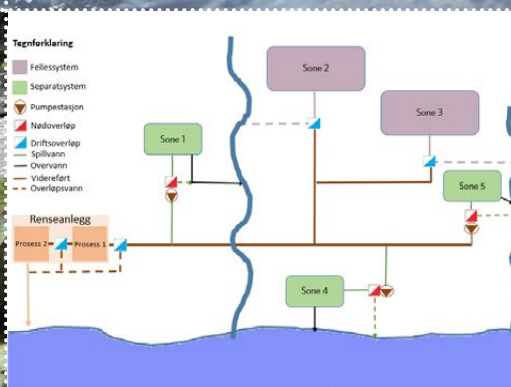




Beregning av forurensningsutslipp fra avløpsanlegg



Norsk Vann Rapport

Det utgis tre 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



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



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

Norsk Vanns rapporter utarbeides i samspill mellom rådgiver, styringsgruppe og referansegruppe for prosjektet og er ikke behandlet i Norsk Vanns styrende organer. 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 Rapport

Ekstrakt

Den nye malen for utslippstillatelser for tettbebyggelser som tilhører kapittel 14 i forurensningsforskriften, skjerper kravene til dokumentasjon av utslipp av forurensninger fra ledningsnett. Blant annet skal avløpsnettets virkningsgrad dokumenteres. Tap fra ledningsnettets opptre ved utslipp fra driftsoverløp i fellessystemet, fra nødoverløp i forbindelse med feil og driftsstans, som følge av feilkoplinger der spillvann tilføres overvannssystemet, ved overløp til overvannsledningen i felleskummer med åpne renner, og ved lekkasje fra ledningsnett til grunnen og videre til en resipient. Rapporten beskriver ulike metoder for å beregne forurensningsutslippene fra ledningsnett og fra avløpsrenseanlegg.

Norsk Vann BA

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

Rapportens tittel

Beregning av forurensningsutslipp fra avløpsanlegg

Forfatter(e)

Elisabeth Lyngstad, Ragnar Storhaug og Oscar Lidholm, COWI

Rapportnummer: 227/2017

ISBN 978-82-414-0399-6 (trykt utgave)
ISBN 978-82-414-0400-9 (elektronisk utg.)
ISSN 1504-9884 (trykt utgave)
ISSN 1890-9248 (elektronisk utg.)

Emneord, norske

Avløpsvann
Avløpssystem
Forurensningsutslipp

Emneord, engelske

Municipal wastewater
Sewerage system
Pollution discharges

Forord



Norsk Vann gav i 1999 ut rapporten «Veiledning for dokumentasjon av utslipp fra befolkningen, NORVAR 99-1999»). Rapporten var finansiert av SFT, og ble utført av en arbeidsgruppe bestående av Gunnar Mosevoll, Simon Haraldsen, Lars Enander, Jon Fjellsøy, Kjell Terje Nedland og Erik Bøhleng.

Nye og skjerpede krav til avløpsnett, blant annet gjennom forurensningsforskriften, vannforskriften, ny mal for utslippstillatelser og nasjonale mål for vann og helse, krever større kontroll med og dokumentasjon av vannstrømmene og forurensningstransporten i hele avløpssystemet. Denne rapporten er en revisjon av rapporten fra 1999, og beskriver metoder for å dokumentere utslipp av forurensninger fra avløpsnett og avløpsrensaneanlegg.

Norsk Vann rapport 222 «Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett» omhandler blant annet hvordan anleggseierne kan dokumentere hydraulisk kontroll ved utarbeidelse av en vannbalanse, samt målemetoder og måleutstyr, inkludert vannføringsmålinger, nivåmålinger, registrering av overløpsdrift og nedbørmålinger.

Sammen utgjør disse to rapportene et godt verktøy for kommuner og anleggseiere for å få kontroll med og dokumentere utslipp fra avløpsanlegg.

Rådgiver for dette prosjektet har vært COWI med Elisabeth Lyngstad som oppdragsleder. Hun er også forfatter av rapporten, sammen med Ragnar Storhaug og Oscar Lidholm.

«Sammen utgjør disse to rapportene et godt verktøy for kommuner og anleggseiere for å få kontroll med og dokumentere utslipp fra avløpsanlegg»

Styringsgruppe for prosjektet har vært:

- Mai Riise, HIAS IKS
- Tore Magnussen, Kristiansand kommune
- Tore Olafsen, Sørumsdal kommune
- Marianne Rønnes Kramer, Os kommune
- Tom Johan Fillan, VAV, Oslo kommune

I prosjektet ble det gjennomført en workshop den 18. april 2017. Her var styringsgruppe og referansegruppe aktive deltagere.

Referansegruppen har bestått av følgende personer:

- Terje Farestveit, Miljødirektoratet
- Simon Haraldsen, Fylkesmannen i Oslo og Akershus
- Vibeke Olsbu, Drammen kommune
- Ellen Pedersen, Tønsberg kommune
- Lone Nilsen, VAV, Oslo kommune

Norsk Vann ønsker å takke alle som har bidratt i prosjektet med nyttige innspill og tilbakemeldinger.

Oslo, 22. desember 2017

Arne Haarr
Norsk Vann

Sammendrag

Denne rapporten ble første gang utgitt i 1999 (NORVAR Prosjektrapport 99/1999). Hovedmålet var å gi kommunene en veiledning i hvordan de ulike utslippene fra befolkningen kan beregnes og dokumenteres i form av utslippsregnskap for resipientene i kommunen. Den reviderte rapporten beskriver i første rekke dokumentasjon av utslipp av forurensninger fra avløpsnett og avløpsrensaneanlegg. Dette er dokumentasjon som inngår i Miljødirektoratets standard mal for utforming av utslippstillatelser for større tettbebyggelser. Beregningsmåtene som rapporten beskriver er imidlertid like anvendbare for avløpsanlegg i mindre tettbebyggelser.

Ved dokumentasjon av utslippene fra avløpsnettet må det tas utgangspunkt i en gjennomført ROS-analyse slik at man sikrer at de mest kritiske overløpene og andre utslippspunkter inngår i rapporteringen. I tillegg anbefales det at det utarbeides en systemskisse av avløpsnettet som viser alle avløpssoner og utslippspunkt.

Til forskjell fra utslipp fra avløpsrensaneanlegg, foreligger bare unntaksvis opplysninger om avløpsmengde (f.eks. overløpsmengde) og forurensningskonsentrasjon for utslipp fra avløpsnettet. I stor grad må det derfor tas utgangspunkt i en teoretisk beregning av forurensningsproduksjonen oppstrøms utslippspunktet. I rapporten er det gitt eksempler på hvordan dette kan gjøres.

Beregning av årlige tilførsler og utslipp fra avløpsrensaneanlegg er en vel etablert praksis. Det er gjennomført en rekke tiltak for å redusere usikkerheten i datagrunnlaget både når det gjelder vannføringsmåling, prøvetaking og analyse. Erfaringsmessig benyttes ulike framgangsmåter for beregning av hhv. tilførsler og utslipp. I rapporten beskrives en beregningsmetode som bør bli standard både ved rapportering fra kommuner, i nasjonal statistikk og hos forurensningsmyndighetene.

Driftsoverløp (regnvannsoverløp) er en vanlig og nødvendig konstruksjon i fellessystem for å avlaste vann fra systemet når tilrenningen overstiger nedstrøms kapasitet i ledningsnettet. Den tekniske standarden på eksisterende overløp varierer betydelig. Den fysiske utformingen kan ha store avvik fra det teoretiske grunnlaget for utforming av overløp, og bare unntaksvis

er det mulig å måle avløpsmengden som går i overløp. For å beregne forurensningsmengden som går i overløp må det i de fleste tilfeller tas utgangspunkt i registrering av tiden med overløpsdrift og produsert forurensningsmengde oppstrøms overløpet. Eventuelt kan det brukes sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon i overløpsvannet. Bruk av datamodeller for beregning av overløpsutslipp forventes å få en større anvendelse i årene som kommer. Rapporten gir eksempler på ulike beregningsmetoder.

Nødoverløpet benyttes for å hindre overbelastning og oversvømmelser ved driftsforstyrrelser som for eksempel strømstans, pumpehavari, kloakkstopp eller anleggsstopp på en pumpestasjon eller et avløpsrensaneanlegg. I forbindelse med driftsoppfølging og vedlikehold er det ofte nødvendig å benytte nødoverløpet. Det benevnes da «planlagt overløp». Det er normalt plassert nødoverløp foran pumpestasjoner. Når disse fungerer som driftsoverløp beregnes utslippene som beskrevet for driftsoverløp. Rapporten beskriver ulike metoder for beregning av forurensningsutslippet fra nødoverløp.

Utslipp av spillvann via overvannsledninger kan være et forurensningsproblem særlig i eldre separatsystem. Spesielt utsatt er områder med felleskummer som har åpne renner. Dette gir mulighet for overløp fra spillvannsledningen til overvannsledningen og motsatt. Det er vanskelig å gi en generell beregningsmetode for å dokumentere størrelsen på forurensningsutslippene. Først må det gjennomføres systematisk kildesporing. Bruk av TV-inspeksjon og uttak av prøver fra overvannsledningen er vanlige hjelpemidler ved kildesporingen.

Lekkasjer på spillvannsledninger og fellesledninger vil kunne føre til utslipp til resipient via grunnvannet dersom forholdene ligger til rette for det. Dette er utslipp som ikke kan måles i overvannsledningen. For å finne fram til potensielle områder med utslipp til grunnen må resultater fra TV-inspeksjoner, data fra ledningsdatabase, driftsdatabase og databasen med meldinger fra abonnentene benyttes systematisk. I tillegg er det mulig å kartlegge permeabiliteten i grunnen ut fra geologiske grunnkart, og på denne måten finne frem til potensielle problemstrekninger.

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.norskvann.no

Report no: 227/2017

Report title: Methods for calculation of pollution discharges from municipal sewer system and wastewater treatment plants

Date of issue: December 2017

Author: Elisabeth Lyngstad, Ragnar Storhaug and Oscar Lidholm, COWI

ISBN 978-82-414-0399-6 (printed edition)

ISBN 978-82-414-0400-9 (electronic edition)

ISSN 1504-9884 (printed edition)

ISSN 1890-9248 (electronic edition)

Summary

The new standard for municipal discharge permits in Norway requires a more detailed documentation of the pollution discharges from the sewerage system. For a long time, annual reporting of the pollution loads and discharges from wastewater treatment plants has been a part of the national legislation. At municipal wastewater treatment plants, sampling, wastewater flow measurement and analytical procedures at external laboratories have to meet stringent quality requirements.

In the municipal sewer system, stormwater overflow weirs frequently fail to meet current standards for flow measurement of the overflow from the weir. Normally data for pollution concentration (e.g. mg P/l) in the overflow are missing. This report gives an overview of different methods for calculation of pollution discharges from the municipal sewerage system based on the size of the population served, accumulated time per year with overflow over the weirs, number of overflow incidents and several other parameters.

Innhold

1. Bakgrunn og mål	8	8. Beregning av utslipp fra nødoverløp	27
2. Forutsetninger og grunnlagsmateriale	9	8.1. Generelt	27
2.1. Risiko og sårbarhetsanalyse	9	8.2. Beregningsmetoder	27
2.2. Samkjøring av data fra ulike register	9	8.2.1. Generelt	27
2.3. Kvalitetssikring og feilkildevurderinger	10	8.2.2. Metode1. Beregning av forurensningsmengde på grunnlag av tid og frekvens når nødoverløpet er i funksjon	27
3. Systembeskrivelse	11	8.2.3. Metode 2. Beregning av forurensningsmengde på grunnlag av indirekte måling av vannføring	28
3.1. Generelt	11	8.2.4. Metode 3. Beregning av forurensningsmengde basert på direkte måling av vannføring og sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon	28
3.2. Oversiktskart som viser avløpsnettets oppbygging	11	8.3. Feilkildevurdering ved metodene	29
4. Beregning av forurensningsproduksjon	13	9. Utslipp av spillvann via overvannsledninger	30
5. Utslipp fra bebyggelse som ikke er tilknyttet renseanlegg	15	9.1. Generelt	30
5.1. Metode	15	9.2. Metoder for beregning av utslipp fra overvannsledninger	30
5.2. Utslipp fra tettbebyggelse som ikke er tilknyttet renseanlegg	16	9.2.1. Metode 1.: Målinger i eller ved utløpet til resipient	30
5.3. Feilkildevurdering ved metoden	17	9.2.2. Metode 2. Kontroll av feilkoblinger eller kloakkstopper	31
6. Beregning av tilførsler og utslipp fra renseanlegg	18	9.2.3. Felleskummer for spillvann og overvann	32
6.1. Beregningsmetode	18	9.3. Feilkildevurdering ved metodene	32
6.2. Feilkildevurdering ved metoden	20	10. Utslipp fra ledningsnett til grunnen	34
7. Utslipp fra driftsoverløp	21	10.1. Metode	34
7.1. Driftsoverløpets funksjon i avløpssystemet	21	10.2. Feilkildevurdering ved metodene	34
7.2. Metoder for beregning av utslipp fra driftsoverløp	21	11. Rapportering og presentasjon	35
7.2.1. Generelt	21	12. Referanser	36
7.2.2. Metode 1. Beregning av forurensningsmengder i overløp ut fra tid og frekvensmålinger	22	Tidligere utgitte rapporter	39
7.2.3. Metode 2. Beregning av forurensningsmengde i overløp med modeller	23		
7.2.4. Metode 3a. Beregning av forurensningsmengde ved bruk av kontinuerlig vannføringsmåling og sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon	25		
7.2.5. Metode 3b. Beregning av forurensningsmengde med kontinuerlig vannføringsmåling og prøvetaking	25		
7.3. Feilkildevurdering ved metodene	25		

1. Bakgrunn og mål

Denne rapporten ble første gang utgitt i 1999 (Norsk Vann, 1999). Hovedmålet var å gi kommunene en veiledning i hvordan de ulike utslippene fra befolkningen kan beregnes og dokumenteres.

Overløpsutslipp, lekkasjer fra ledningsnett, overvannsutslipp og andre utslipp kan skape betydelig forurensning i lokale resipienter. For å finne fram til de beste tiltakene for å få redusert denne typen forurensning, er det viktig å få dokumentert alle utslipp.

