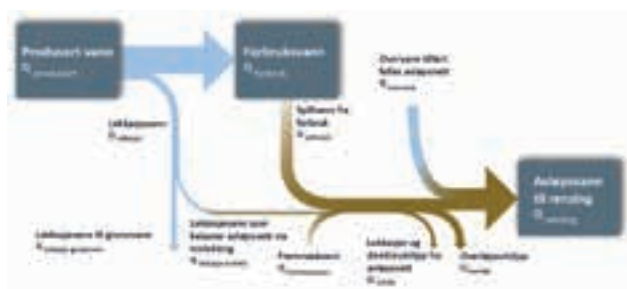




Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnettet



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

Illustrasjoner på forsiden:

COWI



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



Prosjektresultatene fra Norsk Vann Rapport (serie A og B) kan fritt benyttes internt i egen organisasjon. Når prosjektresultatene benyttes i skriftlig materiale, må kilde oppgis. 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

Tilstanden på norske avløpsanlegg er generelt ikke tilfredsstillende og fornyelsesbehovet er omfattende. Det er et stort behov for å øke kunnskapsnivået om avløpsnett for å kunne iverksette effektive tiltak og gjennomføre et målrettet fornyelsesprogram.

Den nye malen for utslippstillatelser setter forholdsvis omfattende krav til dokumentasjon og hydraulisk kontroll på avløpsnett, samt til avløpsplaner som beskriver blant annet fornyelse av avløpsnett og reduksjon av fremmedvann.

Tilstanden på avløpsnett er preget av en del forhold som gjør utslippskontroll og hydraulisk kontroll vanskelig. Utette ledninger forårsaker innlekking og utlekking, og mange anlegg har fremdeles en stor andel felles-system.

Denne rapporten beskriver problemstillinger knyttet til dokumentasjon av utslipp og vannstrømmer på avløpsnett, og beskriver hvordan anleggseiere kan arbeide systematisk med datainnsamling og instrumentering.

Norsk Vann BA

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

Rapportens tittel

Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett.

Forfatter(e)

Ulf Erlend Røysted, COWI.

Rapportnummer: 222/2016

ISBN 978-82-414-0387-3 (trykt utgave)
ISBN 978-82-414-0388-0 (elektronisk utg.)
ISSN 1504-9884 (trykt utgave)
ISSN 1890-9248 (elektronisk utg.)

Emneord, norske

Avløp
Ledningsnett
Hydraulisk kontroll

Emneord, engelske

Wastewater
Networks
Hydraulic control

Forord



Vannbransjen har de siste årene fått nye og skjerpede krav til avløpsnett. Gjennom blant annet forurensningsforskriften, vannforskriften, ny mal for utslippstillatelser og nasjonale mål for vann og helse, krever dette større kontroll på vannstrømmene i avløpssystemet. Både permanente målere og mobile målere til kampanjemålinger er svært viktig i dette bildet, slik at både tiltaksplanlegging og driftsstyring av avløpssystemet optimaliseres. Oppfølging i praksis av nye krav i utslippstillatelser ble også spesielt etterspurt av mange kommuner på Norsk Vanns fagtreff i oktober 2014.

«Vannbransjen har de siste årene fått nye og skjerpede krav til avløpsnett»

Rapporten vil være nyttig for hvordan kommunene kan møte krav i forurensningsforskriften, vannforskriften, ny mal for utslippstillatelser og nasjonale mål for vann og helse.

Rådgiver for dette prosjektet har vært COWI med Ulf Røysted som oppdragsleder. Han er også forfatter av rapporten.

- Styringsgruppe for prosjektet har vært:
- Anne Kristine Misund, Trondheim kommune
 - Kristin Sola Jenssen, Asker kommune
 - Thomas Martinsen, Oslo kommune VAV
 - Vibeke Olsbu, Drammen kommune

I prosjektet ble det gjennomført en workshop på Gardermoen. Her var styringsgruppe og referansegruppe aktive deltagere.

- Referansegruppen har bestått av følgende personer:
- Yvona Holbein, Lørenskog kommune
 - Reidar Kveine, Bærum kommune
 - Randi Skjelanger, Kristiansand kommune
 - Eline Furre, IVAR IKS
 - Mai Riise, HIAS IKS
 - Hilde Henriksen, Nordreisa kommune

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

Hamar, 19. desember 2016
Arnhild Krogh, Norsk Vann

Sammendrag

Avløpsanleggene har en svært viktig funksjon og velfungerende avløpsanlegg er av aller største betydning for vår komfort, helse og sikkerhet og for miljøet. Avløpsanleggene i Norge har en gjenanskaffelsesverdi på 590 milliarder NOK. Norske anleggseiere forvalter altså store verdier.

Det er store variasjoner fra anlegg til anlegg, og kommune til kommune, men generelt er norske avløpsanlegg i en dårlig forfatning, slik at funksjonaliteten er truet. Norsk Vann og RIF (Rådgivende Ingeniørers Forening) har begge anslått en kostnad på over 100 milliarder NOK for å oppgradere anleggene til en akseptabel standard.

Tilstanden på avløpsnett er preget av en del forhold som gjør utslippskontroll og hydraulisk kontroll vanskelig. Eksempler på slike forhold er:

- Utette ledninger og kummer som medfører utlekking og innlekking av fremmedvann.
- Spillvann og overvann blandes på grunn av fellessystem, felleskummer og feilkoblinger.
- Svært mange overløp av varierende størrelse og utforming, og ofte med mangelfull hydraulisk kontroll.
- Mangelfull instrumentering og et driftskontrollsystem som er lite tilpasset bruk av måledata til analyse og planlegging.

I tillegg har ofte anleggseier begrensede ressurser til å drive med annet enn drift, saksbehandling og håndtering av akutte problemer som oppstår.

