

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-94/74

RÅD VEDRØRENDE RENSING AV AVLØPSVANN, VESTBY

Forslag til utforming av renseanlegg

Delrapport nr. 1

Saksbehandler: Siv.ing. Lasse Vråle

Medarbeider : Avd.sjef, tekn.lic. Peter Balmér

Rapporten avsluttet: August 1975

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FIGURFORTEGNELSE	3
TABELLFORTEGNELSE	3
1. INNLEDNING	4
2. GENERELLE FORHOLD	5
3. RENSEANLEGGETS DIMENSJONERINGSGRUNNLAG	8
3.1 Beskrivelse av kontorsenteret	8
3.2 Belastningsvariasjoner i avløpsvannet	8
3.3 Dimensjoneringsgrunnlag	10
4. VALG AV RENSEPROSESSER, UTBYGGINGSETAPPER OG PLANLØSNING	13
5. BESKRIVELSE AV PROSESSEHETER	19
5.1 Spaltesil	19
5.2 Langsandfang	19
5.3 Utjevningsmagasin	20
5.4 Pumpestasjon	22
5.5 Langtidslufter	23
5.6 Denitrifikasjonsfilter	23
5.7 Kontaktvalse	25
5.8 Kjemisk fellingsanlegg	28
5.9 Sandfilter	31
5.10 Klorkontaktbasseng	33
5.11 Aktivt kullfilter	33
5.12 Vanmagasin, damsystem og utslipp	35
5.13 Slamfortykker, slamlager og avvanningsutstyr	35
6. DRIFTSFORHOLD	37
6.1 Kjemikaliedosering	37
6.2 Innkjøring og drift av renseanlegget	39
7. SAMMENDRAG	41
REFERANSER	43

FIGURFORTEGNELSE

	Side:
Figur 1 Oversiktskart over plassering av renseanlegget	6
" 2 Systemoversikt for vanntransport ved A/S Fred Olsen Administrasjonssenter	7
" 3 Avløpsvannets belastningsfordeling i løpet av en uke	9
" 4 Variasjoner i dimensjonerende døgnvannsføring til renseanlegg	11
" 5 Flyteskjema for renseanlegg	15
" 6 Planløsning for renseanlegget	16
" 7 Hydraulisk gradient for renseanlegget	18
" 8 Innløpsarrangement, utjevningsbasseng og fortykker	21
" 9 Langtidslufter	24
" 10 Denitrifikasjonsfilter	26
" 11 Kontaktvalse	27
" 12 Kjemisk fellingsanlegg	30
" 13 Sandfilter	32
" 14 Aktivt kullfilter	34

TABELLFORTEGNELSE

	Side:
Tabell 1 Dimensjoneringsgrunnlag	12

1. INNLEDNING

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Multiconsult A/S, som er engasjert sammen med Foster Associates for planlegging og bygging av kontor- og administrasjonssenter for A/S Fred Olsen i Vestby kommune.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)'s oppdrag omfatter råd vedrørende rensing av avløpsvann fra senteret. Det planlagte renseanlegg er ukonvensjonelt, - rensing av avløpsvann fra en kontorbedrift og meget avanserte renseprosesser vil bli benyttet. Planleggingen av renseanlegget skjer i samarbeid mellom Multiconsult A/S og NIVA. NIVA svarer for prinsipløsninger, dimensjonering og råd vedrørende anleggets utforming og liknende arbeider, mens Multiconsult A/S ivaretar konsulentoppgaver som arbeidstegninger for utførelse av anlegget, oppfølging, byggeledelse, kontroll etc. Den foreliggende rapport er en sammenfatning av NIVA's rådgivning i tiden frem til juni 1975.

Multiconsult A/S vil i praksis ivareta den konsulent-tekniske funksjon, slik som fremstilling av arbeidstegninger for utførelse av renseanlegget, oppfølging av bygningstekniske forhold etc.

2. GENERELLE FORHOLD

A/S Fred Olsen/Akergruppen planlegger et kontor- og administrasjonssenter ca. 1,5 km nord for Hvitsten. Det er planlagt å slippe ut avløpsvannet til Solbergbekken som renner ut i ytre Oslofjord.

Solbergbekken har et nedbørfelt på 17,2 km² som for en stor del består av jordbruksarealer. Bekkevannet er sterkt forurenset av jordbruksaktiviteten i området, og i tørre perioder er vannføringen liten.

I henhold til administrasjonssenterets utslippstillatelse av 21.3.1975 må avløpsvannet fra bedriften underkastes avansert rensing.

Betingelsene i tillatelsen gjengis her:

"Tillatelsen gis på følgende betingelser:

I. Utslippet skal ikke overstige 0,28 kg BOF₇/døgn og 0,014 kg P tot/døgn. Dette tilsvarer en renseeffekt på 98% på basis av at 1 pe antas å tilsvare 0,06 kg BOF₇ og 0,003 kg P tot.

II. Driftsrapport skal sendes fylkesmannen hvert kvartal det første driftsår, senere skal driftsrapport sendes en gang hvert år.

III. Driftsoperatøren skal gjennom utdanning og praksis ha godt kjennskap til drift av mekanisk/biologisk renseanlegg med kjemisk etterfelling, samt ha spesialkunnskaper innen rensemetoder som klorering, denitrifisering og aktivkull-filtrering.

IV. Forøvrig vises det til vedlegg med generelle vilkår som gjøres gjeldende med unntak av A5, B2, B5, B8, B9 og B 10.

Videre vil vilkårene under pkt. A1, a-c, kunne justeres etter nærmere avtale.

En vil til siste bemerke at dersom utslippet til Solbergelva overstiger de nevnte rensekrav, vil en vurdere nødvendigheten av å overføre avløpet til annen resipient."

Renseanleggets plassering i forhold til utbyggingsområdet fremgår av fig. 1. Anlegget plasseres i en fjellhall, og denne skal samtidig fungere som tilfluktsrom.

Fra byggherrens side er det understreket at avløpsvannet skal renses best mulig siden man tar sikte på å resirkulere deler av det rensede avløpsvann for spyling av toaletter etc. Drikkevannsforsyningen vil baseres på eget brønnsystem. En prinsipp-skisse for vanngangen er vist på fig. 2. Resirkulering av avløpsvannet medfører at det må stilles strenge krav til renseanleggets rensegrad. Byggherren ønsker også at slammet behandles slik at en utnyttelse i tråd med økologiske prinsipper er mulig. Før det rensede vannet slippes til Solbergbekken, gjennomløper vannet et damsystem. Samtidig med at dammen gir utslippsvannet en siste etterbehandling, kan den også fungere som en indikator på vannkvaliteten, f.eks. ved at fisk utsettes og ved at dammen utformes som et oppholdssted for vannfugl. Fra dammen ledes vannet i åpent transportsystem til Solbergbekken.

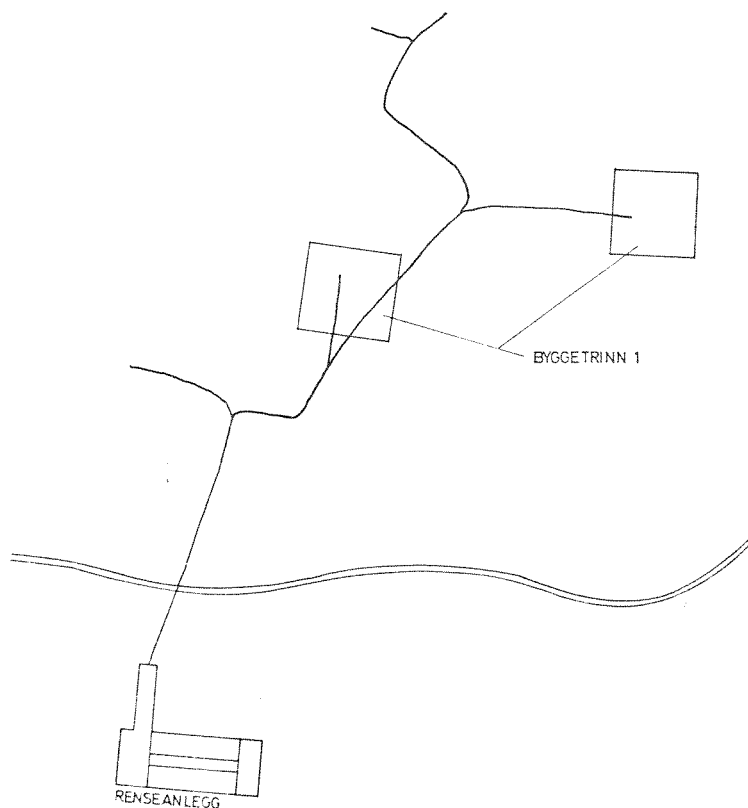


FIG. 1. OVERSIKTSKART

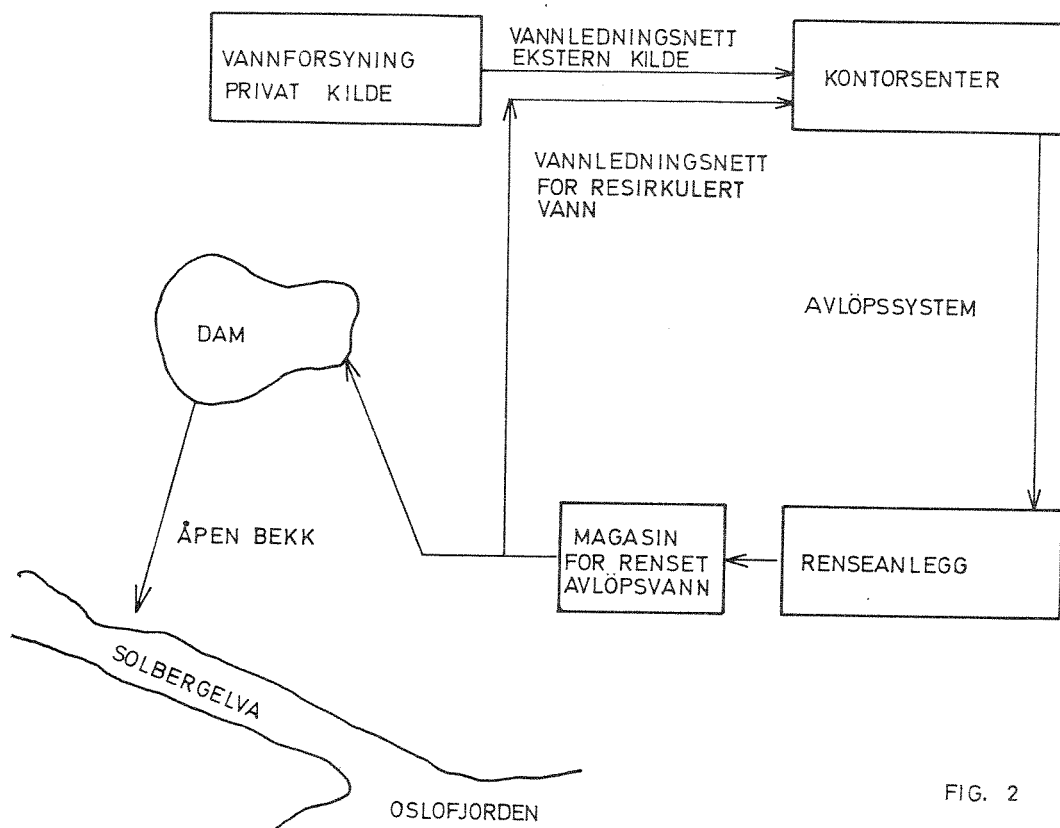


FIG. 2

SYSTEMOVERSIKT FOR
VANNTRANSPORT VED
A/S FRED OLSEN VESTBY
ADMINISTRASJONSSENTER

3. RENSEANLEGGETS DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

3.1 Beskrivelse av kontorsenteret

Ved full utbygging vil administrasjonssenteret bestå av 11 separate kontorpaviljonger, hver dimensjonert for 90 ansatte. Foster Associates oppgir at det er mulig å øke antall ansatte til 110 for hver enhet. Totalt skal kontorsenteret få 800 ansatte. Kontorene bygges som åpne kontorlandskap med teppebelagte gulv. Tilberedning av varm mat vil ikke skje på området. Kantinevirksomheten er desentralisert til de enkelte bygg som utstyres med kjøkken. Dusj, bad el. likn. vil ikke bli installert. Toalettene vil være av vanlig type med systerne. Det er videre opplyst at ingen boliger planlegges i området, og at normal arbeidstid må påregnes.