Forurensningsforskriften Del 4 som ble gjort gjeldende i 2007, har detaljerte utslippskrav for renseanlegg, mens kravene til ledningsnett i liten grad er konkretisert. For avløpsanlegg i tettbebyggelser der Fylkesmannen er forurensningsmyndighet (Kapittel 14 i forurensningsforskriften) stilles det krav om at:

- Den ansvarlige skal ha en oversikt over alle overløp på avløpsnett. Oversikten skal også inkludere eventuelle lekkasjer av betydning.
- Den ansvarlige skal fra 31. desember 2008 registrere eller beregne driftstid for utslipp fra overløp.

I 2013 utarbeidet Miljødirektoratet en standard mal for utforming av utslippstillatelser for større tettbebyggelser. I tillatelser som er utformet i samsvar med denne malen, er kravene til avløpsnett betydelig mer konkrete enn det som følger direkte av forurensningsforskriften. I maldokumentet er kravene til avløpsnett formulert i 3 hovedgrupper:

- Krav til kontroll med overvann tilført avløpsnett.
- Krav til utslipp via driftsoverløp.
- Krav til virkningsgrad for avløpsnett.

For å kunne dokumentere at gitte krav overholdes kreves mer omfattende beregninger av utslipp fra ledningsnett enn tidligere. Dette betyr at kommunene må forvente en økning i både tidsforbruk og ressurser for å framskaffe grunnlagsdata fra avløpsnett, samt til bearbeiding og rapportering. I tillegg kommer beregning av tilførsler og utslipp fra avløpsrenseanlegg slik som praksisen er i dag.

For tettbebyggelser som omfattes av kapittel 13 i forurensningsforskriften (mindre tettbebyggelser), der kommunen er forurensningsmyndighet, er det ikke like omfattende krav til beregning av utslipp fra avløpsnett. Beregningsmetodene som beskrives i det etterfølgende er imidlertid like anvendbare for disse avløpssystemene.

Denne reviderte rapporten har som mål å beskrive alternative framgangsmåter for å beregne utslipp fra ledningsnett, samt fra avløpsrenseanlegg. I beregningen inngår data for både vannføringsmålinger og analysedata fra prøvetaking på hhv. ledningsnett og avløpsrenseanlegg. For veiledning mht. vannføringsmåling og prøvetaking henvises til Norsk Vann rapportene 222/2016 og 182/2011.

2. Forutsetninger og grunnlagsmateriale

2.1. Risiko og sårbarhetsanalyse

Den nye malen for utslippstillatelser pålegger anleggseiere å utarbeide en ROS-analyse som beskriver hvordan avløpsnett og avløpsrenseanlegg påvirker, eller kan påvirke, sårbare naturtyper eller områder som brukes av sårbare arter. ROS-analysen skal også beskrive forhold knyttet til avløpsanleggene som kan medføre fare for forurensning og redegjøre for risikoforhold.

En ROS-analyse kan blant annet inneholde følgende elementer knyttet til avløpsnett:

- Risikoklassifisering driftsoverløp.
- Risikoklassifisering pumpestasjoner med nødoverløp.
- Risikoklassifisering ledninger:
 - o brudd
 - o lekkasjer
 - o forurensning
 - o kapasitet

Det er en forutsetning at ROS-analysen blir gjennomført. Ved dokumentasjon av utslipp er det viktig å legge mest vekt på de delene av avløpsnett som ROS-analysen identifiserer som de mest kritiske.

Et avløpsnett kan inneholde mange overløp som i varierende grad har utslipp av ubehandlet avløpsvann til en resipient. Når forurensningsmengden som avlastes via disse overløpene skal beregnes, er det viktig at det gjennomføres en risikovurdering for å identifisere hvilke overløp som er mest kritisk mht. utslipp av forurensninger.

For å kunne gjennomføre risikovurderingen av overløpene bør det bl.a. foreligge opplysninger om:

- Driftstid for overløpet (registrert eller modellberegnet).
- Antall PE tilknyttet overløpet.
- I hvor stor grad overløpets utforming er i samsvar med tekniske krav til et overløp (type overløp).
- Type resipient.
- Overløpsutslippets nærhet til ulike brukerinteresser (f.eks. badeplasser og rekreasjonsområder).

En måte å gjennomføre risikovurderingen på kan være å dele inn årlig driftstid for overløp i tre klasser «lav», «middel» og «høy». Hvor grensene mht. driftstid skal gå mellom de ulike klassene må avgjøres i hvert enkelt tilfelle. På samme måte deles konsekvensen av overløpsutslippet inn i tre klasser, f.eks. 1, 2, og 3. Overløpene plasseres i de spesifikke klassene etter en vurdering av antall PE tilknyttet overløpet, overløpets utforming, type resipient, samt hvilken effekt overløpsutslippet har for ulike brukerinteresser. Tabell 2.1 viser hvordan driftstid og konsekvens kan framstilles i et diagram.

Tabell 2.1 Eksempel på vurderingsskala for å komme fram til kritiske overløp

Driftstid	Høy			
	Middel			
	Lav			
		1	2	3
Konsekvens				

Etter risikovurderingen beregnes f.eks. forurensningsmengden som slippes ut fra overløpene som er plassert i hhv. gul og rød kategori. I tillegg gjennomføres mer detaljerte undersøkelser for de samme overløpene. Slike undersøkelser kan omfatte TV-inspeksjon av nettet oppstrøms overløpet, kildesporing og kartlegging av årsaker til overløpshendelser.

For gjennomføring av ROS-analyse og for klassifisering av kritiske ledninger, henvises til Norsk Vann rapport 197/2013 «Avløpsanlegg, Vurdering av risiko for ytre miljø» (Norsk Vann, 2013) og til Norsk Vann rapport 220/2016 «Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering».

2.2. Samkjøring av data fra ulike register

Ved beregning av forurensningsproduksjon i avløpssoner oppstrøms f.eks. overløp eller pumpestasjoner, er det behov for å få informasjon om antall personer som bor i den aktuelle sonen. Ved å kombinere data fra digitalt ledningskartverk, matrikkeldata og data fra

folkeregisteret, er det mulig å beregne antall personer med bostedsadresse innenfor den aktuelle avløpssonen. Dette verktøyet utvikles normalt som en applikasjon i et GIS-program.

2.3. Kvalitetssikring og feilkildevurderinger

Alle målinger er forbundet med feil og usikkerhet. Det er derfor viktig å ha et bevisst forhold til kvalitetssikring av måledata og beregninger. For å kunne dra nytte av en måling, må man ha kunnskap om måleusikkerheten. Kommunene må forut for en måling bestemme seg for hvilken måleusikkerhet som aksepteres. Hvis det er spesifikke krav til måleusikkerhet i utslippstillatelsen, må disse tilfredsstilles. Deretter planlegges og gjennomføres målingene slik at kravene oppfylles.

For vannføringsmåling og prøvetaking på renseanlegg har det siden 2009 vært stilt krav om at prøvetakingen skal gjennomføres iht. et akkreditert kvalitetssystem, inkludert at usikkerheten ved vannføringsmålingen ikke skal overstige 10 %. Dette har bedret kvaliteten på data fra renseanleggene.

For data fra ledningsnettets må det fortsatt påregnes en forholdsvis stor usikkerhet.

Det er ikke mulig å oppnå 100 % nøyaktighet ved målinger. Stort sett kan man si at en usikkerhet i målingene eller beregningene på under 20-25 % er bra ved dokumentasjon av utslipp fra forurensningskilder ute på ledningsnettets. Selv med usikkerhet over 50 % vil dataene kunne være nyttige ved første gjennomregning for å finne frem til de kildene som betyr mest, og hvilke som kan neglisjeres. I neste omgang kan man bruke mer nøyaktige metoder på de viktigste kildene og redusere ressursinnsatsen på kildene som betyr lite.

De viktigste delene av kvalitetssikringen er:

- Kartlegging av feilkilder og type feil.
- Beregning av forventet måleusikkerhet, fordelt på tilfeldige og systematiske feil.
- Vurdering av feilforebyggende tiltak.

Det skilles mellom 3 typer målefeil:

- Grove feil.
- Systematiske eller regelmessige feil.
- Tilfeldige eller uregelmessige feil.

Grove feil skyldes rene tabber fra installatøren eller brukeren av måleren, eller at måleinstrumentet svikter. For eksempel vannføringsmålere som ikke er montert riktig eller at det er mangler ved den fysiske utformingen av overløp. Det kan være feil plasserte prøvetakere, feil prosedyrer ved prøvetaking, analysefeil eller skrivefeil.

Systematiske feil kan være konstante eller variable. Feilene følger bestemte lover, og virkningen av feilene kan beregnes dersom feilårsaken er kjent. For eksempel at vannmåleren ikke er riktig kalibrert.

Tilfeldige feil skyldes en lang rekke uavhengige hendelser som fører til at vi får forskjellige måleresultater ved gjentatte målinger av den samme størrelsen. Måleresultatet påvirkes snart i negativ retning, snart i positiv retning, men alltid innenfor et relativt begrenset intervall. Disse feilene kan reduseres ved å øke antall målinger.

Det er viktig å få luket ut alle grove feil før målingene starter slik at man unngår systematiske feil. Når målingene gjennomføres må måleutstyret holdes rent og funksjonelt. Dette gjør at gjennomføring av målekampanjer eller drift av permanent automatisk måleutstyr er en ressurskrevende aktivitet. For å redusere virkningen av tilfeldige feil tas så mange prøver som praktisk og økonomisk mulig.

For mange av feilkildene kan det være vanskelig eller umulig å fastsette annet enn en grov øvre grense for måleusikkerheten. Slike grove anslag er likevel bedre enn ingen anslag, og det viktigste er at man har et bevisst forhold til at feilkilder finnes.

I Norsk Vann-rapporten 182/2011 Prøvetaking av avløpsvann og slam (Norsk Vann, 2011) er det beskrevet feilkilder ved valg av prøvetakingspunkt og i alle deler av prøvetakingsforløpet.

3. Systembeskrivelse

3.1. Generelt

For å ha oversikt over innlekking i og utslipp fra avløps-systemet er det nødvendig å ha en god forståelse av hvordan avløpsnettet er bygd opp og henger sammen. Det er viktig å ha en oversikt over alle utslippspunkter, samt punkter og områder der det oppstår innlekking og utlekking fra nettet. De fleste kommuner i Norge har dokumentert ledningsnett i en digital ledningsdata-base. Foruten å gi en fysisk beskrivelse av avløpsnettets oppbygging, har slike programmer en funksjonalitet slik at det oppnås en enhetlig forvaltning av vann- og avløpsnett. For å kunne beregne utslipp fra de ulike utslippspunktene på nettet må kommunen i tillegg til beskrivelse av nettet også ha en oversikt over forurensningsmengden som genereres i tilknytning til de ulike utslippspunktene. I det etterfølgende gis en beskrivelse av hvordan man kan etablere et grunnlag for å beregne utslippet fra avløpsnett ved å:

- 1) Utarbeide et kart som viser de ulike avløpssonene, hvordan disse henger sammen og hvilke utslippspunkt som eksisterer.
- 2) Utarbeide en oversikt over hvor stor forurensningsmengde som genereres i tilknytning til hvert utslippspunkt.

Denne metodikken er beskrevet i veiledningen «Avløp på avveie, veileder for etablering av felles metode for dokumentasjon av tap fra avløpsnett» (GVD, 2016), og den etterfølgende beskrivelsen er basert på denne veiledningen.

3.2. Oversiktskart som viser avløpsnettets oppbygging

En kommune kan ha ett eller flere rensedistrikt (dvs. geografisk område som betjenes av ett renseanlegg). For hvert rensedistrikt bør det utarbeides et kart som viser:

- Hovedavløpsledninger, inkludert utslippsledninger til resipienten.
- Driftsoverløp
- Områder med felleskummer (spillvann og overvann) i separatsystemer.
- Nødoverløp
- Pumpestasjoner
- Renseanlegg

For å skape god oversikt og gjøre det mulig å gå videre med beregning av produserte forurensningsmengder og utslipp, inndeles rensedistriktet i avløpssoner. Avløpssonene er områder innenfor rensedistriktet med felles egenskaper. Det mest vanlige er at avløpssonen er tilrenningsområdet til en pumpestasjon, til et større oppsamlingssystem (kulvert eller tunnel), eller til et overløp. Det kan også være andre karakteristika som danner grunnlaget for soneinndelingen f.eks.:

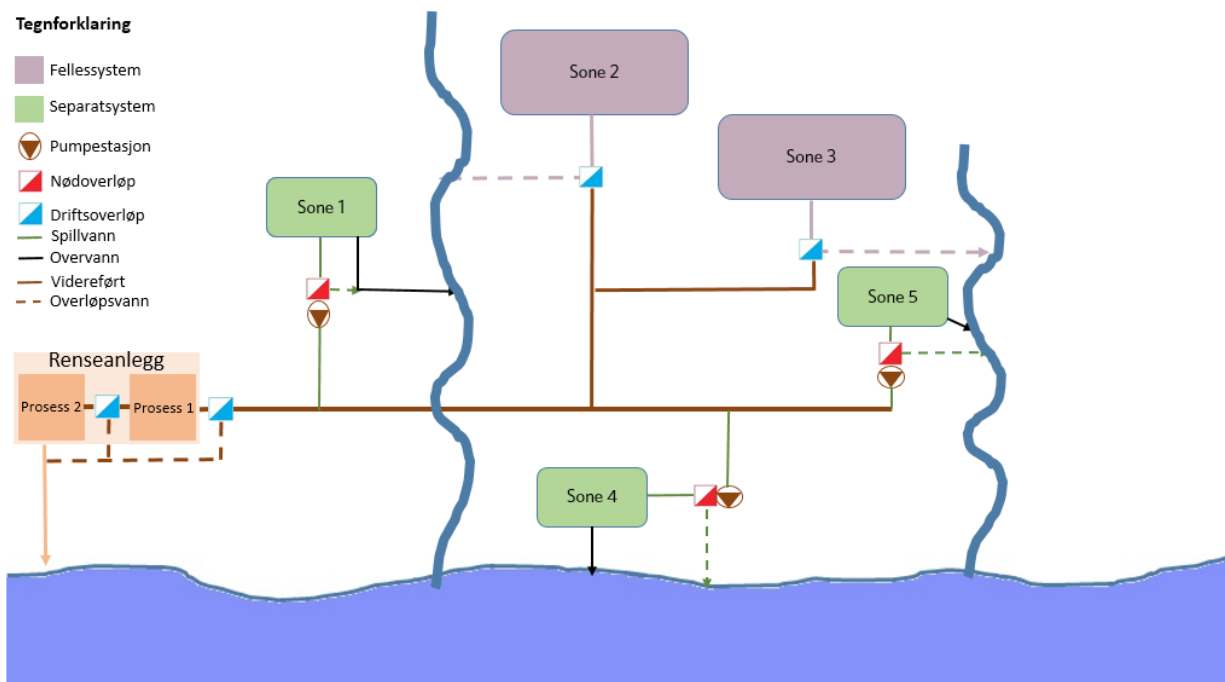
- Områder som i perioder ligger lavere enn høyvann- eller grunnvannstanden slik at det vil opptre en betydelig innlekking.
- Områder med dårlig ledningsnett og betydelig diffus utlekking.
- Områder med kun separat- eller fellessystem.

