

Siling av kommunalt avløpsvann

Orientering om forsøksopplegg – resultater – driftsforhold

Av Jan J. Garman

Jan J. Garmann er siviling. og daglig leder for konsulentfirmaet A/S Hjøllnes & Høstmark, Bergen.

Foredrag holdt i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene, 24. november 1975.

Bakgrunn.

I tiden april-oktober 1975 har A/S Hjøllnes & Høstmark prøvekjørt 5 sil/filterfabrikater anvendt på kommunalt avløpsvann, for Bergen Kommune og Miljøverndepartementet.

Bakgrunnen for at forsøket kom i gang, var behov for informasjon om silanlegg i forbindelse med rensing av kommunalt avløpsvann.

Opprinnelig hadde vårt firma i oppdrag å prosjektere et konvensjonelt sedimenteringsanlegg for 30 000 personekvivalenter. På grunn av skiftende prioriteringspolitikk innenfor denne sektor, ble oppdraget endret til å gjelde et silarrangement.

Etter en orienteringsrunde i litteratur, og forsøk på å finne tilsvarende anlegg her i landet, ble det klart at de nødvendige kunnskaper for å prosjektere et silanlegg av denne størrelsesorden manglet.

Vi foreslo derfor for Bergen Kommune at en før detaljprosjekteringen

ble igangsatt, fikk anledning til å prøve endel av de mest aktuelle siler. Bergen kommune fant dette ønske rimelig, og bevilget kr. 50 000,—.

Behovet for informasjon på denne sektor må tydeligvis ha vært tilstede også hos de mer sentrale myndigheter, fordi vi allerede 2 uker etter at forsøket ble påbegynt, fikk stilt kr. 100 000,— til disposisjon over statsbudsjettet.

Siktemål.

Prøveoppleggets primære siktemål var å undersøke silenes generelle anvendelighet, ved rensing av vanlig kommunalt avløpsvann. I første rekke renseeffekt og driftsproblemer, samt kriterier for dimensjonering og opplysninger om slamproduksjon, slamkonsistens etc.

Anleggets utforming ga imidlertid også muligheter til å undersøke andre forhold ved enkle midler. Dette gjaldt forsøk med å fjerne kjemisk felte fnokker fra avløpsvannet, konsentrering av septikslam samt endel andre forhold.

Begrensning.

Det finnes et meget stort antall siler på markedet i dag. Den tidsmessige og økonomiske ramme for prøveopplegget tillot imidlertid ikke mer enn 2 puljer à 3 siler, slik at en totalt fikk anledning til å teste 5 siler.

En sil ble beholdt fra første prøve-serie, som referanse.

Vi tror imidlertid at de siler som har vært prøvet, har vært representative for de typer som arbeider mest aktivt innenfor det norske marked.

I. PRØVEOPPLEGG

Forsøkene ble gjennomført i Kvern-
nevik Kloakkrenseanlegg, ca. 10 km
nord for Bergen, tidligere Åsane
kommune.

Renseanlegget er pr. i dag utbygd
med første byggetrinn som består av
et ristearrangement, samt en ut-
sprengt nisje for videre utbygging
av anlegget. Det var i denne nisje
prøveoppstillingen ble foretatt.

Anlegget har i dag tilrenning fra
8—10 000 personekvivalenter, som i
hovedsaken er knyttet til anlegget
via et større tunnelprosjekt (se fi-
gur 1.)

En del av nettet er nytt og tett,
mens en del av nettet er meget utett,
med maksimalvannføringer på inntil
6 000 % av tørrværsavrenning.

Et spesielt forhold ved tilløpssyste-
met er at endel av avløpet er ført
ned til hovedtunnelen via loddborin-
ger. Enkelte grenledninger får der-
ved et fritt fall på 15—20 m. Dette
kan naturligvis forårsake endel opp-
knusing av avløspartiklene med
uheldige følger m.m. på renseeffekt
gjennom silinnretninger.

Arrangement.

Flyteskjema for den eksisterende
delen av renseanlegget samt prøve-
opplegget fremgår av figur 2.

Det innkomne vann passerer først
en grovrist, med spaltevidde 50 mm.
Vannet fortsetter gjennom et hoved-
løp via en maskinrist, spaltevidde
15 mm, til et overløp med kontinu-
erlig registrering av vannføringen.
Vannet fortsetter til en utløpskum,
og normalt herfra til utslipp i sjøen,
på 50 m dyp, ca. 600 m fra rense-
anlegget.

Under prøveopplegget var imidler-
tid utslippskummen demmet opp, slik
at en fikk tatt ut en representativ
væskemengde ved hjelp av en pumpe.
Denne leverte til et utjevningskam-
mer, utstyrt med omløp for konstant
vannstand, før spillvannet fortsatte
til de oppstilte silene.

Ved oppstilling av silene hadde en
tatt spesielt hensyn til at alle for-
delinger ble lagt opp mest mulig
symmetrisk, for jevn fordeling av
forurensningene.

Vannføringen til silene ble regulert
over en vanlig sluseventil foran hver
sil.