Utbyggingen av området vil skje etappevis. I første trinn utbygges to paviljonger for ca. 160 ansatte. Disse paviljonger ventes ferdige i juni 1976. Deretter utbygges administrasjonssenteret med to paviljonger pr. år fram til 1980.

3.2 Belastningsvariasjoner i avløpsvannet

Belastningsvariasjonene er spesielt store for avløpsvann fra en kontorbedrift. Avløpsvannmengden for hver arbeidsdag kan ventes å være svært lik, mens belastningen i løpet av døgnet vil variere. Mesteparten av avløpsvannet produseres i løpet av arbeidstiden, mens vaskevann belaster renseanlegget etter kontortid. Hurtige hydrauliske svingninger over korte tidsrom må forventes. (Utjevningmagasin ved renseanleggets innløp vil være svært viktig for å sikre renseanleggets funksjon.)

Konvensjonelle metoder for vurdering av døgnvariasjoner, timevariasjoner etc. vil følgelig være av mindre interesse i denne sammenheng. Fig. 3 viser en skjematisk fremstilling av avløpsvannets belastningsfordeling i løpet av en uke.

Forurensningsmengdene vil følgelig også variere meget. Variasjoner i konsentrasjon av organisk materiale kan få store konsekvenser for biologiske prosesser. Utjevningmagasinet vil bidra til å redusere slike

AVLÖPSVANNETS BELASTNINGSFÖRDELING I LÖPET AV EN UKE

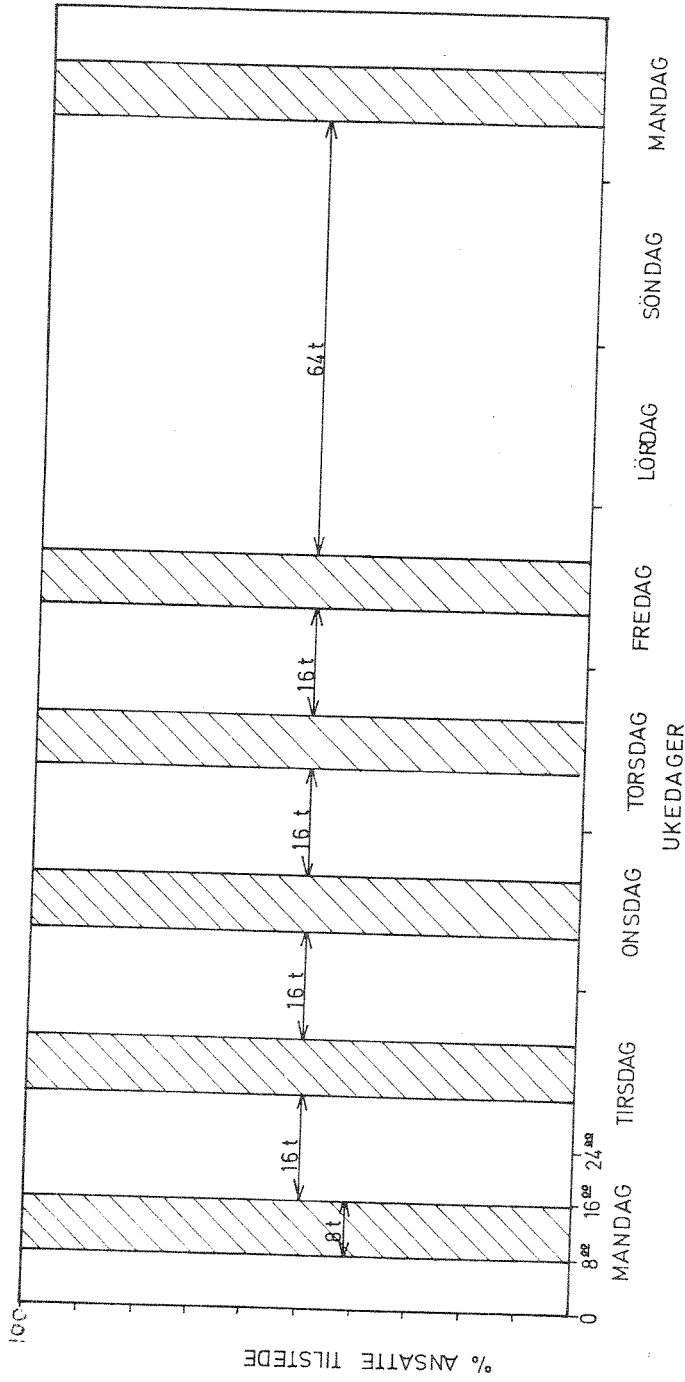


FIG. 3

A/S FRED OLSEN VESTBY
ADMINISTRASJONSSENTER

negative effekter. Bilag 1 viser hvordan forurensningsbelastningen kan variere over et tilfeldig døgn for en kontorbedrift. Denne undersøkelse viser at avløpsvannet kan være meget konsentrert, og at konsentrasjonen er avhengig av de sanitærtekniske installasjoner.

3.3 Dimensjoneringsgrunnlag

Avløpsvannmengden fra et kontorsenter vil tilnærmet være lik senterets vannforbruk. Vannforbruk som medgår til eksternt bruk, f.eks. hagevaning, tilføres derimot ikke renseanlegget.

Det er vanskelig eksakt å beregne kontorsenterets vannforbruk fordi dette er svært avhengig av de sanitærtekniske installasjoner som anlegges. Spesifikt vannforbruk for kontorbedrifter kan variere i området 30 til 60 liter pr. døgn pr. ansatt. Erfaringene viser at prinsipp for spyling av urinalene sterkt kan innvirke på vannforbruket og dermed også på avløpsvannets mengde og sammensetning. Den etappevise utbyggingen av kontorsenteret vil gjøre det enda mer vanskelig å velge dimensjoneringsgrunnlaget for renseanlegget. Trolig vannforbruk pr. døgn (= avløpsvannmengde) ved kontorsenteret under utbyggingsperioden er vist i fig. 4. Det skraverte felt angir aktuelt område for døgnavannføringen til renseanlegget.

De store forandringer i avløpsvannføring under utbyggingsperioden betyr at renseanlegget må utformes fleksibelt med hensyn til dimensjonerende hydraulisk belastning.

Ut fra disse betraktninger og på grunnlag av vannmålinger ved eksisterende kontorbedrifter (Delrapport 2) (4) antas et spesifikt avløp på 50 l/ansatt.d. (Dette forutsetter trykknappstyrt spyling av urinalene.)

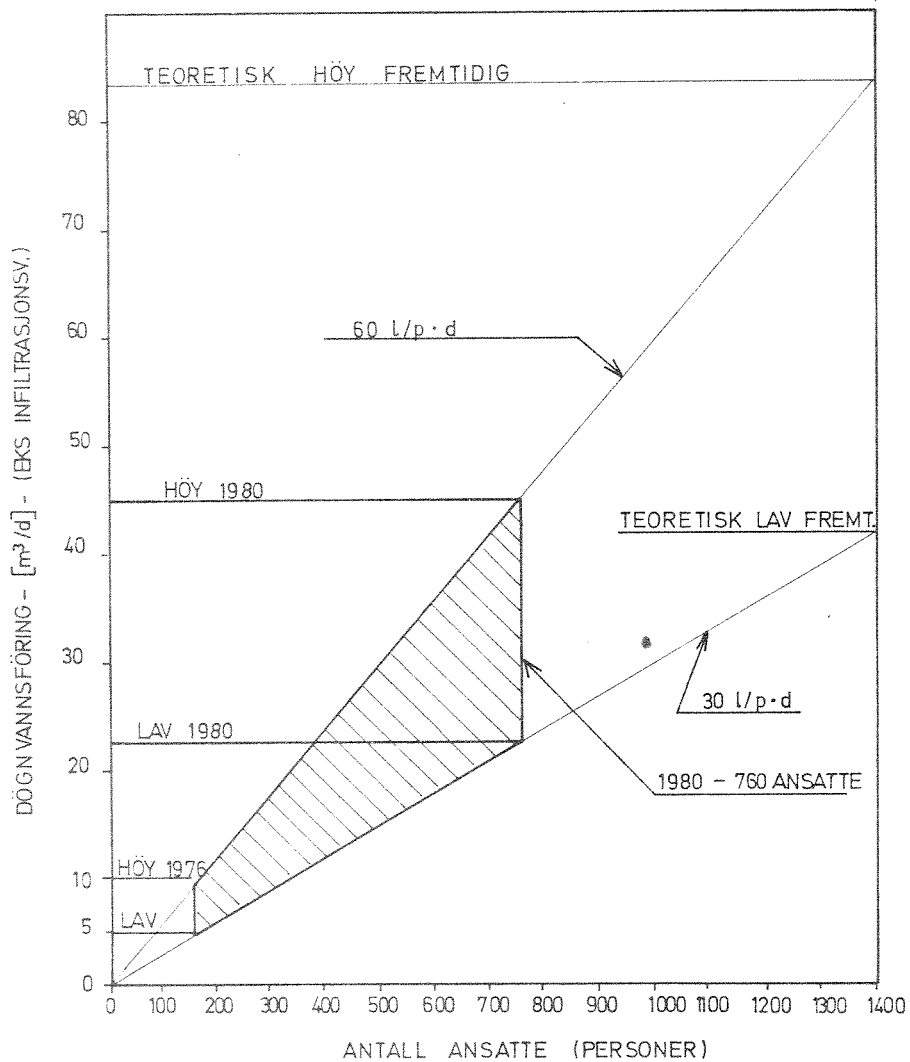


FIG. 4

VARIASJONER I DIMENSJONERENDE
DÖGNVANNSFÖRING TIL RENSEANLEGG

A/S FRED OLSEN VESTBY
ADMINISTRASJONSSENTER

Tabell 1. Dimensjoneringsgrunnlag

	Antall ansatte personer	Døgnvann- føring m^3/d	Dimensjonerende timebelastning m^3/h
Belastning ved renseanlegget, oppstarting	160	8	0,4
Dimensjonerende belastning ved renseanleggets første utbyggingstrinn	400	20	1,0
Dimensjonerende belastning ved full utbygging	800	40	2,0

Systemet legges opp slik at rensed avløpsvann kan resirkuleres til utjevningsmagasinet. Ved ekstremt lave belastninger kan man derved allikevel unngå sedimenteringsproblemer i slanger etc. og andre uheldige virkninger av lave belastninger.