Den nye malen for utslippstillatelsen setter strengere krav til anleggseier. Følgende punkter er alle anleggseiere nødt til å ta tak i for å tilfredsstille disse kravene:

- 1) Avløpsplan
Alle anleggseiere skal ha en kommunal plan som angir status, mål og hovedutfordringer i både et kortsiktig og langsiktig perspektiv, strategier og tiltak.
- 2) ROS-analyse
Alle anleggseiere skal gjennomføre en ROS-analyse for avløpsanleggene.
- 3) Vannbalanse
Alle anleggseiere skal ha kontroll på hovedstrømmene og kunne sette opp en vannbalanse/vannmengderegnskap.
- 4) Oversikt over alle utløpsmuligheter
Det vil si utløp renseanlegg, avløp ut av kommunen, overløp, felleskummer, utlekking og eventuelle direkteutslipp uten rensing. For utløp renseanlegg og overløp skal man dessuten måle og/eller beregne utløpsmengder og forurensning.
- 5) Innlekking/fremmedvann
Utfordringer knyttet til innlekking og fremmedvann er store i mange norske avløpsanlegg. Alle anleggseiere med utfordringer knyttet til fremmedvann skal arbeide for å redusere andelen fremmedvann på avløpsnett.

Anleggseiere må sørge for at avløpsnett blir tilstrekkelig instrumentert, permanent eller midlertidig ved gjennomføring av målekampanjer, til at man har tilstrekkelig med data som grunnlag for å gjennomføre disse fem punktene, og generelt kunne jobbe effektivt med målrettet tiltaksplanlegging på avløpsnett.

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

ISBN: 978-82-414-0387-3 (Printed edition)
ISBN 978-82-414-0388-0 (Electronic edition)
ISSN 1504-9884 (printed edition)
ISSN 1890-9248 (electronic edition)

Report no: 222/2016
Report title: Documentation of discharge from
wastewater network.
Date of issue: December 2016
Author: Ulf Erlend Røysted, COWI

Summary
The condition of the wastewater networks is generally not satisfactory and renovation needs are considerable. There is a great need to improve knowledge of the sewer system in order to implement effective measures and implement a targeted renovation program.

The discharge permit also sets relatively extensive requirements regarding documentation and hydraulic control of the sewer system. The permit also require plans describing renovation and reduction of leakage.

This report describes issues related to documentation of discharge and water flows in the sewer system, and describes how plant owners can work systematically with data acquisition and instrumentation.

The report presents a toolkit for working with issues related to hydraulic control and documentation of discharges.

Forkortelser, begreper og definisjoner

Avløpsanlegg: Anlegg for transport og behandling av avløpsvann. Avløpsanlegg består av transportsystem og renseanlegg for spillvann (sanitært og industrielt), overvann og drensvann, inkludert pumpestasjoner, septiktanker, slamutskiller, overløp, minirensanlegg, sandfang, drenering, utslippsarrangementer, åpne overvannsløsninger osv.

Avløpsledning: Ledning som fører avløpsvann (spillvann, overvann og drensvann).

Avløpsnett: Ledningsnett som skal håndtere spillvann, overvann og drensvann. Det skilles mellom separatsystem og fellessystem.

Avløpsrenseanlegg: Prosessanlegg for fjerning av forurensning fra avløpsvann.

Avløpsvann: Sanitært og industrielt spillvann, overvann og drensvann.

Drensvann: Vann som ledes bort fra området under terrengoverflaten.

Driftsoverløp (også kalt regnvannsoverløp): Driftsoverløpet er først og fremst avløpssystemets sikkerhetsventil, som skal hindre overbelastning av avløpsanlegget ved kraftig nedbør eller snøsmelting.

Fellesledning: Avløpsledning som fører spillvann sammen med overvann og drensvann. Omtales også som AF-ledning (Avløp Felles).

Flomvei: Trase som avleder overvann til en resipient. Kan være naturlig eller planlagt.

Fellessystem: Avløpssystem bestående av fellesledninger.

Feilkobling: Uttrykket benyttes oftest på private stikkledninger som er koblet på feil kommunal ledning. For eksempel at den private spillvannsledningen er koblet på den kommunale overvannsledningen, og tilsvarende at den private overvannsledningen er koblet på den kommunale spillvannsledningen.

Felleskum spillvann og overvann: Kum der både spillvannsledningen og overvannsledningen renner åpent gjennom kummen. Fungerer i realiteten som et overløp.

Fordrøyning: Tiltak som forsinker avrenning gjennom oppsamling.

Fremmedvann: Alt vann som blir tilført spillvannsnettet/avløpsrenseanleggene som ikke er spillvann fra forbrukere eller næringsvirksomhet. I denne rapporten inkluderer dette overvann tilført avløp fellessystem.

Grunnvann: Alt vann som befinner seg under bakkenivå der alle porer og sprekker i grunnen er fylt med vann.

Hydraulisk kontroll: Uttrykk for at avløpsmengdene er forutsigbare og at de lar seg måle og beregne.

Infiltrasjon: Inntrengning av vann i porøse masser (for eksempel løsmasser eller oppsprukket fjell i grunnen).

Innlekking: Vann som lekker inn på ledningsnettet via sprekker og utettheter.

Lekkasjevann: Utlekking av produsert drikkevann fra vannledningsnettet.

Lokal overvannshåndtering: Tiltak hvor overvannet håndteres og fordrøyes lokalt i nærheten av punktet der avrenning først oppstår. Alternativ til sluk og rør (tradisjonelle lukkede løsninger) hvor vannet ledes raskt bort til nærmeste resipient.

Nedbørfelt: Arealet som leder vann til et bestemt punkt.

Nødoverløp: Benyttes for å hindre overbelastning og oversvømmelser ved driftsforstyrrelser som for eksempel strømstans, pumpehavari, kloakkstopp eller anleggsstopp på et avløpsrenseanlegg. Kan også tre i funksjon ved ekstreme nedbørsmengder. Er ikke en del av den normale driften, men er en sikkerhetsventil ved spesielle forhold

Overløp: Overløpets funksjon er at når den tilførte vannmengden overstiger kapasiteten nedstrøms blir en del av vannmengden ført til en avlastningsledning (overløpsledning) som normalt fører overløpsvannet til nærmeste resipient.

Overvann: Overflateavrenning som følge av nedbør og/eller snøsmelting. Alt vann som renner av på overflaten av tak, veier og andre tette flater etter nedbør, stormflo eller smeltevann.

Overvannsanlegg/overvannsløsninger: Omfatter i tillegg til ledningsanlegg, også anlegg for infiltrasjon, fordrøyning, rensing osv.

Overvannshåndtering: Virkemidler og tiltak for å utnytte overvann som en ressurs, og for å forebygge skade og ulempe som følge av overvann.

