5     "-            "-        3	85
8.6 Konklusjoner	86
9. SUMMARY	92
BILAG	95

#### FIGURFORTEGNELSE

Figur nr.		
1.	Planskisse	13
2.	Flyteskjema for den opprinnelig prosjekterte prosess	14
3.	Flyteskjema for undersøkellesperiode nr. 1. Jern(III)klorid og kalk	15

Figur nr.:		Side:
4.	Flyteskjema for undersøkelsesperiode nr. 2 og 3. Nr. 2: Jern(II)klorid og kalk. Nr. 3: Aluminiumsulfat	16
5.	Prøvetakingspunkter på slamsiden. Undersøkelsesperiode nr. 1	21
6.	Prøvetakingspunkter på slamsiden. Undersøkelsesperiode nr. 2 og 3	23
7.	Prinsipp for dosering av Ferriflock II	29
8.	" " " " av kalk	29
9.	Løslighetsdiagram over aluminiumfosfat, jernfosfat og kalsiumfosfat	30
10.	Løslighet av jernhydroksyder	31
11.	Løslighet av aluminiumfosfat	65
12.	Løslighet av aluminiumhydroksyd	66

Diagram nr.:

1.	Undersøkelsesperiode nr. 1.	Suspendert stoff	33
2.	" " " nr. 1.	Total fosfor	33
3.	" " " nr. 1.	Ortofosfat	34
4.	" " " nr. 1.	BOF <sub>7</sub>	34
5.	" " " nr. 1.	KOF	35
6.	" " " nr. 1.	Jern	35
7.	" " " nr. 1.	pH-verdier i slam	40
8.	" " " nr. 1.	Suspendert stoffinnhold i slam	41
9.	" " " nr. 1.	Total fosfor i slam	42
10.	" " " nr. 1.	Total nitrogen i slam	43
11.	" " " nr. 1.	Spesifikk filtrer- motstand i slam	46
12.	" " " nr. 1.	CST (Capillary Suction Time) i slam	47
13.	Undersøkelsesperiode nr. 2.	Suspendert stoff	51
14.	" " " nr. 2.	Total fosfor	51
15.	" " " nr. 2.	Ortofosfat	52
16.	" " " nr. 2.	BOF <sub>7</sub>	52
17.	" " " nr. 2.	KOF	53
18.	" " " nr. 2.	Jern	53

Diagram nr.:	Side:
19. Undersøkelsesperiode nr. 2. pH i slam	57
20.        "-        "-   nr. 2. Suspendert stoff i slam	58
21.        "-        "-   nr. 2. Total fosfor i slam	59
22.        "-        "-   nr. 2. Total nitrogen i slam	60
23.        "-        "-   nr. 2. Spesifikk filtrer- motstand i slam	61
24.        "-        "-   nr. 2. CST i slam	62
25. Undersøkelsesperiode nr. 3. Suspendert stoff	68
26.        "-        "-   nr. 3. Total fosfor	68
27.        "-        "-   nr. 3. Ortofosfat	69
28.        "-        "-   nr. 3. BOF <sub>7</sub>	69
29.        "-        "-   nr. 3. KOF	70
30.        "-        "-   nr. 3. Aluminium	70
31.        "-        "-   nr. 3. Suspendert stoff i slam	74
32.        "-        "-   nr. 3. Total fosfor i slam	75
33.        "-        "-   nr. 3. Total nitrogen i slam	76
34.        "-        "-   nr. 3. Spesifikk filtrer- motstand i slam	77
35.        "-        "-   nr. 3. CST i slam	78
36. Sammenstilling av alle undersøkelsesperioder. Suspendert stoff	89
37. Sammenstilling av "        "-        "- Total fosfor	89
38. Sammenstilling av "        "-        "- Ortofosfat	90
39. Sammenstilling av "        "-        "- BOF <sub>7</sub>	90
40. Sammenstilling av "        "-        "- KOF	90
41. Sammenstilling av undersøkelsesperiode 1 og 2. Kalsium	91
42. Sammenstilling av        "-        "-   1 og 2. Jern	91
43. Undersøkelsesperiode nr. 3. Aluminium	91

TABELLFORTEGNELSE

Tabell nr.:		Side:
1.	Vann- og slamanalyser	25
2.	Driftsdata slamavvannings-stasjonen	39
3.	Undersøkelsesperiode 1. Flyktig susp. stoff i prosent av susp. stoff. Middelerdier	44
4.	Driftsdata fra slamavvannings-stasjonen	56
5.	Undersøkelsesperiode 2. Flyktig susp. stoff i prosent av susp. stoff. Middelerdier	63
6.	Driftsdata fra slamavvannings-stasjonen	73
7.	Undersøkelsesperiode 3. Flyktig susp. stoff i prosent av susp. stoff. Middelerdier	79
I BILAG		
8/1-8/2	Undersøkelsesperiode 1. Felling med jern(III)klorid og kalk. Vannanalyser	96-97
8/3-8/4	"" "" "" Slamanalyser	98-99
9/1-9/2	Undersøkelsesperiode 2. Felling med jern(II)klorid og kalk. Vannanalyser	100-101
9/3-9/4	"" "" "" Slamanalyser	102-103
10/1-10/2	Undersøkelsesperiode 3. Felling med aluminiumsulfat. Vannanalyser	104-105
10/3-10/4	"" "" Slamanalyser	106-107

## 1. INNLEDNING

Løxa renseanlegg i Bærum er det første anlegget av noe størrelse som er bygget for mekanisk-kjemisk rensing av kommunalt avløpsvann i Norge. Anlegget ble tatt i bruk i desember 1972 og går under betegnelsen "sekundærfellingsanlegg".

Ved anlegget er det enheter for behandling av internt slam, og det er mottakerstasjon for behandling av septiktankslam.

Allerede siden man startet prosjektering av anlegget var det interesse fra Norsk institutt for vannforsknings (NIVA's) side for å utføre undersøkelser ved anlegget. Man var interessert i å få dokumentert anleggets renses effekter og økonomiske forhold ved bruk av ulike fellingskjemikalier, og man ville undersøke slamproduksjonen og de forskjellige slamtypenes egenskaper .

Ved mange anlegg som skal bygges i tiden fremover, vil man også måtte ta hånd om septiktankslam. Det ble derfor lagt vekt på å få registrert hvilken innflytelse tilførselen av septiktankslam har for belastning og drift av anlegget, og på behandlingen av anleggets interne slam.

Det ble stilt til rådighet midler fra PRA-komiteén for gjennomføring av undersøkelser ved anlegget på vann- og slamsiden. Prøvetaking, observasjoner på stedet, analysering av prøver og utarbeidelse av rapport er dekket av disse midlene, mens Bærum kommune har stått for driften av anlegget, og det som var nødvendig for å få gjennomført de forskjellige driftsalternativer.

I anledning av gjennomføring av undersøkelsene ble Statens vann- og avløpskontor (SVA), nå Statens forurensningstilsyn (SFT), kontaktet. Forslaget til selve utføringen av undersøkelsene ble også på et tidlig tidspunkt sendt SVA med søknad om tillatelse til å gjennomføre prosjektet.

SFT har på grunn av interessene som er knyttet til resipienten, de strenge krav til avløpsvannet fra renseanlegget, og følger nøye med i hva som skjer ved anlegget. Det ble ikke tillatt at anlegget ble benyttet



som forsøksanlegg i ordets egentlige betydning, eller at det ble utført undersøkelser som kunne føre til redusert renseeffekt over lengre tid. Dette var heller ikke meningen med gjennomføringen av de undersøkelser som det ble lagt opp til. Det primære var å finne fram til fellingskjemikalier og driftsrutiner ved anlegget som gav gode og sikre renseeffekter. Sekundært ville man belyse økonomiske forhold ved bruk av forskjellige fellingskjemikalier.

Undersøkelsene ved anlegget startet 7.5.1974 og pågikk med kortere og lengre avbrekk fram til 9.10.1975. Opplegget til undersøkelsene ble utarbeidet av firma C. H. Knudsen (CHK) ved siviling. A. Rosendahl. Forslaget ble presentert og godkjent av NIVA, kommunen og SVA. Siviling. A. Eikum, Ph.D. har vært saksbehandler ved NIVA. Avd.ing. Mollatt var kontaktmann i Bærum kommune. Senere har avd.ing. A. Moen, avd.ing. E. Steffensen og driftssjef K. Olsen vært hovedkontakter i kommunen. Siviling. C. Harr har stått for den daglige gjennomføringen av prosjektet hos CHK. Alle disse, og ikke minst driftsoperatørene ved anlegget med Østerud og Knutsen i spissen har ydet vesentlig bistand ved gjennomføring av prosjektet.

Hovedmengden av analyser vedrørende prosjektet er utført ved NIVA's laboratorier. Slamanalysene for spesifikk filtrermotstand og kapillær sugetid (Capillary suction time) er utført av siviling. C. Harr på laboratoriet ved anlegget.

## 2. BESKRIVELSE AV ANLEGGET

Nedbørfeltet til Løxa renseanlegg er på ca. 950 ha. Av dette er ca. 750 ha bebygget område og ca. 200 ha dyrket mark. Det bebyggete området er dels kloakkert etter fellessystemet, ca. 500 ha, og dels etter separatsystemet, ca. 250 ha. For å begrense den hydrauliske belastningen på anlegget i flomperioder er det anordnet overløp både på avskjærende ledninger og inne i anlegget. Ved undersøkelsene var det tilknyttet ca. 13000 pe. til anlegget.

Hoved-data for anlegget er som følger:

### Administrasjonen:

Byggherre:	Bærum kommune
Planlegging:	Kloakkplankontoret, Bærum kommune
Rådgiver:	Siv.ing. C.-H. Knudsen, Rådgivende ingeniører, MNIF, MRIF.
Drift:	Vann- og kloakkvesenet, Bærum kommune
Totalentreprenør:	A/S Veidekke, Haslum. Johnson Construction Company AB, Stockholm.

### Dimensjonerende tekniske data:

Antall personer	15.000 pe.
Dim.tilrenning	340 m <sup>3</sup> /h
maks. -"-	1.500 " "
maks. -"- forsed.	1.020 " "
maks. -"- ettersed.	680 " "

Septisk slam og øvrig fremmed slam:

middel	100 m <sup>3</sup> /d
maksimalt	200 " "
årlig	30.000 m <sup>3</sup> .

Oppholdstider ved  $Q_{dim}$ :

Sandfang	0,25 timer
Forsedimentering	1,3 "
Flokkulering	0,5 "
Ettersedimentering	<u>3,3 "</u>
Totalt	5,5 timer

Overflatebelastningen ved  $Q_{dim}$  regnet på brutto flate:

Sandfang	~ 10 m/h
Forsedimentering	~ 1,5 m/h
Ettersedimentering	~ 0,6 m/h

Garantert renseeffekt fra totalentreprenøren:

Reduksjon av organisk stoff ( $BOF_7$ ), min. 60 prosent.

Reduksjon av total fosfor, min. 90 prosent.

Anlegget var opprinnelig ment som et rent kalkfellingsanlegg med én silo for lesket kalk og én silo for ulesket kalk. Ulesket kalk skulle benyttes til innblanding med avvannet slam slik at man fikk varme-utvikling og dermed et hygienisk tilfredsstillende slam som sluttprodukt. Denne slambehandling har aldri vært i rutinemessig drift på grunn av støv og andre driftsproblemer.

Under innkjøringen av anlegget skjedde det et driftsuhell som bevirket at store kalkmengder ble skyllet ut i resipienten, Sandvikselva. Kalken, samt den høye pH denne forårsaket i elven, førte til laksedød. Episoden fikk stor omtale i massemedia og naturvern-organisasjonene. Konklusjonen på dette ble at SVA satte krav til utløpsvannets pH på maks. 9,0.

Man var da nødt til å se seg om etter andre fellingsmidler eller tilsette syre for å senke pH i avløpsvannet etter kalkfelling. Det ble bestemt å benytte felling med tre-verdig jernklorid i kombinasjon med kalk.

Et utdrag fra utslippstillatelsen fra Statens vann- og avløpskontor, datert 17.8.1973 lyder som følger:

"Avløpsvannet skal før det slippes ut i Sandvikselva renses i et mekanisk/kjemisk renseanlegg. Valg av fellingskjemikalier skal være godkjent av SVA. SVA har ikke innvendinger mot at kombinert kalk/jernfelling nyttes. Utslippets pH skal ligge mellom 9 og 5,5. Innholdet av biokjemisk nedbrytbare organiske stoffer i avløpsvannet fra renseanlegget skal for den del av avløpet som kan tilskrives den tilførte kloakkvannsmengde, ikke til noen tid overstige 60 mg BOD<sub>7</sub>/l, og innholdet av fosfor (totalt) skal ikke overstige 1,5 mg/l. Når eksternt slam avvannes kan disse verdier tillates økt med 50%.

Belastningen regnet i avløpsvannet fra renseanlegget skal for kloakkvannsandelen pr. døgn ikke overstige henholdsvis 1,8 kg BOD<sub>7</sub> og 0,05 kg fosfor (totalt) pr. 100 personekvivalenter tilknyttet. Dette antas å tilsvare en renseeffekt på ca. 70% m.h.t. BOD<sub>7</sub> og ca. 85% m.h.p. fosfor (totalt). Valg av parametre kan endres hvis SVA finner det hensiktsmessig."

Løxa renseanlegg kan oppdeles i enheter som tjener forskjellige funksjoner. Det består av enheter for vannbehandling og slambehandling samt lokaler for betjening av anlegget.

For beskrivelse av hvordan vann og slam føres innenfor anlegget, henvises til fig. 1 til 4. Fig. 1 viser planskisse av anlegget. Fig. 2, 3 og 4 viser flyteskjema ved henholdsvis opprinnelig tenkt drift, drift ved undersøkelsesperiode 1 og drift ved undersøkelsesperiode 2 og 3.

# PLANSKISSE -- LÖXA KLOAKKRENSEANLEGG

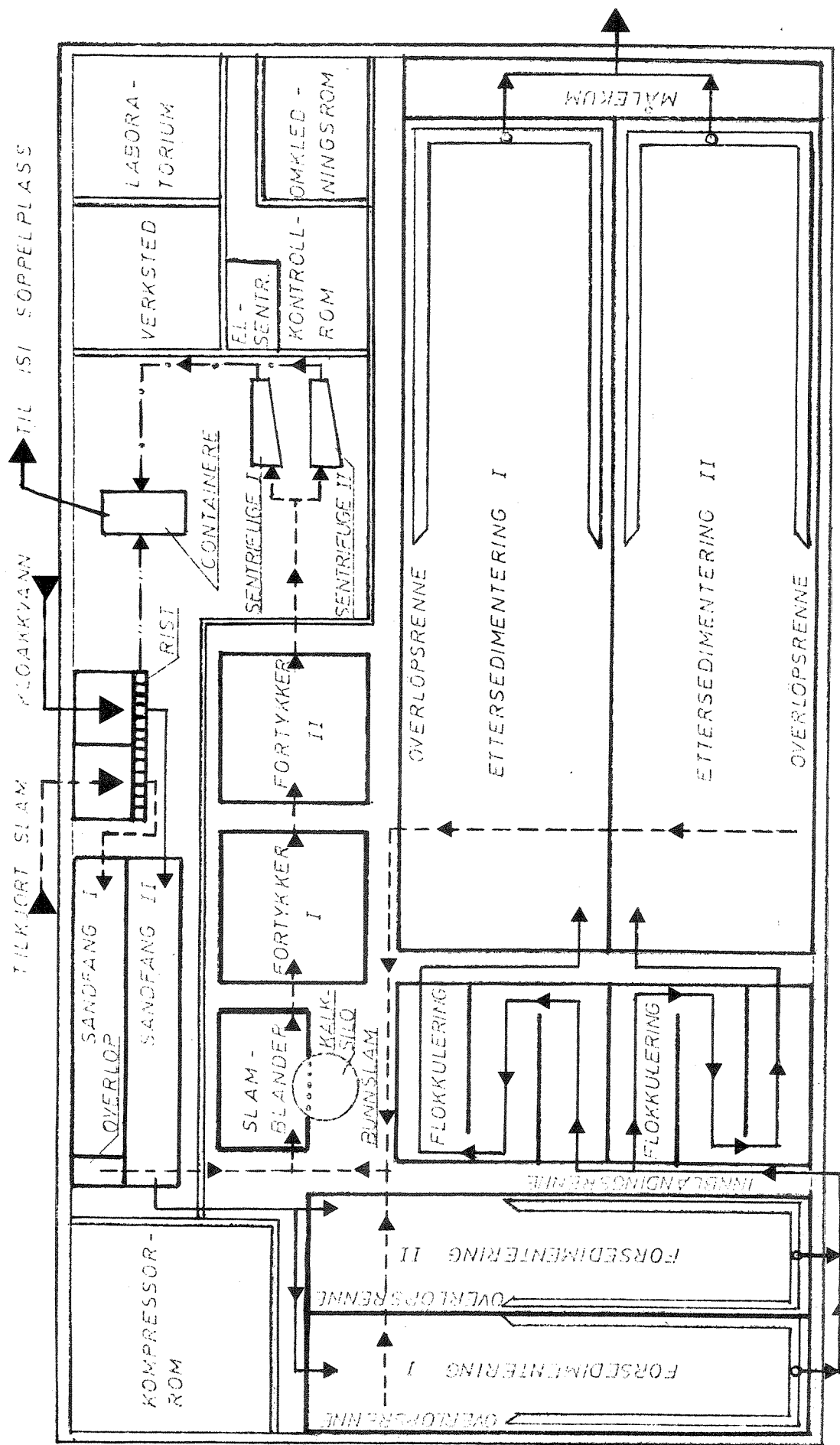


Fig. 1 Planskisse

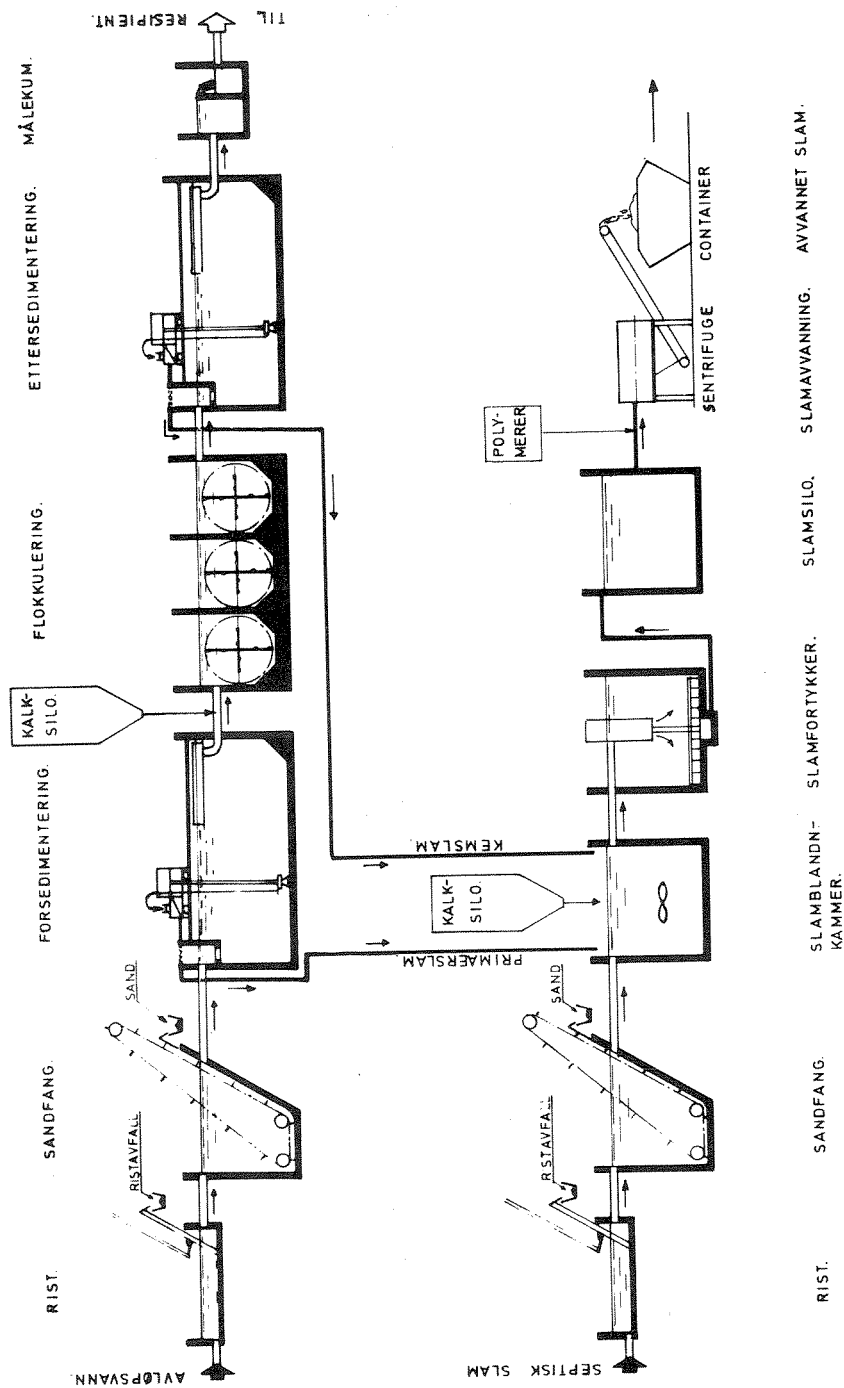


Fig. 2 Flyteskjema for den opprinnelig prosjekterte prosess

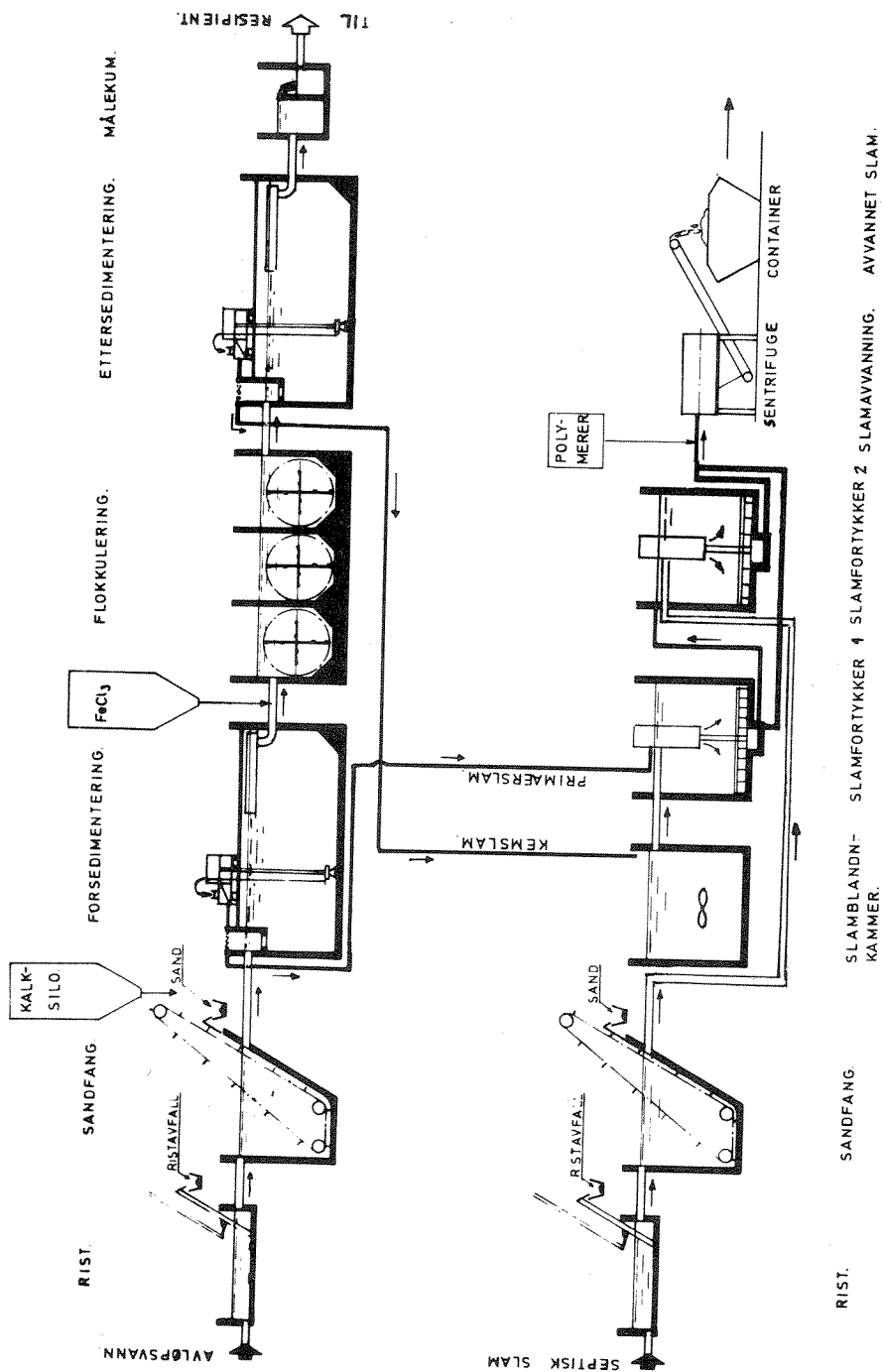


Fig. 3 Flyteskjema for undersøkelsesperiode nr. 1  
Jern (III) klorid og kalk

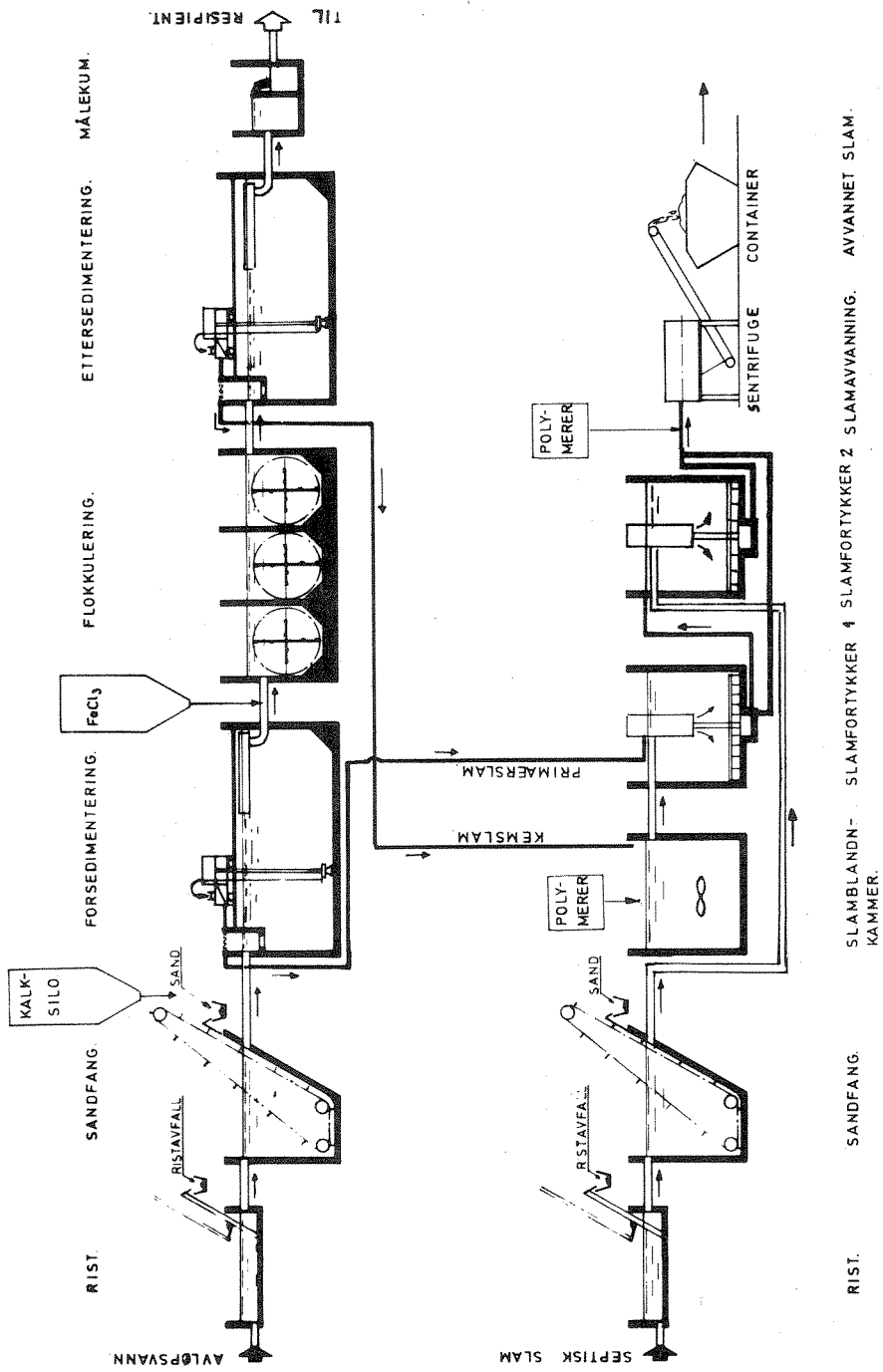


Fig. 4 Flyteskjema for undersøkelsesperiode nr. 2 og 3  
 Undersøkelsesperiode nr. 2: Jern(II)klorid og kalk  
 Undersøkelsesperiode nr. 3: Aluminiumsulfat



Vannbehandlingsdelen kan deles i enheter for mekanisk og kjemisk rensing av avløpsvannet. Enhetene for mekanisk rensing av avløpsvannet er rist, sandfang og forsedimentering. Til det kjemiske rensetrinnet hører utstyr for dosering og innblanding av kjemikalier i avløpsvannet, 3 stk. flokkuleringsbassenger i serie og sedimenteringsenhet for avskilling av kjemisk slam.

På vannsiden er anlegget delt i to parallelle linjer som hver består av de foran nevnte enheter. Enhetene er nevnt i den rekkefølge vannet passerer når det flyter gjennom anlegget fra innløp til utløp.

Anlegget har mottak for septisk slam med etterfølgende behandling i luftet sandfang.

Opplegget for slambehandling ble noe endret mellom undersøkelsesperiode 1 (felling med jernklorid og kalk) og undersøkelsesperiode 2 (felling med beisevæske og kalk). Ved undersøkelsesperiode 3 (felling med aluminiumsulfat) ble samme opplegg som ved undersøkelsesperiode 2 benyttet.

For undersøkelsesperiode 1 ble følgende slambehandling benyttet:

Mekanisk slam fra forsedimenteringsbasseng ble ført til fortykker nr. 1. Kjemisk slam fra ettersedimenteringsbasseng ble ført til slamblandekammer og videre til fortykker nr. 1, hvor det ble blandet med mekanisk slam. Fra fortykker nr. 1 ble mekanisk og kjemisk slam pumpet over til fortykker nr. 2. Til fortykker nr. 2 ble det også ført septiktankslam fra septisk sandfang. Fra fortykker nr. 2 ble fortykket blandslam pumpet opp til sentrifugene. (Det kan også pumpes til sentrifugene fra fortykker nr. 1.) Rejektvann ble ledet tilbake til innløp. Dekanteringsvann fra fortykkerne ble ledet tilbake foran forsedimentering. Flyteslam fra for- og ettersedimentering ble ledet til slamsilo og ble herfra pumpet tilbake til anleggets innløp.

For undersøkelsesperiode 2 og 3 ble det av Bærum vann- og kloakkvesen lagt om til følgende slambehandling:

Mekanisk og kjemisk slam ble ledet til slamblandekammer. Her ble polymer tilsatt for å bedre slammets sedimenteringsegenskaper. Fra slamblandekammer ble slammet pumpet over i fortykker nr. 1. Fra fortykker nr. 1 ble slammet så pumpet videre til fortykker nr. 2. Septiktankslam ble ført direkte fra septisk sandfang til fortykker nr. 2, hvor det ble blandet med slammet fra renseanlegget. Fra fortykker nr. 2 ble slammet pumpet via en Gorator til sentrifugene. (Slammet kan også pumpes til sentrifugene fra fortykker nr. 1.) Rejektvann og dekanteringsvann, samt flyteslam fra sedimenteringsbasseng gikk som tidligere.

