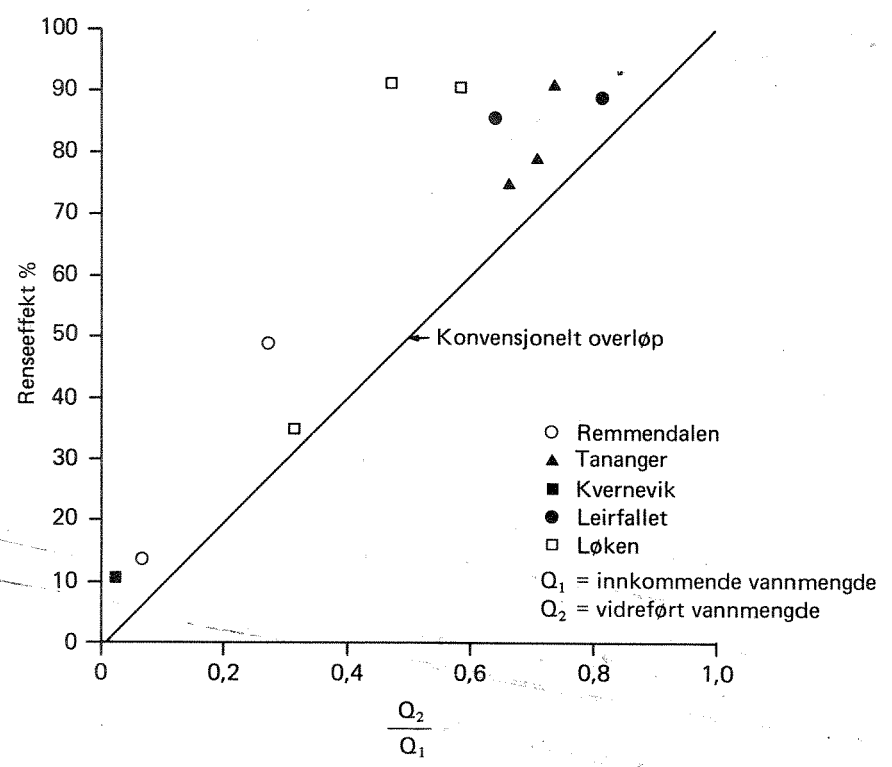




RAPPORT 15|86

O-85209
E-86638

Driftserfaringer for hvirveloverløp



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
OSLO

O - 85209

E - 86638

DRIFTSERFARINGER FOR HVIRVELOVERLØP

Oslo, 10. desember 1986

Ole Jakob Johansen

F O R O R D

Prosjektet "Driftserfaringer for hvirveloverløp" er finansiert av NTNF's Program for VAR-teknikk, og av NIVA's egne forskningsressurser. Funksjonsevnen til hvirveloverløpene under store nedbørbelastninger og ved utspyling av større stoffmengder fra ledningsnett, har man ikke fått målt. Dette skyldes prosjektets relativt knappe rammer, dessuten var hovedhensikten å skaffe et oversiktlig bilde av tilstanden til hvirveloverløpene i Norge.

Prosjektleder har vært Dr.ing. Ole Jakob Johansen, Ph.D. Det har dessuten vært ytet en betydelig innsats lokalt i kommunene og i lokale tekniske miljøer. Disse takkes alle for innsatsen.

Rapporten er skrevet på tekstbehandling av Konstanse Sørevik.

Oslo 10. desember 1986

Ole Jakob Johansen

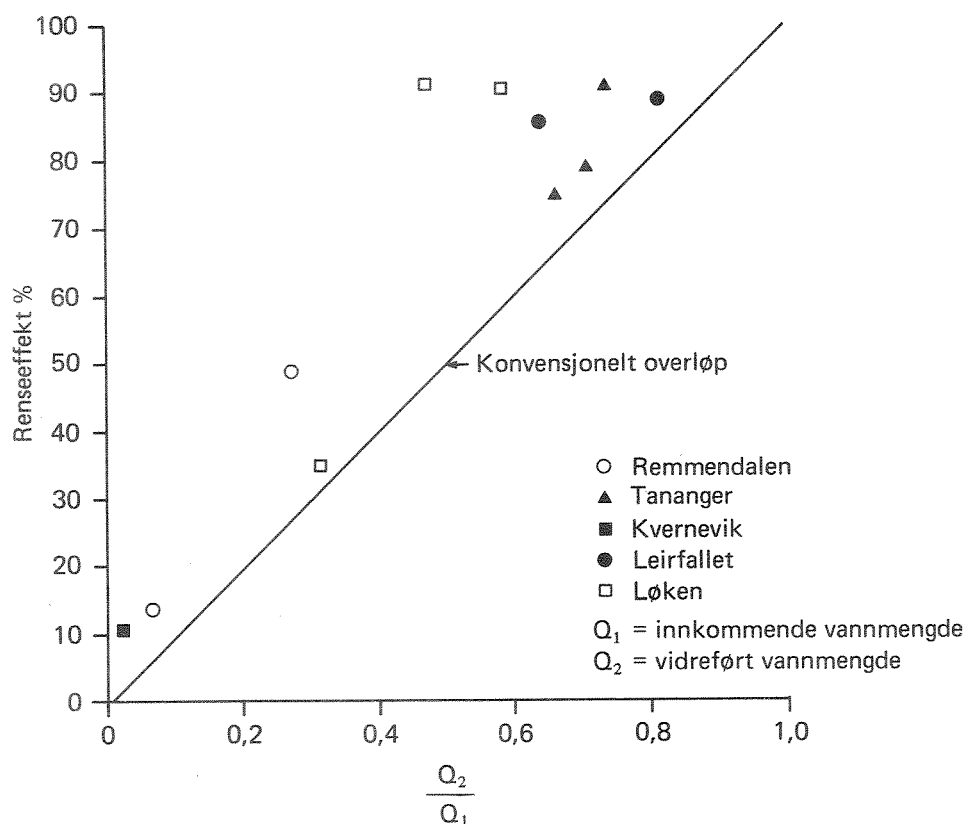
I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
0. SAMMENDRAG	1
1. INNLEDNING	4
2. DRIFTSUNDERSØKELSE	10
3. PRØVETAGING - ANALYSEPROGRAM	16
4. RESULTATER	18
5. DRIFTSERFARINGER	33
6. LITTERATUR	51

0. SAMMENDRAG

Driftsresultater

Hvirveloverløp bygges for å fjerne sedimenterbart stoff og flytestoffer fra avløpsvann som på grunn av overbelastning må slippes i overløp. Resultatene fra 10 prøveserier er vist i figur 1. Resultatene fra de fem anlegg viser at hvirvel overløpene fjerner sedimenterbart stoff vesentlig bedre enn konvensjonelle overløp. Ved denne sammenligning er det forutsatt at partikkelkonsentrasjonene i inngående og videreført vannmengde i konvensjonelle overløp er det samme. Resultatene viser en forholdsvis stor spredning i avskillingseffektene ved samme hydrauliske forhold. Årsaken til dette er ulik sammensetning av det avløpsvann som skal behandles. Sammensetningen varierer over tid og fra anlegg til anlegg.



Figur 1. Renseeffekter for 5 hvirveloverløp sammenlignet med renseseffektene for konvensjonelle overløp.

Hvirveloverløpene antas å ha størst effekt ved utspyling av røravlagringer. Overløpenes funksjon ved disse hendelser er ikke studert fordi det av økonomiske grunner ikke har vært mulig å ha den beredskap som kreves for å kunne dekke dette. Det foreslås derfor å få undersøkt hvirveloverløpenes evne til å videreføre røravlagringer under store hydrauliske belastninger.

Det er ikke lagt spesiell vekt på å undersøke overløpenes evne til å fjerne suspendert stoff fordi andelen av det suspenderte stoff som ikke er sedimenterbart ikke lar seg avskille i et hvirveloverløp. Ved avløpsvann med forholdsvis høyt innhold av suspendert stoff viste resultatene at hvirveloverløpene var i stand til å oppkonsentrere suspendert stoff betydelig, men vannet som breddes av i overløpet inneholdt fremdeles høye konsentrasjoner. Imhoff-tester viste også at overløpsvannet kunne inneholde betydelige slammengder.

Undersøkelsen tyder på at hvirveloverløpenes største svakhet er utilstrekkelig fjerning av flyteslam. Fæces-klumper, toalettpapir og lignende stoffer som så vidt flyter har en tendens til å bli revet med vannstrømmen mot og under skumskjermen, og går dermed i overløpet. I ett av prøveseriene ble flyteslamfjerningen ved stor hydraulisk belastning funnet ved hovtrekk. Resultatene viste at overløpet inneholdt ca. 50% av flyteslammet i inngående avløpsvann. Til tross for denne betydelige fjerning vil overløpet kunne gi estetiske problemer ved at fæcesklumper, toalettpapir etc. avsettes ved overløpenes utløp. Det bør derfor settes igang forsøk for å bedre effektiviteten av flyteslamfjerningen.

Driftserfaringer

Ved de fleste anleggene var overløpene skjevt innstallert. Dette forårsaker skjev hydraulisk belastning og ugunstig avtrekk av avløpsvannet. Større mengder flyteslam og sedimenterbart stoff enn nødvendig blir da trukket med i overløpet. Overløpsarrangementet burde vært utført slik at overløpskanalen kunne høydereguleres individuelt langs overløpets perefieri.

For å bedre flyteslamavdraget bør skumskjermene kunne dybdereguleres. Dette var ikke mulig ved noen av anleggene.

Driftserfaringene fra hvirvelkammerne med de minste dyseåpninger var svært forskjellig. Årsaken til dette er forskjell i avløpsforholdene i nettet foran overløpene. Ved konsentrerte avløp og korte trans-

portavstander vil toalettpapir, klumper etc. ikke bli tilstrekkelig malt opp eller revet istykker slik at dysene igjentettes. Erfaringene tyder på at dyseåpningene ikke bør være mindre enn ca. 70-75 mm.

Tre av hvirveloverløpene var plassert foran pumpestasjoner for å avlaste disse under nedbørsperioder. Driftsundersøkelsen viste at hvirvelkammerne som hadde en dyseåpning på 67 mm til stadighet blir igjentettet slik at alt avløpsvannet gikk direkte i overløpet. Under slike driftsforhold hadde det vært bedre å latt det vann som ikke kunne videreføres blitt breddet av i pumpestasjonene. Resultatene fra driftsundersøkelsen viser at det er behov for et regelmessig driftsettersyn og ikke bare glemme anleggene etter at de er installert. Ved de fleste anleggene var heller ikke forholdene lagt til rette for å kunne drive et tilfredsstillende driftsettersyn. Det var f.eks. bare to av anleggene som hadde installert spyleutstyr.

Hvirveloverløpene som var bygget i forbindelse med renseanlegg burde vært installert inne i selve renseanlegget. Dette ville lettet renhold og driftsovervåking av overløpene som i virkeligheten er en del av renseanlegget.

1. INNLEDNING

I Norge finnes det i dag ca 26000 km hovedavløpsledninger (1). Av dette er ca 9100 km utført som fellessystem. Mesteparten av nettet er meget gammelt og i dårlig forfatning. Det største problem forurensningsmessig er utett ledningsnett som forårsaker utlekking av avløpsvann og innlekking av overflatevann. En stor del av forurensningene slippes også ut via overløp som ikke fungerer tilfredsstillende.

I USA er det funnet ut at mellom 40 og 80 % av de totale forurensningsutslipp under nedbørsperioder stammer fra overløp og andre punktutslipp i avløpsnettet. I Norge har vi trolig tilnærmete forhold. En av kommunenes største oppgaver innenfor den kommunaltekniske sektor er derfor rehabilitering av avløpsnett. I denne forbindelse vil det bli bygget en rekke overløp for å redusere forurensningene av ømfintlige resipienter og overbelastning av pumpestasjoner og renseanlegg.

I dag eksisterer det ca 1500-2000 overløp i kommunale avløpsnett. Disse overløp representerer et av de største problemene i transportsystemet. På grunn av uheldig utforming eller manglende ettersyn forurenses resipientene mere enn nødvendig både estetisk og økologisk. Det er derfor viktig at det store antall overløp som skal bygges blir riktig dimensjonert og utført. Ved tilfredsstillende drift vil disse overløp redusere utslipp av ubehandlet avløpsvann vesentlig og sørge for at renseanleggene ikke blir hydraulisk overbelastet, hvilket medfører driftsproblemer som slamflukt og dårlig driftsstabilitet.

Siden 1980 er det installert eller under bygging et titalls rensende overløp i Norge. Disse, kalt hvirveloverløp, er utformet for å avskille sedimenterbart materiale og flytestoffer i overløpsvann. Hvirveloverløpene egner seg også utmerket for avlastning av renseanlegg.

Forsøk med hvirveloverløp for å finne frem til riktig utforming er gjennomført ved NIVA 1980 (2). I 1982 ble det også foretatt en driftsoppfølging av et hvirveloverløp i kombinasjon med hvirvelkammer for regulering av vannføring og rensing av overløpsvann ved et mindre renseanlegg (3). Siden disse undersøkelser er det installert eller under bygging et 10-talls hvirveloverløp i forbindelse med kommunale utslipp.

1.2 Målsetting

Siden hvirveloverløp synes å være meget lovende for å redusere utslippene av ubehandlet avløpsvann og som vannføringsregulator for våre renseanlegg, vil denne type overløp være meget aktuell ved bygging av nye overløp eller ombygging av gamle. For å unngå driftsproblemer ved fremtidige overløp er det viktig å foreta en grundig driftsundersøkelse av eksisterende hvirveloverløp slik at de nødvendige endringer og forbedringer kan utføres.

Målsettingen med prosjektet er:

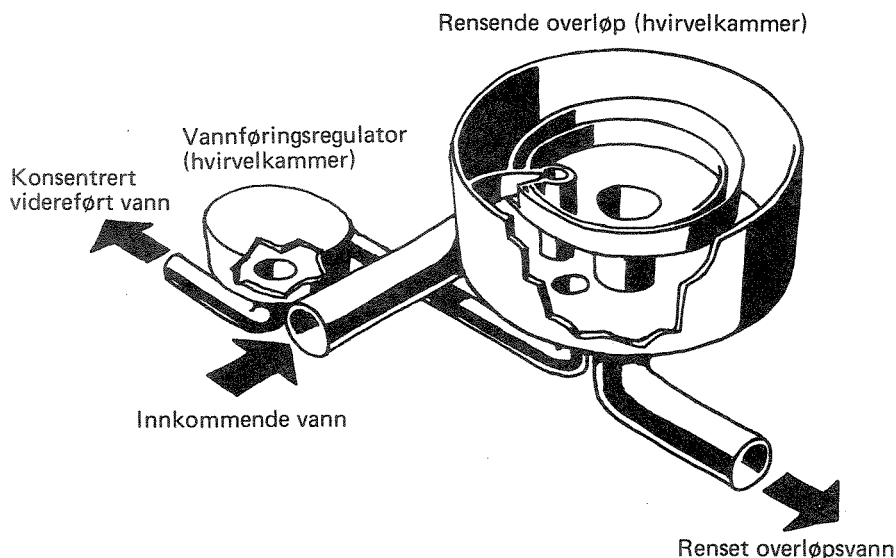
- Utarbeide en oversikt over alle installerte hvirveloverløp i Norge med informasjon om størrelse, hydrauliske data og årsak til installeringen.
- Skaffe oversikt over driftserfaringer og driftsrutiner.
- Måle overløpenes renseseffekt under flest mulige nedbørsforhold.
- Gi forslag til endring i utforming og drift av overløpene basert på de enkelte driftserfaringer.

1.3 Prosessbeskrivelse

1.3.1 Hvirveloverløp

Hvirveloverløpet er et rensende overløp som er konstruert for å fjerne sedimenterbart materiale og flytestoffer i avløpsvann.

I grove trekk består hvirveloverløpet av en sirkulær beholder hvor avløpsvannet ledes inn tangensielt langs bunnen og går i overløp over en sirkulær overløpsterskel. Ved at vannet gis en rotasjon slynges de tyngre partiklene mot beholderens periferi; synker til bunns og blir videreført i en renne i bunnen av overløpet. Det letteste stoff flyter opp. Flytestoffene hindres i å bli ført med overløpsvannet ved en skumskjerm. En ledeskjerm fører flyteslammet til et nedløpsrør forbundet til utløpet for det oppkonsentrerte eller videreførte avløpsvann. Figur 2 viser en prinsippskisse av overløpet med vannføringsregulator.



Figur 2. Prinsippskisse av hvirveloverløp.