Overvannsledning: Avløpsledning som fører overvann og drensvann. Omtales også som OV-ledning.

Pe: Forkortelse for personekvivalent. Vannforbruk i husholdninger beregnes til 150-160 liter per persondøgn.

Resipient: Mottager av behandlet eller ubehandlet avløpsvann. For eksempel hav, innsjø, elv eller jord/grunnvann.

Separatsystem: Avløpssystem bestående av separate spillvannsledninger og overvannsløsninger.

Spillvann: Avløpsvann fra husholdning, næringsvirksomhet og offentlig virksomhet.

Spillvannsledning: Avløpsledning som fører spillvann. Omtales også som SP-ledning.

Stikkledning: Forbindelsesledning mellom bygning og hovedavløpssystemet for området.

Utlekking: Vann som lekker ut av ledningsnettets via sprekker og utettheter.

Utslippstillatelse: Tillatelse til å slippe ut kommunalt avløpsvann. Kommunen er forurensningsmyndighet for utslipp fra enkelthus og mindre tettbebyggelser, og Fylkesmannen for utslipp fra større tettbebyggelser.

Vannbehandlingsanlegg: Prosessanlegg for rensing av drikkevann.

Vannføring: Vannmengde pr. tidsenhet, f.eks. liter/sekund.

Vannføringsmåler: Måleinstrument for måling av vannføring. Blir også omtalt som mengdemåler, vannmengdemåler osv.

Vannledning: Ledning som fører drikkevann.

Vassdrag: Alt stillestående eller rennende vann med årssikker vannføring (innsjøer, bekker, elver, grunnvann og våtmarksområder), samt vannløp uten årssikker vannføring dersom det atskiller seg tydelig fra omgivelse.

Innhold

1.	Innledning	10	5.	Målemetoder og måleutstyr	41
1.1.	Formålet med rapporten	10	5.1.	Måling av vannmengder/avløpsmengder	42
1.2.	Avløpsanleggenes funksjon	11	5.1.1.	Måleinstallasjoner/konstruert målepunkt	42
1.3.	Avløpsanleggenes tilstand	11	5.1.2.	Måling av vannføring i fylte eller delfylte rør eller åpne kanaler	44
1.4.	Regelverk og krav knyttet til avløpshåndteringen	12	5.1.3.	Pumpestasjoner	46
1.4.1.	Direktiver, lover og forskrifter	12	5.2.	Måling av nivå/oppstuvning	48
1.4.2.	Utslippstillatelse	12	5.3.	Måling av overløpsdrift/overløpsmengder	49
1.5.	Oppbygging av rapporten	13	5.4.	Måling av nedbør	49
1.6.	Andre sentrale Norsk Vann rapporter	14	5.4.1.	Vippepluviografer	49
2.	Hvordan kan anleggseiere gripe fatt i utfordringene de står overfor?	15	5.4.2.	Oppsamlingsmålere	51
2.1.	Krav til fremtidens avløpsnett	15	5.4.3.	Radar	51
2.2.	Krav til dokumentasjon og kontroll i fremtidens avløpsnett	18	5.5.	Andre datakilder	51
2.3.	Fem hovedpunkter som norske anleggseiere må ta tak i	18	6.	REFERANSER	53
2.4.	Utfordringer knyttet til kravene	19	Vedlegg 1	Utlippskontroll i praksis	54
3.	Hydraulisk kontroll og vannbalanse	20	Vedlegg 2	Tolking av måledata	64
3.1.	Elementer i en vannbalanse/vannmengderegnskap	20	Tidligere utgitte rapporter	71	
3.2.	Kvantifisering av de ulike elementene i vannbalansen	22			
3.3.	Virkningsgrad	24			
3.4.	Overløp	25			
3.4.1.	Overløpets funksjon	26			
3.4.2.	Beste tilgjengelige teknologi	26			
3.4.3.	Risikoklassifisering overløp	27			
3.4.4.	Strategi knyttet til overløp	28			
3.5.	Innlekking og utlekking	28			
3.6.	Fremmedvann	30			
3.7.	Overvann	31			
4.	Verktøykasse for å jobbe med problematikk knyttet til hydraulisk kontroll og dokumentasjon av utslipp	32			
4.1.	Risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS)	32			
4.2.	Befaringer/undersøkelser i felt	33			
4.3.	Permanent instrumentering/bruk av eksisterende måledata	34			
4.3.1.	Minimum instrumenteringsnivå	34			
4.3.2.	Anbefalt instrumenteringsnivå	35			
4.4.	Kampanjemålinger	36			
4.4.1.	Kalibrering avløpsmodeller	36			
4.4.2.	Detektering av fremmedvann	36			
4.4.3.	Andre typer kampanjemålinger	37			
4.5.	Modeller	38			
4.6.	Rørinspeksjon	39			
4.7.	Kildesporing	39			
4.8.	Resipientovervåkning	40			

1. Innledning

1.1. Formålet med rapporten

Et vann- og avløpsanlegg er å betrakte som et stort prosessanlegg. Disse anleggene representerer store verdier og de er viktige med tanke på miljø og folkehelse. Anleggenes tilstand er i mange tilfeller ikke tilfredsstillende. Det er selvfølgelig store variasjoner i hvordan anleggene forvaltes, men hovedinntrykket fra VA-Norge er at forvaltningen av avløpsanleggene ikke er bærekraftig.

Årsakene til dette er nok mange og varierte, men en fellesnevner blant mange anleggseiere er mangelfull bemanning og begrensede ressurser. Mye tid brukes til "brannsløkking", det vil si å håndtere akutte problemer som oppstår nettopp fordi anleggenes tilstand ikke er tilfredsstillende.

Mange anleggseiere opplever også sterk befolkningsvekst og stor utbyggingsaktivitet, noe som også krever mye saksbehandling og tar mye ressurser. Resultatet er dessverre ofte at det er for lite tid og ressurser igjen til å drive planlegging, vedlikehold og systematisk fornyelse av anleggene.

Norsk Vann har beregnet at det vil kreve om lag 400 flere ingeniørårsverk på landsbasis for å kunne håndtere det investeringsvolumet som er nødvendig for å få VA-anleggenes tilstand opp på et akseptabelt nivå.

Nøkkelen for anleggseiere til flere ansatte og mer midler til å kunne forvalte avløpsanleggene på en bærekraftig måte, er ofte å kunne dokumentere behovene på en god og oversiktlig måte.