4. VALG AV RENSEPROSESSER, UTBYGGINGSETAPPER OG PLANLØSNING

Det er en rekke forhold som påvirker renseanleggets utforming:

- Avløpsvannmengde
- Gradvis utbygging av kontorsenteret
- Kontor avløpsvann
- Rensekrav til utløpsvannet
- Krav om høy driftssikkerhet.

Avløpsvannmengdene fra kontorbedriften er små selv ved fullt utbygging av senteret. Renseanlegget kan i størrelse sammenliknes med et forsøksanlegg. F.eks. er dimensjonerende vannmengde ved full utbygging i samme størrelsesorden som en finner ved NIVA's forsøksstasjon ved Kjeller.

Den gradvise utbygging av kontorsenteret skaper problemer for dimensjoneringen ved at vannmengden øker meget i utbyggingsfasen på den ene siden, mens anleggets begrensede størrelse, på den annen side, tilsier at kun en separat enhet trengs. Dette medfører at man må anvende renseprosesser som er fleksible overfor variasjoner i hydraulisk belastning. I tillegg kommer kontoravløpsvannets spesielle belastningsfordeling både ved stadig støtvis tilrenning og tilføring av avløpsvann som i stor grad følger arbeidstiden.

På grunn av disse forhold er det helt påkrevet å anvende utjevningsbasseng. Utjevningsmagasinet dimensjoneres dessuten romslig slik at flere døgnns avløpsvannmengde kan oppsamles. Dette gir nødvendig driftssikkerhet for reparasjoner o. likn.

Renseanleggets beskjedne størrelse medfører også at frittstående separate enheter er økonomisk forsvarlig. Dette medvirker til at fleksibiliteten i anlegget øker ved at enhetene enkelt kan erstattes eller forbi-passeres. De små vannmengder medfører også at vanntransporten mellom prosessenhetene må foregå med rør med små dimensjoner. Armerte slanger kan også eventuelt benyttes.

På grunn av at renseanlegget har liten dimensjonerende vannmengde, vil valg av rensemetoder på grunnlag av driftskostnader bli noe annerledes enn for større renseanlegg. Flere av de foreslåtte renseprosesser omfatter forbruk av kjemikalier. Kjemikaliekostnadene vil imidlertid bli lave i forhold til kapitalkostnadene, og derfor kan renseprosesser som normalt ikke er økonomisk forsvarlige, være fornuftige alternativer i denne sammenheng også på et økonomisk grunnlag.

Ut fra rensekravene til utløpsvannet er det påkrevet med avanserte renseprosesser:

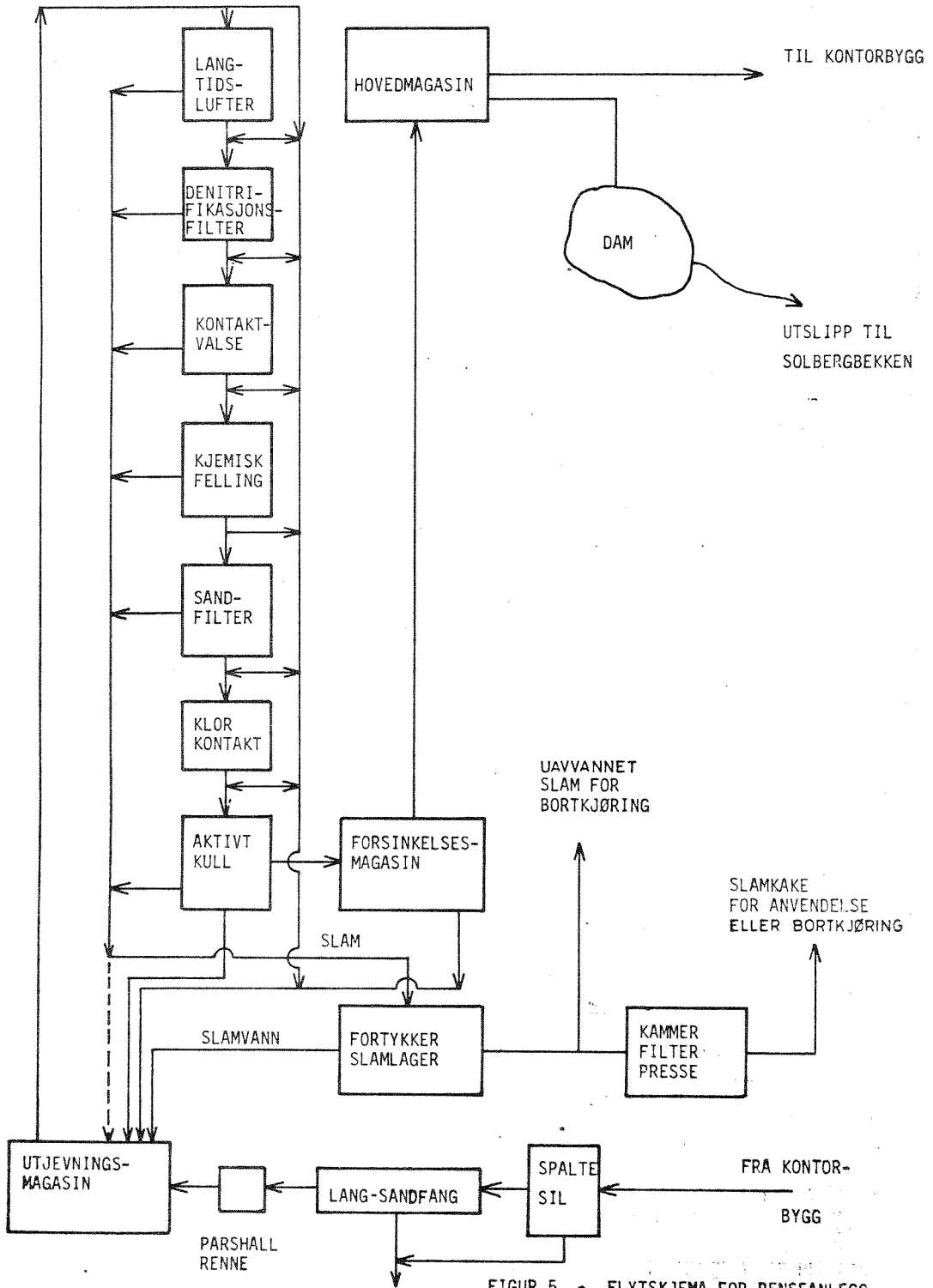
- a) Krav til langtgående fjerning av organisk stoff
- b) Krav til langtgående fjerning av fosfor
- c) Krav til oksydasjon av avløpsvannets nitrogeninnhold, fordi nitrogenet ellers vil svare for hoveddelen av det ventede avløpsvanns oksygenforbruk
- d) Krav til fjerning av nitrater fordi en p.g.a. resirkulasjonen vil at vannet stort sett skal være av drikkevannskvalitet

Organisk stoff fjernes ved aktivslam metoden basert på langtidslufter prinsippet. Dette gir også nitrogenoksydasjon til NO_3 . NO_3 kan fjernes ved reduksjon til N_2 i et anaerobt filter. Metanol eller noe annet organisk stoff må tilsettes foran det anaerobe filtret. Metanoltilsettingen vil gi et visst overskudd av organisk materiale i utløpsvannet fra det anaerobe filtret. Overskuddet fjernes ved biologisk rensing i en kontaktvalse.

Fosfor og slam i utløpsvannet fra kontaktvalsen fjernes ved kjemisk felling. Ytterligere reduksjon av suspendert stoff foretas ved filtrering gjennom sandfilter. Desinfisering av avløpsvannet samt muligheter for brekkpunktsklorering kan foretas i separat klorkontakt basseng. Fjerning av vanskelig nedbrytbart organisk stoff kan utføres i aktivkullfilter.

Fig. 5 viser et flyteskjema for renseanlegget.

Planløsningen av renseanlegget er vist på fig. 6. Ved anleggets utforming er det lagt stor vekt på å unngå unødvendige pumpetrinn.