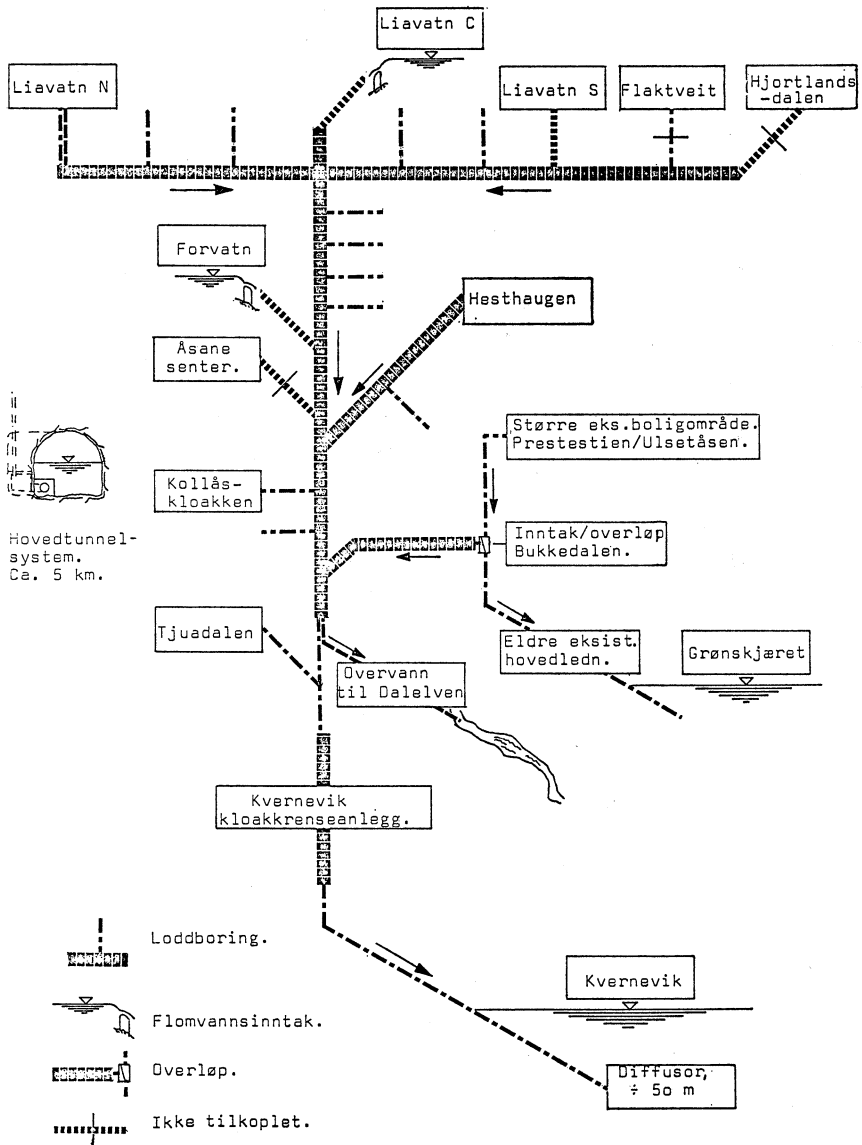
Vannmengden som passerte silene,
ble målt ved utløpet, over et modi-
fisert Sutrooverløp, for best mulig å
kunne måle vannføringene nøyaktig
ved lave, såvel som høye belastnin-
ger på silene.

Prøveuttak.

Det ble normalt tatt ut prøver før
og etter hver sil, samt fra slammet.

Prøveuttakene før silene foregikk
ved at en raskt øste ut en 5 l prøve,
som ble fylt på en plastkanne.

Kvernevik Kloakkrensingsanlegg.
 Flyteskjema for tunnel/ledningsanlegg.

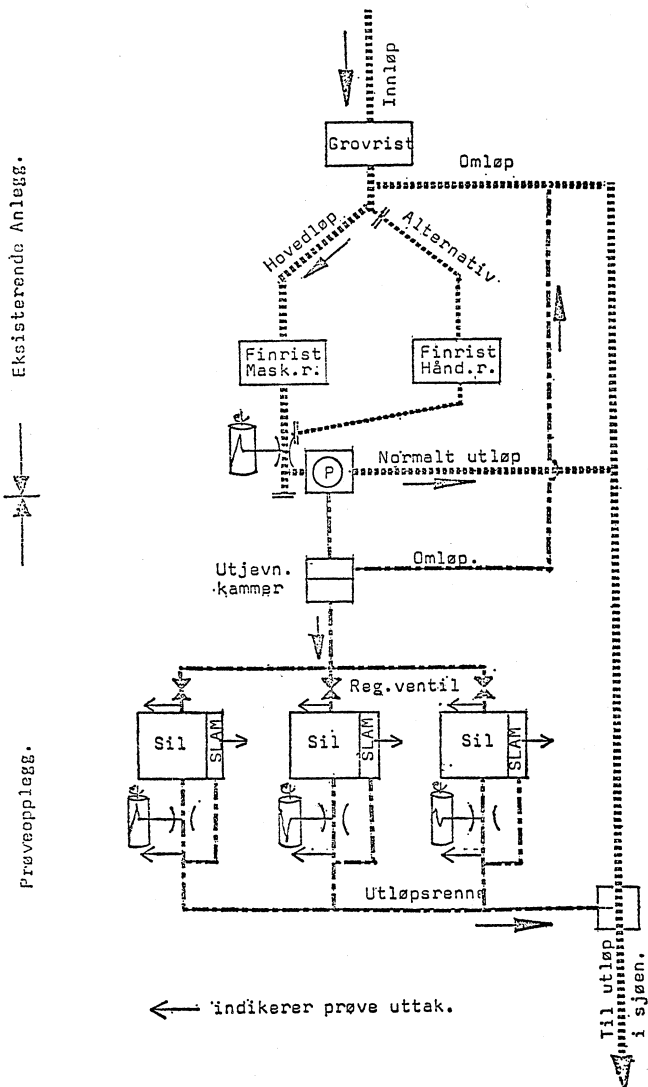


Figur 1.

BERGEN KOMMUNE.

KVERNEVIK KLOAKKRENSEANLEGG.

Flyteskjema. Prøveopplegg for siler.



Figur 2.

Dette krevde 4—6 «øseoperasjoner». Det ble lagt særlig vekt på å få tak i vannet like før det strømmet inn i silen, slik at en ikke risikerte å få uttak av stillestående, delvis ut-sedimentert vann i innløpskassen.

En av silene var imidlertid konstruert slik at uttak av vann før silen måtte foregå gjennom en an-boring på tilførselsledningen. Ved ut-tak herfra ble vannet først spylt ut i ca. ½—1 min. før prøven ble tappet.

Ved uttak av prøver fra silenes ut-løp ble vannet tatt ut før dette nådde målerennen for å unngå sedimente-ring.

Prøvemengden var også her 5 l.

Ved uttak av slam ble det tatt ut ca. 2 l.

Ved måling av slamproduksjonen ble slammet fra silen samlet i en per-forert renne, volummålt og veiet etter at prøven var avsluttet.

Parallelt ble det tatt ut bland-prøve av innløpsvannet.

Alle vannprøver ble testet på ste-det, m.h. på sedimenterbart stoff, ved 1 times standard Imhofstest.

Det resterende vannet i prøvebe-holderen ble sendt til laboratoriet samme dag, for prøver m.h. på sus-pendert stoff, totalt tørrstoff, BoF, fosfor og i endel tilfeller KoF.

Slammet ble undersøkt m.h. på tørrstoff og gløderest, samt endel andre parametre.

Det var ikke økonomisk mulig å foreta laboratorietester av alle disse parametrene på alle prøveuttakene.

Etter at en hadde verifisert at Im-hoftesten ga et representativt bilde av forskjellen i renseseffekt mellom hver enkel sil, konsentrerte en for-søket mest om denne testen.

For å finne silenes absolutte rens-effekt, konsentrerte en seg om slam-produksjon, innhold av foruren-ningsparametre i innløpsvann samt innhold av de samme parametre i slammet.

