

Hvirvelkammer og hvirveloverløp

Av Eivind Lygren og Kim Wedum

Eivind Lygren og Kim Wedum er begge sivilingeniører fra NTH og ansatt som forskere på NIVA.

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Hvirveloverløp er et overløp som er utformet for å skille sedimenterbart materiale og flytestoffer i overløpsvann.

Hvirvelkammer er en vannføringsregulator utformet for å kontrollere videreførte vannmengder, f.eks. fra overløp eller fra utløp av utjevningsbasseng.

Lørenfallet renseanlegg i Sørums kommun har lenge hatt driftsproblemer p.g.a. tilførsel av store overvannsmengder. Bruk av vanlig overløp og struping ville føre til to typiske problemer:

1. Hyppig gjentetting av strupeåpning p.g.a. lite strømningsstversnitt (diameter 3—4 cm).
2. Tilførsel av betydelige mengder urensset overløpsvann til en svak resipient.

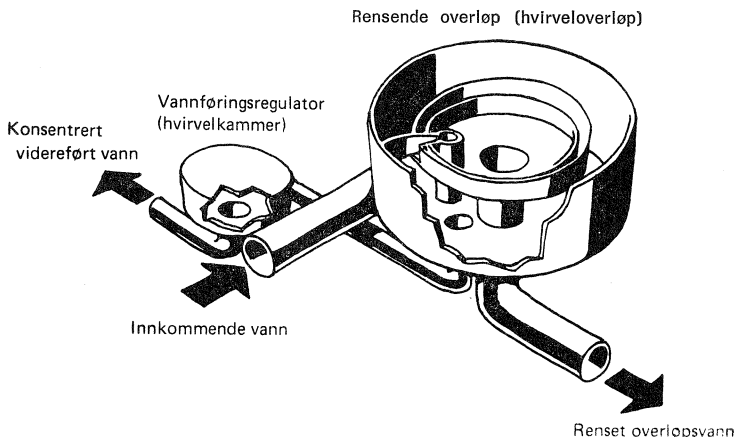
På anlegget ble det installert to hvirvelkamre og et hvirveloverløp for å hindre hydraulisk overbelastning, og for å rense overløpsvann. Anlegget ble fulgt opp gjennom en periode på 3/4 år.

Omlag 25 ulike hvirvelkammertyper er blitt utprøvet ved NIVA's forsøksstasjon på Kjeller. Resultatene fra Kjeller og

Lørenfallet renseanlegg gir grunnlag for følgende konklusjoner:

1. Hvirvelkamre kan på en driftssikker måte regulere videreførte vannmengder fra overløp ned mot 1 l/s om de gis en riktig utforming og installasjon. Den videreførte vannmengde er nær uavhengig av tilrenningsvannmengdene.
2. Hvirvelkamrene ved Lørenfallet renseanlegg har bedret driften av anlegget vesentlig. Siden kamrene ble installert, har anlegget hatt et stabilt renseresultat som er bedre enn det som kreves i utslippstillatelsen.
3. Hvirveloverløpet kan fjerne en stor del av suspendert stoff og flytestoffer i overløpsvann. Vannmengdeproporsjonale prøver tatt i tre perioder på tilsammen 2 1/2 mnd., viste en midlere rensegrad m.h.p. suspendert stoff på 92%, 72% og 67%.
4. Installering av hvirvelkammer og hvirveloverløp ved innløp til mindre renseanlegg vil ikke føre til noen vesentlig økning i vedlikeholdsarbeidet på anlegget.

Figuren nedenfor viser en prinsippskisse av utforming og plassering av hvirvelkammer og hvirveloverløp.



Figur 1. Prinsippskisse av utforming og plassering av hvirvelkammer og hvirveloverløp.

ERFARING MED HVIRVELKAMMER OG HVIRVELOVERLØP PÅ LØRENFALLET RENSEANLEGG

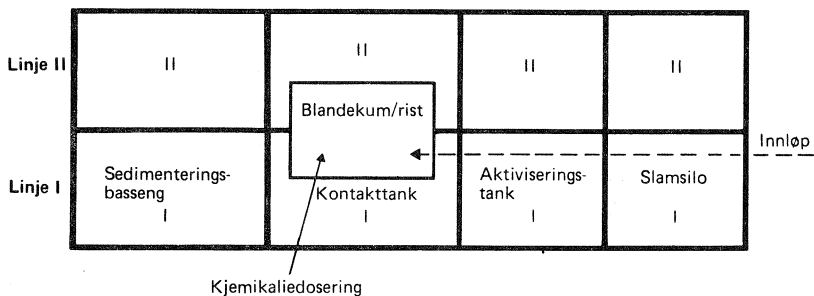
Generelt om renseanlegget

Lørenfallet er et simultanfellingsanlegg i Sørums kommunen. Anlegget er dimensjonert for 1.200 personenheter, fordelt på to prosesslinjer. Dimensjonerende vannmengde er 5 l/s med begge linjer

i drift. Figur 2 viser en prinsippskisse av anlegget.