Formålet med denne veiledningen er å gi anleggseiere en verktøykasse for å kunne dokumentere tilstanden på avløpsnett. En slik dokumentasjon av tilstanden har flere formål:

- Den gir kunnskap om avløpsnett slik at en har et bedre grunnlag for å ta riktige beslutninger og gjennomføre effektive tiltak for å forvalte avløpsnett på en bærekraftig måte.
- Sannsynligheten for å få aksept for økte bevilgninger til flere ansatte og midler til ledningsfornyelse øker dersom man kan dokumentere tilstand og behov på en troverdig og oversiktlig måte overfor abonnenter og politikere.
- Tilfredsstillende stadig skjerpede krav fra myndighetene til kontroll og dokumentasjon, og da spesielt knyttet til utslippstillatelser.

Rapporten fokuserer hovedsakelig på følgende:

- Hydraulisk kontroll og dokumentasjon,
- Metoder for datafangst
- Metoder for å finne feil og svakheter i avløpsnett
- Målemetoder og instrumentering.

I løpet av 2017 skal Norsk Vann rapport 99/1999 – *Veiledning for dokumentasjon av utslipp fra befolkningen* revideres. Den rapporten vil fokusere på produksjon og utslipp av forurensning. Norsk Vann rapport 222/2016 (denne rapporten) vil derfor først og fremst fokusere på vannmengder og hydraulisk kontroll, men forurensningsproblematikken omtales kortfattet i kapittel 3.3 som omhandler beregning av virkningsgrad for spillvannsnett, og i kapittel 3.7 som omhandler overvann.

1.2. Avløpsanleggenes funksjon

Avløpsanleggene har en svært viktig funksjon i et moderne samfunn. Norske forbrukere har et gjennomsnittlig daglig vannforbruk på i størrelsesorden 150-160 liter, og velfungerende avløpsanlegg er en forutsetning for at vi skal kunne opprettholde dette forbruket. Det av stor betydning for helse og miljø at forurenset forbruksvann blir håndtert og renset på en helsemessig og miljømessig forsvarlig måte. Velfungerende og riktig dimensjonerte avløpsanlegg motvirker også fare for flom og skader på mennesker og materiell.

Avløpsanleggene i Norge har ifølge Norsk Vann en gjenanskaffelsesverdi på 590 milliarder NOK (beregnet i 2014 kroner). Norske eiere av avløpsanlegg forvalter altså store verdier.

- *Avløpsanlegg består av ledningsanlegg, pumpestasjoner for oppsamling og transport av avløpsvannet, renseanlegg og utslippsanlegg.*
- *Det er ca. 52 500 km kommunale avløpsledninger i Norge.*
- *Ca. 21 % av avløpsledningene utgjør fellessystemer (både rent og forurenset vann), og ca. 79 % utgjør separate spillvannsledninger (KOSTRA).*

1.3. Avløpsanleggenes tilstand

I Norsk Vann notatet *Norsk Vann mener – Fornyelsesbehov og sysselsetting – 2016*, er det oppgitt at det er behov for å investere 8,1 mrd. kroner årlig i fornyelse av kommunale vann- og avløpsledninger i perioden 2016-2040, for å takle vedlikeholdsetterlep, klimautfordringer og for å unngå å overlate regningen til barn og barnebarn. Dette betyr at kommunene på landsbasis må fornye 1,2 % av vannledningene og 1,0 % av avløpsledningene pr. år fram til 2040 for å sikre kvaliteten på vann- og avløpstjenestene fremover.

8,1 milliarder årlig i perioden 2016-2040 (25 år) gir et totalt investeringsbehov på 202,5 milliarder kroner. Hvis man antar at ca. halvparten av investeringene er avløpsledninger utgjør dette ca. 100 milliarder NOK. Hvilket også betyr at selv med en økning i investeringene som skissert, må en regne med å bruke 25 år før standarden på avløpsnett er tilfredsstillende.

I rapporten *Norges tilstand 2015 - State of the nation* (utgitt av Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF)), vurderes tilstanden innen offentlige bygg og infrastruktur. I rapporten får avløpsanleggene karakteren 2, hvilket tilsier:

Anlegget er i en dårlig forfatning, funksjonaliteten er truet. Det kreves umiddelbar innsats for at ikke funksjonaliteten skal reduseres. Estimert kostnad for oppgradering til karakteren 4, som representerer god standard, er 110 milliarder NOK.

- *Ca. 60 % av avløpsvannet som belaster renseanleggene, er såkalt «fremmedvann» fra nedbør, grunnvann og drikkevann som har kommet inn i avløpsledningene. Det er behov for en satsing for å løse disse utfordringene og for ikke å skyve regningen over på kommende generasjoner. Kilde: Norsk Vann*
- *I 2015 ble 230 av totalt 36 800 kilometer (0,62 prosent) av det kommunale spillvannsnett* skiftet ut, viser nye KOSTRA-tall. Kun 32 prosent av innbyggerne som er tilknyttet kommunalt avløp, hører inn under et anlegg hvor rensekravene ble oppfylt i 2015. Kilde: SSB/KOSTRA*

* Her inkluderer spillvannsnett både separate spillvannsledninger og eventuelt fellessystem (ledninger som inneholder en blanding av spillvann og overvann).

1.4. Regelverk og krav knyttet til avløpshåndteringen

Vann- og avløpsbransjen har de siste årene fått nye og skjerpede krav knyttet til håndteringen av avløpsvann. Blant annet gjennom forurensningsforskriften, vannforskriften, ny mal for utslippstillatelser og protokoll for vann og helse. Dette krever større kontroll på vannstrømmene i avløpssystemet. I tillegg har Miljødirektoratet varslet at de ønsker et sterkere fokus på kontroll på utslipp fra overløp. Dette er i tråd med utviklingen på mange områder i samfunnet. Det stilles høyere krav til kvalitet, kontroll og dokumentasjon på de fleste felt.

Dette stiller større krav til datainnsamling knyttet til håndteringen av avløpsvannet og forvaltningen av avløpsanleggene.

