

FILTRERING AV AVLØPSVANN FRA KLOAKKRENSEANLEGG

Resultater fra pilotforsøk på  
Hovemoen renseanlegg

Saksbehandler: *Eilen A. Vik*  
Norsk institutt for vannforskning

NTNF's UTVALG FOR  
**DRIFT AV RENSEANLEGG**



HPB-17/76

NIVA 0-7/77 MJ

Blindern, april 1978

INNHold OG SAMMENDRAG

	Side:
1. FORSØKSOPPLEGG	5
1.1 Filtreringsforsøk av simultanfelt (aluminiumsulfat) avløpsvann er utført i halvteknisk målestokk på Hovemoen renseanlegg (R1).	5
1.2 Under forsøksperioden er et nedstrøms tomedia trykkfilter benyttet.	5
1.3 Turbiditeten er brukt som driftsparameter for filtret, mens kjemiske parametre er målt enkelte døgn. Trykk-tap er automatisk registrert i siste del av perioden.	6
2. RESULTATER	9
2.1 Filtrering gir god fjerning av partikulært materiale.	9
2.2 For å oppnå lave konsentrasjoner av fosfor ut fra filtret, er optimal felling en forutsetning.	11
2.3 Turbiditeten er et egnet driftsparameter ved filtrering av avløpsvann.	13
2.4 Filtrets driftstid ser ut til å kunne bli over et døgn selv ved relativt høye filtreringshastigheter. Kun oppfølging av fullskala-filter over lengre tid vil kunne gi nødvendig erfaring på dette området.	15
3. KONKLUSJON	17
3.1 Filtrering av simultanfelt avløpsvann fra Hovemoen renseanlegg vil kunne gi utløpskonsentrasjoner m.h.p. fosfor på ca. $0,1 \text{ g P/m}^3$ hvis fellingsbetingelsene er de samme som for november, desember 1977 og januar, februar 1978.	17

TABELLFORTEGNELSE

	Side:
Tabell 1. Analyseresultatene fra hele forsøksperioden.	10
" 2. Fellingsbetingelser, filterbelastning og analyse- resultater fra forsøksperioden.	12
" 3. Månedresultater av utløpsvann fra Hovemoen i november og desember 1977 og januar og februar 1978	17
Fotografier fra forsøksoppstillingen	8

FIGURFORTEGNELSE

Figur 1. Filtreringsforsøk med simultanfelt (aluminium- sulfat) avløpsvann	5
" 2. Filtrets oppbygning	5
" 3. Forsøksperioden og aktuelle prøvedøgn	6
" 4. Fosfor- og suspendert stoff-fjerning over filtret	9
" 5. Fosfor fjernet over filtret som funksjon av doserte kjemikalier	11
" 6. Reduksjonen i turbiditet (middelveidier over døgnet) over filtret i hele forsøksperioden	13
" 7. Turbiditetsreduksjonen over døgnet	14
" 8. Sammenhengen mellom turbiditet, suspendert stoff og total fosfor	15
" 9. Trykktapsoppbyggingen over filtret sammenholdt med turbiditet på innløp- og utløpsvann og filter- belastning	16

F O R O R D

Lillehammer kommune vurderer en utbygging av Hovemoen renseanlegg fra 2000 til 4000 p.e. I den forbindelse skulle anlegget kompletteres med kjemisk felling, men på bakgrunn av prosjektet "Filtrering av avløpsvann i Mjøsas nedbørfelt", er simultanfelling + filtrering kommet inn som en alternativ prosess. På bakgrunn av dette ble man enige om å sette opp et filter i pilotmålestokk og å kjøre med dette i fire uker.

NIVA har ønsket å benytte dette forsøket for å demonstrere filtrering som prosess for representanter fra Hedmark og Oppland fylke, representanter fra Mjøsaksjonen og de renseanleggseierne som er trukket med i dette filtreringsprosjektet i Mjøsas nedbørfelt. Lillehammer kommune vil samtidig få bedre bakgrunnsmateriale til å ta en avgjørelse på hvilken prosesskombinasjon de ønsker å benytte på Hovemoen.

I Lillehammer kommune har Flatgård vært til stor hjelp. Høgsveen har vært ansvarlig for daglig drift av filter og øvrig forsøksutstyr. Alle analyser er utført hos byveterinæren i Lillehammer. Uten disse ville det ikke vært mulig å gjennomføre forsøkene. Knut Andreas Moum fra NIVA har vært hovedansvarlig for oppfølgingen av pilotanlegget.

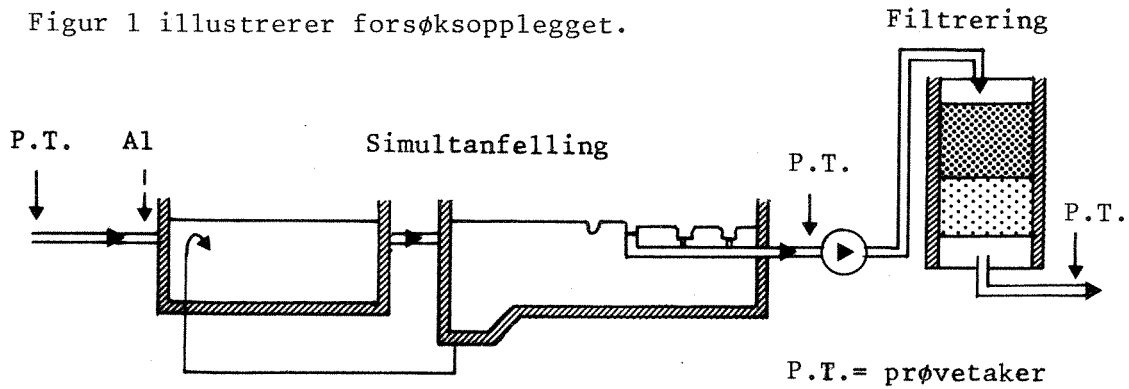
Oslo, 7. april 1978

*Eilen A. Vik*  
Eilen A. Vik

# 1. FORSØKSOPPLEGG

## 1.1 Filtreringsforsøk av simultanfelt (aluminiumsulfat) avløpsvann er utført i halvteknisk målestokk på Hovemoen rensanlegg (R1)

Figur 1 illustrerer forsøksopplegget.