Driftsresultatet for anlegget har vært dårlig med mange brudd på utslippskravene. Driftsproblemene skyldes i første rekke hydraulisk overbelastning på grunn av dårlig ledningsnett og manglende vannføringsregulering og overløp foran anlegget.

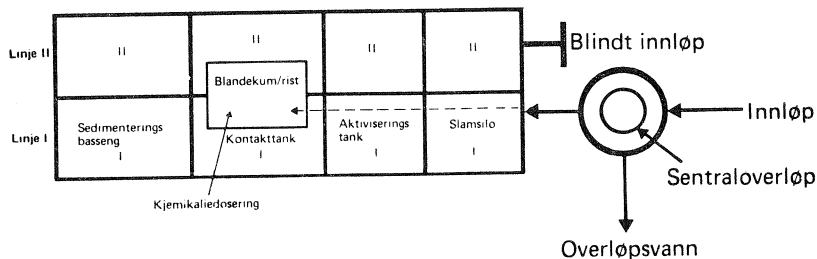
viser en prinsippskisse av anlegget.



Figur 2. Prinsippskisse av Lørenfallet renseanlegg.

I desember 1980 bygget kommunen et sentraloverløp umiddelbart foran anlegget. Det var imidlertid vanskelig å regulere vannføringen inn på anlegget ved hjelp av overløpet og en ventil eller annen strupeanordning. Diameter på minste

strømmingstverrsnitt ville da bli 3–4 cm ved vannføring tilsvarende dimensjonerende vannføring for anlegget. Figur 3 viser innløpsarrangementet på anlegget ved årsskiftet 1980/81.



Figur 3. Innløpsarrangement på Lørenfallet renseanlegg desember 1980.

Forsøksoppsett

I slutten av mai 1981 ble det installert to hvirvelkamre og ett hvirveloverløp for regulering av vannføringen inn på anlegget, og for rensing av overløpsvann, se figur 4.

Hvirvelkammer 1 regulerer hovedtilrenningen til anlegget. Kammeret slipper igjennom inntil 4 l/s, eller ca. 80% av anleggets dimensjonerende vannføring, Q_{dim} . Kammerets utforming framgår av figur 5.

Når vannføringen er ca. 80% av Q_{dim} , trer sentraloverløpet i funksjon. Overløpsvann ledes inn på hvirveloverløpet, hvor vannet renses. Renset overløpsvann ledes til resipient, mens adskilt stoff føres inn på anlegget via innløp II. Vannføringen i denne delstrømmen reguleres med hvirvelkammer II, som slipper igjennom inntil ca. 1 l/s eller 20% av Q_{dim} .

