



RAPPORT 688

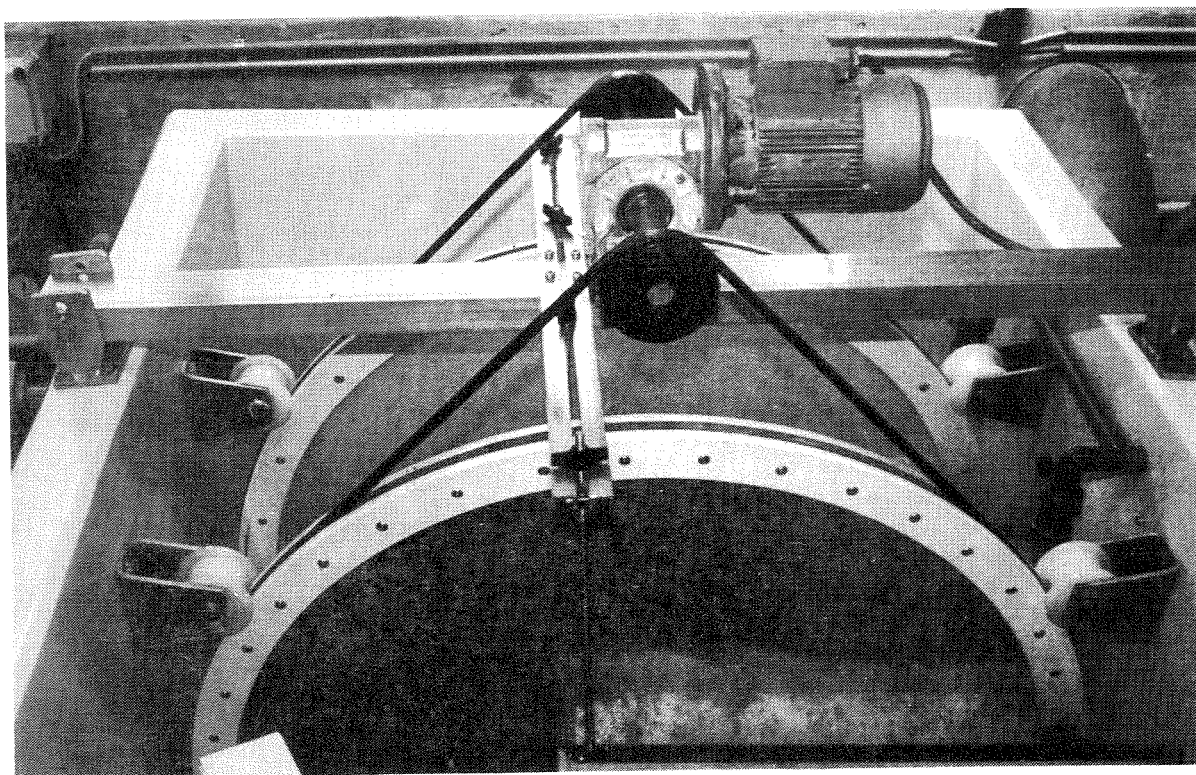
O-88027

0-88027

Utprøving av

Unik Hjulfilter

for rensing av vann i settefiskanlegg



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor
Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:	0-88027
Undernummer:	
Løpenummer:	2120
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: Utprøving av Unik Hjulfilter for rensing av vann i settefiskanlegg.	Dato: Mai 1988
	Prosjektnummer: 0-88027
Forfatter (e): Helge Liltved	Faggruppe: Akvakultur
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Unik Filtersystem A/S	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): Jarle Boge
---	--

Ekstrakt:

The Unik Wheelfilter has been tested in norwegian hatcheries on inlet and effluent water. The removal efficiency of the filter was high when the particle concentrations in the raw water was high. At conditions with low particle concentrations, the removal efficiency was low. The filter is evaluated to be useful to treat inlet water and effluent water with high content of suspended solids.

4 emneord, norske:

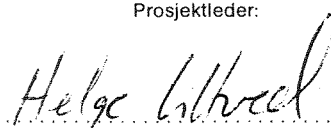
1. Akvakultur
2. Settefiskanlegg
3. Vannbehandling
4. Partikkelfjerning

VA-nr.: 6/88

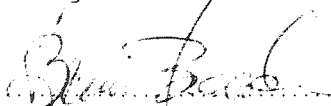
4 emneord, engelske:

1. Aquaculture
2. Hatcheries
3. Water treatment
4. Particle removal

Prosjektleder:



.....

Helge Liltved


.....

Bjørn Braaten

For administrasjonen:


.....

Svein Stene-Johansen

ISBN - 82-577-1399-6

FORORD

På forespørsel fra Unik Filtersystem a/s ved Jarle Boge er Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) blitt engasjert for å teste renskapasiteten til Unik Hjulfilter på forskjellige vanntyper. Testingen foregikk i tiden 10. februar til 10. mars 1988 på settefiskanlegg i Bergensregionen hvor filteret er installert.

Vannprøvene ble analysert ved NIVA's laboratorier i Oslo.

Undersøkelsen ble foretatt av ingeniør Knut Arne Pettersen og sivilingeniør Helge Liltved, begge fra NIVA. Sistnevnte har også stått for databearbeiding og rapportering.

Det rettes en takk til ansatte ved Bøvågen Fiskeoppdrett a.s, Sørnes Fisk a.s, Drageid Laks a.s og Hardanger Laks a.s for stor hjelp under gjennomføringen av undersøkelsen.

Oslo 15. mars 1988

Helge Liltved

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	2
1. INNLEDNING	4
2. BESKRIVELSE AV HJULFILTERET TIL UNIK FILTERSYSTEM A/S	6
3. FORSØK MED RENSING AV INNTAKSVANN TIL SETTEFISKANLEGG	7
3.1 Bøvågen Fiskeoppdrett a.s	7
3.2 Sørnes Fisk a.s	11
4. FORSØK MED RENSING AV AVLØPSVANN FRA SETTEFISKANLEGG	16
4.1 Hardanger Laks a.s	16
4.2 Drageid Laks a.s	20
5. MULIGE FORBEDRINGSPUNKTER	27
6. KONKLUSJON	30
7. REFERANSER	31

SAMMENDRAG

Unik Hjulfilter har blitt utprøvd med hensyn på renseeffekt ved 4 settefiskanlegg i Hordaland fylke. Det ble også gjort en undersøkelse av filterets hydrauliske kapasitet ved bruk av duktyper med forskjellige lysåpninger. Ved to av anleggene var filteret installert for rensing av inntaksvann til klekkeri og startsforingsavdeling. Ved de andre to anleggene var filterets oppgave å rense avløpsvannet fra settefiskavdelingene. Det ene anlegget varmevekslet det rensede avløpsvannet mens det andre ledet avløpet direkte til resipient etter rensing.

Hensikten med undersøkelsen var å vurdere filterets anvendbarhet i settefiskanlegg basert på undersøkelse av renseeffekt for aktuelle vannkvalitetsparametere. Anleggseierenes driftserfaringer er også lagt til grunn i vurderingen.

Ved Bøvågen Fiskeoppdrett a.s og ved Sørnes Fisk a.s var filteret innstallert på inntakssiden. Ved Bøvågen Fiskeoppdrett a.s ble duktype 40 og 20 μm brukt, mens det ved Sørnes Fisk a.s ble benyttet 80 og 40 μm duk. Ved begge anleggene ble det tatt prøveserier før og etter filteret under normal drift og ved økt partikkelinnhold. Partikkelinnholdet ble økt ved omrøring innløpskum hvor partikulært materiale hadde blitt avsatt. Prøvene fra Bøvågen Fiskeoppdrett a.s ble analysert med hensyn på turbiditet, fargetall, suspendert tørrstoff(S-TS) og suspendert gløderest(S-GR). Ved Sørnes Fisk a.s ble bare turbiditet målt. Resultatene viste at ved normal drift var det ikke mulig å påvise betydelige renseeffekter ved hjelp av turbiditetsmålinger ved noen av anleggene. Partikkelinnholdet i inntaksvannet var svært lavt (< 1 FTU). Turbiditet ble vurdert som en lite egnet parameter for måling av partikkelinnhold i disse vanntypene. Ved å øke partikkelinnholdet ble det vist betydelige renseeffekter m.h.p. suspendert tørrstoff(S-TS), 96 %. Det var svært dårlig korrelasjon mellom S-TS og turbiditet.

Ved Hardanger Laks a.s og Drageid Laks a.s var filteret installert for rensing av avløpsvann. Ved Hardanger Laks a.s ble avløpsvannet varmevekslet etter filteret. Ved begge anleggene ble det brukt forholdsvis grove duktyper, 1600 og 600 μm . Det ble tatt prøveserier før og etter filterene ved normal drift, og ved rengjøring av kar og renner. Prøvene ble analysert med hensyn på suspendert tørrstoff(S-TS), totalt organisk karbon(TOC), totalt fosfor(tot-P) og totalt nitrogen(tot-N). Under normal drift var partikkelinnholdet i avløpsvannet lavt (4-5 mg/l). I disse periodene var det ikke mulig å påvise betydelige renseeffekter. Bedere selvrensing i systemene ville

muligens øke S-TS-innholdet i avløpsvannet under normal drift og derved renseeffekten. Ved rengjøring av kar og renner fungerte filterene godt og fjernet det vesentligste av forurensningene. Renseeffektene var best ved Drageid Laks a.s der innløpskonsentrasjonene i gjennomsnitt ble redusert med over 90 % for alle parametere i en periode med rengjøring.

Filterets hydrauliske kapasitet ble også testet. Denne varierte fra 585 l/min. ved bruk av 20 µm lysåpninger i duk nummer 2 til 3500 l/min. ved bruk av 150 µm duk. Duk nummer 1 hadde lysåpninger på 1600 µm under disse forsøkene.

Driftspersonellet ved de 4 anleggene hvor undersøkelsene har foregått er fornøyd med filteret. Alle mener at installasjonen har vært hensiktsmessig. Lite driftstilsyn og vedlikehold blir fremhevet som positivt.

Fra NIVA's side blir filteret vurdert som effektivt for rensing av inntaksvann med høyt partikkelinnhold og for vannkilder med periodevis høyt partikkelinnhold. For rensing av avløpsvann viser filteret seg effektivt i perioder med rengjøring av kar og renner. Forurensningene som blir frigjort under rengjøring vil i mange tilfeller være de som skaper størst problemer i varmevekslere og gir uestetiske forhold i resipienten, og er derfor viktig å fjerne i rensetrinnet. Forurensningsmengden som blir frigjort under rengjøring som del av den totale forurensningsmengden vil variere fra anlegg til anlegg, avhengig av driftsrutiner og systemutforming.

Filteret virker enkelt og driftsikkert med lite behov for ettersyn og lave driftskostander. Løpende utgifter begrenser seg til tidsforbruk i forbindelse med tilsyn (< 1 time pr. uke), oppvarming av spylevann (ca. 5 l/time) og effektforbruk (spylepumpe og motor for rotering av hjul). Ved rensing av avløpsvann må spylevannet samles opp i en sedimenteringstank med overløp. Slam må suges opp og deponeres/brukes på forsvarlig måte.

1. INNLEDNING

I settefiskanlegg kan det være behov for fjerning av partikulært materiale fra vannet. Det er flere steder i anlegget det kan være aktuelt å etablere et rensetrinn. Det settes forskjellige krav til renseeffekt avhengig av hva vannet skal brukes til etter rensing.

Inntaksvann. Formålet med å rense inntaksvann er i de fleste tilfeller å forhindre at større mengder partikulært materiale skal avsettes på rogn og yngel. Dette kan føre til problemer som redusert oksygenopptak hos rogn og gjelleirritasjon hos yngel, noe som igjen kan gi økt dødelighet. Lavt partikkelinnhold er spesielt viktig i klemme- og startforingsperioden. I denne perioden er vannforbruket forholdsvis lavt, noe som gjør partikkelfjerningen enklere.

Partikkelfjerning vil også redusere behovet for rengjøring av kar, renner og vannbehandlingsutstyr da mengden av materiale som kan avsettes reduseres. Ved inntak i elv bør partikkelfjerning i enkelte tilfeller inngå da vannkvaliteten gjerne er sterkt varierende. I flomperioder vil ellevann transportere mye suspendert materiale.

Før desinfeksjon. Vann som skal desinfiseres bør ha et lavt innhold av partikler. Dette fordi mikroorganismer som er "innbakt" i partikler kan være vanskeligere å inaktivere enn frittsvevende. I forbindelse med UV-desinfeksjon er lavt partikkelinnhold spesielt viktig da partiklene reduserer UV-lysets evne til å trenge ned i vannet. I norske settefiskanlegg er desinfeksjon mest brukt for å inaktivere V. anguillarum der sjøvann nyttes som vannforbedringsmiddel. Enkelte anlegg har også desinfeksjon i forbindelse med resirkulering.

Resirkulert vann. Ved høy grad av resirkulering får man en akkumulering av avfallstoff. Partikkelfjerning i tillegg til annen vannbehandling er derfor påkrevet.