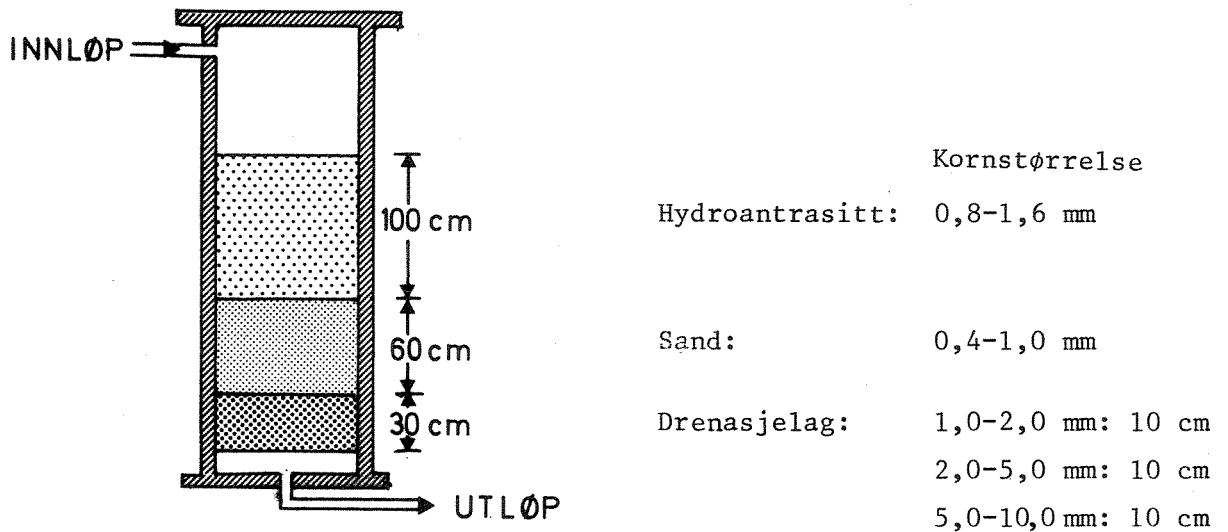


Figur 1. Filtreringsforsøk med simultanfelt (aluminiumsulfat) avløpsvann

## 1.2 Under forsøksperioden er et nedstrøms tomedia trykkfilter benyttet

Filtret som har vært benyttet, er levert av Alfsen & Gunderson A/S og er et nedstrøms tomedia trykkfilter.

Figur 2 viser oppbygningen av filtret.



Figur 2. Filtrets oppbygning

Filtret har følgende dimensjoner:

Diameter kolonne: 0,25 m

Høyde kolonne: 2,5 m

Tilbakespylingen har foregått manuelt med

- luft 50 (m/h) ~ 1 min.
- vann 35 (m/h) ~ 5 min.

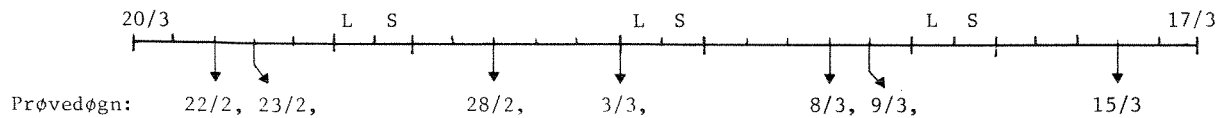
Filtret er tilbakespylt én gang pr. døgn fram til 6/3; f.o.m. 6/3 t.o.m. 17/3 er filtret tilbakespylt hvert annet døgn.

1.3 Turbiditeten er brukt som driftsparameter for filtret, mens kjemiske parametre er målt enkelte døgn. Trykktap er automatisk registrert i siste del av perioden

Turbiditeten av simultanfelt og filtrert avløpsvann er målt og skrevet kontinuerlig. Tidsstyrte magnetventiler gjorde at simultanfelt avløpsvann rant en halv time gjennom turbidimetret og filtrert avløpsvann den neste halve time.

7 prøver er tatt ut og analysert for suspendert stoff (SS), total fosfor (Tot.-P), ortofosfat (Orto-P), kjemisk oksygenforbruk (KOF) og alkalitet (Alk.).

