

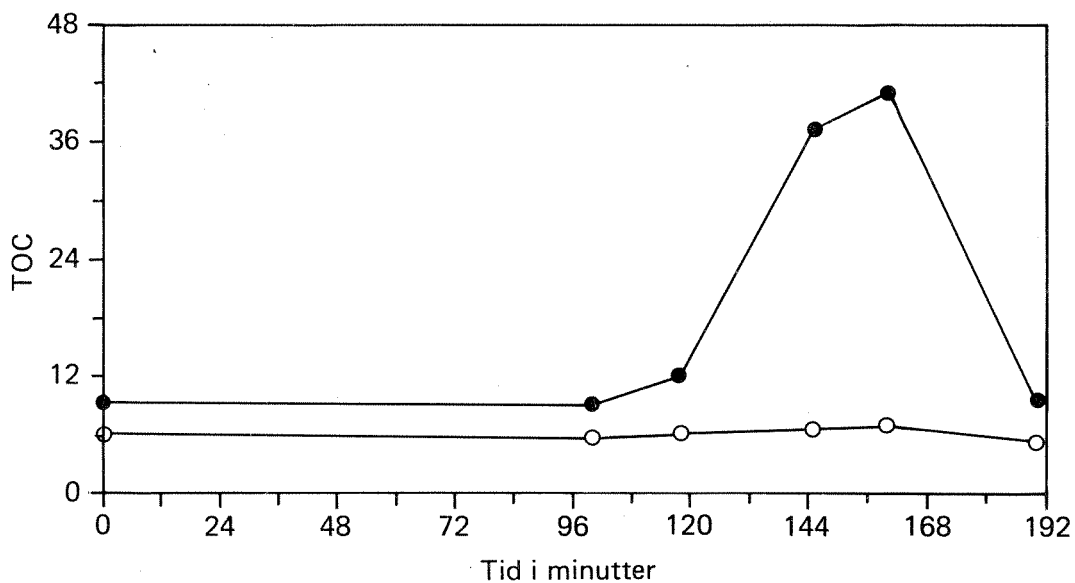
NIVA's  
siste exemplar  
UTLÅN



# RAPPORT 2087

0-87106

## Renseeffekter av avløpsvann fra settefiskanlegg med ALGAS Microfilter



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen  
Breiviken 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.: 0-87106
Undernummer:
Løpenummer: 2059
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Rensing av avløpsvann fra settefiskanlegg med Algas Microfilter. VA-20/87	Dato: Oktober 1987
	Prosjektnummer: 0-87106
Forfatter (e):  Jens Arne Ohren	Faggruppe: Akvakultur
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag): 38

Oppdragsgiver:  Algas	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
-----------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:

Rensing av avløpsvann fra settefiskanlegg er foretatt med Algas Microfilter. Under vanlig drift var avløpsvannets innhold av suspendert stoff, TOC, total nitrogen og total fosfor lavt. Renseeffektene var følgelig også lave. Ved vask av fiskekarene i settefiskanlegget økte ovennevnte innhold av forurensninger i avløpsvannet betydelig. Renseeffektene gjennom silen økte også betydelig.

4 emneord, norske:

1. Settefiskanlegg
2. Avløpsvann
3. Forsyningsvann
4. Rensing  
VA-20/87

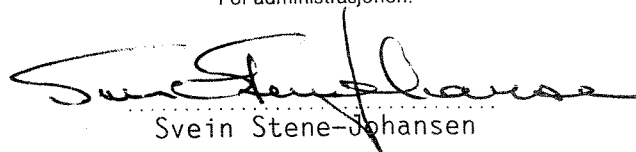
4 emneord, engelske:

1. Fish farm
2. Effluent
3. Water supply
4. Treatment

Prosjektleder:

For administrasjonen:

  
Jens Arne Ohren

  
Svein Stene-Johansen

  
Børn Braaten

ISBN - 82-577-1317-1

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

OSLO

O-87106

RENSEEFFEKTER AV AVLØPSVANN FRA SETTEFISKANLEGG  
MED ALGAS MICROFILTER.

Oslo, oktober 1987

Prosjektleder: Jens Arne Ohren.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
1. SAMMENDRAG	4
2. INNLEDNING	7
3. BESKRIVELSE AV RENSEPROESSEN	8
4. FORSØK MED AVLØPSVANN FRA SETTEFISKANLEGG	9
5. FORSØK MED INNTAKSVANN	32
6. INSTALLASJON AV ALGAS MICROFILTER	38
7. KONKLUSJON	39

## FORORD

I brev av 2. januar og 22. mai 1987 er NIVA engasjert av ALGAS for å undersøke ALGAS Microfilters evne til rensing av avløpsvann fra settefiskanlegg samt en enkel undersøkelse av for rensing av innløpsvann.

Undersøkelsen er gjennomført ved settefiskanlegget til Oslomarka fiskeadministrasjon i Oslo.

Tilrigging og nedmontering av Microfilteret er utført av representanter fra Algas.

Gjennomføring av undersøkelsen, databearbeidingen av resultatene og rapporteringen er utført av undertegnede.

Driftsleder Bjørn Hansen ved settefiskanlegget har vært meget behjelpelig både under forberedelsene og gjennomføringen av undersøkelsen.

Jens Arne Ohren

## 1. SAMMENDRAG

Avløpsvann fra settefiskanlegg kan være betydelig forurenset. Forurensningene stammer hovedsakelig fra forrester og ekskrementer fra fisken og i noen grad fra råvannet til settefiskanlegget. I noen grad foreligger disse forurensningene som partikulært materiale.

I gjennomstrømningsanlegg benyttes store vannmengder, som gjør vanlige rensemetoder svært kostbare. Mikrosiler kan derfor være et kosnadseffektivt alternativ til mer konvensjonelle metoder.

Algas Microfilter er en roterende mikrosil som i disse forsøkene har en duk med maskevidde på 20  $\mu\text{m}$ . Duken spyles kontinuerlig med rensset vann. Microfilteret ble benyttet for rensning av avløpsvann fra OFA's settefiskanlegg i Sørkedalen i Oslo.

Renseeffekter for Microfilteret ble målt ved vanlig drift (uten vask) og med vask av fiskekarene.

### RESULTATER FRA FORSØKENE MED VANLIG DRIFT AV SETTEFISKANLEGGET (UTEN VASK AV KARENE):

To forsøk er gjennomført med vanlig drift av settefiskanlegget (uten vask av fiskekarene). I forsøk 1 er fiskekarene vasket en dag før forsøkene tar til, mens det i forsøk 2 er gått hele 14 dager siden forrige vask.

Vannføringen gjennom silen er jevn 400 l/min, mens spylevannsførbruket vanligvis er ca. 16 l/min og utgjør ca 4 prosent. I kortere perioder reduseres spylevannsførbruket helt ned til 3.6 l/min uten merkbare reduksjoner i renseeffektene. Dette spylevannsførbruket utgjør bare 0.9 prosent av vannstrømmen gjennom Microfilteret.

Generelt er innholdet av fosfor, total nitrogen og total fosfor svært lavt i urensset vann.

I første forsøk er gjennomsnittlig innhold av suspendert stoff i urensset vann ca. 2.5 mg SS/l, som reduseres til 0.7 mg SS/l gjennom Microfilteret. Gjennomsnittlig renseeffekt er dermed ca. 70 prosent i forsøk 1 og 25 prosent i forsøk 2.

Gjennomsnittlig innhold av TOC i første forsøk er 5.4 mg pr. liter som reduseres til 5.3 mg gjennom silen. Renseeffekten er dermed bare ca. 1 prosent. I annet forsøk er renseeffektene like lave. Forklaringen på denne lave renseeffekten er tilførselsvannets innhold av hele 5 mg TOC pr. liter, som hovedsakelig er oppløste humusforbindelser og dermed vanskelig å avskille i en sil.

I første forsøk er gjennomsnittlig innhold av total nitrogen i urensset vann 500 ug N/l som reduseres til 470 ug N/l gjennom Microfilteret. Den gjennomsnittlige renseeffekten er dermed bare 5 prosent. Innholdet av totalnitrogen i urensset vann er relativt lavt og bare ca 50 prosent høyere enn innholdet i tilførselsvannet til settefiskanlegget. I forsøk 2 er renseeffektene små.

Gjennomsnittsinholdet av totalfosfor er 26 ug P/l i urensset vann i forsøk 1 som reduseres til 18 ug P/l i rensset vann. Renseeffekten er dermed ca. 30 prosent. I store deler av forsøket er renseeffektene langt lavere.

#### MED VASK AV KARENE ER TO FORSØK GJENNOMFØRT:

I første forsøk er nærmere 14 dager gått siden forrige vask av karene, mens de i andre forsøk vaskes 4 dager før start av forsøkene.

Vannstrømmen gjennom anlegget varierer mellom 400 og 630 l/min, mens spylevannsforbruket er jevnt 16 l/min. Spylevannforbruket utgjør derved mellom 2.5 og 4 prosent av vannstrømmen gjennom anlegget.

I forsøk 1 øker innholdet av suspendert stoff i urensset vann fra gjennomsnittlig 1.5 til 133 mg SS/l ved vask av karene. Gjennom silen reduseres innholdet til 13 mg SS/l, som tilsvarer renseeffekter på 93 prosent. I forsøk 2 reduseres innholdet gjennom silen fra gjennomsnittlig 107 til 3.5 mg SS/l, som tilsvarer renseeffekter på 97 prosent.

Ved vask i forsøk 1 øker TOC-innholdet fra 5.1 til 20.5 mg/l i urensset vann og reduseres videre til 10.8 mg/l i rensset vann. Reduksjonen tilsvarer renseeffekter på 48 prosent. I forsøk 2 øker innholdet i råvannet fra 5 til 25 mg/l ved vask av karene. Gjennom Microfilteret reduseres videre innholdet til 6.4 mg/l, som tilsvarer gjennomsnittlig renseeffekter på 75 prosent. Som nevnt ovenfor er TOC-innholdet i tilførselsvannet hovedsakelig humus som er oppløst i vannet og derved vanskelig å avskille i Microfilteret.

Innholdet av totalnitrogen øker fra 330 i tilførselsvann til 3800 ug N/l i urensset vann ved vask av karene. Gjennom Microfilteret reduseres videre innholdet til ca. 1400 ug N/l, som tilsvarer renseeffekter på 64 prosent. I forsøk 2 øker innholdet i urensset vann fra 320 ug N/l til gjennomsnittlig 10.6 mg N/l ved vask av karene. I rensset vann reduseres innholdet til gjennomsnittlig 720 ug N/l, som tilsvarer en renseeffekt på 93 prosent.

I forsøk 1 øker innholdet av total fosfor under vask av karene fra 5 ug P/l i tilførselsvannet til en gjennomsnittsverdi på ca 1 mg P/l i urensset vann. I rensset vann reduseres gjennomsnittsinholdet til 225 ug N/l, som tilsvarer renseeffekter på 78 prosent. Ved vask av karene i forsøk 2 øker innholdet fra 5 ug P/l i tilførselsvannet til 2.1 mg P/l i urensset vann. Gjennom Microfilteret reduseres videre innholdet til 100 ug P/l, som tilsvarer renseeffekter på 95 prosent.

#### FORSØK MED FJERNING AV PARTIKULÆRT MATERIALE AV FORSYNINGSVANN:

Forsøk er også gjennomført med fjerning av partikulært materiale i tilførselsvann til anlegget, som tas fra Sørkedalselva. Ved små slamføringer oppnås reduksjoner i turbiditet på 11 prosent. Ved kunstig økning av partikkelinnholdet økes renseeffektene. Resultatene er imidlertid nært knyttet til elvas vannkvalitet og kan vanskelig generaliseres.

#### HOVEDKONKLUSJON AV RESULTATENE MED AVLØPSVANN:

VED VANLIG DRIFT AV ANLEGGET ER FORURENSNINGENE I AVLØPSVANNET LAVE OG DE PROSENTVISE RENSEEFFEKTENE TILSVARENDE. UNDER VASK AV KARENE ER FORURENSNINGENE OG DE PROSENTVISE RENSEEFFEKTENE STORE.



## 2. INNLEDNING.

Avløpsvann fra settefiskanlegg kan være betydelig forurenset. Forurensningene stammer hovedsakelig fra forrester og ekskrementer fra fisk og i noen grad fra inntaksvannet. P.g.a. de store vannmengder som vanligvis benyttes i settefiskanlegg er konvensjonelle rensemetoder kostbare. Mer kosteffektive rensemetoder er derfor viktig for at næringa ikke skal belastes for sterkt økonomisk, og samtidig ikke påføre resipientene for vann uakseptable forurensninger.

Ulike varianter av Microsiler er benyttet i en årrekke innen vannbehandling og industrirensing for fjerning av partikulært materiale. Den tradisjonelle forurensningen fra settefiskanlegg foreligger i stor grad i partikulær form. Mikrosiler kan derfor også være interessante for rensing av avløpsvann fra settefiskanlegg. Dette var bakgrunnen for forsøk med Algas Microfilter for rensing av avløpsvann fra settefiskanlegg.

Råvannet som benyttes ved mange settefiskanlegg kan periodevis ha høyt innhold av partikulært materiale, fremmedfisk, parasitter m.v. Partiklene kan sedimentere i ledninger, basseng og fiskekar og skape driftsproblemer og forverret vannkvalitet. Parasitter og fremmedfisk i inntaksvannet kan innebære sykdomsrisiko for settefisk. Enkle undersøkelser av Microfilteret for fjerning av partikler i råvann var derfor også interessante å gjennomføre.