Under tørrværsavrenning ledes avløpsvannet direkte gjennom rennen i bunnen og videreføres til renseanlegg eller annet etablert utslipp. Overløpet har ingen bevegelige deler, trenger lite driftsettersyn og er billig i anskaffelse. Sammenlignet med et konvensjonelt mekanisk renseanlegg er hvirveloverløpets overflate bare ca. 2 % av sedimenteringsbassengets overflate.

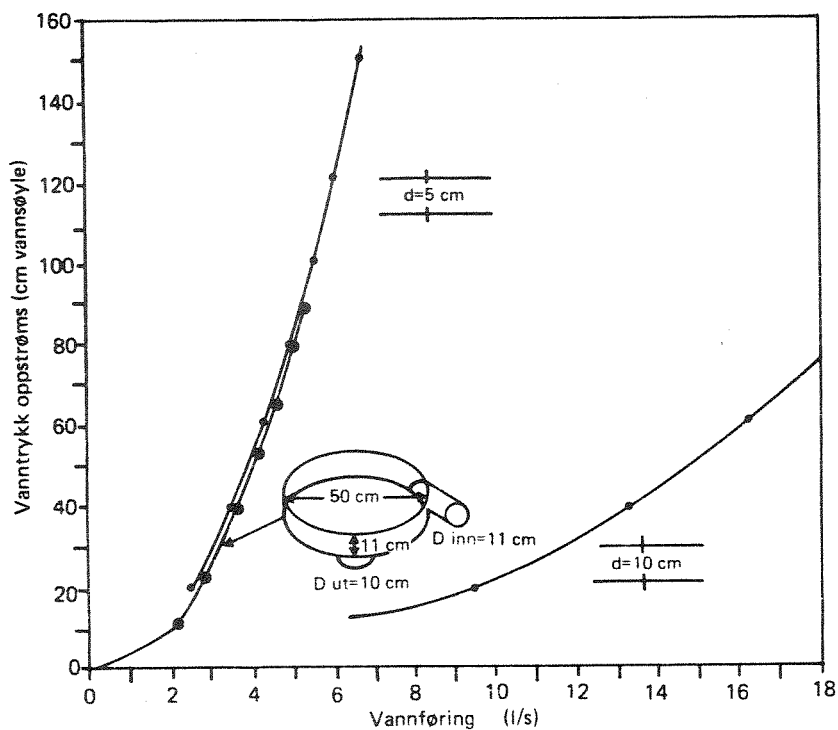
Når det gjelder overløpets renseseffekt vil dette være avhengig av karakteren av det sedimenterbare stoff i avløpsvannet. For tyngre partikler kan avskillingen bli meget god, mens lettere partikler vanskeligere lar seg avskille. Hvirveloverløpene vil være spesielt effektive ved rørutspyling av stoff avsatt under tørrværsperioder. Det avsatte stoff under slike forhold er så tungt at det separeres effektivt fra i overløpet og videreføres til renseanlegg. I begynnelsen av utspylingsperioden vil overløpets effektivitet kunne bli meget høy for suspendert stoff. For andre parametere som nitrogen og fosfor vil overløpets effektivitet variere meget avhengig av sammensetning og karakter av det sedimenterbare stoff.

1.3.2 Regulering av vannføring - Hvirvelkammer

Ved de større hvirveloverløp begrenses den videreførte vannmengden ved å strupe utløpsrøret. Dette skjer normalt ved å montere en strupeskrive på utløpsledningen. For å kunne regulere videreførte vannmengder ved de minste hvirveloverløpene kombineres disse ofte med et hvirvelkammer som er montert etter hvirveloverløpet (jfr. figur 2).

Hvirvelkammeret består av en liten sirkulær beholder hvor avløpsvannet ledes inn tangensielt. Vannet tas ut i sentrum gjennom en skive. Ved at vannet stuves opp i kammeret forplantes trykket tilbake til hvirveloverløpet slik at vannet går i overløp. Prinsippet for reguleringen er at vannføringen begrenses ved at det oppstår strømningsmotstand gjennom kammeret. Energidrepingen og strømningsforholdene i kammeret gjør at strømningsstverrsnittet av det strupede utløp kan gjøres 4-6 ganger større for å oppnå samme vannmengde som gjennom et strømlinjeformet strupet utløp. Dette betyr at vannføringskoeffisienten C reduseres fra 0,8 - 0,95 ved strømlinjeformet strupet utløp til 0,15 - 0,25 i hvirvelkammer. Hvirvelkammeret gjør det mulig å regulere vannmengdene ned mot ca. 1,5 l/sek. for avløpsvann uten for stor fare for igjentetting. Strupesikven vil da ha en diameter på ca. 7 cm.

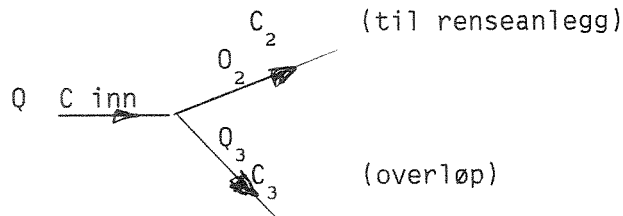
Figur 3 viser prinsippskisse av hvirvelkammer samt vannføringskurver for hvirvelkammeret sammenlignet med tilsvarende kurve for strømlinjeformet strupet utløp.



Figur 3. Prinsippskisse for hvirvelkammer samt vannføringskurver for hvirvelkammer og strømlinjeformet strupet utløp.

1.4 Renseeffekter - teori

Skissen nedenfor viser bidragene til en materialballanse i et hvirveloverløp. Fra figuren kan vi sette opp følgende uttrykk for rensegrad R og effektivitet E . (Ref. 4).



Q = volumstrømmer

C = konsentrasjonen (eks. sedimenterbart stoff, suspendert stoff, fosfor etc.)

$$(1) \quad Q_1 = Q_2 + Q_3 \quad (\text{volumbalanse})$$

$$(2) \quad Q_1 C_1 = Q_2 C_2 + Q_3 C_3 \quad (\text{materialbalanse})$$

$$\text{Rensegrad } R = \frac{Q_2 C_2 - Q_3 C_3}{Q_1 C_1} = \frac{Q_2 C_2}{Q_1 C_1} \quad (\text{Definert på samme måte som ved renseanlegg}).$$

$$\text{Effektivitet } E = \frac{Q_2 (C_2 - C_1)}{Q_1 C_1} = R - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Av uttrykkene for rensegrad R og effektivitet E ser en at begge uttrykk går mot null når forholdet mellom videreført vannmengde og inngående vannmengde (Q_2/Q_1) går mot null. Som det fremgår av uttrykkene for R og E er disse direkte proporsjonale med forholdet C_2/C_1 . Dette forholdet er et uttrykk for hvor effektivt overløpet makter å oppkonsentrere avløpet som videreføres til renseanlegget. Forholdet vil være avhengig av avløpsvannets sammensetning og trolig også forholdet mellom inngående og videreført vannmengde. I hvilke retning sistnevnte fakta drar er usikkert. Ved store vannmengder kommer mere stoff inn i overløpet og med de strømningsforhold som eksisterer i overløpet vil en forvente at konsentrasjonen i den videreførte strøm øker. Innenfor de økonomiske rammer av dette prosjektet har undersøkelser av disse forhold ikke vært mulig.

Fig. 4 viser rensegrad R (vanlig definisjon) som funksjon av Q_2/Q_1 og $K = C_2/C_1$. For $K = 4$ er også effektiviteten E^* inntegnet.

* E = effektivitet vil ikke bli benyttet i den videre diskusjon (amerikansk definisjon)

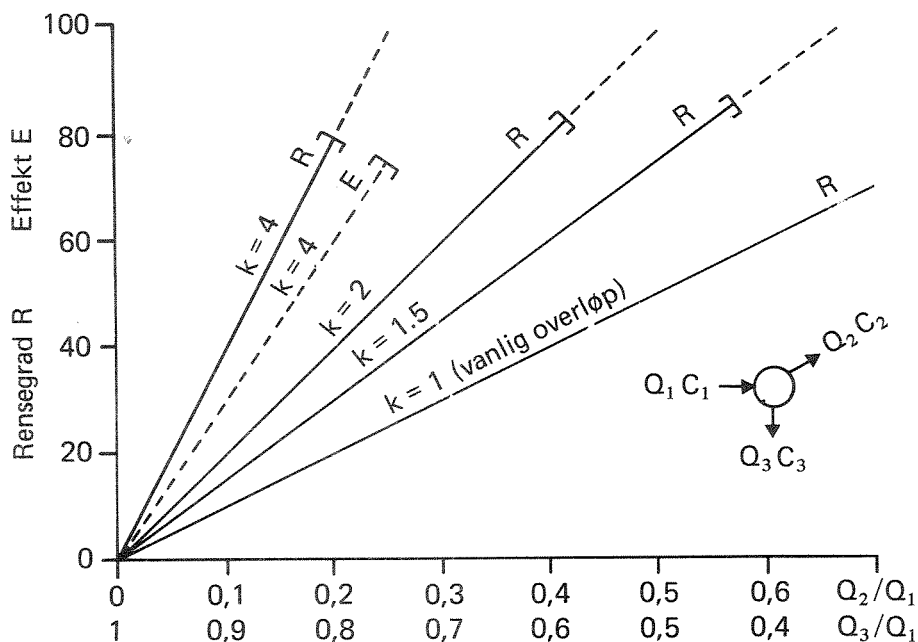


Fig. 4. Rensegrad og effektivitet som funksjon av vannmengde.

Et konvensjonelt overløp har normalt ingen separeringseffekt av det sedimenterbare stoff. I den følgende diskusjon regnes det derfor med at konsentrasjonen av det sedimenterbare stoff i innløpet og i vannmassene som går i overløp er det samme.

Fig. 4 viser den store betydning et hvirveloverløp kan ha sammenlignet med et konvensjonelt overløp. Oppkonsentreres det avsettbare stoff i den videreførte vannmengde med f.eks. en faktor på 2 ($K = C_2/C_1 = 2$) betyr dette at hvirveloverløpet har en dobbelt så høy rensesgrad som et konvensjonelt overløp.

1.5 Oversikt over installerte hvirveloverløp i Norge

Det har ikke vært vanlig å benytte hvirveloverløp i kommunalteknisk VA sammenheng. Hovedårsakene til dette er at hvirveloverløpene er en forholdsvis ny oppfinnelse og derfor lite kjent. De krever også mer plass og større fallhøyde enn et konvensjonelt overløp. Overløpene har imidlertid så mange fordeler at potensialet for bruk av overløpene er stort. Det er da også bygd flere slike overløp for bruk i avløpsnett eller ved hydraulisk kontroll ved renselanlegg i Norge de siste årene. Tabell 1 viser en oversikt over hvirveloverløp som er i bruk i norske kommuner.

Tabell 1 Oversikt over kommunale hvirveloverløp

Anleggets navn	Kommune	Kapasitet* Qdim m ³ /h	Kombinert hvirvelkammer
Remmendalen	Halden	540	nei
Tananger	Sola	320	nei
Kvernevik	Karmøy	180	nei
Leirfallet	Trondheim	180	ja
Løken	Meldal	180	nei
Voldholen	Ås	60	ja
Danskerud	Ås	60	ja
Bjørnebekk	Ås	60	ja
Sakstad	Bergen	180	ja
Lørenfallet	Skedsmo	60	ja
	Sandefjord	220	nei (satt i drift 85/86)
	Drammen		Under bygging

* Qdim er definert som den vannmengde som innebærer 90% fjerning av sandpartikler med diameter $d = 0,35$ mm.

2. DRIFTSUNDERSØKELSE

2.1 Generelt

Det var opprinnelig meningen å foreta en driftsoppfølging av alle installerte hvirveloverløp i Norge, unntatt overløpet i Skedsmo, som er undersøkt tidligere. Driftsundersøkelsen er en ressurskrevende oppgave fordi hvirveloverløpene ligger spredt over hele Sør-Norge og at prøvetakingen må finne sted under helt spesielle værforhold, slik at overløpene trer i funksjon. På grunn av nedbørforholdene på Østlandet høsten 1985 måtte driftsundersøkelsen av alle tre overløpene i Ås kommune sløyfes.

Det er foretatt driftsundersøkelse ved følgende fem anlegg:

1. Remmendalen, Halden kommune
2. Tananger, Sola kommune / IVAR
3. Kvernevik, Karmøy kommune
4. Leirfallet, Trondheim kommune
5. Løken, Meldal kommune

2.2 Beskrivelse av anleggene

2.2.1 Remmendalen, Halden kommune

Remmendalen hvirveloverløp ble bygget og satt i drift i 1980. Overløpet betjener et nedslagsfelt på ca 100 ha, fordelt på to boligfelter. Det ene feltet dekker en bebyggelse på ca 150 personer, kloakkert etter fellessystemet og med individuelle septiktanker. Det andre feltet med en bebyggelse på ca 900 personer er kloakkert etter separatsystemet uten individuelle septiktanker. Under normal drift ledes bare avløpet fra det ene boligfeltet med fellessystem gjennom overløpet, men det er også muligheter for omkobling slik at avløpene fra begge felter kan ledes gjennom. Når boligfeltene er utbygget, vil begge avløpene ledes gjennom overløpet.

Måling av vannføringen foretatt av Halden kommune viser at overvannsmengdene er dominerende i forhold til spillvannet som i gjennomsnitt er beregnet til 1,1 l/sek. Største vannmengde er observert til betydelig over 200 l/sek. (måleutstyrets maks. kap.).

Hvirveloverløpets dimensjonerende vannmengde er 150 l/sek (540 m³/h). Det har en ytre diameter på 2,8 m og en dybde på ca 0.8. Bunn og ytre kappe er utført i glasslaminert polyester og den sentrale del i rustfritt stål. Avløpsvannet ledes via en hånddrevet rist tangensielt inn på overløpet. Overløpet og den hånddrevne rist er plassert i et isolert overbygg utstyrt med innlagt vann og elektrisk oppvarming.

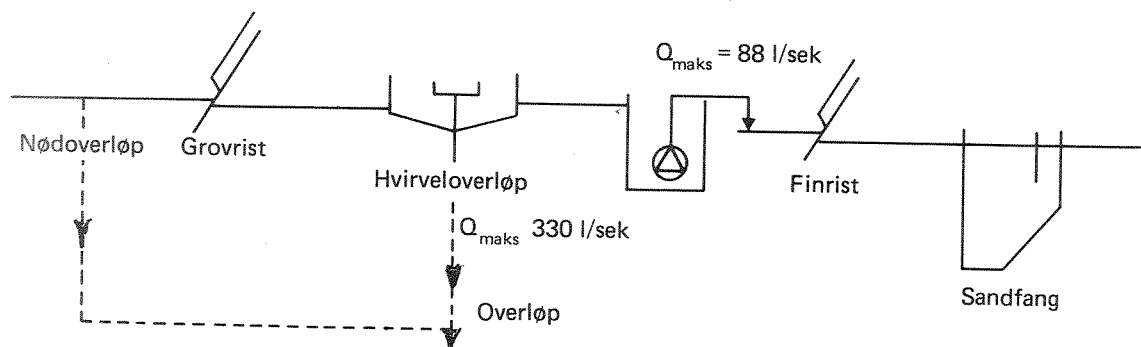
Vannmengdene reguleres med utskiftbar dyse i bunnen av anlegget. Hittil har man brukt dyse med åpningsdiameter 75 mm.

Overløpet har kostet ca. 260.000 kroner, hvorav lønnsutgifter utgjør den største post på ca 80 000 kroner.

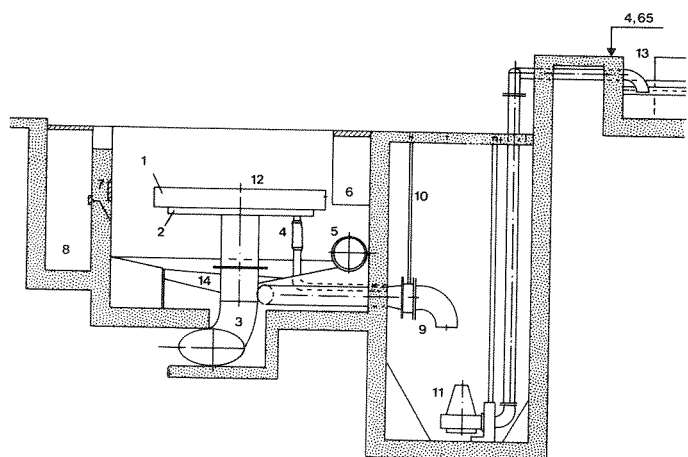
Prøver for å karakterisere overløpets funksjon kan tas forholdsvis enkelt. Prøver av overløpsvannet tas i overløpets overløpsterskel og prøver av videreført vannmengde til renseanlegg i fallkum nedstrøms overløpet. Anlegget er ikke utstyrt med vannmengdemåler slik at vannføringen ble funnet ved tilsats av litiumsklorid.