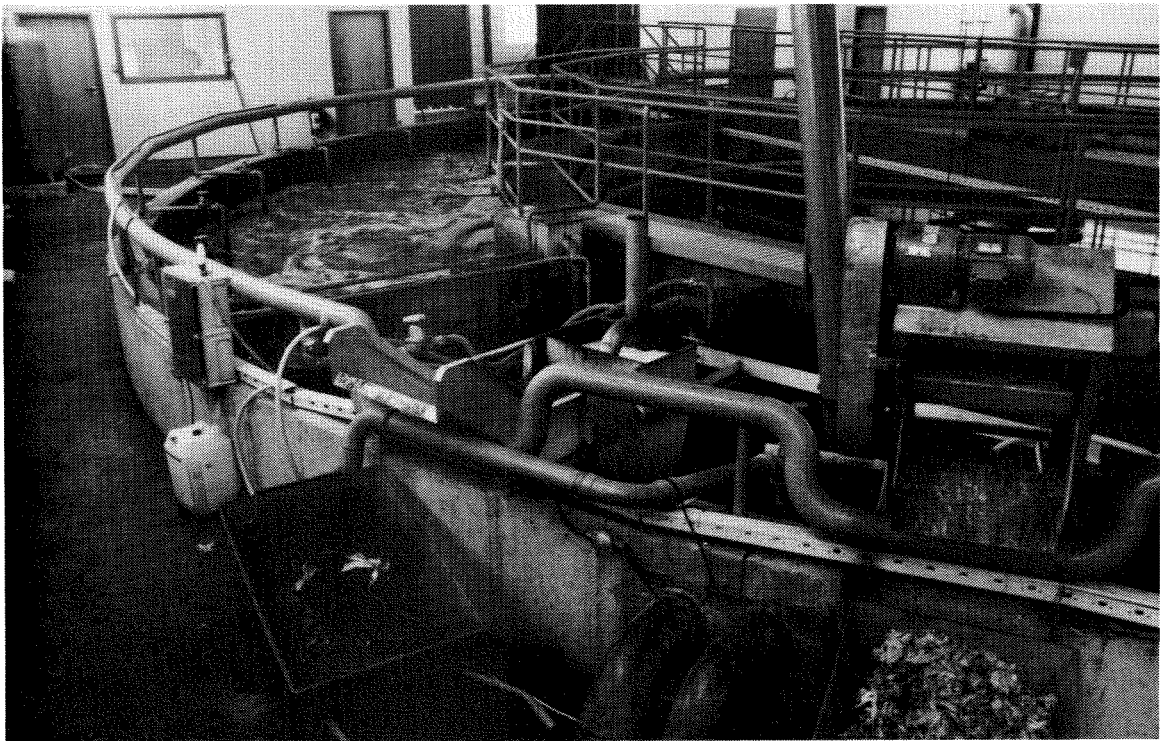
Figur 3 viser forsøksperioden med prøvedøgnene inntegnet.



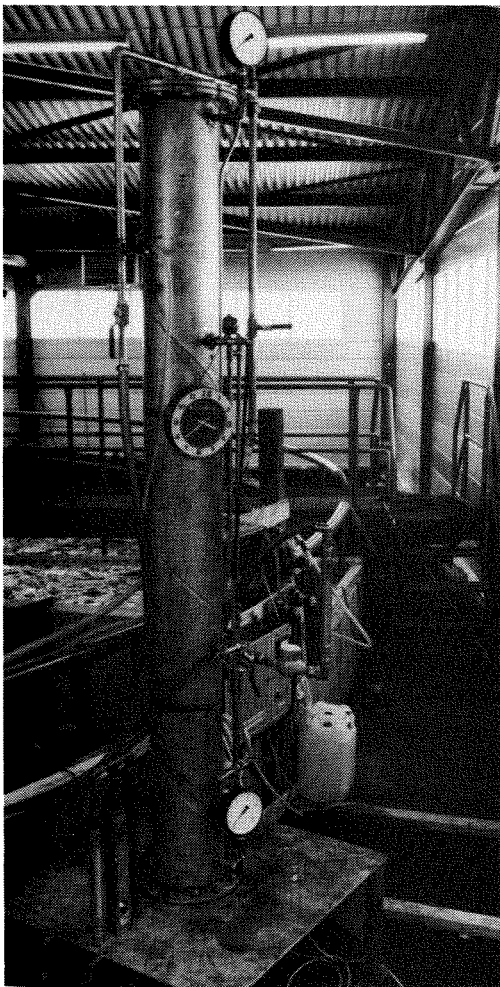
Figur 3. Forsøksperioden og aktuelle prøvedøgn

Prøve av innløpsvann og simultanfelt avløpsvann er tatt med tidsstyrt vakuumpøvetaker (Ufa 120). Prøve fra filtrert avløpsvann er tatt med tidsstyrt magnetventil.

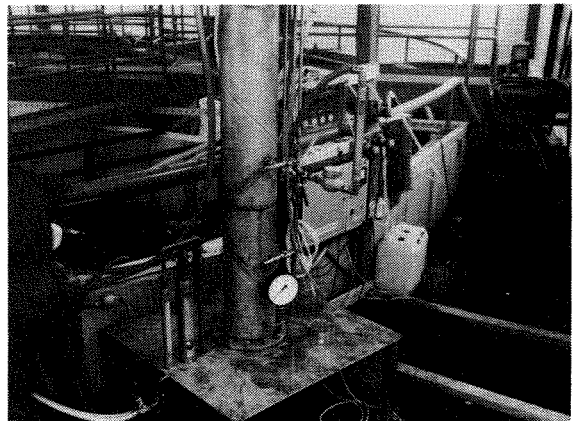
I siste del av perioden, da filtret ble kjørt to døgn før tilbakespyling, er det totale trykktapet over filtret avlest hver time ved tidsregulert fotografering av manometrene. En klokke har til enhver tid vist tidspunkt og dato. På neste side er forsøksopplegget illustrert ved hjelp av fotografier.



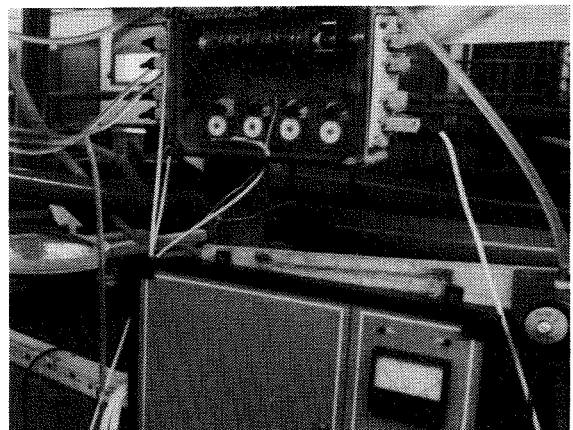
Hovemoen renseanlegg innvendig. I forgrunnen sees forbehandling og luftetank.