Avløpsvann. Avløpsvann fra settefiskanlegg inneholder forurensninger i form av løste og partikulære forbindelser. Ved å sile eller filtrere avløpsvannet kan deler av den partikulære forurensningen reduseres. Spesielt når kar tappes ned i forbindelse med rengjøring frigjøres store mengder suspendert materiale. Dette består av forrester og gjødsel fra fisken sammen med sopp -og bakteriekolonier ("lammehaler") som vokser i avløpsrør og renner. Det suspendert materialet kan representere et forurensningsproblem i nærmiljøet. Forurensningsmyndighetene vil i mange tilfeller kreve partikkelfjerning før slipp til resipient. I forbindelse med energiøkonomisering og bruk av varmeveksler vil også partikkelfjerning være aktuelt, spesielt når tempe-

rert avløpsvann varmeveksles. Dette for å redusere begroingen og for å hindre at større partikler tetter til veksleren.

Partikkelfjerning på avløpsvannet vil også redusere antall fisk som rømmer fra anlegget. På inntaksvannet kan tilførselen av uønskede organismer reduseres. Fiskeparasitter som *Costia* fjernes i liten grad i de rensesystemer som nyttes i dag, mens larver av ferskvannssperlemusling effektivt kan fjernes.

Partikkelfjerning kan foregå på mange måter. I forbindelse med vann til fiskeoppdrett kan følgende metoder være aktuelle:

- SILING. Denne metoden inkluderer alle rensinnretninger hvor vannet ledes gjennom perforerte duker eller plater. Partikler som er større eller tilnærmet lik lysåpningene i siloverflaten kan avsettes. Metoden er den mest vanlige for partikkelfjerning i norske oppdrettsanlegg og det finnes flere forskjellige fabrikater på markedet. Silinnretninger benyttes for rensing av inntaksvann, resirkulert vann og avløpsvann. Siler blir også installert før desinfeksjon og før varmevekslere.

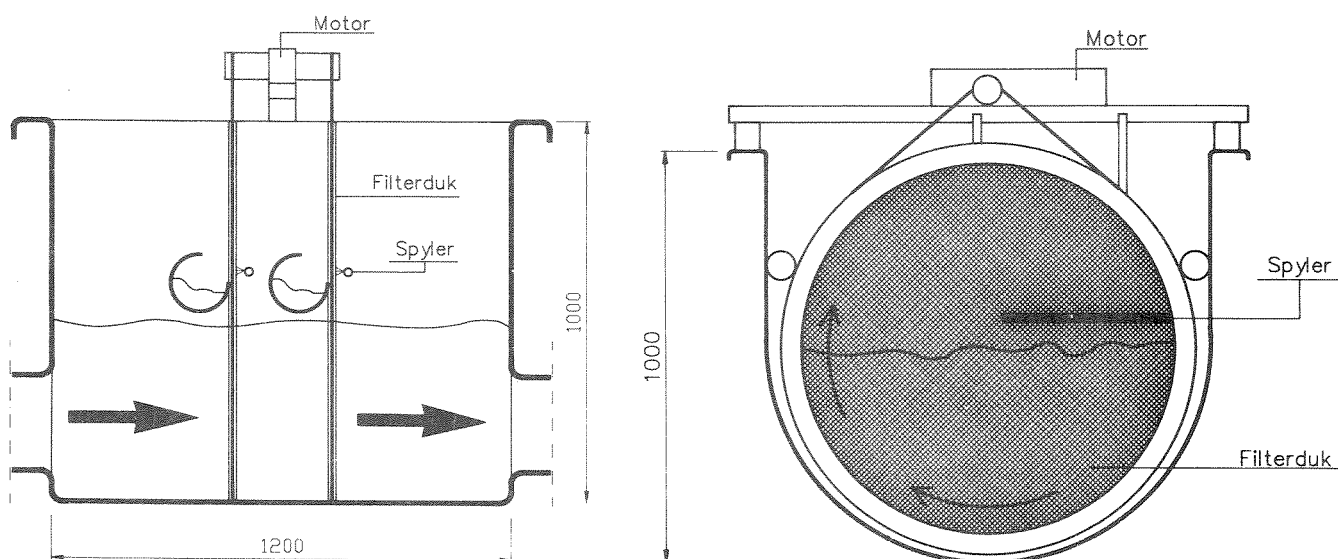
- VIRVELOVERLØP. Dette er et spesielt utformet kammer hvor strømningsforholdene gjør at partikler avsettes i bunnsone og det rensede vannet ledes ut fra et overløp. Virveloverløpet er benyttet noen steder for rensing av resirkulert vann og avløpsvann i oppdrettsanlegg.

- SEDIMENTERING. Her fjernes partikulært materiale fra vannstrømmen ved hjelp av tyngdekraften. Vannet ledes inn i et basseng hvor det har en viss oppholdstid. Partiklene synker til bunns og avsettes som slam som må fjernes med jevne mellomrom. Sedimentering benyttes enkelte steder for rensing av avløpsvann.

- DYBDEFILTRERING. Dybdefiltrering er betegnelsen på en prosess hvor partikler avsettes i et volum fylt med et filtermedium. Mediumet er i de fleste tilfeller kvartsand med en bestemt kornstørrelse eller kvartsand og granulert aktivert karbon (to-media filter). Dybdefiltrering er etablert ved noen få norske oppdrettsanlegg, da på inntaksvann og resirkulert vann. Et riktig dimensjonert dybdefilter vil effektivt fjerne partikler fra vannet. Muligheter for fjerning av parasitter er også til stede. Ulempene med dybdefiltrering er i først rekke forbundet med høye kostnader og forholdsvis kompliserte drifts-rutiner.

2. BESKRIVELSE AV HJULFILTERET TIL UNIK FILTERSYSTEM A/S.

Hjulfilteret er en rensenretning utviklet for partikkelfjerning i settefiskanlegg. Anvendelse i forbindelse med rensing av drikkevann og kommunalt avløpsvann kan også være aktuelt. Hjulfilteret er basert på sildukonseptet. Silduker i nylon er spent opp på hjul med diameter 1 meter. Hvert hjul har et sildukareal på 0.75 m^2 . Maskevidden kan varieres fra 1 til $2000 \mu\text{m}$ avhengig av råvannskvalitet og krav til renseseffekt. Standardutførelsene har to hjul med forskjellige maskevidder plassert etter hverandre halvt nedsenket i en kum som vist på tegningene i figur 1. Dette muliggjør separasjon av grove partikler i første trinn og fjerning av mindre partikler i andre trinn. Hjulene roterer rundt og løfter avsatt partikulært materiale opp av vannfasen. En liten pumpe med trykktank sørger for spylevann via dyser. Duken blir spylt kontinuerlig med kaldt vann og diskontinuerlig med varmt vann. Spylevannsforbruket er fra 5 til 20 l/min . avhengig av råvannskvalitet. Slamvannet blir ført bort via renner. Hjulenes rotasjonshastighet bestemmes av trykktapet over sildukene v.h.a. en flotør i innløpskammeret. Økt mengde partikler på dukene vil øke trykktapet slik at vannstanden heves. Dette vil igjen øke rotasjonshastigheten. Hjulfilteret kan også leveres med et sikkerhetssystem som slipper på ekstra spylevann ved høy vannstand.



Figur 1. Prinsipptegninger av Hjulfilteret i snitt.

Hjulfilteret kan installeres med separat innløpskum og utløpskum. I innløpskummen etableres overløp med "by-pass" til utløpskum. Dette med tanke på driftstans som følge av strømbrudd, ved skifte av duk eller ved andre uforutsette hendelser. Innløps- og utløpskum gir også gode muligheter for observering av vannkvalitet og prøvetaking.

3. FORSØK MED RENSING AV INNTAKSVANN TIL SETTEFISKANLEGG

To anlegg med noe problematiske vannkilder ble valgt ut til undersøkelsen, Bøvågen Fiskeoppdrett a.s og Sørnes Laks a.s. Begge disse anleggene har installert Unik Hjulfilter for å redusere partikkelbelastningen i klekkeri og startfôringshall.

For å teste filterets renseeffekt på inntaksvann ble det tatt ut prøver i innløpskasse og utløpskasse.

3.1 Bøvågen fiskeoppdrett a.s. - anleggsbeskrivelse.

Anlegget er lokalisert til Bøvågen i Radøy kommune. Det har konsesjon for oppdrett av 300 000 smolt pr. år. Vanninntaket er lokalisert til Storavatnet med inntak på ca. 3 m dyp. Inntaksvannet karakteriseres ved høyt innhold av humus noe som igjen gir seg utslag i høyt innhold av totalt organisk karbon (TOC) og høyt fargetall. Vannet er noe surt, med lav alkalitet, men har brukbart innhold av salter. En analyse av inntaksvannet er vist nedenfor:

pH	6.08
Turbiditet, FTU	0.78
Ledningsevne mS/m	5.89
Klorid, Cl, mg/l	9.6
Sulfat, SO ₄ , mg/l	4.6
Nitrat, NO ₃ , µg/l	390
Kalsium, Ca, mg/l	2.18
Magnesium, Mg, mg/l	0.97
Natrium, Na, mg/l	4.8
Kalium, K, mg/l	1.33
TOC, mg/l	6.97
Alkalitet, meq/l	0.061
Aluminium-reaktivt, µg/l	69
Aluminium-ikke labilt, µg/l	44

Hjulfilteret er installert for å redusere partikkelbelastningen til klekkeri og startfôringsavdelingen. Under prøvetakingen ble det kjørt under følgende betingelser:

Duktyper:	40 og 20 µm
Omdreiningshastighet:	3.6 omdr./min.
Forbruk kaldt spylevann:	360 l/time
Forbruk varmt spylevann:	6 l/time
Varmtvannstemp.:	Ca. 50 °C
Vannmengde gjennom filter.	220 l/min. max. 500 l/min.
Vanntemp.:	2.2 °C

Resultater

Prøver ble tatt ut som stikkprøver under normal drift og ved økt partikkelbelastning. Ved å røre om i nivåtanken steg partikkelinnholdet kraftig. Prøvene ble lagret mørkt og kaldt og analysert i.h.t. Norsk Standard ved NIVA med hensyn på farge, suspendert tørrstoff(S-TS) og suspendert gløderest(S-TS). Turbiditetsverdiene ble målt på stedet med et Hach bordmeter. Turbiditetsmålingene ved normal drift viste følgende verdier:

Turbiditet i innløp til filter, middelerdi (n=5):	0.77 FTU
Turbiditet i utløp fra filter, middelerdi (n=5):	0.72 FTU
Renseeffekt:	7 %

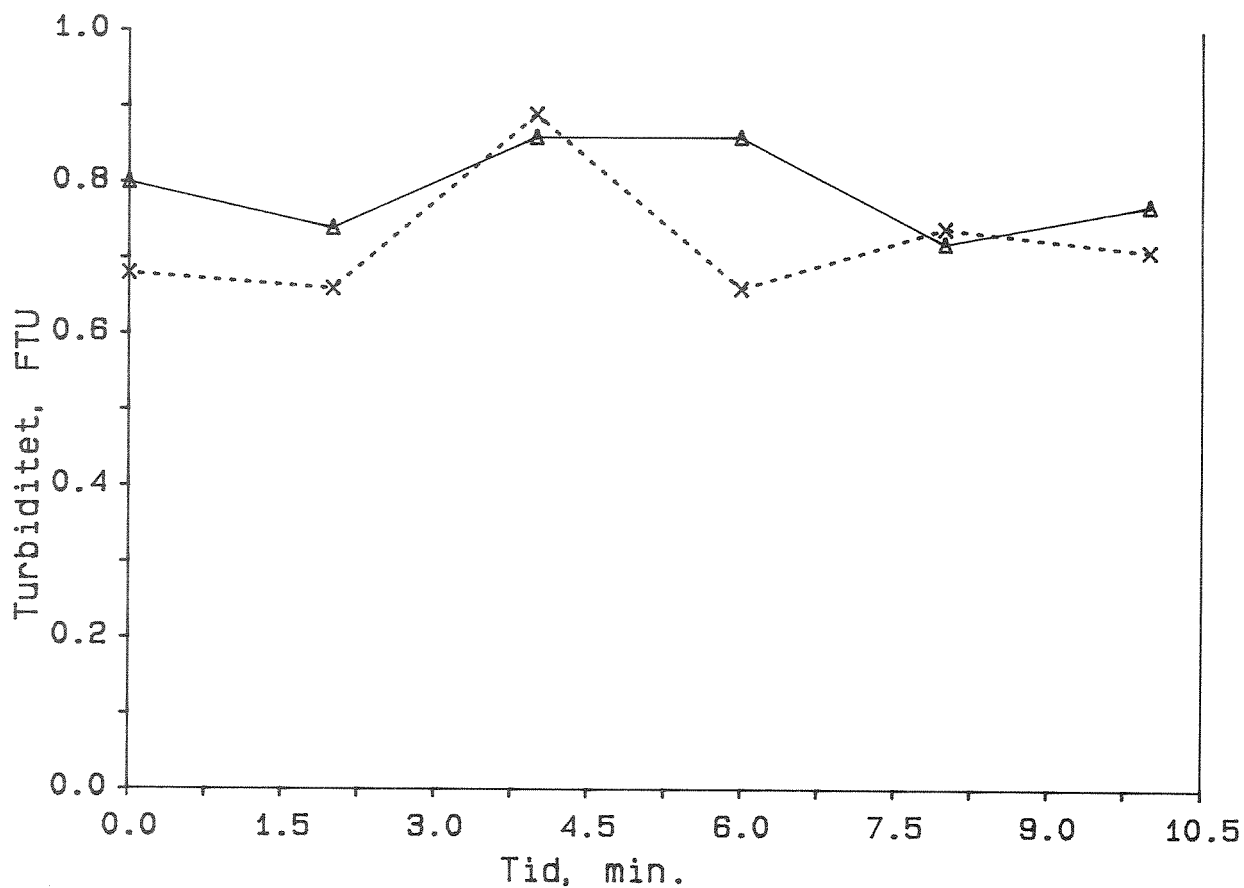
Under fremprovosering av høyt partikkelinnhold ble det tatt ut en prøveserie som ble analysert med hensyn på turbiditet, farge, S-TS og S-GR. Det ble tatt ut 6 prøver med 2 minutters mellomrom fra tid lik 0. Resultatene er vist i figur 3 - 6. Heltrukken linje viser innløpskonsentrasjonene, mens stiplet linje viser utløpskonsentrasjonene fra filteret. Følgende midlere renseeffekter ble registrert i denne perioden:

