

Filtrering av avløpsvann fra kommunale renselanlegg

Driftserfaringer

Sivilingeniør Svein Stene Johansen
Norsk institutt for vannforskning

NTNFs Utvalg for drift av renselanlegg



HPB - 17/76

Blindern, september 1981

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: O-77007
Undernummer: IV
Løpenummer: 1331
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Filtrering av avløpsvann fra kommunale renseanlegg. Driftserfaringer.	Dato: September 1981
	Prosjektnummer: O-77007-02 HPB-17/76
Forfatter(e): Svein Stene Johansen	Faggruppe:
	Geografisk område: Mjøs-området
	Antall sider (inkl. bilag): 125

Oppdragsgiver: NTNF's Utvalg for drift av renselanlegg	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.): 1521.5969
---	---

Ekstrakt:

Fullskala filtreringsforsøk med avløpsvann på oppstrøms sandfilter type AIB, installert på Snertingsdal kloakkrenseanlegg, kontinuerlig spykende filter type TENTEN (Alwatech) på Jølstad kloakkrenseanlegg og 2-media trykkfiltre type Alfsen og Gundersen på Hovemoen kloakkrenseanlegg. Filtrering har vært gjennomført etter biologisk rensing, simultanfelling og etterfelling.

4 emneord, norske:
1. Filtrering
2. Avløpsvann
3. Kjemisk rensing
4. Driftsproblemer
Mjøsområdet
Snertingdal

4 emneord, engelske:
1.
2.
3.
4.

.....
Prosjektleders sign.:

.....
Seksjonsleders sign.:

.....
Instituttetsjefs sign.:

ISBN

Forord

For de kommunale renseanlegg som ligger i Mjøsas nedslagsfelt er det stilt meget strenge rensekrav spesielt med hensyn til fjerning av fosfor. For å oppnå målsettingen med den høye fosforfjerningen har det vært aktuelt å installere hurtig sand-filtrering som siste rensetrinn. Dette ble ansett som spesielt aktuelt ved eksisterende renseanlegg hvor fosforfjerningen ikke var tilfredsstillende.

Filtrering av avløpsvann fra kommunale renseanlegg har ikke vært forsøkt i Norge. I 1978 ble det derfor satt i gang filtreringsforsøk med ulike filtertyper i halvteknisk målestokk ved NIVAs forsøksstasjon på Kjeller. Disse forsøk skulle blant annet klargjøre en rekke prosesstekniske forhold. Resultatene fra disse forsøk er beskrevet i Utvalgets prosjektrapport nr 20. For å få de nødvendige driftserfaringer, ble det installert fullskala sandfiltre ved tre forskjellige renseanlegg i Mjøsområdet. Installasjonen av sandfiltrene krevde en vesentlig ombygging av anleggene slik at filtreringsforsøkene ble betydelig forsinket.

Prosjektet som er finansiert av Miljøverndepartementet er utført av siv.ing. Svein Stene Johansen, Norsk institutt for vannforskning.

Ole Jakob Johansen (sign.)

NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg

GENERELL DEL

Innholdsfortegnelse

	Side:
GENERELL DEL	3
1. INNLEDNING	5
1.1 Prosjektets målsetting	5
1.2 Hvorfor filtrering	7
2. KONKLUSJON	9

1. Innledning

1.1 Prosjektets målsetting

Norsk institutt for vannforskning, NIVA, fikk i 1975 i oppdrag av NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg å vurdere behovet for forskning og utredning vedrørende filtrering av avløpsvann.

NIVA konkluderte med i rapport "4/1977 Forprosjekt/filtrering av avløpsvann fra kommunale kloakkrenseanlegg" å anbefale et større filtreringsprosjekt. Målet for prosjektet var

1. å klarlegge dimensjoneringsgrunnlag og utforming av filteranlegg
2. å klarlegge hvilke driftsmessige betingelser filtrering krever
3. å klarlegge hvilket grunnlag som trenges ved planlegging av filteranlegg
4. å klarlegge anleggs- og driftskostnader for ulike filtreringsmetoder.

Denne delrapporten tar sikte på å klarlegge hvilke driftsmessige betingelser filtrering krever (2). De øvrige målsetninger er forsøkt klarlagt i tidligere rapporter, jfr. litteraturliste (1), (2), (3).

Prosjektet inngikk som en del av Mjøsaksjonen og det var derfor forutsetningen at forsøkene skulle gjennomføres ved fullskala anlegg i Mjøsregionen.

De filtertyper som var aktuelt å installere var

- konvensjonelt hurtig-sand-filter
- flermedia-filter
- oppstrøms filter

Foruten å undersøke filter som separat behandlingstrinn etter ulike fellingsprosesser, skulle en også prøve å få vurdert prosesser der fellingstrinnet og filterprosessen var integrert.

Filtrene skulle installeres på anlegg av type simultanfelling og mekanisk-kjemisk rensing. Det kunne også være aktuelt med en installasjon ved et etterfellingsanlegg. De anlegg der filtrene skulle installeres, skulle oppfylle følgende vilkår:

- tørrværstilrenning 10-30 m³/h
- eksisterende drift burde være god
- interesserte driftsoperatører
- avstanden mellom anleggene burde ikke være for stor.

Etter en foreløpig vurdering ble følgende anlegg ansett som aktuelle for filterinstallasjon:

- Hovemoen (simultanfelling)
- Snertingdal (simultanfelling)
- Lena (biologisk - aktivslam)
- Biri (mekanisk-kjemisk)
- Fredheim (simultanfelling)
- Tangen (etterfelling).

For hvert anlegg der filter skulle installeres, skulle planlegging gis som oppdrag til en konsulent eller leverandør som var godt kjent med den filtertypen som skulle installeres.

Filterinstallasjonene skulle være helt "normale" unntatt at det ble sørget for utstyr som kunne lette oppfølgingen. Det som i første rekke var aktuelt, var automatisk prøvetakingsutstyr, samt kontinuerlig registrering av trykktap og turbiditet.

Anleggene skulle gå i normal drift med de ordinære driftsoperatører. En ville legge vekt på å få en nøyaktig driftsjournalføring slik at driftsbetingelser og driftsforstyrrelser ble godt dokumentert.

I brev av 4. november 1977 foreslo Fylkesmannen i Hedmark at Jølstad kloakkrensingsanlegg i Ringsaker kommune skulle inngå i undersøkelsen.

Grunnen til at Jølstad renseanlegg ikke var blitt forslått aktuelt for filtreringsprosjektet på et tidligere tidspunkt var blant annet at en ikke hadde vært fullt klar over den prosessmessige fleksibilitet som denne pre-fabrikkerte anleggstypen ville få og tidspunkt for monteringen av anlegget.

På bakgrunn av dette mente Fylkesmannen at det vil være nyttig å få innlemmet Jølstad kloakkrenseanlegg i prosjektet.

Den endelige utvelgelsen av fullskala anlegg som skulle inngå i forsøkene ble som følger:

- I. Snertingdal kloakkrenseanlegg i Gjøvik kommune, biologisk anlegg drevet etter simultanfellingsprinsippet av type Valmet.
Filtertype: Oppstrøms sandfilter av type AIB II.
- II. Jølstad kloakkrenseanlegg i Ringsaker kommune, etterfellingsanlegg av type Alwatech.
Filtertype: Kontinuerlig spylende sandfilter, type TENTEN (Alwatech).
- III. Hovemoen kloakkrenseanlegg i Lillehammer kommune, biologisk anlegg drevet etter simultanfellingsprinsippet.
Filtertype: Nedstrøms tomedia trykkfilter av type Alfsen og Gunderson
- IV. Vågåmo kloakkrenseanlegg i Vågåmo kommune, biologisk anlegg drevet etter simultanfellingsprinsippet.
Filtertype: Kontinuerlig spylende sandfilter av type Thune-Eureka.

Utvelgelse av Vågåmo kloakkrenseanlegg ble foretatt av Utvalget på et senere tidspunkt. På grunn av en betydelig forsinkelse med installasjonen og igangkjøringen av filtrene, ble Vågåmo kloakkrenseanlegg tatt ut av programmet.

1.2 Hvorfor filtrering

Ved filtrering fjernes partikulært materiale fra vann. Ved filtrering av rensset avløpsvann vil en derfor få et vann med lavere innhold av suspendert stoff og med lavere turbiditet. Da våre vanligste renseprosesser baserer seg på en overføring av løst og kolloidalt materiale til partikulær form, vil filtrering av henholdsvis biologisk rensset og kjemisk rensset vann medføre en forbedret fjerning av organisk stoff resp. fosfor.

Hensikten med installasjon av et filteranlegg vil grovt sett kunne være

- å sikre at dagens renskrav virkelig oppfylles,
- å etterbehandle vannet slik at skjerpede renskrav kan oppfylles.

For norske forhold er i dag den førstnevnte hensikten mest aktuell, men f.eks. i Mjøs-området hvor det er aktuelt med skjerpede renskrav kan filtrering være et mulig alternativ. På denne bakgrunn var det av flere grunner ønskelig å få filtrering utprøvd i full målestokk.

I denne rapporten er det skilt mellom sluttfiltrering etter simultan- eller etterfellingsprosess og kontaktfiltrering.

Simultan- og etterfellingsprosesser har visse begrensninger da resultatene i stor grad beror på driftsforholdene. Overføringen av løst og kolloidalt materiale til partikulær form må være effektiv, skal en høy renseseffekt oppnås. Å kompensere for en manglende eller dårlig fellingsprosess i senere rensetrinn lar seg vanskelig gjøre uten ytterligere filtrering av fellingskjemikalier. Dette kan imidlertid gjøres ved kontaktfiltrering også kalt direktefelling på filteret.

Kontaktfiltrering innebærer at avløpsvann med tilsatt fellingskjemikalie når filtermediet under koaguleringsens prekinetiske fase, dvs. før mikrofnokkene bygger seg opp til volumiøse fnokker.

Fnokkene i sin prekinetiske fase trenger seg lett inn i filtermediet hvor de bygger seg opp.

2. Konklusjon

1. Hensikten med forsøkene var å få driftserfaringer med ulike filtertyper under normale driftsforhold i Norge. Ved utvelgelsen av anleggene ble det lagt liten vekt på å finne frem til problemfrie anlegg. Forsøksresultatene bekrefter da også at både ledningsnett og renseanlegg har til dels store driftsproblemer.
2. Det foreligger resultater fra 3 kloakkrenseanlegg. Forsøksresultatene fra de ulike filtreringsprosesser kan derfor ikke direkte sammenliknes. I så fall måtte filtrene være satt opp parallelt og tilknyttet samme fellingsanlegg.
3. Driftsforholdene ved Snertingdal og Jølstad kloakkrenseanlegg har vært svært problematiske. Uten at en rekke mangler og feil i prosessen før filtrene blir rettet opp, lar det seg vanskelig gjøre å få til en stabil og tilfredsstillende filtrering.

Enkelte tekniske forbedringer kan også lette arbeidsforholdene for driftsoperatørene.
4. Driftsoppfølgingen med Hovemoen kloakkrenseanlegg har vært mønstergyldig. Ledningsnettet trenger rehabilitering, men dette arbeid er påbegynt.
5. Forsøkene har vist at filtrering etter simultan- og etterfelling må betraktes som et poleringstrinn og ikke som en sikkerhetsinnretning som retter opp feil og mangler ved renseprosessen forut for filteret.
6. Teoretisk skal kontaktfiltrering, dvs. dosering umiddelbart foran filteret (direktfelling) eller simultan- eller etterfelling gi best resultat. På grunn av en rekke driftsproblemer var det ikke mulig å påvise vesentlige forskjeller. Kontaktfiltrering ble kun foretatt ved Snertingdal kloakkrenseanlegg. Ved de øvrige 2 anlegg lå ikke forholdene til rette for kontaktfiltrering.

7. Under gunstige driftsforhold og optimal drift av fellingsprosessen har filtreringen bedret renseseffekten med ca. 2-6%.

En optimalisering av fellingsprosessen bør prioriteres høyt. Når høyest mulig renseseffekt er oppnådd i fellingsprosessen kan man vurdere hvorvidt man trenger filtrering i tillegg.

På to av de undersøkte anlegg ville man trolig ha kunnet oppnådd like bra resultater uten filtrering som i dag med filtrering. Forutsetningen er imidlertid at det blir stilt midler til disposisjon for forbedringer.

8. Kontaktfiltrering av silt råkloakk uten forutgående fellingsprosess ble ikke forsøkt ved noen av de tre anleggene. Dette skyldes dels dårlige driftserfaringer med kontaktfiltrering av biologisk rensset vann, dels teknisk/økonomiske forhold.

DEL A

**FILTRERINGSFORSØK VED
SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG**

Del A

Side:

Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrenseanlegg

FIGURFORTEGNELSE	13
TABELLFORTEGNELSE	14
1. INNLEDNING	15
2. BESKRIVELSE AV ANLEGGET	16
2.1 Kloakkeringsområde med ledningsnett	16
2.2 Simultanfellingsanlegg type Valmet	16
2.3 Filteranlegget	17
2.3.1 Filterets oppbygging	17
2.3.2 Spyling	19
2.3.3 Filtreringshastigheter	20
3. BESKRIVELSE AV FORSØKENE	22
3.1 Forsøksprogram	22
3.2 Forsøksopplegg	
4. FORSØKSRESULTATER	24
4.1 Driftsproblemer	24
4.2 Simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering	26
Mars-juli 1979	
November 1979	
4.3 Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering	34
med jernklorid	
Oktober-november 1979	
4.4 Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering	39
med aluminiumsulfat	
4.5 Biologisk rensing, kontaktfiltrering med jernklorid	44
4.6 Sammenlikning av resultater	49
4.7 Spylevannets innhold av fosfor	51
5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	52
VEDLEGG A/1	55
Program for filtreringsforsøk	

Figurfortegnelse

	Side:
Figur A/1 Prinsippskisse av oppstrømsfilter, type AIB II installert ved Snertingdal kloakkrenseanlegg	17
Figur A/2 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Rørskjema	18
Figur A/3 Simultanfelling og sluttfiltrering	26
Figur A/4 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med jernsulfat. Mars - juli 1979. Tot-P og PO_4	28
Figur A/5 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med jernsulfat. Mars - juli 1979. KOF og SS	28
Figur A/6 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med jernsulfat. 15.-27. mars. KOF, SS, Tot-P og PO_4	32
Figur A/7 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Aktivslamanlegg VALMET + AIB filter. Simultanfelling med jernsulfat + filtrering	33
Figur A/8 Simultanfelling og kontaktfiltrering	34
Figur A/9 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med jernsulfat og kontaktfiltrering med jernklorid. 25. okt. - 15. nov. 1979. KOF, SS, Tot-P og SO_4	37
Figur A/10 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Aktivslamanlegg VALMET + AIB filter. Simultanfelling med jernsulfat + kontaktfiltrering med jernklorid	38
Figur A/11 Simultanfelling og kontaktfiltrering	39
Figur A/12 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering med aluminiumsulfat	42
Figur A/13 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Aktivslamanlegg VALMET + AIB filter. Simultanfelling med jernsulfat + kontaktfiltrering med aluminiumsulfat	43
Figur A/14 Kontaktfiltrering	44
Figur A/15 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Kontaktfiltrering med jernklorid. 10. des. - 27. des. 1979. SS, Tot-P og PO_4	47
Figur A/16 Snertingdal kloakkrenseanlegg. Aktivslamanlegg VALMET + AIB filter. Kontaktfiltrering med jernklorid	48
Figur A/17 Konsentrasjon av ortofosfat som funksjon av tiden etter spyling av filter. Simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering	51

Tabellfortegnelse

	Side:
Tabell A/1 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering	29
Tabell A/2 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering. 15.11.-27.11.1979	30
Tabell A/3 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering med jernklorid	35
Tabell A/4 Filtreringsforsøk ved snertingdal kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering med aluminiumsulfat	40
Tabell A/5 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrenseanlegg. Kontaktfiltrering	45
Tabell A/6 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrenseanlegg. Sammenlikning av resultater	50

1. Innledning

Snertingdal kloakkrensaneanlegg er opprinnelig et prefabrikkert aktivt slam-anlegg som drives etter simultanfellings-prinsippet. Anlegget har direkte utslipp i Ringsjøen som ligger innenfor Mjøsas nedbørfelt. Ringsjøen er også vannkilde for Snertingdal vannverk, som har sitt inntak ca. 50 m fra kloakk-anleggets utslipp.

Filteranlegget av type AIB II var ferdig installert i januar 1979. Etter en viss innkjøringsperiode begynte NIVA i mars 1979 å følge opp driften.

På grunn av forskjellige driftsproblemer som er gjort rede for, var det umulig å få gjennomført det tiltenkte program innen rimelig tid.

NIVA engasjerte derfor distrikthøyskolekandidat Knut Sælebakke til å forestå den daglige forsøksdrift. Denne ordningen trådte i kraft i oktober 1979, og varte året ut.

2. Beskrivelse av anlegget

2.1 Kloakkeringsområde med ledningsnett

Kloakkeringsområdet utgjør et handelssenter samt spredt bebyggelse rundt dette. Ca. 40 husstander er tilknyttet anlegget, hvorav 15 husstander via en pumpestasjon. Det er idag 220 pe. tilknyttet anlegget. Flere aldersboliger er under oppføring og belastningen ventes å øke til ca. 250 pe. Anlegget er dimensjonert for 300 pe.

Ledningsmaterialet er PVC. I en kum ved renseanlegget er det laget en utsporing i kloakkledningen som fungerer som overløp med avlastning direkte til Ringsjøen. Papir legger seg lett på overløpskanten, og det er tilfeldig hvilke vannmengder som går hvor. På våre besøk ved anlegget har vi observert delvis tilstopping av tilløpet til renseanlegget med opptil 70% reduksjon av normal tilrenning. Vi har også observert det motsatte; betydelig hydraulisk overbelastning uten tilstrekkelig avlastning i overløpet.

2.2 Simultanfellingsanlegg type Valmet

Det opprinnelige renseanlegget er et prefabrikkert, biologisk aktivslam-anlegg av type VALMET 2B+0/2F levert av Sunde & Co. Anlegget drives etter simultanfellingsprinsippet med jernsulfat som fellingskjemikalie. Anlegget ble satt i drift i 1975.

Anlegget består av

- maskinrenset rist
- luftet sandfang
- luftebasseng
- sedimenteringsbasseng med 3 stk. mammutpumper
- luftet slamsilo med 1 stk. mammutpumpe for retur av dekanteringsvann
- 1 stk. blandekar (500 l) med røreverk og doseringspumpe for tilsetning av fellingskjemikalier.

Anlegget har følgende belastningskriterier:

Leverandørens dimensjoneringsgrunnlag:

$$Q_{\text{dim } 300 \text{ pe}} = 7.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Aktuelle belastninger i undersøkellesperioden:

$$Q_{200 \text{ pe}} = 1.0 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.3 Filteranlegget

2.3.1 Filterets oppbygging

Filteret har betegnelsen AIB II og er et oppstrøms sandfilter. Fordelings-systemet er oppbygget med symetrisk plasserte dyser som dekker 0.8-1 m² filteroverflate.

Dysene har åpninger på ca. 10 mm og dette muliggjør filtrering av væsker med høyt innhold av suspendert materiale og grovere partikler. Filterets prinsipielle utforming fremgår av figur A/1. Filtrenes form er sirkulære som for mindre anlegg, mens større filtre er rektangulære.

Filtrene er bygget i stål, men for større anlegg vil betong være mer fordelaktig.

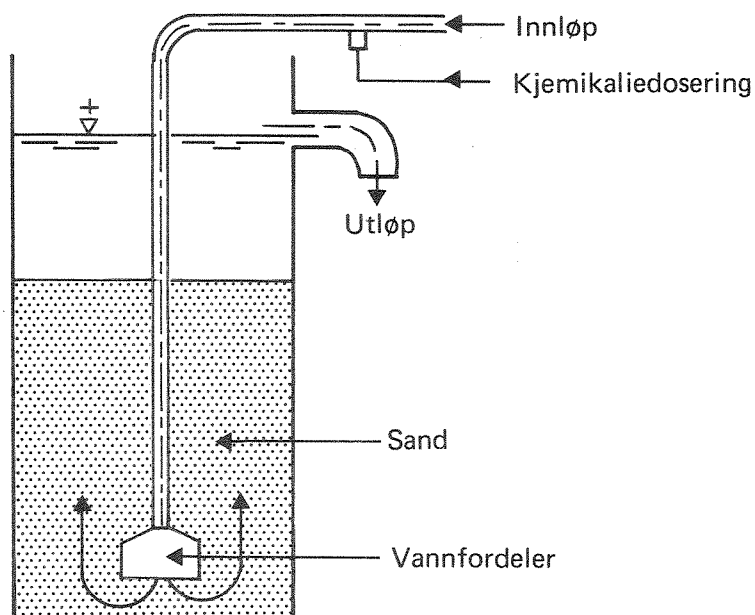


Fig. A/1 Prinsippkisse av oppstrømsfilter, type AIB II installert ved Snertingdal kloakkrensning

Sandens kornfordeling er valgt ut fra den væske som skal filtreres. For avløpsvann bør kornstørrelsene ligge i området 0,6-1,0 mm. For Snertingdals vedkommende ble det valgt sand med kornstørrelse 0,8-1,0 mm. Filtrene har en diameter på 800 mm og er 4000 mm dype. Sandfanget har en dybde på 3500 mm.

Etter noen spylinger oppnås en sortering av materialet. Man får de grovere fraksjoner ved bunnen og de finere ved overflaten. Denne sorteringen vil opprettholdes da filtreringen er stasjonær. Filtreringen skjer alltid fra grovere til finere materiale og man oppnår derved en dybdevirkning.

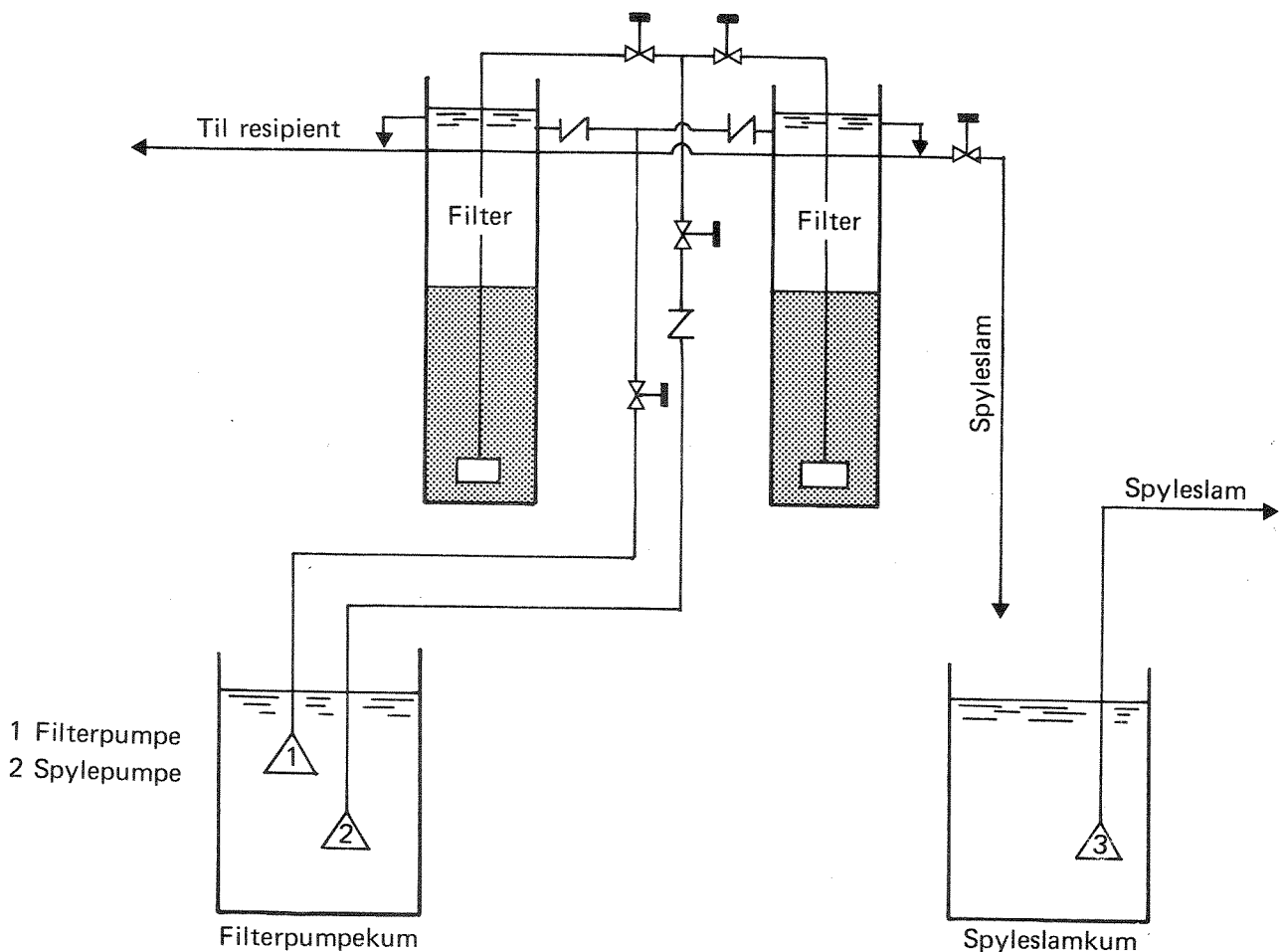


Fig. A/2 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
Rørskjema

Filtrenes kapasitet er ved 1 filter i drift, 5-10 m³/h, ved 2 filter i drift 10-14 m³/h.

2.3.2 Spyling

Spylingen skjer med ufiltrert avløpsvann fra filterpumpesumpen.

Gangtiden, dvs. tiden mellom to spylinger av samme filter, er i første rekke avhengig av mengde suspendert materiale som tilføres filteret, samt egenskapene til de avskilte fnokkene. Gangtiden bør tilpasses de aktuelle forhold. Ved å observere filteroverflaten vil man kunne se når slam bryter igjennom. Da har filteret gått for lenge uten spyling og gangtiden må være kortere.

Filtrerings- og spylingsforløpet skjer automatisk. Hver spyling tar 5-6 min. med spylingshastigheter på 70-80 m³/m²·h.

Spylevannet føres til en pumpeump som er dimensjonert for ett filter. Dette er mulig da spylingen ikke skjer samtidig eller fortløpende, men fordelt over døgnet med faste tidsintervaller.

I spylepumpesumpen vil det meste ved en eventuell sandflukt bli holdt tilbake. Sandflukt kan oppstå om slammet pakker seg sammen til en kake og løftes som en propp. Dette skal under normale forhold ikke skje, og er kun observert etter slamflukt.

Spylevannet føres tilbake til det biologiske trinnet i renseanlegget. Er det biologiske trinnet følsomt overfor hydraulisk belastning, må pumpem tilpasses forholdene.

Første filtrat etter spyling vil inneholde større forurensningskonsentrasjoner enn normalt. Ortofosfatkonsentrasjonen i filtrat som funksjon av tiden etter spyling fremgår av figur A/17.

For Snertingdals vedkommende går første filtrat etter spyling til resipient. Ønsker man å føre første filtrat tilbake til filterpumpesumpen, så kan arrangement for dette installeres. Det er et spørsmål om hvilke hensyn man må ta til resipienten.

I Snertingdal skjer spylingen kun med ufiltrert avløpsvann. Ønsker man en bedre spyleeffekt bør luft tilsettes. Dette vil fordyre spylearrangementet, men vil til gjengjeld gi langt bedre spyleeffekt.

I forsøksperioden la vi liten vekt på å variere gangtiden under ulike driftsbetingelser, da relativt beskjedne forlengelser førte til gjentetting med store driftsforstyrrelser som det tok lang tid å rette opp.

I perioden januar-oktober har gangtiden stort sett vært ca. 10 timer. En økning til 12 timer førte til gjentettinger etter et par dager.

Fra oktober og ut året ble gangtiden satt til 8 timer for å gardere seg mot gjentettingsproblemer i forsøksperiodene. Ved slutten av en forsøksperiode ble gangtiden øket til 16 timer, men man fikk gjennombrudd etter 13 timer.

Gangtiden på 8-10 timer syntes å være passende under daværende driftsforhold. Spylevannet returneres til luftebassenget, men hyppige spylefrekvenser kan lett føre til hydrauliske overbelastninger som igjen fører til driftsforstyrrelser. Pumper og annet utstyr slites også forttere ned.