Også andre forhold tilsier økt fokus på kontroll, dokumentasjon og datainnsamling:

- De fleste byer og tettsteder opplever befolkningsvekst og fortetting.
- Klimaendringer er grundig dokumentert og det forventes hyppigere og kraftigere flomsituasjoner.
- Svært mange norske kommuner og andre anleggs-eiere har et etterslep når det gjelder fornyelsen av ledningsnett. Etterslepet medfører at mange avløpsanlegg har for dårlig standard og er utsatt for innlekking av fremmedvann.

Disse forholdene medfører kapasitetsproblemer med uønskede konsekvenser som flomskader, forurensende utslipp og økte driftskostnader. Det vil være svært kostbart og lite bærekraftig å bygge seg ut av disse problemene ved å øke kapasiteten på avløpsanleggene (ledningsnett og avløpsrenseanlegg). Fokus bør ligge på å komme opp på et bærekraftig nivå på forvaltningen av avløpsanleggene, og dette krever økt kunnskap og kontroll.

1.4.1. Direktiver, lover og forskrifter

Gjennom EØS-avtalen er Norge forpliktet til å implementere aktuelle direktiver i norsk lov.

De viktigste direktivene for avløp og vannmiljø er:

- Direktiv 91/271/EEC, Rensing av avløpsvann fra byområder
- Direktiv 2000/60/EC, Rammedirektivet for vann (Vanndirektivet)

Sentrale lover og forskrifter vedrørende avløpshåndteringen er:

- Lov om kommunale vass- og avløpsanlegg (Vass- og avløpsanleggslova)
- Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven) Sentrale forskrifter under plan- og bygningsloven er blant annet:
 - ✓ Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift – TEK 10)
 - ✓ Forskrift om byggesak (Byggesaksforskriften)
 - ✓ Forskrift om konsekvensutredninger
 - ✓ Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften)
- Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)
- Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften)
- Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven)
- Lov om vassdrag og grunnvann (Vannressursloven)
- Forskrift om begrensning av forurensning (Forurensningsforskriften)

1.4.2. Utslippstillatelse

Forurensningsloven setter et generelt forbud mot forurensende utslipp, men åpner for at virksomheter kan søke miljømyndighetene om utslippstillatelse. Utslippstillatelser (Tillatelse etter forurensningsloven til utslipp av kommunalt avløpsvann og utslipp av overvann fra avløpsanlegg) blir gitt i medhold av lov om vern mot forurensninger og om avfall av 13. mars 1981 nr. 6, § 11 jfr. § 16 (og endret i medhold av § 18), § 22 og § 40, samt forskrift av 1. juni 2004 nr. 931 om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) § 14-4.

Det er utarbeidet en ny mal for utslippstillatelser som allerede har vært i bruk i mange fylker siden 2013. Generelt setter den nye malen krav om at anleggene skal drives, vedlikeholdes og fornyes i et langsiktig perspektiv, slik at forventet funksjon og ytelse opprettholdes til enhver tid, og er stabil, til tross for variasjoner i belastning og klimaforhold.

Avløpsrenseanleggene må som tidligere ha kontroll på tilførsler og utslipp, samt overholde utslippskravene. Den nye malen setter imidlertid en del nye krav til anleggseier vedrørende transportsystemet/ledningsnett. Generelt settes det strengere krav til dokumentasjon og til planer for tiltak og fornyelse.

Disse nye og skjerpede kravene øker behovet for ulike typer data for rapportering, analyse og planlegging.

Oppsummering av hvilke hovedkrav som stilles til anleggseiere i utslippstillatelsen:

- Anleggseier skal ha en kommunal avløpsplan (Hovedplan Avløp, Saneringsplan eller tilsvarende) som beskriver gjennomført og planlagt utbygging av avløpsanlegg for transport og behandling av kommunalt avløp.
- Anleggseier skal 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 forurensing og redegjøre for risikoforhold.
- Anleggseier skal ha kontroll på vannstrømmene. Virkningsgraden til avløpsnett skal dokumenteres. Andelen av forurensningsmengden som kommer fram

1.5. Oppbygging av rapporten

Kapittel 1 omhandler bakgrunnen for og hensikten med rapporten, samt gjeldende regelverk og dokumentasjonskrav. Kapitlet gir også en oversikt over andre sentrale Norsk Vann rapporter med beslektede temaer.

Kapittel 2 beskriver hvordan fremtidens avløpsanlegg bør fungere og gir noen overordnede råd om hvordan anleggseiere skal forholde seg til de utfordringene de står overfor.

I rapportens kapittel 3 beskrives det hvordan anleggseierne kan dokumentere hydraulisk kontroll ved utarbeidelse av en vannbalanse.

Kapittel 4 beskriver anleggseiernes verktøykasse for å jobbe med problematikk knyttet til hydraulisk kontroll og utslippskontroll. Dette inkluderer ROS-analyser, permanent instrumentering, gjennomføring av målekampanjer, rørispeksjoner, modeller, kildeprobing mm.

til renseanlegget og de ulike kildene til tap skal beregnes.

- Anleggseier skal ha oversikt over alle overløp og betydelig lekkasjer på avløpsnett. Driftstiden på overløpene skal registreres eller beregnes. Driftstiden på overløpene kan enten måles ved å montere måleutstyr, eller beregnes ved hjelp av en modell.
- Anleggseier skal dokumentere forurensningen via overløpene.
- Anleggseier skal utarbeide en plan som viser hvordan overvann og fremmedvann påvirker avløpsanleggene i ulike avrenningssituasjoner og beskriver tiltak for å redusere tilførslene av overvann og annet fremmedvann til avløpsnett.
- Som tidligere stilles det krav til utslippene fra avløpsrenseanleggene. Det er krav om at mengden avløpsvann skal måles med en maksimal usikkerhet på 10 % for totalutslipp, inkludert overløp.

Kapittel 5 beskriver målemetoder og måleutstyr, inkludert vannføringsmålinger, nivåmålinger, registrering av overløpsdrift og nedbørmålinger.

I kapittel 6 gis det en oversikt over referansene.

Vedlegg 1 gir et eksempel på hvordan utslippskontroll kan gjennomføres i praksis.

Vedlegg 2 gir eksempler på hvordan måledata kan tolkes og vurderes.

1.6. Andre sentrale Norsk Vann rapporter

En rekke andre Norsk Vann rapporter omhandler beslektede temaer til det som behandles i denne rapporten. Vi gir her en oversikt over andre Norsk vann rapporter som til en viss grad utdyper og supplerer denne rapporten.