### 3. PRØVETAKING, MÅLINGER OG ANALYSER

#### 3.1 Prøvetaking, vannsiden

Prøvetaking på vannsiden ble utført likt for alle 3 undersøkelsesperioder. Prøvesteder var ved innløp foran maskinrenset rist, etter forsedimenteringsbasseng og ved utløp etter kjemisk rensetrinn (ettersedimenteringsbasseng). Ved innløp og utløp av anlegget ble renseanleggets egne automatiske prøvetakere benyttet. Disse prøvetakerne tok prøver proporsjonalt med vannføringen ut fra anlegget.

Ved utløp av forsedimenteringsbassenget ble det plassert en peristaltisk pumpe (Multifix pumpe), styrt av tidsur. Denne prøvetakeren tok en prøve pr. fast innstilt tidsenhet. Ved undersøkelsen ble pumpen justert inn til å ta ca. 40 ml hvert 3. min.

Prøvene på vannsiden ble alltid tatt som døgnprøve. Det vil si prøvetakerne pumpet opp en prøve i en plastkanne pr. antall passerte m<sup>3</sup> avløpsvann. (Multifix pumpen pumpet opp en prøve pr. tidsenhet.) Etter ett døgns prøvetaking ble en blandprøve tatt ut av hver av de 3 plaskannene og representerte dermed 3 døgnprøver.

Det bør her bemerkes at analyseverdiene for døgnprøvene ut fra forsedimenteringsbassengene var noe for gode i forhold til de 2 andre døgnprøvene. Dette skyldes at man ikke benyttet proporsjonal-prøvetaking ut fra forsedimenteringsbassengene. Man tok da like mange prøver om natten ved lav vannføring og lavere konsentrasjoner som på dagtid.

#### 3.2 Prøvetaking, slamsiden

Prøvetakingen baserte seg på stikkprøver. Det ble tatt en stikkprøve av hver slamtype pr. prøvedøgn. Tidspunkt for prøvetakingen varierte fra kl. 09.00 til 12.00.

Prøvetakingsstedene varierte fra undersøkelsesperiode 1 til undersøkelsesperiode 2 og 3 på grunn av endringer i driften av slambehandlingen ved anlegget.

Det ble i alt tatt slamprøver fra 8 forskjellige punkter. På den måten fikk man i alt 6 prøvetakinger fra hvert prøvested og for hver undersøkelsesperiode. Fire prøver ble tatt med septiktankslam tilførsel og to uten.

Prøvetakingspunkter undersøkelsesperiode nr. 1 (Fe<sup>+++</sup> og Ca) (Se fig. 5.)

1. Mekanisk slam.

Prøven bestod av en blandprøve fra 3 forskjellige steder i forsedimenteringsbassengenes lengderetning slik at man fikk et gjennomsnitt av slamkvaliteten for hele bassenget. Dette var den mest representative prøvemethode på grunn av at slampumpen beveges og pumper slam fra bunn i hele bassenget. Prøven ble tatt i samlerennen for oppumpet slam.

2. Kjemisk slam.

Prøven ble tatt i slamblandekammeret.

3. Mekanisk + kjemisk slam.

Prøven ble tatt etter fortykking i fortykker nr. 1 ved overpumping til fortykker nr. 2.

4. Septiktankslam.

Prøven ble tatt i luftet sandfang for septiktankslam. På den måten fikk man prøve av den kvalitet som gikk inn i den videre behandling i anlegget.

5. Slam til sentrifugen.

Prøven ble tatt ved overpumping fra bunn i slamfortykker nr. 2 til sentrifugene.

6. Dekanteringsvann fra fortykker.

Prøven ble tatt i overflaten av en av fortykkerne. På grunn av anleggets driftsmåte var den ene slamfortykker tappet ned ved prøvetaking om formiddagen.

7. Rejektvann fra sentrifuger. Prøven ble tatt som en blandprøve av de to sentrifugers rejeckt vann. Prøvested var rejeckt vanns-uttak rett under sentrifugene.

8. Slamkake.

Prøven ble tatt fra transportbånd eller slamutkaster.

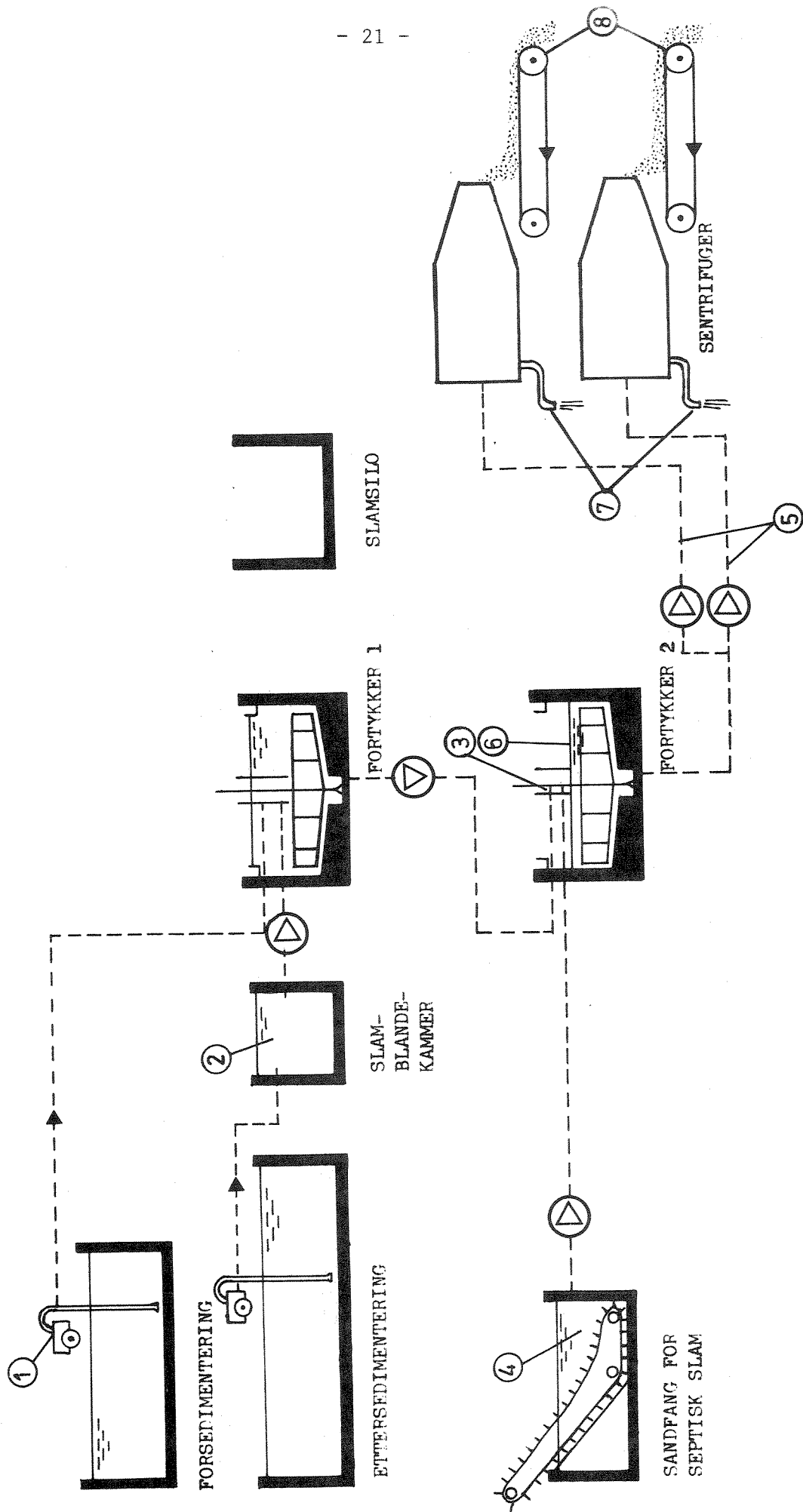


Fig. 5 Prøvetakingspunkter på slamsiden  
Undersøkellesperiode nr. 1. Felling med jern(III)klorid og kalk

Prøvetakingspunkter undersøkelsesperiode nr. 2 og 3. (Se fig. 6.)

Man benyttet samme prøvetakingsmetode som under undersøkelsesperiode nr. 1. Driftsforholdene på slamsiden var imidlertid endret.

Primærslam og kjemisk slam ble nå blandet i slamblandekammeret. Her ble også tilsatt polymer av samme type som ble benyttet på sentrifugene.

Fortykkeregenskapene ble på denne måten forbedret. Blandslammet ble pumpet over til fortykker nr. 1 og derfra til fortykker nr. 2 hvor septiktankslam ble tilført fra sandfanget. Mellom fortykker nr. 2 og slampumpene til sentrifugene var det montert en Gorator som malte opp slammet før det ble pumpet til sentrifugering.

Prøvetakingspunkter:

1. Primærslam.  
Som for undersøkelsesperiode nr. 1.
2. Kjemisk slam.  
Prøvene ble tatt i samlerennen etter oppumping når traversvognen stod på det sted man antok at slamteppet var tykkest, dvs. ca. 1/3 av bassenglengden fra innløpet.
3. Mekanisk + kjemisk slam.  
Prøven ble tatt i slamblandekammeret.
4. Septiktankslam.  
Som undersøkelsesperiode nr. 1.
5. Slam til sentrifugene.  
Som undersøkelsesperiode nr. 1.
6. Dekanteringsvann fra fortykker.  
Som undersøkelsesperiode nr. 1.
7. Rejektvann fra sentrifuger.  
Som undersøkelsesperiode nr. 1.
8. Slamkake.  
Som undersøkelsesperiode nr. 1.

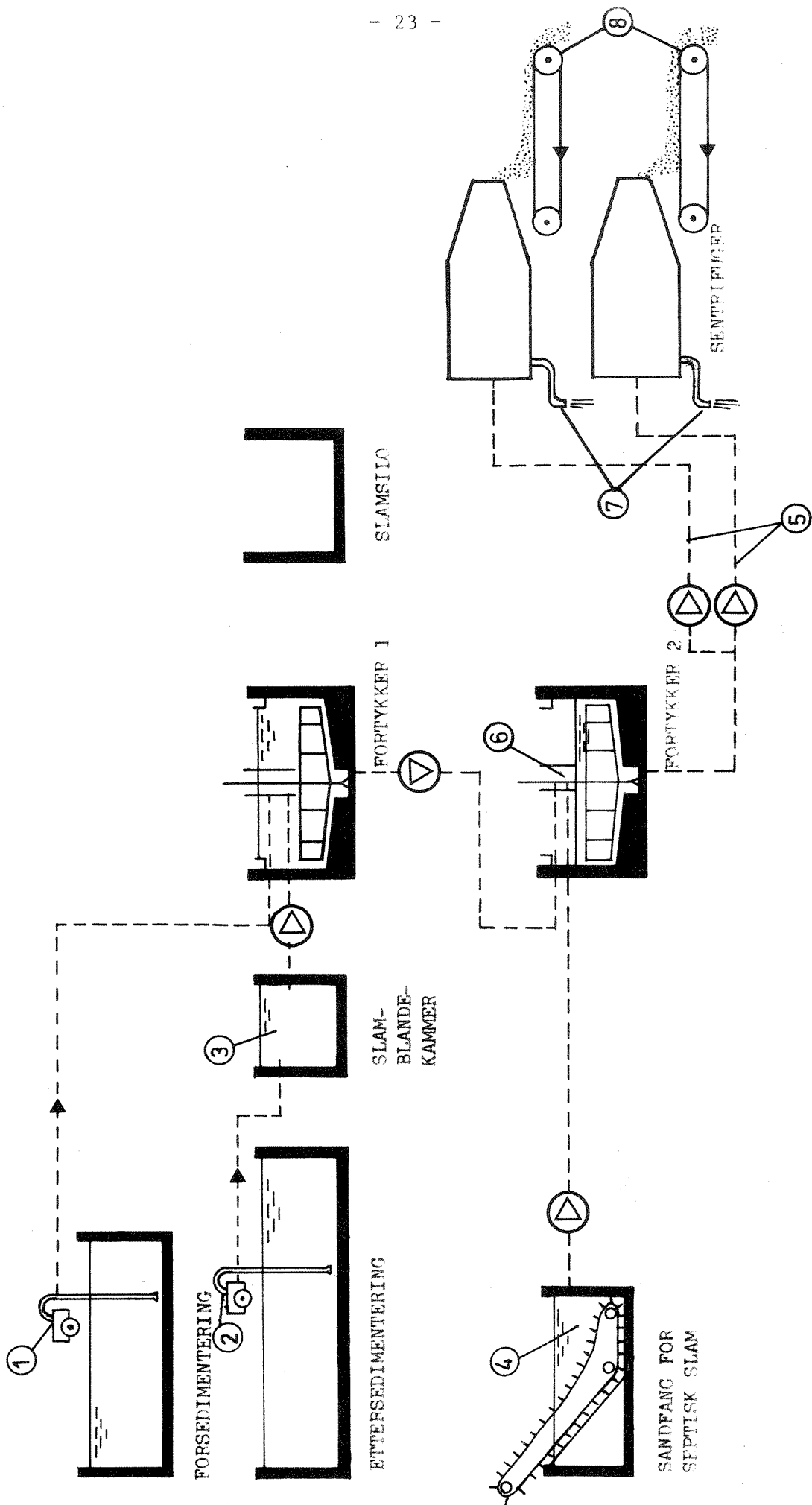


Fig. 6 Prøvetakingspunkter på slamsiden. Undersøelsesperiode nr. 2 og 3  
Undersøelsesperiode nr 2: Jern(II)klorid og kalk  
Undersøelsesperiode nr.3: Aluminiumsulfat

### 3.3 Målinger og analyser

Alle analyseparametre og alle typer vann eller slam som ble analysert, går fram av tabell 1.

Foruten de parametre som fremkommer i tabell 1, gjorde man seg også nytte av de rutinesjekker som daglig ble utført av driftsoperatørene ved anlegget. Disse rutinemålinger var som følger:

- Vannføring kl. 09.00 (m<sup>3</sup>/h)
- Vannmengde (m<sup>3</sup>/d)
- Vannmengde overløp (m<sup>3</sup>/d)
- Tilkjørte ekstern-slammengder (m<sup>3</sup>/d)
- Timeteller sentrifuge (h)
- Fellingsmiddel (g/m<sup>3</sup>)
- Kalk (g/m<sup>3</sup>)
- Temperatur kloakk inn/ut (°C)
- Siktedyp ettersedimentering (cm)
- pH innløp (kl. 09.00)
- " forsedimentering (kl. 09.00)
- " flokkulering (kl. 09.00)
- " Utløp (kl. 09.00)
- " Septiktankslam (kl. 09.00)

pH, CST, spesifikk filtrermotstand, slamvolum og tørrstoff konsentrasjon i slamkaken ble målt ved laboratoriet på Løxa renseanlegg. Øvrige analyser ble utført på NIVA's laboratorier.



Tabell 1. Vann- og slamanalyser.

Parameter	Vann			Slam							
	Tilløp	Utløp forsedim.	Utløp	Slamvann	Rejektvann	Septik	Mekanisk slam	Kjemisk slam	Mek. og kjem. slam	Slam sentrifuge	Slamkake
Biologisk oksygenforbruk BOF <sub>7</sub>	x	x	x	x	x						
Kjemisk -"- KOF	x	x	x	x	x						
Totalt fosfor Tot-P	x	x	x	x	x	x	x	x			
Ortofosfat PO <sub>4</sub> <sup>-P</sup>	x	x	x	x	x						
Suspendert stoff SS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gløderest SSGR	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Bundet og fri ammonium, BFA nitrogen BFAN	x	x	x	x	x	x	x	x			
Alkalitet ALK	x	x	x								
Jern Fe	x	x	x								
Kalsium Ca	x	x	x								
Aluminium Al	x	x	x								
pH	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
Kapillær sugetid CST						x	x	x	x	x	
Spesifikk filtrermotstand r						x	x	x	x	x	
Slamvolum SV						x	x	x	x	x	

#### 4. OVERSIKT OVER UNDERSØKELSESPERIODENE

##### 4.1 Generelt

Hensikten med undersøkelsene var å undersøke forskjellige fellingsmidler i full skala ved ett og samme anlegg. Samtidig kunne man undersøke hvorledes slambehandling og slamkarakteristika endret seg med ulike fellingsmidler. Resultatene vurderes mot hverandre teknisk og med hensyn til økonomisk drift.

Undersøkelsen ble delt i 3 perioder. Hver periode ble igjen delt i to, en delperiode med tilførsel av eksternt slam og en delperiode uten tilførsel av eksternt slam.

Før hver prøveserie kjørte man inn anlegget minst en uke i den hensikt å oppnå stabile forhold. Likeledes sluttet man å tilføre septiktankslam en uke før man startet prøvetaking uten tilførsel av septiktankslam.

Hver undersøkelsesperiode ble gjennomført med uttak av 6 døgnprøver fra innløp, avløp mekanisk rensetrinn og avløp kjemisk rensetrinn, dvs. 6 døgnprøver fra hvert prøvested. Samtidig ble det tatt 6 prøver som stikkprøver fra alle prøvepunkter på slamsiden.

##### 4.2 Undersøkelsesperiode nr. 1

Anlegget ble drevet med jernklorid (Ferriflock II,  $\text{Fe}^{3+}$ , fra EKA) og kalk. Disse fellingsmidler ble benyttet etter oppstartning av anlegget, og en har fortsatt med denne kombinasjon etter at undersøkelsene ble avsluttet.

Datoer for prøvetaking:

Med tilførsel av septiktankslam:	Tirsdag	7.5.74
	onsdag	8.5.74
	mandag	13.5.74
	onsdag	15.5.74.
Uten tilførsel av septiktankslam:	Tirsdag	21.5.74
	onsdag	22.5.74.

#### 4.3 Undersøkelsesperiode nr. 2

Anlegget ble drevet med beisevæske fra Elkem-Spigerverket A/S (jernklorid,  $\text{Fe}^{2+}$ ) og kalk.

Doseringen av disse fellingsmidler startet opp 1.3.75 og gikk med enkelte avbrekk fram til 12.4.75. For komplettering av resultatene ble det kjørt en ny periode fra 1.10. til og med 9.10.75.

Datoer for prøvetaking:

Med tilførsel av septiktankslam:	Fredag	14.3.75
	onsdag	19.3.75
	torsdag	20.3.75
Uten tilførsel av septiktankslam:	Fredag	11.4.75
	lørdag	12.4.75.
	onsdag	8.10.75
	torsdag	9.10.75.

#### 4.4 Undersøkelsesperiode nr. 3

Anlegget ble kjørt med aluminiumsulfat fra Lysaker Kemiske Fabrik.

Doseringen av dette fellingsmiddel ble startet 4.6.75 og avsluttet ca. 30.6.75.

Datoer for prøvetaking:

Med tilførsel av septiktankslam:	Torsdag	12.6.75
	fredag	13.6.75
	torsdag	19.6.75
	fredag	20.6.75.
Uten tilførsel av septiktankslam:	torsdag	26.6.75.

I det etterfølgende gis en utførlig beskrivelse av hver enkelt undersøkelsesperiode med belastningsforhold, generelle driftsforhold og vurdering av resultater. Data av spesiell interesse er tatt med i teksten. Alle analyser som er utført samt beregnede verdier, er ført opp tabellarisk og presentert samlet i bilagene.

## 5. UNDERSØKELSESPERIODE 1, FELLING MED TRE-VERDIG JERN OG KALK

Undersøkelsen ble gjennomført i tiden 7.5.74 til 22.5.74. Anlegget ble drevet rutinemessig på samme måte som før undersøkelsene startet.

### 5.1 Vannsid

#### 5.1.1 Fellingsmiddel og doseringsutstyr

Fellingsmiddelet som ble benyttet, var jernklorid og kalk. Jernklorid ble levert som Ferriflock II fra EKA fabrikker i Sverige.

Ferriflock II leveres som oppløsning og har følgende sammensetning:

FeCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O	ca.	68%
Jern, Fe		14%
derav i tre-verdig form	>	98%
Fri syre	<	0,5%
Fri klor	<	0,01%
Tetthet		1,4 g/cm <sup>3</sup> .

Ferriflock II er praktisk talt fri for uoppløste forurensninger. Oppløsningen er meget korrosiv og krever at alt doseringsutstyr som kommer i berøring med væsken, skal være av syrebestandig plast.

Pris pr. tonn oppløsning levert på Løxa var kr. 744.- inkl. merverdiavgift.

Ferriflock II ble lagret i to plasttanker utenfor anlegget. Fra tankene ble væsken ført med selvføll til et lite kar med konstant nivå, og herfra ble fellingskjemikaliet pumpet til doseringspunktet ved hjelp av membranpumpe. (Se fig. 7.)

Doseringspunkt var i luftet kanal foran inngang til flokkuleringskamrene. Luftingen var relativt intens og tjente som hurtiginnblanding av fellingsmiddelet.

Kalk som ble benyttet, var kalkhydrat, Ca(OH)<sub>2</sub>, levert som pulver fra Mjøndalen kalkfabrikk. Pris pr. tonn kalk var kr. 318.-.

Kalken ble lagret i silo og skrudd ut med transportskrue til en beholder hvor kalken blandes med vann til en oppslemming ved hjelp av en hurtig-mixer. Beholderen er bygget inn i et skap. Kalkstøv fra skapet blir suget ut og ført under vannstand i sandfanget. Vann tilføres oppløser-tanken med konstant mengde pr. tidsenhet. Det medfører at oppslemmingens konsentrasjon varierer etter hvor mye kalk som doseres. Kalken ble tilsatt i slutten av lufttet sandfang. (For kalkdosering se fig. 8.)

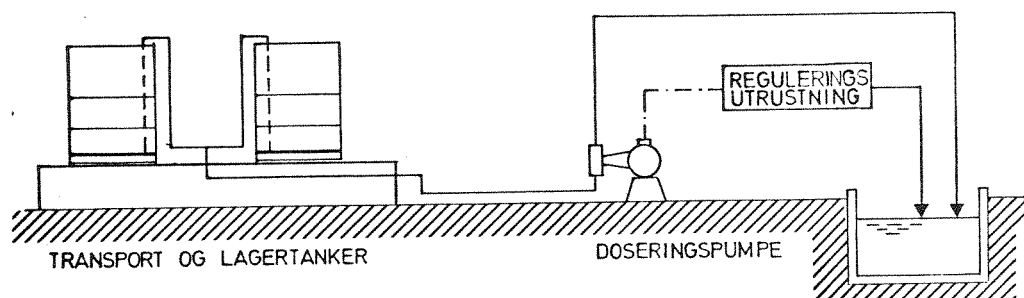


Fig. 7. Prinsipp for dosering av Ferriflock II

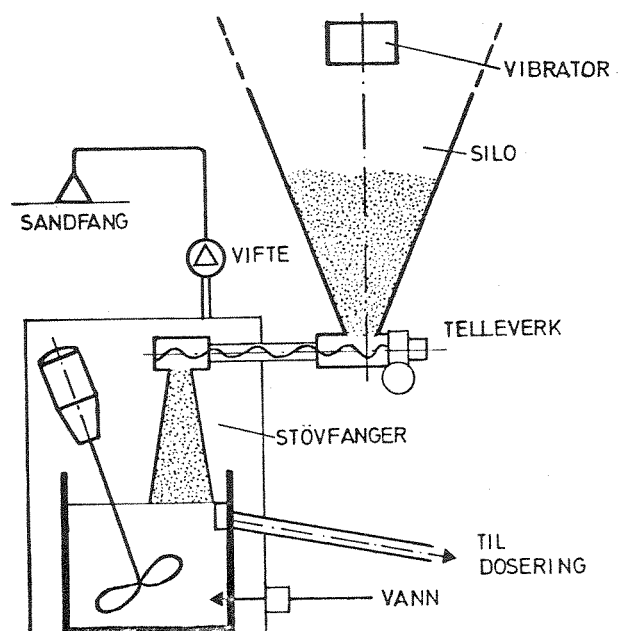


Fig. 8. Prinsipp for dosering av kalk.

### 5.1.2 Fellingsprosess og teori

Kalk ble dosert til vannfasen i sandfang foran forsedimentering for å høyne pH til ca. 10. Kalkdoseringen ble styrt etter pH og lå på ca. 120 g/m<sup>3</sup>. Deretter, i luftet kanal foran flokkuleringsbasseng, ble Ferriflock II dosert, ca. 25-35 g Fe<sup>3+</sup>/m<sup>3</sup> avløpsvann. Dette tilsvarer 127-180 ml/m<sup>3</sup> av oppløsningen Ferriflock II. Ferriflock-doseringen ble styrt utelukkende av vannmengden ut av anlegget. Ved Ferriflock II doseringen ble pH brakt ned til ca. 9,0.

Tre-verdig jernklorid har også et virksomt pH-område ved 4,0-6,0. pH 9,0 ble valgt av hensyn til resipienten, av korrosjonshensyn, og fordi man ønsket å beholde kalkdosering ved anlegget med tanke på slambehandling.

Fosfor foreligger i flere former i avløpsvannet, i oppløsning, i kolloidal form og i partikulært materiale. Det er usikkerhet om detaljene vedrørende hva som egentlig skjer ved fjerning av fosfor fra avløpsvann ved kjemisk felling. En rekke kjemiske og kjemisk/fysiske reaksjoner og prosesser vil finne sted. De viktigste direkte kjemiske reaksjonene som skjer ved kombinert felling med tre-verdig jern og kalk, er følgende:

1. Kalsium-ioner reagerer med fosfat-ioner og danner tungt løselige kalsiumfosfater. (apatitt). En tilnærmet kjemisk likning for denne reaksjon kan skrives slik:

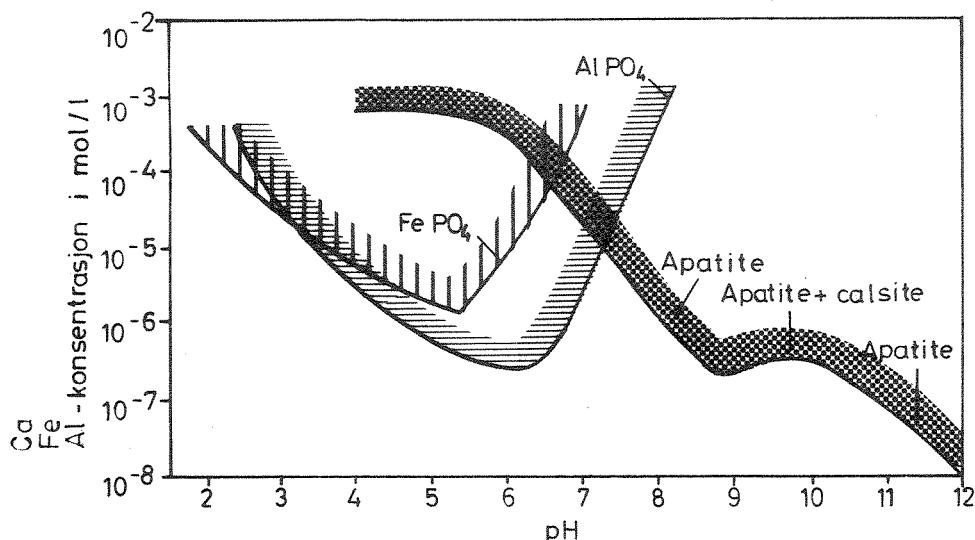


Fig. 9. Løslighetsdiagram over aluminiumfosfat, jernfosfat og kalsiumfosfat. (Apatite.)

2. Ved pH 9 er det optimale området for dannelse av jernhydroksyder ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Hydroksydene har gel-konsistens, og partikler i vannet adsorberes til hydroksydpartiklene. Denne adsorpsjonsprosessen er også hjulpet av at avløpsvannet ved tilsetning av positive ioner ( $\text{Fe}^{+++}$ ) blir destabilisert, dvs. at partiklene nøytraliseres i forhold til hverandre. Den kjemiske reaksjon for dannelse av jernhydroksyd av tre-verdig jern kan skrives slik:

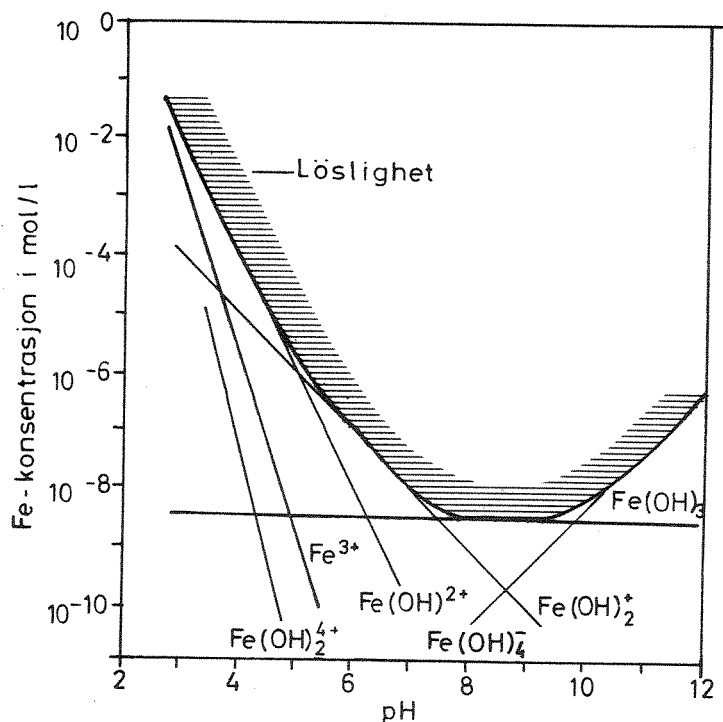
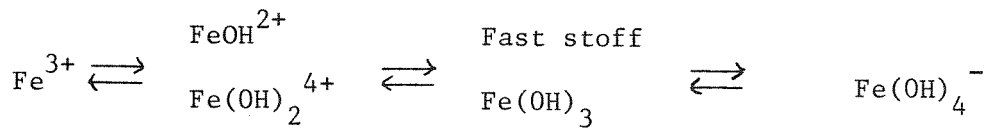


Fig. 10. Løslighetsdiagram over jernhydroksyder

Ved kombinert felling med jernklorid og kalk vil jernkloriden være det viktigste fellingsmiddel, men kalken er også virksom idet den både bringer pH til optimal verdi og reagerer med avløpsvannets oppløste fosfatinnhold.

### 5.1.3 Driftsresultater vannsiden

Alle analyser på vannsiden fra undersøkelsesperiode 1 er satt opp i tabell 7.1 og 7.2 i bilaget.

Middelvannføringen under undersøkelsesperioden var  $128 \text{ m}^3/\text{h}$ . Vannføring på anlegget kl. 09.00 i prøvedøgnene lå i middel på  $177 \text{ m}^3/\text{h}$ .

I perioden med tilførsel av septiktankslam ble det den 7.5. og 8.5. tilført  $51 \text{ m}^3/\text{døgn}$  septiktankslam til anlegget. Den 13.5. og 15.5. ble det tilkjørt henholdsvis  $159 \text{ m}^3/\text{d}$  og  $133 \text{ m}^3/\text{d}$  septiktankslam.

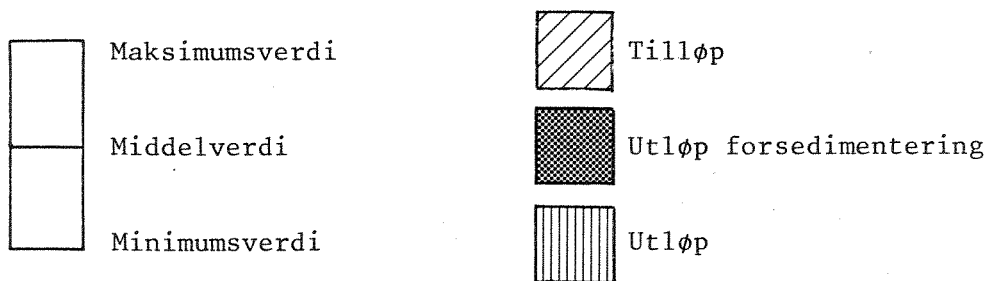
Kjemikaliedoseringen av Ferriflock II og kalk ble ikke forandret fra perioden med tilførsel av septiktankslam til perioden uten tilførsel av septiktankslam. Dosering av Ferriflock II var i middel:  $26,7 \text{ g Fe}^{++}/\text{m}^3$ ,

$\sim 136 \text{ ml Ferriflock II}/\text{m}^3$

Dosering av kalk var i middel:  $124 \text{ g Ca}/\text{m}^3$ .

pH middel: Innløp  $8,0$   
Utløp forsedimentering  $9,7$   
Utløp ettersedimentering  $9,0$ .