Turbiditet:	9 %
Fargetall :	3 %
Suspendert tørrstoff (S-TS):	96 %
Suspendert gløderest (S-GR):	97 %

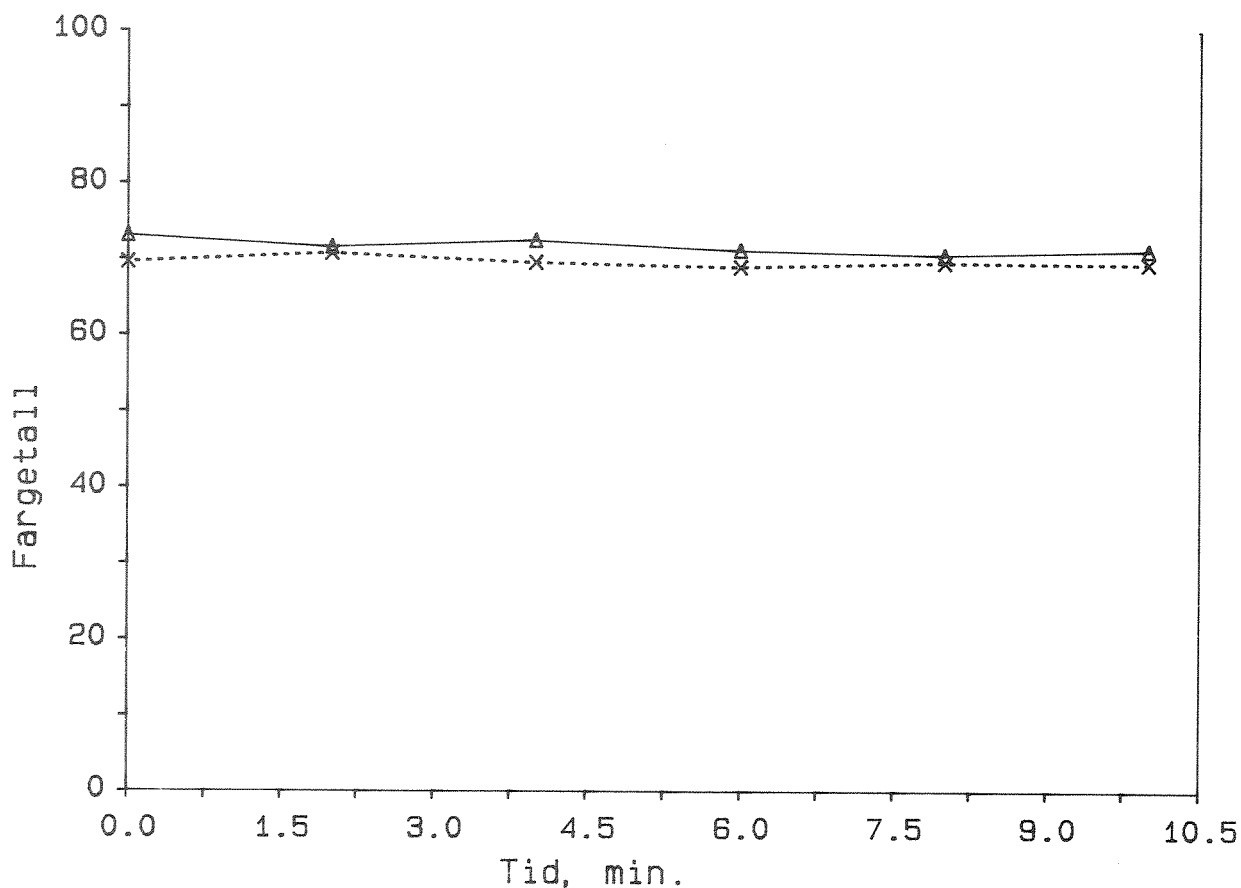
Diskusjon

Under normal drift hadde inntaksvannet et svært lavt innhold av partikulært materiale (< 1 FTU). Ved slike konsentrasjoner er det svært vanskelig å oppnå betydelig reduksjon av partikulært stoff, noe som heller ikke ble demonstrert her.

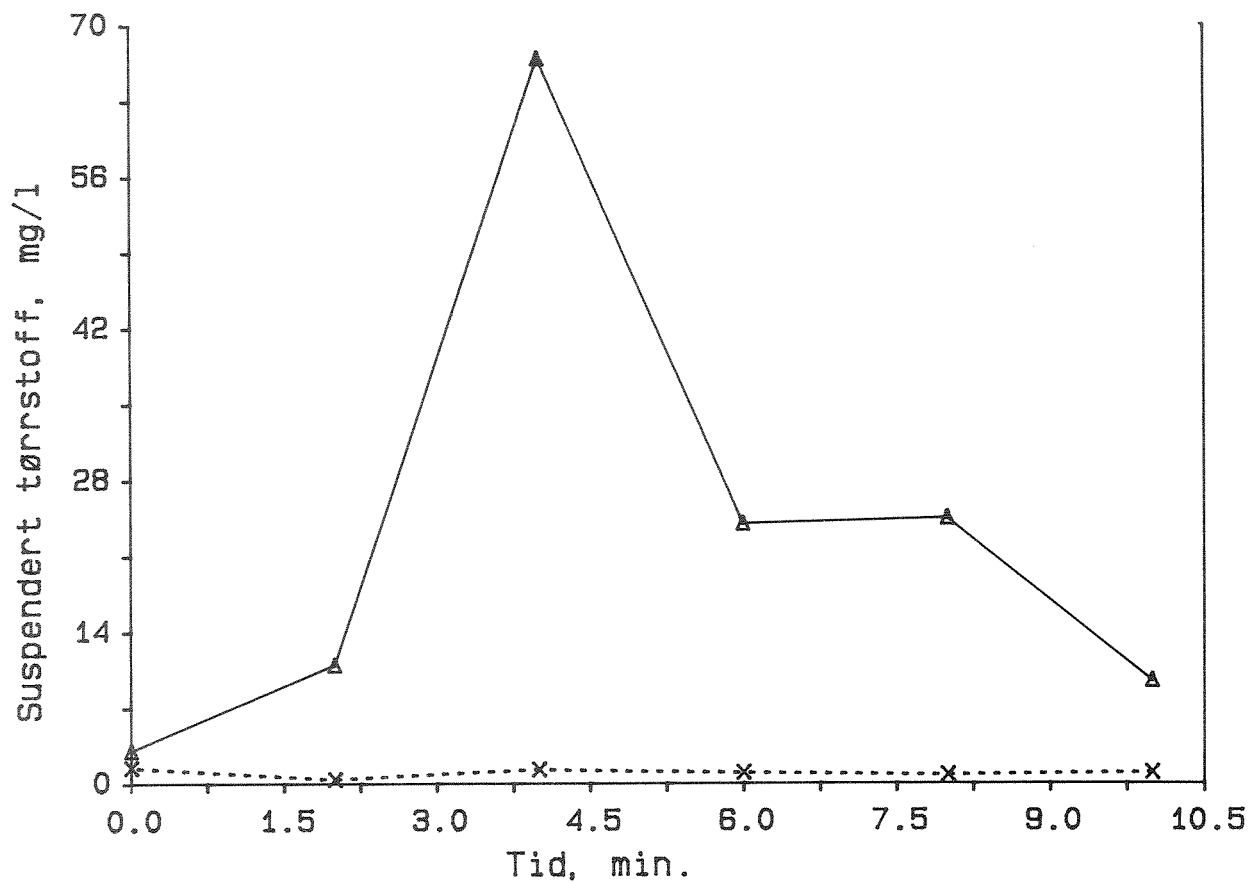
På den type partikler som fremkom ved omrøring var det svært dårlig korrelasjon mellom turbiditet og S-TS. Økt innhold av partikulært materiale ga lite eller ingen utslag i turbiditet (figur 3). Dette kan skyldes at partiklene var forholdsvis store og sedimenterte hurtig, og dermed ikke ble registrert. Turbiditet synes lite egnet som parameter for bestemmelse av partikkelinnhold i denne vanntypen. Som ventet var det ingen signifikant fjerning av farge (humus) over sildukene da dette er løste forbindelser(figur 4). Derimot ble gjennomsnittlig 96 % av S-TS tatt ut på dukene. S-TS-konsentrasjonen i utløpet holdt seg jevn og lav (< 1.3 mg/l) under hele episoden



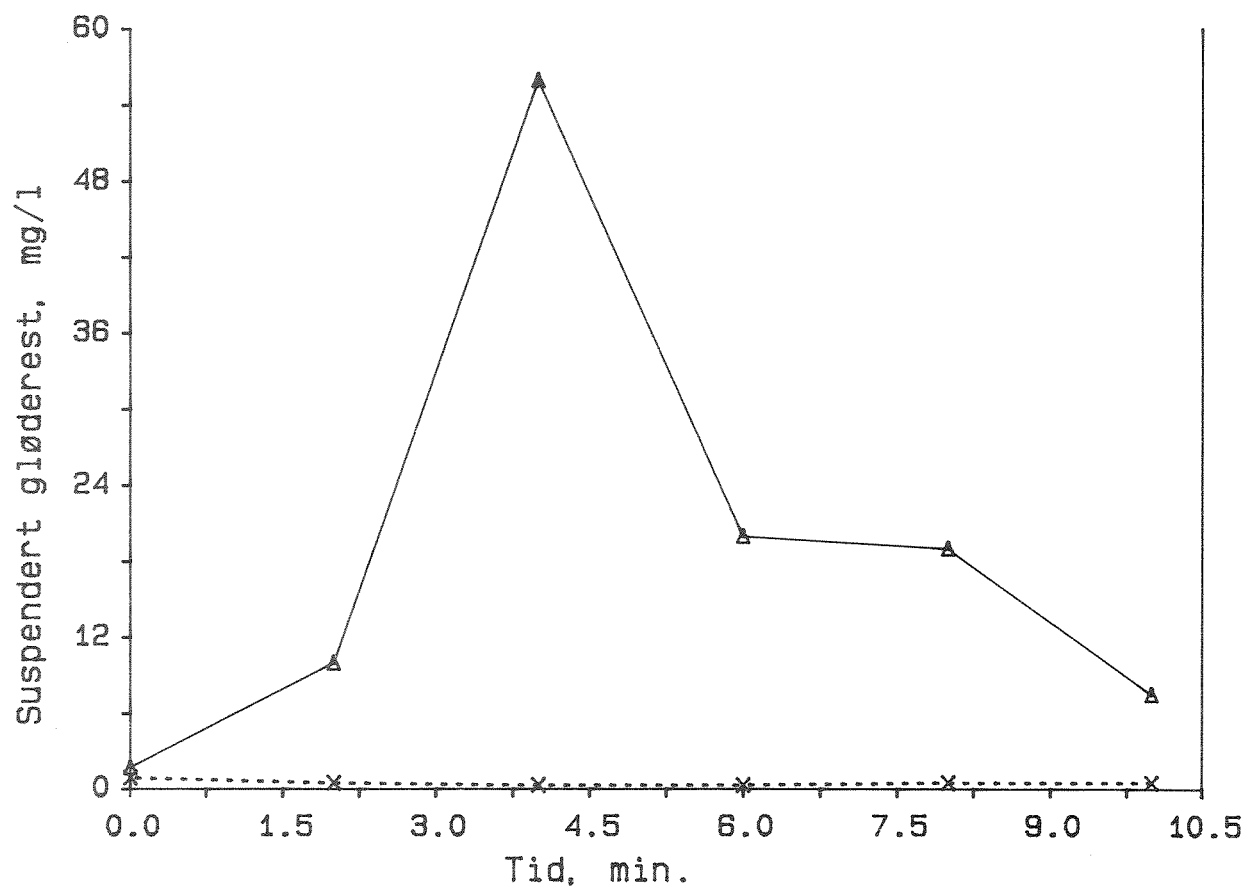
Figur 3: Turbiditetsverdier inn (___) og ut (...) fra filteret ved høyt partikkelinnhold.



Figur 4: Fargetall inn (___) og ut (...) fra filteret ved høyt partikkelinnhold.