Siltyper.

Følgende siltyper deltok i forsøket:

- Hydrasiev modell 552-48 med spaltevidde 0,5 mm og 0,25 mm.
- Rotosiev type 1013 — 1 med hull-diameter 1,0 mm og 0,6 mm.
- Spaltesil fra Thune-Eureka type TR, med spalteåpning 0,75 mm og 0,5 mm.
- Rotostrainer type 2524, spalte-vidde 0,5 mm og 0,25 mm.
- Skivefilter type 210, maskevidde 0,2 x 0,2 mm.

Silenes utforming fremgår i grove trekk av figur 2 a.

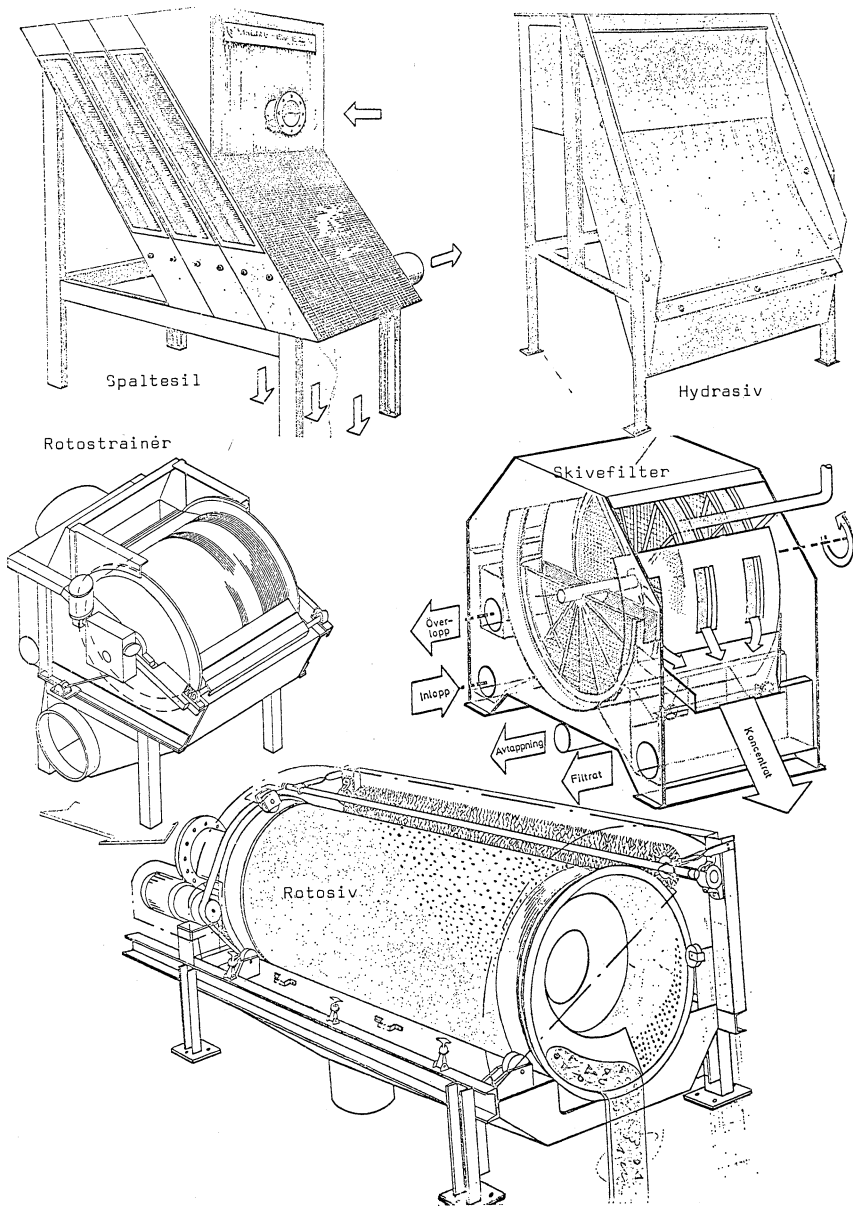
Virkemåte.

«Hydrasiv» og «Spaltesil» er sta-sjonære stavsil. Vannet strømmer inn i en innløpskasse, over et aksel-lerasjonsbrett, nedover silflaten som består av tettstilte horisontale staver med et trekantformet tverrprofil.

Vannet strømmer gjennom spaltene formet av trekantstavene, mens slammet glir langs stavoverflaten ned til avkasterbrett og videre til samlebeholder for slam.

Bortsett fra automatisk spylean-ordning montert på «Spaltesil», har silene ingen bevegelige deler.

Forskjellen mellom «Hydrasiv» og «Spatesil» ligger i detaljutformingen av stavene, hvor «hydrasiv» benytter en følgeformet stav med et relativt



Figur 2 a.

lite markert trekantprofil. Silplaten har også to vinkelendringer, slik at vannet går fra en øvre bratt seksjon til en midtre noe mindre bratt seksjon, videre til en nedre flater seksjon.

«Spaltesil» har rette staver og et trekantprofil som er tilnærmet like-sidet. Silplaten er plan. Forøvrig har «Spaltesil» automatisk spyling fra baksiden av silen, ved et hydraulisk manøvrert spylearrangement. Silen er bygget inne i en rustfri stålkasse.

«Hydrasiv» har opprinnelig ikke montert spyleanordning, men dette ble endret under prøvens gang.

«Rotosiv» er en roterende trommelsil, hvor vannet strømmer inn aksialt, ut radialt.

Siltrommelen er perforert med huller. Silprosessen består i at partikler større enn huldiameteren blir fysisk holdt tilbake i trommelen. P.g.a. den roterende bevegelse, samt et fast montert skrueblad inne i trommelen, blir slammet etter hvert matet ut i trommelens endeåpning, til en slam-beholder.

Silen drives av en liten elektromotor, via tannhjulsdrev i nylonutførelse til trommelen.

Silen er dekket med et glassfiber-armert polyesterdeksel.

Avløpet fra trommelen samles opp i et trau og ledes til et utløpsrør under silens innløpsende. Trommelen er opplagret på en del nylonhjul som holder siltrommelen i posisjon. Trommelen har ingen gjennomgående aksel.

Tetningen mellom det stillestående innløpsrøret og den roterende trommelen foregår ved en neoprenpakning.

Silen holdes ren ved en nylonbørste som roterer med i trommelbevegelsen, og som ligger an mot utsiden av silen. Silen har også montert spylørør, for automatisk eller manuell spyling.