I etterfølgende stolpediagrammer er variasjonsområdet med maksimum-, minimum- og middelveier for de viktigste parametre fra undersøkelsesperiode 1 med og uten septik tilførsel satt opp.



m/s = med tilførsel av septiktankslam  
u/s = uten tilførsel av septiktankslam.



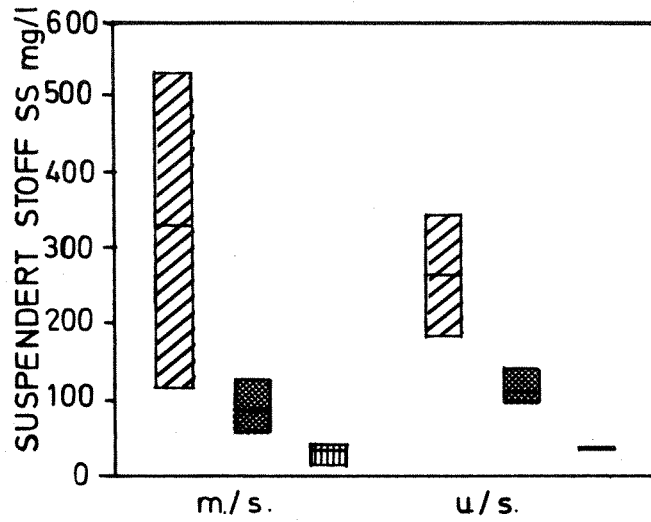


Diagram 1. Undersøkellesperiode nr. 1  
Suspendert stoff

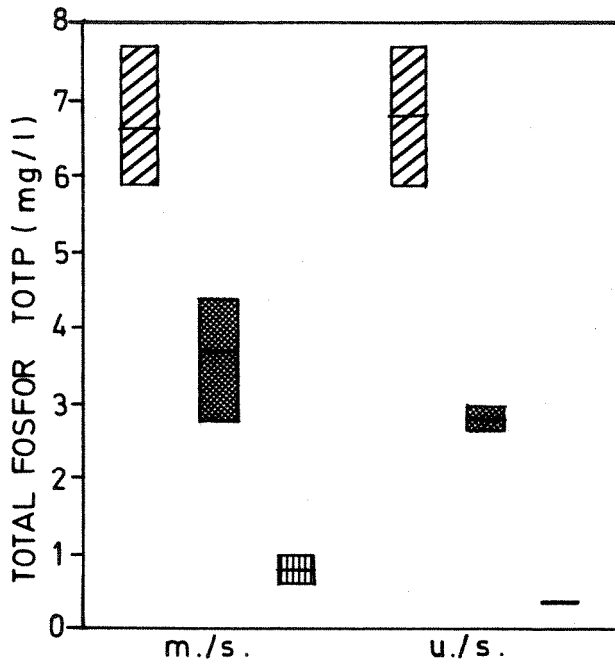


Diagram 2. Undersøkellesperiode nr. 1  
Total fosfor

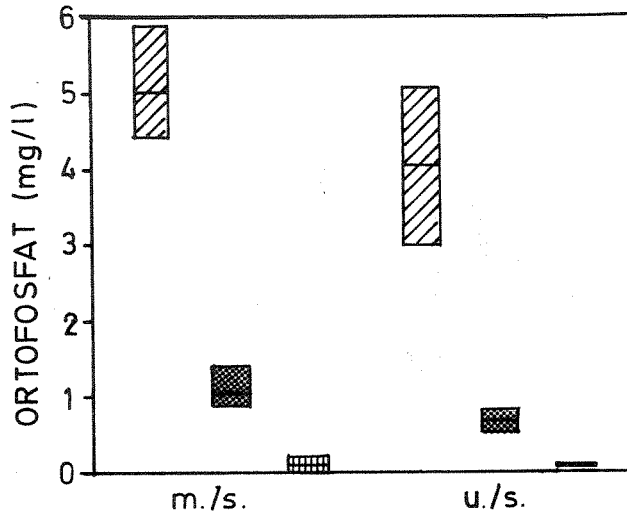


Diagram 3. Undersøkelseperioden nr. 1  
Ortofosfat

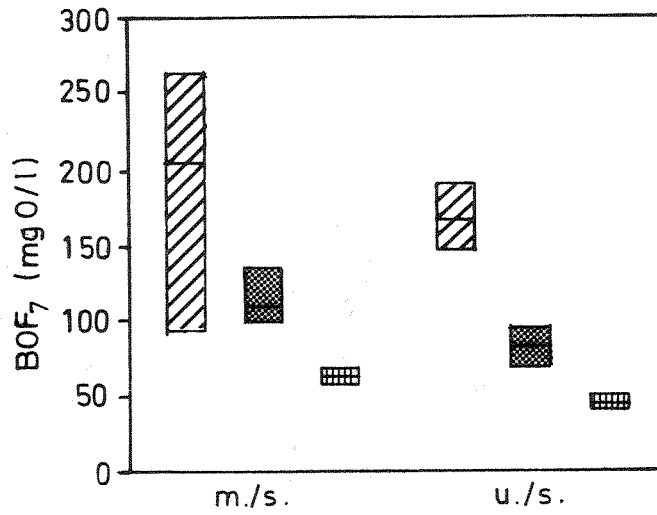


Diagram 4. Undersøkelseperiode nr. 1  
BOF<sub>7</sub>

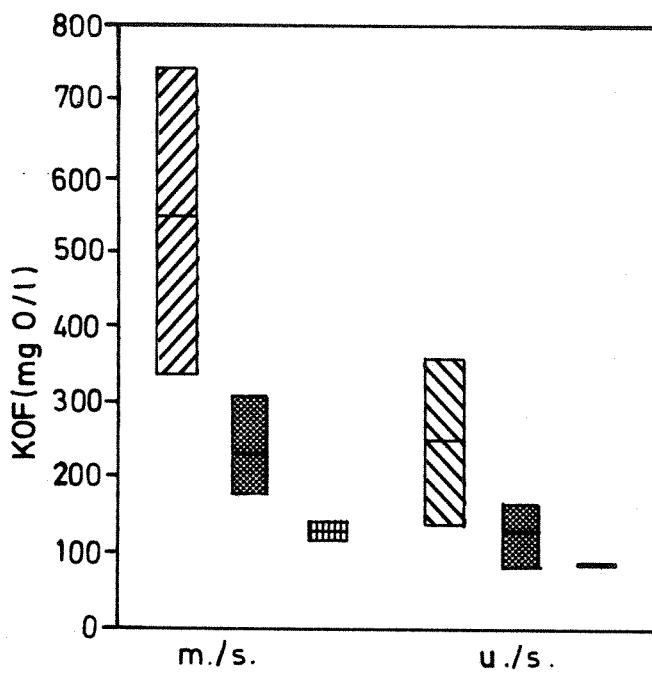


Diagram 5. Undersøkkelsesperiode nr. 1  
KOF

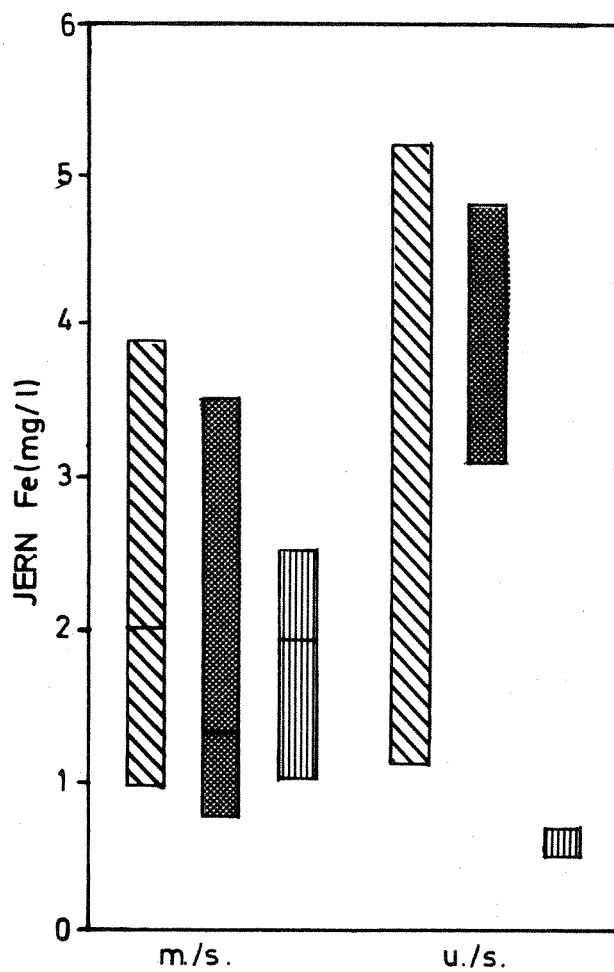


Diagram 6. Undersøkkelsesperiode nr. 1  
Jern

Det er ikke tegnet opp diagrammer for kalsium innholdet, nitrogen innholdet samt gløderest. For disse parametre henvises til bilagene hvor enkeltverdiene er stilt opp.

Kalsium innholdet i vannet viser en økning fra innløp til utløp. Verdien ligger på 52 mg Ca/l uten tilførsel av septiktankslam og 57 mg Ca/l med tilførsel av septiktankslam.

Nitrogen reduksjonen i anlegget var normal (17-25%), og det var ingen signifikant forskjell med og uten tilførsel av septiktankslam.

Innholdet av gløderest i utløpet ligger på 1-10 mg/l hvor de lavere verdier er i perioden med tilførsel av septiktankslam.

Siktedypet ble målt hvert dag kl. 09.00 med følgende resultater under prøvedøgnene:

<u>Dato:</u>	<u>Siktedyp i cm:</u>	
7.5.	50	} Med tilførsel av septiktankslam
8.5.	56	
13.5.	70	
15.5.	70	
<hr/>		
21.5.	100	} Uten tilførsel av septiktankslam
22.5.	140.	

Siktedypet holdt seg relativt konstant på dagtid.

#### - Diskusjon av resultatene på innløp (råkloakken)

BOF<sub>7</sub> analysene viser som middelerdi 197 mg O<sub>2</sub>/l med septik - og 166 mg O<sub>2</sub>/l uten tilførsel av septiktankslam. På døgnprøve basis hadde ikke rejektivannsbelastning på innløpet noen stor effekt.

Forholdet mellom BOF<sub>7</sub> og KOF er ca. 0,7 uten tilførsel av septiktankslam og ca. 0,4 med tilførsel av septiktankslam. Disse verdier anses normale for kommunalt avløpsvann. Begge oksygenforbruk-analysene på døgnprøve basis viser en økt konsentrasjon i innløpsvannet med rejektivanns-belastning, men dette dempes meget på grunn av døgnutjevningen.

Det samme er tilfellet med suspendert stoff. Flyktig suspendert stoff viser derimot ingen forskjell. Råkkloakkens innhold av suspendert stoff må betraktes som relativt høyt for kommunalt spillvann. Middelveidien var 332 mg/l med tilførsel av septiktankslam og 260 mg/l uten tilførsel av septiktankslam.

De øvrige parametre som ble analysert, viser vanlige konsentrasjoner for kommunalt avløpsvann og ingen signifikant forskjell på døgnprøvene med og uten tilførsel av septiktankslam. Parametrene er total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, alkalitet, pH, jern, kalsium og aluminium.

#### - Diskusjon av resultatene for utløp fra forsedimentering

Det er interessant å merke seg den store ortofosfat-reduksjonen man har over det mekaniske rensetrinnet. Renseeffekten ligger på over 80%. Dette må skyldes kalkdoseringen som skjer allerede i sandfanget. pH heves til ca. 10,0, og dermed skjer kalsiumfosfat-utfellingen (apatitt) i forsedimenteringsbassenget. Man merker seg at reduksjonen først og fremst gjelder løst fosfor (ortofosfat). Reduksjonen av total fosfor er også stor (ca. 45 prosent med og 59 prosent uten tilførsel av septiktankslam, men ikke av samme størrelsesorden.

Resultatene for øvrige komponenter skiller seg ikke fra det som er vanlig ved mekanisk rensetrinn i kloakkrenseanlegg.

Ved vurdering av resultatene må en ha i tankene den usikkerhet som prøvetakingen innebærer.

#### - Diskusjon av resultatene for utløpsvannet

Alle parametre unntatt suspendert stoff og gløderest viser bedre resultater uten tilførsel av septiktankslam enn med tilførsel av septiktankslam. Til tross for at den negative innvirkning av slamvann og rejektivann dempes ved døgnprøvetakingen, viser altså resultatene forskjell med og uten tilførsel av septiktankslam.

Innholdet av suspendert stoff viser liten forskjell med og uten tilførsel av septiktankslam.

Utslippstillatelsens krav tilfredsstilles med god margin når det gjelder fosforverdier.

BOF<sub>7</sub>-verdiene er også under kravene, men ligger mer opp til disse.

	<u>Krav:</u>	<u>Oppnådd midlere verdi:</u>
Total fosfor	1,5 mg P/l uten septik	0,3 mg P/l
	2,25 mg P/l med "	0,7 mg P/l
BOF <sub>7</sub>	60 mg O <sub>2</sub> /l uten "	46,8 mg O <sub>2</sub> /l
	90 mg O <sub>2</sub> /l med "	61,3 mg O <sub>2</sub> /l
	<u>Oppnådd midlere renseeffekt:</u>	
Total fosfor	95,6% uten septik	
	89,3% med "	
BOF <sub>7</sub>	71,8% uten "	
	68,9% med "	

#### 5.1.4 Driftsproblemer på vannsiden

Siden dette var den situasjon anlegget til daglig ble drevet under, var de fleste større driftsulemper tatt hånd om tidligere. Det var likevel en del problemer med automatikken for doseringspumpen for jernklorid. Spesielt var det problemer med å få pumpen til å følge vannmengdemålingen proporsjonalt.

Overstyringsmekanismen for pH som automatisk skal styre pH-verdien inn mot optimum mellom 2 grenseverdier, var ikke i funksjon. Alle pH-verdier (innløp, flokkulering og utløp) hadde allikevel et godt rettlinjert forløp.

Ved påfylling av kalksiloen skjedde det enkelte ganger at kalken "fluidiserte" og fløt ut gjennom den åpne doseringsskruen og oversvømte kalkdoseringstanken. Dette medførte overdosering av kalk til sandfang, og alarm gikk for høy pH.

Pumpene på slamskraperovoggen i forsedimenteringsbassenget var for dårlige. De suget ikke slammet skikkelig opp fra bunn.

Prøvetakeren på innløp hadde en tendens til å tette seg. Den tålte ikke å gå kontinuerlig mer enn ett døgn av gangen før man måtte rengjøre den skikkelig.

## 5.2 Slamsiden

### 5.2.1 Generelt

I kapittel 3 står det hvilke analyser som er utført på de ulike slamtyper, samt hvilke prøvetakingspunkter som ble benyttet for hver slamtype.

Slammengder ble beregnet ut fra overpumpet slam fra sedimenteringsbasseng og slamfortykkere. Man kjente slampumpenes kapasitet, og pumpene var utstyrt med timetellere slik at det var enkelt å regne ut slammengder overført pr. døgn fra ett behandlingstrinn til det neste.

Den 7.5. og 8.5. stod slamskrapene i forsedimenteringsbassenget på grunn av vanskeligheter med automatikken. Den 21.5. og 22.5. var det for lite slam i anlegget til at man ønsket å kjøre sentrifugene.

Sentrifugene har en kapasitet hver på  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  og ble kjørt i 6,5 time pr. dag. Det ble benyttet polymer av type Hercofloc 829. Polymer ble tilsatt inne i sentrifugen i  $1 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$  oppløsning.

### 5.2.2 Driftsresultater slamsiden

Alle data er satt opp i tabell 7.3 i bilagene.

Tabell 2. Driftsdata slamavvanningsstasjonen.

		7.5.	8.5.	13.5.	15.5.
Sentrifugert slam	$\text{m}^3/\text{d}$	190	190	190	190
Tørrstoff slamkake	%	19,1	20,1	21,4	21,8
Polymer-oppløsning dosert	$\text{m}^3/\text{d}$	7,8	7,8	7,8	7,8
Polymer-forbruk pr. $\text{m}^3$ sentrifugert slam	$\text{g}/\text{m}^3$	123	123	123	123
Mengde slamkake	$\text{m}^3/\text{d}$	27,3	17,3	16,9	35,3
Mengde rejektivann	$\text{m}^3/\text{d}$	170	180,5	180,9	162,5
Gjenvinningsgrad	%	99,4	~100	89,8	97,9
Vannføring kl. 09.00	$\text{Q m}^3/\text{h}$	150	150	170	180
Tilførsel av rejekt i prosent av innløp. Basert på vannmengde kl. 09.00	%	21	22,7	19,5	16,1

Det gjøres oppmerksom på at alle tørrstoffanalyser baserer seg på stikkprøver slik at driftsdataene for sentrifugeanlegget gjenspeiler situasjonen innenfor et lite tidsintervall. Dataene representerer derfor ikke gjennomsnittsverdier over hele den tid i døgnet sentrifugene var i drift.

I etterfølgende stolpediagram er variasjonsområdet (maksimums- og minimumsverdier) for alle slamtyper satt opp, samt middelveidene for de viktigste parametrene fra undersøkelsesperiode 1, med og uten tilførsel av septiktankslam.

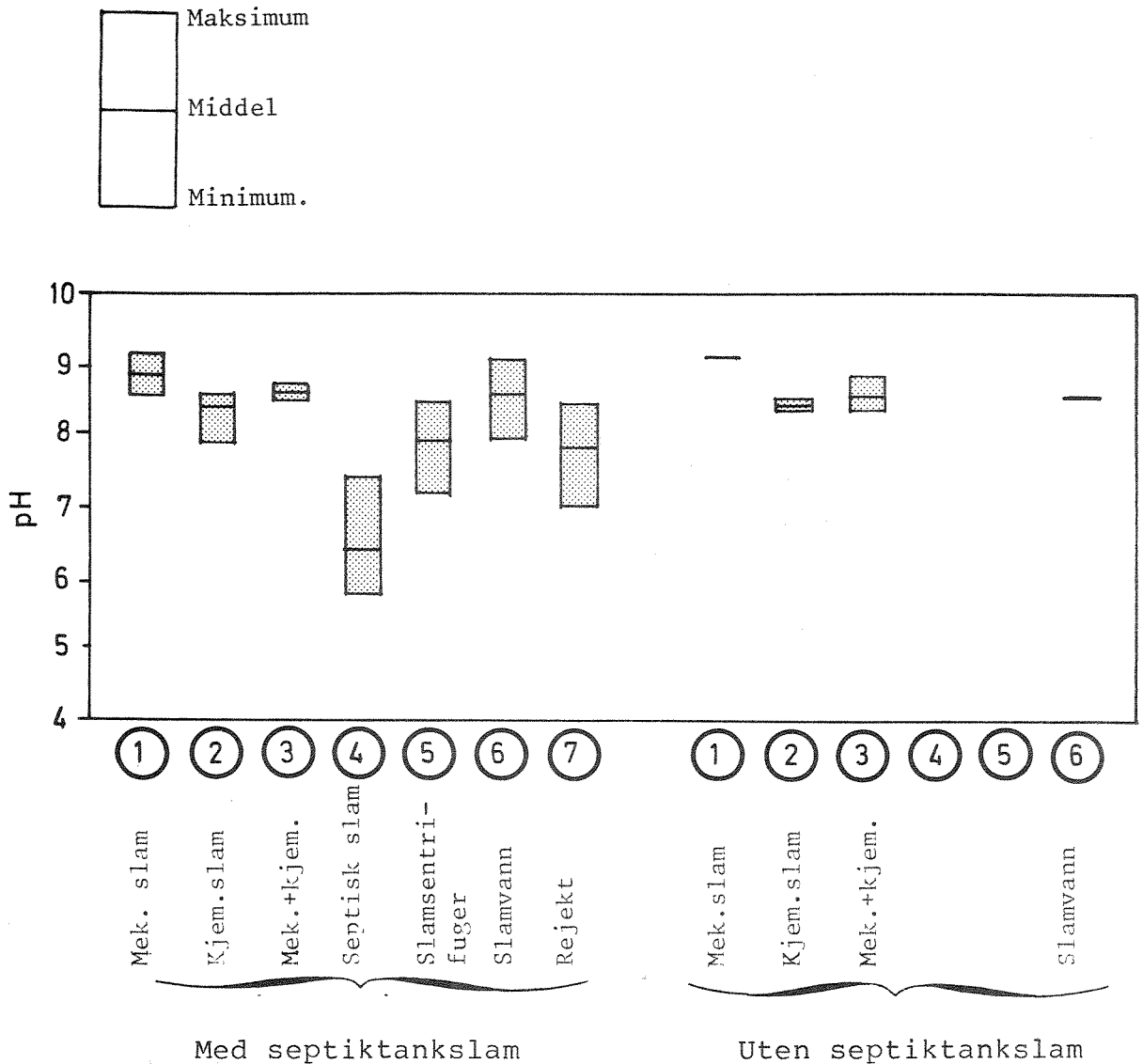


Diagram 7. Undersøkelsesperiode nr. 1  
pH-verdier i slam



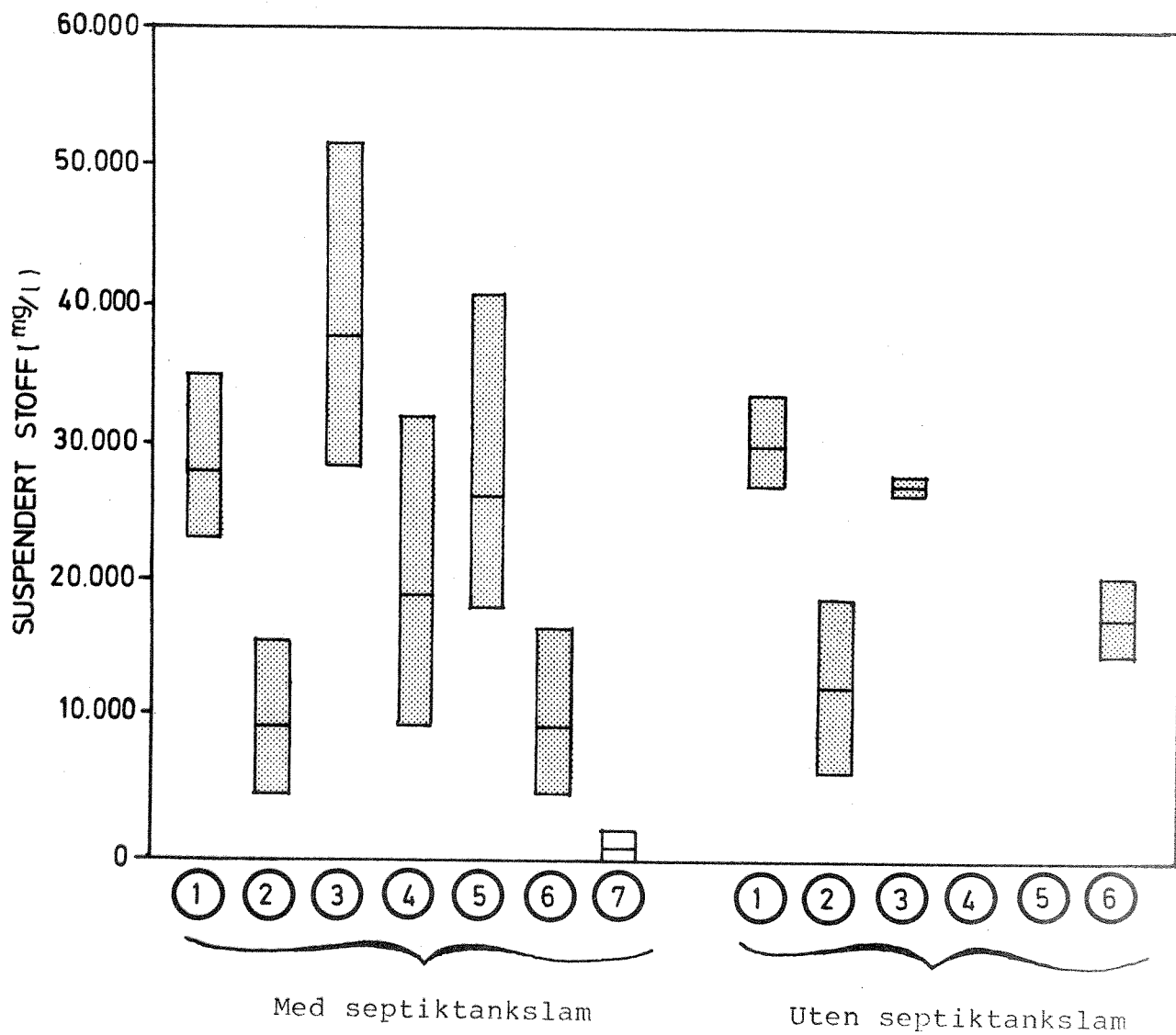


Diagram 8. Undersøkellesperiode nr. 1  
Suspendert stoffinnhold i slam

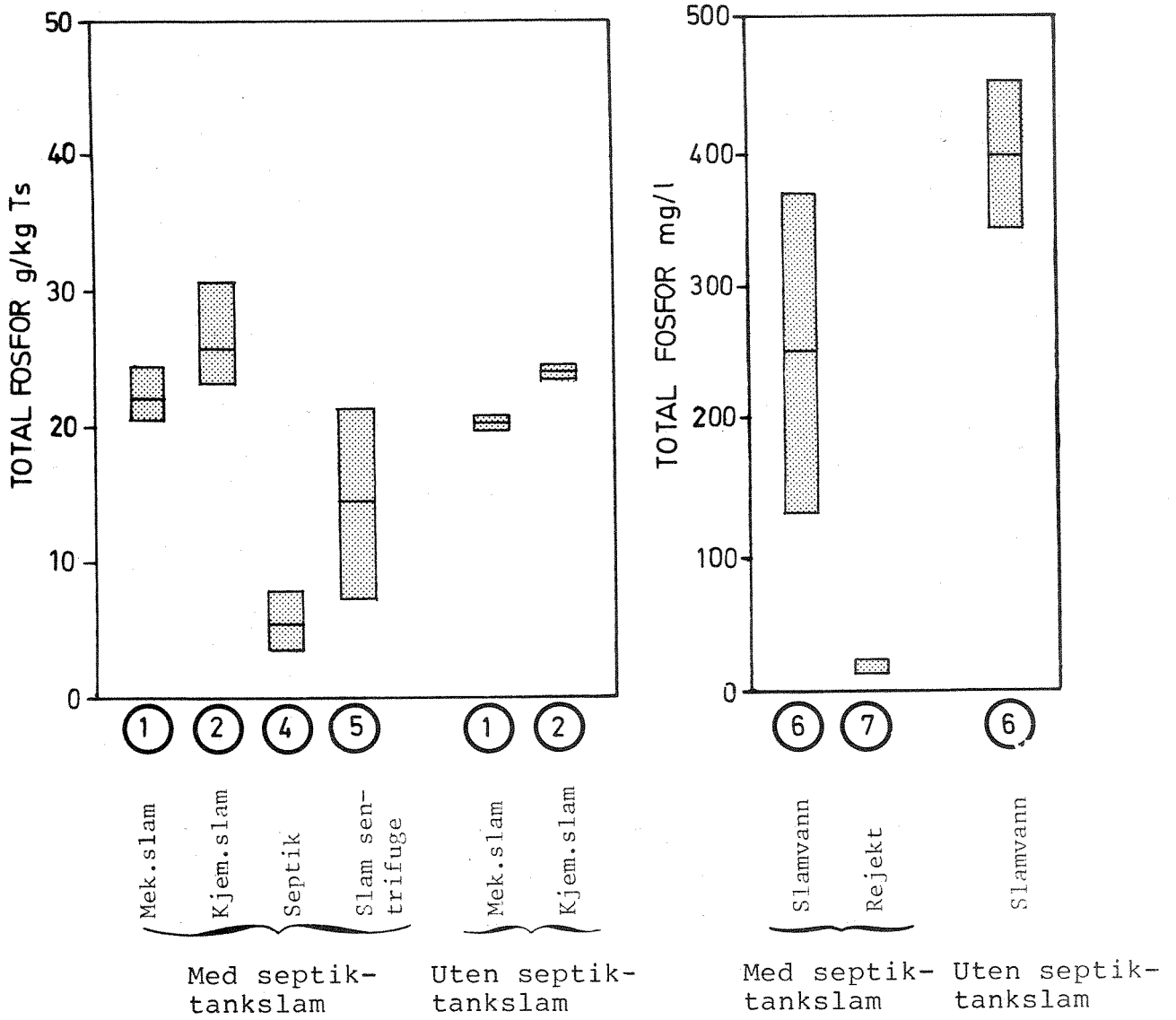


Diagram 9. Undersøkellesperiode nr. 1  
Total fosfor i slam

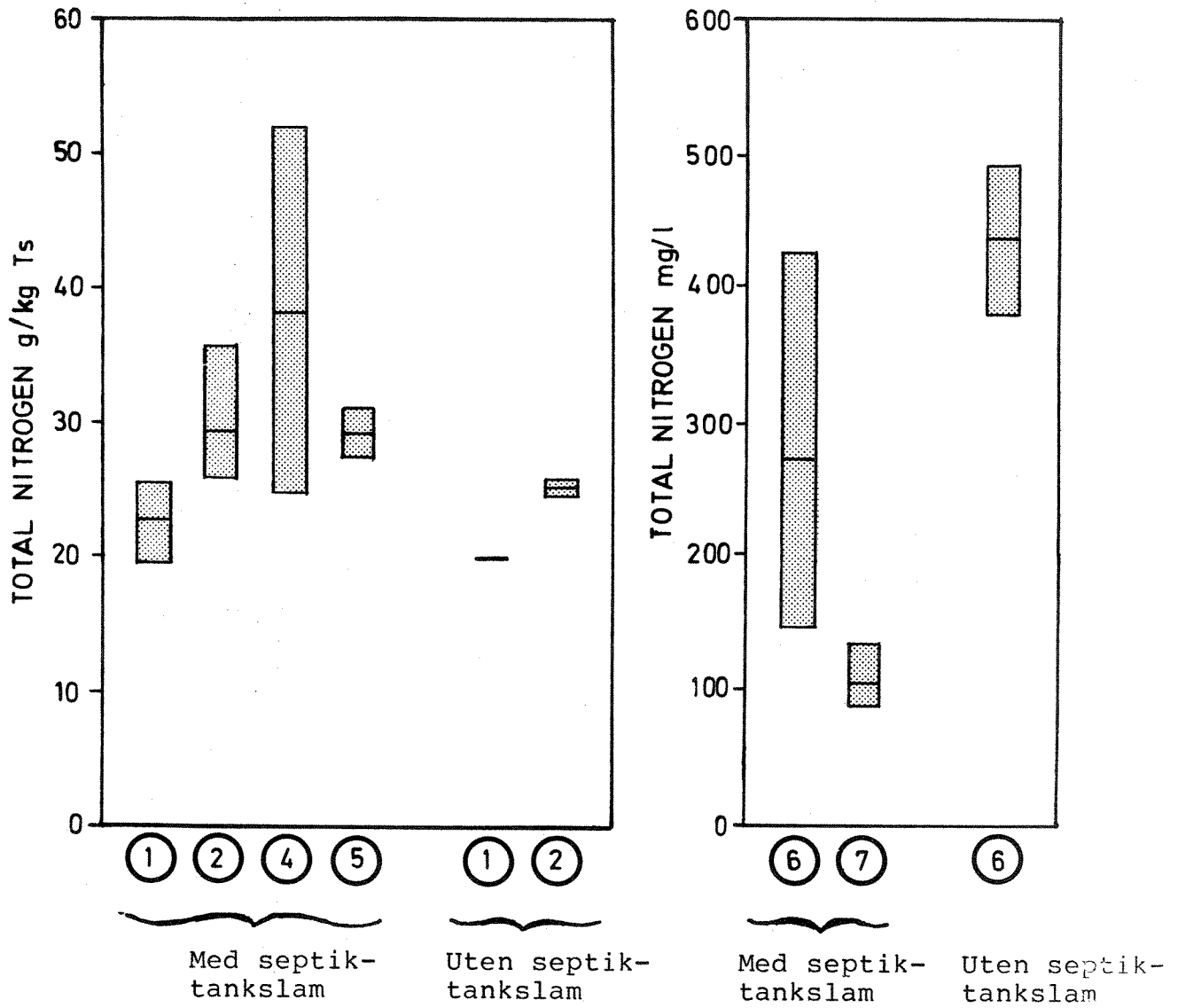


Diagram 10. Undersøkellesperiode nr. 1  
Total nitrogen i slam

Tabell 3. Undersøkellesperiode 1. Flyktig suspendert stoff (FSS)  
i prosent av suspendert stoff (SS). Middelerdier.