Første filtrat etter spyling bør prinsipielt returneres til filterpumpesumpen og ikke føres direkte til resipient. Målinger i Snertingdal viste at ca. 12% av totale forurensningsmengder målt som ortofosfat ble tilført i 1. filtrat etter spyling.

Korte gangtider gir ingen vesentlige ulemper for renseprosessen om spylevannet blir returnert til luftebassenget og 1. filtrat eventuelt tilbake til filterpumpesumpen. En forutsetning er imidlertid at returpumpingen til luftebassenget tilpasses hydraulisk slik at overbelastning unngås.

2.3.3 Filtreringshastigheter

Filtreringshastigheten og også gangtiden er avhengig av hvorledes filteret kjøres og hvilke fellingskjemikalier som brukes. Ved kontaktfiltrering vil filtreringshastigheten være 6-8 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ med felling med Al^{3+} . For Fe^{3+} vil hastigheten i følge AIB kunne økes opp til 16-18 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Dette betyr at anlegget under en stor del av tiden kan være underbelastet. Praktiske erfaringer viser at filterne kan kjøres intermitterent med belastning på $1.0-1.5 Q_{dim}$. Stillstanden kan da bli 20-30% av total tid. Spyletiden utgjør 1-3% av total tid.

Er tilrenningen tilnærmet konstant vil filterne kjøres kontinuerlig.

3. Beskrivelse av forsøkene

3.1 Forsøksprogram

Følgende forsøksserier skulle gjennomføres:

1. Simultanfelling + filtrering
2. Simultanfelling + kontaktfiltrering med jernklorid (Fe^{3+})
3. Simultanfelling + kontaktfiltrering med aluminiumsulfat (AVR)
4. Biologisk rensing + kontaktfiltrering (AVR, Fe^{3+})

På grunn av en rekke driftsproblemer ble forsøkene intensivert og NIVA hadde en daglig bemanning på anlegget. Det detaljerte forsøksprogram er vedlagt som bilag 2. Her inngikk også en del driftsrutiner for å sikre en stabil drift.

3.2 Forsøksopplegg

Vannstand registreres med boblerør og V-overløp ved utløpet av biologisk rensetrinn. Verdien overføres til et forvalserregneverk som avgir vannføringen i m^3/h på et telleverk og skriver.

Vannføringen ved utløp-filter registreres på samme måte, men med en Deber vannmengdemåler.

pH registreres i topp filter med overføring til telleverk og skriver.

Turbiditet registreres kontinuerlig med et Hach-V turbidimeter. Et tidsrele skifter over fra ufiltrert til filtrert vann hvert 30. minutt.

Driftsforstyrrelser som slår ut i turbiditetsendring kan dermed tidfestes. Turbidimeteret gir også opplysninger om driftsforholdene mellom hvert besøk.

Doseringspumpen tilknyttet simultanfellingen styres proporsjonalt til vannføring av et forvalserregneverk.

Doseringspumper for støtte/kontaktdosering skjer med faste tidsintervaller til innløp filterpumpe. Når filterpumpe står, står også doseringspumpen.

Ved innløp og utløp biologisk rensetrinn, er det montert automatiske prøvetakere av typen Ulma.

Prøvetakeren styres proporsjonalt til vannføringen ved hjelp av forvalserregneverket. På utløp fra filtrene er det montert en magnetventil som arbeider som prøvetaker styrt på samme måte, men som er stengt når filtrene ikke er i drift.

I tillegg til de parametre som er nevnt ovenfor har følgende komponenter inngått i vårt analyseprogram.

Analyser og driftsparametre

		Innløp	Sed. 1	Luftetank	Slamsilo	Slamretur	Utløp Biolog	Utløp Filter
Temperatur	oC	1 x D						
Siktedyp	cm		2 x D					
Sedimenterbart stoff	ml/l		2 x D					
Slamvolum (30 min.)	ml/l			2 x D	1 x D	1 x D		
pH				3 x D				3 x D
Oksygeninnhold	mgO ₂ /l			2 x D				
Oksygenopptak	mgO ₂ /l/min.							
Suspendert stoff	mg/l	1 x D					1 x D	1 x D
Flyktig suspendert stoff	mg/l	1 x D					1 x D	1 x D
Kjemisk oksygenforbruk	mgO/l	1 x D					1 x D	1 x D
Biokjemisk oksygenforbruk	mgO ₂ /l							
Nitritt – nitrat	mgN/l	1 x D					1 x D	1 x D
Total fosfor	mgP/l	1 x D					3 x D	3 x D
Ortofosfat	mgP/l	1 x D					3 x D	3 x D
Alkalitet			1 x D				1 x D	1 x D

D = antall prøver pr. døgn

4. Forsøksresultater

4.1 Driftsproblemer

Den lange forsøksperioden fra januar til oktober skyldes stadige mangler og alvorlige driftsforstyrrelser ved simultanfellingsanlegget, som ofte satte filteret ut av funksjon.

Feil eller mangler ved filterinstallasjonen har vært få og enkle å rette opp. Allerede under innkjøringen av filteranlegget anbefalte AIB skifte av ventiler som ga for stort trykktap. Ventilen ble skiftet i februar og har senere ikke forårsaket problemer.

Pumpen for tilbakepumping av spylevann til luftebassenget har for stor kapasitet. Pumpeledningen må derfor strupes. På grunn av sandflukt har pumpehjulet blitt utslitt etter 3-4 måneder. Dette har gjentatt seg flere ganger.

Instrumenteringen var til å begynne med feilkoplet slik at telleverk og skriver ga gale verdier. Etter at dette ble rettet opp har instrumentene virket tilfredsstillende.

Automatikken for selve filterdriften har imidlertid fungert uten problemer og er enkelt å betjene.

Ved simultanfellingsanlegget har en rekke forstyrrelser inntrådt. Flyteslam har ofte blitt ført over på filtrene. Med ettersyn tre ganger pr. uke er dette ikke til å unngå. Høyt slamvolum fører til slamflukt. I driftsinstruksen har man oppgitt et slamvolum på 450 ml/l. Senere har AIB anbefalt et slamvolum på 200-300 ml/l.

Tre mammutpumper i sedimenteringsbassenget pumper slam til en fordelingskasse. Driftsoperatøren må her regulere hva som skal i retur eller til slamsilo.

Når slamsiloen er fylt opp med slam, stenges luftingen i 2 døgn inntil neste besøk av driftsoperatøren. Da pumpes dekanteringsvannet over i spylepumpekum og deretter tilbake til anlegget. Denne omveien om pumpekummen er for å unngå ekstra stor hydraulisk overbelastning på anlegget.

Pumping av slam og dekanteringsvann bør automatiseres dersom driftsoperatøren ikke kan avse mer tid på anlegget og betjene dette hver dag.

En rekke akutte driftsforstyrrelser har også inntrådt i undersøkelsesperioden. I forbindelse med tilkoplingen av et nytt boligområde sto grøftene åpne over en helg. Et kraftig regnvær førte til at en bekk brøt gjennom til de åpne grøftene og dermed ble renseanlegget spylt rent for aktivt slam. Dette førte omgående til gjentetting av filterne. Det tok tid å bygge opp aktivt slam igjen.

En pakning for en rørgjennomføring mellom sedimenteringstank og luftebasseng gikk i stykker og førte til at luft kom inn i sedimenteringsbassenget. Luften førte slam med seg til overflaten og videre til filterne. Denne feilen oppsto gradvis og førte til stadige gjentettingsproblemer i august/september.

Et annet uhell som bør nevnes er brudd på en av trykkledningene for slam fra sedimenteringstanken. Bruddet førte til at slam ble sprutet direkte over i utløpsrennen. Filterne gikk tette umiddelbart.

Et annet svakt ledd i renseprosessen har vært doseringsutstyret som består av et blandingskar (500 l) påmontert et røreverk og en doseringspumpe. Pumpen kan styres proporsjonalt til vannføringer av et forvalsereregneverk. Forvalsereregneverket var tidligere feilkoplet, men selv etter at dette var rettet opp har det vært problematisk å holde en konstant doseringsmengde pr. impuls. Pumpen må rengjøres ofte og det er nødvendig med sil på sugeleningen. Det er ingen reservepumpe tilgjengelig.

Jernsulfat som benyttes i simultanfellingene leveres i pulverform i sekker. Vekten kan variere noe. Pulveret helles rett i blandekaret. Det fylles deretter opp med vann. Med stokk og røreverk forsøker man å blande inn pulveret. Det har derfor ikke vært til å unngå at større partikler med jernsulfat har ført til delvis gjentetting av doseringspumpen.

4.2 Simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering

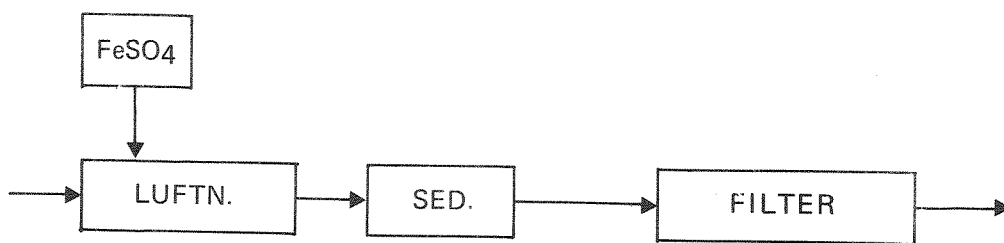


Fig. A/3 Simultanfelling og sluttfiltrering

Mars-juli 1979

Den lange forsøksperioden skyldes dels ønsket om å drive anlegget etter den driftsrutine som var vanlig for dermed å avdekke eventuelle driftsproblemer av betydning for filtreringen, dels på grunn av for mange driftsforstyrrelser som umuliggjorde en driftsperiode med stabile forhold. De viktigste problemer man har hatt er nevnt i foregående kapittel.

Som fellingskjemikalie i simultanfellings-prosessen har vært benyttet jernsulfat. Analyseresultater er vist i figurene A/4 og A/5, samt tabell A/1. I figur A/4 er også angitt de større driftsforstyrrelser som har inntruffet.

Av tabell A/1 fremgår det at totalt fosfor uttrykt som mg P/l har ligget på 1.04 mg P/l i gjennomsnitt for simultanfelt vann, mens tilsvarende verdier for ortofosfat utgjør 0.4 mg P/l.

Filtratet har hatt tilsvarende konsentrasjoner på 0.268 mg P/l uttrykt som totalfosfor og 0.1335 mg P/l som ortofosfat.

Resultatene viser at man ikke har klart å tilpasse en optimal dosering i simultanfelling av forhold som er nevnt ovenfor. Analyseresultater fra

prøver tatt i utløpet av simultanfellingsanlegget (merket som inn i tabell 1) viser for høye verdier i forhold til hva man kunne ha oppnådd ved optimal drift.

November 1979

Fra 15.-27. november ble simultanfellingsanlegget forsøkt drevet optimalt med daglig ettersyn av personale fra NIVA. Doseringsmengde 25 g Fe/m^3 . Det ble tatt døgnblandprøver for hvert døgn, samt stikkprøver etter behov, ca. 2 pr. døgn. Analyseresultatene fremgår av tabell A2, figurene A/6 og A/7. Middelveien for forsøksperioden er sammenstilt i siste rekke, tabell A/2.

Filtratets innhold av fosfor var i gjennomsnitt 0.14 mg P/l som totalfosfor og 0.09 mg P/l som ortofosfat.

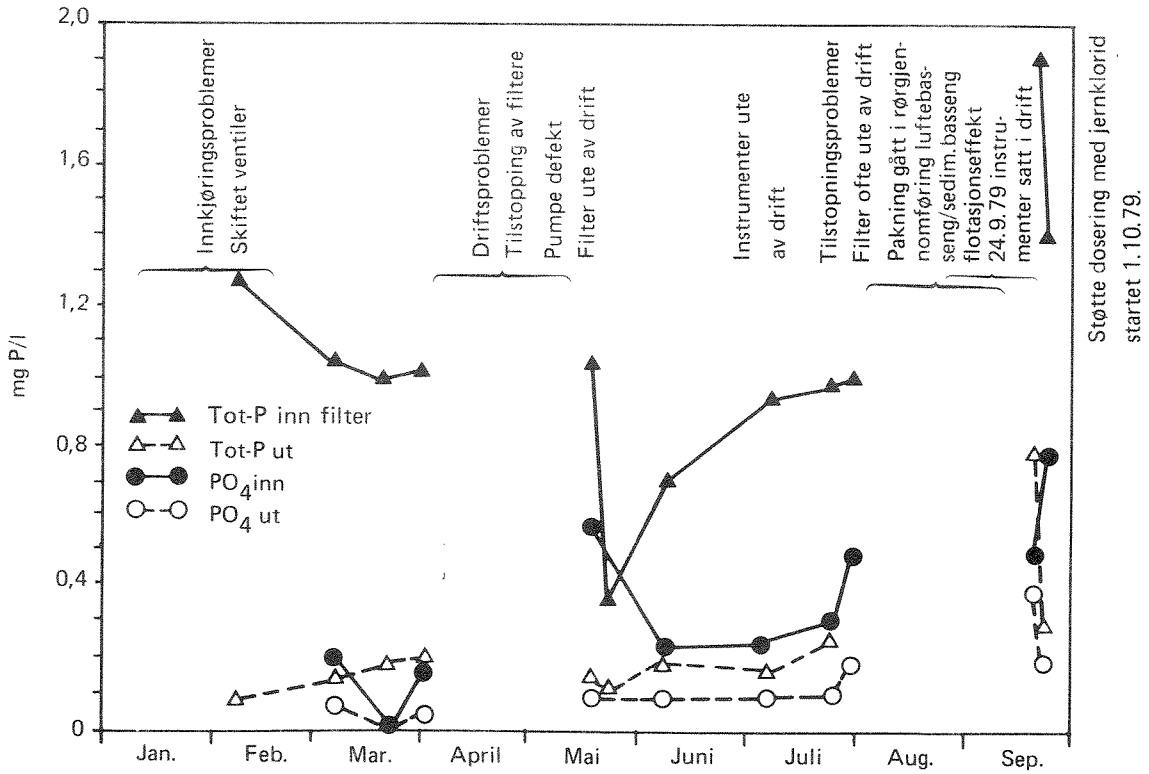


Fig. A/4 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
 Simultanfelling med jernsulfat. Mars - juli 1979.
 Tot-P og PO₄

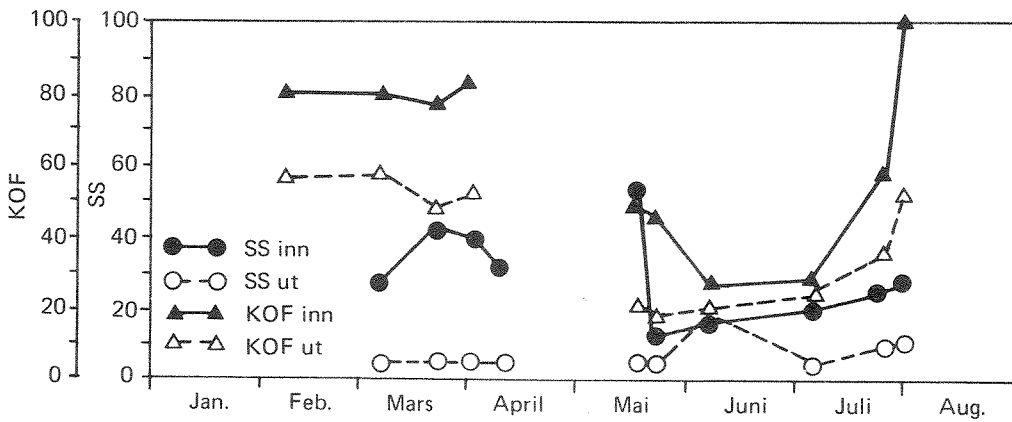


Fig. A/5 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
 Simultanfelling med jernsulfat. Mars - juli 1979. KOF og SS.

Tabell A/1 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrensning.
 Simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering.

Dato 1979	Prøvested filter	Suspendert stoff mg/l	KOF mg O ₂ /l	BOF ₇ mg O ₂ /l	Tot-P mg P/l	PO ₄ mg P/l
7.2.	inn	26	80.7	-	1.13	-
"	ut	<5	58.4	-	0.13	-
7.3.	inn	27	80.0	-	1.05	0.22
"	ut	5	59.0	-	0.15	0.08
21.3.	inn	43	78	15.2	0.99	0.001
"	ut	5	48	5	0.19	0.005
1.4.	inn	40	84.1	-	1.02	0.18
"	ut	5	51.7	-	0.22	0.06
18.5.	inn	53.3	51.0	5.6	1.05	0.6
"	ut	4.6	21.7	4.5	0.15	0.1
23.5.	inn	13	47	-	0.37	0.4
"	ut	5	18	-	0.13	0.09
7.6.	inn	17.4.	25.4	-	0.60	0.5
"	ut	18.2	22.1	-	0.20	0.09
5.7.	inn	20.1	29.6	-	0.95	0.25
"	ut	<5	23.9	-	0.18	0.11
31.7.	inn	26.1	106	114	1.0	0.5
"	ut	11.4.	54.6	22	0.50	0.2
19.9.	inn	52.5	56.4	-	1.90	0.5
"	ut	15.2	32.6	-	0.80	0.4
21.9.	inn	40.0	45.5	-	1.4	0.8
"	ut	-	17.6	-	0.3	0.2

Tabell A/2 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrensning. Simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering. 15.11.-27.11.1979.

Dato	Provetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l	AIK
15/11	Inn	190.1	145	4.64	2.54	2.67
	Ut biol.	42.2	53	0.59	0.30	1.67
	% red.	78	73.5	87	89	-
	Ut filter	23.1	26	0.08	0.06	1.71
	% red.	88	81.1	98	97.6	-
16/11	Inn	236.0	168	4.99	3.01	2.43
	Ut biol.	37.7	41	0.52	0.26	1.38
	% red.	84	75.6	89.6	91.4	-
	Ut filter	35.2	13	0.21	0.13	1.42
	% red.	85.1	92.3	95.8	95.7	-
19/11	Inn	412.1	306	6.88	3.74	3.15
	Ut biol.	40.9	35	0.30	0.15	1.28
	% red.	90.1	88.6	95.6	96.0	-
	Ut filter	26.6	18	0.13	0.10	1.36
	% red.	93.6	94.1	98.1	97.4	-
20/11	Inn	279.7	205	4.53	2.47	2.40
	Ut biol.	32.8	28	0.41	0.21	1.23
	% red.	88.3	86.4	91.0	91.5	-
	Ut filter	22.7	11	0.13	0.07	1.23
	% red.	91.9	94.6	97.1	97.2	-
21/11	Inn	226.2	187	4.24	2.39	2.42
	Ut biol.	44.0	40	0.33	0.16	1.12
	% red.	80.5	78.6	92.2	93.3	-
	Ut filter	30.9	12	0.15	0.07	1.21
	% red.	86.4	93.6	96.5	97.1	-
22/11	Inn	226.2	170	4.87	2.61	2.79
	Ut biol.	32.0	23	0.34	0.13	0.88
	% red.	85.9	86.5	93.1	95.1	-
	Ut filter	20.4	6.4	0.08	0.03	0.79
	% red.	91.0	96.3	98.4	98.9	-

Tabell A/2 (forts.)

Dato	Provetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l	AIK
23/11	Inn	180.6	138	4.30	2.99	2.97
	Ut biol.	46.9	41	0.43	0.19	1.80
	% red.	74.0	70.3	90.0	93.1	-
	Ut filter	30.6	7.5	0.05	0.03	1.72
	% red.	83.1	94.6	98.9	99.0	-
26/11	Inn	250.0	141	5.08	2.91	2.73
	Ut biol.	29.0	41	0.53	0.29	1.87
	% red.	88.5	71	89.6	90.0	-
	Ut filter	27.1	14	0.17	0.13	1.63
	% red.	89.2	90.1	96.1	95.6	-
27/11	Inn	214.3	131	4.71	3.41	3.28
	Ut biol.	41.0	21	0.51	0.26	1.80
	% red.	80.9	84.0	89.2	93.5	-
	Ut filter	22.7	8.8	0.26	0.19	1.23
	% red.	89.4	93.3	94.5	94.5	-
MIDDEL 15/11- 27/11	Inn	245.1	176.8	4.92	2.90	2.76
	Ut biol.	38.5	35.8	0.44	0.22	1.45
	% red.	84.3	79.7	91.1	92.5	-
	Ut filter	26.5	12.9	0.14	0.09	1.37
	% red.	89.2	92.7	97.2	96.9	-

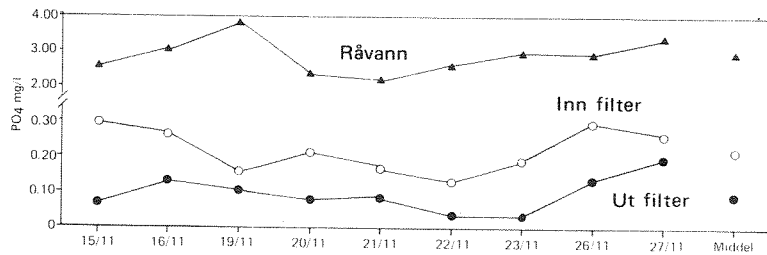
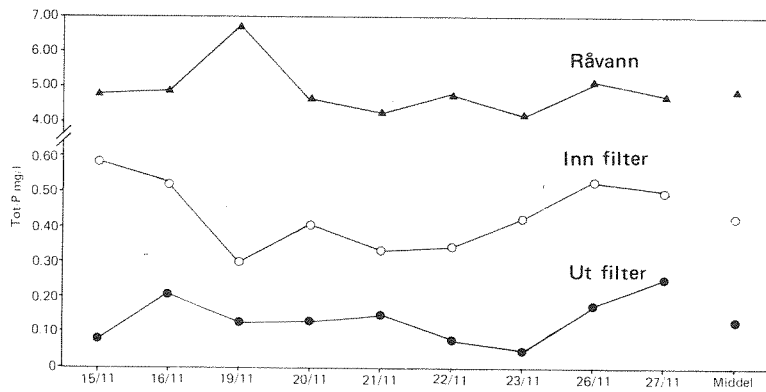
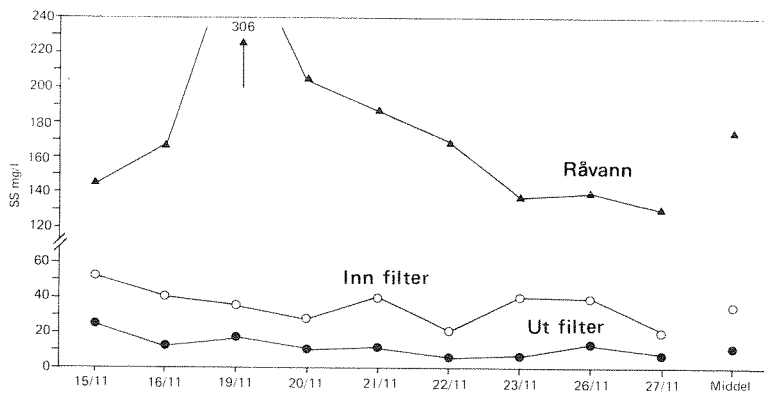
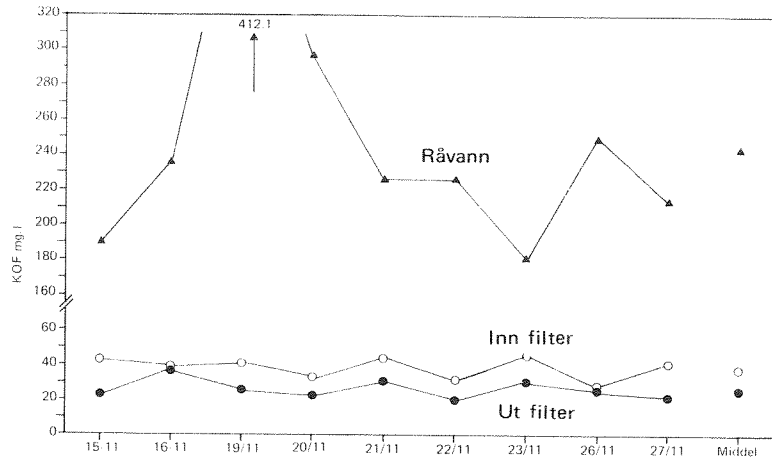


Fig. A/6 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
 Simultanfelling med jernsulfat
 15. - 27. mars 1979 KOF, SS, Tot-P og PO4

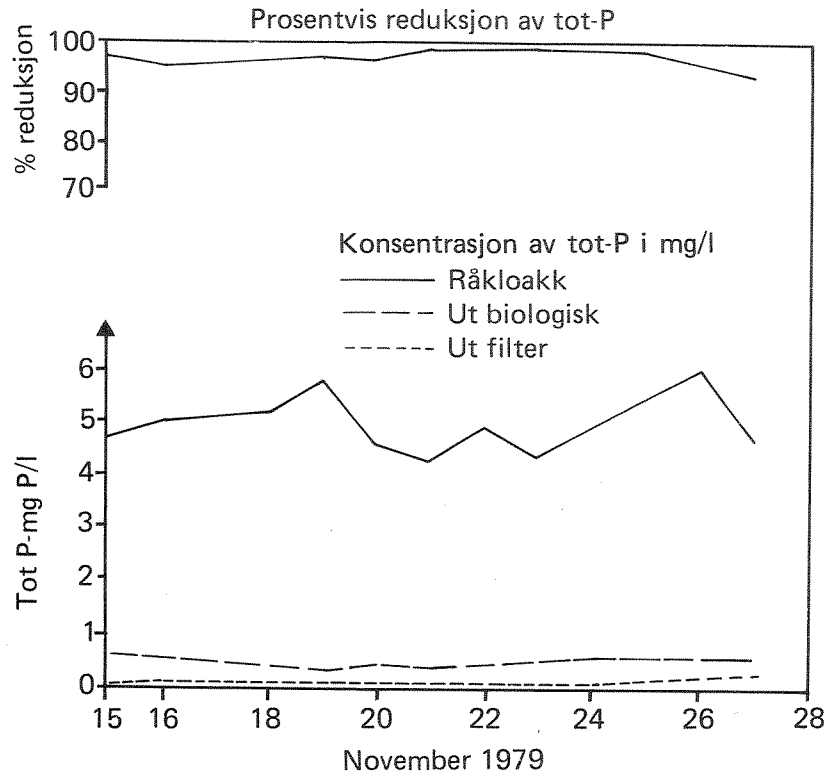


Fig. A/7 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
Aktivslamanlegg VALMET+AIB filter
Simultanfelling med jernsulfat + filtrering

4.3 Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering med jernklorid

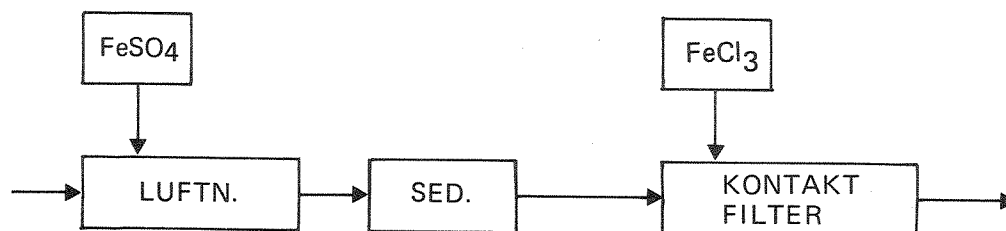


Fig. A/8 Simultanfelling og kontaktfiltrering

Forsøkene ble utført fra 25. oktober - 15. november 1979. Det var daglig tilsyn av personale fra NIVA.

Doseringsmengde: Luftetank $25 \text{ g Fe}^{2+}/\text{m}^3$
Filter $7 \text{ g Fe}^{3+}/\text{m}^3$

Resultatene fremgår av tabell A/3, figurene A/9 og A/10.

For å øke effekten ble støttedoseringen øket fra $4 \text{ g Fe}/\text{m}^3$ til $7 \text{ g Fe}/\text{m}^3$. Filtratets innhold av fosfor var i gjennomsnitt 0.089 mg P/l som totalfosfor og 0.05 mg P/l som ortofosfat med renseseffekter på 97.2%.

Tabell A/3 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrensning. Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering med jernklorid.