17/1992	Driftskontrollanlegg for VA-transportsystem - Innsamling og bearbeiding av data.
99/1999	Veiledning for dokumentasjon av utslipp fra befolkningen.
152/2007	Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren.
159/2008	Håndbok i kildesporing i avløpssystemet.
162/2008	Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering.
172/2009	Trykktap i avløpsnett.
182/2011	Prøvetaking av avløpsvann og slam.
184/2011	Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde.
190/2012	Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer.
192/2012	Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken.
193/2012	Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem.
195/2013	Sikkerhet og sårbarhet i driftskontrollsystemer for VA-anlegg.
196/2013	Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportsystemer.
197/2013	Avløpsanlegg - Vurdering av risiko for ytre miljø.
200/2014	Håndtering av overvann fra urbane veger.
200/2014	Åpne flomveier i bebygde områder.
205/2014	Bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene.
207/2014	Stikkledninger - ansvar og teknisk utforming.
208/2014	Sikring av kvalitet på ledningsanlegg.
219/2016	Eksempler på implementering av bærekraft i vannbransjen.

Ny Norsk Vann rapport som er under utarbeidelse (ferdigstilles i 2017):

Revisjon av rapport 99/1999 Veiledning for dokumentasjon av utslipp fra befolkningen.

Denne rapporten vil blant annet beskrive metodikk for:

- Utslipp fra bebyggelse ikke tilknyttet renseanlegg (spredt avløp)
- Utslipp av spillvann via overvannsledninger
- Akuttutslipp via felleskummer spillvann/overvann med åpne renner
- Utslipp fra stikkledninger (feilkoblinger og utlekking til private overvannsledninger)
- Utslipp fra ledningsnett til grunnen (og videre til resipienter)
- Utslipp fra renseanlegg
- Utslipp fra industri (via offentlig ledningsnett)
- Beregning som følge av ekstremnedbør når normal målemetodikk ikke er egnet

Dette blir på mange måter en søsterrapport til denne rapporten. Disse to rapportene bør sees i sammenheng.

2. Hvordan kan anleggseiere gripe fatt i utfordringene de står overfor?

Å dokumentere utslippene fra avløpsnettet innebærer også at man skal kunne dokumentere hva som slipper inn på avløpsnettet. Skal man arbeide målrettet med fornyelse av avløpsnettet er det nødvendig med kontroll på hoveddelstrømmer og delområder.

Avløpsnettet bør betraktes som et stort prosessanlegg, der man skal ha kontroll på påslipp, utslipp og de viktigste delstrømmene i anlegget. Man bør ha kontroll på kapasiteter og hvilke mengder som transporteres i de ulike delene av anlegget.

Formålet er dels å oppfylle myndighetskrav om rapportering og dokumentasjon, men vel så viktig er behovet for kunnskap og dokumentasjon knyttet til behovet for utarbeidelse av planer for tiltak og fornyelse av avløpsnettet.

Riktig framgangsmåte vil som regel være å starte med å få en totaloversikt over avløpsanlegget, en såkalt vannbalanse, der en identifiserer og kvantifiserer hovedkildene og hovedutslippene. Deretter vil det som regel være fornuftig å foreta en mer detaljert områdevis kartlegging.

2.1. Krav til fremtidens avløpsnett

Det er bred enighet i den norske VA-bransjen om at vi står overfor store utfordringer og at investeringene må økes i årene framover. Når det gjelder avløpsnettet må standarden heves for være rustet for befolkningsvekst, klimaendringer og strengere krav fra myndigheter og samfunnet.

I fremtidens avløpsnett må følgende krav oppfylles:

- 1) Spillvann og overvann skal håndteres separat.
- 2) Avløpsledningene er tette uten betydelig inn- og utlekking.
- 3) Overvann håndteres i størst mulig grad naturlig og lokalt.

1) Spillvann og overvann skal håndteres separat

Spillvann fra husholdninger og næringsvirksomhet og overvann skal håndteres separat. Med dette oppnår man at kapasiteten på eksisterende spillvannsledninger, pumpestasjoner og avløpsrenseanlegg kan være tilstrekkelig i flere år framover, til tross for befolkningsvekst og klimaendringer. Dette kan forlenge levetiden til mange avløpsanlegg. Man oppnår også redusert

overløpsutslipp og mindre energibruk. For avløpsrenseanleggene vil det være en fordel med mer konsentrert avløpsvann og mindre variasjoner i vannmengder.

Tiltak:

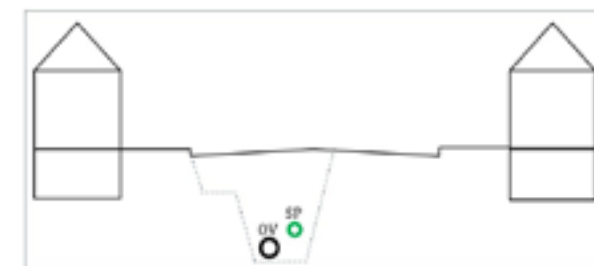
- Separering av eksisterende fellessystem.
- Sanering/separering av felleskummer (spillvann og overvann i åpne renner i samme kum).
- Private stikkledninger må separeres samtidig som hovedledningen separeres.
- Utføre kontroll slik at nye feilkoblinger unngås, samt fjerne eksisterende feilkoblinger.

Utfordringer knyttet til separering kan være at vannmengdene reduseres så mye at ledningene får redusert evne til selvrensing. Noe som kan gjøre det nødvendig med økt vedlikehold, for eksempel i form av spyling av ledningsnettet.

I bykjerner med dype grøfter kan kostnadene og ulemene ved "tradisjonell" separering (figur 2.1.1) bli uforholdsmessig store.

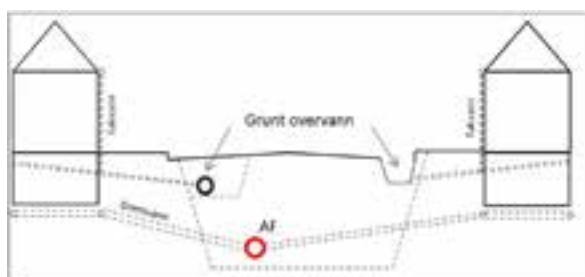


Figur 2.1.1: Avløp felles system.