	<u>Med tilførsel av septiktankslam</u>	<u>Uten tilførsel av septiktankslam</u>
Mekanisk slam	51,9	52,5
Kjemisk slam	46,1	46,2
Mekanisk + kjemisk slam	54,8	55,0
Septiktankslam	83,5	-
Slam til sentrifuge	69,6	-
Slamvann	49,7	49,2
Rejektvann	84,9	-

#### Slamvolum

Slamvolumet var 1000 ml for alle slamtyper etter  $\frac{1}{2}$  times sedimentering i 1 liter målesylinder.

#### - Diskusjon av driftsresultater på slamsiden for undersøkellesperiode 1

Tørrstoffprosenten (suspendert stoff) før fortykking var ca. 2,8% for mekanisk slam og ca. 1,0% for kjemisk slam. Tørrstoffinnholdet ble ikke influert av septiktankslam tilførsel.

Etter fortykking i fortykker 1 hadde blandingen av mekanisk og kjemisk slam ca. 3,7 prosent tørrstoff. Septiktankslam hadde et tørrstoffinnhold på ca. 1,8 prosent som middelerdi. Slam til sentrifugene etter fortykker 2 hadde 2,6 prosent tørrstoffinnhold.

Verdier som er nevnt er middelerdier av de stikkprøver som ble tatt. Stikkprøvene hadde relativt stor spredning. Allikevel gir dette bildet inntrykk av den fortykking de forskjellige slamtyper gjennomgår før sentrifugering.

Slamvannet fra fortykkerne hadde et noe høyere innhold av suspendert stoff med tilførsel av septiktankslam enn uten.

Fosforkonsentrasjonen var som ventet, med høyest fosforkonsentrasjon (26,0 g/kg TS) i kjemisk slam. Den høye fosforkonsentrasjon i slamvannet fra fortykkerne medfører en øket belastning på den kjemiske fellingen. Hva gjelder nitrogen merker man seg de høye verdier for septiktankslam. Septiktankslam har også markert høyere verdier for CST og spesifikk filtreremotstand enn alle andre slamtyper.

Flyktig suspendert stoff i prosent av suspendert stoff, som populært kan kalles andelen av organisk stoff, viser følgende: Kjemisk slam har den laveste prosent i gjennomsnitt - ca. 46. Mekanisk slam har ca. 52 prosent, mens septiktankslam har markert høyere verdier, over 80 prosent "organisk stoff".

Slamavvannings-stasjonen virket godt innkjørt. Tørrstoffprosenten i slamkaken på ca. 20 prosent i gjennomsnitt må sies å være tilfredsstillende, og kvaliteten på rejektivannet var god. Sentrifugen hadde dermed høy gjenvinningsgrad. (Middelverdi 96,8 prosent.)

### 5.2.3 Driftsproblemer

Anlegget var godt innkjørt på slamsiden. En del driftsproblemer ble rutinemessig tatt hånd om. Av driftsproblemer nevnes følgende:

1. Flyteslamkaker i fortykkerne. Dette skyldes den store septiktankslambelastningen.
2. Vedlikeholdsproblemer med pumpene som transporterer slam fra fortykker 2 til sentrifugene. Det var overveiet å sette inn Gorator foran disse pumpene.
3. Den store ekstern-slammengden til anlegget førte også til overbelastning av fortykkerne slik at man fikk dårlig slamvann tilbake foran forsedimenteringsbassengene.
4. Det er for slak helning på bunn i sandfang for septiktankslam. Dette fører til avsetninger. Luftspyd i bunn av sandfang har hjulpet en del.

- x) Analysen ble avsluttet før den var ferdig. Analysen gikk mot så høye verdier at det ikke var formålstjenlig å fortsette.

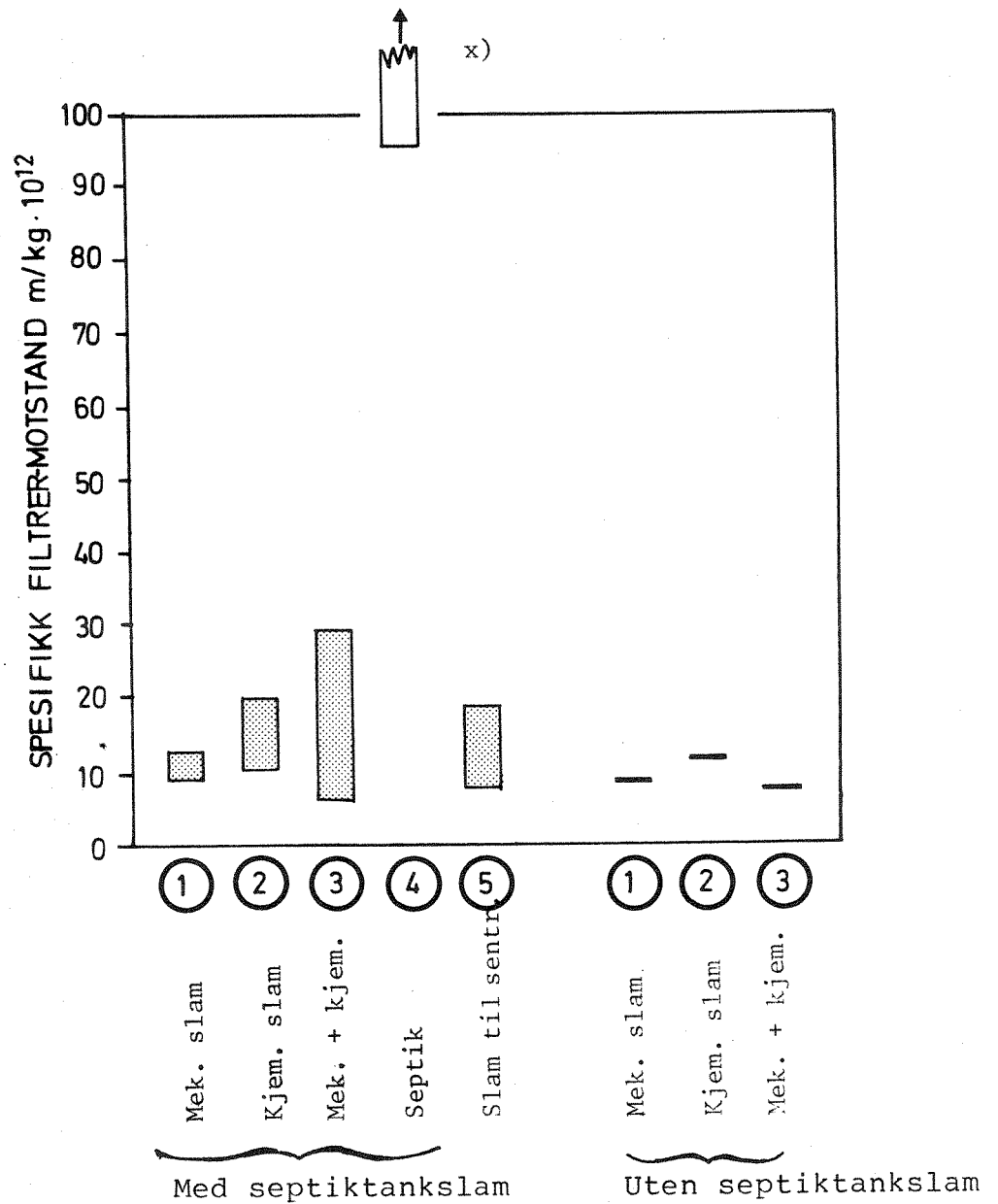


Diagram 11. Undersøkellesperiode nr. 1  
Spesifikk filtrermotstand i slam

x) Analysen ble avsluttet før den var ferdig. Analysen gikk mot så høye verdier at det ikke var formålstjenlig å fortsette.

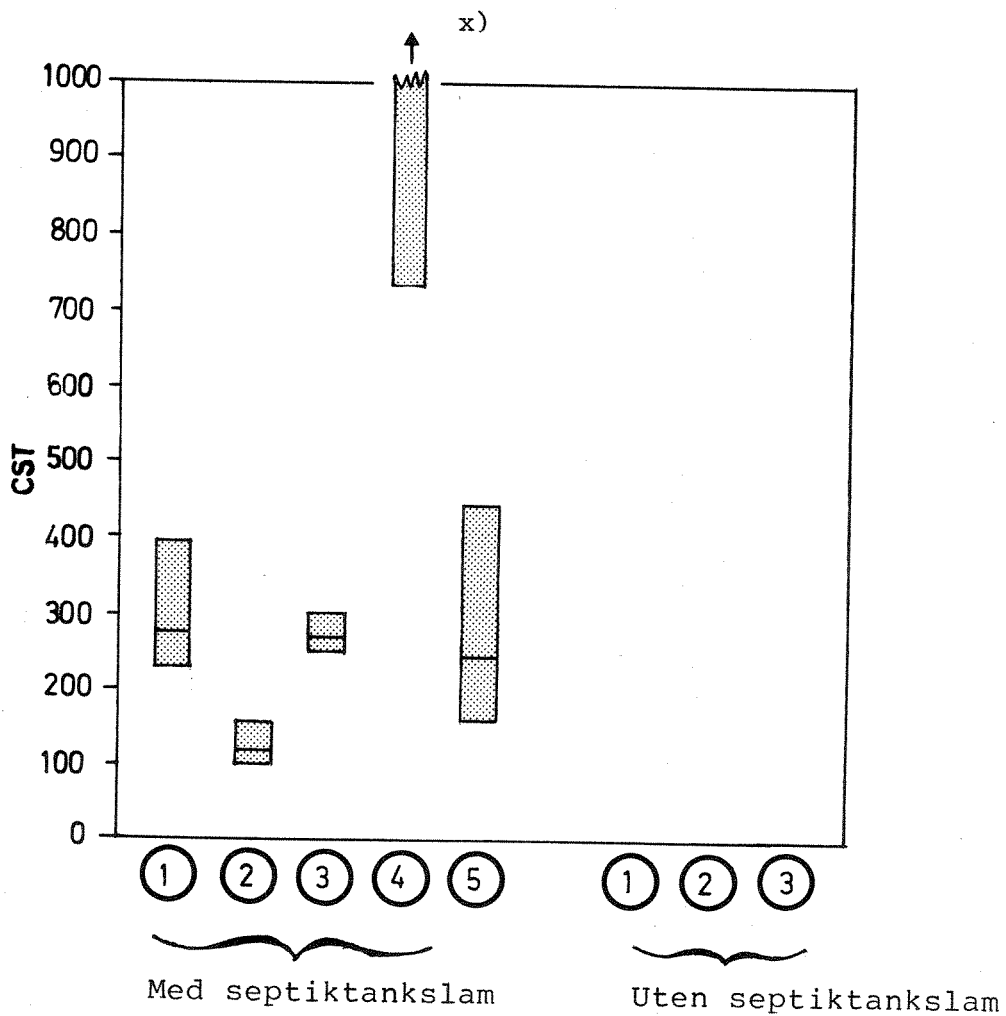


Diagram 12. Undersøkellesperiode nr. 1  
CST (Capillary Suction Time) i slam

## 6. UNDERSØKELSESPERIODE 2, FELLING MED TO-VERDIG JERN OG KALK

Undersøkelsesperioden ble gjennomført i tiden 1.3.75 til 12.4.75. For komplettering av resultatene ble det kjørt en periode til fra 1.10.75 til 9.10.75.

Fra kommunens side hadde man endret på driftsforholdene på slamsiden, sammenliknet med undersøkelsesperiode 1. Forandringen bestod hovedsakelig i at primærslam og kjemisk slam nå ble blandet i slamblandekammer. I dette kammeret doserte man også en del polymer for å bedre slammets fortykkingssegenskaper.

Perioden ble en del forsinket grunnet ombygging til nytt lagringsutstyr for beisevæske. Doseringspumpen måtte repareres, og det ble en del tidstap på grunn av koordinering med lån av laboratorie-utstyr fra NIVA.

På vannsiden benyttet man samme prøvetakingspunkter og prøvetakingsutstyr som ved undersøkelsesperiode 1.

### 6.1 Vannsiden

#### 6.1.1 Fellingsmiddel og doseringsutstyr

Fellingsmiddelet som ble benyttet, var beisevæske fra Elkem-Spigerverket A/S' anlegg i Nydalen, Oslo.

Beisevæske er et avfallsprodukt fra vaskeprosessen og avfetningsprosessen av stålplater etc.

Beisevæsken har følgende sammensetning:

Jern	90-110	g Fe/l	(min. 95% som to-verdig)
Fri syre	20- 40	g/l	(saltsyre HCl)
Kobber	< 10	mg Cu/l	
Nikkel	30- 35	mg Ni/l	
Krom	30- 35	mg Cr/l	
Sink	< 50	mg Zn/l	(varierer en del)
Bly	< 10	mg Pb/l	
Mangan	500	mg Mn/l	



Beisevæsken inneholder en del grums og uløste partikler som rustflak, glødeskallbiter etc. Løsningen er svært korrosiv og krever at alt doseringsutstyr som kommer i berøring med væsken, skal være av syrebestandig plast.

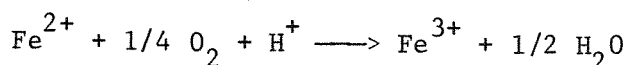
Beisevæsken ble levert gratis fra Elkem-Spigerverket A/S, og Bærum kommune bekostet transport av væsken med septiktankbiler til Løxa. Beisevæsken ble lagret i to plastbeholdere utenfor anlegget, og man koblet seg inn på samme doseringspumpe som ble benyttet for Ferriflock II dosering.

Kalk som ble benyttet, og doseringsutstyr for det, var tilsvarende det som var i bruk under undersøkelsesperiode 1.

### 6.1.2 Fellingsteori

To-verdig jern alene vil ikke være særlig virksomt i samband med kjemisk felling av avløpsvann. Man ønsker derfor å oksydere to-verdig jern til tre-verdig før fellingsmiddelet når flokkuleringsbassengene der fnokk-oppbyggingen skjer. To-verdig jern har mye større løselighet i vann enn tre-verdig jern. Dette sees av løselighetsproduktet for  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  og  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , som er henholdsvis ca.  $10^{-15}$  og ca.  $10^{-33}$ .

To-verdig jern oksyderes til tre-verdig etter likningen:



Oksydasjonshastigheten øker sterkt med økende pH-verdi:

$$\frac{-d(\text{Fe}^{2+})}{dt} = k (\text{O}_2) (\text{Fe}^{2+}) (\text{OH}^-)^2$$

Ved  $\text{pH} > 8,5$  vil oksydasjonen foregå nesten momentant.

For hvert gram  $\text{Fe}^{2+}$  som oksyderes, trenges 0,14 g  $\text{O}_2$ . Dvs. for å oksydere 30 mg  $\text{Fe}^{2+}$ /l trenges 4,2 mg  $\text{O}_2$ /l.

Begge betingelser for optimal oksydasjon av to-verdig jern var til stede på Løxa renseanlegg. pH før tilsetting av beisevæske var brakt til 10 ved hjelp av kalktilsetting foran forsedimenteringsbassengene. Etter doseringen av beisevæske var pH ca. 9,0. Kanalen fra forsedimenteringsbassengene til flokkuleringskammene var luftet og brakte oksygenkonsentrasjonen i vannmassene til et tilstrekkelig nivå.

Når to-verdig jern er oksydert til tre-verdig, skjer de samme fellingsmekanismer som omtalt under undersøkelsesperiode 1.

### 6.1.3 Driftsresultater på vannsiden for undersøkelsesperiode 2

Alle analyseresultater er tabellarisk satt opp i bilaget.

(Tabell 8.1 og 8.2.)

Middelvannføringen under undersøkelsesperioden var  $307 \text{ m}^3/\text{h}$ . Vannføring i anlegget kl. 09.00 i prøvedøgnene lå i middel på  $342 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Tilkjørte mengder septiktankslam:

14.3.75	$52 \text{ m}^3/\text{d}$
19.3.75	$88 \text{ m}^3/\text{d}$
20.3.75	$162 \text{ m}^3/\text{d}$







Dosering av beisevæske i middel:  $250 \text{ ml}/\text{m}^3$ .

Dette tilsvarer  $25 \text{ g Fe}^{++}/\text{m}^3$ .

Dosering av kalk i middel:  $124 \text{ g Ca}/\text{m}^3$ .

pH middel:	Inn	7,2
	Ut forsed.	10,1
	Flokkulering	9,2
	Ut	9,0

I det etterfølgende er resultatene fra undersøkelsesperiode 2 satt opp i kolonneform, med maksimums-, minimums- og middelvei med og uten tilførsel av septiktankslam.

	Maksimumsverdi		Tilløp
	Middelvei		Utløp forsedimentering
	Minimumsverdi		Utløp

m/s = med septikslam tilførsel

u/s = uten septikslam tilførsel.

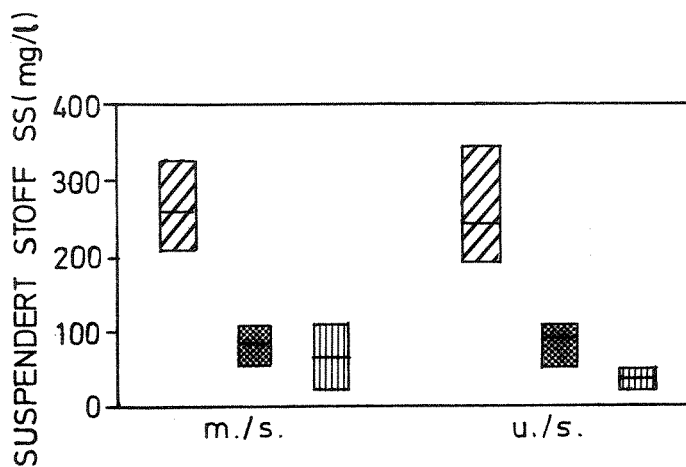


Diagram 13. Undersøkellesperiode nr 2  
Suspendert stoff

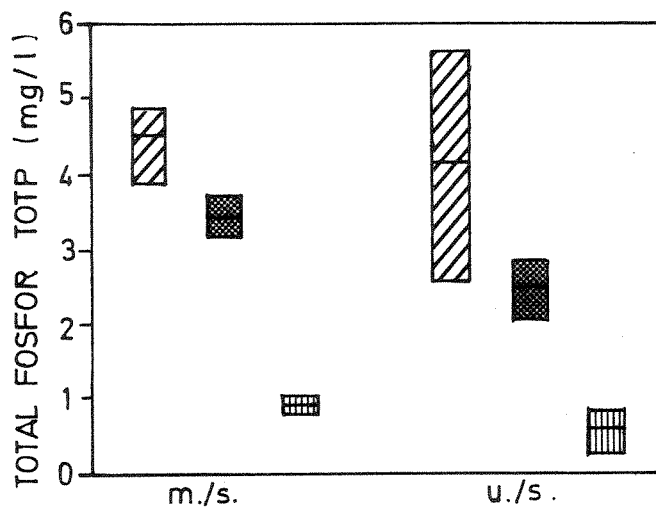


Diagram 14. Undersøkellesperiode nr. 2  
Total fosfor.

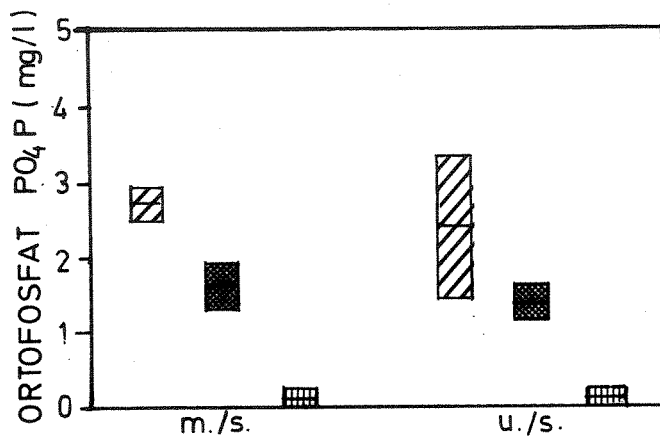


Diagram 15. Undersøkellesperiode nr. 2  
Ortofosfat

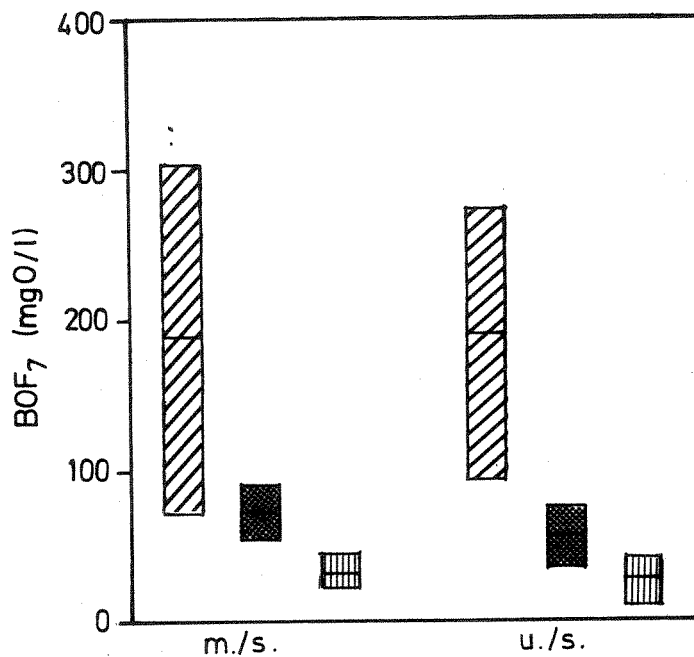


Diagram 16. Undersøkellesperiode nr. 2  
BOF<sub>7</sub>

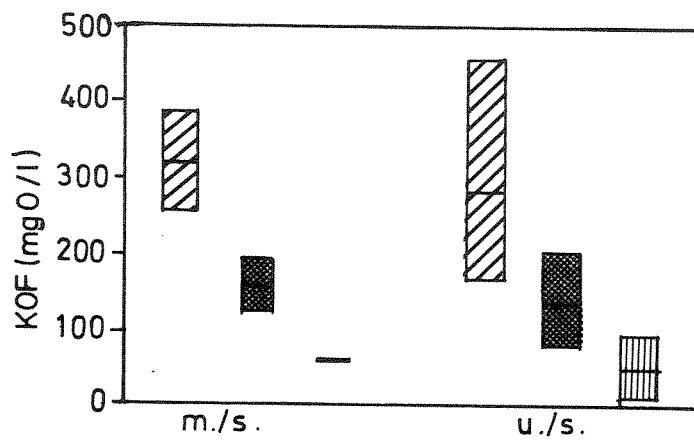


Diagram 17. Undersøkellesperiode nr. 2  
KOF

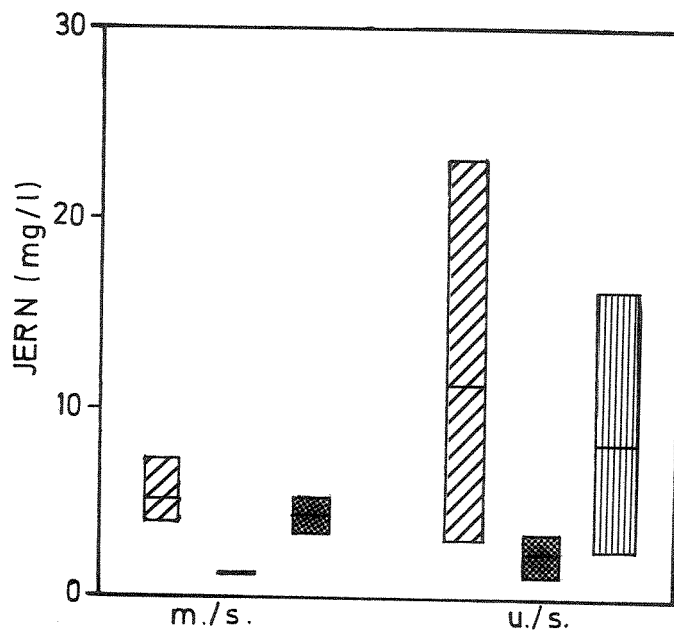


Diagram 18. Undersøkellesperiode nr. 2  
Jern

Resultatene viser stor spredning, og dette gjenspeilte seg i det visuelle inntrykk man hadde under driften av anlegget. Det var vanskelig å holde proporsjonal kjemikaliedosering, og fnokkoppbyggingen i flokkuleringskamrene var utstabil.

Innholdet av suspendert stoff i utløpsvannet var høyere med tilførsel av septiktankslam enn uten. Verdiene er tilfredsstillende, men man merker seg den relativt lave reduksjon over det kjemiske rensetrinn. Fra en visuell bedømmelse var fnokkoppbyggingen dårlig under størstedelen av forsøksperioden. Dette kan være en medvirkende årsak til den dårlige reduksjon av SS fra forsedimentering til utløp.

Analysene av total fosfor viser en klar effekt av septiktankslam tilførselen. Selv om resultatene er lavere enn kravene i utslippstillatelsen, er verdiene for total fosfor i utløpet høye sammenliknet med andre mekanisk-kjemiske renseanlegg i dag.

Ortofosfat-forløpet er mer normalt og med jevnt lave konsentrasjoner på utløpet. Den samme effekt som under undersøkelsesperiode 1 gjorde seg også her gjeldende. Ved å bringe pH opp i 10 ved tilsetning av kalk, bindes de oppløste fosforforbindelser som kalsium-fosfater (apatitt) og felles ut i stor grad allerede i forsedimenteringsbassenget.

Forholdet mellom KOF og  $BOF_7$  er normalt, og for disse komponenter er verdiene i utløpsvannet normale for sekundærfellingsanlegg.

Jernkonsentrasjonene i utløpsvannet er høye, og dette antas å ha sammenheng med dårlig avskilling av suspendert stoff over det kjemiske rensetrinnet, eller utilstrekkelig oksydasjon av jern.

Til tross for at forholdene teoretisk skulle ligge godt til rette for oksydering av to-verdig jern til tre-verdig, kan denne oksyderingsprosessen ikke ha vært tilfredsstillende. Det vil si at det dannes for lite jernhydroksyd som i sin tur er nødvendig for en god avskilling av suspendert stoff.

Reduksjonen av nitrogen i anlegget er lav med samme verdier i utløpsvannet med og uten tilførsel av septiktankslam.

Innholdet av kalsium viser økt konsentrasjon fra innløp til utløp, men uten endring fra forsedimentering til utløp. Dette ansees som et naturlig forløp fordi kalk tilsettes liké før forsedimenteringsbassenget.

Siktedyp kl. 09.00 viste følgende verdier:

14.3.	80 cm	} Med tilførsel av septiktankslam
19.3.	80 cm	
20.3.	50 cm	
<hr/>		
11.4.	60 cm	} Uten tilførsel av septiktankslam
12.4.	-	
8.10.	60 cm	
9.10.	60 cm.	

Siktedypet hadde en tendens til å minke til ca. 40 cm utover dagen, slik at de registrerte verdier må ansees som høye for dagsituasjonen.

#### 6.1.4 Driftsproblemer på vannsiden

De problemer som man erfarte under undersøkelsesperiode 1, gjelder også for undersøkelsesperiode 2. I tillegg tettet doseringspumpen for beisevæske seg igjen ved flere anledninger på grunn av forurensninger i beisevæsken.

For å nå opp til ønskede jernmengder måtte pumpen hele tiden arbeide opp mot max-ytelse. Det var ugunstig for proporsjonaldosering i forhold til vannmengden gjennom anlegget. Resultatet var at jerndoseringen varierte mellom 27 mg/l til 45 mg/l fra time til time. Pumpekapasiteten holdt seg heller ikke konstant ved en vannmengde på grunn av urenheter i beisevæsken.

Det oppstod også til dels store skumproblemer i utløpskummen. Skummet fulgte med helt til utløpet av Hamang-tunnelen. Årsaken til skumdannelsen er ikke fastlagt. Man merket også hurtigere begroing av utløpsrennene enn hva driftsoperatørene hadde vært vant til fra før med Ferriflock II dosering.

## 6.2 Slamsiden

### 6.2.1 Generelt

I kapittel 3 står hvilke analyser som er utført på de ulike slamtyper, samt hvilke prøvetakingspunkter som ble benyttet for hver slamtype.

Alle slamanalyser er tabellarisk satt opp i bilagene, tabell 8.3.

Den 11.4. og 12.4. ble ikke sentrifugene kjørt på grunn av lite slam i anlegget. De to sentrifugene har en samlet kapasitet på  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ . Avvanningsanlegget kjøres ca. 6,5 time pr. dag. Polymer type er Hercofloc 829. Polymer tilsettes inne i sentrifugen i 0,1 prosent oppløsning.

Tabell 4. Driftsdata fra slamavvannings-stasjonen.

		14.3.	19.3.	8.10.
Sentrifugert slam	$\text{m}^3/\text{d}$	190	210	190
Tørrstoff slamkake	%	25	27	22
Polymer-oppløsning dosert	$\text{m}^3/\text{d}$	4,6	12,4	6,5
Polymer-oppløsning til slamblanding	$\text{m}^3/\text{d}$	2,7	5,1	4,9
Polymer-forbruk pr. $\text{m}^3$ sentrifugert slam	$\text{g}/\text{m}^3$	115	250	180
Mengde slamkake	$\text{m}^3/\text{d}$	54	27	21,6
Mengde rejektivann	$\text{m}^3/\text{d}$	141	95,4	175
Gjenvinningsgrad	%	99,6	98,2	-
Tilførsel av rejektivann i prosent av innløp. Basert på vannmengde kl. 09.00	%	7,8	4,5	7,8

Dataene i tabell 4 baserer seg på stikkprøver. Verdiene representerer derfor et øyeblikksbilde for sentrifugeanlegget og representerer ingen gjennomsnittsverdi over den tid i døgnet sentrifugene var i drift.



I stolpediagram 19, 20, 21, 22, 23 og 24 er variasjonsområdet (maksimums-, middel- og minimumsverdiene) for alle slamtyper satt opp.