Figur 5: Suspendert tørrstoff inn (___) og ut (...) fra filteret ved høyt partikkelinnhold.



Figur 6: Suspendert gløderest inn (___) og ut (...) fra filteret ved høyt partikkelinnhold.

Driftserfaringer

Fra personellens side ble det uttrykt tilfredshet med det installerte Hjulfilteret. Systemet har vært praktisk talt vedlikeholdsfritt i de 3 månedene det har vært installert. Det ble også hevdet at partikkelmengden som tidligere ble avsatt på rognen var redusert etter filtermontasjen.

3.2 Sørnes Fisk a.s. - anleggsbeskrivelse.

Anlegget ligger i Trengereid i Bergen kommune. Det består av klekkeri og settefiskanlegg. Konsesjonsvolumet er på 500 000 smolt. Vannkilden er en bekk/elv som renner bratt ned fra fjellsiden ovenfor anlegget. Inntaksarrangement med grovrist er vist i figur 7. Store vannføringsvariasjoner i bekken fører til periodisk høyt innhold av partikulært materiale. Det er en viss reguleringsmulighet i vassdraget. Nedenfor er en analyse av inntaksvannet tatt som stikkprøve ved besøket. Vannet blir tilsatt sjøvann. Analysen viser vann av god kvalitet for oppdrett av laksefisk; pH verdi rundt det optimale, bra innhold av salter, lav turbiditet og lavt aluminiumsinnhold.

pH	6.77
Turbiditet, FTU	0.34
Ledningsevne, mS/m	4.44
Cl, mg/l	7.4
SO ₄ , mg/l	2.4
NO ₃ , µg/l	142
Ca, mg/l	2.78
Mg, mg/l	0.61
Na, mg/l	3.74
K, mg/l	0.19
TOC, mg/l	1.19
Alk., meq/l	0.112
Al.-reaktivt µg/l	14
Al.-ikke labilt µg/l	<10

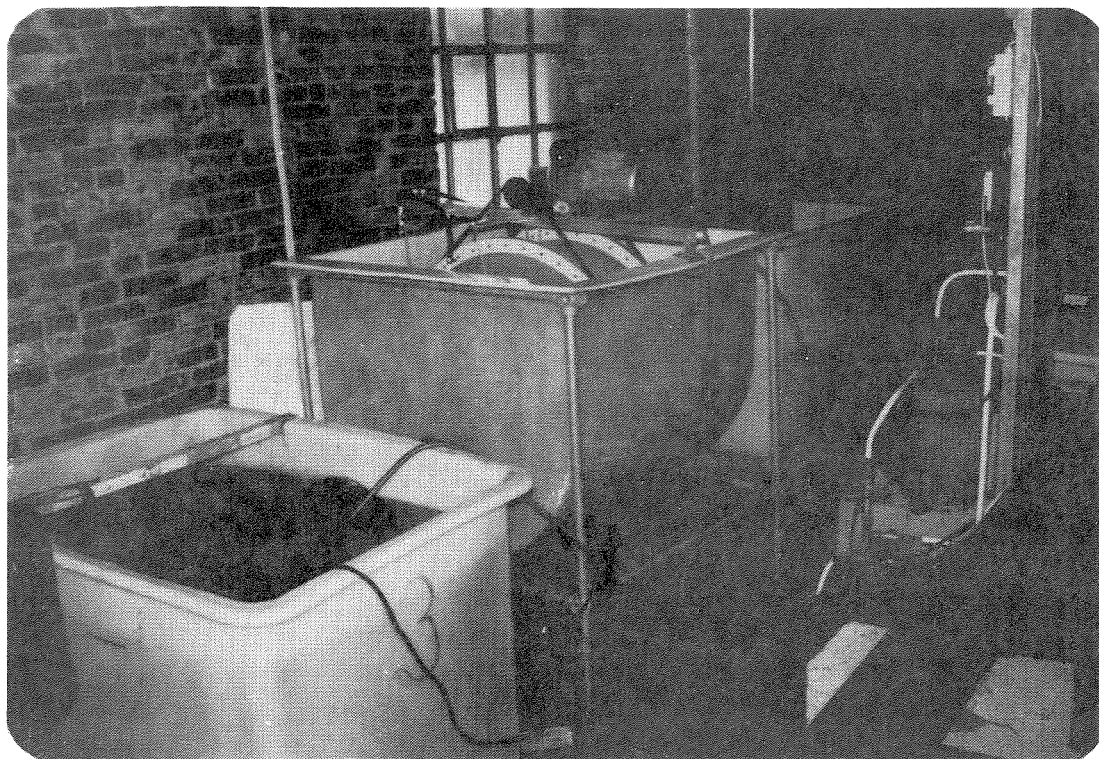


Figur 7. Vanninntaket til ved Sørnes Fisk a.s.

Hjulfilteret er installert for å redusere partikkelbelastningen til klekkeri og startforing. Ved besøket ble følgende driftsbetingelser registrert:

Duktyper:	80 og 40 μm
Trykktap over 1. duk:	0 cm
Trykktap over 2. duk:	3 cm
Omdreiningshastighet:	3.0 omdr./min.
Forbruk kaldt spylevann:	ikke tilgjengelig
Forbruk varmt spylevann:	----- " -----
Varmtvannstemp.:	Ca. 60 $^{\circ}\text{C}$
Vannmengde gjennom filter:	775 l/min.
Vanntemp.:	5.4 $^{\circ}\text{C}$

Figur 8 viser oppstillingen av silsystemet med innløpskummen lengst borte.



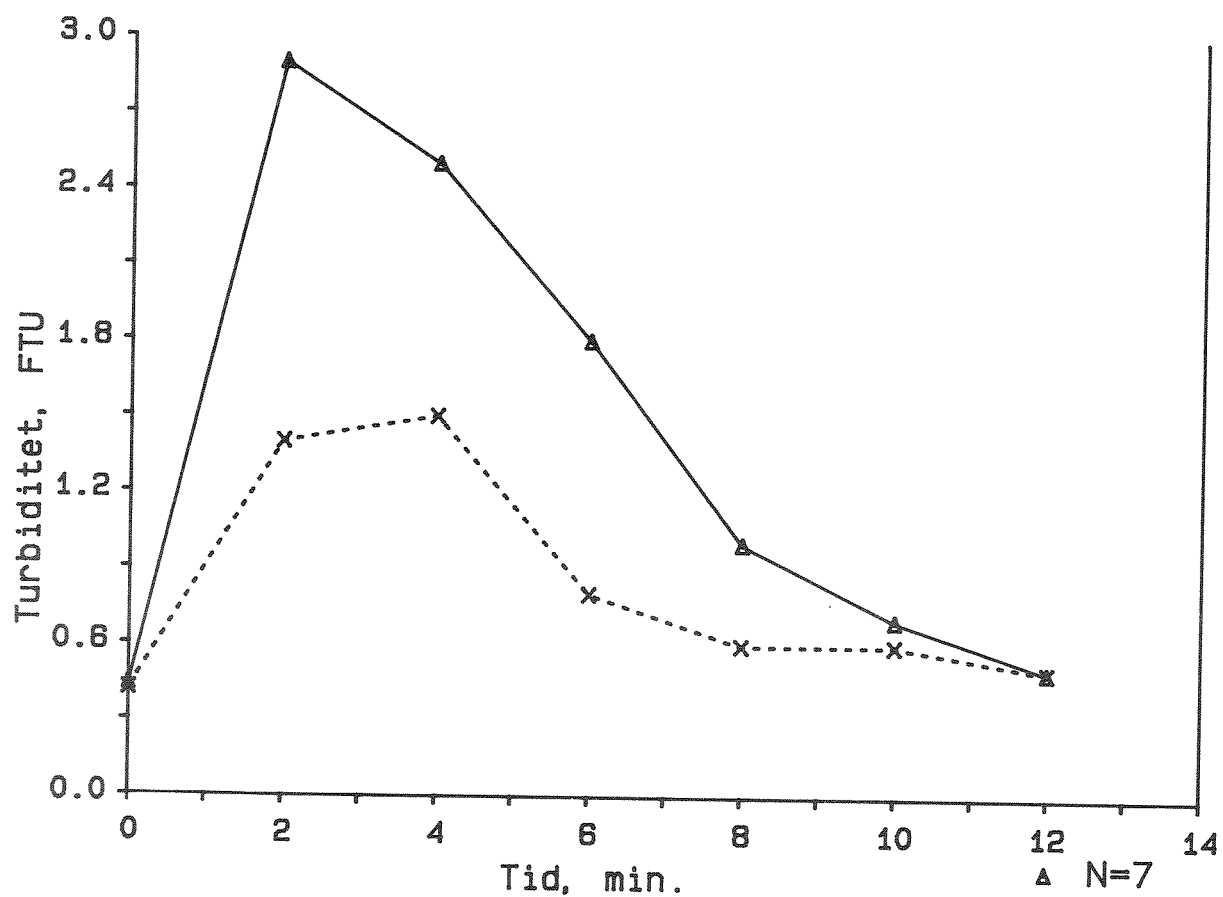
Figur 8. Hjulfilteroppstilling til klekkeri og startforing hos Sørnes Fisk a.s.

Resultater

Også her ble det tatt ut stikkprøver før og etter filteret ved normal drift og ved fremprovosering av høyt partikkelinnhold ved omrøring innløpskum. Prøvene ble bare analysert med hensyn til turbiditet. Målingene ved normal drift ga følgende resultater:

Turbiditet i innløp til filter, middelerdi (n=7):	0.48 FTU
Turbiditet i utløp fra filteret, middelerdi (n=7):	0.45 FTU
Renseeffekt:	6 %

Ved høyt partikkelinnhold ble det tatt en prøveserie med uttak en gang pr. minutt fra tid lik null. Resultatene er vist i figur 9. Heltrukken linje viser turbiditetsverdier inn til silduksystemet, mens stiplet linje viser utløpsverdier. Det ble her registrert en gjennomsnittlig renseseffekt på 42 % .



Figur 9. Turbiditet i innløp(____) og utløp(-----) fra filteret ved forhøyet partikkelinnhold.

Diskusjon

Det var svært lavt innhold av partikulært materiale i inntaksvannet under normal drift. Betydelig fjerning av turbiditet ble ikke målt. Ved høyt partikkelinnhold ble 42 % av turbiditeten målt i innløpsvannet avsatt på sildukene.

Driftserfaringer

Filteret har vært i drift på anlegget noe over 1 år, d.v.s. at en nå var inne i den 2. klekkesesongen med siling av inntaksvannet. En har tidligere periodevis hatt problemer med partikkelavsetninger på rogn og i kar. Dette har ifølge driftspersonalet bedret seg og ført til redusert dødelighet etter at Hjulfilteret ble installert. Inn- og utløpskasse, samt silkasse kostes innimellom for å fjerne sedimentert materiale. Driftspersonalet mener installasjonen har vært en riktig investering ut fra en kost/nytte-vurdering.

4. FORSØK MED RENSING AV AVLØPSVANN FRA SETTEFISKANLEGG

For å undersøke filterets evne til å rense avløpsvann ble to anlegg valgt ut. Prøver som ble tatt ut før og etter filteret ved normal drift og ved rengjøring, ble analysert i NIVA's laboratorier med hensyn på suspendert tørrstoff(S-TS), totalt organisk karbon(TOC), totalt fosfor(tot-P) og totalt nitrogen(tot-N). Prøvene fra innløp i rengjøringsperiodene ble homogenisert før de ble analysert.

4.1 Hardanger Laks a.s. - anleggsbeskrivelse.

Settefiskanlegget ligger i Strandebarm i Kvam kommune. Anlegget har energianlegg hvor bl.a. avløpsvannet fra et karsystem varmeveksles før det slippes ut i elva. For å redusere faren for begroing og gjenntetting i platevarmeveksleren er et Hjulfilter innstallert for å rense avløpsvannet. Silduktyper m.h.t. lysåpninger er valgt ut fra dette behovet, og ikke for å oppnå optimal rensing. Spylevannet (slamvannet) fra sildukene ble samlet opp i et sedimenteringsbasseng hvor dekanteringsvannet ble pumpet ut i elva. Det sedimenterte slammet ble pumpet opp for deponering.

Karsystemet som hadde avløp til filteret hadde følgende data:

Mengde øyerogn:	250 l
Vannmengde fra klekkeri:	350 l/min.
Antall lakseyngel:	Ca. 350 000
Yngelstørrelse:	2 - 25 gr. Gjennomsnittlig størrelse: 7 gr.
Vannmengde fra yngelkar:	1550 l/min.
Fortype:	Skretting, granulert, 2.0 og 3.0 mm.
Foringsrutiner:	Automatisk og manuell fra kl. 0600 til 2400.
Formengder:	50 kg fra automat og 15 kg håndføring pr. døgn.
Forfaktor:	Ca. 1.5

Hjulfilteret ble kjørt under følgende betingelser ved besøket:

Duktyper:	1600 og 600 µm
Omdreiningshastighet:	4 omdr./min. (konstant)
Spylevannsmengde (inkl. varmtvann):	18 l/min.
Varmtvannstemp.:	Ca. 70 °C
Vannmengde gjennom filter:	1900 l/min.
Vanntemp.:	7.6 °C

For å undersøke Hjulfilterets evne til å fjerne partikulært materiale fra avløpsvann som skal varmeveksles med inntaksvann ble stikkprøver og prøveserier tatt på anlegget til Hardangerlaks a.s.