Det kan være gunstig å starte med en grov soneinndeling for siden å dele opp i mindre delsoner. Figur 3.1 viser eksempel på en systemskisse for et (forenklet) rensedistrikt. For store avløpsnett vil systemskissen bli svært omfattende og det må legges vekt på å forenkle, men det må hele tiden være et mål å få oversikt over alle utslippspunkter.

Totalt har rensedistriktet i eksempelet 5 avløpssoner, 2 med fellessystem og 3 mindre soner med separat-system. Sone 5 består av et gammelt separatsystem med felleskummer. Alle sonene med separatsystem er tilknyttet en pumpestasjon med nødoverløp. De to sonene med fellessystem er begge tilknyttet driftsoverløp (regnvannsoverløp) som avlaster ut i to mindre elver. I tillegg er det et driftsoverløp foran renseanlegget og mellom prosessene i renseanlegget, f.eks. mellom mekanisk og biologisk rensetrinn. De to overløpene avlaster til resipienten (innsjø) via utslippsledningen fra renseanlegget. I de fleste tilfeller er det imidlertid bare overløp foran renseanlegget. For et større tettsted eller en by vil en slik skisse bli betydelig mer komplisert.

Det anbefales at det utarbeides slike skisser for store og små rensedistrikter. En slik kartlegging gjør det enklere å identifisere utslippspunktene i systemet.

Figur 3.1: Eksempel på skisse av et rensedistrikt.



4. Beregning av forurensningsproduksjon

Ved de fleste utslipp er det viktig å få beregnet forurensningsproduksjonen oppstrøms utslippspunktet som grunnlag for å beregne tilførsler og/eller utslipp. Forurensningsproduksjonen i et område er den forurensning som normalt genereres av befolkningsaktiviteten i området. Denne kan måles ved utslippspunktet, eller beregnes ved hjelp av spesifikk forurensningsproduksjon. Måling av tilførsler til et punkt på ledningsnett er forbundet med stor usikkerhet, og i mange tilfeller velger man derfor heller å beregne tilførsler.

Forurensningsproduksjonen i en avløpssone (sanitær-avløp) beregnes slik:

$$M_{\text{prod}} = f \cdot R_{\text{PE}}$$

M_{prod} = Ukorrigert forurensningsproduksjon i avløpssonen

f = Spesifikk forurensningsproduksjon (midlere forurensningsproduksjon pr. pe, f.eks. g P/pe • døgn)

R_{PE} = Antall personenheter (PE) i avløpssonen

Personekvivalent (pe): En materialstrøm som tilsvarer det et menneske normalt representerer mht. vannforbruk eller en forurensningsparameter (se definisjonsliste).

Personenhet (PE): Total ekvivalent befolkningsmengde

Antall personenheter (PE) = antall personer (p) + antall personekvivalenter (pe)

I Norsk Vanns lærebok «Vann- og avløpsteknikk» (Norsk Vann, 2012) anbefales det å benytte flg. verdier for spesifikk forurensningsproduksjon dersom man ikke har målinger som tilsier noe annet:

Fosfor: 1,8 g P/pe • døgn
Nitrogen: 12 g N/pe • døgn
Organisk stoff: BOF5 60 g /pe • døgn
KOF 120 g/pe • døgn

Antall fastboende i en sone finnes normalt ut ved bruk av en GIS-applikasjon som har importert data fra ledningskartverket og fra folkeregisteret. Det kan også benyttes mer manuelle metoder med opptelling av antall hus kombinert med data fra folkeregisteret. For å finne netto forurensningsproduksjon i en sone, må det korrigeres for fravær og evt. tilleggsvirksomhet (skoler, barnehager og andre arbeidsplasser) i sonen. Norsk Standard NS 9426 (Standard Norge, 2006) angir spesifikke forurensningstall for ulike virksomheter,

institusjoner etc. Tabell 4.1 viser de viktigste spesifikke tallene.

Tabell 4.1: Spesifikt antall pe for ulike aktiviteter (Basert på NS 9426).

Type /virksomhet	Enhet	Antall pe (pe)
Fastboende	1 person	1
Barnehage	1 barnehagebarn	0,3
Skole	1 elev/student	0,3
Arbeidsplass	1 yrkesaktiv	0,4
Sykehus	1 utnyttet sengeplass	1
Hotell/pensjonat	1 utnyttet sengeplass	1
Restauranter/kafeer	1 stol	0,25

Hvis det er behov for en mer detaljert oppdeling henvises til NS 9426.

Ved beregning av total forurensningsproduksjon i avløpssonen er det mange usikkerheter. I det etterfølgende er det vist en metode for beregning av forurensningsproduksjon der det justeres for hhv. de bosattes virksomhet utenfor bolig og for annen virksomhet i sonen.

$$R_{\text{PE}} = R_p - R_{\text{ya}} + R_{\text{pa}}$$

R_{PE} = Justert antall PE i sonen

R_p = Antall personer bosatt i sonen (100 % tilstedeværelse)

R_{ya} = Antall pe som utgjøres av de fast bosattes virksomhet utenfor egen bolig

R_{pa} = Antall pe i sonen fra annen virksomhet

Avhengig av avløpssonens kompleksitet kan man velge å beregne total forurensningsproduksjon uten å korrigere for fravær og annen aktivitet i sonen, eller man kan gjøre denne justeringen. Det er mange antakelser og usikkerheter involvert i denne beregningen. Det frarådes derfor å gjøre beregningen på et for omfattende detaljeringsnivå. Ved en rutinemessig dokumentasjon av utslippene fra avløpsnett vil dette medføre et omfattende oppdateringsarbeid. Tabell 4.2 og 4.3 viser en beregningsmetode som bl.a. er benyttet i Drammen kommune. Denne beregningen tar utgangspunkt i antall personer som bor i sonen, og det korrigeres for fravær basert på gjennomsnittstall for kommunen, samt innhentede opplysninger om annen aktivitet i sonen.

Tabell 4.2: Eksempel på grunnlagsdata for beregning av justert antall pe i avløpssonen.

Kommunestørrelse	
Registrert antall innbyggere i kommunen:	15.650
Arbeidsplasser	
Arbeidsplasser registrert i kommunen:	6.417
Netto innpendling:	550
%-andel med fravær pga. arbeid: $((6.417-550)/15.650) \cdot 100$	38 %
Det er ingen bedrifter med utslipp av prosessavløpsvann i avløpssonen	-
Skoler	
Antall skoleelever	3.000
%-andel med fravær pga. skole: $(3.000/15.650) \cdot 100$	19 %
Barnehage	
Antall barnehagebarn	1.000
%-andel med fravær pga. barnehage	6 %
Avløpssone A1	
Registrert antall beboere (fra GIS-applikasjon)	2.150
Barnehage som ligger i avløpssonen, antall barn	100
Barne- og ungdomsskole som ligger i avløpssonen (antall elever)	500
Antall arbeidsplasser (service, handel, skoler, barnehage, industri)	950
2 spisesteder med gjennomsnittlig antall gjester	70
1 hotell, gjennomsnittlige antall gjester	120

Tabell 4.3: Eksempel på beregning av justert antall pe i avløpssonen.

	Korreksjon for fravær fra bolig (Rya)		Tillegg for virksomhet i avløpssonen (Rpa)		
	Utgangspunkt	pe	Antall	Utgangspunkt	pe
Barnehage	$(6 \cdot 2150 \cdot 0,3)/100$	39	100	$(100 \cdot 0,3)$	30
Skole	$(19 \cdot 2150 \cdot 0,3)/100$	123	500	$(500 \cdot 0,3)$	150
Arbeidsplass	$(38 \cdot 2150 \cdot 0,4)/100$	327	950	$(950 \cdot 0,4)$	380
Sykehus	-	-	0		0
Hotell/pensjonat	-	-	120	$(120 \cdot 1)$	120
Restauranter/kafeer	-	-	70	$(70 \cdot 0,25)$	18
	Rya	489		Rpa	698
	RPE = 2.150 - 489 + 698 RPE = 2.359 pe				

Midlere forurensningsproduksjon i avløpssone A1:

Fosfor: $M_{\text{prod, P}} = 1,8 \text{ g P/døgn} \cdot R_{\text{PE}}/1000$
 $= 4,2 \text{ kg P/d}$

Nitrogen: $M_{\text{prod, N}} = 12 \text{ g N/døgn} \cdot R_{\text{PE}}/1000$
 $= 28,3 \text{ kg N/d}$

Virksomheter med påslipp av prosessavløpsvann til offentlig avløpsnett må inkluderes i regnskapet hvis det er denne typen påslipp i avløpssonen.

5. Utslipp fra bebyggelse som ikke er tilknyttet renseanlegg

5.1. Metode

Rapportering av utslipp fra bebyggelse som ikke er tilknyttet offentlig avløpsnett, vil sjelden inngå som en del av rapporteringen etter den nye malen for utslipps-tillatelse. Hvis man ønsker å utarbeide et regnskap over totale utslipp fra kommunale kilder f.eks. i kommunen, må også disse utslippene inkluderes.

Det er to prinsipielt forskjellige typer her:

- 1) Spredt bebyggelse. Dette omfatter utslipp av sanitært avløpsvann fra bolighus, hytter, turistbedrifter og lignende virksomhet med utslipp mindre enn 50 pe.
- 2) Tettbebyggelse som ikke er tilknyttet renseanlegg.

Gruppe B kan igjen deles i to undergrupper:

- 1) Tettbebyggelse som ikke er tilknyttet offentlig avløpsnett
- 2) Tettbebyggelse som er tilknyttet offentlig avløpsnett med direkteutslipp.

De forskjellige typene kan normalt behandles likt, men i offentlig statistikk skiller man mellom spredt bebyggelse og tettbebyggelse. Det bør derfor beregnes utslipp fra hver gruppe.

Ved alle utslippene nevnt ovenfor kan man benytte følgende formel for å beregne utslippet:

$$M_{UTSL} = (R_p \cdot f \cdot (1 - R)) \cdot 365 / 1000$$

M_{UTSL} = Utslipp fra bebyggelse som ikke er tilknyttet renseanlegg i avløpssonen (kg/år)

R_p = Antall personer i slik bebyggelse utenfor eller i avløpssonen. Eventuelt korrigert for virksomhet utenfor hjemmet

f = Spesifikk forurensningsproduksjon pr. pe, f.eks. 1,8 g P/pe•døgn

R = Rensegrad for renseanlegg (%)

Antatt rensesgrad for renseanlegg er vist i tabell 5.1.

Tabell 5.1: Antatt rensesgrad for renseanlegg i spredt bebyggelse og tettbebyggelse som ikke er tilknyttet felles avløpssystem (basert på www.avlop.no).

Type renseanordning	Renseeffekt (%)		
	Totalfosfor	Total nitrogen	Organisk stoff BOF ₅
Ingen - direkte utslipp	0	0	0
Slamavskiller	5 - 10	5 - 10	20 - 30
Slamavskiller med filterbed/konstruert våtmarksfilter	>90	>50	>90
Slamavskiller med infiltrasjon	>90 ¹⁾	30 - 50 ¹⁾	>90
Slamavskiller med sandfilter	0 - 80 ²⁾	20 - 50	>90
Biologisk minirensesanlegg	40 - 50	20 - 40	70 - 90
Kjemisk minirensesanlegg	90	20	50 - 70 ³⁾
Biologisk/kjemisk minirensesanlegg	90	20 - 40	90
Biologisk/kjemisk minirensesanlegg m/etterpolering	90 - 95	20 - 40	90-95
Tett tank for svartvann, separat renseløsning for gråvann ¹⁾	95	95	95
Tett tank for svartvann, gråvann uten rensing	80	90	40 - 75
Tett tank for alt avløp	100	100	100
1) Store lokale variasjoner, avhengig av løsmassenes sammensetning og mektighet			
2) Avhengig av filtermaterialets fosforbindingsegenskaper og anleggets alder			
3) Opptil 70 % av organisk materiale kan fjernes i kjemiske minirensesanlegg			

Kommunen bør ha en oversikt over hus i spredt bebyggelse i en oppdatert database og GIS-løsning. For hvert hus bør det bl.a. registreres type renseanlegg, om det er bolighus, gårdsbruk, hytte, institusjon eller næringsvirksomhet. Fra databasen bør det kunne hentes ut antall

pe, hvor mange bolighus, gårdsbruk, hytter, institusjoner og næringsvirksomheter som er i evt. utenfor avløpssonene og hva slags renseanlegg man har på utslippene. Da vil man enkelt kunne legge inn tallene i utslippsregnskapet.

Det har liten hensikt å prøve å måle renseeffekten fra minirenseanlegg for ett eller noen få hus. På litt større minirenseanlegg tas det normalt kontrollprøver, og da kan utslippene beregnes på samme måte som for større renseanlegg (se kapittel 6).

Tabell 5.2: Eksempel på beregning av utslipp fra anlegg i spredt bebyggelse.