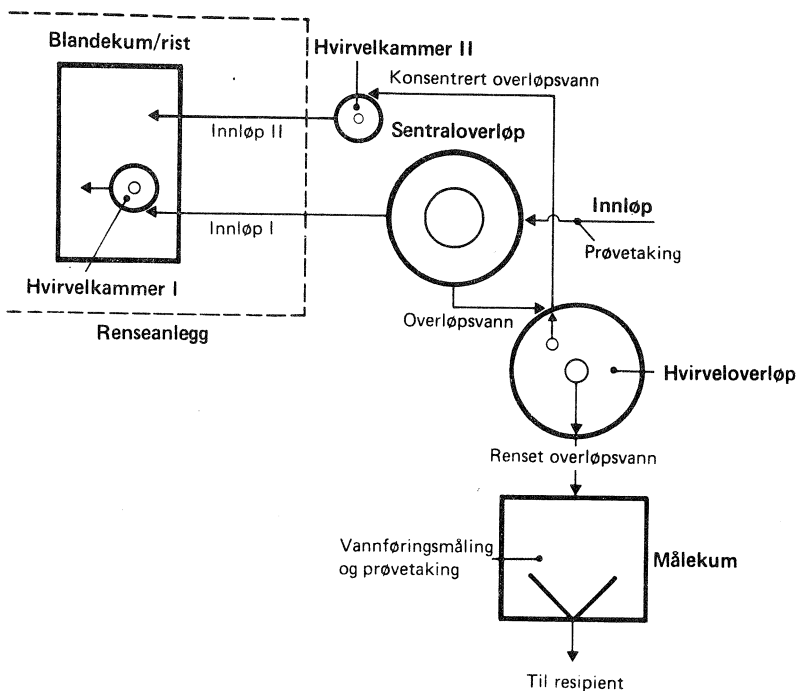
Vannføringsregulering

Figur 6 viser vannføringen gjennom renseanlegget i en snøsmeltingsperiode 1980, før installering av sentraloverløpet. I denne perioden steg vannføringen opp til ca. 4 Q_{dim} . Så høy belastning førte til betydelig tap av aktivt slam til utløpsvannet.

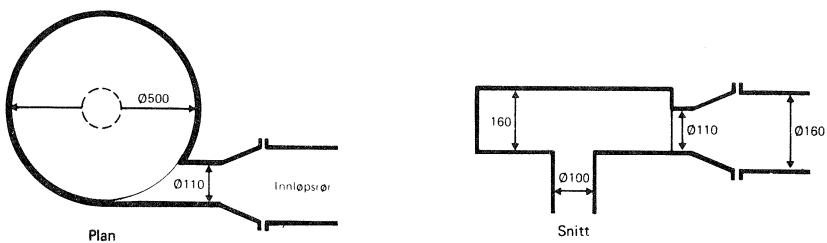
I forsøksperioden ble vannføringen, som nevnt tidligere, regulert ved hjelp av to hvirvelkamre. Figurene 7 og 8 viser vannføringen gjennom anlegget etter installering av kamrene.

Figur 7 viser vannføringen gjennom anlegget under et langvarig regnskyll. Under regnskyll steg tilrenningen til anlegget opp til ca. 4,5 Q_{dim} , mens vannføringen gjennom anlegget er lite påvirket av den totale tilrenning.

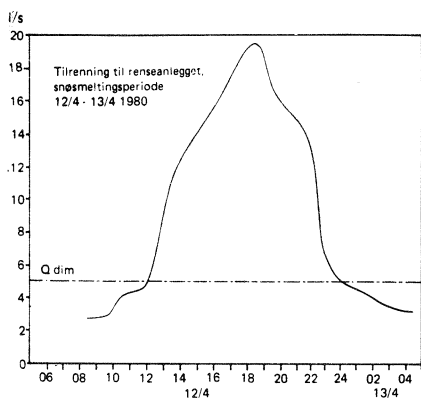
Figur 8 viser vannføringen gjennom anlegget under et kortvarig regnskyll.



Figur 4. Forsøksoppsett ved Lørenfallet renseanlegg.

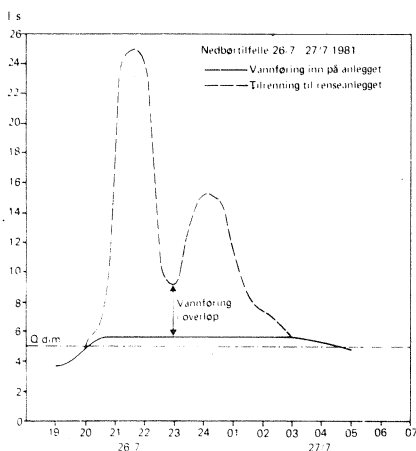


Figur 5. Prinsippskisse av hvirvelkammer 1, (alle mål i mm).



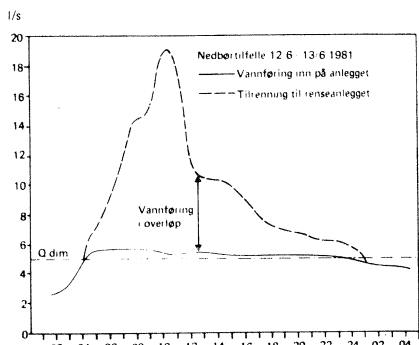
Figur 6.

Vannføring gjennom anlegget under snøsmelting i 1980, før installering av hvirvelkammer.



Figur 8.

Vannføring gjennom anlegget under kortvarig regnskyll med stor intensitet, etter installasjon av hvirvelkammer.



Figur 7.

Vannføring gjennom anlegget under langvarig regnskyll, etter installering av hvirvelkammer.