FIGUR 5 - FLYTSKJEMA FOR RENSEANLEGG

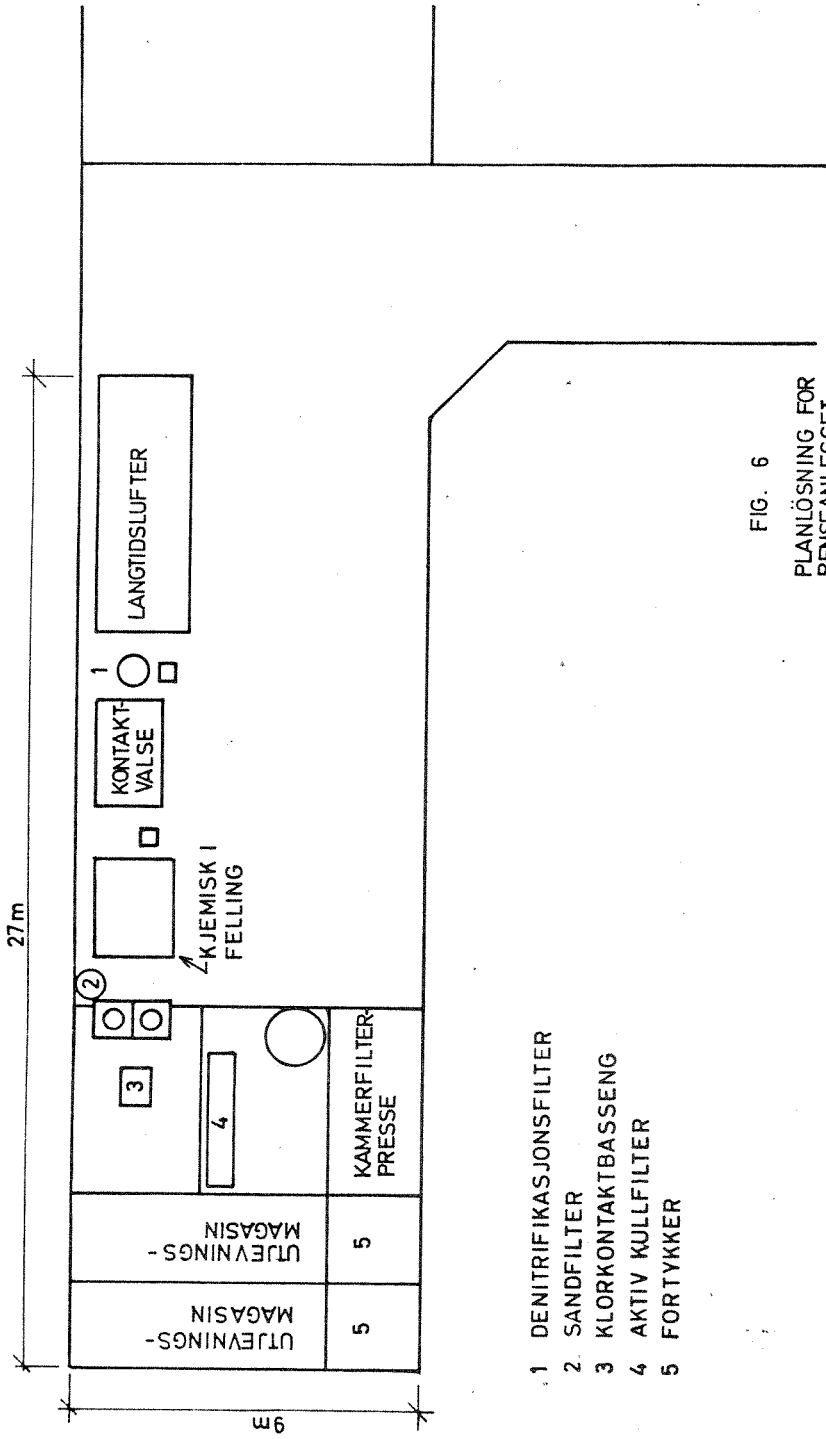


FIG. 6
PLANLÖSNING FOR
RENSANLEGGET

Vannet pumpes kun fra utjevningsmagasinet og kan dessuten ved selvføll resirkuleres tilbake til utjevningsmagasinet. Fig. 7 viser hydraulisk gradient gjennom renseanlegget.

Usikkerheten omkring avløpsvannets mengde og sammensetning samt det gradvise utbyggingsmønsteret tilsier at renseanlegget bør igangkjøres trinnvis. I første periode, mens belastningen ennå er lav, kan det være problemer med å opprettholde tilstrekkelig belastning for å få god drift ved aktivslamenheten. I den første oppstartingsfasen kan det derfor være aktuelt å kjøre anlegget med fysisk-kjemiske prosessenheter, slik som

1. kjemisk felling
2. sandfilter
3. klorkontakt
4. aktivt kull

Skulle en med et slikt opplegg ikke få en tilstrekkelig rensing m.h.p. organisk stoff, kan det være hensiktsmessig å la vannet passere kontakt-
valsen før det går gjennom de fire trinnene nevnt ovenfor.

For å sikre at renseeffekten hele tiden kan opprettholdes, bør anlegget forsynes med ledninger som muliggjør en tilbakeføring av vann fra hver prosessenhet til utjevningsmagasinet.

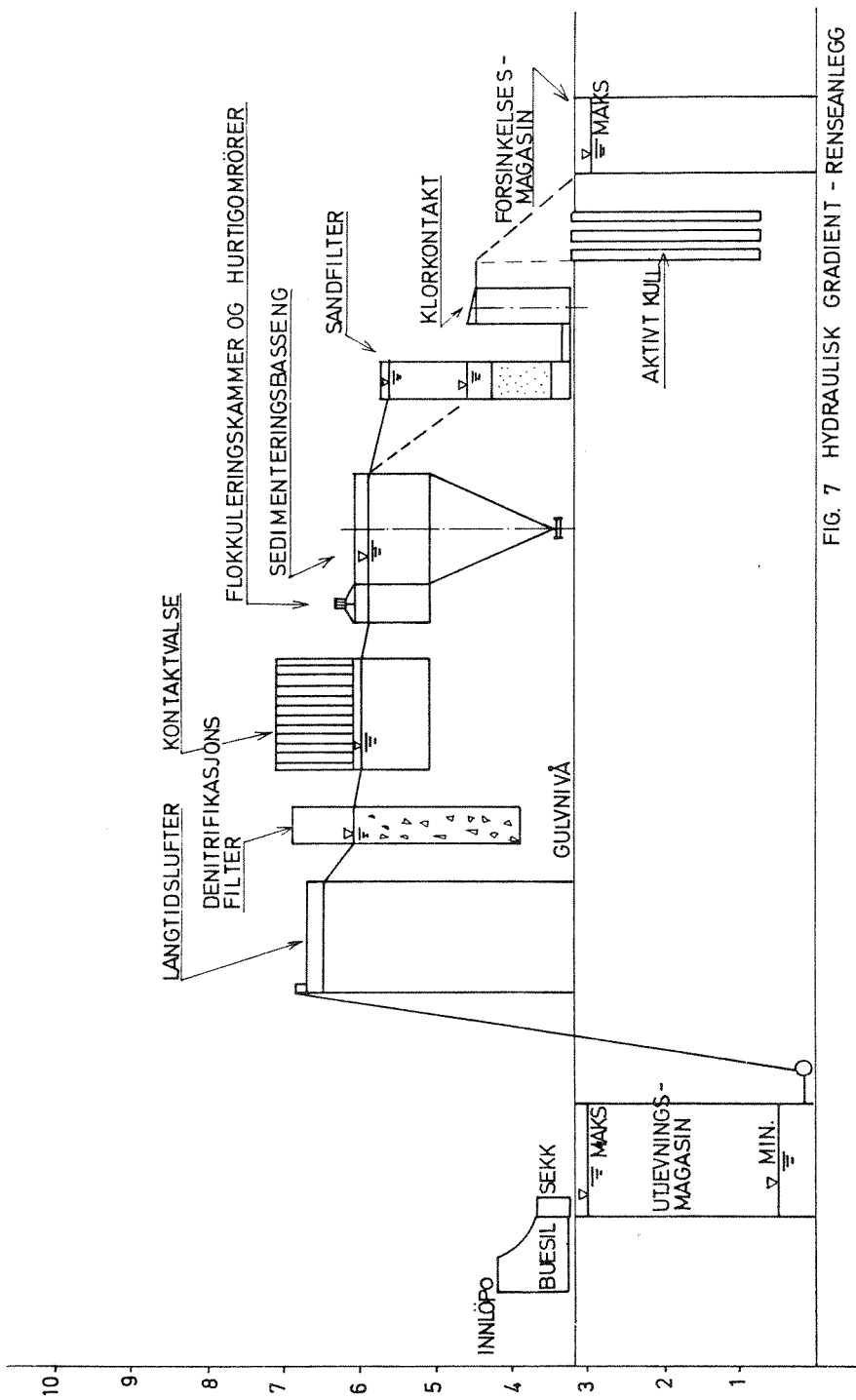


FIG. 7 HYDRAULISK GRADIENT - RENSEANLEGG

5. BESKRIVELSE AV PROSESSEHETER

5.1 Spaltesil

Avløpsvannet fra kontorsenteret tilføres renseanlegget ved gravitasjon via et innløpsrør montert på fjellhallens vegg. Avløpsvannet ventes å inneholde en stor andel uoppløst materiale. Papir, kaffebrut etc. avskilles i et silarrangement som monteres mellom fortykkerne som vist på fig. 8. Innløpsvannet strømmes ned langs den skråstilte spalteplaten. Vannet slipper igjennom spaltene mens grovere materiale skyves langs overflaten og ned i en sekk montert ved enden av spalteplaten. Denne enheten erstatter både rist og delvis sandfang. Faren for sedimentering i nedstrøms kanaler er derfor redusert. Silen har et stort falltap, - fra 1,20-1,40 m, og bør stå over gulvnivå. Hvis innløpsledningen ikke kan anlegges i tilsvarende nivå over gulvet, må andre silarrangementer anvendes.

Tekniske data:

En sil installeres for full utbygging ved første utbyggingstrinn.

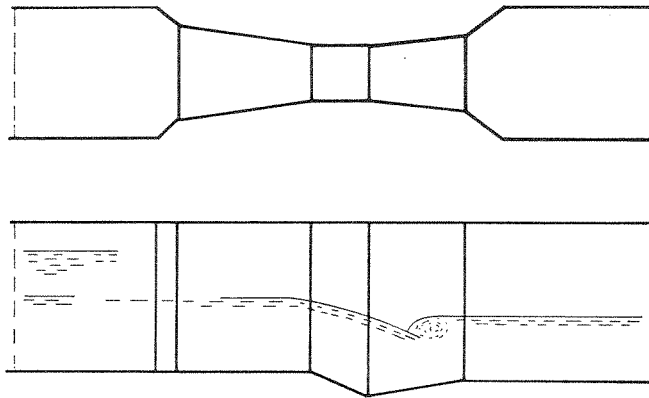
Bredde: 0,30 m maksimum

Nødvendig fallhøyde: 1,2-1,4 m

Q_{maks} : 20 m³/h.

5.2 Langsandfang

Etter at avløpsvannet har passert spaltene i silen, samles vannet opp under spalteplaten og strømmes ut i en horisontal kanal anlagt på toppen av skilleveggen mellom utjevningsmagasinene. Kanalen er 5,90 m lang, 0,50 m dyp og 0,40 m bred. Ved kanalens utløp plasseres en Parshallrenne. Parshallrennen har to funksjoner. Den bevirker at kanalen fungerer som en langsandfang, og den muliggjør måling av innkommende vannmengder. På siden av Parshallrennen monteres et flottørkammer hvor flottør og limnigraf kan installeres. Parshallrennen er vist i figuren nedenfor.