2.2.2 Tananger, IVAR

Tananger renseanlegg ble bygget og satt i drift i 1983. Renseanlegget består av hovedkomponentene grovrist, hvirveloverløp, finrist og sand og fettfang. Flyteskjema for anlegget er vist i figur 5 og snitt av overløpet i figur 6.



Figur 5. Flyteskjema, Tananger renseanlegg



Figur 6. Snitt av hvirveloverløpet

Hvirveloverløpet er plasstøpt med indre kjerne i rustfritt stål. Det har en diameter på 340 cm og dybde fra overløpskant til bunn er 95 cm.

Renseanlegget er dimensjonert for en vannmengde 88 l/sek. Hvirveloverløpet trer i funksjon ved en fortynningsgrad 1:3. ved en tilrenning til hvirveloverløpet på 250 l/sek. vil overløpet foran grovristen tre i funksjon og overløpsvannet føres da uten rensing til utslipp i Risavika. Fortynningsgraden vil da være større enn ca. 1:10.

Målinger foretatt på anlegget viser at tilrenningen til renseanlegget i perioder har store korttidsvariasjoner og at den maksimale tilrenning kan nå opp i ca 400 l/sek.

Anlegget er utstyrt med vannmengdemåler både for vannmengdene som videreføres til sandfang og for overløpsvannet som ledes over overløps terskelen.

Det er meget enkelt å ta prøver av de forskjellige vannstrømmer i anlegget.

2.2.3 Kvernevik, Karmøy kommune

Kvernevik hvirveloverløp ble bygget og satt i drift 1984/85. Det dekker en bebyggelse på 85 hus fordelt over et areal på ca. 18 ha. Alle hus er tilknyttet septiktanker. Hovedledningssystemet består av en ny spillvannsledning og overvannsledning samt en gammel ledning lagt etter fellessystemet. Ledningene er lagt med svært lite fall fra 3 til 8 ‰.

I tørrvårsperioder kan en derfor forvente relativt store slamavsetninger i ledningene. På grunn av hovedledningenes beskaffenhet og på den måten det gamle og nye system er koblet sammen varierer vannmengdene meget, fra 9 l/sek. i tørrvårsperioder opp til ca 85 l/sek. under nedbørsperioder.

Overløpet er et Aquacare prefabrikkert hvirveloverløp med diameter 180 cm (HQ-180-OV). Det er dimensjonert for en vannmengde på 50 l/sek. (Q_{dim}). Videreført vannmengde til pumpekum og utløpsledning når overløpet trer i funksjon er 10 l/sek. Overskytende vannmengde bredder av og blir ført ut på grunt vann. Videreført vannmengde reguleres ved en sluseventil montert på utløpsrøret fra bunn av overløpet til pumpekum. Hvirveloverløpet og pumpestasjon er plassert i et isolert overbygg.

Det er enkelt å foreta prøvetaking for å undersøke overløpets effektivitet. Videreført avløp til utløpsledning tas i utløpsledningen fra hvirveloverløpet som ender fritt i pumpeumpen. Prøver av overløpsvannet tas enkelt i hvirveloverløpets overløpsterskel. Anlegget er ikke utstyrt med vannmengdemåler. Vannmengdene ble derfor funnet ved liti-ummålinger.

2.2.4 Leirfallet, Trondheim kommune

Leirfallet kloakkrenseanlegg er et biorotoranlegg med kjemisk felling dimensjonert for 1300 pe. Anlegget ble satt i drift i 1981.

Ledningsnettets frem til anlegget er i meget dårlig forfatning og vannføringen inn til renseanlegget varierer derfor meget med nedbørsforholdene. For å beskytte renseanlegget mot hydraulisk overbelastning ble det derfor i 1984 installert et hvirveloverløp og hvirvelkammer foran renseanlegget.

Hvirveloverløpet som er plassert i en kum utenfor renseanlegget er et Aquacare overløp med diameter 180 cm (HQ-180-0V). Overløpet har en dimensjonerende kapasitet på 50 l/sek. Hvirvelkammeret er skråttstilt slik at dets akse danner 45° med vertikalen. Dyseåpningen er 81 mm og kammerets kapasitet er 15 l/sek.

Fra hvirvelkammeret blir vannet ledet til en rotorsteiner for siling. Fra silen blir vannet ført til en pumpekum og derfra pumpet inn på biorotoren.

Det er enkelt å få tatt prøver slik at overløpets funksjon kan undersøkes. Overløpsvann som breddes av kan tas i overløpets terskeloverløp og videreført vann inn til renseanlegget ved hvirvelkammerets utløpsdyse. Vannmengdemåling er derimot mere komplisert. Det er plassert vannmengdemåler på anleggets utløp, men strømmingen i målekassen er så stor at målingene blir usikre. Det er også meget vanskelig å komme til med bøttemålinger etter hvirvelkammer både på grunn av plasshensyn og de forholdsvis store vannmengder. Vannmengdene under prøvetagingen er derfor basert på litiummålinger. Den totale vannmengde inn til hvirveloverløpet kan bestemmes ganske nøyaktig, men hvor mye som slippes gjennom hvirvelkammeret er derimot noe usikkert.

2.2.5 Løkken, Meldal kommune

Løkken kloakkrenseanlegg er et primærfellingsanlegg dimensjonert for 2500 pe. Anlegget ble satt i drift i 1984 og har en tilknytning på ca. 1500 pe.

Ledningsnettets leder avløpsvannet fra Løkken sentrum er i meget dårlig forfatning, slik at det fører store mengder overvann frem til renseanlegget. For å beskytte renseanlegget mot hydraulisk overbelastning er det derfor montert et hvirveloverløp i en kum utenfor renseanlegget. Hvirveloverløpet ble satt i drift i 1984, samtidig med renseanlegget. Overløpet er av typen Aquacare (HQ-180-0V) som har en diameter på 180 cm og en dimensjonerende kapasitet på 50 l/sek. Den videreførte vannmengde inn på anlegget reguleres ved struping av en 6" sluseventil i pumpeumpen. Kun hovedstrømmen fra Løkken sentrum passerer overløpet. En mindre avløpsone ledes direkte inn til renseanleggets innløpspumpe-stasjon. Hvor mye som videreføres fra hvirveloverløpet når overløpet trer i funksjon kan derfor ikke bestemmes ut fra anleggets vannmengdemåler. Vannmengdene inn til hvirveloverløpet ble derfor bestemt ut fra tracerforsøk med litiumoppløsning.

Prøvene for å karakterisere hvirveloverløpets funksjon ble tatt i hvirveloverløpets overløpsterskel og fra innløpet til pumpesumpen som reguleres av den omtalte sluseventil.

2.2.6 Sakstad, Bergen kommune

Sakstad kloakkrenseanlegg er et simultanfellingsanlegg dimensjonert for 250 pe. Anlegget er tilknyttet en bebyggelse på ca 80 pe, delt i to mindre nedslagsfelt. Det ene nedslagsfelt som består av en skole og et par bolighus er kloakkert etter separatsystemet mens resterende bebyggelse er kloakkert etter fellessystemet.

Overløpet er et prefabrikkert Aquacare hvirveloverløp med diameter 180 cm (HQ-180-0V). Dette er dimensjonert for en vannmengde på 50 l/sek. Overløpet er plassert i en kum utenfor rensesanlegget. Kun avløpet kloakkert etter fellessystemet passerer overløpet. Avløpet fra separatledningen er koblet sammen med avløpet fra hvirveloverløpet før det ledes inn på et hvirvelkammer med dyseåpning 60 mm. I følge anleggets driftsoperatør skal dette gi en maksimal vannmengde på 5,3 l/sek. (19 m³/h)

Forholdene ligger dårlig til rette for prøvetaging og vannmengdemåling. På grunn av ekstremt lite regn høsten 1985 i området hvor anlegget ligger, har vi ingen prøver fra overløpet.

2.2.7 Voldholen, Danskerud og Bjørnebekk, Ås kommune

Avløpsvannet fra bebyggelsen ved Voldholen og Danskerud og fra institusjonen Bjørnebekk ble tidligere behandlet i tre mindre separate rensesanlegg, alle med kapasitet rundt 100 pe. Da disse rensesanlegg ble nedlagt og avløpsvannet pumpet over til Søndre Follo Kloakkrenseanlegg, ble det forran pumpestasjonen installert hvirveloverløp med hvirvelkammer. Dette ble gjort for å unngå hydraulisk overbelastning av pumpestasjonene og sørge for en viss grad av rensing av avløpsvannet som breddes av i hvirveloverløpet. Alle tre hvirvelkammer har en dyseåpning på 67 mm som ifølge driftspersonalet skal gi en maksimal kapasitet på ca 2 l/sek. Overløpene har en dimensjonerende kapasitet på 60 m₃/h (ca 17 l/sek.)

Anleggene ble besøkt under flere nedbørsperioder men til tross for kraftig nedbør trådte overløpene ikke i funksjon. Selv med relativt store lekkasjer i avløpsnettene var nedslagsfeltene for små og avløpsnettene for kort til å gi tilstrekkelig vannmengde slik at overløpene kunne tre i funksjon.

2.2.8 Lørenfallet, Skedsmo kommune

Dette overløp og hvirvelkammer er undersøkt i forbindelse med metoder for vannmengderegulering ved mindre renseanlegg. Resultatene er beskrevet i NIVA rapport VA-rapport 3/82 (0-79090).

3. PRØVETAGING - ANALYSEPROGRAM

3.1 Prøvetaking

Avløpsvann både fra separat og fellessystemet inneholder partikler med stor forskjell i synkehastighet. I transportsystemene vil en derfor kunne forvente en sjiktning med de tyngste partiklene strømmende langs bunn. Selv ved relativt store strømningshastigheter vil en finne store gradienter i stoffkonsentrasjonen over det væskefylte tverrsnitt. Prøvested for uttak av prøver for å karakterisere hvirveloverløpenes funksjon må derfor velges med omhu.

På grunn av små fallhøyder ved de fleste hvirveloverløp vil det være vanskelig å få tatt ut representative prøver. Om mulig bør prøvene tas i fallkummer hvor avløpsvannet faller fritt. Det er da mulig å få tatt prøver som representerer hele strømningsstverrsnittet. Prøver av vannet som går i overløp kan enklest tas hvor vannet strømmer fritt over overløpskanten eller hvor vannet strømmer ned i selve oppsamlingsrøret.

For denne driftsundersøkelse ble det tatt manuelle prøver av overløpsvann og videreført vann til renseanlegg eller dypvannsutslipp. Ut fra analyser og materialballanse av disse to strømmer er det mulig å foreta en beregning av konsentrasjonene i inngående vann.

Bruk av automatiske prøvetagere kan være problematisk fordi disse tar prøvene fra et begrenset strømningsstverrsnitt. Feilkilder vil også lett oppstå hvis prøvetageren tar prøver fra oppsamlingsbeholder eller bak oppdemning/oppstuvning.

3.2 Vannføring

De fleste overløp var ikke utstyrt med vannmengdemåler eller overløp slik at vannmengdene kunne registreres. Det ble derfor benyttet litiumklorid som sporstoff for beregning av vannmengdene. Som doseringsutstyr ble en Mariottes flaske med volum 25 l benyttet. Sporstoffet ble tilsatt over en periode på ca 25 min, 75-100 m ovenfor overløpene. Prøvene for analysering av litiumkonsentrasjonen ble tatt i overløpet 15-20 min etter at den konstante dosering startet. Dette er en meget

enkel og billig metode for vannføringsanalyse. Det vises forøvrig til "Håndbok i vannføringsmåling" SFT.

3.3 Analyser

Tabell 2 viser registrering og analyseprogrammet for driftsundersøkelsen.

Tabell 2 Analyseprogram

Parameter/registrering	Videreført til rensesanlegg	Overløp
Suspendert stoff	x	x
Flyktig suspendert stoff	x	x
TOC	x	x
Tot-P	x	x
Litium		x
Sedimenterbart stoff (Imhoff)	x	x
Sedimenteringstest	x	x
Hovtrekk	x	x

Alle analyser er utført etter Norsk standard. Total organisk karbon (TOC) er bestemt etter våtkjemisk og fotokjemisk oppslutning.

3.4 Sedimenteringstest

Sedimenterbart stoff er den sentrale parameter i forbindelse med overløp fordi hvirveloverløpene er bygget for å fjerne sedimenterbart stoff og flyttestoffer. Fjerning av sedimenterbart stoff er derfor viet størst oppmerksomhet.

For å undersøke fjerningen av sedimenterbart stoff med forskjellig synkehastighet ble tester med sedimenteringskolonne utført. Denne metode er beskrevet i NIVA-rapport No 13/80 0-79024 (5). I korthet går metoden ut på å finne mengden stoff som sedimenterer i bunn av kolonnen ved bestemte tidsintervaller. Tidsintervallene omregnes til sedimenteringshastighet ved hjelp av kolonnens effektive høyde. Mengden sedimenterbart stoff innefor hvert tidsintervall kan da fremstilles som funksjon av sedimenteringshastigheten.

3.5 Hovtrekk

Ved ett av anleggene, Remmendalen, ble det tatt hovtrekk på overløpsvannet og det videreførte vann til renseanlegget. Det ble laget en stor hov kledd med myggnetting slik at hele vannmassen kunne gå gjennom hoven. Mengden stoff som ble holdt tilbake i et visst tidsintervall ble tørket og omregnet til mengde tørrstoff pr. volumenhet. Metoden gir et godt bilde av hvordan større partikler som toalettpapir, fæsesklumper etc. fjernes i overløpet. Hovtrekk på vannet som breddes av i overløpet gir et meget godt bilde av de estetiske forhold som kan forventes i overløpets utslipp.

Ved prøvetagningen med hov må en påse at strømmingen inn i hoven ikke blir for kraftig slik at deler av stoffet blir spylt ut.

3.6 Innsamling av data

På grunn av prosjektets stramme økonomi er det bare tatt et fåtall prøveserier fra hver av de 5 undersøkte renseanlegg.

I følge programmet vil vi prøve å få med den første del av regnhendelsen, dvs. kartlegging av overløpets effekt på utspylingen av stoff avsatt under tørrværsperioder. For en del av overløpene vil utspylingen nevnt overfor, i mindre grad eller ikke kartlegges fordi overløpene trer i funksjon etter at utspylingen har passert. Dette avhenger av overløpets kapasitet, helningen av nedslagsfeltet etc.

Driftsundersøkelsen er basert på et utstrakt samarbeide mellom overløpene eiere og NIVA. Ved vårt første besøk ble prøveflasker tilsatt kvikksølvklorid, (for konservering av prøvene) og annet utstyr for prøvetagningen utlevert. Alle prøver er oppbevart ved anleggene og sendt samlet inn til NIVA for analysering etter avslutning av driftsundersøkelsen. Prøvetagingsstrategi ble grundig diskutert ved alle anlegg for å unngå feil under prøvetagningen.

For overløpet ved Tananger renseanlegg ble prøvetaging samt nødvendige analyser foretatt av tre studenter fra Rogaland Distriktshøgskole.

4. RESULTATER

Antall prøveserier ved hvert overløp er betydelig redusert sammenlignet med det program som ble satt opp. Som forklart tidligere skyldes dette ugunstig klimatiske forhold høsten 1985 med uvanlig lite

nedbør. I tillegg var prosjektets økonomiske ramme meget lav.

I alt er det utført 16 prøveserier, men ved seks av prøvetagningene var vannet så fortynnet at det var minimalt eller ikke noe sedimenterbart stoff å skille fra. Samtlige av de seks prøveseriene hadde et innhold av suspendert stoff som var lavere enn 10 mg/l. Selv om disse prøver ble oppkonsentrert ble stoffmengden så lav at det var liten hensikt å gå videre med disse prøver. Feilkilden ved analysene blir også uakseptabel stor ved så lave konsentrasjoner. Det er altså resultatene fra 10 prøveserier som behandles videre i dette kapittel.

Hvirveloverløpene er bygget for å fjerne sedimenterbart stoff og flytestoffene fra det vann som slippes i overløp. I dette prosjektet ble det i første rekke lagt vekt på å undersøke og kvantifisere fjerningen av sedimenterbart stoff. Fjerning av flytestoffer ble vurdert visuelt.

4.1 Fjerning av sedimenterbart stoff

Datagrunnlaget for resultatene for fjerning av sedimenterbart stoff er vist i bilag 2. For å tallfeste effektiviteten for fjerning av partikler eller stoff med forskjellige sedimenteringshastigheter ble kolonnetester benyttet.