Under dette regnskylllet var det store variasjoner i tilrenningen til anlegget. Tilrenningen steg opp til ca. 5 Q_{dim} , mens vannføringen gjennom anlegget ikke oversteg Q_{dim} med mer enn 10–15%.

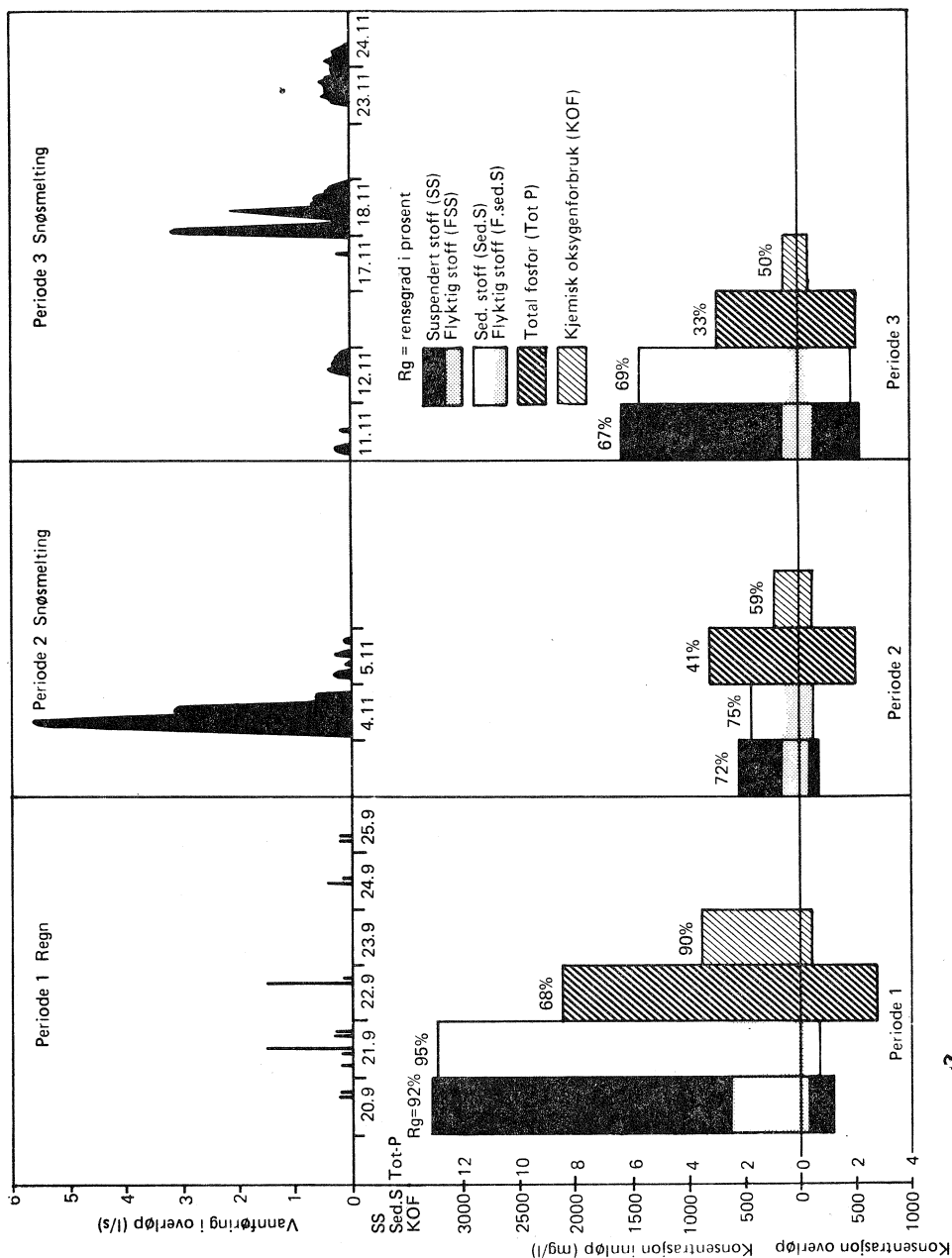
Figurene viser at hvirvelkamrene effektivt regulerer vannføringen gjennom an-

legget og hindrer at anlegget overbelastes og slam spyles ut. Maksimalvannføringen gjennom anlegget er nær konstant, selv om det er store variasjoner i tilrenningen.