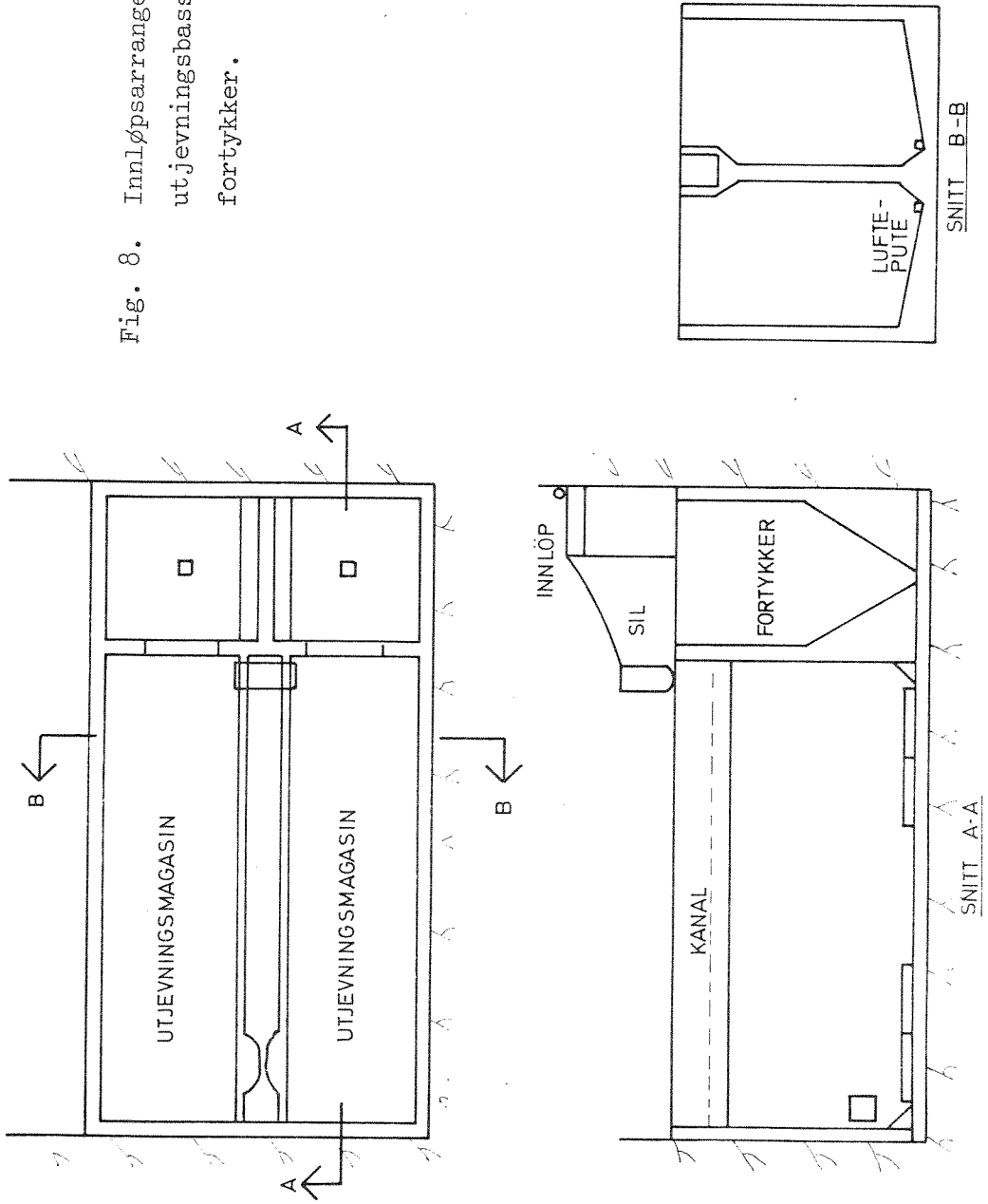
Parshellrennens halsbredde kan være 1 til 3 tommer, avhengig av maksimum vannføringen. Rennen bør være utskiftbar slik at halsbredden kan forandres i forhold til utbyggingstakten.

5.3 Utjevningmagasin

Utjevningmagasinene er vist på fig. 8. Begge bassengene kan anvendes separat eller parallelt. Fra parshallrennens utløp kan avløpsvannet ledes til basseng 1 eller 2. Utjevningmagasinene er utstyrt med bunnluftere for at sedimenterbart materiale skal holdes i suspensjon.

Avløpsvannet vil hovedsakelig tilføres renseanlegget i løpet av 8 timer. Siden anlegget bør kjøres kontinuerlig, er utjevningbassengenes funksjon å gi jevn vannføring for hele døgnet. Dette krever et eget styresopplegg for pumpetrinnet.

Fig. 8. Innløpsarrangement,
utjevningssasseng og
fortykker.



Tekniske data:

To separate basseng dimensjonert for full utbygging installeres i første byggetrinn. Bassengene utføres i betong. Dimensjoner for hvert basseng:

Bredde:	2,0 m	
lengde:	6,4 m	
dybde:	3,0 m	
areal:	12,8 m ²	
volum:	38 m ³	Totalt volum: 76 m ³ .

5.4 Pumpestasjon

Fra utjevningssbassenget pumpes avløpsvannet kontinuerlig ved hjelp av eksenterskruepumpe. Pumpene er utstyrt med hydraulisk variator. Opplegget muliggjør fleksibel styring av vannmengden. To pumper bør innstalleres.

Valg av vannføring må stå i forhold til innkommende avløpsvannmengde. Utjevningssmagasinet muliggjør et visst spillerom ved valg av konstant vannføring. Utjevningssbassenget utstyres med nivåvipper for alarm ved høyt og lavt nivå, f.eks. etter følgende mønster:

Alarm lavt nivå	-	pumpene stopper
alarm høyt nivå	-	pumpe nr. 2 starter
alarm maks. nivå	-	vannforsyning for administrasjonssenteret stenges.

Pumpene monteres på toppen av utjevningssmagasinene.

Tekniske data:

To pumper installeres i første byggetrinn.

Maks. kapasitet pr. Pumpe:	Q =	5 m ³ /h
Maks. løftehøyde:	H =	10 m

5.5 Langtidslufter

I langtidslufteren blir avløpsvannet biologisk rensert. Oppløst organisk materiale i avløpsvannet danner næringsgrunnlag for en resirkulerende aktivslam masse. Denne vekstfasen foregår i luftekamre som fremgår av fig. 9. Aktivslam massen avskilles fra vannfasen i sedimenteringsbasenget og resirkuleres på nytt. Utløpsvannet overføres til neste enhet via overløpsrenner. Den biologiske aktivitet krever at luft tilsettes i luftekamrene. Spesielt for et aktivt slamanlegg etter langtidslufterprinsippet er at anlegget er lavt organisk belastet. Oppholdstiden i luftekamrene er stor. Slamproduksjon ved anlegg av denne typen blir følgelig lav.

Man tar sikte på å anvende et standard anlegg, f.eks. etter de prinsipper som vist på fig. 9. På grunn av langtidslufterens store ytre mål blir denne enhet svært dominerende og delvis dimensjonerende for fjellhallen.

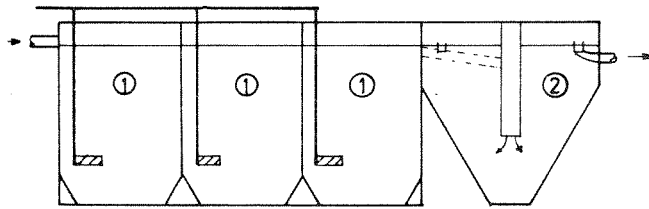
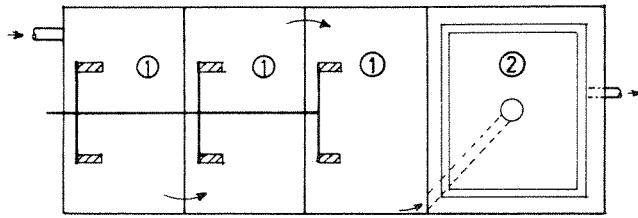
Tekniske data:

En enhet installeres, dimensjonert for full belastning.

$Q = 40 \text{ m}^3/\text{d}$	Dim. vannmengde = $2 \text{ m}^3/\text{h}$
Organisk belastning:	$18 \text{ kg BOF}_7/\text{d}$
Minimumsdimensjoner:	
Luftetank volum:	30 m^3
Sedimenteringstank:	8 m^3
Slambelastning:	$0,17 \text{ kg BOF}_7/\text{kg SS.d}$

5.6 Denitrifikasjonsfilter

Fjerning av nitrogen i avløpsvannet hører med til en av de mer kompliserte renseprosesser. En metode for fjerning av nitrogen er å oksydere nitrogenet til nitrat. Det forutsettes at oksyderbart stoff er tilstede. Deretter kan nitrat reduseres til nitrogen av bakterier i et anaerobt filter.



- ① Slamluftetank
- ② Sedimenteringstank

Fig 9 LANGTIDSLUFTER

Filteret er skjematisk vist på fig. 10 og består av en sylindrisk tank fylt med singel. Filteret anvendes i tilknytning til nitrifisert avløpsvann som f.eks. fra en langtidslufter. Det doseres et organisk materiale, f.eks. metanol, før filteret. Anaerobe forhold vil utvikles og nitrogengass utvikles. Filteret kjøres under trykk, og vannet tas ut på toppen for transport til neste enhet. Filteret må utspyles med jevne mellomrom på grunn av akkumulerende falltap ved biologisk masse på singelen.

Tekniske data:

Oppholdstid: 1 time (Forutsetter 12 °C eller høyere på avløpsvannet.)

I første trinn installeres ett stk. filter for en dimensjonerende vannføring på 1,0 m³/h.

Nødvendig filtervolum: 1 m³

Filtermedium: Pukk, 2,5 cm

Filterhøyde: ca. 2 m

Ytre mål på filtersylinder: Høyde: 3,0 m

Diameter: 0,80 m.

5.7 Kontaktvalse

På grunn av metanoltilsetningen som foretas i oppstrøms denitrifikasjonsfilteret, vil avløpsvannet fortsatt inneholde oppløst organisk materiale som må fjernes. Kontaktvalse består av roterende skiver som er nedsenket i avløpsvannet. Det utvikles en fastsittende bakteriekultur på skivene. Bakteriene ernærer seg fra avløpsvannet og dekker sitt luftbehov når skiven ikke er neddykket. Etter hvert som den biologiske hinne utvikles på skiven, vil noe materiale falle av. Det rensede vannet vil passere videre til det kjemiske rensetrinnet. Fig. 11. viser en kontaktvalse.