Dato	Prøvetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot-P mg/l	PO ₄ mg/l	A1K
31/10	Inn	204.5	377	4.05	2.89	-
	Ut biol.	81.5	143	0.55	0.17	1.51
	% red.	60.1	62.1	86.5	94.1	-
	Ut filter	22.6	22	0.06	0.05	1.31
	% red.	89.0	94.2	98.6	98.3	-
1/11	Inn	119.8	87	-	1.80	2.38
	Ut biol.	41.9	37	-	0.24	1.33
	% red.	75.0	57.5	-	86.7	-
	Ut filter	29.3	8.9	-	0.03	0.93
	% red.	75.5	89.8	-	98.4	-
2/11	Inn	166.5	186	3.67	2.38	2.17
	Ut biol.	39.1	30	0.56	0.29	1.49
	% red.	86.5	83.9	84.8	87.9	-
	Ut filter	26.9	12	0.08	0.04	1.18
	% red.	83.8	93.6	97.9	98.3	-
	Inn	197.7	16.2	4.56	2.52	2.46
	Ut biol.	42.6	39	1.35	0.21	1.33
	% red.	78.4	76.0	70.5	91.7	-
	Ut filter	20.2	15	0.05	0.03	0.97
	% red.	89.8	90.8	98.9	98.8	-
5/11	Inn	196.6	126	3.66	2.00	1.94
	Ut biol.	44.0	30	0.51	0.23	1.21
	% red.	77.6	76.2	86.1	88.5	-
	Ut filter	30.5	12	0.09	0.05	1.18
	% red.	84.5	90.5	97.6	97.5	-
6/11	Inn	480.0	157	3.44	2.11	2.55
	Ut biol.	43.1	38	0.47	0.33	1.79
	% red.	-	75.8	86.4	86.4	-
	Ut filter	-	12	0.13	0.08	1.24
	% red.	-	92.4	96.2	96.2	-

Tabell A/3 (forts.)

Dato	Prøvetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot-P mg/l	PO ₄ mg/l	A1K
9/11	Inn	175.4	131	-	-	-
	Ut biol.	41.3	32	0.38	0.20	1.15
	% red.	76.4	75.6	-	-	-
	Ut filter	34.2	9.2	0.09	0.05	0.95
	% red.	80.5	93.0	-	-	-
12/11	Inn	278.2	-	3.61	1.84	2.57
	Ut biol.	64.9	-	0.73	0.39	1.45
	% red.	77.0	-	79.8	78.8	-
	Ut filter	24.3	-	0.09	0.06	1.30
	% red.	91.3	-	97.5	96.7	-
13/11	Inn	401.1	120	3.90	2.07	3.44
	Ut biol.	42.4	43	0.57	0.27	1.85
	% red.	89.5	74.2	85.4	87.0	-
	Ut filter	24.9	13	0.06	0.03	1.83
	% red.	93.8	89.2	98.5	98.5	-
14/11	Inn	202.9	146	4.87	2.54	3.07
	Ut biol.	50.2	47	0.80	0.43	2.24
	% red.	75.3	67.9	83.6	83.1	-
	Ut filter	34.3	31	0.15	0.09	2.17
	% red.	83.1	78.8	97.0	96.5	-
MIDDEL 31/10- 14/11	Inn	242.2	165.8	3.17	2.24	-
	Ut biol.	45.2	48.8	0.65	0.27	-
	% red.	81.4	70.6	79.5	88%	-
	Ut filter	25.2	13.6	0.089	0.05	-
	% red.	89.6	91.8	97.2	97.2	-

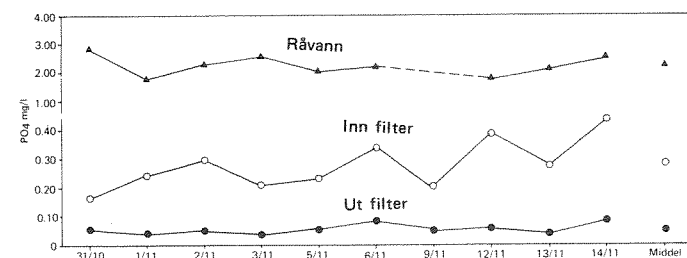
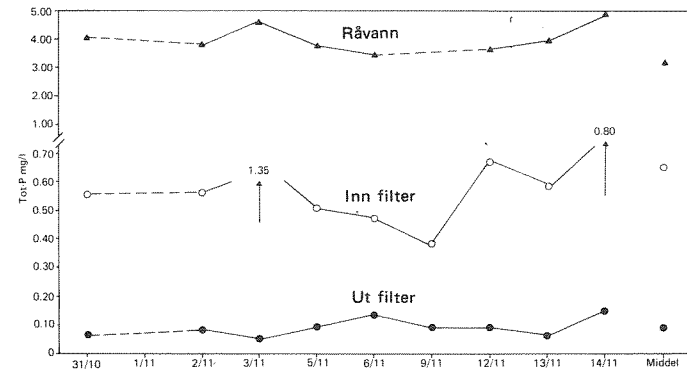
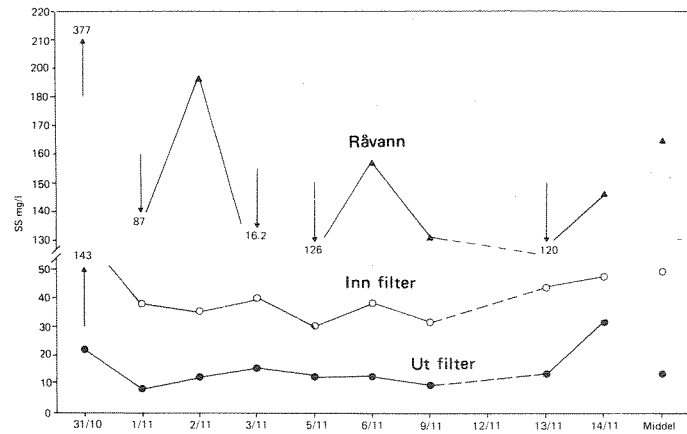
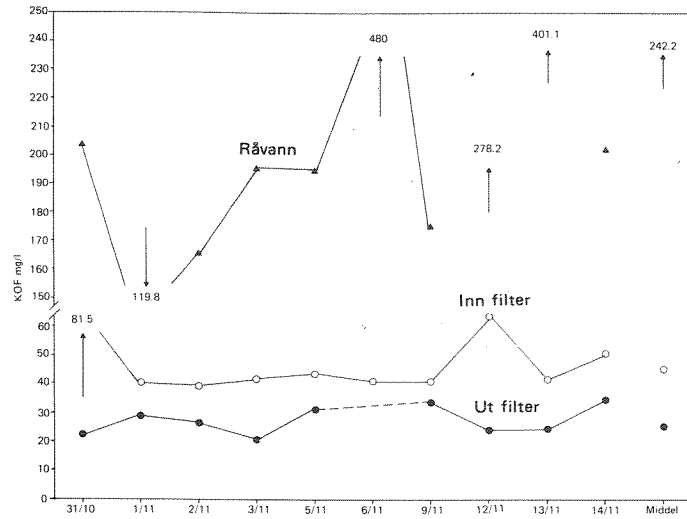


Fig. A/9 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
 Simultanfelling med jernsulfat og kontaktfiltrering med
 jernklorid. 25.okt. - 15.nov. 1979. KOF, SS, Tot-P og SO₄

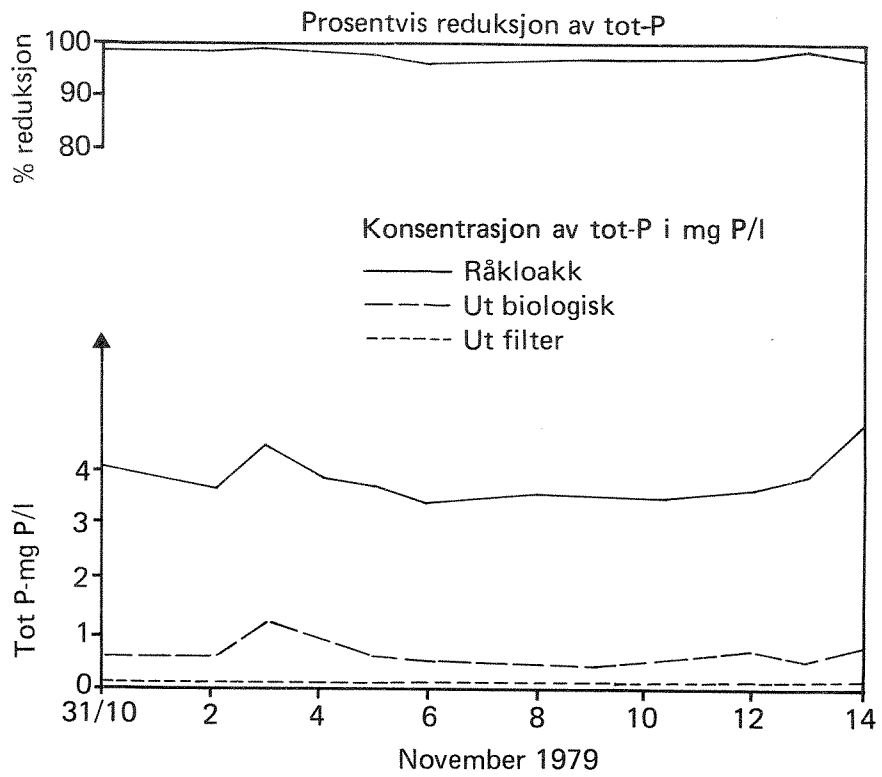


Fig. A/10 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
Aktivslamanlegg VALMET+ AIB filter
Simultanfelling med jernsulfat+ kontaktfiltrering med jernklorid

4.4 Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering med aluminiumsulfat (AVR)

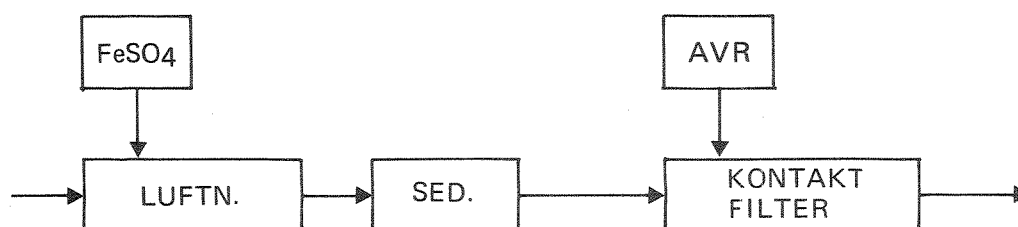


Fig. A/11 Simultanfelling og kontaktfiltrering

Forsøkene ble gjennomført i perioden 27. november - 6. desember 1979. Det var daglig tilsyn av personale fra NIVA.

Doseringsmengde: Luftetank 25 g Fe/m³
Filtre 60 g/m³ som Al₂(SO₄)₃ 14.3 H₂O

Resultatene fremgår av tabell A/4, figurene A/12 og A/13.

Filtratets innhold av fosfor var i gjennomsnitt 0.088 mg P/l som totalfosfor og 0.038 mg P/l som ortofosfat.

Tabell A/4 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrensianlegg.
Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering med
aluminiumsulfat.

Dato	Prøvetak. sted	SS mg/l	Tot-P mg/l	PO ₄ mg/l	A1K
27/11	Inn	131	4.71	3.41	3.28
	Ut biol.	21	0.51	0.26	1.80
	% red.	84	89.2	92.4	-
	Ut filter	8.8	0.26	0.19	1.23
	% red.	93.3	94.5	94.5	-
28/11	Inn	143	-	2.94	2.49
	Ut biol.	18	0.56	0.32	1.94
	% red.	87.4	-	89.2	-
	Ut filter	7.1	0.09	0.04	1.56
	% red.	95.1	-	98.6	-
29/11	Inn	126	5.40	2.93	2.99
	Ut biol.	23	0.56	0.28	1.30
	% red.	81.8	89.7	90.5	-
	Ut filter	9.2	0.09	0.04	1.41
	% red.	92.7	98.3	98.6	-
30/11	Inn	-	-	-	-
	Ut biol.	35	0.48	0.22	1.85
	% red.	-	-	-	-
	Ut filter	13	0.05	0.02	1.45
	% red.	-	-	-	-
3/12	Inn	154	4.49	2.61	2.29
	Ut biol.	48	0.68	0.34	2.02
	% red.	68.4	84.9	87.0	-
	Ut filter	13	0.07	0.03	1.72
	% red.	91.6	98.5	98.9	-
5/12	Inn	159	4.65	3.01	2.90
	Ut biol.	27	0.90	0.44	2.00
	% red.	83.1	80.6	85.4	-
	Ut filter	15	0.16	0.07	1.85
	% red.	90.6	96.6	97.7	-

Tabell A/4 (forts.)

Dato	Prøvetak. sted	SS mg/l	Tot-P mg/l	PO ₄ mg/l	A1K
6/12	Inn	165	-	-	-
	Ut biol.	35	0.45	0.24	-
	% red.	78.8	-	-	-
	Ut filter	15	0.11	0.05	-
	% red.	91	-	-	-
MIDDEL 27/11- 6/12	Inn	146	4.81	2.98	2.79
	Ut biol.	26.2	0.59	0.30	1.90
	% red.	82.1	87.8	90.0	-
	Ut filter	8.5	0.12	0.06	1.29
	% red.	94.2	97.6	98.0	-

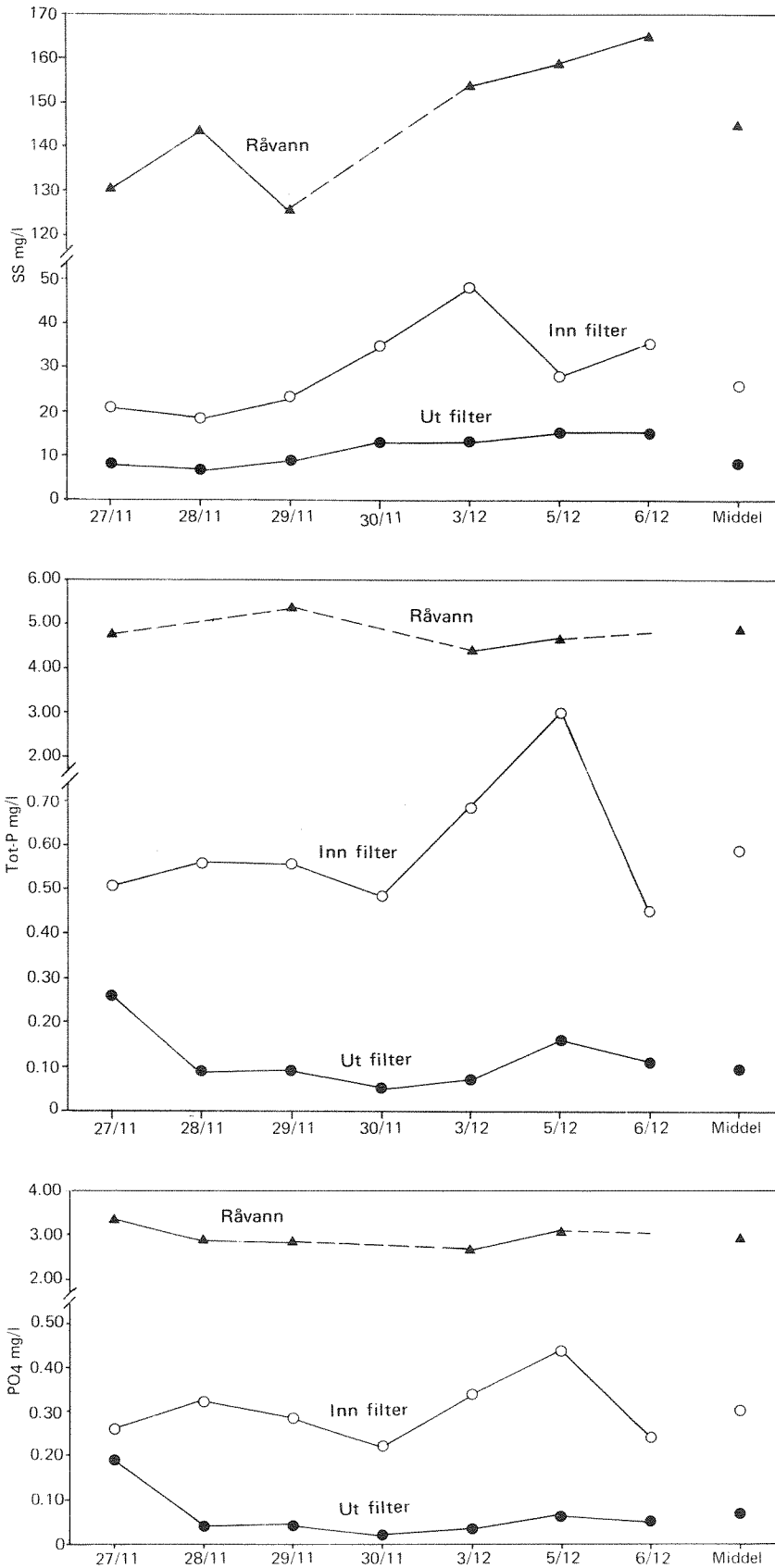


Fig. A/12 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
Simultanfelling med jernsulfat, kontaktfiltrering
med aluminiumsulfat.

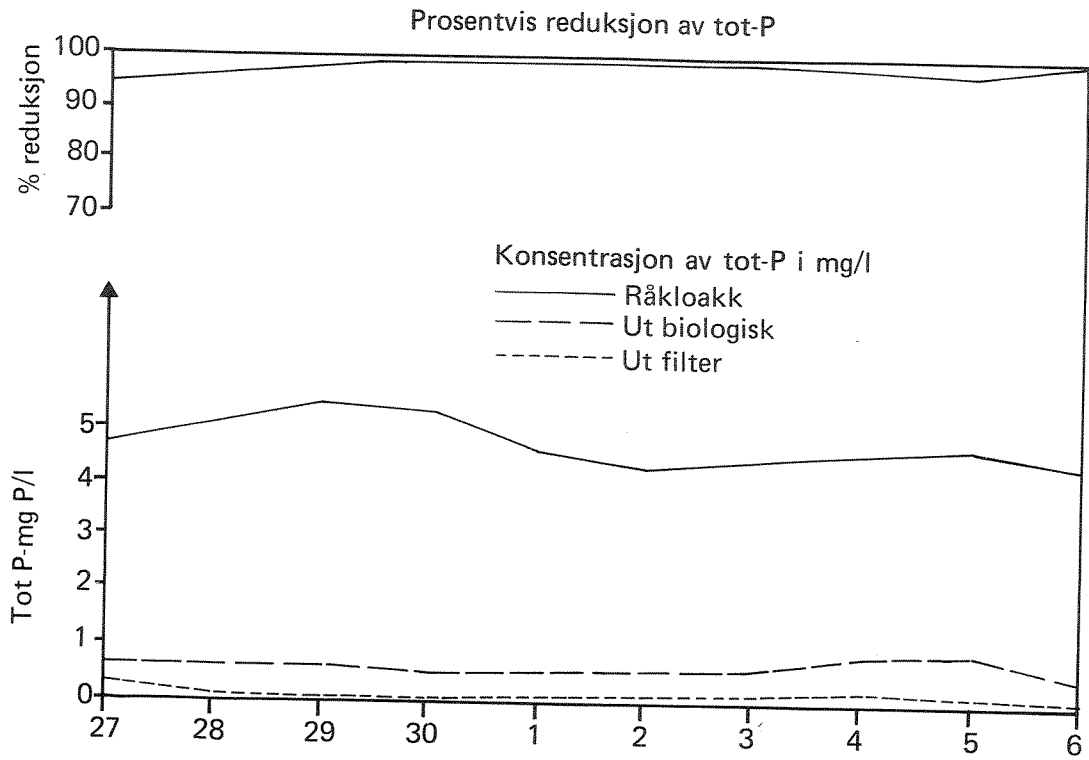


Fig. A/13 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
Aktivslamanlegg VALMET+AIB filter
Simultanfelling med jernsulfat + kontaktfiltrering med aluminiumsulfat

4.5 Biologisk rensing, kontaktfiltrering med AVR

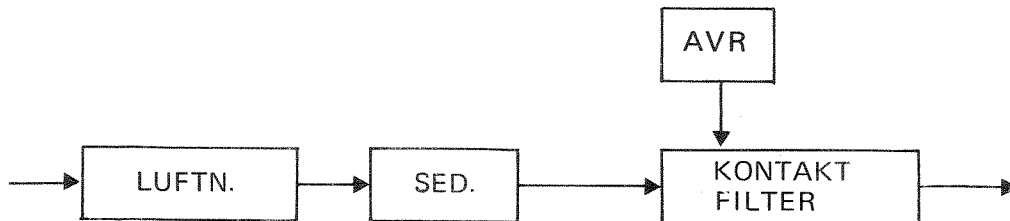


Fig. A/14 Kontaktfiltrering

Forsøk med kontaktfiltrering foregikk i perioden 10.-27. desember 1979. Resultatene fremgår av tabell A/5, figurene A/15 og A/16.

Doseringsmengde: Filtre 120 A1/m³ 10.-12.12.
240 A1/m³ 12.-13.12.
190 A1/m³ 13.-27.12.

Først etter noen dager oppnådde man brukbare resultater med renseeffekter på vel 93% for totalfosfor og ortofosfat. I romjulen hadde anlegget ikke daglig tilsyn, og renseeffekten sank betydelig. Ved felling direkte på filter må doseringsmengden styres meget nøye. Dette var ikke mulig i julehelgen.

For perioden 13.-24.12.1979 med stabile driftsforhold var filtratets innhold av fosfor i gjennomsnitt 0.30 mg P/l uttrykt som totalfosfor og 0.18 mg P/l uttrykt som ortofosfat.

Under denne forsøksperioden med høy belastning på filtrene av suspendert materiale ble gangtiden redusert til fire timer for å unngå gjentetting av filtrene og de komplikasjoner dette ville medføre for forsøksdriften.

Tabell A/5 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrensning.
Kontaktfiltrering.

Dato	Prøvetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot-P mg/l	PO ₄ mg/l	A1K
10/12	Inn	-	-	5.56	3.04	2.97
	Ut biol.	75	-	2.30	1.75	2.95
	% red.	-	-	58.9	42.4	
	Ut filter	46.6	-	0.70	0.57	2.38
	% red.	-	-	87.4	81.2	
11/12	Inn	353.1	155	4.86	2.88	2.23
	Ut biol.	44.2	69	1.50	1.45	2.16
	% red.	87.5	55.5	69.1	49.6	
	Ut filter	26.5	51	0.64	0.50	1.87
	% red.	92.5	67.1	86.9	65.6	
12/12	Inn	349.1	175	4.07	2.57	2.23
	Ut biol.	41.6	60	1.80	1.32	2.06
	% red.	88.0	65.8	55.8	48.6	
	Ut filter	27.0	40	0.87	0.83	1.24
	% red.	86.3	77.2	78.7	67.8	
13/12	Inn	209.1	167	4.01	2.54	2.46
	Ut biol.	40.1	52	0.72	0.48	1.34
	% red.	80.9	69	82.1	81.2	
	Ut filter	19.5	31	0.22	0.16	0.76
	% red.	90.7	81.5	94.6	93.1	
17/12	Inn	104.5	-	2.96	1.80	2.21
	Ut biol.	41.6	-	1.00	0.81	2.27
	% red.	60.0	-	66.3	55.0	
	Ut filter	21.6	56	0.42	0.34	1.89
	% red.	79.4	-	85.9	81.2	
18/12	Inn	349.1	78	5.38	3.09	2.48
	Ut biol.	43.2	30	0.79	0.62	2.10
	% red.	87.6	61.6	85.3	80.0	
	Ut filter	33.7	21	0.24	0.19	1.66
	% red.	90.4	73.1	95.6	93.8	

Tabell A/5 (forts.)

Dato	Prøvetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot-P mg/l	PO ₄ mg/l	A1K
19/12	Inn	262.3	197	5.02	2.70	2.60
	Ut biol.	38.7	50	1.01	0.68	2.58
	% red.	85.3	74.7	79.9	74.9	-
	Ut filter	33.7	44	0.15	0.10	1.55
	% red.	87.2	77.3	97.1	96.3	-
20/12	Inn	217.4	129	4.44	2.96	2.67
	Ut biol.	54.4	79	1.00	0.72	2.27
	% red.	75.0	40.8	77.5	75.7	-
	Ut filter	37.4	47	0.35	0.16	1.85
	% red.	82.9	63.6	92.1	94.6	-
21/12	Inn	129.3	140	4.54	3.04	2.52
	Ut biol.	55.6	61	0.90	0.58	2.52
24/12	% red.	57.0	56.4	80.2	81.0	-
	Ut filter	36.4	61	0.41	0.13	1.85
	% red.	72.0	56.4	91.0	95.8	-
24/12	Inn	-	-	-	-	-
	Ut biol.	65.8	78	1.61	1.11	2.23
27/12	% red.	-	-	-	-	-
	Ut filter	34.6	74	0.56	0.44	2.14
	% red.	-	-	-	-	-
MIDDEL 10/12- 27/12	Inn	246.8	148.7	4.54	2.74	
	Ut biol.	50.0	59.9	1.26	0.95	
	% red.	78.8	59.8	72.8	65.5	
	Ut filter	31.7	47.2	0.46	0.34	
	% red.	87.2	68.3	89.9	87.6	
MIDDEL 13/12 24/12	Inn	211.9	142.2	4.39	2.69	
	Ut biol.	45.6	54.4	0.90	0.65	
	% red.	78.5	61.8	79.5	75.9	
	Ut filter	30.3	43.3	0.30	0.18	
	% red.	85.7	69.6	93.2	93.3	

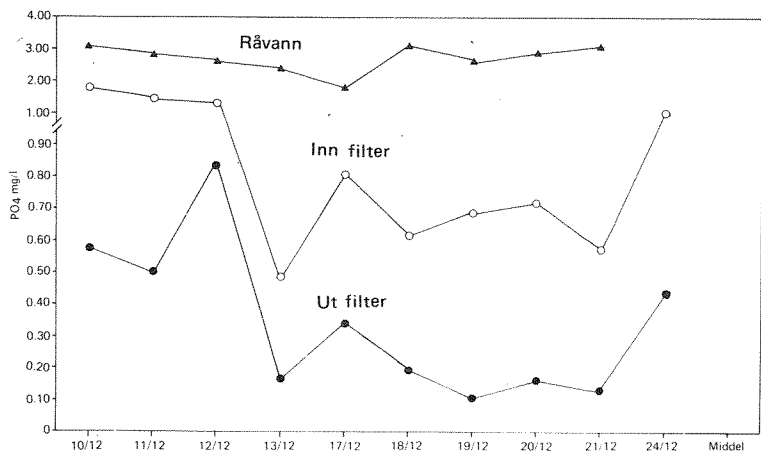
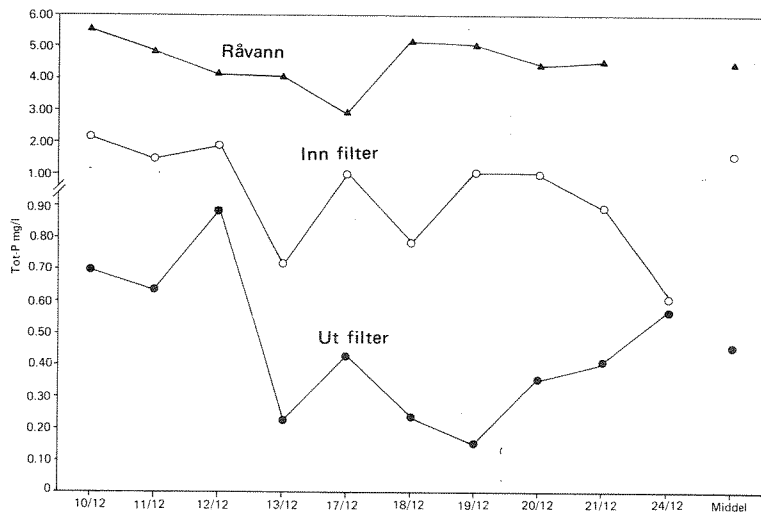
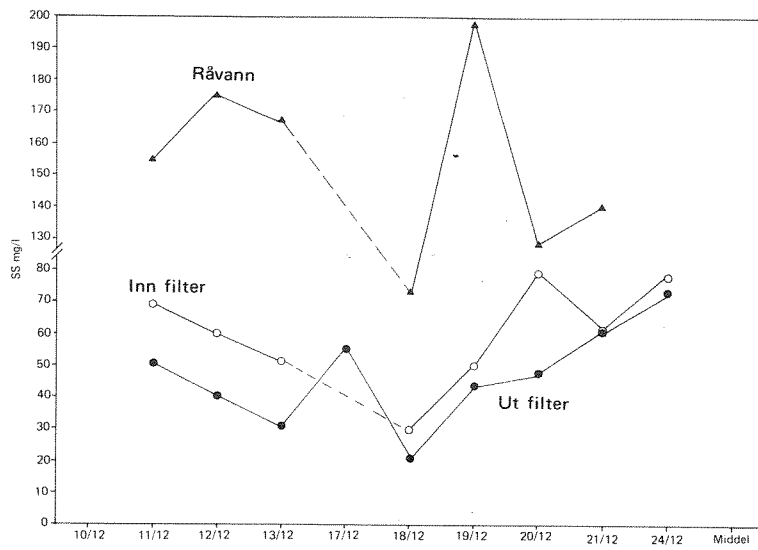


Fig. A/15 SNERTINGDAL KLOAKKRENSSEANLEGG
Kontaktfiltrering med AVR 10. des. - 27. des. 1979.
SS, Tot-P og PO₄

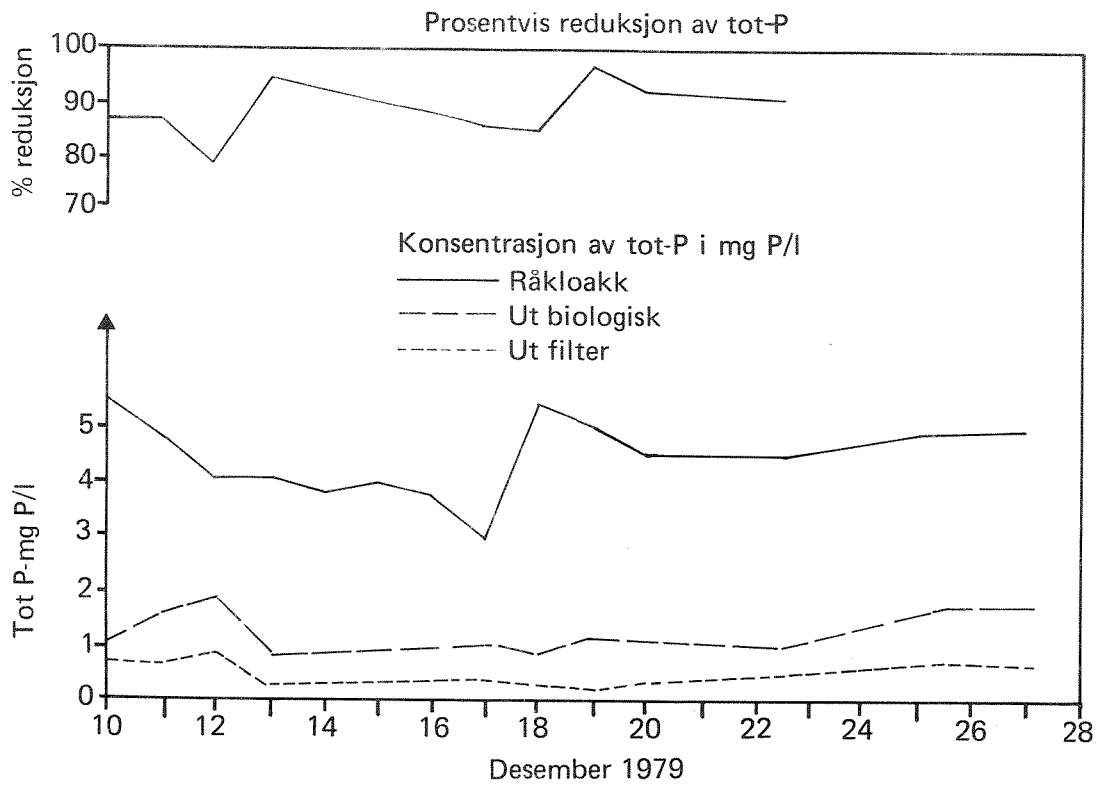


Fig. A/16 SNERTINGDAL KLOAKKRENSEANLEGG
Aktivslamanlegg VALMET+AIB filter
Kontaktfiltrering med AVR

4.6 Sammenlikning av resultater

Resultatene er sammenliknet i tabell A/6 som viser gjennomsnittsverdien for representative forsøksperioder.