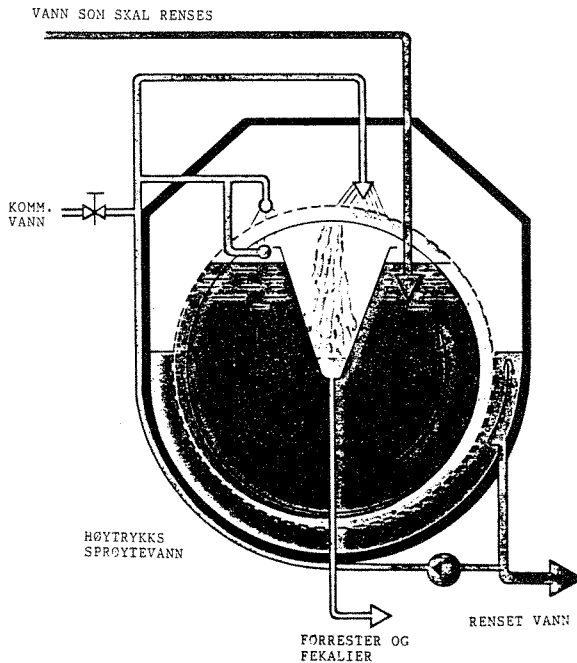
### 3. BESKRIVELSE AV RENSEPROSESSEN.

Figur 1 viser en prinsippskisse for Algas Microfilter.

Urenset vann føres med selvføll inn i en innløpskasse på Microfilterets kortende og videre inn i en roterende trommel. På trommelen er en silduk av polyester montert, ca. 75 prosent neddykket i vann. Urenset vann føres inn i trommelen, passerer gjennom silduken og ut av anlegget. Partikulært materiale holdes tilbake på innsiden av silduken. Mens trommelen roterer sakte, spyles silduken med vann fra dyser plassert over trommelen. Fast-sittende partikler på silduken spyles ned i en renne plassert over vannivået inne i trommelen. Etterspyling av duken skjer i tillegg på ut- og innsiden av duken. Spylevannet fra denne spyling føres til urenset vann. Spylevannet fra alle spylepunktene tas fra rensset vann.

Trommelens rotasjonshastighet og spylevannsforbruk kan reguleres etter behov. Normalt er rotasjonshastigheten 1 o/min, men kan økes til 3-4 o/min ved f.eks. økte forurensningsbelastninger.

Silens bruttoareal er 4.2 m<sup>2</sup>, og dukens maskevidde er 20 um. Totalt lysareal utgjør ca. 16 prosent av silens bruttoareal.



Figur 1. Prinsippskisse av Algas Microfilter.

## 4. FORSØK MED AVLØPSVANN FRA SETTEFISKANLEGG.

Til disse forsøkene benyttes avløpsvann fra settefiskanlegget til Oslomarka Fiskeadministrasjon i Sørkedalen i Oslo. Vannet til settefiskanlegget pumpes opp fra Sørkedalselva, luftes og ledes gjennom fiskekarene.

Avløpsvannet fra hele innendørsanlegget ledes med selvføll gjennom Microfilteret. Vannprøver uttas fra innløpskammeret til Microsilen umiddelbart etter at avløpsvannet har passert silduken. Prøvene er analysert ved NIVA.

4.1. fiskemengde i anlegget.

Under forsøket var følgende fiskemengde i anlegget:

<u>Art</u>	<u>Alder</u>	<u>Antall</u>	<u>Sn.vekt i g</u>	<u>Totalvekt i kg</u>
Regnbue- ørret	1-årig	20000	30	600
Regnbue- ørret	2-årig	2000	100	200
Ørret	1-årig	20000	5	100
Ørret	2-årig	5000	30	150
Laks	0-årig	50000	0.7	35
Laks	1-årig	5000	10	50
Bekkerøye	2-årig	500	80	40
<hr/>				
TOTALT				1175

#### 4.2. Foring i anlegget.

Under forsøkene var foringen følgende:

<u>Fortype</u>	<u>Formengde i kg pr. dag.</u>
Ewos 2 g	0.8
Ewos 3 g	2.5
Ewos 4 g	13
Ewos 2.5 p	0.8
Ewos 4.0 p	3.0
<hr/> TOTALT	<hr/> 20.1

g er granulert for, mens p er pelletert for.

I gjennomsnitt var foringen ca. 1.7 prosent av fiskens vekt. Denne foringen er lav p.g.a. den lave vanntemperaturen under forsøkene.

Totalt er 3 forsøk med avløpsvann gjennomført. Ett av forsøkene skjer med vanlig drift og uten vask av karene. I to av forsøkene forekommer vask av samtlige kar i settefiskanlegget.

#### 4.3. Vanlig drift av settefiskanlegget (uten vask av karene).

Dagen før start av disse forsøkene vaskes fiskekarene i settefiskanlegget, men disse forsøkene gjennomføres uten vask av karene.

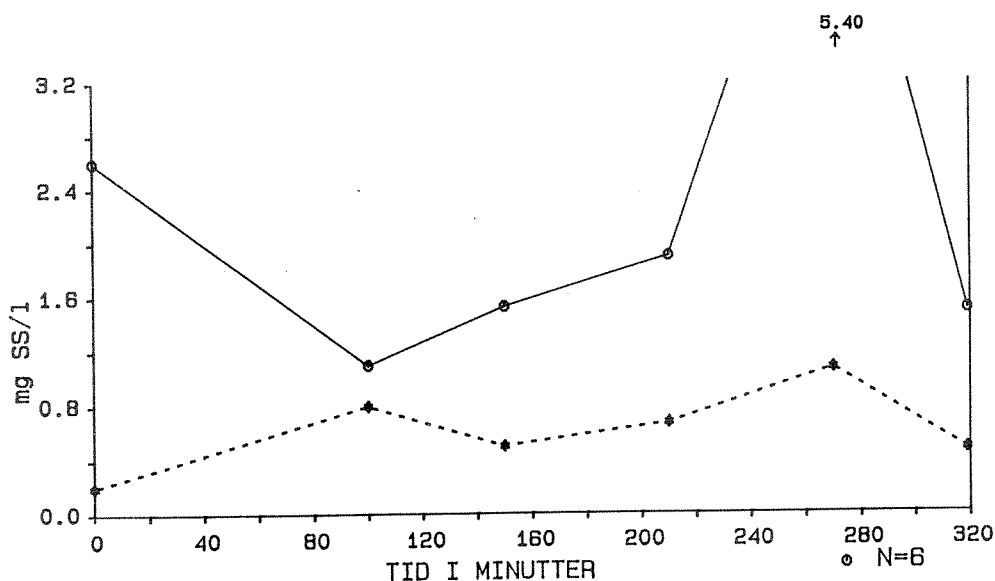
Vannføringen gjennom anlegget er konstant ca. 400 l/min under hele forsøket. Spylevannsforbruket ligger jevnt på 16.5 l/min, og utgjør ca 4 prosent av vannstrømmen gjennom anlegget. Helt på slutten av forsøket reduseres spylevannsforbruket til 3.6 l/min, og utgjør da bare 0.9 prosent av vannføringen gjennom anlegget.

## 4.3.1. Suspendert stoff.

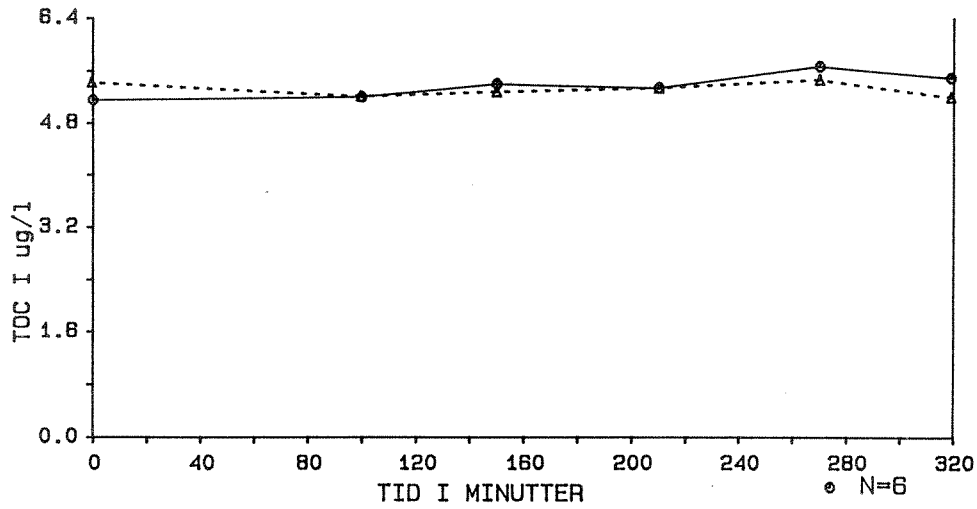
Turbiditet i tilførselsvann:	1.2 FTU
Høyeste innhold i urensset vann:	5.4 mg SS/l
Laveste innhold i urensset vann:	1.1 mg SS/l
Middelinnhold i urensset vann:	2.5 mg SS/l
Høyeste innhold i rensset vann:	1.1 mg SS/l
Laveste innhold i rensset vann:	0.2 mg SS/l
Middelinnhold i rensset vann:	0.75 mg SS/l
Høyeste renseeffekt:	80 %
Laveste renseeffekt:	27 %
Gjennomsnittlig renseeffekt:	70 %

Figur 2 viser innholdet av suspendert stoff i urensset og rensset vann.

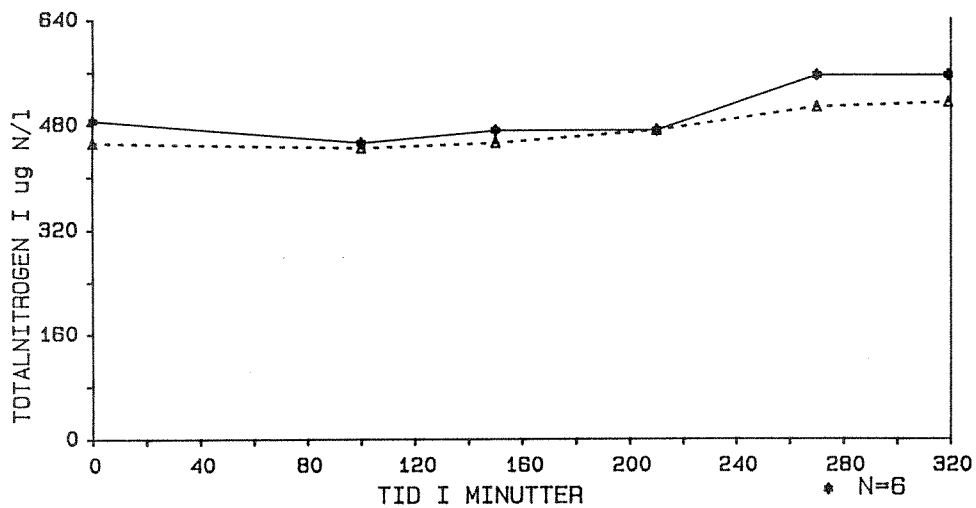
Innholdet av suspendert stoff i urensset vann er generelt svært lavt. Likevel avskilles prosentvis store mengder gjennom Microfilteret. Renseeffektene når opp i et maksimalnivå på 80 prosent og har en gjennomsnittsverdi på hele 70 prosent.



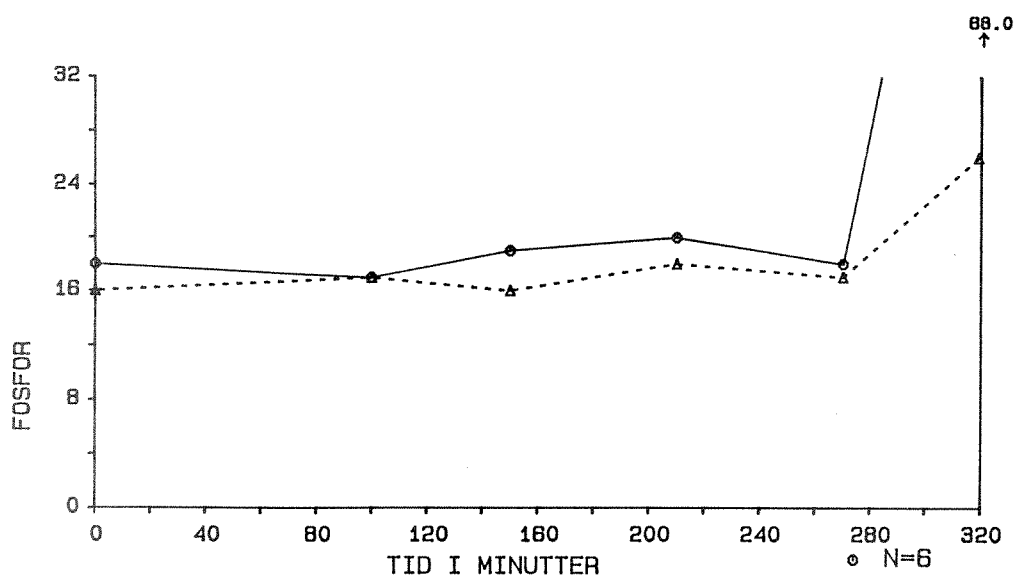
Figur 2. Innholdet av suspendert i mg SS/l i urensset og rensset vann (uten vask).