Renseløsning	Antall pe	Forurensning- produksjon	Renseeffekt	Utslipp
	(pe)	(kg P/år)	(%)	(kg P/år)
Direkte utslipp, ingen rensing	20	13,1	0	13,1
Slamavskiller/septiktank med direkte utslipp	50	32,9	5	31,2
Slamavskiller med sandfilter	0	0,0	10	0,0
Slamavskiller med infiltrasjon (laget etter 1985)	100	65,7	90	6,6
Biologisk minirenseanlegg	0	0,0	45	0,0
Kjemisk minirenseanlegg	35	23,0	80	4,6
Biologisk-kjemisk minirenseanlegg	0	0,0	90	0,0
Tett tank for svartvann, med renseløsning for gråvann	15	9,9	95	0,5
Tett tank_ for WC og gråvann ¹⁾	0	0,0	100	0,0
Biologisk klosett, gråvann til sandfilter	0	0,0	80	0,0

1) Innholdet i tette tanker vil ikke bli renses 100 % på renseanlegget der det leveres, men dette kommer med i regnskapet for renseanlegget

5.2. Utslipp fra tettbebyggelse som ikke er tilknyttet renseanlegg

I definerte avløpssoner (tettbebyggelse) skal i prinsippet all bebyggelse være tilknyttet renseanlegg. Det kan imidlertid være en del eldre bebyggelse som ikke er tilknyttet offentlig avløpsnett, og i noen kommuner finnes det også ledninger som ikke er tilknyttet renseanlegg. Omfanget av disse løsningene er imidlertid ikke veldig stort. Det tas imidlertid med for helhetens skyld.

Det er to forskjellige typer utslipp her:

- 1) Utslipp fra tettbebyggelse som ikke er tilknyttet offentlig avløpsnett. I praksis er det bebyggelse som benytter de samme løsninger som er beskrevet i pkt. 5.1.

- 2) Utslipp fra tettbebyggelse som er tilknyttet offentlig avløpsnett med direkte utslipp.

Ved beregning av utslipp fra type 1 benyttes samme framgangsmåte som vist i tabell 5.2

Forskjellen på utslipp av type 1 og utslippene i type 2 er at det ved type 2 er et felles ledningssystem, men det er direkte utslipp i resipienten uten noen form for rensing. Normalt skal det bygges en renseløsning i slike systemer. Tabell 5.3 viser hvordan slike utslipp kan dokumenteres.

Tabell 5.3: Eksempel på beregning av utslipp fra tettbebyggelse som er tilknyttet offentlig avløpsnett med direkte utslipp.

Renseløsning	Antall pe i nedslagsfeltet	Forurensning- produksjon	Renseeffekt	Utslipp
	(pe)	(kg P/år)	(%)	(kg P/år)
Direkte utslipp, ingen rensing	75	49,3	0	49,3

5.3. Feilkildevurdering ved metoden

Det forutsettes at kommunene i dag har god oversikt over hvor mange hus som ikke er tilknyttet renseanlegg. Det er viktig at kommunene lager funksjonelle registre over bebyggelse som ikke er tilknyttet renseanlegg og hva slags utslippsanordning disse har. Dette er ikke minst viktig for at kommunen selv skal ha oversikt over avløpsforholdene.

Usikkerheten i formelen:

$$M_{UTSL} = (R_p \cdot f \cdot (1 - R)) \cdot 365 / 1000$$

er nok størst ved beregning av R. Renseeffekten for de ulike renseløsningene kan avvike betydelig fra det som anses å være normverdier. Særlig for eldre anlegg kan dette være tilfelle. Renseeffekten har sammenheng både med utførelsen av anlegget og den løpende oppfølgingen av anlegget. Den økede oppfølgingen av renseanlegg i spredt bebyggelse må forutsettes å ha bedret renseresultatene totalt sett.

Fastsettelse av R_p kan også være en feilkilde. Ved bruk av standardtall for personer pr. hus/leilighet kan man komme ganske feil ut enkelte steder, og spesielt hvis man bruker for gamle verdier fordi antall personer pr. hus er stadig synkende. Det forutsettes imidlertid at kommunen ved bruk av data fra folkeregisteret og adresseregister kan komme fram til forholdsvis presise anslag for R_p .

Ved en riktig utnyttelse av tilgjengelige registre kan man få usikkerheten ned i under 10 %. Da må man imidlertid også ha en god oversikt over inn- og utpendling og eventuelle virksomheter i området. Renseeffekten for renseanordningen varierer betydelig fra anlegg til anlegg. Alt i alt må man derfor være meget forsiktig med bruken av slike beregninger hvis disse ikke er grundig kvalitetssikret, da total usikkerhet i tallene kan bli i størrelsesorden 30 – 70 %.

6. Beregning av tilførsler og utslipp fra renseanlegg

6.1. Beregningsmetode

Kontrollprøver og vannføringsmålinger i prøvetakingsperioden benyttes for å beregne tilførsler og utslipp fra avløpsrenseanlegg. Forurensningsforskriften § 13-12 og § 14-11 gir generelle anvisninger om antall kontrollprøver som skal tas, samt hvilke parametere det skal analyseres på. Utslippstillatelsen for det enkelte renseanlegg angir hvilket kontrollregime som gjelder. Det er ingen standardisert metode for beregning av tilførsler og utslipp fra renseanlegg. Resultatet av dette er at det benyttes ulike beregningsmetoder både av kommuner, statlige kontrollmyndigheter og i offentlig statistikk. Beregningsmetoden som beskrives i det etterfølgende anses som den mest korrekte.

Det forutsettes at prøvetakingsperioden er 1 døgn. Hvis prøvetakingsperioden er 1 uke må vannmengden divideres på 7, evt. antall døgn som prøvetakingsperioden omfatter.

Tilførslene i hver prøvetakingsperiode (døgn) beregnes som følger:

$$M_{inn} = M_{inn\ ra} + M_{ol}$$

M_{inn} = Forurensningsmengde som transporteres fram til renseanlegget

$M_{inn\ ra}$ = Forurensningsmengden som føres inn i renseanlegget

M_{ol} = Forurensningsmengde som slippes ut i overløp foran renseanlegget

$$M_{inn\ ra} = Q_{ra} \cdot k_i / 1000 \text{ (kg/d)}$$

Q_{ra} = Vannmengden som behandles i renseanlegget i prøvetakingsperioden (m^3/d)

k_i = Forurensningskonsentrasjonen i innløpsvannet i prøvetakingsperioden (g/m^3)

$$M_{ol} = Q_{ol} \cdot k_i / 1000 \text{ (kg/d)}$$

Q_{ol} = Vannmengden som går i overløp foran renseanlegget (m^3/d)

Hvis det bare går i overløp i deler av prøvetakingsdøgnet, vil denne beregningen ikke gi et helt korrekt bilde av forurensningsmengden som går ut via overløpet, men så lenge man ikke har prøvetaking av overløpsvannet gir det et godt estimat. For renseanlegg som har separat prøvetaking på overløpet, erstattes k_i med k_{ol} som er forurensningskonsentrasjonen i overløpsvannet.

Utslippet i hver prøvetakingsperiode (døgn) beregnes som følger:

$$M_{ut} = M_{ut\ ra} + M_{ol}$$

M_{ut} = Total forurensningsmengde som slippes ut fra renseanlegget (renseprosess + overløp)

$M_{ut\ ra}$ = Forurensningsmengden som slippes ut fra rensesprosessen

M_{ol} = Forurensningsmengden som slippes ut i overløp foran renseanlegget

$$M_{ut} = Q_{ra} \cdot k_u / 1000 \text{ (kg/d)}$$

Q_{ra} = Vannmengden som behandles i renseanlegget i prøvetakingsperioden (m^3/d)

k_u = Forurensningskonsentrasjonen i utløpsvannet fra rensesprosessen i prøvetakingsperioden (g/m^3)

$$M_{ol} = Q_{ol} \cdot k_i / 1000 \text{ (kg/d)}$$

Q_{ol} = Vannmengden som går i overløp foran renseanlegget (m^3/d)

k_i = Forurensningskonsentrasjonen i innløpsvannet i prøvetakingsperioden (g/m^3)

For forurensningsmengden som går i overløp foran renseanlegget gjelder samme merknader som for tilførsler.

Ved beregning av totale tilførsler og utslipp på årsbasis, beregnes først middelverdien av tilførsler og utslipp for årets prøvetakingsomganger. Middelverdien multipliseres så med 365 dager. Normalt benyttes benevnelsen (tonn/år). For et renseanlegg med i prøvetakingsomganger, blir totale tilførsler og utslipp på årsbasis som følger:

$$M_{i,\text{år}} = (\sum M_{inn, 1..i} / i) \cdot 365 / 1000 \text{ (tonn/år)}$$

$$M_{i,\text{år}} = \text{Totale tilførsler pr. år (tonn/år)}$$

$$M_{ut,\text{år}} = (\sum M_{ut, 1..i} / i) \cdot 365 / 1000 \text{ (tonn/år)}$$

$$M_{ut,\text{år}} = \text{Totalt utslipp pr. år (tonn/år)}$$

Tabell 6.1 viser eksempel på beregning av tilførsler og utslipp av tot-P fra et renseanlegg som tar 12 døgnblandprøver pr. år.

Tabell 6.1: Eksempel på beregning av tilførsler og utslipp fra et renseanlegg.

	Vannføring		Forurensnings-konsentrasjon		Tilførsler		Utslipp		Total tilførsel	Totalt utslipp
	Q_{ra}	Q_{ol}	k_i	k_{ut}	$M_{inn\ ra}$	M_{ol}	$M_{ut\ ra}$	M_{ol}	M_{inn}	M_{ut}
Prøvetakings-omgang	Inn renseanlegg	Overløp	tot-P,	tot-P	tot-P,	tot-P	tot-P,	tot-P	tot-P	tot-P
	m ³ /d	m ³ /d	mg/l	mg/l	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d
1	5943	92	2,6	0,33	15,45	0,24	1,96	0,24	15,7	2,20
2	6425	69	2,0	0,32	12,85	0,14	2,06	0,14	13,0	2,19
3	3270	0	4,6	0,24	15,04	0,00	0,78	0,00	15,0	0,78
4	8765	192	1,6	0,21	14,02	0,31	1,84	0,31	14,3	2,15
5	3114	0	4,8	0,17	14,95	0,00	0,53	0,00	14,9	0,53
6	6361	40	2,3	0,37	14,63	0,09	2,35	0,09	14,7	2,44
7	3305	0	4,0	0,14	13,22	0,00	0,46	0,00	13,2	0,46
8	2495	0	6,0	0,26	14,97	0,00	0,65	0,00	15,0	0,65
9	6130	20	2,3	0,37	14,10	0,05	2,27	0,05	14,1	2,31
10	5635	17	2,3	0,36	12,96	0,04	2,03	0,04	13,0	2,07
11	2704	0	5,3	0,14	14,33	0,00	0,38	0,00	14,3	0,38
12	2247	7	6,7	0,38	15,06	0,05	0,85	0,05	15,1	0,90
Middel for alle prøvetakingsomganger								kg/d	14,4	1,42
Totalt pr. år								kg/år	5246,5	519,2
Totalt pr. år								tonn/år	5,2	0,52
Renseeffekt								%	90,1	

Total tilførsel og utslipp er beregnet for hver prøvetakingsomgang. Deretter er middelveiden beregnet for alle prøvetakingsomganger. Denne middelveiden er så multiplisert med antall dager som prøvetakingen representerer. I dette tilfellet er det 365 dager.

Samme beregningsmåte kan benyttes for andre parametere og for perioder som er lengre/kortere enn ett år.

6.2. Feilkildevurdering ved metoden

Usikkerheten som er knyttet til beregnede tilførsler og utslipp fra renseanlegg har sin bakgrunn i usikkerheten i vannføringsmålingene, prøvetakingen og analysene av prøvene. Sammenlignet med usikkerheten i mange andre beregnede tilførsler og utslipp, er usikkerheten knyttet til renseanlegg lav. Dette har sammenheng med at forurensningsforskriften setter krav både til prøvetaking og vannføringsmåling. Kravene til vannføringsmåling og prøvetaking er mest omfattende for renseanlegg som tilhører kapittel 14 i forskriften (fylkesmannen er forurensningsmyndighet).

For disse anleggene gjelder:

Tilført vannføring skal måles med en usikkerhet på maksimalt 10 %. I praksis vil man klare en måleusikkerhet som er lavere enn 5% under forutsetning av at målepunkt og måleutstyr er riktig utformet.

Prøvetakingen skal gjennomføres i samsvar med et akkreditert kvalitetssystem. I praksis betyr dette at prøvetakingsopplegget skal være i samsvar med NS-ISO 17025 og godkjent av Norsk Akkreditering. Pr. i dag er det ikke krav om å oppgi usikkerheten ved prøvetakingen i %.

Det skal tas vannmengdeproporsjonale prøver.

Prøvetakingsplanen skal være utformet på forhånd.

Prøvene skal analyseres ved et laboratorium som er akkreditert for de aktuelle analysene.

For renseanlegg som tilhører kapittel 13 i forurensningsforskriften er kravene til vannføringsmåling og prøvetaking mindre omfattende enn for anleggene i kapittel 14. Blant annet er det ikke krav til maksimal usikkerhet i vannføringsmålingen og at prøvetakingen skal gjennomføres i samsvar med et akkreditert kvalitetssystem. I stor grad gjennomføres den praktiske prøvetakingen på renseanlegg som tilhører kapittel 13 på samme måte som anleggene i kapittel 14.

Det har vært en stor innsats for å bedre prøvetakingen de siste 10 årene både ved etableringen av akkrediteringsordningen for prøvetaking, gjennomføring av kurs for prøvetakingspersonell og ved utarbeidelse av læremateriell. Norsk Vann rapport 182/2011 «Prøvetaking av avløpsvann og slam» gir en oversikt over kritiske faktorer ved vannføringsmåling og prøvetaking.

Selv om det er gjort gjeldende mange krav for å sikre god kvalitet både på vannføringsmåling, prøvetaking og analyse, er det viktig å kritisk vurdere grunnlaget for beregning av tilførsler og utslipp. Dette er en fortløpende prosess som må gjennomføres så snart måleresultat og analysesvar foreligger. For prøvetakingsprogram som strekker seg over et år er det svært vanskelig å få gjennomført reanalyse av prøver som er tatt ett år i forveien.

7. Utslipp fra driftsoverløp

7.1. Driftsoverløpets funksjon i avløpssystemet

Driftsoverløp (regnvannsoverløp) er en vanlig og nødvendig konstruksjon i fellessystem for å avlaste vann fra systemet i overløp når tilrenningen overstiger nedstrøms kapasitet i ledningsnett.

Utslipp fra overløp kan innebære en stor forurensningsmessig belastning. I systemer som er underdimensjonert eller har en feilaktig innstilling, kan utslipp fra overløp utgjøre en betydelig andel av det totale utslippet.