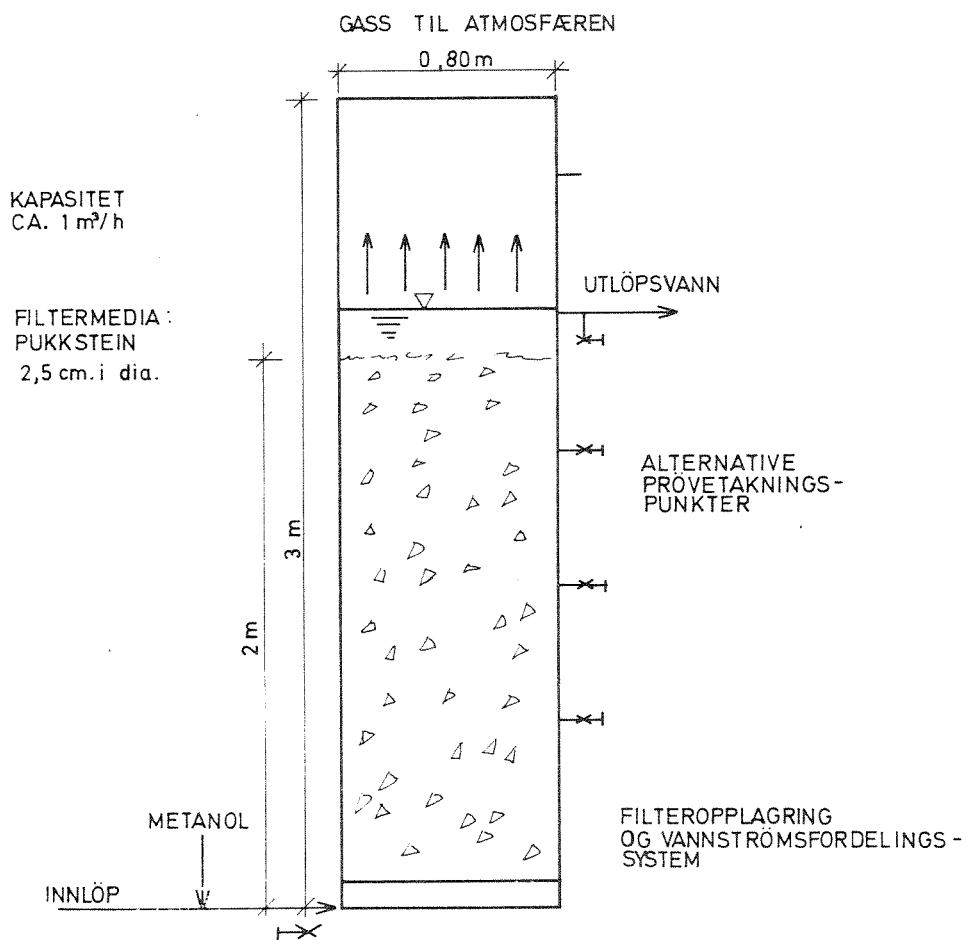


FIG. 10

DENITRIFIKASJONSFILTER

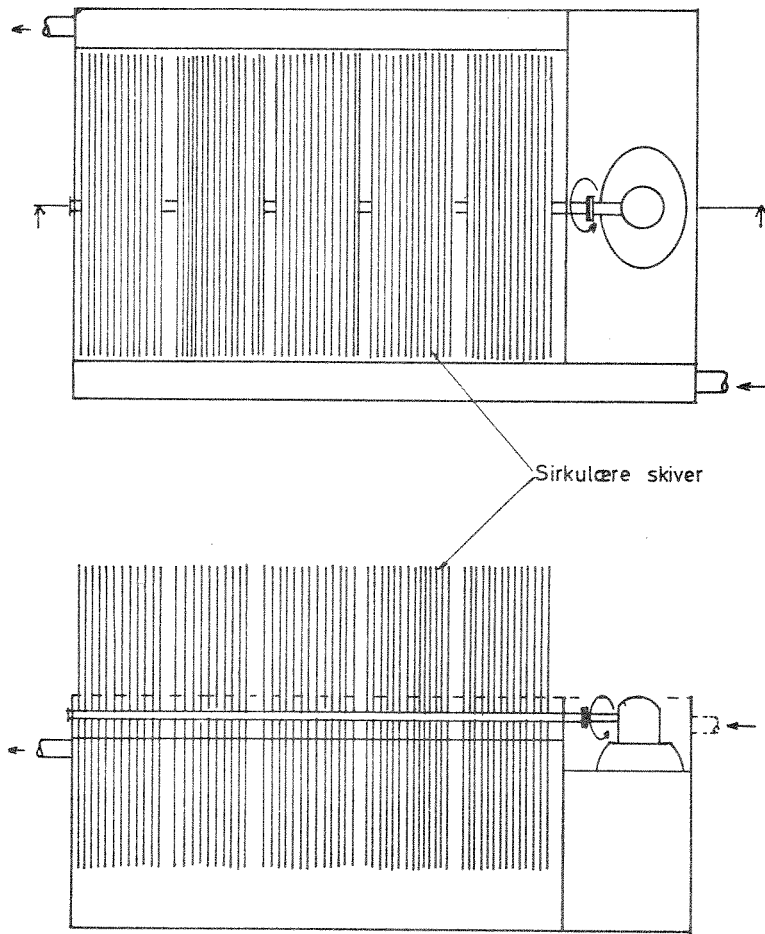


FIG. 11
KONTAKTVÅLSE

Tekniske data:

En enhet installeres, dimensjoneres for full belastning: $Q = 40 \text{ m}^3/\text{d}$.

Dimensjonerende vannføring: $A = 2 \text{ m}^3/\text{h}$

Organisk belastning: ca. 8 kg BOF_7/d

Oppholdstid: 40 min.

Neddykking av valsen forutsettes å være 40%

5.8 Kjemisk fellingsanlegg

Kjemikalisdosering

Hensikten med det kjemiske fellingstrinnet er å redusere avløpsvannets innhold av fosfater og suspendert stoff. Både aluminiumsulfat, jernklorid og kalk er praktisk anvendbart ved dette renseanlegg. Kjemikaliene kjøpes inn enten som løsning eller lages opp til løsninger med kjente konsentrasjoner. Dosering skjer ved hjelp av doseringspumper.

Kjemikalietilsetningen foretas ved pumping inn på hurtiginnblandingsrør. Ved den turbulente strømming som oppstår i røret, utsettes vannet for en effektiv omrøring.

Etter at flokkuleringskjemikaliet er tilsatt avløpsvannet og godt oppløst og innblandet via hurtiginnblandingsrøret, vil mange av de kolloidale partiklene i vannet være destabilisert. I flokkuleringsbassengene utsettes vannet for hastighetsgradienter som forårsaker partikkelkollisjoner og aggregering av partiklene til større sedimenterbare fnokker. Parallelt foregår flere kjemiske reaksjoner som inngår i forskjellige kjemiske utfellingsprosesser.

Tre flokkuleringskamre, alle utstyrt med røreverk og baffelvegger, monteres på siden av ettersedimenteringstanken. Flokkuleringsbassengene kan forbindes med gjennomsiktige rørforbindelser med stor diameter og er dessuten utstyrt med spissbunn for avtapping av tyngre sedimentert materiale.

I sedimenteringsbassenget skal fnokkene avskilles fra vannfasen ved bunnfelling. Den klare vannfasen dekanteres via overløpsrennene. Bassenget er utformet som en omvendt pyramide, og man tar sikte på å anvende det såkalte slamteppeprinsippet. Det vil si at det flokkulerte vannet ledes inn i sentrum av bassenget og må passere et slamteppe bestående av sedimenterende fnokker, men som på grunn av vannets vertikale hastighet holdes i suspensjon. Slamteppet gir en filtereffekt som har en gunstig virkning på rensresultatet, men slamnivået må overvåkes. Siden slam stadig akkumuleres, må slam avtappes. Satsvis avtapping av slam er mulig, men muligheter for kontinuerlig slamavdrag forsøkes tilpasset. Hovedmengden av slamproduksjonen ved renseanlegget vil sannsynligvis stamme fra ettersedimenteringsbassenget. Fig. 12 viser en skisse av bassenget.

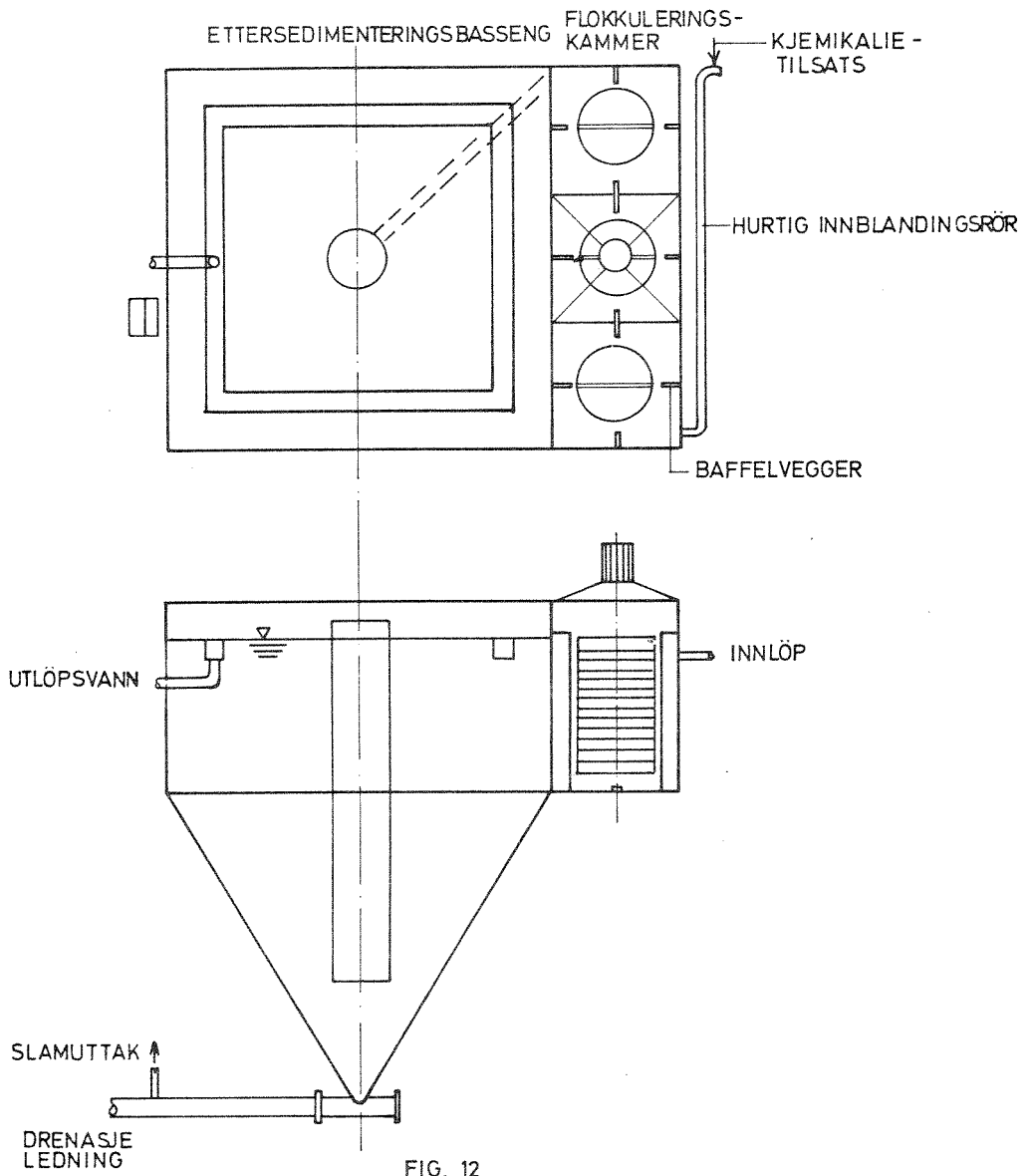


FIG. 12
KJEMISK FELLINGSANLEGG

Tekniske data for kjemisk fellingsanlegg:

Ved første utbyggingstrinn installeres et anlegg som dimensjoneres for full utbygging, $2 \text{ m}^3/\text{h}$.

Flokkuleringskammer: Oppholdstid 0,5 h
tre kamre
Areal: $0,66 \text{ m} \times 0,66 \text{ m} = 0,43 \text{ m}^2$
Vanndybde: 0,80 m
Vannvolum pr. kammer: $0,34 \text{ m}^3$
" totalt $1,0 \text{ m}^3$
Kamrenes veggdybde: 1,0 m.