Figur 3. Innholdet av TOC i mg/l i renset og urenset vann (uten vask).



Figur 4. Innhold av nitrogen i ug N/l i renset og urenset vann (uten vask).



Figur 5. Innhold av fosfor i ug P/l i renset og urenset vann (uten vask).

#### 4.3.2. Totalt organisk stoff.

Figur 3 viser innholdet av TOC i urenset og renset vann.

Innhold i inntaksvann:	5 mg/l
Høyeste innhold i urenset vann:	5.7 mg/l
Laveste innhold i urenset vann:	5.2 mg/l
Høyeste innhold i renset vann:	5.5 mg/l
Laveste innhold i renset vann:	5.2 mg/l
Laveste renseeffekt:	-5 %
Høyeste renseeffekt:	4 %
Gjennomsnittlig renseeffekt:	1 %
Gjennomsnittlig økning gjennom fiskekarene:	7.5 %

Resultatene domineres av et høyt innhold av TOC i inntaksvannet til settefiskanlegget. Dette skyldes hovedsakelig humus. Humus er oppløst i vannet og avskilles ikke gjennom en sil. Økningen av TOC gjennom fikekarene er videre liten og avskillingen gjennom Microsilen er derfor meget begrenset. Innholdet av TOC i rensset vann ligger av den grunn bare ubetydelig over innholdet i inntaksvannet.

#### 4.3.3. Total nitrogen.

Innhold i inntaksvann:	340 ug N/l
Høyeste innhold i urensset vann:	550 ug N/l
Laveste innhold i urensset vann:	450 ug N/l
Høyeste innhold i rensset vann:	510 ug N/l
Laveste innhold i rensset vann:	440 ug N/l
Laveste renseeffekt:	0
Høyeste renseeffekt:	9 %
Gjennomsnittlig renseeffekt:	5 %
Gjennomsnittlig økning gjennom fiskekarene:	32 %

Figur 4 viser innholdet av total nitrogen i rensset og urensset vann. Innholdet av total nitrogen øker bare vel 30 prosent gjennom anlegget og verdiene i urensset vann er lave. Gjennom Microfilteret oppnås renseeffekter på 0 - 9 prosent.

#### 4.3.4. Totalfosfor.

Innhold i inntaksvann:	4 ug P/l
Høyeste innhold i urensset vann:	68 ug P/l
Laveste innhold i urensset vann:	17 ug P/l
Høyeste innhold i rensset vann:	26 ug P/l
Laveste innhold i rensset vann:	16 ug P/l
Høyeste renseeffekt:	61 %
Laveste renseeffekt:	0
Gjennomsnittlig renseeffekt:	31 %
Gjennomsnittlig økning gjennom fiskekarene:	670 %



Figur 5 viser innholdet av fosfor i rensset og urensset vann. Resultatene domineres av den kraftige toppen helt på slutten av forsøket. Denne toppen er vanskelig å forklare sikkert. De øvrige verdiene ligger mellom 17 og 20 ug P/l i urensset vann og 16 og 18 ug P/l i rensset vann. Avskillingen i denne perioden er dermed liten, selv om de gjennomsnittlige renseeffekter for hele forsøket er 31 % .

Økningen av total fosfor gjennom fiskekarene er hele 670 prosent. Likevel er innholdet i urensset vann svært lavt og ikke høyere enn innholdet i mange noe forurensede kilder. Uventet er derfor ikke den lave avskillingen i store deler av forsøket.

#### 4.4. Forsøk før og under vask av fiskekarene.

Før start av dette forsøket er ikke fiskekarene vasket på nærmere 14 dager. En god del forrester og ekskrementer ligger derfor i bunnen av karene. I de første 75 minuttene av forsøket drives anlegget helt normalt. 75 minutter ute i forsøket starter vask av karene, som varer 135 minutter ut i forsøket.

Fordi forurensningene i urensset vann øker betydelig under vask er resultatene før vask også presentert med forstørret skala. Figurene 6, 8, 10 og 12 er derfor forstørrede utgaver av første del av henholdsvis kurvene 7, 9, 11 og 13.

Vannføringen gjennom anlegget og spylevannsforbruk er henholdsvis 400 og 16.5 l/min, som i forrige forsøk. Spylevannsforbruket utgjør derved ca 4 prosent av vannføringen gjennom anlegget.

Vanntemperaturen er ca. 2 °C i begynnelsen av forsøket og øker til ca. 5 °C mot slutten av forsøket.

I de tabellariske framstillingene i dette underkapittelet medtas kun resultatene fra perioden med vask.

## 4.4.1. Suspendert stoff.

Resultater av suspendert stoff fra vask av karene:

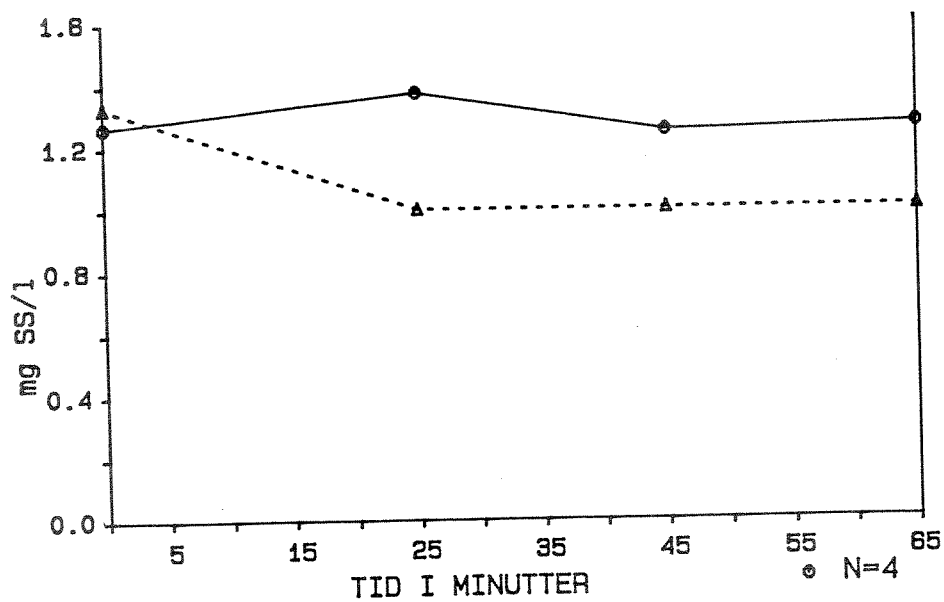
Turbiditet i tilførselsvann til anlegget:	1.0 FTU.
Høyeste innhold i urensset vann:	345 mg SS/l
Laveste innhold i urensset vann:	40 mg SS/l
Middelverdi i urensset vann:	133 mg SS/l
Høyeste innhold i rensset vann:	18 mg SS/l
Laveste innhold i rensset vann:	8.1 mg SS/l
Middelverdi i rensset vann:	12.8 mg SS/l
Høyeste renseeffekt:	95 %
Laveste renseeffekt:	61 %
Gjennomsnittlig renseeffekt:	93 %

Figur 6 viser innholdet av suspendert stoff for rensset og urensset vann før vask av karene.

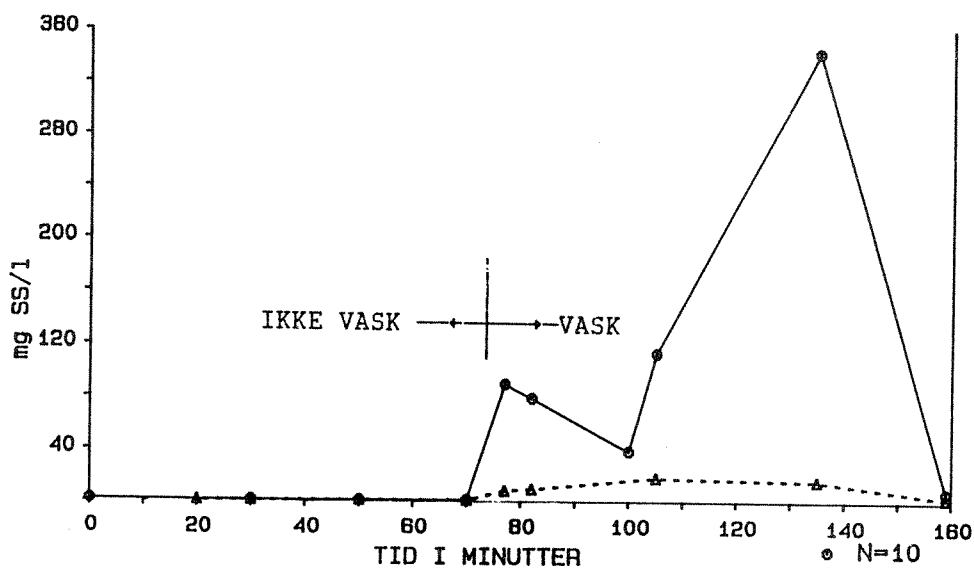
Før vask av karene tar til, er innholdet av suspendert stoff relativt jevnt mellom 1.3 og 1.7 mg SS/l. Innholdet er svært lavt og ikke ulikt innholdet i forrige forsøk. Gjennom silen avskilles likevel en del suspendert stoff, og i rensset vann reduseres innholdet til mellom 1.0 og 1.3 mg SS/l. Avskillingen tilsvarer gjennomsnittlige renseeffekter på ca. 25 prosent. Disse renseeffektene er langt lavere enn tilsvarende tidligere resultater, hvor gjennomsnittlig renseeffekt var hele 70 prosent. Årsaken til forskjellen er vanskelig å angi, men av betydning kan tiden være før forrige vask av fiskekarene. I dette forsøket gikk hele 14 dager før forrige vask av fiskekarene. I forrige forsøk vaskes karene bare 1 dag før start av forsøkene. Slammet kan derfor være mer nedbrutt i dette forsøket og derved vanskeligere og avskille gjennom Microfilteret.

Når vask av karene tar til, ca 75 minutter ute i forsøket, øker innholdet av suspendert stoff i urensset vann betydelig. Siste del av figur 7 viser disse resultatene. Gjennomsnittsverdien i urensset vann øker nesten 100 ganger, fra 1.4 til 135 mg SS/l. I rensset vann øker imidlertid gjennomsnittsinholdet av suspendert stoff "bare" fra 1.1 til 13 mg SS/l, som er vel 10 ganger. I rensset vann er verdiene relativt jevne i motsetning til i urensset vann, hvor innholdet kan variere inntil 10 ganger av minimumsverdien.

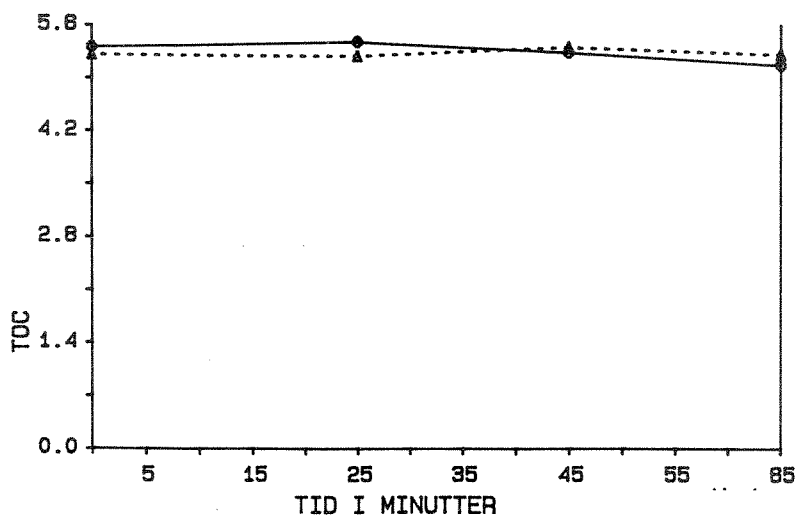
De gjennomsnittlige renseeffektene for suspendert stoff øker fra ca 25 prosent før vask til hele 90 prosent under vask av fiskekarene. Denne høye renseeffekten under vask av karene, forekommer på tross av at slammet trolig er av mindre fast konsistens p.g.a. den lange tiden som er gått siden forrige vask av fiskekarene.



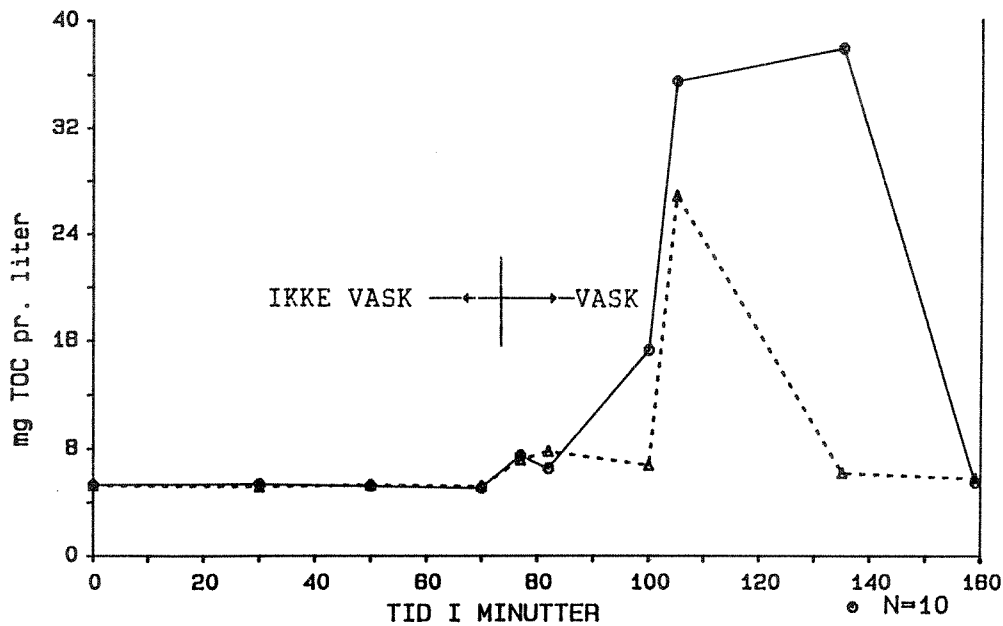
Figur 6. Innhold av suspendert stoff i mg SS/l i urensset og rensset vann før vask av fiskekar.



