

Instrumentering og styring av kjemiske kloakkrensaneanlegg

Delrapport 1: Undersøkelse
av eksisterende forhold

Forsknings sjef Håkon Buset
Sentralinstitutt for industriell forskning
Sivilingeniør Vidar Nilsgård
Norsk institutt for vannforskning

NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg



HPD-08/76

Blindern, september 1978

Forord

Innen prosjektet "Instrumentering og styring av kjemiske kloakkrenseanlegg" er det tidligere utarbeidet en forprosjektrapport (prosjektrapport nr 2/77) med bl.a. program for videre arbeid. Fase 1 i dette arbeidet er nå delvis fullført i og med denne rapporten om erfaringer med instrumentering og styring av eksisterende kjemiske rensesanlegg. En foreløpig modellanalyse av de prosesser som foregår ved kjemisk felling er også ferdig i konseptform.

Det videre arbeid med prosjektet er blitt forsinket i forhold til de opprinnelige planene på grunn av reduserte bevilgninger til Utvalget i 1978. Vi håper imidlertid at det skal bli mulig å videreføre prosjektet i 1979 noenlunde etter det faglige programmet som forprosjektrapporten har skissert.

Siv.ing. Vidar Nilsgård er nå ansatt hos firmaet siv.ing. Elliot Strømme A/S, Hamar.

Bjarne Paulsrud
NTNFs Utvalg for drift av rensesanlegg

Blindern, september 1978

Innholdsfortegnelse

| | Side: |
|---|-------|
| FORORD | 2 |
| 1. INNLEDNING | 5 |
| 2. ANALYSE AV EKSISTERENDE FORHOLD | 6 |
| 2.1 Driftserfaringer fra noen norske renseanlegg med kjemisk felling | 6 |
| 2.1.1 Hovedtrekk ved styringen av anleggene | 7 |
| 2.1.2 Innløpsarrangement (pumpestasjon) | 9 |
| 2.1.3 Maskinrenset rist | 12 |
| 2.1.4 Sand- og fettfang | 15 |
| 2.1.3 Forsedimentering | 16 |
| 2.1.6 Kjemikaliedosering | 17 |
| 2.1.7 Flokkulering | 21 |
| 2.1.8 Etersedimentering | 22 |
| 2.1.9 Slampumper og ventiler | 22 |
| 2.1.10 Kalkdosering og fortykning | 22 |
| 2.1.11 Polymerdosering og avvaning | 23 |
| 2.1.12 pH-målere | 24 |
| 2.1.13 Vannføringsmålere | 25 |
| 2.2 Besøk hos VA-konsulenter | 29 |
| 2.2.1 Styringsprinsipper | 30 |
| 2.2.2 Nivåmålere | 31 |
| 2.2.3 Vannføringsmålere | 31 |
| 2.2.4 pH-målere | 31 |
| 2.2.5 Elektroniske logikk-elementer | 32 |
| 2.2.6 Datamaskiner | 32 |
| 2.2.7 Typegodkjennelse | 32 |
| 2.2.8 Service | 32 |
| 2.3 Situasjonen på det norske instrumentmarkedet | 33 |
| 2.4 Hovedtrekk ved utviklingen i andre land | 34 |
| 2.4.1 Instrumenter | 34 |
| 2.4.2 Automatisering | 37 |
| 2.4.3 Bruk av datamaskiner | 38 |
| 3. KONKLUSJONER | 39 |
| 3.1 Eksisterende forhold | 39 |
| 3.2 Videre arbeid | 41 |
| 4. REFERANSER | 42 |

Tabeller

| | Side: |
|---|-------|
| Tabell 1. Oversikt over kloakkrenseanlegg som var med i undersøkelsen | 6 |
| 2. Problemer vedrørende pumpestasjon | 11 |
| 3. Problemer vedrørende maskinrenset rist | 15 |
| 4. Problemer vedrørende kjemikaliedoseringen | 21 |
| 5. Problemer vedrørende pH-målere | 25 |
| 6. Problemer vedrørende vannføringsmålere | 28 |

Figurer

| | |
|--|----|
| Figur 1. Eksempel på flyteskjema for et mekanisk-kjemisk kloakkrenseanlegg | 9 |
| " 2. Styling av en konvensjonell pumpestasjon | 10 |
| " 3. Styling av maskinrenset rist | 12 |
| " 4. Luftet sandfang med traversvogn | 16 |
| " 5. Forsedimenteringsbasseng med kjedeskrape | 17 |
| " 6. Eksempel på instrumentering og styling av kjemikaliedoseringen | 18 |
| " 7. Flokkuleringsbasseng med grindomrører og luftspyling | 21 |
| " 8. Kalkdosering og fortykning | 23 |
| " 9. Polymerdosering og avvanning | 23 |
| " 10. Driftserfaringer med ulike måleinstrumenter ved 50 amerikanske renseanlegg (2) | 36 |
| " 11. Sammendrag av driftserfaringer med ulike individuelle reguleringsløyper ved 50 amerikanske renseanlegg | 37 |

1. Innledning

NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg ga i 1976 Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Sentralinstitutt for industriell forskning (SI) i oppdrag å utrede behovet for instrumentering og styring av kloakkrenseanlegg. Hensikten med prosjektet er å bidra til at de muligheter som i dag finnes på dette området kan bli optimalt utnyttet ved norske renseanlegg for å øke driftsstabiliteten og senke driftskostnadene. Det ble først gjort et forprosjekt (prosjektrapport nr 2/77 fra NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg) som skisserte et forskningsprogram i 4 faser, og dette ble startet i begynnelsen av 1977 med fase 1: "Innledende arbeid - detaljplanlegging".

Mesteparten av arbeidet i fase 1 har bestått i å analysere eksisterende forhold ved hjelp av informasjoner innsamlet under en befaring til 12 renseanlegg i Østlandsområdet, samtaler med norske VA-konsulenter, informasjon fra norske instrumentleverandører, fra utenlandske fagfolk og fra litteraturstudier.

Videre er det utført en foreløpig modellanalyse som har bestått i å studere avløpsvannets mengde og sammensetning, kjemisk felling med metallsalt, og kjemisk felling med kalk. I tillegg har en vurdert alternative styringsopplegg for dosering av kjemikalier, dvs. hvilke målinger som bør inngå ved styringen.

Denne rapporten gir resultatene fra analysen av eksisterende forhold. Det skal bemerkes at analysen i det alt vesentlige er refererende, med andre ord at rapporten forsøker å fremstille situasjonen slik den fortøner seg for de praktiske utøvere.

2. Analyse av eksisterende forhold

2.1 Driftserfaringer fra noen norske renseanlegg med kjemisk felling

For å få fram noe erfaringsmateriale vedrørende instrumentering og styring av kjemiske kloakkrenseanlegg ble det sommeren 1977 foretatt en befaring til i alt 12 anlegg i Østlandsområdet (se tabell 1).

Tabell 1. Oversikt over kloakkrenseanlegg som var med i undersøkelsen

| Renseanlegg | Anleggets eier | Anleggstype | Dimensjonerende antall pe | Igangsettingsår |
|-------------|---|----------------------------|---------------------------|-----------------|
| Harestua | Lunner kommune | Sekundærfelling | 2 500 | 1974 |
| Brandbu | Gran kommune | Etterfelling | 7 000 | 1974 |
| Hov | Søndre Land kommune | Sekundærfelling | 3 000 | 1976 |
| Rambekk | Gjøvik kommune | Sekundærfelling | 25 000 | 1975 |
| Brumunddal | Ringsaker kommune | Etterfelling | 8 000 | 1975 |
| Moelv | Ringsaker kommune | Sekundærfelling | 5 000 | 1975 |
| Sjusjøen | Sjusjøen kloakk- og renseanlegg A/L | Sekundærfelling | 1 000 | 1975 |
| Rena | Åmot kommune | Sekundærfelling | 4 400 | 1976 |
| HIAS | A/L Hedemarken Interkommunale avløpssamband | Primærfelling ^x | 75 000 | 1977 |
| Nannestad | Nannestad kommune | Sekundærfelling | 2 500 | 1974 |
| Jessheim | Ullensaker kommune | Sekundærfelling | 10 000 | 1974 |
| RA-2 | Lørenskog, Rælingen og Skedsmo sentralrenseanlegg A/S | Primærfelling | 80 000 | 1972 |

x Anlegget er i 1978 utvidet til sekundærfelling og vil i 1979 stå ferdig som etterfellingsanlegg.

Til bruk under befaringen var det utarbeidet to registreringsskjemaer og en del standard-skisser. De innsamlede opplysninger foreligger i sin helhet som håndskrevne notater på disse formularer og skisser, og tenkes videre brukt bare som referansemateriale, bl.a. i det videre arbeid med prosjektet.

De opplysninger som antas å være av interesse for et bredere forum, er gjengitt i denne rapporten. Det er imidlertid vanskelig å dekke alle detaljer, men under befaringene var vi spesielt bedt om at alt som har medført driftsproblemer, skulle bli nevnt. Det er å håpe at de viktigste problemområdene dermed er brakt fram i dagen og kan bli tatt hensyn til i det videre prosjektarbeid.

2.1.1 Hovedtrekk ved styring av anleggene

Hensikten med dette avsnittet er å orientere om hvordan de undersøkte anleggene styres i dag og å gi en kort karakteristikk av renseanleggene, sett fra et reguleringsteknisk synspunkt. Situasjonen i de fleste tilfeller er at mengde og sammensetning av innkommende vann ligger utenfor renseanleggets kontroll. Bare i unntakstilfeller finnes magasineringsmuligheter. Blir vannmengden for stor, må derfor noe av vannet gå i overløp. Enkelte renseanlegg har større kapasitet på den mekaniske delen enn på de etterfølgende enheter. I de tilfeller kan begrensningen av vannmengdene skje på to steder: først ved innløpet, dernest etter den mekaniske del.

En del av operasjonene i et renseanlegg foregår periodisk. Dette gjelder f.eks. rensing av rist, transport av ristgods, slampumping og slambehandling. Enkelte av disse periodiske funksjoner må foregå i en bestemt rekkefølge. Dette kalles gjerne "sekvensstyring". Enkelte av operasjonene er av en slik natur at en del vilkår må være oppfylt samtidig for at prosessen skal foregå effektivt og uten at noe ødelegges. Før f.eks. slampumpen startes, må noen ventiler stå i riktig stilling, og nivået i fortykkeren må ikke være for høyt. Dette betegnes gjerne "forrigling". Av inngrepsmuligheter ved kjemiske renseanlegg er kjemikalidoseringsen den viktigste. Videre kan hastigheten av røreverk i flokkuleringskamre samt tiden for de periodiske funksjonene, endres.