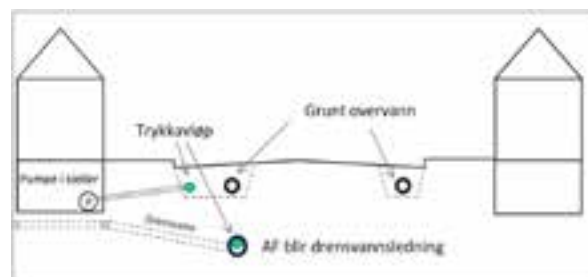
Figur 2.1.2: Tradisjonell separering.

Her benytter en del kommuner seg av såkalte grunne overvannsledninger for å håndtere overflateavrenningen, gjerne i kombinasjon med blågrønne overvannsløsninger og fordrøyning. En etablerer altså et overvannssystem i to nivåer, der nedbøren som faller på tak og terrengoverflate håndteres i øverste nivå, enten i en grunn overvannsledning eller i en åpen løsning, mens drens vannet håndteres som før i det laveste nivået, det vil si i AF-ledningen.



Figur 2.1.3: Separering med grunne overvannssystemer.

Trykkavløp er en velkjent teknologi som benyttes mye i spredt bebyggelse, spesielt i hytteområder. I fremtiden forventer mange at trykkavløp vil bli vanlig også i tettbebyggelse. Spesielt i byområder vil trykkavløp være en effektiv måte å eliminere problemer med fremmedvann. Trykkledningen kan legges grunt med varmekabler eller den kan legges inne i den gamle AF-ledningen som blir en ren drens vannledning. Eller gjerne en kombinasjon av disse to.



Figur 2.1.4: Separering med trykkavløp.

2) Avløpsledningene er tette uten betydelig inn- og utlekking

Spillvannsledninger skal være tette. Det vil si at spillvann ikke lekker ut og at fremmedvann ikke lekker inn. Dette gjelder også private stikkledninger. Anleggseiere må prioritere arbeidet med å systematisk fornye avløpsnett i årene fremover.

Det er mindre kritisk at overvannsledninger ikke er helt tette, slik at spillvannsnettet bør prioriteres, men overvannsledningenes funksjonalitet må sikres.

Tiltak:

- For nyanlegg må målet være å lage et avløpsnett som er 100 % fri for lekkasjer den dagen det bygges, og har en levetid i denne tilstanden på minst 100 år.
- For eksisterende anlegg må fornyelsestakten kraftig opp. Det må gjøres kartleggingsarbeid og undersøkelser slik at de mest kritiske ledningene fornyes først. Anleggseiere må finne løsninger slik at de private stikkledningene fornyes samtidig som hovedledningene. Når man snakker om avløpsledninger med størst grad av fornyelsesbehov peker vi ofte på:
 - Betongledninger lagt før 1970 (fornyelsesbehov).
 - Betongledninger lagt på 1980-tallet (begynnende fornyelsesbehov).
 - PVC-ledninger lagt før 1980 (begynnende fornyelsesbehov).



Figur 2.1.5: Innlekking.

3) Overvann håndteres i størst mulig grad naturlig og lokalt

Viktige momenter i framtidens overvannshåndtering er:

- Forebygge skader**
Overvannet skal håndteres slik at sikkerhet for liv, helse og miljø ivaretas. Flomveier må utredes og sikres. Forurensning av vannforekomster skal reduseres.
- Utnytte overvann som ressurs**
Overvannet skal utnyttes som positivt landskapselement i bymiljøet og for bruk til rekreasjonsformål.
- Styrke biologisk mangfold i bymiljøet**
Gjennom infiltrasjon, bruk av åpne vannveier og dammer skal det biologiske mangfoldet fremmes.

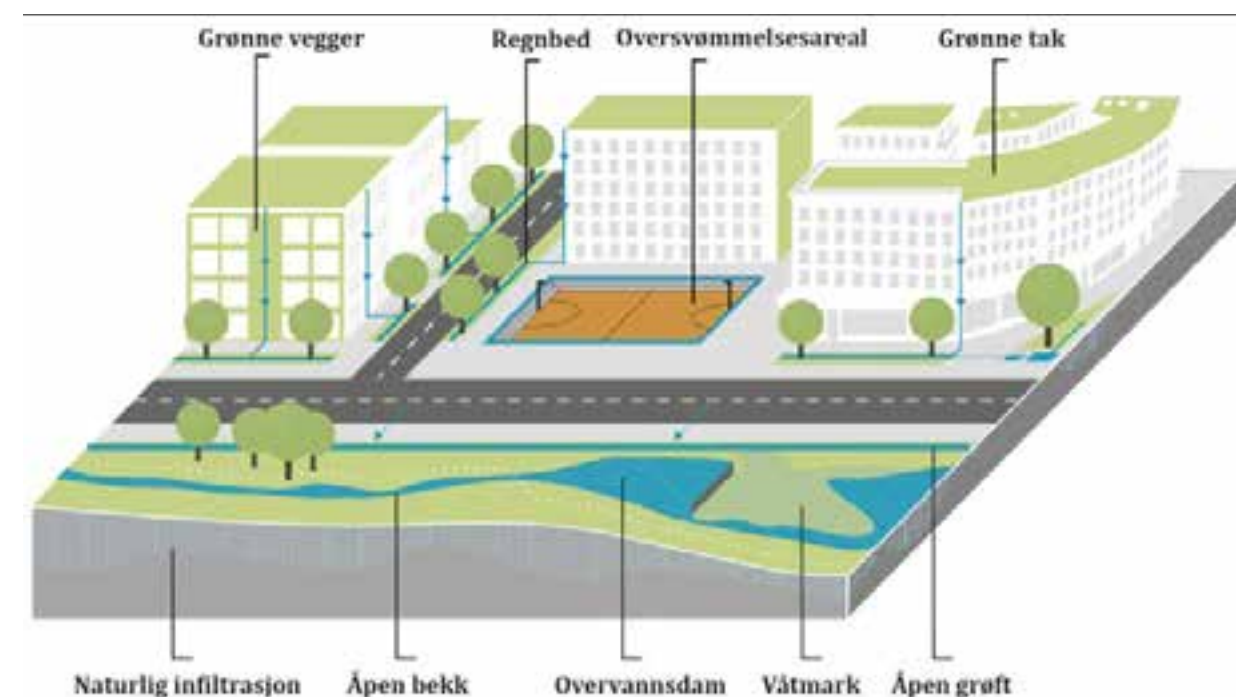
Tiltak:

Det er en rekke ulike aktuelle tiltak. Mulighetene er størst ved nyanlegg, der ulike typer blågrønne tiltak er aktuelle. Blågrønne overvannstiltak, det vil si bed/parkanlegg med innslag av vann, vil være viktige for å

håndtere overvann i fremtiden. I tillegg til å forebygge flomskader, bidrar de blågrønne tiltakene til økt vegetasjon, naturmangfold og trivsel for befolkningen. Både her til lands, og kanskje spesielt på et europeisk nivå, er blågrønne løsninger antatt å være en del av løsningen for å forsinke avrenning gjennom infiltrasjon og fordrøyning, samt gi en trygg avledning av overvann til elver og innsjøer.