Resultatene fra kolonneforsøkene fra de fem overløpene er vist i fig. 7 til og med fig. 18. I figurene er sedimenterbart stoff i mg den mengde stoff som ble tatt ut av bunnen på kolonnene og inndampet ved tidspunktene angitt i figurene. Disse tidspunkter er omregnet til sedimenteringshastighet ($\text{sed.hast} = h/T$). Volumet som blir tatt ut for å finne stoffmengden er uvesentlig så lenge prøvevolumene er de samme i samme prøveserie fordi det er relative tall vi er ute etter. Volumene bør imidlertid ikke være for store for å unngå at væsknivået blir for lavt ved de siste uttakene. For å oppnå mere stoff i prøvene og derved større nøyaktighet i analysene, ble prøvene ved de fleste tilfeller oppkonsentrert. Dette ble gjort ved at et større prøvevolum fikk sedimentere i to timer før dekantatet ble tatt av.

Figurene som viser fjerning av sedimenterbart stoff som funksjon av det sedimenterbare stoffs sedimenteringshastighet viser ulikt forløp fra alle prøveserier. Årsaken til dette er forskjell i sammensetningen av det sedimenterbare stoff i prøven. Ved samme anlegg vil avløpsvannets sammensetning kunne variere betydelig med tiden.

Studerer fig. 7, Remmendalen, serie 1, ved de høyeste sedimenteringshastighetene, ser vi at overløpet oppkonsentrerer det sedimenterbare

stoff i den videreførte strøm betraktelig, og at vannet som breddes av har et betydelig lavere innhold av sedimenterbart stoff enn i inngående væskestrøm. F.eks. ved en sedimenteringshastighet på 53 m/h vil 74% av partikkelkonsentrasjonen i innløpet fjernes 3,5-0,5 (se vedlegg 1).

3.5

Ved partikkelstørrelser med lavere sedimenteringshastighet synker fjerningen betraktelig.

Den metode for partikkelfjerning som er omtalt her gir ikke noe godt mål for overløpets funksjon fordi fjerningen ikke er relatert til overløpets vannmengde. Dette er tatt hensyn til i kurvene for renseeffekt som funksjon av sedimenteringshastighet. Renseeffektene er her vist sammen med renseeffektene for et konvensjonelt overløp hvor partikkelkonsentrasjonene i inngående og videreført vannmengde er de samme.

Renseeffektene for hvirveloverløpene er beregnet av uttrykket

$$\frac{Q_2 \cdot C_2}{Q_1 \cdot C_1}$$

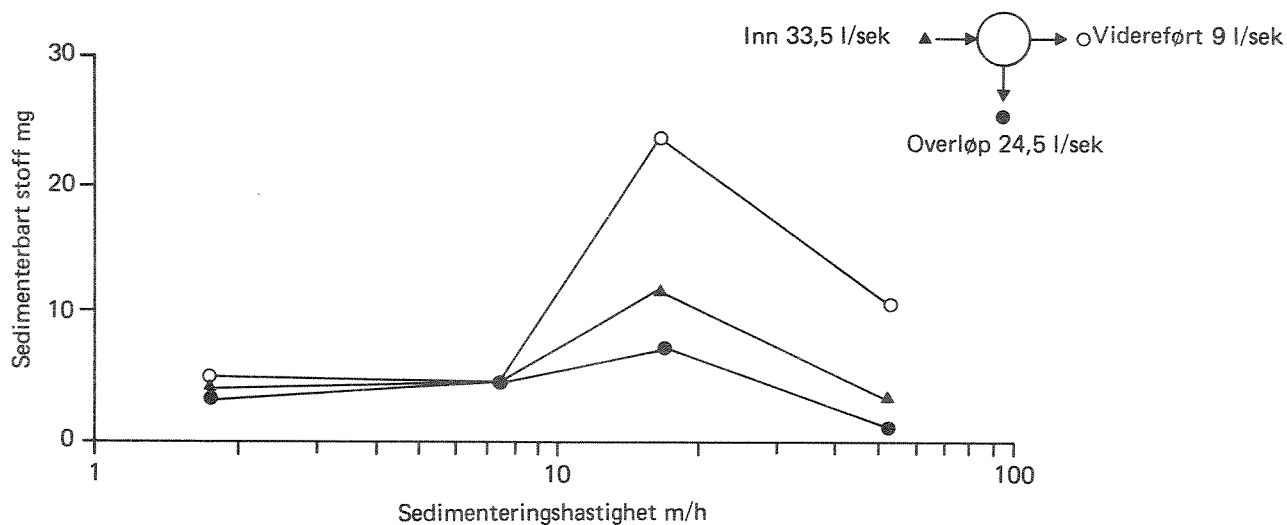
hvor C_1 og C_2 er partikkelkonsentrasjonen (her partikelmengde) i innløp og utløp (videreført). Overløpets totale renseeffekt blir

$$\frac{Q_2 \sum C_2}{Q_1 \sum C_1}$$

For et konvensjonelt overløp er $C_2 = C_1$, og renseeffekten blir derfor Q_2/Q_1 . Hvor godt overløpet fungerer kan derfor bestemmes ved å sammenligne renseeffektene med renseeffektene en ville fått i et konvensjonelt overløp med samme inngående og utgående vannmengder. Uttrykket for renseeffekten er her definert på den samme klassiske måte som renseeffekten ved renseanlegg

Som det fremgår av figurene er renseeffekten for alle partikkelstørrelser med unntak av et par hendelser betydelig bedre enn ved et konvensjonelt overløp. Som ventet er renseeffekten best for de tyngste partiklene.

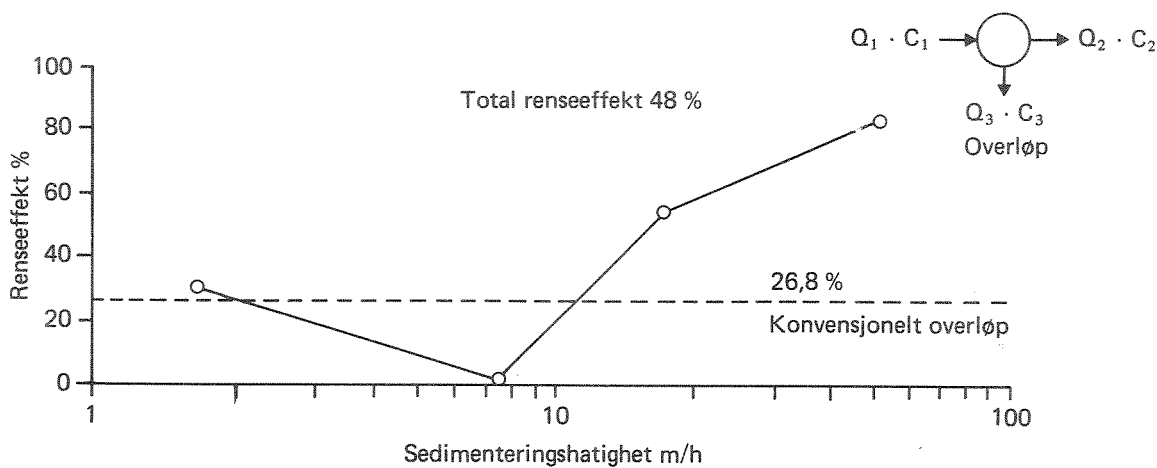
I figur 18 er de totale renseeffekter fra alle prøveserier fremstilt som funksjon av Q_2/Q_1 (videreført/innkommende vannmengde). I samme figur er renseeffekten for konvensjonelle overløp (Q_2/Q_1) også inntegnet. Som det fremgår av figuren er det stor spredning mellom renseeffekten ved samme hydrauliske forhold. Årsaken til dette er ulik sammensetning av det stoffet som skal avskilles. Sammensetningen varierer



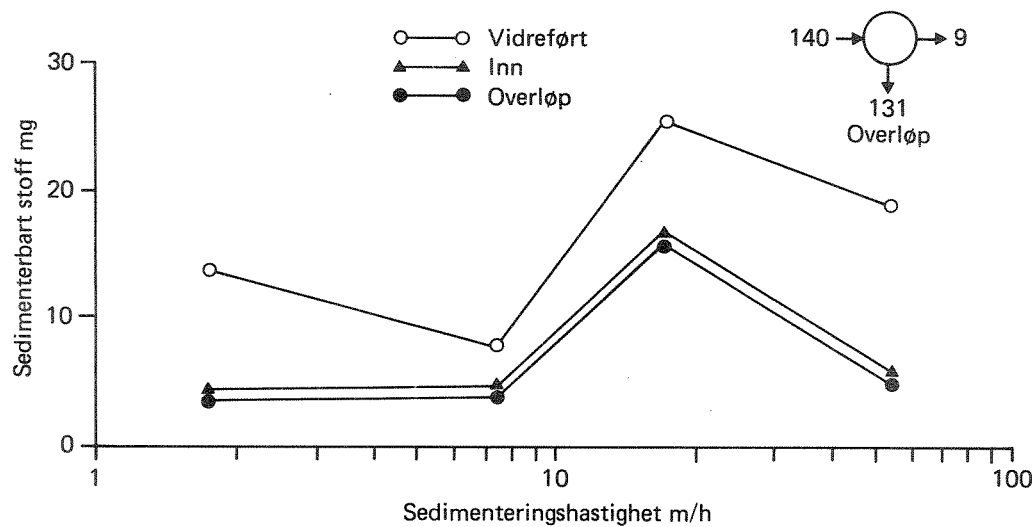
	SS mg/l	FSS mg/l
Overløp	127	93
Videreført	179	138

$$\frac{Q_1}{Q_{dim}} = 0,22$$

$$Renseeffekt = \frac{Q_2 \cdot C_2}{Q_1 \cdot C_1}$$

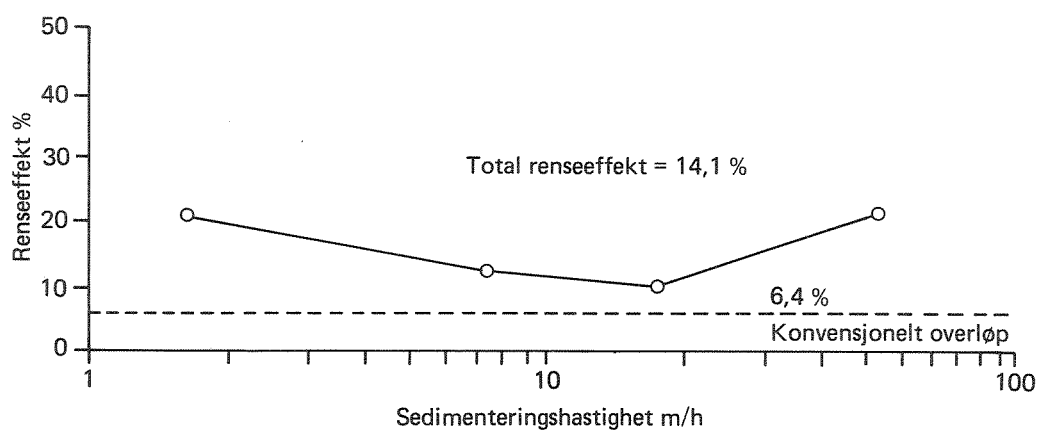


Figur 7. Renseeffekt som funksjon av sedimenteringshastighet. Remmendalen, serie 1.

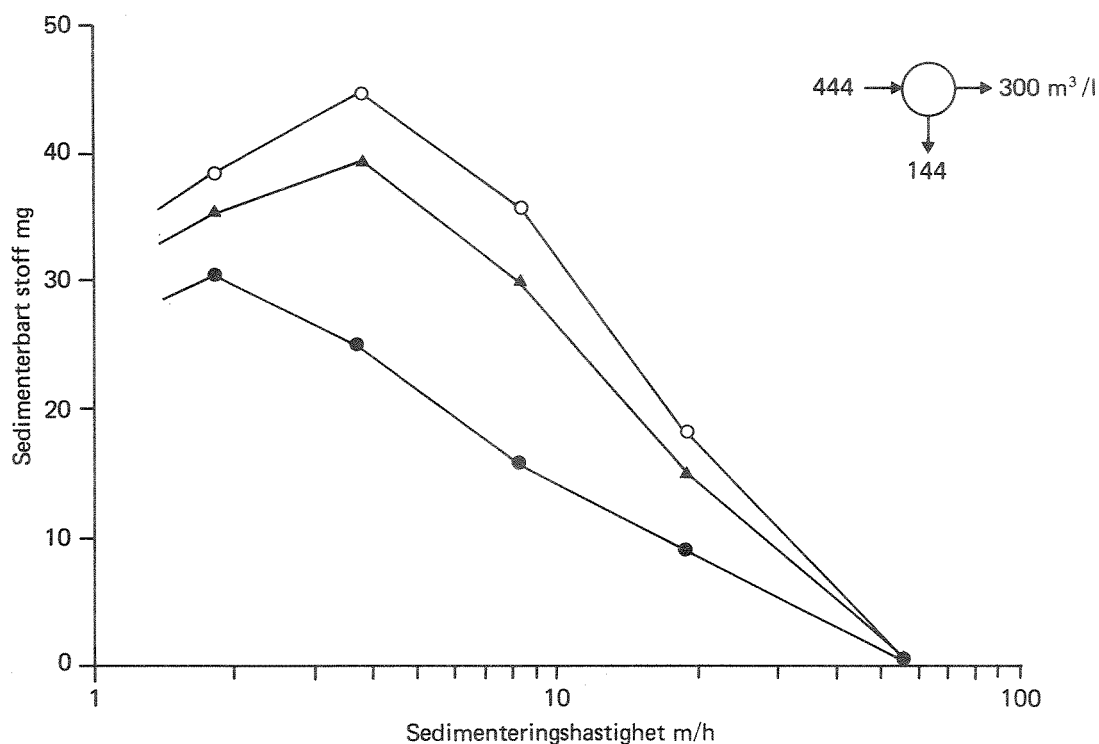


	SS mg/l	FSS mg/l
Overløp	152	51
Videreført	397	266

$$\frac{Q_1}{Q_{dim}} = 0,93$$

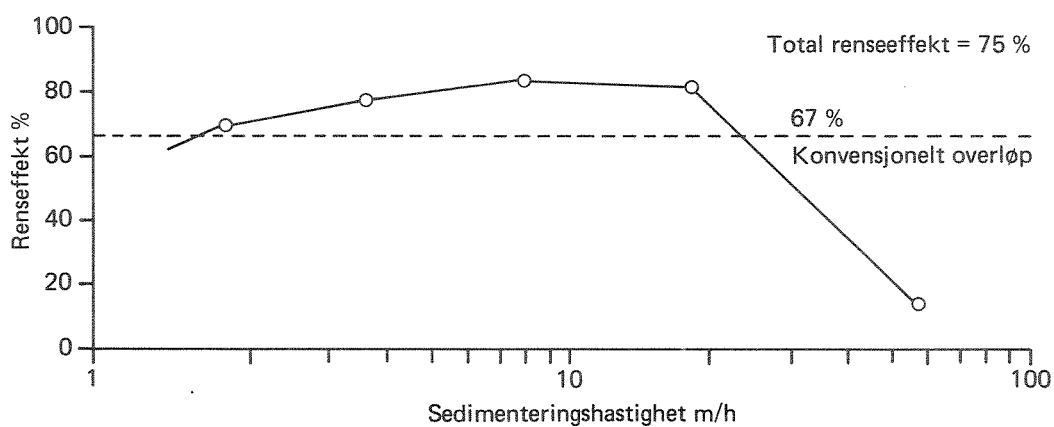


Figur 8. Renseeffekt som funksjon av sedimenteringshastighet. Remmendalen, serie 2.