Ved de besøkte anleggene fant vi følgende forhold vedrørende doseringen av fellingsmiddel:

- Det doseres bare ett fellingsmiddel (aluminiumsulfat).
- Alle besøkte anlegg var planlagt med automatisk dosering av fellingsmidlet, enten på basis av både vannføring og pH, eller bare på basis av vannføring. Fordelingen var følgende:

| | |
|------------------|-----------|
| Vannføring og pH | 10 anlegg |
| Vannføring | 2 anlegg |

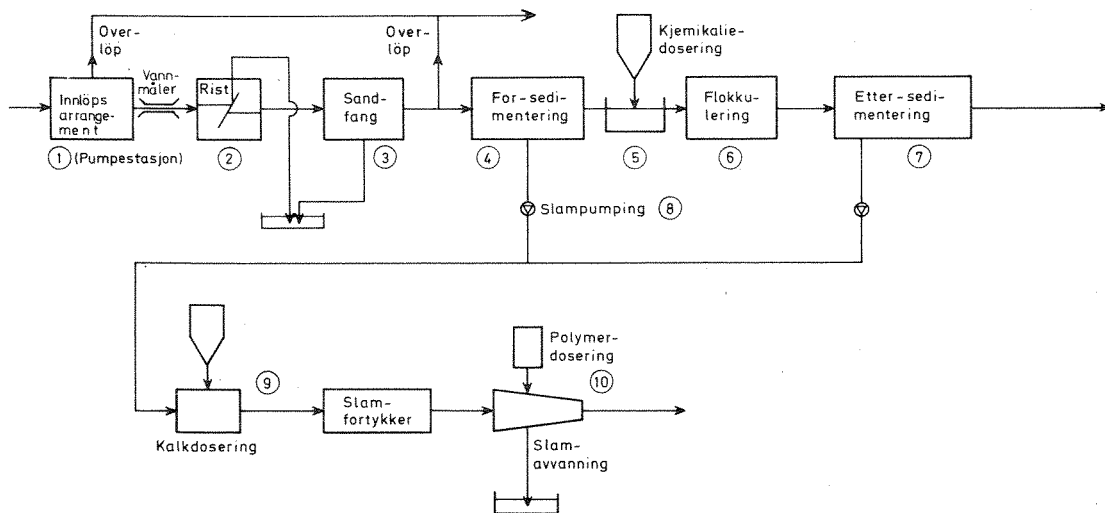
I praksis foregår doseringen på følgende måter:

| | |
|------------------|----------|
| Vannføring og pH | 3 anlegg |
| Vannføring | 7 anlegg |
| Manuelt | 2 anlegg |

For øvrig ble det opplyst at i alt 7 av 12 anlegg går ubetjent fra fredag til mandag.

Et mekanisk-kjemisk renseanlegg kan deles opp i en rekke prosesstrinn. Til bruk ved forklaring av instrumenteringen er det her valgt en oppdeling i 10 trinn (kfr. figur 1). Det bør noteres at denne oppdelingen er gjort på basis av de prosesstrinn som har inngått på de undersøkte anleggene. Det er således ikke noen anbefalt rekke av prosesstrinn.

- Innløpsarrangement (pumpe-stasjon)
- Rist
- Sandfang
- Forsedimentering
- Kjemikaliedosering
- Flokkulering
- Ettersedimentering
- Slampumping
- Kalkdosering og fortykning
- Polymerdosering og slamavvanning



Figur 1. Eksempel på flyteskjema for et mekanisk-kjemisk kloakkrenseanlegg.

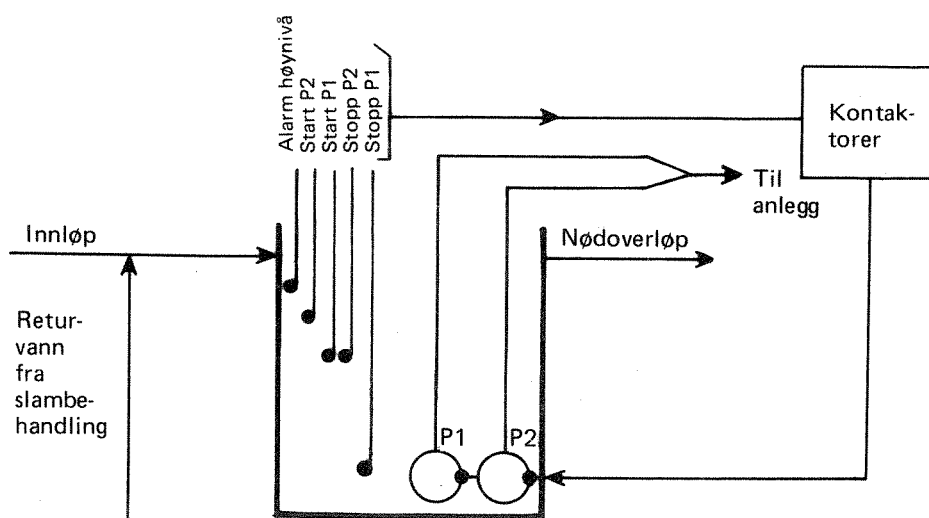
Disse blir kort gjennomgått i de etterfølgende kapitler. Dersom det knytter seg særlige problemer til vedkommende prosesstrinn eller til noen av komponentene, blir det også forklart nærmere hva erfaringene er på dette punkt på de enkelte anlegg. I tillegg til de ovennevnte prosesstrinn har vi funnet det hensiktsmessig å omtale to av de viktigste måleproblemene under egne avsnitt, nemlig:

- Måling av vannføring
- Måling av pH

2.1.2 Innløpsarrangement (pumpe-stasjon)

Innløpsarrangementet ved et renseanlegg må utformes på en slik måte at tilrenningen tas unna, men samtidig på gunstigst mulig måte for anleggets funksjon. Bare ved to av de besøkte anleggene hadde man nevneverdig magasineringsskapasitet foran anlegget, nemlig på RA-2 og HIAS. Det vanlige er at man ikke har kapasitet som betyr noe for døgn- eller nedbørsvariasjoner.

Ved ett av anleggene (Rena) hadde man anordnet en utjevningsskum som har kapasitet til å redusere pumpestøt. I praksis har dette hittil ikke svart helt til forventningene, men visse utbedringer planlegges. I det store og hele innskrenker innløpsarrangementet seg til styring av eventuell pumpe-stasjon (se figur 2).



Figur 2. Styring av en konvensjonell pumpestasjon.

Det er vanlig at pumpeumpen er utstyrt med nivåvipper (to vipper pr. pumpe pluss en vippe for alarm ved høynivå). I stedet for vipper brukes også membran trykkmålere eller boblerør. Dette er instrumenter som måler nivået kontinuerlig. De utnyttes i dette tilfelle bare til av-på-styring. Det vanlige er altså at pumpene går for full kapasitet eller står stille. Dette fører til de såkalte "pumpestøt" som prinsipielt er uønskede for de etterfølgende renseprosesser.

Med hensyn til utstyr kan følgende bemerkes:

Vipper. Det vanligste nivå-måleutstyr for styring av innløpspumper er altså vipper. Av slike ble det registrert i alt tre fabrikata, som alle synes å virke tilfredsstillende. På ett anlegg hvor vipper med plastledning var brukt, ble det anmerket at ledningene ble stive i kaldt vann, slik at brekkasje av ledningen like over selve vippen kunne forekomme. På samme

anlegg ble det sagt at "kvikksølvet i vippen deler seg", noe som arter seg som usikker kontaktgivning. Anlegget hadde i alt 21 vipper i drift, og av disse var det av ovennevnte grunner skiftet ut 8 stk. i løpet av tre år. I det store og hele synes imidlertid vipper å være pålitelige signal-organer for styring av pumper i kloakkpumpestasjoner. De må imidlertid spyles rene et par ganger i uken. Mottakskummer for septikslam er vanskeligere, men vippene var også her i bruk. Det ble klaget over at vippene tvinnet seg der det var mange vipper i samme basseng.

Membran nivåmålere. Membran nivåmålere var installert på i alt tre anlegg. I ett anlegg hadde man rensert potten én gang på 1½ år (Brumunddal) og var vel fornøyd med funksjonen. I et annet anlegg var man noe plaget av grus (Moelv), slik at potten måtte spyles "av og til". Bortsett fra dette var funksjonen tilfredsstillende. Det tredje anlegget var under innkjøring (HIAS).

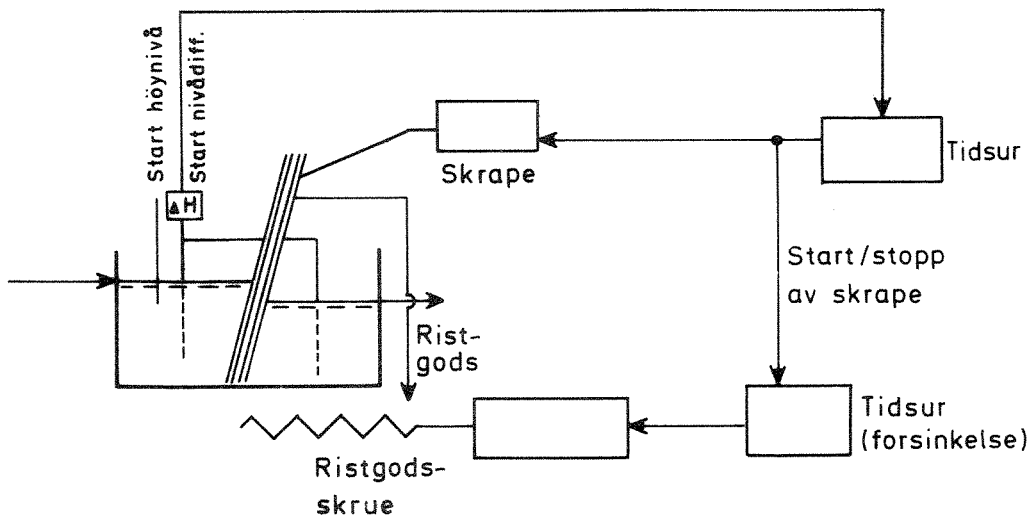
Flottør nivåmåler. Flottør ble brukt på ett anlegg (RA-2), og man var her fornøyd med måleren. Flottør og målebrønn må holdes rene.

Tabell 2. Problemer vedrørende pumpestasjon

| Komponent | Finnes på antall anlegg | Problemer | | | Merknader |
|--------------------|-------------------------|-----------|---------|-----------------|---|
| | | Alvorlig | Moderat | Ubetydelig | |
| Vippe | 8 | | | 8 | Må holdes rene (Vipper kan tvinne seg, og ledningen kan brette like over vippen). |
| Membran trykkmåler | 3 | | | 2 ^{x)} | x) Det tredje anlegget var under innkjøring. |
| Flottør | 1 | | 1 | | Må holdes ren til stadighet. |

2.1.3 Maskinrenset rist

Formålet med risten er avskilling av store partikler fra avløpsvannet. Risten (dvs. skrapen) startes og stoppes av et tidsur, eventuelt programverk, se figur 3.



Figur 3. Styling av maskinrenset rist.

Det materialet risten oppfanger, faller ofte ned på en transportskure ("ristgodsskruen"). Denne mottar ofte også sandslam. Ristgods-skruen starter derfor synkront med risten, eventuelt sandslam-skruen, men ved hjelp av et tidsur eller liknende fortsetter den å gå en stund etter at disse er stoppet, slik at alt når fram til containeren. Gangtid og pausetid er innstilt etter erfaring. For det tilfelle at avløpsvannet inneholder unormalt mye grov-materiale, blir risten startet også dersom nivået foran risten eller nivååifferansen mellom oppstrøms og nedstrøms risten blir stor. For å registrere en slik situasjon, brukes ofte boblerør. Samme element eller eventuelt en vippe kan brukes til å gi alarm ved höynivå.

Ved de besøkte anleggenc har vi funnet følgende varianter for styling av rist:

| | |
|------------|-----------------------------------|
| Tid + nivå | Sjusjøen Nannestad Harestua |
|------------|-----------------------------------|

| | |
|----------------------|--|
| Tid + nivådifferanse | Rena HIAS Brandbu Rambekk Brumunddal Moelv Hov RA-2 Jessheim |
|----------------------|--|

Etter en innkjøringsperiode har man imidlertid etablert følgende former for praksis for styring av ristene:

| | |
|---------------------------|--|
| Tid + nivå/nivådifferanse | Harestua Nannestad Rambekk Brandbu Rena Hov |
|---------------------------|--|

| | |
|-----|--|
| Tid | HIAS Jessheim Brumunddal RA-2 |
|-----|--|

| | |
|---------------------|-------------------|
| Nivå/Nivådifferanse | Sjusjøen Moelv |
|---------------------|-------------------|

Årsaken til at nivå/nivådifferanse er sløyfet, er dels problemer med tilsmussing av boblerør eller trykkbryter, dels at denne ekstrafunksjonen ikke synes helt nødvendig.

Årsaken til at tidsur er sløyfet i ett tilfelle, er kluss med timeren, for øvrig at dette gir minimum gangfrekvens og dermed mindre slitasje. To funksjoner anses heller ikke i dette tilfelle for helt nødvendig.

Det hersker stort sett enighet om at inntak av septikslam gjennom maskinrenset rist krever manuell betjening, og at automatisering her er hensiktsløs. Ved inntak av vanlig kloakk har vi funnet eksempler på at både nivåstyring, tidsstyring og en kombinasjon av disse anses brukbare.

Vi har ikke funnet noen som har hevdet at en nivå-differanse-måling over risten er nødvendig fremfor bare en nivå-måling foran, selv om dette gir større uavhengighet av vannføringen. Slitasjemessig synes en styring fra nivå eller nivå-differanse å ha fordeler fremfor tidsstyring.

Med hensyn til de enkelte komponenter kan anføres følgende:

Boblerør. Boblerør kan både brukes til nivå-måling og nivå-differanse-måling. Utstyret består av selve boblerøret, en anordning for konstant lufttilførsel (ofte fra en liten akvariepumpe) og en trykkmåler. Trykkmåleren er i de fleste tilfeller bare en trykk-bryter. Bortsett fra et par tilfeller med utskifting av akvariepumpen, ett tilfelle av feil røropplegg og ett tilfelle av brente kontakter i trykk-bryteren, er alle problemer ved boblerørsystemer knyttet til selve de rørene som stikker ned i vannet. Disse blir tilsmusset etter en tid. Ved septikmottak er tilsmussingen både av boblerør og rist så rask at kontinuerlig manuell betjening er nødvendig. Boblerør er her verken nødvendige eller brukbare av denne grunn. Om dette hersker det enighet. Ved kloakkrenseanlegg har vi eksempler på at rensing av boblerør ble ansett nødvendig så ofte som en gang pr. dag og så sjelden som "hver uke". En del har kuttet ut boblerørene, og dette skyldes antakelig dels at man blir lei av å rense dem, men også at man finner dem unødvendige dersom den faste tidsrytmen er tilstrekkelig rask.

Alt i alt er det vårt inntrykk at bruk av boblerør ved risten er en diskutabel praksis.

Trykkbrytere. Trykkbrytere er mekaniske brytere som direkte påvirkes av et membran ved forandring av væsketrykket ("membranstav"). Slike brytere er registrert på tre anlegg (Harestua, Nannestad, Sjusjøen), og på ingen av stedene ble det notert spesielle problemer. På ett av stedene brukes trykkbryteren alene til styring av risten.

Vipper. På ett anlegg (Hov) ble det brukt 3 vipper for styring av risten: to vipper for å registrere nivå-differansen, og en for alarm ved høyt nivå. Foreløpig har dette virket bra.

Vedrørende styring av maskinrenset rist kan følgende konklusjoner trekkes:

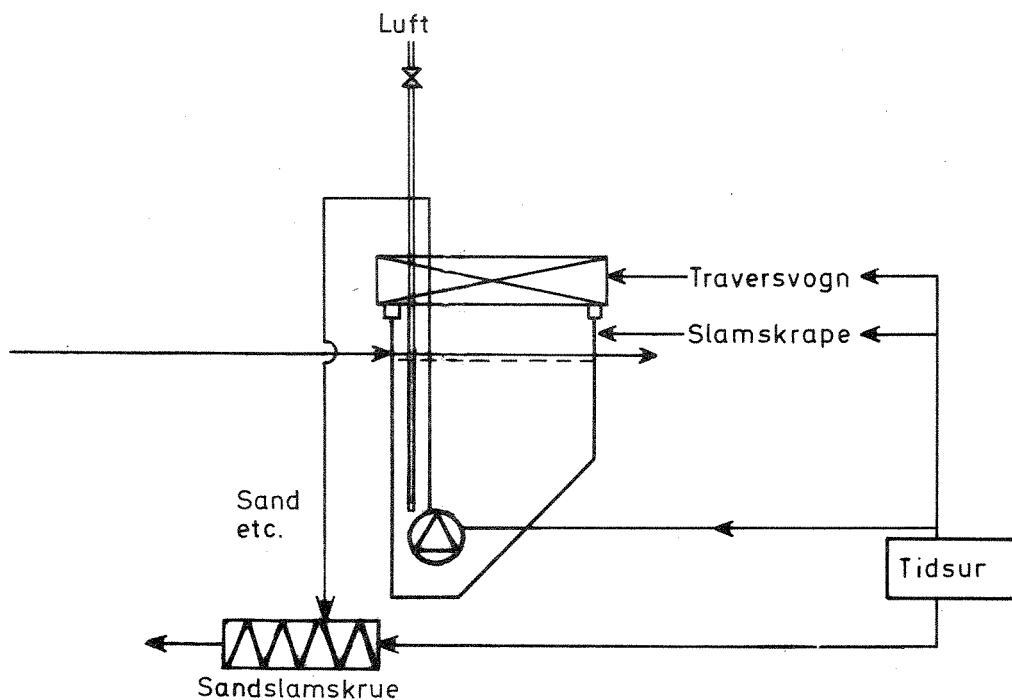
- En bør vurdere nærmere om det er nødvendig med mer enn én kontroll-funksjon ved styring av rist.
- Det synes uviktig om man bruker nivådifferanse eller bare nivå.
- Det synes for tiden hensiktsløst å styre ristfunksjonen automatisk ved mottak av septikslam.
- Det synes som om enkle nivåbrytere gir mindre betjeningsproblemer enn boblerør. For øvrig synes verken bruk av boblerør eller trykkbryter å by på betjeningsproblemer som kan anses uakseptable. Det ene tilfelle av brente kontakter i et boblerørsystem kan muligens skyldes bølger i rennen eller bassenget, og kan i så fall avhjelpes ved en pneumatisk dempning i de rørene som fører til trykkbryteren.

Tabell 3. Problemer vedrørende maskinrenset rist

| Komponent | Finnes på antall anlegg | Problemer | | | Merknader |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------|---------|------------|---|
| | | Alvorlig | Moderat | Ubetydelig | |
| Membran nivåbryter | 3 | | | 3 | Skylles av og til Tilsmussing av boblerør. Skylles hver dag eller et par ganger i uken |
| Boblerør, kompressor, trykkbryter | 8 | | 8 | 8 | |
| | | | | 8 | |
| Vippe | 1 | | | 1 | Skylles av og til |

2.1.4 Sand- og fettfang

Sandfang og fettfang er gjerne kombinert i samme enhet. Formålet med sandfanget er å skille ut sand, kaffegrut og liknende materiale slik at dette ikke belastar senere prosesstrinn. I fettfanget utskilles fett og andre flytestoffer. Sandfanget er ofte på litt større anlegg et basseng med en traversvogn hvor det er påmontert virvelhjuls-pumper for sand samt flyteslamskrape (se figur 4).



Figur 4. Luftet sandfang med traversvogn.

Alternativt finnes det skraper som samler sanden til en lomme hvorfra det siden pumpes. Vogn, pumpe og skrape opereres periodisk ved hjelp av tidsur. Vognen sikres også ved endebrytere som gir impuls når vognen er i ytterstillinger.

Tapping av flyteslam initieres gjerne manuelt et par ganger pr. døgn.

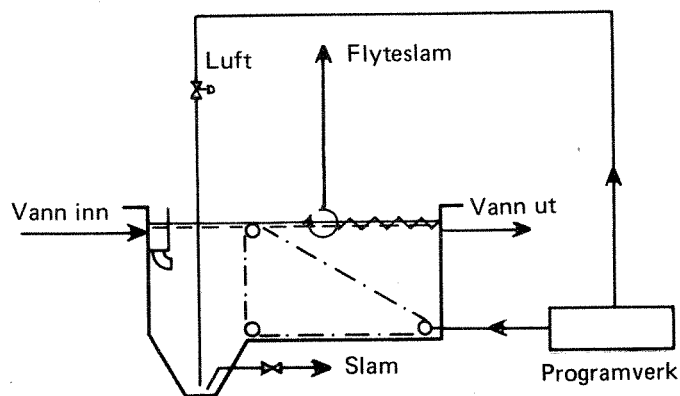
2.1.5 Forsedimentering

Forsedimenteringen har til hensikt å fjerne sedimenterbart materiale før avløpsvannet ledes inn til de etterfølgende behandlingstrinn.

Forsedimenteringen kan omfatte følgende komponenter som skal styres:

- Slamskrape. Går periodisk, styrt f.eks. av programverk.
- Luftspyling i slamlommer. Periodisk, og styrt av samme programverk som slamskrapen.

- Anordning for fjerning av flyteslam. Manuell styring.
- Slampumper, kfr. avsnitt om slampumping (pkt. 2.1.9).



Figur 5. Forsedimenteringsbasseng med kjedeskrape.

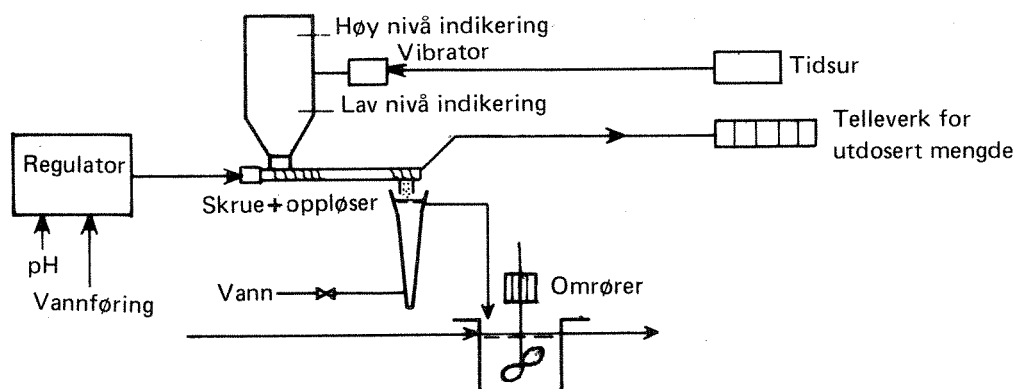
2.1.6 Kjemikaliedosering

Tilsetning av kjemikalier til avløpsvannet gir en utfelling av fosfor og fint, partikulært (kolloidalt) materiale i avløpsvannet. Den etterfølgende flokkulering og avskilling er svært avhengig av en riktig kjemikalidosering.

Det finnes mange typer doseringsanordninger, men på de besøkte anleggene, som alle brukte aluminiumsulfat som fellingsmiddel, ble det for det meste brukt en skrue med variabel hastighet. Selve doseringen styres via en regulator fra vannføringsmåler og eventuelt pH-måler, se figur 6. Regulatoren styrer hastigheten på doseringsskruen. Dosert mengde antas å være proporsjonal med antall omdreininger på skruen.

I dette prosesstrinnet inngår også bi-funksjoner:

- Indikator for høyt og lavt nivå i siloen.
- Eventuell vibrator for å hindre brodannelse i siloen. Denne styres av tidsur.
- Vann til oppløsning av aluminiumsulfat og luft til innblanding av kjemikalier i avløpsvannet. Dette styres manuelt.



Figur 6. Eksempel på instrumentering og styring av kjemikaliedoseringen.

Av de 12 besøkte anleggene var det bare to (Rena og Sjusjøen) som ikke var planlagt med automatisk dosering av fellingskjemikalier, proporsjonalt med vannføringen, og med såkalt "overstyring" fra en pH-måler. Anleggene kan imidlertid ved hjelp av en vender kjøres helt manuelt, eller styres automatisk proporsjonalt med vannføringen og manuell innstilling av mengde kjemikalier pr. m³ avløpsvann. Enkelte anlegg har også tidsur som gjør det mulig å innstille faste verdier for dag- og nattdosering.

Det viser seg at bare 3 av de 10 anleggene som var beregnet på automatisk styring fra vannføring og pH, i praksis kjører på denne måten (Harestua, Nannestad og Moelv). Sjusjøen og Rena kjører som planlagt etter vannføring med manuell innstilling av mengde kjemikalier pr. m³ vann. Av de resterende 7 er det to anlegg (Rambekk og Jessheim) som doserer manuelt. Apparaturproblemer synes å være den viktigste årsak til dette. De siste (Brandbu, Hov Brumunddal, HIAS og RA-2) doserer etter vannføring og med manuell faktorinnstilling. Årsaken til dette er dels problemer med de faste pH-målerne, dels at man ikke er sikker på at direkte overstyring etter pH er gunstig.

Tendensen er tydeligvis at anleggene planlegges med dosering av fellingskjemikalier etter vannføring og pH. Dosering av to kjemikalier, ett for felling og ett for pH-justering, er ikke inne i bildet selv for de anleggene

som er relativt store. I praksis har man altså visse apparatproblemer, som dog med dagens teknikk bør være løsbare. Men det gjør seg også tydelig gjeldende i enkelte anlegg en tvil om pH virkelig er gunstig å bruke direkte som styringsparameter. Endelig kan nevnes at man tydeligvis ikke har klarlagt spørsmålet om dosering av ett eller to kjemikalier, i den forstand at man vet hvor lønnsomhetsgrensen ligger.

Utstyrsmessig foregår kjemikaliedoseringen ved hjelp av følgende enheter:

- Doseringsskrue eller -pumpe
- Servoforsterker eller impulsgiver
- Regulator
- Måleinstrumenter: vannføringsmåler, pH-måler
- Manuelle innstillingsorganer.

Vedrørende disse utstyrsenheterne er følgende å bemerke:

Måleinstrumenter. Vannføringsmålere og pH-metre er omtalt under egne kapitler (2.1.12 og 2.1.13). Fire av 10 anlegg har problemer med pH-målerne, og ett anlegg har problemer med vannføringsmåleren.

Doseringsskrue/-pumpe. Den vanligste metoden for kjemikalietilsetting er tørrdosering. En doseringsskrue med variabelt turtall leder det granulære Al-sulfatet ned i et lite blandekar der en konstant vannstrøm løser opp granulatet og fører det videre inn i prosessen. Stort sett fungerer disse anordningene bra. Det ble fortalt om ett tilfelle da kjemikalieklumper hadde ødelagt skruen. I ett tilfelle (Sjusjøen) ble kjemikaliene satsvis utblandet i vann, og dosert ved en membranpumpe med manuelt innstillbart slagvolum, og med en slagfrekvens styrt av vannmåleren. Her forekom det at membranet i pumpen måtte skiftes, og leveringstider på 3-4 uker hadde forekommet.

Servoforsterker. Doseringsskruen drives gjerne av en likestrømsmotor med variabelt turtall. Denne mates fra en servoforsterker med tyristor-utgang. Servoforsterkeren får sitt inngangs-signal fra en regulator. Doseringsanordningen er som man ser, sammensatt av mange sammenvirkende deler. Dersom det hele ikke virker som det skal, er det ofte en jobb utenfor driftsoperatørens erfaringsområde å bedømme hvilken del

som fusker. Det er gjerne flere leverandører involvert, og det kan lett forekomme at leverandøren av pH-meteret blir kontaktet i stedet for leverandøren av servoforsterkeren.

De anvendte servoforsterkere kan ikke uten videre antas feilfrie. I alt tre anlegg oppviser doseringsproblemer som helt eller delvis kan skyldes servoforsterkerne, men dette har det foreløpig ikke vært anledning til å gå inn på.

Regulatorer. Alle de besøkte renseanleggene hadde elektroniske regulatorer. Disse er bygget opp av elektroniske kretser og innstillbar forsterkning og innstillbare tidskonstanter. De får gjerne sine inngangs-signaler i området 0-20 mA fra vannføringsmåleren og pH-måleren. Utgangs-signalet ligger gjerne i samme område, 0-20 mA. Ved innstilling "automatisk" går signalet fra vannføringsmåleren til en forsterker med forsterkningsfaktor som er styrt elektrisk. Forsterkningsfaktoren styres av signalet fra pH-måleren, men denne styringen skjer gjerne i et langsomt tempo, slik at virkningen av den endrede doseringen skal få tid til å vise seg på pH-måleren ("Intergral-regulering"). Om regulatorene er å si at de synes å fungere pålitelig.

Som en oppsummering kan vi si at:

- det knytter seg flere problemer til kjemikalidoseringen. Med henblikk på flest mulig praktiske resultater av dette prosjektet, vil det være nyttig å undersøke de foran nevnte problemer nærmere, slik at en i det minste kan bli klar over problemenes virkelige natur. Hvis de viser seg å være alvorlige, vil det være naturlig å ta opp disse forholdene i prosjektet.
- det er behov for å studere nærmere målinger eller kombinasjon av målinger som er mest hensiktsmessige som styringsparametre for doseringen.
- det vil være av alminnelig nytte å analysere nærmere hvor store anleggene må være før det kan svare seg å dosere to kjemikalier.

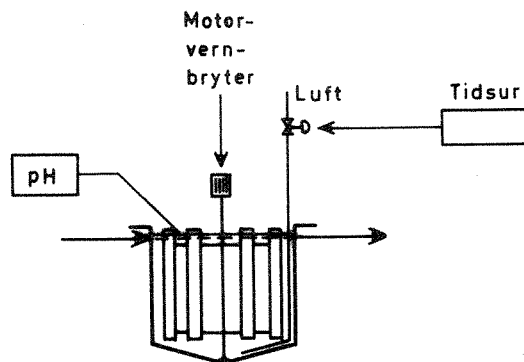
- det forekommer et betydelig antall apparatfeil, men disse problemene antas løsbare innenfor rimelighetens grenser (muligens med unntak av pH-målerne).

Tabell 4. Problemer vedrørende kjemikaliedoseringen.

| Komponent | Finnes på antall anlegg | Problemer | | | Merknader |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------------|------------------|---|
| | | Alvorlig | Moderat | Ubetydelig | |
| Doseringskrue | 11 | | | 11 ^{x)} | x) I ett tilfelle var doseringskruen brutt sammen øga. klumper i kjemikaliene |
| Doseringspumpe | 1 | | | 1 | Klage over leveringstid for reservedeler |
| Servoforsterker | 12 | | 3 ^{x)} | 9 | x) Med forbehold. Årsaken til problemene er ikke nærmere undersøkt |
| Regulator | 12 | | | 12 | |
| Betjeningsorgan | 12 | | | 12 | |
| Vannførings- og pH-måler | | | | | Se kapittel 2.1.12 og 2.1.13 |

2.1.7 Flokkulering

Flokkuleringstrinnet skal skape hastighetsgradienter i vannet slik at man får et gunstig miljø for dannelse av slamfnokker med gode avskillelseegenskaper. Dette kan skje ved hjelp av langsomtgående røreverk plassert i 2 - 4 seriekoplete bassenger. For å hindre akkumulering av slam, blåses det i en del anlegg periodevis inn luft. Lufttilførselen styres av et tidsur (se figur 7).



Figur 7. Flokkuleringsbasseng med grindomrører og luftspyling.

2.1.8 Ettersedimentering

Ettersedimenteringen har til hensikt å avskille fnokkene som bygges opp i flokkuleringsbassenget. Dette skjer ved gravitasjon. Slamskrape og luft-spyling styres av programverk, eller tilsvarende anordning (se kapittel 2.1.5, forsedimentering og figur 5, side 17). Slam pumpes periodisk, kfr. kapittel 2.1.9 om slampumper og ventiler.

2.1.9 Slampumper og ventiler

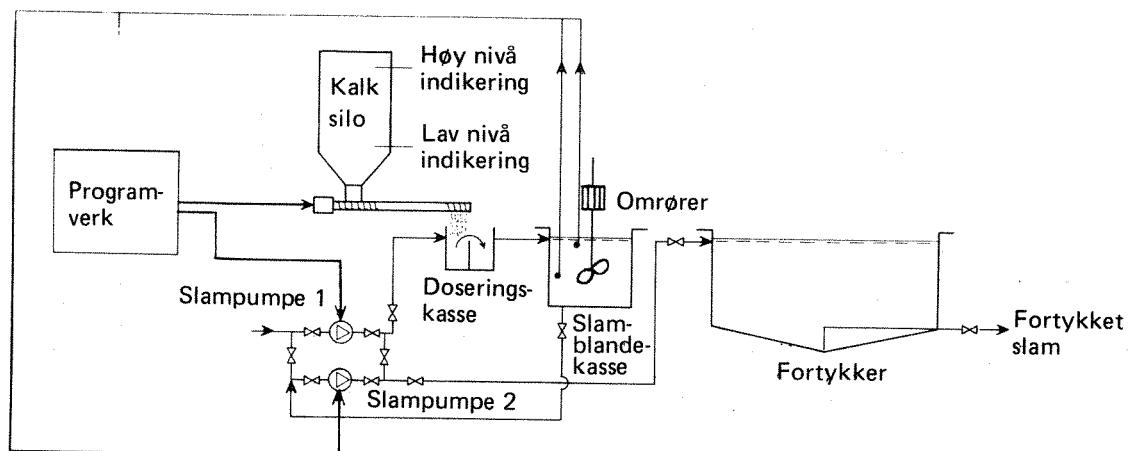
Slam synker til bunns i sedimenteringsbassengene og transporteres derfra periodisk med slampumper gjennom et system av rør og fjernstyrte ventiler til de forskjellige slambehandlingsenhetene. Pumpeperiodene bestemmes erfaringsmessig slik at slammets blir mest mulig konsentrert, men samtidig slik at man unngår slamakkumulering. Når pumpene startes, må ventilene stå i riktige posisjoner. Samtidig må nivået i mottakende enheter ikke være for høyt.

Slampumpingen styres gjerne av et programverk, som på gitte tidspunkt setter ventilene i riktige posisjoner. At innstillingen er riktig, varsles av posisjonsbrytere ("kvitteringsbrytere"), og når alle betingelser er oppfylt, startes pumpingen.

Instrumenter for bestemmelse av slamnivå var ikke brukt på noen av de besøkte anleggene.

3.1.10 Kalkdosering og fortykning

Hensikten med kalkdoseringen er først og fremst å redusere luktulempene fra slambehandlingen i anleggene og samtidig bedre slammets hygieniske egenskaper. Slampumpingen foregår periodisk, og kalkdoseringen starter som oftest samtidig med slampumpen. Etter at kalken er tilsatt, pumpes slammets videre til fortykker, og denne pumpen styres av nivåvipper i slamblandekammeret, se figur 8. Fortykningen skjer ved sedimentering under sakte omrøring. Røreverket kan ha momentsikring for å hindre mekanisk skade.

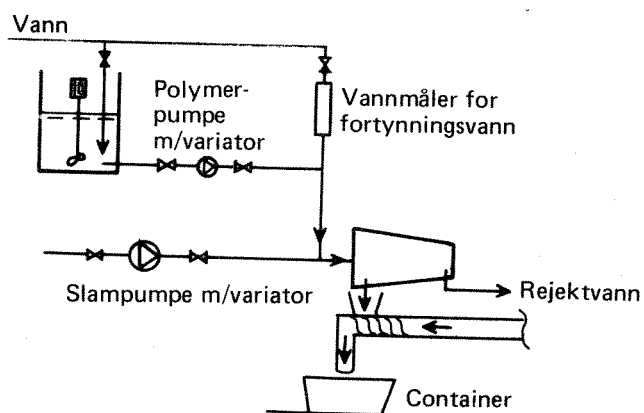


Figur 8. Kalkdosering og fortykking.

2.1.11 Polymerdosering og avvanning

Hensikten med å tilsette polymerer er å bedre slammets avvanningsegenskaper. På de anleggene som ble besøkt, foregår avvanningen periodisk og med manuell styring, se figur 9. Polymerblanding av passe konsentrasjon fremstilles satsvis på forhånd. Under avvanningen pumpes slam og polymer i konstant forhold inn på avvanningsmaskinen.

I den senere tid har det vært en betydelig interesse for automatisering av dette prosesstrinnet, bl.a. for å kunne minske polymerforbruket.



Figur 9. Polymerdosering og avvanning.

2.1.12 pH-målere

pH-målerne består av to hovedenheter:

- Elektrodesystemet
- Forsterkeren

Med hensyn til selve elektrodesystemet er det både i bruk elektroder som senkes direkte i bassenget, og elektroder som er plassert i et eget lite målekammer hvor en delstrøm av avløpsvannet passerer gjennom.

På 10 av de 12 besøkte anleggene var det opprinnelig installert pH-metre beregnet på overstyring av kjemikaliedoseringen. De to anleggene som manglet pH-meter, var Sjusjøen og Rena. På ett anlegg (RA-2) hadde man hatt langvarig kluss med pH-måleren som er tatt ut for godt og ikke erstattet. Også på tre andre anlegg hadde man hatt kluss i lengre tid.

I alt tre av de fire tilfeller er knyttet til et bestemt fabrikat, men om dette er noe mer enn en tilfeldighet, kan ikke sies på det nåværende tidspunkt. Det er også uklart hva problemene skyldes. På de resterende 6 anleggene har resultatene vært gode. Man har en bra kontroll på de fast installerte pH-metrene ved at man kontrollerer dem med transportable pH-metre. Overensstemmelsen ligger typisk på 0,2-0,3 pH-enheter, i en del tilfeller 0,4-0,5. Dette er oppnådd med noe varierende praksis. På to anlegg skylles og tørkes elektrodene hver dag, bortsett fra lørdag og søndag. Ett anlegg skyller to ganger i uken, ett hver uke og to andre én gang hver 14. dag. Det ble ett sted klaget over at elektroden måtte byttes etter halvannet år. På ett anlegg hadde elektroden ikke vært skiftet på ca. tre år, og den hadde beholdt sin kalibrering hele tiden. Denne elektroden ble skylt med vann hver dag (Nannestad). Alle de "gode" elektrodene var av den enkle typen som henger direkte i bassenget, og som ikke har noen selvrensing.

De resultatene som er sitert ovenfor, tyder på at pH-målere vil kunne fungere tilfredsstillende på de fleste renseanleggene med en enkel form for rengjøring et par ganger pr. uke.

Man bør analysere i større detalj de fire tilfellene hvor pH-målerne ikke virker. I ett av tilfellene er det ting som tyder på spesielle forhold ved avløpsvannet. I de tre andre tilfellene kan man ane elementer av uheldig apparatmessige detaljer, misforståelser og lite besluttsom service. Erfaringer med pH-metre bør analyseres i detalj med henblikk på å finne fram til generelt heldige eller uheldige karakteristika ved anvendelse i renseanlegg.

Tabell 5. Problemer vedrørende pH-målere

| Komponent | Finnes på antall anlegg | Problemer | | | Merknader |
|------------|-------------------------|-----------|---------|------------|--|
| | | Alvorlig | Moderat | Ubetydelig | |
| Forsterker | 10 | | | 10 | Forbehold: På de anleggene som har problemer, kan muligens noe skyldes forsterkeren |
| Elektroder | 10 | 4 | | 6 | Feilene er ikke nærmere lokalisert |

2.1.13 Vannføringsmålere

I de besøkte anleggene ble det brukt tre typer vannføringsmålere:

- Målerenner/skarpkantede overløp kombinert med nivåmåling
- Elektromagnetiske strømningsmålere
- Rotametre

Rotametre blir brukt til måling av små vannføringer, som f.eks. når vann tilsettes polymer-oppløsningen ved mekanisk avvanning. Dette blir ikke nærmere omtalt her. Elektromagnetiske strømningsmålere var i bruk ute på nettet, mens den førstnevnte gruppe målere ble brukt i selve renseanleggene.

Elektromagnetiske strømningsmålere. Slike målere brukes vesentlig for fulltgående rør (trykkledninger), og har den store fordel at de er helt uten noen form for hindringer i vannløpet. I alt 6 slike målere er i bruk på de besøkte anleggene (HIAS og RA-2), og disse 6 fordeler seg på tre ulike fabrikata.

Det ble nevnt innkjøringsproblemer av typen;

- bruk av feil tetningsnippel for den elektriske tilkøpling
- feil plassering

med den følge at det i to tilfeller hadde kommet vann i viklingene. Etter at dette var rettet, synes alle disse målerne å fungere pålitelig og vedlikeholdsfritt.

Målerenner og skarpkantede overløp. Av disse er overløp de enkleste og billigste, mens renner (Parshall eller Venturi) har en strømningsmessig gunstigere form, slik at partikler som følger avløpsvannet ikke så lett setter seg fast. I en slik renne eller et overløp oppstår en nivådifferanse som er et mål for volumstrømmen. Nøyaktigheten av volumstrømsmålingen avhenger derfor både av eventuelle feil ved målestedets geometri og av nivåmålingens nøyaktighet.

Det ble rapportert ett tilfelle (HIAS) hvor målerennen ikke holdt de korrekte mål. Et typisk problem er videre at målerennen er overdimensjonert i forhold til de vannføringer som en har ved oppstartning av anleggene, og dette fører til redusert nøyaktighet i målingene. I ett tilfelle (Rena) var det feilaktig fall i kanalen hvor målerennen sitter, slik at den forutsatte overgang fra strømmende til strykende tilstand ikke fant sted. Endelig kan nevnes at det i ett tilfelle dannet seg bølger som forstyrret nivåmålingen (HIAS). Man kan karakterisere dette som feildimensjonering eller feilkonstruksjon. Det ble ikke rapportert noen problemer vedrørende drift eller vedlikehold for denne delen av vannføringsmålingen.

I forbindelse med vannføringsmålinger ble følgende prinsipper for nivåmåling benyttet:

| | |
|----------|------------|
| Ekkolodd | Harestua |
| | Hov |
| | Brumunddal |
| | Moelv |
| | Rena |
| | HIAS |
| | Nannestad |

| | |
|---------------------|----------------------------|
| Flottør i målebrønn | Brandbu Rambekk RA-2 |
| Membran trykkmåler | Jessheim |
| Boblerør | Sjusjøen |

Ekkolodd synes jevnt over å tjene formålet godt. Det ble rapportert 4-5 tilfeller av komponentfeil eller annet servicebehov. I de fleste av disse tilfellene ble forsinket service anført som et ankepunkt. Det ser ut til at man må få både deler og ekspertise fra Sverige, noe som tar for lang tid. Fra to uker til tre måneders ventetid ble nevnt i denne forbindelse.

Flottør i målebrønn. Her kreves et visst vedlikehold (kanskje ukentlig) ved at målebrønnen og flottøren må holdes rene. På ett anlegg ble ikke dette ansett som noe problem. På et annet anlegg hadde man mistanker til denne måleren, bl.a. fordi flottøren kunne ha en tendens til å legge seg inn mot veggen i målebrønnen. På det tredje anlegget hadde man hatt langvarig kluss (Rambekk). Dette hadde startet med at Parshall-rennen var overdimensjonert. Det var forsøkt rettet ved å sette inn et overløp, men måleren synes fremdeles ikke å fungere tilfredsstillende (kanskje et tilfelle av dårlig oppfølging fra leverandøren).

Membran trykkmåler. Det dreier seg her bare om ett eksemplar, så noen konklusjoner kan ikke trekkes. Måleren arbeider med såkalt trykbalanse, dvs. det innstiller seg på innsiden av membranen et lufttrykk som akkurat balanserer væsketrykket på den andre siden. Lufttrykket representerer derfor det hydrostatiske trykk. Man praktiserer i dette tilfelle å gjøre rent membranet én gang pr. måned. Det var én gang observert en betydelig feilvisning på måleren, noe som sannsynligvis skyldes en defekt elektrisk motstand.

Boblerør. Boblerør var også installert bare på ett anlegg. Denne givren hadde gått uten spesielle problemer.

Som en konklusjon kan vi si at problemer på grunn av overdimensjonering av måleren er et gjennomgangstema. Det er videre registrert ett tilfelle av feildimensjonering av måleren, og ett av uheldig kanalutforming. Da målinger av større vannføringer ikke er så enkle å kontrollere, kan det

trolig forekomme feil som man ikke er oppmerksom på. En uavhengig kontroll av nøyaktigheten av vannføringsmålere hører sannsynligvis med til sjeldenhetene.

Tatt i betraktning den betydning vannføringsmålinger har i renseanlegg (spesielt for kjemikaliedoseringen), burde situasjonen analyseres noe mer i detalj, og en praktisk anvisning beregnet på driftspersonale og planleggere utarbeides.

Det er jevnt over tilfredshet med nivåmålere av ekkoloddtypen, men det er noe uklart hvilken nøyaktighet man oppnår i praksis.

Nivåmålere av membrantypen skulle med riktig utforming kunne bli relativt vedlikeholdsfrie. Det bør undersøkes hvilke driftsresultater man har ved eventuelt flere installasjoner av denne typen. Flottørmålere og boblerør er noe mer utsatt for nedsmussing, men kan opplagt brukes med godt resultat dersom de holdes rene.

Tabell 6. Problemer vedrørende vannføringsmålere

| Komponent | Finnes på antall anlegg | Problemer | | | Merknader |
|--------------------|-------------------------|-----------|-----------------|------------|---|
| | | Alvorlig | Moderat | Ubetydelig | |
| Målerenue/ overløp | 12 | | 3 ^{x)} | 9 | x) Feildimensjonering av renne i ett tilfelle - feil i kanal i to tilfeller. Overdimensjonering et vanlig problem |
| Ekkolodd | 7 | | | 7 | Ofte nødvendig med service også ved kalibrering |
| Flottør | 3 | | 1 | 2 | Renhold kreves hver uke eller oftere |
| Membran trykkmåler | 1 | | | 1 | Ble renholdt en gang pr. måned |
| Boblerør | 1 | | | 1 | Var plassert i utløps-kum foran skarpkantet overløp |

2.2 Besøk hos VA-konsulenter

Hensikten med besøkene hos VA-konsulenter var å få innblikk i hva ulike planleggere anser for god praksis, og hvor en innsats fra NTNFs side innenfor området instrumentering og automatisering er av interesse.

Automatisering av renseanlegg skjer for en stor del ved hjelp av elektromekaniske komponenter som synkronmotor-drevne tidsur, programverk, grenseverdimeldere, motorvern, reléer i forbindelse med f.eks. rister, skraper, transportskruer, pumper etc. Disse har på den ene side en rimelig pålitelighet, og på den andre side ligger de innenfor de lokale elektrikers erfaringsområde. Behovet for forsknings- og utviklingsinnsats vedrørende slike komponenter og deres anvendelse synes derfor lite.

Derimot har en visse problemer med instrumenter i vanlig forstand, f.eks. vannføringsmålere, pH-metre og regulatorer. Her mente man at behovet var til stede.

Med tanke på vår spesielle interesse for små anlegg ble det diskutert om det finnes en grense mellom små og mellomstore anlegg hvor man går over fra én praksis til en annen med hensyn til instrumentelt utstyr. Her ble nevnt tall på 2000, 3000 og 5000 pe. I ett tilfelle ble det nevnt at for anlegg større enn f.eks. 3000 pe., "så legger en seg vanligvis på samme linje med hensyn til instrumentering". For mindre anlegg ble det også nevnt at anlegg på 1000 pe. bare ble utstyrt med vannføringsmåler. Det var stort sett enighet om at små anlegg (< 1000 pe) vanligvis fikk en enklere instrumentering. Det ble av noen påpekt at instrumentutgiftene i alle fall bare er en nokså beskjeden del av anleggskostnadene.

I ett tilfelle mente man at konsulenten bør godkjenne alt utstyr som leveres til renseanlegget. Et problem er at valg av utstyr ofte bare går på pris slik at det utstyr en egentlig ønsker seg, ikke blir valgt. Betjening og servicemuligheter er også et viktig moment i dette bildet. En av konsulentene mente at anlegg over 10 000 pe. burde ha egen bedrifts-elektriker. Instrumenteringen vil for øvrig kunne påvirkes av utslipps-tillatelsen.

Den generelle holdning ble tolket slik at en gjerne ville ha klarere kriterier å holde seg til når det gjelder omfang og art av instrumenteringen.

2.2.1 Styringsprinsipper

Doseringen av fellingskjemikalier skjer ofte proporsjonalt med vannføringen på mindre anlegg, mens det i tillegg benyttes overstyring av pH ved mange større anlegg. Særlig to av konsulentene hadde imidlertid en del reservasjoner på prinsipielt grunnlag mot pH overstyring. Især hvis pH i innløpsvannet er lav, og i situasjoner med mye innlekking på ledningsnett, kan pH overstyring være uheldig. Utover dette hadde man hatt dårlige erfaringer med pH-målere generelt. Ved små anlegg har en ofte mulighet til å dosere kjemikaliene etter et forvalgt program via tidsur (forvalgstelleverk). Man har alltid mulighet for ren manuell styring, dvs. trinnløs innstilling på mateskrue og en kontinuerlig dosering. Det var ønskelig med en bedre metode for å styre doseringen etter forurensningsbelastning.

På spørsmål om man noen gang prosjekterer anlegg med opplegg for to kjemikalier for kjemisk felling, ble det svart nei, men at en ikke vet hvor lønnsomhetsgrensen for dette går. Det ble antydning at dette først var interessant for anlegg i størrelsesorden 30-50 000 pe.

På spørsmål om andre målinger var av interesse i forbindelse med doseringen, ble turbiditet antydning interessant, men uten at dette hadde vært seriøst vurdert. Konsulentene hevdet at de hadde små eller ingen muligheter til å eksperimentere fram nye løsninger. Videre ble det nevnt at ledningsevne også hadde vært vurdert, men dette var ikke i forbindelse med dosering. Vedrørende dosering savner en utstyr for å måle total fosfor kontinuerlig. Ellers ble det hevdet at bedre utstyr (givere) for slam var ønskelig (nivåmålere, konsentrasjonmålere etc.).

Det ble pekt på at atskillig mer kunne gjøres for å få styringssystemene "brukervennlige". En tenker her i første rekke på spørsmålet om sentralisert kontra desentralisert kontrollopplegg, og at tavler etc. må gjøres lettere forståelige og oversiktlige for driftspersonalet. Styring av anleggene er i dag i all vesentlighet desentralisert. Konsulentene var enige om at en i tillegg til sentral driftsindikering og overvåking måtte ha lokale manøvreringsmuligheter.

2.2.2 Nivåmålere

Det ble nevnt gode erfaringer med bruk av trykkfølere i bunnen av pumpestasjoner som alternativ til vipper. Maskinrensede rister utstyres som regel med tidsur (tidsrelé med innstilling av pausetid og gangtid) og overstyring fra nivådifferanse eller høyt nivå foran risten. Boblerør eller membran-givere blir mest brukt ved rister for å registrere nivådifferanse. I tillegg brukes ofte nivåbryter eller vippe for å registrere høyt nivå (absolutt maksimum - eventuelt for alarm etc.). Manuell styring blir også innlagt. Givere for slammivå er vanskelige.

2.2.3 Vannføringsmålere

Det spesifiseres praktisk talt utelukkende ekkoloddmålere (ultra-lyd) sammen med målerenner eller overløp. Visse problemer oppstår av og til med enkelte fabrikata, fordi målekabelen må ha en bestemt lengde. Palmer Bowlus målerenne ble nevnt fordi den tar liten plass i forhold til andre renner. (P.-B. rennen er mest benyttet i rør). Skriver og indikerende instrument for registrering av vannføring plasseres som regel både i kontrollrom og ute ved målerennen. Summerende telleverk er som regel bare plassert på hovedpanelet. Det er et konstant problem at målerenner overdimensjoneres i forhold til det initielle behov. Man skal f.eks. dimensjonere for 15 000 pe. og forventer 7 500 pe. ved start, men i praksis starter man kanskje med en langt lavere belastning. Når det gjelder registrering av mengde urensset kloakk i overløp, så gjøres dette sjelden. I noen tilfeller registrerer man når overløpet er i funksjon, men i svært få tilfeller de mengdene som går der.

2.2.4 pH-målere

Oppfatningen her var noe avvikende. Særlig to av konsulentene hadde erfart problemer med pH-målerne, mens andre hadde bra erfaringer med pH-målere som ble rengjort hver uke og kalibrert hver måned. En av konsulentene hevdet at de fleste pH-målere blir tatt ut av anlegget etter 1-2 år. I sammendrag er vårt inntrykk at det knytter seg en viss usikkerhet til pH-målere hos konsulentene, men de spesifiseres tross alt.

2.2.5 Elektroniske logikk-elementer

Slike elementer brukes nå til dels i renseanleggene i stedet for elektromekaniske releer, tidsur, programverk etc. Erfaringene er gode.

2.2.6 Datamaskiner

Det ble nevnt av et par konsulenter at en datamaskin først var interessant for et anlegg i størrelsesorden 30 000-50 000 pe. Tilleggsinvesteringer for et slikt system blir ikke så store i den totale sammenheng, da et anlegg i denne størrelsesorden vil koste 15-25 mill. kr.

En av konsulentene var allerede involvert i et renseanlegg som blir utstyrt med en datamaskin og dataskjerm (18 000 pe). Maskinen kan i betydelig grad forenkle tavleopplegget, slik at tilleggsinvesteringen ikke blir særlig stor. Vedkommende kunne se mange muligheter med slikt utstyr. Dette spesielle anlegget brukes imidlertid ikke direkte i reguleringen av renseanlegget.

Generelt er konsulentene oppmerksom på at datamaskin-utstyr er på trappene og er opptatt av å finne måter å innarbeide den kommende utvikling på, slik at den "ikke kommer for brått". Et prøveanlegg hvor bl.a. konsulentene har anledning til å gjøre seg kjent med teknikken i praksis, ville være nyttig.

2.2.7 Typegodkjennelse

Det ble spurt om vi i dette prosjektet ville gå inn for typegodkjennelse av instrumenter. Konsulentene ville så vidt vi forsto gjerne se en slik typegodkjennelse, idet det ville forenkle problemet med spesifisering av instrumenter til anleggene. Til dette svarte vi at det i hvert fall ikke ligger innenfor vårt nåværende prosjektopplegg, men at dette er forhold som bør diskuteres.

2.2.8 Service

Service er stadig et visst problem. Det ble nevnt at mye av det utstyret som blir installert, kommer via Sverige. Dette medfører ofte at reservedeler og spesialister må hentes fra Sverige, noe som i praksis viser seg å ta tid. Enkle komponenter, f.eks. lamper, følger også svensk standard som er for-

skjellig fra norsk standard. Komponentene kan derfor ikke fås i Norge.

Konsulentene var opptatt av sine egne forpliktelser og muligheter i forbindelse med service, og hadde under overveielse spesielle tilbud. I ett tilfelle ble det nevnt at de satset på tilbud om driftsoppfølging, f.eks. 4-5 ganger pr. år. En driftsinstruks utarbeides for anlegget, og ved driftsoppfølgingen påses at denne overholdes. En konsulent nevnte at "enhetlig instrumentering" kunne bli noe dyrere i innkjøp, men at bedre og enklere service på grunn av instrumenter av samme fabrikat ville være en stor fordel. Det ble i denne sammenheng nevnt at det var viktig å forsøke å holde samme opplegg i pumpestasjoner ute på ledningsnettene som i renseanlegget. Fellesservice i et område er en mulighet, men mangel på standardisering er et problem.

2.3 Situasjonen på det norske instrument-markedet

Formålet med arbeidet i denne omgang har vært å få en oversikt over tilbud og servicemuligheter i Norge av slike instrumenter som ifølge nåværende praksis er nødvendige eller ønskelig på små og mellomstore kloakkrensaneanlegg.

De viktigste instrumenter er:

- Vannføringsmålere
- Nivåmålere
- pH-metre

Videre er det spørsmål om regulatorer for kjemikaliedosering, tidsur etc. og skrivende instrumenter.

Undersøkelsene viser at det for slikt utstyr foreligger et bra tilbud på det norske marked. 4-5 leverandører (for det meste import) har brosjyremateriell beregnet på VA-sektoren. Utstyret synes å være av bra kvalitet og akseptabel pris. Utover disse firmaer, som synes å ha spesiell innpass i VA-sektoren, finnes det også mange andre importører av tilsvarende instrumenter av godt renommé og som er populære i annen industri, men som likevel bare sporadisk vinner innpass på VA-sektoren i Norge.

Som det fremgår av driftsundersøkelsene, er det registrert en del problemer med instrumentene, særlig med pH-metre. Det er imidlertid mange tenkelige årsaker til slike problemer, såsom feil bruk, dårlig service og uklare ansvarsforhold. Vi vil som en foreløpig konklusjon si at tilbudet av instrumenter for tiden ikke er noen minimumsfaktor når det gjelder instrumentering og automatisering av kloakkrenseanlegg.

2.4 Hovedtrekk ved utviklingen i andre land

Det er viktig at resultater fra andre land blir godt utnyttet, og vi har forsøkt å orientere oss om den internasjonale situasjon på det området som angår vårt prosjekt. Undersøkelsen er vesentlig basert på litteraturopplysninger, men til en viss grad bygger den også på samtaler med utenlandske fagfolk, foruten en befarings av renseanlegg i Stockholmsområdet. I slike sammenhenger er det gjerne spesifikke saker som kommer fram, f.eks. forskningsmessige resultater, "parade-anlegg", egenartede problemer osv. Direkte innblikk i brukererfaring av den type som ble oppnådd under befaringsen på de norske anleggene, har ikke vært mulig å få tak i innenfor prosjektets ramme. To andre forhold bør også nevnes. For det første snakker man i utlandet mest om det vi i vår sammenheng vil kalle store anlegg. Anlegg på 30 000 pe. blir i alminnelighet betraktet som små anlegg. Dernest samler interessen seg for tiden nesten utelukkende om biologiske renseanlegg (aktivslam-anlegg), mens vi i dette prosjektet i første rekke vil arbeide med anlegg med kjemisk felling. Dette gjør at det ofte ikke er helt enkelt å trekke paralleller.

2.4.1 Instrumenter

Med hensyn til instrumentering er det vårt inntrykk at denne stort sett er lik for tilsvarende anlegg i Norge og i utlandet. I en oversikt (3) som omfatter 6 anlegg i England, Frankrike, Tyskland og Sverige, finnes det på alle anleggene instrumenter for følgende målinger:

- Vannføring
- Nivå
- Oksygenkonsentrasjon
- Trykk

- Temperatur
- pH
- Turbiditet
- Ledningsevne

På enkelte anlegg er også følgende parametre målt:

- Slamnivå
- CO₂-innhold
- Kloroverskudd
- Metan
- Suspendert stoff
- Ammonium-innhold
- Brennverdi for slam
- Spesifikk vekt av slam
- Omdreiningstall
- Vekt
- Posisjon
- Redøks-potensial

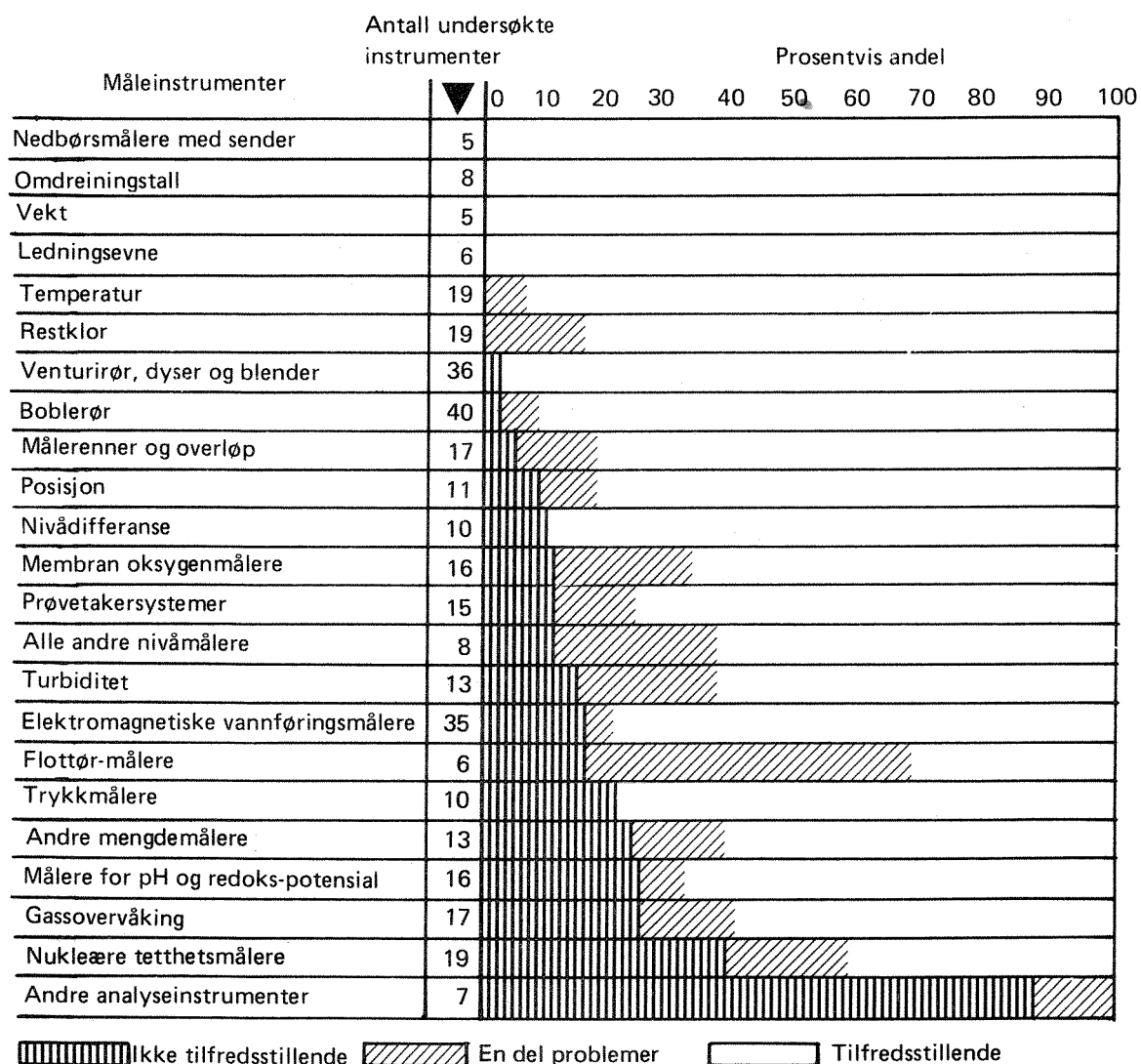
I tillegg til dette finnes en del automatiske analyseinstrumenter. Disse må imidlertid for tiden nærmest betraktes som et supplement til prøvetaking og laboratorieanalyser. De går sjelden direkte inn som del av den automatiske reguleringen av anleggene.

Med hensyn til instrumenteringskostnadene, synes det klart at disse ligger betraktelig lavere i kommunale kloakkrensaneanlegg (3-6 prosent av totale anleggsomkostninger etter amerikansk praksis) enn hva som er vanlig i kjemisk industri (8-15 prosent) (1).

Det synes ikke å foreligge noen gode tekniske forklaringer på en slik forskjell.

Med hensyn til pålitelighet og nøyaktighet av de mest vanlige instrumenter, synes dette akseptabelt i de tilfeller man har en kompetent betjening ved anlegget. Resultatene fra en amerikansk analyse som omfatter 50 anlegg, er

gjengitt i figur 10, og denne viser kanskje et noe mørkere bilde (2). Det kan f.eks. bemerkes at man for pH-metre synes å ha alvorlige problemer i 25 prosent av tilfellene, og det viser seg at hele 31 prosent av instrumenter og reguleringsløyfer var blitt tatt ut av drift. Videre kan bemerkes at analyseinstrumenter uten unntagelser synes å by på problemer. Tilsvarende omfattende oversikter fra andre land har vi ikke funnet.