Pilot-filteret sees i forgrunnen. Manometer for avlesning av trykktap er plassert øverst og nederst på kolonna.



Rotameter for avlesning av luft- og vannhastighet i forbindelse med tilbakespyling er plassert til venstre for filteret.



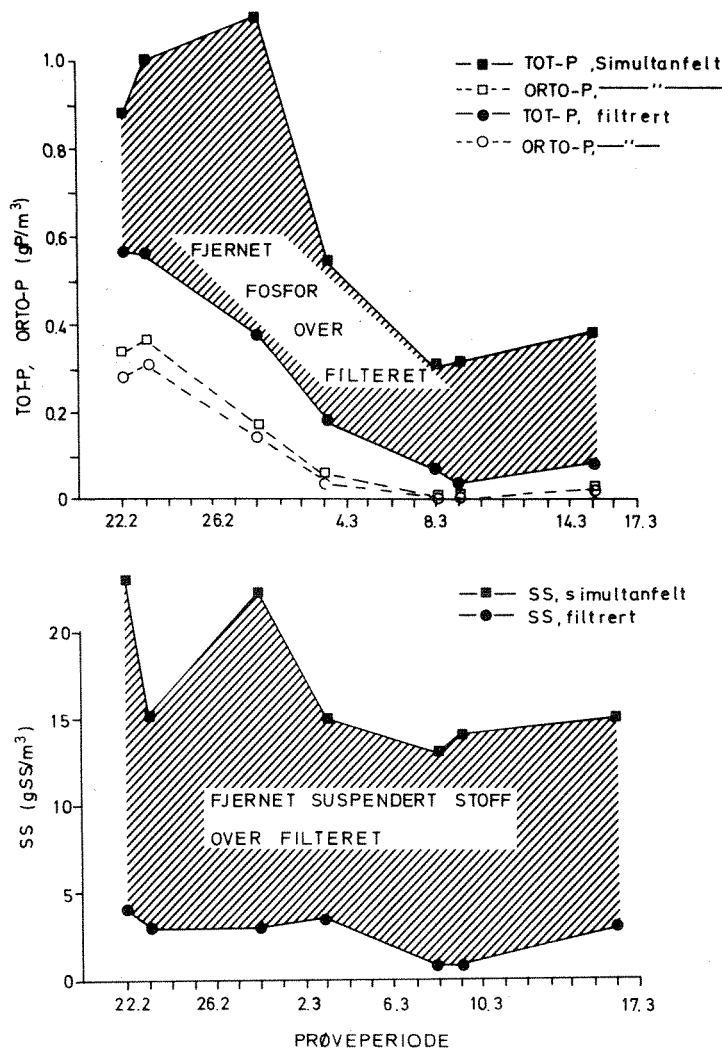
Programverk for tidsstyring av magnetventilene og turbidimeteret sees i forgrunnen.



## 2. RESULTATER

### 2.1 Filtrering gir god fjerning av partikulært materiale

Figur 4 viser fjerningen av partikulært materiale over filtret i form av fosforfjerning og suspendert stoff-fjerning. I tabell 1 er alle analyseresultatene fra forsøksperioden tabellert.



Figur 4. Fosfor- og suspendert stoff-fjerning over filtret

Tabell 1. Analyseresultater fra hele forsøksperioden

Dato	Råkloakk						Simultanfelt (Al <sup>3+</sup> )						Filtrert (tomeia)					
	SS g SS/m <sup>3</sup>	Tot.-P g P/m <sup>3</sup>	Orto-P g P/m <sup>3</sup>	KOF <sup>3</sup> g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Alk. m.ekv./l	SS g SS/m <sup>3</sup>	Tot.-P g P/m <sup>3</sup>	Orto-P g P/m <sup>3</sup>	KOF <sup>3</sup> g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Alk. m.ekv./l	Turb. FTU	SS g P/m <sup>3</sup>	Tot.-P g P/m <sup>3</sup>	Orto-P g P/m <sup>3</sup>	KOF <sup>3</sup> g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Alk. M.ekv./l	Turb. FTU	
220278	204	5,9	3,3	481	3,8	23	0,89	0,34	60	2,0	14,7	4,0	0,570	0,29	48		4,6	
230278	148	6,1	3,5	386	3,3	15	1,0	0,36	57	2,1	12,9	3,0	0,560	0,31	43		4,0	
280278	158	6,1	3,5		3,3	22	1,1	0,16		1,1	17,3	3,0	0,380	0,15		1,2	4,4 <sup>1)</sup>	
030378	383	7,0				15	0,54	0,061			8,6	3,5	0,180	0,036			3,5 <sup>2)</sup>	
080378	96	5,1	3,0	274	2,8	13	0,30	<0,005	33	0,2	9,6	1,0	0,070	<0,005	21	0,2	1,7	
090378	103	5,9	3,8	285	2,9	14	0,32	<0,005	50	0,3	10,1	1,0	0,045	<0,005	28	0,3	1,6	
150378	187	6,5	3,6	427	3,2	15	0,37	0,011	49	0,6	8,8	3,0	0,080	0,011	33	0,6	3,1	