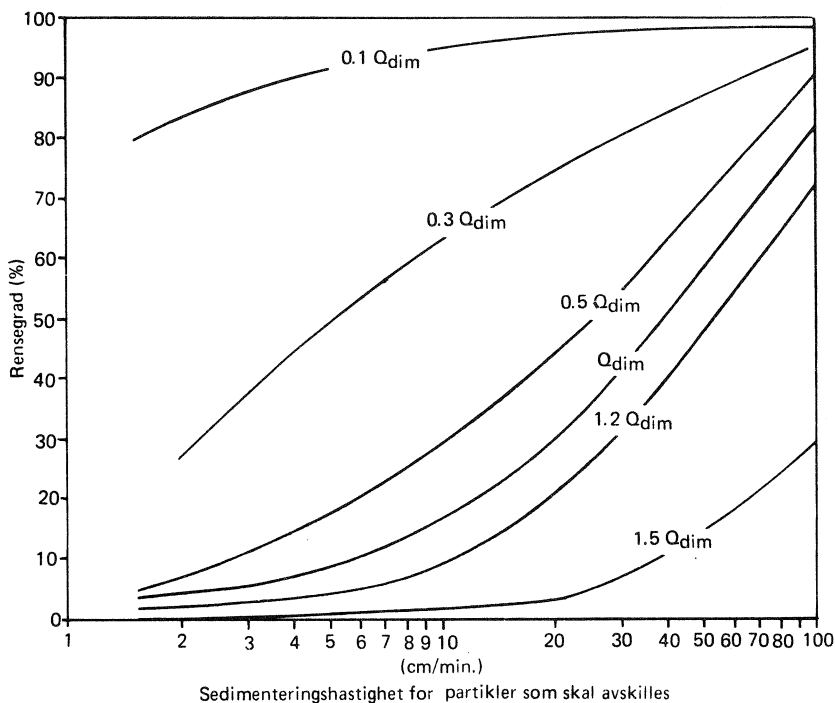
Renseresultater med hvirveloverløp

Det ble tatt tre vannmengdeproporsjonale blandprøver for å kartlegge hvordan overløpet fungerte renseteknisk. Prøver ble tatt på henholdsvis innløpsvann og rensed overløpsvann med automatisk prøvetaker som trådte i funksjon når det gikk vann i overløp. Det ble tatt prøver fra samtlige flomtilfeller gjennom tre perioder på tilsammen 2 1/2 mnd. høsten 1981. I figur 9 er renseresultatene fra disse tre periodene sammenstilt. Figuren viser også vannmengder som gikk i overløp i prøvetakingsperiodene.

Den første perioden består av en rekke små flomtilfeller som følge av regn. Innløpsvannet inneholder store mengder or-



Figur 9. Renseresultat fra tre perioder på tilsammen 2 1/2 mnd.



Figur 10. Sammenheng mellom hydraulisk belastning og hvirveloverløpets renseeffekt.

ganisk og uorganisk materiale av septisk karakter. Dette er først og fremst resultat av utspyling av røravsetninger som bygges opp i tørrværsperiodene mellom flomtilfellene. Materialet er lett sedimenterbart og hvirveloverløpet fjerner 92% av suspendert stoff.

De to siste prøvetakningsperiodene består av få, men langvarige flomtilfeller på grunn av snøsmelting. Stoffkonsentrasjon og rensesgrad er her lavere. Dette har sammenheng med at utspyling av lett sedimenterbare røravsetninger skjer tidlig

i flommen, mens vannkvaliteten ellers under flommen preges av kvaliteten på smeltevannet. Smeltevann inneholder ofte vanskelig sedimenterbart materiale.

Hvirveloverløpets rensefunksjon vil dels være avhengig av hydraulisk belastning, dels av sedimenteringsegenskaper på det materiale som skal avskilles.

En rekke forsøk med forskjellige belastninger og typer innløpsvann har gitt grunnlag for en beskrivelse av overløpets rensefunksjon, som vist i figur 10.

Renseresultat på renseanlegget før og etter installering av hvirvelkamre og hvirveloverløp.

På anlegget ble det gjennomført to program for prøvetaking. Det ene tjente som utslippskontroll etter krav fra fylkesmannen, ved at det ble tatt én døgnprøve av inn- og utløpsvannet hver måned.

Det andre programmet var knyttet til prosjektet «Driftsstabilitet ved kloakkrenseanlegg» som ble gjennomført i regi av NTNUs Utvalg for drift av renseanlegg. I dette programmet ble det tatt mengdeproporsjonale prøver av utløpsvannet. Prøvene ble slått sammen til 14-dagers blandprøver.