«Rotostrainer» er en roterende trommelsil med radial inn- og utstrømming av vannet.

Trommelen består av sirkulære staver med et trekantformig tverrprofil, stilt tett i tett over hele trommelbredden.

Vannet strømmer inn mellom stavenene, faller igjennom innsiden av trommelen og renner ut mellom stavenene på trommelens underside.

I prinsippet ligger trommelen på tvers i en kanal hvor avløpsvannet strømmer mot trommelen. Vannet strømmer inn i den øvre kvadrant av sirkelen som ligger an mot kanalen. Siltrommelen roterer i samme retning som vannbevegelsen foregår, og trekker derved forurensningene ut av vannfasen, roterer disse omlag $\frac{1}{2}$ omdreining til et avskraperbrett som fjerner slammet fra silens overflate, og leverer dette til en slambeholder. Finstoffer som ikke blir fjernet ved avskraperbrettet, blir vasket ut ved vannets utstrømming fra trommelen.

Silen drives av en direkte påmontert motor, innstillbar i 2 hastigheter.

Silen har gjennomgående aksling som er lagret umiddelbart utenfor trommelen.

Avskraperbrettet er utskiftbart.

«Purac Skivefilter» er mer et filter enn en sil. Filteret består av store roterende filterplater, som arbeider parvis. Vannet blir sluppet inn mellom platene, og renner ut

gjennom filterduken som er spent opp på sirkelplatene.

Sirkelplatene har tetning mot bunnen av filterkassen. Vannet presses igjennom filterduken ved det hydrostatisk trykk som oppstår når vannet fjernes kontinuerlig i bunnen av filterkassen. Vannet strømmer inn mellom filterplatene i nedre kvadrant av sirkelen, beveger seg i retning av motstående nedre kvadrant mens filtreringsprosessen foregår. Slammet henger seg på filterduken og blir brakt opp i øvre kvadrant ved den roterende bevegelsen. Her blir det spylt av ved vannspyling fra utsiden av filterduken.

Utløpsåpninger for slam ligger i motstående nedre kvadrant til innløpsåpningen, noe høyere enn denne.

Etterhvert som slammet fortykkes, blir dette brakt opp til utmatningsåpningen ved hjelp av den roterende bevegelsen. Slammet mates ut igjennom disse åpningene til avkasterbrettet, og videre til slambeholder.

Silplatene drives av en elektromotor med remdrift til akslinger som går igjennom silplatene.

Karakterisering av avløpsvannet.

Avløpsvannets konsentrasjon av for-

— Totalt tørrstoff	ca. 350 mg. pr. l.
avvik $+/\div$ i % (70/70)	
— Suspensert stoff	ca. 120 mg. pr. l.
avvik 70/80	
— Totalt fosfor	ca. 5 mg. pr. l.
avvik 100/80	
— BoF_7	ca. 230 mg. O_2 pr. l.
avvik 40/50	
— Sedimenterbart stoff basert på Imhoftest	ca. 5 ml. pr. l.
avvik 100/80	

urensningsparametre varierte sterkt under prøveperioden.

Dette kommer av at ledningsnettet i tilløpsområdet er til dels utett, slik at en i nedbørsperioden får innlekkning av overvann.

Ved større regnskyl forårsaker dette i første omgang en utspyling av ledningssystemet, slik at forurensningsbelastningen øker meget sterkt, mens det ved mer langvarige nedbørsperioder forårsaker relativt «tynn» kloakk.

Som tidligere nevnt var prøveperioden delt opp i to puljer.

Første pulje inneholdt «Hydrasiv», «Spaltesil» og «Rotosiv».

I denne perioden som strakk seg fra april—juni, hadde en lite nedbør slik at avløpsvannet var relativt tykt.

I siste prøveperiode, sept.—okt., hvor «hydrasiv», «Rotostrainer» og «Purac Skivefilter» ble testet, hadde en til dels meget sterke nedbørsperioder, slik at avløpsvannet her generelt inneholdt mindre forurensninger.

Nedenstående tabell gir en oversikt over innholdet av de viktigste forurensningsparametrene. Tallene gjelder gjennomsnittsverdier.

Avvik over og under gjennomsnittsverdier er angitt som prosent.

Som det fremgår av tabellen, var avvikene fra de gjennomsnittlige verdier meget store.

I tillegg varierte innholdet av de forskjellige forurensningsparametre i det slammet en fikk felt ut ved Imhoftestene.

Rene sedimenteringstester på vannet, utført ved standard Imhoftest, viser at gjennomsnittlig 10 % av det totale tørrstoff, og 30 % av det suspenderte stoff lar seg skille ut ved sedimentering.

Sedimenteringstester viste ingen reduksjon i fosforinnholdet.

Da siling er en prosess som fysisk hindrer partikler av en viss størrelse å passere silinnretningen, forsøkte en å karakterisere vannet ved hjelp av standard sikter, av samme type som en anvender ved klassifisering av sand. Denne prøven ga imidlertid ikke brukbare resultater, slik at forsøk på å få frem kornfordelingskurver for forurensningsinnholdet i vannet ikke lyktes.

Omlag halvparten av avløpsmengden har passert septiktanker eller mindre slamavskillere før det kommer til renseanlegget. Dette, samt det forhold at endel av vannet er ført ned til hovedsystemet via loddboringer, kan gjøre avløpsvannet vanskeligere å «rense» ved siling enn det en generelt kan vente.

På den annen side er vel hverken septiktanker eller sterkt fall uvanlig på Vestlandet, slik at en antar at forsøkene likevel har hatt et relativt representativt avløpsvann å arbeide med.

II. RESULTATER

Silene ble testet med hensyn på en rekke forurensningsparametre.

Resultatene varierte så sterkt at en vanskelig kunne få dannet seg et bilde av den reelle renseeffekt.

For parametre som totalt tørrstoff BOF, fosfor og suspendert stoff, hadde en omlag like mange prøver med negativ renseeffekt som med positiv, ved prøvetaking i silenes inn- og utløp.

Imhoftesten, som ble utført på anlegget, viste imidlertid konsekvent positive resultater.

Avvikene i innhold av sedimenterbart stoff ved prøver uttatt samtidig på de tre forskjellige silene var små, slik at en hadde grunn til å tro at prøveuttakene var representative.

Resultatene varierte imidlertid innenfor vide grenser for hver sil, i tillegg til at effekten var forskjellig fra sil til sil.

En fant det derfor nødvendig med et betydelig antall sedimenteringsprøver, slik at disse kunne fremstilles som normalfordelingskurver.