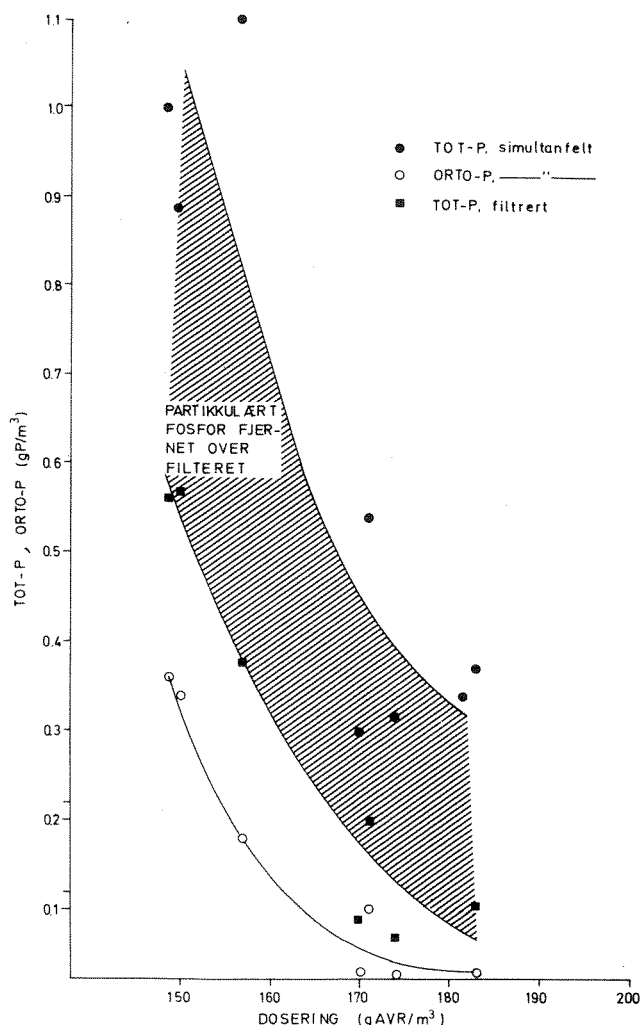
1) Antatt verdi pga. urent måleinstrument

2) Muligens for høy verdi pga. urent måleinstrument.

2.2 For å oppnå lave konsentrasjoner av fosfor ut fra filtret, er optimal felling en forutsetning.

Ved begynnelsen av forsøksperioden hadde man for lav tilsats av fellingskjemikalier i forhold til det normale. Bakgrunnen for dette var at det vannet som skulle til filtret, ble tatt ut før det var registrert på vannmåleren som igjen styrte doseringsmengden. Dette ble imidlertid rettet opp senere i forsøksperioden. Tabell 2 viser data for dosering, pH og utløpskonsentrasjoner av total fosfor og ortofosfat og filtreringshastigheten.

I figur 5 er endringen i konsentrasjonen av fosfor etter simultanfelling og etter filtrering framstilt ved en økende dosering (150-170 g AVR/m<sup>3</sup>). Av figuren ses at hvis lave utløpskonsentrasjoner m.h.p. fosfor skal oppnås, er optimal felling en forutsetning. Et filter uten tilsats av kjemikalier kan kun fjerne det materialet som foreligger i partikulær form.



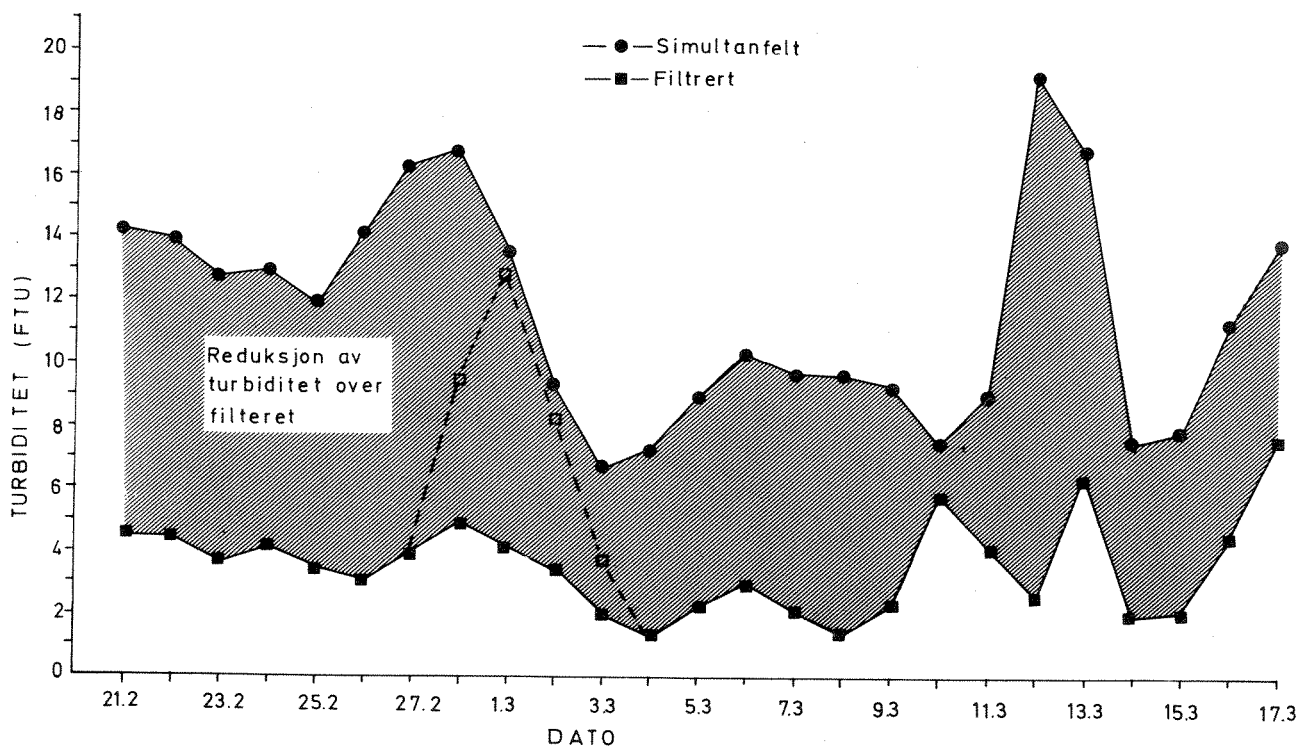
Figur 5. Fosfor fjernet over filtret som funksjon av doserte kjemikalier

