



Prøvetaking av avløpsvann og slam



Norsk Vann Rapport

(Tidligere NORVAR-rapporter)

Det utgis 3 typer rapporter:

Rapportserie A:

Dette er de opprinnelige hovedrapportene. Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i Norsk Vann BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre. Rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B:

Dette er en serie for «enklere» rapporter, for eksempel forprosjekter, som vil være grunnlag for videre prosjektvirksomhet mm.

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C:

Dette er rapporter delfinansiert av Norsk Vann, men som er utgitt av andre.

Fortløpende nummer Cxx-årstall

Prosjektresultatene fra Norsk Vann Rapport (serie A og B) kan fritt benyttes internt i egen organisasjon. Når prosjektresultatene benyttes i skriftlig materiale, må kilde oppgis. Videresalg/formidling av resultatene utover dette er kun tillatt etter skriftlig avtale med Norsk Vann BA.

Norsk Vann har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norsk vann.no
www.norsk vann.no

Forsidefoto: Helge Botnen, DIHVA

Norsk Vann Rapport

Norsk Vann BA

Adresse: Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Telefon: 62 55 30 30
E-post: post@norsk vann.no
Internettadresse: norsk vann.no

Rapportnummer: 182 - 2011
ISBN 978-82-414-0322-4 ISSN 1504-9884 (trykt utgave) ISSN 1890-8802 (elektronisk utg.)
Dato: 15. februar 2011
Antall sider (inkl. bilag): 99
Tilgjengelighet: Åpen: x Begrenset:

Rapportens tittel: Prøvetaking av avløpsvann og slam	
Forfatter: Ragnar Storhaug, Aquateam AS	
Ekstrakt: Rapporten inneholder en generell beskrivelse av hovedelementene i et avløpssystem (ledningsnett og renseanlegg). Det er gitt eksempler på situasjoner der det er aktuelt å ta prøver, både av avløpsvann og slam. Typisk for tilførslene i et kommunalt avløpssystem er at det opptrer store variasjoner både i mengde og sammensetning. Dette er også den største utfordringen med hensyn til å få tatt ut representative prøver av både avløpsvann og slam. Prøvetakingen kan deles inn i primær prøvetaking og sekundær prøvetaking. Ved den primære prøvetakingen tas det ut en forholdsvis stor prøve fra avløps- eller slamstrømmen (f.eks. en døgnblandprøve). Ved den sekundære prøvetakingen reduseres volumet av primærprøven slik at den egner seg for oversendelse til laboratoriet for analyse. Det er en grunnleggende forutsetning at prøvens egenskaper ikke blir endret fra prøveuttak (primær prøvetaking) via sekundær prøvetaking og transporten til analyselaboratoriet. For å få ut en representativ prøve er det av avgjørende betydning at prøvetakingspunktet har god omblending. Alle partikler i prøvetakingspunktet skal ha like stor sannsynlighet for å bli inkludert i prøven. Ved prøvetaking av avløpsvann har funksjonen av vannføringsmåleren stor betydning. Normalt tas det ut vannmengdeproporsjonale blandprøver. Hvis vannføringsmåleren ikke fungerer tilfredsstillende, vil prøvene ikke bli representative. I rapporten er det derfor presentert grunnleggende krav som stilles til ulike typer vannføringsmålere, samt eksempler på hvordan vannføringsmåleren bør kontrolleres i forbindelse med prøvetakingen. For å sikre at den ønskede kvaliteten på prøvetakingen oppnås, må gjeldende prosedyrer følges av alle som er involvert i prøvetakingen. For å dokumentere hvordan prøvetakingen er gjennomført, registreres en del nøkkelparametere både før, under og etter at prøvetakingen er avsluttet. Registrerte data fra prøvetakingen settes sammen til en prøvetakingsrapport. For å sikre at prøven ikke utsettes for uheldig påvirkning under transporten til laboratoriet, må det fastlegges kriterier med hensyn til transporttid, temperatur etc., og dette bør dokumenteres i en transportjournal.	
Emneord, norske: Avløpsvann Slam Prøvetaking Prøvetakingsprosedyrer Prøvetakingsutstyr Prøvetakingsplan Prøvetakingsrapport	Emneord, engelske: Wastewater Sludge Sampling Sampling procedures Sampling equipment Sampling plan Sampling report

Forord

Pålitelig miljøovervåking og kontroll er viktig for å kunne ivareta miljøkvalitet og helse. Det kan få store konsekvenser hvis prøvetaking og analyse ikke blir utført på en korrekt måte. Det er lagt ned et stort arbeid for å forbedre kvaliteten på miljøanalysene, blant annet ved utdanning og opplæring av laboratoriepersonell. Prøvetaking i miljøsammenheng har fram til nå blitt viet mindre oppmerksomhet enn analysedelen. Dette til tross for det faktum at feilen som følge av prøvetakingen, ofte er betydelig større enn analysefeilen. I løpet av de siste årene er det innenfor EU-området lagt ned en stor innsats for å forbedre kvaliteten på prøvetakingen i miljøsammenheng. Et resultat av dette arbeidet er kursmaterieell med standardiserte eksamensoppgaver som er beregnet på yrkesopplæring av prøvetakere. Dette undervisningsopplegget er ment å være en plattform for sertifisering av prøvetakere, noe som vil bidra til å bygge ned nasjonale barrierer for tjenester innen miljøsektoren.

Yrkesopplæring av prøvetakere vil forbedre kvaliteten på prøvetaking innen miljøområdet generelt, både med hensyn til prøvetaking av jord og vann (for eksempel grunnvann) og ved prøvetaking fra prosesstrømmer (for eksempel avløpsvann og avfall fra industriprosesser).

Denne rapporten er en norsk oversettelse av bind 5 i en serie på 5 lærebøker som til sammen skal utgjøre kursmaterialet for opplæring av prøvetakere innen miljøområdet. Lærebøkene i prøvetaking dekker følgende tema:

- Generell prøvetaking (Environmental sampling – Basic. Sampler Education Volume 1 of 5)
- Avfall (Environmental sampling – Waste. Sampler Education Volume 2 of 5)
- Grunnvann (Environmental sampling – Grunnvann. Sampler Education Volume 3 of 5)
- Jord (Environmental sampling – Soil. Sampler Education Volume 4 of 5)
- Avløpsvann og slam (Environmental sampling – wastewater and sludge. Sampler Education Volume 5 of 5)

Denne rapporten tar opp grunnleggende ferdigheter vedrørende prøvetaking av avløpsvann og slam og fokuserer på arbeidsoppgavene og pliktene som prøvetakeren har.

Utviklingen er gjort mulig ved økonomisk støtte fra EUs Leonardo da Vinci program som en del av Community Vocational Training Action Program. Norsk Vann har bidratt økonomisk til utarbeidelse og oversettelse av bind 5 om prøvetaking av avløpsvann og slam.

Originalrapporten er skrevet av Ragnar Storhaug, Aquateam AS, og han har også oversatt denne til norsk. Bodil Mose Pedersen og Christian Grøn hos VKI, samt Bjarne Paulsrud og Bjørn Rusten fra Aquateam AS har kommet med verdifulle innspill til rapporten. Det samme gjelder forfatterne av de andre rapportene i serien.

En vesentlig del av prøvetakingen av avløpsvann og slam foregår på kommunale avløpsrensaneanlegg. For prøvetaking av avløpsvann (kapittel 14 i forurensningsforskriften), har man i Norge i stedet for personellsertifisering av prøvetaker, valgt å sette krav om akkreditering av organisasjonen som er ansvarlig for prøvetakingen. Den praktiske kunnskapen som prøvetaker skal ha, er imidlertid stort sett den samme, og det forventes derfor at rapporten også vil kunne fungere ved opplæring i praktisk prøvetaking for personell som skal ta prøver av avløpsvann innenfor en akkreditert organisasjon.

Hamar, 15. februar 2011

Ole Lien

Innholdsfortegnelse

Forord	2
English summary	5
1. Innledning	6
1.1. Generell beskrivelse av avløpssystemet.....	6
1.1.1. Avløpsnettet.....	7
1.1.2. Hovedtypene av behandlingsprosesser for avløpsvann	7
1.1.3. Hovedtypene av behandlingsprosesser for avløpsslam	8
1.1.4. Hvorfor tar vi prøver?.....	9
1.1.5. Avløpsvannets variasjonsmønster	10
1.2. Krav til prøvetaking i direktiver og norsk regelverk	15
1.2.1. Krav til prøvetaking som er omtalt i ulike EU-direktiv	15
1.2.2. Krav til prøvetaking av avløpsvann og slam ved renseanlegg for kommunalt avløpsvann i Norge.....	16
1.3. Internasjonale standarder og retningslinjer.....	17
2. Grunnlagsinformasjon om avløpsvann og slam	19
2.1. Karakterisering	19
2.1.1. Faktorer som påvirker avløpsvannets sammensetning	19
2.1.2. Partikler i avløpsvannet	19
2.1.3. Forurensningskomponenter i avløpsvannet.....	20
2.1.4. Forurensningskomponenter i slam.....	22
2.2. Prøvetyper.....	23
2.2.1. Stikkprøver	23
2.2.2. Blandprøver av avløpsvann	24
2.2.3. Blandprøver av slam	28
3. Lese og forstå en prøvetakingsplan	29
3.1. Formålet med prøvetakingen	29
3.2. Kvalitetsmål for prøvetakingen	30
3.3. Hva skal prøven representere?.....	31
3.4. Prøvetakingsstedet	32
3.5. Identifikasjon av kritiske forhold ved prøvetakingen.....	33
3.5.1. Prøvetakingspunkt	33
3.5.2. Rengjøring av utstyr	33
3.6. Ulike roller i prøvetakingsprosessen	33
4. Prøvetakingsmetoder	35
4.1. Prinsipper og utstyr – avløpsvann.....	35
4.1.1. Automatisk prøvetaking	35
4.1.2. Manuell prøvetaking	36
4.1.3. Automatiske prøvetakere	37
4.1.4. Oppsamlingsbeholder for prøve	43
4.1.5. Rengjøring og vedlikehold av prøvetakingsutstyr	44
4.2. Prinsipper og utstyr - slam.....	45
4.2.1. Generelt om prøvetaking av slam	45
4.2.2. Manuelt prøvetakingsutstyr	46
4.2.3. Automatisk prøvetakingsutstyr	47
4.2.4. Rengjøring og klargjøring av prøvetakingsutstyret	48
4.3. Klargjøring for prøvetaking	49
5. Gjennomføring av prøvetakingen	50
5.1. Kontroll av prøvetakingspunktene.....	50
5.2. Prøvetakingsprosedyre – avløpsvann	50
5.2.1. Valg av prøvetakingspunkt	50
5.2.2. Klargjøring av prøvetakingsutstyret før prøvetakingen kan starte.....	51
5.2.3. Innstilling av automatisk prøvetaker før prøvetakingen kan starte.....	52
5.3. Aktuelle målinger i løpet av prøvetakingsperioden	55

5.3.1.	Vannføring	55
5.3.2.	Prinsippet for måling av vannføring i åpne kanaler	56
5.3.3.	Måleoverløp	56
5.3.4.	Målerenner	58
5.3.5.	Måling av vannføring i rør	59
5.3.6.	Vannføringsmåling og automatisk prøvetaking.....	60
5.4.	Sekundær prøvetaking av avløpsvann	60
5.5.	Prøvetaking av slam	62
5.5.1.	Prøvetaking av flytende slam i pumpeledninger	62
5.5.2.	Prøvetaking av avvannet slam	62
5.5.3.	Prøvetaking av tørket slam fra en silo.....	63
5.5.4.	Prøvetaking fra ranker eller slamhauger	64
5.6.	Sekundær prøvetaking av slam	66
5.6.1.	Flytende slam.....	66
5.6.2.	Avvannet slam fra skruetransportører, siloer og containere	66
5.6.3.	Tørket slam.....	66
5.6.4.	Slam fra hauger eller ranker	67
6.	Transport og lagring av prøver	69
6.1.	Emballasje, lagring og konservering.....	69
6.1.1.	Avløpsvann	69
6.1.2.	Slam	72
6.2.	Transport av prøver	73
7.	Dokumentasjon	74
7.1.	Identifikasjon av prøvetakingen	74
7.2.	Merking av prøver	74
7.3.	Prøvetakingsjournal	75
7.4.	Sporingsjournal (transportjournal).....	75
7.5.	Prøvetakingsrapport.....	76
7.6.	Arkivering.....	76
8.	Kvalitetskontroll	77
8.1.	Kvalitetskrav til prøvetakingen	77
8.2.	Metoder for å skaffe oversikt over usikkerheten knyttet til prøvetaking av avløpsvann og slam	77
8.3.	Forberedelse til prøvetaking.....	81
8.4.	Undersøkelse av usikkerheten i prøvetakingen	82
8.5.	Kvalitetskontroll ved prøvetakingen	84
8.6.	Vurdering av usikkerheten ved prøvetakingen	85
8.7.	Angivelse og rapportering av usikkerhet ved prøvetaking	86
9.	Arbeidsmiljøfaktorer ved prøvetaking av avløpsvann og slam	88
9.1.	Typiske risikofaktorer.....	88
9.2.	Sikkerhetsutstyr.....	89
9.3.	God arbeidspraksis med hensyn til hygiene og sikkerhet	89
9.3.1.	Personlig hygiene.....	89
9.3.2.	Prøvetaking i kummer og tanker	89
9.3.3.	Vaksinasjon	90
9.3.4.	Trafikk.....	90
10.	Ord og uttrykk	91
11.	Referanser	96
Vedlegg 1:	Eksempel på prøvetakingsjournal	98
Vedlegg 2:	Eksempel på sporingsjournal	99

English summary

This report is published in Norwegian by Norwegian Water BA (Norsk Vann BA).

Address: Vangsvegen 143, NO-2321 Hamar, Norway
Phone: + 47 62 55 30 30
E-mail: post@norskvann.no
Website: www.norwegian-water.no / www.norskvann.no

Report no: 182 - 2011
Report title: Environmental sampling of wastewater and sludge
Date of issue: 15 February 2011
Number of pages: 99

Keywords: Wastewater
Sludge
Sampling
Sampling procedures
Sampling equipment
Sampling plan
Sampling report

Author: Ragnar Storhaug, Aquateam Norwegian Water Technology Centre AS

ISBN: 978-82-414-0322-4
ISSN 1504-9884 (printed edition)
ISSN 1890-8802 (electronic edition)

Summary:

Reliable environmental monitoring and control are essential for safeguarding environmental quality and human health in the European Community. They are costly and serious consequences can ensue if sampling and analysis are not performed correctly. This report provides basic knowledge about the sampling of wastewater and sludge with the focus being on the sampler's tasks and responsibilities.

A general description of the wastewater system, composition of the wastewater and sludge, wastewater and sludge analytical parameters, sample types and the most common sampling points in a wastewater system is given. The process of sampling wastewater and sludge is described in the following topics:

- Reading and understanding a sampling plan
- Sampling methods
- Sampling on site
- Sample handling
- Documentation
- Quality and performance control
- Health and safety

The report is a Norwegian translation of volume five of a series of five volumes that together comprise the course material for training of environmental samplers. The development of this educational system has been made possible by financial support from the Leonardo da Vinci Programme under the Community Vocational Training Action Programme. Norwegian Water BA has given financial support to the preparation of this report.

1. Innledning

Opplæringsmål

I kapittel 1 vil du lære om:

- ◆ Ulike typer avløpsvann
- ◆ Grunnleggende behandlingsmetoder for kommunalt avløpsvann
- ◆ Grunnleggende slambehandlingsprosesser
- ◆ Myndighetens krav til prøvetaking av avløpsvann og slam

“Avløpsvann” er en generell betegnelse som betyr “vann som kvalitetsmessig har blitt påvirket av prosesser, objekter eller materialer som har sitt utgangspunkt i menneskelig aktivitet”, det vil si flytende “avfall” som slippes ut fra husholdninger, industri, handel og tjenestesektoren. Inkludert i dette er avrenning fra tette flater (for eksempel tak og trafikkarealer) i rensedistriktet. Avløpsvann inneholder et bredt spekter av forurensninger som til sammen reflekterer forbruksmønster og aktivitetsnivå i samfunnet.

I denne rapporten er begrepet “avløpsslam” eller “slam” et uttrykk for avfallsstoffer som blir generert ved rensing av avløpsvann. Når forurensningskomponenter blir fjernet fra avløpsvannet, blir en fraksjon av avløpsvannet holdt tilbake i renseanlegget. Slammet blir behandlet i separate prosesser før endelig disponering, for eksempel som jordforbedringsmiddel, gjødsel i jordbruket, eventuelt ved forbrenning (lite aktuelt i Norge).

“Stabilisert og hygienisert slam” er en vanlig betegnelse på avløpsslam som er behandlet slik at det tilfredsstillende kravene i gjødselvereforskriften [1] slik at det kan benyttes på en hygienisk trygg og ressursvennlig måte.

1.1. Generell beskrivelse av avløpssystemet

Det er mange kilder for utslipp av avløpsvann i samfunnet. Avløpsvannets sammensetning vil variere fra kilde til kilde avhengig av befolkningstetthet, industriaktivitet, arealbruk, graden av infiltrasjon av grunnvann i avløpsnett og i hvor stor grad sanitært og industrielt avløpsvann er separert fra overvannet (nedbørsavhengig avrenning). Tilfredsstillende rensing av avløpsvannet er nødvendig for å hindre oksygenunderskudd, algeoppblomstringer, bakteriell forurensning og toksiske forhold i resipienten.

Avløpsvannet kan deles i følgende hovedtyper [2]:

- ◆ Sanitært avløpsvann: Avløpsvann fra boliger, institusjoner, samt industri- og handelsvirksomhet som primært kommer fra badetrom, toalett og kjøkken
- ◆ Overvann (nedbørsavhengig avrenning): Avrenning som følge av nedbør (regn og smeltevann) på faste flater, slik som gater/veier, parkeringsplasser og hustak
- ◆ Industrielt avløpsvann: Alt avløpsvann som slippes ut fra handels- og industrivirksomheter og som ikke dekkes av definisjonene for kommunalt avløpsvann eller overvann



Figur 1. Ubehandlet (venstre) og behandlet avløpsvann (høyre)

Begrepet "kommunalt avløpsvann" kan omfatte bare sanitært avløpsvann eller en blanding av industrielt avløpsvann og/eller overvann.

1.1.1. Avløpsnett

Avløpsnettet sørger for at avløpsvannet blir transportert fra husholdninger, institusjoner, industri og handelsvirksomheter, til rensenanlegget før det slippes ut til resipienten (ferskvann eller sjø) etter rensing.

Det er vanligvis to hovedtyper av avløpsnett:

- ◆ Fellessystem: Mange av de eldre avløpsnettene er av typen fellessystem som er utformet for å transportere sanitært avløpsvann, industrielt avløpsvann og overvann i samme rør. I tørrværsperioder transporterer fellessystemet bare sanitært avløpsvann og industrielt avløpsvann. I nedbørsperioder tilføres også overvann. For å hindre hydraulisk overbelastning av avløpsnett, må avløpsvann slippes ut via overløp direkte til resipient. I noen tilfeller gjennomgår overløpsvannet en enkel behandling (for eksempel sedimentering) for å fjerne større partikler og avløpssjøppel før det slippes ut til resipienten. I Norge er det mest vanlig å slippe overløpsvannet tilnærmet ubehandlet ut til resipienten
- ◆ Separatsystem: I separatsystemet er det et felles rør for sanitært og industrielt avløpsvann og et eget rør for overvannet

I byer og større tettsteder består normalt avløpsnettet av en blanding av fellessystem og separatsystem. I nye områder og ved rehabilitering av eldre områder legges det normalt om til separatsystem.

1.1.2. Hovedtypene av behandlingsprosesser for avløpsvann

Et vidt spekter av prosesser blir benyttet for rensing av de ulike typene av avløpsvann. Hovedprosessgruppene er:

- ◆ Mekaniske (fysiske) renseprosesser: Siler og sedimenteringsbasseng blir benyttet for å fjerne flyttestoffer og partikler fra avløpsvannet. Partikler som har større egenvekt enn vann, vil sedimentere (synke til bunns) i sedimenteringsbassenget. Partiklene som sedimenterer, blir fjernet som mekanisk slam (primærslam).
- ◆ Biologiske renseprosesser: I biologiske renseanlegg blir naturlige mikrobiologiske nedbrytningsprosesser akselerert ved at det tilsettes luft (oksygen), samt at det benyttes en høy konsentrasjon av mikroorganismer. Mikroorganismene omsetter det lett nedbrytbare organiske stoffet i avløpsvannet og produserer ny biomasse (mikroorganismene formerer seg). Den nye biomassen fjernes fra prosessen som biologisk slam (sekundærslam). Noen biologiske renseprosesser er utformet for å kunne fjerne nitrogen og/eller fosfor i tillegg til organisk stoff.
- ◆ Kjemiske renseprosesser: Ved å tilsette salter av jern eller aluminium, eventuelt kalk (fellingskjemikalier) til avløpsvannet vil fosforet bli felt ut ved en kjemisk reaksjon. I tillegg skjer det en koagulering slik at det dannes partikler (fnokker) som kan fjernes ved fysiske separasjonsprosesser (sedimentering, flotasjon eller filtrering). Syntetiske polymerer tilsettes ofte for å forbedre egenskapene til fnokkene slik at disse mer effektivt lar seg fjerne. Generelt sett vil tilsetning av fellingskjemikalier medføre en reduksjon av konsentrasjonen av alle forurensningskomponenter i avløpsvannet som foreligger som partikler. Partiklene som fjernes i den kjemiske renseprosessen, tas ut som kjemisk slam.

1.1.3. Hovedtypene av behandlingsprosesser for avløpslam

Slammet som produseres ved rensingen av avløpsvannet, gjennomgår ulike behandlingsprosesser før endelig disponering:

- ◆ Fortykking: Slammet inneholder normalt 97 – 99 % vann. Dette innebærer at tørrstoffinnholdet (TS-innholdet) normalt ligger i området 1 – 3 %. Ved fortykkingen økes TS-innholdet til 4 – 6 %, noe som innebærer at volumet av slammet reduseres til mindre enn 50 % av utgangsvolumet
- ◆ Avvanning: Hensikten med avvanningen er å oppnå en ytterligere volumreduksjon av slammet for å redusere transportvolumene, eller legge til rette for videre behandling av slammet
- ◆ Stabilisering: Slammet stabiliseres for å hindre luktulempen for omgivelsene ved transport og disponering. I tillegg stabiliseres slammet for å redusere muligheten for at insekter, fugler og dyr (for eksempel rotter) kan benytte slammet som "mat". Ved anaerob stabilisering reduseres innholdet av organisk stoff i slammet og det produseres metangass. Stabilisering av slammet kan også oppnås ved kompostering. Ved kjemisk stabilisering tilsettes kalk eller andre alkaliske materialer for å heve pH og temperatur slik at de biologiske nedbrytningsprosessene blir hemmet
- ◆ Hygienisering: For å beskytte helsen til både mennesker og dyr, krever noen land (blant annet Norge) at slammet skal hygieniseres før disponering. Normalt benyttes termiske prosesser (pasteurisering eller termofil anaerob stabilisering). Kompostering i ranker eller i reaktor, samt tilsetning av ulesket kalk til avvannet slam, er også hygieniseringsmetoder som benyttes

På et avløpsrenseanlegg for kommunalt eller sanitært avløpsvann er behandlingsprosessene kombinert slik at det oppnås en ønsket slambehandling.

1.1.4. Hvorfor tar vi prøver?

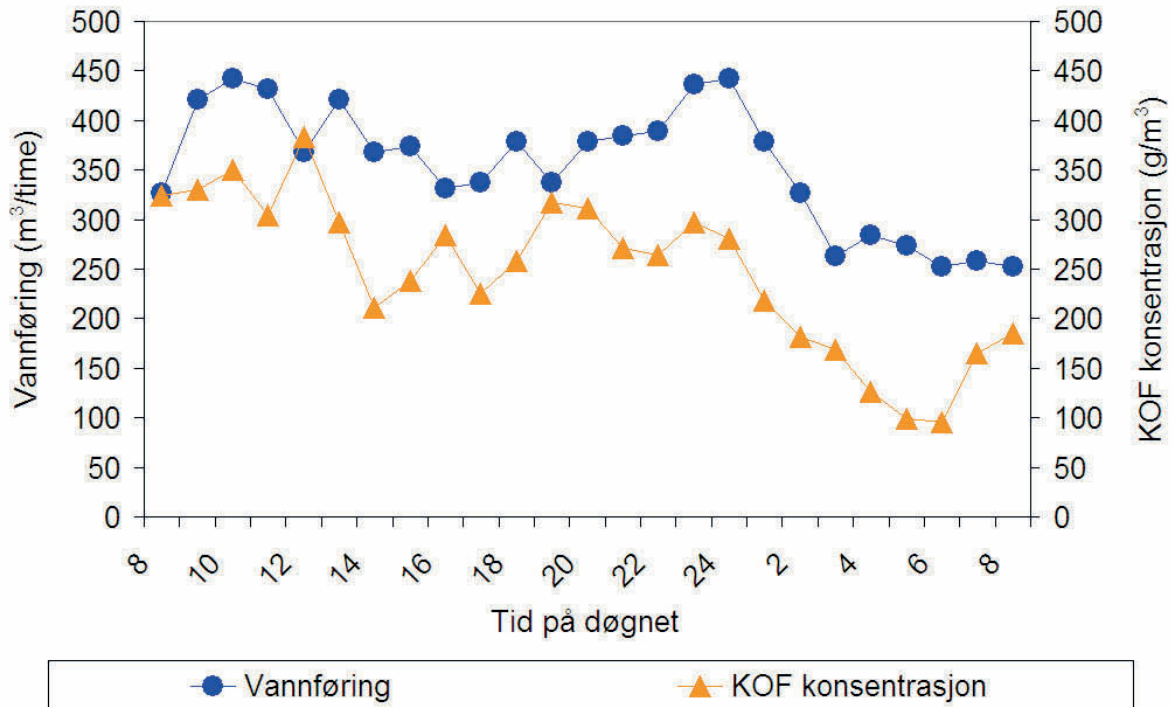
Generelt gjennomføres prøvetaking for å framskaffe informasjon om sammensetningen av avløpsvannet og slammet. Informasjonen som innhentes, utnyttes for å dimensjonere nye renseanlegg, eller utvide eksisterende anlegg, styre renseprosessen, samt som grunnlag for å vurdere effekten av renseprosessene og påvirkningen som avløpsvannet og slammet har på mennesker og miljø generelt. Feil eller utilstrekkelige prøvetakingsprosedyrer kan føre til at avgjørelser blir tatt på et sviktende grunnlag, noe som kan føre til skade på både mennesker og miljø.

Store investeringer innen avløpssektoren er delvis basert på resultater fra gjennomførte prøvetakingsprogrammer. Feil i prøvetakingsopplegget kan medføre store unødvendige kostnader både for kommuner, interkommunale selskaper og private virksomheter. Hovedårsakene til at prøvetaking gjennomføres er [3]:

- ◆ Krav med utgangspunkt i forurensningslovgivningen (avløpsvann): Utslippstillatelser for både kommunale renseanlegg og industrirensesanlegg, krever normalt at det regelmessig tas ut prøver som analyseres på spesifikke parametere. Den ansvarlig for renseanlegget må kunne dokumentere overfor forurensningsmyndigheten at kravene i utslippstillatelsen overholdes. Normalt angir utslippstillatelsen:
 - ◊ Hvor prøvene skal tas (prøvetakingspunktene, for eksempel innløp, utløp fra renseanlegget eller overløpsutslipp)
 - ◊ Prøvetype og hyppighet (tidsintervallet mellom hver prøve). I tillegg angir utslippstillatelsen hvilke parametere prøvene skal analyseres på
- ◆ Krav med utgangspunkt i regelverket for håndtering av slam (gjødselvarer med organisk opphav) i Norge: Bruk av slam på jordbruksområder som jordforbedringsmiddel eller gjødselkomponent, er et viktig disponeringsområde i mange land (ca. 90 % av alt avløps slam i Norge benyttes på jordbruksområder eller grøntarealer). Slam som skal disponeres på denne måten, må tilfredsstillende strenge krav til innhold av tungmetaller, enkelte organiske miljøgifter (Norge har ikke krav til innhold av organiske miljøgifter i slam) og sykdomsfremkallende (patogene) organismer. Regelverket varierer fra land til land, med hensyn til hvilke parametere som det skal analyseres på og hvor hyppig som det skal tas prøver
- ◆ Prosessovervåking: Både avløpsvann og slam behandles med ulike kombinasjoner av fysiske, biologiske og kjemiske enhetsprosesser. Effektiv drift av enhetsprosessene krever at det tas prøver etter et spesielt tilpasset prøvetakingsprogram. Prøvetakingsprogrammet kan omfatte online målinger av spesifikke parametere (for eksempel pH, oksygen og temperatur), men manuell prøvetaking og analyse er og vil være et hovedelement i prøvetakingsprogrammene som benyttes ved prosessovervåkingen. Prøvetakingsprogrammet framskaffer en total oversikt over behandlingsprosessene. Typisk informasjon som framskaffes, er forurensningsbelastningen på renseanlegget (for eksempel organisk belastning), variasjonsmønsteret over døgnet eller uken, variasjonen i utløpskvalitet eller status for nøkkelparametere i de ulike behandlingstrinnene som utgjør behandlingsprosessen for henholdsvis avløpsvann og slam. Til sammen utgjør denne informasjonen en del av grunnlaget som driftsoperatørene benytter for å drive anlegget
- ◆ Overvåking av avløpsnett: Avløpsnett dekker ofte et stort landområde (areal), og totalt kan det bestå av mange kilometer med avløpsledninger. Prøvetaking blir ofte gjennomført for å bestemme forurensningsbelastningen fra ulike deler av rensedistriktet. Det kan også bli tatt prøver for å beregne forurensningsutslippet fra regnvannsoverløp, eller for å finne kildene for påslipp av uønskede stoffer til avløpsnett (kildesporing), for eksempel utslipp som medfører høyt innhold av tungmetaller i slammet på avløpsrenseanlegget

1.1.5. Avløpsvannets variasjonsmønstre

En avløpsstrøm varierer normalt betydelig over tid. Både mengden (for eksempel m^3/time) og konsentrasjonen av de forskjellige forureningsparameterne har som regel store variasjoner i løpet av et enkelt døgn (figur 2) og fra døgn til døgn, for eksempel i løpet av en uke.



Figur 2. Eksempel på variasjon i vannføring og KOF konsentrasjon i innløpsvannet til et rensesanlegg

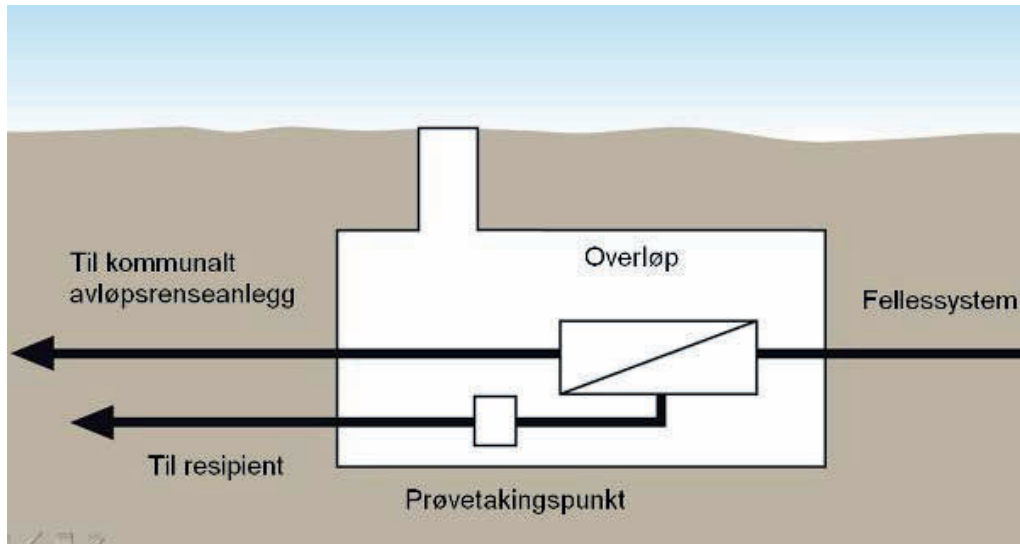
De uforutsigbare variasjonene i vannføring og konsentrasjon (figur 2) er hovedutfordringene ved prøvetaking av avløpsvann. Sammenliknet med volumet av avløpsvannet som passerer prøvetakingspunktet, for eksempel i løpet av 24 timer, er volumet av selve prøven som tas svært lite. Hovedårsakene til eventuelle problemer som kan opptre ved prøvetaking av avløpsvann, er:

- ◆ Variasjoner i avløpsmengde som følge av variasjoner i aktiviteten i husholdninger og i industriell virksomhet. Nedbør og snøsmelting vil normalt medføre store variasjoner i vannføringen
- ◆ Variasjoner i sammensetningen av avløpsvannet som følge av variasjoner i partikkelstørrelse og fysisk-kjemisk sammensetning av partiklene
- ◆ Ikke optimal utforming av prøvetakingspunktet i kanalen eller røret som prøven tas ut fra
- ◆ Fett, fiber og andre substanser i avløpsvannet som kan føre til gjentettinger eller andre problemer med prøvetakingsutstyret

Eksempel 1.1: Typisk prøvetakingssituasjon – prøvetaking på avløpsnettet

Type avløpsvann: Blanding av kommunalt avløpsvann og overvann

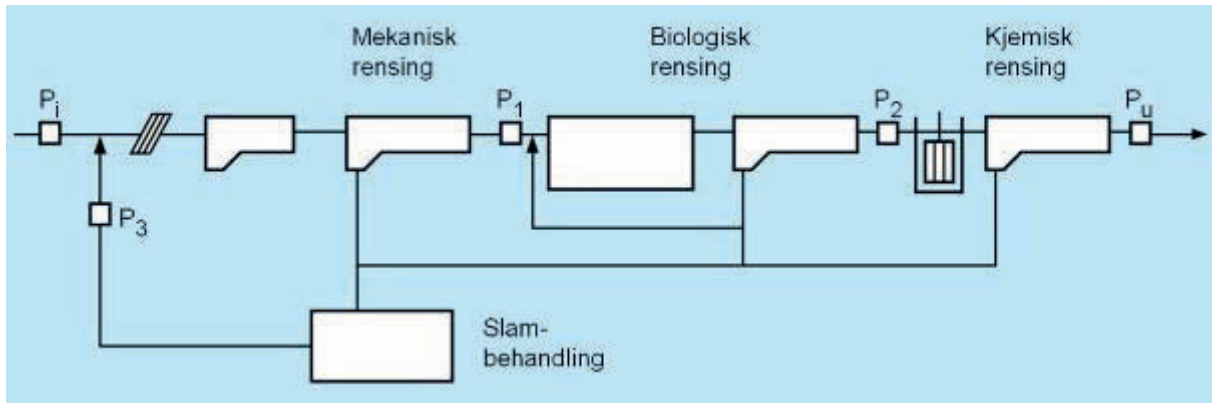
Formål med prøvetakingen: Beregning av forurensningsbelastningen på resipienten ved overløpssituasjoner i fellessystemet



Prøvetaking i kum

Eksempel 1.2: Typisk prøvetakingssituasjon – prøvetaking på renseanlegg for kommunalt avløpsvann

Normalt er det mange prøvetakingspunkter på et kommunalt avløpsrenseanlegg. Noen av prøvetakingspunktene er nær knyttet til renseprosessene som benyttes. Eksemplet viser en del typiske prøvetakingspunkter.