Kurvene ble ganske like for hver sil, men kurvens topp-punkt (gjennomsnittlig renseeffekt) varierte fra sil til sil.

Variasjonen fra lavest målte renseeffekt til høyest målte renseeffekt for hver sil var imidlertid relativt konstant, på omlag 60—70 %.

Imhoftesten er enkel og rimelig å utføre. En ønsket derfor å undersøke om denne prøven ga et representativt bilde av den innbyrdes forskjell i renseeffekt mellom silene.

Alle prøvene fra laboratoriet hvor parametrene BoF₇, fosfor, suspendert stoff og totalt tørrstoff var un-

dersøkt, ble forsøkt plottet som normalfordelingskurve.

Resultatene viste en betryggende «normalfordeling» med en liten positiv renseeffekt.

Tilsvarende ble de samme parametrene plottet for en sil som hadde omlag dobbelt så høy renseeffekt m.h. på sedimenterbare stoff som de øvrige.

Disse resultatene ga også en relativt harmonisk normalfordelingskurve, men med toppunkt forskjøvet til omlag den dobbelte renseeffekt av de øvrige.

Dette skulle indikere en parallell mellom renseeffekt m.h. på sedimenterbart stoff, og renseeffekt m.h. på andre forurensningsparametre.

For å verifisere dette ble det foretatt en rekke slamproduksjonstester, hvor en målte produsert slam-mengde ved konstant tilrenning, undersøkte innholdet av forurensningsparametre som BoF, fosfor, totalt tørrstoff, suspendert stoff i innløpsvannet, og sammenholdt dette med innholdet av fosfor, BoF og tørrstoff i slammet.

Resultatene herfra var nærmest identisk med det en kunne vente fra sedimenteringstestene.

Dersom en sil med renseeffekt på 30 % m.h. på sedimenterbart stoff, sammenlignes med en sil med renseeffekt på 60 %, vil det vise seg at den første fjerner omlag halvparten så mye av totalt tørrstoff, suspendert stoff og BoF som den andre.

Etter vår oppfatning gir derfor den enkle 1 times Imhofstest et tilstrekkelig godt bilde til at den kan brukes ved sammenligning av de ulike silene.

Renseeffekt.

Renseeffekten m.h. på sedimenterbart stoff (Imhofstest) er fremstilt i fig. 3, 4 og 5.

I det etterfølgende defineres en sils «renseeffekt» som «den gjennomsnittlige renseeffekt m.h.t. reduksjon i sedimenterbart stoff ved 1 times standard Imhofstest» dersom annet ikke er spesifisert.

Basert på slamproduksjonstest har en funnet at en sil med 60 % renseeffekt, vil gi følgende resultat for de øvrige parametrene, under de samme betingelser som ved Kvernevik-anlegget:

Totalt tørrstoff:

Renseeffekt ca. 6 %

Suspendert stoff:

Renseeffekt ca. 15 %

BoF₇:

Renseeffekt ca. 6 %

Totalt fosfor:

Renseeffekt ubetydelig

Forsøkene tyder på at endringer i renseeffekter m.h. på sedimenterbart stoff, vil gi proporsjonelle forskyvninger i de øvrige parametrene.

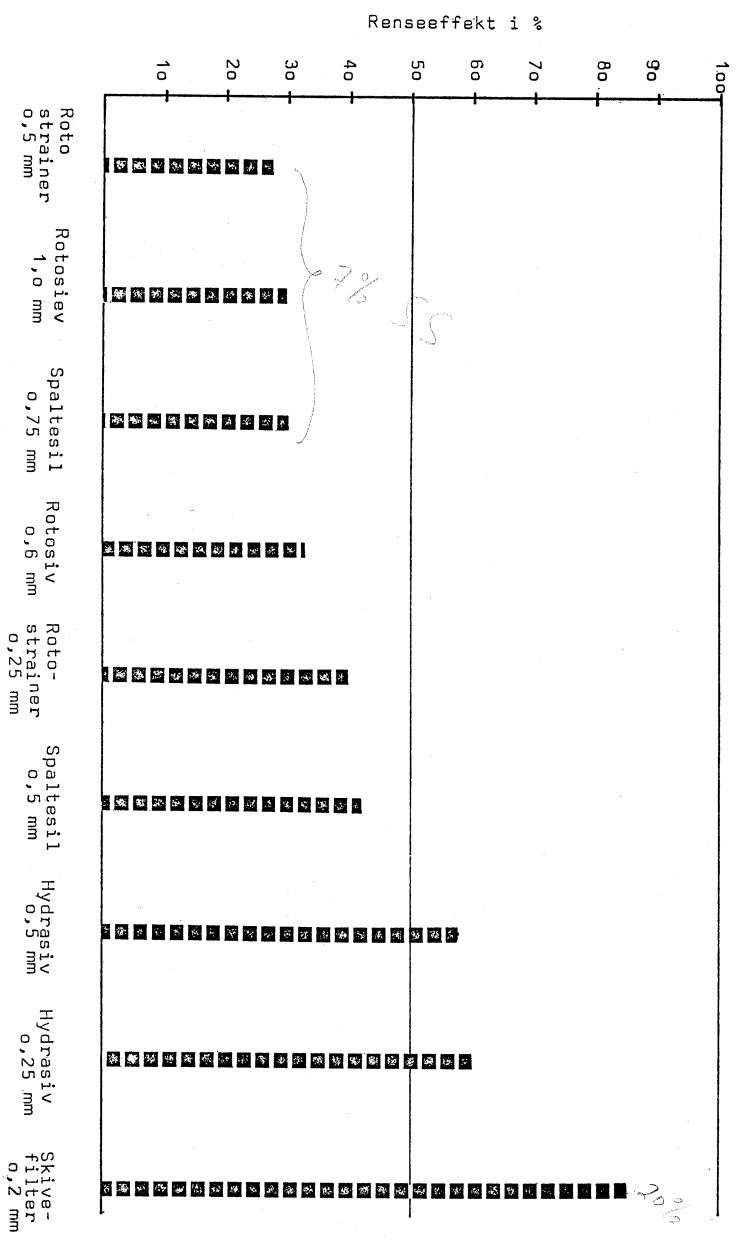
Renseeffektens avhengighet av silenes hydrauliske belastning ble undersøkt.

Det ble ikke funnet avhengighet mellom belastning og renseeffekt innenfor silenes praktiske kapasitetsområde.

Silenes renseeffekt m.h. på innhold av sedimenterbart stoff i tilløpsvannet ble også undersøkt.