Figur 7. Innhold av suspendert stoff i mg SS/l før og under vask av fiskekarene.



Figur 8. innhold av TOC i mg/l i renset og urenset vann før vask av fiskekarene.



Figur 9. Innhold av TOC i mg/l i renset og urenset vann før og under vask av fiskekarene.

#### 4.4.2. TOC:

Figur 8 viser innholdet av totalt organisk karbon før vask. TOC-innholdet i tilførselsvannet til anlegget er 5.1 mg/l og består hovedsakelig av humus. I svært liten grad øker innholdet gjennom fiskekarene under vanlig drift. Avskillingen gjennom silen er derfor helt ubetydelig. Tilsvarende ble også registrert i forrige forsøk.

Resultater TOC-innhold fra vask av karene er følgende:

Tilførselsvann:	5.1	mg/l
Høyeste verdi i urenset vann:	38	mg/l
Laveste verdi i urenset vann:	6.6	mg/l
Middelverdi i urenset vann:	20.5	mg/l
Høyeste verdi i renset vann:	26.7	mg/l
Laveste verdi i renset vann:	5.8	mg/l
Middelverdi i renset vann:	10.8	mg/l
Høyeste renseeffekt:	85	%
Laveste renseeffekt:	-18	%
Gjennomsnittlige renseeffekt:	48	%
Gjennomsnittelig økning gjennom fiskekarene:	300	%

Figur 9 viser innholdet av TOC i urensset og rensset vann før og under vask av fiskekarene. Under vask øker innholdet av TOC i urensset vann med gjennomsnittlig 300 prosent i forhold til før vask. Innholdet varierer videre en god del.

I rensset vann er imidlertid innholdet mer konstant og mye lavere.

Renseeffektene under vask varierer en god del, med verdier mellom -18 og 85 prosent og med et gjennomsnitt på 48 prosent. Ca. 25 prosent av gjennomsnittsinholdet av TOC i urensset vann forårsakes av humus i tilførselsvannet til anlegget. Humus er, som tidligere nevnt, oppløst i vannet og umulig å avskille i Microfilteret.

#### 4.4.3. Total nitrogen.

Figur 10 viser innholdet av total nitrogen i rensset og urensset vann før vask. Innholdet er svært lavt og jevnt, og bare ubetydelig avskilling oppnås gjennom Microfilteret. Innholdet i urensset vann ligger bare 45 prosent over innholdet i inntaksvannet til fiskekarene. Av den grunn kan vesentlige avskillinger vanskelig oppnås.

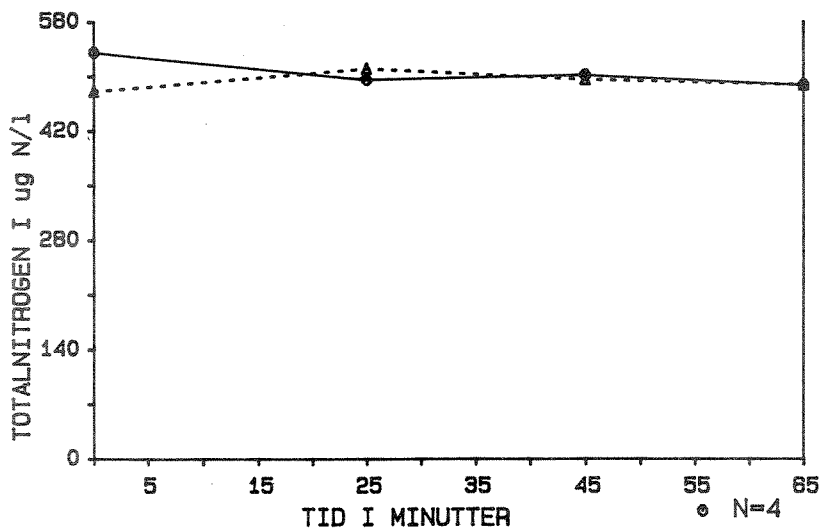
#### Resultater fra vask av karene:

Total nitrogen i innløpsvann:	330	ug N/l
Høyeste verdi i urensset vann:	10400	ug N/l
Laveste verdi i urensset vann:	750	ug N/l
Middelverdi i urensset vann:	3800	ug N/l
Høyeste verdi i rensset vann:	3625	ug N/l
Laveste verdi i rensset vann:	525	ug N/l
Middelverdi i rensset vann:	1370	ug N/l
Laveste renseeffekt:	-13	%
Høyeste renseeffekt:	83	%
Middelrenseeffekt:	64	%
Gjennomsnittlig økning gjennom karene:	1150	%

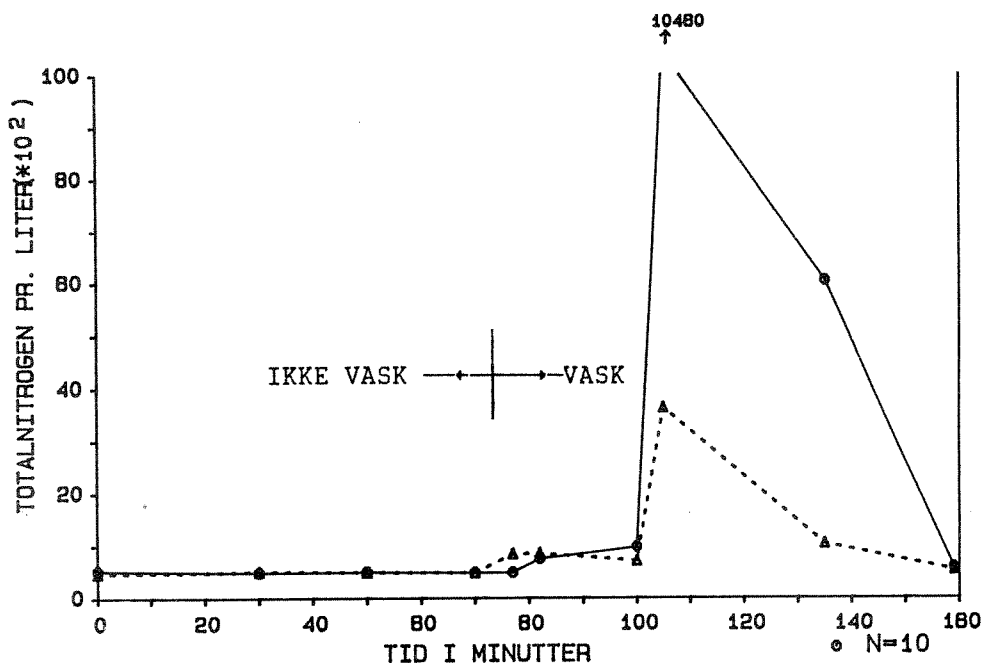
Under vask øker innholdet av total nitrogen med hele 1150 prosent i forhold til innløpsvannet. Innholdet varierer betydelig både i rensset og urensset vann. Figur 11 viser dette. Resultatene er sterkt dominert av enkelte ekstremt høye verdier, særlig i urensset vann, som i noen grad også forplanter seg til rensset vann. Hvor representative disse verdiene er for vannkvaliteten generelt er vanskelig å si.

Renseeffektene varierer mellom -13 og 84 prosent med en middelverdi på 64 prosent.

De dominerende nitrogentilførslene skjer under vask av karene. Når innholdet fra tilførselsvannet trekkes fra, øker gjennomsnittsinholdet i urensset vann under vask med hele 2100 prosent i forhold til vanlig drift. I løpet av 75 minutter med vask av fiskekar tilføres derfor like mye total nitrogen til urensset vann som på 26 timer med vanlig drift.



Figur 10. Total nitrogen i ug N/l i rensset og urensset vann under vanlig drift.



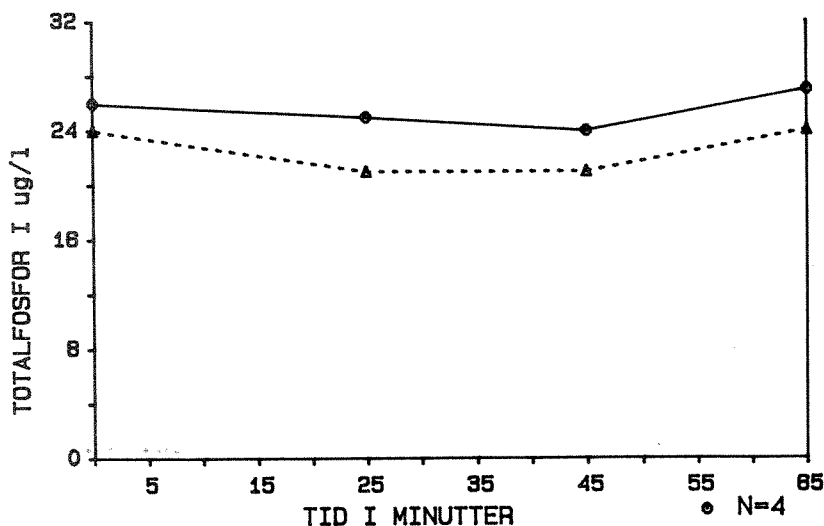
Figur 11. Innhold av total nitrogen i ug N/l i rensset og urensset vann før og etter vask av fiskekar.

#### 4.4.4. Total fosfor.

Figur 12 viser innholdet av total fosfor under vanlig drift. Både i urensset og rensset vann ligger innholdet svært jevnt og lavt. I urensset vann er middelveiden av totalfosfor 25.5 ug P/l, som reduseres til 22.5 ug P/l i rensset vann. Den gjennomsnittlige renseeffekten er dermed ca. 13 prosent. Disse resultatene samsvarer med resultatene fra forrige forsøk.

Innholdet av total fosfor øker fra 5 ug P/l i tilførselsvannet til vel 25 ug P/l i urensset vann. Likevel er innholdet i urensset vann lavt og neppe særlig høyere enn konsentrasjonen i en del forurensede innsjøer. Særlig store renseeffekter kan derfor neppe forventes ved disse lave konsentrasjonene.





Figur 12. Totalfosfor i ug P/l i urensset og rensset vann under vanlig drift.

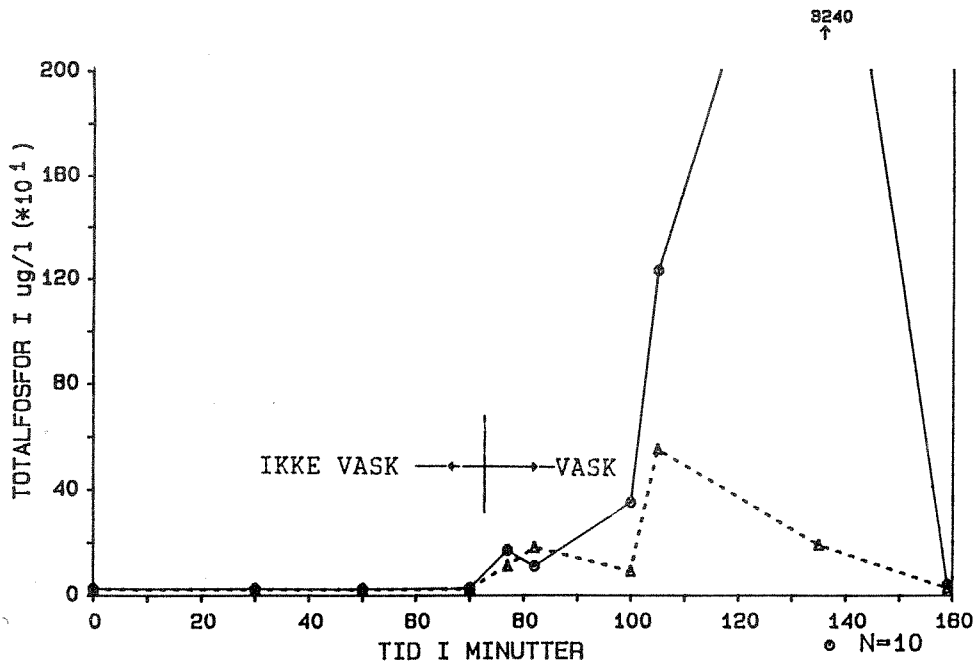
#### Renseeffekter av fosfor under vask av fiskekarene.