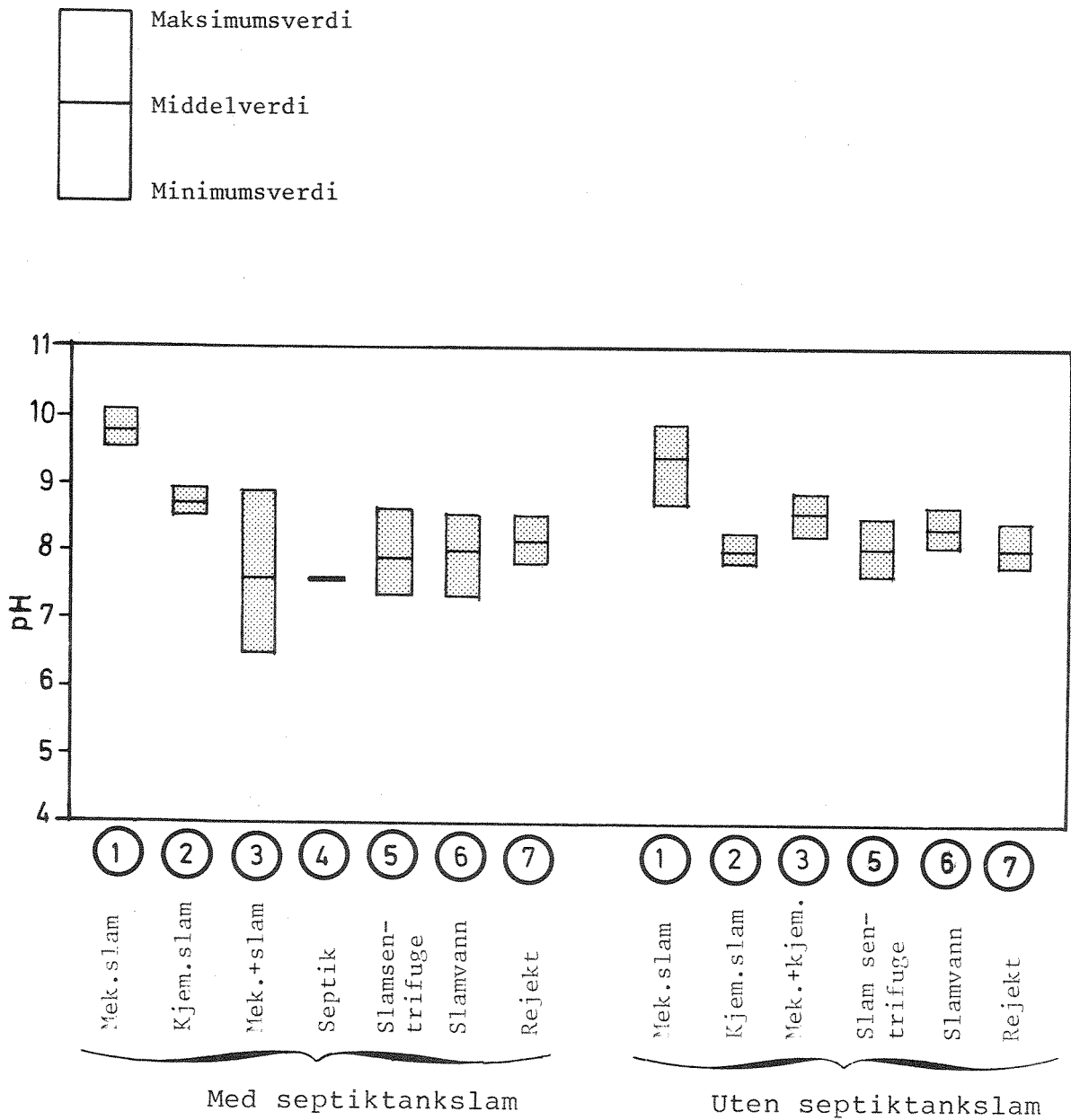


Diagram 19. Undersøkellesperiode nr. 2  
pH i slam

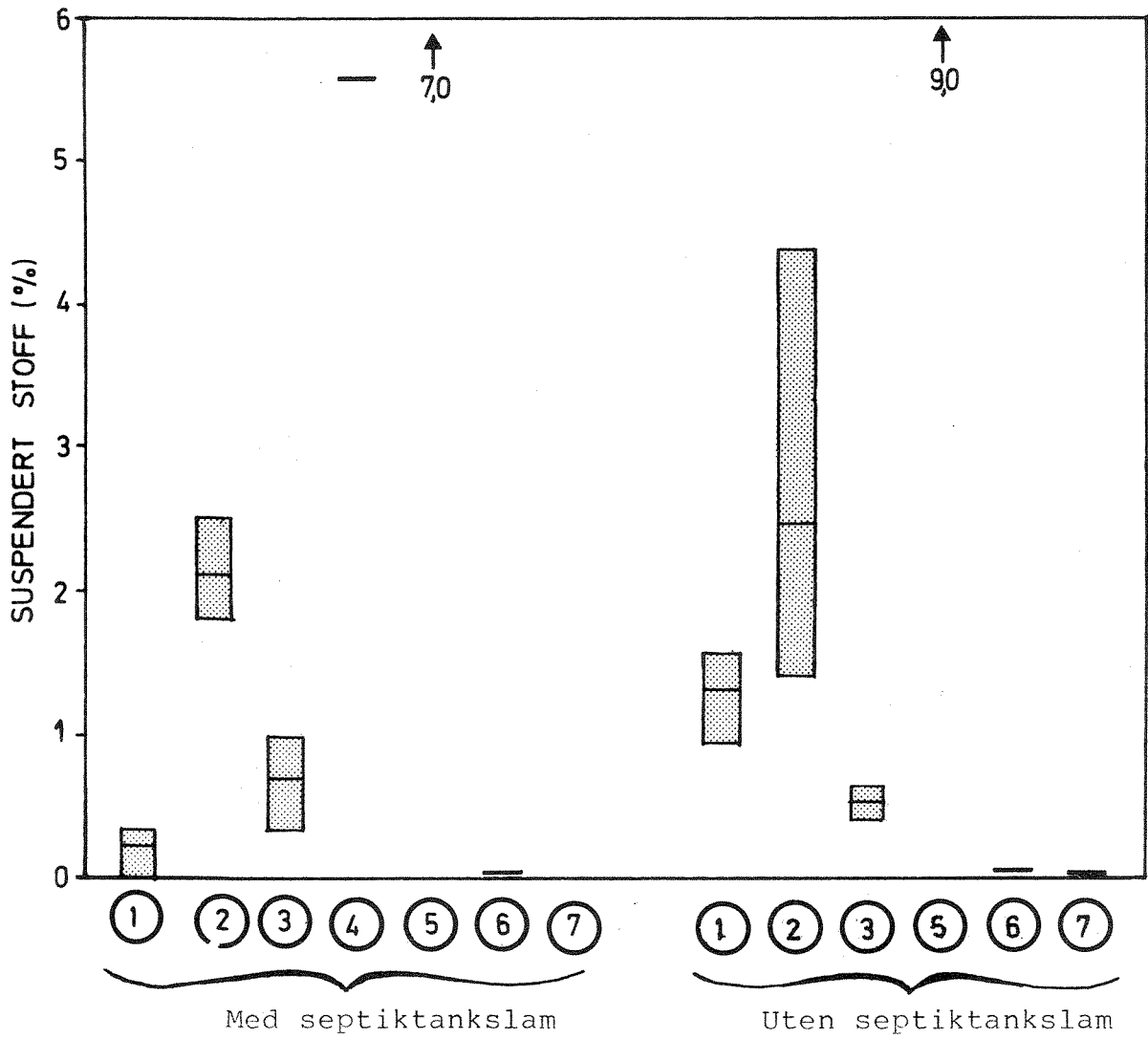


Diagram 20. Undersøkellesperiode nr. 2  
Suspendert stoff i slam

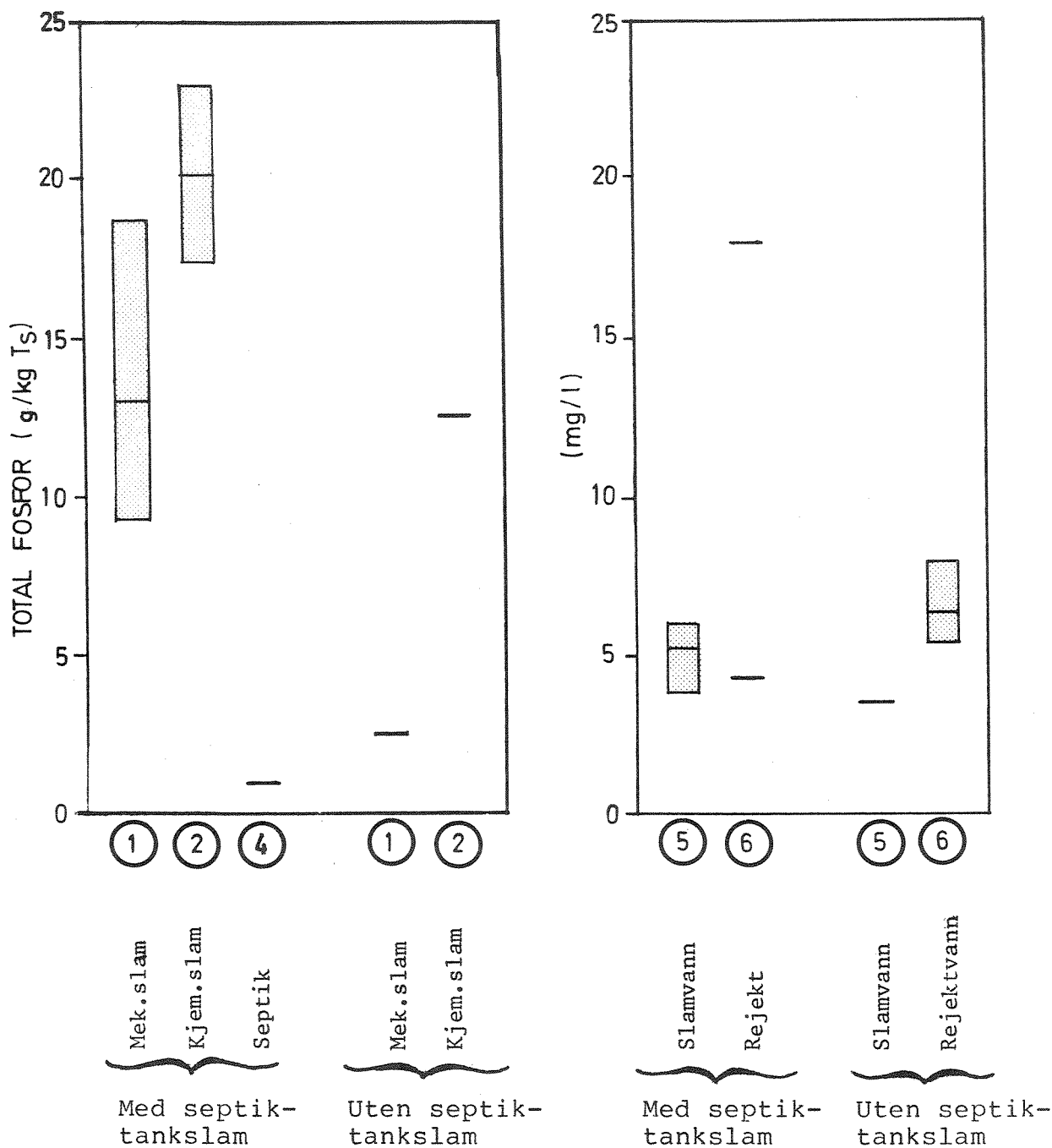


Diagram 21. Undersøkellesperiode nr. 2  
Total fosfor i slam

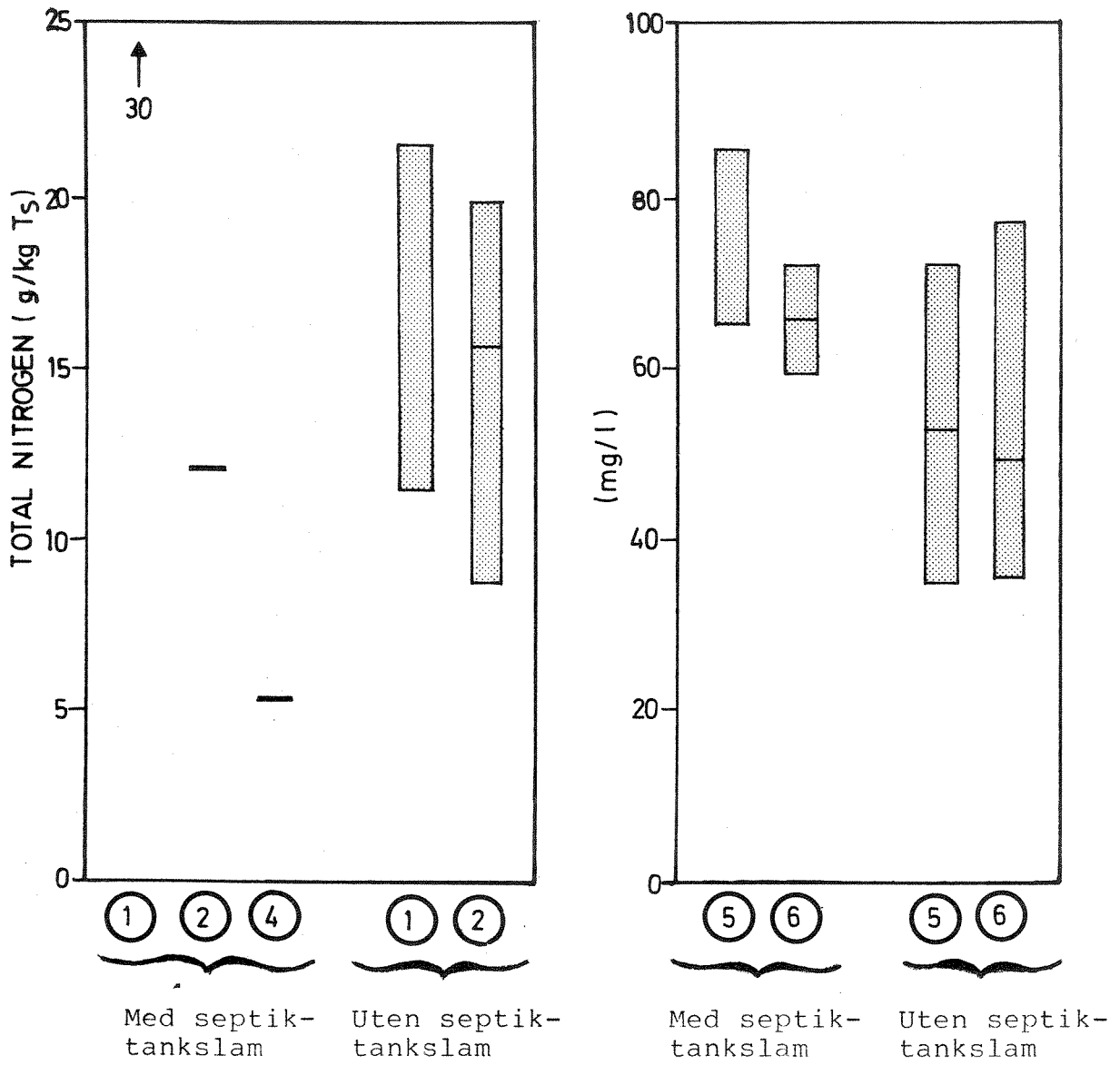


Diagram 22. Undersøkellesperiode nr. 2  
Nitrogen-innhold i slam

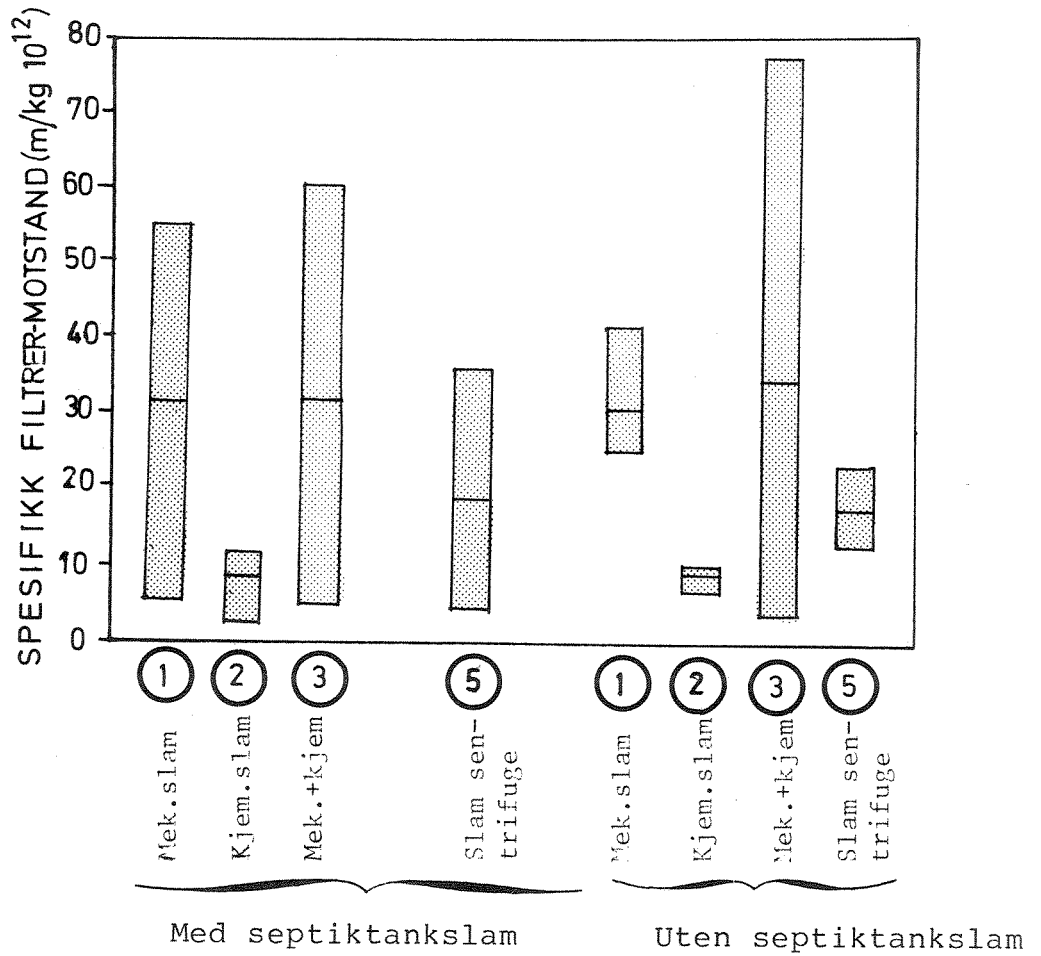


Diagram 23. Undersøkellesperiode nr. 2  
Spesifikk filtrermotstand i slam

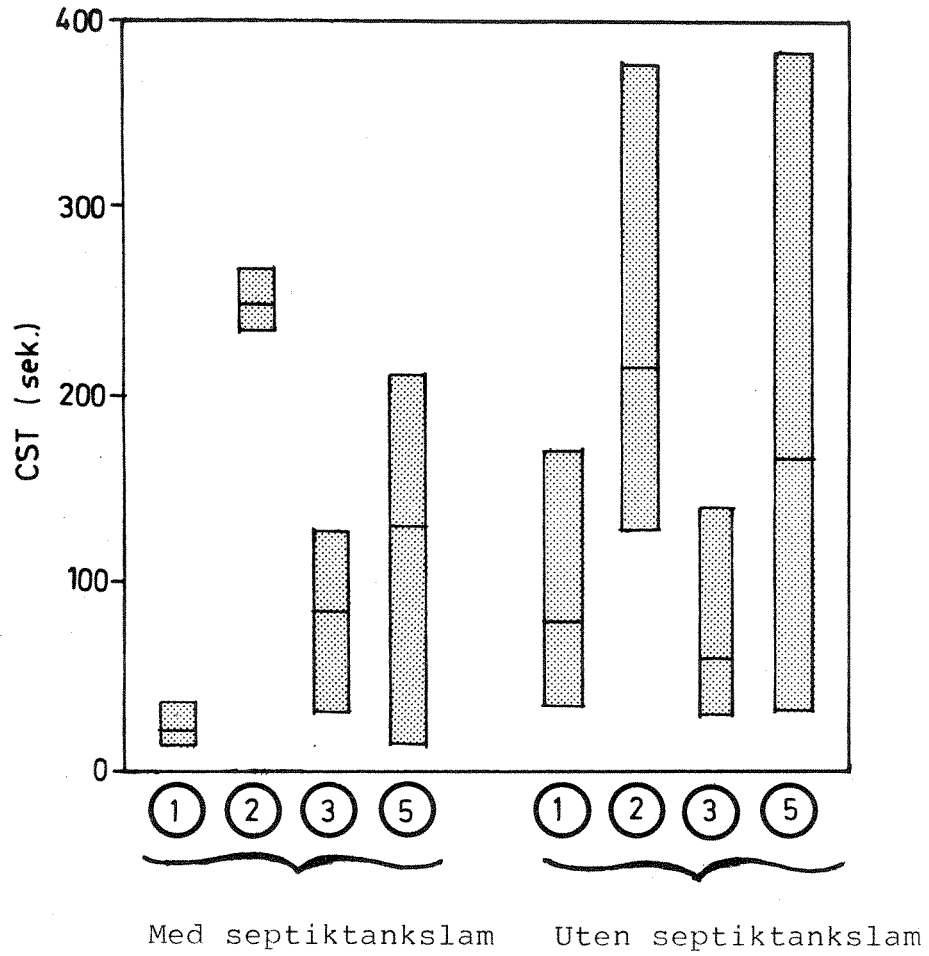


Diagram 24. Undersøkellesperiode nr. 2  
CST (Capillary Suction Time) i slam

Tabell 5. Undersøkellesperiode 2. Flyktig suspendert stoff (FSS)  
i prosent av suspendert stoff (SS). Middelerdier.

	Med tilførsel av septiktankslam	Uten tilførsel av septiktankslam
Mekanisk slam	62,0	54,0
Kjemisk slam	56,7	37,1
Mekanisk + kjemisk slam	57,7	47,1
Septiktankslam	93,7	-
Slam til sentrifuge	80,0	56,7
Slamvann	85,0	87,2
Rejektvann	68,7	64,8

### 6.2.2 Diskusjon av driftsresultatene på slamsiden

Generelt viser resultatene stor spredning, og dette kan ha sammenheng med ujevn drift og resultater på vannbehandlingssiden.

Et markert trekk er den lave konsentrasjon av tørrstoff på mekanisk slam.

Grunnen til dette er ikke klarlagt, men årsaken kan være at pumpene som suger slam fra bunn, bare klarer å suge fra overflaten av slamlaget.

Konsentrasjonen av tørrstoff var høy (7-9%) ut fra fortykker 2. Dette skyldes tilsetning av polymer i slamblandekammeret. Slamprøven ut fra fortykkeren viste tydelig fnokk-struktur. Tilsetning av polyelektrolytter i slamblendekammeret har også bidratt til "renere" slamvann. Analyseresultatene for suspendert stoff (middelerdi) for henholdsvis 1. og 2. undersøkelsesperiode viser følgende:

Slamvann fra fortykker (mg/l):

	Med tilførsel av septiktankslam	Uten tilførsel av septiktankslam
Undersøkelsesperiode 1	9700	17.573
Undersøkelsesperiode 2	790	500

Det ble benyttet samme type polymer i slamblendekammeret som til sentrifugene (Hercofloc 829).

### 6.2.3 Driftsproblemer

På slamsiden var det ingen vesentlige driftsproblemer utenom mye flyteslam i fortykkeren og i forsedimenteringsbassengene.

Ved tilsetning av polymer i slamblendekammer og installasjon av Gorator foran eksenterskrue-pumpene til sentrifugene hadde man forbedret driften av slamsiden fra undersøkelsesperiode 1.

## 7. UNDERSØKELSESPERIODE 3. FELLING MED ALUMINIUMSULFAT

Undersøkelsesperioden ble gjennomført i tiden 4.6.75 til 30.6.75.

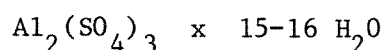
På vannsiden benyttet man de samme prøvetakingspunkter som i de to andre undersøkelsesperioder.

Driftsrutiner på slamsiden var som ved undersøkelsesperiode 2, også her ble de samme prøvetakingspunkter benyttet.

### 7.1 Vannsiden

#### 7.1.1 Fellingsmiddel og doseringsutstyr

Fellingsmiddelet som ble benyttet, var aluminiumsulfat fra Lysaker Kemiske Fabrik. Aluminiumsulfaten har denne kjemiske sammensetning:



Fellingsmiddelet ble levert i pulverform og fylt opp i kalksiloen. Man benyttet det samme doseringsutstyret som man brukte til kalk i de øvrige undersøkelsesperioder. Det vil si tørrdosering til en beholder med hurtigmiksing.

Oppløsningen av aluminiumsulfat og vann rant ved selvføll til doseringspunktet. Doseringspunktet var i luftet kanal foran flokkuleringsbassengene på samme sted som for dosering av jernklorid og beisevæske. Pris for aluminiumsulfat var kr. 630.- pr. tonn inklusiv merverdiavgift.

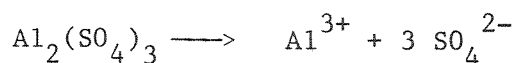
#### 7.1.2 Fellingsprosess og teori

Under hele forsøksperioden benyttet man en dosering i middel  $171 \text{ g/m}^3$  aluminiumsulfat, hvilket tilsvarer  $15,6 \text{ g Al/l}$ . Doseringen ble styrt proporsjonalt med vannmengden gjennom det kjemiske rensetrinnet. Det var ingen overstyring av pH.

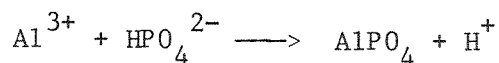
Ved felling med aluminiumsulfat vil følgende viktige kjemiske reaksjoner finner sted:



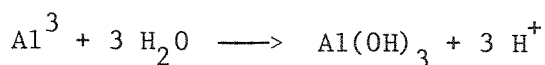
1. Aluminiumsulfaten løses i vann og dissosierer i aluminium- og sulfat-ioner. Dette bidrar til destabilisering av partikler i vannmassene.



2. Aluminium-ionene reagerer først med fosfat-ionene i avløpsvannet til komplekse fosforforbindelser som felles ut. Den kjemiske reaksjon kan forenklet illustreres slik:



3. De overskytende aluminium-ioner som ikke er forbrukt til dannelse av aluminiumfosfater, inngår i reaksjon med hydroksyd-ioner:



Aluminiumhydroksyd felles ut og har en gelé-aktig konsistens. Dette gjør at den har gode fnokkdannende egenskaper og "kitter" sammen det suspenderte materiale i vannet til sedimenterbare fnokker.

Disse reaksjonene er pH-avhengige. Det vil si at løseligheten av aluminiumfosfat og aluminiumhydroksyd følger kurvene som er vist i fig. 11 og 12.

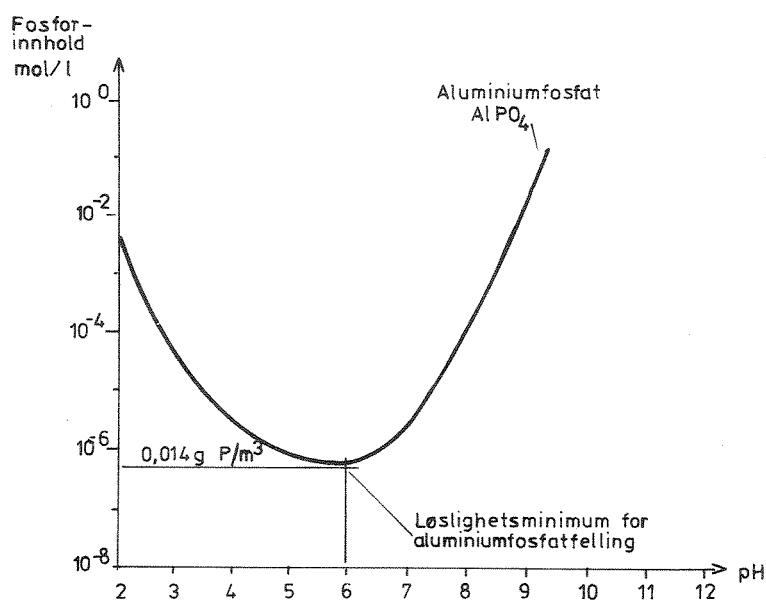


Fig. 11. Løslighet av aluminiumfosfat

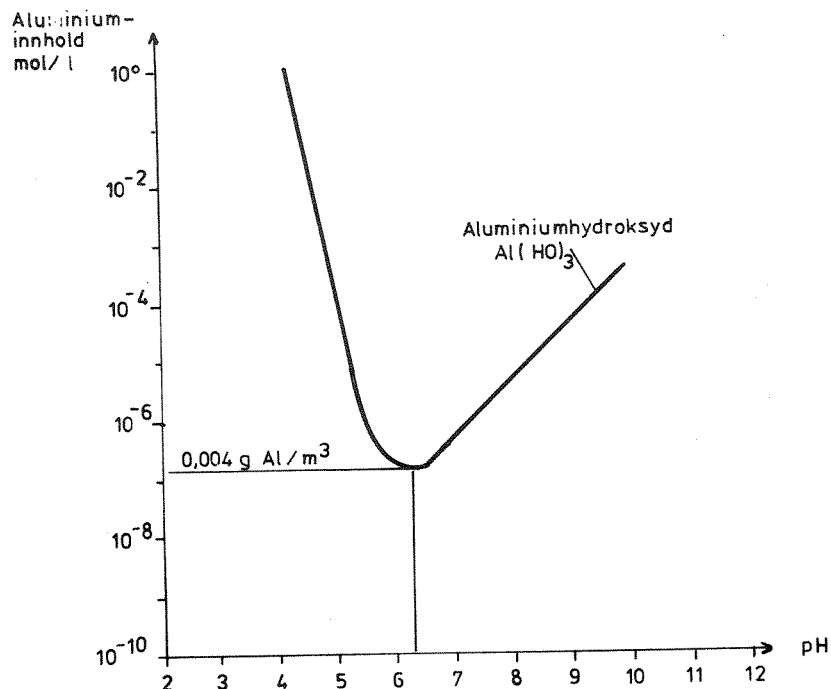


Fig. 12. Løslighet av aluminiumhydroksyd.

Av disse kurvene ser en at optimalt fellingsområde for aluminium vil ligge i området fra 5,5 til 6,2-6,5.

### 7.1.3 Driftsresultater vannsiden, undersøkelsesperiode 3

Alle analysene på vannsiden er tabellarisk satt opp i bilaget. (Tabell 9.1 og 9.2.)

Den automatiske prøvetakeren ved innløp tettet seg i 3 av de 5 prøvedøgnene, og i ett prøvedøgn hadde kannen for oppsamling av prøvene veltet. Man har derfor kun ett analyseresultat for innløp for undersøkelsesperiode 3.

Det kan imidlertid antas at innløpsvannet ikke har endret seg særlige i forhold til de tidligere undersøkelsesperioder, slik at man for beregning av rens-effekter kan gå ut fra middelerdier på innløp fra de 2 første undersøkelsesperiodene.

Middelvannføring under undersøkelsesperioden var  $177 \text{ m}^3/\text{h}$ . Vannføringen i anlegget kl. 09.00 i prøvedøgnene lå i middel på  $203 \text{ m}^3/\text{h}$ .

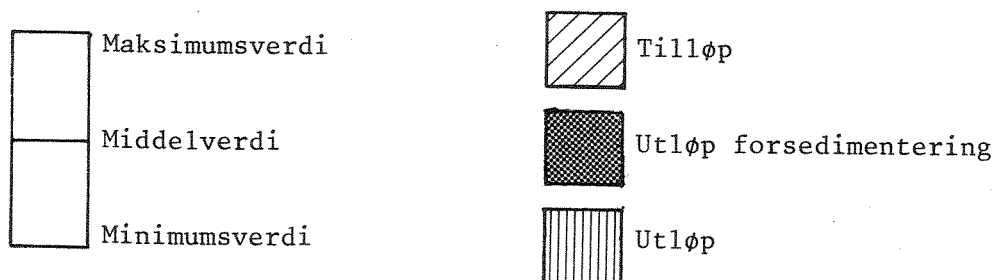
Tilkjørte mengder septiktankslam:

12.6.75	$211 \text{ m}^3/\text{d}$
13.6.75	$94 \text{ m}^3/\text{d}$
19.6.75	$160 \text{ m}^3/\text{d}$
20.6.75	$119 \text{ m}^3/\text{d}$

Dosering av aluminiumsulfat i middel:  $171 \text{ mg}/\text{l}$ .

pH-verdier i middel:	Utløp forsedimentering	7,0
	Flokkulering	6,4
	Utløp	6,7

I det etterfølgende er maksimums-, minimums- og middelveidier fra undersøkelsesperiode 3 satt opp i kolonneform.



m/s = med tilførsel av septiktankslam

u/s = uten tilførsel av septiktankslam

Som nevnt tidligere har man for undersøkelsesperiode 3 ingen analyseresultater for innløpsvann. Dette skyldes at den automatiske prøvetakeren tettet seg.