Prøvetakingspunkt	Type avløpsvann	Formålet med prøvetakingen
P_i	Ubehandlet kommunalt avløpsvann (innløpet til renseanlegget)	Dokumentasjon av rensekraft (beregning av renseeffekt)
P_u	Behandlet avløpsvann (utløpsvann fra renseanlegget)	Dokumentasjon av rensekraft, (vurdering av utløps-konsentrasjon, beregning av renseeffekt, beregning av utslippsmengder til resipienten)
P_1	Mekanisk rensed avløpsvann	Prosessoppfølging
P_2	Biologisk rensed avløpsvann	Prosessoppfølging
P_3	Rejektvann fra slamavvanning og/eller slamvann fra fortykking	Prosessoppfølging



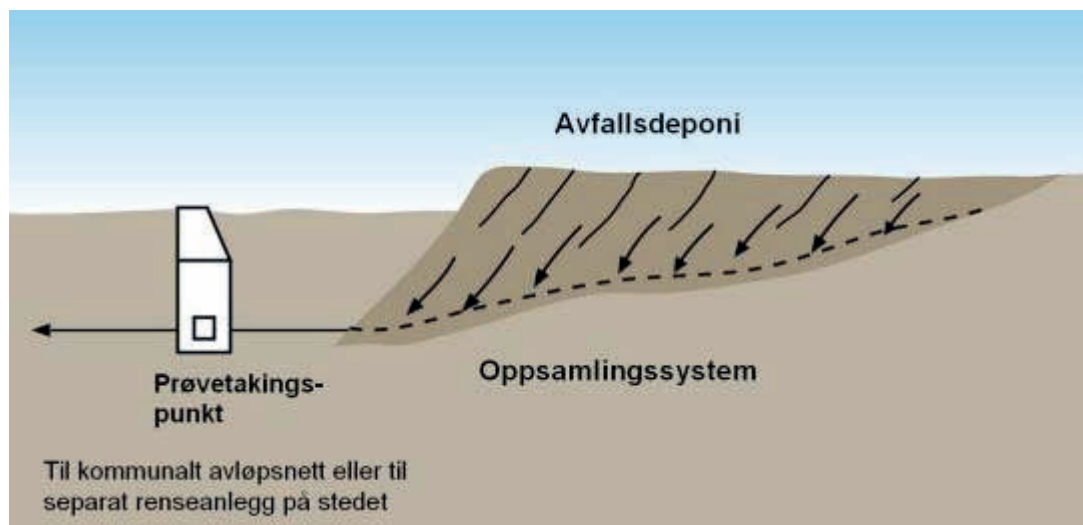
Sedimenteringsbassengene på et kommunalt avløpsrenseanlegg

Eksempel 1.3: Typisk prøvetakingssituasjon – prøvetaking ved anlegg for avfallsbehandling

Sigevann dannes når nedbør som faller på overflaten av deponiet infiltreres gjennom deponiet. Når vannet beveger seg gjennom avfallslagene, vil ulike forbindelser i avfallet løses ut og gå over i sigevannet. Et dreneringssystem på bunnen av deponiet transporterer sigevannet ut til kommunalt avløpsnett eller til et separat renseanlegg på stedet.

Type avløpsvann: Sigevann fra avfallsdeponi

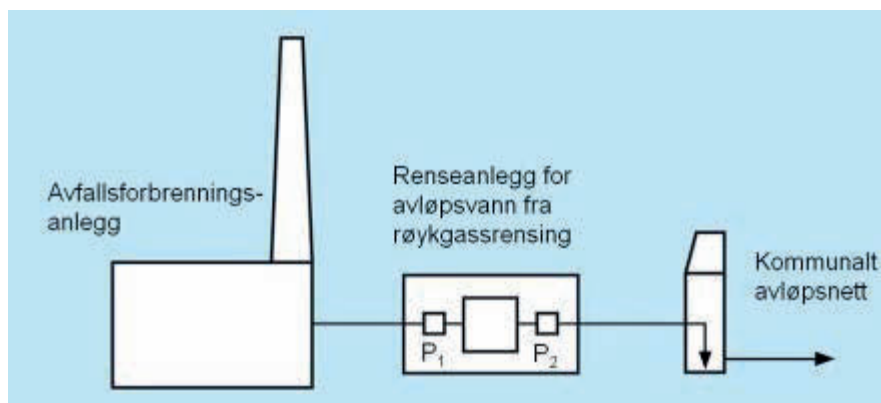
Formål med prøvetakingen: Dokumentasjon av utslippskrav (beregning av forurensningsutslipp fra deponiet)



Røykgasser fra avfallsforbrenningsanlegg må renses før utslipp til luft. Når det benyttes kjemiske scrubbere til rensing av røykgassen, dannes et avløpsvann som må behandles i et separat renseanlegg på forbrenningsanlegget før utslipp til kommunalt avløpsnett.

Type avløpsvann: Avløpsvann fra renseanlegg for rensing av røykgasser fra forbrenningsanlegg

Formål med prøvetakingen: Dokumentasjon av utslippskrav (beregning av forurensningsutslipp fra forbrenningsanlegget via avløpsvannet)



Normalt vil det bli benyttet en kjemisk fellingsprosess for fjerning av tungmetaller og pH-justering. Mange prøvetakingspunkter for prosessoppfølging er derfor lokalisert i renseprosessen.

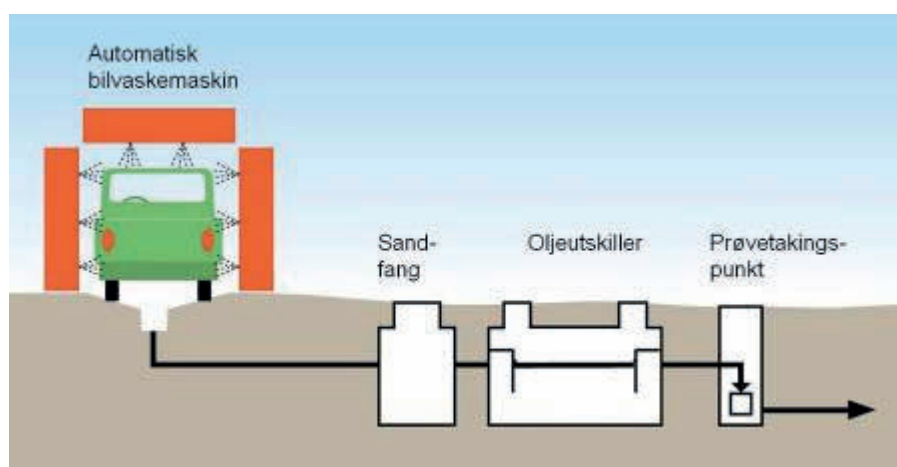
Eksempel 1.4: Typisk prøvetakingssituasjon – prøvetaking ved industri- og næringsvirksomhet

Avløpsvann fra bilvaskeanlegg inneholder mineraloljerester og andre forurensningskomponenter som er fjernet fra bilen i vaskeprosessen. Dette kan være tungmetaller, vegstøv og såperester.

Før avløpsvannet slippes ut til kommunalt avløpssystem, må det passere en oljeutskiller eller et mer avansert behandlingsanlegg.

Type avløpsvann: Avløpsvann fra bilvaskeanlegg

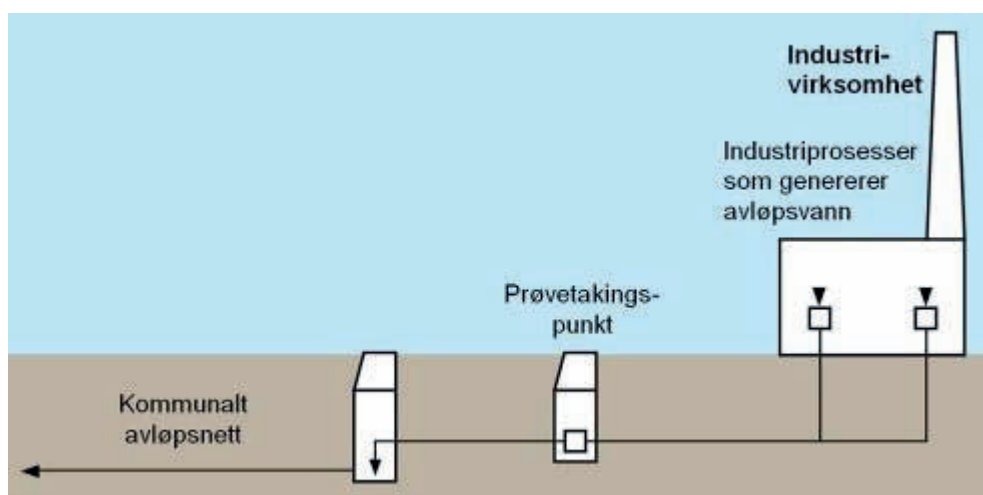
Formål med prøvetakingen: Dokumentasjon av utslippskrav. Avløpsvannet må tilfredsstillte gitte kvalitetskrav før påslipp til kommunalt avløpsnett



Industrivirksomheter gjennomfører ofte en forbehandling av avløpsvannet før påslipp til kommunalt avløpsnett

Type avløpsvann: Industrielt avløpsvann (for eksempel meieri, bryggeri, slakteri) fra ulike produksjonsprosesser

Formål med prøvetakingen: Dokumentasjon i forhold til påslippskrav og/eller beregning av tilleggsgebyr til kommunen



1.2. Krav til prøvetaking i direktiver og norsk regelverk

1.2.1. Krav til prøvetaking som er omtalt i ulike EU-direktiv

Prøvetaking av avløpsvann er omtalt i ulike EU-direktiv, men kravene er ikke særlig detaljert utformet.

Avløpsdirektivet (The Urban Wastewater Treatment Directive) [4]: Dette direktivet regulerer transport (avløpsnett), behandling og utslipp av kommunalt avløpsvann og behandling og utslipp av avløpsvann fra visse industrisektorer (næringsmiddelindustri). Hensikten med direktivet er å beskytte miljøet mot skadelig påvirkning ved utslipp av de foran nevnte avløpsvannstypene. Direktivet gir følgende retningslinjer for prøvetaking av avløpsvann:

- ◆ Avløpsrenseanlegg skal være utformet slik at det er mulig å få tatt ut representative prøver av innkommende og behandlet avløpsvann før utslipp til resipient
- ◆ Vannmengdeproporsjonale eller tidsproporsjonale døgnblandprøver (24 timer) skal benyttes. For å dokumentere at direktivets krav til utslipp av avløpsvann overholdes, skal prøvene tas i samme prøvetakingspunkt på henholdsvis innløp og utløp
- ◆ For å hindre at prøven endres fra uttak på renseanlegget og til analysen kan starte, skal prinsippene for god laboratoriepraksis (Good international laboratory practice) benyttes
- ◆ Minimum antall prøver som skal tas hvert år, er avhengig av renseanleggets størrelse. Prøvene skal tas med jevne mellomrom over året

Direktivet stiller krav til både konsentrasjon og renseeffekt for ulike forurensningsparametere. I Norge er kravene i avløpsdirektivet implementert i forurensningsforskriften [5] (se kapittel 1.2.2).

Deponidirektivet (The Landfill Directive) [6]: Målet med direktivet er at ved å sette strenge driftsmessige og tekniske krav til avfall og deponier, skal man så langt som mulig redusere negative miljøeffekter fra deponering av avfall. Spesielt gjelder dette forurensning av overflatevann, grunnvann, jord og luft. Direktivet legger også til rette for å redusere enhver risiko for helse og miljø i fyllingens "livssyklus" (drift og etterdrift). Når det gjelder prøvetaking av sigevann, har direktivet følgende krav:

- ◆ Prøver av sigevann og eventuelt overflatevann må tas i representative prøvetakingspunkter
- ◆ Prøvetaking og måling av sigevannsmengden må gjennomføres i alle punkter der sigevann slippes ut fra deponiet

I direktivet er det referert til ISO 5667-2 som en generell veiledning i prøvetaking. I Norge er kravene i deponidirektivet implementert i avfallsforskriften [7], kapittel 9 Deponering av avfall. I Vedlegg III, "Kontroll- og overvåkingsprosedyrer i drifts- og etterdriftsfasen", er det satt generelle krav til prøvetaking av sigevann, bl.a. at det for sigevann og overflatevann for overvåkingsformål skal tas blandprøver som er representative for den gjennomsnittlige sammensetningen i perioden siden forrige prøvetaking.

Forbrenningsdirektivet (The Waste Incineration Directive) [8]: Målet med direktivet er så langt som praktisk mulig å redusere negative miljøeffekter, spesielt fra utslipp til luft, jord, overflatevann og grunnvann, samt eventuell helseserisiko, fra forbrenning av avfall. Avløpsvann som slippes ut fra forbrenningsanlegg, kommer som regel fra renseanlegg for

røykgassrensing. Når det gjelder prøvetaking, har direktivet følgende generelle anvisninger:

- ◆ I utslippspunktet fra anlegget skal det som minimum tas en vannmengdeproporsjonal representativ døgnblandprøve 1 gang pr. måned
- ◆ I utslippspunktet fra anlegget skal det som et minimum tas daglige stikkprøver som skal analyseres på suspendert stoff (SS), eventuelt kan SS analyseres i en vannmengdeproporsjonal døgnblandprøve

I Norge er forbrenningsdirektivet implementert i avfallsforskriften [7] kapittel 10 Forbrenning av avfall. I henhold til § 10-24 skal det benyttes vannmengdeproporsjonale prøver ved prøvetakingen.

1.2.2. Krav til prøvetaking av avløpsvann og slam ved renseanlegg for kommunalt avløpsvann i Norge

Avløpsvann

Forurensningsforskriften [5] angir kravene til prøvetaking ved renseanlegg som er større enn 50 pe. I henhold til forskriften defineres prøvetaking som følger:

Prøvetaking: Med prøvetaking menes uttak av en representativ prøve og all behandling av prøven til den er klar for analyse. Dette inkluderer transport og oppbevaring av prøven inntil prøven er overlevert til laboratoriet

Forskriften benytter også følgende begreper når kravene til prøvetaking skal beskrives:

Jevne mellomrom: Med jevne mellomrom menes at tidspunktet for prøvetaking fordeles jevnt over de forskjellige årstidene og spres på forskjellige ukedager

Den ansvarlige: Den som er ansvarlig for virksomheten. Som ansvarlig regnes den som kan holdes ansvarlig, jf. forurensningsloven § 7, for eksempel kommunen

I henhold til kommentarene til forurensningsforskriften skal begrepet "representativ prøve" forstås som følger:

- ◆ Med en representativ prøve av tilført avløpsvann (innløpsvann) menes:
 - ◊ Avløpsvann fra innløpet til et renseanlegg, tatt fra et punkt oppstrøms eventuelle tilbakeføringer av returstrømmer som for eksempel rejeaktvann
 - ◊ Prøven skal tas i et punkt der hele vannstrømmen kan fanges opp
 - ◊ Prøven skal tas i et punkt som har god omblending
- ◆ Med en representativ prøve av rensset avløpsvann (utløpsvann) menes:
 - ◊ Avløpsvannet skal ikke være kunstig fortynnet med hensikt
 - ◊ Hele vannstrømmen skal fanges opp i prøvepunktet
 - ◊ Prøvepunktet skal ha god omblending

Forurensningsforskriftens krav til prøvetaking for avløpsrenseanlegg som tilhører kapittel 13 (§ 13-12), det vil si renseanlegg < 10.000 pe med utslipp til sjø eller < 2.000 pe med utslipp til ferskvann er som følger:

- ◆ Den ansvarlige for renseanlegget skal sørge for at det tas prøver av rensset avløpsvann
- ◆ Prøvene skal være representative for avløpsvannet

- ♣ Prøvene skal tas ved hjelp av et automatisk, mengdeproporsjonalt eller et tidsproporsjonalt prøvetakingssystem
- ♣ Prøvene skal tas med jevne mellomrom gjennom året
- ♣ Prøvetakingstidspunktet skal være i henhold til en tidsplan oppsatt på forhånd i virksomhetens internkontroll
- ♣ Prøvene skal konserveres og oppbevares i samsvar med Norsk Standard eller annen anerkjent laboratoriepraksis

Forurensningsforskriftens krav til prøvetaking for avløpsrenseanlegg som tilhører kapittel 14 (§ 14-11), det vil si renseanlegg > 10.000 pe med utslipp til sjø eller > 2.000 pe med utslipp til ferskvann er som følger:

- ♣ Den ansvarlige for avløpsanlegget skal sørge for at det tas prøver av rensset avløpsvann
- ♣ Når prøver tas, skal tilført vannføring måles med en usikkerhet på maksimalt 10 % og registreres
- ♣ Virksomheter som utfører prøvetaking, herunder konservering, skal fra 31. desember 2008 være akkreditert for prøvetaking, eller ha et tilsvarende kvalitetssikringssystem for prøvetaking godkjent av en kvalifisert nøytral instans
- ♣ Prøvene skal være representative for avløpsvannet og tas ved hjelp av et automatisk, mengdeproporsjonalt prøvetakingssystem
- ♣ Prøvene skal tas med jevne mellomrom gjennom året
- ♣ Prøvetakingstidspunktet skal være i henhold til en tidsplan oppsatt på forhånd i virksomhetens internkontroll
- ♣ Prøvene skal konserveres og oppbevares i samsvar med Norsk Standard eller annen anerkjent laboratoriepraksis

Slam

Når det gjelder prøvetaking av avløpsslam, inneholder ikke gjødselveforskriften detaljerte krav til prøvetaking, bortsett fra at prøvetakingen skal gjennomføres etter rutinene som er utarbeidet av Mattilsynet. Det er utarbeidet en egen veiledning for prøvetaking av slam [9].

1.3. Internasjonale standarder og retningslinjer

Den internasjonale standardiseringsorganisasjonen ISO (International Organization for Standardization) er en verdensomspennende sammenslutning av nasjonale standardiseringsorgan. Arbeidet med å utarbeide tekniske standarder foregår normalt i ISOs tekniske komitéer. ISOs komité for vannkvalitet (ISO/TC 147) har utarbeidet en rekke standarder vedrørende prøvetaking av avløpsvann og slam. Disse standardene utgjør grunnlaget for prøvetakingen innenfor disse områdene. De viktigste standardene er:

- ◆ NS-EN ISO 5667-1:2006 Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 1: Veiledning i utforming av prøvetakingsprogrammer og prøvetakingsteknikker (ISO 5667-1:2006/AC 2007)
- ◆ NS-EN ISO 5667-3:2003 Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 3: Veiledning i konservering og behandling av vannprøver (ISO 5667-3:2003)
- ◆ NS-ISO 5667-10:1992 Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 10: Veiledning i prøvetaking av avløpsvann (ISO 5667-10:1992)
- ◆ NS-EN ISO 5667-13:1997 Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 13: Retningslinjer for prøvetaking av slam fra avløpsvann- og vannbehandlingsanlegg (ISO 5667-13:1997)
- ◆ NS-ISO 5667-14:1998 Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 14: Veiledning i kvalitetssikring av miljøprøvetaking og behandling av vannprøver (ISO 5667-14:1998)
- ◆ NS-EN ISO 5667-15:2009 Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 15: Veiledning i konservering og behandling av slam- og sedimentprøver (ISO 5667-15:2009)

Kontrollspørsmål

- ◆ Hvilke hovedgrupper kan avløpsvannet deles inn i?
- ◆ Hvorfor tas det prøver av avløpsvann og slam?
- ◆ Hvilke hovedkrav gjelder for prøvetaking ved renseanlegg for kommunalt avløpsvann i Norge?

2. Grunnlagsinformasjon om avløpsvann og slam

Opplæringsmål

I kapittel 2 vil du lære om:

- ◆ Avløpsvannets sammensetning og hvilke parametere som benyttes for å karakterisere avløpsvannet
- ◆ Slammets sammensetning og hvilke parametere som benyttes for å karakterisere slamm
- ◆ Ulike typer prøver som tas av avløpsvann og slam

Avløpsvannets sammensetning varierer fra sted til sted og gjenspeiler området og aktiviteten i området der avløpsvannet er generert. Sammensetningen av slamm varierer på samme måte. Miljøfaktorer som pH, oksygenkonsentrasjon og temperatur vil påvirke sammensetningen av avløpsvannet under transporten i avløpsnett. Forurensningskomponentene i avløpsvannet er enten oppløst i vannfasen, eller foreligger som partikler med forskjellig form, størrelse, tetthet, kjemisk sammensetning og med ulikt biologisk nedbrytningspotensial.

2.1. Karakterisering

2.1.1. Faktorer som påvirker avløpsvannets sammensetning

Avløpsvannets sammensetning varierer betydelig, avhengig av blant annet:

- ◆ Rensedistriktets sammensetning (boliger, industrivirksomheter, tette flater etc.)
- ◆ Nedbørmengden
- ◆ Type industri som er knyttet til avløpsnett
- ◆ Graden av separasjon av avløpsnett (fellessystem og separatsystem)
- ◆ Prøvepunktets plassering i avløpsssystemet, for eksempel i nærheten av et boligområde, en industrivirksomhet, eller på innløpet til avløpsrenseanlegget
- ◆ Tidspunkt på døgnet
- ◆ Årstiden

For rensedistrikt vil variasjonen i sammensetning avta etter hvert som graden av behandling øker. For eksempel vil utløpsvannet fra et silanlegg i betydelig større grad gjenspeile variasjonen i innløpsvannets sammensetning, enn hva som er tilfelle for et biologisk-kjemisk rensanlegg.

2.1.2. Partikler i avløpsvannet

Partiklene i avløpsvannet kan karakteriseres med utgangspunkt i størrelsen. Det er ingen vedtatt gjeldende definisjon, men for praktiske formål er størrelsesområdene som er vist i tabell 1, hyppig benyttet.

For de fleste formål kan partikkelinnholdet i avløpsvannet karakteriseres ved konsentrasjonen av totalt suspendert stoff (TSS). Normalt blir forkortelsen SS benyttet,

det vil si konsentrasjonen av suspendert stoff som fjernes ved hjelp av filtrering eller sentrifugering ved gitte betingelser.

Tabell 1. Partikkelfraksjoner i avløpsvann [10]

Fraksjon	Partikkeldiameter (μm)
Oppløst	<0.1
Kolloidalt	0.1–1.0
Suspendert	1–100
Sedimenterbart	>100

Normalt bestemmes SS-konsentrasjonen ved filtrering gjennom membranfilter med lysåpning fra 0,1 til ca. 1,0 μm . Glassfiberfilter, type GF/C, med porestørrelse 1,2 μm er ofte benyttet. I Norge er det filter med denne porestørrelsen som benyttes ved bestemmelse av SS. Avløpsdirektivet [4] krever at en porestørrelse på 0,45 μm skal benyttes ved analyse av SS. Alle partikler med diameter i området 0,5 – 1,5 μm eller større, regnes som "partikler" i avløpsterminologien. Fra definisjonen av de ulike partikkelfraksjonene (tabell 1), ser vi at SS inkluderer suspendert og sedimenterbar fraksjon. Avhengig av porestørrelsen i glassfiberfilteret, vil også deler av kolloidal fraksjon bidra til SS innholdet. Avløpsvannet som passerer filteret (filtratet), inneholder de oppløste (løste) fraksjonene av forurensningskomponentene i avløpsvannet. Hovedutfordringen ved prøvetaking av avløpsvann er å få tatt ut en representativ prøve av partikkelfraksjonen i avløpsvannet.

2.1.3. Forurensningskomponenter i avløpsvannet

Forurensningskomponentene i avløpsvannet reflekterer kildene der avløpsvannet kommer fra. Avløpsvann kan inneholde et begrenset antall forurensningskomponenter. Dette er ofte tilfelle med industrielt avløpsvann. Kommunalt avløpsvann derimot, inneholder et bredt spekter av forurensningskomponenter. Forurensningene i avløpsvann inneholder normalt følgende hovedgrupper:

- ◆ Organisk stoff
- ◆ Næringssalter
- ◆ Tungmetaller
- ◆ Organiske mikroforurensninger

Alle disse forurensningskomponentene foreligger som partikler eller oppløst i vannfasen. Mange typer avløpsvann, for eksempel kommunalt avløpsvann, inneholder bakterier, virus og parasitter. Mange av disse mikroorganismene er patogene (sykdomsfremkallende). Parameterne som vanligvis benyttes for å karakterisere avløpsvann er oppsummert i tabell 2.

Tabell 2. Vanlige parametere som benyttes for å karakterisere avløpsvann

Parameter	Normal benevning	Kommentarer
Organisk stoff		
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF) Normalt 5-dagers BOF eller BOF ₅	mg O ₂ /l	BOF er et uttrykk for forbruket av oksygen ved bakteriell omsetning av det biologisk lett nedbrytbare organiske stoffet i avløpsvannet. Både oppløst og partikulær fraksjon
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	mg O ₂ /l	KOF er et uttrykk for den totale mengde organisk stoff i avløpsvannet. Både oppløst og partikulær fraksjon
Næringsalter		
Total fosfor (Tot-P)	g P/m ³	Tot-P omfatter både partikulær og oppløst fraksjon av fosforet i avløpsvannet.
Ortofosfat (PO ₄)	g P/m ³	Ortofosfat utgjør ca. 70–80 % av den løste fosforfraksjonen i kommunalt avløpsvann
Total nitrogen (Tot-N)	g N/m ³	Tot-N omfatter ammonium, nitritt, nitrat og organisk bundet nitrogen. Både oppløst og partikulær fraksjon
Ammonium nitrogen (NH ₄ -N)	g N/m ³ g NH ₃ /m ³ eller g NH ₄ /m ³	I ubehandlet kommunalt avløpsvann foreligger nitrogen i hovedsak som ammonium og organisk bundet nitrogen, avhengig av graden av nedbrytning som har foregått i avløpsnett. Oppløst fraksjon
Nitritt nitrogen (NO ₂)	g N/m ³ eller g NO ₂ /m ³	Nitritt er et mellomprodukt ved oksidasjonen av ammonium til nitrat. Oppløst fraksjon
Nitrat nitrogen (NO ₃)	g N/m ³ eller g NO ₃ /m ³	Normalt opptrer ikke nitrat i ubehandlet kommunalt avløpsvann, men i utløpsvannet fra biologiske rensetrinn under forutsetning av at rensetrinnet drives med nitrifikasjon. Oppløst fraksjon
Generelle parametere		
Hydrogen-ion konsentrasjonen (pH)	-	Ved pH 7,0 er avløpsvannet nøytralt, ved pH < 7 er avløpsvannet surt og ved pH > 7 er avløpsvannet basisk. pH har ingen benevning
Totalt suspendert stoff (TSS eller SS)	mg/l	Konsentrasjonen av partikler som lar seg avskille ved filtrering eller sentrifugering under spesifiserte betingelser. Partikulær fraksjon

Tabell 2 (fortsett). Vanlige parametere som benyttes for å karakterisere avløpsvann

Parameter	Normal benevning	Kommentarer
Tungmetaller		
Mange forskjellige tungmetaller vil kunne forekomme i avløpsvann	µg/l eller ng/l ¹⁾	Tungmetallene som vanligvis analyseres i avløpsvann, er: Kadmium (Cd) Kvikksølv (Hg) Bly (Pb) Krom (Cr) Nikkel (Ni) Kopper (Cu) Sink (Zn)
Både oppløst og partikulær fraksjon		
Organiske mikroforurensninger		
Avløpsvann kan inneholde et stort antall organiske miljøgifter	µg/l eller ng/l ¹⁾	Eksempel på organiske mikroforurensninger som hyppig opptrer i avløpsvann, er: Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) Bromerte flammehemmere Di(2-ethylhexyl) ftalat (DEHP)
Både oppløst og partikulær fraksjon		

1) 1 µg/l = 1/1000 mg/l , 1 ng/l = 1/1.000.000 mg/l

Bakteriologiske parametere som ofte benyttes for å karakterisere den hygieniske kvaliteten på avløpsvannet, er:

- ◆ Koliforme bakterier
- ◆ *Escherichia coli* (*E. coli*)
- ◆ Salmonella

2.1.4. Forurensningskomponenter i slam

Forurensningskomponentene i slammet reflekterer komponentene som opptrer i avløpsvannet, renseprosessen(e) som avløpsvannet gjennomgår og som produserer slammet, samt slambehandlingsprosessen(e). Tørrstoffinnholdet er en nøkkelparameter for å karakterisere slammet. Tørrstoffinnholdet (TS) bestemmes ved å tørke en slamprøve i en ovn ved en temperatur på 105 ± 5 °C. Differansen i vekt på slamprøven før og etter tørkingen benyttes for å beregne TS. Tørrstoffinnholdet oppgis i % TS. Hvis den tørkede slamprøven glødes i en ovn ved 540 °C, vil det organiske stoffet forbrennes. Denne fraksjonen kalles flyktig tørrstoff (FTS), eller glødetap. Prøven som er igjen etter gløding, kalles gløderest (GR).

$$\text{FTS} = \text{TS} - \text{GR}$$

FTS oppgis i % av TS.

Typiske parametere som er av interesse i slam, er:

- ◆ Uorganiske elementer som: Cd, Cu, Ni, Cr, Pb, Zn, Hg og næringsstoffer (for eksempel N, P og K)
- ◆ Fysiske parametere (pH, TS og FTS)

- ◆ Organiske mikroforurensninger (for eksempel PAH og PCB)
- ◆ Mikrobiologiske parametere (for eksempel *E. coli*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens* og parasitter)

2.2. Prøvetyper

2.2.1. Stikkprøver

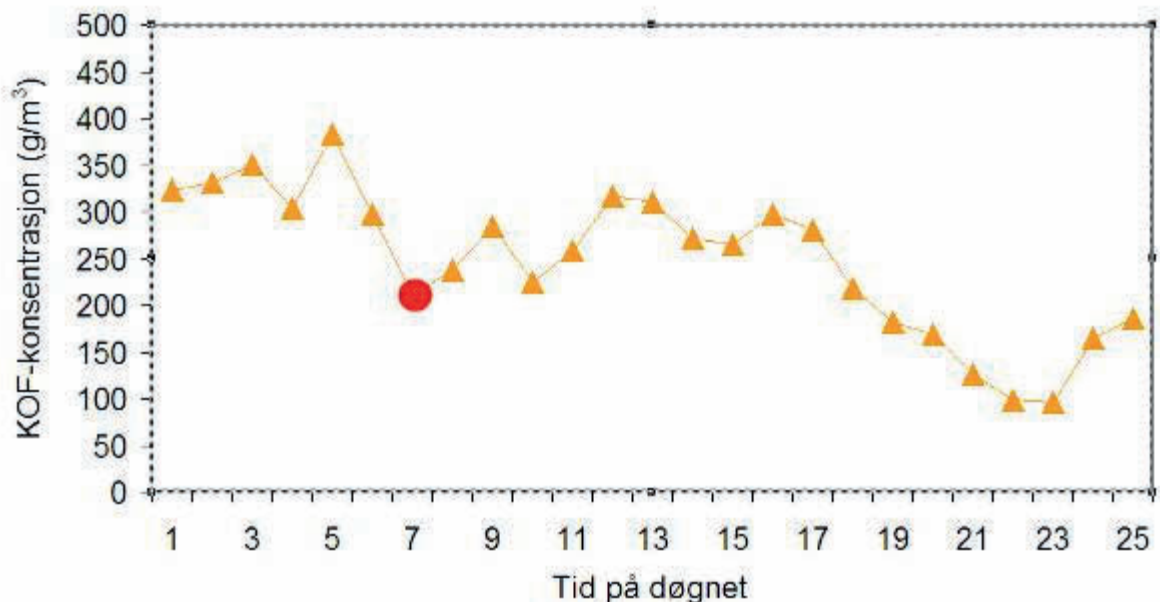
En stikkprøve er en enkelt prøve som tas og som representerer en øyeblikksverdi. Prøven blandes ikke med andre prøver. Noen ganger benevnes stikkprøvene som individuelle eller diskrete prøver.

Avløpsvann

For avløpsvann representerer en stikkprøve bare avløpsvannets sammensetning i det eksakte tidspunktet som prøven tas (figur 3) [3]. Dette gjelder bare hvis prøven er tatt ut på en korrekt måte. Stikkprøver blir normalt tatt ut manuelt, men kan også tas med automatisk prøvetakingsutstyr.

En stikkprøve kan bare representere et lengre tidsintervall hvis variasjonen i avløpsvannets sammensetning er ubetydelig. Normalt varierer avløpsvannets sammensetning uforutsigbart, og blandprøver må benyttes. For enkelte analyseparametere må stikkprøver benyttes (for eksempel olje, fett, sulfid og flyktige organiske mikroforurensninger) fordi prøvens sammensetning vil kunne endres i løpet av tiden som prøvetakingen foregår hvis blandprøver benyttes.

Oppløst oksygen, pH og ledningsevne (konduktivitet) bør måles elektrometrisk direkte i avløpsvannet (in situ) i prøvetakingspunktet.



Figur 3. En stikkprøve tatt av avløpsvann representerer bare avløpsvannets sammensetning ved tidspunktet som prøven er tatt.

Slam

For slam kan en stikkprøve tas ved et gitt tidspunkt for flytende slam i et rør eller for avvannet slam (slamkake) i en transportskrue. Fra en slamhaug eller ranke kan en stikkprøve tas fra et gitt prøvetakingspunkt.

En stikkprøve vil bare representere slamkvaliteten i tidspunktet som prøven tas (prøvetaking fra rør eller transportskruer) eller fra punktet der prøven tas ut (for prøvetaking i hauger eller ranke). Dette betyr at resultatet fra analyse av en enkelt stikkprøve ikke representerer kvaliteten på for eksempel dagsproduksjonen av slam eller kvaliteten på slammene i hele slamhaugen.

Ved analyse av bakteriologiske parametere i slam benyttes normalt stikkprøver. Dette er nødvendig for å ha kontroll på tiden mellom prøveuttak og oppstart av analysen, noe som er kritisk ved bakteriologiske analyser.