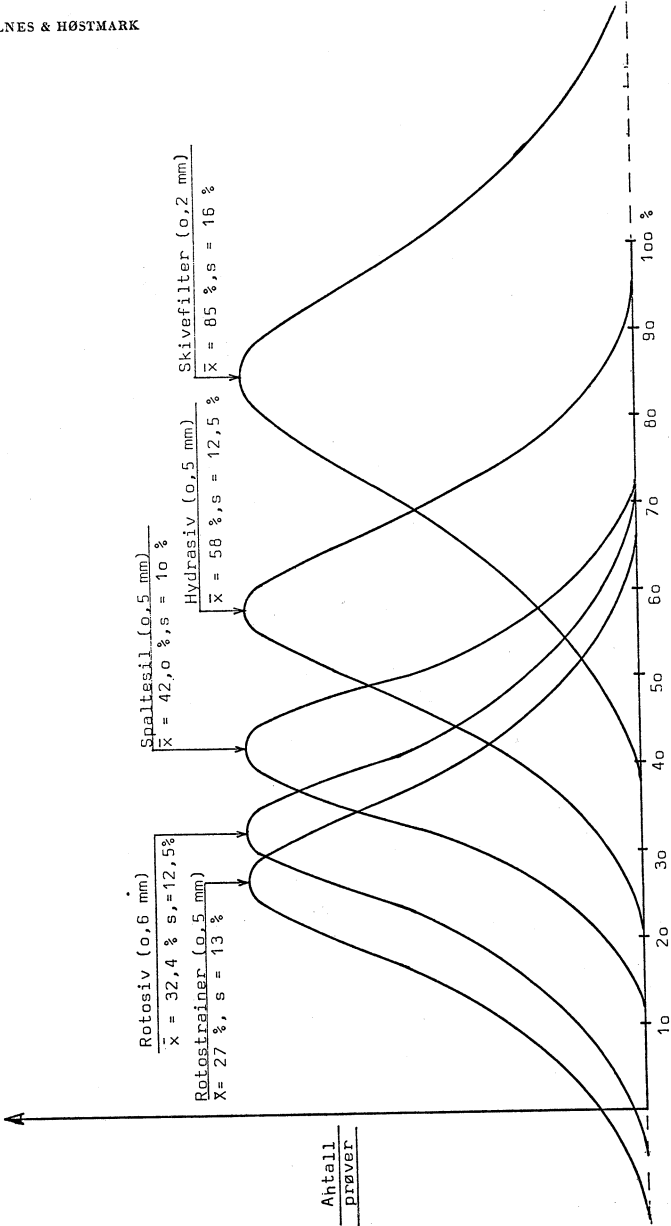
Det ble heller ikke her funnet avhengighet selv om en skulle kunne vente dette, da renseeffekten, slik vi har definert den ville ha vært 0 % ved rent vann.

Renseeffekt m.h.på
sedimenterbart stoff.



Figur 3.

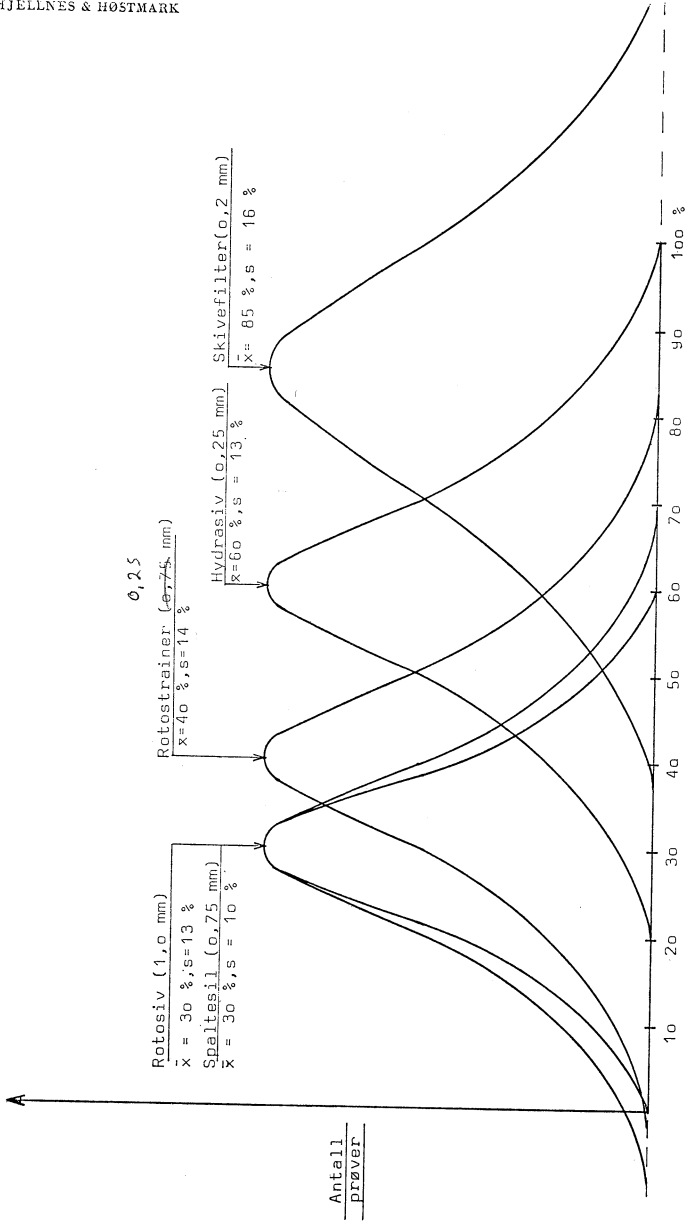
Renseeffekt m. h. på
sedimenterbart stoff



Renseeffekt

Figur 4.

Renseeffekt m. h. p. i
sedimenterbart stoff



Rotostrainer (0,75 mm) skal være 0,25 mm.

Figur 5.

Slam.

Silenes slamproduksjon ble funnet å ligge i samme forhold som forholdet mellom renseeffekten.

Ved konstant og samme vannføring produserte eksemplvis en sil med renseeffekt 80 % ca. 8—9 l slam pr. time, mens en sil med 60% renseeffekt ga 6 l slam, og en sil med 30 % renseeffekt ga ca. 3 l slam.

Tørrestoffinnholdet i slammet varierte lite fra sil til sil. Gjennomsnittsveridene fremgår av fig. 6.

Slam med dette tørrestoffinnhold (ca. 10 %) fremtrer som et letthåndterbart produkt, med konsistens som våt jord. Slammet legger seg i en dunge når det kommer ut fra silene, med vinkel på 30—60°.