Utslipp fra overløp innebærer også et lokalt forurensningsproblem. Overløpsutslipp kan utgjøre en momentan sjokkbelastning, særlig for mindre vassdrag. Den estetiske forringelsen av resipienten er ofte det største lokale problemet. «Forsøpling» av vassdrag er et avløpsteknisk problem som i dag møter liten forståelse blant publikum. Det finnes derfor mange gode grunner for kommunen til å ha god kontroll på overløpene.

Den tekniske standarden på eksisterende overløp varierer betydelig. Den fysiske utformingen kan ha store

avvik fra det teoretiske grunnlaget for utforming av overløp. I tillegg er overløpene bare unntaksvis utformet slik at det er mulig å måle avløpsmengden som faktisk går i overløp da mange er plasstøpte og ikke tilrettelagt for verken vannføringsmåling eller prøvetaking. Siden 31.8.2008 har det vært krav om minst registrering eller beregning av driftstid for utslipp fra overløp. Dette kravet gjelder for tettbebyggelser som tilhører kapittel 14 i forurensningsforskriften. Tettbebyggelser som tilhører kapittel 13 har normalt ikke dette kravet.

I det etterfølgende forutsettes at regnvannsoverløpene som et minimum har mulighet til å registrere driftstid og at driftstiden registreres i et driftskontrollsystem. Det vil ikke bli gitt noen nærmere beskrivelse av instrumentering for måling av driftstid eller måling av overløpsmengde. For en nærmere beskrivelse av dette henvises til Norsk Vann rapport 222/2016 «Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett» (Norsk Vann, 2016).

7.2. Metoder for beregning av utslipp fra driftsoverløp

7.2.1. Generelt

For å beregne utslippet som kg forurensning fra overløp og renseanlegg, er det behov for opplysninger om både vannføring og forurensningskonsentrasjon. Til forskjell fra tilførsler, overløp og utslipp fra avløpsrenseanlegg, er det bare unntaksvis at forurensningskonsentrasjonen i overløpsvann fra pumpestasjoner og overløp på nettet er kjent. Det er bare de største overløpene og pumpestasjonene som enkelte ganger har installert både vannføringsmåler og vannmengdestyrt prøvetaker for uttak av prøver for bestemmelse av forurensningskonsentrasjon. Som regel registreres eller beregnes overløpsutslippet som m^3/d eller $\text{m}^3/\text{år}$. For også å få fram en forurensningskonsentrasjon slik at overløpsutslippet kan beregnes som f.eks. kg P/år, kan man enten:

- 1) Beregne med utgangspunkt i antall pe tilknyttet oppstrøms utslippspunktet og overløpsinnstilling.
- 2) Gjennomføre prøvetakingskampanjer for å komme fram til sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon ved ulike overløpstilfeller.

- 3) Gjennomføre vannmengdeproporsjonal prøvetaking ved overløpsdrift

Beregning av forurensningskonsentrasjonen i overløpsvannet

Denne beregningen krever at det gjøres en del antakelser og overløpsinnstillingen må være kjent. Overløpsinnstillingen angir mengden av overvann i forhold til midlere tørrvæstilrenning når overløpet trer i funksjon. Normalt ligger overløpsinnstillingen i området 5 – 10. Overløpsinnstillingen fastlegges når overløpet dimensjoneres. Resipientforhold og kapasiteten på etterfølgende installasjoner er blant faktorene som det må tas hensyn til når overløpsinnstillingen fastlegges. For å komme fram til et grovt estimat for forurensningskonsentrasjonen i overløpsvannet kan flg. formel benyttes:

$$k_{ol} = ((f \cdot 1000) + (n-1) \cdot Q_T \cdot k_{ov}) / (n \cdot Q_T)$$

k_{ol} = Forurensningskonsentrasjonen i overløpsvannet (mg P/l)

f = Spesifikk forurensningsproduksjon (g P/pe • d)

n = Overløpsinnstilling

Q_T = Spesifikk tørrværsavrenning, inkludert infiltrasjon (l/pe • d)

k_{ov} = Overvannets forurensningskonsentrasjon (mg P/l)

For å kunne beregne på denne måten må man ha informasjon om midlere spesifikk tørrværsavrenning, overløpsinnstilling og forurensningskonsentrasjonen i overvannet. Sannsynligvis foreligger ikke alle disse opplysningene og det må gjøres antakelser.

Eksempel 7.1 Beregning av forurensningskonsentrasjon av fosfor i overløpsvannet.

f = 1,8 g P/pe • d

n = 5

Q_T = 240 l/pe • d

k_{ov} = 0,5 mg P/l

k_{ol} = 1,14 mg P/l

Prøvetakingskampanjer for å komme fram til sjablongverdier

For å komme fram til sjablongverdier må kommunen gjennomføre prøvetakingskampanjer ved ulike overløpshendelser og også ved tørrvæstilrenning til pumpestasjoner. Det finnes ikke noe fasitsvar for hvor finoppdelt et sett med sjablongverdier bør være. Hvis avløpssystemet inneholder få overløp kan sjablongverdien knyttes til det enkelte overløpet. Hvis det er mange overløp, kan man tenke seg at sjablongverdien er knyttet til grupper av overløp.

Sjablongverdier for overløpshendelser

For å bestemme sjablongverdier for overløpshendelser bør det ved prøvetakingskampanjen tas ut blandprøver med vannmengdeproporsjonal- evt. tidsproporsjonal prøvetaker ved ulike overløpshendelser. Alternativt kan det tas ut stikkprøver som settes sammen til en blandprøve. Minimum 5 blandprøver bør legges til grunn når sjablongverdien skal beregnes. Sjablongverdien bør kontrolleres med noen års mellomrom.

Sjablongverdier for tørrvæstilrenning

For å komme fram til sjablongverdier for tørrværsavrenning f. eks. for å beregne overløpsutslipp fra pumpestasjoner som følge av pumpestopp eller planlagte overløp pga. nødvendige driftsaktiviteter (f.eks. spyling av pumpeump), bør det tas ut døgnblandprøver med

vannmengdeproporsjonale, evt. tids-proporsjonale prøvetakere. Alternativt kan det tas ut minst tre stikkprøver mellom kl. 10.00 og 15.00. Stikkprøvene settes sammen til en blandprøve. Dette vil gi noenlunde representative verdier for en gjennomsnittlig forurensningskonsentrasjon. Sjablongverdien bør bestemmes på grunnlag av minst 5 blandprøver. Når pumpestasjoner også fungerer som driftsoverløp, dvs. at det går i overløp fordi tilrenningen er større enn kapasiteten på stasjonen, må sjablongverdien for overløpshendelser benyttes.

Det finnes ulike metoder for å beregne eller måle utslipp fra regnvannsoverløp. I det etterfølgende er det beskrevet 3 hovedgrupper. Bruk av de ulike metodene innebærer ulik ressursinnsats, men uansett må kommunen påregne at nødvendig ressursinnsats for å dokumentere utslipp fra avløpssystemet vil øke betydelig.

- 1) Beregning av overløpsmengder ut fra tid og frekvensmålinger.
- 2) Beregning av overløpsmengder ut fra modellberegning.
- 3) Kontinuerlig registrering av vannføring i overløp.

7.2.2. Metode 1. Beregning av forurensningsmengder i overløp ut fra tid og frekvensmålinger

Metoden innebærer den enkleste formen for registrering av overløpsdrift basert på registrering av antallet hendelser over en periode og summering av den totale varigheten av overløpsdriften.

Grunnprinsippet er at forurensningsmengden som går i overløp, estimeres ut fra oppstrøms forurensningsproduksjon og registrert varighet av overløpshendelsen. Overvannsmengde i overløp i samme tid kan grovt estimeres ut fra en valgt forurensningskonsentrasjon i overvannet f.eks. 0,5 mg P/l og overløpsinnstillingen. Den totale varigheten av en driftsforstyrrelse måles direkte eller kan beregnes ut fra andre registrerte parametere. Deretter må det gjøres et anslag over hvor stor andel av den totale forurensningsproduksjonen som går i overløp.

$$M_{TAP} = (R_{PE} \cdot f \cdot T_{df} / 24 + Q_{ov} \cdot T_{df} \cdot k_{ov}) \cdot X$$

M_{TAP} = Totalt utslipp av forurensninger fra overløpet (g/P)

R_{PE} = Antall personenheter oppstrøms overløpet

f = Spesifikk forurensningsproduksjon (midlere forurensningsproduksjon pr. pe, f.eks. g P/pe•døgn)

T_{df} = Overløpets varighet (timer)

Q_{ov} = Mengde overvann ved overløp, som $Q_T \cdot (n - 1)$
 Q_T = Tørrværsavrenning, inkludert infiltrasjon ($m^3/time$)
 n = Overløpsinnstilling
 k_{ov} = Overvannets forurensningskonsentrasjon (mg P/l)
 X = Skjønnsmessig vurdering av andel av total forurensningsproduksjon som går i overløp

Tørrværsavrenningen (Q_T) kan beregnes ut fra den spesifikke spillvannsmengden for oppstrøms PE. Normalt er denne 150 – 160 l/pe•d. I tillegg må det tas hensyn til infiltrasjon i nettet. Dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle basert på opplysninger om bl.a. lednings-

nettets tilstand og grunnvannsnivå. Det er ikke uvanlig at spesifikk vannmengde inkludert infiltrasjon settes til 240 l/pe•d. Omregning til tørrværsavrenning per time blir da $0,01 \cdot PE (m^3/time)$.

Metoden gir kun et **grovt** bilde over forurensningsmengdene som går i overløp og kan ikke sammenlignes i nøyaktighet med metode 2 og 3. Metoden bør derfor brukes i en mellomperiode inntil man har kartlagt hvilke overløp som representerer de største forurensningskilene. Dokumentasjon av utslipp fra disse overløpene bør siden baseres på mer nøyaktige metoder.

Tabell 7.1: Eksempel på dokumentasjon av utslipp fra driftsoverløp ved måling av overløpstid.

Drifts-overløp	Antall PE i felt	Produksjon (g P/time)	Overløpets varighet (timer)	Tørrværs-avrenning ($m^3/time$)	Overløps-innstilling	Konsentrasjon i overvann (mg P/l)	Utslipp (kg P/år)
Nybyen	1180	88,5	225	11,8	5	0,5	7,5

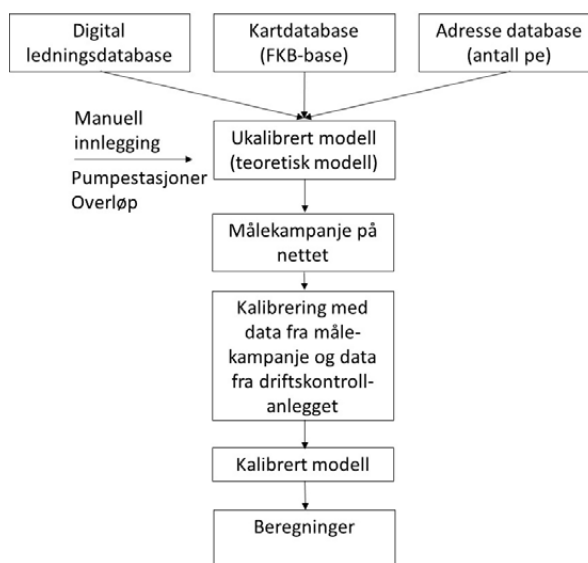
Ved beregningen er det gjort en skjønnsmessig vurdering av at 30 % (X) av produsert forurensningsmengde går ut via overløpet. Produksjonen oppstrøms overløpet, samt tørrværsavrenning må beregnes. Det må foreligge opplysninger om overløpsinnstilling, og det må gjøres en antakelse vedrørende forurensningskonsentrasjonen i overvannet.

7.2.3. Metode 2. Beregning av forurensningsmengde i overløp med modeller

De årlige overløpsmengdene kan beregnes ved simulering av nedbørsituasjoner ved hjelp av databaserte analyseverktøy. Det finnes ulike modelltyper som i stor grad bygger på de samme hydrauliske og hydrologiske prinsippene. Selv om det har vært en betydelig utvikling i analyse-verktøyenes brukervennlighet, kreves fortsatt spesialkompetanse for å utvikle og bruke modellene. I første rekke er det derfor pr. i dag de store kommunene som har tatt i bruk modellverktøyet. For å oppnå en ytterligere standardheving på ledningsnettet kan det forventes at avløpsmodeller også må tas i bruk i mindre kommuner. Flere konsulentvirksomheter har kompetanse i bruk av modeller som kommunen kan kjøpe inn ved behov. Økonomisk er det et stort løft å utvikle en avløpsmodell. På sikt vil modellen bidra til en mer kostnadseffektiv rehabilitering av nettet og enklere dokumentasjon av nettets funksjon. Komplexiteten i avløpssystemet og problemstillingene man står over for, vil avgjøre hvor stor nytten av bruk av datamodeller vil bli.

Oppbygging av modellen er ressurskrevende og kan ikke betraktes som en snarvei for å få oversikt over bl.a. utslippene fra avløpsnettet. Figur 7.1 viser skjematisk hvordan en avløpsmodell utvikles til en anvendbar modell. I en del tilfeller starter man med målekampanjen, men det kan være fordelaktig å først utvikle en ukalibrert modell før man velger målepunkter til bruk ved kalibreringen.

Figur 7.1: Skjematisk framstilling av de ulike fasene ved utvikling av en avløpsmodell.



Utviklingen av modellen består grovt sett av følgende hovedfaser:

Etablering av grunnlag for modellen.

Ledningsdatabase: Det forutsettes at kommunen har en ledningsdatabase som inneholder en fysisk beskrivelse av avløpsnettet, dvs. ledningsdimensjoner, lengder, høyder, knutepunkter etc. Hvis det er mangler i ledningsdatabasen mht. data, må dette rettes opp før databasen importeres i modellen. Oppretting kan være svært arbeidskrevende.

Kartdata: Grunnlag for beregning av areal av tette flater, hus, gater etc. hentes fra en kartdatabase.

Adresser: Grunnlag for å beregne antall pe og dermed generert forurensningsmengde hentes fra kommunens adresseregister.

Pumpestasjoner og overløp: Legges inn manuelt.

Ukalibrert modell

Etter innlegging av grunnlagsdata har man en ukalibrert (teoretisk) modell.

Målekampanje Med utgangspunkt i den ukalibrerte modellen og andre vurderinger, velges det ut punkter på nettet der det gjennomføres avløpsmålinger. I tillegg gjennomføres nedbørmålinger. Særlig sommerregn er ujevnt fordelt, og stor tetthet mellom nedbørstasjonene vil bedre resultatet.