Da forsøkene har foregått til forskjellige tider, har innløpsvannets konsentrasjoner variert. Forsøksserien med felling direkte på filterne falt dårligst ut med en renseseffekt for fjerning av totalfosfor på 93.2% og ortofosfat på 93.3%. Det beste resultatet ble oppnådd i perioden med simultanfelling med jernsulfat, og kontaktfiltrering med aluminiumsulfat, som ga renseseffekt for totalfosfor på 97.6% og ortofosfat på 98%. Forskjellene man oppnådde med de ulike fellingskjemikalier er imidlertid ubetydelige.

Ut fra driftsmessige forhold vil det i praksis være lite hensiktemessig å drive anlegget i Snertingdal biologisk + kontaktfiltrering (felling direkte på filterne). Unødig mye slam som kunne vært felt ut i sedimenteringsbassenget ved simultanfelling, vil ved kontaktfiltrering alene bli holdt tilbake i filterne. Gangtiden vil også bli kortere. Kontaktfiltrering er også mer følsom for variasjoner i doseringsmengde av fellingskjemikalier enn simultanfellings-prosessen. Med spylevannet vil også noe fellingskjemikalier kunne bli overført til luftebassenget og man får indirekte en simultanfellings-prosess.

Forsøk med kontaktfiltrering av silt råkloakk ble ikke gjennomført da forholdene ikke lå til rette for slike forsøk.

Tabell A/6 Filtreringsforsøk ved Snertingdal kloakkrensianlegg.
Sammenlikning av resultater.

Dato	Forsøksserie	Prøvetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot-P mg/l	PO ₄ mg/l
15/11- 27/11	Simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering	Inn	245.1	176.8	4.92	2.90
		Ut biol.	38.5	35.8	0.44	0.22
		% red.	84.3	79.7	91.1	92.5
		Ut filter	26.5	12.9	0.14	0.09
		% red.	89.2	92.7	97.2	96.9
31/10- 14/11	Simultanfelling med jernsulfat og kontaktfiltrering med jernklorid	Inn	242.2	165.8	3.17	2.24
		Ut biol.	45.2	48.8	0.65	0.27
		% red.	81.4	70.6	79.5	88.0
		Ut filter	25.2	13.6	0.09	0.05
		% red.	89.6	91.8	97.2	97.2
27/11- 6/12	Simultanfelling med jernsulfat og kontaktfiltrering med aluminium- sulfat	Inn	-	146	4.81	2.98
		Ut biol.	-	26.2	0.59	0.30
		% red.	-	82.1	87.9	90.0
		Ut filter	-	8.5	0.12	0.06
		% red.	-	94.2	97.6	98.0
13/12- 24/12	Biologisk rensing og kontaktfiltr. med jernklorid	Inn	211.9	142.2	4.39	2.69
		Ut biol.	45.6	54.4	0.90	0.65
		% red.	78.5	61.8	79.5	75.9
		Ut filter	30.3	43.3	0.30	0.18
		% red.	85.7	69.6	93.2	93.3

4.7 Spylevannets innhold av fosfor

Det ble tatt flere prøver av spylevannets innhold av fosfor uttrykt som totalfosfor og ortofosfat i mg P/l. På grunn av uhell måtte resultatene av totalfosfor kasseres.

I figur A/17 har vi tegnet opp konsentrasjonen av ortofosfat som funksjon av tiden etter spyling. Det ble fulgt opp i alt 7 filtreringer etter spyling.

Resultatene viser at 1. filtrat etter spyling har et relativt høyt innhold av ortofosfat (middel 0.20 mg P/l), mens man ved 2. filtrat er nede i ca. 0.07 mg P/l.

Med gangtid på 8 timer og 4 spylinger pr. døgn representerer 1. filtrat etter spyling ca. 12% av det totale utslipp pr. døgn av ortofosfat.

Forsøksdriften i dette tilfelle var simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering.

Første filtrat bør derfor returneres til filterpumpekummen om man ønsker minst mulig fosfor ut i resipienten.

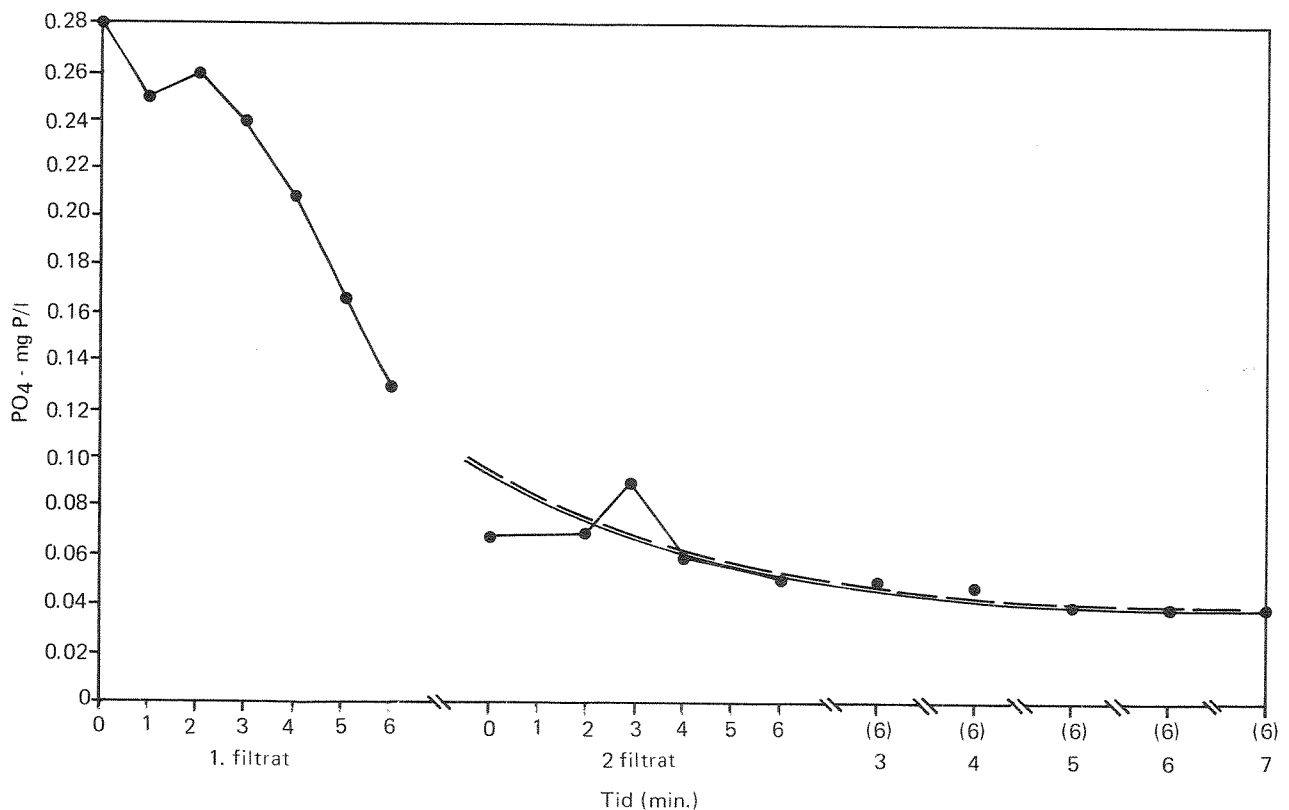


Fig. A/17 Konsentrasjon av ortofosfat i filtrat som funksjon av tiden etter spyling av filter. Simultanfelling med jernsulfat og sluttfiltrering

5. Sammendrag og konklusjon

- I Forsøkene har vist at et sandfilter av denne type og størrelse bør betraktes som et poleringstrinn og ikke som et anlegg som retter opp de driftsproblemer og dårlige renses effekter man har i prosessen før filteret.
- II En god fellingsprosess som bringer løste stoffer over i partikulær form er en av betingelsene for at filteret skal gi tilfredsstillende resultater med hensyn til reduksjon av fosfor.

- III Filteret spyles med ufiltrert avløpsvann fra filterpumpesumpen.
1. filtrat etter spyling føres direkte til resipient etter UV-bestråling. Forurensningsmengde i 1. filtrat etter spyling har ved målinger utgjort ca. 12% av det totale utslippet av ortofosfat pr. døgn.

Forurensningsmengder i 1. filtrat etter spyling vil avhenge av fellings/filtreringsmetode. Den angitte prosent ble målt ved simultanfelling og sluttfiltrering. Ved kontaktfiltrering vil forurensningsbelastningen i 1. filtrat etter spyling kunne øke.

En vil derfor anbefale at 1. filtrat etter spyling returneres til anlegget.

- IV En spyling med vann/luft vil være mer effektiv enn bare med vann. Flere av de gjentettinger man har hatt av filterne i Snertingdal ville sannsynligvis vært unngått med vann/luft-spyling. Erfaringer fra andre tilsvarende filteranlegg tyder på dette.
- V Sandflukt har sjelden vært et problem når gangtiden har vært tilpasset forholdene slik at blokkering av filterne har vært unngått.

Under forsøkene ble gangtiden økt noe og det bygget seg opp en "slampropp" som ble løftet noe ved spyling før den ble revet istykker. Dette førte til sandflukt som vil kunne skje ved oppstrøms filtrering.

Ved helt spesielle driftsforhold ble filtrene blokkert ved at store mengder slam ble ført inn på filtrene. Det var da nødvendig å punktere "slamproppen" ved å stake opp filteret. Uforsiktighet i denne forbindelse førte også til sandflukt.

Ved sandflukt blir sanden ført over til spylepumpekummen. Spylepumpen er montert for lavt og har derfor fått sand i pumpehjulet som er blitt nedslitt etter kort tid. Sanden fjernes ved bøttetømming.

Sandproblemer i spylepumpekummen kan reduseres ved at bunnen får en skrå utforming, at pumpen heves og ved at pumpen ikke starter før sanden har sedimentert.

Ved større anlegg bør sand fjernes ved mammutpumpe og ikke med bøtte. Fjerning av sand fra spylepumpekummen må bli fast rutine.

- VI Automatikken for filteranlegget har virket tilfredsstillende etter at en rekke koplingsfeil ble rettet opp. Den er grei å betjene.
- VII Det biologiske anlegget drevet etter simultanfellings-prinsippet må passes omhyggelig slik at slamflukt unngås og at flyteslam hindres i å føres over på filteret.
- Dette forutsetter bl.a. følgende:
- a) Slamvolumet må holdes lavt for å unngå slamflukt. For Snertingdals vedkommende vil dette si 250-300 ml/l.
 - b) Vegger i sedimenteringsbasseng bør skrapes hver dag for å unngå at slamkaker flyter opp.
Flyteslam må fjernes hver dag. Det bør anvendes flyteslamavdrag som virker kontinuerlig.
 - c) En jevn hydraulisk belastning skal ikke føre til slamflukt. Anlegg bør derfor utstyres med fordrøyningsbasseng og overløpsarrangement i tilknytning til renseanlegget.

Pumper på anlegget som pumper spylevann og dekanteringsvann må tilpasses forholdene slik at hydrauliske sjokkbelastninger unngås.

- VIII Flokkuleringsprosessen er av største betydning for optimal drift. Doseringsutstyret må derfor passes omhyggelig. For simultanfellingsanlegg bør det finnes 2 sett doseringspumper, røreverk og blandingskar. Hvert sett bør rengjøres når karet er tappet ned. Sugeledning må være utstyrt med filter eller fin sil. Ved kontaktfiltrering bør også 2 sett doseringspumper installeres.
- IX Kloakkrenseanlegg av denne type bør ha daglig ettersyn. For å redusere tid pr. besøk kan pumping av slam til silo, lufting av slam i silo og returpumping av dekanteringsvann tidstyres.
- X Slam må kjøres bort etter behov slik at slamvolumet kan holdes lavt. Ved Snertingdal betyr dette bortkjøring av slam ca. hver tredje uke.
- XI Ved tilkoping av filtre til eksisterende anlegg må forholdene legges godt til rette for en lettvindt og enkel drift. Det eksisterende anlegg må være utstyrt med maskinrenset rist, sandfang, tilstrekkelig stor slamsilo samt flyteslamavdrag.
- XII Avlesning av pH er ønskelig som en styringsparameter for fellingsprosessen. Det samme gjelder bestemmelse av ortofosfat.
- XIII Avløpsvann fra filtre UV-bestråles. På grunn av driftsproblemer med filteranlegget kortsluttes filtrene i perioder og simultanfelt avløpsvann føres direkte til resipienten. Direkte utløp skjer også via overløp. Tatt i betraktning at Snertingdal vannverk (kun klorering) har sitt inntak ca. 50 m fra utløpet, bør desinfiseringsanlegget dekke alle utløpsmuligheter. Andre desinfiseringsmetoder bør også vurderes siden virkningen av UV-bestråling på avløpsvann er usikker.

VEDLEGG A/1

19.10.79
SSJ/ARI

PROGRAM FOR FILTRERINGSFORSØK

Snertingdal

Det skal kjøres to forsøksserier:

1. Simultanfelling med kontaktfiltrering (Fe^{3+})
2. Simultanfelling med kontaktfiltrering (Al)

Hver serie må antas å ta 2-3 uker. For å klare å avslutte forsøkene innen den oppsatte tiden må anlegget drives meget omhyggelig. Driftsproblemer av enhver art må rapporteres omgående.

Hvor intet annet er sagt skal driftsinstruksen fra konsulenten følges.

Analyser og driftsparametre

		Innløp	Sed. 1	Luftetank	Slamsilo	Slamretur	Utløp Biolog	Utløp Filter
Temperatur	oC	1 x D						
Siktedyp	cm		2 x D					
Sedimenterbart stoff	ml/l		2 x D					
Slamvolum (30 min.)	ml/l			2 x D	1 x D	1 x D		
pH				3 x D				3 x D
Oksygeninnhold	mgO ₂ /l			2 x D				
Oksygenopptak	mgO ₂ /l/min.							
Suspendert stoff	mg/l	1 x D					1 x D	1 x D
Flyktig suspendert stoff	mg/l	1 x D					1 x D	1 x D
Kjemisk oksygenforbruk	mgO/l	1 x D					1 x D	1 x D
Biokjemisk oksygenforbruk	mgO ₂ /l							
Nitritt - nitrat	mgN/l	1 x D					1 x D	1 x D
Total fosfor	mgP/l	1 x D					3 x D	3 x D
Ortofosfat	mgP/l	1 x D					3 x D	3 x D
Alkalitet			1 x D				1 x D	1 x D

D = antall prøver pr. døgn.

Det tas 1 blandeprøve over døgnet, samt stikkprøver etter behov.

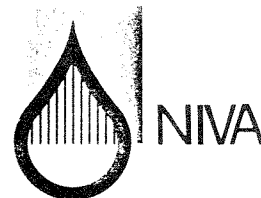
Bortsett fra KOF-analyser skal analysene tas på stedet og brukes som styringsparametre.

Renhold og ettersyn pr. dag

NIVA's representant vil få assistanse fra driftsoperatør Kåre Haugen som i forsøksperioden vil komme innom anlegget hver dag. Han har normalt tjeneste annen hver dag, men bor i Snertingdal.

Renhold og ettersyn hver dag

Komponent	Beskrivelse i drifts- instruks pkt.	Gjøremål
Generelt	5.3	Rengjøring av alle bassengvegger og renner (spyling). Husk slamstyringskassen !
Maskinrenset rist	3.2	Sekk for ristgods kastes i container. Husk ny sekk !
Luftet sandfang	3.3	Sjekk sandslammet og juster luftmengden om nødvendig. Tøm kassen for sand i container.
Luftebasseng	3.4	Visuell sjekk av luftere.
Sedimentering	3.5	Flyteslam "tas av" og legges i container. Veggene i bassenget skrapes for å få løsnet slam som har festet seg. Benytt mammutpumpen for å få blåst opp slam (for å hindre slamakkumulering).
Slampumping	3.12	Hvis slamvolumet i luftebassenget er høyere enn 250, pumpes slammet til slamtank i en kortere periode. Slamtank tømmes med tankbil.
Kjemikaliedosering	3.10	Eventuell justering av doseringsmengden slik at denne blir riktig i forhold til pH og vannmengder. Dette gjøres ved å regulere slaglengden på pumpen.



Komponent	Beskrivelse i drifts- instruks pkt.	Gjøremål
Sandfilter	3.6	Sjekk at filterspylingen fungerer som den skal (observasjon).
Vannføringsmålere		Manuell avlesning av V-overløp med sjekking av telleverk og skriver.
pH-måler	3.9	Kontroll av pH og pH-meter med skriver. Elektrode rengjøres.
Turbidimeter		Rengjøring av turbidimeter. Avlesning av skala med sjekking av skriver. Rengjøring min. 2 ganger pr. dag. Kalibrering etter behov.
Doseringspumper	3.10	Doseringsmengde pr. vannføringsenhet sjekkes. Doseringsmengde justeres etter behov.
Automatiske prøvetakere		Volumetrisk kontroll av prøvevolum pr. vannføringsenhet.

Rapportering

Detaljert driftsrapport skal føres daglig med angivelse av tid når forskjellige funksjoner er utført. Vannføringsverdier og analyseresultater skal fremstilles grafisk etterhvert som data foreligger.

Daglig telefonrapport til SSJ over tlf. 02-23 52 80 eller privat 02-15 75 98.

DEL B

**FILTRERINGSFORSØK VED
JØLSTAD KLOAKKRENSEANLEGG**

Del B

Filtreringsforsøk ved Jølstad kloakkrensianlegg

FIGURFORTEGNELSE - TABELLFORTEGNELSE	61
1. INNLEDNING	62
2. BESKRIVELSE AV ANLEGGET	63
2.1 Kloakkeringsområdet med ledningsnett	63
2.2 Etterfellingsanlegg av type TENTEN (Alwatech)	63
2.3 Filteranlegget	63
2.3.1 Filterets oppbygging og virkemåte	63
2.3.2 Driftsbetingelser	66
3. BESKRIVELSE AV FORSØKENE	68
3.1 Forsøksprogram	68
3.2 Forsøksopplegg	68
4. FORSØKSRESULTATER	70
4.1 Driftsproblemer	70
4.2 Etterfelling med aluminiumsulfat og filtrering	71
Juni 1978 - Desember 1978	
Mars 1979 - Juni 1979	
November 1979	
4.3 Simultanfelling med aluminiumsulfat og filtrering (ettersedimenteringsbasseng utkoplet)	80
4.4 Biologisk rensing og kontaktfiltrering med aluminiumsulfat	85
4.5 Sammenlikning av resultater	85
5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	87
VEDLEGG B/1	90

Figurfortegnelse

	Side:
Figur B/1 Jølstad kloakkrenseanlegg. Alwatech sandfilter	64
Figur B/2 Jølstad kloakkrenseanlegg. Filterets hoveddimensjoner	65
Figur B/3 Jølstad kloakkrenseanlegg. Rørskjema	65
Figur B/4 Etterfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering	71
Figur B/5 Jølstad kloakkrenseanlegg. Etterfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering. Mars-Juni 1979. Toto-P og PO_4	74
Figur B/6 Jølstad kloakkrenseanlegg. Etterfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering. Mars-Juni 1979. KOF og SS	74
Figur B/7 Jølstad kloakkrenseanlegg. Etterfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering	79
Figur B/8 Jølstad kloakkrenseanlegg. Etterfellingsanlegg og kontinuerlig spylende filter (Alwatech). Etterfelling med aluminiumsulfat	80
Figur B/9 Simultanfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering	80
Figur B/10 Jølstad kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering	83
Figur B/11 Jølstad kloakkrenseanlegg. Etterfelling og kontinuerlig spylende filter (Alwatech). Simultanfelling med aluminiumsulfat	84

Tabellfortegnelse

Tabell B/1 Jølstad kloakkrenseanlegg - driftsresultater for filter, type Alwatech, for perioden 22.6.-22.12.1978	72
Tabell B/2 Jølstad kloakkrenseanlegg - driftsresultater for filter, type Alwatech, for perioden 15.3.-4.4.1979	73
Tabell B/3 Filtreringsforsøk ved Jølstad kloakkrenseanlegg. (Etterfelling med aluminiumsulfat og filtrering)	76
Tabell B/4 Filtreringsforsøk ved Jølstad kloakkrenseanlegg. (Simultanfelling med aluminiumsulfat og filtrering)	82
Tabell B/5 Jølstad kloakkrenseanlegg. Sammenlikning av resultater oppnådd under etterfelling og simultanfelling	86

1. Innledning

Jølstad kloakkrensaneanlegg er et prefabrikkert etterfellingsanlegg med utløp til en mindre bekk noen kilometer fra Mjøsa. Etterfellingsanlegget er levert av Alwatech, som også har stilt filteret, som er kontinuerlig spylende, til disposisjon. Det har vært en rekke driftsproblemer ved etterfellingsanlegget inntil Ringsaker kommune overtok driften 1. juni 1979. Etter denne tiden har filteret bare vært periodisk i drift.

For å kunne gjennomføre noe av det tiltenkte programmet var det nødvendig at NIVA høsten 1979 fulgte opp forsøksdriften daglig. Distriktshøyskolekandidat Knut Sælebakke fulgte opp forsøksdriften i november-desember 1979, samtidig med forsøksdriften i Snertingdal.

2. Beskrivelse av anlegget

2.1 Kloakkeringsområdet med ledningsnett

Kloakkeringsområdet utgjør tettbebyggelse på Jølstad med forretninger, skole og ca. 30 eneboliger. I tillegg kommer enkelte boliger tilknyttet overføringsledninger, deriblant en institusjon for psykisk handicapede.

Ledningsmaterialet er i PVC med kumringer i betong. Kummene har en meget dårlig utforming, og store mengder infiltrasjonsvann trenger inn i ledningssystemet. Kommunen betrakter ledningsarbeidene som ikke fullført av entreprenøren, sluttoppgjør er derfor ikke foretatt.

På ledningsnettet er det installert to pumpestasjoner som gir hydrauliske sjokkbelastninger på anlegget, spesielt når stasjonene kopler inn samtidig.

2.2 Etterfellingsanlegg av type TENTEN (Alwatech)

Kloakkrensaneanlegget består av en maskinrenset rist, luftet sandfang, luftet tank, sedimenteringstank 2 og 3 samt 2 stk. luftede lagringstanker for slam.

Anlegget er vurdert av Typevurderingsrådet, og rådets rapport er vedlagt som vedlegg B/1.

2.3 Filteranlegget

2.3.1 Filterets oppbygging og virkemåte

Filteret har betegnelsen TENTEN (også kalt Alwatech) og er et kontinuerlig skylende sandfilter.

Filtrering, separasjon og sandrensing blir utført samtidig og skal virke uten avbrudd.

Filterets oppbygging og virkemåte fremgår av figur B/1. Vannet blir filtrert gjennom sandlaget i filtreringskammeret, hvor det først møter minst motstand gjennom de grove partiklene, før det går gjennom et tettpakket fint sandlag.