Fosfor i innløpsvann:	5 ug P/l
Høyeste verdi i urensset vann:	3250 ug P/l
Laveste verdi i urensset vann:	110 ug P/l
Middelverdi i urensset vann:	1020 ug P/l
Høyeste verdi i rensset vann:	550 ug P/l
Laveste verdi i rensset vann:	90 ug P/l
Middelverdi i rensset vann:	225 ug P/l
Høyeste renseeffekt:	94 %
Laveste renseeffekt:	-40 %
Middelrenseeffekt:	78 %
Gjennomsnittlig økning av fosfor i urensset vann i forhold til innhold i tilførselsvann:	20000 %

Figur 13 viser innholdet av fosfor i urensset og renset vann før og under vask av karene. Innholdet varierer noe, men gjennomsnittsverdien i urensset vann øker fra ca. 25 før vask til over 1000 ug P/l under vask. I de 75 minuttene med vask av fiskekar varer, tilføres netto like mye fosfor til urensset vann som i 60 timer med vanlig drift av anlegget (uten vask).

I urensset vann varierer innholdet av fosfor betydelig. Særlig domineres resultatene av den svært høye verdien ca 135 minutter ute i forsøket. Hvor representativ denne verdien er for avløpsvannet generelt, er vanskelig å si.

Også i renset vann varierer innholdet en god del, men betydelig mindre. Her reduseres gjennomsnittsinholdet for fosfor til 225 ug P/l, som tilsvarer renseeffekter på nesten 80 prosent. Disse renseeffektene er av stor betydning ved tilførsel til ferskvann, fordi fosfor ofte der er minimumsfaktoren for algevekst.



Figur 13. Fosfor i ug P/l i renset og urensset vann før og under vask av fiskekarene.

#### 4.5. Forsøk med vask av fiskekarene.

Vask av karene tar til ca. 80 minutter etter start av forsøkene og varer i 80 minutter. Første og siste resultat er derfor med vanlig drift av anlegget, mens de øvrige resultatene stammer fra vask av karene.

I dette forsøket er karene blitt vasket fire dager før start av forsøkene. Denne tiden er betydelig kortere enn i forrige forsøk, da hele 14 dager gikk siden forrige vask av karene.

Vannføringen gjennom Microfilteret er mellom 430 og 630 l/min. De laveste vannføringene samsvarer med vannføringen fra vask av karene i forrige undersøkelse.

Spylevannsforbruket er jevnt ca. 16.5 l/min og utgjør ca. 2.5 - 4 prosent av vannføringen gjennom Microfilteret.

Differansetrykket over silduken er i første del av forsøket ca. 2-3 cm, men øker til 6-7 cm de siste minuttene i vaskeperioden. Små vannmengder går da i overløp. Trommelens rotasjonshastighet økes da og differansetrykket reduseres.

I dette forsøket vaskes karene med størst fisk i første del av undersøkelsen, mens karene med yngel vaskes i den siste delen av undersøkelsen. Karene med yngel fores med granulert for med større fettmengder. Avløpsvannet fra disse karene er derfor mer blakket og inneholder mer finfordelt partikulært materiale enn avløpsvannet fra karene med større fisk.

##### 4.5.1. Suspendert stoff.

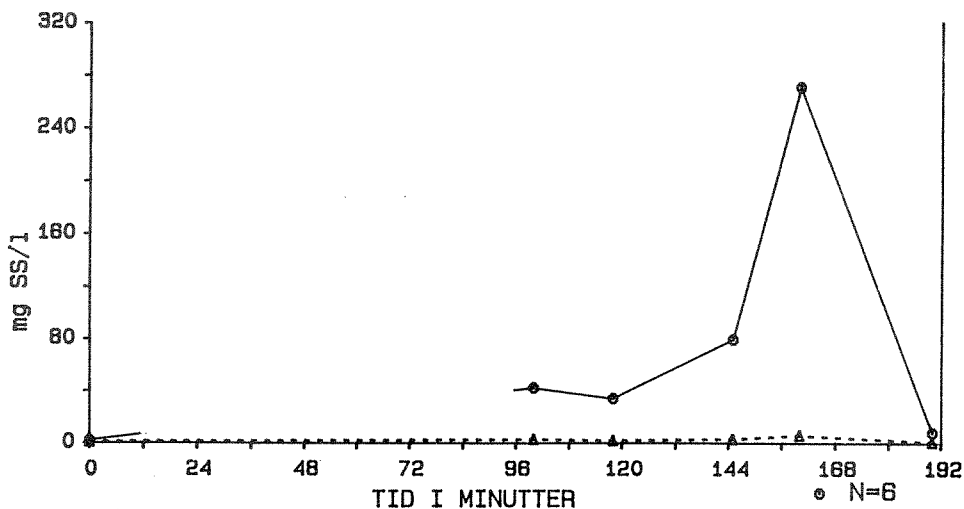
Følgende data registreres fra vask av fiskekarene:

Turbiditet i innløpsvann til anlegget:	1.15 FTU
Høyeste innhold av suspendert stoff i urensset vann:	270 mg SS/l
Laveste innhold av suspendert stoff i urensset vann:	34 mg SS/l
Middelverdi av suspendert stoff i urensset vann:	107 mg SS/l
Høyeste innhold av suspendert stoff rensset vann:	5.9 mg SS/l
Laveste innhold av suspendert stoff i rensset vann:	1.9 mg SS/l
Middelverdi av suspendert stoff i rensset vann:	3.5 mg SS/l
Høyeste renseeffekt:	98 %
Laveste renseeffekt:	92 %
Middelrenseeffekt:	97 %

Figur 14 viser innholdet av suspendert stoff i rensset og urensset vann. I urensset vann øker innholdet av suspendert stoff kraftig ved vask av karene. Særlig er økningen stor ca. 160 minutter ute i undersøkelsen, når vask av karene med yngel tar til. Den gjennomsnittlige økningen av suspendert stoff i urensset vann under vask er hele 5000 prosent høyere enn før vask.

I rensset vann er innholdet av suspendert stoff lavere. Den gjennomsnittlige renseeffekten er hele 97 prosent, mens den lavest registrerte renseeffekt er 92 prosent. Middelinholdet av suspendert stoff i rensset vann er 3.5 mg SS/l.

Renseeffektene i dette forsøket er bedre og innholdet av suspendert stoff i rensset vann lavere enn i forrige forsøk med vask av karene. Årsaken til forskjellen er vanskelig å angi med sikkerhet, men av betydning kan være den lange tiden før vask i forrige forsøk. En god del forrester, ekskrementer fra fisken og partikulært materiale fra råvannet er derfor sedimentert i fiskekarene. Noe av dette er organisk materiale, som brytes ned eller blir mindre fast i konsistensen, og er derved vanskeligere å avskille i Microfilteret etter lang oppholdstid. I dette forsøket gikk imidlertid kun fire dager siden forrige vask i motsetning til forrige forsøk hvor karene ble vasket 14 dager før start av forsøkene.



Figur 14. Innhold av suspendert stoff i mg SS/l i rensset og urensset vann under vask av karene.

#### 4.5.2. Totalt organisk stoff.

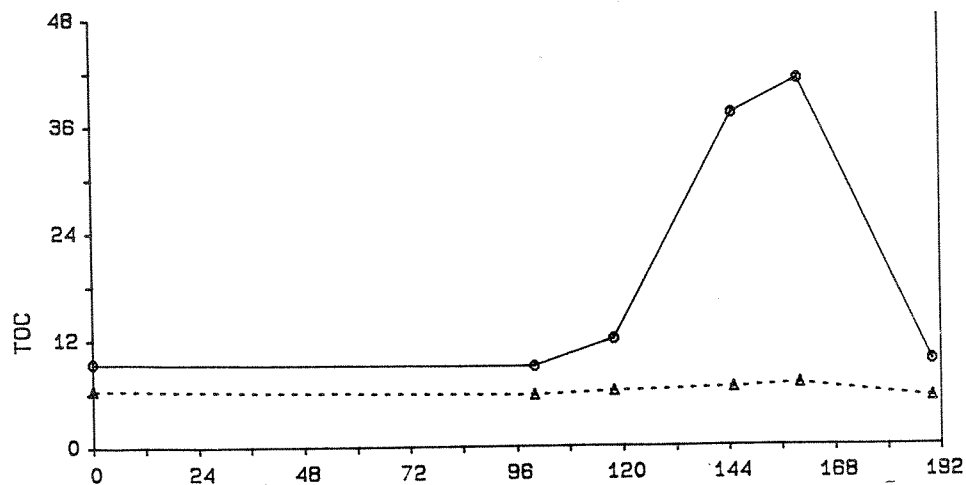
Følgende data registreres fra vask av karene:

Innhold av TOC i tilførselsvann:	5.0 mg/l
Høyeste innhold av TOC i urensset vann:	41 mg/l
Laveste innhold av TOC i urensset vann:	9.0 mg/l
Middelinnhold av TOC i urensset vann:	25 mg/l
Høyeste innhold av TOC i renset vann:	7 mg/l
Laveste innhold av TOC i renset vann:	5.8 mg/l
Middelinnhold av TOC i renset vann:	6.35mg/l
Høyeste renseeffekt:	83 %
Laveste renseeffekt:	35 %
Middelrenseeffekt:	75 %
Gjennomsnittlig økning gjennom fiskekarene:	400 %

Figur 15 viser innholdet av TOC i renset og urensset vann. I de første minuttene etter vask av karene øker innholdet av TOC i urensset vann meget begrenset. Utover i vaskeperioden er økningen større. I forhold til tilførselsvannet øker det gjennomsnittlige innholdet av TOC i urensset vann hele 400 prosent ved vask av karene.

Selv med variabelt og tidvis høyt innhold av TOC i urensset vann er likevel innholdet i renset vann jevnt og lavt. Middelverdiene reduseres gjennom silen fra 25 til 6.35 mg/l. Reduksjonen tilsvarende renseeffekter på 75 prosent. Under vask i forrige undersøkelse var den gjennomsnittlige renseeffekten 48 prosent.

Tilførselsvannet inneholder 5 mg/l av TOC, som hovedsakelig er oppløste humusforbindelser og derfor vanskelig å avskille gjennom Microfilteret. Vesentlige bedre renseeffekter er derfor vanskelig å oppnå.



Figur 15. Innhold av TOC i mg/l i urensset og renset vann under vask av karene.

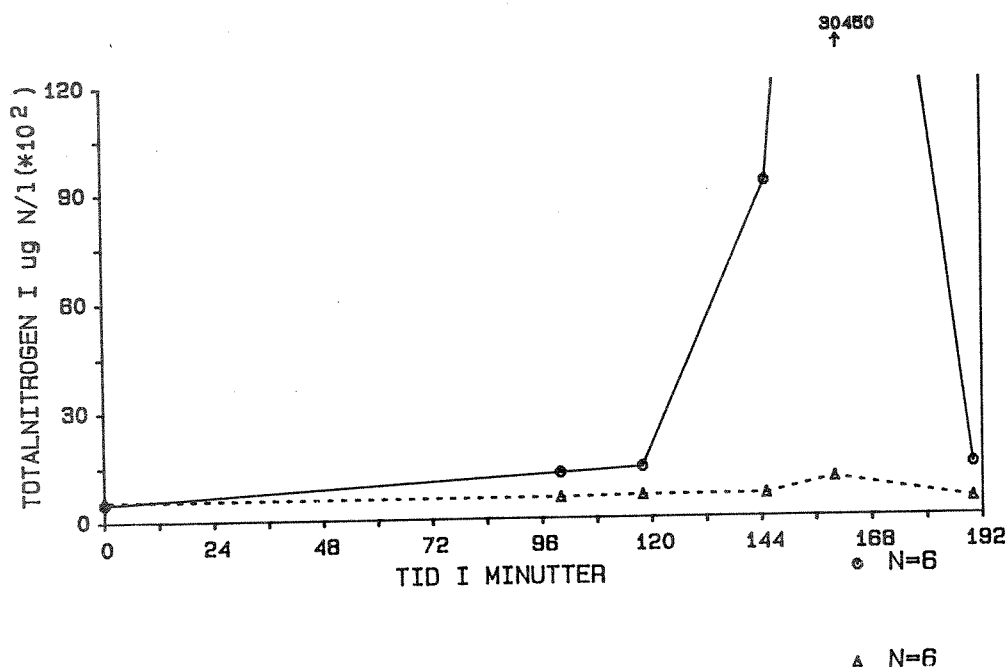
#### 4.5.3. Total nitrogen.

Følgende data registreres fra vask av fiskekarene:

Total nitrogen i innløpsvann:	320 ug N/l
Høyeste innhold i urensset vann:	30500 ug N/l
Laveste innhold i urensset vann:	1250 ug N/l
Middelinnhold i urensset vann:	10600 ug N/l
Høyeste innhold i renset vann:	1100 ug N/l
Laveste innhold i renset vann:	580 ug N/l
Middelinnhold i renset vann:	720 ug N/l
Høyeste renseeffekt:	96 %
Laveste renseeffekt:	55 %
Middelrenseeffekt:	93 %
Gjennomsnittlig økning gjennom fiskekarene:	3300 %

Figur 16 viser innholdet av total nitrogen i rensset og urensset vann. Innholdet øker betydelig ved vask av karene. Særlig er økningen stor ved vask av karene med yngel. Da registreres en topp på hele 30 mg N/l. Om denne toppen virkelig er representativ for avløpsvannet generelt er usikkert, men også i forrige undersøkelse med vask av karene registrertes en topp på over 10 mg N/l.