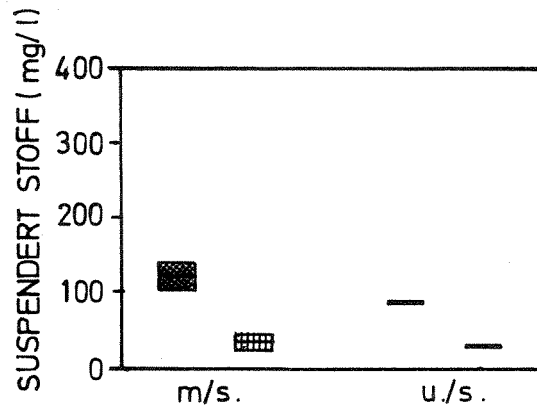


Diagram 25. Undersøkkelsesperiode nr. 3  
Suspendert stoff

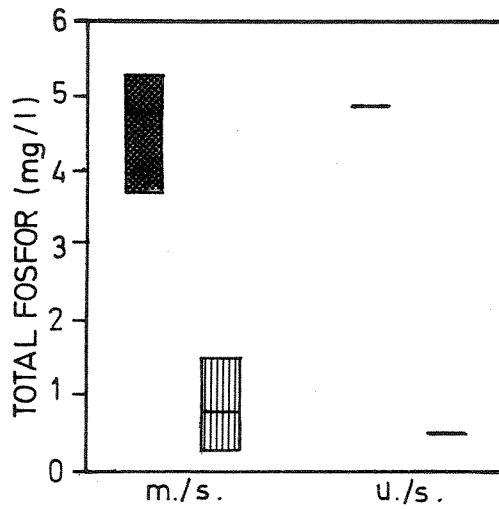


Diagram 26. Undersøkkelsesperiode nr. 3  
Total fosfor

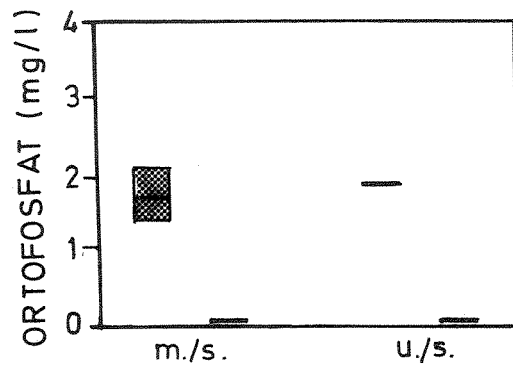


Diagram 27. Undersøkellesperiode nr. 3  
Ortofosfat

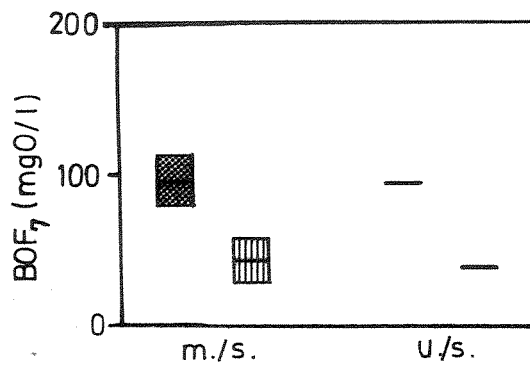


Diagram 28. Undersøkellesperiode nr. 3  
BOF<sub>7</sub>

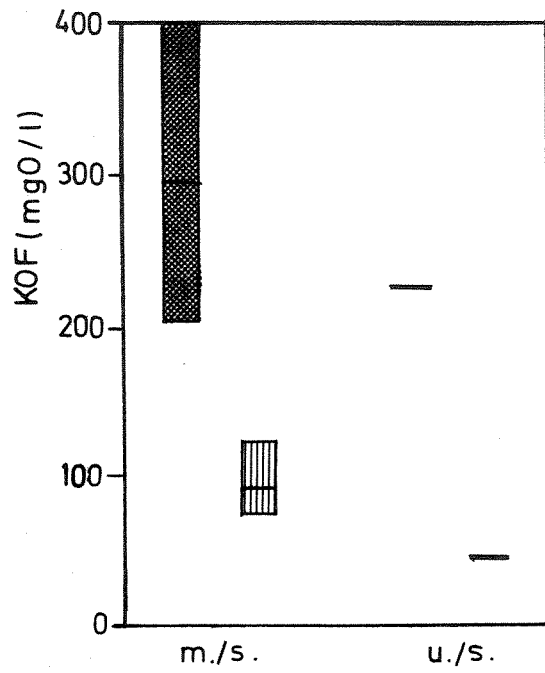


Diagram 29. Undersøkellesperiode nr. 3  
KOF

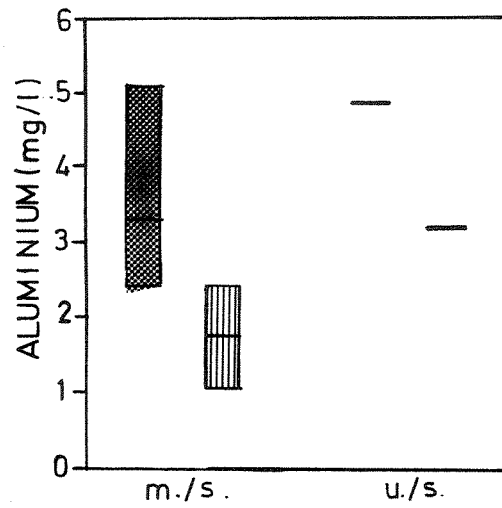


Diagram 30. Undersøkellesperiode nr. 3  
Aluminium

Innholdet av suspendert stoff i utløpsvannet var høyere med septiktilførsel enn uten. Verdiene er imidlertid tilfredsstillende for begge driftssituasjoner.

Reduksjonen av fosfor i anlegget er den beste av alle tre undersøkelsesperioder, spesielt hva angår reduksjonen av ortofosfat. Det er ingen reell forskjell på fosforinnholdet i døgnprøvene på utløpet om man tilfører septiktankslam eller ikke.

Reduksjonen av organisk stoff er av samme størrelsesorden som ved de øvrige undersøkelsesperioder. KOF-analysene viser bedre rensresultater uten tilførsel av septiktankslam, mens BOF-analysene ikke viser noen virkelig forskjell.

Innholdet av aluminium er større etter forsedimentering enn i utløpet. Dette kommer av rejektivanns-retur og retur av slamvann fra fortykkerne, som gir en høyere konsentrasjon av aluminium til vannet inn i anlegget.

Reduksjonen av nitrogen i anlegget er liten i likhet med de andre undersøkelsesperiodene.

	<u>Dato:</u>	<u>Siktedyp i cm:</u>	
Siktedyp kl. 09.00:	12.6.	60	} Med tilførsel av septiktankslam
	13.6.	140	
	19.6.	50	
	20.6.	70	
	25.6.	110	} Uten tilførsel av septiktankslam

Siktedypet holdt seg relativt konstant på dagtid.

#### 7.1.4 Driftsproblemer på vannsiden

På vannsiden hadde man svært få driftsproblemer. Doserings-utrustningen fungerte tilfredsstillende, og pH i første flokkuleringskammer holdt seg temmelig konstant under hele undersøkelsesperioden (pH = 6,6).

Mandag 23.6.75 hoppet drivkjeden av padleverket i første flokkuleringskammer ved venstre vannlinje slik at det i prøvedøgnene 25. og 26.6. ikke var optimal drift på anlegget.

Det var ikke mulig å få representative døgnprøver på innløpssiden.

Den automatiske prøvetakeren tettet seg, som tidligere nevnt, i 3 av 5 prøvedøgn. I ett prøvedøgn hadde oppsamlingskannen under prøvetakeren veltet. Grunnen til at prøvetakeren tettet seg var antakelig det dårlige rejektivannet som til tider hadde slamkarakter. Rejektivannet kom ut like ved sugestussen til prøvetakeren.

Man hadde ingen nevneverdige skumproblemer ved utløpet inne i anlegget, men ved utløpet av Hamangtunnelen oppstod det store skumflak som ble ført langt nedover Sandvikselva.

## 7.2 Undersøkelsesperiode 3, slamsiden

### 7.2.1 Generelt

I kapittel 3 står hvilke analyser som ble utført på de ulike slamtyper, samt hvilke prøvetakingspunkter som ble benyttet.

Alle analyseresultater er tabellarisk satt opp i bilagene, tabell 9/3.

Sentrifugene ble ikke kjørt 26.6. på grunn av lite slam i anlegget.

Sentrifugene hadde en samlet kapasitet på 30 m<sup>3</sup>/h. Avvanningsanlegget ble kjørt 6,5-7 timer pr. dag. Polymer ble tilsatt inne i sentrifugen i 0,1 prosent oppløsning. Følgende polymer ble benyttet:



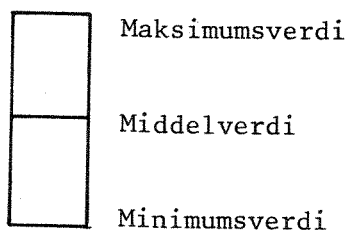
Polymertype		12.6.	13.6.	19.6.	20.6.	25.6.
Hercofloc 829	Høyverdig kationisk	X	X			
Hercofloc 831	Moderat anionisk		X			
Hercofloc 810	Moderat kationisk			X	X	X
Zetag 32	Kationisk				X	

Tabell 6. Driftsdata fra slamavvanningsstasjonen. Undersøkellesperiode 3.

		12.6.	13.6.	19.6.	20.6.	25.6.
Sentrifugert slam	m <sup>3</sup> /d	210	140	210	210	210
Tørrstoff slamkake	%	21	20	17,5	-	-
Polymer-oppløsning dosert (0,1%) til sentrifuge	m <sup>3</sup> /d	5,6	-	13,7	13,7	8,4
Polymer-oppløsning dosert til slamblandekammer	m <sup>3</sup> /d	6,5	5,0	5,1	5,1	5,0
Polymerforbruk pr. m <sup>3</sup> sentrifugert slam	g/m <sup>3</sup>	179	-	268	268	191
Mengde slamkake	m <sup>3</sup> /d	-	35	35	30	-
Mengde rejeckt vann	m <sup>3</sup> /d	210	110	180	185	-
Gjenvinningsgrad	%	-	95	94	-	-
Tilførsel av rejeckt vann i prosent av innløp. Basert på vannmengde kl. 09.00	%	16	7	18	21	-

Dataene i ovenstående tabell baserer seg på stikkprøver. Verdiene representerer derfor et øyeblikksbilde for sentrifugeanlegget og er ikke gjennomsnittsverdier over den tid i døgnet sentrifugene var i drift.

I diagram 31, 32, 33, 34 og 35 er variasjonsområdet (maksimums-, middel- og minimumsverdier) for alle slamtyper satt opp.



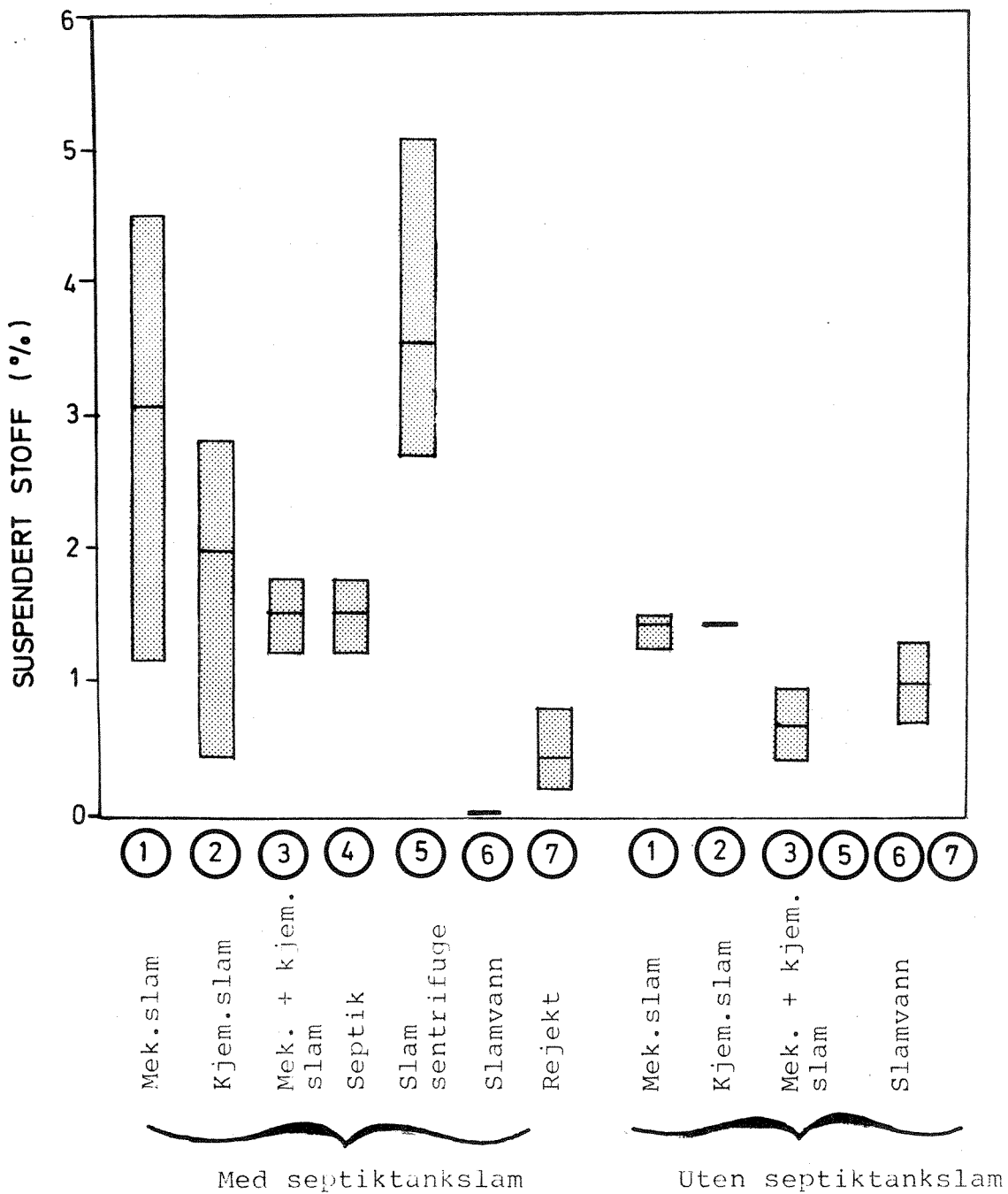


Diagram 31. Undersøkellesperiode nr. 3  
Suspendert stoff i slam

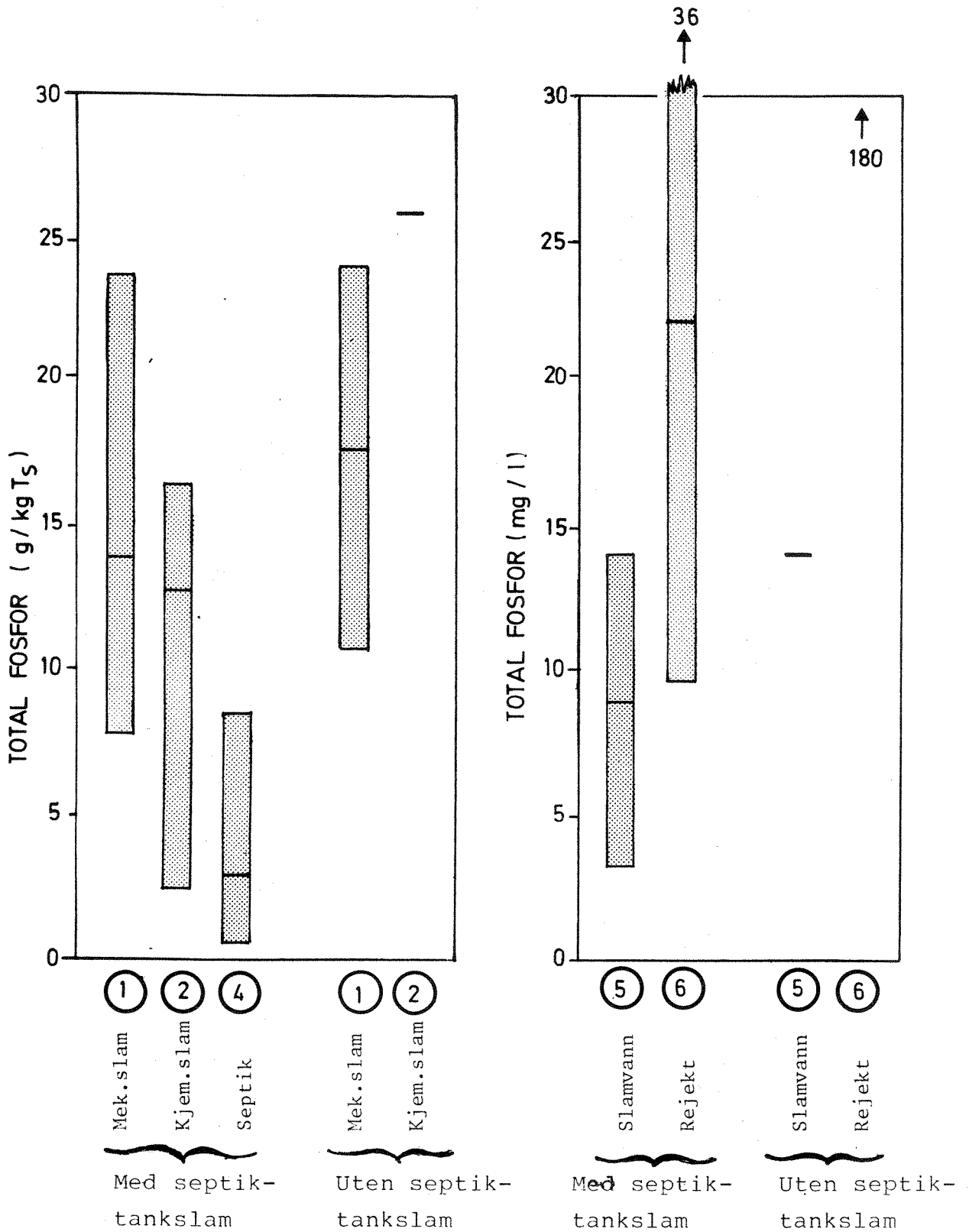


Diagram 32. Undersøkellesperiode nr. 3  
Total fosfor i slam

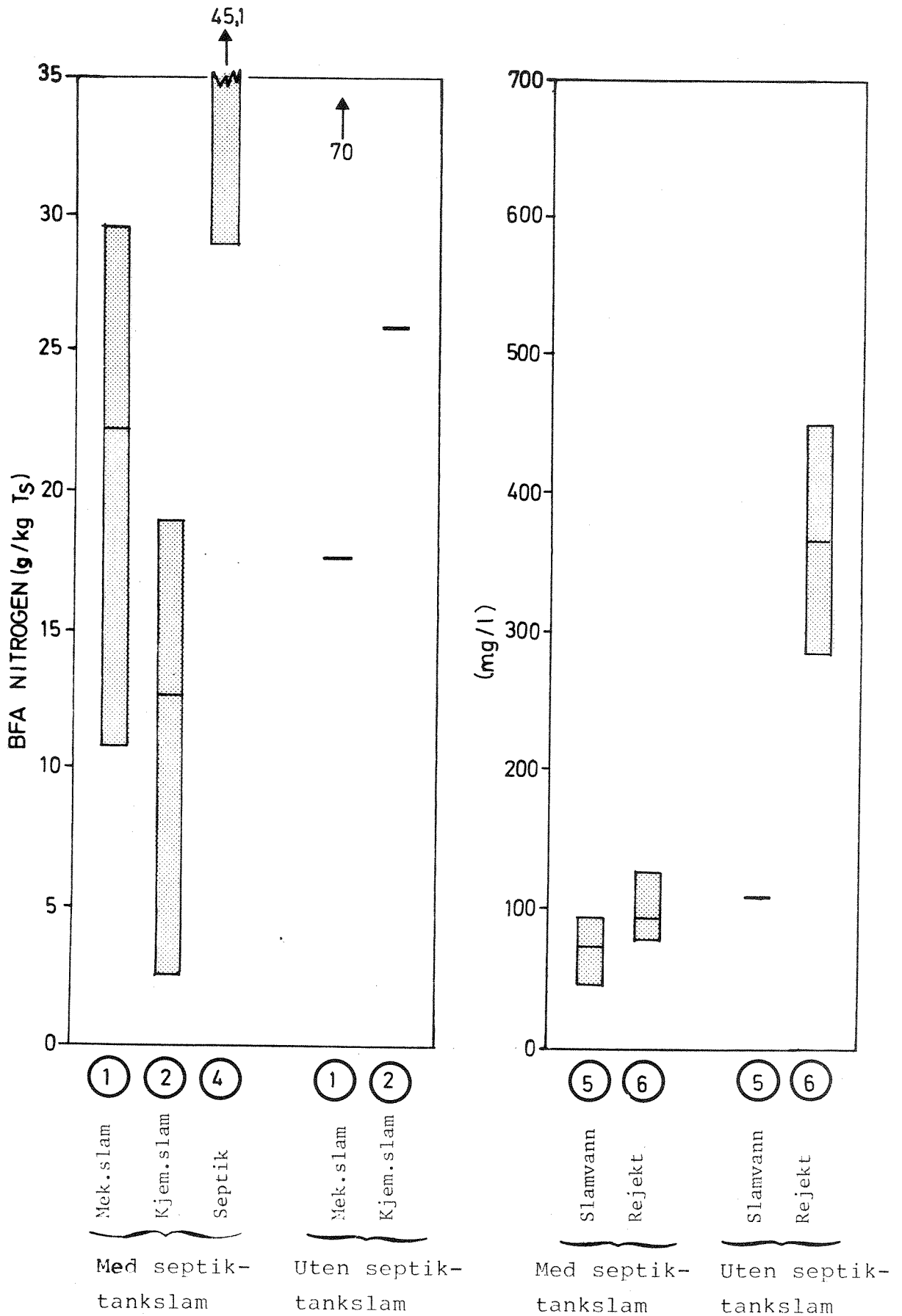


Diagram 33. Undersøkellesperiode nr. 3  
Nitrogen-innhold i slam

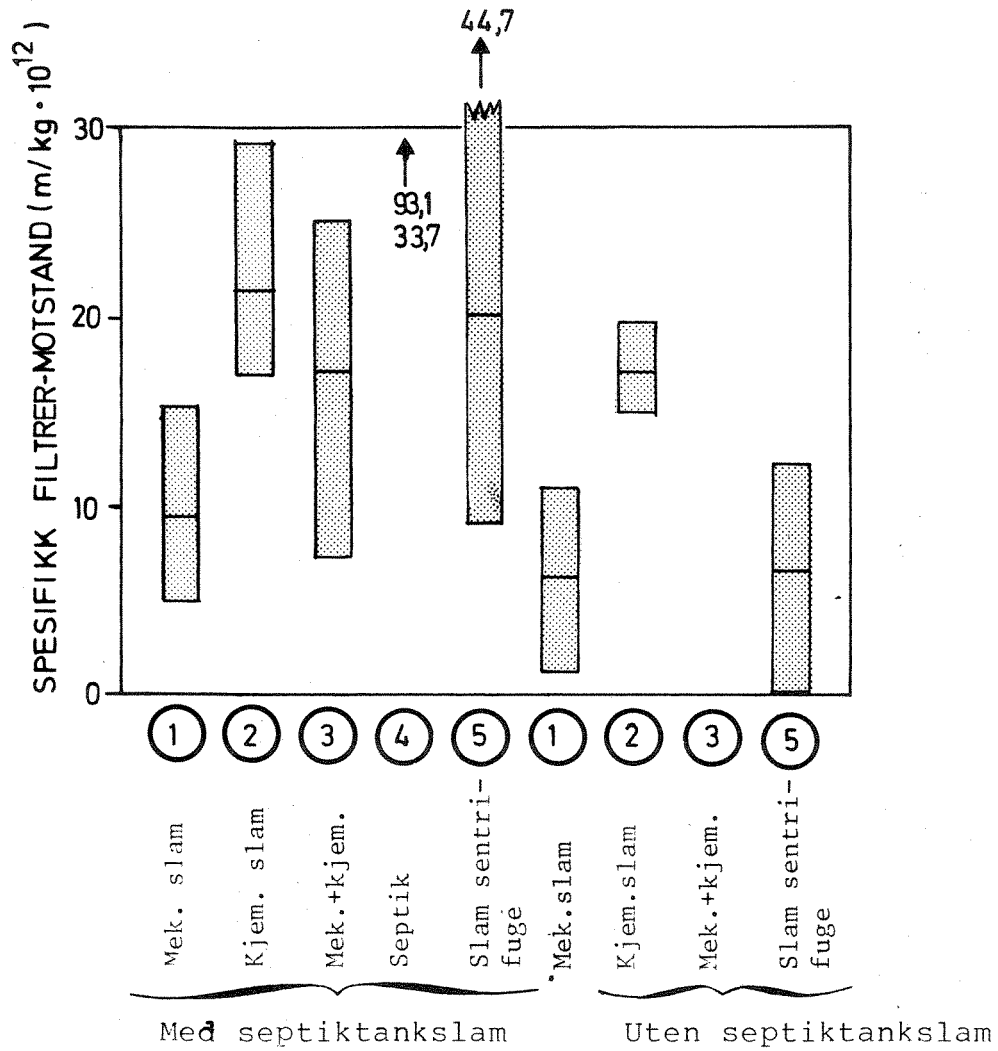


Diagram 34. Undersøkelsesperiode nr. 3  
Spesifikk filtrermotstand i slam

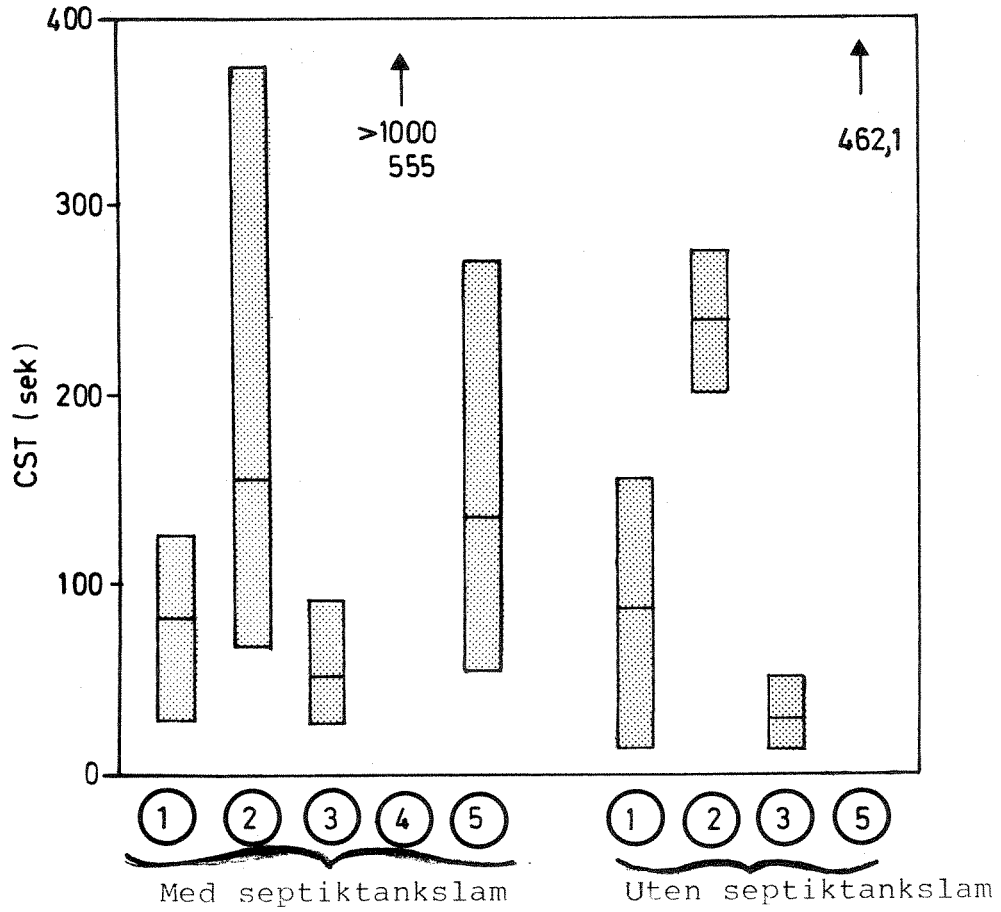


Diagram 35. Undersøkellesperiode nr. 3  
CST (Capillary Suction Time) i slam

Tabell 7. Undersøkelsesperiode 3. Flyktig suspendert stoff (FSS) i prosent av suspendert stoff (SS). Middelerverdier.

	Med tilførsel av septiktankslam	Uten tilførsel av septiktankslam
Mekanisk slam	60,3	54,9
Kjemisk slam	55,5	63,0
Mekanisk + kjemisk slam	63,9	79,2
Septiktankslam	79,6	-
Slam til sentrifuge	61,7	79,0
Slamvann	77,5	72,7
Rejektvann	57,1	76,3

Resultatene viser stor spredning til tross for jevn drift på vannsiden. Slammets fortykkingssegenskaper med polymertilsetning i slamblandekammeret var ikke så gode som ved undersøkelsesperiode 2. Dette skyldes antakelig vanskeligheter med å finne riktig type polymer. Innholdet av suspendert stoff i rejeektvannet var høyt. Man testet ulike typer polymer uten av man fant en tilfredsstillende type i løpet av undersøkelsesperioden. Det viste seg også at sentrifugene måtte sendes til overhaling på grunn av slitasje like etter at undersøkelsesperioden var slutt.

Kjemisk slam viste dårligere filtreringsegenskaper enn mekanisk slam og blandslam. I motsetning til de øvrige undersøkelsesperioder var det her ingen forskjell på mekanisk og kjemisk slam hva angår fosfor som g/kg TS. Rejektvannet var markert dårligere enn i de to foregående undersøkelsesperioder både hva angår suspendert stoff,  $\text{BOF}_7$  og KOF.

### 7.3 Driftsproblemer

Det oppstod en del driftsproblemer ved sentrifugeanlegget. Man hadde problemer med å finne riktig polyelektrolytt til det aluminiums-felte slammet. Dette gav utslag i dårlig rejeektvann.

Etter at undersøkelsesperioden var over, ble sentrifugene undersøkt. Det viste seg at disse var nedslitt og måtte sendes bort for overhaling. Resultatene fra avvanningsstasjonen er derfor ikke direkte sammenliknbare med resultatene fra de øvrige undersøkelsesperioder. Man må anta at sentrifugene gradvis er slitt ned, dette må tas i betraktning ved vurdering av resultatene.

Det var mye flyteslam i fortykkerne under undersøkelsesperioden.

## 8. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

### 8.1 Innledning

Løxa renseanlegg i Bærum kommune er et mekanisk-kjemisk anlegg. Det ble tatt i bruk i desember 1972. Anlegget går under betegnelsen sekundærfellingsanlegg, og har på slamsiden avvanning med sentrifuger og mottakerstasjon for septiktankslam.

Avløpsnettets som hører til anlegget, består både av separat- og felles-system. Det er overløp ute på nettet. Innenfor anlegget er det overløp foran forsedimentering og foran kjemisk rensetrinn.

Renseanlegget er dimensjonert for 15.000 pe. med en dimensjonerende hydraulisk belastning på  $340 \text{ m}^3/\text{h}$ . Forbehandling (rist og sandfang) kan maksimalt tilføres  $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ . Mekanisk rensetrinn (forsedimentering) har en maksimal belastningsevne på  $1020 \text{ m}^3/\text{h}$ , mens kjemisk rensetrinn maksimalt er beregnet å ta imot  $2 \times Q_{\text{dim}}$  som tilsvarer  $680 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ved gjennomføring av undersøkelsene var det tilknyttet ca. 13.000 pe. til anlegget.

Timebelastningen for alle prøvedøgnene i undersøkelsesperioden varierte fra 150 til  $360 \text{ m}^3/\text{h}$  med middel på  $224 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Mottaket for septiktankslam, som består av maskinrenset rist og sandfang, er beregnet å kunne tilføres maksimalt  $200 \text{ m}^3/\text{d}$ , med en middelbelastning på  $100 \text{ m}^3/\text{d}$ . I perioder med mottak av septiktankslam ved anlegget varierte mengdene fra 48 til  $211 \text{ m}^3/\text{d}$  med et middel på  $110 \text{ m}^3/\text{d}$ .

Anlegget ble bygget på totalentreprise, og totalentreprenøren garanterte renseeffekter på 60 prosent for  $\text{BOF}_7$  og 90 prosent for total fosfor.

Utslippstillatelse fra Statens forurensningstilsyn (SFT) inneholder krav om at pH på utslippet skal ligge mellom 5,5 og 9. Innholdet av organisk stoff i avløpsvannet skal ikke overstige  $60 \text{ mg/l}$ , målt som  $\text{BOF}_7$ , og innholdet av total fosfor skal være maksimalt  $1,5 \text{ mg P/l}$ . Når eksternt slam avvannes, kan disse verdier økes med 50 prosent.



Det ble stilt midler til rådighet for gjennomføring av undersøkelsene fra PRA-komiteén under PRA-prosjekt 2.2: "Kjemisk felling ved eksisterende kloakkrenseanlegg". Firma sivilingeniør Carl-H Knudsen, MNIF MRIF fikk i oppdrag av NIVA å utføre undersøkelsene. Program for prosjektet ble utarbeidet i samarbeid med NIVA og Bærum kommune. Bærum kommune hadde den daglige drift av anlegget under alle undersøkelsesperiodene og foretok sine rutinemessige driftskontroller.