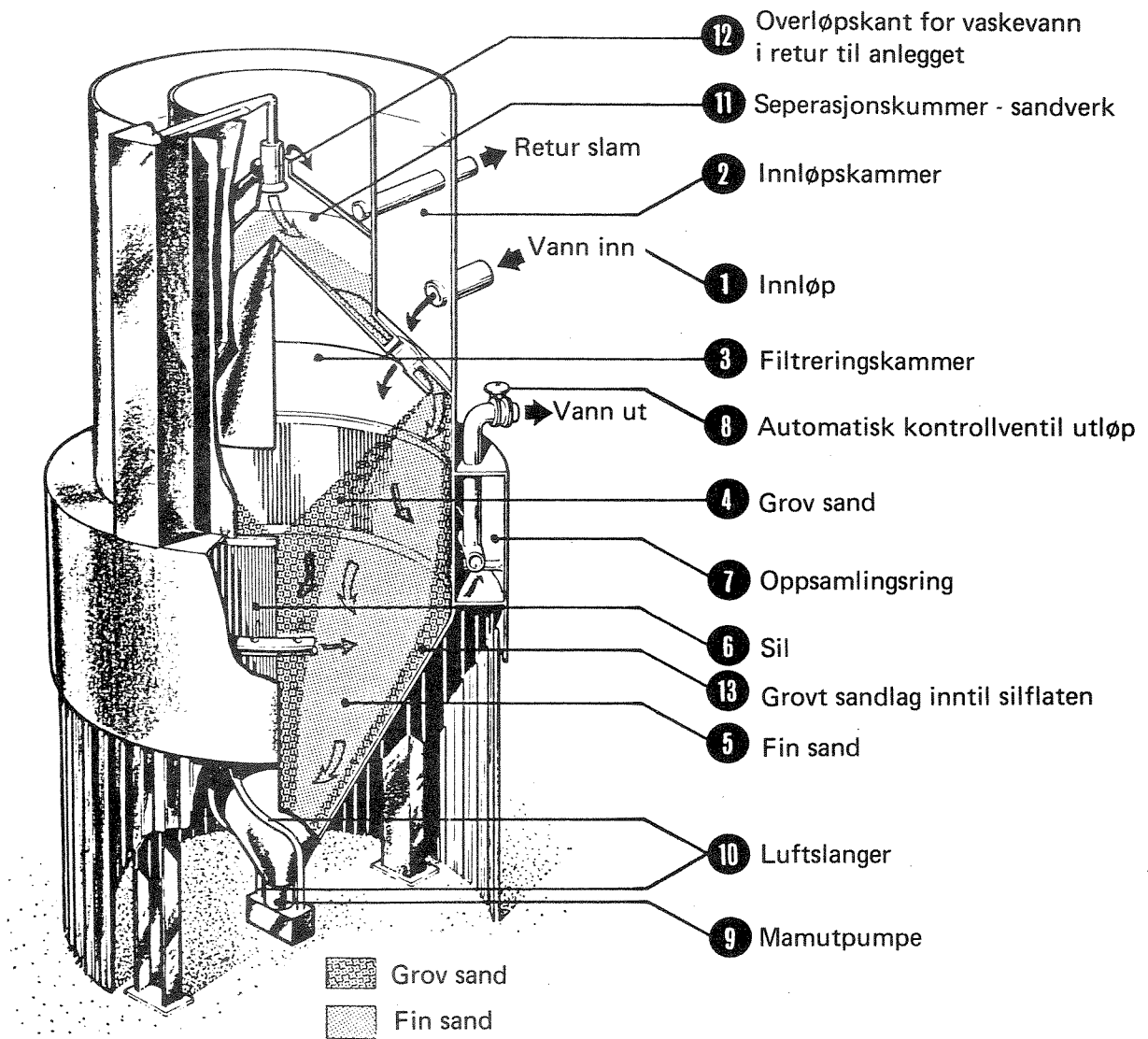


Fig. B/1 JØLSTAD KLOAKKRENSEANLEGG
Alwatech sandfilter

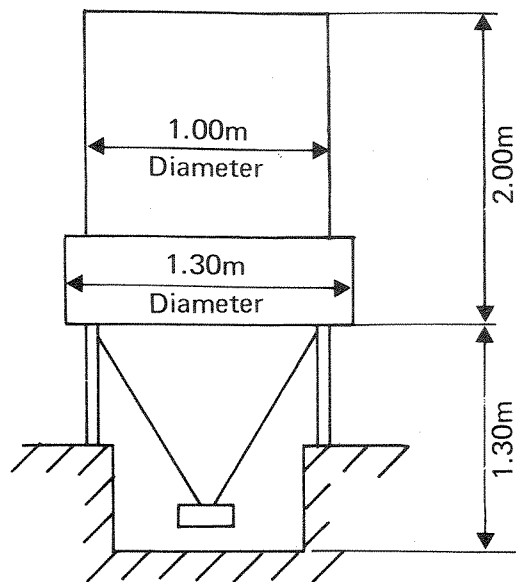


Fig. B/2 JØLSTAD KLOAKKRENSEANLEGG
Filterets hoveddimensjoner

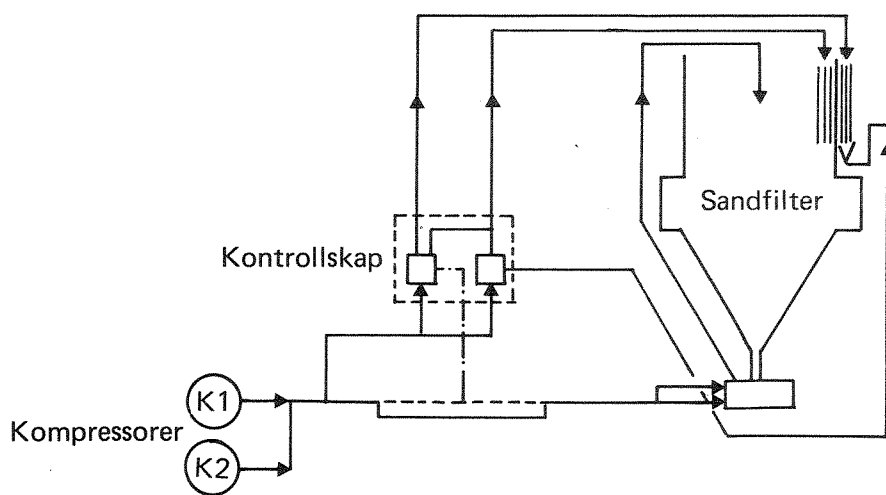


Fig. B/3 JØLSTAD KLOAKKRENSEANLEGG
Trykkluftskjema

Filtratet trenger gjennom det utenforliggende, grove sandlaget, gjennom silflaten som holder den grove sanden tilbake og ut i filtratkammeret, mens faste partikler blir holdt tilbake i sanden som beveger seg langsomt mot bunnen av filteret. Filtratet blir ledet til utløp fra sandfilteret via en reguleringsventil som er styrt av nivået i innløpskammeret. En flottørventil i pumpeumpen gjør at filtratet går til resipient base hvis pumpeumpen er full. Fra bunnen av filteret blir sand og forurensninger løftet til toppen av filteret ved et enkelt mamutpumpe-system. I mamutpumpen blir forurensningene vasket vekk fra sandkornene med luft/vann, og når sand, vann og forurensninger kommer til vaskekammeret på toppen, skilles sand og forurensninger. Sanden faller raskt, mens de faste forurensningene danner et slam som går i overløp tilbake til luftebassenget. Den rensede sanden sedimenterer over en konisk formet passasje hvor den igjen blir automatisk separert.

Figur B/2 viser filterets hoveddimensjoner, og figur B/3 viser rørskjema for filteret. Filteret har en kapasitet på $9 \text{ m}^3/\text{h}$.

2.3.2 Driftsbetingelser

Filteret er det minste som leveres fra Alwatech og har en kapasitet på opptil $9 \text{ m}^3/\text{h}$, avhengig av graden av fast forurensning.

Filteret forsynes fra 1 stk. pumpe som gir opptil $9 \text{ m}^3/\text{h}$. En pumpe står som reserve. Pumpekummen har et volum på 0.7 m^3 .

Ca. 5% av filterkapasiteten går med til vaskevann og returneres til luftebassenget. Filteret er kontinuerlig spykende.

Vannføringene inn på anlegget kan variere sterkt. $Q_{\text{min-time}}$ ligger på ca. $0.4 \text{ m}^3/\text{h}$ i perioden med liten infiltrasjon. Opprettholdes en spylevannsmengde på 5% av kapasiteten, dvs. $0.45 \text{ m}^3/\text{h}$, blir den totale tilrenning ca. $0.85 \text{ m}^3/\text{h}$. Med en pumpekum på 0.7 m^3 vil det ta ca. 50 min. å fylle kummen, mens det vil ta ca. 5 min. å tømme.

For å kunne spyle filteret kontinuerlig var det derfor nødvendig å føre filtratet tilbake til pumpekummen. Returledningen har påkopledd utløpsledning til resipienten. Denne trer i funksjon når pumpekummen er full.

Teoretisk kan filtratet sirkulere i filteret gjentatte ganger før det går i utløpet.

Det pneumatiske automatikk-utstyret mates fra 1 stk. kompressorer og 1 stk. reserve via 2 stk. luftfiltre og reduksjonsventiler. Mammutpumpe trenger ca. 2 bar og til styring av filtratutløp trenges ca 6 bar.

Etter vel 1 års bruk gikk luftfiltrene tette, slik at mammutpumpene i sandfilteret stoppet. Da det ikke var luftfiltre tilgjengelig, ble anlegget kjørt noen dager uten luftfiltre. Dette kunne ha ført til skader på automatikken.

Tordenvær i området har ført til store spenningsvariasjoner på E-nettet, som igjen har ført til sikringsbrudd på anlegget slik at filteret ble satt ut av drift. Dette har gjentatt seg flere ganger.

Ved hjelp av overspennings-beskyttelse kunne problemet vært unngått.

Slamflukt/flyteslam

Høyt slamvolum fører lett til slamflukt ved større hydrauliske belastninger. Det er derfor viktig at slamvolumet holdes lavt.

Flyteslam føres også lett over på filteret. Det er derfor viktig at vegger i sedimenterings-tanker skrapes ofte og at flyteslam fjernes kontinuerlig.

Det er i dag montert 2 stk. trakter koplet til en mammutpumpe for tilbakeføring av flyteslam fra sedimenterings-tank 2 til luftebassenget. Antall trakter bør økes, dessuten bør sedimenterings-tank 3 få tilsvarende avdragsutstyr for flyteslam.

3. Beskrivelse av forsøkene

3.1 Forsøksprogram

Følgende forsøksserier skulle gjennomføres:

1. Etterfelling (A1) + filtrering (normal drift)
2. Simultanfelling (A1) + filtrering (ettersedimenterings-bassenget koples ut)
3. Biologisk rensing + kontaktfiltrering

3.2 Forsøksopplegg

Oppfølgingsperioden startet 22.6.1978. Samtidig startet Typevurderingsrådet en oppfølging av det konvensjonelle biologisk/kjemiske typeanlegg levert av Alwatech A/S. Typevurderingen omfatter ikke sandfilteret og ble avsluttet 21.12.1978.

I perioden fra juni til desember 1978 var driftsforholdene ved anlegget så mangelfulle at filteret ikke hadde tilfredsstillende driftsbetingelser. Bl.a. var filterets kapasitet for stor i forhold til vannføringen, og filtratet måtte derfor gå i retur til filter-pumpesumpen om filteret skulle kunne virke kontinuerlig.

Først i februar 1979 ble en hensiktsmessig returledning montert av leverandøren slik at filteret til enhver tid kunne få en tilstrekkelig vanntilførsel for kontinuerlig vasking.

For å kontrollere filterets renseseffekt ble automatiske prøvetakere installert med innløp og utløp fra filteret. Prøvetakingen ble styrt proporsjonalt til vannføringen ved innløp til filteret (ut bio/kjemisk del) og tidsstyrt for utløp filter.

Det har vært tatt inn døgnblandprøver samt stikkprøver.

Prøvene har vært analysert på Alk, KOF, SS, P_{tot} , PO_4 og BOF_7 .

I tillegg til prøvetakingen har anleggets drift vært overvåket av et kontinuerlig gjennomstrømningssturbidimeter av typen Hach V. For hvert 30 minutt

har innløps- og utløpsvann fra filteret passert turbidimeteret. Resultatene ble overført til en skriver.

4. Forsøksresultater

4.1 Driftsproblemer

Forsøksperioden fra juni til 31. desember 1978 var preget av driftsmessige problemer både på anlegget som sådant og på selve filteret.

For å skaffe nok vann til filteret ble det montert et rørarrangement for å lede filtratet i retur til filterpumpe-kummen. Dette arrangementet virket ikke og ble først rettet opp av leverandøren i februar 1979.

Driften av den biologisk/kjemiske delen var dessuten svært mangelfull. Høyt slamvolum og store skumproblemer samtidig med høy hydraulisk belastning førte derfor til periodevis høy belastning av filteret.

Typevurderingsrådet har anbefalt $Q_{dim} \leq 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$ mens Alwatech har oppgitt en kapasitet på etterfellingsanlegget på $6 \text{ m}^3/\text{h}$ som også er vannmålerens øvre registreringsområde.

Anlegget er i perioder sterkt plaget av overvann. I snøsmeltingsperioder og under sterke regnskyll øker vannmengden og går utover målerens måleområde. 2 stk. pumper på ledningsnettets gir dessuten anlegget hydraulisk sjokk flere ganger daglig og fører til ekstra stor belastning av suspendert stoff på filtrene.

Utløpsledningen ble våren 1979 blokkert med det resultat at kjellerrommet med turbidimeter, prøvetaker og ventiler for manuell kjøring av filteret ble satt under vann. Det tok uker å få rettet opp forholdene.

Våren 1979 tok NIVA på nytt kontakt med Ringsaker kommune for å få kommunen til å overta driften. Dette skjedde med effekt fra 1.6.1979.

De kommunale driftsoperatørene har etter overtakelsen fulgt opp anlegget og unngått problemene som skyldes dårlig drift.

Alwatech bestemte seg imidlertid for å skifte sand på filteret, og satte dette derfor ut av drift. Til tross for gjentatte purringer tok det måneder før filteret kunne settes i gang igjen.

Filteret fungerte ikke tilfredsstillende, og forholdene ble forsøkt rettet opp av leverandøren utover høsten 1979.

En av årsakene var tilstopping av et av uttakene på den ene mammutpumpen. Denne pumpen koplet seg selv ut etter noen timers drift. Dermed stoppet hele filteret.

En annen feil oppsto i magnetventilen på utløpet fra filteret. En ventilstang fikk en bøy, og ventilen fungerte ikke.

Det var først i desember 1979 at leverandøren fikk filteret til å fungere.

I figur B/5 har vi tegnet inn renseeffekten med hensyn på fosfor ført på de driftsproblemer og stans man har vært utsatt for i 1979.

4.2 Etterfelling med aluminiumsulfat og filtrering

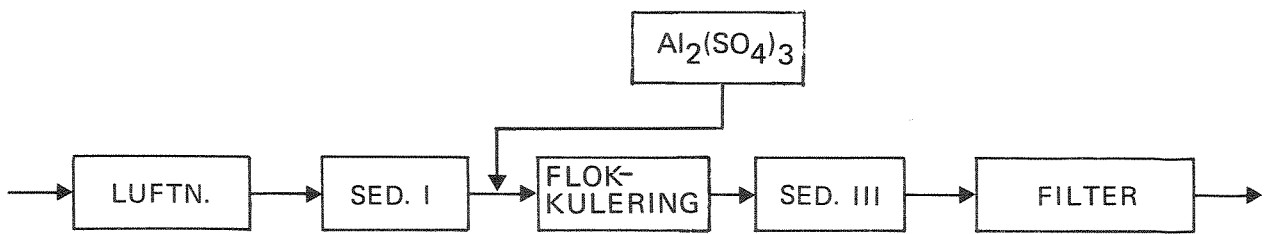


Fig. B/4 Etterfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering

Juni 1978 - Desember 1978

Resultatene er ført opp i tabell 1 og viser at filteret ikke har fungert av forskjellige årsaker som er nevnt ovenfor.

Mars 1979 - Juni 1979

Resultatene er ført opp i tabell 2 og figur B/5 og B/6. For siste halvdel av mars hadde man en driftsmessig stabil periode bortsett fra 21.-23.3. da doseringsrposessen opphørte, og man fikk omgående utslag. Forholdene ble imidlertid fort rettet opp.

I begynnelsen av april satte snøsmeltingen inn. Dette førte til hydraulisk overbelastning, som førte til lavt slamvolum og høy slamflukt fra sedimenteringsbassenget. Ut i april var forholdene preget av snøsmeltingen. Under teleløsningen ble utløpsledningen blokkert. Når dette endelig ble rettet opp, satte tordenvær anlegget ut av drift på grunn av overspenning.

Tabell B/1 Jølstad kloakkrensning - driftsresultater for filter, type Alwatech, for perioden 22.6.-22.12.1978.

DATO	PRØVESTED	SS mg/l	KOF	BOF	TOT-P	PO ₄ -P
22/6	INN	60	73	-	8,42	1,09
	UT	31	72	-	2,98	1,72
29/6	INN	39	81	-	3,55	1,47
	UT	37	105	-	2,77	1,65
20/7	INN	20	66	3	0,75	0,15
	UT	75	53	3	1,80	0,15
17/8	INN	49	99	329	0,97	0,17
	UT	-	-	29	-	-
23/10	INN	30	55	-	5,86	4,99
	UT	31	55	-	6,29	5,10
1/11	INN	29	72	-	1,81	0,026
	UT	16	40	-	0,93	0,110
8/11	INN	13	41	-	0,87	0,23
	UT	4	33	-	0,50	0,26
14/11	INN	17	43	-	0,74	0,21
	UT	-	-	-	-	-
29/11	INN	220	69	-	6,88	0,11
	UT	11	55	-	4,32	3,60
6/12	INN	38	85	-	6,50	5,65
	UT	16	69	-	6,88	5,28
22/12	INN	27	50	-	0,75	0,044
	UT	85	52	-	1,49	0,107

Tabell B/2 Jølstad kloakkrensaneanlegg - driftsresultater for filter, type Alwatech, for perioden 15.3.-4.4.1979.

DATO	FILTER	SS mg/l	KOF	BOF	TOT-P	PO ₄ -P	VANNFØRING m ³ /h	TURB
15/3	INN	8	62	4	0,41	0,066	-	-
	UT	2	56	4	0,17	0,055	-	-
22/3	INN	12	160	70	0,80	0,108	-	4,5
	UT	8	150	64	0,64	0,131	-	3,0
27/3	INN	12	44	6	0,27	0,031	1,4	2,5
	UT	0,6	38	5	0,08	0,013		0,5
28/3	INN	8	60	9	0,39	0,011	2,1	2,5
	UT	7	68	22	0,13	0,013		0,5
4/4	INN	35	64	22	3,77	2,46	4,8 og mer snø- smelting startet ca. 30/3	>10
	UT	15	40	10	3,59	2,64		3,4

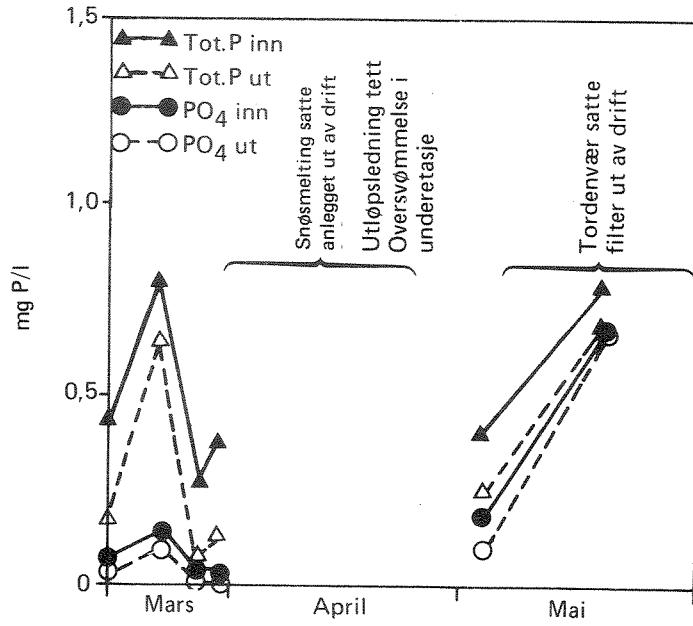


Fig. B/5 JØLSTAD KLOAKKRENSANLEGG
Etterfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering
Mars - Juni 1979. Tot-P og PO₄

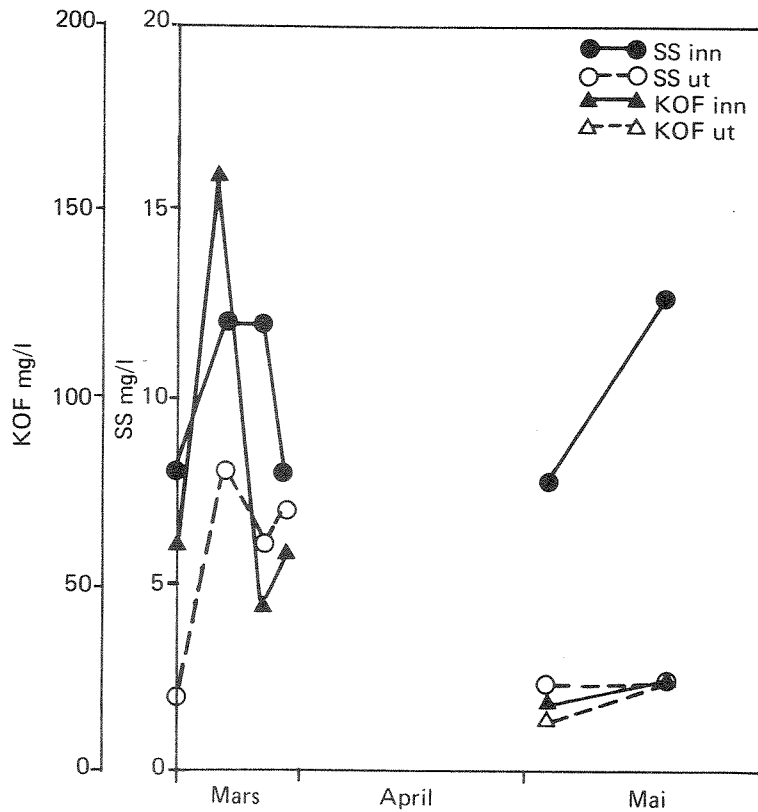


Fig. B/6 JØLSTAD KLOAKKRENSANLEGG
Etterfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering
Mars - Juni 1979. KOF og SS

November 1979

Filteret var ute av drift fra mai og til slutten av oktober, og vi var derfor nødt til å intensivere forsøkene for å holde tidsplanen. Anlegget hadde derfor daglig tilsyn av en representant fra NIVA i tillegg til kommunens driftsoperatører.

I de 4 første dager av forsøksperioden lå renseeffekten med hensyn på tot-P og PO_4 på 99%, deretter sank den til ca. 92% over de påfølgende 6 dager. Over en week-end sank renseeffekten ned til 66% og skyldes uregelmessigheter med doseringspumpen. Renseeffekten tok seg deretter opp igjen og lå i de 3 siste dager av forsøksperioden på 89%.

At det ikke var mulig å holde en renseeffekt på ca. 99% hele forsøksperioden, skyldtes problemer med en av filterets mammutpumper som stanset noen timer. Dette gjentok seg flere ganger uten at man kunne finne årsaken. Leverandøren måtte derfor demontere mammutpumpen, hvor man fant fremmedlegemer som hadde ført til gjenstopping.

Forsøksresultatene fremgår av tabell B/3 og figur B/7 og B/8.

Tabell B/3 Filtreringsforsøk ved Jølstad kloakkrensning.
(Etterfelling med aluminiumsulfat og filtrering)

Dato	Provetak. sted	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l	AlK	pH
5.11.	Inn	8.46	3.40	4.00	7.7
	Ut biol.	0.28	0.18	3.68	7.1
	% red.	98	96	-	-
	Ut filter	0.20	0.14	3.71	7.0
	% red.	99	96	-	-
7.11.	Inn	6.34	2.36	4.02	7.9
	Ut biol.	0.26	0.22	4.04	6.8
	% red.	96	91	-	-
	Ut filter	0.07	0.04	4.05	6.9
	% red.	99	99	-	-
9.11.	Inn	12.37	5.30	4.70	7.4
	Ut biol.	0.89	0.13	3.10	7.2
	% red.	93	92	-	-
	Ut filter	0.09	0.02	3.14	7.2
	% red.	99	99	-	-
12.11.	Inn	12.37	5.35	5.34	8.3
	Ut biol.	0.89	0.49	5.65	7.5
	% red.	93	91	-	-
	Ut filter	0.09	0.05	4.38	6.9
	% red.	99	99	-	-
15.11.	Inn	8.26	5.74	6.60	7.7
	Ut biol.	0.89	0.49	5.65	7.5
	% red.	89	91	-	-
	Ut filter	0.64	0.44	5.23	7.3
	% red.	92	92	-	-
16.-19.11.	Inn	7.34	5.24	6.69	7.7
	Ut biol.	0.64	0.39	5.72	7.6
	% red.	91	93	-	-
	Ut filter	0.59	0.34	5.54	7.4
	% red.	92	94	-	-

Tabell B/3 (forts.)

Dato	Provetak. sted	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l	AlK	pH
19.11.	Inn		7.22	3.74	5.90	7.7
	Ut biol.		0.88	0.38	5.13	7.5
	% red.		88	90	-	-
	Ut filter		0.75	0.34	5.08	7.4
	% red.		90	91	-	-
20.11.	Inn	133	6.59	4.45	6.01	7.4
	Ut biol.	66	1.04	0.58	4.97	7.3
	% red.	50	84	87	-	-
	Ut filter	33	0.65	0.32	4.88	7.3
	% red.	75	90	93	-	-
21.11.	Inn	170	9.06	5.49	6.51	7.9
	Ut biol.	50	0.84	0.36	4.95	7.6
	% red.	64	91	93	-	-
	Ut filter	37	0.45	0.20	5.02	7.4
	% red.	78	95	96	-	-
22.11.	Inn	148	7.34	5.33	5.98	7.6
	Ut biol.	63	1.03	0.51	5.26	7.4
	% red.	57	86	90	-	-
	Ut filter	46	0.6	0.30	5.19	7.2
	% red.	69	92	94	-	-
23.-26.11.	Inn	115	6.48	5.33	6.64	7.6
	Ut biol.	36	1.95	1.66	6.56	7.6
	% red.	69	70	70	-	-
	Ut filter	40	2.19	1.70	6.56	7.4
	% red.	65	66	68	-	-
26.11.	Inn	246	8.46	6.32	6.86	7.6
	Ut biol.	66	2.24	1.35	6.16	7.4
	% red.	73	74	79	-	-
	Ut filter	30	1.18	0.47	6.29	7.3
	% red.	88	86	93	-	-

Tabell B/3 (forts.)

Dato	Provetak. sted	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l	AIK	pH
27.11.	Inn	174	8.56	6.15	6.64	7.7
	Ut biol.	56	1.07	0.65	5.98	7.5
	% red.	68	87	89	-	-
	Ut filter	35	0.67	0.40	5.94	7.3
	% red.	80	92	93	-	-
28.11.	Inn	240	7.62	5.22	6.27	7.8
	Ut biol.	54	0.88	0.36	4.58	7.4
	% red.	78	88	93	-	-
	Ut filter	46	0.85	0.35	4.49	7.3
	% red.	82	89	93	-	-
	Inn					
	Ut biol.					
	% red.					
	Ut filter					
	% red.					
	Inn					
	Ut biol.					
	% red.					
	Ut filter					
	% red.					
	Inn					
	Ut biol.					
	% red.					
	Ut filter					
	% red.					
	Inn					
	Ut biol.					
	% red.					
	Ut filter					
	% red.					