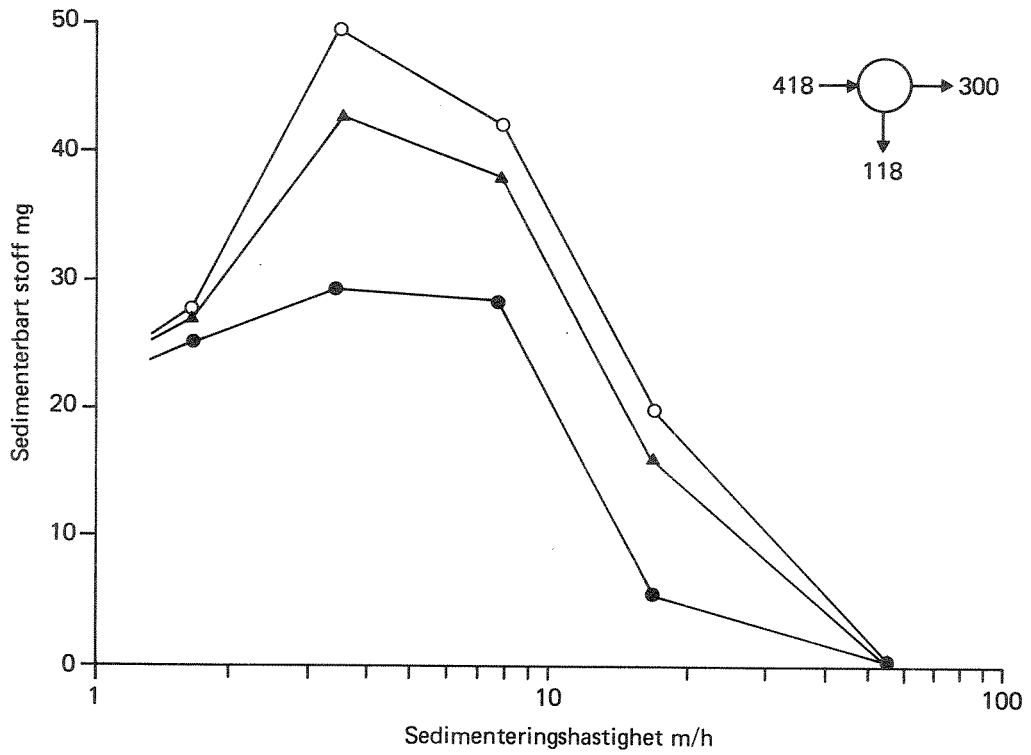


	SS mg/l	FSS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	446	233	29
Videreført	652	402	42

$$\frac{Q_1}{Q_{dim}} = 1,39$$

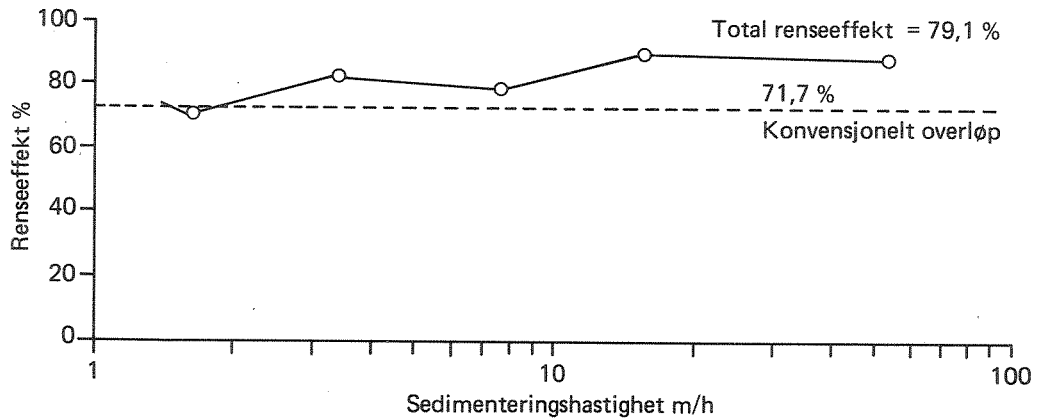


Figur 9: Renseeffekt som funksjon av sedimenteringshastighet. Tananger, serie 1.

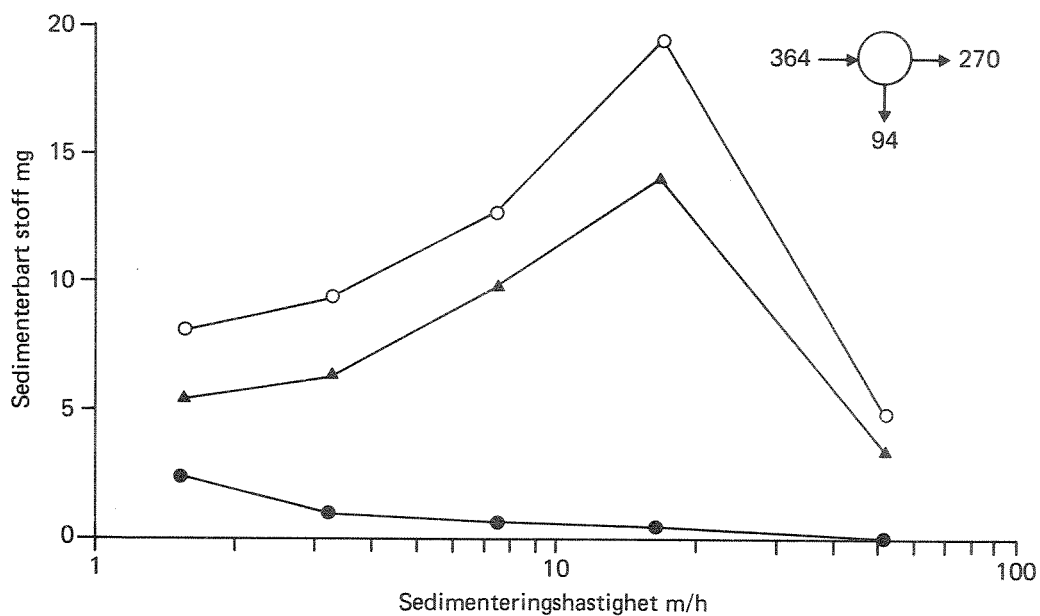


	SS mg/l	FSS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	153	90	5,9
Videreført	212	134	7,1

$$\frac{Q_1}{Q_{dim}} = 1,31$$

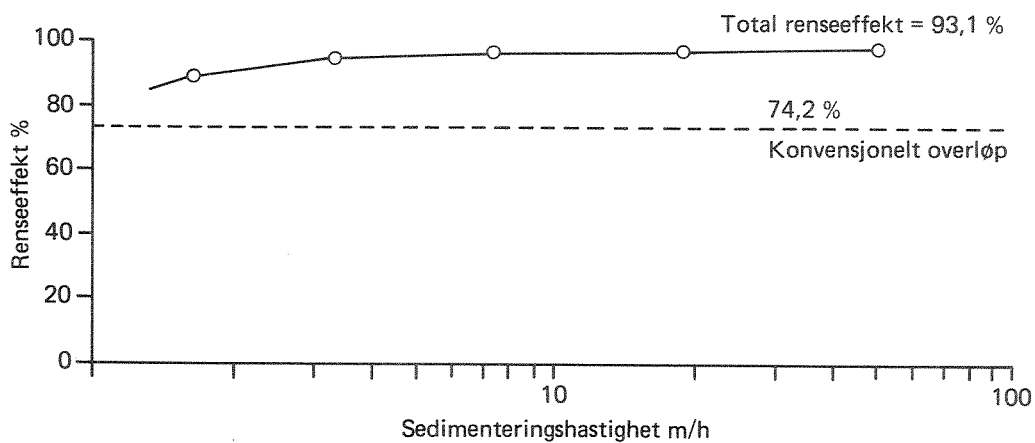


Figur 10. Renseeffekter som funksjon av sedimenteringshastighet. Tananger, serie 2.

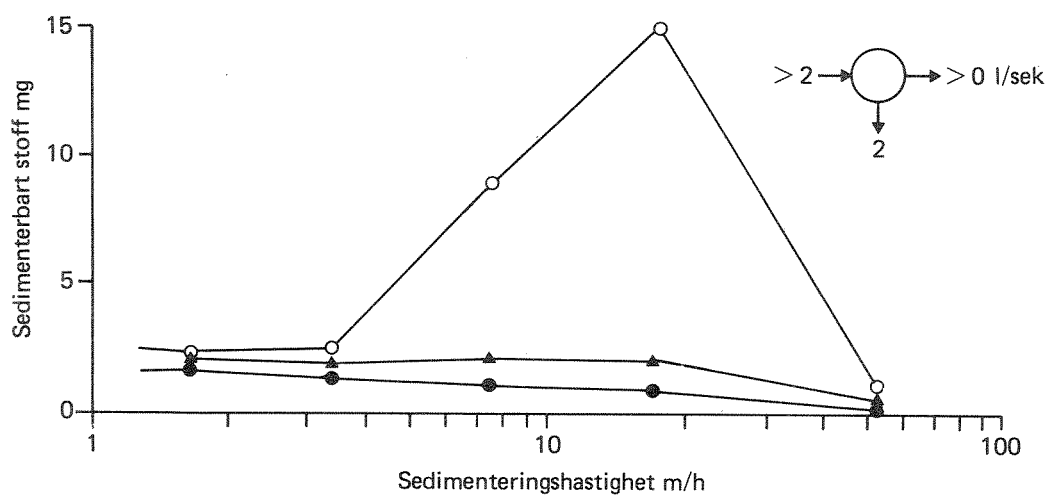


	SS mg/l	FSS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	148	92	2,1
Videreført	158	98	2,5

$$\frac{Q_1}{Q_{dim}} = 1,14$$

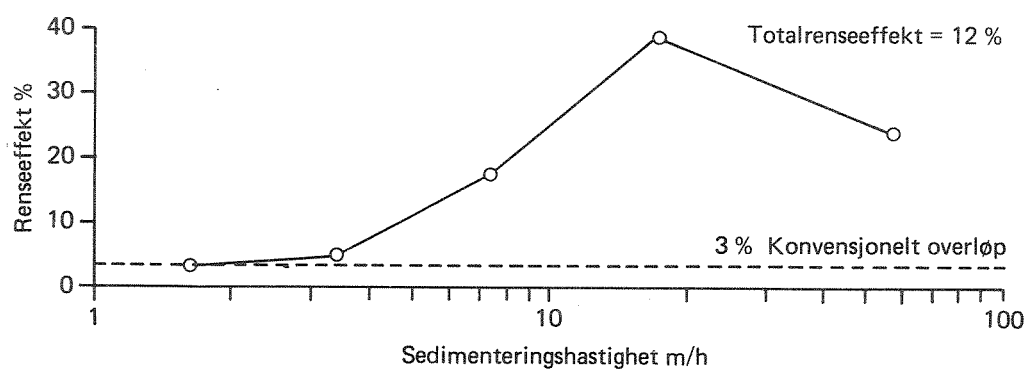


Figur 11. Renseeffekter som funksjon av sedimenteringshastighet.
Tananger, serie 3.

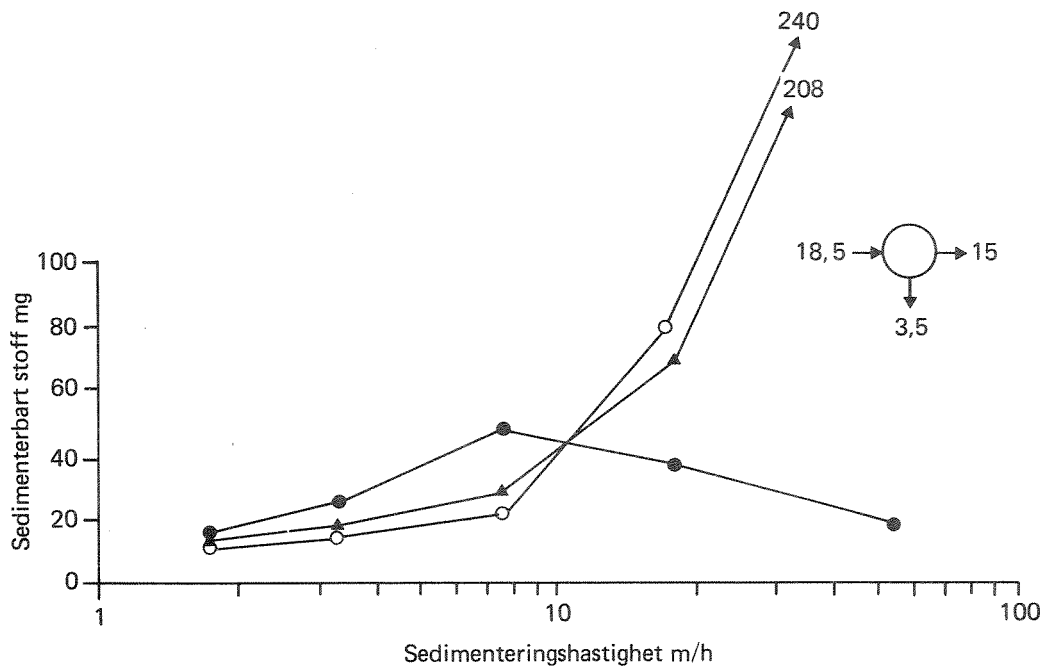


	SS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	30,1	1,8
Videreført	89,4	26

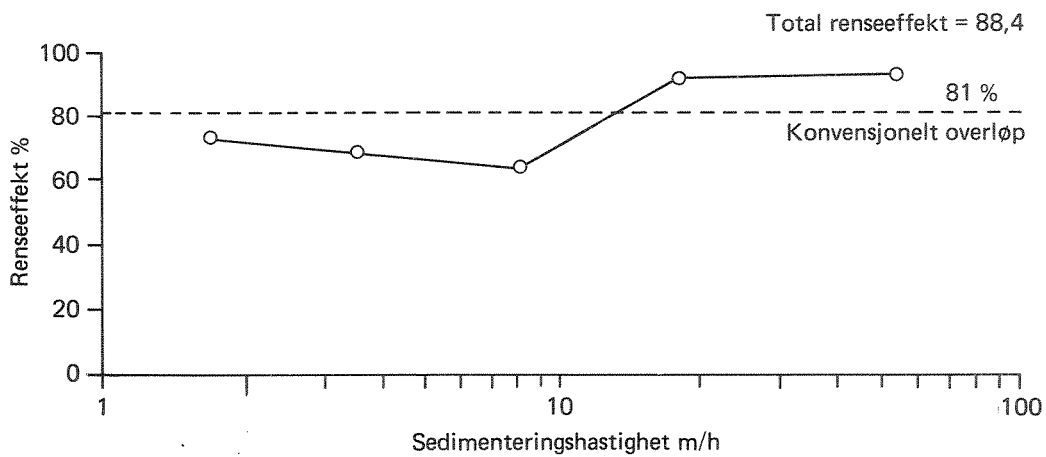
$$\frac{Q_1}{Q_{\text{dim}}} = 1,44$$



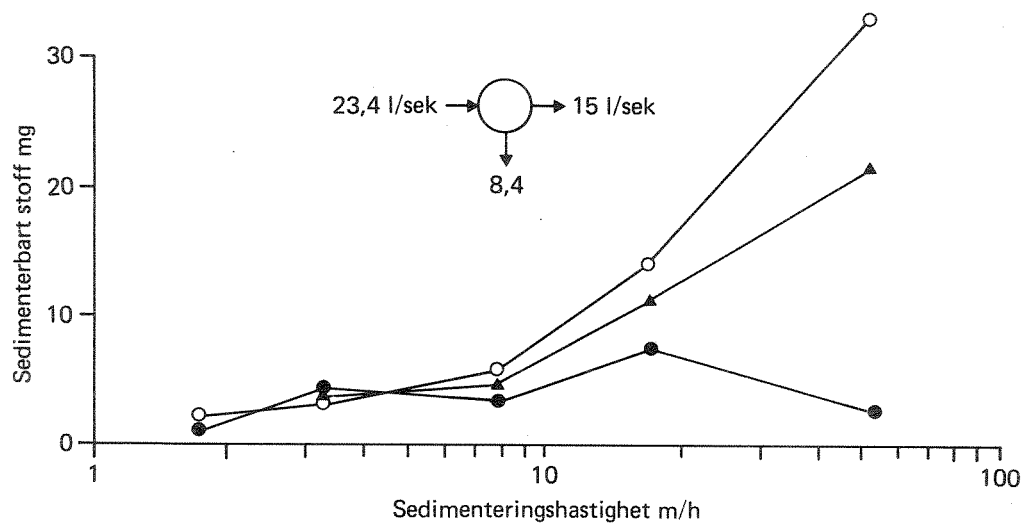
Figur 12. Renseeffekter som funksjon av sedimenteringshastighet. Kvernevik.