Formålet med prosjektet var å undersøke driftsforhold i full skala med ulike fellingskjemikalier til bruk ved kjemisk rensing av avløpsvann i et mekanisk-kjemisk renseanlegg (sekundærfelling). Man skulle også sammenlikne og vurdere ulike fellingskjemikaliers virkning på vann- og slamsiden, samt sammenlikne belastnings- og driftsforhold med og uten mottak av septankslam ved anlegget.

## 8.2 Gjennomføring av undersøkelsene

Undersøkelsene ble delt i tre perioder og startet i mai 1974.

Undersøkelsesperiode 1.

Felling med tre-verdig jern (jernklorid) og kalk ( $\text{CaOH}_2$ ).

Undersøkelsesperiode 2.

Felling med to-verdig jern (jernklorid i form av beisevæske) og kalk ( $\text{CaOH}_2$ ).

Undersøkelsesperiode 3.

Felling med aluminiumsulfat.

For hver undersøkelsesperiode ble det gjennomført prøvetaking i 3 uker. I to av ukene ble anlegget drevet med tilførsel av septiktankslam. Den siste uken ble det ikke tilført septiktankslam.

Prøvetaking på vannsiden ble basert på døgnprøver. På innløp og utløp ble anleggets egne proporsjonal-prøvetakere benyttet. For døgnprøver av avløpet fra forsedimenteringen ble det benyttet peristaltisk pumpe som ble styrt av tid-ur. Prøve ble pumpet til en samlebeholder, samme volum med fast tidsintervall. I hver uke under undersøkelsesperiodene ble det gjennomført 2 prøvedøgn.

På slamsiden ble det for hvert prøvedøgn tatt stikkprøver av de ulike slamtypene, - mekanisk slam, kjemisk slam, mekanisk-kjemisk blandslam, fortykket slam til sentrifugene og slamkake ut til containere. Stikkprøver ble også tatt i hvert prøvedøgn av dekanteringsvann fra fortykkerne og rejektivann fra sentrifugene.

Oversikt over hvilke analyser som ble utført på de ulike prøvene, finnes i tabell 1, kapittel 3.

### 8.3 Undersøkellesperiode 1

Fra starten av ble anlegget rutinemessig drevet med dosering av Ferriflock II (jernklorid med tre-verdig jern) og kalk som fellingsmiddel. Den første undersøkelsesperioden ble også gjennomført med denne kombinasjonen. Etter at undersøkelsesperiodene var avsluttet, gikk Bærum kommune tilbake til denne driftsmåten av anlegget.

Kalk ble tilsatt i slutten av sandfang og hevet pH til ca. 10 før tilsetning av tre-verdig jern. Dette ble tilsatt i luftet kanal foran flokkuleringsbassengene, og derved sank pH til ca. 9,0. Kalkdoseringen var i middel  $124 \text{ g/m}^3$  i undersøkelsesperioden, og det ble i middel tilsatt  $136 \text{ ml/m}^3$  av 70 prosent oppløsning av Ferriflock II hvilket tilsvarer  $26,7 \text{ g Fe}^{+++}/\text{m}^3$  både med og uten tilførsel av septiktankslam til anlegget.

Pris pr. tonn for Ferriflock II var kr. 744.-, og kr. 318.- for kalk levert på Løxa, inklusiv merverdiavgift. Dette tilsvarer  $14,2 \text{ øre/m}^3$  for Ferriflock II og  $3,9 \text{ øre/m}^3$  for kalk, eller totalt  $18,1 \text{ øre}$  i kjemikaliekostnader pr.  $\text{m}^3$  kjemisk rensset avløpsvann.

Den hydrauliske belastningen på anlegget var i middel ca.  $130 \text{ m}^3/\text{h}$ . I de to ukene med tilførsel av septiktankslam varierte denne tilførselen fra 51 til  $159 \text{ m}^3/\text{d}$ .

Det visuelle inntrykk av forholdene under første undersøkelsesperiode var at vannsiden gikk jevnt bra. Slamsiden gikk også godt, bortsett fra at slamvannet fra fortykkerne hadde dårlig kvalitet.

Konsentrasjonene i tilløpet til renseanlegget lå innenfor det som er vanlig for kommunalt avløpsvann. Utløpsverdiene for total fosfor og ortofosfat var lavere for perioden uten tilførsel av septiktankslam enn med tilførsel. Middelverdier for total fosfor var henholdsvis 0,3 mg P/l uten og 0,7 mg P/l med tilførsel av septiktankslam, og for ortofosfat 0,006 mg P/l uten og 0,06 mg P/l med tilførsel. For  $BOF_7$  var middelkonsentrasjonen i avløpet 47 mg O/l uten og 61 mg O/l med tilførsel av septiktankslam, og for KOF 91 mg O/l uten og 132 mg O/l med tilførsel av septiktankslam. Konsentrasjonene av suspendert stoff i avløpet viste ingen forskjell med og uten tilførsel av septiktankslam.

Ved vurdering av resultatene skal en være oppmerksom på at det hele tiden dreier seg om blandprøver tatt over hele døgnet. Virkningen av septiktankslammet er derfor utjevnet i prøvene i forhold til de periodene behandling av septiktankslam pågikk i anlegget. Effekt av tilførselen av septiktankslam til anlegget får man ved at slamvann fra fortykkerne ledes tilbake til vannsiden i anlegget og ved at rejektivann fra sentrifugering ledes tilbake til anlegget foran ristene. Virkning på vannsiden vil derfor være størst de timene sentrifugene er i drift. Ved undersøkelsesperiode 1 representerte rejektivannet ca. 20 volumprosent av innkommende vannmengde. Slamvann fra fortykkerne vil tilsvare en større mengde pr. døgn enn rejektivann, men slamvann antas å bli mer utjevnet over hele døgnet, slik at tilførsel pr. time vil utgjøre mindre enn rejektivannsbelastningen.

Avvanningsstasjonen hadde stabil drift med høy gjenvinningsgrad og relativt tørr slamkake ( $> 20$  prosent). Dette medførte bra rejektivann med midlere konsentrasjon av suspendert stoff på 850 mg/l. De øvrige slamkarakteristika viser vanlige verdier innenfor de områder man kan vente.

#### 8.4 Undersøkelsesperiode 2

Undersøkelsesperiode nr. 2 ble drevet med beisevæske fra Elkem-Spigerverket A/S, og kalk. Beisevæsken inneholdt to-verdig jern i form av jernklorid, og er et avfallsprodukt fra beising av stålplater etc. Kalk ble tilsatt i slutten av sandfang for å justere pH til ca. 10. Beisevæske ble tilsatt i luftet kanal foran flokkuleringsbasseng og brakte pH ned til ca. 9. To-verdig jern må oksyderes til tre-verdig for å bli et effektivt fellingsmiddel. Dette skjer ved høy pH og med tilstrekkelig oksygen til stede.

Begge disse betingelser var til stede ved Løxa. Dosert kalkmengde var  $124 \text{ g/m}^3$  med en pris av kr. 318.- pr. tonn inklusiv merverdiavgift. Beisevæsken ble tilsatt i middel på  $250 \text{ ml/m}^3$ , hvilket tilsvarer  $25 \text{ g Fe}^{++}/\text{m}^3$ . Beisevæsken fikk man gratis fra Elkem-Spigerverket, men transporten til Løxa ble dekket av Bærum kommune. Transportkostnaden utgjorde  $70 \text{ kr/m}^3$ . Kjemikaliekostnadene for fellingen var således 3,9 øre for kalk og 1,8 øre for beisevæske pr.  $\text{m}^3$  avløpsvann, eller totalt  $5,7 \text{ øre/m}^3$ .

Midlere hydraulisk belastning på anlegget var  $276 \text{ m}^3/\text{h}$  i perioden med septiktanktilførsel, og  $338 \text{ m}^3/\text{h}$  i perioden uten septiktanktilførsel. Middelvannføring beregnet ut fra  $Q_{\text{dim}}$  vil være ca.  $280 \text{ m}^3/\text{h}$ . Anlegget kan derfor regnes å være 100 prosent hydraulisk belastet ved undersøkelsesperioden.

Det visuelle inntrykk ved drift av undersøkelsesperiode nr. 2 var at man hadde små fnokker i flokkuleringsbasseng og dårlig siktedyp i ettersedimenteringsbasseng. Driftsforholdene ved anlegget var ustabile, og resultatene varierte, uten at en kunne påvise noen direkte årsak til dette. Forholdene kan ikke sees av de få analyseresultatene i den grad de ble observert i anlegget. Ved utløpet av anlegget skummet det sterkt. På grunn av urenheter i beisevæsken hadde man problemer med doseringsutstyret. Slamsiden gikk derimot bra. Etter undersøkelsesperiode nr. 1 hadde man fra Bærum kommunes side lagt om driften på slamsiden. Det ble dosert polyelektrolytt i slamblandekammeret. Dette resulterte i bedrede fortykkingssegenskaper og et vesentlig bedre slamvann. Det ble dessuten installert gorator foran pumpen som pumper fortykket slam til sentrifugene. Også rejektivannet var renere i denne perioden.

Tilkjørte mengder septiktankslam varierte fra 52 til  $162 \text{ m}^3/\text{d}$ , med et middel i undersøkelsesperiode 2 på ca.  $100 \text{ m}^3/\text{d}$ .

Konsentrasjonene i tilløpet til renseanlegget lå innenfor den ramme som er vanlig for kommunalt avløpsvann. Virkningen av tilførsel av septiktankslam på konsentrasjonene i utløpsvannet var mindre enn i undersøkelsesperiode 1. Dette har sin årsak i et betydelig bedre slamvann fra fortykkerne og bedre rejektivann fra sentrifugene enn i undersøkelsesperiode 1. Konsentrasjonen av suspendert stoff var i middel henholdsvis 352 og  $650 \text{ mg/l}$ . I tillegg til dette var den hydrauliske belastning på anlegget høyere i denne perioden,

og den prosentvise andel av slamvann og rejektivann i avløpsvannet som skal renses, er mindre (ca. 7 prosent).

Reduksjon av organisk stoff var på samme nivå som ved undersøkelsesperiode 1. De øvrige komponenter viste dårligere renses effekter enn ved undersøkelsesperiode 1, selv om kravene i utslippstillatelsen også var overholdt ved undersøkelsesperiode 2. Spesielt kan nevnes at man hadde høye konsentrasjoner av jern i utløpsvannet fra anlegget, henholdsvis 4,2 mg Fe/l med tilførsel av septiktankslam og 8 mg Fe/l uten. Dette gav et gulbrunt farget avløpsvann.

Polymerdoseringen i slamblandekammeret bevirket at tørrstoffkonsentrasjonen for fortykket slam steg helt opp i ca. 9 prosent.

### 8.5 Undersøkelsesperiode 3

Ved undersøkelsesperiode 3 ble aluminiumsulfat fra Lysaker kemiske Fabrik benyttet som fellingsmiddel. Kalk ble ikke benyttet i noen form. Aluminiumsulfat ble tilsatt i luftet kanal foran flokkuleringskanal, og bevirket at pH sank til i middel ca. 6,4. Det ble i middel dosert ca. 170 mg aluminiumsulfat pr. liter avløpsvann til en pris på 630 kr/tonn inklusiv merverdiavgift. Dette tilsvarer en kostnad for kjemikaliedoseringen på 10,7 øre pr. m<sup>3</sup> kjemisk rensed avløpsvann. Midlere vannføring for hele undersøkelsesperioden var 177 m<sup>3</sup>/h, og dette er ca. 60 prosent av det anlegget er dimensjonert for. Tilførsel av septiktankslam varierte fra 94 til 211 m<sup>3</sup>/d. Slamsiden ble drevet som ved undersøkelsesperiode 2 med tilsetning av polyelektrolytt i slamblandekammeret.

Konsentrasjonene i tilløpet til anlegget ble kun målt for ett av prøvedøgnene på grunn av tilstopping i prøvetakingsutstyret og uhell med prøveholderen. En kan imidlertid anta at forholdene har vært tilsvarende de to andre undersøkelsesperiodene. Virkning av tilførsel av septiktankslam var til stede, men i mindre grad enn ved de tidligere undersøkelsesperiodene. Konsentrasjonene i utløpsvannet var på samme nivå som ved undersøkelsesperiode 1 eller noe bedre. Ved utløpet av Hamang-tunnelen fikk en voldsom skumming, og skumflakene fløt nedover Sandvikselva. Innenfor anlegget gav imidlertid dosering av aluminiumsulfat den enkleste driften og de mest stabile driftsforholdene på vannsiden av de tre undersøkelsesperiodene.

Rejektvannet fra sentrifugene var dårlig i undersøkelsesperiode 3 med konsentrasjoner helt opp i 13600 mg SS/l. Det ble forsøkt flere typer polyelektrolytter for å finne en som kunne gi tilfredsstillende rejektivann og gjenvinningsgrad, men dette lyktes ikke i løpet av undersøkelsesperioden. Slamkaken hadde hele tiden relativt høy tørrstoff-konsentrasjon - ca. 20 prosent. Etter undersøkelsen viste det seg at sentrifugene var svært nedslitt og måtte overhales og repareres. Sannsynligvis var dette den vesentligste årsak til det dårlige rejektivannet.

### 8.6 Konklusjoner

Ved sammenlikning av de tre undersøkelsesperiodene kan en trekke følgende konklusjoner:

- Felling med tre-verdig jern (Ferriflock II) og kalk gav tilfredsstillende rensresultater, men kostnader for fellingskjemikalierne, 18,1 øre pr. m<sup>3</sup> avløpsvann, var høye.

Ved bruk av to fellingskjemikalier er det vanskeligere å styre doseringene enn ved bruk av ett fellingskjemikalium, og det gir mer arbeid for driftspersonalet.

Bruk av kalk kan skape støvproblemer og danne belegg på doseringsutstyret. Ferriflock II er en svært korrosiv oppløsning, utstyret for lagring og dosering må være valgt etter dette.

Slambehandlingen fungerte tilfredsstillende.

- Felling med to-verdig jern (beisevæske) og kalk gav ujevn drift av renseanlegget. Periodevis var resultatene tilfredsstillende, i andre perioder var resultatene mindre tilfredsstillende uten at en direkte kunne påvise hvorfor. Ved felling med to-verdig jern hadde en stadig blakket avløpsvann og høyere konsentrasjoner med jern i avløpsvannet.

Beisevæsken inneholdt urenheter som gav problemer for drift av doseringsutstyret. En opererer med to fellingemidler, og dette gav økt driftsinnsats.

Felling med beisevæske og kalk var rimelig med kjemikaliekostnader på 5,7 øre/m<sup>3</sup> avløpsvann. Hvis en kunne få stabile forhold med gode renses-effekter, noe en har oppnådd periodevis, vil denne kombinasjon være interessant.

Slambehandlingen fungerte tilfredsstillende.

- Felling med aluminiumsulfat gav meget jevn og enkel drift av vannbehandlingen og tilfredsstillende rensresultater. Kostnad for fellingskjemikaliet var 10,7 øre/m<sup>3</sup> avløpsvann.

Ved felling med aluminiumsulfat fikk en sterk skumming ved utløpet i Sandvikselva. Store skumformasjoner fløt nedover elva. Dette var hovedårsak til at Bærum kommune gikk tilbake til bruk av tre-verdig jern og kalk etter at undersøkelsene var avsluttet.

Slambehandlingen virket ikke tilfredsstillende ved felling med aluminiumsulfat. Man fikk høye konsentrasjoner med suspendert stoff i rejektivannet, og man fant ikke fram til noen polyelektrolytt som kunne løse dette forholdet i løpet av undersøkelsesperioden. Etter at undersøkelsene var avsluttet, ble det oppdaget at sentrifugene var nedslitt og måtte overhales. En går ut fra at dette var en av årsakene til det dårlige rejektivannet.

- Tilførsel av store mengder septiktankslam til anlegget førte til dårligere rensresultater enn uten septiktanktilførsel, men for blandprøver over døgnet ble utslippstillatelsens krav overholdt.

I de etterfølgende diagrammer sammenstilles alle 3 forsøksperioder.



Tilløp



Utløp forsedimentering



Utløp

m/s = med septiktankslam

u/s = uten septiktankslam



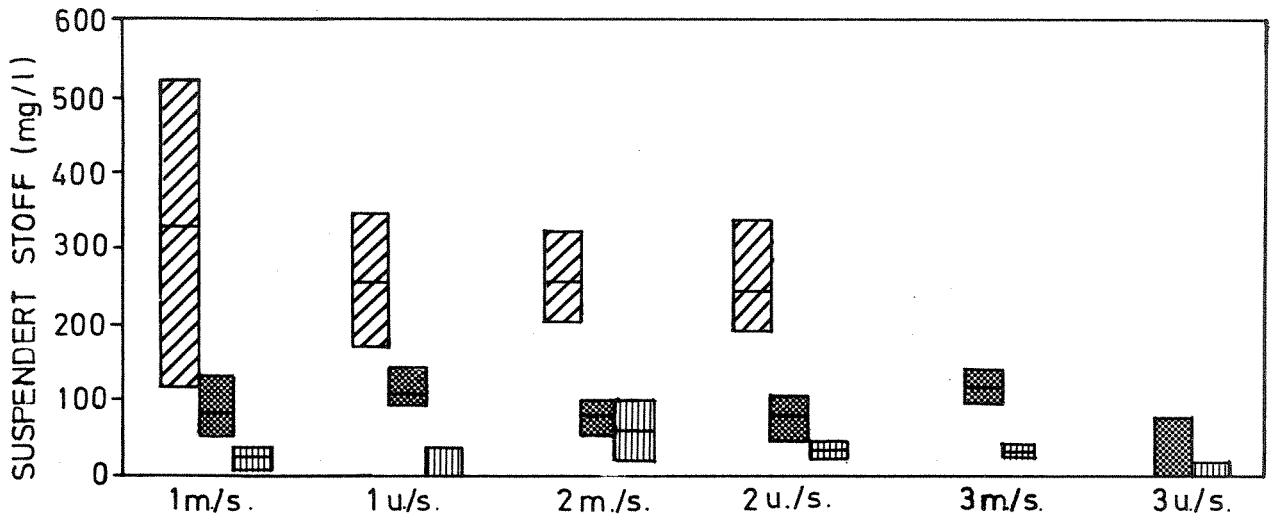


Diagram 36. Sammenstilling av alle undersøkelsesperioder. Suspendert stoff

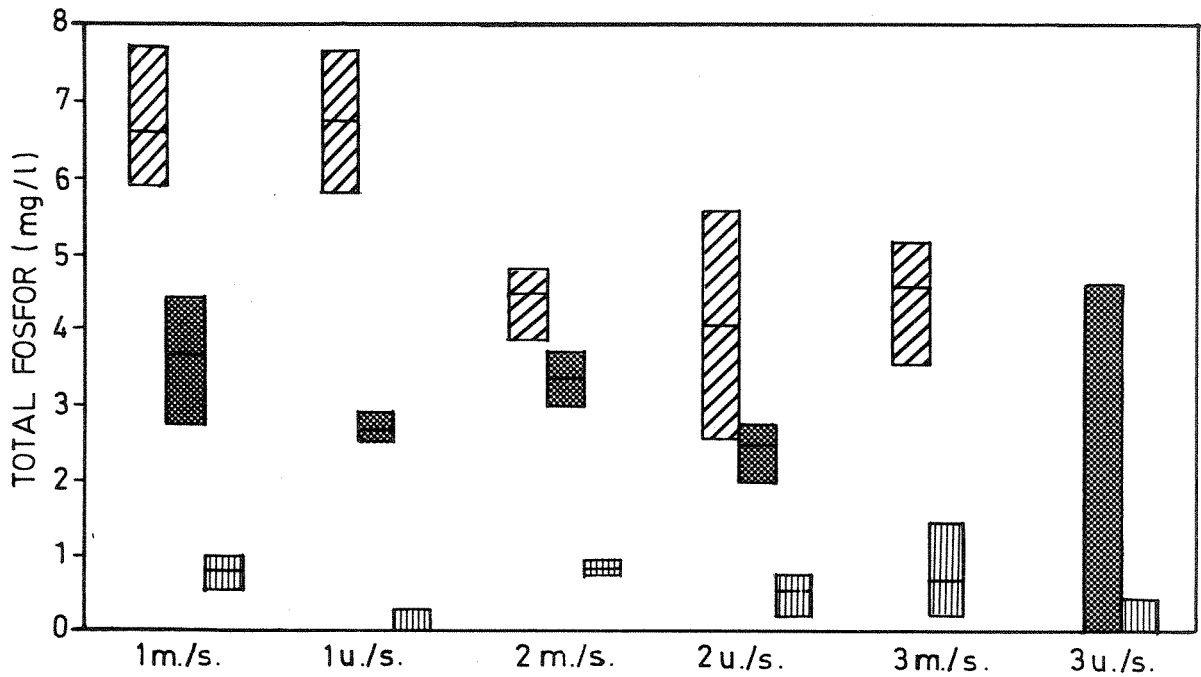


Diagram 37. Sammenstilling av alle undersøkelsesperioder. Total fosfor

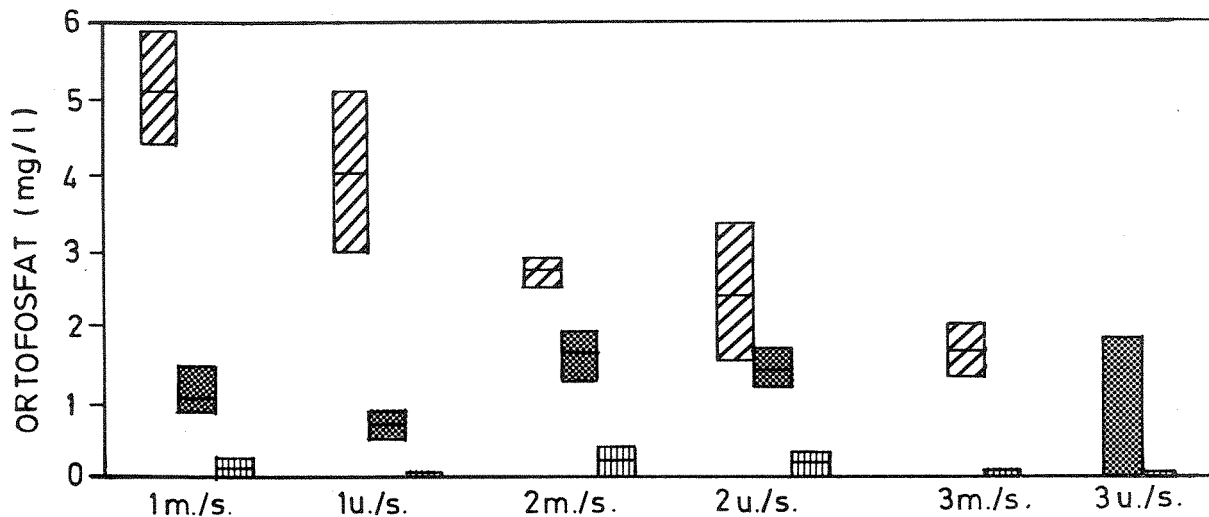


Diagram 38. Sammenstilling av alle undersøkelsesperioder. Ortofosfat

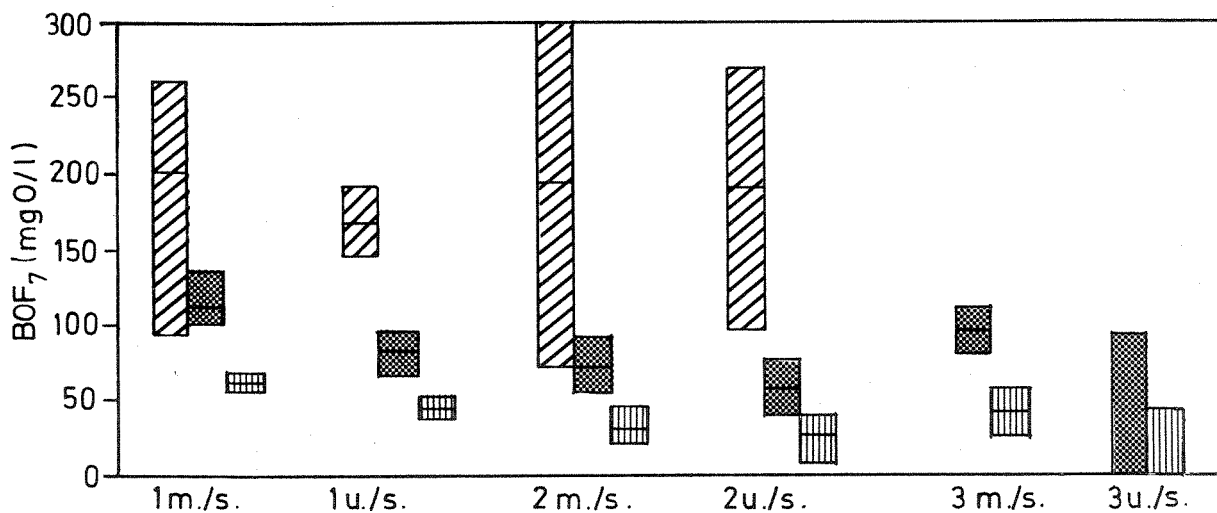


Diagram 39. Sammenstilling av alle undersøkelsesperioder. BOF<sub>7</sub>

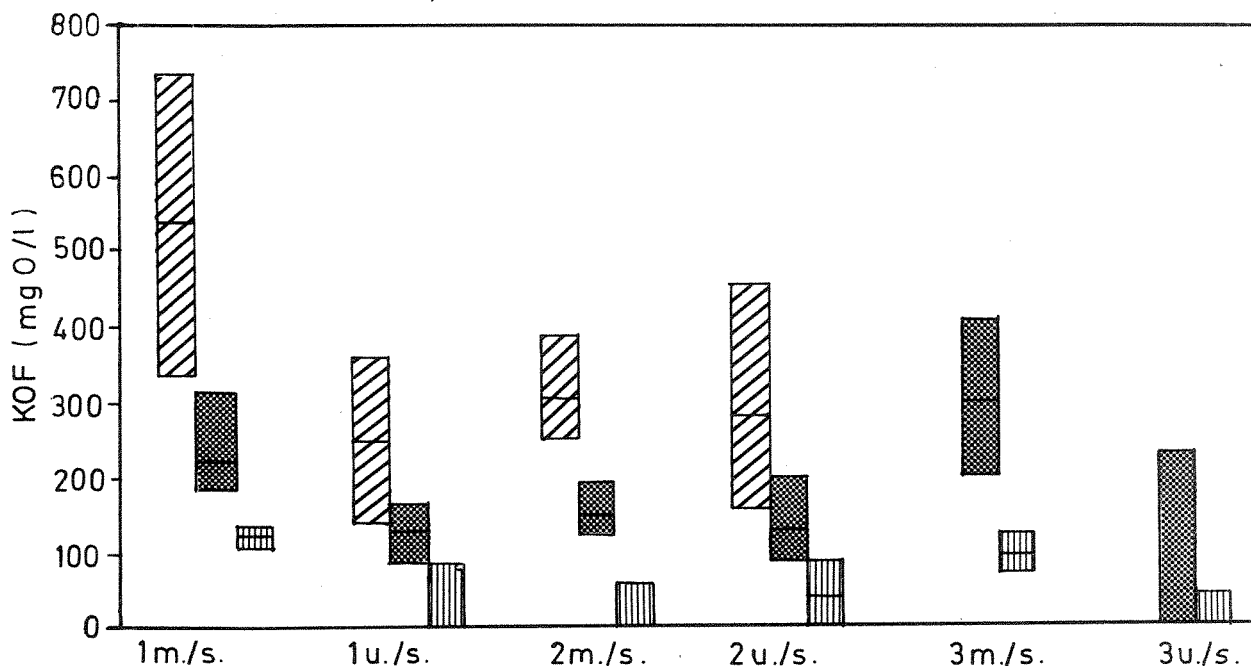


Diagram 40. Sammenstilling av alle undersøkelsesperioder. KOF

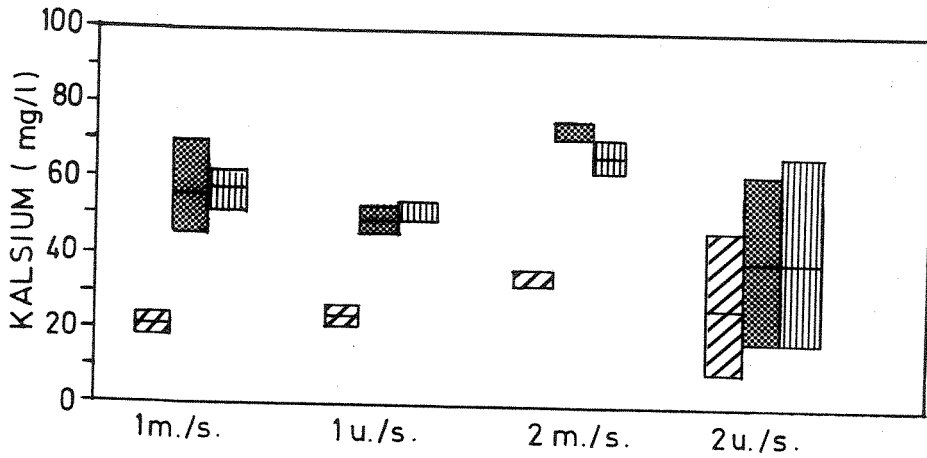


Diagram 41. Sammenstilling av undersøkelsesperiode 1 og 2.  
Kalsium

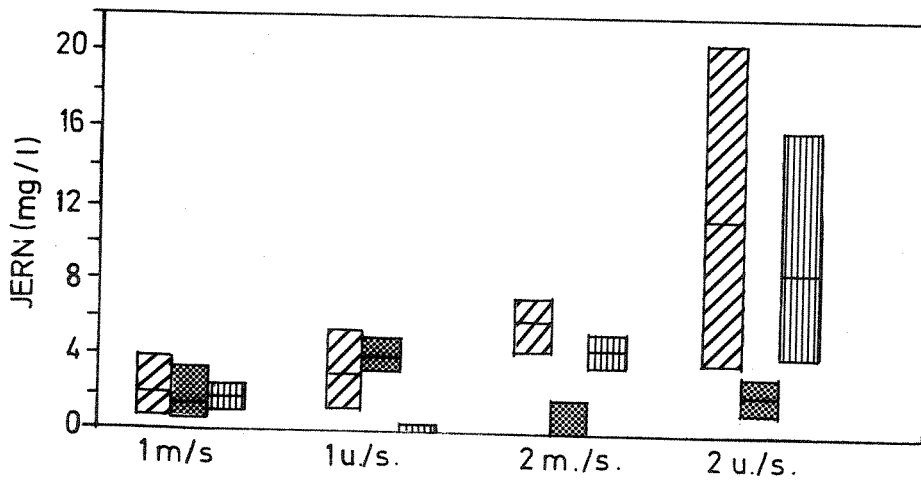


Diagram 42. Sammenstilling av undersøkelsesperiode 1 og 2  
Jern

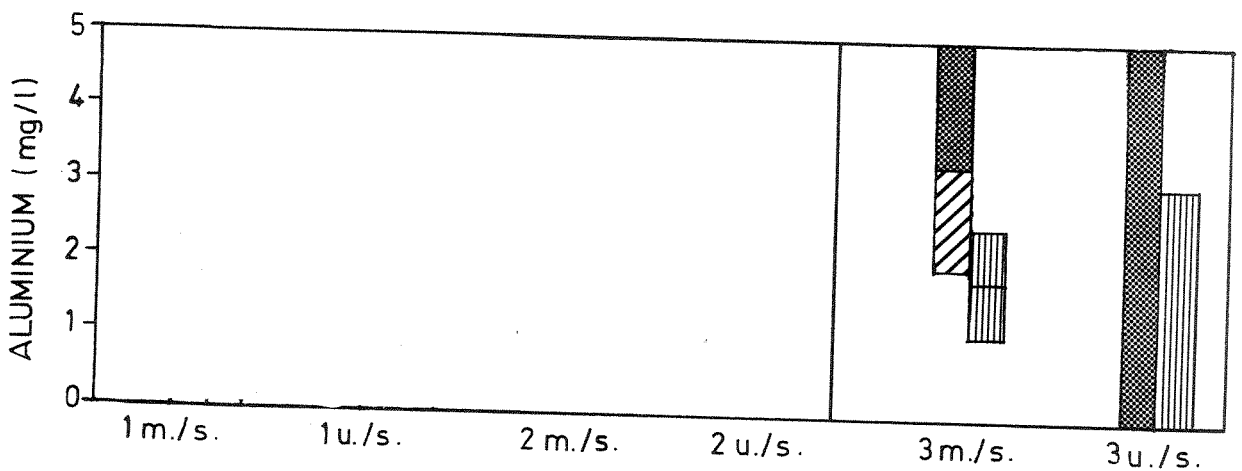


Diagram 43. Undersøkelsesperiode nr. 3  
Aluminium

## 9. SUMMARY

Løxa Sewage Treatment Plant in Bærum is a mechanical-chemical treatment plant. It was built in 1972 and was designed for 15 000 pe with 340 m<sup>3</sup>/h as hydraulic load. The plant is divided in two parallel lines, each consisting of: Fine screens, grit chamber, primary sedimentation tanks, equipment for dosage of chemicals, flocculation basins and final sedimentation tanks. The sludge handling consists of sludge mixing tank, sludge thickeners and centrifuge for dewatering.