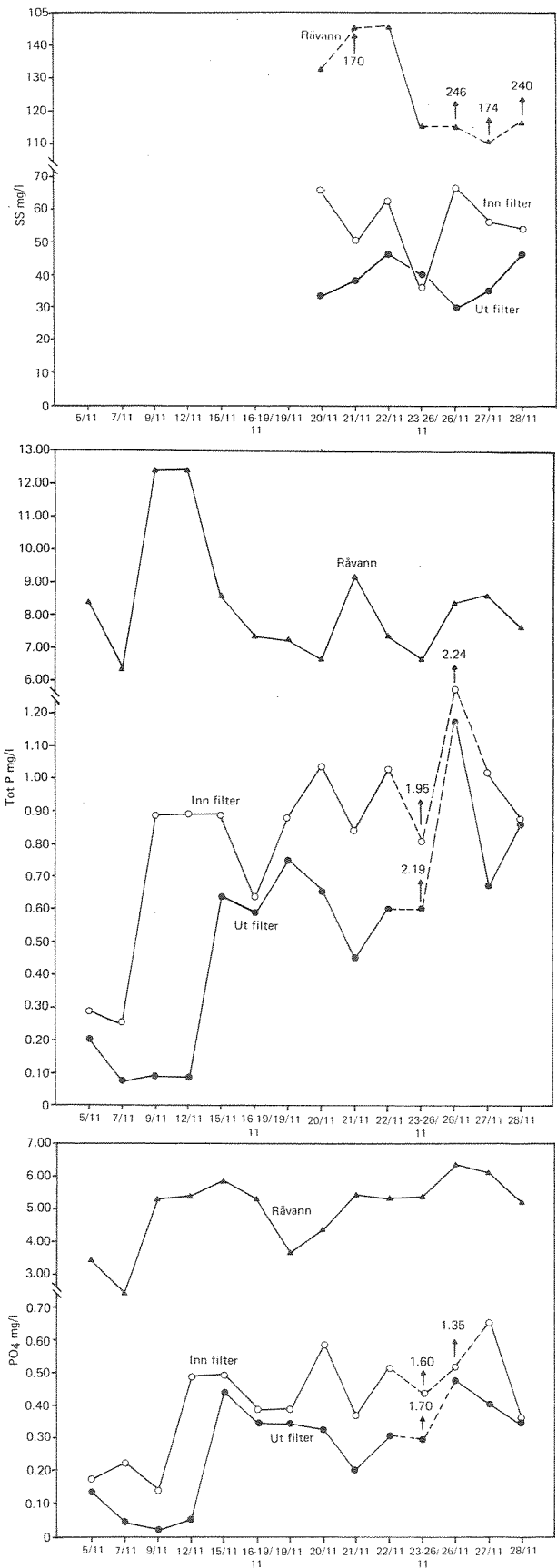


Fig. B/7 JØLSTAD KLOAKKRENSANLEGG
Etterfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering

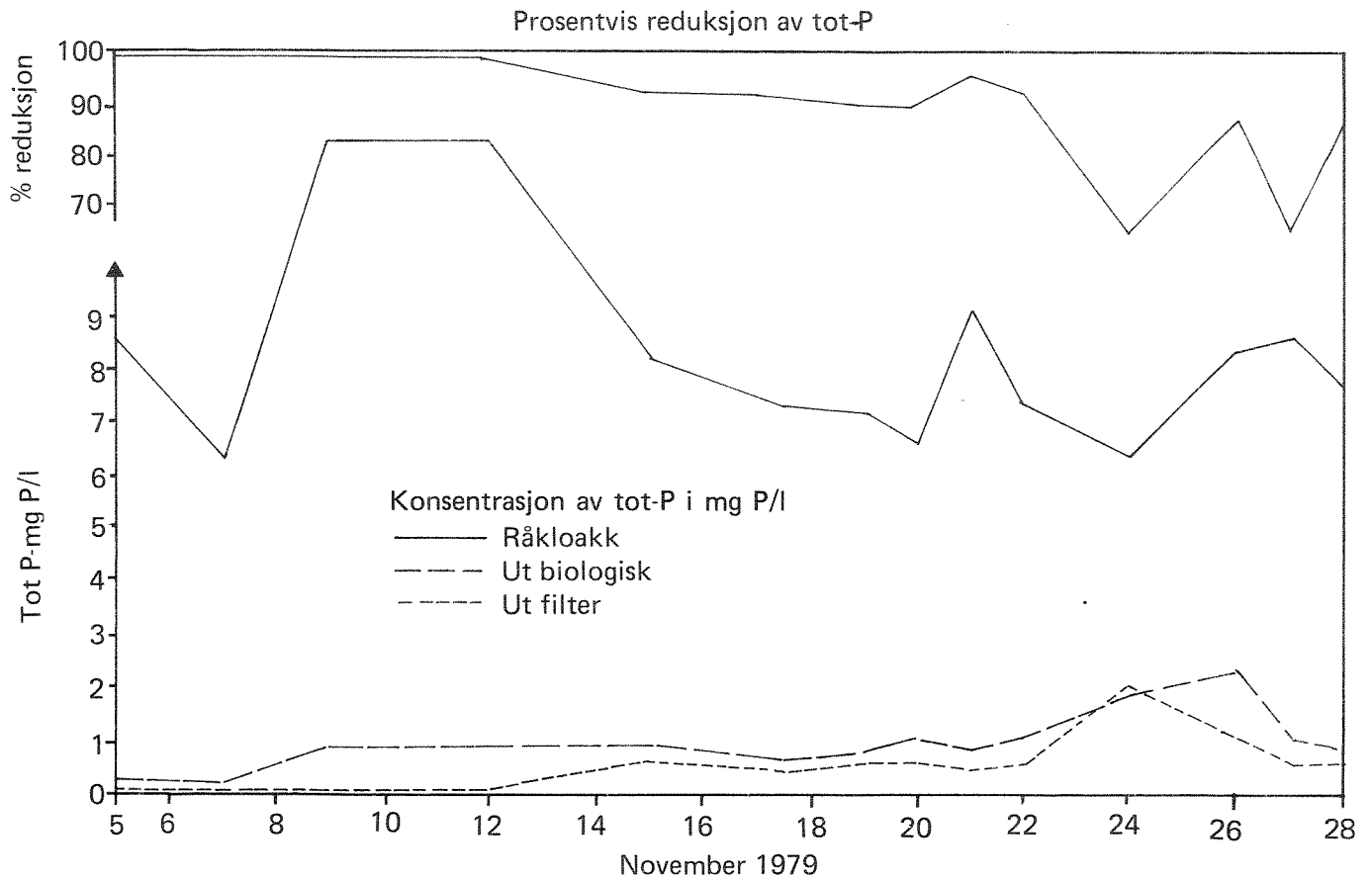


Fig. B/8 JØLSTAD KLOAKKRENSEANLEGG
Etterfellingsanlegg og kontinuerlig spylende filter (ALWATECH)
Etterfelling med aluminiumsulfat

4.3 Simultanfelling med aluminiumsulfat og filtrering (ettersedimenteringsbasseng utkoplet)

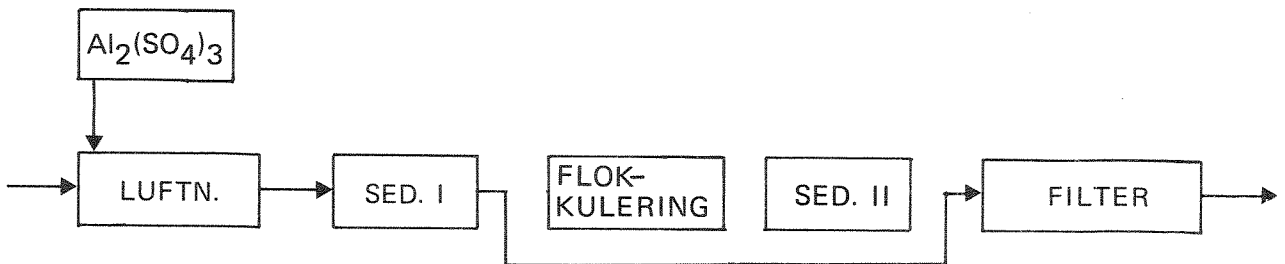


Fig. B/9 Simultanfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering

Etter at forsøksserien - etterfelling + filtrering - ble avsluttet 28.11.1980, ble ettersedimenteringsbassenget koplet ut og anlegget drevet som et simultanfellingsanlegg. Aluminiumsulfat ble dosert i det luftede sandfanget.

Analyseresultatene fremgår av tabell E/4 og figur B/10 og B/4. Av resultatene kan man se at simultanfellings-prosessen har virket bra, men at filteret har hatt en ujevn virkning.

En årsak til dette kan være dårligere sedimenteringseffekt enn ved etterfelling og dermed større belastning på filteret.

Tabell B/4 Filtreringsforsøk ved Jølstad kloakkrenseanlegg.
(Simultanfelling med aluminiumsulfat og filtrering)

Dato	Provetak. sted	Total P mg/l	PO ₄ mg/l	AlK	pH
14.-17.12. 1979	Inn	3.80	2.46	4.25	7.4
	Ut biol.	0.35	0.13	2.68	7.2
	% red.	91	91	-	-
	Ut filter	0.23	0.06	3.02	7.1
	% red.	94	98	-	-
17.12.	Inn	8.32	5.40	5.67	7.4
	Ut biol.	0.54	0.20	3.86	7.1
	% red.	94	96	-	-
	Ut filter	0.51	0.13	3.91	7.1
	% red.	94	98	-	-
18.12	Inn	5.41	3.91	4.16	7.4
	Ut biol.	0.42	0.17	3.40	7.1
	% red.	92	96	-	-
	Ut filter	0.33	0.10	3.49	7.1
	% red.	94	97	-	-
19.-21.12.	Inn	9.11	5.82	5.59	7.5
	Ut biol.	0.39	0.22	4.01	7.1
	% red.	96	96	-	-
	Ut filter	0.36	0.39	4.07	7.0
	% red.	96	93	-	-
21.-24.12.	Inn	6.20	5.08	6.26	7.5
	Ut biol.	0.65	0.24	4.68	7.1
	% red.	89	95	-	-
	Ut filter	0.55	0.12	4.58	7.0
	% red.	91	98	-	-
24.-28.12.	Inn	10.3	7.19	7.18	7.9
	Ut biol.	0.57	0.32	5.46	7.5
	% red.	95	96	-	-
	Ut filter	0.57	0.21	5.54	7.3
	% red.	95	97	-	-

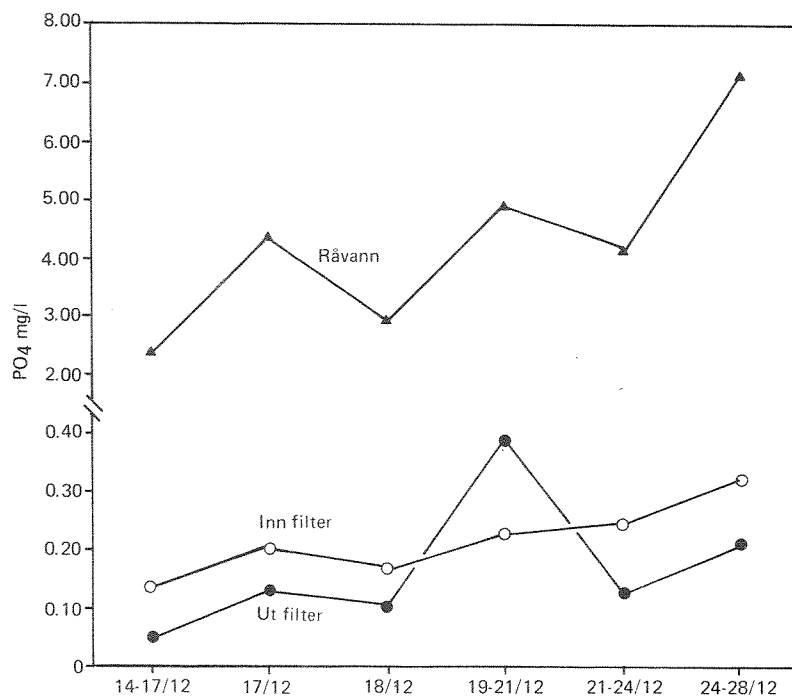
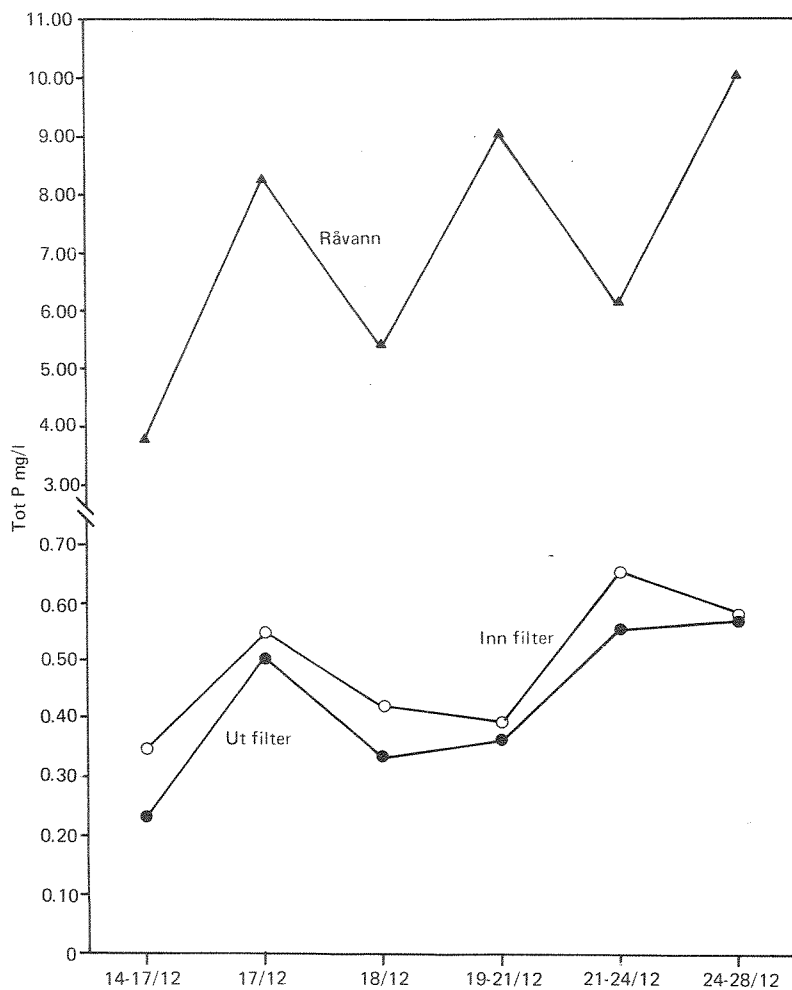


Fig. B/10 JØLSTAD KLOAKKRENSEANLEGG
Simultanfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering

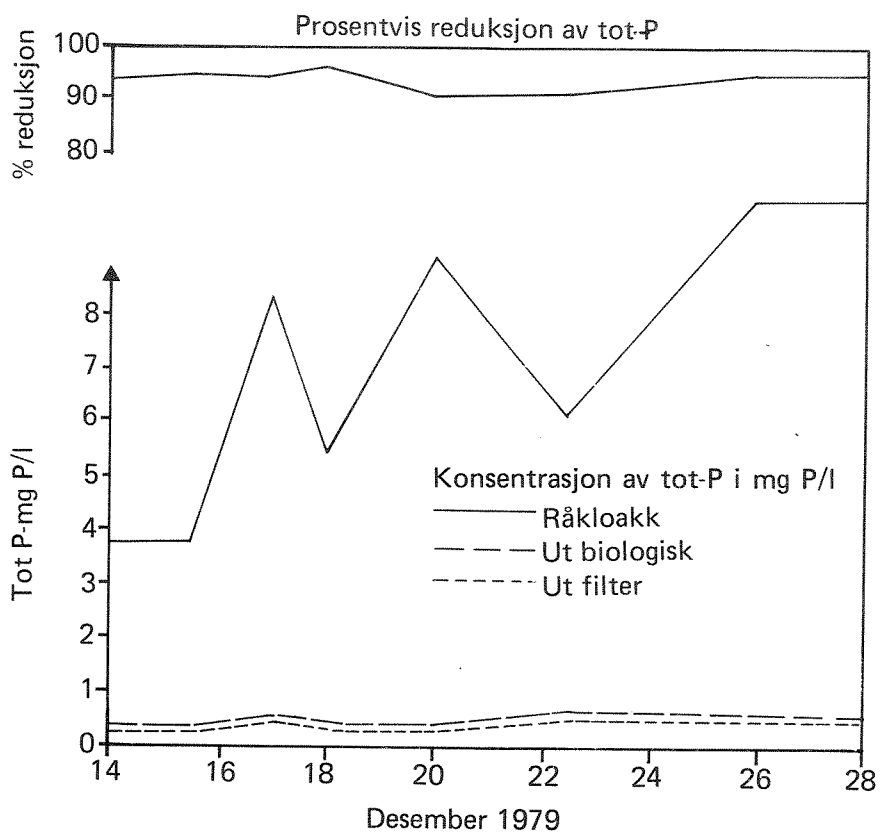


Fig. B/11 JØLSTAD KLOAKKRENSEANLEGG
Etterfellingsanlegg og kontinuerlig skylende filter (ALWATECH)
Simultanfelling med aluminiumsulfat

4.4 Biologisk rensing og kontaktfiltrering

På grunn av de mange tekniske problemer med anlegget var det knapp tid til en forsøksserie med biologisk rensing + kontaktfiltrering.

Kontaktfiltrering ville dessuten ha blitt meget spesiell, da filteret har en kapasitet på ca. 9 ganger midlere belastning. For å kunne ha en kontinuerlig spyling, måtte derfor filtratet gå i retur til pumpesumpen mesteparten av døgnet. Natteetid ville vannet nærmest sirkulere i filteret. Under slike forhold fant vi derfor kontaktfiltrering lite interessant.

4.5 Sammenlikning av resultater

Resultatene er sammenliknet i tabell B/5, som viser gjennomsnitts-verdier. Da forsøkene har foregått til forskjellige tider, har innløpsvannets konsentrasjoner variert, likeledes anleggets tekniske tilstand.

Man må forvente at etterfelling og filtrering vil kunne gi bedre resultater enn simultanfelling og filtrering for Jølstad. Dette har da også skjedd i første del av forsøksserie 3.

Man bør også merke seg at i perioder med gunstige driftsforhold er resultatene fra etterfellings-prosessen meget gode, og bedre enn resultater man til tider har oppnådd med filtrering i tillegg.

Tabell B/5 Jølstad kloakkrensaneanlegg
Sammenlikning av resultater oppnådd under etterfelling
og simultanfelling.

	Prøvetak. sted	SS mg/l	Tot-P mg/l	PO ₄ mg/l
Etter- felling AVR + filtrering	Inn	175	8.42	4.96
	Ut biol.	56	0.98	0.55
	% red.	68	88.4	88.9
	Ut filter	38	0.64	0.37
	% red.	88.3	92.5	92.5
Simultan- felling AVR + filtrering	Inn	-	7.19	4.98
	Ut biol.	-	0.49	0.21
	% red.	-	93.2	95.8
	Ut filter	-	0.39	0.17
	% red.	-	94.6	96.6

5. Sammendrag og konklusjon

- I Det sandfilter som har vært utprøvet ved Jølstad kloakkrenseanlegg bør betraktes som et poleringstrinn og ikke som en prosess som retter opp de driftsproblemer og dårlige renseseffekt man har forut for filteret.
- II En god fellingsprosess som bringer løste stoffer over i partikulær form er en av betingelsene for at filteret skal gi tilfredsstillende resultater med hensyn til reduksjon av fosfor.
- III En kontinuerlig spylingsprosess betinger en tilstrekkelig tilførsel av vann. For kloakkrenseanlegg med mindre kapasitet enn filteret, betyr dette at filtratet eller deler av dette må gå i retur opptil flere ganger.
- IV På grunn av manglende tilførsel av vann til å opprettholde kontinuerlig spyling, ble sanden anaerob. Returledning for filtrat til pumpesumper ble derfor utbedret, slik at filteret alltid får nok vann.
- V Automatikken for filteranlegget har til tider vært satt ut av drift. Tordenvær i området har ført til sikringsbrudd og dermed full stans. Dette kunne vært unngått ved å sette inn overspennings-beskyttelse.

Automatikken er delvis pneumatisk styrt. Gjentetting av luftfiltre har ført til full stopp.
- VI Det var full driftsstans i filteret fra mai 1979 til oktober 1979. I denne perioden ble det skiftet sand uten av NIVA ble informert på forhånd.

Det ble rapportert fra leverandør at sanden inneholdt plastfiller, fliser og bordbiter. Da topp-filter er udekket, må fremmedlegemene ha falt ned i filteret i forbindelse med installasjon.

Det er klart at fremmedlegemer har en negativ effekt på rensesprosessen, samt bidrar til å skade ventiler og tette Al-rør. Hva dette har betydd for resultatene vites ikke.

VII Etter at sand ble skiftet sommeren 1979 og frem til november, var det ikke mulig å få filteret til å virke tilfredsstillende. Det tok imidlertid lang tid for leverandør å finne feilene. Magnetventilen på utløpsledning fra filteret var defekt, sannsynligvis på grunn av fremmedlegemer.

Ved oppstartning av forsøkene falt også den ene mammutpumpen ut etter noen timers drift. Dette gjentok seg til stadighet. Ved nærmere undersøkelser viste det seg at mammutpumpene ikke var rensset ved skifting av sand, og at fremmedlegemer hadde satt seg fast her.

VIII Alwatech har stilt filteret gratis til disposisjon for eierne av kloakkrenseanlegget. Alwatech har også i perioder stått på for å sikre en tilfredsstillende drift. Dette arbeid har også vært utført gratis.

Inntil kommunal drift av kloakkrenseanlegget ble satt i verk fra 1.6.1979, har driftsforholdene ved renseanlegget vært under enhver kritikk. Dette har til tider ført til en for høy belastning på filteret.

Etter at Rjingsaker kommune overtok driften av anlegget i juni 1979, har etterfellingsanlegget vært drevet mønstergyldig. Alwatech fulgte imidlertid da ikke opp filteranlegget. Det tok måneder å få skiftet sand, og når dette var gjort ble andre feil og mangler ikke rettet opp før i november/desember 1979 og etter gjentatte purringer fra NIVA.

IX Til tross for at NIVA fulgte opp anlegget over en periode på 1½ år har anlegget totalt sett bare virket tilfredsstillende noen uker.

Følgende feil ved anlegget bør rettes opp:

- A. Ledningssystemet må rettes opp slik at infiltrasjonsvannmengden reduseres. Ifølge Ringsaker kommune betrakter kommunen ikke ledningsarbeidet som fullført. Entreprenør har derfor heller ikke fått sluttoppgjør.
- B. To stk. pumpestasjoner på nettet skaper stadig hydrauliske sjokkbelastninger. Dette må rettes opp ved at pumpekapasiteten minskes og pumpetiden økes. I undersøkelsesperioden har vi observert slamflukt når pumpene satte inn.

- C. Dersom den hydrauliske overbelastning ikke reduseres vesentlig ved regulering av pumpene og ved utbedring på ledningsnett, må det bygges et fordrøyningsbasseng i tilknytning til anlegget.
- D. Anlegget er svært ofte plaget av et spesielt seigt skum som sannsynligvis skyldes en spesiell forurensningskilde. Kommunen bør se nærmere på dette, da skummet er meget sjenerende for driften og skaper merarbeid for driftsoperatørene.

X Renseeffekten målt som fosfor på etterfellingsanlegget kan tross dårlig drift være meget høy.

Den poleringseffekt som filteret har gitt ved optimal drift har under forsøkene vært nede i 1%. En må derfor vurdere nøye hvorvidt hensynet til resipienten krever filtrering ved Jølstad eller om det vil være tilstrekkelig med etterfelling, forutsatt at forholdene legges til rette for satbil og optimal drift.

VEDLEGG B/1

Rådet for typevurdering av prefabrikkerte avløpsrenseanlegg

Datablad 1

Oppfølging av referanseanlegg
Anleggsdata

Leverandør	Alwatech A/S	Type anlegg	Konvensjonelt etterfellingsanlegg
Anleggets navn og lokalisering	Jølstad renseanlegg, Ringsaker kommune	Byggeår	1976/77
Oppfølgingsperiode	22.6.78-21.12.78		
<p>Flyteskjema</p> <p>Tegnforklaring: V Angir de enheter som finnes på anlegget A1 Angir doseringspunkt og kjemikalietype</p>			
<p>Leverandørens dimensjoneringsgrunnlag</p> <ul style="list-style-type: none"> Dimensjonerende hydraulisk belastning, Q_{dim} : $6 \text{ m}^3/\text{h}$ Dimensjonerende antall personekvivalenter : 375 pe 			
<p>Anleggets kapasitet gitt ut fra SFTs retningslinjer for dimensjonering av avløpsanlegg</p> <ul style="list-style-type: none"> Dimensjonerende hydraulisk belastning, $Q_{maks \ dim} \geq 1,6 \ Q_{dim}$: $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{maks \ dim} < 1,6 \ Q_{dim}$: $3,6 \text{ m}^3/\text{h}$ Dimensjonerende antall personekvivalenter tilknyttet. Maksimalt antall gitt ut fra spesielle driftsbetingelser (se datablad 2) : $70-216 \text{ pe}$ 			
<p>Belastning i oppfølgingsperioden</p> <ul style="list-style-type: none"> Midlere døgntilrenning : $26,4 \text{ m}^3/\text{d}$ ($1,1 \text{ m}^3/\text{h}$) Antall personekvivalenter tilknyttet : $ca. 250 \text{ pe}$ 			

Rådet for typevurdering av prefabrikkerte avløpsrenseanlegg

Datablad 2

Oppfølging av referanseanlegg

Tillatt personekvivalentbelastning ut fra SFTs retningslinjer

Leverandør Alwatech A/S		Type anlegg Konvensjonell etterfelling			
Renseprosess	Infiltrasjonvannføring	Ingen utjevning		24 timers utjevning	
		$Q_{maks\ dim} > 1,6 Q_{dim}$	$Q_{maks\ dim} \leq 1,6 Q_{dim}$	$Q_{maks\ dim} > 1,6 Q_{dim}$	$Q_{maks\ dim} \leq 1,6 Q_{dim}$
	100 l/pd	100 pe	120 pe	208 pe	256 pe
	300 l/pd	70 pe	90 pe	125 pe	154 pe
	100 l/pd				
	300 l/pd				
	100 l/pd				
	300 l/pd				
	100 l/pd				
	300 l/pd				
	100 l/pd				
	300 l/pd				

Merknader

Spillvannstilrenningen er satt til 200 l/pd. Kolonnene for $Q_{maks\ dim} \leq 1,6 Q_{maks\ dim}$ må ikke benyttes før man ved vannmålinger over min. 1 år kan dokumentere at forholdet mellom Q_{dim} og $Q_{maks\ dim}$ er innenfor kravet.

DEL C

**FILTRERINGSFORSØK VED
HOVEMOEN KLOAKKRENSSEANLEGG**

Side:

Del C

Filtreringsforsøk ved Hovemoen kloakkrenseanlegg

FIGURFORTEGNELSE - TABELLFORTEGNELSE	95
1. INNLEDNING	96
2. BESKRIVELSE AV ANLEGGET	97
2.1 Kloakkeringsområde med ledningsnett	97
2.2 Simultanfellingsanlegget	97
2.3 Filteranlegget	98
2.3.1 Filterets oppbygging	98
2.3.2 Spyling	101
3. BESKRIVELSE AV FORSØKENE	103
3.1 Forsøksprogram	103
3.2 Forsøksopplegg	104
4. FORSØKSRESULTATER	107
4.1 Driftsproblemer	107
4.2 Simultanfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering	107
5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	125

Figurfortegnelse

	Side:
Figur C/1 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Flyteskjema for filtreringsinstallasjon	99
Figur C/2 System blokkdiagram	102
Figur C/3 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Midlere døgnvannføring i m ³ /h	106
Figur C/4 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med aluminiumsulfat (AVR)	107
Figur C/5 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering. SS-konsentrasjoner og renseeffekter	115
Figur C/6 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering. KOF-konsentrasjoner og renseeffekter	116
Figur C/7 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering. Tot-P-konsentrasjoner og renseeffekter	118
Figur C/8 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Forurensningsparametre før og etter filtrering den 7.10.1980	121
Figur C/9 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering. SS, KOF og Tot-P-konsentrasjon i spylevann	123

Tabellfortegnelse

Tabell C/1 Gjennomsnittlige renseeffekter basert på døgnprøver tatt 1 gang pr. uke i 31 uker	108
Tabell C/2 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering	109
Tabell C/3 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Forurensningsparametre før og etter filtrering den 20. og 21.8. 1980	119
Tabell C/4 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Forurensningsparametre før og etter filtrering den 7.10.1980	120
Tabell C/5 Hovemoen kloakkrenseanlegg. Forurensningskomponenter i spylevann	122

1. Innledning

Ombyggingen av Hovemoen kloakkrenseanlegg i Lillehammer kommune var ferdig ved årsskifte 1979/80. Etter noen ukers innkjøringsperiode ble driften av anlegget fulgt opp av Lillehammer kommune med daglig ettersyn og et fast rutinemessig prøvetakings- og analyseopplegg. Lillehammer kommune har villigst stilt data til NIVAs disposisjon. NIVAs representant har jevnlig vært på anlegget, men besøkene har vært forsøkt konsentrert til tider med ekstreme vannføringer. Prøvetaking og analysering utenom det faste rutineopplegget har delvis vært utført av NIVA, delvis av Lillehammer kommune.

2. Beskrivelse av anlegget

2.1 Kloakkeringsområde med ledningsnett

Hovemoen kloakkrenseanlegg mottar avløpsvann fra Jørstadmoen, Fåberg's stasjonsområde samt distriktshøgskolen på Storhove med omkringliggende bebyggelse. Belegget av militært personale på Jørstadmoen kan variere sterkt og dette merkes umiddelbart ved kloakkrenseanlegget.

Deler av ledningsnettets trengte rehabilitering da ledningsnettets tok inn store mengder overvann i perioder med høy nedbør. Rehabiliteringstiltak er senere blitt satt i verk. Det er en rekke pumpestasjoner på ledningsnettets.

2.2 Simultanfellingsanlegget

Hovemoen kloakkrenseanlegg ble utvidet i 1979 og har en kapasitet på 4000 pe.

Etter utvidelsen består anlegget av følgende hoveddeler:

- maskinrenset rist m/håndrenset rist i reserve
- luftet sandfang
- utjevningsbasseng for støtbelastninger
- 2 stk. luftsbassenger i serie
- flokkuleringsbasseng
- 2 stk. sedimenteringsbassenger
- 2 stk. 2-mediafilter m/div. utstyr
- klorkontaktbasseng
- slamsilo/slamfortykket
- avvanningsanlegg for slam.