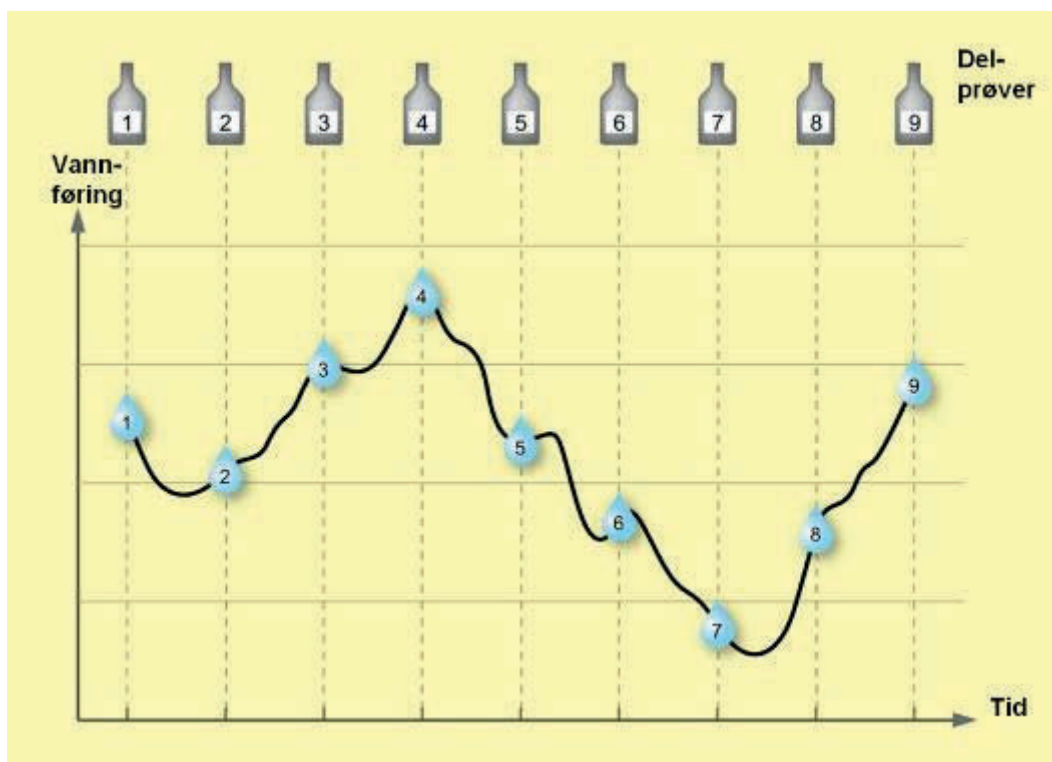


Figur 4. En stikkprøve fra en slamhaug representerer bare slamkvaliteten i prøvetakingspunktet

2.2.2. Blandprøver av avløpsvann

Blandprøver er et antall stikkprøver (delprøver) som tas ved faste eller variable tidsintervaller over en gitt tidsperiode (prøvetakingsperioden), for eksempel 24 timer. Prøvemengden som tas ut, oppbevares i en felles oppsamlingsbeholder i prøvetakingsperioden. Eventuelt kan prøvemengden samles opp på flere beholdere som så blandes når prøvetakingsperioden er avsluttet. Resultatene fra analyse av prøvemengden som er samlet opp i løpet av prøvetakingsperioden, vil representere den gjennomsnittlige sammensetningen av avløpsvannet i prøvetakingsperioden. Det er to hovedtyper av blandprøver:

Tidsproporsjonale blandprøver (tidsvektede blandprøver): En tidsproporsjonal blandprøve består av delprøver med like stort volum som tas ut med konstant tidsintervall i løpet av prøvetakingsperioden (figur 5). Tidsproporsjonale prøver blir vanligvis benyttet når hensikten er å vurdere sammensetningen av avløpsvannet uten å ta hensyn til variasjonen i vannføring, eller når vannføringen er tilnærmet konstant.



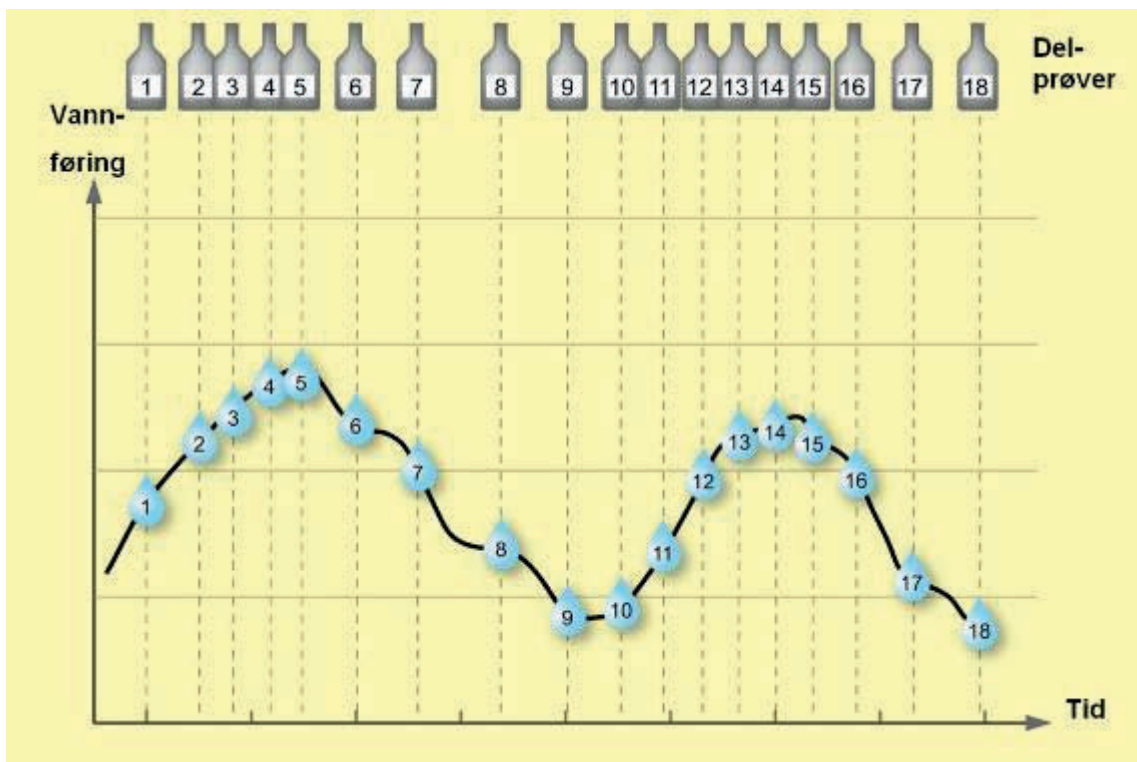
Figur 5. Tidsproporsjonal prøvetaking (likt delprøvevolum og konstant intervall mellom uttak av hver delprøve)

Vannmengdeproporsjonale blandprøver (vannføringsvektede blandprøver):

Ved vannmengdeproporsjonal prøvetaking vil den enkelte delprøven gjenspeile vannføringen. Vannmengdeproporsjonal prøvetaking kan gjøres etter 2 prinsipper:

- ◆ Vannmengdeproporsjonal prøvetaking med variabelt delprøvevolum: Når dette prøvetakingsprinsippet benyttes, tar prøvetakeren opp et delprøvevolum som er proporsjonalt med vannføringen. Delprøvene tas ut med et konstant tidsintervall. Dette innebærer at prøvetakeren tar ut et større delprøvevolum ved høy vannføring og et mindre delprøvevolum ved lav vannføring. Vannmengdeproporsjonal prøvetaking med variabelt delprøvevolum er i dag lite benyttet ved prøvetaking på avløpsrenseanlegg
- ◆ Vannmengdeproporsjonal prøvetaking med variabelt delprøveintervall (variabelt tidsintervall mellom uttak av hver delprøve): Når vannmengdeproporsjonal prøvetaking med variabelt delprøveintervall benyttes (figur 6), tar prøvetakeren ut delprøver ved tidsintervaller som bestemmes av vannføringen. Ved dette prinsippet tar prøvetakeren ut delprøver hyppigere ved høy vannføring og sjeldnere ved lav vannføring. Volumet av delprøvene er hele tiden konstant. Dette er det helt dominerende prinsippet for vannmengdeproporsjonal prøvetaking av avløpsvann

Ved både tidsproporsjonal og vannmengdeproporsjonal prøvetaking varierer normalt intervallet mellom hver delprøve i området 3 minutter (den korteste tiden en prøvetaker trenger for å gjennomgå en full prøvetakingssyklus) til 10 - 12 minutter. Tidsintervallet mellom to delprøver bør ikke overstige 20 minutter.



Figur 6. Vannmengdeproporsjonal prøvetaking (delprøvevolumet er konstant, intervallet mellom uttak av hver delprøve varierer)

Volumet av hver delprøve skal være større en 50 ml [11] og aller helst i området 50 – 80 ml. Det er nødvendig å sikre at innstillingen av prøvetakeren (delprøvevolum og delprøveintervall) ikke gjør at volumet av blandprøven som samles opp i løpet av prøvetakingsperioden (for eksempel 24 timer) blir så stort at det blir vanskelig å blande, eller fører til at oppsamlingsbeholderen renner over i løpet av prøvetakingsperioden.

Bruk av tidsproporsjonal prøvetaking i stedet for vannmengdeproporsjonal prøvetaking, introduserer en feil, og størrelsen på denne feilen er avhengig av variasjonen i vannføring, samt hvilke parametere som skal analyseres. Hvis variasjonen i vannføring og konsentrasjon er liten, vil den relative feilen bli forholdsvis liten. Når variasjonen i vannføring er stor, vil forskjellen mellom tidsproporsjonal og vannmengdeproporsjonal prøvetaking kunne bli meget stor. Vannmengdeproporsjonal prøvetaking bør være det selvsagte valget ved prøvetaking av avløpsvann.

Ved prøvetaking på avløpsnett er det ofte vanskelig å få til vannmengdeproporsjonal prøvetaking fordi det kan være vanskelig å få målt vannføringen på en tilfredsstillende måte. Når resultatene skal vurderes, må feilen som tidsproporsjonal prøvetaking medfører, tas i betraktning.

Ukeblandprøver: En ukeblandprøve bør settes sammen av sju døgnblandprøver (24 timer). Døgnblandprøvene blandes sammen til en ukeblandprøve ved slutten av prøvetakingsperioden (uke) proporsjonalt med døgnvannmengden for hvert døgn i prøvetakingsperioden.

Eksempel 2.1 viser hvordan tillagingen av en ukeblandprøve kan gjøres under gitte betingelser.

Eksempel 2.1: Tillaging av en vannmengdeproporsjonal ukeblandprøve

Eksemplet tar utgangspunkt i at det tas ut vannmengdeproporsjonale døgnblandprøver fra mandag til fredag, samt en vannmengdeproporsjonal prøve som dekker perioden fra fredag morgen til mandag morgen. Det skal tillages en 1.000 ml vannmengdeproporsjonal ukeblandprøve som skal leveres til laboratoriet. Ukeblandprøven vil derfor bestå av 4 døgnblandprøver (mandag morgen til fredag morgen) pluss en samleprøve (fredag morgen til mandag morgen)

$$V_{\text{delprøve}} = \frac{Q_d \cdot V_{\text{ukeblandprøve}}}{Q_{\text{uke}}}$$

$V_{\text{delprøve}}$ = volum av delprøve (ml)

Q_d = døgnvannføring ($\text{m}^3/\text{døgn}$)

Q_{uke} = døgnvannføring i hele uken (m^3/uke)

$V_{\text{ukeblandprøve}}$ = volum av ukeblandprøve (prøvevolum som skal leveres til laboratoriet) (ml)

Dag	Vannføring (m^3) Q_d	Beregnet delprøvevolum for hvert døgn (ml)	$V_{\text{delprøve}}$ 1)	Ukedag
1	1.250	$(1.250 \cdot 1000)/9000$	=140	Mandag
2	1.900	$(1.900 \cdot 1000)/9000$	=210	Tirsdag
3	1.550	$(1.550 \cdot 1000)/9000$	=170	Onsdag
4	950	$(950 \cdot 1000)/9000$	=110	Torsdag
5	1.100			Fredag ²⁾
6	800	$[(1.100+800+1.450) \cdot 1.000]/9.000$	=370	Lørdag ²⁾
7	1.450			Søndag ²⁾
Sum:	9.000	$V_{\text{ukeblandprøve}}$	= 1.000	

¹⁾ Delprøvevolumene er tilpasset slik at de blir enklere å måle opp
²⁾ Volumet av delprøven er beregnet med utgangspunkt i summen av vannføringen i perioden fredag morgen til mandag morgen

Hvis en blandprøve skal dekke en lengre periode, for eksempel 4 uker, kan blandprøven settes sammen av konserverte døgnblandprøver som vist i eksempel 2.1, eller fra ukeblandprøver fra de fire ukene. Når det tas utgangspunkt i ukeblandprøver, må disse settes sammen i forhold til vannføringen i hver uke.

Et alternativ til framgangsmåten som er beskrevet i eksempel 2.1, kan være å ta ut et volum (ml) hvert døgn som er proporsjonalt med vannføringen i døgnet. Dette volumet helles over på en oppsamlingsbeholder som ved prøvetakingsperiodens slutt inneholder en blandprøve, som dekker hele perioden. Metoden krever at man har god oversikt over vannmengden som kan forventes i løpet av prøvetakingsuken. Denne metoden medfører at volumet av ukeblandprøven vil variere avhengig av vannføringen i prøvetakingsuken.

2.2.3. Blandprøver av slam

Slam som transporteres i rør eller transportskruer: Kontinuerlig eller intermittert uttak av prøver bør benyttes. Representativiteten av slamprøven vil øke med antall delprøver som tas ut og inkluderes i blandprøven. Blandprøver kan tas ut på forskjellig måter:

- ◆ Tidsproporsjonal prøvetaking: Delprøvene tas ut ved faste tidsintervaller gjennom hele produksjonssyklusen (for eksempel ved avvanning, eller ved pumping av slam med lavt TS-innhold)
- ◆ Mengdeproporsjonal prøvetaking: En delprøve tas ut ved variable tidsintervaller som er proporsjonale med volumstrømmen i røret. Det er i dette tilfellet nødvendig med både automatiske prøvetakere og et system for å måle volumstrømmen. Dette prinsippet er bare aktuelt ved pumping av slam med lavt TS-innhold
- ◆ Slam som ligger i haug eller ranke: Et antall delprøver tas ut fra prøvetakingspunkter som er jevnt fordelt over hele haugen /ranken. Delprøvene blandes sammen til en blandprøve

Det henvises for øvrig til kapittel 5.

Kontrollspørsmål

- ◆ Hvilke faktorer er avgjørende for variasjonen i avløpsvannets mengde og sammensetning?
- ◆ Hvilken parameter benyttes vanligvis for å karakterisere partikkelinnholdet i avløpsvann?
- ◆ Hvilke parametre benyttes for å karakterisere innholdet av organisk stoff og innholdet av næringssalter i avløpsvann?
- ◆ Hvilke hovedtyper av prøver benyttes ved prøvetaking av avløpsvann og slam?

3. Lese og forstå en prøvetakingsplan

Opplæringsmål

I kapittel 3 vil du lære om:

- Hvorfor man må utarbeide en prøvetakingsplan
- Informasjonen som må inkluderes i prøvetakingsplanen
- Rollene til de ulike partene i en prøvetaking

Prøvetaking og analysearbeid er kostbare aktiviteter, og resultatet av disse aktivitetene er ofte grunnlaget for avgjørelser som utløser nye kostnader og andre viktige avgjørelser. Dette tilsier at det er av stor betydning å fokusere på kvalitetskravene til prøvetakingsprosessen. Hver prøvetakingslokalitet er unik både med hensyn til type avløpsvann og slam (innkommende avløpsvann, prosessutforming, driftsorganisasjon og lokale forhold generelt). På grunn av dette må det utarbeides en prøvetakingsplan for alle nye prøvetakingslokaliteter.

En prøvetakingsplan er en beskrivelse av hvordan prøvetakingen skal gjennomføres. Den skal gi prøvetakeren all nødvendig informasjon, slik at det kan tas ut representative prøver som tilfredsstillende kvalitetssikring. Prøvetakingsplanen skal også sikre at prøvene blir oppbevart og resultatene rapportert på en måte som tilfredsstillende behovene og kvaliteten som kunden (den som bestiller prøvetakingen) krever. Prøvetakingsplanen skal sikre at det blir tatt ut representative prøver og at data fra analyse av prøven gir et korrekt bilde av den kjemiske, biologiske og fysiske sammensetningen av materialet det tas prøve av [12].

3.1. Formålet med prøvetakingen

Prøvetakingsplanen må gi et presist bilde av målet og hensikten med prøvetakingen. Planen må angi hva data som genereres gjennom prøvetakingen, skal benyttes til:

- Prosesskontroll i en avløpsvann- eller slambehandlingsprosess
- Beregning av tilleggsgebyr ved påslipp av industrielt avløpsvann til kommunalt avløpsnett
- Kontroll av at kravene i utslippstillatelsen blir overholdt
- Beregne renseeffekten ved et avløpsrenseanlegg
- Kontroll av om slamkvaliteten tilfredsstillende kravene til anvendelse på jordbruksområder

Prøvetakingen skal som regel tjene flere hensikter, og prøvetakingsplanen skal beskrive disse så presist som mulig. Noen få setninger som beskriver prøvetakingen er tilstrekkelig. For eksempel "Hensikten med prøvetakingsprogrammet for avløpsvann er å kontrollere om kravene i utslippstillatelsen for <<Navn>> avløpsrenseanlegg overholdes".

Når tidspunkt for prøvetakingen ikke er fastlagt på forhånd (for eksempel at prøvetakingen utløses av en tilfeldig hendelse), bør det utarbeides en prøvetakingsplan for hvert enkelt prøvetakingsopplegg. Eksempler på denne type prøvetakinger er:

- ◆ En undersøkelse av forurensningstransporten i ulike deler av avløpsnett. Dette kan for eksempel medføre systematisk prøvetaking i knutepunkter og kummer på avløpsnett
- ◆ Prøvetaking fra slamranker der det er mistanke om at tungmetallinnholdet er høyere enn gjødselvereforskriftens krav (kvalitetsklasse II) til slam som skal benyttes på jordbruksområder

Ved rutinemessig prøvetaking er normalt prøvetakingsplanen en del av kvalitetssystemet ved det aktuelle anlegget (for eksempel kommunale avløpsrenseanlegg, eller renseanlegg for industrielt avløpsvann ved en industrivirksomhet), eller kvalitetssystemet til organisasjonen som er ansvarlig for å ta prøvene. Dette gjelder spesielt ved kommunale avløpsrenseanlegg der det er satt krav om at organisasjonen som er ansvarlig for prøvetakingen, skal være akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025 [13], det vil si avløpsrenseanlegg som tilhører kapittel 14 i forurensningsforskriften. Som eksempel kan nevnes:

- ◆ Prøvetaking av innløps- og utløpsvann ved avløpsrenseanlegget for å verifisere om kravene i utslippstillatelsen overholdes
- ◆ Prøvetaking av utløpsvann fra et renseanlegg for industrielt avløpsvann før påslipp til kommunalt avløpsnett, eller direkte til resipient

Prøvetakingsplanen er utarbeidet av vedkommende som er ansvarlig for prøvetakingen, og ikke av personen som fysisk tar prøvene (prøvetakeren). Prøvetakingsplanen er prøvetakerens hovedbeskrivelse av hvordan prøvene skal tas på stedet.

3.2. Kvalitetsmål for prøvetakingen

Hensikten med prøvetakingen avgjør hvilke kvalitetskrav som settes, og i hvilken grad prøvetakingen må dokumenteres. Hvis hovedhensikten er å kontrollere overholdelse av myndighetskrav (for eksempel utslippstillatelser), må selve prøvetakingsprosessen dokumenteres mer utførlig enn om prøvetakingen er en del av et prosesskontrollprogram. Det understrekes imidlertid at data som skal benyttes til prosesskontroll, må gi et sant bilde av hvordan prosessen fungerer, og dette krever at prøvetakingen gjennomføres på en korrekt måte.

Typiske kvalitetskrav er:

- ◆ Angivelse av maksimal usikkerhet ved prøvetakingen
- ◆ Krav til hvilken prøvetakingsmetode som skal benyttes, for eksempel referanse til en gjeldende standard (prøvetakingen skal være i samsvar med NS-ISO 5667-10 [11])
- ◆ Spesifikke kompetansekrav til prøvetakeren som tar prøvene (for eksempel personellsertifisering i henhold til NORDTESTs sertifiseringsopplegg [14]) eller til organisasjonen som er ansvarlig for prøvetakingen (for eksempel akkreditering i samsvar med NS-ISO 17025 [13])
- ◆ Krav til uttak av blindprøver (blindprøver tatt i felten eller blindprøver tatt med prøvetakingsutstyret) og til resultatene av blindprøvene (se kapittel 8)
- ◆ Maksimal usikkerhet ved måling av vannføring (for eksempel "ved vannmengdeproporsjonal prøvetaking skal vannføringen måles og registreres med en usikkerhet som ikke er større enn $\pm 10\%$ "). Måten som usikkerheten skal bestemmes på, bør beskrives i en standardprosedyre.

3.3. Hva skal prøven representere?

Prøver som tas ut, skal gi informasjon om et gitt volum avløpsvann (for eksempel vannmengden som passerer prøvetakingspunktet i løpet av et døgn) eller en gitt mengde slam (for eksempel månedsproduksjonen av slam). På engelsk benevnes dette som "sampling target", men vi benytter ingen tilsvarende betegnelse på norsk.

Prøvetakingsplanen må gi en entydig beskrivelse av volumet/mengden som prøven(e) skal gi informasjon om. Inkludert i beskrivelsen inngår også prøvetakingsperioden (ved uttak av blandprøver) og prøvetakingspunktet (navn eller referansenummer). Hvert prøvetakingspunkt må ha en entydig beskrivelse. Prøvetakingspunktene bør være avmerket på flytskjemaet for anlegget, eventuelt også supplert med foto og avmerking ved selve prøvetakingspunktet slik at det ikke skal være tvil ved identifikasjon av det eksakte prøvetakingspunktet. I tilfeller der det skal tas prøver av en slamhaug eller tilsvarende, må beskrivelsen nødvendigvis bli mer generell, men det må være mulig å identifisere hvilken slamhaug det skal tas prøver av. Eksempel på beskrivelser av volumet eller mengden det skal tas prøver av, er:

- ◆ Innløps- og utløpsvann fra <<Navn>> avløpsrensaneanlegg
 - ◊ Prøvetakingsperiode: 08:00, 02.05.2010 – 08:00, 03.05.2010
 - ◊ Prøvetakingspunkt: Innløp (forutsetter at det på anlegget er avmerket et prøvetakingspunkt med betegnelsen Innløp)
 - ◊ Prøvetakingspunkt: Utløp (forutsetter at det på anlegget er avmerket et prøvetakingspunkt med betegnelsen Utløp)
- ◆ Avvannet slam
 - ◊ Prøvetakingsperiode: 08:00 – 16:00, 02.05.2010
 - ◊ Prøvetakingspunkt: Utkast fra sentrifuge
- ◆ Slamhaug
 - ◊ Referansenr. på slamhaug: For eksempel "Haug nr. 1.4"
 - ◊ Prøvetakingspunkt: Tilfeldige punkter (varierende dyp og plassering) over hele slamhaugen (prøvetakingspunktene plassering bør beskrives relativt til et identifiserbart punkt)

Prøvetakingsplanen bør også beskrive hvilke analyseparametere som prøvene skal analyseres for på laboratoriet, for eksempel: "Prøvene skal analyseres for følgende parametere":

Parameter	Analysestandard
BOF ₅	
Tot-P	
SS	

Prøvetakingsplanen må også beskrive hvilken prøvetype som skal tas, nødvendig volum av sluttprøven og angi referanse til en standardprosedyre (Prosedyre) der prøvetakingen er beskrevet. For eksempel:

- ◆ Prøvetaking av avløpsvann: Vannmengdeproporsjonale døgnblandprøver (24 timer), prøvevolum 1 l, Prosedyre xxxxx
- ◆ Prøvetaking av slam: Blandprøver, prøvevolum 2 l, Prosedyre xxxx

Prøvetakeren må gjøre seg kjent med denne informasjonen før prøvetakingen starter.

3.4. Prøvetakingsstedet

Prøvetakingsplanen bør inneholde en kortfattet beskrivelse av rensenanlegget eller lokaliteten der prøvetakingen gjennomføres. Beskrivelsen kan for eksempel være et flytskjema som viser hovedprosessene på anlegget. Av spesiell interesse på avløpsrenseanlegg er alle returstrømmer som kan medføre forstyrrelser i prøvetakingspunktet, for eksempel:

- ◆ Slamvann fra fortykkere
- ◆ Rejektvann fra slamavvanningsutstyr

Tilgjengeligheten til prøvetakingspunktet, samt alle sikkerhetsrisikoer og HMS-forhold som kan knyttes til prøvetakingen, skal være beskrevet i prøvetakingsplanen med henvisning til en sikkerhetsprosedyre. Eksempel 3.1 viser innholdet av en typisk prøvetakingsplan (basert på [12]).

Eksempel 3.1: Typisk innhold i en prøvetakingsplan

1. Generell beskrivelse av prøvetakingsstedet
 - Navn på rensenanlegget
 - Kontaktinformasjon (adresse, telefonnr., e-mail)
2. Kontaktperson hos kunden
 - Tittel og navn
 - Kontaktinformasjon (adresse, telefonnr., e-mail)
3. Formål med prøvetakingen
 - Hovedformål med prøvetakingen
 - Beskrivelse av hva prøvene skal gi informasjon om
 - Angivelse av analyseparametere
 - Prøvetype(r) (for eksempel stikkprøve eller vannmengdeproporsjonal blandprøve)
4. Beskrivelse av anlegget
 - Kortfattet beskrivelse (for eksempel flytskjema)
 - Plassering av prøvetakingspunkt (navn/referansenr./foto)
 - Tilgjengelighet og HMS-forhold
5. Krav til datakvalitet
 - Maksimal akseptabel usikkerhet ved prøvetakingen
 - Kompetansekrav til prøvetaker/prøvetakingsorganisasjon
 - Krav til kvalitetstester (QA/QC) (blankprøver fra utstyr eller felt)
 - Maksimalkrav for usikkerhet i vannføringsmålingen ved prøvetakingen
6. Prøvetakingsprosedyre
 - Henvisning til en prosedyre der prøvetakingen er beskrevet
7. Beskrivelse av utstyr
 - Henvisning til en prosedyre som beskriver bruk og vedlikehold av prøvetakingsutstyret
8. Håndtering av prøver
 - Henvisning til en prosedyre som beskriver hvordan prøvene skal behandles etter prøvetakingen
9. Rapportering og arkivering av data
 - Referanse til en prosedyre som beskriver rapportering og datalagring

3.5. Identifikasjon av kritiske forhold ved prøvetakingen

En prosedyre for hvordan prøvetakingen skal gjennomføres, må beskrive hvordan prøvetakeren kan kontrollere alle kritiske forhold som er knyttet til prøvetakingen. Rent generelt er følgende kritiske punkter av avgjørende betydning for å kunne ta ut representative prøver.

3.5.1. Prøvetakingspunkt

Ved prøvetaking av avløpsvann er god omblending i prøvetakingspunktet av avgjørende betydning. Dette betyr at det ikke må opptre noen form for sjiktning av avløpsstrømmen. Prøvetakeren må derfor kontrollere forholdene i prøvetakingspunktet før prøvetakingen starter (se kapittel 4).

3.5.2. Rengjøring av utstyr

Utilstrekkelig/manglende rengjøring av prøvetakingsutstyret kan føre til forurensning (kontaminering) av prøven. For eksempel vil biofilm som har dannet seg i slanger og oppsamlingsbeholder, kunne føre til at det blir nitrifiserende forhold, noe som vil gi feil fordeling av nitrogenkomponentene i prøven. Andre beleggdannelse på prøvetakingsutstyret vil kunne føre til at forurensningskomponenter blir adsorbent, noe som vil medføre feil analysesvar.

For å unngå/minimere kontaminering må alle deler av prøvetakingsutstyret som kommer i kontakt med avløpsvann eller slam, rengjøres eller skiftes ut. Rengjøring av utstyret mens det pågår kontinuerlig prøvetaking (ev. at den automatiske prøvetakeren har automatisk rengjøringsfunksjon) kan oppnås ved å skylle utstyret ved faste intervaller. Tilleggsutstyr som oppsamlingsbeholdere, kjøleskap etc. bør rengjøres rutinemessig slik det er spesifisert i vedlikeholdsprosedyrene [15].

3.6. Ulike roller i prøvetakingsprosessen

Prøvetakingsprosessen kan være organisert på ulike måter. De to vanligste organisasjonsformene er:

- ◆ En virksomhet (f.eks. avløpsrensaneanlegg, industrivirksomhet, forskningsinstitutt) ønsker å innhente data basert på prøvetaking og kjemisk analyse. Internt personell kan være ansvarlige for hele prøvetakingsprosessen (evaluering av prøvetakingsprosedyrer, utarbeidelse av prøvetakingsplan og prøvetaking). Analysearbeidet kan utføres ved internt eller eksternt laboratorium
- ◆ En kunde (virksomhet eller privatperson) skal innhente data basert på prøvetaking og laboratorieanalyser. Et eksternt firma blir leid inn for å gjennomføre hele prøvetakingsprosessen (evaluering av prøvetakingsprosedyrer, utarbeidelse av prøvetakingsplan og prøvetaking). Prøvene kan analyseres på kundens eget laboratorium eller på et eksternt laboratorium

I begge tilfeller er personell hos virksomheten (1) eller hos det innleide firmaet (2) ansvarlig for å utarbeide prøvetakingsplanen. Prøvetakerens ansvar er å utføre prøvetaking og rapportering i samsvar med prøvetakingsplanen.

Kontrollspørsmål

- ☛ Hva er hovedhensikten med å utarbeide en prøvetakingsplan?
- ☛ Hvem er ansvarlig for å utarbeide prøvetakingsplanen?
- ☛ Hvilke nøkkelopplysninger må være inkludert i prøvetakingsplanen?
- ☛ Hvilken hovedoppgave har prøvetakeren?

4. Prøvetakingsmetoder

Opplæringsmål

I kapittel 4 vil du lære om:

- Metoder og prinsipper som benyttes ved prøvetaking av avløpsvann og slam
- Kriterier for og drift av utstyret
- Rengjøring av prøvetakingsutstyret

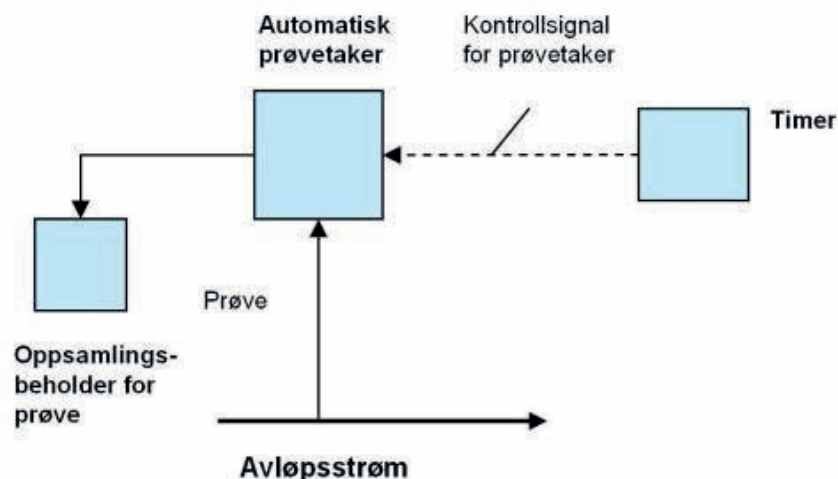
Ved prøvetaking av avløpsvann blir det normalt benyttet automatisk prøvetaker fordi uttak av blandprøver er den dominerende prøvetakingsmetoden. Usikkerheten knyttet til denne prøvetakingsmetoden vil bli redusert hvis kravene til korrekt prøvetaking overholdes. Automatiske prøvetakere styres av et koplingsur ("timer") når det tas ut tidsproporsjonale prøver, og av en vannføringsmåler når det tas ut vannmengdeproporsjonale blandprøver. Manuelt uttak av prøver benyttes bare når det er uegnet å bruke automatiske prøvetakere, for eksempel når prøvene skal analyseres på flyktige organiske forbindelser, olje og fett, eller bakteriologiske parametere.

På avløpsrensaneanlegg blir prøvetakingen av slam vanligvis utført manuelt. Automatiske prøvetakere for flytende slam (lavt TS-innhold) er kommersielt tilgjengelige, men er sjelden benyttet.

4.1. Prinsipper og utstyr – avløpsvann

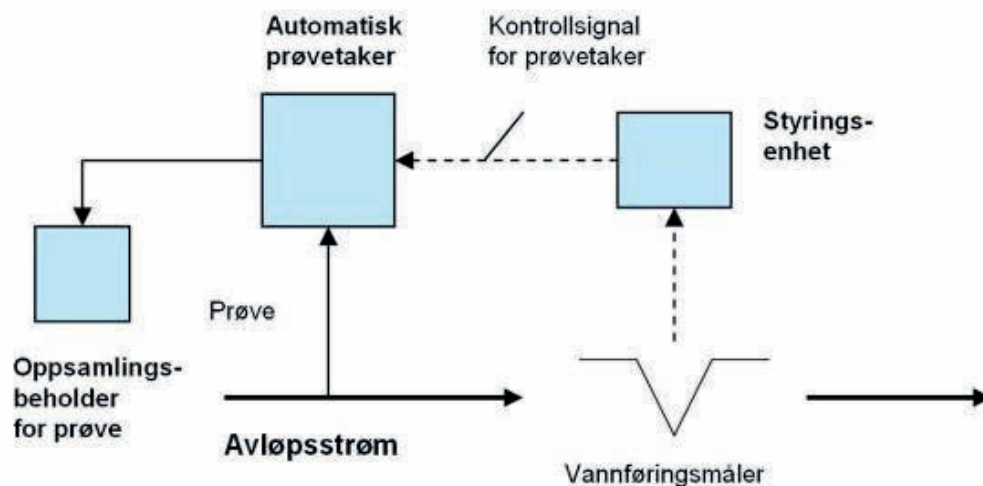
4.1.1. Automatisk prøvetaking

Ved tidsproporsjonal prøvetaking kontrolleres prøvetakeren av en timer (figur 7). Timeren starter prøvetakeren ved forhåndsprogrammerte intervaller. Hvis intervallet er satt til for eksempel 10 minutter, vil prøvetakeren starte og ta en prøve hvert 10. minutt.



Figur 7. Automatisk prøvetaking av avløpsvann – tidsproporsjonale blandprøver

Ved vannmengdeproporsjonal prøvetaking (figur 8) blir den automatiske prøvetakeren styrt av en vannføringsmåler. Vannføringsmåleren måler vannføringen (for eksempel m^3/time) i prøvetakingspunktet. Når en på forhånd innstilt avløpsmengde har passert prøvetakingspunktet, starter prøvetakeren og tar ut en prøve. Avløpsmengden som skal passere prøvetakingspunktet mellom hvert prøveuttak (delprøvevannmengden), kan stilles inn i enten vannføringsmålerens eller prøvetakerens styringsenhet, eller i renseanleggets sentrale styringssystem. For eksempel, hvis det forhåndsinnstilte volumet er 10 m^3 og vannføringen er $100 \text{ m}^3/\text{time}$. Vil den automatiske prøvetakeren ta ut 10 prøver pr. time.



Figur 8. Automatisk prøvetaking av avløpsvann – vannmengdeproporsjonale blandprøver

4.1.2. Manuell prøvetaking

Ved manuell prøvetaking tar prøvetakeren prøven direkte ut fra avløpsstrømmen ved bruk av manuelt utstyr. Ved prøvetaking av avløpsvann benyttes ofte en teleskopstang (figur 9) som har påmontert et beger eller flaskeholder.