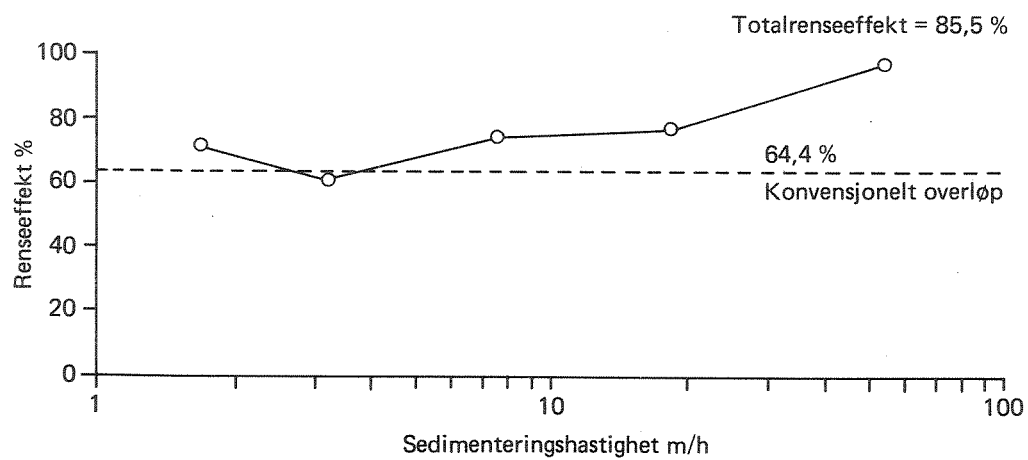
SS mg/l
 Overløp 57
 Videreført 75
 $\frac{Q_i}{Q_{dim}} = 0,11$



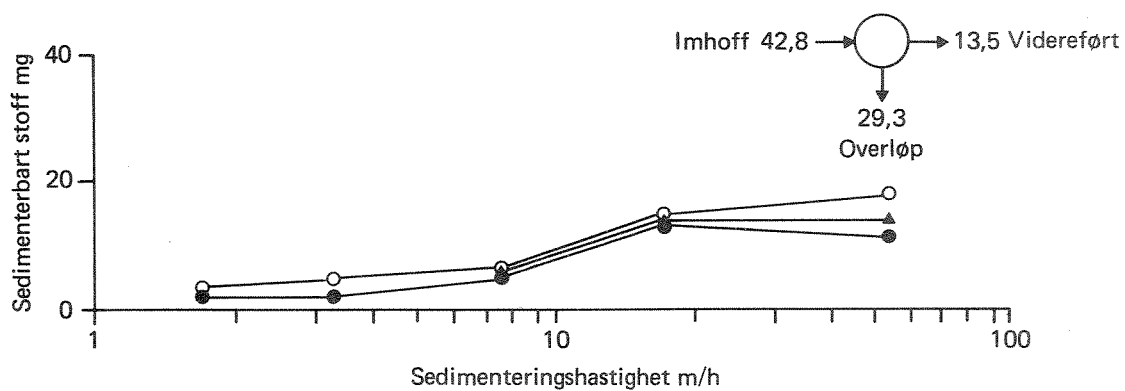
Figur 13. Renseeffekter som funksjon av sedimenteringshastighet. Lerfallet, serie 1.



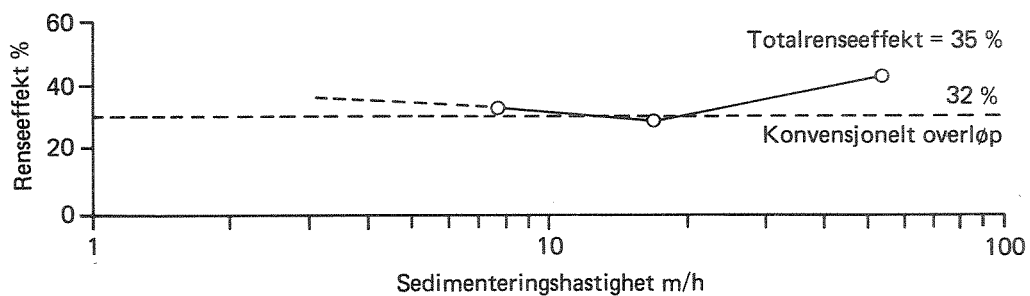
SS mg/l
 Overløp 24
 Videreført 48
 $\frac{Q_1}{Q_{dim}} = 0,13$



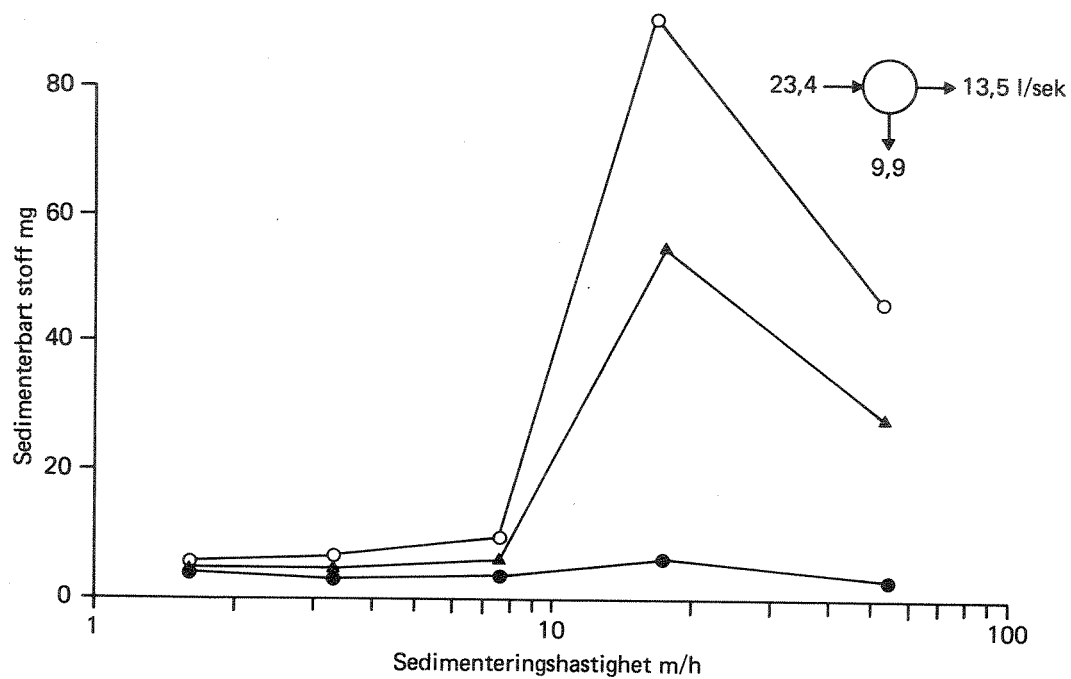
Figur 14. Renseeffekter som funksjon av sedimenteringshastighet. Lerfallet, serie 2.



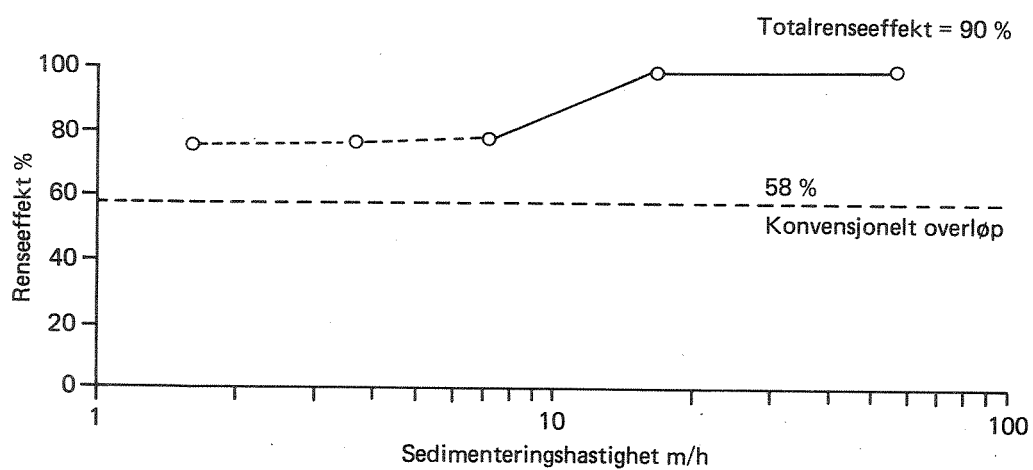
	SS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	29	0,5
Videreført	29	0,5

$$\frac{Q_1}{Q_{dim}} = 0,23$$


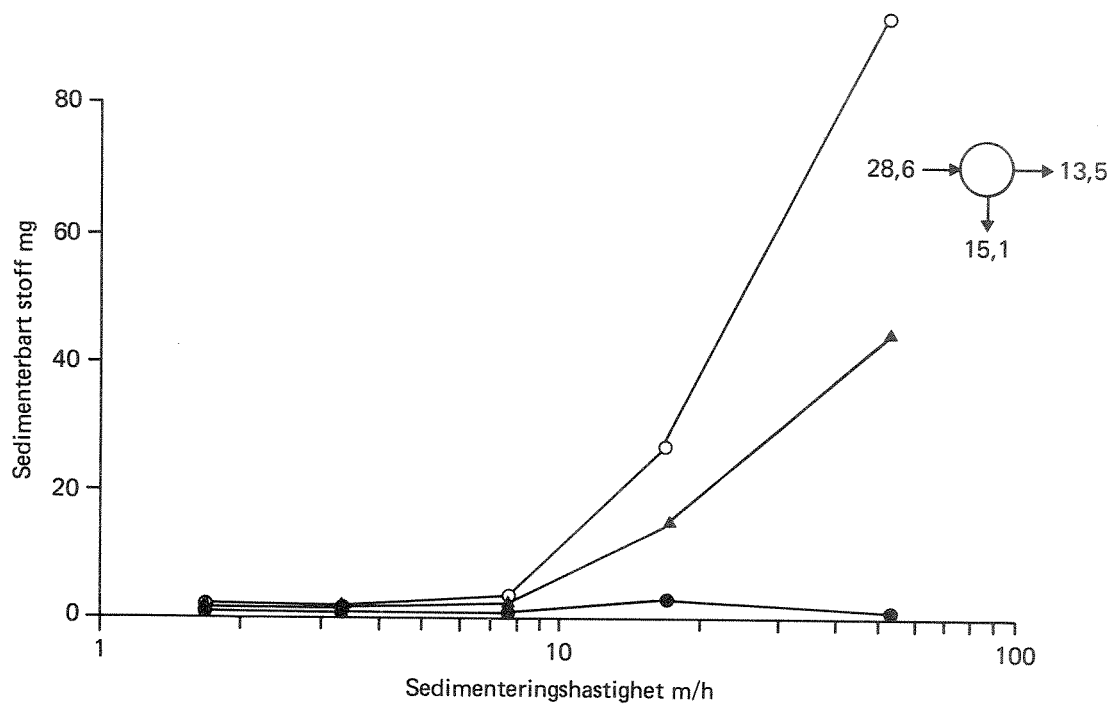
Figur 15. Renseeffekter som funksjon av sedimenteringshastighet. Løken, serie 1.



	SS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	36	0,2
Videreført	36	0,4

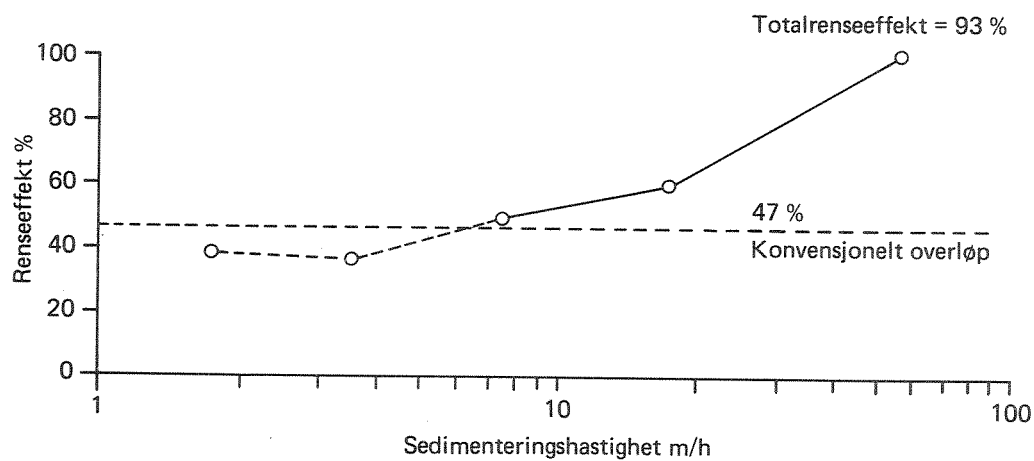
$$\frac{Q_1}{Q_{dim}} = 0,13$$


Figur 16. Renseeffekter som funksjon av sedimenteringshastighet.
Løken, serie 2.



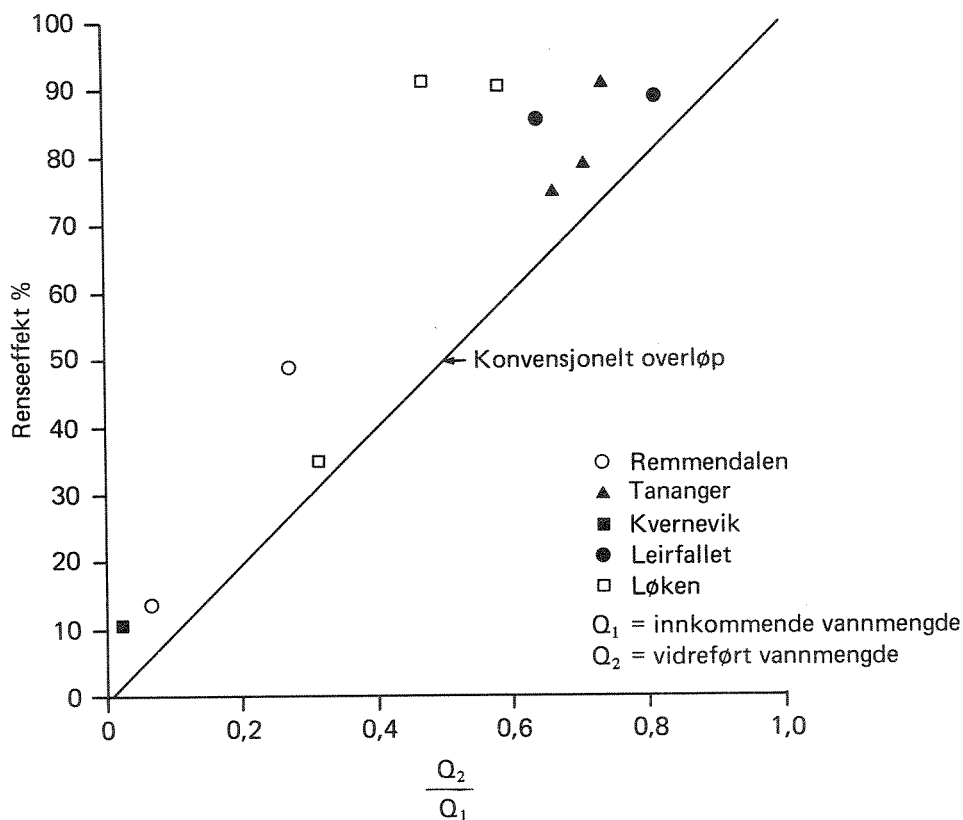
	SS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	26	0,5
Videreført	28	1,0

$\frac{Q_1}{Q_{dim}} = 0,16$



Figur 17. Renseeffekter som funksjon av sedimenteringshastighet. Løken, serie 3.

over tid og fra anlegg til anlegg. Figuren viser betydelig bedre avskillingsegenskaper av sedimenterbart stoff ved hvirveloverløpene enn det konvensjonelle overløp.



Figur 18. Renseeffekten for 5 hvirveloverløp sammenlignet med rensseeffektene for konvensjonelle overløp.

Hvirveloverløpene antas å ha størst betydning ved utspylingen av røravlagringer. Disse utspylinger opptrer meget raskt etter at nedbør med kraftig intensitet starter. Varigheten av utspylingene er også meget kort. Det er derfor meget vanskelig å få tak i disse hendelser fordi en må være på prøvestedet meget kort tid etter at regnet starter. Ingen av prøveseriene dekker hendelsene med utspyling av røravlagringen. Det er derfor behov for å få kartlagt hvirveloverløpenes evne til å videreføre røravlagringer under store hydrauliske belastninger.

I figur 6 til figur 17 er også suspendert stoff i vannet som breddes av (overløp) og i videreført strøm til rensanlegg/utslipp angitt. Ved de høyeste konsentrasjoner er reduksjonen størst, men som det fremgår av tallene, har vannet som breddes av også meget høye konsentrasjoner.

Slamvolumet ml/l (Imhoff-test) viser også at overløpsvannet kan inneholde betydelige slammengder. Overløpenes evne til å fjerne suspendert stoff er ikke analysert og vurdert utover de tall som er angitt i figurene. Årsaken til dette er at sedimenterbart stoff karakteriserer overløpenes funksjon bedre enn suspendert stoff, fordi andelen av det suspenderte stoff som ikke er sedimenterbart ikke lar seg avskille i et hvirveloverløp.