Alle prøver ble analysert ved ANØ's laboratorium. Døgnprøvene er analysert på total fosfor og biokjemisk oksygenforbruk, BOF_7 , mens 14-dagers blandprøver i tillegg blir analysert m.h.p. kjemisk oksygenforbruk, KOF.

Renseresultatet før og etter installering av hvirvelkammer og hvirveloverløp er vist i figurene 11, 12 og 13.

Figurene viser at utslippskonsentrasjoner og utslippsmengder er redusert samtidig som driftsforholdene har blitt mer stabile etter installering av forsøksutstyret. Figurene viser også at renseresultatet ligger godt under renskravene. Dette innebærer at belastningen på renseanlegget kan økes under tørrvær og muligens under våtvær, fordi kapasiteten ikke er fullt utnyttet. Hvor mye belastningen kan økes, må avgjøres på bakgrunn av undersøkelser som belyser hvordan renseresultatet påvirkes av økt belastning.

DRIFTSERFARINGER

Hvirvelkammer

Hvirvelkammeret innsnevrer strømningsstverrsnittet i forhold til ledningsnett forøvrig, og snur i tillegg strømnings-

retningen 90 grader. Kammeret kan dermed tenkes å forårsake gjentettningsproblemer fordi pinner o.a. kan sette seg fast.

I perioden 21. mai 1981 til 25. februar 1982 har det vært tre gjentettinger av hvirvelkammer I på hovedinnløpet. To av gjentettingene skjedde i de første 14 dagene etter installering, og oppsto i innsnevringsspartiet foran og ikke i selve kammeret. Innsnevringen ville ikke vært laget på et permanent installert kammer, idet den er gjort av rent forsøktekniske årsaker fordi man ville variere høyden på kammeret.

Den 14.2. 1982 var det gjentetting i utløpet fra kammeret. Papir og filler hadde pakket seg sammen og tettet utløpsrøret. Årsaken var trolig dels at utløpsrøret er dykket, dels at luftbobler stiger opp i sonen under kammeret. Vannet vil dermed boble et stykke opp i utløpsrøret og hindre at papir o.l. fjernes.

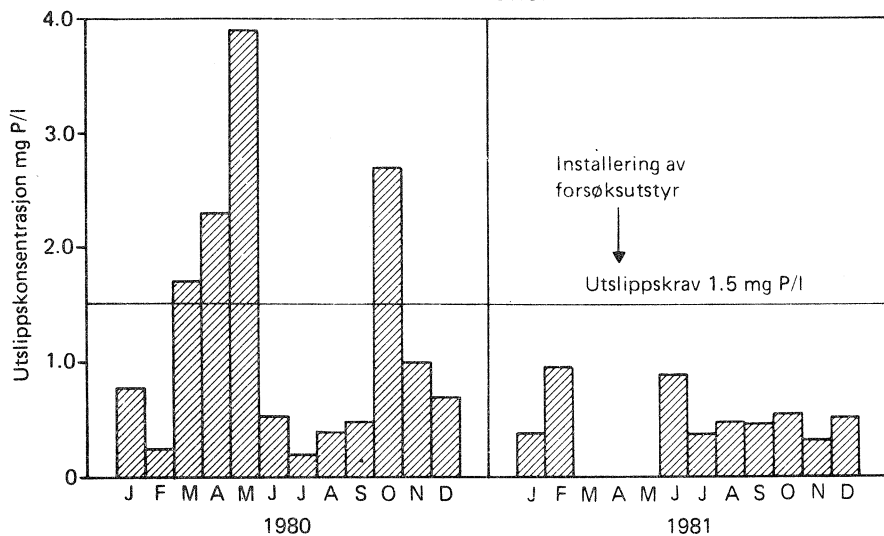
I perioden på 8 1/2 måned mellom disse gjentettingene har det ikke vært drifts- eller gjentettingsproblemer med hvirvelkammeret på hovedinnløpet. Dermed innsnevringsspartiet foran kammeret utformes mer strømlinjet eller sløyfes helt, og utløpsrøret heves i forhold til vannspeilet, vil driftsproblemene reduseres og trolig elimineres.

Hvirvelkammer II regulerer mengder konsentrert overløpsvann og slam. Kammeret har vært i drift i 9 måneder uten at det har forårsaket noe form for drifts- eller gjentettingsproblemer.