Tabell 2. Fellingsbetingelser, filterbelastning og analyseresultater fra forsøksperioden

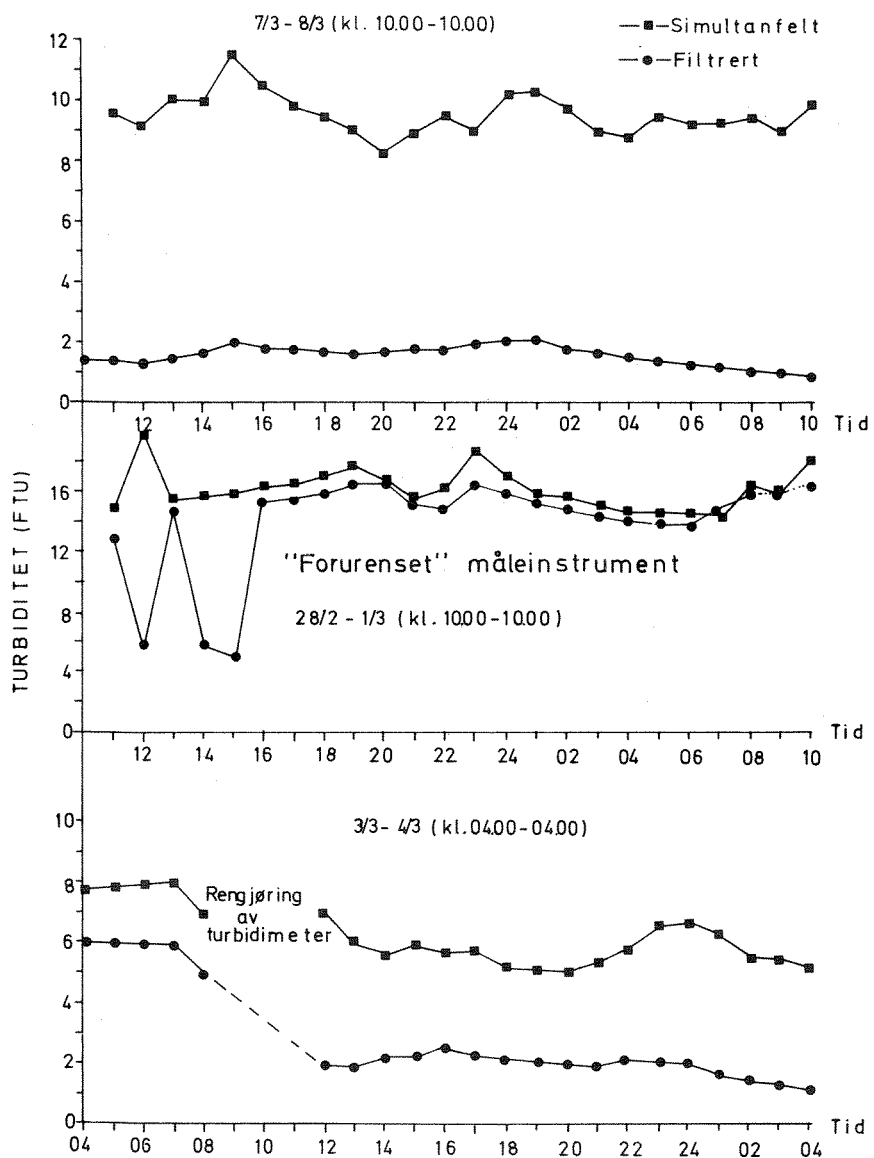
Dato	Fellingsbet.		Filtrerings- hastighet (m/h)	Utløpsvann		Tot.-P fjernet over filtret (%)
	Dosering (g AVR/m <sup>2</sup> )	pH		Orto-P <sub>3</sub> (g P/m <sup>3</sup> )	Tot.-P <sub>3</sub> (g P/m <sup>3</sup> )	
220278	149	6,5		0,29	0,37	35
230278	149	7,0	13,3	0,31	0,56	44
240278	146	7,0	16,3			
250278	154		16,0			
260278	153		13,8			
270278	154	6,8	13,4			
280278	157	6,7	14,5		0,38	
010378	164	6,4	12,2			
020378	165	6,2	14,9			
030378	171	6,6	14,4	0,036	0,18	67
040378	200		15,4			
050378	183		12,1			
060378	173	6,2	14,5			
070378	183	6,1	13,4			
080378	174	6,3	10,9	<0,005	0,07	77
090378	175	6,1	10,9	<0,005	0,045	86
100378	177	5,9	12,2			
110378		6,0	10,2			
120378		5,5	13,6			
130378	183	6,0	10,6			
140378	184	6,4	9,8			
150378	183	6,3	12,0	0,011	0,080	78
160378		6,6	10,5			
170378	163	6,6	12,6			

2.3 Turbiditeten er et egnet driftsparameter ved filtrering av avløpsvann.

I figur 6 er turbiditeten (middelverdien over døgnet) framstilt for hele forsøksperioden. Turbiditeten forteller om avløpsvannets innhold av partikler og viser god sammenheng med suspendert stoff. F.o.m. 28/2 t.o.m. 3/3 har turbiditetsverdiene for filtrert vann vist for høye verdier (--□-- i figuren), dette skyldes urent måleinstrument. Dette er vist i figur 7; der turbiditeten for et måledøgn med rent instrument, et måledøgn der instrumentet blir "forurenset" og et måledøgn der turbidimetret blir rengjort, er framstilt.