Hvert kammer inneholder en paddelomrører med diameter 0,40 m. Kammeret inneholder også fire statorer, 0,10 m brede. Omrøringshastigheten i hvert kammer varierer i forholdet 1:2:3, og omrøringsmotorens hastighet kan varieres trinnløst.

Sedimenteringsbasseng: Volum: $5,8 \text{ m}^3$
Oppholdstid ved $2 \text{ m}^3/\text{h} = 2,75$ timer
Overflatebelastning ved $2 \text{ m}^3/\text{h} = \frac{0,5 \text{ m}^3/\text{h}}{\text{m}^2}$

Anlegget utføres i stål.

5.9 Sandfilter

Etter at vannet har passert ettersedimenteringsbassenget, vil det fortsatt inneholde mindre, uoppløste partikler som bidrar både til økt fosfor og organisk belastning i utløpsvannet. Ved filtrering av utløpsvannet kan konsentrasjonene i utløpsvannet senkes.

To separate filterkolonner med en diameter på ca. 0,60 m kan hver ta hånd om full belastning. Lavere hydraulisk belastning vil normalt ikke få konsekvenser for prosessen. Filteret kan utføres som flermediafilter. Ved innkjøring av filteret kan man forsøke å anvende sand som eneste filtermedium. Sandfilteret kjøres nedstrøms, og på grunn av akkumulert materiale i filterets øvre lag vil falltapet bygge seg opp. Hyppig tilbakespyling av filteret vil være nødvendig, og filter nr. 2 anvendes når filter nr. 1 tilbakespyles. Fig. 13 viser en skjematisk fremstilling av filteropplegget.

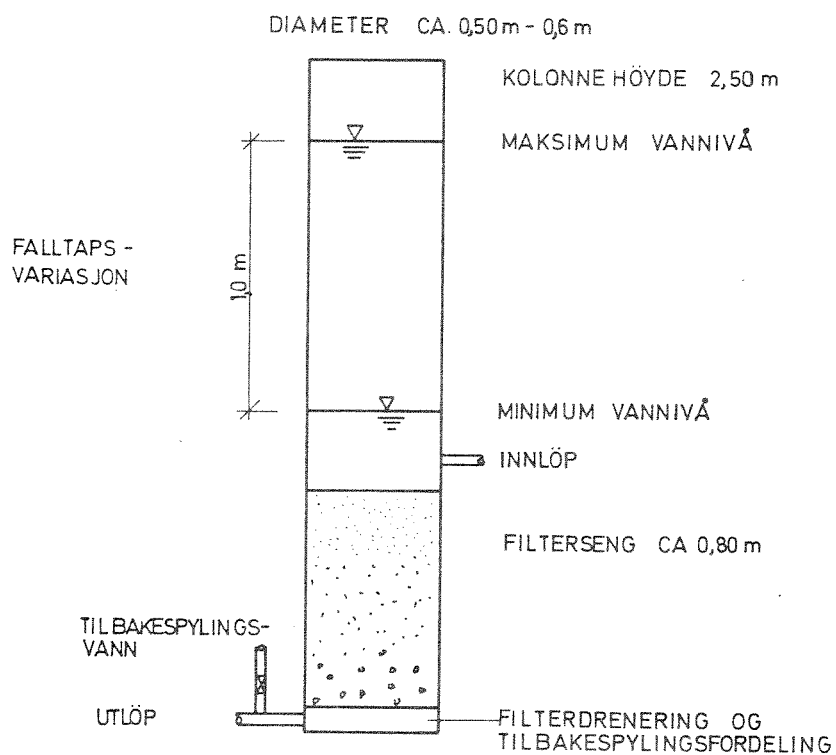


FIG. 13
SANDFILTER

Teknisk data:

Det installeres to filtre ved første byggetrinn, men bygge dimensjoneres for å ta full dimensjonerende belastning.

Areal ved diameter 0,60 m $A = 0,28 \text{ m}^2$

Belastning ved $Q = 2 \text{ m}^3/\text{h} \approx 7,1 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$

5.10 Klorkontaktbasseng

Klorering av avløpsvann foretas av flere årsaker. Ett formål er ofte å desinfisere avløpsvannet, et annet formål kan være å fjerne ammoniakk-nitrogen. Hovedhensikten ved å anvende klortilsetning ved dette renseanlegg er å hindre biologisk aktivitet i etterfølgende aktivt kullfilter. Kravene til klorkontakttid kan være forskjellige for de ulike formål. Hvor vidt det skal være et eget bassengsystem for klorkontakt, er ikke avklart. Klorkontakten kan også foretas i filterene (se pkt. 5.9). Klortilsetningen kan foretas fra oppløsning, og dosering skjer ved hjelp av doseringspumpe.

5.11 Aktivt kullfilter

I første byggetrinn tar man sikte på å installere en linje med 3 separate kolonner som kjøres i serie. Hver kolonne utføres i pleksiglass og blir ca. 2-2,5 m lange med en innvendig diameter på ca. 0,3 m. Kullfilteret installeres slik at vannet strømmer oppstrøms gjennom filteret. Spyling av filteret må påregnes, og kullet skiftes ut når adsorpsjonskapasiteten er utnyttet. Regenerering på stedet vil neppe komme på tale.

Hensikten med rensing med aktivt kull er å fjerne uopløste organiske forbindelser som fortsatt kan være til stede. Det kan være forbindelser som vanskelig lar seg nedbryte biologisk, og som kan bidra til farge og lukt i vannet.

Man tar sikte på et fleksibelt opplegg for filteret slik at man kan sette en av kolonnene ut av drift uten konsekvenser for driftsresultatet. Fig. 14 viser en skisse over kullfilteret.

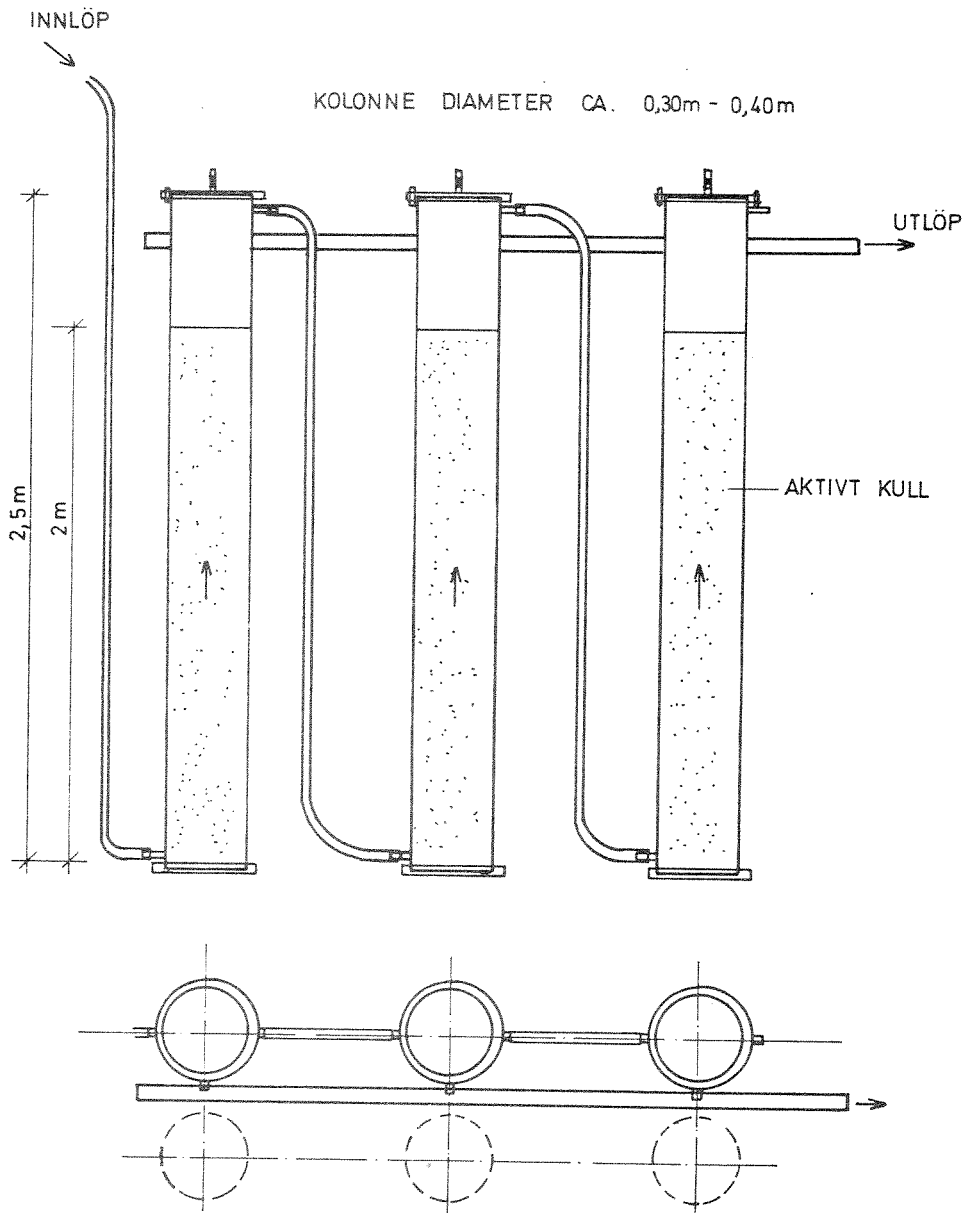


FIG. 14
AKTIVT KULLFILTER

Kolonne diameter $d = 0,40$ m $A = 0,125$ m²

Strømningshastighet: 8 m/h

Kolonnevolum $V = 0,5$ m³

Kolonne lengde: $\frac{V}{A} = 4$ m

To av kolonnene i serie skal være tilstrekkelig. Dvs. at hver kolonne blir 2 m lang. Hver kolonne må skiftes ut etter ca. 100 dager, avhengig av den organiske belastning. Ved annet byggetrinn anlegges en kolonneserie identisk med den i første byggetrinn.

5.12 Vannmagasin, damsystem og utslipp

Etter at vannet forlater aktivt kull systemet, renner vannet ved gravitasjon over i et fordrøyningsmagasin. Her samles dagens vannproduksjon og pumpes videre til hovedmagasinet når driften har gått normalt. Hvis noe unormalt oppstår ved renseanlegget i løpet av dagen, og vannkvaliteten påviselig ikke holder fastsatte normer for resirkulering, kan vannet enten pumpes tilbake til utjevningsmagasinet eller til utslippssystemet hvis vannet holder en slik kvalitet.

Overskuddsvannet, dvs. den vannmengde som ikke resirkuleres, og som tilsvarende den vannmengde som pumpes fra vannforsyningsbrønnen (når vanning ikke pågår), slippes ut i administrasjonssenterets damsystem. Vannet fra dammen bør i størst mulig grad ledes i åpent kanal/bekksystem før det forenes med Solbergbekken som munner ut i Oslofjorden.