Kalibrering av modellen Ved kalibrering av modellen med data fra målekampanjen tilpasses den teoretiske modellen til hvordan avløpssystemet fungerer. Ofte blir det også benyttet data fra kommunens driftskontrollanlegg (f.eks. pumpemengder og nivåmålinger) der dette foreligger. Målekampanjen og kalibreringen er avgjørende for kvaliteten på simuleringen.

Kalibrert modell. Modellen vil ha et langt bredere anvendelsesområde enn bare beregning av overløpsutslipp, f.eks. beregning av hydraulisk kapasitet i ledningsnettet ved ulike nedbørstilfeller.

I og med at utvikling av en avløpsmodell er både tid- og kostnadskreven, kan det være aktuelt å starte med en grov evt. ukalibrert modell. Overløpsutslipp beregnet med en ukalibrert modell vil i beste fall kunne gi en grov kartlegging av problemoverløp. Denne metoden vil kunne resultere i betydelige feil og er absolutt ikke jevnbyrdig med beregninger som er utført med en kalibrert modell. I praksis vil det skje en kontinuerlig utvikling av modellen.

Under forutsetning av tilstrekkelig gode grunnlagsdata vil modellen kunne beregne vannmengdene som går i

overløp. For å beregne utslippene i f.eks. kg P/år, må det benyttes sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon som multipliseres med de beregnede overløpsmengdene. Prøvetakingskampanjer for å komme fram til sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon er beskrevet i pkt 7.2.1. Tabell 7.2 viser et eksempel på beregning av overløpsutslipp.

Tabell 7.2: Eksempel på beregning av utslippsmengder på grunnlag av modellberegninger.

Resultatene fra en modellberegning kan se ut som tabellen under:

Måned	Antall ganger med drift av overløpet	Mengde i overløp	Driftstid overløp
		(m ³)	(timer)
Januar	0	0	00:00
Februar	0	0	00:00
Mars	9	102	03:37
April	13	299	15:26
Mai	0	0	00:00
Juni	4	1425	09:35
Juli	2	40	02:17
August	0	0	00:00
September	30	2667	16:23
Oktober	22	1365	12:45
November	20	1682	10:30
Desember	99	4552	20:16
Sum 2016	199	12132	90:49

Kommunen har gjennomført en målekampanje og har på grunnlag av denne fastlagt en sjablongverdi for det aktuelle overløpet på 1,1 mg P/l.

$$M_{TAP} = (1,1 \cdot 12.132 / 1000) \text{ kg P/år}$$

$$M_{TAP} = 13,3 \text{ kg P/år}$$

Hvis det ikke er gjennomført målekampanje, kan evt. konsentrasjonen settes lik innløpskonsentrasjonen til renseanlegget i lignende situasjoner. Utslippene som beregnes, må vurderes opp mot forurensningsproduksjonen oppstrøms overløpet for å sikre at det er en viss overensstemmelse.

7.2.4. Metode 3a. Beregning av forurensningsmengde ved bruk av kontinuerlig vannføringsmåling og sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon

Kontinuerlig måling av vannmengden som går i overløp gir en god kontroll av miljøbelastningen fra overløpet. Overløp med kontinuerlig vannføringsmåling bør inkluderes i kommunens driftskontrollsystem. Målinger av vannmengde ute på ledningsnettet kan være vanskelig, og en forutsetning for gode vannføringsmålinger er en god hydraulisk kontroll i overløpet. Eksisterende overløp har ofte en utforming som gjør det vanskelig og kostbart å tilpasse måleutstyret. Dette er nærmere omtalt i Norsk Vann rapport 222/2016 «Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnettet» (Norsk Vann, 2016).

Vannmengdemålinger er i seg selv ikke tilstrekkelig for å beregne forurensningsmengden. Data for forurensningskonsentrasjon må også foreligge. Disse kan enten beregnes basert på forurensningsproduksjonen oppstrøms overløpet, (som vist i pkt. 7.2.1), eller ved bruk av sjablongverdier.

7.2.5. Metode 3b. Beregning av forurensningsmengde med kontinuerlig vannføringsmåling og prøvetaking

Kontinuerlig måling av vannmengde og vannmengde-proporsjonal prøvetaking benyttes på overløp som avlaster store forurensningsmengder. Overløp med kontinuerlig vannføringsmåling bør inkluderes i kommunens driftskontrollsystem.

Store sentrale overløp bør ha en kontinuerlig måling av vannmengde og vannmengde-proporsjonal prøvetaking. Denne metoden er den beste for å fastlegge overløpsutslipp, men er imidlertid meget kostbar og kan derfor i praksis bare brukes på hovedoverløpene i systemet. Her settes det opp vannmåler som måler vannmengde som går i overløp, og automatiske vannprøvetakere som tar vannmengdeproporsjonale prøver av overløpsvannet. På denne måten kan man få nesten like gode data for overløpsutslippene som for utslippene fra renseanleggene.

7.3. Feilkildevurdering ved metodene

Metode 1: Beregning av forurensningsmengde i overløp ut fra tid og frekvensmålinger.

- Registrering av overløpsfrekvens og varighet sier lite om hvor stor del av den totale genererte forurensningsmengden som går i overløp.
- Utslippsberegning basert på teoretisk forurensningsproduksjon er usikker, særlig i større avløpsfelter med ulike typer av virksomheter.
- Ved bruk av gjennomsnittlig forurensningsproduksjon tas det ikke hensyn til variasjoner i avløpsvannets forurensningskonsentrasjon over døgnet.

Dette er en generelt meget usikker metode med stor feilmargin.

Metode 2: Beregning av forurensningsmengde i overløp med modeller.

- Beregning med ukalibrert modell kan gi resultater med relativt store feil som vil være vanskelig å avdekke.
- Nøyaktigheten i beskrivelsen av nettet og kalibreringen av modellen vil være avgjørende for usikkerheten i resultatet.

- Normalt beregner modellen overløpsmengden (m^3) pr. tidsenhet og ikke forurensningsmengden. Beregnet forurensningsmengde vil derfor være avhengig av representativiteten av forurensningskonsentrasjonen som multipliseres med overløpsmengden.

Metode 3a: Beregning av forurensningsmengde ved bruk av kontinuerlig vannføringsmåling og sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon.

- Metoden krever at overløpet har en utforming som gir muligheter for vannføringsmåling. Avvik fra kravene til fysisk utforming for målemetoden som benyttes, vil kunne gi store feil i måleresultatet.
- For driftsoverløp vil bruk av sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon basert på gjennomsnittlige konsentrasjonsmålinger, innebære en stor usikkerhet ettersom konsentrasjonen både påvirkes av variasjoner i spillvannstilførselen og til dels store variasjoner i overvannskvaliteten. Denne er for eksempel avhengig av periode mellom regnhendelser (forurensninger akkumuleres på overflaten ved tørrvær) og røravlagringer.

- Ulik hydrologisk situasjon i løpet av et år vil resultere i ulik mengde fremmedvann (pga. varierende grunnvannsstand). Dette vil påvirke den totale tilrenningen til overløpet og derved beregningen av utslippet.

Metoden krever riktig kalibrert måleutstyr på fornuftige punkter og systematisk driftsoppfølging av overløp og måleutstyr. I tillegg må det ikke være altfor store variasjoner i forurensningskonsentrasjonene over døgnet og mellom døgnene. Feilmarginen i beregnet forurensningsmengde bør da kunne ligge i området 20 - 50%.

Metode 3b: Beregning av forurensningsmengde med kontinuerlig vannføringsmåling og prøvetaking

- Samme krav til vannføringsmåling og driftsoppfølging av overløp og måleutstyr som for metode 3a.
- Metoden krever riktig installert og tilpasset prøvetakingsutstyr i korrekt prøvetakingspunkt. I tillegg må selve prøvetakingen, inkludert drift og vedlikehold av utstyr, gjennomføres korrekt.

Feilmarginen i beregnet forurensningsmengde bør da kunne ligge i området 10 - 30 %.

8. Beregning av utslipp fra nødoverløp

8.1. Generelt

Nødoverløpet benyttes for å hindre overbelastning og oversvømmelser ved driftsforstyrrelser som for eksempel strømstans, pumpehavari, kloakkstopp eller anleggsstopp på en pumpestasjon eller et avløpsrenseanlegg. Overløpet kan også tre i funksjon ved ekstreme nedbørmengder slik at det i realiteten fungerer som et driftsoverløp. Ideelt sett skal nødoverløpet ikke være en del av den normale driften, men er en sikkerhetsventil ved spesielle forhold.

Noen kommuner definerer også overløp som trer i funksjon under ekstreme tilførselssituasjoner som nødoverløp. Årsaken kan for eksempel være en økende

grad av fremmedvann grunnet forfall på ledningsnettet, kombinert med økt belastning på grunn av utbygging og fortetting. I slike tilfeller vil et nødoverløp også fungere som et driftsoverløp. I denne veiledningen defineres alle overløp som avlaster vann på grunn av at tilrenningen overstiger ledningens kapasitet som driftsoverløp og behandles i kapittel 7. Slike avlastende overløp bør skilles fra reelle nødoverløp i kommunenes registrerings- og rapporteringsrutiner, både av beregningstekniske hensyn og pga. forskjellene i utslippenes årsaksforhold.

8.2. Beregningsmetoder

8.2.1. Generelt

Vi ser 3 ulike metoder som relevante for registrering av utslipp fra nødoverløp. Alle metodene baseres på at nødoverløpene primært er plassert på anlegg (pumpestasjoner eller avløpsrenseanlegg) som inngår i et sentralt driftsovervåkningssystem som gjør det mulig å hente ut data når overløpet er i funksjon, enten i form av driftstid eller som vannføring i overløpet. Metoder for måling av vannføring er beskrevet i Norsk Vann-rapport 222/2016 «Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnettet» (Norsk Vann, 2016).

- 1) Tidsregistrering når overløpet er i funksjon er den enkleste formen for måling av frekvens og tid. På grunnlag av registrert tid og frekvens kan overløpsmengden beregnes.
- 2) Indirekte måling av vannføring ved bruk av pumpe-data gir et mer presist bilde av avløpsmengdene som går i overløp enn metode 1. Forurensningskonsentrasjonen må beregnes ut fra tilknytningen oppstrøms overløpet eller ved å bruke sjablongverdier.
- 3) Direkte måling av vannføring i overløpet, evt. sammen med vannmengdeproporsjonal prøvetaking. Bruk av prøvetaker er i første rekke aktuelt i tilknytning til overløp foran renseanlegg og store pumpestasjoner. Dette er beskrevet i Norsk Vann rapportene 82/1997 (Norsk Vann, 1997) og 182/2011 (Norsk Vann, 2011). Det henvises derfor til disse rapportene.

8.2.2. Metode 1. Beregning av forurensningsmengde på grunnlag av tid og frekvens når nødoverløpet er i funksjon

Grunnprinsippet er at forurensningsmengden som går i overløp, estimeres ut fra oppstrøms forurensningsproduksjon og registrert varighet. Den totale varigheten av en driftsforstyrrelse måles direkte eller kan beregnes ut fra andre registrerte parametere.

$$M_{TAP} = R_{PE} \cdot f \cdot T_{df} / 24$$

M_{TAP} = Tap fra overløpet pga. driftsforstyrrelsen

R_{PE} = Antall personenheter oppstrøms overløpet

f = Spesifikk forurensningsproduksjon
(midlere forurensningsproduksjon pr. pe, f.eks. g P/pe•døgn)

T_{df} = Overløpets varighet (timer)

På overløp der man har registrering av antall overløpshendelser og total varighet av overløpene, kan man beregne utslippene som vist i tabell 8.1.

Tabell 8.1: Eksempel på beregning ut fra overvåkning og registrering av tid og frekvensen av overløpshendelser (metode 1).

Nød-overløp	Antall PE i avløps-sonen	Produksjon	Varighet av overløpshendelsene	Utslipp
		(g P/time)	(timer)	(kg P/år)
P1	490	36,8	13	0,5

Antall PE oppstrøms overløpet beregnes som vist i kapittel 4. Ved å multiplisere forurensnings-produksjonen med totalt antall overløpstimer, får man et mål på maksimal forurensningsmengde som kan ha gått i nødoverløp i løpet av året.

8.2.3. Metode 2. Beregning av forurensningsmengde på grunnlag av indirekte måling av vannføring

Vannføringen i overløp kan registreres og beregnes på ulike måter og det er derfor ulike metoder for å beregne utslippet. På grunnlag av pumpedata kan man beregne overløpsmengden som en differanse mellom tilført og pumpet avløpsmengde. Hvis noe skjer med pumpene slik at avløpsvannet går i nødoverløp, kan man beregne utslippet ved å se på tilrenningen til stasjonen like før og like etter hendelsen. Normalt vil det la seg gjøre å hente data for perioden før og etter hendelsen fra trendkurven for pumpestasjonen. I tillegg kan pumpet vannmengde før, under og etter hendelsen tas fra trendkurven. Settes tilrenningen under hendelsen til middelet mellom

tilrenningen før og etter hendelsen, kan vi sette opp følgende formel for utslippet.

$$M_{TAP} = R_{PE} \cdot f \cdot (0,5 \cdot (Q_{inn, før} + Q_{inn, etter}) - Q_p) \cdot T_{df} / Q_{d, midl}$$

M_{TAP} = Tap fra overløpet på grunn av driftsforstyrrelsen (g P)

R_{PE} = Antall personenheter oppstrøms overløpet

f = Spesifikk forurensningsproduksjon (midlere forurensningsproduksjon pr. pe, f.eks. g P/pe•døgn)

$Q_{inn, før}$ = Midlere tilrenning til pumpestasjonen før hendelsen (m^3/t)

$Q_{inn, etter}$ = Midlere tilrenning til pumpestasjonen etter hendelsen (m^3/t)

Q_p = Pumpet vannmengde fra stasjonen under hendelsen (m^3/t)

T_{df} = Overløpets varighet (timer)

$Q_{d, midl}$ = Midlere døgnvannmengde fra pumpestasjonen (m^3/d)

Tabell 8.2: Eksempel på beregning av overløpsmengde ut fra målt vannføring før, under og etter overløpshendelsen.