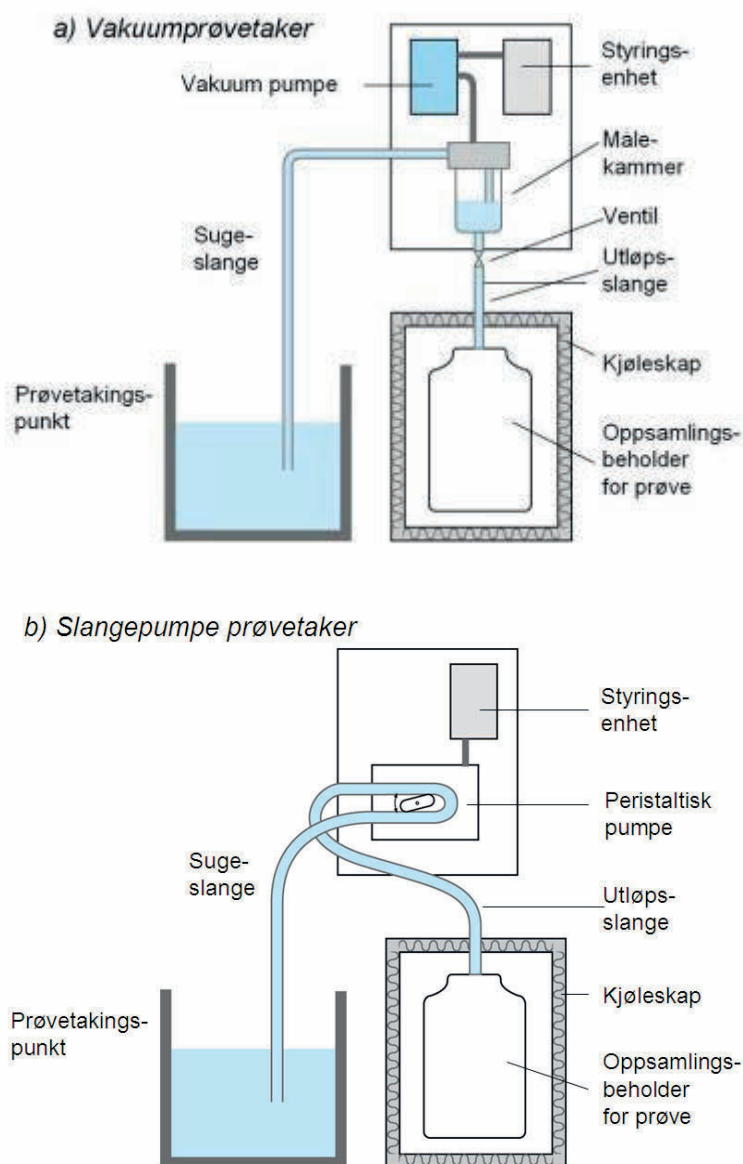
Figur 9. Manuell prøvetaking av avløpsvann – bruk av teleskopstang og flaske- eller begerholder

Det er viktig at flaska eller begeret festes på en sikker måte til teleskopstanga slik at den ikke faller ned i avløpsstrømmen i løpet av prøvetakingen.

4.1.3. Automatiske prøvetakere

Det er mange typer automatiske prøvetakere som er kommersielt tilgjengelige. Vanligvis består de av følgende hovedkomponenter (figur 10):

- ◆ Sugslange
- ◆ Vakuumpumpe eller slangepumpe (peristaltiskpumpe)
- ◆ Styringsenhet
- ◆ Målekammer (bare på vakuumpåretakere)
- ◆ Ventil
- ◆ Utløpsslange
- ◆ Oppsamlingsbeholder
- ◆ Kjøleskap (normalt bare på fast monterte prøvetakere)



Figur 10. To typer av automatiske prøvetakere

Automatiske prøvetakere kan også være transportable, drevet av batteri. Denne type prøvetakere blir normalt benyttet ute i felt, for eksempel i kummer og andre steder uten permanent strømforsyning.



Figur 11. Transportabel automatisk prøvetaker for avløpsvann



Figur 12. Permanent installert automatisk prøvetaker

Fast installerte prøvetakere blir benyttet på steder med permanent strømforsyning, for eksempel renseanlegg for kommunalt eller industrielt avløpsvann. Disse prøvetakerne er normalt utstyrt med kjøleskap for å kunne oppbevare prøven i et gitt temperaturområde i prøvetakingsperioden slik at sammensetningen av prøven ikke endres.

En automatisk prøvetaker kan være laget for uttak av én tidsproporsjonal eller vannmengdeproporsjonal blandprøve (for eksempel døgnblandprøve) i løpet av prøvetakingsperioden, eller for uttak av flere blandprøver, eventuelt enkeltprøver i løpet av prøvetakingsperioden.

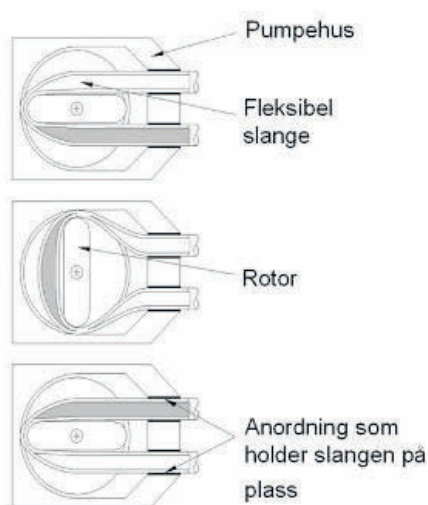
Automatiske prøvetakere bør tilfredsstillende følgende generelle kriterier for utforming og funksjon [11]:

- ◆ De delene av prøvetakeren som er i kontakt med avløpsvannet, må ikke være laget av materialer som endrer sammensetningen av avløpsprøven (dvs. det må ikke lekke ut materialer fra prøvetakeren til prøven)
- ◆ Prøvetakeren bør kunne ta både tidsproporsjonale og vannmengdeproporsjonale prøver
- ◆ Intervallet mellom hver delprøve bør være justerbart ned til noen få minutter (3 - 4 minutter)
- ◆ Prøvetakeren må være laget av korrosjonsbestandig materiale, og elektriske komponenter må være beskyttet mot fuktighet og korrosiv atmosfære (f.eks. H₂S)
- ◆ Prøvetakeren må være enkel å holde ren
- ◆ Prøvetakeren bør være egnet for å ta prøver utendørs selv om temperaturen går under 0 °C (gjelder transportable prøvetakere)
- ◆ Tilstoppingsmulighetene må være redusert til et minimum
- ◆ Presisjonen på delprøvevolumet som tas ut, bør som et minimum være ±5 % i forhold til volumet som er innstilt. Delprøvevolumet bør være justerbart i området fra 50 - 200 ml

Både ved bruk av slangepumpe- (figur 13) og vakuumpøvetaker med målekammer (figur 14) kan delprøvevolumet justeres.

Slangepøvetaker:

Driftstiden på slangepumpen er regulert automatisk slik at det suges opp et forhåndsinnstilt delprøvevolum.



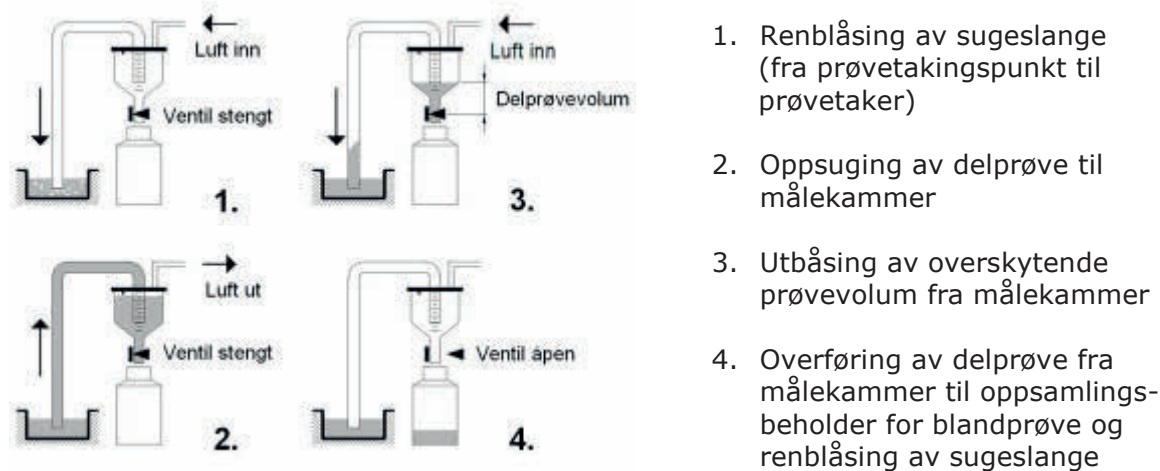
1. Skylling av sugeslangen.
Avløpsvannet suges opp til pumpehuset og strømningsretningen snus (normalt 1 - 3 ganger)
2. Oppsuging av delprøve.
Rotoren roterer et gitt antall ganger avhengig av forhåndsinnstilt delprøvevolum
3. Tømming av sugeslangen.
Gjenværende avløpsvann i sugeslangen fjernes ved at rotoren reverseres

Figur 13. Prinsippet for slangepumpeprøvetakeren

Vakuumpøvetaker med målekammer:

En sensor i målekammeret registrerer væsknivået og avbryter vakuuet i målekammeret. Dette gjør at oppsugingen av prøve til målekammeret stopper. Overskytende prøvevolum blir fjernet fra målekammeret inntil nivået i målekammeret når en fast overløpskant, ev. underkant av innløpsrøret til prøvetakeren. Deretter blir delprøvevolumet drenert til prøveoppsamlingsbeholderen.

Prøvetakingssyklusen tar normalt 2 – 3 minutter, avhengig av type og modell av prøvetaker. Delprøvevolumet som kan benyttes, er avhengig av tiden det tar å gjennomgå en prøvetakingssyklus. Dess kortere intervall mellom hver delprøve, dess mindre må delprøvevolumet være (delprøvevolumet skal imidlertid ikke være mindre enn 50 ml), fordi volumet av oppsamlingsbeholderen er begrenset.



Figur 14. Hovedprinsippet for vakuumpøvetakeren

Automatiske prøvetakere som kan styres av andre parametere enn tid eller vannføring, er også tilgjengelige. Dette kan for eksempel være pH, redoks-potensial, oksygenkonsentrasjon, turbiditet, konduktivitet (ledningsevne), eller signal fra en nedbørsmåler (prøvetakeren starter når det starter å regne). Noen prøvetakere vil stoppe automatisk når oppsamlingsbeholderen er full for å hindre at den renner over. For å kunne dokumentere funksjonen av prøvetakeren, registrerer noen prøvetakere eksakt tidspunkt på dagen når delprøvene blir tatt.

Prøvetakerens inntaksledning består av et munnstykke (figur 15) og en sugeslange. Munnstykket skal sørge for jevnt innsug av avløpsvann i sugeslangen.

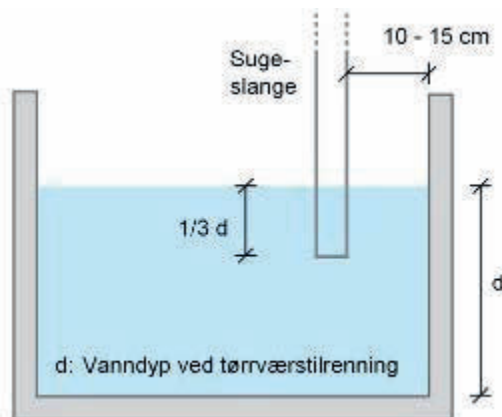


Figur 15. Munnstykke som kan festes på sugeslangen

Hvis det benyttes munnstykke, må partikler fritt kunne bli transportert inn i sugeslangen.

Praktisk tips: Prøvetaking av ubehandlet avløpsvann

Ved prøvetaking av ubehandlet avløpsvann er bruk av munnstykke lite hensiktsmessig. Erfaringsmessig vil dette føre til hyppige gjentettinger på grunn av filler, fiber, papir og andre partikler i avløpsvannet. Under forutsetning av at det er god turbulens i prøvetakingspunktet, kan munnstykket sløyfes.



Figur 16. Plassering av sugeslangen i avløpsstrømmen

Som følge av at vanddyppet normalt varierer, bør sugeslangen plasseres slik at delprøven tas på ett vanddyp som tilsvarer ca. 1/3 av totalt vanddyp ved tørrvæsavrenning i prøvetakingspunktet (figur 16). På en del renselanlegg med stor forskjell i vannføring mellom tørrvær og nedbørsperioder, kan dette være vanskelig å få til. En forutsetning er at det hele tiden er god turbulens i prøvetakingspunktet.

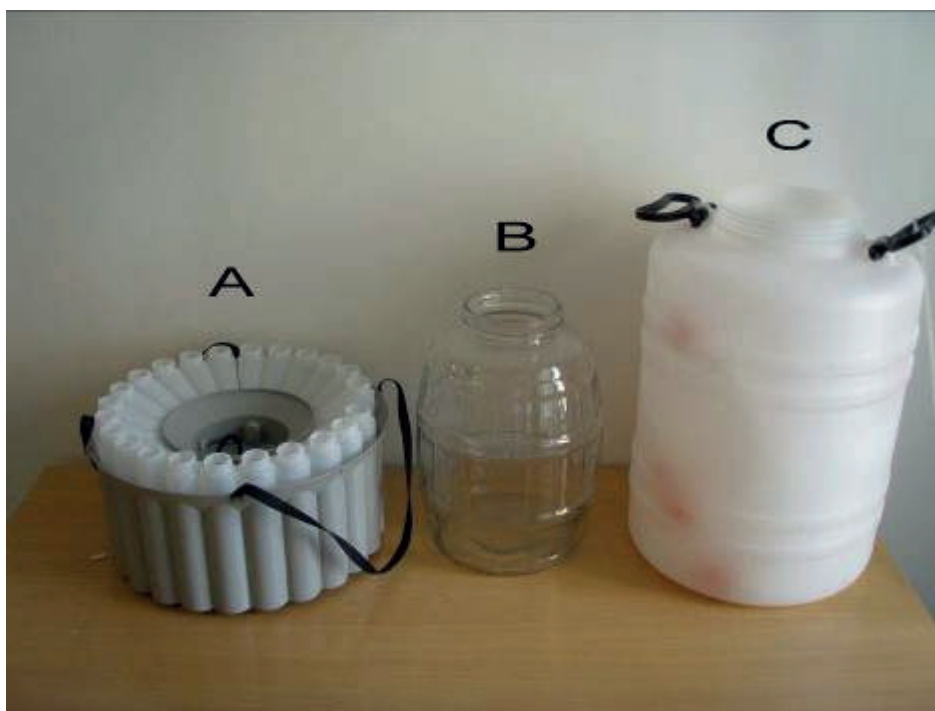
Ideelt sett bør åpningen på sugeslangen være orientert mot strømningsretningen (forutsatt at det ikke benyttes munnstykke). Erfaringsmessig medfører denne orienteringen av åpningen på sugeslangen ofte gjentettingsproblemer på grunn av fibere og filler i avløpsvannet (gjelder i særlig grad ved prøvetaking av ubehandlet avløpsvann). Under forutsetning av at det er god turbulens i prøvetakingspunktet, kan åpningen orienteres vinkelrett på strømningsretningen. Inntaksledningen må festet godt i avløpsstrømmen for å hindre at den blir slått ut av stilling.



Sugeslangen bør være så rett som mulig og ha en mest mulig loddrett føring fra prøvetakingspunktet og fram til prøvetakeren.

Figur 17. Eksempel på sugeslange som har en uheldig framføring (to svanker)

For å gjøre risikoen for gjentetting av sugeslangen mindre, bør sugeslangen ha en minimumsdiameter på 9,5 mm. Slanger med diameter 13 – 16 mm er ofte benyttet ved prøvetaking av kommunalt avløpsvann. Ved prøvetaking av ubehandlet avløpsvann med høyt innhold av partikler kan det være hensiktsmessig å benytte en slangediameter på 16 mm [16]. Hastigheten i sugeslangen er i hovedsak avhengig av diameteren på sugeslangen og sugehøyden. Den praktiske sugehøyden for automatiske prøvetakere (vakuump- og slangeprøvetakere) er normalt 4 – 7 m. Det er ulike anbefalinger for hva som er optimal hastighet i sugeslangen. US-EPA anbefaler sugehastigheter i området 0,6 – 0,75 m/s for de fleste prøvetakingssituasjoner [3]. NS-ISO 5667-10 [11] anbefaler at minimum hastighet i sugeslangen bør være 0,5 m/s for å hindre fase-separasjon i sugeslangen. For å sikre stabil drift av prøvetakingssystemet, bør hastigheten i sugeslangen ligge i området 0,5 – 1,2 m/s.



Figur 18. Ulike typer oppsamlingsbeholdere. A. Oppsamling av delprøver (transportabel prøvetaker), B og C oppsamling av én blandprøve

I et automatisk prøvetakingssystem blir delprøven fra hver prøvetakingssyklus lagret i én enkelt beholder (20 – 30 l) som en blandprøve, for eksempel døgnblandprøve, eller som en samling av blandprøver som hver dekker et kortere prøvetakingsintervall (A i figur 18).

Uttak av mindre delblandprøver krever at prøvetakeren er utstyrt med et system for automatisk veksling av oppsamlingsbeholder (karusell). Hvilket system som velges, avhenger av formålet med prøvetakingen. Utslippskontroll ved et kommunalt avløpsrenseanlegg er normalt basert på døgnblandprøver, og én enkelt oppsamlingsbeholder vil derfor bli benyttet.

Hvis formålet med prøvetakingen er å kartlegge variasjonen i tilførsler til avløpsrenseanlegget i løpet av et døgn, eller å finne ut tidspunktet på døgnet når et eventuelt ulovelig utslipp kommer fram til renseanlegget, vil et system med automatisk veksling av oppsamlingsbeholder bli valgt.

Praktiske tips: Plassering av prøvetaker og sugeslange

- ♣ Den automatiske prøvetakeren bør plasseres så nær prøvetakingspunktet som praktisk mulig for å unngå lange sugeslanger
- ♣ Framføringen av sugeslangen bør være så rett som mulig og uten svanker og vridninger for å redusere faren for gjentetting
- ♣ Sugelangen må være godt festet i avløpsstrømmen for å hindre at den blir slått ut av stilling
- ♣ Sugelangen bør være lett å skifte
- ♣ Sugeslanger som er fastmontert eller skjult, bør ikke benyttes med mindre det også er lagt til rette for enkel og hyppig rengjøring av sugeslangen
- ♣ Sugelangen bør være gjennomiktig for lettere å kunne observere beleggdannelse slik at slangen blir rengjort/skiftet når det er behov for det
- ♣ Sugelangen bør ha en mest mulig loddrett helning fra prøvetakingspunktet og opp til prøvetakeren for å sikre at den renner tom når den blir blåst ren før og etter hver prøvetaking, samt for å hindre krysskontaminering av prøver
- ♣ Full drenering av slangen er viktig i tilfeller der det er fare for frysing
- ♣ Ved uttak av prøver som skal analyseres for organiske mikroforurensninger, må både sugeslange og andre komponenter være laget av materialer som ikke lekker stoffer eller eventuelt adsorberer stoffer som det skal analyseres på. Kontakt laboratoriet for å få råd når det skal tas prøver som skal analyseres på denne typen av parametere

4.1.4. Oppsamlingsbeholder for prøve

Oppsamlingsbeholderen kan være en kanne eller annen beholder med lokk. I de fleste tilfeller er oppsamlingsbeholderen laget av et plastmateriale (polypropylen eller polyetylen), som er å foretrekke av praktiske årsaker. Alternativt kan beholderen være laget av rustfritt stål eller glass.

Oppsamlingsbeholderen har normalt et volum på 20 - 30 l, da større beholdere kan være vanskelige å håndtere. I henhold til gjeldende standard [11] skal oppsamlingsbeholderen oppbevares mørkt og kjølig i prøvetakingsperioden. Hensikten med dette kravet er å konservere forurensningskomponentene som kan endres i løpet av prøvetakingsperioden. Hvis prøven skal analyseres for parametere som kan påvirkes av temperaturen, må oppsamlingsbeholderen oppbevares i kjøleskap i prøvetakingsperioden. Nedkjøling av prøven i prøvetakingsperioden minimerer endringer i sammensetning av prøven, for eksempel med hensyn til innhold av organisk stoff og forholdet mellom de ulike nitrogenforbindelsene (ammonium, nitrat og nitritt).

Hvis prøven skal analyseres for komponenter som ikke blir påvirket av temperatur, for eksempel metaller, er det ikke noe krav til nedkjøling. Hvis prøven skal analyseres for metaller, bør oppsamlingsbeholderen syrevaskes for å hindre at metaller fester seg på veggene i oppsamlingsbeholderen.

Den fysiske utformingen av prøvetakingsoppsettet bør være slik at kjøleskapet er plassert nær den automatiske prøvetakeren (figur 12). Når en prøvetaking planlegges, er det viktig at den som skal utføre prøvetakingen, får all nødvendig informasjon om krav til materialer i prøvetakingsutstyret (inkludert oppsamlingsbeholderen), samt krav til oppbevaring og håndtering av primærprøven.

Praktiske tips: Valg av oppsamlingsbeholder

For å gjøre det enkelt å oppnå god omblanding i oppsamlingsbeholderen, bør volumet på beholderen velges slik at den ikke er mer enn ca. $\frac{3}{4}$ full ved slutten av prøvetakingsperioden. Dette gjør det enkelt å oppnå god omrøring ved risting, eller ved bruk av et røreredskap.

Kjøleskapet der oppsamlingsbeholderen er plassert, bør klare å opprettholde en temperatur i området 1 – 5 °C. Temperaturen bør kunne avleses på et termometer som er plassert i et beger eller ved bruk av en temperaturføler som er plassert inne i kjøleskapet.

4.1.5. Rengjøring og vedlikehold av prøvetakingsutstyr

Alle deler av prøvetakingsutstyret må rengjøres grundig før prøvetakingen starter. Dette gjelder alle flasker, beholdere, slanger og komponenter i den automatiske prøvetakeren som er i kontakt med prøven. Det må legges spesiell vekt på å rengjøre fast montert prøvetakingsutstyr (for eksempel sugeslanger som er klamret fast til veggen). Hvis det benyttes munnstykke på sugeslangen, har det lett for å danne seg biofilm, samt at fiber og annet rask henger seg på. Hyppig rengjøring er derfor nødvendig for å unngå gjentetting. Sugesslange og utløpsslange fra målekammeret må rengjøres eller eventuelt skiftes. Det samme gjelder målekammeret på vakuumpåprøvetakere.

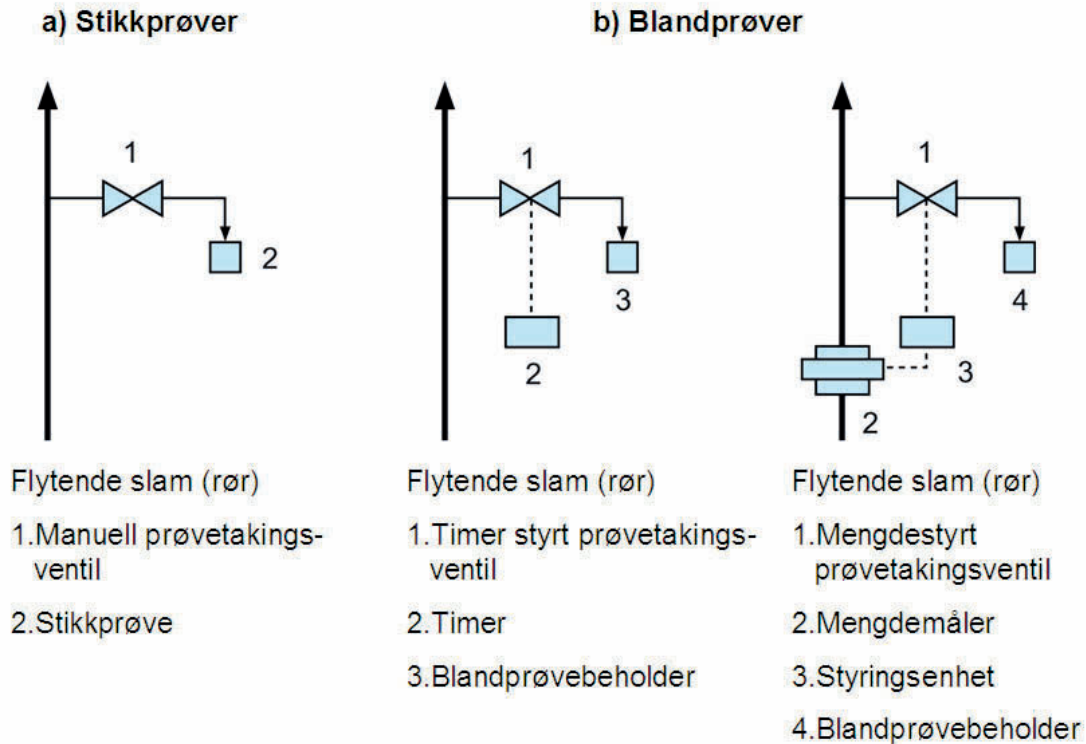
Praktiske tips: Rengjøring av utstyr

- Legg utstyret i bløt (for eksempel sugesslange, målekammer og oppsamlingsbeholder) i vann med lav-fosfat eller fosfatfritt laboratorievaskemiddel over natten
- Skrubbe utstyret med en børste og varmt vann for å fjerne belegg
- Skyll utstyret grundig 3 ganger med kranvann
- Når det skal tas prøver som skal analyseres for organiske miljøgifter, bør prosedyren som er beskrevet i Klifs veiledning i prøvetaking benyttes [17]
- Ved permanente prøvetakingsinstallasjoner på avløpsrensaneanlegg anbefales det å anskaffe dobbelt sett med komponenter som er i kontakt med avløpsvannet. Dette gjør det enkelt å bytte til rengjort utstyr før prøvetakingen starter. Selve rengjøringen av utstyret kan så utføres når man har anledning til det
- For å fjerne belegg på sugeslanger har det vist seg effektivt å presse gjennom små skumgummiplugger ved hjelp av vanntrykk (tilsvarende pluggkjøring i vannrør)

4.2. Prinsipper og utstyr - slam

4.2.1. Generelt om prøvetaking av slam

Prøvetaking av slam er i hovedsak en manuell oppgave. Ved pumping av flytende slam er det imidlertid flere mulige prøvetakingsalternativer (figur 19). TS-innholdet i flytende slam varierer, men normalt ligger det i området 1 – 10 %.



Figur 19. Ulike alternativ for prøvetaking av flytende slam ved manuell prøvetaking (stikkprøver) og automatisk prøvetaking (blandprøver)

Rent generelt bør prøvetakingspunktet være plassert på et vertikalt rør. Hvis slammet blir pumpet, oppnås en tilfredsstillende omblending hvis prøvetakingspunktet plasseres i passende avstand på trykksiden av pumpen. Bruk av statisk mikser i røret anbefales ikke på grunn av gjentettingsfaren.

Når slammet har et TS-innhold på mer en 10 %, er manuelt uttak av stikkprøver, eventuelt uttak av flere stikkprøver (delprøver) som settes sammen til en blandprøve det mest aktuelle alternativet. Dette er det eneste alternativet for avvannet slam med TS-innhold i området 15 – 35 %. For tørket slam (TS-innhold ca. 80 – 95 %) med granulær struktur, er automatiske prøvetakere beregnet for granulert materiale et alternativ. Det er imidlertid få erfaringer med denne typen prøvetakingsutstyr anvendt på slam.

Ved manuell prøvetaking av slam tar som regel prøvetakeren prøven direkte fra slamstrømmen eller fra slamhaugen. Typiske eksempler er:

- ◆ Avvannet slam som kommer ut fra en avvanningsmaskin (for eksempel sentrifuge)
- ◆ Tørket slam som kommer ut fra en silo under oppfylling av en lastebil
- ◆ Prøvetaking av slam fra slamhauger eller ranker

4.2.2. Manuelt prøvetakingsutstyr

Normalt benyttes følgende utstyr ved manuell prøvetaking av slam:

- ◆ Ved prøvetaking fra trykksatte rør benyttes manuelle prøvetakingsventiler. Et gitt prøvevolum tas ut fra røret ved at prøvetakingsventilen åpnes manuelt. Dette prinsippet blir normalt benyttet på avløpsrensaneanlegg, men har mange begrensninger. Manuell prøvetaking fra rør er en anvendbar metode når kvaliteten på slammet er forholdsvis konstant over tid, for eksempel ved prøvetaking fra resirkuleringsledningen på råtnetanker. Manuell prøvetaking av stikkprøver benyttes ved uttak av prøver som skal analyseres for bakteriologiske parametere. Diameteren på prøvetakingsrøret bør være ca. 30 mm
- ◆ Kanner og graderte beger laget av plast, glass og rustfritt stål kan benyttes. Om nødvendig kan utstyret festes på en teleskopstang (se figur 9) hvis prøvetakingspunktet er plassert utenfor prøvetakers rekkevidde. Når denne metoden benyttes, er det av avgjørende betydning at materialet det tas prøve av, er godt omblandet
- ◆ Ved prøvetaking fra laguner og tanker blir det ofte benyttet en Coliwasa prøvetaker. Dette er et 1,5 – 2,0 m langt rør laget av plast eller metall [12]. Etter at røret er senket vertikalt ned i slammet til ønsket dyp, lukkes bunnen av røret ved hjelp av en spesialmekanisme. Prøven som er holdt tilbake i prøvetakeren (røret) utgjør en profil av slammet i prøvetakingspunktet. Flere profilprøver kan settes sammen til en blandprøve



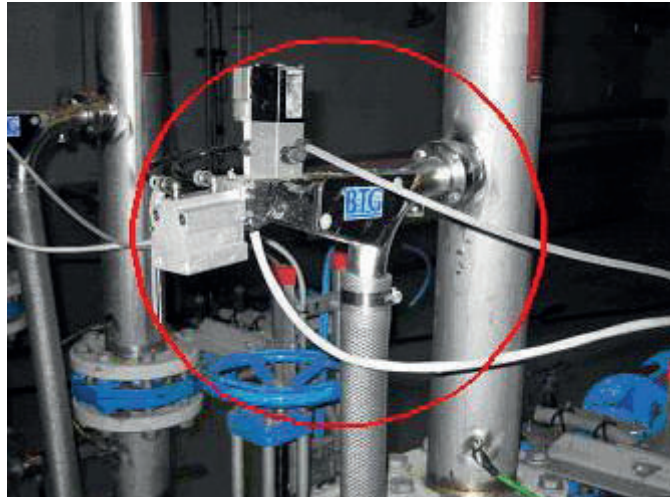
Figur 20. Vanlig benyttet prøvetakingsutstyr ved manuell prøvetaking av slam

Ved prøvetaking av slam med høyere TS-innhold (ikke flytende) benyttes ofte følgende utstyr:

- ◆ Tørket slam (granulert) og slam med TS-innhold i området 10 – 35 % TS: Små spader og store skjere er praktiske prøvetakingsredskaper, spesielt når det skal tas prøver fra transportskruer og fra utkastet på slamavvanningsmaskiner (se figur 20)
- ◆ Slam i hauger eller ranker: Jordbor som er utviklet for prøvetaking, blir vanligvis benyttet. Disse består av en borspiss med skjæreblader montert på en stålstang med T-håndtak. Boret bores ned i slammet for å ta ut stikkprøver. Flere stikkprøver (delprøver) kan blandes sammen til en blandprøve

4.2.3. Automatisk prøvetakingsutstyr

Med flytende slam i rør vil automatiske mengdestyrte prøvetakingsventiler (figur 21) kunne ta ut mengdeproporsjonale blandprøver av slammet som passerer prøvetakingspunktet. Prøvetakingsventilen (hylseventil) aktiveres av en mengdemåler (figur 19) eller av en slampumpe. Prøvetakeren tar ut en prøve fra den sentrale delen av røret, og delprøven overføres til oppsamlingsbeholderen ved gravitasjon. Volumet av delprøven er konstant i og med at volumet av sonden som tar ut prøven er konstant.



Figur 21. System for automatisk prøvetaking av slam fra pumpeledning basert på bruk av hylseventil

God omblending oppstrøms prøvetakingspunktet er et generelt krav. Ulike ventiltyper kan egne seg for prøvetaking:

- ◆ Hylseventiler (krever høytrykksluft)
- ◆ Kuleventiler (magnetventil)
- ◆ Membranventiler (magnetventil)

Tiden mellom hver prøvetaking (hver gang ventilen skal åpne) og "åpningstiden" må begge kunne stilles inn uavhengig av hverandre. Total pumpetid pr. døgn og antall pumpesykluser pr. døgn er avgjørende for begge parametere. Volumet av en døgnblandprøve bør være i området 5 – 10 l. Det bør være en tidsforsinkelse mellom oppstart av slampumpen og åpning av prøvetakingsventilen. Dette for å sikre god omblending i prøvetakingspunktet og fjerning av slam som kan ha festet seg på rørveggene siden siste prøvetaking.

Automatiske prøvetakere blir normalt ikke benyttet for å ta prøver av slam i "fast form". Det er utviklet automatiske prøvetakere for å ta ut prøver av oppmalt avfall fra en fallende strøm [18]. Denne typen prøvetaker kan være et alternativ for automatisk prøvetaking av slam med TS-innhold i området 10 – 35 %.

For materialer med granulær struktur er det tilgjengelig prøvetakere som tar prøve av hele tverrsnittet av en fallende strøm av materialet. Volumet av delprøven og tiden mellom uttak av hver delprøve er justerbar. Disse prøvetakerne er utviklet for å ta prøver av korn, men kan også være anvendbare for materialer med samme partikkelstørrelse, for eksempel tørket slam med et TS-innhold i området 80 – 95 %.

4.2.4. Rengjøring og klargjøring av prøvetakingsutstyret

Valg av utstyr: Ved prøvetaking av slam bør det benyttes engangsutstyr eller utstyr (spader og bøtter) som ikke blir benyttet til noe annet formål. Det kan føre til kontaminering av prøven hvis utstyret er for dårlig rengjort, eller er laget av materialer som frigjør stoffer som går over i prøven. Hvis prøvene skal analyseres på metaller, bør det ikke benyttes prøvetakingsutstyr som er laget av stållegeringer som inneholder mange ulike metallforbindelser. Galvanisert og forniklet utstyr bør ikke benyttes. Utstyr av metall bør testes med hensyn til utlekking av metaller (utstyrsblindprøve). Utstyr som er korrodert, skal ikke benyttes. Plastutstyr er et alternativ, men bare visse typer plast kan benyttes hvis det skal analyseres på organiske mikroforurensninger. Laboratoriet vil kunne opplyse om hvilke typer plast som kan benyttes.

Rengjøring av utstyret: Ventiler og rør i en prøvetaker for flytende slam kan inneholde slamavsetninger, og korrosjon på utstyret kan føre til utlekking av tungmetaller til slammet. Andre slamparametere (for eksempel TS-innhold) kan bli endret hvis ikke det avsatte slammet fjernes før prøvetakingen starter. Alt utstyr bortsett fra engangsutstyr, må rengjøres grundig før prøvetakingen kan starte. Før prøvetaking av flytende slam bør prøvetakingssystemet (rør og ventiler) skylles gjennom (minst 3 ganger volumet av rør og ventiler) [19]. Det må foreligge prosedyrer for regelmessig inspeksjon og vedlikehold av prøvetakingssystemet.

Utstyr som skal benyttes for manuell prøvetaking, må vaskes grundig med varmt vann. Etter rengjøringen skal det ikke finnes rester av slam fra tidligere prøvetakingsomganger. Hvis det benyttes vaskemidler, må utstyret skylles godt med rent vann før bruk.