Nitrogeninnholdet reduseres gjennom silene til et jevnere og lavere nivå. Renseeffektene varierer noe og ligger i gjennomsnitt på 95 prosent, som er høyere enn ved forrige undersøkelse. Middelerdiene for renseeffekt er særlig påvirket av ovennevnte verdi av total nitrogen på ca. 30 mg N/l.



Figur 16. Innhold av total nitrogen i mg N/l i urensset og rensset vann under vask av fiskekarene.

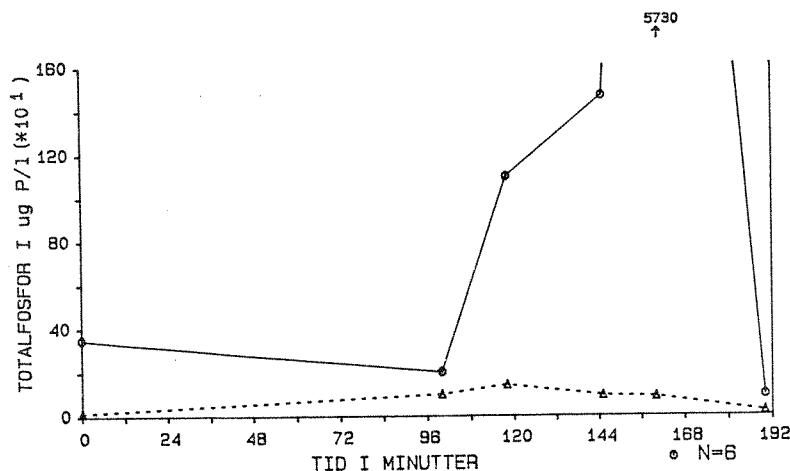
## 4.5.4. Total fosfor.

Følgende resultater oppnås under vask av karene:

Innhold av total fosfor i tilførselsvann:	5 ug P/l
Høyeste innhold av fosfor i urensset vann:	5700 ug P/l
Laveste innhold av totalfosfor i urensset vann:	200 ug P/l
Middelinnehold av totalfosfor i urensset vann:	2120 ug P/l
Høyeste innhold av totalfosfor i rensset vann:	140 ug P/l
Laveste innhold av totalfosfor i rensset vann:	86 ug P/l
Middelinnehold av totalfosfor i rensset vann:	104 ug P/l
Høyeste renseeffekt:	98 %
Laveste renseeffekt:	50 %
Middelrenseeffekt:	95 %
Gjennomsnittlig økning av totalfosfor gjennom fiskekarene:	42000 %

Under vask øker fosforinnholdet i gjennomsnitt hele 420 ganger gjennom settefiskanlegget (i forhold til tilførselsvann). Innholdet i urensset vann varierer, mens innholdet i rensset vann er mer konstant. Avskillingen av fosfor gjennom silen er høy og har en middelvei på hele 95 prosent.

Fosforinnholdet i urensset vann domineres særlig av en høy verdi på 5700 ug P/l, som er tatt i samme tidspunkt som den kommenterte høye verdi for total nitrogen. Hvor representativ denne verdi er for avløpsvannet generelt er usikkert.



Figur 17. Innhold av total fosfor i ug P/l i rensset og urensset vann under vask av karene.



I forhold til forrige undersøkelse med vask, er renseeffektene i nåværende undersøkelse høyere. Forskjellen har sammenheng med både høyere innhold av fosfor i urenset vann og lavere innhold i rensset vann i denne undersøkelsen.

## 5. FORSØK MED INNTAKSVANN.

OFA's settefiskanlegg benytter inntaksvann fra Sørkedalselva. I flomperioder er elva svært slamførende, og i andre perioder kan elvevannet inneholde parasitter (larver av elvesandmusling). Videre kan villfisk fra elva komme inn i settefiskanlegget. Disse forhold skaper ulemper for settefiskanlegget. En mikrosil på inntaksvannet kan redusere eller helt eliminere noen av disse problemer.

I de etterfølgende gjengis resultater fra forsøk med reduksjon av partikulært materiale i inntaksvannet.

Vann fra Sørkedalselva pumpes igjennom Microfilteret, og turbiditet måles på inn- og utløpsvannet. Flomperioden i elva var forbi og vannets partikkelinnhold var lavt. I siste forsøk ble partikulært materiale oppvirvlet fra elvebunnen like ved inntaksledningen til Microfilteret for kunstig å øke partikkelinnholdet i vannet.

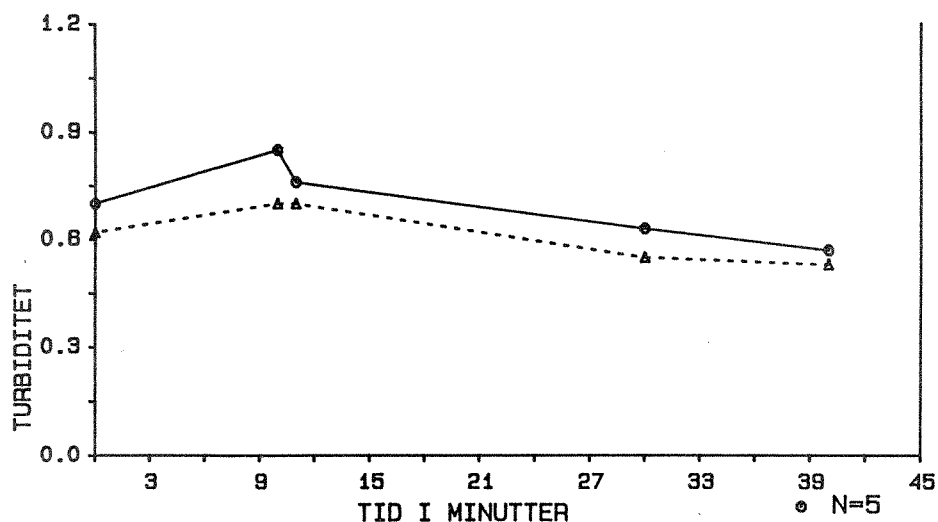
Vanntemperaturen var ca. 2-3 oC under undersøkelsen

### 5.1. Forsøk 1 med inntaksvann med lavt partikkelinnhold.

Følgende data registreres fra undersøkelsen:

Vannstrøm gjennom anlegget:	1000 l/min
Rotasjonshastighet på trommelen:	3.3 omd./min
Høyeste verdi av turbiditet i urensset vann:	0.85 FTU
Laveste verdi av turbiditet i urensset vann:	0.57 FTU
Middelverdi av turbiditet i urensset vann:	0.7 FTU
Høyeste verdi av turbiditet i rensset vann:	0.7 FTU
Laveste verdi av turbiditet i rensset vann:	0.53 FTU
Middelverdi av turbiditet i rensset vann:	0.62 FTU
Høyeste renseeffekt:	18 %
Laveste renseeffekt:	7 %
Middelrenseeffekt:	11 %

Figur 18 viser turbiditet i rensset og urensset vann. Partikkelinnholdet i urensset vann er generelt lavt med en middelverdi på 0.7 FTU. Mulighetene er derfor små for vesentlige avskillinger av partikulært materiale gjennom silen. Renseeffektene er følgelig bare ca. 11 prosent.



Figur 18. Turbiditet i FTU i urensset og rensset vann:

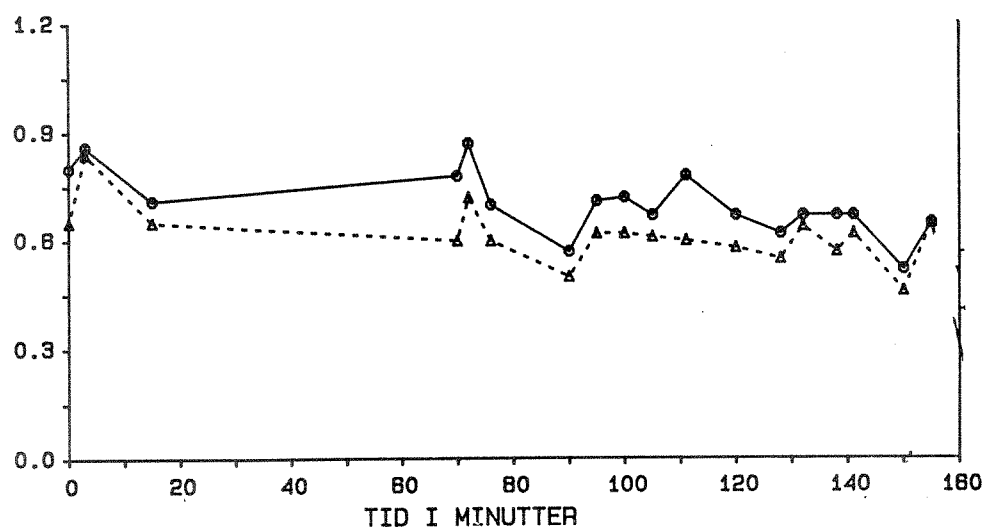
### 5.2. Forsøk 2 med lavt innhold av partikulært materiale.

Følgende data registreres fra forsøket:

Vannstrøm gjennom anlegget:	1000 l/min
Rotasjonshastighet:	0.65 omd./min
Høyeste verdi av turbiditet i urensset vann:	0.86 FTU
Laveste verdi av turbiditet i urensset vann:	0.52 FTU
Middelverdi av turbiditet i urensset vann:	0.7 FTU
Høyeste verdi av turbiditet i rensset vann:	0.84 FTU
Laveste verdi av turbiditet i rensset vann:	0.46 FTU
Middelverdi av turbiditet i rensset vann:	0.61 FTU
Høyeste renseeffekt:	23 %
Laveste renseeffekt:	2.5 %
Middelrenseeffekt:	12 %

Dette forsøket gjennomføres med lavere rotasjonshastighet enn i forrige forsøk. De øvrige betingelsene er de samme.

Variasjonene i renseeffekt er noe større i dette forsøket enn i forrige, mens den gjennomsnittlige renseeffekten er svært lik.



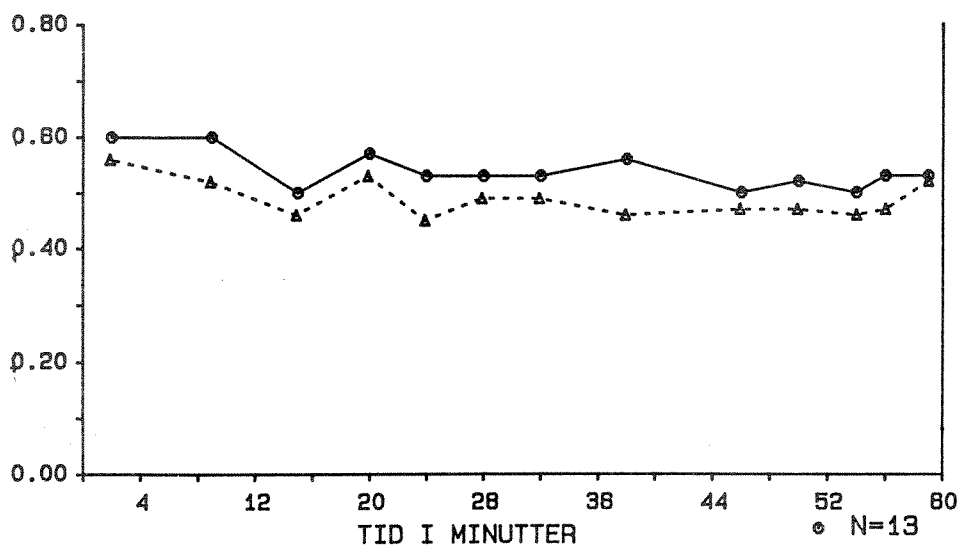
Figur 19. Turbiditet i FTU i urensset og rensset vann.

### 5.3. Forsøk 3 med lavt innhold av partikulært materiale.

Følgende resultater oppnås fra forsøkene:

Vannstrøm gjennom anlegget:	1250 l/min
Rotasjonshastighet på trommelen:	3.3 omd./min
Høyeste turbiditetsverdi i urensset vann:	0.60 FTU
Laveste turbiditetsverdi i urensset vann:	0.50 FTU
Middelverdi i urensset vann:	0.54 FTU
Høyeste verdi i renset vann:	0.56 FTU
Laveste verdi i renset vann:	0.42 FTU
Middelverdi i renset vann:	0.48 FTU
Høyeste renseeffekt:	13 %
Laveste renseeffekt:	2 %
Gjennomsnittlig renseeffekt:	11 %

I dette forsøket øker vannstrømmen til 1250 l/min som er 250 l/min høyere enn i forrige forsøk. Turbiditetsverdiene i renset og urensset vann er ubetydelig lavere i dette forsøket. For øvrig er resultatene som i forsøk 1.



Figur 20. Turbiditet i FTU i urensset og renset vann.

Den gjennomsnittlige renseeffekten er 11 prosent i dette forsøket som i forsøk 1.

Renseeffektene forverres ikke selv om vannstrømmen gjennom silduken øker. Heller ikke synes rotasjonshastigheten på silduken å ha særlig betydning ved akkurat disse vannkvalitetene.