Nødoverløp	Antall PE i nedslagsfelt	Produksjon	Tilrenning		Pumpet under utslipp	Varighet av overløpshendelsene	Midlere døgn-vannføring	Utslipp
			Før utslipp	Etter utslipp				
P2		(kg P/d)	(m^3/t)	(m^3/t)	(m^3/t)	(timer)	(m^3/d)	(kg P)
	954	1,7	12	10	8	20	210	0,5
	954	1,7	10	11	0	4	210	0,3
	954	1,7	6	8	0	12	210	0,7
					Utslipp pr. år		(kg P/år)	1,5

Pumpet avløpsmengde avleses før, under og etter overløpshendelsen. Overløpsvannmengden beregnes indirekte ved å beregne differansen mellom middelverdien av pumpet vannmengde før og etter overløpshendelsen og evt. pumpet vannmengde i løpet av hendelsen.

8.2.4. Metode 3. Beregning av forurensningsmengde basert på direkte måling av vannføring og sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon

Det er i dag vannføringsmålere for måling i delfylte rør som egner seg godt til måling i f.eks. overløp fra pumpestasjoner. Denne typen målere bør vurderes for å framskaffe gode data for avløpsmengden som går i overløp. Vannmengden som går i overløp kan også beregnes på grunnlag av nivået i pumpeumpen. I styringssystemet for pumpestasjonen er det da lagt inn formler

som beregner overløpsvannmengden ut fra nivået i pumpeumpen og utformingen av overløpskanten.

Hvis det foreligger data for den faktiske avløpsmengden som går i overløp f.eks. fra et overløp som er tilknyttet en pumpestasjon, kan man ved hjelp av sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon i overløpsvannet beregne utslippet av forurensninger. Overløpsutslippet beregnes som flg.:

$$M_{TAP} = f_{sjablong} \cdot Q_{overløp}$$

$f_{sjablong}$ = Sjablongverdien for forurensningskonsentrasjon (g P/ m^3)

$Q_{overløp}$ = Overløpsmengde (m^3)

Type overløpshendelse avgjør hvilken sjablongverdi som skal benyttes. Sjablongverdien som er knyttet til det aktuelle overløpet kan legges inn i driftskontrollsystemet

for direkte beregning av overløpsutslippet i kg P ved overløpshendelser.

Tabell 8.3: Eksempel på beregning av utslipp fra nødoverløp, (målt eller beregnet vannmengde i overløp og sjablongverdi for forurensningskonsentrasjon).

Nød-overløp	Vannmengde i overløp	Type overløp	Sjablongverdi	Utslipp
	(m ³)	Nedb./Tørrv.	(g P/m ³)	(kg P)
P3	1500	Nedb.	1,35	2,0
	820	Tørrv.	3,50	2,9
	366	Tørrv.	3,50	1,3
	Utslipp pr. år		(kg P/år)	6,2

8.3. Feilkildevurdering ved metodene

Metode 1 og 2: Beregning av forurensningsmengde basert på varighet av overløpshendelse, evt. indirekte måling av vannføring.

- Utslippsberegning basert på teoretisk forurensningsproduksjon er usikker, særlig i store avløpsfelt.
- Oppfølging av overløpsdrift ved avlesning av pumpens eller pumpenes gangtider kan være tungvint og gi opphav til feil.
- Variasjoner over døgnet med hensyn til forurensningsinnhold i avløpsvannet fås ikke med ved bruk av gjennomsnittlig forurensningsproduksjon.

Usikkerheten i metoden ligger et sted mellom 50 - 100%.

Metode 3: Beregning av forurensningsmengde basert på direkte måling av vannføring og sjablongverdier for forurensningskonsentrasjon.

- Nøyaktige vannføringsmålinger på overløp i pumpestasjoner kan være vanskelig å få til med mindre det benyttes elektroniske målere for delfylte rør. For å oppnå tilfredsstillende resultater med en elektronisk måler er det viktig at de fysiske forholdene i måle-

punktet er i overenstemmelse med kravene som gjelder for den aktuelle måleren. Normalt går det ikke vann gjennom målepunktet, det er derfor viktig at strømningsforholdene kontrolleres når det går vann. Dette vil kunne si noe om hvor pålitelige resultatene er.

- Bruk av gjennomsnittlige konsentrasjonsmålinger vil dels resultere i at det ikke tas hensyn til variasjoner i forurensningsinnhold over døgnet, dels finnes alltid en risiko at konsentrasjonene er annerledes enn ved prøvetakingstidspunktet.
- Det vil være en usikkerhet knyttet til hvor godt sjablongverdien er karakteristisk for avløpsvannet som går i overløp.
- Ulik hydrologisk situasjon i løpet av et år vil resultere i ulik mengde uvedkommende vann (pga. varierende grunnvannstand). Dette vil påvirke den totale tilrenningen til nødoverløpet og derved beregningen av utslippet.

De ulike variantene av denne metoden bør kunne resultere i en usikkerhet som ligger et sted mellom 20 - 50 %.

9. Utslipp av spillvann via overvannsledninger

9.1. Generelt

Utslipp av spillvann via overvannsledninger kan være et forurensningsproblem særlig i eldre separatsystem hvor følgende forhold er aktuelle:

- Separatsystem med overvannsledningen nederst i grøften (normal løsning i Norge).
- Felleskummer (spillvann og overvann) med åpne renner, kloakkstopp i spillvannsledningen kan føre til overløp til overvannsledningen.
- Hull/sprekker i rørveggen eller utette skjøter på spillvannsledningen (eldre ledningsnett).
- Enkelthus eller grupper av hus er feilkoplet på overvannsledningen.
- Feilkoplinger

I ledningskartverket er det mulig å sortere avløpsledningene i grupper etter sannsynlig størrelse på utlekking. Erfaringer fra Oslo viser imidlertid at dette er vanskelig hvis det ikke foreligger resultater fra kildesporing. Resultater fra TV-inspeksjoner kan også danne grunnlaget for grupperingen. De vanligste verktøyene ved kildesporing er:

- Prøvetaking (stikkprøver) for analyse av bakterier, fosfat eller ammonium.
- Utsetting av steiner med netting rundt «spioner». Dette verktøyet er avhengig av at større partikler, papir etc. føres ut i overvannsledningen (se figur 9.2).
- Fargetesting

9.2. Metoder for beregning av utslipp fra overvannsledninger

9.2.1. Metode 1: Målinger i eller ved utløpet til resipient

Måling av utslippet til resipienten forutsetter at både forurensningskonsentrasjonen og vannføringen ved utslippspunktet måles samtidig. Et estimat for den årlige forurensningstransporten kan da beregnes som:

$$M_{ov} = Q_{ov} \cdot k_{ov} \cdot 31,5$$

M_{ov} = Forurensningstransport i overvannsledningen (kg/år)

Q_{ov} = Vannføring i overvannsledningen (l/s)

k_{ov} = Midlere forurensningskonsentrasjon (mg/l)

31,5 = Omregningsfaktor fra mg/s til kg/år

En god måling av forurensningstransporten er avhengig av størst mulig nøyaktighet i vannføringsmålingene. Små vannføringer (<3 – 5 l/s) kan med fordel måles med den såkalte «posemetoden» (Figur 9.1). Den innebærer at tiden tas med en stoppeklokke mens man samler opp vannet i en beholder (f.eks. pose med bøyler som er tilpasset ledningens diameter), slik at man kan måle volum per tidsenhet. Posemetoden kan være vanskelig å praktisere i kummer uten dropp.

Norsk Vann rapport 222/2016 (Norsk Vann, 2016) beskriver måling av vannnivå i delfylte rør med automatisk måling av vannhastighet og vannnivå i røret. Dette utstyret har en del begrensninger mht. fysisk utforming av målepunktet (krav til rettstrekk etc.). I tillegg kan det være en utfordring å måle vannnivået ved lave vannføringer



Figur 9.1: Eksempel på bruk av posemetoden.

ger når fyllingshøyden i røret er lav (<3 cm). Med begrensningene som er nevnt er denne typen måleutstyr et nyttig verktøy.

En alternativ metode for vannføringsmåling i overvannsrør er manuell måling av vannhastighet og fyllingshøyde i kanalen. Ut fra kjent diameter på røret og målt fyllingshøyde kan gjennomstrømningsarealet beregnes.

Vannføringen beregnes så ut fra gjennomstrømningsareal og vannets hastighet.

$$Q = 10 \cdot (v \cdot A)$$

$$A = 16h^2 \cdot D - 13h^3 \\ 120.000 \cdot (h \cdot D - h^2)^{1/2}$$

Q = Vannføring (l/s)

v = Vannhastighet (m/s)

A = Areal av delvis fylte rør (dm²)

h = Fyllingshøyde (mm)

D = Diameter på røret (mm)

Eksempel 9.1: *Beregning av vannføring*

v = 0,75 (m/s)

h = 50 (mm)

D = 400 (mm)

A = 0,906 (dm²), beregnet med formel

$$Q = 10 \cdot 0,75 \cdot 0,906 \text{ (l/s)} \\ = 6,8 \text{ (l/s)}$$

Måling av forurensningskonsentrasjonen

For å få et best mulig bilde av forurensningstilførselen er det meget viktig å følge en metodikk hvor man prøver å luke ut de viktigste feilkildene. Følgende momenter bør tas hensyn til:

- Alle prøver tas ved tørrværsavrenning. Tørrværsavrenningen bør defineres nærmere ettersom vannføringen kan være meget stor i et overvannssystem lenge etter en nedbørsituasjon. Det anbefales at man venter i to døgn etter siste nedbørhendelse før man tar tørrvæsprøver. Prøvetaking må unngås i forbindelse med snøsmelting.
- For å få mest mulig representative prøver anbefales å ta tre enkeltprøver ved hver prøvetaking og blande disse til en blandprøve. Man må være oppmerksom på ikke å få med bunnsedimenterte forurensninger i prøvene.
- Prøvene tas på hverdager mellom 10:00 og 15:00 ettersom denne tidsperioden gir noenlunde representative prøver som grunnlag for beregning av årsgjennomsnitt.
- Minimum 3 prøver tas i hvert prøvetakingspunkt.
- Som grunnlag for beregning av gjennomsnittlig årlig forurensningstransport brukes normalt middelverdien av de 3 prøvene. Hvis noen av prøvene avviker mer enn 50 % fra den midterste verdien, sløyfes denne prøven, og gjennomsnittet beregnes av de to andre prøvene. Hvis det er stort sprik mellom alle prøver, bør flere prøver tas. Gjennomsnittet mellom de to nærmeste prøvene beregnes da.

Tabell 9.1: Eksempel på beregning av utslipp av spillvann fra overvannsledning.

Overvannsledning	Fosfor-konsentrasjon	Målt vannføring	Utslipp
OL1	(mg P/l)	(l/s)	(mg P/s)
	1,34	0,3	0,40
	0,78	0,5	0,39
	1,04	0,4	0,42
	Midlere utslipp	(mg P/s)	0,40
	Utslipp pr. år	(kg P/år)	12,7

Denne beregningen gir et grovt estimat på utslippetets størrelse. En viktig forutsetning for å få et akseptabelt resultat er at man har målt på et tidspunkt da vannmengden og forurensningskonsentrasjonen er representativ for overvannsledningens utslipp på årsbasis.

9.2.2. Metode 2. Kontroll av feilkoblinger eller kloakkstopper

Utslipp av spillvann via overvannsledninger trenger ikke bare skyldes utlekking av spillvann fra utette ledninger. Feilkoblinger eller kloakkstopper vil også kunne forårsake direkte tilførsel av spillvann til overvannsledning. For å undersøke dette nærmere kan man benytte ulike verktøy:

- En enkel måte å sjekke dette på er å sette opp en rist eller netting, evt. legge ut en stein med netting rundt «spion» i overvannsledningen (figur 9.2). Hvis det fanges opp dopapir eller andre forurensninger, tyder det på feilkoblinger eller lekkasjer som følge av kloakkstopper i spillvannsledningen.
- Ved mistanke om feilkoblinger i f.eks. boligblokker med mange leiligheter kan bordtennisballer med leilighetsnummer på skylles ned i toalettet. Hvis markøren dukker opp i overvannsrøret kan man finne ut hvilke(n) leiligheter(er) som er feilkoplet.
- Evt. kan farge tilsettes i toalettet i eneboliger og mindre leilighetskomplekser for å se om fargen vises i overvannsledningen. Denne teknikken blir beskrevet i Norsk Vanns kurs i kildesporing.

Ingen av disse verktøyene gir svar på størrelsen på utslippet. Dersom det oppdages kloakkrester i en overvannsledning, er dette et avvik som bør behandles umiddelbart med lokalisering og opprettelse av feilen som forårsaker utslippet.

Før



Etter



Figur 9.2: Eksempel på «spioner» før og etter utplassering i overvannsledning for å finne spillvann i overvannsledninger.

9.2.3. Felleskummer for spillvann og overvann

I områder med eldre separatsystem er det ofte anlagt felleskummer med åpne renner. Det gir mulighet til overløp begge veier. Overløp av spillvann til overvann vil medføre utslipp av spillvann. Overløp fra overvann til spillvann vil medføre overbelastning av spillvannsnett, muligheter for kjelleroversvømmelser etc.

Kommunen skal ha oversikt over alle utslippsmuligheter fra nettet, inkludert felleskummer.

Dette er svært viktig fordi disse punktene som regel blir neglisjert i driftsovervåkingen sammenlignet med normale overløp. Utslipp fra felleskummer kan representere betydelige forurensningsmengder som forringer vannkvaliteten i resipientene. Mange overvannsutslipp med felleskummer oppe i nettet har utslipp til resipienter som er tilnærmet skjult for allmenheten, slik at utslipp ikke blir varslet. I tillegg vil det ikke rapporteres om kjelleroversvømmelser fordi overvannsnett

avlastet kloakkstopper via felleskummene. I begge disse tilfellene kan slike utslipp pågå over lang tid fordi felleskummene ikke inngår som en del av kommunens driftsovervåking.

I Norsk Vann-rapport 222/2016 er det gjort greie for hvilke strategier som kommunen bør ha for å sanere felleskummer.

Forholdene i det enkelte område varierer og det er vanskelig å finne en generell metode for å beregne utslippene fra felleskummer. For eventuelt å kunne beregne utslippene, må det gjennomføres mer omfattende undersøkelser i hvert område, f.eks. ved bruk av instrumentering som registrerer når det går i overløp til overvannsledningen i felleskummen. Da kan man muligens komme fram til et estimat for tapet innenfor det spesifikke området.