Figur 22. Avbrenning av prøvetakingsutstyr før uttak av prøver som skal analyseres på mikrobiologiske parametere

Utstyr som skal benyttes til uttak av prøver som skal analyseres på bakteriologiske parametere, må desinfiseres. Spader, bor og annen redskap av metall som benyttes ved prøvetakingen, kan brennes av ved bruk av gassbrenner (figur 22). Etter avbrenningen må utstyret kjøles ned før bruk. Vasking med sprit er et annet alternativ. For å få denne prosessen effektiv, må spriten brennes av før prøvetakingen startes (her må det utvises stor forsiktighet). Kun vasking med sprit vil ikke fjerne bakteriesporer.

4.3. Klargjøring for prøvetaking

Før prøvetakingen starter opp, er det viktig at prøvetakeren gjør seg kjent med prosedyrer, kontrollerer at alt nødvendig utstyr er på plass og at det fungerer som det skal. Spesielt viktig er dette når prøvetakingen gjennomføres utenfor permanente installasjoner, for eksempel ute på ledningsnett.

Dette omfatter blant annet:

- ◆ Gjennomgang av prøvetakingsplanen for å få oversikt over utstyrsbehovet
- ◆ Gå gjennom utstyrliste og kontroller om utstyret fungerer som det skal
- ◆ Kontrollere nødvendig verne- og sikkerhetsutstyr

Det er viktig at prøvetakeren avklarer følgende med laboratoriet før prøvetakingen starter:

- ◆ Riktig prøveemballasje, dvs. flasker eller beholdere som er laget av riktig materiale og som har fått riktig forbehandling i forhold til parameterne det skal analyseres på. Det må påses at emballasjen har tilstrekkelig stort volum til de analysene som skal gjennomføres
- ◆ Nødvendig transportemballasje (vanligvis kjølebager)
- ◆ I tilfeller der prøvene skal konserveres med kjemikalier, er det viktig at riktig type kjemikalie og tilstrekkelig mengde blir framskaffet
- ◆ Transport av prøven fra prøvetakingsstedet må planlegges og fastlegges (overfor laboratoriet bør det settes et tidspunkt for når prøven vil ankomme)
- ◆ Kontrollere at laboratoriet har registrert analyseoppdraget
- ◆ Hvis det skal tas utstyrs- eller felt-blankprøver, må det gjøres nødvendige forberedelser for å få tatt disse prøvene

Kontrollspørsmål

- ◆ Hva er de to hovedelementene i et prøvetakingssystem for vannmengdeproporsjonal prøvetaking av avløpsvann?
- ◆ Hvilke hovedkriterier bør følges når en automatisk prøvetaker skal plasseres?
- ◆ Hva er anbefalt diameter på sugeslangen når det skal tas prøver av ubehandlet avløpsvann?
- ◆ Hvilke hovedalternativ finnes for prøvetaking av slam med TS-innhold i området 25 – 30 % ?

5. Gjennomføring av prøvetakingen

Opplæringsmål

I kapittel 5 vil du lære om:

- ♣ Hvilke rutiner som bør gjennomføres før prøvetakingen kan starte
- ♣ Hvordan automatiske prøvetakere klargjøres for prøvetaking
- ♣ Beregning av delprøvevolum og intervall mellom delprøvene ved vannmengdeproporsjonal prøvetaking av avløpsvann
- ♣ Prøvetaking av ulike typer slam fra et avløpsrenseanlegg

Prøvetaking av både avløpsvann og slam krever at prøvetakeren gjennomfører en rekke standardprosedyrer før prøvetakingen starter opp. Prøvetakingsplanen beskriver hvilke prosedyrer som må gjennomgås, og det er viktig at prøvetakeren verifiserer informasjonen i prøvetakingsplanen.

5.1. Kontroll av prøvetakingspunktene

Det er av avgjørende betydning at prøvene tas i prøvetakingspunktene som er spesifisert i prøvetakingsplanen. Før prøvetakingen startes opp må følgende kontrolleres:

- ♣ Plasseringen av prøvetakingspunktene må sjekkes mot beskrivelsen i prøvetakingsplanen. Hvis det er avvik fra beskrivelsen i planen, må den ansvarlige for utarbeidelse av prøvetakingsplanen kontaktes. Eventuelle avvik må anmerkes i prøvetakingsrapporten (eller feltboka)
- ♣ Alle nødvendige sikkerhetsrutiner må gjennomføres (se beskrivelsen i kapittel 9)
- ♣ Hvis man som prøvetaker kommer til en ny prøvetakingslokalitet, er det viktig å få en orientering om renseprosessene, tilrenningssituasjonen til renseanlegget og eventuelle historiske data som beskriver avløpsvannets sammensetning. Normalt vil oppgitt kontaktperson i prøvetakingsplanen kunne orientere om dette. Det er også nødvendig å få en oversikt over alle unormale forhold som kan påvirke forholdene i prøvetakingspunktet. Typiske eksempler på dette er reparasjonsarbeider som medfører at hele eller deler av renseprosessene er koplet ut

5.2. Prøvetakingsprosedyre – avløpsvann

5.2.1. Valg av prøvetakingspunkt

Fordi avløpsvannet normalt inneholder mange partikler med ulike egenskaper, er omblandingsforholdene i prøvetakingspunktet av helt avgjørende betydning når det skal tas prøver fra en kanal eller rør der det strømmer avløpsvann. God omblending og ingen form for sjiktning er avgjørende for å få tatt ut en representativ prøve. På avløpsrenseanlegg er det normalt gode omblandingsforhold:

- ♣ Etter et måleoverløp (figur 26) eller etter Parshallrenner (figur 27)
- ♣ Der pumpeledninger munner ut i innløpskanalen

Når det skal velges prøvetakingspunkt (som skal benyttes til utslippskontroll) i et avløpsrenseanlegg, må følgende krav være tilfredsstillt:

- ◆ Prøvetakingspunktet på innløpet må være plassert oppstrøms tilførselspunktet for alle returstrømmer (for eksempel slamvann fra fortykkere og rejektivann fra slamavvanningsmaskiner)
- ◆ Det må ikke være muligheter for tilbakestuvning av returstrømmer til prøvetakingspunktet
- ◆ Prøvetakingspunktet på både innløp og utløp må plasseres slik at alt avløpsvann kan fanges opp. Hvis renseanlegget har flere parallelle behandlingslinjer, vil ikke prøver fra én linje være representativ for alle behandlingslinjer

Prøvetaking i kummer er spesielt komplisert på grunn av svært varierende vannstand i avløpsrøret som det tas prøver fra. Avløpsrøret er dimensjonert for å kunne fungere både i tørrværsituasjoner med lav vannføring og ved nedbør og snøsmelting med høy vannføring. Vannstrømmen i prøvetakingspunktet vil derfor variere fra tilnærmet stillestående til turbulente forhold med gode omblandingsforhold. Hvis vannstanden i avløpsrøret er mindre enn 50 mm, er det vanskelig å benytte automatiske prøvetakere og prøvene må tas manuelt. For å kunne benytte automatiske prøvetakere kan det skapes turbulente strømningsforhold på kunstig vis ved å sette inn en innsnevring eller andre profiler som skaper omblending i prøvetakingspunktet. Prøvetakingspunktet bør plasseres nedstrøms innsnevringen i en avstand på minst 3 x rørdiameteren [11]. Erfaringer viser imidlertid at alle innsnevringer i avløpsnettets vil kunne føre til kloakkstopper, i verste fall med kjelleroversvømmelser som resultat. Det må derfor gjøres en grundig vurdering av konsekvensene av en eventuell kloakkstopp før det eventuelt blir etablert innsnevringer i avløpsrøret for å oppnå gode prøvetakingsforhold.

5.2.2. Klargjøring av prøvetakingsutstyret før prøvetakingen kan starte

Før prøvetakingen kan starte må selve prøvetakingspunktet, sugeslangen og andre komponenter som er i kontakt med avløpsvannet, rengjøres. (figur 23). Alle slamavsetninger og påvekst på kanalvegger eller i avløpsrøret må fjernes. Det vil "alltid" være avsetninger på kanalvegger og på bunnen i prøvetakingspunktet.



Figur 23. Rengjøring av sugeslangen før prøvetakingen kan starte

5.2.3. Innstilling av automatisk prøvetaker før prøvetakingen kan starte

Prøvevolumet som samles opp i prøvetakingsperioden (for eksempel ett døgn), må ikke være så stort at oppsamlingsbeholderen renner over. Innholdet i oppsamlingsbeholderen må også kunne blandes uten at den renner over. Volumet av oppsamlingsbeholderen er normalt i området 20 – 30 l. Et hovedkrav ved prøvetakingen er at prøvevolumet som tas ut, er større enn det som medgår til analysene, men samtidig ikke så stort at oppsamlingsbeholderen renner over. Volumet av avløpsvannet som skal passere prøvetakingspunktet mellom hvert uttak av en delprøve (delprøvevannføring), bør beregnes. Et eksempel på en slik beregning er vist i eksempel 5.1.

Eksempel 5.1: Utslippskontroll ved et avløpsreanseanlegg. Beregning av avløpsvolumet ($q_{\text{delprøve}}$) mellom hvert uttak av delprøve [20]

$$q_{\text{delprøve}} = \frac{Q_d}{(24 \cdot D_t)}$$

$q_{\text{delprøve}}$ = avløpsvolumet mellom hvert delprøveuttak (delprøvevannføring) ($\text{m}^3/\text{delprøve}$)

Q_d = døgnvannføring ($\text{m}^3/\text{døgn}$)

D_t = antall delprøver (≥ 3) pr. time

Normal døgnvannføring (hentes fra driftsjournalen):

$$Q_{\text{døgn}} = 18.000 \text{ m}^3/\text{døgn}$$

Antall delprøver pr. time (denne verdien velges av prøvetakeren):

$$D_t = 5 \text{ delprøver pr. time}$$

$$q_{\text{delprøve}} = \frac{18.000}{(24 \cdot 5)} \text{ m}^3 \text{ pr. delprøve}$$

$$q_{\text{delprøve}} = 150 \text{ m}^3 \text{ pr. delprøve}$$

Dette betyr at den automatiske prøvetakeren skal ta ut én delprøve pr. 150 m^3 avløpsvann som passerer prøvetakingspunktet.

Kontroll: Hvor mange delprøver vil bli tatt ut pr. time i perioden(e) av døgnet med lavest timetilrenning ($Q_{\text{min.døgn}}$)?

$$Q_{\text{min.døgn}} = 600 \text{ m}^3/\text{time} \text{ (hentes fra driftsovervåkingssystemet)}$$

$$\text{Antall delprøver i perioden(e) med lavest timetilrenning} = \left(\frac{600}{150} \right) = 4 \text{ delprøver}$$

Konklusjon: Antall delprøver pr. time bør være >3 , og en delprøvevannføring på 150 m^3 vil tilfredsstille dette kriteriet.

Beregningen av volumet av hver delprøve (delprøvevolumet) er vist i eksempel 5.2.

Eksempel 5.2: Utslippskontroll ved et avløpsrensaneanlegg. Beregning av delprøvevolumet ($V_{\text{delprøve}}$) [20]

$$V_{\text{delprøve}} = \frac{V_{\text{døgnblandprøve}}}{(24 \cdot D_t)}$$

$V_{\text{delprøve}}$	= delprøvevolum (ml)
$V_{\text{døgnblandprøve}}$	= totalt volum av døgnblandprøven (ml/døgn)
D_t	= antall delprøver (≥ 3) pr. time

Volumet av oppsamlingsbeholderen er 30 l, og prøvetakeren har besluttet at det skal tas ut en døgnblandprøve på ca. 15 l (15.000 ml) ved normal døgnvannføring i en tørrværsperiode (i dette tilfellet 18.000 m³/døgn).

$$V_{\text{blandprøve}} = 15.000 \text{ ml (valgt av prøvetakeren)}$$

$$V_{\text{delprøve}} = \left(\frac{15.000}{5 \cdot 24} \right) \text{ ml} = 125 \text{ ml}$$

Den automatiske prøvetakeren må innstilles slik at den tar ut en delprøve på 125 ml.

Kontroll: Vannføringsdata fra driftsovervåkingen viser at døgnvannføringen øker til ca. 30.000 m³/døgn hvis det starter å regne. Vil oppsamlingsbeholderen renne over hvis det starter å regne i løpet av prøvetakingsdøgnet?

$$\begin{aligned} V_{\text{døgnblandprøve}} &= (30.000/150) \cdot 125 \text{ ml} \\ &= 25.000 \text{ ml} \end{aligned}$$

Konklusjon: Hvis det benyttes en delprøvevannføring ($q_{\text{delprøve}}$) lik 150 m³ og et delprøvevolum ($V_{\text{delprøve}}$) på 125 ml, vil oppsamlingsbeholderen ikke renne over under "normal" tilrenning i regnværsperioder. For å oppnå større sikkerhet mot at beholderen renner over, kan delprøvevolumet ($V_{\text{delprøve}}$) reduseres til 100 ml.

Delprøvevolumet som den automatiske prøvetakeren tar ut, må være like stort hver gang det tas en delprøve (repetierbarhet). Dette bør derfor sjekkes rutinemessig (figur 24) En slik kontroll utføres ved at volumet av delprøven som tas ut, måles opp i en målesylinder. Ved å starte den automatiske prøvetakeren manuelt 5 ganger og måle opp volumet av hver delprøve, kan stabiliteten i delprøvevolumet vurderes. Middelverdien av de 5 delprøvevolumene bør ikke være større enn $\pm 5\%$ sammenliknet med det prøvetakeren er innstilt på (eksempel 5.3).

Normalt er delprøvevolumet stabilt på moderne automatiske prøvetakere. For vakuumpøvetakere er delprøvevolumet begrenset av faste fysiske forhold (overløpsrør eller innstilling av utblåsningsrør). Små lekkasjer i slangekoplinger eller i målekammer kan imidlertid føre til at delprøvevolumet vil variere fra delprøve til delprøve. Dette vil kunne avsløres ved en test som beskrevet i eksempel 5.3. For slangepumpeprøvetakere er det innstilte parametere i prøvetakeren som avgjør delprøvevolumet, og også for disse prøvetakerne er det viktig å foreta regelmessige tester av delprøvevolumet.



Figur 24. Kontroll av delprøvevolumet ved bruk av målesylinder

Eksempel 5.3: Kontroll av delprøvevolum før (og etter prøvetaking)

Beregnet og innstilt delprøvevolum ($V_{delprøve}$): 110 ml

Delprøve	nr.	Volum (ml)
	1	107
	2	112
	3	115
	4	109
	5	114
	V_{middel}	111,4

Middelfeil = $\left(\frac{V_{middel} - V_{delprøve}}{V_{delprøve}} \right) \cdot 100 \%$

= $\left(\frac{111,4 - 110,0}{110,0} \right) \cdot 100 \%$

= 1,27 %

Konklusjon: Repeterbarheten er akseptabel

Strømningshastigheten i sugeslangen bør testes med jevne mellomrom. Ved prøvetaking av kommunalt avløpsvann må alltid faren for gjentetting av sugeslangen vurderes opp mot de ideelle kravene til sugehastighet. Spesielt ved prøvetaking av ubehandlet avløpsvann kan det være nødvendig å benytte slangedimensjoner som medfører at strømningshastigheten blir lavere enn 0,5 m/s for å unngå i gjentetting. Eksempel 5.4 viser en prosedyre for testing av strømningshastigheten i sugeslangen.

Eksempel 5.4: Måling av hastighet i sugeslangen (basert på [21])

1. Beregn volumet pr. m av sugeslangen
2. Start prøvetakeren og bruk en målesylinder for å samle opp delprøven
3. Bruk en stoppeklokke for å bestemme hvor mange sekunder (t) det tar å fylle opp delprøvevolumet (V_c) i målekammeret (vakuump prøvetaker). Målekammeret er på forhånd innstilt slik at ikke noe overskytende prøve blåses tilbake til avløpsstrømmen. For slangepumpeprøvetakere registreres hvor mange sekunder det tar å fylle opp delprøvevolumet i målesylinderen
4. Beregn strømningshastigheten

d: diameter på sugeslangen (mm)

V: volum av sugeslangen pr. m (ml/m)

v: midlere strømningshastighet (m/s)

q: oppfyllingshastighet (ml/s)

V_c : Delprøvevolumet (volumet som måles med målesylinderen)

$$q = \left(\frac{V_c}{t} \right) \text{ ml/s}$$

$$v = \left(\frac{q}{V} \right) \text{ m/s}$$

d = 12 mm, V = 113,1 ml/m

Test nr.	t (s)	V_c (ml)	q (ml/s)	v (m/s)
1	3,86	300	77,72	0,69
2	3,89	300	77,12	0,68
3	3,61	295	81,72	0,72
4	3,72	305	81,99	0,72
5	3,74	295	78,88	0,70
			v_{middel}	0,70

5.3. Aktuelle målinger i løpet av prøvetakingsperioden

5.3.1. Vannføring

Måling av vannføringen er normalt en del av prøvetakingen. Innhenting av vannføringsdata gjennomføres med samme presisjon som selve prøvetakingen. Vannføringen måles som regel kontinuerlig i løpet av hele prøvetakingsperioden. Ved vannmengdeproporsjonal prøvetaking styrer vannføringsmåleren den automatiske prøvetakeren slik at en delprøve tas ut fra avløpsstrømmen når en på forhånd innstilt avløpsmengde har passert vannføringsmåleren. Feil i vannføringsmålingen vil derfor ha betydning for kvaliteten på prøvetakingen. Konsentrasjonsdata fra analyse av avløpsprøver blir ofte multiplisert med vannføringsdata for å beregne forurensnings-tilførsler eller utslipp.

Mange ulike typer vannføringsmålere er i bruk innen avløpssektoren. Disse kan deles inn i 3 hovedgrupper:

- ◆ Vannføringsmålere i åpne kanaler
- ◆ Vannføringsmålere for delvis fylte rør
- ◆ Vannføringsmålere for fylte rør som ofte er trykksatt

5.3.2. Prinsippet for måling av vannføring i åpne kanaler

Ved måling av vannføring i åpne kanaler settes et standardisert måleprofil inn i avløpsstrømmen. Som følge av innsnevringen som måleprofilen representerer, vil vannivået oppstrøms måleprofilen øke. Vannivået oppstrøms måleprofilen står i forhold til vannføringen gjennom måleprofilen. Dette innebærer at så lenge man har et standardisert måleprofil med en kjent sammenheng mellom vannivå oppstrøms og vannføring, kan vannføringen beregnes ved å måle vannivået. Måleprofil kan deles inn i to hovedgrupper:

- ◆ Overløp
- ◆ Målerenner

Vannføringsmålerne som benyttes i åpne kanaler, består av 3 hoveddeler:

Primær måleenhet: Det standardiserte måleprofilen eller overløpet som er satt inn i kanalen

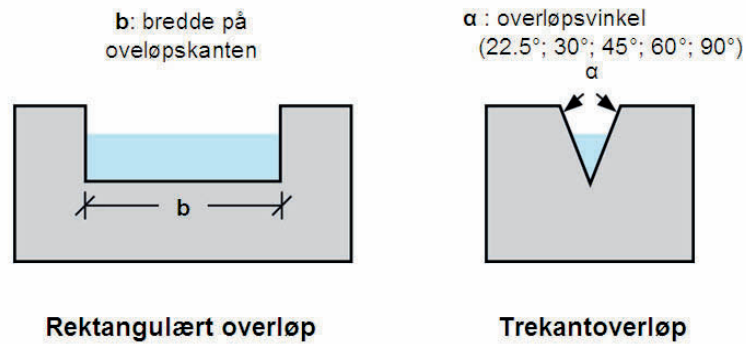
Sekundær måleenhet: Sensoren som benyttes for å måle variasjonen i vannivået oppstrøms måleprofilen. Normalt benyttes et ekkolodd for måling av vannivå. Det kan også benyttes en trykkløper som monteres på bunnen av kanalen foran overløpet, men dette er mindre vanlig

Instrumentenheten: I denne enheten omformes høydemålingssignalet fra den sekundære måleenheten (ekkolodden) slik at den faktiske vannføringen kan beregnes

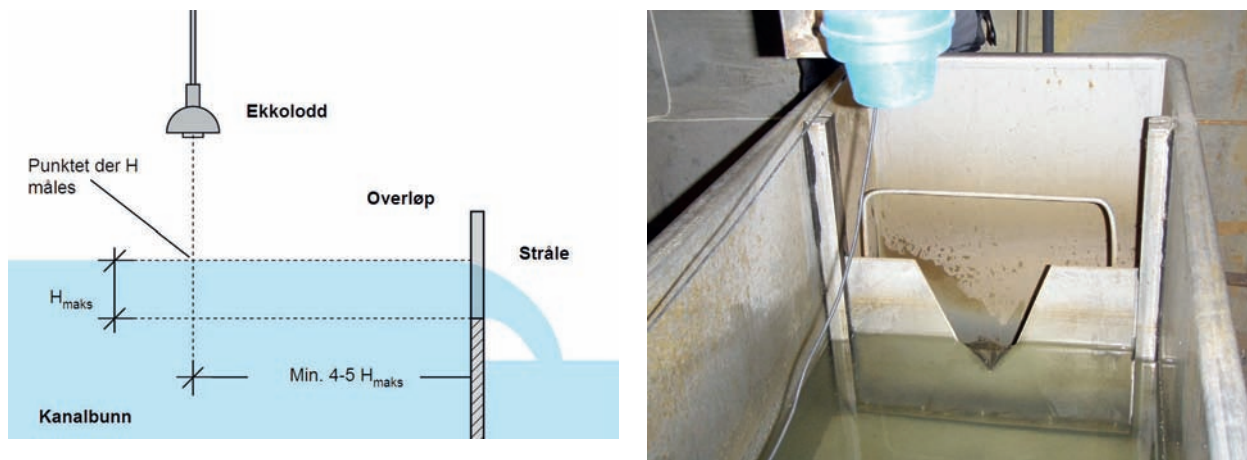
De fysiske størrelsene og utformingen av de primære måleenhetene er beskrevet i håndbøker [22] og i internasjonale standarder [23, 24]. Ikke alle måleoverløp eller renner har internasjonale standarder.

5.3.3. Måleoverløp

Ulike typer måleoverløp er i bruk. De vanligste typene i avløpssammenheng er trekant-overløp (V-overløp) og rektangulære overløp (figur 25). Vannføringen i overløpsprofilen bestemmes ved å måle den vertikale avstanden fra overløpskanten (rektangulære overløp) eller fra spissen av V-overløpet og opp til vannoverflaten i et punkt oppstrøms overløpet. Den vertikale avstanden kalles overløpshøyden (H). H måles i et punkt som ligger i en avstand $4 - 5 H_{maks}$ oppstrøms overløpet (figur 26). H_{maks} er avstanden ved den største vannføringen som kan måles med overløpet. Når H måles, kan vannføringen beregnes ved hjelp av vannføringsformelen for det aktuelle overløpet (eksempel 5.5).



Figur 25. Rektangulært overløp og V-overløp



Figur 26. Foto som viser V-overløpet (45°) på et lite renseanlegg sammen med en prinsippsskisse av overløpet

Eksempel 5.5: Beregning av vannføringen i et V-overløp

Vannføringen i et 45° V-overløp kan beregnes ved å benytte formelen:

$$Q = K \cdot H^{2,5} \quad [22]$$

Q = vannføring

H = vannivå

K = konstant som er avhengig av overløpsvinkel og benevning for vannføring

Hvis H = 0,125 m og benevningen for vannføringen er m³/time, benyttes ligningen :

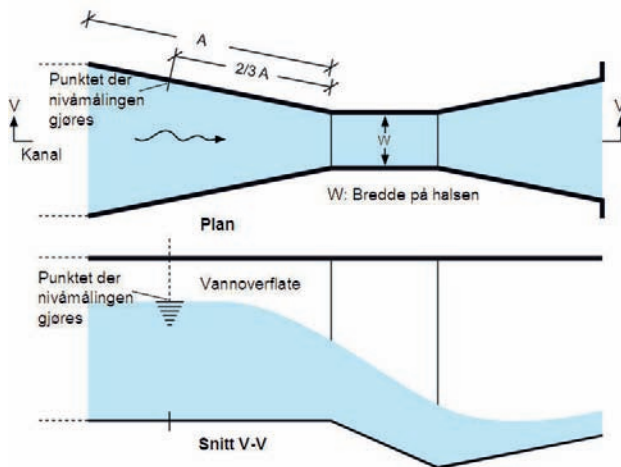
$$Q = 2057 \cdot 0,125^{2,5} \quad [22]$$

Vannføringen Q er derfor 11,4 m³/time

NS-ISO 1438-1 Vannføringsmåling i åpne kanaler ved bruk av overløp og venturikanal - Del 1: Tynnplateoverløp (innbefattet tilleggsblad 1:1998) [23], gir spesifiserte anvisninger for utforming og beregning av vannføring med tynnplateoverløp.

5.3.4. Målerenner

Parshallrenne brukes på både renseanlegg og i ledningsnett, men flere andre rennetyper er i bruk, for eksempel Palmer-Bowlus renne og Venturirenne. Vannføringen i en Parshallrenne beregnes ved å måle vannivået på et angitt punkt i innløpsdelen av rennen. Figur 27 viser skjematisk plan og snitt av en Parshallrenne, sammen med et foto av en renne som er i bruk på et renseanlegg.



Figur 27. Plan og snitt av en Parshallrenne, samt foto som viser en Parshallrenne i drift på et renseanlegg

Normalt opptrer fri strømning gjennom målerennen, og det er derfor tilstrekkelig å måle H bare i ett punkt oppstrøms rennehalsen. Ved dykket strømning må H måles både oppstrøms og nedstrøms rennehalsen. Beregning av vannføring i en Parshallrenne er vist i eksempel 5.6.

Eksempel 5.6: Beregning av vannføring i en Parshallrenne (fri strømning)

Vannføringen i en Parshallrenne med bredde (W) 0,305 m kan beregnes ved hjelp av formelen:

$$Q = K \cdot H^n \quad [22]$$

Q = vannføring

H = vannivå målt i H_a

K = konstant som er avhengig av bredden på rennehalsen (W) og benevningen som benyttes for vannføring

n = en konstant som er avhengig av bredden på rennehalsen (W)

Hvis $H = 0,125$ m og benevningen for vannføring er $m^3/time$, blir formelen for vannføring:

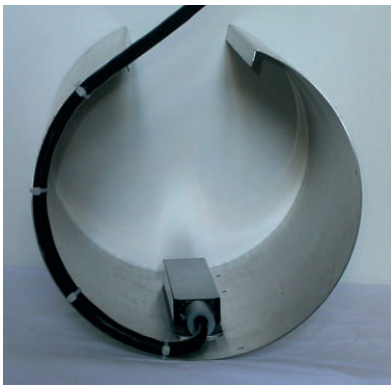
$$Q = 2487 \cdot 0,125^{1,522} \quad [22]$$

Vannføringen Q er dermed 105,0 $m^3/time$.

NS-ISO 9826 - Vannføringsmåling i åpne kanaler - Parshall- og SANIIRI-renner [24], gir spesifiserte anvisninger for utforming og beregning av vannføring med målerenner.

5.3.5. Måling av vannføring i rør

I delvis fylte rør er det nødvendig å måle arealet av den vannfylte delen av rørtverrsnittet (strømningstverrsnittet) og den midlere strømningshastigheten som avløpsvannet har i dette tverrsnittet. Vannføringen (for eksempel $m^3/time$) beregnes ved å multiplisere arealet av strømningstverrsnittet med strømningshastigheten. Vannivået i røret måles ved hjelp av en trykkføler og arealet beregnes deretter med utgangspunkt i rørdiameteren. Den gjennomsnittlige strømningshastigheten måles ved bruk av en sensor som sender ut høyfrekvente lydsignaler som blir reflektert av luftbobler og partikler i avløpsstrømmen. Endringen i frekvens på de reflekterte lydsignalene ("Doppler-effekten") benyttes så for å beregne den midlere vannføringen. Alt dette skjer automatisk. Dette måleprinsippet benyttes i særlig grad ved vannføringsmålinger i avløpsnett (figur 28), og kan benyttes for å styre transportable automatiske prøvetakere.



Figur 28. Utstyr for måling av vannføring i delvis fylte rør

Ved måling av vannføring i fulle trykksatte rør, benyttes elektromagnetiske gjennomstrømningsmålere (figur 29) eller Dopplermålere. Erfaringsmessig er det enklere å oppnå god kvalitet på vannføringsmålingen ved måling i helt fylte rør enn ved bruk av renner og overløp i åpne kanaler. Elektromagnetiske vannføringsmålere må monteres etter leverandørens anvisning. I alle tilfeller må målerne monteres slik at det ikke kan dannes luftlommer i måletverrsnittet. Det er viktig å ta vare på produsentens kalibreringsbevis som dokumentasjon på målenøyaktighet.

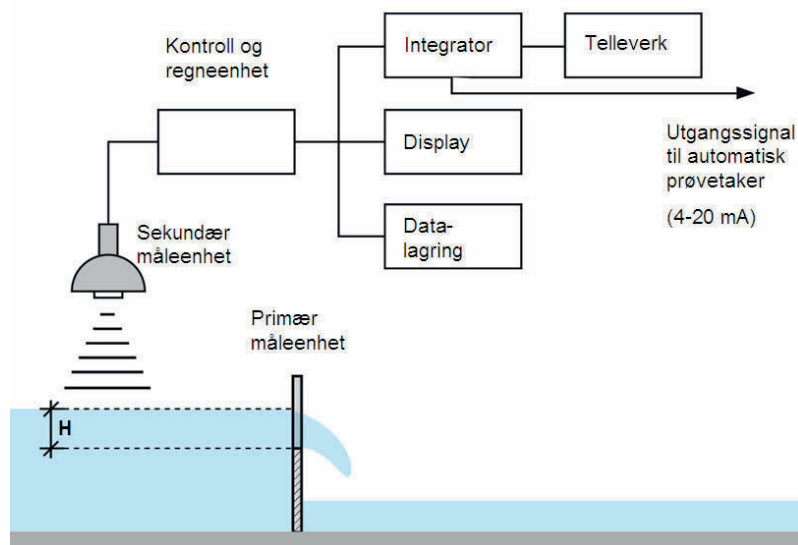
I en elektromagnetisk gjennomstrømningsmåler blir det satt opp et magnetfelt vinkelrett på strømningsretningen. Når avløpsvannet passerer magnetfeltet, dannes en spenning som er proporsjonal med strømningshastigheten i måletverrsnittet. Vannføringen beregnes så automatisk ved å multiplisere strømningshastigheten med arealet av strømningstverrsnittet i måleren. Elektromagnetiske gjennomstrømningsmålere kan fås i mange typer og størrelser.



Figur 29. Elektromagnetisk gjennomstrømningsmåler i bruk på et renseanlegg

5.3.6. Vannføringsmåling og automatisk prøvetaking

Vanligvis styrer vannføringsmåleren den automatiske prøvetakeren. Hovedprinsippet for vannføringsstyring av prøvetakeren er vist i figur 30.



Figur 30. Hovedprinsippet for vannføringsstyring av den automatiske prøvetakeren [25]

Den primære måleenheten kan være overløp eller renne i en åpen kanal, en Dopplermåler i et delvis fylt rør eller en elektromagnetisk gjennomstrømningsmåler i et fylt rør. Proporsjonalt med målt vannføring overføres et signal (f.eks. 4-20 mA) eller en puls fra vannføringsmåleren. Ofte er styringen av den automatiske prøvetakeren integrert i styringssystemet på renseanlegget. Signalet fra vannføringsmåleren behandles da i styringssystemet og blir sendt videre til prøvetakeren slik at denne starter og tar ut en delprøve.

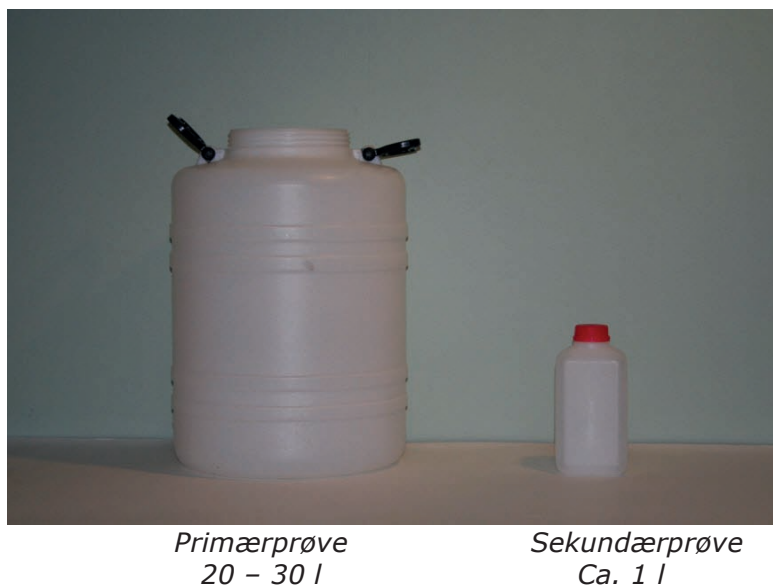
5.4. Sekundær prøvetaking av avløpsvann

Vanligvis transporteres prøven fra prøvetakingsstedet og til laboratoriet. Volumet av prøven som samles opp i løpet av prøvetakingsperioden (primærprøven), er normalt mange ganger større enn det som er nødvendig for analysene (figur 31). Det er derfor hensiktsmessig å redusere volumet av primærprøven før denne sendes til laboratoriet. Prosessen med å redusere volumet av primærprøven kalles "sekundær prøvetaking". Prøven som tas ut ved den sekundære prøvetakingen, kalles "sekundærprøve" eller "laboratorieprøve" [26].

Den sekundære prøvetakingen kan organiseres på to måter:

- ◆ Prøvetaker tar med seg primærprøven til laboratoriet, og laboratoriet er ansvarlig for den sekundære prøvetakingen
- ◆ Prøvetaker utfører selv den sekundære prøvetakingen før prøven blir sendt til laboratoriet. Dette er mest vanlig

I løpet av prøvetakingsperioden (for eksempel ett døgn) vil suspendert og sedimenterbart stoff sedimentere i oppsamlingsbeholderen for primærprøven. Det er derfor viktig at primærprøven er godt omblandet før sekundærprøven tas ut. Det er ingen enhetlig standard eller prosedyre som beskriver hvordan sekundærprøven skal tas ut.



Figur 31. Eksempel på beholdere for primær- og sekundærprøve

God omblending i oppsamlingsbeholderen for primærprøve kan oppnås på forskjellige måter, blant annet:

Oppristing av beholderen: Det settes et lokk på beholderen og den ristes grundig i ca. 20 sekunder. Avløpsvannet må overføres til sekundærprøvebeholderen umiddelbart etter ristingen. Hvis det samles opp 20 – 30 l primærprøve, er beholderen så tung at det er vanskelig å få ristet godt nok.

Manuell røring av beholderen: Det røres om i beholderen i en 8-tallsbevegelse med et røreredskap. Utstyret som benyttes til omrøring, må ha en glatt overflate for å hindre at partikler i avløpsvannet fester seg på overflaten. Det må røres fra bunnen av beholderen slik at sedimentert materiale blandes godt i vannfasen. Hver gang det tas ut prøver fra oppsamlingsbeholderen skal det røres med samme redskap og på samme måte. Umiddelbart etter at omrøringen er avsluttet tas det ut en prøve som overføres til beholderen for sekundærprøve. Et beger festet på en stang kan benyttes for uttak av sekundærprøve. Et eksempel på prosedyre og utstyr er vist på figur 32.