#### 5.4. Forsøk 4 med høyt innhold av partikulært materiale.

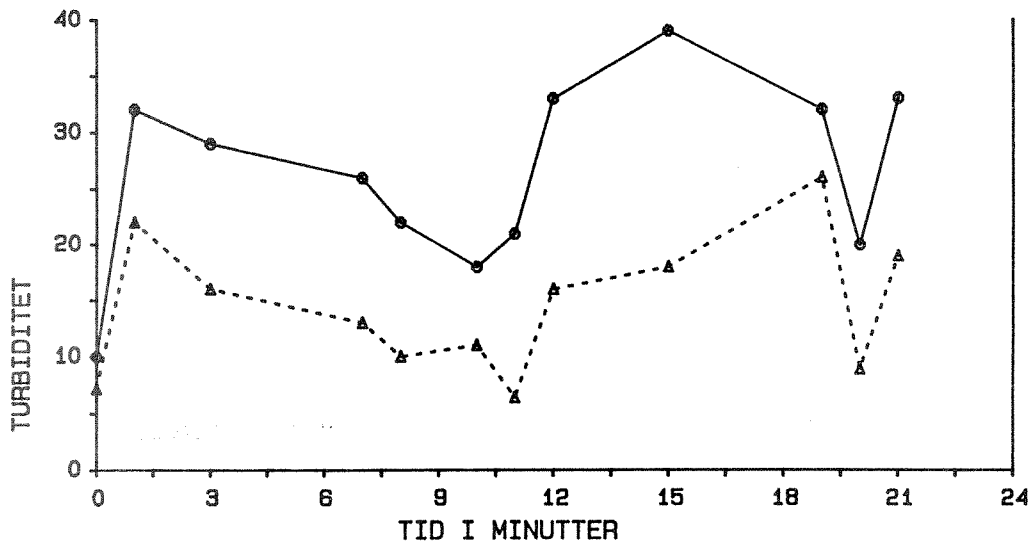
I dette forsøket oppvirvles sedimentert materiale fra elvebunnen ved inntaket til Microfilteret for å øke innholdet av partikulært materiale. Noen av de oppvirvelede partiklene er relativt store.

Følgende resultater ble oppnådd fra undersøkelsen:

Vannstrøm gjennom anlegget:	1050 l/min
Rotasjonshastighet:	3.3 omd./min
Høyeste turbiditetsverdi i urensset vann:	39 FTU
Laveste turbiditetsverdi i urensset vann:	10 FTU
Gjennomsnittlig turbiditetsverdi i urensset vann:	26.3 FTU
Høyeste turbiditetsverdi i rensset vann:	26 FTU
Laveste turbiditetsverdi i rensset vann:	6.9 FTU
Gjennomsnittlig turbiditetsverdi i rensset vann:	14.5 FTU
Høyeste renseeffekt:	54 %
Laveste renseeffekt:	28 %
Gjennomsnittlig renseeffekt:	45 %

I dette forsøket øker renseeffektene betydelig. Det oppvirvelede partikulære materiale fra bunnen består for en stor del av planterester, og ikke uventet avskilles disse lett i gjennom Microfilteret.

Renseeffektene for disse fire forsøkene med inntaksvann er spesifikt knyttet til elva i den perioden undersøkelsen varer. Disse resultatene kan derfor vanskelig overføres til andre situasjoner.



Figur 21. Turbiditet i urensset og rensset vann.

## 6. INSTALLASJON AV ALGAS MICROFILTER.

Algas Microfilter kan ha interessante anvendelser både for rensing av inntaksvann og avløpsvann til settefiskanlegg.

På inntaksvannet kan Microfilteret monteres relativt fritt. Ved vanlige partikkelfattige overflatekilder (særlig innsjøer) vil de prosentvise renseeffektene neppe være særlige store. Installasjonen kan likevel være fordelaktig. De "store" partiklene som lettere avsettes i rør, ventiler, kar m.v. og skaper forstyrrelser, kan imidlertid i noen grad avskilles gjennom Microfilteret. Videre kan villfisk og i noen grad parasitter (av en viss størrelse) avskilles.

For avløpsvannet er plasseringen av Microfilteret mer viktig. Forrestene og ekskrementene fra fiskekarene oppløses i noen grad i vannet og rives i stykker. Microfilteret bør derfor monteres så nær fiskekarene som mulig. Videre bør avløpsrørene fra fiskekarene til Microfilteret innvendig være glattest mulig og ikke ha sterke fall, hyppige retningsendringer m.v. Generelt bør håndteringen av partiklene i avløpsvannet være mest mulig skånsom. Pumping av avløpsvannet inn på Microfilteret kan innebære en for sterk belastning på partiklene og bør om mulig unngås.



## 7. KONKLUSJON.

Fra de utførte forsøk kan følgende konklusjon trekkes:

Under vanlig drift av settefiskanlegget (uten vask av fiskekarene) er avløpsvannets innhold av suspendert stoff, TOC, total nitrogen og total fosfor lavt og meget jevnt. Renseeffektene for Microfilteret er da også meget liten.

Under vask av fiskekarene øker innholdet av suspendert stoff, TOC, total nitrogen og total fosfor i urensset vann, og har ujevne verdier. Avskillingen gjennom Microfilteret er videre betydelig med jevnere verdier i rensset vann.

I de 70 - 80 minuttene vask av fiskekarene varer, er innholdet av næringssalter i urensset vann fra fiskekarene like stor som i 1 - 2 dager med vanlig drift av anlegget. Viktig er derfor god avskilling under vask av fiskekarene.

Avskilling av partikulært materiale i tilløpsvannet til settefiskanlegget er begrenset. Ved kunstig økning av partikkelinnholdet i tilløpsvannet øker renseeffektene gjennom Microfilteret.

# **WA** rapporter utgitt av NIVA

- 1/78 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1.  
C2-31 Kjell Øren. November 1978
- 1/79 Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Del 2  
C2-34 O-40/71 A Lasse Vråle. Juli 1979
- 2/79 Driftsresultater fra norske simultanfellingsanlegg.  
C2-28 Lasse Vråle, Eilen A. Vik. Juli 1979
- 3/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 1  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. November 1979
- 4/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 2  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. September 1979
- 5/79 Sigevann fra søppelfyllplass.  
C2-26 Torbjørn Damhaug, Arild Eikum,  
Ole Jakob Johansen. August 1979
- 6/79 Vannforurensning fra veg.  
O-79024 Eivind Lygren, Egil Gjessing,  
John Ferguson. Desember 1979
- 9/79 Primærfelling med ulike fellingskjemikalier  
ved Sandvika renseanlegg.  
O-79001 Lasse Vråle. Desember 1979
- 1/80 Bakteriologiske forhold i norske og utenlandske  
råvannskilder  
O-78029 Jens J. Nygård. Februar 1981
- 2/80 Treatment of Septic Tank Sludge  
Research Proposal  
F-80413 Arild Eikum. Januar 1980
- 3/80 Industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen  
Vurdering av vannforurensning og rensetekniske  
tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia  
O-80016 Torbjørn Damhaug, Hans Holtan. Mars 1980
- 4/80 Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging  
av PAH-tilførster til norske vannforekomster  
A3-25 Lasse Berglind. Mars 1980
- 5/80 Mobil avvanning av septikslam  
Utprøving av septikbil »HAMSTERN»  
O-80019 Bjørn-Erik Haugan. November 1980
- 6/80 Tilføringsgrad  
Kontroll og kalibrering av vannmålestasjon  
ved Monserud kloakkrenseanlegg. Del 1  
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 7/80 Tilføringsgrad  
Forurensningstilførsler og beregning av  
tilføringsgrad for Monserud renseanlegg i 1979. Del 2  
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 8/80 Overløp i avløpsnett  
Tilstand i dag og mulige tiltak  
C2-32 Eivind Lygren. September 1980
- 9/80 Sikring av vannforsyning i Oslo mot  
forurensninger ved uhell eller sabotasje  
Vurdering av faremomenter. (Sperrert)  
O-79084 Egil Gjessing, Jens J. Nygård. September 1980
- 10/80 Important aspects of water treatment in USA  
XT-25 Eilen Arctander Vik. Juli 1980
- 11/80 Myrgrøfting, effekt på vannkvalitet  
Noen observasjoner fra grøftet myrområde  
i Røyken 1971-79  
XK-05 Egil Gjessing. September 1980
- 12/80 Driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegg  
F-80417 Torbjørn Damhaug. November 1980
- 13/80 Hvirveloverløp  
Avskilling av sedimenterbart materiale og  
flyttestoffer i overløpsvann  
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in water and  
wastewater treatment  
Research Proposal  
F-80415 Arild Schanke Eikum. Desember 1980
- 1/81 Treatment of potable water containing humus by  
electrolytic addition of aluminium followed by  
direct filtration  
Research Proposal  
F-80415 Eilen Arctander Vik. Januar 1981
- 2/81 Water research in developing countries  
A desk survey about planning and ongoing  
research projects  
O-80028 Svein Stene Johansen. Januar 1981
- 3/81 VA-teknisk forsøkshall Sentralrenseanlegg Vest SRV  
Notat  
Arild Schanke Eikum, Arne Lundar. Februar 1981
- 4/81 Alkalization/hardening of drinking water  
Research proposal  
G-314 Egil Gjessing. Februar 1981
- 5/81 Tiltak mot forurensning fra fiskeoppdrett  
Behandling av vann i resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrett  
Forskningsprogram 1981-1984  
FP-80802 Arild Schanke Eikum, Eivind Lygren. Mai 1981
- 6/81 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 2  
O-80018 Svein Stene Johansen. Mai 1981
- 7/81 Kalking av tilløp til lille Asketjern for fjerning av humus  
Innledende forsøk. O-81065 Eilen Arctander Vik. August 1981
- 8/81 Tilføringsgrad for oppsamlingsnett  
Status for eksisterende målinger  
O-80055 Lasse Vråle. August 1981
- 9/81 A Water Pricing Study for Western Province,  
Zambia. Draft !  
O-81022 Svein Stene Johansen. September 1981
- 10/81 Fjerning av humus ved H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tilsetning  
og UV - bestråling  
F-80415 Lasse Berglind. Oktober 1981
- 11/81 Treatment of Septic Sludge  
European practice  
O-80040 Arild Schanke Eikum. November 1981

- 12/81 Silgrainsyre som fellingsmiddel for avløpsvann  
Buhrestua renseanlegg, Nesodden  
O-80093 Lasse Vråle. Desember 1981
- 13/81 Analyse av vannbehov i husholdninger, næringsvirksomhet  
institusjoner og til kommunaltekniske formål  
O-78028-01 Svein Stene Johansen, Kim Wedum. Desember 1981
- 1/82 Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann  
ved ammoniakkavdriving  
F-81427 Torbjørn Damhaug. Mars 1982
- 2/82 Rensing av sigevann fra søppelfyllplasser  
OF-80606 Torbjørn Damhaug. Juni 1982
- 3/82 Hvirvelkammer og hvirveloverløp  
Regulering av vannføring og rensing av overløpsvann  
O-79090 Eivind Lygren, Kim Wedum. Mai 1982
- 4/82 Avvanning av septikslam i container  
O-81104 Bjarne Paulsrud. August 1982
- 5/82 Kalibrering og justering av vannføringsmålere  
O-82011 Kim Wedum. Mai 1982
- 6/82 Vurdering av driftsinstruks og driftsforhold  
ved renseanlegg rundt Indre Oslofjord  
O-82004 Arne Lundar, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 7/82 Styring av kjemikaliedosering ved kjemiske renseanlegg  
Erfaringer med bruk av ledningsevne som styringsparameter  
O-82025 Torbjørn Damhaug, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 8/82 Strålingskjemisk oksydasjon av organisk stoff i vann  
Programforslag. (Sperret)  
F-80415 Kim Wedum. September 1982
- 9/82 Slamstabilisering under høy temperatur ved bruk av rent oksygen  
F-81430 Bjørn-Erik Haugan. Oktober 1982
- 10/82 Tørrværsavsetninger i fellessystemrør  
O-82022 Oddvar Lindholm. November 1982
- 11/82 Treatment of septage  
European practice  
O-80040 Arild Schanke Eikum. Februar 1983
- 1/83 Alkalisering av drikkevann  
Delrapport 1 NIVA/SIFF  
F-82441 Eilen A. Vik. Mars 1983
- 2/83 Industriavløp på kommunale renseanlegg  
Forbehandling av meieriavløp i luftede utjevningsbasseng  
Delrapport 1  
O-82017 Torbjørn Damhaug. Februar 1983
- 3/83 Samlet optimalisering av avløpsrenseanlegg  
og avløpsledningsnett  
O-82124 Oddvar Lindholm. Februar 1983
- 4/83 Driftskontrollprogram for galvanoidindustriens renseanlegg  
O-79049 Eigil Iversen. Mars 1983
- 6/83 Optimalisering av galvanotekniske industrirensanlegg  
O-82119 Eigil Iversen. Mai 1983
- 7/83 Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert  
stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard  
juli-oktober 1982  
O-82067 Øivind Tryland. Mars 1983
- 8/83 Analyseresultater for avløpsvann fra  
Mosjøen Aluminiumverk april-oktober 1982  
O-82027 Øivind Tryland. Mars 1983
- 9/83 Vannforurensning ved bruk av kalksalpeter som  
støvdempingsmiddel på grusveger  
O-81050 Eivind Lygren, Reidun Schei. Juni 1983 (Sperret)
- 10/83 Funksjonsprøving nr 2 av membran  
kammerfilterpresser VEAS Mars 1983  
O-82130 Lasse Vråle. Mars 1983
- 11/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 1  
Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett  
opsamlingsnett i Sydskogen, Røyken kommune  
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 12/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 2  
Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som  
alternativ metode for beregning av tilførsingsgrad.  
Resultater fra undersøkelsene ved Sydskogen,  
Buhrestua og Siggerud.  
O-81041 Lasse Vråle. Desember 1984
- 13/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 3  
Spillvannstapets resipient påvirkning i Siggerudgryta,  
Ski kommune  
O-81041 Lasse Vråle. August 1983
- 14/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 4  
Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet.  
Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune.  
O-81041 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 15/83 A feasibility study of fishfarming in Jordan  
O-83026 Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug. Juni 1983 (Sperret)
- 16/83 Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg  
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperret)
- 17/83 Water Research in Zambia  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 18/83 Water Research in Kenya  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 19/83 Water research in Tanzania  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen, Torbjørn Damhaug. May 1984
- 20/83 Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør  
Programforslag  
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Sperret)