Resultater

Under normal drift ble det tatt ut en stikkprøve før og en stikkprøve etter filteret. I tillegg ble det tatt ut prøve av spylevannet under normal drift og ved vask. Dekanteringsvannet fra sedimenteringsbasenget ble også analysert. Tabell 1 viser analyseresultatene fra disse prøvene.

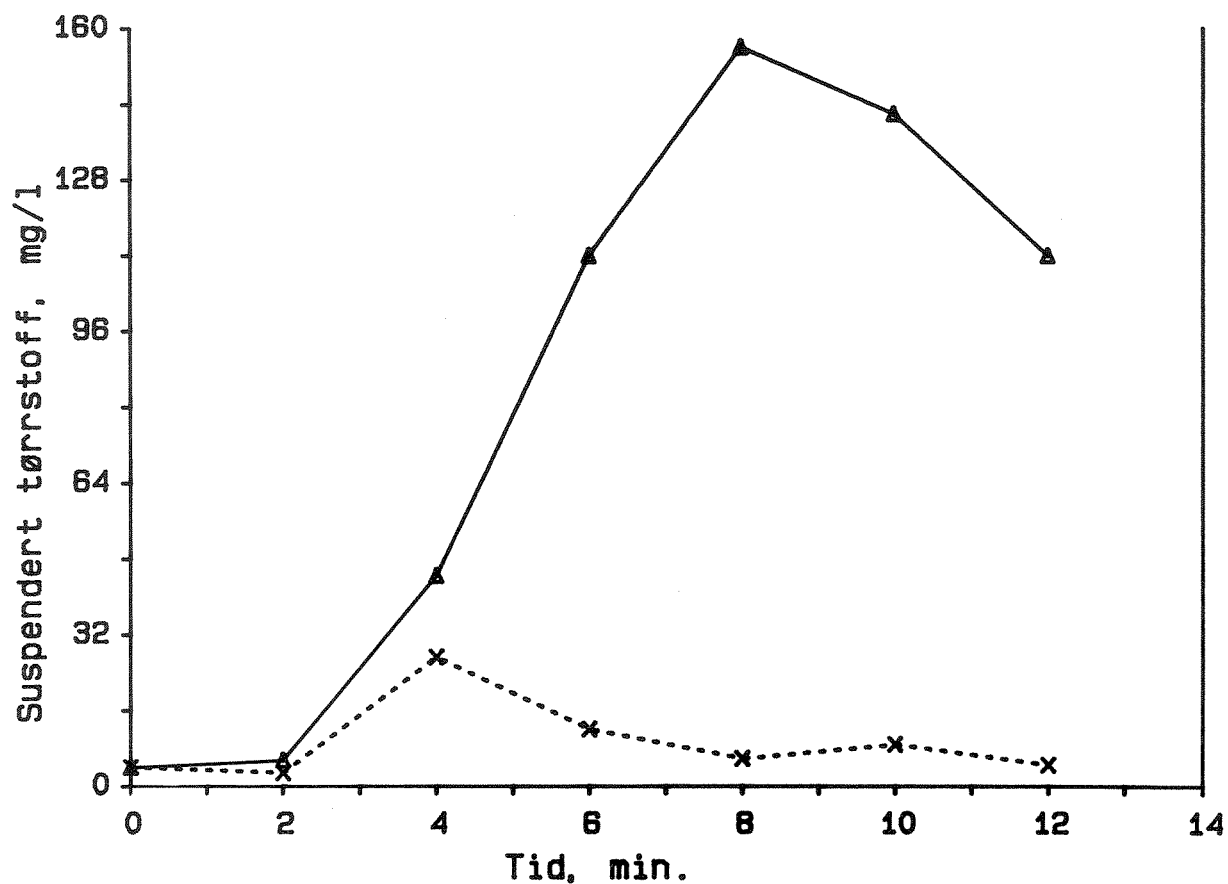
	S-TS mg/l	TOC mg/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l
Innløp til filter	4.0	2.56	97.0	1227
Utløp fra filter	4.0	1.26	77.0	972
Slamvann, drift	15.0	3.07	100.0	1300
Slamvann, vask	144.0	71.60	6500.0	15600
Dekanteringsvann	8.5	4.01	200.0	2400

Tabell 1. Analyseresultater fra Hjulfilter installert på anlegget til Hardanger Laks a.s.

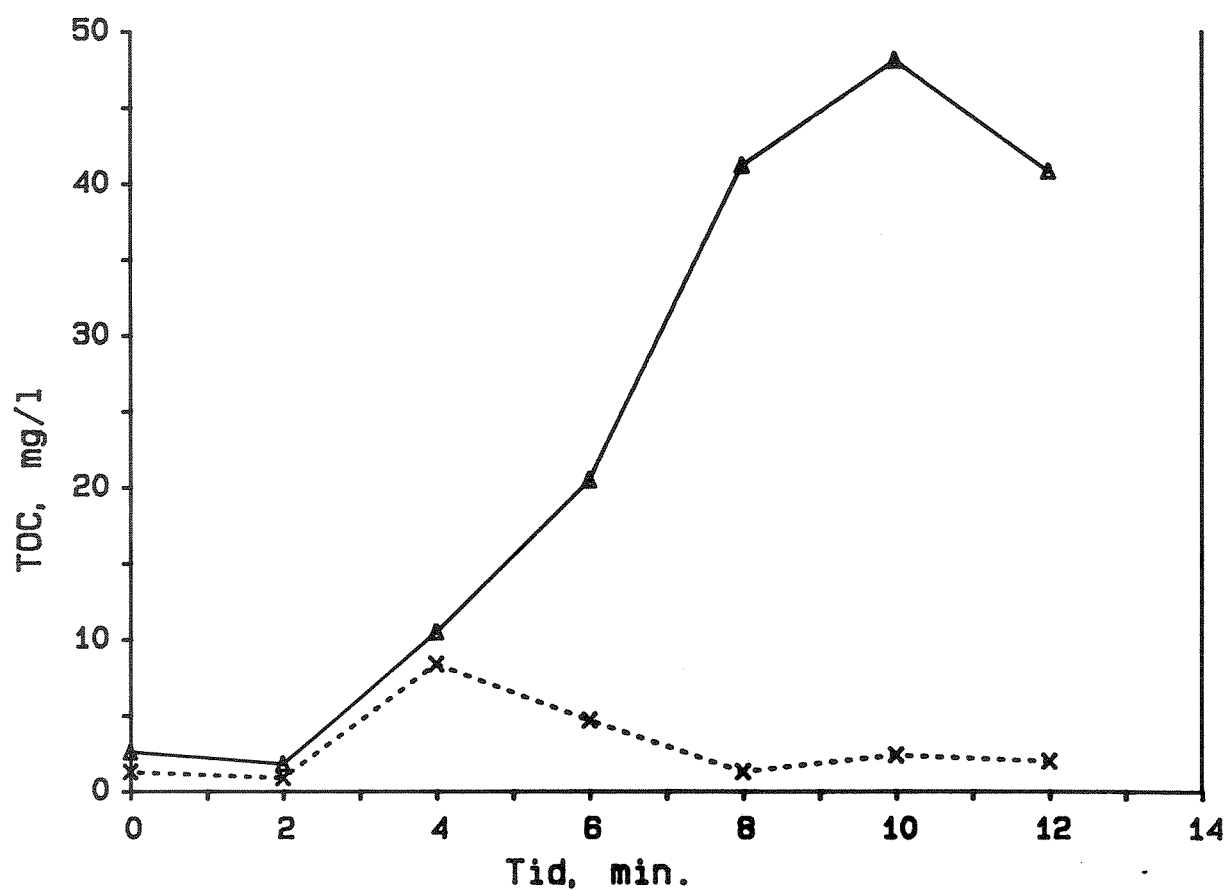
Ved anlegget blir utløpsrennen fra karene daglig rengjort v.h.a. et mekanisk kostesystem. Dette frigjør store mengder sedimenterte forrester, gjødsel og bakterie/soppkolonier som føres til filteret. Kostesystemet ble kjørt ved besøket, og prøver ble tatt før og etter filteret med 2 minutters intervall i denne perioden. Resultatene er vist i figur 10 til 13. 90 % renseseffekt med hensyn på S-TS, 88 % m.h.p. TOC, 90 % m.h.p. tot-P og 78 % m.h.p. tot-N ble oppnådd i denne perioden.

Diskusjon

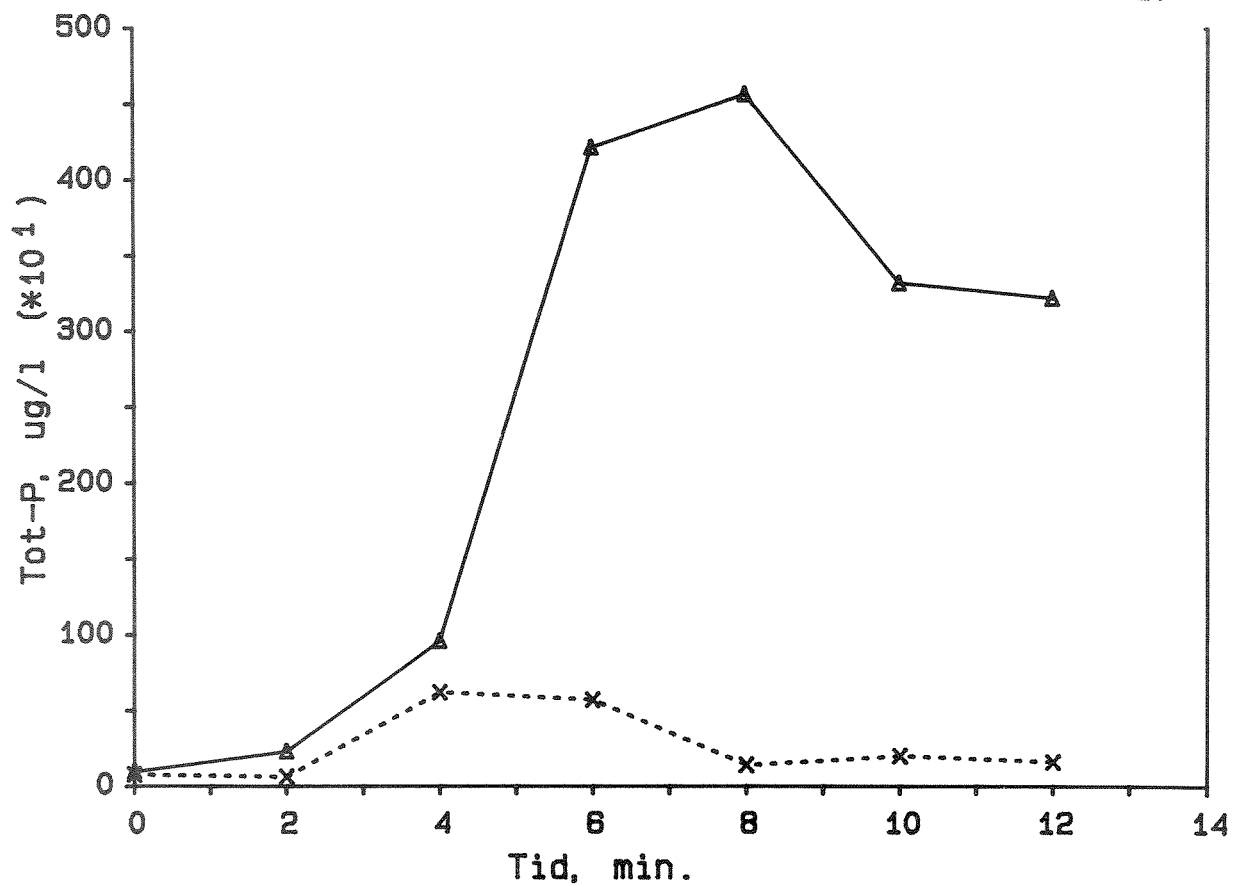
Under normal drift viste analyseresultatene at konsentrasjonene av forurensningskomponenter var lave, noe som igjen ga små prosentvise reduksjoner over filteret. Lysåpningene i sildukene var store (1600 og 600 µm), noe som også bidro til å nedsette effekten. Dersom optimal rensing var hensikten, burde duker med mindre lysåpninger ha vært valgt. Under rengjøring av renne var partikkelbelastningen stor.