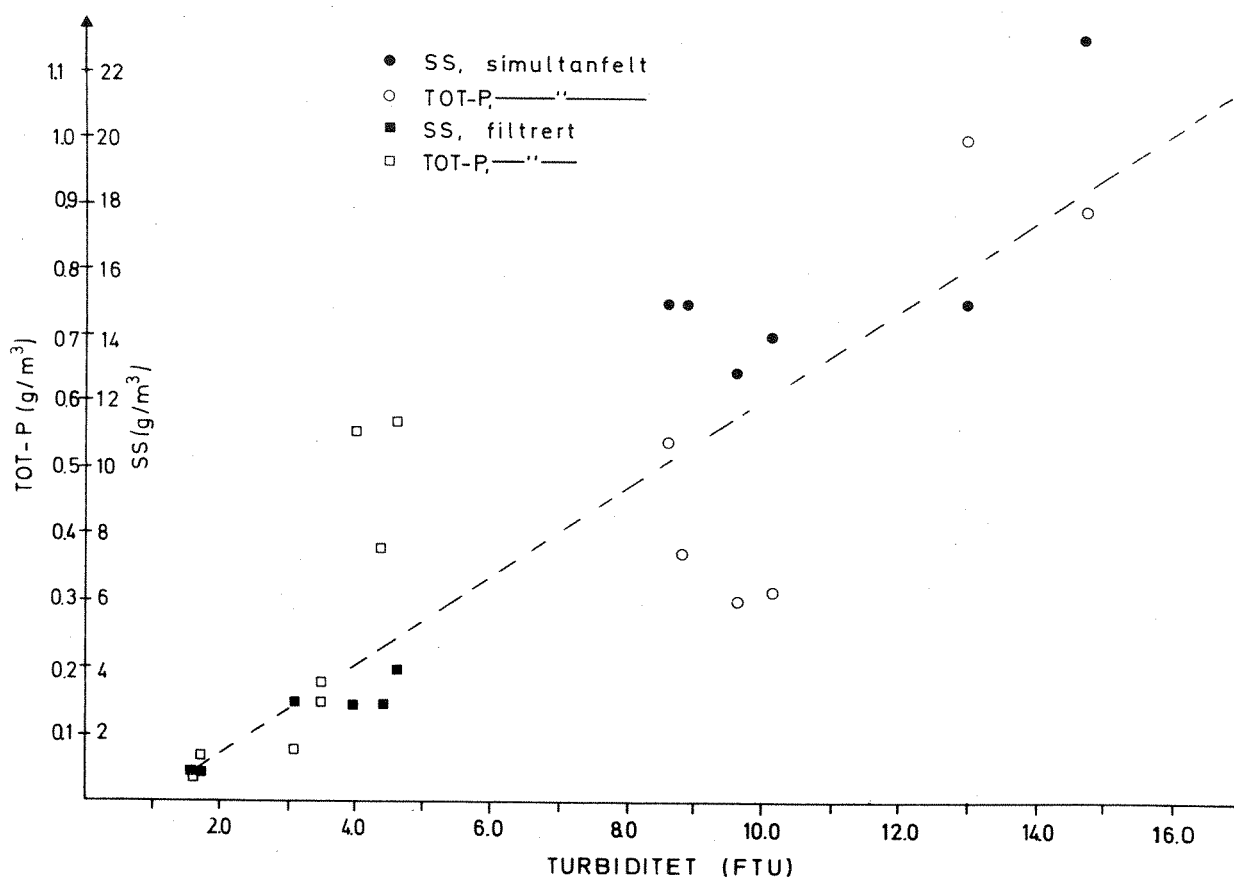


Figur 6. Reduksjonen i turbiditet (middelverdier over døgnet) over filtret i hele forsøksperioden



Figur 7. Turbiditetsreduksjonen over døgnet. Øverste del viser et døgnet med rengjort måleinstrument. Midterste del viser et døgnet med "forurenset" instrument. Nederste del viser det døgnet der instrumentet blir rengjort.