Figur 32. Innholdet i primærprøvebeholderen må blandes godt (venstre). Eksempel på redskap for omrøring og uttak av sekundærprøve (høyre)

I det foranstående er det vist eksempler på hvordan den sekundære prøvetakingen kan gjennomføres. Det finnes også andre måter å gjøre dette på, både med hensyn til utstyr som benyttes og gjennomføringen av prøvetakingen. Forutsetningen er imidlertid at sekundærprøven som tas ut har de samme egenskaper som primærprøven.

Beholderen for sekundærprøve skal ikke fylles helt opp fordi dette gjør det vanskelig å riste godt nok før prøven som skal analyseres, blir tatt ut på laboratoriet. Hvis sekundærprøven fylles helt opp, helles prøven tilbake på oppsamlingsbeholderen for primærprøve. Det foretas en ny omblending, og sekundærprøven tas ut på nytt. Hvis flasken fylles opp slik at den renner over, må prøven helles ut og ny sekundær prøvetaking gjennomføres.

Unntaket fra dette er hvis det skal analyseres på parametere som krever at flasken for sekundærprøven fylles helt. Laboratoriet skal i så fall informere om dette.

5.5. Prøvetaking av slam

5.5.1. Prøvetaking av flytende slam i pumpeledninger

I samsvar med prinsippene for korrekt prøvetaking må det tas ut en prøve av hele strømningstverrsnittet i røret for å sikre at alle partikler har like stor sannsynlighet for å bli med i prøven. Ideelt sett må en "skive" av hele tverrsnittet av slamstrømmen inngå som en delprøve i en blandprøve. Dette er tilnærmet umulig å få til, men hvis pumpeledningen har et fritt utløp, er prøvetaking på utløpet et alternativ. Prøvetakingen kan imidlertid medføre mye søl og sprut.

Hvis det benyttes manuelle prøvetakingsventiler, må alt gammelt slam som står i ventil og eventuell tilhørende slange, fjernes før prøven tas. For å sikre at alt gammelt slam er fjernet, skal det derfor først tappes ut en slammengde som minst tilsvarer 3 ganger volumet av prøvetakingsventil og slange før prøven tas. For å sikre at "skyllingen" blir gjort tilfredsstillende, kan for eksempel prøvetakingsprosedyren beskrive "La slammet renne i 1 minutt før prøven tas".

Når prøven tas, må det observeres om volumstrømmen og konsistensen på slammet som renner ut, er tilnærmet konstant. Fiber og andre partikler som delvis blokkerer prøveventilen, kan ha en silingseffekt, og dette vil hindre at en del partikler blir overført til prøven, og denne blir ikke representativ. Faren for gjentetting gjør at automatiske prøvetakingsventiler må inspiseres i løpet av prøvetakingsperioden for å sikre stabil funksjon.

5.5.2. Prøvetaking av avvannet slam

På de fleste renseanlegg som har utstyr for slamavvanning, transporteres avvannet slam (TS-innhold 15 - 35 %) fra avvanningsmaskinen(e) til en silo eller container ved bruk av skruetransportører eller transportbånd (mindre benyttet). Automatisk prøvetaking av avvannet slam er vanskelig å få til, og prøvetakingen er derfor i de aller fleste tilfeller en manuell operasjon. Hele tverrsnittet av slamstrømmen i transportskruen bør kunne fanges opp i prøven. Enden av transportskruen er derfor godt egnet for prøvetaking. Alternativt kan andre punkter i transportlinjen der det er mulig å få tatt ut en prøve av hele tverrsnittet av slamstrømmen, benyttes. Det er mange bevegelige deler i transportlinjen for slam, og det må legges avgjørende vekt på personellikkerhet når prøvetakingsprosedyrene utarbeides.

Antall delprøver som bør inngå i en blandprøve, er avhengig av den foranliggende slambehandlingsprosessen og vil derfor variere fra sted til sted. Der sammensetningen av det avvannede slammet vil kunne variere i løpet av en avvanningsperiode, bør det som et minimum tas ut 3 - 4 delprøver i løpet av avvanningsperioden (delprøvene inngår

i en blandprøve som representerer avvanningsperioden). Hvis den foranliggende slambehandlingsprosessen har store volumer (for eksempel råtnetanker), kan det være tilstrekkelig med 2 delprøver for å lage en blandprøve.



Figur 33. Prøvetaking av avvannet slam på enden av en transportskrue

Prøvetaking fra enden av transportskruer: Store og små spader er godt egnet (figur 33). Normalt utgjør hver delprøve ca. 200 – 500 ml (g).

Prøvetaking fra transportbånd: Prøvetaking av avvannet slam fra transportbånd kan gjøres på ulike måter:

- ◆ Prøvetaking fra enden av transportbåndet som beskrevet for skruetransportører
- ◆ Prøvetaking fra stillestående transportbånd. En spesielt tilpasset prøvetakingsboks som dekker hele båndbredden benyttes for å "skjære" ut en seksjon av slammet på båndet. Alt slam som er inne i prøvetakingsboksen, tas ut som en delprøve. Det er viktig at veggene i prøvetakingsboksen er parallelle og at den skjærer seg gjennom hele tykkelsen av slammet som ligger på båndet
- ◆ Manuell prøvetaking fra et transportbånd i bevegelse: Normalt benyttes en øse eller spade. Prøvetakingsredskapet føres gjennom hele bredden av slamstrømmen. Dersom transportbåndet er for bredt, kan prøve tas vekselvis fra hver side av transportbåndet

Prøvetaking fra siloer eller containere: Når avvannet slam blir lagret i siloer eller containere før transport fra renseanlegget, vil noe vann dreneres fra slammet. Dette vil føre til at det dannes en konsentrasjonsgradient i slammet. Det er derfor vanskelig å ta ut representative prøver fra en silo eller container. Hvis mulig, bør prøvetakingen foregå i løpet av oppfyllingen av siloen eller containeren (tilsvarende det som er beskrevet for prøvetaking fra transportskruer eller transportbånd).

5.5.3. Prøvetaking av tørket slam fra en silo

Ved tørking overføres det avvannede slammet til granulat eller pellets, med TS-innhold i området 80 – 95 %. Det tørkede slammet består av partikler av tilnærmet lik størrelse:

- ◆ Granulat: Hovedfraksjonen er partikler med diameter 2 – 5 mm
- ◆ Pellets: Små sylindere med diameter 7 – 10 mm og 15 – 20 mm lengde

Prøver av tørket slam tas ved oppfylling av siloen fra en transportskrue, eller ved tømning av siloen (for eksempel ved opplasting av kjøretøyet som skal transportere slammet bort fra anlegget). Prøvene bør tas av en "fallende strøm".

Et beger med volum 0,5 – 1 l føres på tvers av den fallende strømmen med tørket slam. Delprøven oppbevares i en blandprøvebeholder i løpet av prøvetakingsperioden.

Sammensetningen av det tørkede slammet kan variere innenfor en tidsperiode, og derfor bør det tas ut 3 – 4 delprøver i løpet av en arbeidsdag. Antall delprøver som skal inngå i en blandprøve, må bestemmes for det enkelte anlegg.

5.5.4. Prøvetaking fra ranker eller slamhauger

Uttak av representative prøver fra en ranke (for eksempel kompost) eller slamhaug, er en komplisert prøvetakingssituasjon fordi ikke alle delene av ranken/slamhaugen er tilgjengelig for uttak av prøve.



Figur 34. Haug med avvannet slam

Når det må tas prøver fra slamhauger og ranker, er det viktig å få tatt ut delprøver fra alle nivåer i haugen/ranken og ikke bare fra overflaten. I mange sammenhenger er denne typen prøvetaking nødvendig, og NS-EN 12579 [27] beskriver hvordan det skal gjennomføres.

Prøvetaking med jordbor: Et antall delprøver tas fra ulike posisjoner i haugen/ranken. Antall delprøver som må tas, beregnes på grunnlag av det totale volumet av haugen/ranken som det skal tas prøver av (se eksempel 5.7). Antall delprøver skal være minimum 12 og maksimalt 30. Fra slamvolumer som er mindre enn 500 m³, må det derfor tas minst 12 delprøver [27].

Eksempel 5.7: Prøvetaking fra en slamhaug – beregning av nødvendig antall delprøver

Volumet av slamhaugen er 950 m³. Nødvendig antall delprøver beregnes fra formelen:

$$n = 0,5 \cdot \sqrt{V} \quad [27] \quad n = 0,5 \cdot \sqrt{950}$$

n = antall delprøver (prøvetakingspunkter) n = 15 delprøver
V = volumet av slamhaugen i m³

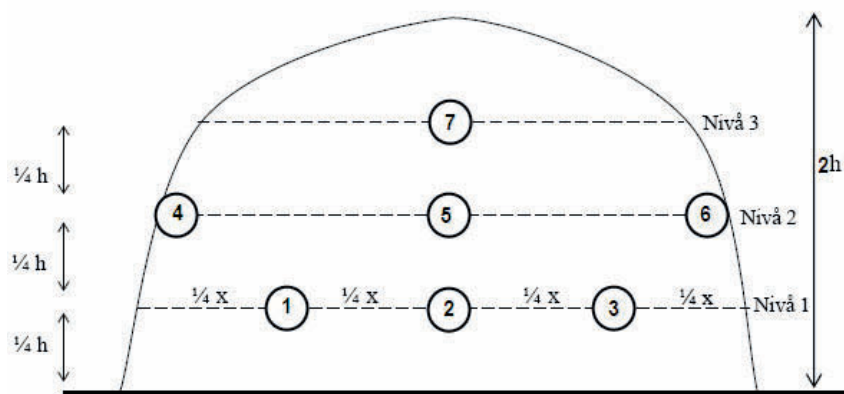
Prøvetakingspunktene skal fordeles jevnt over hele slamhaugen, og ingen del av haugen skal "favoriseres" i forhold til andre. En jevn fordeling av prøvetakingspunktene kan oppnås ved å foreta en visuell oppdeling av slamhaugen i forhold til antall delprøver som skal tas ut.

Jordboret settes inn med en vinkel på 45° fra sidene av haugen og vinkelrett fra toppen av haugen. Hver prøve som tas ut med jordboret, representerer én delprøve. Det tas ut minst 12 delprøver eller det antallet som beregningen viser (eksempel 5.7).



Figur 35. Prøvetaking fra slamhaug ved hjelp av jordbor

Prøvetaking fra profiler: Det graves et vertikalt profil (tverrsnitt) gjennom haugen/ranken og 7 delprøver tas ut fra profilet. På øyemål deles høyden h av haugen i fire. Prøvetakingspunktene for de 7 delprøvene er vist på figur 36.



Figur 36. Plassering av prøvetakingspunktene ved prøvetaking fra profiler[9]

Uttaket av prøver gjøres som følger [9]:

- ◆ På en horisontal linje ca. $1/4$ av rankens høyde opp fra bunn (nivå 1), tas det ut tre prøver. x er bredden på ranken i nivå 1. Punkt 2 velges som midtpunktet i denne høyden. Punkt 1 og 3 velges halvveis ($1/4 x$) mellom midten og ytterkanten
- ◆ På en horisontal linje midtveis mellom bunn og topp av ranken (nivå 2), tas det ut tre prøver. Punkt 5 velges som midtpunktet i denne høyden. To prøver tas ut i rankens ytre del (punkt 4 og 6)
- ◆ På en horisontal linje ca. $3/4$ av rankens høyde opp fra bunn (nivå 3), tas det ut én prøve. Punkt 7 velges som midtpunktet i denne høyden

Ta ut ca. 3 l på hvert prøvepunkt (dvs. omtrent en spade). Dette utføres for minst 3 profiler av massen. Profilene skal være jevnt fordelt over massens lengde.

5.6. Sekundær prøvetaking av slam

5.6.1. Flytende slam

Oppsamlingsbeholderen med blandprøven sendes sjelden til laboratoriet, og sekundær prøvetaking blir derfor utført på prøvetakingsstedet. På samme måte som med primær prøvetaking, må prinsippene for korrekt prøvetaking legges til grunn ved den sekundære prøvetakingen. Et grunnleggende krav er at alle partikler i blandprøven skal ha like stor sannsynlighet for å bli tatt med i prøven som sendes til laboratoriet (sekundærprøven eller sluttprøven), eller som blir overført til beholderen for månedsblandprøve. God omrøring i blandprøvebeholderen er derfor et hovedkrav. Ved den sekundære prøvetakingen av slam kan det benyttes de samme prinsipper som er beskrevet for sekundær prøvetaking av avløpsvann i kapittel 5.4. Det anbefales å gjennomføre en replikattest (flere parallelle prøvetakinger) for å avklare innvirkningen av omrøringsmåte på TS-innholdet i sekundærprøven som tas ut fra blandprøvebeholderen. Det bør også undersøkes om TS-innholdet i sekundærprøven varierer med hvilken person som tar ut prøven.

5.6.2. Avvannet slam fra skruetransportører, siloer og containere

Hvis delprøvene av avvannet slam (normalt med TS-innhold i området 15 – 35 %) som blir tatt ut i løpet av et døgn, er delprøver som skal inngå i en blandprøve (for eksempel en månedsblandprøve som skal analyseres på tungmetaller), må delprøvene lagres i en fryser inntil hele prøveperioden er gjennomført. Alternativt kan de daglige delprøvene overføres til en større blandprøvebeholder som lagres i en fryser. Når prøvetaksperioden (for eksempel en måned) er avsluttet, sendes blandprøven til laboratoriet. Ved begge alternativ er det av avgjørende betydning for analyseresultatet at blandprøvene blandes godt før det tas ut prøve til analyse. Normalt er det laboratoriet som har ansvaret for dette.

5.6.3. Tørket slam

Ved sekundær prøvetaking av tørket slam (TS-innhold i området 80 – 95 %), kan det benyttes en prøveneddeler (riffle-splitter) for å ta ut en representativ sekundærprøve. Prøveneddeleren er godt egnet for tørket slam. Prøveneddeleren har parallelle kanaler som vekselvis ender opp i to atskilte oppsamlingsbeholdere. For å få tatt ut en sekundærprøve helles materialet over kanalene og prøvematerialet fordeles likt på de to oppsamlingsbeholderne. Den ene oppsamlingsbeholderen helles på nytt over kanalene og prøvematerialet blir halvert igjen. Figur 37 viser bruk av en prøveneddeler.



a) Bruk av prøveneddeler b) Toppen av prøveneddeleren

Figur 37. Bruk av prøveneddeler for sekundær prøvetaking av tørket slam

Prosedyren kan gjentas flere ganger inntil man har tatt ut en sekundærprøve med ønsket volum. Ved bruk av prøveneddeler må det legges vekt på følgende [28]:

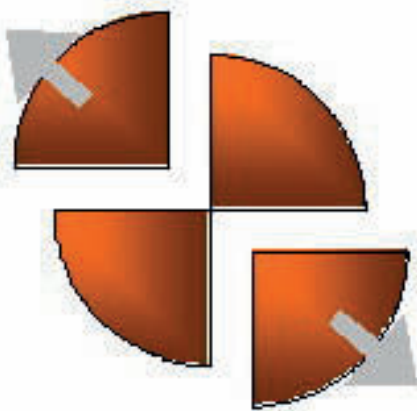
- ◆ Prøvematerialet må helles jevnt fordelt over hele bredden på prøveneddeleren
- ◆ Oppsamlingsbeholderen må være like bred som feltet med åpne kanaler
- ◆ Oppsamlingsbeholderen som det helles fra, må holdes vinkelrett på kanalene
- ◆ Prøvematerialet skal helles forsiktig over neddelingskanalene
- ◆ Oppsamlingsbeholderne må være store nok slik at de ikke renner over
- ◆ Oppsamlingsbeholderen som velges ut for videre neddeling, må velges ut tilfeldig

Prøveneddeleren er godt egnet for tørket slam. Den er imidlertid lite egnet for avvannet slam som er fuktig (TS-innhold 15 – 35 %) og har en tendens til å feste seg på veggene i neddeleren.

5.6.4. Slam fra hauger eller ranker

Delprøvene som tas ut fra ranker eller slamhauger, må blandes grundig på et rent underlag ved bruk av en spade eller greip. Et stykke plastfolie eller en avfallssekk kan brukes som underlag. Hvis prøven skal analyseres på organiske miljøgifter, kan vanlig plast ikke benyttes som underlag, og Rilsan folie må benyttes.

Neddelingen av prøvematerialet til en sekundærprøve som sendes til laboratoriet, kan gjøres ved såkalt "kvartering". Etter at alle delprøvene er godt blandet, legges materialet i en kjegleformet haug. Haugen deles i 4, og 2 deler som ligger diagonalt overfor hverandre, fjernes (se figur 38). De to gjenværende delene blandes og prosessen gjentas inntil prøvevolumet er redusert til ønsket mengde for sekundærprøven (sluttprøven).



a) Hovedprinsippet for neddeling ved kvartering



b) Manuell prøveneddeling

Figur 38. Neddeling av blandprøve fra en slamhaug

Kontrollspørsmål

- ▣ Hvilke hovedoppgaver må prøvetakeren (personen) utføre før prøvetakingen kan starte?
- ▣ Hvilke innstillinger og kontroller må gjøres på den automatiske prøvetakeren før prøvetakingen kan starte?
- ▣ Hvilke hoveddeler kan vannføringsmåleren deles inn i?
- ▣ Hvor bør prøvetakingspunktet plasseres når det skal tas prøver av avvannet slam fra en sentrifuge?
- ▣ Hvis du skal ta prøve av en haug med avvannet slam, hvor mange delprøver (prøvetakingspunkter) må du ha? Er svaret 1, 5 eller "må beregnes på grunnlag av volumet av haugen"?

6. Transport og lagring av prøver

Opplæringsmål

I kapittel 6 vil du lære om:

- ◆ Hvordan prøver av avløpsvann og slam bør konserveres slik at egenskapene ikke endres
- ◆ Hvilket materiale som flasker og beholdere skal være laget av
- ◆ Hvilke transport- og lagringstider som kan aksepteres

Prøver av slam, og i særlig grad avløpsvann, er ustabile, og fysiske, kjemiske og biologiske prosesser vil kunne føre til endringer i prøvens egenskaper hvis det ikke tas tilstrekkelige forholdsregler for å hindre dette. Den kritiske fasen er tiden fra prøven tas ut på prøvetakingsstedet og til analysen på laboratoriet kan starte. Virkningen av disse prosessene i prøven kan bli så omfattende at konsentrasjonen av stoffene som det analyseres på, kan være en helt annen enn i det opprinnelige materialet som det er tatt prøve av (for eksempel innløpsvannet til et renseanlegg). Omfanget av endringer som kan opptre i prøven, er avhengig av prøvematerialets kjemiske og biologiske sammensetning, omgivelsestemperaturen, eksponeringen for lys, hvilke parametere som det skal analyseres på, materialet som er benyttet i prøvebeholderen, hvordan denne er rengjort, lagringstiden mellom prøveuttak og analyse, samt andre påvirkninger som prøven er utsatt for. Materialene som er benyttet i prøvetakingsutstyret, og i særlig grad materialet i prøvebeholderen, må være tilpasset parameterne som det skal analyseres på.

Endringsprosessene i prøver av avløpsvann eller slam foregår ofte så raskt at prøvens egenskaper kan endres i løpet av noen få timer. Det er derfor viktig å alltid ta de nødvendige forholdsregler for å hindre at prøvens egenskaper endres. For enkelte parametere er det nødvendig å starte analysen umiddelbart etter prøveuttak.

6.1. Emballasje, lagring og konservering

6.1.1. Avløpsvann

I prøvetakingsperioden og ved transport til laboratoriet er nedkjøling til temperaturområdet 1 – 5 °C den mest benyttede konserveringsformen for avløpsprøver (se figur 39).

Dyppfrysing til –20 °C er en effektiv langtidskonservering. Dette gjelder imidlertid ikke for parametere som suspendert stoff og flyktige forbindelser. For å hindre at prøvebeholderen går i stykker ved dyppfrysingen, skal ikke beholderen fylles helt full. Hvis beholderen settes på skrå i fryseren reduseres faren for brekkasje. Hvis det må benyttes prøvebeholdere av glass, kan det være gunstig å plassere disse i plastposer slik at glassbiter ikke blir spredd rundt i fryseren hvis uheldet skulle være ute.

Parameterne som det skal analyseres på, må ikke påvirkes av komponenter i vaskemidler eller av syrer som benyttes for å rengjøre prøvetakingsutstyr eller prøvebeholdere. Det anbefales å benytte fosfatfrie vaskemidler. Prøvebeholderen skal hindre tap fra prøven som følge av adsorpsjon, fordamping og kontaminering av andre forbindelser. Faktorer som det må tas hensyn til ved valg av prøvebeholder, er:

- ◆ Beholderen skal være solid og ha god bestandighet mot knusing
- ◆ Den skal være lett å holde tett
- ◆ Det skal være enkelt å åpne beholderen
- ◆ Det må være lett for laboratoriet å ta ut en representativ prøve for de ulike analyser

I de ulike analysestandardene er det gitt detaljert informasjon for hver analyseparameter med hensyn til analysemetode, nødvendig prøvevolum, krav til prøvebeholderen, forbehandling av prøvebeholderen, anbefalt konservering, lagringstemperatur, prøvens holdbarhet etc.



Figur 39. Kjølebag for transport av prøver

NS-EN ISO 5667-3 [29] gir detaljert informasjon om konservering og håndtering av vannprøver. Husk at salpetersyre (HNO_3) ikke kan benyttes til konservering når prøvene skal analyseres for nitrogenkomponenter.

Ved rutineprøvetaking kan parameterne deles inn i 8 grupper avhengig av de fysiske-kjemiske egenskapene, konserveringsteknikk og krav til prøvebeholder. Disse gruppene er:

- ◆ Fysikk-kjemiske parametere (pH, alkalitet og ledningsevne)
- ◆ Suspendert stoff (SS), totalt tørrstoff (TS) og flyktig suspendert stoff (FSS)
- ◆ Organisk stoff (BOF_5 og KOF) og næringssalter (ammonium, nitrat, nitritt, total nitrogen, ortofosfat og totalfosfor)
- ◆ Metaller (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, Hg)
- ◆ Olje og fett
- ◆ Flyktige parametere (BTEX, etc.)
- ◆ Organiske mikroforurensninger
- ◆ Mikrobiologiske parametere

Tabell 3 inneholder en oppsummering av krav til beholdermateriale, vaskeprosedyrer og lagringskrav for disse 8 parametergruppene.

Tabell 3. Anbefalt materiale i prøvebeholdere, rengjøringsprosedyre og krav til lagring for ulike avløpsparametere

Parameter	Beholder-materiale	Vask av beholder	temperatur/konservering	Kommentarer
Fysisk-kjemiske parametere (f.eks. pH, ledningsevne, alkalitet)	PE/PP/glass	Syrevask	1 – 5 °C	
SS, TS og FSS	PE/PP/glass	Syrevask	1 – 5 °C	
BOF ₅ , KOF, næringssalter	PE/PP/glass	Syrevask	1 – 5 °C eller dypfrysing	
Metaller	PE/PP/glass	Syrevask	Syre eller dypfrysing	
Olje og fett	Glass	Syrevask og oppvarming til 450 °C	1 – 5 °C	Bare stikkprøver
Flyktige parametere	Glass	Syrevask og oppvarming til 450 °C	1 – 5 °C ekstraksjon	Beholderen fylles helt full
Organiske mikroforurensninger	Glass	Syrevask og oppvarming til 450 °C	1 – 5 °C eller dypfrysing	
Mikrobiologiske parametere	Glass	Sterilisering	-	

PE: Polyetylen, PP: Polypropylen

6.1.2. Slam

Det er ingen standard konserveringsmetode som gjelder for alle aktuelle analyseparametere i slam, men nedkjøling til 1 – 5 °C er metoden som anbefales for de fleste parametere. Hvis analyseparameteren gjør det mulig med dypfrysing eller tørking, blir transporten av prøven enklere og perioden før analysen starter kan forlenges. Mikrobiologiske analyser krever sterile prøvebeholdere. Det anbefales å benytte beholdere som er sterilisert på laboratoriet, eller sterile engangsbeholdere. Det er avgjørende for analyseresultatet at de bakteriologiske prøvene ikke kontamineres (forurenses) ved primær og sekundær prøvetaking. Engangshansker og utstyr som er tilfredsstillende rengjort, skal benyttes. Prøver som skal analyseres på mikrobiologiske parametere, skal ikke fryses og de må ikke tørkes (med mindre prøven er av et tørket produkt, for eksempel tørket slam).

Tabell 4. Anbefalt materiale i prøvebeholder, rengjøringsprosedyre og krav til lagring for ulike slamparametere [29]

Parameter	Beholdermateriale	Konservering	Lagringsbetingelser
pH	-	Ingen	Måles på stedet
Ledningsevne	PE/glass	Nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett
Totalt TS og flyktig TS	PE/glass	Nedkjøling Dypfrysing	1 – 5 °C/mørkt/lufttett <–20 °C/ mørkt/lufttett
Kjeldahl nitrogen (total nitrogen)	PE/glass	Nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett
Ammonium nitrogen	PE/glass	Nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett
Nitrat	PE/glass	Nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett
Nitritt	PE/glass	Nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett
Totalfosfor	Glass	Nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett
Ortofosfat	Glass	Nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett
Metaller (inkludert tungmetaller)	PE	Nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett
	PE	Dypfrysing	≤–20 °C/mørkt/lufttett
Kvikksølv	PE/glass	Tørking (60 °C)	Omgivelsestemperatur
	Glass/PTFE	Nedkjøling Dypfrysing	1 – 5 °C/mørkt/lufttett ≤–20 °C/mørkt/lufttett
Semi- og ikke-flyktige organiske forbindelser (PCB, PAH, pesticider, tunge hydrokarboner)	Glass, med PTFE- dekket kork/ aluminiumfolie/ Rilsan, Tedlar eller tilsvarende plasttyper	Nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett
		Dypfrysing Tørking (60 °C)	≤–20 °C/mørkt/lufttett Omgivelsestemperatur, mørkt og lufttett
Flyktige organiske komponenter	Glass/metall, PTFE- dekket kork	Tilsetning av metanol og nedkjøling	1 – 5 °C/mørkt/lufttett ≤–20 °C/mørkt/lufttett
		Nedkjøling (må ikke fryse)	1 – 5 °C/mørkt/lufttett *)

*) Mikrobiologiske prøver kan transporters/lagres nedkjølt (1 – 5 °C) over natten (24 timer) før analysen starter.

PTFE: Teflon

6.2. Transport av prøver

Det er et hovedkrav at transporttiden skal gjøres så kort som mulig. Selve transporten av prøven må derfor organiseres på en slik måte at tidsintervallet mellom prøvetaking og analyse blir minimalisert. Analysestandardene angir normalt maksimal tid fra prøveuttak til analysen må starte. Ofte er kravet at transporttiden må være kortere enn 24 timer hvis det skal analyseres på organisk stoff.

Tilstrekkelig kald lagring (1 – 5 °C) under transporten, kan oppnås ved å pakke prøvebeholderne sammen med kjøleelementer og benytte kjølebag (figur 39). Det må imidlertid unngås at prøven fryser under transporten.

Prøvetakingsplanen (se kapittel 3) skal inneholde informasjon om logistikken (hvem som er ansvarlig for transporten, hvor lang tid skal transporten ta, anslått tidspunkt for når prøven ankommer laboratoriet etc.). Hvis prøvene ikke transporteres til laboratoriet umiddelbart etter prøveuttaket, må de oppbevares i kjøleskap eller dypfryser.

Laboratoriet bør rådspørres med hensyn til transport av prøven for å finne den mest effektive transportmetoden. Ofte har laboratoriet sin egen transportordning som inkluderer transport av prøven i kjølebag og levering "over natten".

Kontrollspørsmål

- Hvilket temperaturområde menes det når kravet er at prøven skal lagres nedkjølt?
- Hvilke hovedkrav gjelder når det skal tas prøver som skal analyseres på mikrobiologiske parametere?
- Hvilket materiale må det være i beholderen når prøven skal analyseres på olje eller fett?

7. Dokumentasjon

Opplæringsmål

I kapittel 7 vil du lære om:

- ♣ Hvordan prøver skal merkes
- ♣ Hvordan man kan lage en prøvetakingsrapport
- ♣ Utarbeidelse av sporingsrapport

En grundig dokumentasjon av prøvetakingen er viktig, spesielt når prøvetakingen skal danne grunnlag for å beregne tilleggsgebyr eller ved utslippskontroll på avløpsrenseanlegg. Generelt er dokumentasjonen av prøvetakingen viktig når analyseresultatene skal tolkes. Grunnlaget for dokumentasjonen av prøvetakingen finnes i prøvetakingsplanen og observasjonene som gjøres i løpet av prøvetakingsperioden. Ofte samles dette i en prøvetakingsjournal. For å gjøre det oversiktlig kan all informasjon om prøvetakingen samles i en prøvetakingsrapport. Ved rutineprøvetaking, som utslippskontroll på et avløpsrenseanlegg, dokumenteres vanligvis prøvetakingen bare i form av en prøvetakingsjournal.

7.1. Identifikasjon av prøvetakingen

En prøvetaking identifiseres ved:

- ♣ En unik referanse i prøvetakingsplanen (for eksempel det årlige prøvetakingsprogrammet som utarbeides for et renseanlegg)
- ♣ Kundens navn, adresse og kontaktperson (i tilfeller der prøvetakingen utføres på oppdrag for en kunde, for eksempel en kommune)
- ♣ Navn og adresse til prøvetakingsstedet
- ♣ Dato og tidsrom for uttak av prøven
- ♣ Navnet på personen som har tatt ut prøven (prøvetaker)

7.2. Merking av prøver

Det er helt nødvendig at prøven kan identifisere når denne mottas på laboratoriet. Generelt sett bør merkingen av prøvebeholderen inneholde følgende informasjon:

- ♣ Prøveidentifikasjon (anlegg, prøvetakingspunkt)
- ♣ Dato og prøvetakingsperiode (start og stopp av prøvetakingen)
- ♣ Prøvemateriale (for eksempel innkommende avløpsvann)
- ♣ Prøvetype (for eksempel ukeblandprøve)
- ♣ Navn på prøvetaker
- ♣ Eventuelle konserveringsmidler som er tilsatt
- ♣ Oversikt over hvilke parametere som skal analyseres

Informasjonen bør stå på en etikett som er klistret på prøvebeholderen. Prøven skal ikke merkes ved å skrive direkte på beholderen fordi skriften lett kan forsvinne og i verste fall kan prøven bli kontaminert. Skriften på etiketten må tåle både fuktighet, frysing og tining, uten at det som er skrevet blir utydelig og vanskelig å lese. Prøvetikettene kan vær håndskrevet eller skrevet ut på forhånd slik at prøvetakeren bare fyller inn den nødvendige informasjonen som må innhentes på prøvetakingsstedet (for eksempel tidspunkt for start og stopp av prøvetakingen).

Tips: Merking av prøver

- ◆ Det må være lett å lese det som står skrevet på prøvebeholderen
- ◆ Etiketten skal ikke plasseres på lokket/korken til prøvebeholderen
- ◆ Se til at etiketten er godt festet slik at den ikke faller av ved håndtering og transport av prøven
- ◆ Bruk etiketter som er store nok til å få plass til all nødvendig informasjon
- ◆ Hvis prøvene transporteres til laboratoriet i en kjølebag med is eller kjølelementer, bør prøveflaskene pakkes inn i plast, eventuelt plastposer for å hindre at etiketten blir våt
- ◆ Laboratoriet kan ha standardiserte prøveetiketter. Disse bør brukes under forutsetning av at all nødvendig informasjon om prøven ivaretas

Laboratoriet har som regel et standardskjema som angir hvilke parametere som skal analyseres i prøven. Dette skjemaet skal følge prøvoforsendelsen.

7.3. Prøvetakingsjournal

Prøvetakingsjournalen (standardskjema, loggbok etc.) bør inneholde følgende informasjon:

- ◆ Identifikasjon av prøven
- ◆ Angivelse av prøvetakingspunkt
- ◆ Referanse til en prøvetakingsprosedyre (blandprøve eller stikkprøve, eventuelt antall stikkprøver, vannføringsproporsjonal eller tidsproporsjonal prøve etc.)
- ◆ Referanse til prøvetakingsutstyret som er benyttet. Hovedutstyret som er benyttet (for eksempel automatiske prøvetakere) skal ha et unikt identifikasjonsnummer og skal stå i utstyslisten
- ◆ Avlesninger og observasjoner som er gjort i prøvetakingsperioden
- ◆ Eventuelle avvik fra prøvetakingsplan og prøvetakingsprosedyre

Eksempel på en prøvetakingsjournal til bruk ved uttak av ukeblandprøver på kommunalt avløpsrensaneanlegg er vist i vedlegg 1. Mer utfyllende informasjon om utarbeidelse av prøvetakingsjournaler finnes i [26].

7.4. Springsjournal (transportjournal)

Spingsjournalen (på engelsk: Chain of custody report) inneholder en kronologisk dokumentasjon av prøvens historie fra prøven blir tatt ut til den blir overlevert på laboratoriet som skal utføre analysen. Hensikten med springsjournalen er å sikre og dokumentere at noen til enhver tid har hatt ansvaret for prøven før den blir levert på laboratoriet. Et annet navn på denne journalen er "transportjournal". Journalen kan lages som et standardskjema, og dette bør benyttes der det er aktuelt. I vedlegg 2 er det vist eksempel på en springsjournal. Normalt inneholder journalen følgende informasjon:

- ◆ Navn og adresse på prøvetakingsstedet
- ◆ Navn på prøvetaker
- ◆ Prøvens referansenummer (hvis den har fått dette)
- ◆ Prøvetype
- ◆ Angivelse av prøvetakingspunkt (for eksempel "innløp")
- ◆ Materialet det er tatt prøve av (for eksempel "avvannet slam")
- ◆ Prøvetakingsperiodens start og stopp
- ◆ Prøvebeholderens type og størrelse
- ◆ Initialer/underskrift til personene som har vært involvert i prøvetakingen og transport av prøven til laboratoriet (dato, tidspunkt og initialer/signatur)

Mottaket av prøven på laboratoriet må registreres. Samtidig må prøven kontrolleres for å sikre at det er benyttet korrekt konserveringsmetode, at temperaturen i prøven ligger innenfor akseptkriteriene, at sporingsjournalen inneholder de nødvendige underskrifter. Hvis prøven leveres til et kommersielt laboratorium, vil prøven normalt få et unikt referansenummer (lab.nr.) når den blir tatt imot på laboratoriet.