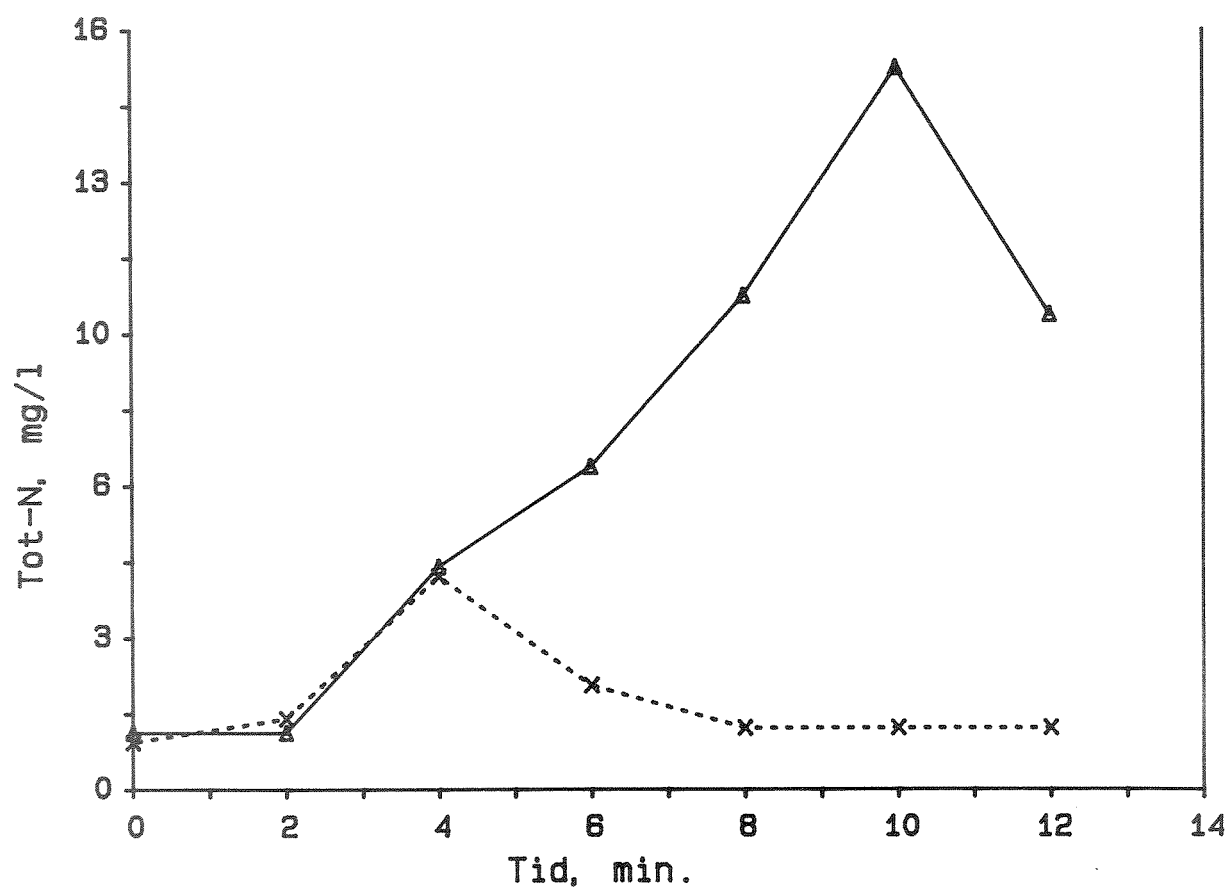
Figur 10: Suspendert tørrstoff (S-TS) i innløp (___) og utløp (...) under rengjøring.



Figur 11: Totalt organisk karbon (TOC) i innløp (___) og utløp (...) under rengjøring.



Figur 12: Totalt fosfor i innløp (___) og utløp (...) under rengjøring.



Figur 13: Totalt nitrogen i innløp (___) og utløp (...) under rengjøring.

Filteret tok økte belastningen ved rengjøring godt, uten gjentetting av noen art. Selv store bakterie/soppkolonier ("lammehaler") ble festet til duken og transportert til avløpsrennen v.h.a. spylesystemet. Renseeffektene var høye og utløpskonsentrasjonene lave, bortsett fra et mindre gjennomslag tidlig i perioden. Konsentrasjonene i spylevannet var svært lave under normal drift, men økte kraftig (65 ganger m.h.p. tot-P) ved rengjøring av renne.

Driftserfaringer

Erfaringene med bruk av filteret var gode. Det ble hevdet at problemene med begroing og gjentetting i veksleren var redusert, og derved kunne hyppigheten av rengjøringen også reduseres.

4.2 Drageid Laks a.s. - anleggsbeskrivelse.

Drageid Laks a.s ligger i Fusa kommune. Anlegget består av klekkeri, settefiskanlegg og matfiskanlegg. Klekkeri og settefiskanlegg har sitt vanninntak på 40 meters dyp i Hæangervatnet. Avløpsvannet ledes til kanal mellom Skogeidvatnet og Hæangervatnet. For å redusere forureningsbelastningen til vassdraget er et Hjulfilter installert på avløpsvannet fra settefiskavdelingen. Spylevannet fra filteret blir samlet opp i et kammer hvor slammet sedimenterer og dekanteringsvannet går i overløp til resipient. Det sedimenterte slammet blir pumpet opp med jevne mellomrom og spredt på jordbruksarealer i området.

Karsystemet som hadde avløp til filteret hadde følgende data:

Antall lakseyngel:	28 000
Gjennomsnittlig vekt:	24 gr.
Antall ørretyngel:	2 000
Gjennomsnittlig vekt:	22 gr.
Total biomasse:	716 kg.
Tilvekst:	0.9 % dag
Vannmengde:	1500 l/min.
Fortype:	Skretting, granulert, 1.8 og 2.0 mm.
Foringsrutiner:	Foringsautomater, utforing 5 ganger pr. time
Formengder:	5 kg/dag
Forfaktor:	1.2 (fra 15. des. til 15. jan.)

Hjulfilteret ble kjørt under følgende forhold:

Duktyper:	1600 og 600 µm
Omdreiningshastighet:	0.75 omdr./min.
Spylevannsmengde:	Ikke tilgjengelig
Varmtvannspyling:	1 gang pr. time, ca. 70 °C
Vannmengde gjennom filter:	1500 l/min.
Vanntemp.:	3.8 °C

Det ble tatt ut 5 timeblandprøver før filter og 5 timeblandprøver etter filter under normal drift. Hver timeblandprøve bestod av 4 enkeltprøver tatt ut med 15 minutters intervall med ISCO automatisk prøvetaker. Rutinene for nedtapping av kar for rengjøring og rengjøring av renner var ikke faste, men foregikk etter behov, fra daglig rengjøring til dagers mellomrom. Ved besøket ble noen kar tappet ned og derved ble avløpsrennen fra karrekken delvis spylt ut. I denne perioden som varte ca. 10 minutter ble det tatt ut stikkprøver før og etter filter med 2 minutters mellomrom. Prøvene ble analysert med hensyn på S-TS, TOC, tot-P og tot-N.

Resultater

Resultatene fra perioden med normal drift er vist i tabell 2. Tallene angir gjennomsnittsverdier basert på 5 analyser.

	S-TS mg/l	TOC mg/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l
Innløp til filter (n=5)	5.1	2.6	90.8	777
Utløp fra filter (n=5)	5.0	2.4	87.8	759
Renseeffekt	2 %	8 %	3 %	4 %

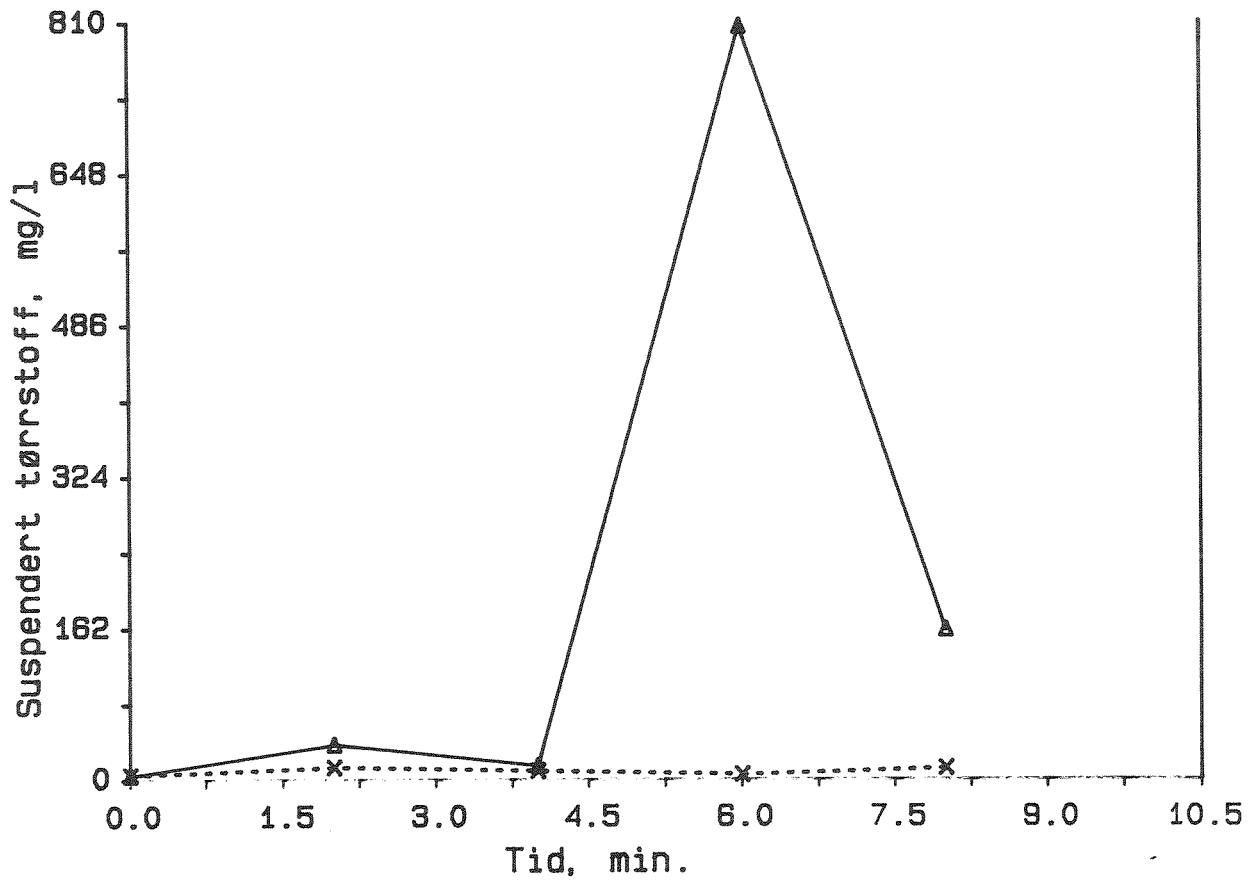
Tabell 2. Innløps- og utløpsverdier fra Hjulfilteret under normal drift.

Resultatene fra perioden med vask er vist i figur 14 til 17. Renseeffektene var som følger: 96 % med hensyn på S-TS, 95 % med hensyn på TOC, 92 % med hensyn på tot-P og 93 % med hensyn på tot-N.

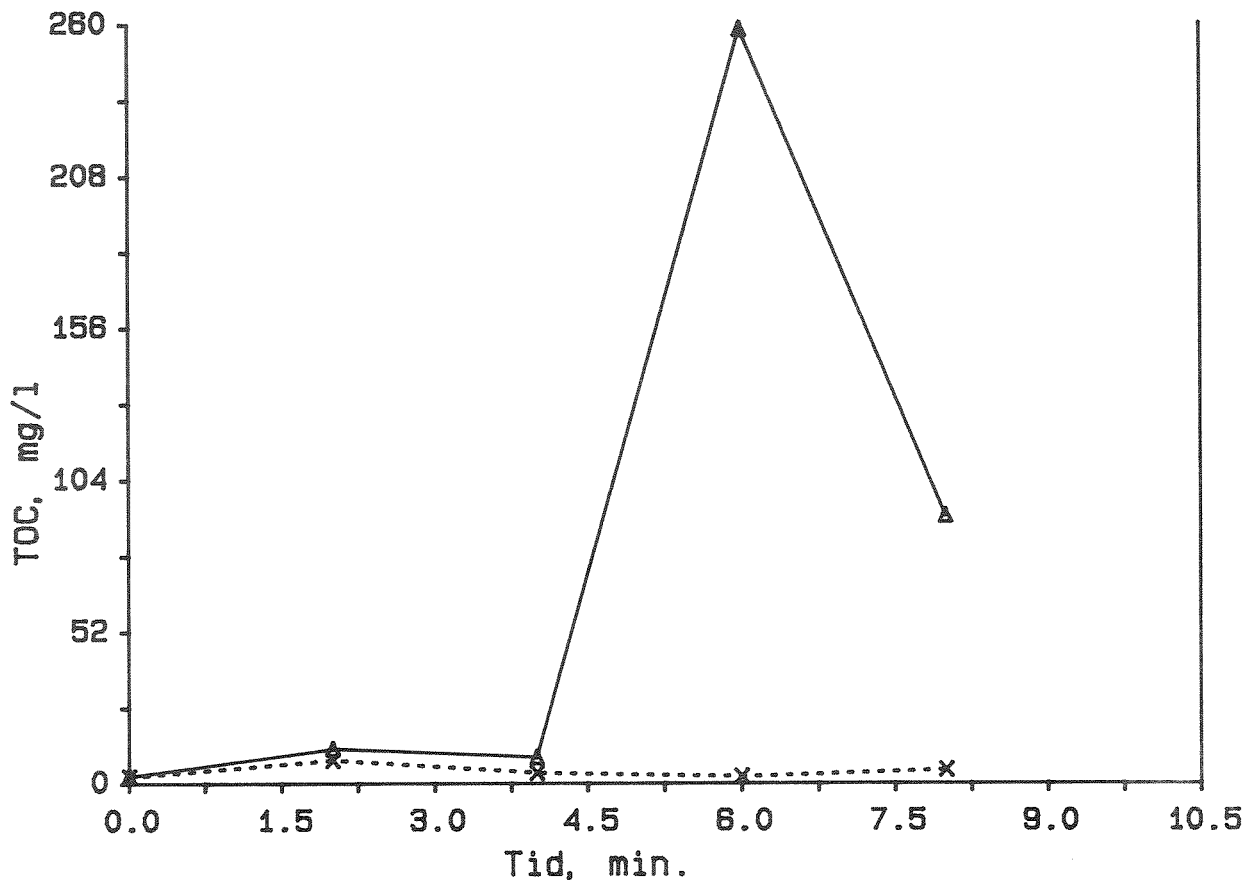
Diskusjon

Også her viser resultatene at forskjellene mellom innløp og utløp er svært små under normal drift. Dette har igjen sammenheng med de lave innløpsverdiene med hensyn på suspendert materiale. På dette nivået er det vanskelig å fjerne betydelige mengder i silduksystemer. Dette har undersøkelser av andre systemer vist (Ohren, 1987 og Liltved, 1987). Ved å redusere lysåpningene i sildukene ville resultatet sannsynligvis bli noe bedre. Bedre selvrenning av kar og avløpsrenne ville sannsynligvis også økt den kontinuerlige partikkelbelastningen og derved også renseseffekten.