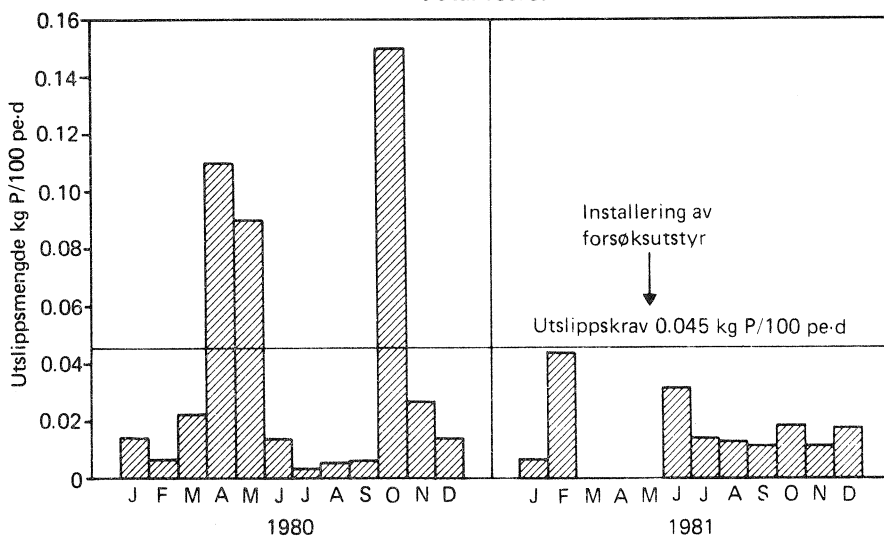
Hvirveloverløp

I forsøksoppsettet var det ikke mulig å plassere hvirveloverløpet i forhold til sentraloverløpet slik at hvirveloverløpet ble selvrensende. Noe vann ble stående i overløpet etter at det hadde vært i funk-