9.3. Feilkildevurdering ved metodene

Systematiske og nøyaktige målinger gir det mest pålitelige resultatet, men man må være oppmerksom på at det likevel finnes betydelige feilkilder som man i størst mulig grad må prøve å luke ut. Nedenfor følger en presentasjon av de mest framtreende feilkildene:

Vannføringsmåling

- «Posemetoden» blir unøyaktig ved store vannføringer ettersom beholderen vil fylles opp på altfor kort tid.
- Det kan være vanskelig å fange opp alt vann i en pose, uten dropp i kummen.
- Hastighetsmålinger er vanskelige i en kum med 1 - 2 meters fri sikt og høy vannhastighet.

- Hastighetsmålinger kan være usikre ved lokale overflatestrømmer og generelt ujevn hastighetsfordeling over gjennomstrømningsarealet.
- Vannet kan nærmest stå stille i kummen ved høy vannstand i resipienten.
- Bruk av vannmålere ved lav vannføring er beheftet med stor usikkerhet.

Prøvetaking

- Det kan være vanskelig å ta representative prøver i en kum. Forurensningene forekommer både i løst, kolloidal og partikulær form. Særlig forurensningene i partikulær form vil være vanskelig å få med seg.
- Prøvetakingen må gjennomføres i samsvar med prøvetakingsskikk. Se Norsk Vann rapport 182/2011 (Norsk Vann, 2011).

Tidspunkt for målingen

- Den årlige forurensningstransporten beregnes basert på noen få stikkprøver i løpet av en begrenset tidsperiode. Dette kan resultere i feilaktige tall. Det vil ved denne metoden være vanskelig å få usikkerhet på under 50%.
- De hydrologiske forholdene, dvs. grunnvannstanden, markvanninnholdet etc., vil påvirke vannføringen og erfaringsmessig også massetransporten, særlig i ledninger med stor vannføring. Det bør derfor etterstrebes å holde måleperioden mest mulig konsentrert, og fortrinnsvis i løpet av sommeren og begynnelsen av høsten.

10. Utslipp fra ledningsnett til grunnen

10.1. Metode

Lekkasjer på spillvannsledninger og fellesledninger vil kunne føre til utslipp til resipient via grunnvannet dersom forholdene ligger til rette for det. Dette er utslipp som ikke kan måles i overvannsledningen. Følgende momenter vil påvirke om slike lekkasjer fører til forurensningsutslipp.

- Avstand til resipient.
- Permeabilitet i omfyllingsmasser rundt røret.
- Jordsmonnets permeabilitet på stedet.

Diffuse lekkasjer fra ledningsnett via grunnvannet til nærmeste vassdrag er meget vanskelig å måle. Ved ekstra store lekkasjer til en liten bekk kan man finne forskjell i forurensningstransporten i bekken før og etter lekkasjestedet, men ved større resipienter vil det være vanskelig å finne lekkasjene på denne måten, selv om disse er forholdsvis store.

Det gjelder å finne frem til de kritiske ledningstrekkene med utette skjøter, kort avstand til resipient og geologiske forhold som tilsier at man kan få utlekking til resipient. For å finne fram til de mest kritiske ledningstrekkene benyttes data fra:

- TV-inspeksjoner
- Ledningsdatabase
- Driftsdagbok (databasen der driftsorganisasjonen legger inn alle hendelser knyttet til ledningstrekk og andre objekter i avløpsnett)

- Meldingsdatabase (database der henvendelser fra publikum vedr. hendelser på avløpsnett blir registrert)

Driftsdagbok og meldingsdatabase inngår normalt i den digitale ledningsdatabasen. For å identifisere kritiske ledningstrekk mht. blant annet utlekking, må informasjonen fra de ulike databasene bearbejdes videre. Ofte gjøres dette ved bruk av applikasjoner utviklet i et GIS-program.

I mange avløpssoner kan man se helt bort fra slike utslipp, fordi det for eksempel er tette masser i grunnen, eller lekkasjene går til underliggende overvannsledning. Det er mulig å kartlegge permeabiliteten i grunnen ut fra geologiske grunnkart, og på denne måten finne frem til potensielle problemstrekninger. Normalt vil slik utlekking fra ledningsnett være et lite problem for et stort område, men lokalt kan utlekking til en resipient via grunnen føre til store forurensningsproblemer.

Man kan også beregne produksjonen i avløpssonen og sammenligne denne med summen av kjente utslipp. Differansen vil bestå av sum av feil i andre målinger og diffuse lekkasjer fra ledningsnett. Man må imidlertid være meget kritisk til å sette denne differansen lik lekkasjer fra ledningsnett, da det er mange feilkilder i beregningene av andre kilder.

10.2. Feilkildevurdering ved metodene

Det er ikke mulig å få noe nøyaktig mål på disse utslippene. En beregning av utslippene som en salderingspost i forurensningsregnskapet (total produksjon minus summen av tilførsler til renseanlegg og andre utslipp) vil kunne gi en usikkerhet i disse utslippene på mange hundre prosent. I mange tilfeller vil dette leddet også kunne bli negativt, og dette viser i så fall at det er grove eller systematiske feil i de andre målingene/beregningene i forurensningsregnskapet. Dette er derfor en meget farlig måte å beregne utslippene på, og vi anbefaler den ikke her. Også målinger i vassdragene vil gi stor usikkerhet i beregningen av utslippene fra lekkasjer på ledningsnett, da disse målingene er grove med store variasjoner fra år til år, og da det kan være mange andre kilder til utslippene.

11. Rapportering og presentasjon

Det er ingen standard rapporteringsform for denne typen data. Det er derfor viktig at data registreres på en slik måte at det blir mulig å rapportere de ulike utslippskategoriene i ulike sorteringer. Aktuelle sorteringskategorier kan være:

- Avløpssone
- Rensedistrikt
- Nedslagsfelt (utslippsregnskap for vassdrag).

I tillegg må utslippspunkter koordinatfestes med tanke på videre bearbeiding i GIS-verktøy.

De beregnede utslippene fra avløpsnett og renseanlegg vil inngå i dokumentasjonen av ledningsnettets virkningsgrad. Virkningsgraden er forholdet mellom forurensningsmengden som tilføres avløpsnettets fra befolkning, industri, servicebedrifter, skoler, helseinstitusjoner etc. og forurensningsmengden som kommer fram til renseanlegget. Dette regnestykket er komplisert fordi

det normalt er knyttet stor usikkerhet til mange av de beregnede utslippene fra avløpsnettets. I tillegg må det gjøres antakelser knyttet til utslipp som ikke er mulig å beregne. Dette gjør at det er vanskelig å dokumentere virkningsgraden med god nøyaktighet.

Kravene til dokumentasjon bør være størst for punktutslipp og utslipp som ledes direkte til resipient (Miljødirektoratet, 2016). I rapporteringen må det derfor legges vekt på å rapportere de beregnede tapene for hver avløpssone slik at det tydelig framgår hvilke soner som er mest kritisk mht. utslipp fra avløpsnettets.

Et rensedistrikt kan være oppdelt i flere nedslagsfelt. Det er fordelaktig at utslippene rapporteres slik at man også kan se det totale utslippet innenfor hvert nedslagsfelt. Dette gjør det mulig å sette opp et forurensningsregnskap for hver resipient i tillegg til det totale utslippet fra rensedistriktet.

12. Referanser

GVD (2016):	«Avløp på avveie», Veileder for etablering av felles metode for dokumentasjon av tap fra avløpsnett. Rapport fra Godt Vann Drammensregionen
Miljødirektoratet (2016):	Veileder til mal for utslippstillatelser for avløpsvann
Norsk Vann (1997):	Veileder for prøvetaking av avløpsvann, Norsk Vann Rapport 82/1997
Norsk Vann (1999):	Veiledning for dokumentasjon av utslipp fra befolkningen, Norsk Vann Rapport 99/1999
Norsk Vann (2009):	Veiledning for dimensjonering av avløpsanlegg, Norsk Vann Rapport 168/2009
Norsk Vann (2011):	Prøvetaking av avløpsvann og slam, Norsk Vann Rapport 182/2011
Norsk Vann (2012):	Vann- og avløpsteknikk (Lærebok VA)
Norsk Vann (2013):	Avløpsanlegg, Vurdering av risiko for ytre miljø, Norsk Vann Rapport 197/2013
Norsk Vann (2016):	Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering, Norsk Vann Rapport 220/2016
Norsk Vann (2016):	Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett, Norsk Vann Rapport 222/2016
SFT (Miljødirektoratet) (1996):	Forurensningsregnskap for avløpssektoren. SFT-rapport 96:19
Standard Norge (2006):	Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann, NS 9426

TIDLIGERE UTGITTE RAPPORTER

2017	226	Tømming av slam	175	Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan. E-læring og samlinger	139	Erfaringar med kloring og UV-stråling av drikkevatt
	225	Trykkavløp i spredtbygde og urbane strøk	174	Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompotering. Resultater fra 3 års valideringstesting	138	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave
	224	Eierskap til stikkledninger	173	Veiledning for bruk av støpejernsrør	137	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng (Erstattet av 181/2011)
	223	Finansieringsbehov i vannbransjen 2016–2040	B14	Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren – forprosjekt	136	Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?
2016	222	Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett	B13	Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.	135	Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller
	221	Smart ledningsfornyelse – bruk av NoDig-metoder			134	VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (Erstattet av boken Vann- og avløpsrett (2010) og nettportalen va-jus.no)
	B21	Utvikling av studietilbud i bachelor i vann- og miljøteknikk			B1	Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt
	B20	Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk			C2	Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnett
2015	220	Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering	172	Trykktap i avløpsnett	133	IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
	219	Eksempler på implementering av bærekraft i vannbransjen	171	Erfaringer med lekkasjekontroll	132	Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR
	218	Vann til brannsløkking og sprinkleranlegg	170	Veileder til god desinfeksjonspraksis	131	Effektivisering av avløpssektoren
	217	Videreutvikling av beregningsmetodikk for gjenanskaffelsesverdi og investeringsbehov	169	Optimal desinfeksjonspraksis fase 2	130	Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
2014	216	Tilbakestrømmssikring – veiledning til vannverkseiere	168	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg	129	Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger
	215	Forslag til ny sektorlov for vanntjenester	167	Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier	C1	Sårbarhet i vannforsyningen
	214	Sikkerhetsstyring for vannbransjen	166	Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg		
	213	Veiledning for dimensjonering av vannbehandlingsanlegg	165	Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata	128	Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
2013	212	Erfaringer med ozon-biofiltrering for behandling av drikkevann	B12	Drikkevatt i media	127	Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene – en samarbeidsmodell
	211	Veiledning for praktisering av selvkost			126	Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie
	210				125	Mal for forenklet VA-norm
	209				124	Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1
2012	208	Veiledning i mikrobiell barriere analyse	164	Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann	123	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter (Utgått)
	207	Sikring av kvalitet på ledningsanlegg	163	Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag	122	Prosessten ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner
	206	Stikkledninger – ansvar og teknisk utforming	162	Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering	121	Kjøkkenavfallsvern for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger
	205	Biostabilitet i drikkevannsnett	161	Helsemessig sikkert vannledningsnett	120	Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001
2011	204	Bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene	160	Driftserfaringer med membranfiltrering	119	Omstrukturering i VA-sektoren i Norge. En kartlegging og sammenstilling
	203	Åpne flomveger i bebygde områder	159	Håndbok i kildeopsporing i avløpsystemet	118	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR- teknikk (Erstattet av 138/04)
	202	Fra driftsassistanter til regionale vannassistanter	158	Termoplastrør i Norge – før og nå	117	VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (Erstattet av 134/03)
	201	Microbial barrier analysis (MBA) – a guideline	B11	Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler	116	Scenarier for VA-sektoren år 2010
2010	200	Håndtering av overvann fra urbane veger	B10	Vannkilden som hygienisk barriere	115	Pumping av avløpsslam. Pumpetyper, erfaringer og tips
	199	Etablering av gode VA-løsninger i spredt bebyggelse	B9	Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene	114	Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann
	198	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam – Resultater fra undersøkelsen i 2012/13	C6	I veien for hverandre – Samordning av rør og kabler i veigrunnen	113	Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp
	197	Avløpsanlegg Vurdering av risiko for ytre miljø			112	Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp
2009	196	Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportsystemer	157	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07	111	Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune
	195	Sikkerhet og sårbarhet i driftskontrollsystemer for VA-anlegg	156	Veiledning for oljeutskilleranlegg	110	Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg
	B19	Varmepumper i drikkevannsforsyningssystem	155	Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren	109	Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen
	B18	Kranvannets kokebok for kommunikasjon	154	Norm for tagkoding i VA-anlegg	108	Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater
2008	B17	Investeringsbehov i vann- og avløpssektoren	153	Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren	107	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave
	194	Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg	152	Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren	106	Effektiv bruk av driftsinformasjon på renseanlegg/mal for rapportering
	193	Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem	151	Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)	105	Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg
	192	Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken	150	Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger	104	Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999
2007	191	Rettigheter til uttak av vann til allmenn vannforsyning	B8	Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren	103	Returstrømmer i renseanlegg. Karakterisering og håndtering
	190	Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer	B7	Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring	102	Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg
	188	Veiledning for drift av koaguleringsanlegg	149	Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning	101	Status og strategi for VA-opplæringen
	C8	Omdømmeplattform og -strategi	148	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann	100	Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester
2006	187	Kommunal overtakelse av vannverk organisert som andelslag eller samvirkeforetak	147	Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann		
	186	Veiledning i omorganisering av andelsvannverk til samvirkeforetak	146	Bærekraftig vedlikehold. Betrakninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett		
	185	Fett i avløpsnett. Kartlegging og tiltaksforslag	B6	Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk		
	184	Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde	B5	Utslipp fra bilvaskehaller		
2005	183	Veiledning om regulering av VA-tjenester til næringsmiddelindustri	B4	Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og statust. Forprosjekt.		
	182	Prøvetaking av avløpsvann og slam	B3	Kvalitetshaving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag		
	181	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng	C5	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – veiledning		
	180	Fjernavlesning av vannmålere	C4	Effekter av bruk av matavfallsvern på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling		
2004	179	Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp	145	Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger		
	B16	Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren	144	Veiledning i overvannshåndtering (Erstattet av 162/08)		
	B15	Vannforskriftens økonomiske konsekvenser for kommunesektoren og avløpsanleggene	143	Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløst vannledning ved arbeid på ledningsnettet		
	C7	Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet	142	NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet		
2003	178	Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg	B2	PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.		
	177	Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status	C3	Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer		
	176	Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene	141	Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp		
			140	NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt		



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