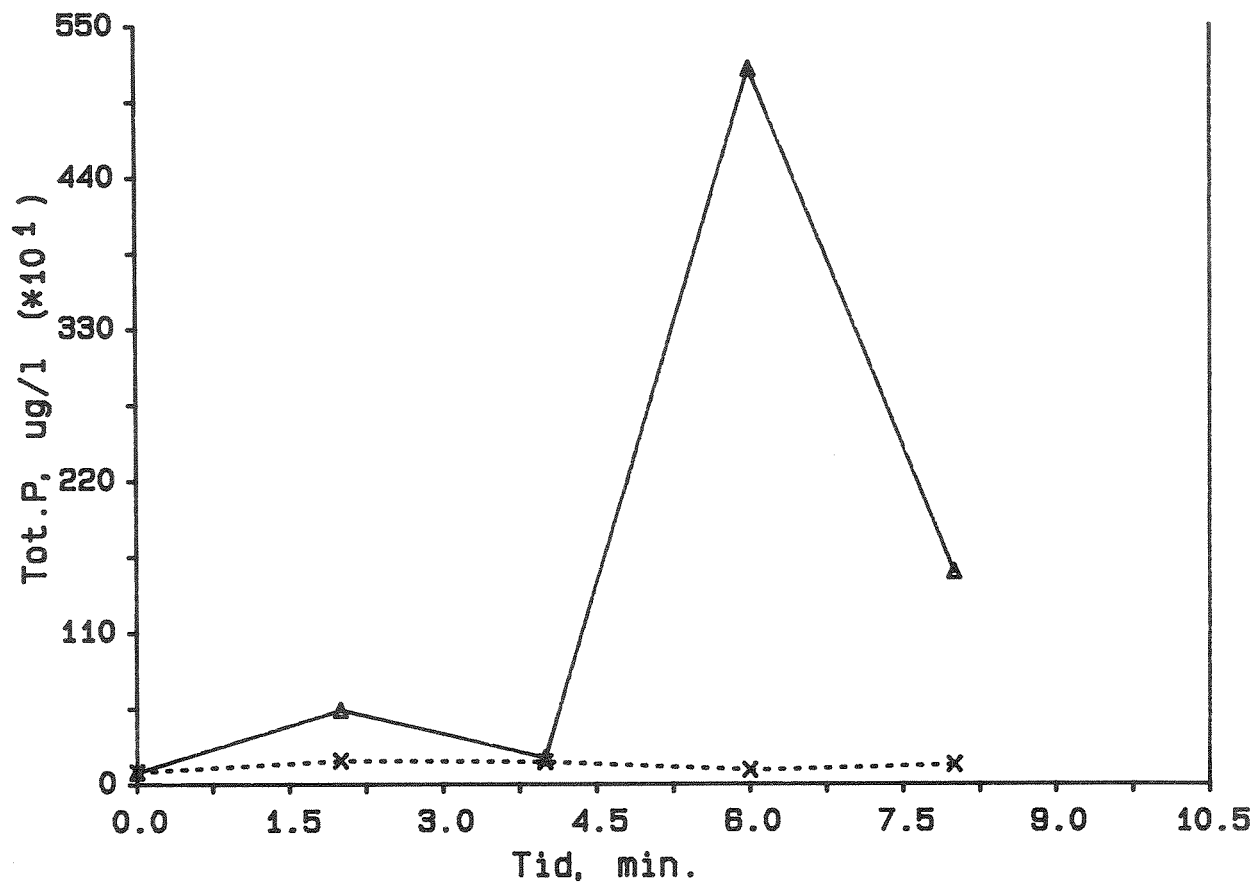
Under rengjøring av renne ble store mengder forrester, gjødsel og bakterie/sopp-kolonier frigjort. Dette representerte en sjokkbelastning på filteret. Filteret tok hånd om forurensningene på en tilfredstillende måte. Store bakterie/sopp-kolonier som ikke umiddelbart ble avsatt på den 1. duken, ble skyllet rundt i innløpssonen og revet opp i mindre fraksjoner som deretter festet seg på duken og ble transportert til avløpsrenne. Figur 18 viser belastningen på filteret i denne perioden. Figur 19 og 20 viser forskjellen i belastning på 1. og 2. duk. På duk nr. 1 sees fraksjoner av bakterie/sopp-kolonier, mens på duk nr. 2 sees mindre partikler som har passert duk 1.



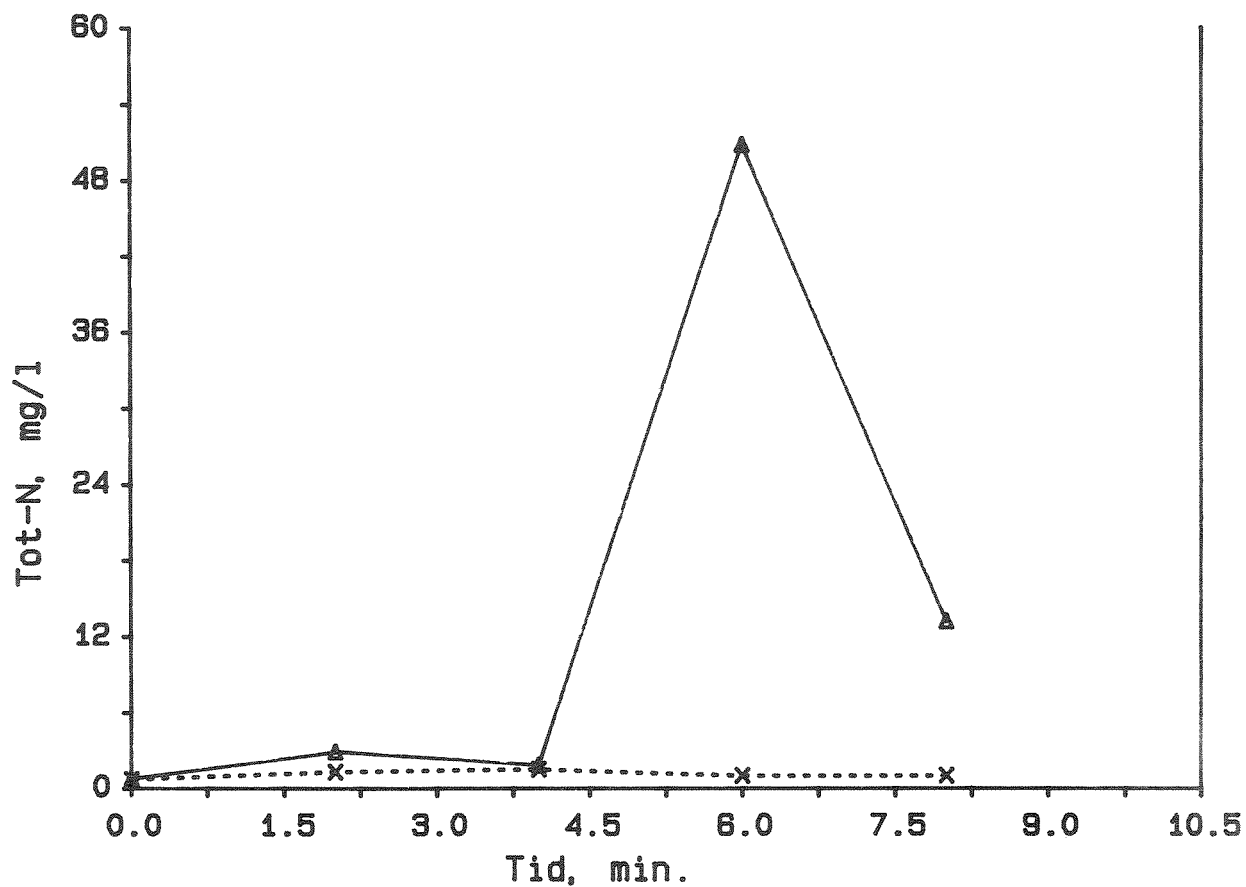
Figur 14: Suspendert tørrstoff i innløp (___) og utløp (...) under rengjøring.



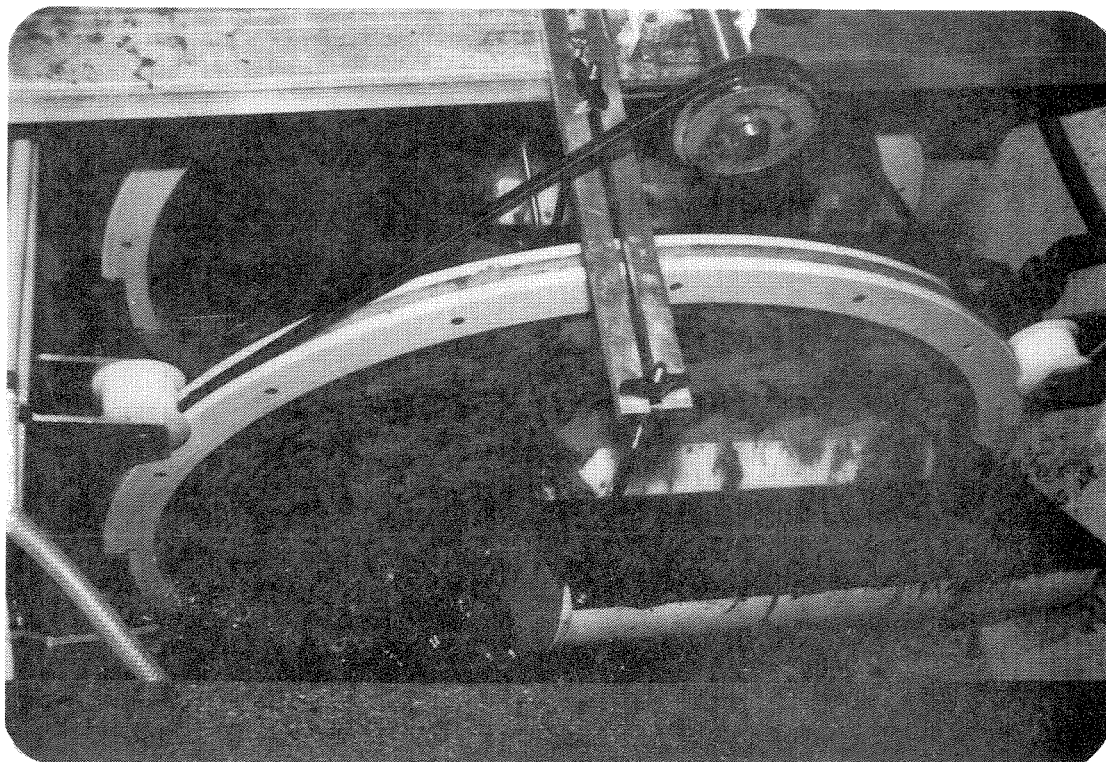
Figur 15: Totalt organisk karbon i innløp (___) og utløp (...) under rengjøring.



Figur 16: Totalt fosfor i innløp (—) og utløp (...) under rengjøring.



Figur 17: Totalt nitrogen i innløp (—) og utløp (...) under rengjøring.