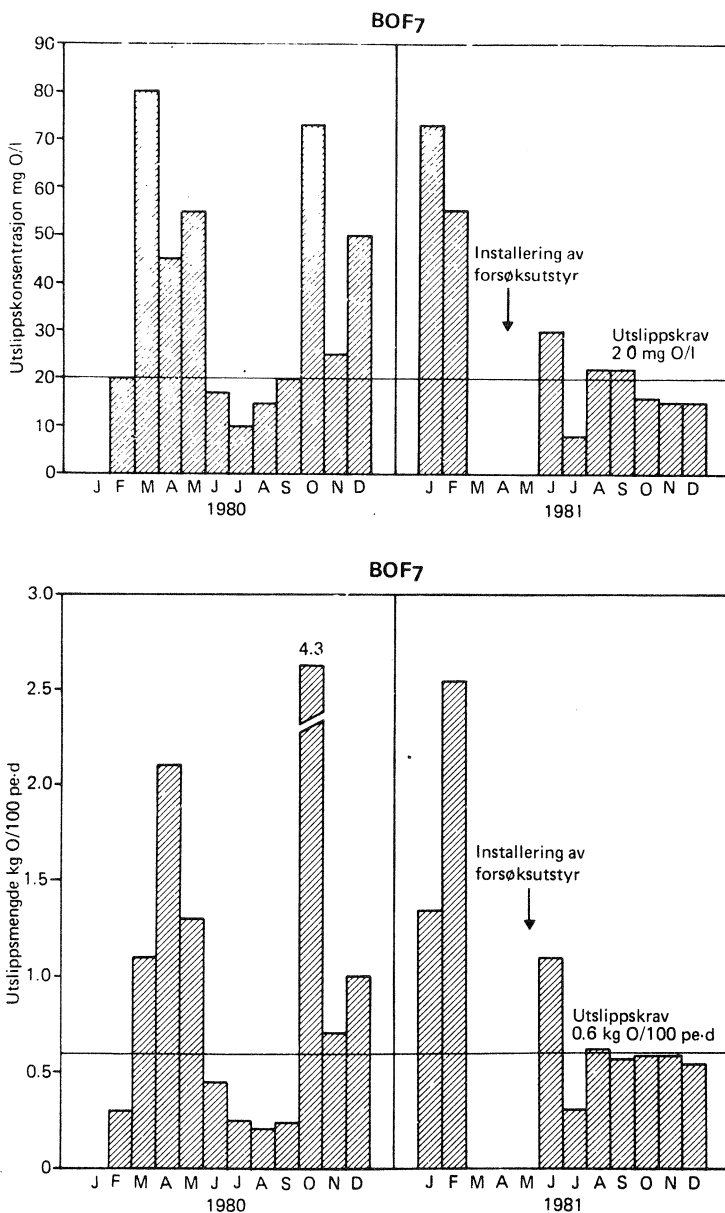
Total fosfor



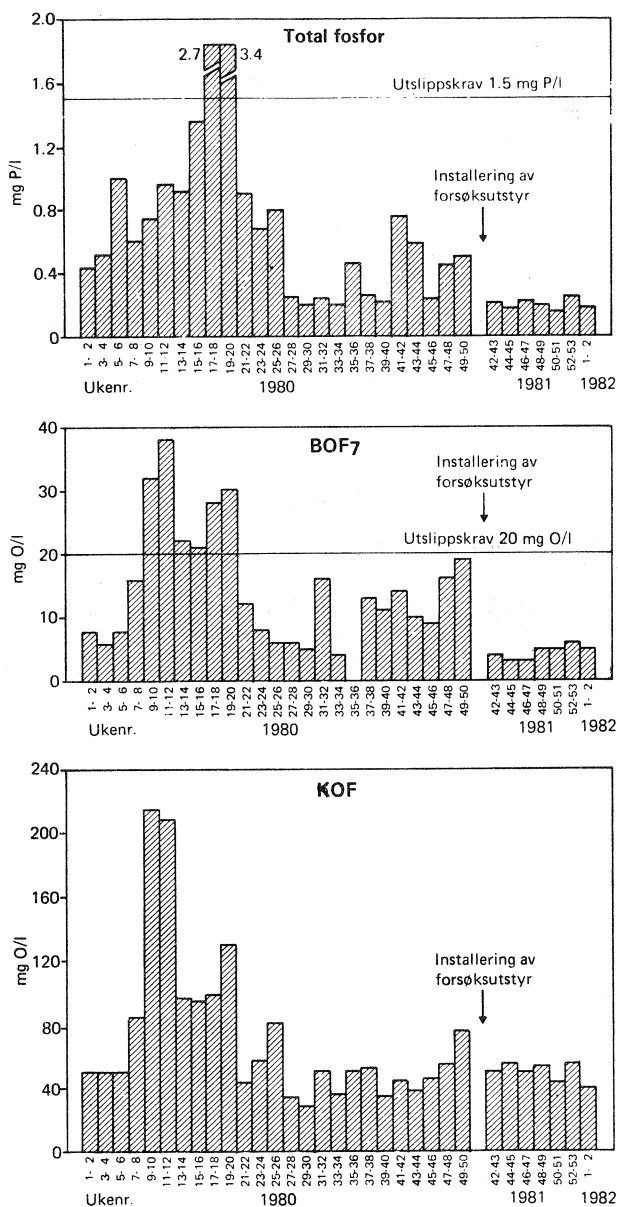
Total fosfor



Figur 11. Utslipp av total fosfor basert på månedlige døgnprøver.



Figur 12. Utslipp av biologisk oksygenforbruk BOF₇ basert på månedlige døgnpøver.



Figur 13. Utslipp av totalfosfor, biokjemisk oksygenforbruk (BOF_7) og kjemisk oksygenforbruk (KOF) basert på mengdeproporsjonale 14-dagers blandprøver.

sjon, og førte til en del sedimentering. Sedimentene ble imidlertid spylt ut av overløpet og inn på anlegget ved neste flomtilfelle, og forårsaket ikke driftsproblemer.

Utløpsrøret for konsentrert overløpsvann og slam hadde diameter på 6 cm. Utløpsrøret har ikke hindret fjerningen av papir, steiner o.l., og har ikke forårsaket gjentettingsproblemer.

Filler og papir, som blir med o overløpsvannet, har vist tendens til å henge

seg opp på selve overløpstorskelen. Dette har ikke forårsaket driftsproblemer bortsett fra de rent estetiske. En bedre utformet overløpstorskelen ville redusere disse problemene.

Forslag til praktisk dimensjonering

Råd til praktisk utforming og dimensjonering er gitt i NIVA-rapport VA-3/82, (1) Lygren og Wedum.

REFERENSER

1. *Lygren, E. og Wedum, K.* «Hvirvelkammer og hvirveloverløp. NIVA-rapport, VA-3/82, Oslo.
2. *Sullivan, R. H. et al.*, (1972): The Swirl Concentrator as a Combined Sewer Overflow Regulator Facility. USEPA Report No. EPA-R2-72-008.
3. *Lygren, E. og Wedum, K.* (1980): Hvirveloverløp. Avskilling av sedimenterbart materiale og flytestoffer i overløpsvann. VA-rapport 13/80. NIVA 0-79090.