Ved Remmendalen prøveserie 1 ble det også tatt hovtrekk av det videreførte vann og overløpsvannet. Hoven som ble brukt hadde duk av myggetetting (lysåpning ca. 1 mm). Ved prøvetagingen ble hoven plassert slik at hele vannstrømmen passerte hoven. Vannstrømmen ble også dempet slik at stoffet ikke skulle spyles gjennom duken. Det fraskilte stoff ble fjernet fra seilduken, tørket og veiet. Da vannmengdene og varighet av silingen er kjent, kan det fraskilte stoff beregnes på konsentrasjonsbasis. Følgende konsentrasjoner ble funnet:

Videreført T.S.	=	45,1 mg/l
Overløp T.S.	=	9,3 mg/l
Innløp T.S.	=	18,9 mg/l (beregnet).

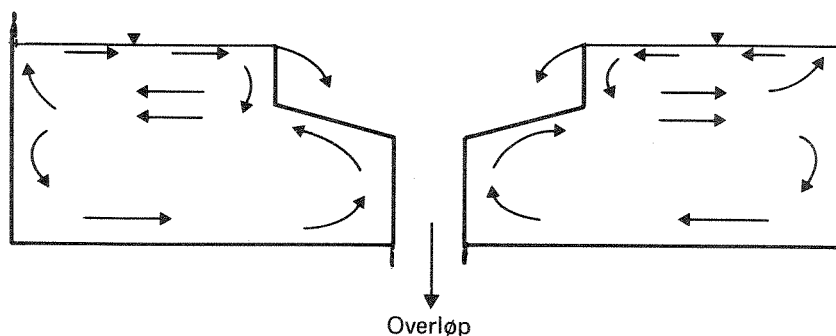
Sammenlignes disse tall med innholdet av suspendert stoff i avløpsvannet i videreført og overløp (se fig. 7, SS = 179 og 127 mg/l), er andelen av stoffet som ble fanget opp i hoven stor. En stor del av dette stoffet kan forventes å gi estetiske problemer enten som flytestoffer eller det sedimenterer der det slippes ut. Sammenlignes tallene fra innløp og overløp, er imidlertid konsentrasjonene halvert i overløpet.

5. DRIFTSERFARINGER

Det ble innhentet driftserfaringer fra alle hvirveloverløp som var med i undersøkelsen. Først vil problemer som er felles for flere anlegg bli diskutert, deretter spesielle problemer ved de enkelte anlegg.

Selv om fjerning av flytestoffer er betydelig bedre ved hvirveloverløp enn ved konvensjonelle overløp, er fjerningen ofte ikke tilfredsstillende. Fæces-klumper, toalettpapir og lignende stoffer som så vidt flyter, har en tendens til å bli revet med vannstrømmene mot og under skumskjermene og går dermed i overløpet. En av årsakene til dette kan være de tverrgående strømmer i overløpet. Vannet har en tverrgående strømning langs bunnen; fra periferien mot sentrum. På grunn av overløpstraktens utforming vil vannmassene strømme mot periferien i ca. 2/3 høyde av overløpet. Denne strømning forårsaker en sekun-

dærstrømning øverst i overløpet slik at vannmassene i overflaten har en tendens til å strømme mot skumskjermen. Dette betyr at store deler av flyteslammet samles mot skumskjermen. Hvis flyteslammet har tilstrekkelig oppdrift, vil det flyte langs skumskjermen og trekkes av i avtrekket for flyteslam. Men flyteslammet som har lavest oppdrift har en tendens til å bli revet med vannmassene og ut i overløpet. Som tidligere nevnt består dette stoff av fæces-klumper, oppløst og uoppløst toalettpapir etc. De tversgående strømmer som ofte fører til for dårlig flyteslamfjerning er søkt anskueliggjort i fig. 19.



Figur 19. Tverrstående strømningsbilde i hvirveloverløp.

Undersøkelsen tyder på at hvirveloverløpenes største svakhet er arrangementet for fjerning av flyteslam. Ved de fleste anlegg var dette et estetisk problem som for det meste bestod av toalettpapir avsatt i bekkeløpets kant hvor overløpet breddes av. Det bør derfor settes igang forsøk for å bedre effektiviteten av flyteslamfjerningen. Et forslag er å installere vanddyser på skumskjermene slik at flyteslammet blir spylt utover og mot flyteslamavdraget. Spylingen kan starte med nivååbryter slik at det spyles kun når overløpet trer i funksjon.

Ved flere av anleggene var neddykkingsdybden for skumskjermene for lav. For de minste overløpene bør denne ikke være mindre enn ca. 5 cm. Neddykkingsdybden bør heller ikke være for stor, slik at vannet trekkes av fra et for stort dyp. Ved ingen av overløpene var det muligheter til å regulere neddykkingsdybden for skumskjermene.

Ved de fleste av anleggene var overløpene skjevt installert. Dette medfører skjev hydraulisk belastning og ugunstig avtrekk av overløpsvannet. Dette vil igjen medføre at større mengder flyteslam og sedimenterbart stoff blir trukket med i overløpet enn nødvendig. Alle hvirveloverløp burde vært utført slik at overløpskanten på en lettvis måte kunne høydereguleres slik at vannstrømmer pr. lengdeenhet overløpskant ble lik rundt hele overløpet. Horisontalstilles overløpskanten, vil vannstrømmen ut i overløpet være størst ved overløpets

innløp på grunn av oppstuvningen. Uten individuelle justeringsmuligheter langs overløpskanten vil det derfor være vanskelig å oppnå lik vannføring pr. lengdeenhet overløpskant.

Ved overløpene som ble undersøkt var det mulig å foreta en høydeinnstilling ved at overløpstrakten var tredd ned og skrudd fast til et vertikalt utløpsrør. Muligheten for horisontalstilling av overløpet er derimot liten på grunn av glideføringene i de to rørene. Selve overløpskanten burde vært delt i to eller tre deler og skrudd fast til selve overløpstrakten.

Ved overløpene som var utstyrt med hvirvelkammer som vannmengde-regulator var driftserfaringene forskjellig ved like kammere og lik dimensjon. Hvor det var kort avløpsnett foran kammerne kunne avløpsvannet inneholde mye uoppløst toalettpapir som sammen med traser av filler og andre "ristgodsgjenstander" kunne tette dyseåpningene.

Enkelte kammere utstyrt med dyser med åpning 70 mm fungerte utmerket uten igjentettingsproblemer. Andre tilsvarende kammere med samme dyseåpning hadde imidlertid gjentettingsproblemer.

Hvirvelkammene er som regel utstyrt med utskiftbare dyser. Det viste seg at utformingen og festeanordningen ved de minste dyser (Ø 75-80 mm) kunne være meget kritisk. Skruehoder eller ugjvnheter i dysene økte faren for igjentetting betraktelig. Festeanordningene bør derfor være plassert på undersiden av dysene og dysetrakten bør være så stor at den dekker hele kammerets areal.

5.1 Driftserfaringer fra de enkelte anlegg

5.1.1 Remmendalen

Overløpet var plassert i et eget lite oppvarmet hus. Ved utformingen av anlegget var det lagt stor vekt på å oppnå driftsvennlighet.

Innløpet til overløpet hadde et fall på ca. 30⁰. Dette førte til en overkritisk strømningshastighet i innløpssonen. Vannfallet forårsaket også at luft ble revet med og laget turbulens og ugunstige strømningsforhold. Dette fører til at ekstra flyteslam ble trukket med i overløpet. Dette gjelder særlig ved første halvdel av overløpet. På grunn av overkritisk hastighet vil noe vann ved de største vannmengder blir kastet over kanten på overløpsbassenget.

I bunnen av overløpet hvor vannet videreføres, avsettes ofte mye sand og annet sedimenterbart materiale. Normalt må dette spyles vekk.

Grunnen til disse driftsproblemer er trolig for liten bunnhelning (1:15).

Det har vært enkelte tilstopninger av utløpsdysen (åpningsdiameter 75 mm) ved at større gjenstander som f.eks. stener, har tilstoppet dysen. Dette er egentlig gjenstander som skulle ha vært holdt tilbake på grovrysten.

Normalt krever overløpet lite ettersyn. Under tørrværsavrenning etter-sees anlegget en gang eller mindre pr. uke.

Anlegget fungerer meget bra med unntak av for dårlig fjerning av flyteslam. For å bedre flyteslamavdraget bør forskjellige forbedringer prøves. Her kan nevnes forsøk med annen utforming av skumskjerm, montering av dyser som spylar flyteslammet mot avdraget etc.

Både overløp og skumskjerm burde vært individuelt justerbare. Det bør overveies å legge om overløpets innløpsarrangement slik at en unngår overkritisk strømning i innløpssonen.

5.1.2 Tananger, IVAR

Dette overløpet, dimensjonert for 320 m³/h, ble fulgt opp av tre studenter fra Rogaland Distriktshøgskole. Det rapporteres om få eller ingen driftsproblemer. Det kan være vanskelig å få tatt representative prøver av det videreførte vann fra overløpet. Ved større tilrenninger blir innløpsrøret til pumpestasjonen etter overløpet dekket slik at vannprøvene ikke kan tas direkte fra innløpsrøret. Prøvene måtte derfor tas ved innløpet til tilførselsrennen til sandfanget. Som diskutert tidligere kan det i slike tilfeller være vanskelig å få med de tyngste partiklene som strømmer langs bunnen av rennen. Ellers er det lett å komme til for å ta prøver av de forskjellige vannstrømmer i anlegget. Anlegget er utstyrt med vannmengdemåler både for vannmengdene som videreføres til sandfang og for overløpsvannet som ledes over overløpsterskelen.

Som for de andre overløpene var det heller ikke muligheter ved dette anlegget til å foreta en individuell regulering av skumskjerm og overløpsterskel.

5.1.3 Kvernevik, Karmøy kommune

Overløpet, dimensjonert for 180 m³/h, har vært i drift ca et år. Selve overløpsarrangementet er oversiktlig, men har noen mangler. Som ved de fleste overløp var overløpsterskelen ikke montert i vater slik at be-

lastningen ble ujevn.

Videreført vannmengde kunne reguleres med en 4 " sluseventil. Denne reguleringsanordning er meget følsom for tilstopping. Sluseventilen egner seg derfor ikke for regulering av vannmengder ved overløp av denne dimensjon.

Regulering av flyteslamavdragets kapasitet var heller ikke mulig fordi innstillingsrør manglet. Skumskjermen var montert fast til overløpsterskelen slik at neddykkingsdybden ikke kunne reguleres.

Det var ikke innlagt vann i overløpshuset. Renhold av overløpet var derfor ikke mulig.

5.1.4 Leirfallet, Trondheim kommune

Overløpet, dimensjonert for 180 m³/h, er plassert i en kum utenfor renseanlegget. Overløpet har vært i drift siden 1984.

Ved driftsundersøkelsen viste det seg at avtrekket for flyteslam var gått tett slik at alt flyteslammet ble ført med i overløpet. Det var også uvanlig mye filler, toalettpapir og andre flytestoffer som lå over overløpskanten. Store deler av overløpskanten var derfor ikke virksom. Overløpet var også montert meget skjevt slik at bare 1/3 av overløpskanten var virksom.

Det var tungvint å drive ettersyn og drift av overløpet fordi det var montert i en kum og spyleslange måtte ruller ut fra selve anlegget. Overløpet burde vært plassert i selve renseanlegget for å forenkle driftsettersynet og gjøre det mere effektivt.

Hvirvelkammeret som styrte overløpets videreførte vannmengde fungerte meget bra. Kammerets dyse har en diameter på 81 mm. Dette gir en vannmengde på 15 l/sek. Hvirvelkammeret var plassert oversiktlig inne i selve renseanlegget.

5.1.5 Løkken, Meldal kommune

Overløpet, med dimensjonerende kapasitet 180 m³/h, var plassert i en kum utenfor renseanlegget. Overløpet var montert skjevt slik at belastningen ble ujevnt fordelt langs overløpsterskelen.

Ettersyn av overløpet er med i renseanleggets driftsrutiner slik at dette rengjøres og ettersees en gang pr. uke. Den videreførte vannmengde reguleres ved styring av en 6 " sluseventil. Ifølge driftsoper-

ratøren forårsaket ikke sluseventilen igjentettingsproblemer.

Overløpet burde vært plassert inne i renseanlegget.

5.1.6 Sakstad, Bergen kommune

Overløpet dimensjonert for 180 m³/h er plassert i en kum utenfor renseanlegget.

Ifølge driftsoperatøren fungerer overløpet meget bra, og det har lite behov for driftsettersyn. Dette kan muligens forklares ved at avløpet som ledes gjennom overløpet er kloakkert etter fellessystemet.

Hvirvelkammeret som er plassert inne i renseanlegget fungerer også bra. Til tross for at dyseåpningen kun er 60 mm, har dysen i løpet av 2,5 år kun tettet seg to ganger.

Den delen av avløpssonen som er kloakkert etter separatsystemet ledes utenom overløp og hvirvelkammer. Dette er trolig forklaringen på at det er få driftsproblemer med overløpsarrangementet.

5.1.7 Volden, Danskerud og Bjørnebekk, Ås kommune

Disse tre overløp er plassert foran pumpestasjoner for å sørge for en avlastning av disse ved hydraulisk overbelastning og for å oppnå en viss grad av rensing av avløpsvannet som breddes av.

Driftserfaringene med disse tre overløp er dårlige. Ved alle fire besøk var alle eller minst ett av overløpene, ute av funksjon. Hvirvelkammene med dyseåpning 67 mm var gått tett slik at alt avløpsvann ble ført direkte ut i bekk.

Hovedårsaken til at dysene i hvirvelkamrene gikk tett kan trolig forklares ved den korte transportavstand. Toalettpapir og fæcesklumper ble da ikke revet tilstrekkelig i stykker slik at dysen tettet seg igjen.

Driften av hvirveloverløpene var også mangelfull. De var mere eller mindre overlatt til seg selv. Ved ingen av de tre overløpene var det spylemuligheter.

Under de rådende driftsforhold hadde det vært bedre å latt det vann som ikke kunne viderepumpes blitt breddet av i pumpestasjonene.

Remmendalen overløp

Prøvedato 19/9-85

Serie 1

Kolonnetest

Tid min.	Videreført	Overløp	Inn(beregnet)	Renseeffekt	Sedhast m/h
	C ₂ mg	C ₃ mg	C ₁ mg	$\frac{Q_2}{Q_1} \frac{C_2}{C_1}$ (%)	
1	10.7	0.9	3.5	82	53
3	23.7	7.3	11.7	54.4	17.4
7	4.8	4.8	4.8	0	7.6
30	4.1	3.1	3.4	32	1.7
60	4.9	3.1	3.6	36	0.9
	Σ 48.2		Σ 27		

	SS mg/l	FSS mg/l	Li mg/l
Overløp	127	93	0.15
Videreført	179	138	0.15

$$Q_2 = 9 \text{ l/sek.} \quad Q_1 = 33.5 \text{ l/sek.} \quad \frac{Q_1}{Q_{\text{dim}}} = \frac{33.5}{150} = 0.22$$

$$\text{Total renseseffekt: } \frac{\sum C_2 Q_2}{\sum C_1 C_2} = 48.0 \%$$

$$\text{Renseeffekt konv. overløp } \frac{Q_2}{Q_1} = 26.8 \%$$

Remmendalen

Serie 2.

Tid min.	Videreført	Overløp	Inn(beregnet)	Renseeffekt	Sedhast m/h
	C_2 mg	C_3 mg	C_1 mg	$\frac{Q_2}{Q_1} \cdot \frac{C_2}{C_1}$ (%)	
1	19	5.1	5.7	21.4	53
3	25.7	15.7	16.3	10.1	17.4
7	7.7	3.8	4.1	12.0	7.6
30	14.7	3.6	4.3	21.9	1.7
60	2.3	3.4	-	neg.	0.9
	Σ 69.4		Σ 30.4		

SS FSS
mg/l mg/l

Overløp 152 51
Videreført 397 266

$Q_2 = 9$ l/sek. $Q_1 = 140$ l/sek. $\frac{Q_2}{Q_1} = 0.93$

Total renseseffekt: $\frac{69.4 \cdot 9}{30.4 \cdot 140} = 14.7 \%$

Renseeffekt konv. overløp: $\frac{Q_2}{Q_1} = 6.4 \%$

Tananger overløp

Prøvedato 1/11 kl. 1500

Serie 1.