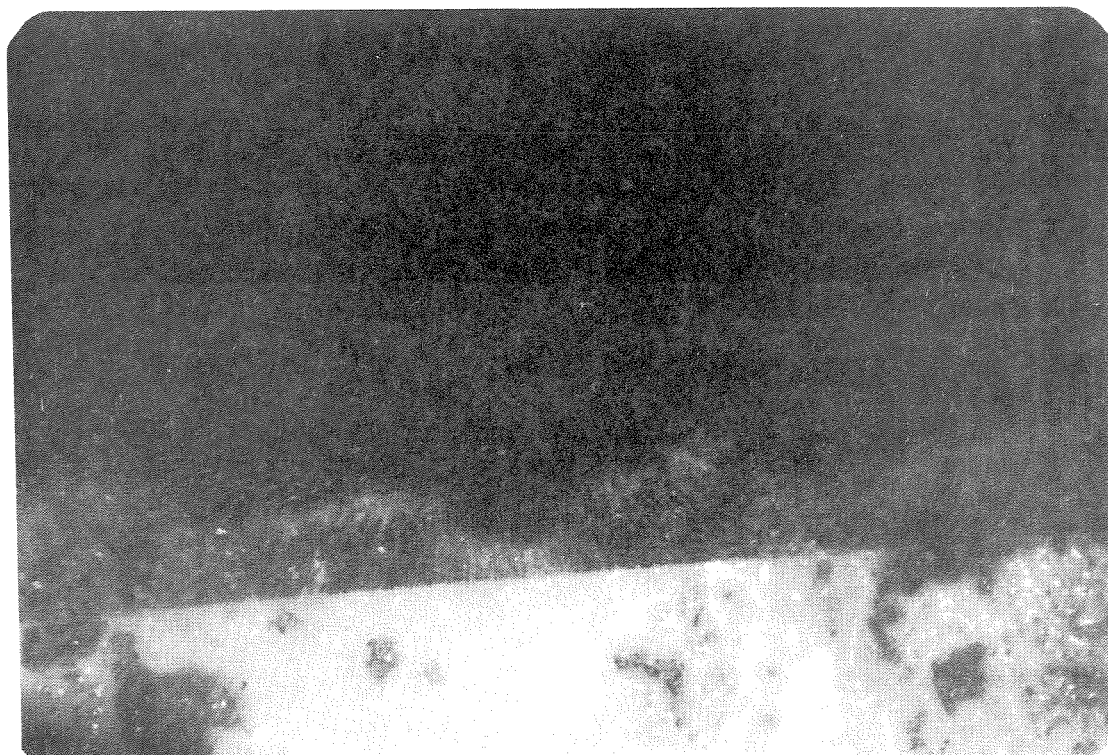
Figur 18. Belastning på filteret ved rengjøring av utløpsrenne.

Driftserfaringer

Filteret ble installert på anlegget i september 1987. Dette ble gjort for å bedre forholdene i kanalen hvor avløpet fra anlegget ble ledet. Det ble hevdet at forut for installasjonen var kanalen sterkt forurenset, noe som førte til begroingsproblemer. Pr. idag var det lite synlig forurensning, eller effekter av forurensning. Det har ikke vært alvorlige driftsproblemer. Vedlikeholdet begrenser seg til å koste dukene en gang pr. uke og ta opp komponenter i vannet som ikke avsettes på dukene. Arbeidet tar 10-15 minutter pr. uke.



Figur 19: Bakterie/soppkolonier avsatt på 1. duk under rengjøring av kar og renne.



Figur 20: Partikler avsatt på 2. duk under rengjøring av kar og renne.

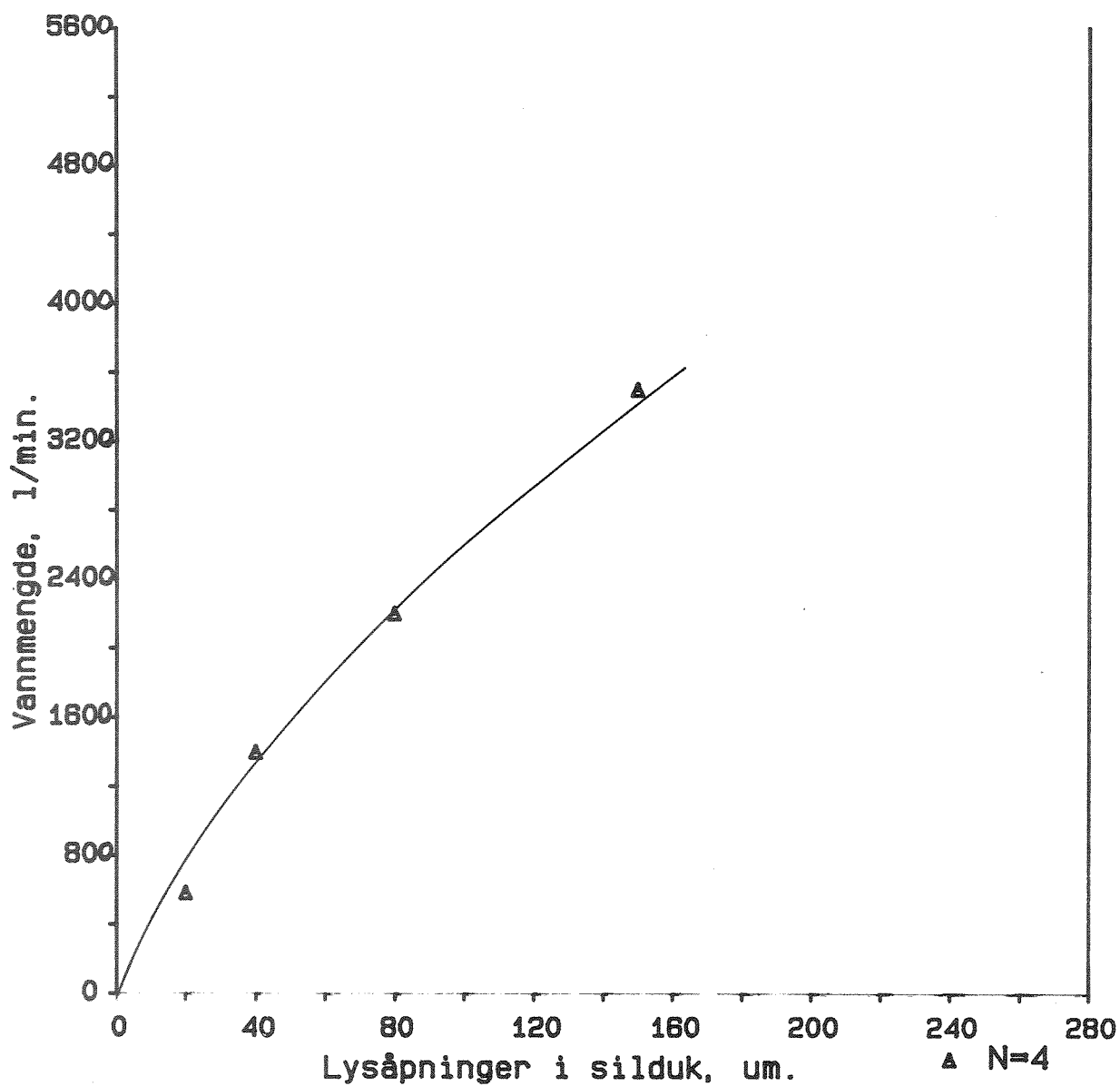
5. MULIGE FORBEDRINGSPUNKTER

Hjulfilteret har vist seg nyttig i flere sammenhenger for rensing av vann i settefiskanlegg. For å forbedre produktet ytterligere vil vi foreslå at det arbeides videre med følgende:

- Vinne erfaring med hensyn til valg av silduktype (lysåpninger) i forhold til vanntypen som skal behandles. Dette innebærer at duktype må velges etter vannets karakter, renseseffekter man ønsker og hvor mye vann som skal passere. På de to anleggene omtalt i denne rapporten hvor filteret er plassert på avløpssiden, kunne sildukene hatt mindre lysåpninger for å bedre renseseffekten under normal drift. Belastningen i perioder med rengjøring vil imidlertid være bestemmende for valg av duktyper.

For å kartlegge filterets hydrauliske kapasitet foretok ansatte ved Drageid Laks a.s og NIVA en test med forskjellige silduktyper. Vann fra Hævangervatnet ble pumpet opp i et Hjulfilter hvor avløpsvannet gikk til et oppsamlingskar på 1 m³. Ved hjelp av stoppeklokke ble filterets hydrauliske kapasitet som funksjon av lysåpninger i 2. duk bestemt. Kapasiteten ble fastsatt når trykktapet over duken ble 5 cm. 1. duk hadde lysåpninger på 1600 µm gjennom hele forsøket. Rotasjonshastigheten var konstant lik 2 omdr./min. Spylevannsmengden var 15 liter/min. Vannet hadde følgende karakteristikk: Temp. 4.2 °C, pH 6.2, turbiditet 0.35 FTU, konduktivitet 8.1 mS/m, og S-TS 0.3 mg/l.

Figur 21 viser vannmengde som funksjon av duktype (lysåpninger) i 2. duk. Ved 3500 l/min. oppstod problemer med pumpekapasiteten. Forsøket ble derfor ikke videreført med større vannmengder.



Figur 21. Vannmengde som funksjon av lysåpninger i duk nr.2.

• Spylevannsmengden som benyttes i dag er stor. Dette kan skape problemer der filteret er installert på avløpssiden for å begrense forurensning. Slik situasjonen er nå må spylevann ledes til en sedimenteringskum med overløp direkte til resipient, eller tilbake til innløpet på filteret. Sedimentert slam må suges opp med jevne mellomrom og

deponeres eller brukes forsvarlig. Forurensninger i overløpsvannet må regnes med i det totale forurensningsbudsjettet. Satsvis behandling av spylevann (slamvann) kan være en løsning. Her kreves imidlertid mer utviklingsarbeide. Innledende forsøk ved NIVA antyder kjemisk felling som en metode for rensing av slamvann.

Det bør arbeides med å redusere spylevannsmengden. Kontinuerlig spyling ved høy partikkelbelastning og diskontinuerlig ved lav bør være en mulighet på avløpsvann.

6. KONKLUSJON

Renseeffekten til Unik Hjulfilter har vært testet på forskjellige vanntyper på settefiskanlegg i Hordaland. Prøver har blitt tatt ut før og etter filteret under forskjellige driftsforhold og analysert på aktuelle parametere. Der filteret var installert for å fjerne partikler i inntaksvann ble det vist lave renses effekter v.h.a. turbiditetsmålinger under normale forhold. Dette hadde sammenheng med svært lavt innhold av partikulært materiale. Turbiditet synes å være en lite egnet parameter for måling av partikulært materiale i disse vanntypene. Ved å øke partikkelinnholdet i inntaksvannet ved omrøring i innløpskummen viste filteret seg svært effektivt m.h.p suspendert tørrstoff(S-TS). En gjennomsnittlig renses effekt på 96 % ble vist ved Bøvågen Fiskeoppdrett i en slik periode med duktyper 40 μm og 20 μm . Filteret synes effektivt på inntaksvann til klekkerier og startforingsavdelinger som har høyt innhold av partikler.

Der filteret var installert på avløpssiden viste resultatene noe av den samme tendensen. Ved normal drift og foringsrutiner var partikkelinnholdet i avløpsvannet lavt. Det var ikke mulig å påvise betydelige renses effekter i slike perioder. Ved nedtapping av kar og rengjøring av avløpsrenner steg partikkelinnholdet kraftig. I disse periodene ble det påvist betydelige renses effekter. 96 % fjerning av suspendert tørrstoff og 92 % fjerning av totalt fosfor ble målt i gjennomsnitt ved Drageid Laks a.s ved rengjøring av kar og avløpsrenne. Duktyper som ble brukt var 1600 og 600 μm . Filteret viste seg å være svært effektivt i slike perioder.

7. REFERANSER

- 1) Liltved, H. 1987: Erfaringer ved bruk av Triangelfilter for rensing av avløpsvann ved Akvaforsk på Sunndalsøra. Upublisert.

- 2) Ohren, J.A. 1987: Rensing av avløpsvann fra settefiskanlegg med Algas Microfilter. NIVA rapport 20/87.

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 pHOX 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
- 8/87 Evaluation of the Water Supply Programme in Western Province, Zambia**
O-86236 Lars Aaby. Oktober 1987. Sperret
- 9/87 Fagerstrand Vannverk**
Tiltak mot manganutfelling
O-87081 Hans Kristiansen. Juni 1987
- 10/87 Levetid for asbestsementrør**
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
- 19/87 Forurensning fra overløp**
O-96032, E-86638 Lars Aaby. Januar 1988
- 20/87 Rensing av avløpsvann fra settefiskanlegg med Algas Microfilter**
O-87106 Jens Arne Ohren. Oktober 1987
- 21/87 Testing av pH- og oksygenmålere**
Delrapport 2
O-86167 Tor Sukke. November 1987. Sperret
- 22/87 Prosesstekniske løsninger for kalkdosering i karboniseringsanlegg**
O-87016 Jens Arne Ohren. Januar 1988
- 1/88 Etablering av hotell ved Gjersjøen**
O-87220 Jens Arne Ohren. Februar 1988
- 2/88 Tilsetning av kalsiumkarbonat til vann**
E-88402 Jens Arne Ohren. Februar 1988
- 3/88 Endringer i aluminiumsinnhold gjennom vannbehandlingsprosessen**
E-88401 Jens Arne Ohren. Februar 1988
- 4/88 Undersøkelse av forurensningssituasjonen i Litlvatn Agdenes kommune**
O-87045 Hans Holtan. Februar 1988
- 5/88 Undersøkelser og vurderinger av forurensningseffekter ved eventuell utbygging av Napetjern kraftverk**
O-87155 Hans Holtan. Mars 1988