Teknisk konsulent for anlegget har vært siv.ing. E. Strømme A/S. Alfsen og Gunderson A/S har levert sandfiltersystemet, type multifilter Q₇ med tilhørende styringsautomatikk.

2.3 Filteranlegget

Innholdet i dette kapittel er etter tillatelse fra Alfsen og Gunderson A/S hentet fra driftsinstruksen.

2.3.1 Filterets oppbygging

Filteranlegget består av følgende hovedkomponenter: (Se flyteskjema fig. C/1)

- Tilførselspumper P1 og P2
- Tilbakespylingspumpe P3
- Hydroanthrasit/sandfilter 1 og 2
- Diverse måleutstyr
- Prosessventiler
- Blåsemaskin nr. 4 (annen leveranse, plassert i blåsemaskinrom)
- Klorpumpe (annen leveranse, plassert i sentrifugerom)
- Utjevningpumpe for spylevann P4 (annen leveranse)

Filteranlegget er utstyrt med 2. stk. to-media nedstrømsfiltre. Filtrene er utført i stålplate

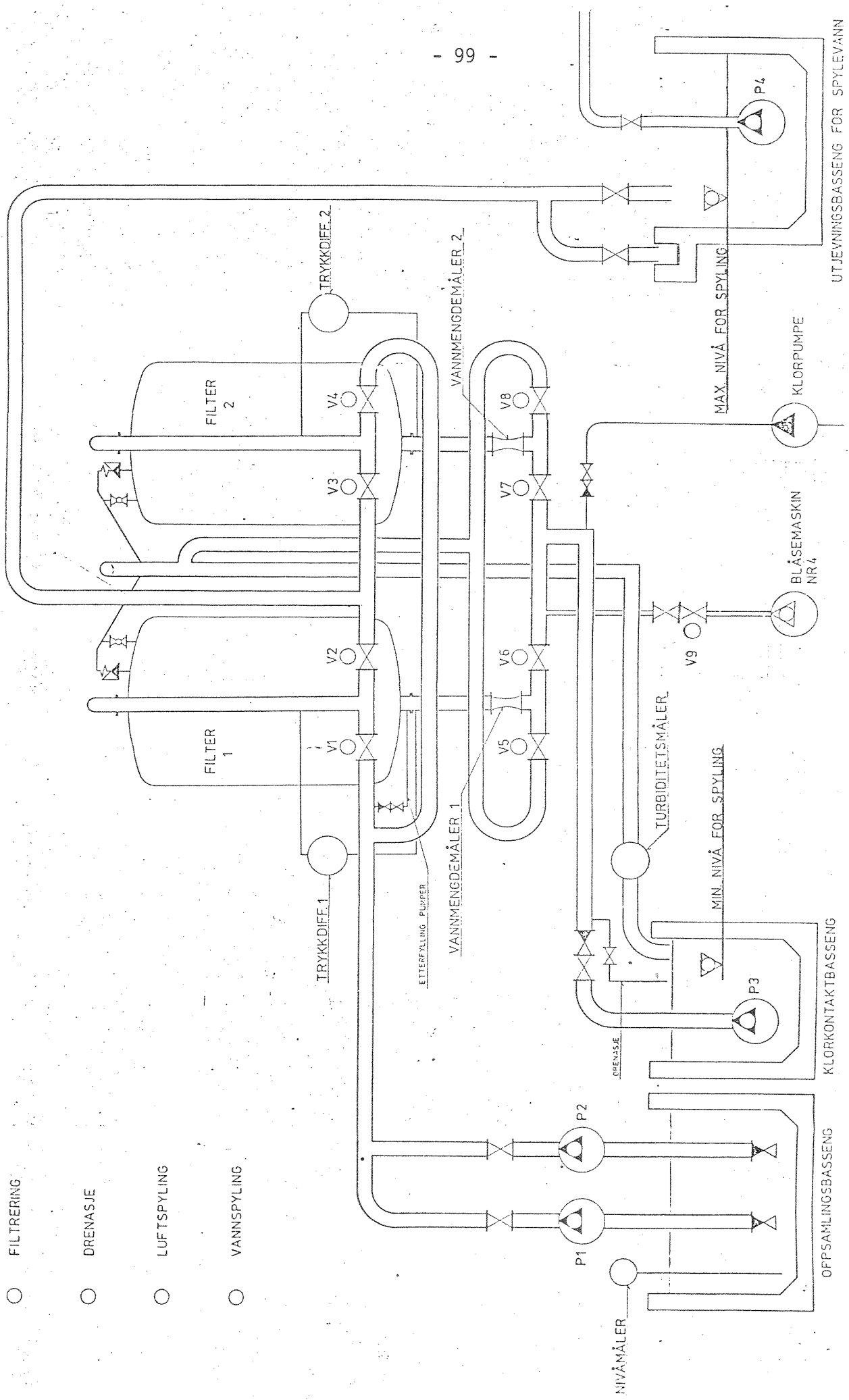


Fig. C/1. Hovemoen kloakkrensning
Flyteskjema for filterinstallasjon

Filtertankene er utstyrt med avluftningsventil og sikkerhetsventil, innstilt på 6 bar.

Filtrene rengjøres ved tilbakespyling med luft og vann.

Dimensjoneringsgrunnlag:

Filtrene behandler simultanfelt avløpsvann.

Som fellingskjemikalie i simultanfellingen anvendes aluminiumsulfat evt. jern.

Konsentrasjoner i innløpsvannet:

- suspendert stoff: 25 mg/l
- total fosfor : 2 mg/l
- ortofosfat : 0.05 mg/l

Dimensjonerende vannmengde for hvert filter: 70 m³/h.

Hvert filter skal kunne kjøres med 140 m³/h uten vesentlig forverring av utløpsvannet.

Filterets virkemåte: (Se fig. C/1)

Utløpsvann fra simultanfellingsanlegget samles i oppsamlingsbasseng, hvorfra P1 og P2 sørger for tilførsel til multifiltre. Start/stopp av pumpene er avhengig av nivåføler. P2 starter på et høyere nivå enn P1, det vil si ved stor tilrenning til oppsamlingsbasseng.

Filtrene kan kjøres enkeltvis eller i parallell ved automatisk drift.

Ved manuell drift kjøres filtrene enkeltvis.

Ved filtrering i filter 1 er ventilene V1 og V5 åpne. Øvrige ventiler er stengt. Ventil V5 regulerer gjennomstrømningsmengde i filter 1.

Ved filtrering i filter 2 er ventilene V4 og V8 åpne. Øvrige ventiler er stengt. Ventil V8 regulerer gjennomstrømningsmengde i filter 2. Ved behov for tilbakespyling av filter lukkes først ventil V1. Deretter åpnes ventil V2, hvorpå drenasje til topp filterlag skjer. Etter endt drenasje lukkes ventil V5. Deretter startes blåsemaskin nr. 4 og V6 og V9 åpnes. Etter endt spyletid lukkes V9 og blåsemaskin nr. 4 stoppes. Vannspyling skjer ved at pumpe V3 startes. Etter endt spyling lukkes alle ventiler og pumpe P3 stoppes. Filteret stoppes for sedimentering av sanden før filtrering gjenopptas.

Tilbakespyling av filter 2 skjer tilsvarende.

I forbindelse med rengjøring pumpes ved drenert filter klorløsning inn via tilbakespylingsvei med klorpumpe. Omrøring utføres med luftspyling. Konsentrasjon på oppløsning i filteret bør være 0.05%.

2.3.2 Spyling

Spylesyklus starter med drenasje, dvs. tømming av aktuelt filter til topp filterlag. Drenasje foregår i ca. 10 min. før luftspyling iverksettes. Varigheten på luftspyling kan velges fra 0-999 sek. (16 min.).

Det samme gjelder spyletid for vann som følger etter luftspyling.

I forsøksperioden var spylingen som følger:

Drenasje	10 min.
Luftspyling	8 min.
Vannspyling	12 min.
Sed. av filtermasse	10 min.

Normalt skjer spyling på tid etter 96 timers drift. Begge filtre spyles i rask rekkefølge.

Spyling skjer også automatisk på grunn av trykkdifferanse.

Filtreringsprosessen styres av en programmerbar kontroll, Modicon 484. Den er i prinsipp vist i fig. C/2.

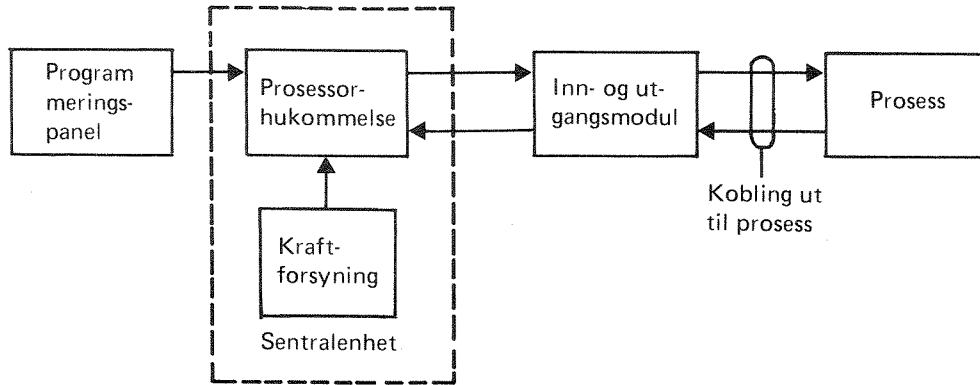


Fig. C/2. Blokkdiagram

Driften av anlegget kan synes komplisert, men når driften først er programmert, virker anlegget automatisk. Det har vært få driftsproblemer ved anlegget og takket være ovennevnte system er det lett å føre en driftskontroll og søke etter eventuelle feil.

3. Beskrivelse av forsøkene

3.1 Forsøksprogram

Følgende forsøksserier var ønsket:

1. Simultanfelling med aluminiumsulfat (AVR) og sluttfiltrering.
2. Simultanfelling med aluminiumsulfat (AVR) og kontaktfiltrering.
3. Kontaktfiltrering av biologisk rensset vann.
4. Kontaktfiltrering av silt råkloakk.

Utvelgelsen av Hovemoen som forsøksanlegg var foretatt av Utvalget. Det viste seg imidlertid at forsøkene ble sterkt begrenset av praktiske og økonomiske grunner.

For å kunne gjennomføre kontaktfiltrering var det ifølge leverandøren nødvendig med doseringsutstyr til ca. kr 55.000. Kommunen fremsatte dessuten krav om at filterpumper måtte erstattes i forsøksperioden.

For å få gjennomført 4. forsøksserie måtte det dessuten skaffes til veie en egen matepumpe som med røropplegg ble beregnet til å koste ca. kr 35.000.

De totale ekstra installasjonskostnader for å få gjennomført forsøk utover normal drift (1. forsøksserie) ville dermed beløpe seg til godt og vel kr 100.000.

Generelt ville leverandøren ikke tillate noen inngrep fra utenforstående i garantitiden. Man tok i tillegg forbehold om følgende:

- a. Godkjenning av forsøksoppstilling og ombygging på planleggingsstadiet og etter ombygging.
- b. Godkjenning av forsøksopplegg og gjennomføring.
- c. All omprogrammering gjennomføres av AogG.
- d. At alle kostnader som involverer AogG godtgjøres etter timesatser.
- e. At AogGs navn på rapport står i henhold til AogGs deltagelse.

- f. At alle opplysninger vedrørende filterets oppbygging, programmering og reguleringsfunksjoner samt andre deler/konstruksjoner som kan skade AogGs konkurransemessige stilling, godkjennes av AogG før publikasjon.

Med de store merutgifter og begrensninger dette ga ble man på et møte i juni 1980 hvor representanter fra leverandøren, Utvalget og NIVA var til stede, enige om at 1. forsøksserie skulle gjennomføres.

I tillegg foreslo leverandørene at de skulle stille et pilotanlegg til disposisjon. Pilotanlegget skulle styres parallelt med filtrene og inngå i programmet. Det var enighet om at pilotanlegget skulle være klart 1.9.1980.

Pilotanlegget ble imidlertid ikke tilgjengelig før månedskiftet november/desember. Da hadde Utvalget allerede bestemt at videre forsøk ikke skulle gjennomføres.

3.2 Forsøksopplegg

Lillehammer kommune gjennomfører et prøve- og analyseprogram et døgn pr. uke. Prøvene tas som blandprøver på råkloakk og av avløpsvannet før og etter filtrering. I tillegg registreres turbiditeten kontinuerlig på filtratet.

Anlegget har daglig tilsyn av kompetente driftsoperatører som nitidig fører en omfattende driftsjournal. Eventuelle uregelmessigheter ved driften blir derfor straks registrert og tiltak truffet.

I tillegg har NIVA hatt 2 stk. Manning prøvetakere i beredskap som har vært montert for prøvetaking på inn- og utløpfiltre.

De ukentlige prøvetakinger og analyser har vært utført av Lillehammer kommune.

Prøvetaking og analyser utover dette har vært utført av NIVA.

Følgende rutineanalyser ble utført:

pH	
Spes. ledningsevne	$\mu\text{S/cm}$
Turbiditet	F.T.U.
SS	mg/l
KOF	mg O/l
PO ₄	mg P/l
Tot-P	mg P/l

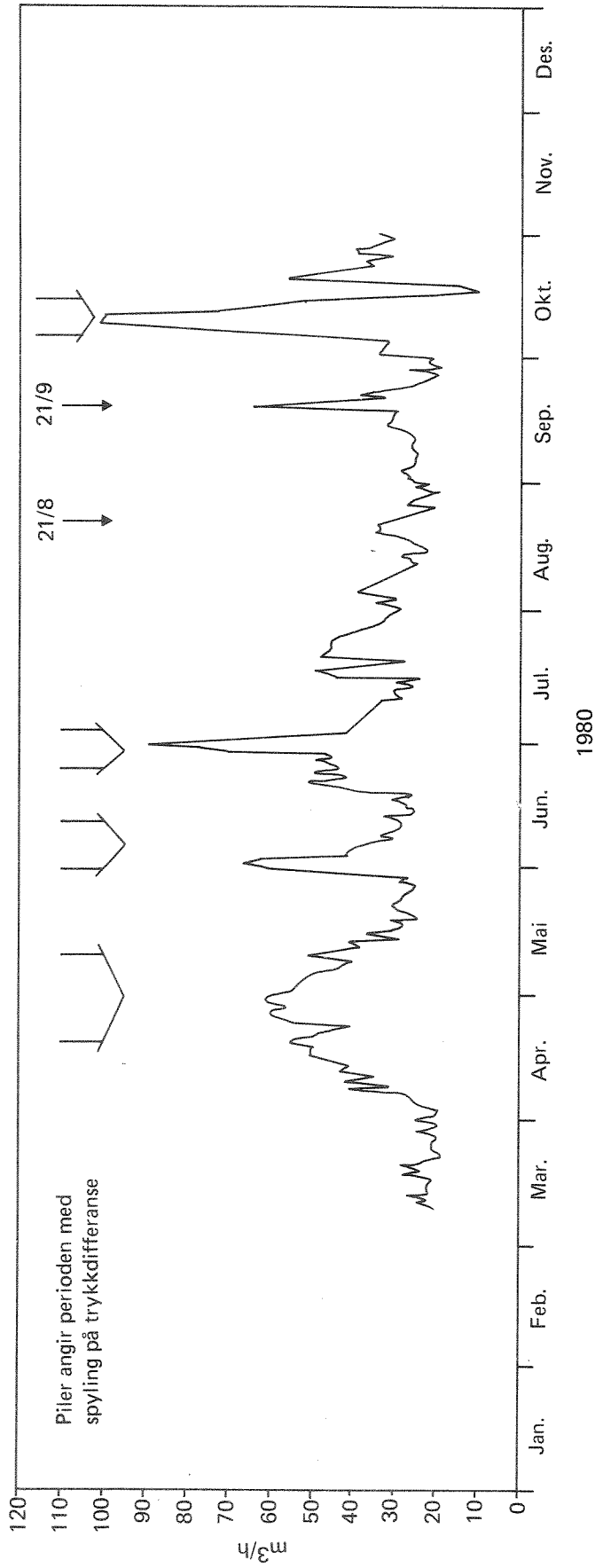


Fig. C/3. Hovemoen kloakkrensning
Midlere døgnavføring i m^3/h

4. Forsøksresultater

4.1 Driftsproblemer

Det har ikke inntrådt alvorlige og uventede driftsproblemer i forsøksperioden. Feil som måtte ha oppstått har omgående blitt rettet opp av driftsoperatørene.

Feil ved programmeringsenheten har blitt rettet av leverandøren.

I perioder med ekstremt høye regnskyll har store mengder overvann lekket inn i ledningssystemet og ført til hydrauliske overbelastninger som har sprengt vannmålerens virkeområde.

Tørrværsføringer ligger på ca. 20 m³/h, mens de maksimalt høyeste verdier har ligget på over 100 m³/h. Målerens øvre registreringsområde ligger på 75 m³/h, men kan enkelt økes til 150 m³/h.

Midlere døgnvannføring i m³/h gjennom oppfølgingsperioden fremgår av fig. C/3. I figuren har vi også angitt intervaller da filtrene har spylt på trykkdifferanse.

Over enkelte døgn spylte filtrene på trykkdifferanse med bare timers eller minutters mellomrom.

4.2 Simultanfelling med aluminiumsulfat og sluttfiltrering

(1.1.-1.6.1980 og 1.3.-31.12.1980 AVR - 1.6.-1.7.1980 Lysaker.)

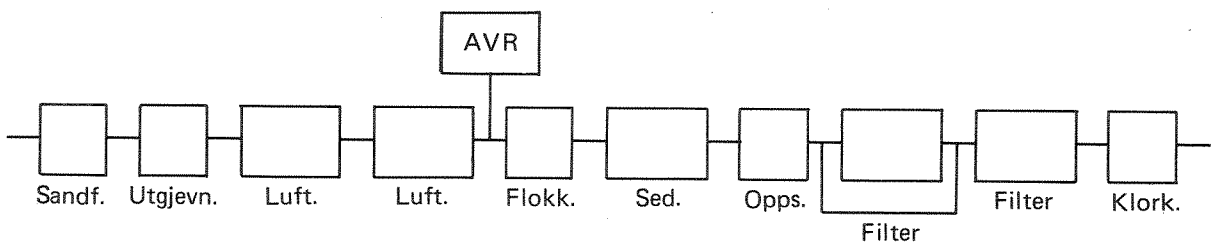


Fig. C/4. HOVEMOEN KLOAKKRENSSEANLEGG
Simultanfelling med aluminiumsulfat (AVR).

Februar -- desember 1980

Normal drift

Som nevnt i kapittel 3.2 ble det tatt ukentlig blandprøver og kontinuerlig registrering av turbiditet på filtrat.

Resultatene er fremstilt i tabell C/1 og C/2 samt fig. C/5 - C/8.

NIVAs oppfølging pågikk i 10½ måned.

Det er god sammenheng mellom hydraulisk belastning og tilførsler av forureningskomponenter.

Simultanfellingsanlegget har virket meget tilfredsstillende med en renseseffekt på 96% for fjerning av tot-P og 99% for fjerning av PO₄. Gjennomsnittlige resultater for 10½ måneds drift fremgår av tabell C/1. Filtrering har forbedret renseseffekten ytterligere, og for PO₄ ligger resultatene flere ganger lavere enn analysemetodens nedre grense.

Tabell C/1. Gjennomsnittlige renseseffekter basert på døgprøver tatt 1 gang pr. uke i 31 uker.

Komponent	Råkloakk	Inn filter	Ut filter	% rensing	
				etter simul- tanfelling	etter filtrering
SS mg/l	304	15	2	95	99.5
KOF mg O/l	327	50	17	85	95
Tot-P mg P/l	7.53	0.28	0.09	96	99
PO ₄ mg P/l	1.95	0.012	0.011	99	99.5

Tabell C/2 Hovemoen kloakkrensaneanlegg.
Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering.

Dato	Provetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l
12.-13.2.	Inn	822	352	9.95	3.30
	Ut biol.	53.5	6	0.19	0.02
	% red.	93.5	98.3	98.1	99.4
	Ut filter	11.5	1	0.125	0.015
	% red.	98.6	99.7	98.7	99.5
19.-20.2.	Inn	>994	1276	26.90	2.18
	Ut biol.	55.6	18	0.27	0.025
	% red.	>94.4	98.6	99.0	98.9
	Ut filter	9.9	2	0.075	0.01
	% red.	99.0	99.8	99.7	99.5
26.-27.2.	Inn	799.7	450	6.80	4.1
	Ut biol.	47.6	7	0.22	0.01
	% red.	94	98.5	96.8	99.8
	Ut filter		3	0.025	<0.01
	% red.	-	99.3	98.8	99.8
11.-12.3.	Inn	512.2	480	>10.55	1.18
	Ut biol.	163.7	17	0.34	0.01
	% red.	68	96.5	96.8	99.9
	Ut filter	19.0	2	0.170	<0.01
	% red.	96.3	99.6	98.4	99.9
18.-19.3.	Inn	351.2	370	120.9	1.3
	Ut biol.	35.7	7	0.135	<0.01
	% red.	89.8	98.1	98.9	99.9
	Ut filter	11.9	0	0.075	<0.01
	% red.	96.6	100	99.4	99.9
25.-26.3.	Inn	432	368	10.55	1.2
	Ut biol.	34.6	10	0.275	<0.01
	% red.	92	97.3	97.4	99.9
	Ut filter	13.4	1	0.095	<0.01
	% red.	96.9	99.7	99.1	99.9

Tabell C/2

Dato	Provetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l
15.-16.4.	Inn	616.2	1104	22.75	0.08
	Ut biol.	36.9	11	0.14	<0.01
	% red.	94	99	99.4	99.9
	Ut filter	11.7	1	0.050	<0.01
	% red.	98,1	99.9	99.8	99.9
22.-23.4.	Inn	118.6	138	3.60	0.45
	Ut biol.	43.5	13	0.16	<0.01
	% red.	63.3	90.6	95.6	99.9
	Ut filter	9.9	1	0.050	0.01
	% red.	91.7	99.3	98.6	99.9
12.-13.5.	Inn	204.7	220	7.00	0.88
	Ut biol.	25.6	8	0.20	<0.01
	% red.	87.5	96.4	97.1	99.9
	Ut filter	7.9	1	0.150	<0.01
	% red.	96,1	99.5	97.9	99.9
20.-21.5.	Inn	119.5	80	3.08	1.66
	Ut biol.	43.9	10	0.29	<0.01
	% red.	63.3	87.5	90.6	99.9
	Ut filter	21.9	1	0.095	<0.01
	% red.	81.7	98.8	96.9	99.1
27.-28.5.	Inn	248.7	240	6.95	1.2
	Ut biol.	40.5	11	0.30	<0.01
	% red.	83.7	95.4	95.7	99.9
	Ut filter	17.4	1	0.090	<0.01
	% red.	93.0	99.6	98.7	99.1
10.-11.6.	Inn	441.5	484	10.75	0.28
	Ut biol.	52.5	15	0.24	<0.01
	% red.	88.2	96.9	97.8	99.9
	Ut filter	27.0	3	0.090	<0.01
	% red.	93.4	99.4	99.2	99.9

Tabell C/2

Dato	Provetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l
17.-18.6.	Inn	188.5	118	4.35	1.95
	Ut biol.	51.7	13	0.28	0.03
	% red.	72.6	89	93.6	98.5
	Ut filter	24.0	6	0.14	0.01
	% red.	87.3	94.9	96.8	99.5
24.-25.6.	Inn	27.6	398	10.00	0.075
	Ut biol.	33.0	8	0.09	<0.01
	% red.	88	98	99.1	99.9
	Ut filter	13.6	3	0.060	<0.01
	% red.	95.1	99.2	99.4	99.9
8.-9.7.	Inn	116	74	2.95	1.69
	Ut biol.	40	15	0.19	<0.01
	% red.	65.5	79.7	93.6	99.9
	Ut filter	12	2	0.045	<0.01
	% red.	89.7	97.3	98.5	99.9
15.-16.7.	Inn	135.8	174	3.23	1.69
	Ut biol.	34.4	14	0.22	<0.01
	% red.	74.7	92	93.2	99.9
	Ut filter	17.2	3	0.060	<0.01
	% red.	87.3	98.3	98.1	99.9
22.-23.7.	Inn	308.8	458	10.00	0.075
	Ut biol.	39.8	24	0.43	<0.01
	% red.	87.1	94.8	95.7	99.9
	Ut filter	8.0	2	0.080	<0.01
	% red.	97.4	99.6	99.2	99.9
9.-10.7.	Inn	170	78	5.80	3.88
	Ut biol.	44	10	0.26	<0.01
	% red.	74.1	87.2	95.5	99.9
	Ut filter	22	1	0.060	<0.01
	% red.	87.1	98.7	99.0	99.9

Tabell C/2

Dato	Provetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l
16.-17.9.	Inn	205.2	140	5.60	2.28
	Ut biol.	54.2	17	0.30	<0.01
	% red.	73.6	87.9	94.6	99.9
	Ut filter	21.3	1	0.065	<0.01
	% red.	89.6	99.3	98.8	99.9
23.-24.9.	Inn	121.5	92	3.40	1.78
	Ut biol.	49.8	10	0.35	<0.01
	% red.	59.0	80.4	89.7	99.9
	Ut filter	19.9	3	0.080	<0.01
	% red.	83.6	96.7	97.6	99.9
7.-8.10.	Inn	61.5	52	1.35	0.50
	Ut biol.	33.7	12	0.25	<0.01
	% red.	45.2	67.3	81.5	99.9
	Ut filter	6.0	1	0.050	<0.01
	% red.	90.2	98.1	96.3	99.9
14.-15.10.	Inn	8909	1092	>11.10	3.5
	Ut biol.	36.5	15	0.32	0.015
	% red.	95.9	98.6	97.1	99.6
	Ut filter	19.2	3	0.125	0.01
	% red.	97.8	99.7	98.9	99.7
21.-22.10.	Inn	89.6	120	2.75	1.25
	Ut biol.	39.8	18	0.34	<0.01
	% red.	55.6	85	87.6	99.9
	Ut filter	19.9	3	0.140	<0.01
	% red.	77.8	97.5	94.9	99.9
4.-5.11.	Inn	192.4	132	4.85	2.66
	Ut biol.	47.6	23	0.44	0.01
	% red.	75.3	82.6	90.3	99.9
	Ut filter	19.8	3	0.110	0.01
	% red.	89.7	97.7	97.6	99.9

Tabell C/2

Dato	Provetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l
11.-12.11.	Inn	207.4	124	5.68	2.95
	Ut biol.	74.9	57	1.11	0.02
	% red.	63.9	54	80.5	99.3
	Ut filter	23.0	2	0.240	0.02
	% red.	88.9	98.4	95.8	99.3
18.-19.11.	Inn	243.0	130	5.75	3.59
	Ut biol.	71.1	9	0.19	0.01
	% red.	70.7	93.1	96.7	99.9
	Ut filter	25.7	4	0.140	0.01
	% red.	89.4	96.9	97.6	99.9
25.-26.11.	Inn	118.5	44	4.65	3.25
	Ut biol.	34.4	10	0.23	<0.01
	% red.	71.0	77.2	95.1	99.9
	Ut filter	17.2	1	0.060	<0.01
	% red.	85.5	97.7	98.7	99.9
9.-10.12.	Inn	265	148	6.25	3.94
	Ut biol.	49.9	18	0.27	<0.01
	% red.	81.2	87.8	95.7	99.9
	Ut filter	21.2	3	0.080	<0.01
	% red.	92	98.0	98.7	99.9
16.-17.12.	Inn	345.8	210	6.35	3.43
	Ut biol.	88.9	29	0.39	0.02
	% red.	74.3	86.2	93.9	99.4
	Ut filter	21.7	2	0.100	0.01
	% red.	93.7	99.0	98.4	99.7
21.-22.12.	Inn	240.1	108	4.10	2.4
	Ut biol.	31	5	0.16	0.01
	% red.	87.1	95.4	96.1	99.6
	Ut filter	15.5	1	0.070	<0.01
	% red.	93.5	99.1	98.3	99.6

Tabell C/2

Dato	Provetak. sted	KOF mg/l	SS mg/l	Tot P mg/l	PO ₄ mg/l
29.-30.12.	Inn	290.8	166	4.65	2.16
	Ut biol.	31.7	13	0.21	0.21
	% red.	89.1	92.2	95.5	95.5
	Ut filter	13.0	2	0.030	0.03
	% red.	95.5	98.8	99.4	99.4
Gjennomsnitt 12.2.- 30.12. 1980	Inn	327	304	7.53	1.95
	Ut biol.	50	15	0.28	0.012
	% red.	85	95	96	99
	Ut filter	17	2	0.09	0.011
	% red.	95	99.5	99	99.5

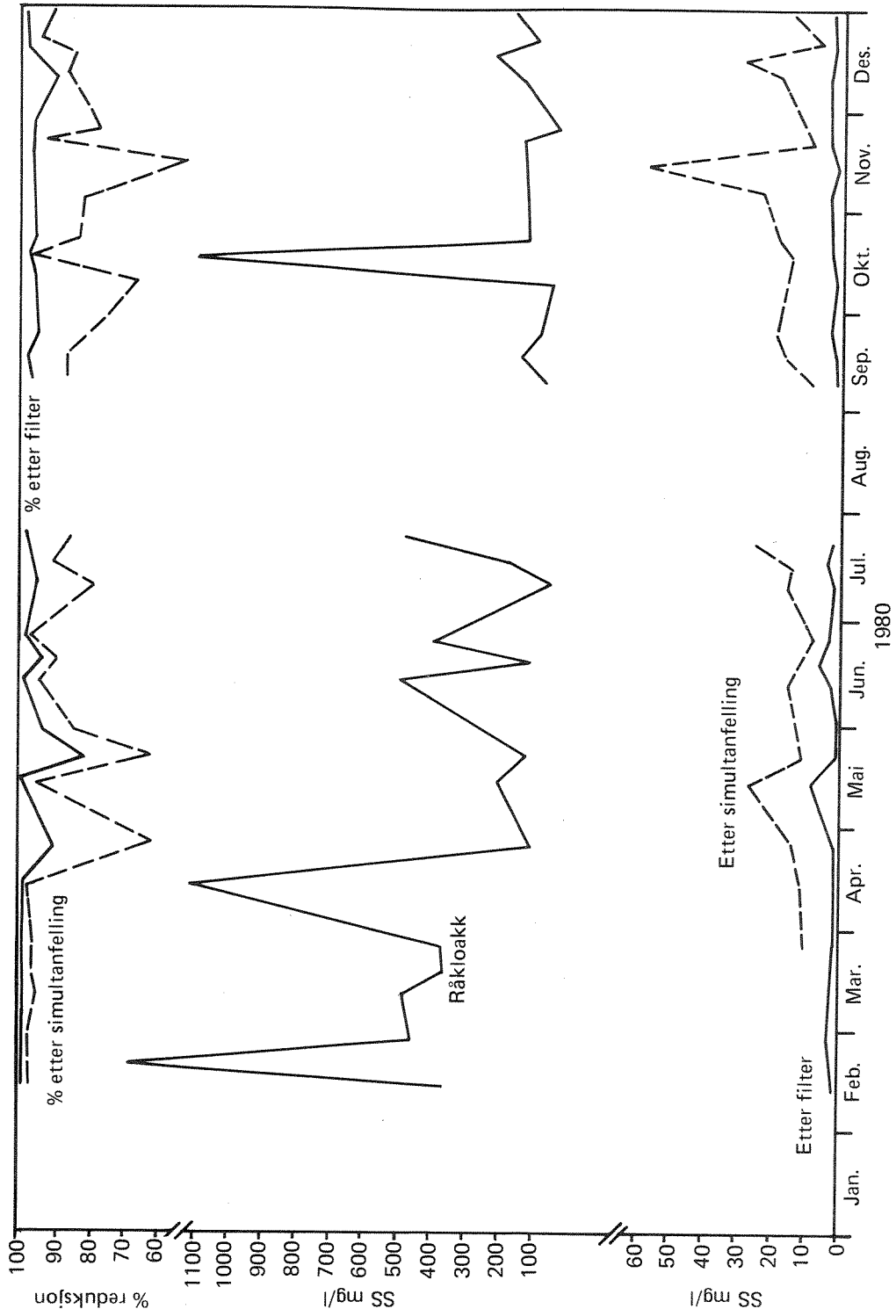


Fig. C/5. Hovemoen kloakkrensning
Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering. SS-konsentrasjoner og renseeffekter.