5—8 l slam med 10 % tørrestoffinnhold ved tilrenning 10 l pr. sek.

Slammet lar seg lett avvanne videre fra de opprinnelige ca. 10 %.

Dersom slammet lagres, med fri mulighet til avrenning, stiger tørrestoffinnholdet til 15—20 % i løpet av en uke.

Enkle pressforsøk har gitt tørrestoff i slammet på ca. 50 %.

Slammet har en brennverdi på om lag 4 000 kal. pr. gr. tørrestoff. Slammet skulle derfor være velegnet til å forbrenne etter at det er presset.

Kapasitet.

Silenes praktiske maksimalkapasitet ble målt.

Resultatene fremgår av fig. 7, sammen med de kapasiteter som er oppgitt fra leverandøren.

Figur 6.

SILTYPEN		Tørrestoff i slam %
Spaltesil	0,75 mm	8,9
Spaltesil	0,5 mm	9,0
Hydrasiv	0,5 mm	8,5
Hydrasiv	0,25 mm	9,3
Rotosiv	1,0 mm	9,6
Rotosiv	0,6 mm	9,6
Rotostr.	0,5 mm	11,5
Rotostr.	0,25 mm	12,0
Skivefilter	10,5

Utskilling av slam varierer sterkt med innholdet av forurensninger i avløpsvannet. Ved 5 ml. sedimenterbart stoff pr. l avløpsvann og ca. 60 % renseeffekt utskilles 15—20 mg TS/l. I løpet av 1 time tilsvarer dette

Kjemisk felling.

Det ble utført et enkelt forsøk med kjemisk felling over silene, for å undersøke om det var mulig eller ikke mulig å fjerne fnokker fra kjemisk felt avløpsvann ved siling.

Forsøket ble utført på «Hydrasiv», spaltevidde 0,5 mm.

I forsøkene deltok også representanter for Allied Colloids.

Det ble benyttet aluminiumsulfat (AVR) som fellingskjemikalium, Magnafloc 156 som flokkulent for å binde større partikkelgrupper sammen.

Koaguleringsprosessen og flokkuleringsprosessen ble utført i utjevningstanker, med meget gode resultater m.h. på fnokkdannelse. Fnokkene synes store og veldefinerte idet vannet strømmet over overløpskanten i «Hydrasiv», men de vigorøse be-

Figur 7. HYDRAULISKE KAPASITETER

Siltyper	Hydrasiv		Spaltesil		Rotosiv		Rotostrainer		Stk/vef. 0,2 x 0,2
	0,5	0,25	0,75	0,5	1,0	0,6	0,5	0,25	
Spalteåpning	20	18	18	16	45	36	32	18	19
Målt praktisk kapasitet, l/s	—	—	—	—	53	45	35	20	20
Målt kortvarig støttebelastning l/s	25	—	17	—	60	—	28	16	24
Leverandørens oppgave over kapasitet, l/s	Liten	Liten	Liten	Liten	Middels	Middels	Liten/middels	Liten/middels	Middels
Avhengighet av forurensninger og slambelastning	Liten	Liten	Liten	Liten	Middels	Middels	Liten/middels	Liten/middels	Middels

vegelser over silflaten brøt fnokkene istykker.

Silen hadde ubetydelig renseseffekt, reduksjon i fosforinnholdet var ikke målbart.

Til sammenligning kan nevnes at prøver tatt på Imhofstester av innløpsvannet, viste meget stor reduksjon av fosfor i Supernatanten.

Det ble benyttet doseringsmengder 200 mg AVR pr. 1, 3 mg. Magnefloc 156 pr. l.

Denne kombinasjon/dosering hadde gitt de desidert beste resultater i Jarstests.

Konsentrering av septikslam.

Det ble også gjort et forsøk med konsentrering av septikslam.

Prøven ble kjørt på «Rotostrainer» 0,5 mm spaltevidde samt «Hydrosiv» 0,5 mm spaltevidde.

Formålet med prøven var å finne ut om en ved eventuell ledig kapasitet på renseanlegget kunne anvende silene direkte ved konsentrering av septikslam.

Forsøket viste at silene ikke egner seg til direkte avvanning av septikslam.

Slammet hadde et tørrstoffinnhold på omlag 3%. Dette syntes å være altfor høyt. «Hydrasiv» gikk tett umiddelbart, mens kapasiteten til «Rotosiv» sank til omlag 1% av kapasiteten ved vanlig avløpsvann.

En vil imidlertid ikke utelukke at silene kan egne seg til denne form for oppgaver, dersom en bygger et anlegg spesielt for dette.

I så tilfelle vil homogenisering av slammet samt utspedning med rentvann sannsynligvis være nødvendig.

Slamsuging.

Det ble gjennomført et forsøk med henting av slam med vanlig septikugebil.

Forsøket viste at slam med tørrstoffinnhold 6—14 % lar seg hente på denne måte direkte fra slamcontainer.

Slammet bør imidlertid ikke bli for gammelt før det hentes, fordi slammet pakker seg tettere etterhvert som det blir liggende.

III. DRIFTSFORHOLD

Et av forsøksseriens vesentligste formål var å vinne erfaringer med drift av anleggene.

Det ble ført kontinuerlig driftsjournal, hvor fordeler og ulemper ble notert.

Vårt generelle inntrykk er at roterende siler har en bedre evne til å hindre gjentetting av silflater enn stasjonære. De stasjonære silene har imidlertid driftsfordeler ved få eller ingen bevegelige deler.

Forsøksserien var ikke langvarig nok til å kunne kartlegge behovet for utskiftning av slitedeler i de roterende silene.

Renhold.

Silene krever endel ettersyn dersom de skal virke etter hensikten.

De stasjonære stavsilene har behov for regelmessig manuelt renhold, som fjerning av groe mellom silstavene.

Behovet varierer endel med spylingenes effektivitet.

De roterende silene krevet mindre ettersyn.

En gang i løpet av prøveperioden

var det nødvendig å justere børsten for «Rotosiev», forøvrig ble silen vasket manuelt 1 gang pr. uke.

Det ble ikke foretatt manuelt renhold av «Rotostrainer» eller «Purac skivefilter». Disse synes ikke å ha problemer m.h.t. den daglige drift.

«Purac skivefilter» bruker imidlertid kontinuerlig spylevann, under forsøket var forbruket konstant, ca. 3—4 % av maksimalkapasiteten.

Det ble ikke brukt spylevann på «Rotostrainer» selv om denne har opplegg for dette.

Olje/fett utslipp.