Hvis disse tre kravene blir oppfylt vil vi sitte igjen med et robust avløpsnett som er i stand til å takle fremtidige utfordringer i form av befolkningsvekst, fortetting, klimaendringer og skjerpede myndighetskrav.

Et annet viktig poeng er at vi vil sitte igjen med et avløpsnett som fungerer etter hensikten og der det er mye enklere å dokumentere utslippsmengder og hydraulisk kontroll.



Figur 2.1.6: Lokal overvannshåndtering kan ivaretas med ulike løsninger (COWI).

2.2. Krav til dokumentasjon og kontroll i fremtidens avløpsnett

I fremtidens avløpsanlegg, der de tre kravene omtalt i kapittel 2.1 er oppfylt, vil det være lettere å oppfylle krav om dokumentasjon og kontroll. I fremtidens spillvanns-anlegg er det færre utløpsmuligheter. I tillegg til utløpet fra avløpsrenseanleggene vil det være noen få hoved-overløp, der en legger til rette for å måle utløpsmengder og prøvetaking for å beregne massetransport. Over-løpene vil også være slik utformet at den andelen som går i overløp vil være mest mulig fortynnet.

For større avløpsanlegg, der en har muligheter for styring og eventuelt fordrøyning av avløpsstrømmene, vil en benyttes seg av online-måledata for å styre og optimalisere driften av anleggene. En kan også se for seg at værvarsler tas inn i styringen av anleggene.

Drammen kommune med samarbeidspartnere er i ferd med å utvikle et konsept der online data fra nedbør-målere i nettverk, modeller og sensorer på ledningsnett og renseanlegg kommuniserer seg imellom. Prosjektets mål er å demonstrere at investering i infrastruktur, forurensningsutslipp og skadeomfang kan reduseres ved modellering og aktiv styring av avløpsstrømmer for ledningsnett, renseanlegg og resipient, sett i sammenheng.

Når det gjelder overvann vil det komme strengere krav til dokumentasjon og kontroll når det gjelder foruren-sning og flomsikring. Det vil komme krav til rensing av forurenset overvann og anleggseiere vil måtte kunne dokumentere flomveier. Det økende fokuset på å bruke overvann som et positivt element i byplanleggingen vil forsterkes ytterligere.

Ellers er det svært mye å hente på bruk og behandling av data fra driftskontrollsystemene. I dag brukes disse dataene hovedsakelig i forbindelse med drift av anleg-

gene. Det ligger store muligheter i ytterligere instrumen-tering av avløpsnettet, samt avansert behandling og analyse av måledata.

Vann- og avløpsbransjen blir beskyldt for å være konser-vativ og til dels lite nyskapende, men nye trender og teknologier vil tvinge seg frem og endre bransjen. Internet of Thing (IoT), eller Tingenes Internett på norsk, handler om å gjøre ”dumme” ting ”smarte”. Vi vil i løpet av få år leve i et samfunn der alle ting har mulighet til å sende og motta meldinger. Allerede i dag har vi telefoner, bygninger, biler, en rekke ulike apparater og maskiner, joggesko og sågar kaffekopper som kan kobles opp mot nettet. Utviklingen vil fortsette.

Smart city er en urban utviklingsvisjon der en ser for seg å integrere informasjons- og kommunikasjonsteknologi og IoT-løsninger for å forvalte byens eiendeler. Målet er å forbedre livskvaliteten ved å bruke informatikk og teknologi til å effektivisere tjenestene og møte innbyg-gernes behov. Gjennom bruk av sensorer integrert med sanntidsovervåkingssystemer, blir data samlet inn fra privatpersoner og enheter, deretter bearbeidet og analysert.

Hva vil dette bety for VA-bransjen og hvilke muligheter vil det gi? Vi har allerede intelligente kumlokk, samt en forholdsvis omfattende instrumentering av vann- og avløpsanleggene, som regel koblet opp mot et drifts-kontrollsystem. Vil fremtidens rør ha innebygde sensorer som gir oss data om vannføring og vannkvalitet i sanntid? Sannsynligvis vil svært mange av komponentene i vann- og avløpsanleggene i fremtiden være koblet opp mot nettet, og dette vil revolusjonere mulighetene for dokumentasjon og kontroll. Kravene vil skjerpes tilsvarende.

2.3. Fem hovedpunkter som norske anleggseiere må ta tak i

Følgende fem hovedpunkter må alle anleggseiere ta tak i for å tilfredsstille krav i lover, forskrifter og tillatelser:

1) Avløpsplan

Alle anleggseiere skal ha en kommunal plan som angir status, mål, hovedutfordringer i både et kortsiktig og langsiktig perspektiv, strategier og tiltak.

2) ROS-analyse

Alle anleggseiere skal gjennomføre en ROS-analyse for avløpsanleggene.

3) Vannbalanse

Alle anleggseiere skal ha kontroll på hovedstrømmene og kunne sette opp en vannbalanse/vannmengde-regnskap.

4) Oversikt over alle utløpsmuligheter

Det vil si utløp renseanlegg, avløp ut av kommunen, overløp, felleskummer, utlekking og eventuelle direkteutslipp uten rensing. For utløp renseanlegg og

overløp skal man dessuten måle og/eller beregne utløpsmengder og forurensning.

5) Innlekking/fremmedvann

Utfordringer knyttet til innlekking og fremmedvann er meget store i svært mange norske avløpsanlegg. