

854

0-35/76

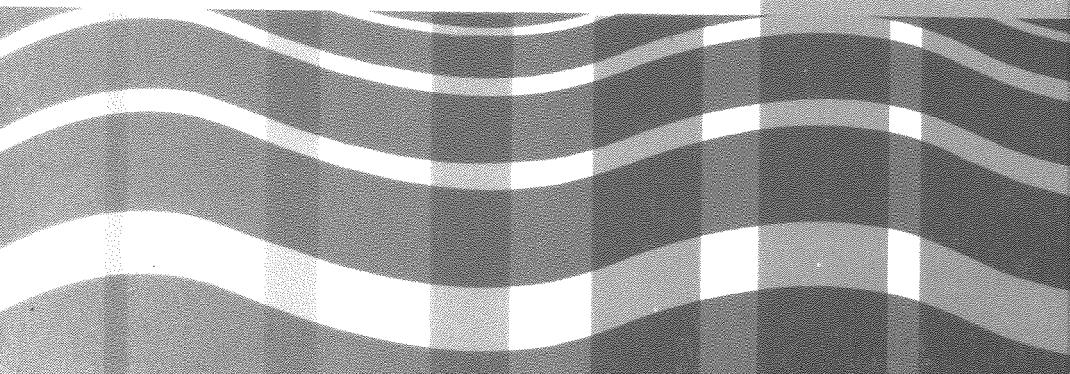


0-35
/76

VEILEDNING

for

prøvetaking ved avløpsanlegg



F O R O R D

Hovedhensikten med å utarbeide veiledning for prøvetaking ved avløpsanlegg er å gi fylkenes forurensningstilsyn et hjelpemiddel i arbeidet med kontroll og tilsyn av de kommunale renseanleggene. Veiledningen utgis som egen publikasjon til dette formålet, men den vil også inngå som et vedlegg til SFT's "Normgivende driftsinstruks for avløpsrenseanlegg". En tar sikte på å utgi denne i første halvår 1977. På grunnlag av veiledningen, og med støtte i den normgivende driftsinstruksen, kan fylkene i samarbeid med konsulent, eventuelt leverandør, og kommune utarbeide et hensiktsmessig kontrollprogram for det aktuelle renseanlegget.

Hvilke prøvetakings- og analyseparametre som kan være aktuelle ved kontroll og tilsyn av forskjellige typer renseanlegg, er skissert i veiledningens kapittel IV, "Kontroll ved kloakkrenseanlegg". En tilsvarende oversikt vil også bli gitt i et av den normgivende driftsinstruksens kapitler.

Valg av parametre og prøvetakingsfrekvenser bør vurderes i hvert enkelt tilfelle. En vil presisere at det ikke er noe mål å ta flest mulig analyser ved det enkelte renseanlegg. Bare de analyser som gir relevant informasjon, og som antas å ville høyne kunnskapsgrunnlaget om anleggets drift, bør i det enkelte tilfelle velges ut.

I veiledningen har en ellers søkt å gi så mange praktiske råd som mulig. Bl.a. har en i appendiks 2 tatt med en del informasjon om automatiske prøvetakere. Som nevnt til slutt i appendikset tar SFT sikte på å få gjennomført en kvalitetskontroll av de prøvetakere som markedsføres her i landet.

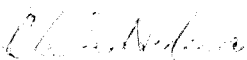
Veiledning for prøvetaking ved avløpsanlegg er utarbeidet av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT). Saksbehandler ved NIVA har vært siv.ing. Vidar Nilsgård med tekn.lic. Peter Balmér som medarbeider. Et første utkast til veiledning ble gjennomgått av en kritikergruppe bestående av
avd.ing. Torstein Dale, Fylkesmannen i Troms
overing. Hallvard Ødegaard, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag
avd.ing. Per Simonsen, Fylkesmannen i Østfold
i samarbeid med ansvarlig saksbehandler i SFT, avd.ing. Berit Kvæven.

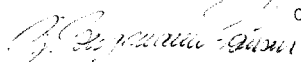
Synspunkter, kommentarer, endrings- og tilleggsforslag som framkom under behandlingen av førsteutkastet, er innarbeidet i den endelige veiledningen.

Miljøverndepartementet har gitt sin tilslutning til at veiledningen sendes fylkesmennene.

Oslo i november 1976.

Statens forurensningstilsyn


Olav S. Nedenes


Bj. Bergmann-Paulsen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	1
I INNLEDNING	5
II PRØVETAKING VED AVLØPSANLEGG	6
Ulike prøvetyper	8
Stikkprøve (S)	8
Blandprøve (B)	8
Døgnprøve (D)	9
Ukeprøve (U)	9
Undersøkelse av døgnvariasjoner	9
Prøvetakingsintervall	9
Prøvetakingssteder	10
Innløp	10
Forsedimentering (sed.1)	10
Luftetank	11
Sedimentering etter biologisk trinn (sed.2)	11
Returslam (ved aktivslamanlegg)	11
Biologisk filter	12
Biologisk dam	12
Flokkulering	12
Sedimentering etter kjemisk trinn (sed.3)	12
Klorkontaktbasseng	12
Uttak av prøver	13
Manuell prøvetaking	13
Automatisk prøvetaking	13
Uttak av slamprøver	13
Målinger på kloakkrenseanlegg	14
Konservering av prøver	15
Transport av prøver	17
III VANNFØRINGSMÅLING	18
Ulike prinsipper	18
Kanaler, kummer etc.	18
Trykkledning	18
Måling av vannføring ved anlegg som ikke har permanent måleutstyr	19

	Side:
Bøttemåling	19
Måling i basseng	19
Ved pumpestasjoner	19
Vippekar	20
Måling av strømningshastighet	20
Sporstoff (tracer)	20
Innsetting av enkle måleprofiler	21
IV KONTROLL VED KLOAKKRENSSEANLEGG	21
Skjema for anleggsdiagnose og driftsutstyr m.v.	21
Anleggsdiagnose	23
driftsutstyr	26
Skjema for analyser/driftsparametre m.v.	27
Belastninger/målinger	27
Analyser/driftsparametre	29
1. Mekanisk rensing	31
2. Mekanisk-kjemisk rensing	33
3. (Mekanisk)-biologisk rensing	35
4. (Mekanisk)-biologisk-kjemisk rensing	38
V KONTROLL VED KLOAKKRENSSEANLEGG - SLAMBEHANDLING	41
Slambehandling, analyser/driftsparametre	41
Fortykking	42
Aerob stabilisering	42
Anaerob stabilisering	43
Kalkstabilisering	43
Avvanning	44
REFERANSER	45
APPENDIKS	46
Appendiks 1	47
Eksempel på uttak av proporsjonal døgnsprøve	47
Prøvetakingsjournal - proporsjonal døgnsprøve	50
Appendiks 2	51
Automatiske prøvetakere	51
Virkemåte	51
Øseoppenting	51
Trykkoppenting	53
Vakuumpoppenting	55

	Side:
Delstrømuttak	55
Peristaltisk pumping	56
Resultater fra undersøkelser av automatiske prøvetakere	56
Synspunkter ved valg av prøvetakere	58
Krav til automatiske prøvetakere	59
Referanser til appendiks 2	60
Appendiks 3	61
Vannføringskurver	61
Diagram 1 - rektangulære overløp	62
Diagram 2 - trekantede overløp	63
Diagram 3 - parshallrenner	64

I INNLEDNING

En riktig gjennomført prøvetaking er en forutsetning for at analyse-resultatet skal anvendes som et grunnlag for å bedømme avløpsanleggets funksjon og renseeffekt. Det er viktig at prøvetakingen utføres på en slik måte at prøven blir representativ for det avløpsvann eller slam som skal undersøkes. For at eksisterende forhold ved et avløpsanlegg skal kunne belyses, er riktig prøvetaking og behandling av prøvene ved konservering og analysering et viktig element.

I denne veiledningen er prøvetaking, prøvetakingssteder, prøvetakingsutstyr, konservering av prøver og vannmengdemåling viktige momenter. Videre har man sett det som viktig å gi så utfyllende opplysninger som mulig om hva som bør sjekkes ved kontroll av et kloakkrenseanlegg, hvilke analyser som bør utføres ved forskjellige typer anlegg, og også hva som bør sjekkes ved en kontroll av slambehandlingen.

II PRØVETAKING VED AVLØPSANLEGG

Prøvetaking ved kloakkrensaneanlegg skjer med ulike hensikter, f.eks.

- for å bestemme belastningen inn på anlegget og dets ulike deler,
- for å bestemme anleggets rensegrad,
- for å kontrollere om anlegget oppfyller betingelsene i utslipps-tillatelsen,
- som et ledd i den daglige drift av anlegget,
- for å finne ut årsaker til driftsforstyrrelser.

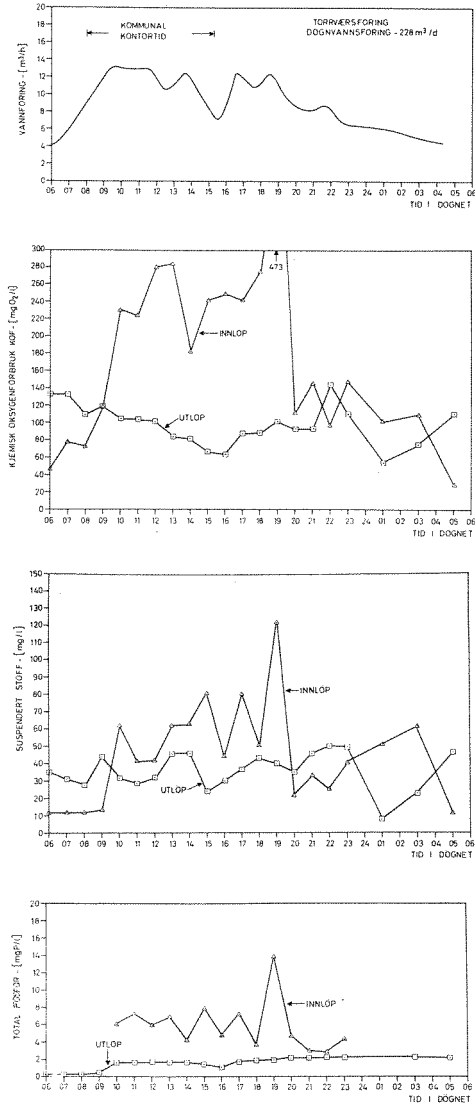
Prøvetakingen utføres derfor også av ulike personer, - det kan være driftsoperatør, en konsulent eller leverandør, eller av tilsynsmyndighetene.

Opplegget for prøvetakingen, antall prøver, og hvilke parametre som det skal analyseres på, er avhengig av hensikten med prøvetakingen. Disse retningslinjer er i første rekke tenkt som et hjelpemiddel for tilsynsmyndighetene, men mange av synspunktene er av verdi også i andre sammenhenger.

Avløpsvannets mengde og sammensetning over døgnet varierer. Ett eksempel på kloakkvannets variasjon over døgnet med hensyn på vannmengde (hydraulisk belastning) og konsentrasjoner er vist i figur 1 (se side 7). Figur 1 er basert på at det ble foretatt stikkprøver både på renseanleggets innløpsvann og utløpsvann ca. hver time (Sanvika renseanlegg uten sjøvannstilsetting).

Når man ønsker å måle et gjennomsnitt for en væskestrøm som varierer både i mengde og sammensetning, er det derfor nødvendig å ta ut proporsjonale blandprøver. Ved proposjonal prøvetaking skal prøvevolumet stå i et proporsjonalt forhold til vannføring . Dette skjer ved at;

- a. delprøvene tas med faste tidsintervaller mens delprøvevolumet gjøres proporsjonalt med vannføringen ved hvert uttak (vanlig ved manuell prøvetaking, og automatisk prøvetaking der prøvetakeren er styrt av et tidsrelé).
- b. delprøvene tas med faste volum mens frekvensen gjøres proporsjonal med vannføringen (vanlig ved automatisk prøvetaking der vannføringsmåleren gir et elektrisk signal som elektronisk forvandles til impulser som styrer prøvetakeren).



Figur. 1: Hydraulisk belastning og konsentrasjoner av KOF, SS og fosfor over ett døgn ved Sandvika rensanlegg.

(Ref.: Vråle, L.: "Kjemisk felling med kalk og sjøvann", fra Driftsproblemer ved avlopsreningsverk, Elfte Nordiska Symposiet om Vattenforskning, NORDFORSK Publ. 1975:9.)

Proposjonal prøvetaking er nødvendig når bl.a. belastning, renseseffekt og utslippsmengde skal beregnes. Den middelvei man finner ved analyse av en proposjonal blandprøve, skal multipliseres med den vannføring som har passert i prøvetakingstiden for å finne den totale mengde av en viss forurensningsparameter (eks. kg P/d, kg KOF/d etc.).

Ulike prøvetyper

De ulike prøvetyper som vanligvis anvendes, er;

- stikkprøve (S)
- blandprøve (B)
- døgnprøve (D)
- ukeprøve (U).

Stikkprøve (S)

Med stikkprøve menes at hele prøvevolumet er tatt ved ett tidspunkt. (Sammensetningen på avløpsvann kan ofte variere fra det ene øyeblikk til det andre. Det er derfor ofte fordelaktig å ta ut stikkprøver som flere delprøver. Det tidsrom som prøvene tas ut over, er kort, noen minutter, kfr. blandprøve nedenfor.)

En stikkprøve gir kun et øyeblikksbilde, men kan anvendes i stedet for blandprøver og døgnprøver der variasjonene i mengde og sammensetning små over tid. Dette gjelder f.eks. måling av slamvolum og slaminnhold i luftebasseng. Utgående vann fra biologiske dammer og fra langtidsluftere (oppholdstid > 12h) kan også tas som stikkprøver, og disse vil i mange tilfeller gi brukbare resultater. For noen analyser er stikkprøver tilstrekkelig, f.eks. oksygeninnhold, restklor og bakterieprøver. Stikkprøver kan også anvendes ved undersøkelser der hensikten er å få en grov oppfatning av rensesanleggets virkning og de enkelte enheters funksjon.

Blandprøve (B)

En blandprøve består av flere stikkprøver som er tatt ut over et lengre tidsrom. Blandprøver tas ofte proporsjonalt med vannføringen. Ved mindre rensesanlegg benytter en ofte blandprøver tatt over dagen på inn- og utløp (for å redusere kostnadene), men en slik "forenklet prøve-taking" må benyttes med omtanke da innløpet er "tykt" om dagen, og ut-

løpet ved det samme tidspunkt kan være det "tynne" vannet som kom inn om natten. Dette kan delvis unngås ved at en tar ut tidsforskjvne prøver f.eks. om oppholdstiden i et anlegg er 3 timer, og prøvene på innløpet tas mellom kl. 08 og 18, så tas prøvene på utløpet kl. 11

Døgnprøve (D)

En døgnprøve er en blandprøve over ett døgn. Normalt tas døgnprøver proposjonalt med vannføringen. Proposjonale døgnprøver trenges ved beregning av belastning, renseeffekt og utslippsmengder.

Ukeprøve (U)

I en del tilfeller f.eks. når belastningen på resipienten fra renseanlegget skal bestemmes, kan det være fordelaktig med ukeprøver. En ukeprøve er en blandprøve over en uke. Normalt vil denne bestå av de sammenlåtte døgnprøver fra en uke.

Undersøkelse av døgnvariasjoner

Hvis en ønsker informasjon om variasjoner over døgnnet, må flere prøver tas ut, f.eks. 24 stk. blandprøver med 1 h intervall.

Prøvetakingsintervall

Ideelt sett bør prøvetakingen være kontinuerlig, men i praksis uttas prøver normalt med visse tidsmellomrom. Tidsintervallene bør da være så korte som mulig.

Ved manuell prøvetaking har 30-40 min. ofte vært et vanlig prøvetakingsintervall. Dette er for stort, og man bør så langt det er praktisk mulig, etterstrebe et intervall på 10 min.

Ved automatisk prøvetaking bør man ha korte tidsintervaller som mulig, helst ikke større enn 2-5 min. ved vanlig tilrenning. Altfor små prøvolumer bør også unngås, og oppsamlingskaret til automatiske prøvetakere bør derfor være på minst 15 l.

Prøvetakingssteder

I renseanlegg er det ofte tatt lite hensyn til mulighetene for prøvetaking og målinger. Vannet eller slammet går ofte i en lukket ledning fra ett trinn til det neste, eller i kanaler der avløpsvannet renner så sakte at en får høyere konsentrasjon av sedimenterbart stoff langs bunnen. Et prøvetakings- eller målepunkt må være lett tilgjengelig, ha god turbulens, og aller helst være innendørs. Man bør unngå prøvetakingssteder der en lett kan få med begroing fra kanalvegger eller sedimentert materiale fra bunn i prøven. Det bør være rent og velstelt rundt prøvetakingsstedet. Man bør holde seg til faste prøvepunkter fra gang til gang for å få sammenliknbare prøver. I renseanlegg med flere parallelle linjer bør prøvene tas på steder der vannet fra de ulike linjer er godt sammenblandet. Hvis dette ikke er mulig, bør en ta prøver i hver linje, som sammenblandes, eller så må man vurdere i hvilken utstrekning prøvetakingsstedet gir representative prøver. I spesielle tilfeller kan det også være aktuelt å ta ut separate prøver for hver linje.

De vanligste prøvetakingspunkter i et renseanlegg er:

Innløp

Prøvene bør tas etter risten, fortrinnsvis etter eventuell målerenne (der turbulensen er god). I mange tilfeller vil det være hensiktsmessig å ta prøvene etter sandfanget, da de groveste partiklene ofte gir problemer, spesielt ved automatisk prøvetaking. Hvis innløpet tilsettes kjemikalier eller resirkulert vann, f.eks. rejektivann fra slamavvanning, er det viktig å ta innløpsprøvene foran tilsetningsstedet.

Forsedimentering (Sedimentering 1)

Prøvetaking skjer som regel i utløpsrennen. Ved måling av slamnivå bør dette skje i slamloppen, på midten og i slutten av bassenget. Ved måling av slamnivå må man huske på å stoppe skrapeverk og eventuell omrører i slamloppen under målingen slik at en ikke mister utstyret. Ved mekaniske renseanlegg er prøven fra forsedimenteringsbasseng lik utløpsprøven fra renseanlegget.

Luftetank (Aktivslamanlegg, kontaktstabilisering, langtidsluftere m.fl.)

Prøvetakingen gjøres på det sted i bassenget der innkommende avløpsvann og returslam er blitt godt innblandet. I bassenger med god turbulens, og der alt avløpsvann resp. alt returslam tilsettes på ett sted, vil en prøve uttatt omtrent midt i bassenget være representativ. Luftetanken kan i noen tilfeller være slik utformet og luftingen så svak at det er konsentrasjons-gradienter i dybden. I et avlangt luftebasseng vil det, spesielt ved trinnavis tilsetning av avløpsvannet (step aeration), dannes langsgående konsentrasjons-gradienter. Det kan derfor være nødvendig å ta ut prøver på flere punkter i luftetanken. Når et anlegg er utsatt for store belastningsvariasjoner over døgnet, vil varierende slammengder befinne seg i sedimenteringsenheten, og slammengden i luftetanken vil kunne variere over døgnet. Det kan være aktuelt å ta hensyn til dette ved mer inngående undersøkelse av det biologiske trinnet.

Ved måling av oksygen-nivået i luftetank må en ta hensyn til at oksygenkonsentrasjonen varierer med belastningen, og O_2 -bestemmelser bør derfor gjøres ved det tidspunkt på dagen da tilrenningen til renseanlegget er størst. I avlange luftebassenger bør oksygenkonsentrasjonen måles på flere steder. O_2 -konsentrasjonen er oftest lavest ved innløpet.

En spesiell form for luftetank er ringkanal. Prøvene tas på det sted i kanalen der innkommende avløpsvann er godt innblandet. Ved bestemmelse av O_2 -innhold bør dette gjøres "oppstrøms" børsten der O_2 -innholdet kan antas å være lavest.

Sedimentering etter biologiske trinn (sedimentering 2)

Prøven tas i utløpsrennen fra bassenget. Slammivå måles som ved forsedimentering. Ved sedimentering av aktivt slam vil slammivået kunne variere betraktelig med hydraulisk belastning og returslampumping, og ved mer inngående undersøkelser kan det være nødvendig å ta hensyn til dette. Siktdyp måles i slutten av bassenget nær utløpsrennen.

Returslam (ved aktivslamanlegg)

Man bør, hvis det er praktisk mulig, måle returslamføringen i overløp eller annen måleinnetning. Prøve på returslam tas som flere delprøver ved returslamledningens utløp i luftebassenget.

Biologisk filter (rislefilter)

Prøver umiddelbart etter biologisk filter tas normalt kun ved mer inngående undersøkelser.

Biologisk dam

Prøvene tas i utløpsbrønn. Hvis dette ikke er mulig, tas prøver i dammen så nær utløpet som mulig og på samme dybde som dette. Oppholdstiden i en dam er normalt flere døgn, og på utløpet vil stikkprøver ofte være like gode som døgnprøver.

Ved bestemmelse av oksygen-nivå i dammen må man huske på at dette vil variere kraftig over døgnnet i den lyse årstiden (høyest om dagen, lavest om natten). Alkalitet og pH er andre parametre som kan variere over døgnnet.

Flokkulering

Den eneste analyse som er aktuell ved prøvetaking i flokkuleringstanken, er pH-verdi. Man bør måle pH direkte i flokkuleringskammeret. Hvis prøve skal tas, må dette være som en stikkprøve som umiddelbart analyseres. Prøven må ikke rystes eller omblandes før analyse. Med litt erfaring kan man få et godt bilde av fellingsforløpet ved å studere flokkenes størrelse visuelt.

Sedimentering etter kjemisk trinn (Sedimentering 3)

Prøven tas i utløpsrennen fra bassenget. Slamnivå måles som ved forsedimentering. Siktedyp måles i slutten av bassenget nær utløpsrennen.

Klorkontaktbasseng

I tilfelle klorering tas stikkprøver i utløpet fra klorkontaktbassenget for bestemmelse av restklor. Prøven må analyseres umiddelbart.

Uttak av prøver

Manuell prøvetaking

Ved uttak av prøver er det hensiktsmessig med en plastøse. Det letter ofte arbeidet om en øse har en gaffel som er montert på et skaft. Begre, målesylindere o.l. av glass bør unngås da de lett knuses. Ofte kan prøveflasken nyttes direkte ved prøvetakingen ved å senke den ned i avløpsvannet. På forhånd skal prøveflaskene være rene, og videre er det viktig at man skyller flasken i det vann man skal hente prøven i.

Når en skal ta proposjonale blandprøver manuelt, trenger man en målesylinder av plast samt en større bøtte eller flaske på minst 15 l der delprøvene kan slås sammen. Delprøvene bør ikke være mindre enn 100 ml. Etter avsluttet prøvetaking blandes innholdet i bøtten godt, og de prøveflasker som skal sendes til laboratoriet, fylles, og prøvene konserveres ved behov. Hvor stort volum som skal sendes til laboratoriet, er avhengig av hvilke analyser som skal gjøres, se tabell 1, side 16. Send gjerne noe større volumer enn det som trenges slik at det finnes mulighet for re-analysering. Et eksempel på uttak av proposjonale døgnprøver er gitt i appendix 1. En har her forsøkt å ta med alle de ting man må huske på ved prøvetakingen. Videre inneholder dette eksempelet et forslag til journalføring ved prøvetakingen.

Automatisk prøvetaking

Ved anlegg der automatiske prøvetakere finnes, brukes selvsagt disse. Før prøvetakingen startes, må man sjekke at prøvetakeren er ren og at den fungerer korrekt. Det er viktig at prøvetakerens funksjon også sjekkes etter endt prøvetaking. Prøvetakerens oppsamlingskar bør plasseres i et kjøleskap ved innsamling av døgnprøver etc. En redegjørelse for virkemåte, resultater fra undersøkelser av ulike typer prøvetakere, og om generelle krav til prøvetakere finnes sammenstilt i appendix 2.

Uttak av slamprøver

Tilførsel resp. uttak av slam til slambehandlingsprosesser skjer normalt diskontinuerlig. F.eks. tappes slam fra forsedimentering normalt kun en gang pr. døgn. Tilførselen resp. uttaket skjer normalt med tilnærmet konstant hastighet. Slammets konsentrasjon varierer ofte kraftig fra det ene øyeblikket til det andre. Prøvetakingen må derfor utføres slik at en tar ut et antall (minst 10) stikkprøver i løpet av den tid slamtilførselen eller slamuttaket skjer, enten dette skjer over 5 minutter eller 5 timer.

Man kan enkelt bruke en bøtte eller et større kar til oppsamlingen, mens delprøvene tas med øse. Nøye omblending i samle karet er meget viktig før prøvene tas ut. Flytenede slam sendes til laboratoriet på plastflaske med vid hals. Avvannet slam fylles på kraftig plastpose som lukkes nøye.

Det er viktig at man i ethvert tilfelle bruker skjønn ved uttak av slamprøver. Man bør da huske på å vurdere følgende spørsmål:

- a) Er prøvedagen en representativ driftsdag på anlegget?
- b) Har det vært en lengre driftsstopp før besøket på anlegget?
- c) Hvilke driftsrutiner har driftsoperatøren på slambehandlingsprosessene?
- d) Vil prøvene som tas bli representative for det slam som tappes?

Målinger på kloakkrensaneanlegg

Noen målinger/analyser bør gjøres på stedet, og det er da viktig at det nødvendige utstyr (feltutstyr) skaffes:

<u>Analyse/Parameter</u>	<u>Utstyr</u>
Temperatur (°C)	Rettvisende termometre.
Siktedyp (cm)	Secchi-skive (hvit, homogen skive med diam. = 25 cm) med line og blyvekt.
Sedimenterbart stoff (ml/l)	Imhoff beger (konisk form).
Slamvolum - 30 min. (ml/l)	1 liters målesylinder (slamvolum leses av etter ½ times henstand).
Slamnivå	Et plexiglassrør m/propp kan anvendes. Diam. = 2,5 - 4 cm, og lengde ca. 3 m. Eller bedre; et slamlodd m/fotocelle som registrerer slamsjiktet ved nedsenkning.
pH	pH-meter (batteridrevet).
Oksygeninnhold (mg O ₂ /l)	Oksygenmeter (batteridrevet).
Oksygenoptak (mg O ₂ /l/min)	Oksygenforbruk pr. tidsenhet kan bestemmes ved bruk av: Oksygenmeter, 250 - 300 ml Erlenmeyer kolbe, magnetrører og ev. skriver.

Annet utstyr som kan være aktuelt er enkelt utstyr for kolorimetrisk analyse basert på komparator og reagenser i ampuller, dryppflasker e.l.

Konservering av prøver

Hovedregelen er at alle analyser skal utføres så snart som mulig etter at prøven er tatt. Avløpsvann og slam er "levende", og biologisk aktivitet og kjemiske og fysiske reaksjoner vil endre sammensetningen av enkelte komponenter i prøven. Visse målinger utføres på stedet (temperatur, siktedyp, sedimenterbart stoff, slamvolum, slamnivå), og noen analyser bør utføres direkte (O_2 -innhold, pH, kloroverskudd m.fl.), mens andre tåler en viss "ventetid" før analysen utføres (susp. stoff, BOF, KOF, fosfor og nitrogen).

Avløpsvann og slam bør så langt som mulig analyseres samme dag som prøven er tatt. Under eventuell ventetid bør prøvene oppbevares i kjøleskap ved en temperatur på ca. $4^{\circ}C$. Dessverre ligger laboratoriet ofte langt unna, og da må det planlegges slik at transporttiden blir kortest mulig. Hvis prøvene ikke kan leveres til laboratoriet samme dag som de er tatt, bør prøvene konserveres. Hvilket konserveringsmiddel som skal brukes ved de ulike analyser, og ønskelige krav til maks lagringstid fremgår av tabell 1.

Fra tabell 1 kan en se at det er bare for nitritt-nitrat at ikke svovelsyre, men kvikksølvklorid, blir brukt som konserveringsmiddel. Forøvrig er det ikke noe i veien for å konservere kommunale avløpsvannprøver med svovelsyre når det gjelder nitritt-nitrat. Man bør derimot være oppmerksom på at en sidereaksjon (Van Slykes reaksjon) kan oppstå ved syrekonserveringen, men dette er bare tilfelle når mye nitritt (NO_2) er tilstede. Ved mange anlegg i Norge blir det bare nødvendig med svovelsyre som konserveringsmiddel.

Når det gjelder BOF-analysen (se tabell 1) så har det vist seg at en kan strekke lagringstiden til 1 døgn (eller 12 - 24 h) ved lagring i kjøleskap. Man tar da prøven på en plastflaske, fyller denne helt opp, og lagrer prøven i kjøleskap umiddelbart.

Et visst svinn i BOF må medregnes ved lagring, og man må huske på at prosentvis feil kan bli størst for utløpsvann kontra råkloakk. Derfor bør utløpsprøvene gjøres først i laboratoriet.

Tabell 1. Aktuelle analyser ved avløpsanlegg, nødvendig prøvevolum, temperatur ved lagring og konserveringsmiddel for hver enkelt analyse.

(Konserveringsmiddel og lagringstid etter; EPA (USA), "Methods for chemical analyses of water and wastes", EPA-625/-74-003, gjeldende NIVA-praksis, og Norsk Standard for vannanalyser så langt disse foreligger.)

Analysar/Driftsparametre	Volum (ml)	Konservering og lagring
Sedimenterbart stoff (ml/l)	1000	Ingen konserv., kjøleskap ved 4°C lagringstid < 24 timer. Bør gjøres direkte ved anlegget.
Slamvolum (ml/l)	1000	Ingen konserv., kjøleskap ved 4°C, lagringstid < 24 timer. Bør gjøres direkte ved anlegget.
Suspendert stoff (mg/l)) (SS))	250 x)	Ingen konserv., kjøleskap ved 4°C, lagringstid ≤ 7 dager.
Flyktig suspendert stoff) (FSS) (mg/l))		
KOF (mg O ₂ /l)	200	2,00 ml 4 M H ₂ SO ₄ (dvs. pr.200 ml prøve), kjøleskap ved 4°C, lagringstid ≤ 7 dager.
BOF (mg O ₂ /l)	100- 1000 xx)	Ingen konserv., kjøleskap ved 4°C, Lagringstid <24 timer, eller direkte nedfrysing, -18 °C.
Nitritt-nitrat (mg N/l)	100	1,00 ml HgCl ₂ eller 1,00 ml 4M H ₂ SO ₄ (dvs. pr. 100 ml prøve), kjøleskap ved 4°C, lagringstid ≤ 7 dager.
Total fosfor (mg P/l)	200	2,00 ml 4M H ₂ SO ₄ (dvs. pr. 200 ml prøve), kjøleskap ved 4°C, lagringstid ≤ 7 dager.
Ortofosfat (mg P/l)	100	Må filtreres før konservering. 1,00 ml 4M H ₂ SO ₄ (dvs. pr. 100 ml prøve), kjøleskap ved 4°C, lagringstid < 24 timer.

x) Ved meget godt rensede utløpsvann kan det trenses 500 ml.

xx) Ved råkloakk og mekanisk rensed avløpsvann trenses ca. 100 ml, ved meget godt rensed utløpsvann ca. 1000 ml.

Konserveringsreagensene lages på følgende måte:

Svovelsyre, 4M H₂SO₄:

222 ml konsentrert H₂SO₄ p.a. helles svært forsiktig over i et 1 liters begerglass som inneholder ca. 500 ml destillert vann. Fyll opp til 1000 ml med destillert vann. (NB! Fare for varmetvikling el. koking).

Kvikksølvklorid, 0,02% HgCl₂:

0,2 g HgCl₂ p.a. løses i 1 liter destillert vann. (NB! HgCl₂ er giftig!)

Prøver som skal analyseres for spesielle parametre som f.eks. tungmetaller, fenoler og olje, krever spesielle forberedelser og konserveringsmidler: I alle slike tilfeller bør man henvende seg til sitt laboratorium for nærmere avtale.

Transport av prøver

Ved forsendelse og transport av prøver er det viktig at man tar visse forholdsregler. Prøvene må holdes nedkjølt ved transporten, enten i kjølebag eller nedfrost (- 18 °C) hvis dette er nødvendig (f.eks. med BOF). Merking av prøveflaskene er svært viktig og skal omfatte:

- Renseanlegg og prøvepunkt,
- type vann eller slam,
- tidspunkt for prøvetaking (dato og klokkeslett),
- forbehandling/konservering,
- oppdragsgiver og adresse.

Videre må en vedlegge et følgeskriv der bakgrunnen for prøvene framgår, og hvor en i tillegg gir følgende opplysninger:

- Analyser som ønskes utført,
- hvem resultatene skal sendes til (m/oppdragsgivers adresse).

En kan gjerne også beskrive hvordan prøvene er tatt, hva analyseresultatet skal brukes til, og når resultatene ønskes. Prøvetakingsjournalen bør føres og kopi sendes med prøvene. Ved planlegging av prøvetaking

bør en i god tid ta kontakt med laboratoriet og da avtale bl.a.:

- Tidspunkt for prøvetaking og prøvens ankomst til laboratoriet,
- prøve-emballasje, prøvevolum og transportmåte,
- hvilke målinger som gjøres på stedet, forbehandling, konservering og merking av prøvene,
- hvilke analyser som skal utføres, og hvilke vurderinger man ønsker.

III VANNFØRINGSMÅLING

Et renseanlegg er som regel dimensjonert på grunnlag av målt eller beregnet hydraulisk belastning. Måling og registrering av vannføring er derfor av største betydning. Uansett størrelse på anlegget (også små anlegg) bør det foretas måling av tilrenningen. Vannføringsmålingen kan skje enten ved innløpet eller ved utløpet. Det forutsettes at de fleste renseanlegg i fremtiden vil bli utstyrt med kontinuerlig registrerende og summerende vannføringsmåler(e).

Ulike prinsipper

Måling av vannføring skjer etter ulike hovedprinsipper i kanaler (renner), kummer o.l. resp. i trykkledninger (rørledninger).

1. Kanaler, kummer etc.: Vanligvis benyttes målerenne (Venturi, Parshall etc.) eller overløp (V-overløp eller rektangulære overløp) der nivået oppstrøms er en funksjon av vannføringen. I større kanaler og vassdrag kan kalibrering av tverrsnitt med "flygel" ved ulike vannføringer gi en sammenheng mellom vannstand og vannføring
2. Trykkledning: Måling kan skje ved hjelp av trykkdifferens over tverrsnittsinnsnevring, elektromagnetiske strømningsmålere, og i rent vann kan propeller, rotametre el. likn. benyttes.

Av erfaring vet man at vannføringsmålere ofte viser feil, et forhold som kan skyldes feil installasjon eller uheldig valg av måleområde. En bør derfor alltid sjekke vannføringsmåleren. Det kan ved korrekt installasjon skje ved at en manuelt måler nivået ved rennen eller overløpet,

og i tabell, nomogram eller diagram for den aktuelle renne eller overløp finner ut hva måleren burde vise (se appendiks 3), eller at man ved mindre anlegg sjekker med bøtte og stoppeklokke. Ved feil må måleren justeres i henhold til leverandørens anvisninger.

Måling av vannføring ved anlegg som ikke har permanent måleutstyr.

Ved anlegg der utstyr for vannføringsmåling ikke finnes, kan en med enkle metoder måle tilrenningen. Nøyaktigheten ved slike målinger er selvsagt noe varierende, men enkelte metoder kan gi stor nøyaktighet.

Aktuelle metoder: 1. Bøttemåling.

2. Måling i basseng.

3. Ved pumpestasjoner.

4. Vippekar.

5. Måling av strømhastighet.

6. Sporstoff (tracer).

7. Innsetting av enkle måleprofiler.

1. Bøttemåling: Den enkleste og ofte nøyaktigste metode for måling av vannføring og kalibrering av måleutstyr er å bruke kar med kjent volum og stoppeklokke. En 10-15 liters bøtte kan være vel-egnet på steder hvor en har et fritt fall på en halv meter eller mer ut fra et rør eller over en kant. Man bør ikke fylle opp enheten fortere enn 5 sekunder (eventuelt bruke større kar). Metoden er derfor mest brukbar ved små anlegg ($< 2 \text{ l/s}$).
2. Måling i basseng: Å måle nivåforandring over tid i et basseng ved nedtapping eller oppfylling kan i en del tilfeller være en vel-egnet målemetode. F.eks. kan man ved å stenge utløpet fra et basseng få en oppfylling av dette. Når bassengets areal er kjent, og en måler nivåforandringer over tid, kan tilrenningen beregnes som
$$\frac{\text{Areal} \times \text{nivåforandring}}{\text{tid}}$$
3. Ved pumpestasjoner: Det kan måles i pumpebrønn når pumpen står stille. En kan da registrere oppfyllingen i brønnen ved å måle nivåforand-

ringen over tid på samme vis som ovenfor. Enklest er å måle volumet mellom nivåvipperne for til- og fraslag av pumpen. Tilrenning kan da lett beregnes fra tiden mellom stopp og start av pumpen. Mange pumper er utstyrt med driftstidsmålere. Hvis pumpens kapasitet er kjent, kan tilrenningen beregnes fra driftstiden. Pumpeens kapasitet kan anslås ut fra pumpekarakteristikken (se instruksjonsboken for pumpen). Et slikt anslag er usikkert på grunn av varierende vannstand i pumpegraven, mulig blokkering av tilbakeslagsventil eller ledning, eller på grunn av pumpe slitasje. Ved gjentatte målinger av tid mellom til- og fraslag og mellom fra- og tilslag kan den reelle pumpekapasiteten bestemmes.

4. Vippekar. Hvor det er tilstrekkelig høyde til å samle opp vannstråler i en beholder, kan vippekaret benyttes. Vippekaret består av to liter volum sentrert om en akse. Når et kar er fullt, vipper dette og tømmes, mens resten fylles. Hver vipp registreres på et telleverk.
5. Måling av strømningshastighet: Når det våte tverrsnittsarealet i et rør eller i en kanal er kjent, kan tilrenningen beregnes hvis en kan måle strømningshastigheten. Strømningshastighet måles lett med flygel. I urensset avløpsvann kan flygelmåling bli problematisk på grunn av vannets innhold av papir og filler. En meget grov oppfatning av strømningshastigheten kan en få ved å kaste fyrstikker o.l. i vannstrømmen og måle tiden for passasje mellom to punkter med kjent avstand. Overflatestrømmens hastighet er ca. 15% høyere enn den gjennomsnittlige strømningshastighet.
6. Sporstoff (tracer): En kan måle vannføringen ved å tilsette et sporstoff (tracer) kontinuerlig til vannet oppstrøms et sted (f.eks. et overløp) hvor en har god innblanding. Ved å ta stikkprøve nedstrøms, som analyseres på sporstoffet, kan fortyningen og således også vannføringen beregnes. Utstyr: Doseringspumpe, lagertank (bøtte) og kjemikalie (tracer). (NIVA har utført vannføringsmåling av avløpsvann med litium som sporstoff, og det synes å være en nøyaktig metode. Ref; XT-17, Forprosjekt, "Vannføringsmåling med litium som sporstoff", av siv. ing. L. Vråle & siv.ing. L. Nilsen).

7. Innsetting av måleprofiler:

Metoden kan anvendes ved anlegg der man finner en kanal eller renne som passer til innsetting av en måleprofil. Som regel setter man inn et overløp av typen rektangulære eller trekantede (Vannføringskurver for disse finnes i appendiks 3).

IV KONTROLL VED KLOAKKRENSEANLEGG.

Skjema for anleggsdiagnose og driftsutstyr m.v.

Ved en undersøkelse (tilsyn) av et renseanlegg bør en ikke bare utføre prøvetaking og analyser. Tilstanden ved renseanleggene rundt om i landet er slik at i de nærmeste år synes det som den viktigste oppgaven vil være å få lagt betingelsene til rette for en god drift. Anleggene trenger å gås igjennom ved at en sjekker at alle deler er i skikkelig funksjon, og man må sørge for at det nødvendige driftsutstyr finnes. Alle mangler bør påpekes, og det bør sjekkes at disse rettes. Den som utøver tilsyn kan i de nærmeste år være til stor hjelp i dette arbeidet.

Som et hjelpemiddel i dette arbeid kan en bruke de skjemaer som er utarbeidet ved NIVA i forbindelse men en landsomfattende driftsundersøkelse av renseanlegg (se side 22 og 28). Tabell 4 (se side 41) er utarbeidet med henblikk på prøvetaking av slam og kontroll med slambehandlingsprosessene. Tabellen er ment som en veiledning i dette arbeid og vil komme sterkt inn i bildet ved kontroll av kloakkrenseanlegg.

Skjema for anleggsdiagnose og driftsutstyr m.v. inneholder:

- Generelle data
- Flyteskjema
- Anleggsdiagnose
- Driftsutstyr
- Kommentarer.

Skjemaet har først rubrikker for generelle data som må innhentes for alle anlegg som blir kontrollert. Flyteskjemaet angir både renseprosesser og slambehandling, og en trenger bare å merke av hva som finnes på anlegget og dessuten angi doseringspunkt og kjemikalietype. Eventuelle kommentarer skrives nederst. To av hovedpunktene på skjemaet trenger nærmere omtale, nemlig anleggsdiagnose og driftsutstyr (se side 22).

På skjema 1 kan det i noen tilfeller være tvil om hva som menes med sedimentering 1, 2 og 3 (sed. 1, 2 og 3).

Man bør merke seg følgende:

Sedimentering 1: Her menes forsedimentering, eventuelt utløp fra denne.

Sedimentering 2: Er sedimentering i forbindelse med biologiske anlegg og simultanfellingsanlegg hvor returslam kommer inn i bildet.

Sedimentering 3: Her menes sedimentering i forbindelse med kjemisk felling uansett forbehandling.

Anleggsdiagnose:

1. Regnvannsoverløp: Hvis dette finnes, må man sjekke at det har riktig innstilling, og at filler eller større ting ikke tetter innløpet slik at vannet unødig går i overløpet. (De fleste overløp her i landet er ikke dimensjonert i det hele tatt, slik at de ikke avlaster tilstrekkelig til å hindre slamutvasking).
2. Rist m/utstyr: Undersøk om det finnes rist i det hele tatt. Kontroller om denne virker, om risten har for stor avstand mellom stavene, eller om den har lett for å tette seg, hvilket kan medføre oppstuvning av vannet i ledningsnettets ovenfor. I visse tilfeller kan det være aktuelt å sjekke hvor stor mengde ristgods som samler seg og må fjernes (kjøres bort til deponering).
3. Sandfang m/utstyr: Dette må inspiseres, og man kan eventuelt ta en prøve i sandfangets utløp for å se om vannet fremdeles inneholder sand, kaffegrut etc. Det er viktig å fjerne sand for å unngå å få slitasje i pumper o.l., og en vil i visse tilfeller måle mengde sandavfall (slam) som må behandles (kjøres bort for deponering). I luftet sandfang vil det være viktig å regulere luftomrøringen (luftinnblåsingen). Man kan enkelt undersøke om det finnes avsetninger på skrå flater som skyldes for liten omrøring.
4. Overløpsrenne - sed. 1: Undersøke at denne er montert riktig, og at den drar av vannet jevnt. Den bør rengjøres (ingen filler etc.).
5. Flyteslam - sed. 1: En skjerm skal finnes foran overløpsrennen og skal hindre at flyteslam går i utløpet. Flyteslamavdrag finnes i dag på de aller fleste større anlegg. (Flyteslam kan være forårsaket av at slam ikke tømmes ofte nok).

6. Slamskrape - sed. 1: Sjekke at det ikke ligger slam på bunnen av bassenget, og at slamskraperen virker godt. Man bør også sjekke at skråveggene i sedimenteringsbasseng er fri for slamavsetninger. En bør undersøke slitasje på kjeder etc.
7. Slampumpe - sed. 1: Sjekke om denne virker eller om den er i ferd med å gå tett.
8. Omrøring luftetank: Kontrollere avlagringen på bunnen i luftetanken. Avlagringer på bunn kan forårsakes av manglende rist og sandfang eller av dårlig funksjon på disse enheter eller av dårlig omrøring i luftetanken på grunn av for lite luftinnblåsing eller lufterør. Feil geometri på bassenget har ofte vist seg å være en av årsakene (driftsundersøkelsen).
9. Luftere/blåsemaskiner: 2 blåsemaskiner bør finnes, da én kan være ute av drift for en stund. Ellers skal de gå med en ukes mellomrom. En bør sjekke at sikkerhetsventilen er i orden, at filteret ikke er tett, at viftereimen er i orden og at reimskivene er skjermet. De skal ikke gå med for høyt turtall da holdbarheten reduseres. Man bør også sjekke om lufterne har tette seg (p.g.a. filler etc., i så fall må lufterne rengjøres), eller om det finnes andre feil på ventiler, rørledninger eller difusorer.
10. Luftmengder: Kontrollere at det er minst 2 mg O_2 /l i luftebassenger, og det er god omrøring. En bør sjekke at mammutpumpen for returslam får nok luft.
11. Overløpsrenne - sed. 2: Samme som punkt 4.
12. Flyteslam - sed. 2: En skjerm skal finnes foran overløpsrennen. Ved små biologiske anlegg er det en fordel med kontinuerlig avdrag av flyteslammet (f.eks. ved hjelp av en mammutpumpe). Flyteslam er ofte forårsaket av denitrifisering. Kan iblant motvirkes med høyere returslampumping.
13. Slamskrape - sed. 2: Samme som pkt. 6. Her er det også viktig å sjekke at slam legger seg på skråstilte sideflater (kon) i bunnen av sedimenterings-tanken.
14. Returslamføring - sed.2: Kontrollere at kapasiteten er stor nok, minst 50% av tilrenningen, og at ledningen (ev. mammutpumpen) ikke er tett. Returslamføringen kan skje ved hjelp av sentrifugalpumpe på større anlegg.
15. Pumping overskudds-slam - sed. 2: Sjekke om denne virker eller har gått tett.

16. Kjemikaliedosering: Inspeksjon av doseringsenheten, og måling av dosering i ml eller g/tidsenhet (m/stoppe-
lokke og målesylinder eller vekt ved tørrdosering) for å sjekke at riktig mengde tilsettes. Sjekke at eventuell styring fra vannføringsmåler virker.
17. Kjemikalieinnblanding: Sjekke at kjemikaliet blandes godt med vannet (dvs. tilsettes ved punkt med god turbulens), og at innblandingen skjer raskt.
18. Flokkulering: Inspeksjon for å kontrollere at best mulig flokkulering oppstår, dvs. skaper store fnokker som er lette å sedimentere. Måle pH for å se om man ligger innenfor et gunstig pH-område for det benyttede fellingskjemikaliet.
19. Overløpsrenne - sed. 3: Samme som pkt. 4.
20. Flyteslam - sed. 3: Samme som pkt.5.
21. Slamskrape - sed. 3: Samme som pkt. 6 og pkt. 13.
22. Slampumpe - sed. 3: Samme som pkt. 7.
23. Vannføringsmåling: Der kontinuerlig registrerende utstyr finnes, sjekke at dette er i drift og viser riktig verdi. Hvis kontinuerlig registrerende utstyr ikke finnes, sjekke at utstyr (metoder) finnes for å måle vannføringen manuelt (se eget avsnitt!).
24. Kloreringsutstyr: Ved utstyr for dosering av klorgass bør en sjekke utstyrets tilstand, spesielt fra sikkerhetssynspunkt. Innskjerpe det nødvendige i å være forsiktig med klorgassen, og ikke å starte anlegget uten at en sjekker at alle forbindelser og pakninger etc. er helt tette.
25. Spylevann for renhold: Skal finnes lett tilgjengelig på alle anlegg.
26. Vask m/varmt vann: Skal finnes på alle anlegg.
27. Rekkverk, sikrings-
utstyr: Påse at rekkverk finnes ved alle bassenger etc., at kjeder er skjermet, og ellers at nødvendig sikringsutstyr er installert.
28. Støy: Støy fra kompressorer, blåsemaskiner og vifter kan være sjenerende inne i et rom. Derfor bør disse installeres i eget rom, eller skjermes på annen måte.

29. Korrosjon, rekkverk, gangbane: EØr ikke forekomme, eventuelt ta tiltak for å forhindre dette.
30. Korrosjon, maskinelt utstyr: EØr ikke forekomme. Ved stor korrosjon må kanskje utstyr skiftes.

Driftsutstyr:

- 43-50 Hvis utstyret her ikke finnes, så bør det anskaffes så snart som mulig.
51. Oksygen-meter: Hvis dette finnes, bør bruk og vedlikehold sjekkes. Ikke nødvendig på alle anlegg, men bør finnes på større biologiske avløpsanlegg og eventuelt der hvor samme eier (kommune) driver flere mindre biologiske anlegg.
52. pH-meter: Bruk og vedlikehold må kontrolleres. pH-meter bør finnes ved kjemiske fellingsanlegg.
53. Annet utstyr: Avhengig av anleggstype og de problem en har ved drift og oppfølging kan annet utstyr være ønskelig som f.eks. jar-test apparat, utstyr for analyser, CST-måler m.m.
- 57.

Skjema for analyser/driftsparametre m.v.

Skjemaet (se s. 28) er det viktigste når en skal kontrollere de faktiskste resultatene ved selve renseanlegget. Det kan dreie seg om en enkel sjekk til en fullstendig kontroll av hver prosess i et avløpsanlegg. Analyser/driftsparametre er det sentrale på dette skjema.

Skjema for analyser/driftsparametre m.v. inneholder:

- Generelle data)
- Flyteskjema) som skjema for anleggsdiagnose og driftsutstyr m.v.
- Belastninger/målinger
- Analyser/driftsparametre.

Belastninger/målinger:

Skjemaet er i grunnen selvforklarende på dette punkt. Når det gjelder:

Vannføring (l/s):

Måling av vannføring kan foregå over et lengre tidsrom og registreres da flere ganger i det tidsrom prøvetakingen foregår. Det er en stor fordel å kunne registrere vannføringen hver gang prøver blir tatt (det enkleste er da å ha telleverk og skriver etc. installert).

Returslammengde (l/s):

Bør måles. Hvis ikke måleanordning finnes og returslammføringen ikke er for stor, kan den måles med f. eks. bølge av kjent volum og stoppeklokke (se for øvrig avsnitt om vannføringsmåling!).

Overskuddsslammengde:

Ved tapping av slam (fra sedimenteringsbassenger) bør overskuddsslammengde måles, og mengden noteres i m^3 /tidsenhet. Disse verdier vil kunne gi en pekepinn om hvorvidt man har "automatisk overskuddsslamtapping" ved store vannmengder (hydraulisk overbelastning).

Kjemikaliedosering:

Bør måles ved kjemiske fellingsanlegg. Doseringen måles f.eks. med måleglass og stoppeklokke eller veies på en vekt. En kan da få øyeblikksdoseringen i mengde eller volum (ved våtdos.) pr. tidsenhet. Doseringen angis g/m^3 (gram tilsatt kjemikalie pr. m^3 vann).

Støy:

Støynivået på anlegget bør ikke være så høyt at dette er ubehagelig for personer som oppholder seg der. Den som utøver kontroll, bør huske på å sjekke om støyen er for kraftig og eventuelt anmerke dette her.

Analyser/driftsparametre:

Skjemaet gir her en oversikt over de aktuelle analyser (driftsparametre), og har rubrikker for analyseresultater for prøver hentet fra de forskjellige rensetrinn inklusive inn- og utløp. Dette er et generelt opplegg, og det er meningen at dette skal passe til de fleste typer anlegg som finnes i Norge. Det fremgår av skjemaet hvilke analyser som er aktuelle. De konsentrasjoner og renseeffekter man kan forvente, vil variere fra anlegg til anlegg. Vanlige verdier for godt virkende anlegg fremgår av tabell 2 og 3 (se side 30). Det bør understrekes at verdier utenom de angitte ikke er uvanlige. Både ved valg av prøvetype (stikkprøve, blandprøve, døgnprøve) og analyseparametre er det viktig at hensikten med undersøkelsen er klar. Iblant kan man klare seg med et mindre analyseopplegg enn det som her er angitt, og ved mer inngående undersøkelser kan man trenge analyser utover det som her er angitt. F.eks. kan analyser på filtrerte og ufiltrerte prøver fortelle om forurensningene foreligger i løst eller partikulær form. (Eksempel: Dersom man på et (mekanisk-)biologisk renseanlegg tar KOF- eller BOF-analyser på både filtrert og ufiltrert avløpsvann, vil man kunne vurdere om event. høyt innhold av organisk stoff skyldes at anlegget er hydraulisk overbelastet - forurensningene foreligger da i partikulær form - eller om den biologiske delen av anlegget ikke virker tilfredsstillende.)

Anleggene er inndelt i følgende grupper:

1. Mekaniske.
2. Mekanisk-kjemiske.
3. (Mekanisk-)biologiske.
4. (Mekanisk-)biologisk-kjemiske.

På skjemaet (s. 28) kan det også i noen tilfeller være tvil om hva som menes med sedimentering 1, 2 og 3 (se forklaring på s. 23).

Tabell 2 :

Typiske konsentrasjoner av ulike komponenter
i avløpsvann (mg/l).

Avløpsvann Parameter	Råkloakk	Mek. renset	(Mek.)+ kjem. renset	(Mek.)+ biol. renset	(Mek.)+ biol.+kjem. renset
SS	150-250	50-100	10-30	10-30	5-25
BOF ₇	150-250	100-200	30-60	10-30	5-10
KOF	300-500	200-400	60-120	20-60	5-10
Tot.-P	4-8	4-8	0,2-1	3-6	0,2-0,6
Tot.-N	15-35	15-35	10-30	10-30	10-30

Tabell 3 : Renseeffekt (%) for ulike typer anlegg.

Avløpsvann Parameter	SS	BOF ₇	P	N
Mekanisk	30-60	20-40	10-15	10-15
(Mek.)+biol.	85-95	80-95	20-40	20-50
Biol.(langtidslufter)	85-95	80-95	15-35	20-50
Direktfelling	80-95	60-75	80-95	10-20
Forfelling	85-95	80-95	85-95	20-50
Simultanfelling	80-95	80-95	80-95	20-50
Etterfelling	90-95	90-95	90-97	20-50

1. Mekanisk rensing (rist, sandfang, sedimentering)

Prøvetakingssted: Aktuelle analyser ved kontroll:

Innløp: Temperatur
Sedimenterbart stoff
pH
Suspendert stoff
Flyktig suspendert stoff
Kjemisk oksygenforbruk
Biokjemisk oksygenforbruk

Utløp
(fra sed. 1): Temperatur
Sedimenterbart stoff
pH
Suspendert stoff
Flyktig suspendert stoff
Kjemisk oksygenforbruk
Biokjemisk oksygenforbruk

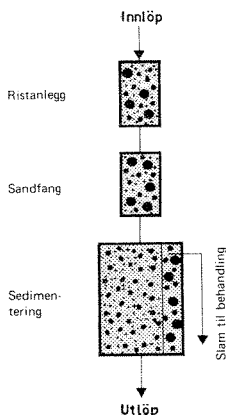


Fig. 2 Mekanisk rensing.

Hensikten med mekaniske renseanlegg er å få avskilt sedimenterbare stoffer og flyttestoffer. Ved analysering må parametervalget være slik at en kan kontrollere at denne hensikt oppnås.

Innløp: Prøvetaking på innløpsvann kan ha to hensikter, enten å finne ut belastningen på renseanlegget eller å finne ut hvilken kvalitet innkommende avløpsvann har. For å finne belastningen må en ta proporsjonale døgnprøver (dvs. som tidligere nevnt, prøver tatt proporsjonalt med vannføringen over døgnet). Analysering bør skje på de parametre en vil beregne belastningen for. For å finne ut hvilken kvalitet innkommende avløpsvann har, kan en ofte klare seg bra med en blandprøve tatt over et par timer. Ved å måle sedimenterbart stoff, og analysere for suspendert stoff og kjemisk eller biokjemisk oksygenforbruk vil en få en oppfatning om hvor konsentrert eller fortynnet avløpsvannet er.

Utløp: Skal en bestemme renseeffekt, må prøver tas som proporsjonale døgoprøver, (ivs. prøver tatt proporsjonalt med vannføringen over døgnet). De komponenter som det er aktuelt å måle renseeffekt på, er suspendert stoff og , i en viss utstrekning, organisk stoff (som BOF eller KOF). Skal belastningen på resipienten bestemmes, tas prøver på samme måte, og de parametre en skal analysere på, bestemmes av hvilke komponenter en er interessert i å finne belastningen av.

Ved en enkel kontroll av at renseanlegget virker etter hensikt, kan man ta noen stikkprøver ved det tidspunkt på dagen en har størst tilrenning for å måle sedimenterbart stoff i disse. Ved å bestemme slammivå i sedimenteringsbasseng kan en sjekke at slamuttaket er tilstrekkelig.

2. Mekanisk-kjemisk rensing (primær- og sekundærfelling)

Prøvetakingssted: Aktuelle analyser ved kontroll
(av et sekundærfellingsanlegg):

Innløp: Temperatur
Sedimenterbart stoff
pH
Suspendert stoff
Flyktig suspendert stoff
Kjemisk oksygenforbruk
Biokjemisk oksygenforbruk
Total fosfor

Sedimentering 1: Sedimenterbart stoff
(Ikke v/primærfelling)

Flokkulering: pH

Sedimentering 3: Siktedyp

Utløp (fra sed. 3): Temperatur
Sedimenterbart stoff
pH
Suspendert stoff
Flyktig suspendert stoff
Kjemisk oksygenforbruk
Biokjemisk oksygenforbruk
Total fosfor
Ortofosfat

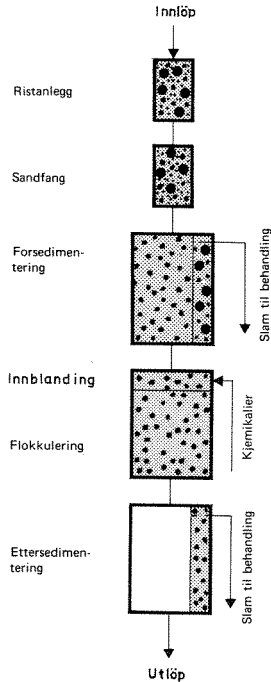


Fig. 3 Mekanisk / kjemisk rensing.
(Sekundærfelling)

Hensikten med mekanisk-kjemiske renseanlegg er å få fjernet fosforforbindelser i tillegg til organisk stoff og suspendert stoff. Ved analyse- ring må parametervalget være slik at en i første rekke kontrollerer at hensikten oppnås, og at betingelsene ligger godt til rette for de kje- miske prosessene.

Innløp: Samme som for innløp ved mekaniske renseanlegg (se foran). I tillegg bør total fosfor normalt inngå i analysene.

Sedimentering 1 (ikke ved såkalt primærfelling): En bestemmelse av sedimenterbart stoff i utløpet på samme vis som ved mekaniske renseanlegg vil vise om forsedimenteringen virker etter hensikt.

Flokkulering: Renseanleggets effektivitet avhenger for en stor del av at fellingsbetingelsene er riktige. Tilstrekkelig dosering av fellingskjemikalier (overdosering kan også være uheldig) og riktig fellings-pH er her vesentlig.

Mest gunstig fellings-pH i de fleste tilfeller er: Ved felling med aluminiumsulfat 5,8 - 6,3, ved felling med jern(3)salter 5,0 - 6,0, ved felling med jern(3)salter og kalk 8,5, og ved felling med kalk alene >11,2. Mange steder kan en imidlertid få god felling også utenom de angitte verdier.

Utløp (dvs. utløp fra sedimentering 3): Skal en bestemme renseeffekt, må prøvene tas som proporsjonale døgnprøver (dvs. prøver tatt proporsjonalt med vannføringen over døgnnet). De komponenter som det er aktuelt å måle renseeffekt på, er total fosfor, organisk stoff (som BOF eller KOF) og suspendert stoff. Skal belastningen påresipienten bestemmes, tas prøver på samme måte, og de parametere en skal analysere på, bestemmes av hvilke komponenter man er interessert i å finne belastningen av.

Ved en enkel kontroll kan en ta ut blandprøver over et par timer, som analyseres på sedimenterbart stoff, suspendert stoff, KOF og/eller BOF, total fosfor og ortofosfat. Bestemmelsen av sedimenterbart stoff vil vise om ettersedimenteringstanken (sedimentering 3) virker etter hensikten. Bestemmelser av suspendert stoff gjøres bl.a. fordi lavt innhold av suspendert stoff i utløpsvannet er en forutsetning for å få god fosforfjerning.

Bestemmelse av organisk stoff og total fosfor indikerer om anlegget totalt sett virker etter hensikt. Ortofosfat-bestemmelser på filtrert prøve kan, sett sammen med total fosfor og suspendert stoff bestemmelsene, gi informasjon om det er selve utfellingen eller separasjonen i sedimenteringstanken som svarer for restinnholdet av fosfor i utløpsvannet.

3. (Mekanisk)-biologisk rensing:

Prøvetakingssted: Aktuelle analyser ved kontroll
(av et aktivslamanlegg):

Innløp: Temperatur
Sedimenterbart stoff
pH
Suspendert stoff
Flyktig suspendert stoff
Kjemisk oksygenforbruk
Biokjemisk oksygenforbruk

Sedimentering 1: Sedimenterbart stoff

Luftetank: Temperatur
Slamvolum
pH
Oksygeninnhold
Oksygenopptak
Suspendert stoff
Flyktig suspendert stoff
Nitritt-nitrat

Returslam: Slamvolum
Suspendert stoff
Flyktig suspendert stoff

Sedimentering 2: Siktedyp
Oksygeninnhold

Utløp:
(fra sed.2): Sedimenterbart stoff
pH
Suspendert stoff
Flyktig suspendert stoff
Kjemisk oksygenforbruk
Biokjemisk oksygenforbruk

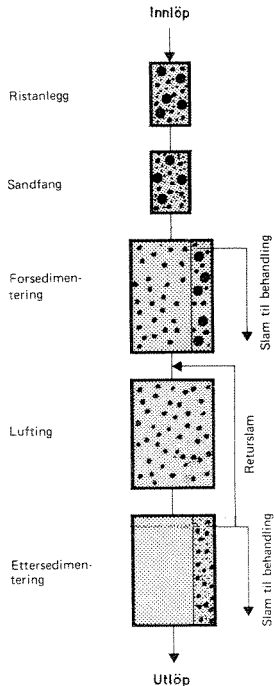


Fig. 4 Mekanisk / biologisk rensing
(Aktivslamanlegg)

Hensikten med biologiske renseanlegg er å få fjernet lett nedbrytbart organisk stoff så vel som suspendert stoff. Ved analysering må parametervalget være slik at en kan kontrollere at hensikten oppnås, og at betingelsene ligger godt til rette for den biologiske prosessen. (Simultanfelling er omtalt under biologisk-kjemiske renseanlegg.)

Innløp: Samme som for innløp ved mekaniske renseanlegg. Som parameter for organisk stoff bør helst BOF brukes, men ved normalt kommunalt avløpsvann vil KOF-bestemmelser gi en brukbar indikasjon også på innholdet av lett nedbrytbart organisk stoff.

Sedimentering 1: Hvis forsedimentering finnes, bør en bestemme sedimenterbart stoff i utløpet på samme vis som ved mekaniske anlegg for å kontrollere at forsedimenteringen virker etter hensikt.

Luftetank: Det er i luftetanken den egentlige biologiske rensing skjer. Betingelsene for å få en god biologisk rensing er at oksygen er til stede (sjekkes gjennom oksygenbestemmelse), at aktivt slam er til stede (sjekkes gjennom slamvolum og eventuelt bestemmelse av suspendert stoff), og at det aktive slammet er virksomt (sjekkes gjennom oksygenopptaks-måling - vedrørende oksygenopptak, se side 42). Slammet bør også undersøkes visuelt, gjerne mikroskoperes. Brun farge, evne til hurtig å danne lett sedimenterbare fnokker, og et stort innhold av protozoer er typiske kjennetegn på et godt aktivt slam.

Nitritt-nitrat bestemmelsen (som gjøres på slamvann fra luftetanken, dvs. en heller av vannet fra en slamprøve som har sedimentert i et glass) vil kunne vise om en har nitrifikasjon i anlegget. Nitrifikasjon kan forårsake lave pH-verdier og denitrifisering i sedimentering 2 med flyteslamproblemer som følge.

Utløp (dvs. utløp fra sedimentering 2): For å bestemme renseseffekt må prøver tas som proporsjonale døgnprøver, dvs. prøver tatt proporsjonalt med vannføringen over døgnnet. De komponenter som det er aktuelt å

måle renseeffekt på, er suspendert stoff og organisk stoff (BOF og/eller KOF). BOF brukes helst som parameter for organisk stoff, men KOF-analyser er mye raskere å utføre og vil gi en brukbar indikasjon av lett nedbrytbart organisk stoff ved kommunalt avløpsvann. Skal belastningen på resipienten bestemmes, tas prøver på samme måte, og de parametre en skal analysere på, bestemmes av hvilke komponenter man er interessert i å finne belastningen av.

Ved en enkel kontroll kan en ta ut en blandprøve over et par timer, som analyseres på sedimenterbart stoff, suspendert stoff, BOF og gjerne også KOF. Bestemmelsen av sedimenterbart stoff vil vise om ettersedimenteringstanken (her sedimentering 2) virker etter hensikt. Bestemmelsen av suspendert stoff gjøres bl.a. fordi lavt innhold av suspendert stoff i utløpsvann er forutsetning for å få en god fjerning av organisk stoff. Bestemmelsen av organisk stoff, og til dels suspendert stoff, indikerer om anlegget totalt sett virker etter hensikt.

4. (Mekanisk)-biologisk-kjemisk rensing
(forfelling, simultanfelling, etterfelling)

Prøvetakingssted: Aktuelle analyser ved kontroll
(av et etterfellingsanlegg):

Innløp:	Temperatur		
	Sedimenterbart stoff	Ristanlegg	
	pH		
	Suspendert stoff		
	Flyktig suspendert stoff	Sandfang	
	Kjemisk oksygenforbruk		
	Biokjemisk oksygenforbruk	Forsedimentering	
	Total fosfor		
Sedimentering 1:	Sedimenterbart stoff	Lufting	
Luftetank:	Temperatur		
	Slamvolum		
	pH		
	Oksygen-innhold	Sedimentering	
	Oksygen-opptak		
	Suspendert stoff	Innblanding	
	Flyktig suspendert stoff	Flokkulering	
	Nitritt-nitrat		
Returslam:	Slamvolum		
	Suspendert stoff		
	Flyktig suspendert stoff	Ettersedimentering	
Sedimentering 2:	Siktedyp		
	Sedimenterbart stoff		
	Oksygen-innhold		
Flokkulering:	pH		

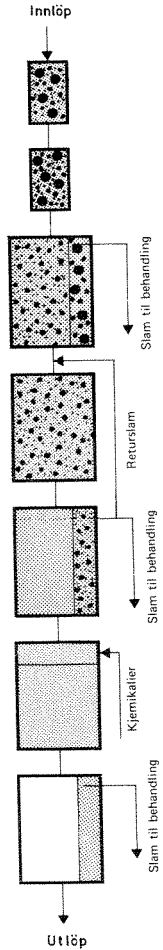


Fig. 5 (Mekanisk)/biologisk/kjemisk rensing
(Etterfelling)

Sedimentering 3: Siktedyp
Oksygen-innhold

Utløp: Temperatur
(fra sed. 3): Sedimenterbart stoff
pH
Suspendert stoff
Flyktig suspendert stoff
Kjemisk oksygenforbruk
Biokjemisk oksygenforbruk
Total fosfor
Ortofosfat

Hensikten med biologisk-kjemisk renseanlegg er å få fjernet lett nedbrytbart organisk stoff, suspendert stoff og fosforforbindelser. Ved analysering må parametervalget være slik at en kan kontrollere at denne hensikt oppnås, og at betingelsene ligger godt til rette for de biologiske og kjemiske prosesser.

Innløp: Samme som for innløp ved mekaniske renseanlegg (se foran). Som parameter for organisk stoff bør helst BOF brukes, men ved kommunalt avløpsvann vil KOF-bestemmelsen gi en brukbar indikasjon på innholdet av lett nedbrytbart organisk stoff. Total fosfor bør inngå i analysene.

Sedimentering 1: Hvis forsedimentering finnes (som ved f.eks. etterfellingsanlegg), bør en bestemme sedimenterbart stoff i utløpet på samme vis som ved mekaniske anlegg for å kontrollere at forsedimenteringen virker etter hensikt.

Ved forfellingsanlegg er det kjemiske trinnet plassert foran den første sedimenteringstanken (sed.1), og det er da viktig at en her (i sedimenteringstanken eller utløpet fra denne) kontrollerer at hensikten med den kjemiske prosessen er oppnådd. Ved en enkel kontroll kan en ta ut blandprøver over et par timer, som analyseres på sedimenterbart stoff, suspendert stoff, KOF og/eller BOF, total fosfor og ortofosfat. (Hensikten med disse analyser er før omtalt under mekanisk-kjemiske anlegg,- se side 34.)

Luftetank: Se beskrivelse for luftetank vedrørende (mekanisk-)biologiske anlegg, side 36 (første avsnitt).

Nitritt-nitrat analysen vil kunne vise om en har nitrifikasjon i anlegget. Nitrifikasjon kan være årsak til at avløpsvannets alkalitet blir brukt opp, og dette forårsaker altfor lav pH og dermed muligheter for problemer i det etterfølgende fellingstrinnet. Nitrifikasjon vil også kunne gi denitrifisering i sedimenteringstanken (sed.2) og således forårsake flyteslamproblemer.

Ved simultanfelling tilsettes kjemikaliene normalt i luftetanken. Her, som ved andre biologisk-kjemiske renseanlegg (forfelling og etterfelling), må den nødvendige mengde kjemikalie(r) tilsettes, og det er like viktig at overdosering ikke skjer. pH-målinger vil kunne indikere om risiko for overdosering foreligger. Ved simultanfelling bør (uavhengig av fellingsmiddel) pH ligge på omtrent samme nivå som ved vanlig biologisk rensing, dvs. ca. 7. Begynner pH å gå ned mot 6,0 eller derunder, er det stor fare for alvorlige forstyrrelser av renseprosessen.

Utløp fra sedimentering 2: I form av en stikkprøve kan en relativt raskt bestemme siktedyp og oksygeninnhold i sedimenteringsbassenget. Likeså bør en bestemme sedimenterbart stoff i utløpet for å kontrollere at sedimenteringsenheten virker etter hensikt.

Ved en mer inngående prosesskontroll kan en her ta ut blandprøver over et par timer, som analyseres på sedimenterbart stoff, suspendert stoff, BOF og gjerne også KOF. Ved forfellingsanlegg og simultanfellingsanlegg er disse prøver å betrakte som utløpsprøver. Renseeffekt og belastning måles da som omtalt under utløp fra sedimentering 3 (nedenfor). Ved etterfellingsanlegg bør en gjerne også analysere på total fosfor for å få en oppfatning av hvor mye fosfor som går inn i det kjemiske fellingsstrinnet.

Flokkulering: Renseanleggets effektivitet avhenger for en stor del av at fellingsbetingelsene er riktige: Tilstrekkelig dosering av fellingskjemikalier (overdosering kan også være uheldig), og riktig fellings-pH er vesentlig. (Når det gjelder riktig fellings-pH ved etterfelling, se side 34).

Utløp fra sedimentering 3: (Sed. 3 bare ved etterfelling.) Se side 34. Ved en enkel kontroll; - se mekanisk-kjemisk rensing, side 34.

V KONTROLL VED KLOAKKRENSSEANLEGG - SLAMBEHANDLING

Tabell 4 : Aktuelle analyser/driftsparametere ved kontroll av slambehandlingsprosesser.

Prosess	Parameter	Råslam/inn- gående slam	Stab. tank	Stab.slam/ut- gående slam	Slamvann
Fortykking	Susp.stoff, mg/l	X		X	X
	Flyktig susp.stoff, mg/l	X		X	
Aerob stab.	pH		X		
	Temperatur, °C		X		
	Susp.stoff, mg/l	X	X	X	X
	Flyktig susp.stoff, mg/l	X	X	X	
	Nitrat, mg N/l				X
	Oksygeninnhold, mg O ₂ /l		X		
Anaerob stab.	Oksygenopptak, mg O ₂ /g FSS/h		X		
	pH	X	X		
Kalkstab.	Temp, °C		X		
	Susp.stoff, mg/l	X		X	X
	Flyktig susp.stoff, mg/l	X		X	X
	pH			X	
Avvanning	Susp.stoff, mg/l	X			X
	Flyktig susp.stoff, mg/l	X			
	Tørrstoff, % TS			X	

X angir på hvilken type slam prøven tas, og med hensyn på hvilken parameter.

Slambehandling: Analyser/driftsparametere:

Tabellen gir her en oversikt over de aktuelle analyser (driftsparametere) for de mest vanlige slambehandlingsprosesser ved avløpsanlegg. Det er rubrikker for analyseresultater for slamprøver hentet fra forskjellige steder i prosessene, og de aktuelle prøvetakingsstedene i hver prosess er angitt.

Forslagene til prøvetakingssteder må brukes etter skjønn. I blant vil f.eks. utgående slam fra én prosess være inngående slam til en annen, og det vil da ofte være unødig å ta prøver begge steder.

De slambehandlingsprosesser som er tatt med i tabell 4, er fortykking, stabilisering (aerob, anaerob og kalkstabilisering) og avvanning.

Kondisjonering, forbrenning og kompostering er ikke tatt med her. For hver prosess må parametervalget ved analysering være slik at en kontrollerer at hensikten med prosessen oppnås, at betingelsene ligger godt til rette for dens funksjon.

Fortykking: Hensikten med fortykking er å konsentrere slammet slik at det opptar et mindre volum. Primært er man ute etter en økning i tørrstoffinnholdet. Dette kan kontrolleres ved måling av suspendert stoff alternativt tørrstoff på inngående og utgående slam. Slamvannet føres som oftest tilbake til anleggets innløp. For å kontrollere belastningen på vannbehandlingsdelen på grunn av returføring av slamvann bør innholdet av suspendert stoff i dette måles.

Ved en enkel kontroll er det aktuelt å sjekke at slammet ikke har kommet i forråtnelse i fortykkeren (sterk lukt) på grunn av for lang oppholdstid. Videre bør man visuelt kontrollere at det er slamvann og ikke slam som ledes i retur til vannbehandlingsdelen.

Aerob stabilisering: Formålet med aerob stabilisering kan sammenfattes i følgende punkter:

1. Redusere luktulempen ved å redusere slammets innhold av lett nedbrytbart organisk stoff.
2. Bedre slammets hygieniske kvalitet.
3. Bedre slamvannets kvalitet (m.h.t. suspendert stoff og organisk stoff).

Ved aerob slamstabilisering skjer det en aerob biologisk nedbrytning av slammet på i prinsipp samme måte som ved aktivslam-prosessen.

At hensikten med stabiliseringen oppnås, kan kontrolleres ved at det stabiliserte slammet ikke kommer i forråtnelse ved lagring, og ved å sjekke hvor stor andel av det organiske materialet som brytes ned ved å måle suspendert stoff og flyktig suspendert stoff ut og inn til stabiliseringsenheten. Lavt oksygenopptak, mindre enn $1,0-2,5 \text{ mg O}_2/\text{g FSS}\cdot\text{h}$, ved ca. $15-20^\circ\text{C}$, er også et kjennetegn på et godt stabilisert slam.

Betingelsene for stabiliseringen ligger godt til rette om oksygen, minst $3 \text{ mg O}_2/\text{l}$, er til stede i stabiliseringstanken, om det er god omrøring

i denne, og hvis oppholdstiden er tilstrekkelig i forhold til temperaturen. pH bør normalt være 6-7. Nitrat i slamvannet indikerer også at prosessen går bra.

En enkel kontroll kan utføres ved å sjekke at oksygen er til stede i stabiliseringsstanken, at denne har god omrøring, og at slammet har en frisk, jordliknende lukt. Hvis så er tilfelle, er det trolig at stabiliseringen virker etter sin hensikt.

Anaerob stabilisering: Formålet med anaerob stabilisering er det samme som tidligere omtalt for aerob stabilisering, men bedring av slamvannets kvalitet gjelder ikke her. Stabiliseringen skjer her under anaerobe forhold, dvs. uten at luft (oksygen) blir tilført. At stabiliseringen virker etter hensikten, kan kontrolleres ved at utgående slam ikke har ubehagelig lukt, og ved å sjekke hvor stor andel av det organiske materialet som brytes ned, ved å måle suspendert og flyktig suspendert stoff på inn- og utgående slam. Jevn produksjon av brennbar gass er også kjennetegnende for en godt virkende anaerob stabilisering.

Betingelsene for anaerob stabilisering ligger godt til rette hvor temperaturen i råtnetanken ligger mellom 30 og 38 °C og er jevn i hele tanken og også er jevn fra dag til dag. pH bør ligge mellom 6,8 og 7,3. Ved pH under 6,8 virker ikke prosessen, eller så er det stor risiko for at den ikke vil virke etter kort tid. En forutsetning for god funksjon er også at omblendingen er god, at rundpumpingsutstyr og/eller omrørere er funksjonsduelig og i daglig bruk. Oppholdstiden må være tilstrekkelig, helst ca. 30 døgn ved ett-trinns råtning. Ved en enkel kontroll kan man sjekke pH, temperatur og at brennbar gass produseres. Slammet bør være svart av farge og ikke ha ubehagelig lukt.

Kalkstabilisering: Hensikten med kalkstabilisering er å midlertidig redusere luktulempen og bedre slammets hygieniske egenskaper. Ved kjemisk stabilisering får man ingen reduksjon av organisk stoff, og derfor kan prosessen ikke sidestilles med aerob eller anaerob stabilisering. Varigheten av slammets stabilitet er direkte avhengig av tilsatt kalkmengde.

Ved en kontroll av prosessen bør en ta prøve av inngående og utgående (stabilisert) slam samt slamvannet med hensyn på pH og suspendert stoff (ev. også flyktig suspendert stoff). Det er viktig å måle suspendert stoff som kommer inn, da denne parameter styrer doseringen (mengde tilsatt kjemikalier). En kontroll av at tilstrekkelig kalkmengde tilsettes slammet, kan utføres ved å ta ut en 1000 ml prøve av utgående slam (kalkstabilisert) i et åpent begerglass og lagre slammet ved 20 °C. En kan så måle pH i slammet under lagringsperioden for å kontrollere om kalktilsetningen bør justeres for å opprettholde tilstrekkelig høy pH (>11,0) for en kortere eller lengre lagringsperiode.

Avvanning: Hensikten med en avvanningsprosess er å redusere slammets volum (dvs. øke tørrstoffinnholdet). Avvanningen skjer som regel etter fortykning og kondisjonering, eller etter fortykning, stabilisering og kondisjonering. Tørkeseng, sentrifuge, silbånpresse og filterpresse er de vanligste avvanningsmetodene som blir brukt ved kommunale renseanlegg.

Ved en kontroll bør man sjekke at god avvanning oppnås ved å måle tørrstoffinnholdet i det avvannede slammet. En bør også kontrollere at gjenvinningsgraden er høy, helst over 90%. Gjenvinningsgraden er den del av suspendert stoff i inngående slam som er tilbake i slamkaken etter avvanning. For å kunne beregne dette trenger en å måle suspendert stoff i inngående slam og rejektivann og tørrstoff i slamkake. Gjenvinningsgraden viser i hvilken utstrekning slam går i retur til vannbehandlingsdelen.

Ved en enkel kontroll kan en lett se at slammet er akseptabelt avvannet hvis slamkaken er et fast materiale som ikke flyter ut. Rejektivannet kan sjekkes visuelt. Med erfaring vil en kunne se om det er av akseptabel kvalitet. Hvis rejektivannet er altfor forurenset, vil dette også komme til syne i resultatene fra vannbehandlingsdelen.

REFERANSER:

I tillegg til referanser gitt i teksten er følgende materiale brukt:

- Per Simonsen; "Drift av kommunale renseanlegg", NIF-kurs, Fagernes 4. - 6. febr. 1976.
- Arild Eikum ; "Fortykking, stabilisering og avvanning av slam og behandlingens innvirkning på slammet og slamvannets egenskaper", NIF-kurs, 1976.
- A. Eikum, O.J. Johansen, B. Paulsrud; "Driftsundersøkelse av renseanlegg", 0-52/75, PRA 2,10.
- SNV (Sverige) "Driftkontroll vid kommunala avloppsreningsverk", utkast, febr. 1972.
- SNV - PM - 287, "Utrustning för flödesmätning och provtagning vid avloppsreningsverk", av L. Ulmgren.

APPENDIKS

APPENDIKS 1.

Eksempel på uttak av proporsjonal døgnprøve

Man skal bestemme rensegraden for et mekanisk-kjemisk renseanlegg i størrelsesorden 2000 personer tilknyttet av typen sekundærfellingsanlegg, for å kontrollere at vilkårene i utslippstillatelsen overholdes. I dette tilfellet bør en ta ut proporsjonale døgnprøver. Dette må gjøres manuelt da automatisk prøvetaker ikke finnes.

De aktuelle analyser (se side 33) er suspendert stoff (ev. også flyktig suspendert stoff), KOF, BOF_7 og total fosfor. Videre vil man forsøke å ta noen stikkprøver ved tilfeldig valgte tidspunkter fra vannbehandlingsdelen, som f.eks. siktedyp, pH og ortofosfat. Siktedyp måles i sedimenteringsbassengene, pH i flokkuleringsbassengene, og ortofosfatprøven hentes i ettersedimentering(sed. 3). Temperatur noteres forøvrig når prøvene tas i inn- og utløp. En vil også ta noen stikkprøver fra slambehandlingen (et eksempel er gitt nedenfor).

Når en kommer til renseanlegget på formiddagen er vannføringen $48 \text{ m}^3/\text{h}$. En gjetter at den over døgnet kan variere mellom $20\text{--}60 \text{ m}^3/\text{h}$. En vil forsøke å ta prøver både på inn- og utløp ca. hvert 20. min. Man rekker neppe å ta prøver med større frekvens hvis en også skal ta stikkprøver. Dessuten skal vannføringen måles og noteres ved hvert uttak av delprøver. Delprøvevolumet bør ikke være mindre enn 50-100 ml, og de skal være proporsjonale med vannføringen.

La $20 \text{ m}^3/\text{h}$ (min. døgnvannstilrenning) tilsvare en delprøve på 100 ml. Resultatet blir da;

- ved laveste tilrenning; $100 \text{ ml} \times \frac{20}{20} \times 3 \frac{\text{prøve}}{\text{h}} = 300 \text{ ml prøve/h}$
- ved største tilrenning; $100 \text{ ml} \times \frac{60}{20} \times 3 \frac{\text{prøve}}{\text{h}} = 900 \text{ ml prøve/h.}$

Totalt prøvevolum over døgnet blir da i gjennomsnitt på ca. 15 l.

Innløpsprøven tas etter risten ved parshallrennen for der er innløpsvannet godt innblandet. I dette tilfellet er det viktig å ta innløpsprøven foran sandfanget fordi rejektivann fra fortykkere og sentrifuger tilsettes her. Utløpsprøven må tas i utløpsrennen i sedimenteringsbasenget (sed. 3) fordi dette er det eneste sted man kan komme til.

Når prøvene tas, gjøres dette med en plastflaske med vid åpning (ev. beger) montert på et skaft. Delprøvevolumet måles hurtig ut med en målesylinder før noe sedimentering skjer, og delprøven helles så fort som mulig over i oppsamlingskaret. Oppsamlingskaret er en plastbøtte på 15 l. Det er ønskelig at oppsamlingskaret kan stå i et kjøleskap under prøvetakingen, men det er dessverre ikke mulig i dette tilfellet.

Ved anlegget skjer slamavvanning med sentrifuge, og man er interessert i å vite noe om hvordan den virker. Man vil da ta prøve på inngående og avvannet slam, samt rejektivann. En måler da suspendert stoff i inngående slam og tørrstoff i slamkaken (avvannet slam). I rejektivannet bestemmes suspendert stoff. I praksis viser det seg meget vanskelig å ta prøver på inngående slam. Noen steder kan dette være umulig da uttak der prøvekan tas mangler. En øse eller et beger (ev. bøtte) kan anvendes ved prøvetakingen, og det flytende slammet helles over i en 1-liters plastflaske med vid hals (se forøvrig side 14 hvor prøvetakingen er beskrevet). Når det gjelder avvannet slam, tar en med ca. 5 min. mellomrom 8-10 små delprøver av slamkakensom samles i en plastpose. Også på rejektivannet bør en ta flere stikkprøver (ca. 8-10) på ca. 1/2 l som en heller i en bøtte. Dette blandes godt før man tar ut den endelige prøven på en 1-liters plastflaske.

Ved avsluttet prøvetaking (prop. døgnprøver) på formiddagen den påfølgende dag er det viktig å røre godt om i oppsamlingskaret før delprøvene til analysering tas ut. Det er viktig at delprøvene representerer det vann som er oppsamlet (sjekk at det ikke ligger slam på bunnen i oppsamlingskaret ved uttak av delprøve).

En regner med å kunne levere prøvene til laboratoriet på hjemvegen den samme dag. Noen konservering i felten skulle derfor ikke være nødvendig

i dette tilfellet. Det nødvendige prøvevolum (se tabell 1, side 17) er litt over 1500 ml (SS + FSS - 250 ml, KOF - 200 ml, BOF - 1000 ml el. mindre,tot.-P - 200 ml). Derfor fyller man en 2-liters plastflaske med inn- resp. utløpsvann. Prøveflaskene anbringes i en kjølebag sammen med noen kjølepatroner som tidligere var innlagt i fryseboksen i et kjøleskap som finnes på renseanlegget.

Ved prøvetakingen bør det føres prøvetakingsjournal. I henhold til eksemplet ovenfor kan den utformes som vist på neste side:

PRØVEFAKINGSJOURNAL - PROPORSJONAL DØGNPRØVE

Anlegg: _____ Dato: _____ Sign: _____

Dato	Tid	Q (m ³ /h)	Delprøvevolum (ml) x)		Andre målinger xx)			Anmerkninger
			Innløp	Utløp	Temp. (innløp)	Siktedyp (Sedim.)	pH (Flokk.)	
23/8	10 ¹⁰	48	240	240	12,5	180	5,9	Litt regn om natten (< 5 mm) Dekantering av fortykker, kl. 9 ¹⁵ -9 ⁴⁵ . Slamvanning i drift, kl. 10 ⁰⁰ - 11 ⁴⁵ ; 6 m ³ slam. Stikkprøver på slam; TS inn : _____ % TS ut : _____ % SS i rejektiv.: _____ % Kl. 11 ¹⁵ : Tok også stikkprøve (i etter-sedim.) av: _____ ml/l Sedim. stoff = _____ mg/l Orto-fosfat = _____ mg/l Lett regn 10 ³⁰ - 12 ⁰⁰ ; (2 - 3 mm).
	10 ³⁰	50	250	250				
	10 ⁵⁰	56	280	280	13,0			
23/8	11 ⁵⁰	45	225	225	13,5	150	6,1	
	12 ¹⁰	38	190	190				
24/8	9 ³⁰	34	170	170	11,5	160	6,0	
	9 ⁵⁰	42	210	210				

x) 20 m³/h ≈ 100 ml

xx)stikkprøver.

APPENDIKS 2.

Automatiske prøvetakere

Automatiske prøvetakere vil være til stor hjelp ved uttak av blandprøver, spesielt døgnprøver. Automatisk prøvetaking vil som regel være rimeligere enn manuell prøvetaking. Det finnes mange ulike typer på markedet, og valg av prøvetaker må gjøres med omtanke. I hvert tilfelle må det avgjøres ut fra fysiske og økonomiske forutsetninger hvilken type man skal velge.

Det kan være aktuelt med mobile enheter som fellesutstyr for flere mindre renseanlegg. Arbeidet med å flytte rundt mobile prøvetakere bør ikkeneglisjeres. Prøvetakere bør være fast montert på utløp av alle kommunale renseanlegg. Ved middelstore og store anlegg bør en også ha automatisk prøvetaker på innløpet. Ved større anlegg der prosessovervåkingen er viktig, kan det være aktuelt også med prøvetakere mellom de ulike rensetrinn, eventuelt også på overløp og delstrømmer.

Ulike typer prøvetakere (inndelt etter måte delprøvene hentes på)

- A. Øseopphenting
- B. Trykkopphenting
- C. Vakuumpophenting
- D. Delstrømmuttak
- E. Peristaltisk pumping.

Virkemåte

A. Øseopphenting

Her menes en automatisk prøvetaker som har en øse eller annen mekanisk anordning som henter opp prøven. Flere typer øseopphentere finnes på markedet, fra enkle elevator typer til typer som anvender en roterende øse. To typer øseopphentere ble testet ved en svensk undersøkelse (1), og prinsippene for disse er gjengitt her. En type (se fig. 6) kan ta opp prøven ved hjelp av en øse som er montert på en vertikal stang. Øsen senkes ned i vannet og henter prøven direkte. Vannet tømmes så i en oppsamlingsflaske.

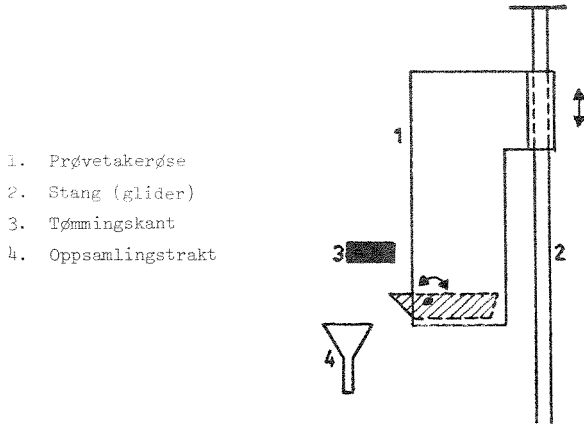


Fig. 6. Prinsippskisse av øseprøvetaker.

En annen metode innebærer at en delstrøm avledes fra avløpsvannets hovedstrøm, normalt ved pumping. Øseopphenterens konstruksjon kan dermed bli mer kompakt. En øse sitter da slik plassert at denne vipper prøven over i en trakt, og vannet renner ned i et oppsamlingskar. (Se fig. 7).

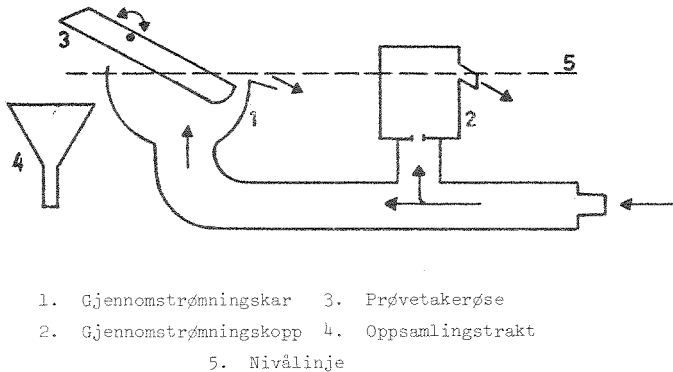


Fig. 7. Prinsippskisse av øseprøvetaker.

En tredje type anvender en roterende øse som beskriver en buebevegelse ned i vannet. Når skaft og øse har nådd øverste trinn, renner prøven ned gjennom skaftet og til et oppsamlingskar. (Prinsippskisse er ikke vist.)

B. Trykkopphenting

Trykkopphentere anvender trykkluft for å transportere vannprøven fra ulike typer kammer som befinner seg under vannoverflaten. Flere varianter finnes på markedet. Prinsippet for to typer som ble testet ved den svenske undersøkelsen (1), er vist nedenfor. En type består av en lang sylinder med en bunplate som på impulser fra en styre-enhet åpner og lukker kammeret hvor prøven tas inn. (Se fig. 8.)

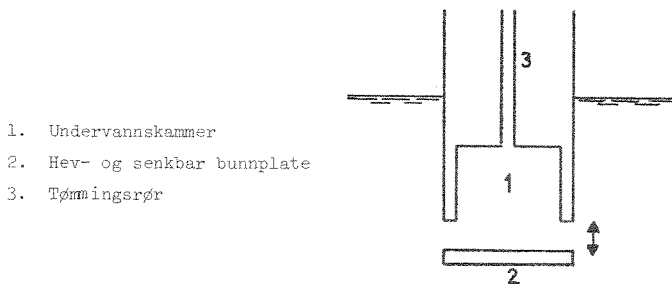


Fig. 8. Prinsippskisse av trykkluftprøvetaker.

Den andre typen (se fig. 9) har et undervannskammer som består av en rørslynge, og kammeret er i kontakt med avløpsvannet gjennom et lite hull med diameter på 3 mm. Røret fylles av selvtrykk.

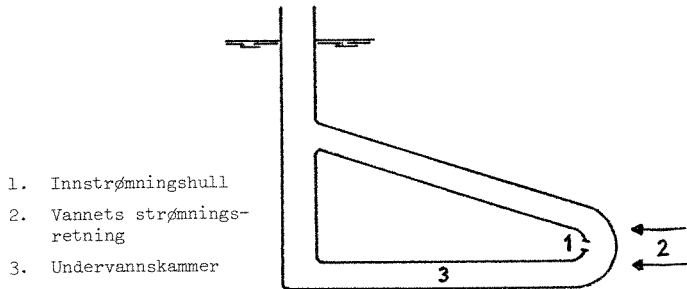


Fig. 9. Prinsippskisse av trykkluftprøvetaker.

C. Vakuumpoppenting

Automatiske vakuumpøvetakere består av en vakuumpumpe som står i forbindelse med et oppsamlingskar. Gjennom ventilstyring settes oppsamlingskaret under undertrykk, og prøve suges opp i karet til et tidligere innstilt nivå. Når undertrykket fjernes, kan prøven renne ned i beholderen under. Innløpsrøret renses ved at overskuddsvannet blåses i retur. I den svenske undersøkelsen (1) ble to typer vakuumpøvetakere undersøkt, og prinsippskisser av disse to er vist nedenfor. En type (fig. 10) består av et vakuunkammer av rustfritt, syrefast stål (rommer omkring 0,4 liter vann). Etter renblåsing av innløpslangen (som også er utløpsrøret) fyller pumpen kammeret med avløpsvann. Når innsugningsfasen avbrytes, renner alt vann ut av vakuunkammeret, utenom det som har samlet seg i prøvekoppen.

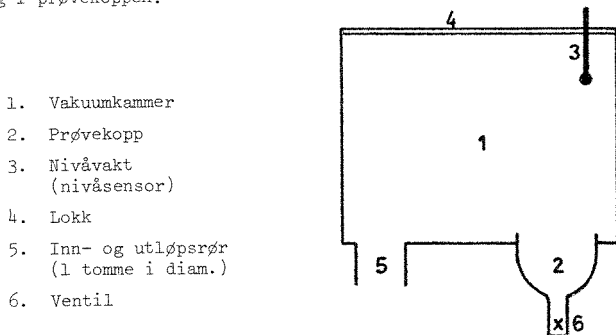


Fig. 10. Prinsippskisse av vakuumpøvetaker.

Den andre typen (fig. 11) består av en glassylinder som står i forbindelse med avløpsvannet gjennom en plastslange (indre diameter = 12 mm). Først skjer en renblåsing av innsugningsslangen etter at utløpsventilen har stengt utløpsslangen. Vakuumpumpen skaffer deretter et undertrykk i sylindere, og vann suges inn. Innsugningen avbrytes når vannet har nådd nivåelektroden. Deretter blåser pumpen tilbake det vann som står i innsugningsslangen. Utløpet åpnes, og prøven renner ned i et oppsamlingskar.

1. Vakuuskammer
2. Innsugningsslange
3. Tømmingsslange
4. Nivåelektroder
5. Utløpsventil

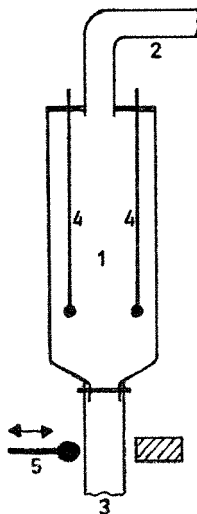


Fig. 11. Prinsippkisse av vakuumpøvetaker.

D. Delstrømuttak

Pumper med relativ stor kapasitet anvendes, og fra trykkledningen uttas intermittent en mindre delstrøm. Det kan skje med en tre-veis magnetventil som åpnes og lukkes på en ekstern impuls.

E. Peristaltisk pumping

Mengden vann som pumpes, bestemmes av gangtid og kapasitet. Det ønskede prøvevolum pumpes direkte til oppsamlingskaret. En må her passe på, eller anordne seg slik, at suspendert stoff ikke sedimenterer i inntaksslangen,- minimum strømningshastighet i slangen skal være 0,5-1,0 m/s (2).

Resultater fra undersøkelser av automatiske prøvetakere

Når en studerer rapporter om testing av prøvetakere, må en hele tiden huske at testing normalt er gjort i løpet av kort tid, og være oppmerksom på de betingelser undersøkelsen er utført ved. Produsentene forbedrer også utstyret, og undersøkelserne vil derfor snart bli noe uaktuelle. Opplysninger fra tidligere kjøpere av aktuelt prøvetakingsutstyr vil ofte være av verdi ved en vurdering.

I Sverige har Kungl. Tekniska Högskolan (KTH), avd. VA-teknik och vattenkemi (1) og Statens naturvårdsverk (SNV) (2,3) begge i løpet av 1973 undersøkt forskjellige typer automatiske prøvetakere (de fleste som finnes på det svenske markedet). Liknende undersøkelser er også gjort i England (4) og i USA (5). KTH og SNV har studert følgende typer prøvetakere:

Tabell 2. Ulike prøvetakere studert ved KTH og SNV (6).

<u>Prøvetakertype</u>	<u>KTH</u>	<u>SNV</u>
A. Øseopphentere	Deber TD 411	Deber
B. Trykkluftopphentere	PAB-sampel, E10	-
C. Vakuumopphentere	UFA, VPT30	UFA, VPT 30
D. Delstrømuttak	-	VPT 20
E. Peristaltisk pumping	-	Watson Marlow MHRK22

Prøvetakere av typen D og E har vært prøvd på innkommende avløpsvann med dårlig resultat og er ikke å anbefale brukt ved prøvetaking på innløpsvann. Derimot ved prøvetaking på utgående (renset) vann som inneholder lite suspendert stoff, er disse også anvendbare.

I prøvetakingsstudiet til KTH ble seks automatiske prøvetakere parallellkjørt på innkommende avløpsvann til et kommunalt avløpsanlegg. Prøvene ble analysert for suspendert stoff (SS), kjemisk oksygenforbruk (KOF) og total fosfor (Tot-P). I tillegg ble manuelle prøver tatt i takt med den frekvens som de automatiske prøvetakerne arbeidet for å tjenestegjøre som referansepunkter. De to vakuump prøvetakerne som ble studert, førte til store feil med hensyn til suspendert stoff (SS) og kjemisk oksygenforbruk (KOF), fra omkring 25-50% (dvs. avvik fra de prøver som ble tatt manuelt). Feilen lå i at partiklene samlet seg lengst framme i det innstrømmende vannet til prøvetakeren, og feilen (separeringen) økte med partiklenes størrelse. Det var relativt lett å modifisere vakuump prøvetakerne slik at separeringseffekten ble motvirket eller forsvant helt. Dette ble gjort, og vakuump prøvetakerne gav etter dette representative prøver. I Sverige mener man at en rimelig bør kunne kreve at prøvetakerens middelvei for suspendert stoff skal ligge under $\pm 10\%$ fra den manuelle verdien. De andre prøvetakerne, øseoppheentere og trykkopphentere, gav feil på i størrelsesorden fra $\pm 1\%$ til $\pm 11\%$.

I prøvetakingsperiodene oppstod det ingen driftsproblemer av alvorlig art. Mekanisk sett fungerte alle seks prøvetakerne bra. Men det er verd å merke seg at prøvetakerne bare ble kjørt i en kortere tid ved hver måleserie, og at driftsbetingelsene således skiller seg betydelig fra hva man kan kalle for normal anvendelse ved et avløpsanlegg.

Når det gjelder norske erfaringer, kan en nevne at NIVA de siste par årene av egen interesse har undersøkt flere automatiske prøvetakere for å ha et bedre utgangspunkt ved egne innkjøp. Både øseoppheentere, trykkluftopphentere og vakuumpopphentere er blitt testet på et kunstig kloakkvann. Det kunstige kloakkvannet er rent vann med et høyt innhold av oppslammet toalett-papir. Blandingen ble med hensikt laget så kraftig at man kunne vente seg problemer med svært mange prøvetakere.

Målet var å simulere et innkommende avløpsvann med høyt innhold av fyller o.l. Flere typer er blitt prøvekjørt (Ulma, Modus, Manning, Endress & Hauser, ISCO, Deber m.fl.), og så langt har man funnet at ved dette "kunstige avløpsvann" har vakuumprøvetagerne gitt minst problemer. Felles for de andre prøvetakerne (øseoppheftere og trykkluftoppheftere) er at de med dette "kunstige avløpsvann" tettet eller ikke tok ut representative prøver. Derimot er det flere prøvetakere som er bra når det gjelder å ta prøve på vann som er fritt for større partikler (utløpsvann). Hvilke prøvetakere som er "best", vil derfor være avhengig av det formål prøvetakeren skal tjene.

Synspunkter ved valg av prøvetakere

Ved valg av prøvetakere bør man bl.a. ta hensyn til:

- Pris
- Installasjon
- Avløpsvanntype.

Pris: En automatisk prøvetaker for innløpsvann koster eksklusiv styringsenhet fra 5000-8000 kr. (ekskl. moms), mens prøvetakere for utløpsvann kan være noe enklere og kan kjøpes eller eventuelt lages for mindre enn det halve beløp. Hvis en ønsker proporsjonal prøvetaking, hvilket er normalt, må en også ha vannføringsmåler og en styringsenhet. Styringsenheten sørger for at prøvetakeren får impulser slik at delprøvene uttas med en frekvens som er proporsjonal med vannføringen. Flere prøvetakere kan normalt styres fra samme styringsenhet. Når en har pumpe foran anlegget, kan det i blant være forsvarlig å ta ut prøver med jevn frekvens, og en kan da ha et enklere styringsopplegg. Installasjon av automatisk prøvetakingsutstyr har liten hensikt om ikke prøvetakeren er driftssikker og tar representative prøver. Man bør derfor se på dette forhold i første rekke, og mindre prisforskjeller bør ikke tillegges altfor stor vekt.

Installasjon: Forholdene ved renseanlegget kan være slik at det ikke er mulig å bruke enkelte prøvetakere. Plassbehov, muligheter for montasje etc. må vurderes. De fleste prøvetakere krever elektrisk strøm, men det finnes typer for batteridrift og utstyr som er uavhengig av strøm. Enkelte typer krever trykkluft.

Avløpsvannstype: Som tidligere nevnt, virker mange prøvetakere godt på rensert vann mens innløpsrør alltid er mer eller mindre problematisk. I stedet for ren råloakk vil en ofte kunne akseptere å ta prøver f.eks. etter rist og sandfang, der en har et avløpsvann som er noe enklere å ta prøver fra.

Krav til automatiske prøvetakere

Følgende krav bør stilles til enhver automatisk prøvetaker:

1. Prøvetakerens konstruksjon bør ha et minimum av bevegelige deler.
2. Det bør være et minimum av deler som kommer i kontakt med avløpsvannet. Prøvetakeren bør være av materiale som ikke korroderer.
3. De elektriske deler må være godt kapslet mot den korrosive luft som en ofte har ved renseanlegg.
4. Prøvetakeren bør være lett å betjene og holde ren. Bruksanvisning på norsk skal finnes.
5. Bare ny prøve skal tas, gammel rest av foregående prøve skal ikke henge igjen i inntaksslengen.
6. Muligheter for tilstopping bør så langt mulig ikke finnes.
7. Delprøvene bør ikke variere med mer enn 5% i volum.
8. Oppsamlingskarene bør enkelt kunne fjernes fra prøvetakeren, dessuten lett holdes rene og inspiseres.
9. Leverandøren skal holde reservedels-lager i Norge. Prøvetakeren med tilleggsutstyr bør enten være så enkel at den kan repareres lokalt, eller så må leverandøren ha mulighet til å gi slik

Dessverre er det ikke foretatt noen systematisk undersøkelse av de automatiske prøvetakere som foreligger på markedet her i landet, og som kunne vise hvilket utstyr som markedsføres og resultater av kvalitetstester av utstyret. På bakgrunn av prøvetakingsutstyrets betydning for å oppnå pålitelige analyseresultater, vil imidlertid SFT vurdere muligheten av å gjennomføre en slik undersøkelse av prøvetakingsutstyr som markedsføres her i landet.

Referanser til appendiks 2.

1. Holmström, H.: "Undersökning av sex vattenprovtagare avsedda för inkommande kommunalt avloppsvatten". Publikation 73:2, KTH, Avd. för VA-teknik och Vattenkemi.
2. Ulmgren, L.: "Utrustning för flödesmätning och provtagning vid avloppsreningsverk". SNV-PM-287 (1973).
3. Ulmgren, L., Blomström, I.G. och Melin, I.A.: "Automatisk provtagning på inkommande vatten". SNV-PM-406 (1973).
4. Wood, L.B. and Stanbridge, H.H.: "Automatic samplers". Water Pollution Control, 67, 1968, (5), pp. 495-520.
5. Shelley, P. and Kirkpatrick, G.: "An assessment of automatic sewer flow samplers". U.S. EPA report No. EPA-R2-73-261, June 1973.
6. Hultman, B. och Wiksell, H.: "Automatisk provtagning, flödesmätning och utrustning för kontinuerlig mätning av olika parametrar". Världen, Vattnet och Vi, 1/9-5/9 1975, Jönköping.

Appendiks 3.

Vannføringskurver

Diagram 1: Rektangulære overløp.

Diagram 2: Trekantede overløp.

Diagram 3: Parshallrenner.

Vannføringskurver kan være hendige å ha med seg ved en kontroll av renselanlegget. Det er to grunner for dette;

1. Kontroll av eksisterende utstyr (dvs. at man vil sjekke vannføringen i overløpet eller parshallrennen).
2. Ved innsetting av måleprofil ved anlegg som ikke har permanent måleutstyr.

Rektangulære overløp

Det rektangulære overløp er beregnet på relativt store vannmengder. Ved små vannføringer vil registreringen bli unøyaktig, idet man får relativt små variasjoner i vann-nivået for store variasjoner i vannføring. Relativt små feilavlesninger i nivå vil forårsake store feil i vannføringen.

(Ref.: NIF, Institutt for vassbygging (NTH), NITO, NIVA, NKF:

"Avløpsteknikk", 2. utgave, s. 5-29, Tapir Trykk, 1974.)

Trekantede overløp

Disse blir ofte brukt hvor man stiller store krav til nøyaktighet, og hvor vannføringen er relativt liten. Dette skyldes at variasjonene i nivå blir store for små variasjoner i vannføring. V-overløp finnes på mange avløpsanlegg og er som regel installert i utløpet.

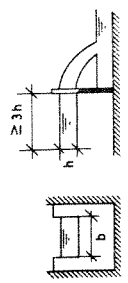
(Ref.: NIF, Institutt for vassbygging (NTH), NITO, NIVA, NKF:

"Avløpsteknikk", 2. utgave, s. 5-33, Tapir Trykk, 1974.)

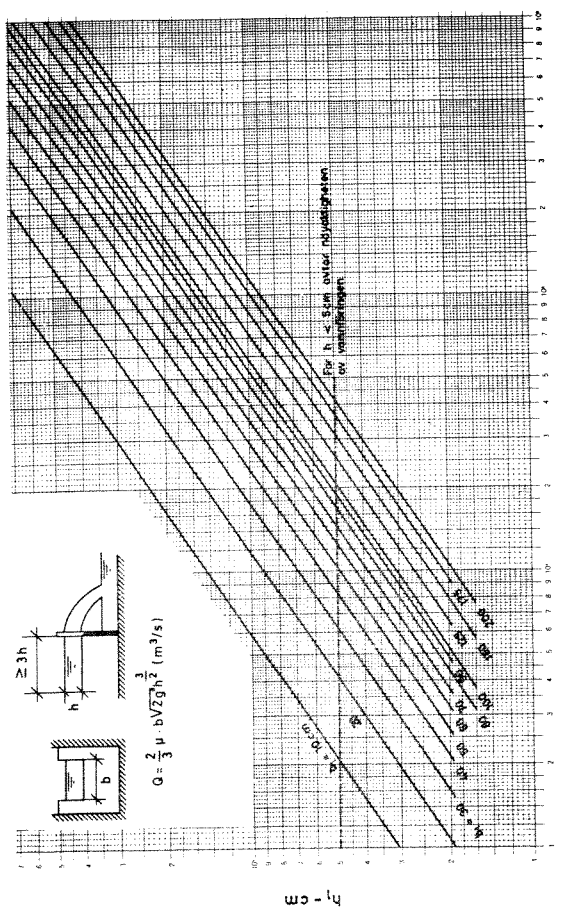
Parshallrenner

Parshallrenner egner seg godt i kloakk-kanaler, og er derfor installert på mange anlegg. Som oftest finner man parshallrennen installert på innløpet ved mange renselanlegg, dvs. etter rister, men som regel foran sandfang. (Parshallrenner er godt egnet også for ubehandlet avløpsvann.)

Vannføringskurver for rektangulære overløp



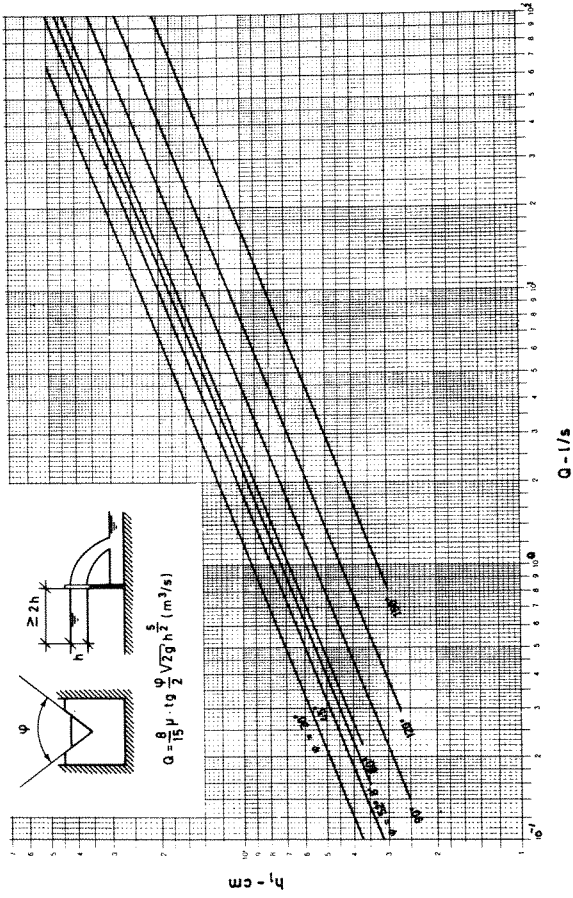
$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} h^{3/2} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$



Q - l/s

h₁ - cm

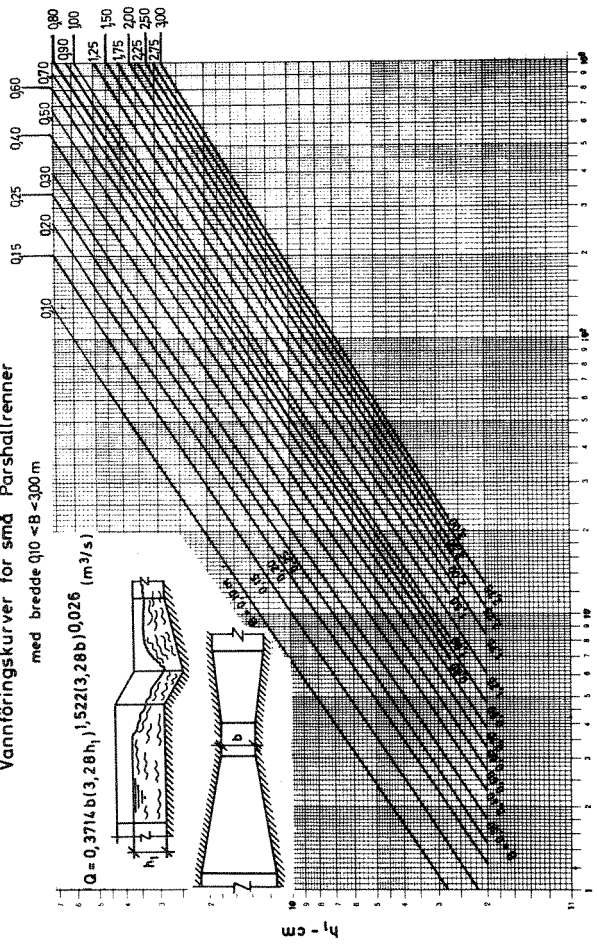
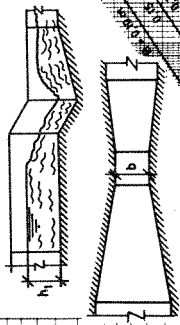
Vannføringskurver for trekantede overløp



Vannføringskurver for små Parshallrenner

med bredde $q_{10} < B < 300$ m

$$Q = 0,3714(b(3,28h_1)^{1,522}(3,28b)^{0,026}) \text{ (m}^3\text{/s)}$$



Q - l/s

h₁ - cm