Den vesentligste driftsulempen ved alle silene var at de, uten unntak, gikk tette ved konsentrerte oljeutslipp til anlegget.

I løpet av prøveperioden hadde en endel slike, særlig i forbindelse med langvarig tørke, og etterfølgende regnskyl.

Under slike forhold fikk en store fett/oljemengder til anlegget, ved den første «bølgen» fra avløpsnett.

Alle silene gikk tett umiddelbart (dvs. i løpet av $\frac{1}{2}$ —1 min.).

Etter at oljeutslippet hadde passert, renses silene seg selv gradvis.

Dette gikk hurtigst med «Purac Skivefilter» og «Rotostrainer». De øvrige tok noe lenger tid, $\frac{1}{2}$ —1 time for stavsilene, før disse var oppe til normal kapasitet igjen.

Dryppvann.

Et kontinuerlig driftsproblem er alt dryppvannet som følger slammet fra avkasterbrettet på alle silene.

Dryppvannet forårsaker et meget høyt vanninnhold i slammet. Mot-

taksbeholder for slam bør derfor ha dreneringsmulighet i hele slambeholderens høyde. Dette kan ordnes f.eks. ved en perforert vegg i beholderen.

Overbelastning.

Ved hydraulisk overbelastning eller gjentetting av silene vil avløpsvannet følge med slammets til slambeholderen. Dette gjelder alle silene, bortsett fra «Purac Skivefilter», som har automatisk overløp.

For de andre silene hadde en problemer med utspyling av slammets i beholderen ved gjentetting f.eks. på grunn av oljeutslipp. Dette er et driftsproblem som ikke kan tolereres. Silene bør derfor utstyres med automatisk overløp dersom dette kan arrangeres («Rotostrainer»). Problemet kan omgås ved at slammets transporteres fra silen til slambeholderen ved transportbånd eller transportkrue, utstyrt på en slik måte at vannet ikke bringes med til slambeholderen.

Slitasje.

Prøveperioden var for kortvarig til å undersøke slitasjeproblemene.

Slitasjeproblemene gjelder særlig de roterende silene, og vi antar at de konstruksjonsmessige forskjeller silene imellom vil kunne gi relativt store forskjeller i utskiftningskostnader.

Generelt merket en seg at driftsbetjeningen ved anlegget la vekt på enkelthet og oversiktighet i konstruksjoner, slik at en lettvinnt kommer til ved vedlikehold, samt har kontroll med silens tilstand.

Prøveanlegget ble kjørt dels med maskinrenset rist i funksjon, dels ble avløpsvannet ledet utenom den maskinrensede risten.

Det ble ikke notert større problemer ved kjøring utenom den maskinrensede risten.

Ved meget lave belastninger på de stasjonære stavsidenes har større partikler en tendens til å henge seg opp på overløpskanten. Dette vil kunne bli et problem for anlegg som er bygget for større belastninger, men som kun er tilknyttet en liten del av det en har forutsett.

Alle silene var utført i rustfritt stål, og dette bør være en betingelse for slike innretninger.

I fig. 8 har en forsøkt å sammenfatte de vesentligste driftsmessige fordeler og ulemper ved silene.

Konklusjon.

Forsøkserien tyder etter vår oppfatning på at siler kan egne seg for enklere rensing av kommunalt avløpsvann, ved utslipp til gode sjøresipienter eller som første trinn i et mer vidtgående rensesystem.

Silene har imidlertid store begrensninger som en må være oppmerksom på, både m.h.t. renseseffekt og kanskje særlig m.h.t. driftsforhold.

Vi tror likevel at bruken av siler kun er i sin begynnelse her i landet, og at en rekke av driftsulempene etter hvert vil kunne fjernes.

Silene synes å fjerne større partikler og flytestoffer (unntatt flytende fett/oljer) slik at de etter vår oppfatning dekker kravet til rensenivå I i retningslinjene for utslipp fra kommunale avløpsanlegg. (Rund-

Figur 8. DRIFTSFORHOLD

	<i>Hydrasiv</i>	<i>Spaltesil</i>	<i>Rotosiv</i>	<i>Rotostrainer</i>	<i>Skiuefilter</i>
Automatisk overløp ..	Nei	Nei	Nei	Nei (kan lages)	Ja
Gjengroingsproblem ..	Stort	Stort	Lite	Nei	Nei
Spylevannsforgbruk ..	—/Lite	Lite	Lite	—	3—5 %
Motordrift	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja
Ettersyn	1 g pr. dag	ca. hver 2. dag	2 g pr. uke	1 g pr. uke el. sjeldnere	1 g pr. uke el. sjeldnere
Oversiktighet	God	Middels	Middels	God	Middels
Adkomst for vask og vedlikehold	God	Middels	God	God	Middels
Ømfintlighet for flytende olje/fett	Stor	Stor	Stor	Stor	Stor
Selvrensende evne ..	Liten	Liten	Middels	Middels/god	God

skriv T-24/74 fra Miljøverndepartementet).

Med det avløpsvann vi hadde for hånden i Kvernevik, ville et konvensjonelt sedimenteringsanlegg ha fjernet omlag 10 % av den totale tørrstoffmengden i avløpsvannet. Et midtelsgodt silanlegg ville ha fjernet ca. 5—6 %. Dersom resipienten har behov for beskyttelse utover det å fjerne estetiske forurensninger, ville neppe noen av metodene være tilfredsstillende.

Så vidt vi kan se vil et renseanlegg basert på siling bli rimeligere enn et anlegg basert på konvensjonell sedimentering.

Slamproblemet blir også redusert ved at en får ut slam med 10 % tørrstoff i stedet for 3 % tørrstoff.

Vi tror at silanleggene kan bidra til en samfunnsmessig riktig prioritering, ved at en i første omgang legger opp til samling av avløpsvannet

samt en enkel rimelig renseprosess som fjerner de verste estetiske forurensninger.

I mange resipienter vil dette sannsynligvis være et tilfredsstillende rensnivå. Etter hvert som behovet for videregående rensing melder seg og kommunens økonomi evt. tillater det, kan anleggene bygges videre ut.

Forutsetningen må imidlertid være at anleggene fungerer etter hensikten.

Erfaringer fra de første anlegg som er installert permanent her i landet, tyder på at det ikke alltid er tilfelle.

Vi mener likevel at de silanlegg vi har prøvet under forsøksserien bør kunne fungere bra, dersom en under planleggingen av anleggene tar tilstrekkelig hensyn til lokale forhold og kanskje i særlig grad har de daglige driftsforhold for øyet.