7.5. Prøvetakingsrapport

Hele prøvetakingen vil bli dokumentert i en prøvetakingsrapport. Ved rutinemessig prøvetaking som for eksempel utslippskontroll ved avløpsrensaneanlegg, vil det normalt ikke bli utarbeidet en fullstendig prøvetakingsrapport for hver prøvetaking. Når det utarbeides en prøvetakingsrapport, skal denne inneholde følgende informasjon:

- ◆ Navn og adresse på prøvetakingsstedet
- ◆ Referanse til en prøvetakingsplan
- ◆ Unik identifikasjon av hver prøve
- ◆ Unik identifikasjon av prøvetakingspunktet(ene)
- ◆ Angivelse av prøvetype
- ◆ Prøvetakingsdato og tid (for blandprøver angis start og stoppdato, samt tidspunkter)
- ◆ Henvisning til prøvetakingsprosedyren som er benyttet
- ◆ Identifikasjon av utstyret som er benyttet
- ◆ Observasjoner og detaljer som er nødvendig for å vurdere analyseresultatene
- ◆ Vannføring i prøvetakingsperioden (døgnvannføring for hvert døgn i prøvetakingsperioden), eventuelt slammengden som prøven representerer
- ◆ Resultater fra kvalitetskontroller som er utført i prøvetakingsperioden
- ◆ Eventuelle avvik fra prøvetakingsprosedyre og prøvetakingsplan
- ◆ Prøvetakingsrapporten skal ha et unikt nr.
- ◆ Sidenr. og totalt antall sider
- ◆ Underskrift til den ansvarlige for prøvetakingen

Ytterligere informasjon om utarbeidelse av prøvetakingsrapporter finnes i [26].

7.6. Arkivering

Prosedyrene som skal følges ved arkivering av prøvetakingsdata, bør være spesifisert i kvalitetssystemet til avløpsrensaneanlegget eller til organisasjonen som er ansvarlig for prøvetakingen. Følgende bør som et minimum, arkiveres:

- ◆ Prøvetakingsplan
- ◆ Prøvetakingsjournal
- ◆ Sporingsrapport (transportjournal)
- ◆ Prøvetakingsrapport
- ◆ Notatbøker som benyttes til å notere observasjoner i prøvetakingsperioden

Dokumentene bør arkiveres i minst 3 år og i alle tilfeller det som kreves i gjeldende lover og forskrifter.

Kontrollspørsmål

- ◆ Hvilke krav stilles til etiketten som skal benyttes på prøvebeholdere, og hvor bør den plasseres?
- ◆ Hvilken informasjon bør en prøvetakingsjournal inneholde?
- ◆ Hvilken informasjon bør inkluderes i en prøvetakingsrapport?

8. Kvalitetskontroll

Opplæringsmål

I kapittel 8 vil du lære om:

- ♣ Betydningen av kvalitetskontroll og validering i prøvetakingen
- ♣ Krav til kvalitetskontroll og validering
- ♣ Rapportering og vurdering av kvalitetsdata

All prøvetaking gjennomføres for å framskaffe informasjon som kan benyttes direkte eller indirekte i en beslutningsprosess. For å sikre at beslutningene tas på et pålitelig grunnlag, må kvaliteten på grunnlagsdata tilfredsstillende kvalifisere krav.

8.1. Kvalitetskrav til prøvetakingen

Kvalitetskravene som stilles, vil variere avhengig av formålet med prøvetakingen. En årsak til at det tas prøver kan være at det skal kontrolleres om utslippene fra et avløpsrensaneanlegg overholder gitte krav. Kvalitetskravene må foreligge når prøvetakingen planlegges, gjennomføres og rapporteres. Kvalitetskravene som stilles til en prøvetaking, kan formuleres på ulike måter, for eksempel:

- ♣ Maksimal usikkerhet (for eksempel maksimalt relativt standardavvik ved prøvetakingen) som kan aksepteres
- ♣ Krav til bruk av en spesifikk prøvetakingsmetode (for eksempel referanse til en spesifikk prøvetakingsstandard og spesifikke krav til kontrollparametere ved prøvetakingen)
- ♣ Kompetansekrav til prøvetakeren eller prøvetakingsorganisasjonen. Det kan være personellsertifisering i henhold til Nordtests opplegg for personellsertifisering av prøvetakere [14], eller akkreditering av prøvetakingsorganisasjonen i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025 [13]

I mange tilfeller vil kvalitetskravene bli fastlagt i form av en maksimal akseptabel usikkerhet ved kontrollen som skal gjennomføres. Den maksimale akseptable usikkerheten omfatter både usikkerheten i analysene, prøvetakingen og den naturlige variasjonen i materialet det tas prøver av (i dette tilfellet avløpsvann eller slam). Hvis det settes svært strenge krav til den totale usikkerheten, må det gjennomføres spesielle undersøkelser for å bestemme usikkerheten i prøvetakingen. Vektleggingen av de ulike aspektene vil variere avhengig av tilgjengelig informasjon og den aktuelle situasjonen. Ideelt sett bør det formuleres krav til maksimal akseptabel usikkerhet for alle parametere som prøven skal analyseres på. Av praktiske og økonomiske årsaker er dette ikke aktuelt for blandprøver av avløpsvann og slam. I stedet kan kvalitetskravene til prøvetakingen knyttes til parametere som er kritiske for prøvetakingen (for eksempel hastighet i sugeslangen og størrelsen på delprøvevolumet etc.).

8.2. Metoder for å skaffe oversikt over usikkerheten knyttet til prøvetaking av avløpsvann og slam

Ideelt sett bør det gjennomføres duplikat prøvetaking (flere prøver tas ut samtidig og analyseres) slik at presisjonen (evnen til å produsere samme resultat ved gjentatte prøvetakinger) knyttet til prøvetakingen for parametere som det skal analyseres på, kan bestemmes. Dette vil være et uttrykk for usikkerheten som følge av tilfeldige feil i prøvetakingen. Duplikat prøvetaking er nærmere beskrevet i [26]. Duplikat prøvetaking er normalt vanskelig å gjennomføre fra en varierende strøm av avløpsvann og slam, for

eksempel ved vannmengdeproporsjonal prøvetaking av avløpsvann på et renseanlegg. For denne typen prøvetaking kan ulike metoder benyttes:

- ◆ Vurdering av kritiske parametere knyttet til prøvetakingen
- ◆ Utprøving på laboratoriet
- ◆ Duplikat prøvetaking i felt
- ◆ Duplikat prøvetaking fra flere oppsamlingsbeholdere
- ◆ Variografi (statistisk analyse av variasjonene i en prosessstrøm)

Tabell 5. Aktuelle metoder for å skaffe oversikt over usikkerheten knyttet til prøvetaking av avløpsvann og slam

		Krav til kritiske parametere ved prøvetakingen	Laboratorie-utprøvinger	Duplikat prøvetaking i felt	Duplikat prøvetaking fra flere beholdere	Variografi
Automatisk prøvetaking av avløpsvann	Kjøp av utstyr	✓	✓	✓	-	-
	Validering	✓	-	✓	(✓)	-
	Kvalitetskontroll	✓	-	✓	-	(✓)
Prøvetaking av slam	Kjøp av utstyr	-	-	✓	-	-
	Validering	-	-	✓	(✓)	-
	Kvalitetskontroll	-	-	✓	-	(✓)

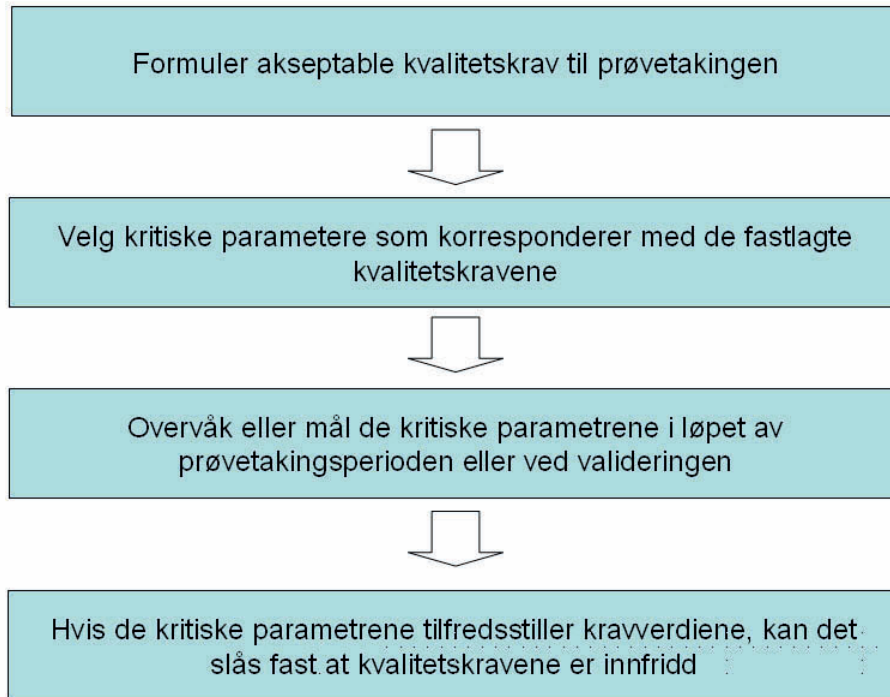
✓ : Aktuelt å benytte
 (✓) : Aktuelt å benytte hvis forholdene tillater det
 - : Ikke aktuelt

Krav til kritiske parametere ved prøvetakingen: Vurdering av usikkerheten i prøvetakingen basert på måling av kritiske parametere er avhengig av at det på forhånd er gjort en vurdering for å bestemme hvilke parametere som er kritiske for å kunne gjennomføre en korrekt prøvetaking. Vurderingen må derfor kunne ut i et sett med grenseverdier som skal gjelde for de kritiske parametere for å sikre at de gitte kravene til kvalitet i prøvetakingen blir tilfredsstillt.

Eksempel 8.1: Parametere og kravverdier som benyttes for å vurdere automatiske prøvetakere [21]		
Kritisk parameter i prøvetakingen	Beskrivelse	Kravverdi
Delprøvevolum	Middelfeilen i forhold til innstilt volum, samt ekspandert usikkerhet ved 95 % konfidensnivå	<5 %
Hastighet i sugeslange	Sugehastighet ved en sugehøyde i området 2 – 7 m	>0,5 m/s
Tidsur på prøvetaker	Endring i tidsintervall for prøvetaking i løpet av 24 timer	<10 s/24 timer
Temperatur 1)	Temperaturstabilitet for prøven ved omgivelsestemperaturer i området -10 °C til 40 °C	0–5 °C

1) Gjelder for prøvetakere med integrert kjøleskap

Vurdering av kritiske parametere kan være en egnet metode når det skal velges utstyr eller metode for en planlagt prøvetaking. Framgangsmåten kan også benyttes når man skal bekrefte egnetheten av (validere) en prøvetakingsprosedyre som er utviklet eller tatt i bruk. Bruk av kritiske parametere i prøvetakingen er illustrert i figur 40.



Figur 40. Skrittvis framgangsmåte ved bruk av kritiske parametere ved validering eller kvalitetskontroll

Laboratorieutprøving: En vurdering av kvaliteten på prøvetakingen kan gjennomføres i et forsøksanlegg der det er sikret tilfredsstillende omblending av avløpsvannet og der det er mulig å ta ut referanseprøver for sammenlikning.

Eksempel 8.2: Laboratorieutprøving av en automatisk prøvetaker (basert på [21])

En automatisk prøvetaker kan testes ved at det tas ut prøver fra en 50 l beholder med avløpsvann. Beholderen skal ha god omrøring for å sikre at avløpsvannet er mest mulig homogent fordelt.

I 4 omganger tas det ut en delprøve ved hjelp av den automatiske prøvetakeren. Samtidig tas det ut 4 manuelle delprøver.

De 8 delprøvene analyseres for de aktuelle parametrene (normalt SS, BOF₅, KOF, Tot-P og Tot-N), og middelerverdi og standard avvik for de to prøveseriene sammenliknes. Det skal ikke være signifikant forskjell (95 % konfidensnivå) for prøveseriene som er tatt ut henholdsvis automatisk og manuelt.

Testen bør gjennomføres for flere ulike sugehøyder.

Laboratorieutprøving er neppe et alternativ for den enkelte bruker av prøvetakingsutstyret (eksempel 8.2), på grunn av kostnadene som er forbundet med å etablere selve testanlegget og dessuten kostnadene for å gjennomføre testen. Laboratorieutprøvinger er i første rekke aktuelt for produsenter og leverandører av prøvetakingsutstyr for å dokumentere hvordan utstyret fungerer. Laboratorieutprøving av prøvetakingsutstyr benyttes også ved sertifisering av utstyr for prøvetaking av avløpsvann, for eksempel ordningen som drives av MCERTS i England [21]. Som en del av anskaffelsesprosedyren for nytt prøvetakingsutstyr kan det legges inn en vurdering av utstyrets sertifiseringsdokumentasjon.

Duplikat prøvetaking i felt: Duplikate prøver i felt tas ut for å vurdere presisjonen i både prøvetakings- og analyseprosedyrer (se eksempel 8.4).

Duplikat prøvetaking fra flere beholdere: Denne typen prøvetaking brukes særlig når egnetheten (validering) av nye prøvetakingsprosedyrer skal undersøkes (se eksempel 8.5).

Variografi: Ved analyse av resultater fra prøvetaking med ulike prøvetakingsmetoder (for eksempel vannføringsproporsjonal eller tidsproporsjonal prøvetaking) kan presisjonen i prøvetakingen beregnes. For ytterligere informasjon om variografianalyse henvises til [31].

Systematiske feil som kontaminering av prøven, eller tap av de aktuelle analyseparametere under transport og lagring, kan kontrolleres ved felt-kontroll prøver og felt-blank prøver. Dette er nærmere beskrevet i [26]. Eventuell kontaminering og tap av aktuelle analyseparametere som følge av prøvetakingsutstyret kan undersøkes ved laboratorieutprøvinger der det benyttes felt-blank og utstyrs-blank prøver ved prøvetaking for analyse av organiske miljøgifter.

Praktisk tips: Bruk av felt-blank og utstyrs-blank prøver

Felt-blank

En felt-blank prøve er en prøve som er tillaget på laboratoriet og som ikke inneholder noen av komponentene som det skal analyseres på. Prøven tas med til prøvetakingsstedet, overføres til samme type prøvebeholder som skal benyttes ved prøvetakingen, konserveres, transporteres og lagres på samme måte som de virkelige prøvene. Felt-blank prøven bli derfor utsatt for de samme påvirkningene ved transport og lagring som de virkelige prøvene. Hvis det ved analyse av felt-blank prøven detekteres noen av parametrene som man kan forvente å finne i det man skal ta prøve av (for eksempel avløpsvann eller slam), må dette være forurensninger som er tilført prøven fra materiale i prøvebeholderen, fra konserveringsmiddel eller fra andre kilder.

Utstyrs-blank

En utstyrs-blank prøve er en prøve som er tillaget på laboratoriet og som ikke inneholder noen av komponentene som det skal analyseres på. Prøven kommer også i kontakt med prøvetakingsutstyret. For eksempel kan prøven bli sugd opp fra prøvebeholderen med en automatisk prøvetaker og deretter analysert. Testing med utstyrs-blank prøver kan gjøres både på laboratoriet og i felt. Utstyrs-blank prøver benyttes for å kontrollere prosedyrene for rengjøring av utstyret slik at forurensninger ikke overføres fra en prøve til en annen. Utstyrs-blank prøver benyttes også for å kontrollere at prøvetakingsutstyret i seg selv ikke forurenser prøven.

Det er ikke vanlig å gjøre denne typen undersøkelser ved uttak av prøver som skal analyseres på de normale analyseparametere for kommunalt avløpsvann og slam, men det kan være aktuelt i forbindelse med uttak av prøver om skal analyseres på for eksempel organiske miljøgifter.

Hvis det kan forventes at det opptrer systematiske feil ved prøvetakingen, må det gjennomføres en mer grundig usikkerhetsanalyse. Det viktigste tiltaket for å unngå denne typen problemer, er å basere prøvetakingen, inkludert utstyr, på aksepterte referansemetoder (standardiserte metoder).

8.3. Forberedelse til prøvetaking

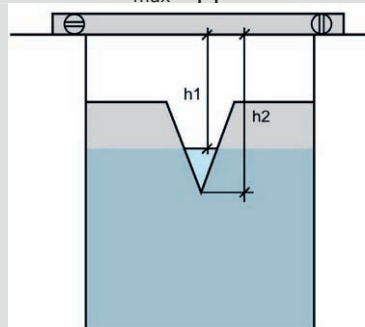
Kalibrering og kontroll av utstyrets funksjon før og under prøvetakingen er en forutsetning for å oppnå god kvalitet i prøvetakingen. Kalibrerings- og kontrollprosedyrene er normalt beskrevet i bruksinstruksene for utstyret. Typiske kontrollprosedyrer er beskrevet i tabell 6.

Tabell 6. Typiske kontrollprosedyrer ved prøvetaking av avløpsvann

Utstyr	Kontrollprosedyre	Tips/eksempel
Automatisk prøvetaker	Kontroll av delprøvevolumet	Se eksempel 5.3
	Kontroll av hastigheten i sugeslangen	Se eksempel 5.4
Oppsamlingsbeholder for blandprøve	Kontroll av temperaturen i kjøleskapet i løpet av prøvetakingsperioden	–
	Kontroll av volumet av blandprøven ved avslutningen av prøvetakingsperioden	Se eksempel 8.7
Vannføringsmåler	Kontroll av 0-punkt	Se eksempel 8.4
	Simulering av vannføring	Se eksempel 8.4
	Test av vannføringsmåler	Se eksempel 8.3
	Test av signalet fra vannføringsmåleren til den automatiske prøvetakeren	Se eksempel 8.4

Eksempel 8.3: Enkel kontroll av vannføringsmåler (30° V-overløp) før prøvetakingen starter

Prøvetakeren bør gjøre rutinemessige kontroller av vannføringsmåleren. Oppstuvningshøyden (H) kan måles ved bruk av et vater og en tommestokk i et punkt ca. 4-5 H_{\max} oppstrøms måleprofilen.



Avstanden fra vateret og ned til vannflaten er (h_1) er 0,37 m. Avstanden fra vateret og ned til bunnen av V-overløpet (h_2 , 0-punkt) er 0,483 m. Oppstuvningen (H) = (0,483–0,370) m = 0,113 m. Vannføringsformelen for overløpet er: $Q = 1344 \cdot H^{2,5}$ m³/time. Dette betyr at vannføringen Q er 5,77 m³/time. Vannføringsmåleren viser 7,56 m³/time. Avviket fra riktig vannføring er derfor 31 %.

Konklusjon: Vannføringsmåleren må justeres før prøvetakingen kan starte.

Eksempel 8.4: Test av vannføringsmåler

Kontroll av 0-punkt (0-vannføring) for ekkoloddet:

Vannivået senkes slik at det står jevnt med bunnen av V-overløpet, eller slik at målerennen tørrlegges. Målt vannføring skal nå være lik 0. Hvis ikke dette er tilfelle, må 0-punktet for ekkoloddet justeres.

Simulering av ulike vannføringer:

En justerbar plate som holdes under ekkoloddet, blir benyttet for å simulere ulike oppstuvninger. Normalt simuleres oppstuvningen i 10 %-intervaller fra 10 til 100 % av maksimal oppstuvning. Vannføringen som avleses på vannføringsmåleren, sammenlignes med vannføringen som beregnes ved bruk av formelen som gjelder for det aktuelle måleprofilen. Hvis det er avvik mellom avlest og beregnet, må liniariseringsenheten justeres.



Justerbar plate for å simulere ulike oppstuvninger under ekkoloddet



V-overløp med ekkolodd

Test av signalet fra vannføringsmåleren til den automatiske prøvetakeren:

Ved å holde den justerbare platen i en fast posisjon under ekkoloddet, kan signalet som overføres til den automatiske prøvetakeren kontrolleres. Platen kan for eksempel innstilles på en høyde (H) lik 0,15 m i et 45° V-overløp for å simulere oppstuvningen. Q-H formelen for overløpet er:

$$Q = 2057 \cdot H^{2,5} \text{ m}^3/\text{time. Hvis } H = 0,15 \text{ m, } Q = 17,93 \text{ m}^3/\text{time}$$

Den automatiske prøvetakeren er programmert for å ta en delprøve for hver 2 m³ som passerer overløpet. Intervallet mellom hver start av prøvetakeren skal da være 6 min og 42 sek. Kontrollen viser at prøvetakeren starter hvert 6 min og 39 sek. Det kan derfor konkluderes med at signaloverføringen fungerer tilfredsstillende.

8.4. Undersøkelse av usikkerheten i prøvetakingen

Prinsipielt sett bør det kartlegges hvordan usikkerheten i prøvetakingen påvirker analyseverdiene for de aktuelle parameterne. Dette er som nevnt vanskelig å gjennomføre for alle deler av prøvetakingen. Eksempel 8.5 viser hvordan usikkerheten ved prøvetaking av avvannet slam kan bestemmes.

Eksempel 8.5: Undersøkelse av usikkerheten (validering) av metode for prøvetaking av avvannet slam (duplikat prøvetaking i felt)

Prøvetaker tar ut en stikkprøve (S_1) av avvannet slam fra en sentrifuge for analyse av TS. En ny stikkprøve (S_2) tas så ut 60 sek etterpå ved bruk av samme prøvetakingsprosedyre. De to prøvene anses å være tilnærmet like (duplikate prøver). Seks duplikate prøver blir tatt ut totalt. Hver av prøvene som utgjør ett prøvesett, blir delt i to og analysert hver for seg. Dette gjør det mulig å beregne usikkerheten som er knyttet til henholdsvis uttak av prøvene og til analyse av TS.

Duplikat prøvesett nr.	S1		S2	
	TS ₁₋₁ (%)	TS ₁₋₂ (%)	TS ₂₋₁ (%)	TS ₂₋₂ (%)
1	26,3	24,3	24,2	22,6
2	24,3	24,5	25,8	24,5
3	26,2	24,8	26,0	22,7
4	25,4	26,1	26,9	26,0
5	26,3	24,6	26,8	26,0
6	23,7	23,6	25,4	26,1

TS : TS-innhold

Usikkerheten (relativt standardavvik, RSD) ved henholdsvis prøvetaking og analyse, beregnes ved variansanalyse (ANOVA). Et Excel regneark for å gjøre variansanalysen kan lastes ned fra: www.samplersguide.com

Beregningen gir følgende resultater:

Usikkerhet knyttet til analysen ($RSD_{analyse}$)	4,18 (%)
Usikkerhet knyttet til prøvetakingen ($RSD_{prøvetaking}$)	2,49 (%)

Hvis den beregnede usikkerheten som kan knyttes til prøvetakingen, ikke tilfredsstillende eventuelle krav som er gitt for prøvetakingen, må prøvetakingsprosedyren korrigeres og en ny validering gjennomføres.

Avhengig av hva det skal tas prøver av, er det ofte mulig å finne en eller flere kritiske parametere som kan benyttes for å validere en prøvetakingsprosedyre. Ved prøvetaking av avløpsvann er suspendert stoff (SS) en godt egnet parameter for en slik vurdering. Det er vanskelig å gjøre en validering av den primære prøvetakingen ved analyse av SS, men den sekundære prøvetakingen kan valideres ved analyse av SS etter en tilsvarende framgangsmåte som er vist i eksempel 8.5. Eksempel 8.6 viser validering av prosedyren for sekundær prøvetaking fra oppsamlingsbeholderen for døgnblandprøve.

Når duplikat prøvetaking ikke kan benyttes for å validere prøvetakingsmetoden, kan som nevnt tidligere, andre kritiske parametere som inngår i prøvetakingen, måles/overvåkes. Et eksempel på en kritisk parameter er hastigheten i sugeslangen på den automatiske prøvetakeren. Eksempel 5.4 viser hvordan hastigheten i sugeslangen kan beregnes.

Et viktig forhold ved validering av en prøvetakingsprosedyre er å redusere innvirkningen av systematiske feil mest mulig. Dette kan oppnås ved å benytte utstyr og prosedyrer som leverandøren av utstyret har testet ved laboratorieutprøvinger, samtidig som det tas de nødvendige forholdsregler for å hindre forurensning av prøvene. Risikoen for forurensning av prøven er størst ved uttak av prøver som skal analyseres for organiske mikroforurensninger, mens tap av stoffer ved prøvetakingen er mest kritisk ved uttak og håndtering av prøver som skal analyseres på flyktige komponenter eller lett adsorberbare komponenter. "Avløpsparametere", som for eksempel BOF₅, KOF, Tot-P, Tot-N og SS, er lite utsatt for forurensning og tap av komponenter, hvis prøvene lagres og transporteres

nedkjølt innenfor et begrenset tidsrom. For slike prøver kan valideringen reduseres til en kontroll av hvordan temperaturen endres i prøven i løpet av transporten.

Eksempel 8.6: Validering av prosedyre for sekundær prøvetaking fra oppsamlingsbeholder for døgnblandprøve (duplikat prøvetaking fra flere beholdere)

Duplikate sekundærprøver (S_1 og S_2) ble tatt ut fra 5 blandprøvebeholdere. Samme prosedyre for omblending av beholder og uttak av sekundærprøver ble benyttet.



Sekundær prøvetaking fra fem blandprøvebeholdere

Duplikat prøve nr.	S_1		S_2	
	SS_{1-1} (mg/l)	SS_{1-2} (mg/l)	SS_{2-1} (mg/l)	SS_{2-2} (mg/l)
1	210	280	240	230
2	300	270	340	330
3	240	220	210	220
4	250	230	250	240
5	220	210	210	200

SS: konsentrasjonen av suspendert stoff

Usikkerheten (relativt standardavvik, RSD) ved henholdsvis prøvetaking og analyse ble beregnet ved variansanalyse (ANOVA).

Beregningen ga følgende resultater:

Usikkerhet knyttet til analysen ($RSD_{analyse}$) 7.74 (%)

Usikkerhet knyttet til prøvetakingen ($RSD_{prøvetaking}$) 4.38 (%)

8.5. Kvalitetskontroll ved prøvetakingen

Kvalitetskontrollen av prøvetakingen skal gi informasjon om hvilken kvalitet som oppnås ved den rutinemessige prøvetakingen. Denne aktiviteten gjennomføres derfor som en del av prøvetakingen. Ved prøvetaking av avløpsvann omfatter kvalitetskontrollen i første rekke kontroll av kritiske punkter og prosesser i prøvetakingsforløpet, både før, under og etter prøvetakingen (se kapittel 8.2).

Eksempel 8.7: Kontroll av volumet av blandprøven ved uttak av døgnblandprøver

Ved vannmengdeproporsjonal prøvetaking er volumet av blandprøven som samles opp, proporsjonal med vannmengden som passerer prøvetakingspunktet i prøvetakingsperioden. Forventet volum av blandprøven kan beregnes på grunnlag av data fra kontrollen av delprøvevolumet for den automatiske prøvetakeren og registrert vannmengde i prøvetakingsperioden. Hvis avviket mellom forventet volum av blandprøven og det faktiske volumet som tas ut, overskrider akseptabelt avvik i henhold til prøvetakingsprosedyren (for eksempel $\pm 10\%$; hvilket avvik som kan aksepteres, vil variere), må årsaken til avviket undersøkes, og det må tas stilling til om prøvetakingen kan godkjennes.

Akseptabelt avvik mellom oppsamlet volum og teoretisk beregnet volum er ikke angitt i noen standard. Mange anlegg erfarer at avviket varierer innenfor forholdsvis vide grenser når man starter med å følge opp denne parameteren. Etter hvert som feil og svakheter i prøvetakingsopplegget blir ryddet av veien, vil avviket vanligvis bli mindre.

Døgnvannføring	(Q_d)	15.000	$m^3/døgn$
Avløpsmengden mellom hvert delprøveuttak	($Q_{delprøve}$)	100	m^3
Volumet av en delprøve	($V_{delprøve}$)	120	ml
Beregnet volum av blandprøven	($V_{beregnet}$)	18	l
Volumet av uttatt blandprøve	(V_{uttatt})	15,75	l
Beregnet avvik	-	-12,5	%

Konklusjon: Avviket mellom forventet (beregnet) volum av blandprøven og volumet av blandprøven som ble tatt ut, overskrider akseptabelt avvik på $\pm 10\%$ i henhold til prøvetakingsprosedyren. Årsaken til avviket bør undersøkes og eventuelle korrigerende tiltak bør iverksettes.

Hvis det er en risiko for at prøven kan bli forurenset med eller tape (utlekking fra prøvebeholderen) noen av komponentene som det skal analyseres på, bør det tas felt blank-/kontrollprøver og utstyrs blank-/kontrollprøver (se kapittel 8.2 og 8.3). Hvis kontrollen av de kritiske punktene i prøvetakingen indikerer at det opptrer tilfeldige feil som medfører at kravene til den totale usikkerheten ved prøvetakingen overskrides, eller at det er et krav at usikkerheten ved den aktuelle prøvetakingen skal bestemmes, kan det gjennomføres en variografisk analyse av prøvetakingen. Dette er ikke aktuelt ved rutinemessig prøvetaking av avløpsvann og slam.

8.6. Vurdering av usikkerheten ved prøvetakingen

Usikkerheten i den aktuelle prøvetakingen i forhold til kvalitetskravene som gjelder for prøvetakingen, blir vurdert to ganger i løpet av prøvetakingsforløpet:

1. I forkant av prøvetakingen, når prøvetaker velger en egnet prosedyre og egnet utstyr som skal benyttes
2. I etterkant av prøvetakingen, når prøvetaker vurderer informasjonen fra overvåkningen av kritiske parametere (se eksempel 8.7)

Ved rutinemessig prøvetaking av avløpsvann og slam må prosedyrene som følges, være basert på en gjennomført validering. Det er med andre ord ikke nødvendig å gjøre en nøy kontroll av prosedyren hver gang det skal tas prøve. Det er imidlertid helt

avgjørende at prosedyren følges ved prøvetakingen. Når prøvetakingsprosedyrene skal fastlegges, kan vurderingen av usikkerheten som er forbundet med ulike prosedyrer, baseres på følgende nøkkelinformasjon:

- ◆ Tilfeldige feil
 - ◊ Tilfredsstiller det relative standardavviket ved duplikat prøvetaking det fastlagte kravet?
- ◆ Systematiske feil
 - ◊ Indikerer felt blank-/kontrollprøver og utstyrs blank-/kontrollprøver at det opptrer henholdsvis forurensning av prøven eller tap av den/de aktuelle parameterne fra prøvetakingsbeholderen?
 - ◊ Er prosedyrene basert på aksepterte referansemetoder, eller har de blitt vurdert opp mot slike, for eksempel ved sammenliknende prøvetakinger eller prøvetakinger på etablerte standardiserte prøvetakingspunkter?

Vurderingen av usikkerheten som er oppnådd ved den aktuelle prøvetakingen, kan baseres på følgende nøkkelinformasjon:

- ◆ Tilfeldige feil
 - ◊ Hvis det er gjennomført duplikat prøvetaking, tilfredsstiller det relative standardavviket som oppnås, de fastlagte kravene?
- ◆ Systematiske feil
 - ◊ Er felt blank-/kontrollprøver og utstyrs blank-/kontrollprøver som er tatt i tilknytning til prøvetakingen, uten forurensning eller tap av de aktuelle forurensningsparametere?
- ◆ Avvik og observasjoner
 - ◊ Ble prosedyrene for bruk av utstyr og gjennomføring av prøvetakingen fulgt? Har det vært avvik fra prosedyrene som kan medføre at usikkerheten i prøvetakingen er større enn forventet?
 - ◊ Er det observasjoner i prøvetakingsperioden som kan medføre at de valgte prøvetakingsprosedyrene likevel ikke er egnet for den aktuelle prøvetakingen?

For rutinemessig prøvetaking av avløpsvann og slam er det i særlig grad avvik og observasjoner som det er aktuelt å vurdere med hensyn til usikkerheten som oppnås.

I de fleste tilfeller er det ikke et tilstrekkelig datagrunnlag for å kunne gjøre en vurdering av usikkerheten i prøvetakingen ved bruk av statistiske metoder. Vurderingen av usikkerhet vil derfor ofte kunne uttrykkes i følgende utsagn: "Oppnådd relativt standardavvik (RSD) er lavere enn kravet". Et annet utsagn kan være: "Det ble ikke observert kontaminering av prøvene", det vil si analysen av felt blank prøvene ga som resultat verdier som er lavere enn kvantifiseringsgrensen.

8.7. Angivelse og rapportering av usikkerhet ved prøvetaking

Når usikkerheten som er knyttet til prøvetakingen, skal uttrykkes, er det nødvendig å benytte den samme beskrivelsen (parameteren) fra gang til gang. I tillegg må beskrivelsen gjøre det mulig, på en enkel måte, å trekke konklusjoner om "hvor representative er prøvene for mediet som det tas prøver av" (for eksempel avløpsvannet eller slammet). Dette vil gjøre det enklere for oppdragsgiveren som mottar prøvetakingsrapporten, å forstå og vurdere resultatene som blir presentert i rapporten.

Usikkerheten som er forårsaket av tilfeldige feil i prøvetakingen, uttrykkes vanligvis med ekspandert usikkerhet, U ($U = 2 \cdot \text{RSD}$), beregnet ut fra det relative standardavviket i prosent som oppnås ved duplikat prøvetaking. Ekspandert usikkerhet (U) angir et intervall rundt resultatet der den virkelige verdien med en gitt sannsynlighet vil ligge (95 % konfidensnivå).

I tillegg til usikkerheten som er knyttet til tilfeldige feil i prøvetakingen, bør prøvetakingsrapporten også inneholde annen viktig informasjon som gjør det mulig å vurdere usikkerheten i prøvetakingen:

- ◆ Resultater fra kontroller for å avdekke systematiske feil
- ◆ Viktige observasjoner og eventuelle avvik
- ◆ Referanse til standard (referanse) metode
- ◆ Nøkkelparametere for å kunne vurdere prosedyrene som er benyttet i tilfeller der det er gjennomført sammenliknende prøvetaking, eller prøvetaking i etablerte standard prøvetakingspunkter
- ◆ Referanse til prøvetakingsorganisasjonens akkreditering, eller prøvetakerens personellsertifisering

På samme måte som ekspandert usikkerhet (U) vil denne informasjonen bidra til at oppdragsgiver kan vurdere om det ved prøvetakingen har vært hendelser eller annen påvirkning som gjør at de aktuelle parametere ikke er representative for mediet som det er tatt prøve av. For rutinemessig prøvetaking av avløpsvann og slam vil det normalt bare være aktuelt med vurdering av nøkkelparametere ved prøvetakingen, og om fastlagte prosedyrer er fulgt. Hvis det for eksempel skal tas prøver av avløpsvann som skal analyseres for BOF_5 , og prøvetakingsrapporten viser at prøvene er oppbevart ved romtemperatur, er det grunn til å konkludere med at disse ikke er representative for avløpsvannet som det er tatt prøve av. Dataene som er samlet i prøvetakingsrapporten, skal også forsikre oppdragsgiver om at prøvetakingen er gjennomført i tråd med "den best tilgjengelig prøvetakingspraksis" som tilfredsstillende kravene som er fastsatt for den aktuelle prøvetakingen.

Kontrollspørsmål

- ◆ Hvilke kontrollprosedyrer bør normalt utføres på en automatisk prøvetaker før prøvetakingen settes i gang?
- ◆ Hvorfor benyttes felt-blank- og utstyrs-blank prøver i forbindelse med visse typer prøvetaking?
- ◆ Hvilke kontrollparametere benyttes vanligvis ved avslutningen av prøvetakingsperioden (uttak av blandprøver av avløpsvann)?
- ◆ Hvordan vil du kontrollere et 30° V-overløp før prøvetakingen settes i gang?
- ◆ Hvordan vil du fastslå usikkerheten i prøvetakingsprosedyren ved prøvetaking av slam i enden av en transportskrue?