5.13 Slamfortykket, slamlager og avvanningsutstyr

Antatt slamproduksjon ved renseanlegget i gjennomsnitt:

	Slammengde
1. Ristavfall, sand og grut fra spaltesil og langsandfang	3,0 m ³ /år
2. Overskuddslam fra langtidslufter	0,1 m ³ /d
3. Spylevann fra denitrifikasjonsfilter	-
4. Slam fra kontaktvalse	-
5. Slam fra kjemisk felling	1,5 m ³ /d
6. Spylevann fra sandfilter	1,0 m ³ /d
7. Spylevann fra aktivt kullfilter	0,2 m ³ /d

Ristavfall bør kjøres til egen deponering på fyllplass. Slam fra langtidslufter, kontaktvalse og kjemisk felling pumpes til renseanleggets fortykkere. Spylevannet fra de tre filtrene ledes til utjevningsmagasinet eller til fortykkerne. Fortykkerne vil også fungere som slamlagre. De er vist i fig. 8. Hensikten med fortykkerne er å redusere slamvolumet ved at den klare vannfasen returneres utjevningsbassenget via overløpene. For å unngå at slammet går i forråtnelse ved lagring og for å forbedre slammets avvanningsegenskaper, tar man sikte på å tilsette kalk til slammet. Dette må vurderes ut fra hvilke prosesser som til enhver tid anvendes ved renseanlegget for å unngå forstyrrelser på grunn av slamvannets høye pH.

Fra fortykkeren pumpes slammet til videre behandling. Slamledningen føres slik at avtapping av slam med slambil er mulig. Når slamproduksjonen blir omfattende, bør slammet avvannes. Man foreslår at avvanning foretas med kammer-filterpresse som er lokalisert nær slamfortykkeren. Fra kammer-filterpresse returneres slamvannet til utjevningsmagasinet, mens slakkaken transporteres ut via container til videre anvendelse.

6. DRIFTSFORHOLD

6.1 Kjemikaliedosering

Ristavfall fra spaltesil

På grunn av at en relativt stor andel av det materiale som oppsamles på spaltesilen vil være av organisk natur som kan bli svært illeluktende, kan det bli nødvendig med kjemikalietilsetning for å dempe lukt. Et alternativ kan være tilsetning av ulesket kalk. Dette kan utføres ved hjelp av en liten spade fra en sekk eller tønne.

Denitrifikasjonsfilter

Det vil etter all sannsynlighet være nødvendig å tilsette et organisk materiale før denitrifikasjonsfilteret for at prosessen skal forløpe normalt. Metanol blir vanligvis anvendt. Nødvendig tilsetning for slutføring av reaksjonene er 1,90 mg/l metanol for hver 1,0 mg/l av nitrat-nitrogen (1). Kjemikaliet doseres som løsning med doseringspumpe og tilsettes avløpsvannet før filteret.

Antatt forbruk av metanol (40 gr/m³ avløpsvann):

ca. 1,5 kg metanol/d = ca. 550 kg metanol/år.

Kjemisk felling

Som flokkuleringskjemikale kan både aluminiumsulfat, jernklorid og kalk være aktuelt. De to første kjemikalier doseres som løsning mens kalken doseres som "slurry". Aluminiumsulfat kan anvendes alene og danner lette fnokker som har lavere synkehastighet enn det som oppnås ved kalkfelling. Av den grunn kan den maksimale hydrauliske kapasitet for aluminiumsulfat som fellingsmiddel blir lavere enn for de øvrige fellingsmidler. Et annet moment som sterkt innvirker på valg av flokkuleringskjemikalie, er slambehandlingen. Man tar sikte på å tilsette kalk til slamfortykkeren for å hindre muligheten for at slammet går i forråtnelse. Aluminiumfelt slam vil etter kort tid bli anaerobt. Kalkstabilisert slamvann både fra fortykker og avvanningsutrustning tilbakeføres til utjevningstanken.

Felling med kalk alene gir de beste slamegenskapene både med hensyn til fnokksynkehastighet og fortykkingssegenskaper. Derimot vil tørrstoffmengdene øke. Imidlertid kan kalktilsetningen til slamfortykkeren sløyfes slik at de totale tørrstoffmengder ikke behøver å bli større enn med de andre fellingsmidler. Kalkfelling vil betinge at pH senkes før vannet sendes inn på sandfilteret for å unngå at kalsiumkarbonat utfelles på sandkornene.

Utrustningen som kreves for de tre fellingskjemikalier, kan kombineres om det planlegges spesielt for dette. Dimensjonene for flokkulerings- og sedimenteringsbassengene baseres på at man anvender aluminiumsulfat som stiller strengest krav til oppholdstider og overflatebelastninger. Endelig valg av fellingskjemikalie kan således avgjøres på et senere tidspunkt. Kostnadsforskjellen mellom de ulike fellingskjemikalier vil sannsynligvis være svært liten på grunn av renseanleggets begrensede størrelse.

<u>Fellingskjemikalie</u>	<u>Dosering</u>	<u>Mengde ved full belastning</u>
Aluminiumsulfat	175 g/m ³	7 kg/døgn
Kalk	400 g/m ³	16 kg/døgn.

Sandfilter

Det kan komme på tale å tilsette en polyelektrolytt til avløpsvannet før sandfiltrering. Dette tilsettes som løsning. Det kan også vurderes hvor vidt dette kan kombineres med det kjemiske fellingstrinn.

Klorkontakt

Klor tilsettes vannet før aktivt kullfilter.

Mengde 2 g/m³ - 80 g/d - 29 kg/år.

Slamfortykker

Slammet i slamfortykkeren tilsettes lesket kalk for å forhindre at slammet går i forråtnelse og for å bedre slammets avvanningsegenskaper.

6.2 Innkjøring og drift av renseanlegg

Oppstartning og innkjøring av et renseanlegg av denne type krever nær oppfølging i den første tiden. Flere av enhetsprosessene må optimaliseres med hensyn på kjemikaliedosering, tid mellom tilbakespyling og kombinasjon av renseprosessene.

For å danne seg et nærmere bilde av nødvendige driftsfunksjoner ved renseanlegget når anlegget er innkjørt, beskrives de funksjoner som er påkrevet ved normal drift:

Driftsfunksjon	Mannetimer pr. dag
1. Tømming av sekk med ristavfall og kontroll av spaltesil	0,2
2. Kontroll av Parshallrenne og Langsandfang. Skifte papir på skriver	0,1
3. Kontroll av nivå, automatikk, pumper og luftere i utjevningmagasin	0,3
4. Kontroll av langtidslufter og periodevis slamavtapping	0,1
5. Kontroll av denitrifikasjonsfilter, metanol tilsetning og kontroll av dosering	0,1
6. Kontroll av kontaktvalse og slamavtapping	0,1
7. Kontroll av kjemisk fellingssteg og justering av kjemikaliedosering samt påfylling av oppløsning	0,3
8. Kontroll av sandfilter og tilbakespyling av filter (automatikk vurderes for tilbakespylingsfunksjon)	0,4
9. Kontroll av klorkontakt, klordosering, aktivt kull kolonne og utskifting av aktivt kull	0,2
10. Kontroll av slamfortykker, kalktilsetning, slamavvanning og transport av slamkake	0,6
11. Pumping av vann fra fordrøyningsmagasin til hovedmagasin	0,1
12. Analyser fra renseanlegget og føring av driftsprotokoll	<u>0,5</u>
	3,0
Vedlikehold og ettersyn av maskiner	0,5
Reparasjoner og uforutsett	<u>0,5</u>
Totalt timer pr. dag:	<u><u>4,0</u></u>

Grunnlaget for ovenstående tabell er usikkert, og opplysningene bør bare betraktes som orienterende. Det synes på grunnlag av dette at normal drift vil kreve en mann i halvdags stilling.

7. SAMMENDRAG

Den foreliggende rapport oppsummerer de tekniske planer for renseanlegget for Fred Olsens kontor- og administrasjonssenter som er under planlegging. På grunn av at prosjektet for tiden har en usikker fremtid er ikke alle detaljer for renseanleggets utforming og bygging slutført, men rapporten gjør det mulig å videreføre arbeidet når dette blir aktuelt.

Renseanlegget plasseres i en fjellhall, 9 m bred og 27 m lang ($A = 243 \text{ m}^2$) eksklusiv adkomsttunnel og vannmagasin. Fjellhallen skal samtidig fungere som tilfluktsrom.

Utløpsvannet resirkuleres til kontorsenteret for spyling av toaletter etc. Drikkevann suppleres fra eget brønnsystem mens overskuddsvannet slippes til Solbergbekken via områdets damsystem.

Renseanleggets dimensjonerende kapasitet ved full utbygging (800 ansatte) er beregnet til $40 \text{ m}^3/\text{d}$. Anlegget er derfor meget lite og kan i størrelse sammenliknes med et større forsøksanlegg.

Anlegget omfatter følgende enhetsprosesser:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Spaltesil | 8. Kjemisk fellingsanlegg |
| 2. Langsandfang | 9. Sandfilter |
| 3. Utjevningmagasin | 10. Klorkontaktbasseng |
| 4. Pumpestasjon | 11. Aktivt kull-filter |
| 5. Langtidslufter | 12. Damssystem |
| 6. Denitrifikasjonsfilter | 13. Solbergbekken |
| 7. Kontaktvalse | 14. Slamfortykker |
| | 15. Kammerfilterpresse. |

Enhetsprosessene 1, 2, 3 og 4 må være i funksjon til enhver tid og dimensjoneres for full belastning. Enhetene 5, 6 og 7 dimensjoneres også for full belastning. Ved renseanleggets oppstartning kan man vurdere om disse enheter bør forbigåes i den første perioden på grunn av lav organisk belastning. Enhetene 8, 9, 10 og 11 ansees som kjernen i renseanlegget og kan, om de kjøres alene, anvende flere alternative fellingskjemikalier.

Damsystemet og Solbergbekken vil under enhver omstendighet være en naturlig etterbehandling for vannet før det når Oslofjorden selv om en må regne med at forurensningskonsentrasjonene i bekken sannsynligvis langt vil overstige konsentrasjonene i utløpsvannet fra renseanlegget.

Slammet foreslås kalkstabilisert og fortykkes i separat slamfortykker. Avvanning i kammerfilterpresse er også foreslått, og slammet kan muligens påregnes disponert i forbindelse med landarealene i området.

Kostnader beregnes separat av Multiconsult A/S i samarbeid med NIVAs saksbehandler for renseanlegget.

REFERANSER

1. Percy, P. St. Amont and Perry L. McCarty
"Treatment of high nitrate waters"
2. R. Culp og G. Culp
"Advanced wastewater Treatment". Van Nostrand
Reinhold Company
3. William A. Sack and Stephen A. Phillips
"Evaluation of the Bio-Disc Treatment Proses
For Summer Camp Application. Environmental Protection
Technology EPA 670/2 - 73 - 022. Aug. 1973
4. L. Vråle
"Råd vedrørende rensing av avløpsvann, Vestby. Under-
søkelse av avløpsvann fra en kontorbedrift". Delrapport
nr. 2. NIVA-rapport 0-94/74