Kolonnetest

Tid min.	Videreført	Overløp	Inn(beregnet)	Renseeffekt	Sedhast m/h
	C ₂ mg	C ₃ mg	C ₁ mg	$\frac{Q_2}{Q_1} \frac{C_2}{C_1}$ (%)	
1	0.2	2.5	0.95	14.2	53
3	18.2	9.0	15.2	80.9	17.4
7	36.4	16.7	30.0	82.0	7.6
15	44.9	26.8	39.0	77.8	3.4
30	38.0	32.5	36.2	70.9	1.7
60	26.2	27.0	6.5	66.8	0.9
	Σ163.9		Σ147.85		

	SS mg/l	FSS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	446	233	29
Videreført	652	402	42

$$Q_2 = 300 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_1 = 444 \text{ m}^3/\text{h} \quad \frac{Q_1}{Q_{\text{dim}}} = \frac{444}{320} = 1.39$$

$$\text{Total renseseffekt} \quad \frac{\sum C_2 Q_2}{\sum C_1 C_1} = 75 \%$$

$$\text{Renseeffekt konv. overløp} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = 67 \%$$

Tananger

Serie 2

1/11 kl. 1600

Tid min.	Videreført C_2 mg	Overløp C_3 mg	Inn(beregnet) C_1 mg	Renseeffekt		Sedhast m/h
				$\frac{Q_2}{Q_1}$	$\frac{C_2}{C_1}$ (%)	
1	0.5	0.2	0.4	87.5		53
3	20.5	6.2	16.5	89.1		17.4
7	42.0	28.7	38.2	78.8		7.6
15	49.2	29.5	43.6	80.9		3.4
30	27.5	25.6	27.0	71.7		1.7
60	29.5	23.6	27.8	76.1		0.9
	$\Sigma 169.2$		$\Sigma 153.5$			

	SS mg/l	FSS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	153	90	5.9
Videreført	212	134	7.1

$$Q_2 = 300 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_1 = 418 \text{ m}^3/\text{h} \quad \frac{Q_1}{Q_{\text{dim}}} = 1.31$$

$$\text{Total renseseffekt} \quad \frac{\sum C_2 Q_2}{\sum C_1 C_1} = 79.1 \%$$

$$\text{Renseeffekt konv. overløp} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = 71.7 \%$$

Tananger

Serie 3

1/11 kl. 1640

Tid min.	Videreført	Overløp	Inn(beregnet)	Renseeffekt	Sedhast m/h
	C_2 mg	C_3 mg	C_1 mg	$\frac{Q_2}{Q_1} \cdot \frac{C_2}{C_1}$ (%)	
1	4.9	0.2	3.6	87.5	53
3	19.2	0.2	14.2	89.1	17.4
7	12.6	0.5	9.5	78.8	7.6
15	8.8	0.9	6.8	80.9	3.4
30	7.2	2.5	6.0	71.7	1.7
60	5.6	8.3	6.3	76.1	0.9
	Σ 58.3		Σ 46.4		

	SS mg/l	FSS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	148	92	2.1
Videreført	158	98	2.5

$$Q_2 = 270 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_1 = 364 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_{\text{dim}}^1 = 1.14$$

$$\text{Total renseseffekt} \quad \frac{\Sigma C_2 Q_2}{\Sigma C_1 C_1} = 93.1 \%$$

$$\text{Renseeffekt konv. overløp} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = 74.2 \%$$

Kvernevik overløp

Kolonnetest

Prøvedato 9/11-85

Tid min.	Videreført	Overløp	Inn(beregnet)	Renseeffekt		Sedhast m/h
	C ₂ ng	C ₃ ng	C ₁ ng	Q ₂ Q ₁	C ₂ C ₁ (%)	
1	1.6	0.2	0.4	22		53
3	15.1	1.0	1.4	29		17.4
7	9.2	1.2	1.5	17		7.6
15	2.6	1.2	1.3	5		3.4
30	1.9	1.7	1.7	3		1.7
60	2.6	1.5	1.5	5		0.9
	Σ 0.0330		Σ 0.0078			

	SS mg/l	Li mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	30.1	0.07	1.8
Videreført	89.4		26

$$Q_2 = 2 \text{ l/sek.} \quad Q_1 = 72 \text{ l/sek.} \quad Q_{\text{dim}} = \frac{Q_1}{50} = \frac{72}{50} = 14,4$$

$$\text{Total renseeffekt} \quad \frac{\sum C_2 Q_2}{\sum C_1 C_1} = 11.8 \%$$

$$\text{Renseeffekt konv. overløp} \quad \frac{Q_2}{Q_T} = 3 \%$$

Kvernevik

Prøvedato 3/12-85

Tid min.	Videreført C ₂ mg	Overløp C ₃ mg
1	0.1	0.3
3	0.3	0.8
7	1.9	0.3
15	1.8	0.4
30	1.2	0.4
60	0.6	-

Prøvedato 13/12-85

Tid min.	Videreført C ₂ mg	Overløp C ₃ mg
1	0.4	0.6
3	0.4	0.2
7	0.4	0.6
15	0.4	0.4
30	0.4	0.2
60	0.2	0.2

	SS mg/l	Li mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	11.1	<0.005	0
Videreført	23.2		1.8

	SS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	8.3	0
Videreført	7.1	0

Prøvedato 16/12-85

Tid min.	Videreført C ₂ mg	Overløp C ₃ mg
1	0.4	0.5
3	0.6	0.5
7	0.3	0.4
15	0.3	0.1
30	0.6	0.5
60	-	-

	SS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	6.7	0
Videreført	8.4	0

Leirfallet - overløp

Kolonnetest

Prøvedato 17/10-85

Serie 1.

Tid min.	Videreført	Overløp	Inn(beregnet)	Renseeffekt	Sedhast m/h
	C ₂ ng	C ₃ ng	C ₁ ng	$\frac{Q_2 C_2}{Q_1 C_1}$ (%)	
1	240	15.9	208	93.5	53
3	76	34.1	68	90.6	17.4
7	20.4	48.5	25.7	64	7.6
15	14	25.2	16.1	70	3.4
30	10.8	16.9	12.0	73	1.7
60	17.2	16.5	17.1	81	0.9
	Σ378.4		Σ 347		

	SS mg/l	Tot-P mg/l	TOC mg/l
Overløp	57	0.7	21.3
Videreført	75	0.8	23.4

$$Q_2 = 15 \text{ l/sek. } Q_1 = 18.5 \text{ l/sek. } Q_{\text{dim}} = \frac{Q_1 \cdot 18.5}{180} = 0,11$$

$$\text{Total renseseffekt } \frac{\sum C_2 Q_2}{\sum C_1 Q_1} = 88.4 \%$$

$$\text{Renseeffekt konvensjonelt overløp: } \frac{Q_2}{Q_1} = 81 \%$$

Leirfallet

Serie 2
28/10-85

Tid min.	Videreført	Overløp	Inn(beregnet)	Renseeffekt	Sedhast m/h
	C_2 mg	C_3 mg	C_1 mg	$\frac{Q_2 C_2}{Q_1 C_1}$ (%)	
1	32.8	1.2	21.5	97.7	53
3	13.8	6.9	11.3	78.2	17.4
7	5.8	3.0	4.8	77.4	7.6
15	3.3	3.9	3.5	60.4	3.4
30	2.1	1.3	1.8	74.7	1.7
60	1.3	1.5	1.4	59.5	0.9
	Σ 59.1		Σ 44.3		

	SS mg/l	Tot-P mg/l	TOC mg/l
Overløp	18	0.4	15.7
Videreført	24	0.5	16.1

$$Q_2 = 15 \text{ l/sek.} \quad Q_1 = 23.4 \text{ l/sek.} \quad \frac{Q_1}{Q_{\text{dim}}} = 0.13$$

$$\text{Total renseseffekt } \frac{\Sigma C_2 Q_2}{\Sigma C_1 Q_1} = 85.5 \%$$

$$\text{Renseeffekt konvensjonelt overløp: } \frac{Q_2}{Q_1} = 64.4 \%$$

Løken overløp

Kolonnetest

Serie 1
22/10-85

Tid min.	Videreført C_2 mg	Overløp C_3 mg	Inn(beregnet) C_1 mg	Renseeffekt		Sedhast m/h
				$\frac{Q_2}{Q_1}$	$\frac{C_2}{C_1}$ (%)	
1	17.6	11.7	13.6	41.4		53
3	14.2	13.0	13.8	30		17.4
7	5.5	5.2	5.3	33		7.6
15	4.8	2.6	3.3	46.5		3.4
30	3.2	3.8	3.6	28		1.7
60	3.1	5.0	4.4	22.5		0.9
	Σ 48.4		Σ 44.0			

FSS Imhoff
mg/l ml/l

Overløp 29 0.5

Videreført 29 0.5

$$Q_2 = 13.5 \text{ l/sek. } Q_1 = 42.8 \text{ l/sek. } Q_{\text{dim}} = \frac{Q_1}{5} = \frac{42.8}{5} = 0.23$$

$$\text{Total renseseffekt } \frac{\Sigma C_2 Q_2}{\Sigma C_1 Q_1} = 35 \%$$

$$\text{Renseeffekt konvensjonelt overløp: } \frac{Q_2}{Q_1} = 32 \%$$

Løken

Serie 2
25/10-86

Tid min.	Videreført C_2 mg	Overløp C_3 mg	Inn(beregnet) C_1 mg	Renseeffekt		Sedhast m/h
				$\frac{Q_2}{Q_1}$	$\frac{C_2}{C_1}$ (%)	
1	45.9	1.8	27.3	91		53
3	90.9	5.1	54.6	96.5		17.4
7	8.4	3.3	6.2	78.5		7.6
15	6.8	3.0	5.2	76		3.4
30	5.7	3.3	4.7	70		1.7
60	7.0	6.0	6.6	61.5		0.9
	$\Sigma 164$		$\Sigma 104.6$			

FSS Imhoff
mg/l ml/l

Overløp 36 0.2
Videreført 36 0.4

$$Q_2 = 13.5 \text{ l/sek.} \quad Q_1 = 23.4 \text{ l/sek.} \quad \frac{Q_1}{Q_{\text{dim}}} = 0.13$$

$$\text{Total renseseffekt } \frac{\sum C_2 Q_2}{\sum C_1 Q_1} = 90 \%$$

$$\text{Renseeffekt konvensjonelt overløp: } \frac{Q_2}{Q_1} = 58 \%$$

Løken

Serie 3
12/11-85

Tid min.	Videreført C_2 mg	Overløp C_3 mg	Inn(beregnet) C_1 mg	Renseeffekt		Sedhast m/h
				$\frac{Q_2}{Q_1}$	$\frac{C_2}{C_1}$ (%)	
1	93.1	0.4	43.9	99		53
3	26.8	2.7	14.1	60.8		17.4
7	2.7	0.8	1.7	50.3		7.6
15	1.7	1.4	1.5	36.3		3.4
30	2.5	1.7	2.1	38.1		1.7
60	2.4	1.5	1.9	40.4		0.9
	$\Sigma 129.2$		$\Sigma 65.2$			

	FSS mg/l	Imhoff ml/l
Overløp	26	0.5
Videreført	28	1.0

$$Q_2 = 13.5 \text{ l/sek.} \quad Q_1 = 28.6 \text{ l/sek.} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = 0.47$$

$$\text{Total renseseffekt } \frac{\Sigma C_2 Q_2}{\Sigma C_1 Q_1} = 93 \%$$

$$\text{Renseeffekt konvensjonelt overløp: } \frac{Q_2}{Q_1} = 47 \%$$

6. LITTERATUR

1. "Avløpsnett i Norge".
Nordisk Ministerråd, rapport 5, 1985.
2. Lygren, E.: "Hvirveloverløp - Avskilling av sedimenterbart materiale og flytestoffer i overløpsvann".
NIVA 0-79090, VA-13/80, desember 1980.
3. Lygren, E. & Wedum, K.: "Hvirvelkammer og hvirveloverløp - Regulering av vannføring og rensing av overløpsvann". NIVA 0-79090, VA-3/82, mai 1982.
4. Pisano, W.C., Connick, D.J. and Aronsen, G.L.: "Swirl and Helical Bend Regulator/Concentrator for Storm and Combined Sewer overflow Control". EPA-600/52-84-151, October 1984.
5. Lygren, E. & Gjessing, E.: "Highway pollution in a Nordic Climate".
NIVA 0-79024, VA-3/84, March 1984.

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-tilførsler 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. (Spærret)
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
flytestoffer i overløpsvann
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H₂O₂ 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 H₂O₂ 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 vannførmålere**
O-82011 Kim Wedum. Mai 1982
- 6/82 **Vurdering av driftsinstrukser og driftsforhold ved renseanlegg rundt Indre Oslofjord**
O-82004 Arne Lunder, 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 Eileen 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 oppsamlingsnett i Sydsbogen, 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 tilføringsgrad. Resultater fra undersøkelsene ved Sydsbogen, 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 Efraimssen. April 1983
- 22/83 **Sandstangen vannverk**
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Sperret)
- 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 (Sperret)
- 30/83 **Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description**
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperret)
- 31/83 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimssen. 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. (Sperret)
- 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 (Sperret)
- 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 (Sperret)
- 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 (Sperret)
- 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 Egil 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. (Sperret)
- 20/84 **Forureningsproduksjon fra husholdning**
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydslogen 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

rapporter utgitt av NIVA

- 1/85 **Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning**
Enkel litteraturstudie
O-84131-01 Lasse Vråle. Mars 1985
- 2/85 **Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger**
O-84131-02 Lasse Vråle. Mars 1985
- 3/85 **Treatment of leachate in aerated lagoons**
Lab-scale study
O-84022 Ragnar Storhaug. Juli 1985
- 4/85 **Fiskeoppdrett på Granerudstøa, Nesodden**
O-85233 Bjørn Braaten, Torbjørn Damhaug. Juni 1985
- 5/85 **Oppdrett av ferskvannskreps ved Mesna Bruk A/S**
Forprosjekt
O-85126 Sigurd Rognerud, Stellan Karlson
Torbjørn Damhaug, Gösta Kjellberg. August 1985
- 6/85 **Driftsassistanse - Vannrenseanlegg ved Steens Fornikling A/S**
O-84157 Øivind Tryland. August 1985
- 7/85 **Spillvarmebasert akvakulturanlegg i Tyssedal**
Forprosjekt
O-85226 Kjell Maroni, Erlend Waatevik. September 1985 (Sperrert)
- 8/85 **Driftsassistanse - Avløpsledning Høvik Lys A/S**
O-85221 Øivind Tryland, Egil Iversen, Åse K. Rogne. August 1985
- 9/85 **Teknologi og miljø i oppdrettsnæring**
O-84159/0-84160 Kjell Maroni. Januar 1985
- 10/85 **Rensing av blyholdig avløpsvann. Undersøkelser ved Sønnak Batterier A/S**
O-85222 Egil Iversen, Øivind Tryland. September 1985
- 11/85 **Spillvarmebasert oppdrettsanlegg i tilknytning til Sauda Smelteverk A/S**
O-84167 Kjell Maroni. April 1985 (Sperrert)
- 12/85 **Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt til Sentralrenseanlegg Vest, SRV.**
Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser
O-85147 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 13/85 **Arealreduksjonsfaktorer. Fase III Nedbørmålinger i finmasket nett i Oslo**
O-85213 Oddvar Lindholm. Desember 1985
- 14/85 **Vann- og avløpstekniske løsninger for Helleberg hytteområde**
Nordstul, Store-Ble, Notodden kommune
O-85292 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 15/85 **Frømdriftsrapport for Frogn Vannverk**
Perioden juni-oktober 1985
O-85211 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 17/85 **Landbasert fiskeoppdrettsanlegg i Grimstad**
O-85262/Kristoffer Næs, Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug, Kjell Maroni, Bjørn Braaten. November 1985 (Sperrert)
- 1/86 **NIVANETT på mikrodatamaskin**
O-85207 Oddvar Lindholm. Januar 1986
- 2/86 **Utvikling av resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrettsanlegg**
O-81068 Eivind Lygren, Kjell Maroni. April 1986
- 3/86 **Avfall fra skip på norske strender**
O-85174 Tor Moxnes. Mars 1986
- 4/86 **Driftsundersøkelse av sølvvarefabrikkers renseanlegg**
O-82108 Egil Iversen, Februar 1986
- 6/86 **Minivannverk - forsøk i full skala med prototyp**
O-84114 Tor Moxnes. Mai 1986
- 7/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Ringbygget**
O-85255 Lasse Vråle. Mai 1986
- 8/86 **Virkning av dynamisk regn på hydrogram**
O-86037 Oddvar Lindholm. Juni 1986
- 9/86 **Driftserfaringer fra kalkdoseringsanlegg i vannverk**
O-86092 Jens Arne Ohren. Juni 1986
- 10/86 **Driftsundersøkelse av VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann**
O-86068 Jens Arne Ohren. Oktober 1986
- 11/86 **Følsomhetsanalyse for parametre i avløpsnettberegninger. Fase I**
O-86012 Oddvar G. Lindholm. Oktober 1986
- 12/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Bosch bygget Oppegård kommune**
O-86091 Lasse Vråle. Oktober 1986
- 13/86 **Bestemmelse av tilføringsgrad**
O-86195 Lasse Vråle. November 1986