9. Arbeidsmiljøfaktorer ved prøvetaking av avløpsvann og slam

Opplæringsmål

I kapittel 9 vil du lære om:

- ◆ De viktigste risikofaktorene for personell som tar prøver på ledningsnett og i renseanlegg
- ◆ Verneutstyr
- ◆ Sikkerhetsprosedyrer

Prøvetakeren kan bli utsatt for en rekke helsefarer og mekaniske og kjemiske risikofaktorer ved prøvetaking av avløpsvann og slam. Dette er typiske risikofaktorer for personell som utfører arbeid i tilknytning til avløpsnett og renseanlegg. For å redusere risikoen og for å hindre helseskade, må de nødvendige HMS-tiltakene iverksettes. For hver enkelt prøvetakingslokalitet må derfor mulige risikofaktorer kartlegges. Som en generell regel gjelder at man bør velge et annet og tryggere alternativ hvis det er knyttet en mulig helserisiko eller fare for skade på personell til en prøvetakingslokalitet eller et prøvetakingspunkt.

9.1. Typiske risikofaktorer

De mest typiske risikofaktorene ved prøvetaking av avløpsvann og slam er:

- ◆ Fare for gassforgiftning i kummer, avløpsledninger, slamtanker og andre innelukkede rom der det foregår nedbrytning av organisk stoff. Den farligste gassen er hydrogensulfid (H_2S), som i lave konsentrasjoner lukter som råtne egg. H_2S er svært giftig. Eksponering for tilstrekkelig høye konsentrasjoner av H_2S kan forårsake omfattende helseskader og i alvorlige tilfeller kan eksponeringen være dødelig. H_2S er spesielt farlig fordi eksponering for moderate konsentrasjoner av gassen reduserer og etter hvert lammer luktesansen. Dette gjør at man ikke kan registrere med luktesansen at gassen er til stede
- ◆ Fare for eksplosjon i tilfeller der eksplosive gassblandinger er til stede. Dette gjelder i særlig grad i avløpsnett og i tilknytning til råtnetanker for slam
- ◆ Mangel på oksygen (O_2)
- ◆ Risiko for å gli og falle på sleipt underlag, for eksempel i pumpestasjoner for avløpsvann
- ◆ Fare for fysisk skade forårsaket av roterende utstyr i forbindelse med prøvetaking av slam (transportskruer og transportbånd)
- ◆ Fare for brannskader ved prøvetaking av tørket slam
- ◆ Fare for påkjørsel av biler når prøvetakingspunktet er lokalisert i trafikkerte gater og plasser
- ◆ Drukningfare (for eksempel når det skal tas prøver fra kulverter og tunneler)
- ◆ Fare for skade på grunn av utstyr (for eksempel verktøy) som faller ned i prøvetakingspunktet. Dette gjelder spesielt når det skal tas prøver i kummer og pumpestasjoner ute på avløpsnett
- ◆ Smittefare på grunn av sykdomsfremkallende bakterier og virus som opptrer i kommunalt avløpsvann og slam

Før prøvetakingen gjennomføres for første gang må HMS-forholdene i tilknytning til arbeidet gjennomgås ("sikker jobb analyse").

9.2. Sikkerhetsutstyr

Bruk alltid passende arbeidstøy (vernesko, hansker, øyebeskyttelse og eventuelt hjelm). Følgende utstyr skal alltid være tilgjengelig for prøvetakeren:

- ◆ H₂S-måler
- ◆ Eksplosimeter
- ◆ Sikkerhetssele
- ◆ Løfteutstyr for personell
- ◆ Friskluftapparat
- ◆ Ventilasjonsvifte (for ventilering av kummer)
- ◆ Førstehjelpsutstyr
- ◆ Utstyr for avsperring og skilting hvis prøvetakingspunktet er plassert i gater og trafikkerte områder

9.3. God arbeidspraksis med hensyn til hygiene og sikkerhet

9.3.1. Personlig hygiene

Ved prøvetaking av avløpsvann og slam kommer prøvetakeren i "nærkontakt" med smittefarlig materiale, og det må derfor utvises svært god personlig hygiene. Dette gjelder spesielt:

- ◆ Mat og drikke skal ikke inntas i områder der det er mulighet for å komme i kontakt med avløpsvann og slam
- ◆ Hendene skal vaskes før man spiser eller drikker og eventuelt røyker
- ◆ Bruk beskyttelseshansker, gjerne med engangshansker inne i
- ◆ Ikke vask arbeidstøy hjemme og bruk aldri privat tøy ved arbeid

Alle personer som kommer i kontakt med avløpsvann og slam, må ha tilgang til vaske-/dusjmuligheter i tilknytning til prøvetakingspunktet eller i rimelig nærhet. Det skal være mulig raskt å få skyllet av sprut fra avløpsvann og slam.

9.3.2. Prøvetaking i kummer og tanker

Kommunen/selskapet der prøvetakeren er ansatt, skal ha utarbeidet nødvendige sikkerhetsprosedyrer. Prosedyrene må følges når arbeidet utføres. Ved prøvetaking i kummer, tanker, pumpestasjoner og tilsvarende lokaliteter, bør prosedyrene blant annet omfatte:

- ◆ Kontroll av eksplosjonsfare med bruk av eksplosimeter
- ◆ Måling av H₂S, CO og andre gasser som kan opptre
- ◆ Kontroll av at oksygenkonsentrasjonen i luften er tilfredsstillende, dvs. ca. 20 %

Hvis disse forhåndskontrollene viser at arbeidsforholdene på prøvetakingsstedet er uakseptable, må området ventileres slik at det oppnås tilfredsstillende forhold. Dette må bekreftes av nye målinger.

Ved nedstigning i kummer eller tanker skal det alltid være personell til stede slik at prøvetakeren kan få assistanse hvis en nødsituasjon oppstår. Hjelpepersonellet skal hele tiden være i direkte kontakt med prøvetakeren. Prøvetakeren bør være utstyrt med sikkerhetssele som er festet til en løfteanordning, slik at han raskt kan heises opp. Det er svært tungt å løfte opp en bevisstløs person fra en kum med håndmakt.

9.3.3. Vaksinasjon

Arbeidsgiver skal sørge for at arbeidstakerne tilbys vaksinasjon mot den eller de biologiske faktorer de kan bli eksponert for, dersom sikker og effektiv vaksine foreligger. Dette er nærmere beskrevet i forskrift om arbeid ved avløpsanlegg [34]. Normalt bør vaksinasjonsprogrammet inkludere vaksinasjon mot:

- ◆ Stivkrampe
- ◆ Poliomyelitt
- ◆ Hepatitt A

Bedriftshelsetjenesten vil gi råd om hvilke vaksiner som bør tas.

9.3.4. Trafikk

Prøvetaking i kummer som er plassert i gater og andre trafikkerte områder, representerer en alvorlig sikkerhetsrisiko. Hvis mulig, bør prøvetakingspunktet plasseres på et sted der trafikken ikke representerer noen sikkerhetsrisiko for personellet som skal ta prøver. Hvis dette viser seg å være umulig å få til, må området sikres med skilting og avsperringer. Om nødvendig må avtale gjøres med politi og vegmyndigheter. Det må være tilstrekkelig med personell til stede for å hindre at farlige situasjoner opptrer.

Kontrollspørsmål

- ◆ Hva er de viktigste risikofaktorene i arbeidsmiljøet ved prøvetaking av avløpsvann og slam?
- ◆ Hvilket verneutstyr bør prøvetakeren benytte og ha tilgang til?
- ◆ Hva er det viktigste tiltaket med hensyn til personlig hygiene som prøvetakeren må gjennomføre?

10. Ord og uttrykk

Ord/uttrykk	Forklaring
Akseptert referansemateriale	Materiale eller stoff hvor en eller flere egenskaper er nøyaktig bestemt, slik at det kan brukes til å kalibrere måleutstyr, vurdere en målemetode eller gi verdier til andre materialer.
Analyse	Bestemmelse av kjemiske, biologiske og/eller fysiske egenskaper i laboratoriet eller felt <u>Eksempel:</u> Kjemiske analyser av en prøve av avløpsvann eller slam
Automatisk prøvetakingsutstyr	Utstyr som kan forhåndsprogrammeres til å ta prøver slik at manuell innsats er unødvendig
Blanding	Blanding av enkeltelementer, partikler eller sjikt til en mer homogen masse <u>Eksempel:</u> Ved prøvetaking av en slamhaug blir det tatt prøver både av topplag og bunnlag. Disse prøvene blir blandet for å oppnå en mer homogen masse og en representativ prøve
Blandprøve	En blanding av to eller flere enkeltprøver (stikkprøver) <u>Eksempel:</u> En blandprøve av avløpsvann som dekker en periode på 24 timer
Delprøve	En enkelt prøve som blandes sammen med andre delprøver til en blandprøve
Feil	Avviket mellom en enkelt måling og en akseptert referanseverdi
Felt-blank prøve	En prøve av rent vann som i løpet av prøvetakingen blir overført til en prøveflaske av samme type som benyttes for de øvrige prøvene og blir transportert til laboratoriet. Felt-blank prøven skal analyseres sammen med de andre prøvene
Felt-kontroll prøve	En prøve med et gitt innhold av det aktuelle stoffet som i løpet av prøvetakingen blir overført til en prøveflaske av samme type som benyttes for de øvrige prøvene og blir transportert til laboratoriet. Felt-kontroll prøven skal analyseres sammen med de andre prøvene
Heterogenitet	I hvilken grad en egenskap eller et stoff ikke er jevnt fordelt i mediet som det skal tas prøve av
Homogenisering	Blanding av en prøve for å sikre en mest mulig lik fordeling av stoffer og egenskaper i prøven
Homogenitet	I hvilken grad en egenskap eller et stoff er jevnt fordelt i det som det skal tas prøve av

Ord/uttrykk	Forklaring
Kontaminering av prøven	Forurensning av en prøve med kjemiske stoffer som stammer fra prøvetakingsutstyr, prøvebeholder, konserveringskjemikalier, fra transport eller fra den kjemiske analysen
Korrekt prøvetaking	Prøvetaking der alle elementer av det man tar prøve av har en like stor sannsynlighet (> 0) for å bli med i prøven
Kvaliteten på prøvetakingen	En kvantitativ beskrivelse av hvor stor grad en prøve er representativ for mediet som det tas prøve av
Kvalitetskontroll ved prøvetakingen	Evaluering av kvaliteten av prøvetakingen ved rutinemessig prøvetaking der de samme prøvetakingsprosedyrer benyttes fra gang til gang
Kvalitetskrav	Tallfestet verdi for akseptabel usikkerhet ved den aktuelle prøvetakingen
Kvalitetsprøvetaking	Prøvetaking som er dokumentert å tilfredsstille kvalitetskravene som kreves for den aktuelle prøvetakingen
Laboratorieprøve	Prøve som blir sent til laboratoriet for analyse. Ofte også kalt sekundærprøve eller sluttprøve (slam)
Lagring av prøve	Måten det tas hånd om prøven i tidsrommet fra prøvetaking til prøven blir analysert
Måling	Bestemmelse av spesifikke egenskaper (for eksempel konsentrasjoner av utvalgte stoffer) i det som det tas prøve av. Målingen omfatter prøvetaking, behandling av prøven (inkl. transport) og analyse
Presisjon (tilfeldige feil)	Overensstemmelse mellom uavhengige måleresultater oppnådd under like forhold. Presisjon blir ofte angitt som relativt standardavvik
Primærprøve	En individuell prøve av materialet som det tas prøve av <u>Eksempel:</u> En døgnblandprøve av avløpsvann som består av mange delprøver
Prøve	En del av et materiale som tas fra en større mengde av samme materiale
Prøvebeholder	Beholder for lagring og /eller transport av en prøve
Prøveneddeling (sekundær prøvetaking)	Reduksjon av prøvevolumet for å få et mindre prøvevolum som er enklere å håndtere <u>Eksempel:</u> En døgnblandprøve av avløpsvann på 20 l blir redusert til en prøve på 1 l ved sekundær prøvetaking. Denne prøven blir sendt til laboratoriet for analyse
Prøvens integritet	Et uttrykk for at prøvens egenskaper forblir uendret i

Ord/uttrykk	Forklaring
	løpet av prøvetaking og analyse
Prøvetaker	Personen som utfører den praktiske prøvetakingen
Prøvetaking som er egnet for formålet	Prøvetakingen bør være tilpasset kvaliteten som kreves ved bruk av resultatene, ikke bedre, og ikke dårligere
Prøvetakingsjournal	Detaljert sammenstilling av informasjon knyttet til prøvetakingen som blir samlet inn på prøvetakingsstedet. Prøvetakingsjournalen skal også inneholde en beskrivelse av alle avvik fra prøvetakingsprosedyrer og fra prøvetakingsplanen
Prøvetakingsmetode	En generell beskrivelse av framgangsmåten som benyttes ved prøvetakingen. Metoden kan være en standardmetode
Prøvetakingsplan	En plan som beskriver prøvetakingen og som utarbeides på forhånd. Planen må gi et presist bilde av målet og hensikten med prøvetakingen. Angir hvilke prøvetakingsprosedyrer som skal benyttes
Prøvetakingsprosedyre	En detaljert beskrivelse av rekken av arbeidsoperasjoner som til sammen utgjør prøvetakingen når disse blir utført i samsvar med definerte prinsipper og ved bruk av definert utstyr. Vanligvis er dette en beskrivelse av hvordan en prøvetakingsmetode er tatt i praktisk bruk
Prøvetakingspunkt	Det nøyaktige punktet der prøven tas ut på prøvetakingsstedet <u>Eksempel:</u> Prøvetakingspunktet på innløpet til et renseanlegg
Prøvetakingsrapport	En rapport som oppsummerer resultatene fra prøvetakingen, inkludert en beskrivelse av hva som det er tatt prøve av (for eksempel en døgnblandprøve av innkommende avløpsvann til et renseanlegg), informasjon om prøvetakingsmetode og prøvetakingsprosedyrer, relevante data som er samlet inn i løpet av prøvetakingen, eventuell sporingsjournal og et estimat for usikkerheten i prøvetakingen. Pr. i dag er det ikke vanlig å estimere usikkerheten ved prøvetaking av avløpsvann og slam
Prøvetakingssted	Stedet der prøvetakingen foregår (der hvor det som man skal ta prøve av er lokalisert) <u>Eksempel:</u> Avløpsrenseanlegg
Prøvetakingsutstyr	Utstyret eller apparatet som benyttes for å ta ut prøver <u>Eksempel:</u> Automatisk prøvetaker for avløpsvann
Representativ prøve	En prøve som på en tilfredsstillende måte reflekterer sammensetning av og egenskaper til mediet som det tas prøver fra

Ord/uttrykk	Forklaring
Sammenliknende prøvetaking (tilsvarende SLP for laboratorier)	Prøvetaking fra et enkelt medium (for eksempel slam) av ulike prøvetakere som benytter sine egne prosedyrer og sitt eget utstyr for å beregne usikkerheten i prøvetakingen
Det som prøven skal representere (på engelsk: Sampling target)	Beskrivelse av det som det blir tatt prøve av (omfang og avgrensning) <u>Eksempel:</u> Døgntilrenningen til et avløpsrenseanlegg
Sekundærprøve	Prøven man står igjen med etter at volumet på primærprøven er redusert. For slam kalles ofte dette for sluttprøve <u>Eksempel:</u> Prøven som tas ut av oppsamlingsbeholderen for døgnblandprøve og sendes til laboratoriet for analyse
Sporingsjournal (på engelsk: Chain of custody report)	En kronologisk dokumentasjon av prøvens historie (hvem som har hatt ansvaret for prøven) fra prøven blir tatt ut til den blir overlevert på laboratoriet hvor analysen(e) skal utføres
Standard (metode)	En metode som er utviklet av og godkjent av et anerkjent, internasjonalt standardiseringsorgan <u>Eksempel:</u> Standarder som er utviklet av den internasjonale standardiseringsorganisasjonen ISO (International Organization for Standardization). Norge er som medlem av den europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN, forpliktet til å implementere alle europeiske standarder og fastsette disse som Norsk Standard. Det er Standard Norge som fastsetter Norsk Standard. Dette gjelder både standarder utarbeidet i Norge, i Europa eller internasjonalt
Stikkprøve	En stikkprøve er en enkelt prøve som tas og som representerer en øyeblikksverdi. Prøven blandes ikke med andre prøver. Noen ganger benevnes stikkprøvene som individuelle eller diskrete prøver
Systematisk feil	Feilen i målingen som er et uttrykk for en forutsigbar eller konstant feil
Testporsjon (analysevolum)	Delmengden av materialet som analysen utføres på
Testprøve	Prøve som er levert til laboratoriet og som er homogenisert ved for eksempel nedmaling og volumneddeling. Fra testprøven tas testporsjonen ut for endelig analyse
Tilfeldige feil	Delen av den totale målefeilen som er et uttrykk for en uforutsigelig eller tilfeldig variasjon
Usikkerhet i prøvetakingen	Delen av den totale usikkerheten for målingen (dvs. prøvetaking og analyse) som kan føres tilbake til prøvetakingen

Ord/uttrykk	Forklaring
Utstysr-blank prøve	En prøve av rent vann som har vært i kontakt med prøvetakingsutstyret, er overført til en prøveflaske av samme type som skal benyttes for de øvrige prøvene og er transportert til laboratoriet. Utstysr-blank prøven skal analyseres sammen med de andre prøvene
Utstysrprosedyrer	En beskrivelse av utstyret, med drifts- og vedlikeholdsinstruksjoner, samt spesifikasjoner for komponentene som utstyret består av
Validering	Gjennomgang av en metode eller prosess for å bekrefte at den fungerer etter hensikten (at den er egnet)

11. Referanser

1. Landbruksdepartementet, Miljøverndepartementet og Helsedepartementet (2003): Forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav
2. European Commission (2008). Definisjoner knyttet til kommunalt avløpsvann, Nedlastet fra: http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/glossary_en.htm#domwaste
3. Water Environment Federation (1996). Wastewater sampling for process and quality control. Manual of Practice NO OM-1
4. Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment
5. Miljøverndepartementet (2004): Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)
6. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste
7. Miljøverndepartementet (2004): Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)
8. Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste.
9. Paulsrud B og Bøen A (2003). Veileder for prøvetaking av slam, kompost og andre avfallsbaserte gjødselvarer, Aquateam-rapport 03-050/Jordforsk-rapport 107/03
10. Gillberg L, Hansen B, Karlsson I, Enkel AN, Pålsson A (2003). About water treatment, Kemira Kemwater, Helsingborg
11. NS-ISO 5667-10:1992 Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 10: Veiledning i prøvetaking av avløpsvann (ISO 5667-10:1992)
12. NEIWPCC (2006). The wastewater treatment plant operators guide to biosolids sampling plans, New England Interstate Water Pollution Control Commission
13. NS-EN ISO/IEC 17025: Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse (ISO/IEC 17025:2005)
14. Nordtest (2008): Nordtest Sampler Certification. Scheme Handbook. Version 2-0, NT ENVIR 008, Oslo 03.2008
15. Storhaug R, Mose Pedersen B, Skoglund P-O (2005). Wastewater and sludge sampling, Aquateam – rapport 05-077
16. Farestveit T og Hoel T (1997): Veileder for prøvetaking av avløpsvann, NORVAR-prosjektrapport 82/1997
17. Klif (2008): Veileder for prøvetaking og analyse av miljøgifter. TA 2378-2008
18. Wahlstrøm M, Laine-Ylijoki J, Vahanne P (2009). Sampling of waste – Sampler Education Volume 2 of 5

19. ISO 5667-13:1997. Water quality – Sampling – Part 13: Guidance on sampling of sludges from sewage and water treatment works
20. Miljøstyrelsen (2004). Teknisk anvisning for punktkilder, version 3
21. Environment Agency (2006). Performance standards and test procedures for continuous water monitoring equipment. Part 1 – Performance standards and test procedures for automatic wastewater sampling equipment, Version 2, October 2006, Environment Agency
22. Isco (2006). Isco Open channel flow measurement handbook, ed. Walkowiak DK
23. NS-ISO 1438-1:1980 Standard Utgave: 1 (2005-04-01) Vannføringsmåling i åpne kanaler ved bruk av overløp og venturikanal - Del 1: Tynnplateoverløp (innbefattet tilleggsblad 1:1998)
24. NS-ISO 9826:1992 Standard Utgave: 1 (2005-04-01) Vannføringsmåling i åpne kanaler – Parshall- og SANIIRI-renner
25. Larsen, E. og Mosevoll, G. (2007): Hva gjør Skien kommune for å etterkomme kravet til måleusikkerhet for vannføringsmåling? Innlegg på fagtreff i Norsk Vanns avløpsgruppe. Hvordan oppfylle nye krav i forurensningsforskriften i praksis?, Gardermoen 28. mars 2007
26. Hansen, J.B, Grøn, C, Oberender, A (2009). Environmental sampling – Basics. Sampler Education Volume 1 of 5
27. NS-EN 12579:1999 Standard Utgave: 1 (2000-05-09 Jordforbedringsmidler og dyrkingsmedier - Prøvetaking
28. Smith PL (2001). A primer for sampling solids, liquids and gases. Based on the seven sampling errors of Pierre Gy. ASA-SIAM, Philadelphia
29. NS-EN ISO 5667-3:2003 Standard Utgave: 2 (2004-02-10) Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 3: Veiledning i konservering og behandling av vannprøver (ISO 5667-3:2003)
30. NS-EN ISO 5667-15:2009 Standard Utgave: 1 (2009-11-01) Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 15: Veiledning i konservering og behandling av slam- og sedimentprøver (ISO 5667-15:2009)
31. Grøn C, Hansen JB, Magnusson B, Nordbotten A, Krysell M, Andersen KJ, Lund U (2007). Uncertainty from sampling – A Nordtest handbook for sampling planners on sampling quality assurance and uncertainty estimation, Nordtest, NT Technical report 604. www.nordicinnovation.net
32. Arbeidsdepartementet (1996): Forskrift om arbeid ved avløpsanlegg

Vedlegg 1: Eksempel på prøvetakingsjournal

Prøvetakingsjournal

Renseanlegg						
Prøvetakingsperiode nr:		Start dato		Slutt dato		
Ansvarlig for prøvetakingen						
E-mail adresse				Tlf:		
Kontroller ved prøvetakingsperiodens start (kryss av)						
		Innløp	Utløp	Kommentarer		
Prøvetakingspunktet rengjort						
Prøvetaker rengjort						
Slanger på prøvetaker rengjort/nye						
Vannføringsmåler kontrollert						
Innløp/utløpsmåler						
Overløpsmåler						
Prøvetakingsintervall innstilt				m ³ mellom hver delprøve		
Delprøvevolum innstilt				ml pr. delprøve		
Vannføring i prøvetakingsperioden						
Døgn nr.	Vannføring gjennom anlegget Q_d (m ³ /d)	Overløp foran anlegget (m ³ /d)	Avvik i delprøveantall / prøvevolum (%)	Temperatur i kjøleskap (C°)	Volum tatt ut til ukeblandprøve $V_{delprøve}$ (ml)	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
Sum	$Q_{periode}$		$V_{delprøve}$	Dato: _____ Prøvetaker (sign.)		
	Vannføring gjennom anlegget m ³ /d	Overløp foran anlegget m ³ /d				
Middelverdi i perioden						

Vedlegg 2: Eksempel på sporingsjournal

Sporingsjournal				Referanse nr.			
Adresse til prøvetakingsstedet							
Prøvetaker (navn)		Firma:					
Referansenr. på prøvetakingsjournal							
Prøve nr.	Prøvetakingspunkt	Prøvetype	Start prøvetaking		Stopp prøvetaking		
			Dato	Kl.slett	Dato	Kl.slett	
Totalt antall prøver		Analyse-laboratorium					
Overlevert	Dato	Kl.slett	Signatur		Merknad		
Fra							
Til							
Fra							
Til							
Fra							
Til							
Fra							
Til							

Utgitte Norsk Vann Rapporter

(Tidligere kalt NORVAR-rapporter)

20. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Sluttrapport
- 20a. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Aerob og anaerob behandling
- 20b. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Kalking. Kompostering
- 20c. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Slamavvanning
- 20d. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Termisk behandling av kloakkslam
21. NORVAR's årsberetning 1991
22. EDB i VAR-teknikken. Fase 1 - kravspesifikasjoner m.m. Status-beskrivelse og forslag til videre arbeid (*Utgått*)
- 23a. Internkontroll for VA-anlegg. Mal for internkontroll-håndbok for VA-anlegg.
- 23b. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for avløpsanlegg. Eksempel fra Fredrikstad og omegn avløpsanlegg
- 23c. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for vannverk. Eksempel fra Vansjø vannverk
- 23d. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. Informasjon, avvik og tiltak, verne- og sikkerhetsarbeid, opplæring
- 23e. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved vannbehandlingsanlegg
- 23f. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved avløpsrenseanlegg
- 23g. Interkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Oldedalen kloakkrenseanlegg
- 23h. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Smøla vannverk
- 23i. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontroll for VA-transportsystemet. Eksempel fra Nedre Eiker kommune
24. NRV-prosjekt. Korrosjonskontroll ved vannbehandling med mikronisert marmor
25. Mal for prosessoppfølging av anlegg for stabilisering og hygienisering av slam
26. Installasjon av gassmotor for strømproduksjon ved rensesanlegg
27. Mottak og behandling av avvannet råslam ved rensesanlegg som hygieniserer og stabiliserer slam i væskeform
28. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt
29. Regnvannsoverløp
30. Utvikling og uttesting av datasystem for informasjonsflyt i VA-sektoren (*Utgått*)
31. PRO-VA, Brukerklubb for prosess-styresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. Oversikt pr.1993. Leverandører, produkter, konsulenter (*Utgått*)
32. Bruk av statiske metoder (kjemometri) for å finne sammenhenger i analyseresultater for avløpsvann
33. Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere
34. Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finnister
35. Kravspesifikasjon og kontrollprogram for VA-kjemikalier (*Utgått*)
36. Filter som hygienisk barriere
37. EU/EØS, konsekvenser for Norges vannforsyning
38. NORVAR-prosjekter 1992/93 (*Utgått*)
39. Implementering av EDB-basert vedlikeholdssystem. Erfaringer fra referanseprosjekt knyttet til pilot-prosjekt ved Bekkelaget rensesanlegg (*Utgått*)
40. Driftsassistanter for avløp. Utredning om rolle og funksjon fremover
41. Metri-tel. Kommunikasjonsmedium for VA-installasjoner. Erfaringer fra prøveprosjekt i Sandefjord kommune (*Utgått*)
42. Industriavløp til kommunalt nett. Evaluering av utførte industrikartleggingsprosjekt.
43. Korrosjonskontroll ved Hamar vannverk
44. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. Vekstsesongen 1994
45. Forsøk med forfelling og felling i 2 trinn med polyaluminiumklorid høsten 1993 Kartlegging av slam- slamvannsstrømmer med og uten forfelling 1993-94
46. Renovering av avløpsledninger. Retningslinjer for dokumentasjon og kvalitetskontroll
47. Strategidokument for industrikontroll
48. NORVAR og miljøteknologi. Forprosjekt
49. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging og separate avløpsanlegg (*Erstattet av 178/10*)
50. Rørinspeksjon i avløpsledninger. Rapporteringshåndbok (*Erstattet av 145/05*)
51. Slambehandling
52. Bruk av slam i jordbruket
53. Bruk av slam på grøntarealer
54. Rørinspeksjon av avløpsledninger. Veileder (*Erstattet av 145/05*)
55. Vannbehandling og innvendig korrosjonskontroll i vannledninger
56. Vannforsyning til næringsmiddelindustrien. Krav til kvalitet. Vannverkenes erstatningsansvar ved svikt i vannleveransen
57. Trykkreduksjon. Håndbok og veileder
58. Karbonatisering på alkaliske filter
59. Veileder ved utarbeidelse av prosessgarantier
60. Avløp fra bilvaskeanlegg til kommunalt rensesanlegg
61. Veileder i planlegging av fornyelse av vannledningsnett
62. Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnett
63. Mal for godkjenning av vannverk
64. Driftserfaringer fra anlegg for stabilisering og hygienisering av slam i Norge
65. Forslag til veileder for fettavskillere til kommunalt avløpsnett
66. EØS-regelverket brukt på anskaffelser i VA-sektoren
67. Filter som hygienisk barriere - fase 3
68. Korrosjonskontroll ved Stange vannverk
69. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Siler/finnister
70. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Store slamavskillere samt underlag for veileder
71. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 3. Veileder for valg av rensemetode ved utslipp til gode sjøresipienter
72. Utviklingstrekk og utfordringer innen VA-teknikken. Sammenstilling av resultatet fra arbeidet i NORVARs gruppe for langtidsplanlegging i VA-sektoren
73. Etablering av NORVARs VA-infotorg. Bruk av internett som kommunikasjonsverktøy (*Utgått*)
74. Informasjon fra NORVARs faggruppe for EDB og IT. Spesialrapport - 5. Utgave Beskrivelse av 34 EDB-programmer/Moduler for bruk i VA-teknikken (*Erstattet av 133/03*)
75. NORVARs faggruppe for EDB og IT. IT-strategi i VA-sektoren. (*Erstattet av 133/03*)
76. Dataflyt-klassifisering av avløpsledninger. (*Erstattet av 150/07*)
77. Alternative områder for bruk av slam utenom jordbruket. Forprosjekt
78. Alternative behandlingsmetoder for fettslam fra fettavskillere
79. Informasjonssystem fordrikkevann, forprosjekt
80. Sjekkliste/veiledninger for prosjektering og utførelse av VA-hoved og stikkledninger - sanitærinstallasjoner
81. Veileder. Kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise
82. Veileder for prøvetaking av avløpsvann
83. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering (*Erstattet av 145/05*)
84. Forfall og fornyelse av ledningsnett
85. Effektiv partikkelseparasjon innen avløpsteknikken
86. Behandling og disponering av vannverksslam. Forprosjekt
87. Kalsiumkarbonatfiltere for korrosjonskontroll. Utprøving av forskjellige marmormasser
88. Vannglass som korrosjonsinhibitor. Resultater fra pilotforsøk i Orkdal kommune
89. VA-ledningsanlegg etter revidert plan- og bygningslov
90. Actiflo-prosjektet ved Flesland ra
91. Vurdering av "slamfabrikk" for Østfold
92. Informasjon om VA-sektoren - forprosjekt
93. Videreutvikling av NORVAR. Resultatet av strategisk prosess 1997/98
94. Nettverksamarbeid mellom NORVAR, driftsassistanter og kommuner
95. Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken

96. Rist- og silgods - karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger
 97. Slamforbrenning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV)
 98. Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstillende kravene i revidert plan- og bygningslov
 99. Veiledning i dokumentasjon av utslipp
 100. Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester
 101. Status og strategi for VA-opplæringen
 102. Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrensplanlegg
 103. Returstrømmer i rensplanlegg. Karakterisering og håndtering
 104. Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999
 105. Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg
 106. Effektiv bruk av driftsinformasjon på rensplanlegg/mal for rapportering
 107. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave
 108. Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater
 109. Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen
 110. Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg
 111. Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune
 112. Erfaringer med nye rensplanløsninger for mindre utslipp
 113. Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrensplanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp
 114. Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann
 115. Pumping av avløps slam. Pumpetyper, erfaringer og tikk
 116. Scenarier for VA-sektoren år 2010
 117. VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Erstattet av 134/03*)
 118. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR- teknikk (*Erstattet av 138/04*)
 119. Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge En kartlegging og sammenstilling
 120. Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001
 121. Kjøkkenavfallskverner for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger
 122. Prosessen ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner
 123. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter
 124. Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1
 125. Mal for forenklet VA-norm
 126. Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie
 127. Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene - en samarbeidsmodell
 128. Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
 129. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger
 130. Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
 131. Effektivisering av avløpssektoren
 132. Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR
 133. IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
 134. VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (*Oppdateres årlig på www.norskvann.no*)
 135. Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller
 136. Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
 137. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng (*erstattet av 181/2011*)
 138. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave
 139. Erfaringer med klorering og UV-stråling av drikkevann
 140. NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt
 141. Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp
 142. NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet
 143. Kartlegging av mulig helseisiko for abonnenter berørt av trykkløs vannledning ved arbeid på ledningsnett
 144. Veiledning i overvannshåndtering (*Erstattet av 162/08*)
 145. Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
 146. Bærekraftig vedlikehold. Betraktninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett
 147. Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann
 148. Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann
 149. Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning
 150. Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger
 151. Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)
 152. Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren
 153. Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren
 154. Norm for tagkoding i VA-anlegg
 155. Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren
 156. Veiledning for oljeutskilleranlegg
 157. Organiske miljøgifter i norsk avløps slam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07
 158. Termoplastrør i Norge – før og nå
 159. Håndbok i kildeopsporing i avløps systemet
 160. Driftserfaringer med membranfiltrering
 161. Helsemessig sikkert vannledningsnett
 162. Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering
 163. Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag
 164. Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann
 165. Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata
 166. Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske rensplanlegg
 167. Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier
 168. Veiledning for dimensjonering av avløpsrensplanlegg
 169. Optimal desinfeksjonspraksis fase 2
 170. Veileder til god desinfeksjonspraksis
 171. Erfaringer med lekkasjekontroll
 172. Trykktap i avløpsnett
 173. Veiledning for bruk av støpejernrør
 174. Hygienisering av avløps slam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting
 175. Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan E-læring og samlinger
 176. Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene
 177. Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status
 178. Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg
 179. Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp
 180. Fjernavlesning av vannmålere
 181. Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng
 182. Prøvetaking av avløpsvann og slam
- Rapportserie B:
- B1: Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt
 - B2: PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.
 - B3: Kvalitetsheving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag
 - B4: Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og status. Forprosjekt.
 - B5: Utslipp fra bilvaskehaller
 - B6: Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk
 - B7: Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring
 - B8: Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren
 - B9: Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene
 - B10: Vannkilden som hygienisk barriere
 - B11: Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøperregler
 - B12: Drikkevann i media
 - B13: Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.
 - B14: Klimatilpassningstiltak i VA-sektoren - forprosjekt
- Rapportserie C:
- C1: Sårbarhet i vannforsyningen
 - C2: Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnett
 - C3: Samarbeid om økt bruk av avløps slam på grøntarealer
 - C4: Effekter av bruk av matavfallskverner på ledningsnett, rensplanlegg og avfallsbehandling
 - C5: Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen - veiledning

De mest aktuelle rapportene ligger som PDF-filer på www.norskvann.no



- Norsk Vann er en ikke-kommersiell interesseorganisasjon for vann- og avløpssektoren (VA-sektoren). Organisasjonen skal bidra til å oppfylle visjonen om rent vann ved å sikre VA-sektoren funksjonelle rammevilkår og legge til rette for kunnskapsutvikling og kunnskapsdeling.
- Norsk Vann eies av norske kommuner, kommunalt eide VA-selskaper, kommunenes driftsassistanser for VA og noen private andelsvannverk. Norsk Vann representerer ca 340 kommuner med over 90 % av landets innbyggere. Virksomheten finansieres i hovedsak gjennom kontingenter fra medlemmene.
- Norsk Vann styres av eierne gjennom årsmøtet og av et styre sammensatt av representanter fra eierne.

- I Norsk Vanns prosjektsystem gjennomføres hvert år prosjekter for ca. 6 mill. kroner
- Det er praktiske og aktuelle spørsmål innenfor vann- og avløp som utredes
- Deltakerne foreslår prosjekter, styrer gjennomføringen og får full tilgang til alle resultater