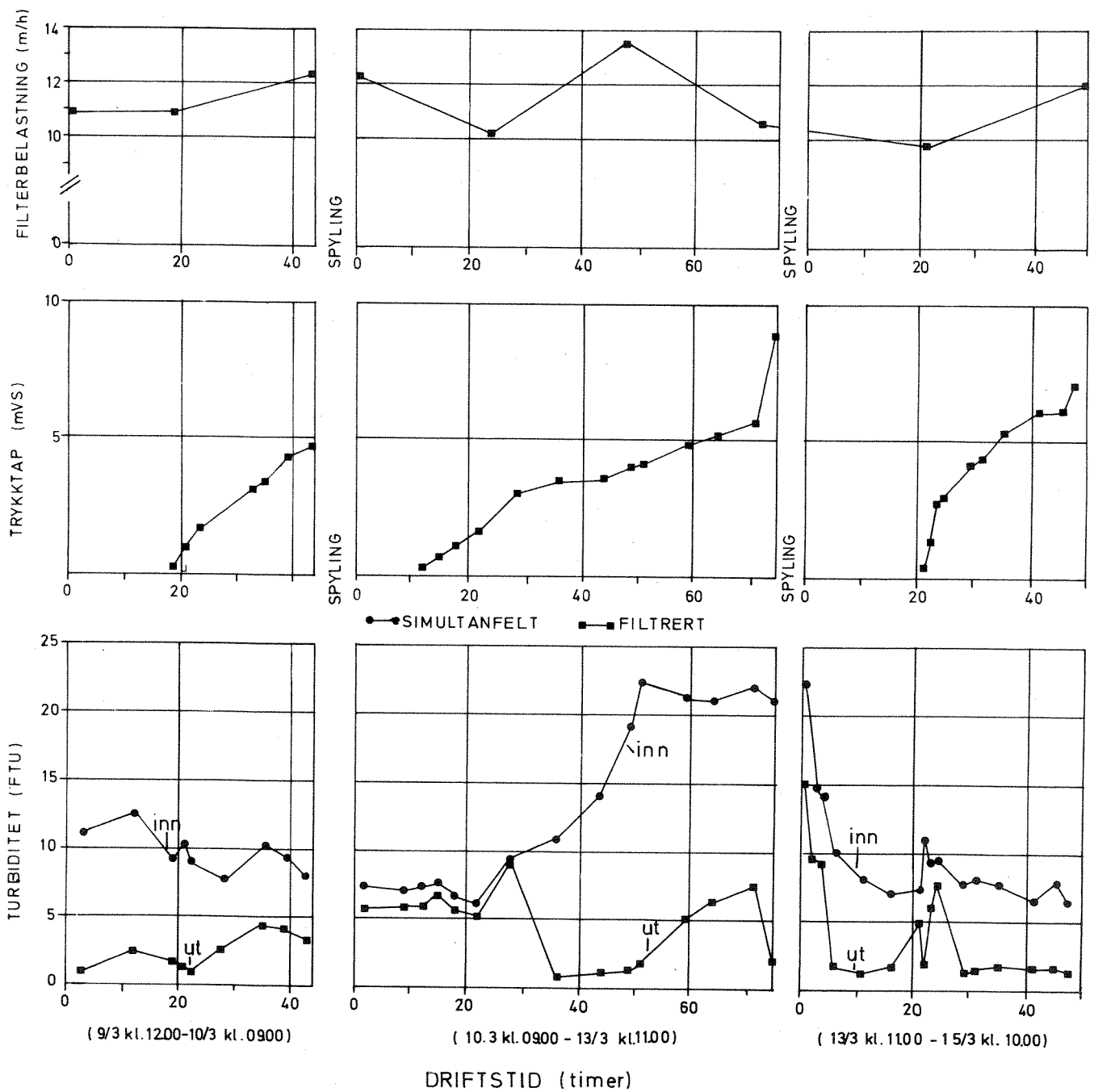
Sammenhengen mellom turbiditeten (turb.), suspendert stoff (SS) og total fosfor (Tot.-P) er framstilt i figur 8. Sammenhengen mellom suspendert stoff og turbiditet synes å være god, mens sammenhengen mellom total fosfor og turbiditet er avhengig av hvor stor del av fosforen som foreligger i løst form (Orto-P) og hvor stor del som er partikulært materiale.



Figur 8. Sammenhengen mellom turbiditet, suspendert stoff og total fosfor

2.4 Filtrets driftstid ser ut til å kunne bli over et døgn selv ved relativt høye filtreringshastigheter. Kun oppfølging av fullskala-filter over lenger tid vil kunne gi nødvendig erfaring på dette området

I figur 9 er trykktapsoppbyggingen for de tre siste filtreringscyklusene framstilt. Av figuren ser man at trykktapsoppbyggingen i syklus 1 først starter etter 18 timer, i syklus 2 etter 12 timer og i syklus 3 etter 21 timer. Bakgrunnen for dette kan være effektiv rengjøring av filtret og god dybdefiltrering eller lave filterbelastninger (lave innløpskonsentrasjoner av suspendert stoff) og eventuelt filtergjennombrudd. Pga. relativt kort forsøksperiode og relativt mye veggeffekter (liten filterdiameter) vil kun oppfølging av fullskala-filter over lengre tid kunne gi nødvendig driftserfaring angående driftstiden.



Figur 9. Trykktapsoppbyggingen over filtret sammenholdt med turbiditet på innløp- og utløpsvann og filterbelastning



### 3. KONKLUSJON

3.1 Filtrering av simultanfelt avløpsvann fra Hovemoen renseanlegg vil kunne gi utløpskonsentrasjoner m.h.p. fosfor på ca. 0,1 g P/m<sup>3</sup> hvis fellingsbetingelsene er de samme som for november, desember 1977 og januar, februar 1978.

Månedresultatene fra november og desember 1977 og januar og februar 1978, se tabell 3, tyder på at simultanfellingsanlegget har hatt optimale fellingsbetingelser i perioden. Utløpskonsentrasjonene fra simultanfellingene m.h.p. ortofosfat, har vært av samme størrelsesorden som ved de tre siste analysene fra forsøksperioden. Disse viser at total fosfor ut fra filtret har vært mindre enn 0,1 g P/m<sup>3</sup>.

Tabell 3. Månedresultater av utløpsvann fra Hovemoen i november, desember 1977 og januar, februar 1978

	SIMULTANFELT AVLØPSVANN	
	Tot.-P (g P/m <sup>3</sup> )	Orto-P (g P/m <sup>3</sup> )
November 1977	0,82	< 0,005
Desember 1977	0,38	0,036
Januar 1978	0,29	0,025
Februar 1978	0,38	0,080