There is a special system for receiving and handling sludge from septic tanks at the treatment plant. Septic sludge is dumped from trucks through a fine screen to a separate grit chamber before it is dumped to the sludge thickeners where it is mixed with sludge from primary sedimentation and the chemical sedimentation. The plant is designed for a maximum load of 200 m<sup>3</sup>/d and an average load of 100 m<sup>3</sup>/d septic sludge.

The sewerage system connected to Løxa treatment plant consists of both combined and separate systems. There are several overflows in the sewerage system, and there are also overflows within the plant before primary sedimentation units and before chemical treatment.

From May 1974 to October 1975 a series of investigations in full scale was carried out for studying different types of chemicals for precipitation and their effect on water treatment and sludge handling.

The investigations were divided into three different periods.

Period 1: Using ferric chloride and lime as flocculants for chemical treatment (Fe<sup>+++</sup> & Ca).

Period 2: Using ferrous chloride and lime as flocculants (Fe<sup>++</sup> & Ca).

Period 3: Using aluminium sulphate as flocculant.

Each period was again divided in two sections, with and without receiving septic sludge to the plant.

A compilation of COD, total phosphorus, orthophosphate and suspended solids removals for all investigation periods is shown in the diagrams.

All results are listed in the appendix.

In period 1 lime ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) was dosed before primary settling tank in an amount of 124 mg/l, raising pH to about 10.0. Ferric chloride ( $\text{FeCl}_3$ ) was dosed in an aerated channel before the flocculations basins. pH was brought down to 9.0. The dosage was 136 ml/m<sup>3</sup>  $\text{FeCl}_3$  or 26.7 g  $\text{Fe}^{+++}$ /m<sup>3</sup>.

In period 2 lime was dosed as in period 1. Ferrous chloride ( $\text{FeCl}_2$ ) was also dosed as in period 1 at an amount of 25 g/m<sup>3</sup>  $\text{Fe}^{++}$ . Ferrous chloride was delivered free of charge from Elkem-Spigerverket A/S in form of pickling liquid. In addition to polymer dosage to sludge just before dewatering by centrifuge, there was also some dosage of polymer to the sludge mixing chamber before sludge thickening. This was done to improve the sludge thickener's capacity.

In period 3 the only flocculant used was alum. The alum dosage was in average 170 g/m<sup>3</sup> and was added in the aerated channel before the flocculation basins. pH was brought down to about 6.4. Polymer was continuously dosed in the sludge mixing chamber as in period 2.

The three investigation periods were compared, resulting in the following conclusions:

- Ferric chloride ( $\text{Fe}^{+++}$ ) and lime give high treatment efficiency, but are expensive to use (18.1 øre/m<sup>3</sup>). To operate two chemicals for precipitation gives more maintenance problems. Ferric chloride is very corrosive and must be handled carefully. The sludge treatment seems to function well.
- Pickling liquid ( $\text{Fe}^{++}$ ) and lime as chemicals for precipitation give a non-uniform treatment efficiency and is difficult to operate. The pickling liquid contains particles which cause problems for the dosage equipment (clogging). Pickling liquid and lime as flocculants are very much dependent on right pH-value and enough dissolved oxygen in the wastewater

to be efficient. The pickling liquid also gives high iron values in the effluent. The cost of chemicals was 5.7 øre/m<sup>3</sup>. Sludge handling seems to function well.

- Alum gives high treatment efficiency and is easy to operate. The cost of chemical dosage was reasonable, 10.7 øre/m<sup>3</sup>. During the investigation period it was difficult to find the proper polyelectrolyte for dewatering the sludge. This caused a bad reject from the centrifuge with high contents of suspended solids. After the investigations it was, however, discovered that the centrifuge was worn and had to be repaired.
- When using alum as a precipitant there was a problem of large scum formations in the recipient, the Sandvika river. This was the main reason why the community did not change to alum as a precipitant after the investigation period was over.
- The treatment of septic sludge gives lower treatment efficiency in the plant as a whole. Septic sludge is pumped to one of the sludge thickeners and gives higher COD and SS values in the supernatant and in the reject from the centrifuge. Supernatant and reject are transported back to the inlet of the treatment plant. This leads to higher concentrations of especially dissolved organic matter in the influent. Dissolved organic matter is not taken care of in a mechanical-chemical treatment plant, and causes, as a result, lower treatment efficiency on COD.

B I L A G

Tabell 8/1. Løxa kloakkrensaneanlegg. Undersøkellesperiode 1. 7,5, - 22.5.1974. Felling med jern(III)klorid og kalk. Med tilførsel av septisk slam.

Vannanalyser.

Dato	Vann- føring kl.9.00	Kjem.dos. g/m <sup>3</sup>	pH		Alkalitet pH 4,5 m.ekv./l		BOF <sub>7</sub> mg O/l		KOF mg O/l		Tot-P mg P/l		Orto-P mg P/l		Tot-N mg N/l								
			Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut					
1974																							
7.5.	150	140 26	8,1	9,8	3,50	5,08	3,58	189	94,3	61,0	740	236	139	6,2	3,5	0,7	4,4	0,8	0,01	45,2	35,2	35,2	
8.5.	200	100 27	8,3	9,5	2,87	6,30	3,66	90,9	93,3	56,3	334	190	121	5,9	4,3	0,9	4,6	1,3	0,17	31,2	30,4	27,6	
13.5.	170	110 24	8,3	9,4	3,20	5,35	4,21	248	-	66,5	410	184	137	6,5	2,7	0,5	5,3	1,0	0,01	35,6	34,4	31,2	
15.5.	170	108 25	8,0	10,2	3,72	6,11	-	261	132	-	692	304	-	7,7	3,9	-	5,9	1,0	-	40,4	36,0	-	
Middel- verdi	172,5	114,5 25,5	8,16	9,73	3,32	5,71	3,82	197	106,5	61,3	544	229	132,3	6,57	3,6	0,7	5,05	1,03	0,06	38,1	34,0	31,3	
Renseeffekt over mekanisk rensetrinn								45,9%			58,0%			80,0%						10,8%			
Renseeffekt totalt								68,9%			75,7%			89,3%						98,8%			17,8%

Dato	SS mg/l		SSGR mg/l		Jern mg Fe/l		Kalsium mg Ca/l		Aluminium mg Al/l		Sikredyp Menge septisk slam m <sup>3</sup> /d		
	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	cm	m <sup>3</sup> /d	
1974													
7.5.	534	122 40	118	36,0	1,0	3,9	3,5	2,5	23,3	45,5	51,0	50	51
8.5.	116	96 18,5	16,0	23,0	1,0	0,92	0,92	1,07	19,0	54,3	62,0	56	52
13.5.	262	65 25,6	34,0	8,0	0,8	1,55	0,78	2,15	20,5	51,0	59,0	70	159
15.5.	416	61 -	54,0	7,0	-	1,40	0,92	-	21,5	70,0	-	70	133
Middel- verdi	332	86 28,0	55,5	18,5	0,93	2,00	1,30	1,91	21,1	56,7	57,3	61,5	98,8
Rense- effekt		74,10%											91,6%



Tabell 8/2. Løxa kloakkrensning. Undersøktelsesperiode 1. 7.5. - 22.5.1974. Felling med jern(III)klorid og kalk. Uten tilførsel av septisk slam.

Vannanalyser.

Dato	Vann- føring kl.9.00	Kjem.dos. g/m <sup>3</sup>	pH		Alkalitet pH 4,5 m.ekv./l		BOF <sub>7</sub> mg O/l		KOF mg O/l		Tot-P mg P/l		Orto-P mg P/l		Tot-N mg N/l							
			Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut				
1974																						
21.5.	200	146	8,2	9,8	2,91	5,33	2,90	187	69,5	50,0	129	88,2	90,0	5,8	2,6	0,3	3,0	0,8	0,005	30,8	38,4	27,2
22.5.	170	140	7,1	9,2	3,72	4,76	3,00	145	93,5	43,5	350	163	92,0	7,7	2,9	0,3	5,1	0,5	0,007	41,2	31,2	26,4
Middel- verdi	185	143	7,08	8,90	3,32	5,04	2,95	166	81,5	46,8	239	125,6	91,0	6,75	2,75	0,3	4,05	0,65	0,006	36,0	34,8	26,8
Kenseeffekt over mekanisk rensetrinn																						
Kenseeffekt totalt																						
50,9%																						
71,8%																						
46,8%																						
59,3%																						
95,6%																						
61,9%																						
83,9%																						
99,9%																						

Dato	SS mg/l		SSCR mg/l		Jern mg Fe/l		Kalsium mg Ca/l		Aluminium mg Al/l		Siktedyp i etter- sedim. cm
	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	
1974											
21.5.	338	92	32,0	10,5	3,1	0,67	26,0	50,2	3,8	0,23	140
22.5.	182	132	36,0	46,0	4,8	0,53	21,5	44,9	0,27	0,34	120
Middel- verdi	260	111	39,0	9,8	3,17	0,60	23,8	48,45	2,04	0,29	130
Rense- effekt	57,3%										
	86,6%										

Tabell 8/3. Løxa kloakkrensning. Undersøkellesperiode 1. 7.5. - 22.5.1974. Felling med jern(III)klorid og kalk.

Slamanalyser.

Dato	Mekanisk slam										Kjemisk slam							
	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde
	g/l	g/l	g/kg SS	g/kg SS	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d	g/l	g/l	g/kg SS	g/kg SS	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d		
1974																		
7.5	28,7	14,47	21,6	21,6	10	262	1000	9,1	0	15,6	8,5	23,1	25,6	2	141	1000	8,6	90,7
8.5	34,9	17,34	20,6	19,2	12,9	113	1000	8,6	0	11,8	6,1	23,7	27,3	16,7	115	1000	7,9	85
13.5	23,54	11,18	24,3	23,1	8,9	99	950	8,7	80	5,6	3,1	30,5	27,7	19,5	110	1000	8,6	34
15.5	25,15	11,24	22,7	25,3	9,8	86	1000	8,8	80	4,9	2,7	26,6	35,6	10,3	96	1000	8,6	34
Middel -verdi	28,07	13,56	22,3	22,3	10,4	140	988	8,8	80	9,5	5,1	26,0	29,1	12,1	116	1000	8,4	60,9
21.5	27,13	11,99	19,8	19,7	8,0	74	1000	9,1	93	18,7	10,0	23,0	24,5	11,7	172	1000	8,4	88
22.5	33,50	17,03	20,6	19,8	9,1	74	900	9,1	-	6,5	3,5	24,5	25,6	10,6	75	950	8,5	-
Middel -verdi	30,3	14,51	20,2	19,8	8,6	74	950	9,1	93	12,6	6,8	23,8	25,1	11,2	124	975	8,45	88

Dato	Mekanisk + kjemisk slam										Septisk slam						
	SS	SSGR	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde	
	g/l	g/l	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	g/l	g/l	g/kg SS	g/kg SS	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d		
1974																	
7.5	51,5	22,4	5,8	292	1000	8,7	-	9,6	1,8	5,7	52,2	-	933	1000	7,4	51	
8.5	-	14,4	29,2	239	1000	8,7	-	10,3	1,7	7,8	41,5	95,1	724	1000	6,5	52	
13.5	28,5	13,3	9,7	247	1000	8,6	-	32,2	5,1	3,7	24,8	-	>1000	1000	5,7	133	
15.5	33,7	15,3	8,6	247	1000	8,5	-	25,4	3,9	5,5	32,9	131,7	>1000	1000	5,9	159	
Middel -verdi	37,9	16,4	13,3	256	1000	8,6	-	19,4	3,1	5,7	37,9	113,4	914	1000	6,4	99	
21.5	27,5	12,0	7,4	194	1000	8,8	-										
22.5	26,6	12,3	6,2	153	1000	8,4	-										
Middel -verdi	27,1	12,15	6,8	173,5	1000	8,6	-										

A = Med tilførsel av septisk slam

B = Uten "- " "-"

Tabell 8/4. Løxa kloakkrensning. Undersøkellesperiode 1. 7.5. - 22.5.1974. Felling med jern(III)klorid og kalk.

Slamanalyser.

Dato	Mekanisk + kjemisk + septisk slam (slam til sentrifuger)						Slamkake	
	SS	SSGR	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde	TS
1974	g/l	g/l	m/kg.10l2	sek	ml		m <sup>3</sup> /d	%
7.5	27,4	6,5	19,3	444	1000	8,2	190	19,1
A	18,3	8,4	11,9	157	1000	8,5	190	20,1
13.5	19,0	6,0	12,8	158	1000	8,0	190	21,4
15.5	40,5	8,2	7,4	206	1000	7,2	190	21,8
Middel -verdi	26,3	7,3	12,9	241	1000	8,0	190	20,6

Dato	Dekanteringsvann fra fortykker 1							Rejektvann fra sentrifugene								
	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	BOF <sub>7</sub>	KOF	pH	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	BOF <sub>7</sub>	KOF	pH
1974	g/l	g/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		g/l	g/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
7.5	16,8	8,8	370	426	0,8	765	1570	9,1	0,176	0,004	6,5	-	2,9	275	675	8,2
A	7,7	4,2	190	226	0,1	694	696	8,0	0,099	0,006	2,5	89,6	0,15	476	864	8,5
13.5	9,2	4,3	230	295	0,8	918	944	8,7	2,108	0,522	22	89,8	1,8	1090	3240	7,9
15.5	5,0	2,4	130	148	0,3	464	565	8,6	1,018	0,268	11	135,0	0,8	1298	3000	7,0
Middel -verdi	9,7	4,9	230	274	0,5	710	944,5	8,6	0,85	0,2	10,5	104,7	1,4	785	1945	7,9
21.5	20,1	10,2	450	490	0,7	-	-	8,6								
B	15,1	7,7	340	380	0,5	3500	17624	8,7								
Middel -verdi	17,6	8,95	395	435	0,6	3500	17624	8,65								

A = Med tilførsel av septisk slam

B = Uten " " " "

Tabell 9/1. Løxa kloakkrensaneanlegg. Undersøkellesperiode 2. 14.3.-12.4 og 8.10.-9.10.1975. Felling med jern(II)klorid og kalk. Med tilførsel av septisk slam.

Vannanalyser.

Dato 1975	Vann- føring kl.9.00 m <sup>3</sup> /h	Kjem.dos. g/m <sup>3</sup> Kalk Fe <sup>2+</sup>	pH		Alkalitet pH 4,5 m.ekv./l		BOF <sub>7</sub> mg O/1		KOF mg O/1		Tot-P mg P/1		Orto-P mg P/1		Tot-N mg N/1									
			Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut						
14.3.	300	102	29	7,4	10,6	9,7	2,52	4,23	2,53	186	84	24,0	389	192	56	4,8	3,7	0,9	2,8	1,9	0,11	37,2	31,2	21,6
19.3.	340	106	38	7,3	-	8,1	2,57	-	2,63	304	-	42,5	317	-	0,8	4,8	-	0,09	2,9	-	0,09	22,4	-	19,2
20.3.	360	112	45	7,3	10,7	9,6	2,71	3,74	2,71	72	56,4	34	257	125	59,2	3,9	3,1	1,0	2,5	1,3	0,26	25,6	20,8	17,6
Middel- verdi	333	106,7	37,3	7,29	10,6	9,12	2,60	3,99	2,63	187,3	70,2	33,5	321	158,5	57,6	4,5	3,4	0,9	2,73	1,6	0,15	28,4	26	19,5
Renseeffekt over mekanisk rensetrinn																	24,4%	80,0%	41,4%	8,5%				
Renseeffekt totalt																	82,1%	82,1%	94,5%	31,3%				

Dato 1975	SS mg/l	SSGR mg/l		Jern mg Fe/l		Kalsium mg Ca/l		Aluminium mg Al/l		Siktedyp i etter- sedim. cm	Mengde septisk slam m <sup>3</sup> /d						
		Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut								
14.3.	238	104	37,0	66	49	16	7,3	1,5	4,2	36	70	62	1,0	0,9	0,8	80	52,5
19.3.	338	-	111	154	-	73	6,3	-	4,9	33	-	69	1,0	-	0,9	80	88
20.3.	202	55	26,7	42	16	6,0	4,1	1,6	3,5	34	75	68	0,9	1,0	0,8	50	162
Middel- verdi	259	79,5	58,2	87	32,5	31,7	5,9	1,55	4,2	34,3	73	66,3	0,97	0,95	0,83	70	100,8
Rense- effekt	69,3%	77,6%															

Tabell 9/2. Løxa kloakkrensaneanlegg. Undersøkellesperiode 2. 14.3.-12.4. og 8.10.-9.10.1975. Felling med jern(II)klorid og kalk.

Uten tilførsel av septisk slam.

Vannanalyser.

Dato	Vann- føring kl. 9.00 m <sup>3</sup> /h	Kjem.-dos. g/m <sup>3</sup> Kalk Fe <sup>2+</sup>	pH		Alkalitet pH 4,5 m.ekv./l		BOF <sub>7</sub> mg O/l		KOF mg O/l		Tot-P mg P/l		Orto-P mg P/l		Tot-N mg N/l								
			Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut					
1975																							
11.4.	300	73 43	7,2	9,1	8,6	2,31	3,24	1,55	272	36,9	20,5	459	201	41,7	5,6	2,4	0,46	3,3	1,2	0,17	20,4	14,0	16,8
12.4.	-	-	7,3	9,1	7,6	1,99	3,05	1,57	88	32,0	15,0	166	79,6	10,3	2,6	2,0	0,23	1,4	1,2	0,10	13,6	14,8	11,2
8.10.	370	135 40	6,9	9,1	7,9	3,11	4,01	3,16	169	65,0	31,6	235	127	67,9	4,8	2,7	0,80	2,8	1,5	0,19	20,8	18,2	17,0
9.10.	380	132 40	6,9	9,2	8,5	2,51	4,10	3,37	207	74,7	38,7	228	117	93,4	3,4	2,8	0,80	2,0	1,6	0,21	18,8	20,0	19,0
Middel- verdi	373	113 41	7,1	9,1	8,1	2,48	3,60	2,41	184	52,2	26,5	272	131	53,3	4,1	2,5	0,57	2,37	1,37	0,16	18,4	16,8	16,0
Renseeffekt over mekanisk rensetrinn																							
Renseeffekt totalt																							
71,6%																							
85,6%																							
51,8%																							
86,0%																							
42,1%																							
92,9%																							
9,0%																							
13,0%																							

Dato	SS mg/l	SSGR mg/l		Jern mg Fe/l		Kalsium mg Ca/l		Aluminium mg Al/l		Siktedyp i etter- sedim. cm						
		Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut							
1975																
11.4.	348	67	38,7	58	4,0	14,7	23,0	3,2	16,0	44	61	65	1,1	0,9	0,8	60
12.4.	218	50	23,0	52	18,0	11,0	7,8	1,2	8,4	39	56	48	0,9	0,9	0,8	-
8.10.	240	104	36,7	70	48,0	14,0	10,8	1,9	4,6	8,3	17,3	17,3	1,9	1,2	0,7	60
9.10.	193	113	40,0	85	57,0	22,0	3,5	1,9	4,5	7,4	17,0	17,0	1,3	1,4	0,9	60
Middel- verdi	249,8	83,4	34,6	66,3	31,8	15,4	11,3	2,0	8,26	24,7	38,3	36,8	1,3	1,1	0,8	60
Rense- effekt	66,7%										86,1%					

Tabell 9/3. Løxa kloakkrensaneanlegg. Undersøkelesperiode 2. 14.3-12.4. og 8.10-9.10.75. Felling med jern(II)klorid og kalk.

Slamanalyser.

Dato	Mekanisk slam						Kjemisk slam											
	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde
1975	g/l	g/l	g/kg SS	g/kg SS	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	g/l	g/l	g/kg SS	g/kg SS	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d
14.3	3,3	1,2	11,1	25,2	4,8	15	100	10,1	341	-	12,6	-	25,2	2,5	238	950	8,9	173
A 19.3	2,9	1,0	9,2	-	32,4	39	330	9,5	69	25,1	16,0	17,5	-	11,4	265	910	8,6	36
20.3	1,4	0,6	18,7	60,3	54,4	15	80	9,8	50	18,8	15,0	23,4	60,3	11,3	238	940	8,6	50
Middel -verdi	2,53	0,93	13,0	42,8	30,5	23	170	9,8	153	22,0	14,5	20,5	42,8	8,4	247	933	8,7	86
11.4	15,5	6,3	2,4	11,2	24,4	37	-	9,0	74	29,4	18,1	12,6	11,2	8,1	186	-	7,8	30
B 12.4	42,8	3,9	-	21,9	30,6	37	560	9,9	72	42,8	28,1	12,8	21,9	9,1	379	1000	7,8	34
8.10	16,2	5,9	8,9	23,0	40,0	177	-	8,8	-	15,0	9,4	8,9	23	9,0	163	-	8,2	-
9.10	13,8	9,2	25,4	11,0	23,3	71	-	9,1	-	14,6	9,1	25,4	11,0	7,5	128	-	8,3	-
Middel -verdi	22,1	6,3	9,2	16,8	29,6	81	560	9,2	73	25,5	16,2	14,9	16,8	8,4	214	1000	8,0	32

Dato	Mekanisk + kjemisk slam						Septisk slam									
	SS	SSGR	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde
1975	g/l	g/l	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	g/l	g/l	g/kg SS	g/kg SS	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d
14.3	9,9	4,6	5,0	92	920	8,9	-	56,7	3,56	1,0	5,1	-	>1000	1000	7,7	52
A 19.3	8,9	2,2	59,3	128	-	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88
20.3	3,42	1,9	4,3	28	530	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162
Middel -verdi	7,11	2,9	22,9	82,7	725	7,6	-	56,7	3,56	1,0	5,1	-	>1000	1000	7,7	101
11.4	6,7	3,6	3,8	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.4	4,6	2,7	9,9	37	290	8,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B 8.10	5,4	2,5	5,6	28	-	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.10	4,0	1,3	76,3	140	-	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Middel -verdi	5,2	2,5	23,9	59,8	290	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A = Med tilførsel av septisk slam  
B = Uten " " " "

Tabell 9/4. Løxa kloakkrensaneanlegg. Undersøkellesperiode 2. 14.3-12.4. og 8.10-9.10.75. Felling med jern(II)klorid og kalk.

Slamanalyser.

		Mekanisk + kjemisk + septisk slam (slam til sentrifuger)					Slamkake		
Dato	SS	SSGR	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde	TS	
1975	g/l	g/l	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d	%	m <sup>3</sup> /d	
14.3	72,1	8,3	2,0	164	1000	8,6	210	25	54
A 19.3	67,3	11,5	-	-	900	7,8	210	27	27
20.3	-	2,4	36,5	206	960	7,4	-	-	-
Middel -verdi	69,7	7,4	19,3	185	953	7,9	210	26	41
11.4	94,4	26,8	19,2	381	-	7,7	210	-	-
12.4	-	-	13,2	44	-	8,5	-	-	-
B 8.10	-	-	22,0	79	-	8,1	210	22	21,6
9.10	25,8	20,1	11,5	148	-	8,1	210	-	-
Middel -verdi	60,1	23,5	16,5	163	-	8,1	210	22	21,6

A = Med tilførsel av septisk slam  
B = Uten "- " "- " "- "

		Dekanteringsvann fra fortykker 1							Rejektvann fra sentrifugene							
Dato	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	BOF <sub>7</sub>	KOF	pH	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	BOF <sub>7</sub>	KOF	pH
1975	g/l	g/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	g/l	g/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
14.3	0,18	0,04	3,9	65,6	1,4	-	802	8,6	0,34	0,09	4,2	59,2	1,2	505	798	8,5
A 19.3	1,77	0,21	6,0	85,6	2,6	936	1290	8,6	1,64	0,60	18,0	73,6	4,6	1350	2680	7,9
20.3	0,43	0,05	5,7	74,4	2,6	-	1520	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Middel -verdi	0,79	0,1	5,2	75,2	2,2	936	1204	8,2	0,99	0,35	11,1	66,4	2,9	928	1739	8,2
11.4	0,32	0,04	26,0	42,4	-	417	448	8,2	0,18	0,046	-	36,0	6,3	207	471	8,3
12.4	0,42	0,06	3,5	36,8	1,6	478	546	8,7	0,38	0,106	7,9	47,2	7,2	286	1390	8,5
B 8.10	1,28	0,16	-	72,8	1,1	-	1652	7,9	0,32	0,14	5,4	45,2	3,1	578	693	7,8
9.10	-	-	3,6	50,4	1,6	-	599	8,2	0,54	0,24	5,5	77,6	3,6	-	1394	7,9
Middel -verdi	0,67	0,09	11,0	50,6	1,4	448	811	8,3	0,36	0,13	6,3	51,5	5,1	357	987	8,1





Tabell 10/2. Løxa kloakkrenseanlegg. Undersøkellesperiode 3. 12.6.-25.6.1975 Felling med aluminiumsulfat.

Uten tilførsel av slam.

Vannanalyser.

Dato	Vann- føring kl.9.00 3 m <sup>3</sup> /h	Kjem.dos. g/m <sup>3</sup> Alumi- nium	pH		Alkalitet pH 4,5 m.ekv./l		BOF <sub>7</sub> mg O/1		KOF mg O/1		Tot-P mg P/1		Orto-P mg P/1		Tot-N mg N/l					
			Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut		
26.6. 1975	280	175	-	6,9	6,9	-	2,65	1,47	-	91,4	39,4	-	4,8	0,5	-	1,8	0,026	-	25,2	22,0
Renseeffekt over mekanisk rensetrinn																				
Renseeffekt totalt																				
77,8%																				
90,4%																				
50,9%																				
90,4%																				
28,3%																				
92,5%																				
28%																				
99,0%																				
10%																				
21,4%																				

Dato	SS mg/l		SSGR mg/l		Jern mg Fe/l		Kalsium mg Ca/l		Aluminium mg Al/l		Siktedyp i etter- sedim. cm						
	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut	Inn sed.	Ut							
26.6. 1975	-	94,7	29	-	21,3	6	-	2,8	0,38	-	22,4	20,6	-	4,8	3,0	-	170
Rense- effekt	70,2%		90,9%														

Tabell 10/3. Løxa kloakkrensaneanlegg. Undersøkellesperiode 3. 12.6-26.6.1977. Felling med aluminiumsulfat.

Slamanalyser.

Dato	Mekanisk slam						Kjemisk slam											
	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde
1977	g/l	g/l	g/kg SS	g/kg SS	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml		m <sup>3</sup> /d	g/l	g/l	g/kg SS	g/kg SS	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml		m <sup>3</sup> /d
12.6	12,9	5,2	23,3	-	14,7	125	970	6,8	-	27,6	10,0	2,5	-	18,5	374	1000	6,4	-
13.6	45,6	8,5	7,7	10,8	7,0	124	980	6,8	197,5	4,8	3,5	16,5	27,6	28,5	106	980	7,4	57,8
A 19.6	25,7	6,4	9,4	26,2	10,8	27	940	6,7	1511,1	19,8	6,8	19,0	37,4	16,8	63	990	6,6	375,7
20.6	40,7	10,3	13,5	29,4	4,9	54	1000	6,6	639,1	28,4	10,1	-	41,3	21,0	88	1000	6,3	104
Middel -verdi	31,2	7,6	13,5	22,1	9,4	83	973	6,7	782,6	20,2	7,6	12,7	35,4	21,2	158	993	6,7	179,2
25.6	15,6	7,0	23,7	70	1,3	15	940	6,1	1566,9	14,6	5,4	25,9	36,1	19,4	278	1000	6,3	367
B 26.6	13,7	7,5	10,8	17,9	10,6	158	1000	6,5	203,1	14,3	5,5	25,8	40,4	14,8	206	1000	6,4	62
Middel -verdi	14,65	7,3	17,3	44,0	6,0	87	970	6,3	885	14,5	5,45	25,85	38,3	17,1	242	1000	6,35	215

Dato	Mekanisk + kjemisk slam						Septisk slam								
	SS	SSGR	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	Mengde	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde
1977	g/l	g/l	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml	m <sup>3</sup> /d	g/l	g/l	g/kg SS	g/kg SS	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml		m <sup>3</sup> /d
12.6	2,8	0,8	11,3	45	570	6,7	12,3	3,5	0,6	-	>1000	1000	6,5	211	
13.6	15,6	2,6	24,5	94	830	6,7	18,2	3,6	1,4	33,5	-	555	1000	7,2	94
A 19.6	17,0	4,1	24,5	34	940	6,7	18,0	2,8	0,5	28,9	91,3	142	1000	6,4	160
20.6	12,6	3,3	7,5	27	940	6,7	14,7	2,6	8,2	45,1	33,1	42	900	6,0	119
Middel -verdi	12,0	2,7	17,0	50	820	6,7	15,8	3,1	2,7	35,8	62,2	434,8	975	6,5	146
25.6	4,6	1,2	-	13	400	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B 26.6	9,2	2,7	6,5	52	820	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Middel -verdi	6,9	2,0	6,5	33	610	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A = Med tilførsel av septisk slam

B = Uten " " " " " "

Tabell 10/4. Løxa kloakkrensaneanlegg. Undersøkellesperiode 3. 12.6-26.6.1977. Felling med aluminiumsulfat.

Slamanalyser.

		Mekanisk + kjemisk + septisk slam (slam til sentrifuger)					Slamkake		
Dato	SS	SSGR	Spes. filter- motstand	CST	Slam- volum	pH	Mengde	TS	Mengde
1977	g/l	g/l	m/kg·10 <sup>12</sup>	sek	ml		m <sup>3</sup> /d	%	m <sup>3</sup> /d
12.6	-	-	43,9	52	850	6,9	210	21	-
13.6	51,6	15,0	9,6	276	1000	6,7	140	20	35
19.6	29,4	13,7	8,6	113	1000	6,5	210	17,5	35
20.6	27,7	13,1	16,0	102	1000	6,5	210	-	30
Middel -verdi	36,2	13,9	19,5	136	963	6,7	193	19,5	33
25.6	110,4	23,1	12,0	462	1000	5,9	210	-	-
26.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Middel -verdi	110,4	23,1	12,0	462	1000	5,9	210	-	-

A = Med tilførsel av septisk slam  
B = Uten " " " "

		Dekanteringsvann fra fortykker 1							Rejektvann fra sentrifugene						
Dato	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	BOF <sub>7</sub>	KOF	pH	SS	SSGR	Tot-P	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	BOF <sub>7</sub>	KOF
1977	g/l	g/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		g/l	g/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
12.6	0,25	0,07	3,1	83,2	0,07	485	976	6,8	8,81	2,37	9,3	-	0,23	3550	6690
13.6	0,48	0,12	6,2	96,0	0,90	864	1359	6,7	3,44	1,02	36,0	126,9	0,02	3676	8350
19.6	0,64	0,12	12,0	81,6	0,20	432	1092	6,6	2,08	0,46	23,0	76,8	0,02	2130	3285
20.6	0,64	0,14	14,0	50,0	0,10	342	1022	6,6	3,52	-	20,0	82,4	0,22	1320	3050
Middel -verdi	0,5	0,11	8,8	77,7	0,32	531	1112	6,7	4,5	1,28	22,1	95,4	0,12	2669	5344
25.6	0,88	0,20	14,0	110,0	0,22	-	2080	6,6	13,6	3,23	23,0	445,0	1,7	5530	-
26.6	-	-	-	-	-	-	-	6,6	7,6	1,88	14,0	287,0	0,6	1680	-
Middel -verdi	0,88	0,20	14,0	110,0	0,22	-	2080	6,6	10,6	2,56	18,5	366,0	1,15	3605	-