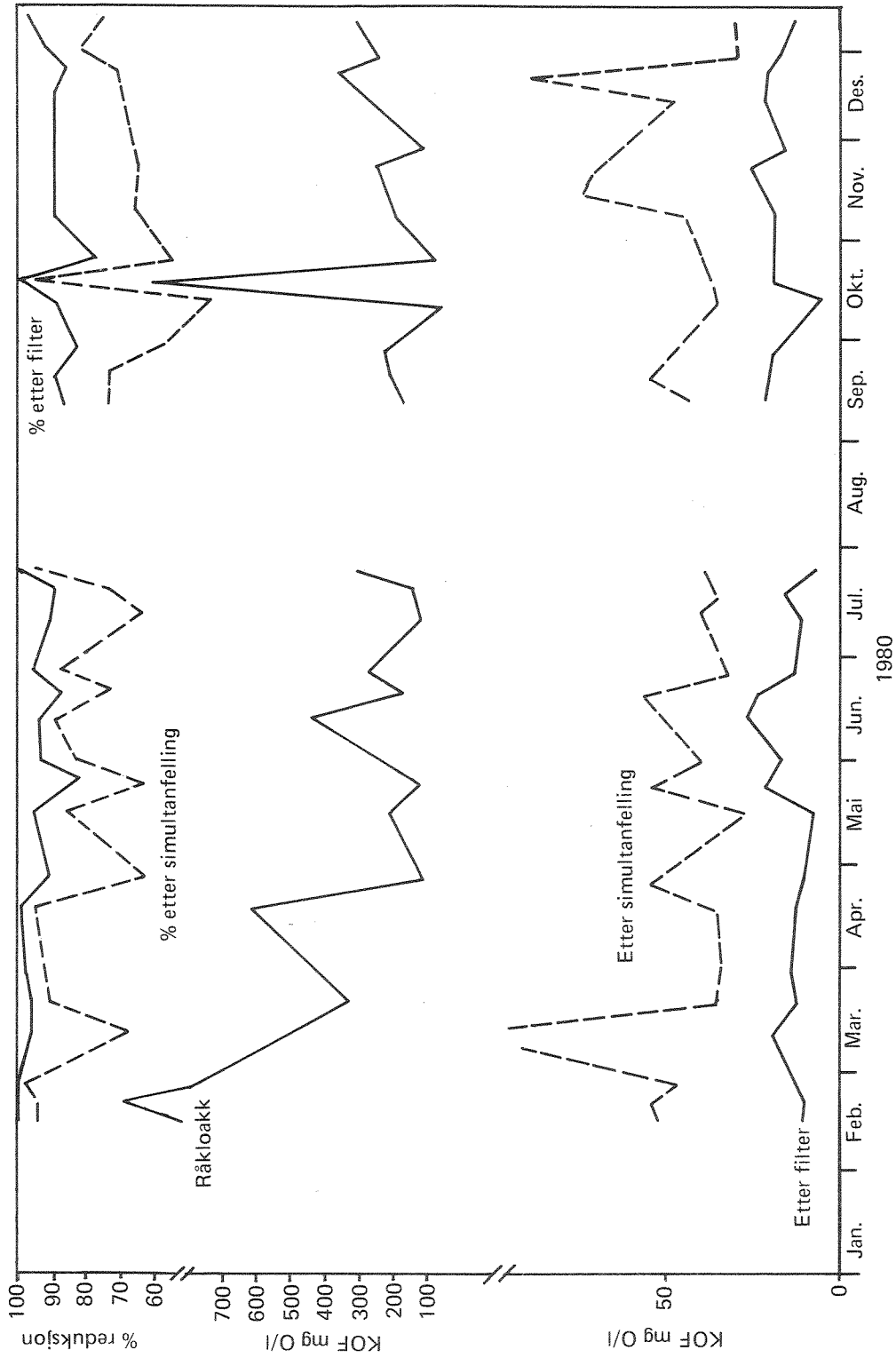


Fig. C/6. Hovemoen kloakkrensaneanlegg
Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering, KOF-konsentrasjoner og renseeffekter.

Effekten av høy hydraulisk belastning

I slutten av juni hadde filtrene spylt på trykkdifferansen flere ganger daglig. Det ble da ikke satt i gang et spesielt prøvetakingsprogram.

For å studere effekten ved økt hydraulisk belastning ble et av sedimenteringsbassengene koplet ut den 18.8. og frem til 30.8.1980.

Den 20.8. ble automatiske prøvetakere startet og det ble tatt i alt 11 blandprøver à 2 timer før og etter filtrering. Resultatene fremgår av tabell C/3. Vannføringen i prøvetakingsperioden var $884 \text{ m}^3/\text{d}$ eller ca. $37 \text{ m}^3/\text{h}$. Dette utgjør 26% av filtrenes kapasitet.

Med en tommehjulsgrense på 200 vil spyling inntreffe ved et differanse-trykk Δp på 12.3 m.V.s. eller ca. 72%. I undersøkelsesperioden oppnådde man ikke spyling på trykkdifferansen.

Sammenlikner man resultatene for den 20. og 21.8. med gjennomsnittsverdier for $10\frac{1}{2}$ måned, ser man at resultatene er meget sammenfallende.

Renseeffekten ble ikke forringet ved at et sedimenteringsbasseng ble koplet ut (Q 26%).

Da man forventet store nedbørmengder utover høsten sto prøvetakingsutstyret i beredskap. I begynnelsen av oktober fikk man en periode med høy nedbør og ekstrem hydraulisk belastning, se fig. C/3.

Allerede søndag 5.10. begynte filtrene å spyle på trykkdifferansen og filtrene spylte vekselvis med meget korte tidsintervaller ($\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ time).

I slutten av perioden ble tiden mellom hver spyling lengre, og den 15.10. begynte filtrene å spyle på normal tid hver 96. time.

De automatiske prøvetakere ble satt i gang den 7.10. og tok 8 delprøver pr. time over 12 timer. Resultatene fremgår av tabell C/4 og fig. C/3.

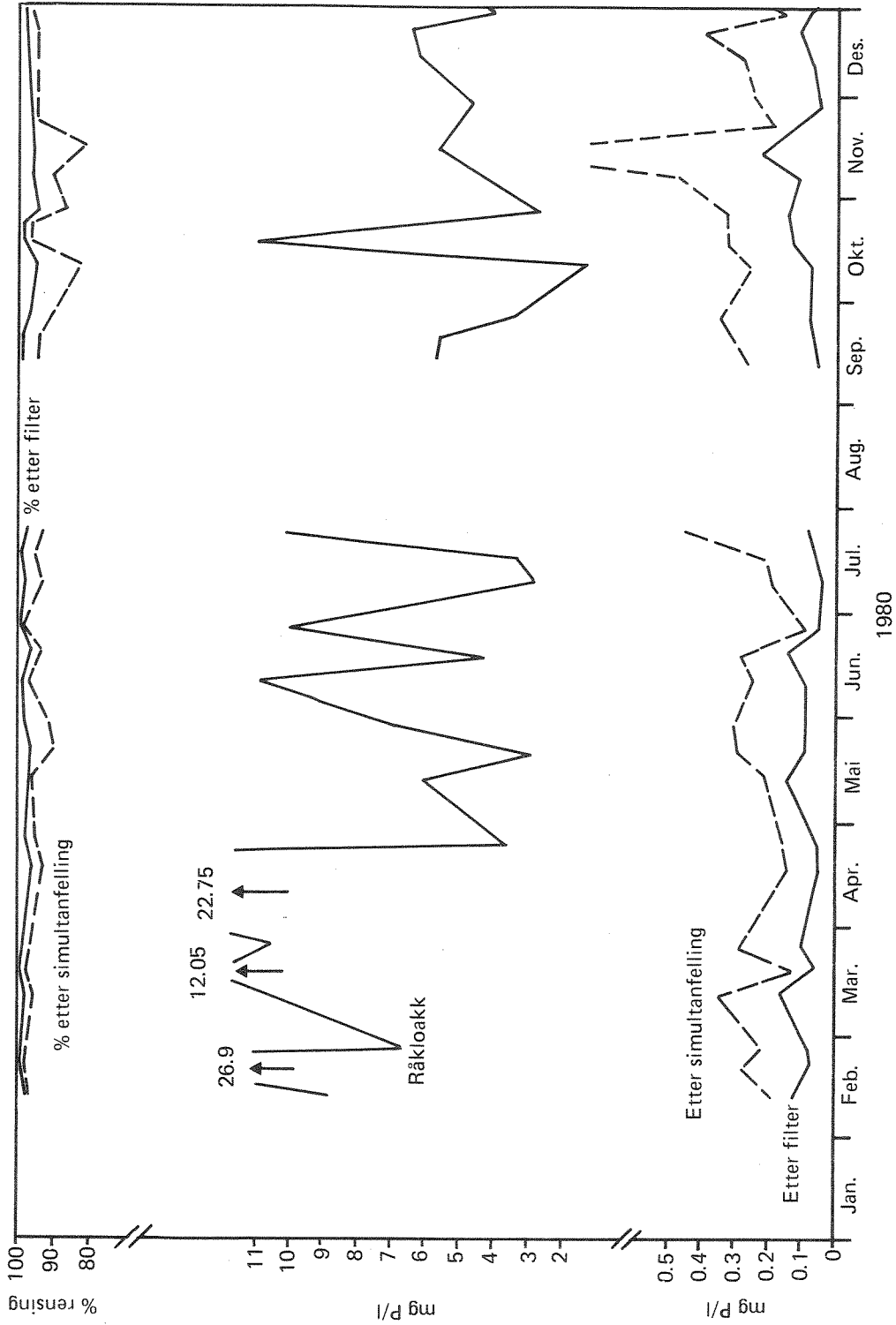


Fig. C/7. Hovemoen kloakkrensianlegg
Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering. Tot-P-konsentrasjoner og renseeffekter.

Tabell C/3 Hovemoen kloakkrensning.
 Forurensningsparametre før og etter filtrering den 20. og 21.8.1980.

Parametre	Prøver etter antall timer														Gjennomsnitt over 22 t	Gjennomsnitt over 10½ mnd.
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22					
KOF	-	34.8	37.7	37.7	35.7	33.7	37.7	31.7	35.6	29.6	29.6	34.4	50			
mg O/1	19.7	15.7	13.8	17.7	17.7	27.6	25.2	17.4	19.4	19.4	17.4	19.2	17			
SS	-	11	9	8	9	10	10	7	10	10	10	9.4	15			
mg/l	4	3	3	3	2	2	3	4	3	2	2	2.8	2			
tot-P	-	0.28	0.28	0.36	0.30	0.28	0.29	0.29	0.31	0.34	0.29	0.30	0.28			
mg P/l	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.06	0.04	0.04	0.07	0.05	0.09			
PO ₄	-	0.005	0.008	0.006	0.005	0.008	0.008	0.01	0.006	0.005	0.005	0.006	0.01			
mg P/l	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.006	0.008	0.008	0.008	0.006	0.01			

Tabell C/4 Hovemoen kloakkrensning.
 Forurensningsparametre før og etter filtrering den 7.10.1980.

Parametre	Prøver etter antall timer							Gjennomsnitt over 12 t.	Gjennomsnitt over 10½ mnd.
	2	4	6	8	10	12			
KOF etter simult.	31	11	16	16	16	-	18	50	
mg O/1 etter filter	10	12	11	15	12	11	12	17	
SS etter simult.	18	15	20	14	21	-	18	15	
mg/l etter filter	13	4.2	6.8	5	6.9	29	11	2	
Tot-P etter simult.	0.08	0.068	0.121	0.120	0.140	-	0.02	0.28	
mg P/1 etter filter	0.028	0.026	0.027	-	0.031	0.033	0.03	0.09	
P ₀₄ etter simult.	0.004	0.007	0.006	0.006	0.008	0.007	0.01	0.01	
mg P/1 etter filter	0.007	0.006	0.007	0.008	0.008	0.005	0.01	0.01	

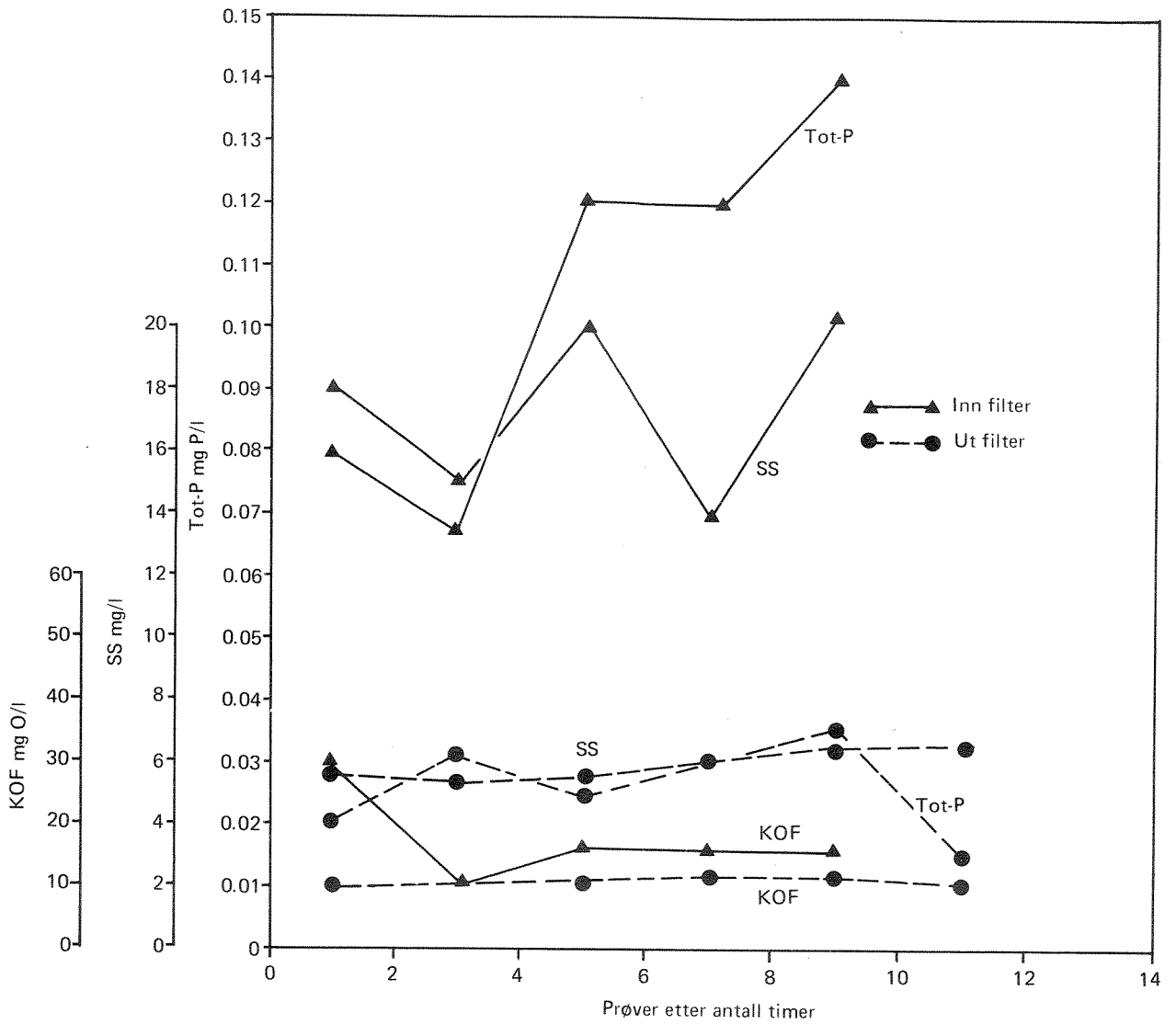


Fig. C/8. Hovemoen kloakkrensning. Forurensningsparametre før og etter filtrering den 7/10-1980.

Tabell C/5 Hovemoen kloakkrenseanlegg.
 Forurensningskomponenter i spylevann.

Filter- nr.	Dato	Tot-P (mg P/l)			KOF (mg O/l)			SS (mg/l)		
		0	2	4	6	0	2	4	0	2
2	15.10.	3.53	1.60	0.42	240	85	37	304	106	42
1	15.10.	3.47	2.73	0.469	200	150	17	266	223	38
2	19.08.	40.9	43.8	9.13	1028	1037	198	912	1020	202
				3.63			86			34

Spyling på trykkdifferanse 15.10.80.

Spyling på tid 19.8.80.

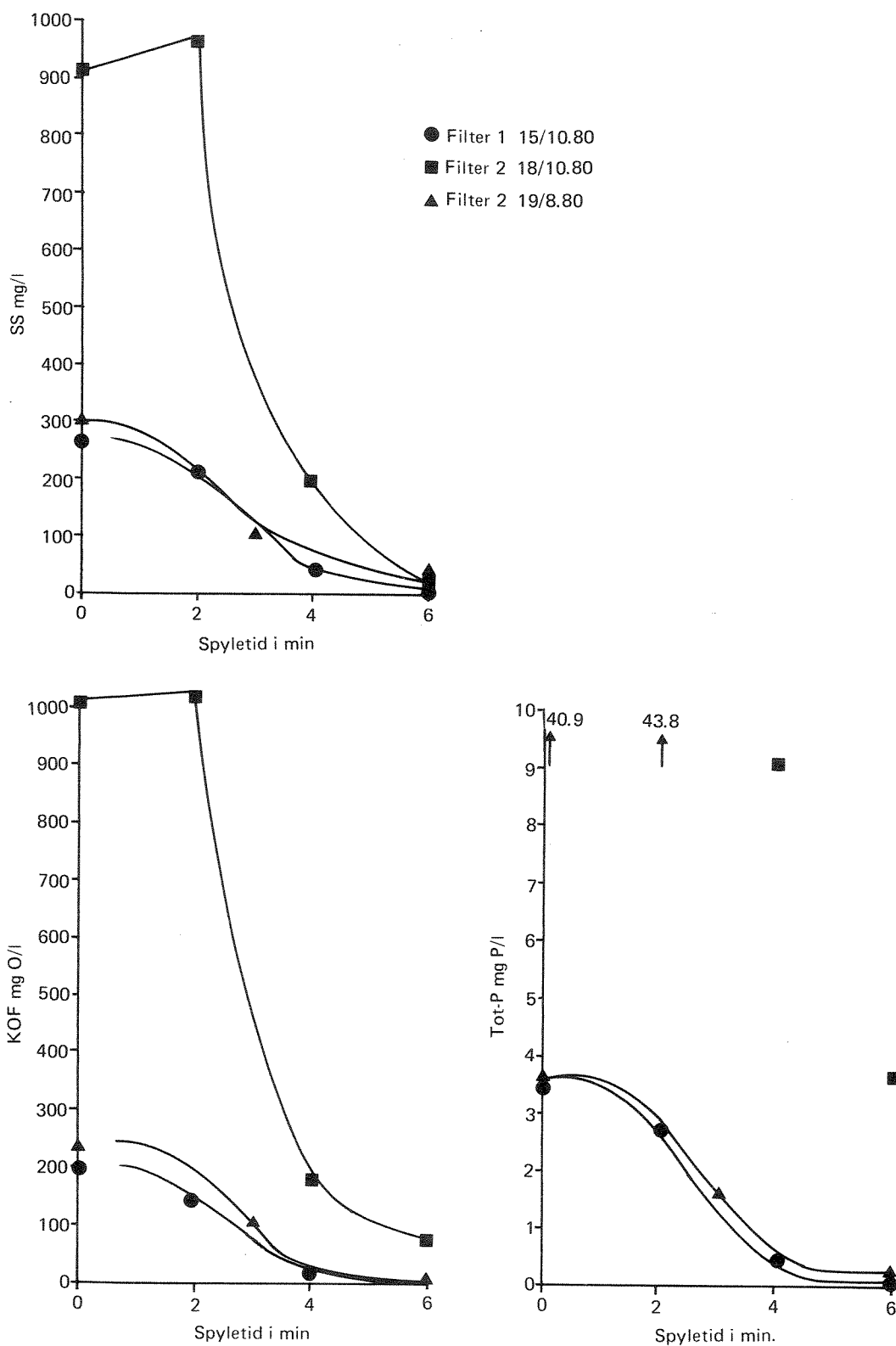


Fig. C/9. Hovemoen kloakkrensning. Simultanfelling med AVR og sluttfiltrering. SS, KOF og Tot-P-konsentrasjon i spylevann.

Som det fremgår viser resultatene for effluenten nokså stabile verdier.

Prøvetakeren var innstilt på å gå i 4 døgn, men de stanset etter 12 timer på grunn av svikt i energitilførselen.

Samholdt med turbiditetsmålinger på effluenten kan man trekke den konklusjon at filterene ikke fikk nevneverdig nedsatt renseseffekt som følge av høy hydraulisk belastning og hyppig spyling av filterene.

Ved spyling på trykkdifferansen la man merke til at spylevannet var langt mindre farget enn spylevann etter 96 timers drift. Det ble derfor tatt prøve av spylevann ved spyling på trykkdifferanse og på tid. Resultatene fremgår av tabell C/5 og fig. C/9.

Analyseresultatene bekrefter de visuelle observasjonene. Spylevannet ved spyling på trykkdifferansen har et langt lavere innhold av forurensningsparametre enn spillvann etter spyling på tid (96 timer).

De spylebetingelsene som er angitt fra leverandøren og gjengitt i kap. 2.3.2 synes ikke å være fullstendige. Våre observasjoner synes å bekrefte at spyling også inntreffer ved hydrauliske belastninger som overstiger $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ved "tomme-hjulsgrense 200" ved et differansetrykk på 100%. Dette er imidlertid lavere enn hydraulisk filterkapasitet.

5. Sammendrag og konklusjon

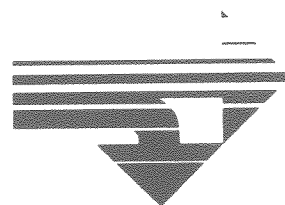
1. Driftsoppfølging av filtrering ved Hovemoen kloakkrenseanlegg har pågått fra februar 1980 og ut året. Simultanfelt avløpsvann med AVR er filtrert gjennom 2-media trykkfiltre type Alfseil og Gunderson.
2. Simultanfellingssystem og filteranlegg har vært mønstergyldig drevet og man har oppnådd følgende gjennomsnittlige renseeffekter over 10½ måneds drift:

Komponent	Råkloakk	Inn filter	Ut filter	% rensing	
				etter simul- tanfelling	etter filtrering
SS mg/l	304	15	2	95	99.5
KOF mg O/l	327	50	17	85	95
Tot-P mg P/l	7.53	0.28	0.09	96	99
PO ₄ mg P/l	1.95	0.012	0.011	99	99.5

3. Det har ikke oppstått driftsproblemer av betydning.
4. Analyseresultater og driftserfaringer viser at hydrauliske belastninger over visse grenser fører til økt trykkoppbygging og spyling som inntreffer før hydraulisk filterkapasitet.
Hydraulisk belastning som spylebetingelse bør klarlegges nærmere slik at hyppig eller nærmest kontinuerlig spyling unngås i perioder med høye vannføringer.

Analyseresultater tyder på at hydraulisk høy belastning også er en spylebetingelse, men dette er ikke oppgitt av leverandøren.
5. Lillehammer kommune er i ferd med å utbedre ledningsnett slik at høye hydrauliske belastninger ikke vil opptre i fremtiden. Dette vil spare filtrene for "unødig" spyling.
6. Automatikken er meget avansert, men gir gode styrings- og kontrollmuligheter.

NTNF's UTVALG FOR DRIFT AV RENSEANLEGG



Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

B-nr.	Forsk.inst. navn	NTNF-gruppe	Åpen/Foreløpig konfidensiell/Konfidensiell
1521.5969	Utvalg for drift av renseanlegg P.b. 333 Blindern, Oslo 3	15	Åpen
Tittel			
FILTRERING AV AVLØPSVANN FRA KOMMUNALE RENSEANLEGG Driftserfaringer			
Internt rapp.nr. HPB-17/76			
Forfatter(e) Svein Stene Johansen			Antall sider 125
			Dato September 1981
Oppdragsgiver NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg			

Referat, maks. 40 ord

Fullskala filtreringsforsøk med avløpsvann på oppstrøms sandfilter type AIB, installert på Snertingdal kloakkrenseanlegg, kontinuerlig skylende filter type TENTEN (Alwatech) på Jølstad kloakkrenseanlegg og 2-media trykkfiltre type Alfsen og Gunderson på Hovemoen kloakkrenseanlegg. Filtrering har vært gjennomført etter biologisk rensing, simultanfelling og etterfelling.

4 Emneord a maks. 23 karakterer

Filtrering
Avløpsvann
Kjemisk rensing
Driftsproblemer