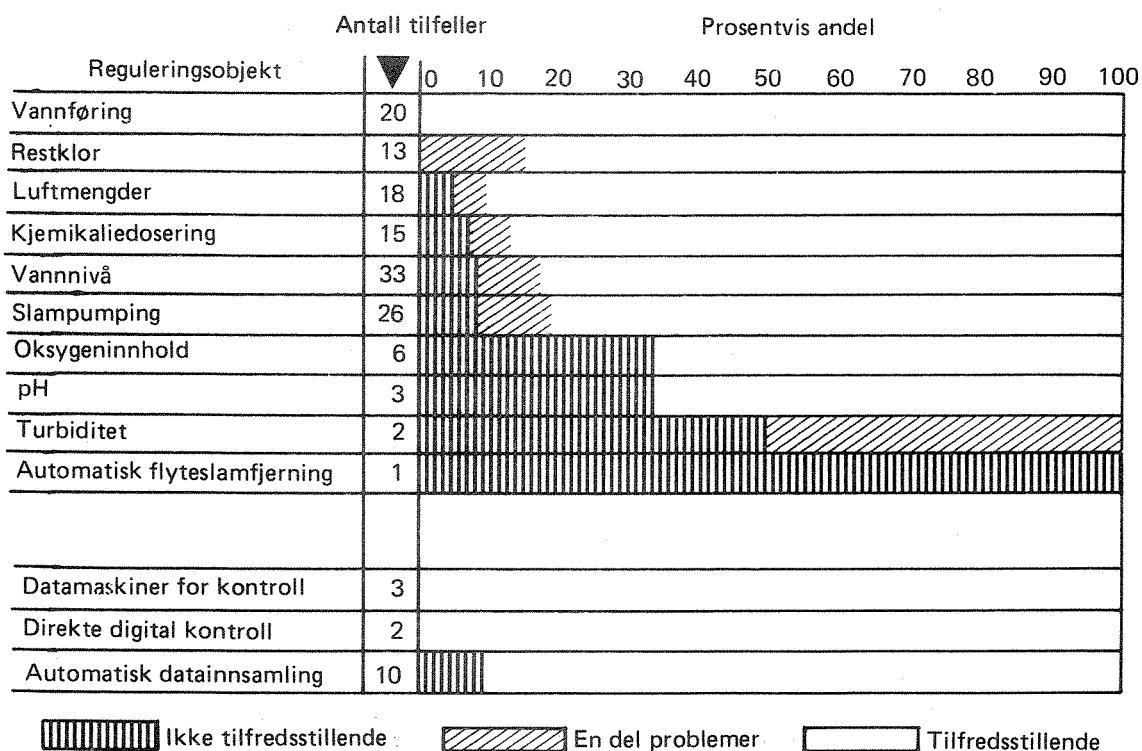
Figur 10. Driftserfaringer med ulike måleinstrumenter ved 50 amerikanske renseanlegg (2).

2.4.2 Automatisering

Som nevnt foran, ligger utviklingen innen VA-sektoren etter kjemisk industri med hensyn til bruk av instrumenter. Det samme gjelder automatisering. Det er ennokså alminnelig oppfatning at en slik forskjell er uberettiget, og på flere hold gjøres det forsøk på å dokumentere fordelene ved en automatisering. Virkelig holdbare sammenligninger er vanskelig å realisere. Amerikanske undersøkelser indikerer 10-20 prosent innsparing i energi og kjemikalier (1).

Med hensyn til biologiske renseanlegg senkes automatiseringen betydelig av mangel på egnede analyseinstrumenter (1). Delvis for å rette på dette arbeides det mye med matematiske modeller for slike anlegg. Forståelsen av de biokjemiske prosesser synes for tiden å være den begrensende faktor. For mekanisk-kjemiske renseanlegg er utvalget av relevante måleinstrumenter bedre, og slike anlegg ligger derfor bedre til rette for automatisering.

Den typiske formen for automatisering er bruk av individuelle regulatorer. Figur 11 gir en oversikt over erfaringer med individuelle reguleringssløyfer basert på 50 amerikanske renseanlegg. Figuren viser påliteligheten av utstyret og den nøyaktighet som er oppnådd i de ulike reguleringssløyfer. Utbyttet av reguleringen er hovedsakelig bestemt av måleinstrumentene som er brukt.



Figur 11. Sammenheng av driftserfaringer med ulike individuelle reguleringssløyfer ved 50 amerikanske renseanlegg (2).

2.4.3 Bruk av datamaskiner

Datamaskiner er fortsatt lite i bruk på regulære renseanlegg. En tysk publikasjon fra 1977 anfører i alt 6 europeiske renseanlegg med datamaskin (3). Av disse er Käppalaverket like utenfor Stockholm det ene. I USA viser en undersøkelse fra 1976 i alt 10 anlegg med datamaskin (1).

Datamaskinene er i disse anleggene nesten utelukkende brukt til dataovervåking, alarm og utskrifter og svært lite for regulering. Ikke alle anleggene har svart til forventningene.

Situasjonen må imidlertid forventes vesentlig endret på dette punkt om få år, da en mengde forskningsarbeid pågår, eksperimentanlegg er i drift, og nyanlegg med datamaskiner er under prosjektering og bygging. Av nordiske tiltak kan nevnes Lynetten-anlegget i København som ventes ferdig i april 1979 (4).

Datamaskinen som komponent må sies å være fullt akseptert for VA-bruk, men det vil enda ta tid før det er avklart hvordan en slik komponent best kan utnyttes i renseanlegg av ulike størrelser og typer.

Det finnes nå datamaskiner i mange forskjellige størrelser etter at mikrodata-maskinene kom på markedet. Selve den sentrale regneenheten i disse, de såkalte "mikroprosessorer" tas nå i bruk på utstyr av typen symaskiner, vaskemaskiner og biler. Man må være forberedt på at mikroprosessorer/mikrodatamaskiner med tiden også vil bli tatt i bruk på endog små renseanlegg til å utføre nye og gamle funksjoner, f.eks. slike som nå ivaretas av programverk, tidsur og forriglingssystemer.

3. Konklusjoner

3.1 Eksisterende forhold

1. Befaringer ved 12 norske renseanlegg med kjemisk felling i størrelse 1 000 - 80 000 pe, viser at anleggene er beregnet på automatisk styring med elektromekaniske programverk, releer etc. Reguleringen av kjemikalietilsettingen ved de besøkte anleggene var opprinnelig planlagt på følgende måter:

- Dosering etter vannføring med pH "overstyring": 10 anlegg
- Dosering etter vannføring: 2 anlegg

2. Praktisk drift viser følgende avvikelser:

- Dosering etter vannføring og pH: 3 anlegg
- Dosering etter vannføring: 7 anlegg
- Manuelt innstilt dosering: 2 anlegg

Disse avvikene skyldes én eller flere av følgende forhold:

- Problemer med pH-målere
- Tvil vedrørende hensiktsmessigheten av selve doseringsprinsippet
- Andre apparaturproblemer

3. Av de undersøkte 12 anleggene kjøres 7 ubetjent fra fredag til mandag.
4. Utstyr av typen elektromekaniske programverk, tidsur, releer etc. synes ikke å by på urimelige problemer.
5. Det er registrert problemer vedrørende annet instrumentelt utstyr: vipper "floker seg", boblerør tilsmusses, målerenner er overdimensjonerte, og det har vært alvorlige problemer med pH-målerne på 4 av 10 anlegg.

Bemerk likevel at flere pH-målere synes å ha fungert uten nevneverdige problemer.

6. Service på instrumenter er tilgjengelig, men det er registrert til dels lange ventetider på spesialister og reservedeler.
7. Tilbudet av instrumenter på det norske marked synes for tiden ikke å være noen minimumsfaktor, og er for øvrig representativt for tilbudet ellers i verden.
8. Utviklingen internasjonalt vedrørende instrumentering og automatisering synes nesten utelukkende å konsentrere seg om aktivslam-anlegg, og det dreier seg om store anlegg etter norske forhold. Det ser ut til å være svært få som arbeider med hvordan de små anleggene mest optimalt bør styres og instrumenteres.
9. Internasjonalt sett er datamaskiner fortsatt lite brukt på renseanlegg, men dette forhold er nå i rask endring.
10. Det er fra VA-konsulentenes side anmerket at med den raske introduksjon som nå skjer av datamaskiner, spesielt mikrodatamaskiner, på alle områder, bør man innen VA-sektoren søke å innrette seg slik at denne utviklingen ikke "kommer for brått på".
11. Det foreligger flere alternativer når det gjelder dosering av kjemikalier, og det er ikke gitt at nåværende praksis er optimal. Det hersker blant annet uklarhet med hensyn til hvor store anlegg må være før det er berettiget å dosere to kjemikalier.
12. Omfanget av instrumentering på et nyanlegg bedømmes skjønnsmessig ut fra tidligere praksis og anleggets størrelse. VA-konsulentene savner et mer rasjonelt grunnlag for bestemmelse av omfanget. Den prosentvise kostnadsandel for instrumenter er i alle fall lav.

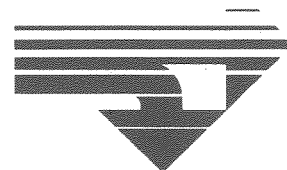
3.2 Videre arbeid

1. Det bør arbeides videre med spørsmålet om instrumentenes driftssikkerhet, nøyaktighet og service.
2. Det bør arbeides videre med alternative måter for regulering av kjemikaliedoseringen, dels for å klarlegge hvilke prinsipper som er best og hva som vinnes i renseeffekt og økonomi ved de enkelte metoder, dels for å klarlegge hvilke instrumentkrav som stilles ved de forskjellige metoder.
3. Sammenhengen mellom de ulike prosessparametre bør klarlegges nærmere for å finne fram til hvilke målinger eller kombinasjoner av målinger som best kan egne seg for regulering og overvåking av renseanlegg med kjemisk felling.
4. Datamaskiner bør bli et element i opplegget.

4. Referanser

- (1) Guarino, Carmen, F. and Radizul, Joseph, V.: "Water - Wastewater I&A, USA.", IAWPR International Workshop on Instrumentation and Control for Water and Wastewater Treatment and Transport Systems, London and Stockholm, 16.-21. mai 1977.
- (2) Roesler, Joseph, F.: "Current Status of Research in Automation of Wastewater Treatment in the Unites States." Technology Transfer, Environmental Protection Agency, Cincinnati, June 1977.
- (3) Hruschka, Herbert: "Prozessrechner in Einsatz auf Kläranlagen." GWF - Wasser/Abwasser, 118(1977).
- (4) Jensen, K. K., et al.: "PASRAL - A Computer - Based Process Automation System for Copenhagen's New Lynetten Sewage Plant." - Paper no 70, IAWPR International Workshop on Instrumentation and Control for Water and Wastewater Treatment and Transport Systems, London and Stockholm, 16.-21. mai 1977.

NTNF's UTVALG FOR DRIFT AV RENSEANLEGG



Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

| | | | |
|---|--|--------------------------|---|
| B-nr. 1521.5969 | Forsk.inst. navn NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg P.b. 333 Blindern, Oslo 3 | NTNF-gruppe 15 | Åpen/Foreløpig konfidensiell/Konfidensiell Åpen |
| Tittel INSTRUMENTERING OG STYRING AV KLOAKKRENSANLEGG | | | |
| Internt rapp.nr. HPD-08/76 | | | |
| Forfatter(e) | | | Antall sider 42 |
| | | | Dato September 1978 |
| Oppdragsgiver NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg | | | |

Referat, maks. 40 ord

Driftserfaringer fra instrumentering og styring av 12 kjemiske renseanlegg i Østlandsområdet. Både gode og dårlige erfaringer med pH-målinger for "overstyring" av kjemikaliedoseringen. Reservedeler/service er ofte et problem.

4 Emneord a maks. 23 karakterer

| |
|-------------------|
| Kloakkrenseanlegg |
| Kjemisk felling |
| Instrumentering |
| Prosesskontroll |