- 21/83 **Slamdeponering ved norske mangansmelteverk**  
Fysisk-kjemisk karakterisering av drenevann og virkninger av drenevann på biologiske forhold i resipienten  
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. April 1983
- 22/83 **Sandstangen vannverk**  
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Spærret)
- 23/83 **Erfaringer med mottak av septikslam på kommunale renseanlegg**  
O-82037 Bjarne Paulsrud. Juli 1983
- 24/83 **Miljøgifter i overvann**  
O-83063 Oddvar Lindholm. August 1983
- 25/83 **Arealfordeling av korttidsnedbør**  
O-83005, F-83450 Oddvar Lindholm. Oktober 1983
- 26/83 **Urbanhydrologi i Sverige**  
En litteraturstudie  
O-83092 Oddvar Lindholm. November 1983
- 27/83 **Tørrværsavsetninger i fellessystemrør**  
Fase II  
O-82111 Oddvar Lindholm, November 1983
- 28/83 **Bruk av rent oksygen for luktreduksjon ved renseanlegg R-2, Lillehammer**  
O-82083 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan. November 1983
- 29/83 **Avsluttende funksjonsprøve for membran-filterpresser ved VEAS, oktober-november 1983**  
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. November 1983 (Spærret)
- 30/83 **Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description**  
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Spærret)
- 31/83 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**  
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. Desember 1983
- 32/83 **Suspensjoners synkehastighet**  
Metode for analyse av finfordelte partiklers synkehastighet i vann  
F-81434 Øivind Tryland. Desember 1983
- 33/83 **Silgrainsyre som fellingsmiddel ved SRV, VEAS Slemmestad**  
O-82102 Lasse Vråle, P. Sagberg. Desember 1983. (Spærret)
- 1/84 **Industriavløp på kommunale renseanlegg**  
O-82017 Torbjørn Damhaug. Januar 1984
- 2/84 **Luftet lagune for rensing av sigevann**  
Delrapport 1. Driftserfaringer  
O-83027 Ragnar Storhaug. Februar 1984
- 3/84 **Highway pollution in a Nordic Climate**  
O-79024 Eivind Lygren. Mars 1984
- 4/84 **An evaluation of large-scale algal cultivation systems for fish feed production**  
O-84002 Torbjørn Damhaug et al. Februar 1984 (Spærret)
- 5/84 **Matematisk modell av avløpsrenseanlegg**  
O-82124/F-83448 Oddvar Lindholm. Februar 1984
- 6/84 **Adsorption in Water Treatment Fluoride Removal**  
FP-83828 Eilen A. Vik. Februar 1984
- 7/84 **Analyse av vannføringsdata**  
O-81113 Kim Wedum. Januar 1984
- 8/84 **Renseeffekt i Heistad renseanlegg med og uten tilkopling av industrielt avløpsvann**  
O-83093 Øivind Tryland. April 1984
- 9/84 **Hygienisering av slam ved bruk av rent oksygen**  
F-81430 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan, Gunnar Langeland. Juli 1984
- 10/84 **Slamavvanning med filterpresser ved SRV**  
Økonomisk sammenligning av Lasta membran-filterpresser og Rittershaus & Blecher kammerfilterpresser  
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. Mai 1984 (Spærret)
- 11/84 **Separat behandling av slamvann fra avvanning av septikslam**  
Biologisk rensing ved bruk av aktivslam  
O-83021 Ragnar Storhaug. Juni 1984
- 12/84 **Industriutslipp til vassdrag**  
Avveininger for å beskytte resipienten, eksempel fra en tekstilbedrift  
OF-81618 Bjørn-Erik Haugan, Kim Wedum. April 1984 (Spærret)
- 13/84 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**  
Virkning av peroksyd og UV-bestråling på klororganisk materiale og farge i celluloseblekeriers avløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland. Mai 1984
- 14/84 **Driftsassistanse**  
Vannrenseanlegg, ÅSV A/S Fundo Aluminium  
O-83141 Eigil Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 **Ammonium som forureningsparameter**  
O-83035 Kim Wedum. August 1984
- 16/84 **Driftsoppfølging av Biovac renseanlegg for helårsbolig**  
O-82101 Bjarne Paulsrud. September 1984
- 17/84 **Kalkfelling på små renseanlegg**  
O-83067 Ragnar Storhaug. Oktober 1984
- 18/84 **Hygienisering av slam ved lufttilførsel (Janca-prosessen)**  
O-84050 Bjarne Paulsrud, Gunnar Langeland. September 1984
- 19/84 **Utvikling av lukket mærkonstruksjon.**  
Prosessløsning og optimalisering  
O-84091 Kjell Maroni, Eivind Lygren, Bjørn Braaten. Oktober 1984. (Spærret)
- 20/84 **Forureningsproduksjon fra husholdning**  
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydsbogen i 1983, Røyken kommune.  
F-83451 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 21/84 **Luftet lagune for rensing av sigevann**  
O-83027 Ragnar Storhaug. April 1985
- 22/84 **Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV i 1983 og 1984**  
O-83090 Lasse Vråle. April 1985

- 1/85 **Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning**  
Enkel litteraturstudie  
0-84131-01 Lasse Vråle. Mars 1985
- 2/85 **Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger**  
0-84131-02 Lasse Vråle. Mars 1985
- 3/85 **Treatment of leachate in aerated lagoons**  
Lab-scale study  
0-84022 Ragnar Storhaug. Juli 1985
- 4/85 **Fiskeoppdrett på Granerudstøa, Nesodden**  
0-85233 Bjørn Braaten, Torbjørn Damhaug. Juni 1985
- 5/85 **Oppdrett av ferskvannskreps ved Mesna Bruk A/S**  
Forprosjekt  
0-85126 Sigurd Rognerud, Stellan Karlson  
Torbjørn Damhaug, Gösta Kjellberg. August 1985
- 6/85 **Driftsassistanse - Vannrenseanlegg ved Steens Fornikling A/S**  
0-84157 Øivind Tryland. August 1985
- 7/85 **Spillvarmebasert akvakulturanlegg i Tyssedal**  
Forprosjekt  
0-85226 Kjell Maroni, Erlend Waatevik. September 1985 (Sperrert)
- 8/85 **Driftsassistanse - Avløpsledning**  
**Høvik Lys A/S**  
0-85221 Øivind Tryland, Eigil Iversen,  
Åse K. Rogne. August 1985
- 9/85 **Teknologi og miljø i oppdrettsnæring**  
0-84159/0-84160 Kjell Maroni. Januar 1985
- 10/85 **Rensing av blyholdig avløpsvann.**  
**Undersøkelser ved Sønnak Batterier A/S**  
0-85222 Eigil Iversen, Øivind Tryland. September 1985
- 11/85 **Spillvarmebasert oppdrettsanlegg i tilknytning**  
**til Sauda Smelteverk A/S**  
0-84167 Kjell Maroni. April 1985 (Sperrert)
- 12/85 **Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt**  
**til Sentralrenseanlegg Vest, SRV.**  
Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser  
0-85147 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 14/85 **Vann- og avløpstekniske løsninger for Helleberg hytteområde**  
Nordstul, Store-Ble, Notodden kommune  
0-85292 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 15/85 **Fremdriftsrapport for Frogn Vannverk**  
Perioden juni-oktober 1985  
0-85211 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 17/85 **Landbasert fiskeoppdrettsanlegg i Grimstad**  
0-85262/Kristoffer Næs, Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug,  
Kjell Maroni, Bjørn Braaten. November 1985 (Sperrert)
- 1/86 **NIVANETT på mikrodatamaskin**  
0-85207 Oddvar Lindholm. Januar 1986
- 2/86 **Utvikling av resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrettsanlegg**  
0-81068 Eivind Lygren, Kjell Maroni. April 1986
- 3/86 **Avfall fra skip på norske strender**  
0-85174 Tor Moxnes. Mars 1986
- 4/86 **Driftsundersøkelse av sølvvarefabrikkers renseanlegg**  
0-82108 Eigil Iversen. Februar 1986
- 6/86 **Minivannverk - forsøk i full skala med prototyp**  
0-84114 Tor Moxnes. Mai 1986
- 7/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Ringbygget**  
0-85255 Lasse Vråle. Mai 1986
- 8/86 **Virkning av dynamisk regn på hydrogram**  
0-86037 Oddvar Lindholm. Juni 1986
- 9/86 **Driftserfaringer fra kalkdoseringsanlegg i vannverk**  
0-86092 Jens Arne Ohren. Juni 1986
- 10/86 **Driftsundersøkelse av VIV's direktefiltreringsanlegg**  
**ved Akersvann**  
0-86068 Jens Arne Ohren. Oktober 1986
- 11/86 **Følsomhetsanalyse for parametre i**  
**avløpsnettberegninger. Fase I**  
0-86012 Oddvar G. Lindholm. Oktober 1986
- 12/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Bosch bygget**  
**Oppegård kommune**  
0-86091 Lasse Vråle. November 1986
- 13/86 **Bestemmelse av tilføringsgrad**  
0-86195 Lasse Vråle. November 1986
- 14/86 **Heterotrofe mikroorganismer i ledningsnett**  
**for drikkevann**  
F-86635 Kari Ormerod. Januar 1987
- 15/86 **Driftserfaringer for hvirveloverløp**  
0-85209, E-86638 Ole Jakob Johansen. Desember 1986
- 16/86 **Vannkvalitet Vansjø vannverk**  
0-85075 Jens Arne Ohren. Desember 1986.
- 17/86 **Evalueringsrapport av ABW-filter**  
0-86191 Jens Arne Ohren. Desember 1986
- 18/86 **VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann.**  
Renseeffekter for alger, algetoksiner og  
andre vannkvalitetsparametre  
0-86068 Jens Arne Ohren. Desember 1986

# **WA** rapporter utgitt av NIVA

- 1/87 **Overløpsforurensninger**  
Teoretiske beregninger  
O-85285, O-86638 Oddvar G. Lindholm. Januar 1987
- 2/87 **Testing av pH og oksygenmålere**  
Delrapport 1. Test av pH og oksygenmålere  
O-86167 Tor Sukke. Februar 1987. Sperret
- 3/87 **Akvakulturmuligheter i Lilleelv**  
O-86168 Arne Lande. Desember 1986. Sperret
- 4/87 **Desinfeksjon av vann i oppdrettsnæringen**  
O-86148 Helge Liltved. Februar 1987
- 5/87 **Optimalisering av kalksjøvannsfelling**  
Undersøkelse ved NIVAs laboratorie i Oslo og ved SRV  
O-85251, E-86645 Lasse Vråle, Hans Kristiansen. Mars 1987
- 6/87 **Forurensningsmodell for avløpsvann fra boliger**  
Bestemmelse av spesifikke tall  
O-86121, O-87029 Lasse Vråle. Mars 1987
- 7/87 **Avløpsnettberegninger med EDB**  
O-86012 Oddvar Lindholm. April 1987
- 9/87 **Fagerstrand Vannverk**  
Tiltak mot manganutfelling  
O-87081 Hans Kristiansen. Juni 1987
- 10/87 **Levetid for asbestementrør**  
Framdriftsrapport og generelle grunnlagsdata  
Prosjektrapport nr. 1  
O-85208, E-85534 Lars Aaby. August 1987
- 11/87 **Pilotforsøk med karbonatisering, filtrering og direktefiltrering ved Skullerud vannanlegg**  
O-86256 Jens Arne Ohren. Juni 1987
- 12/87 **Kartlegging av forurensningsveier til avisingsvæske brukt på fly**  
O-86240 Tor Moxnes. August 1987. Sperret
- 13/87 **Forurensningsinntak via fremmedvann i avløpsnett**  
O-85254 Lasse Vråle. Juli 1987
- 14/87 **Innledende utprøving av Petrofiber for filtrering av vann**  
O-86198 Jens Arne Ohren. Juni 1987. Sperret
- 15/87 **Undersøkelse av forurensningssituasjonen i Rossfjordvassdraget**  
O-86124 Hans Holtan. Juli 1987.
- 16/87 **Bakteriereduksjon ved kjemisk rensing med ulike flokkuleringskjemikalier**  
Solumstrand renseanlegg  
O-87147 Lasse Vråle. September 1987
- 17/87 **Forsøk med kalkbereder i kalkdoseringsanlegg**  
O-87016 Jens Arne Ohren. September 1987
- 18/87 **Vurdering og omfang av fiskedød ved Flåskjer fiskeanlegg**  
Ørsta, Møre og Romsdal 16. juli 1987  
O-87149 Bjørn Olav Rosseland. September 1987. Sperret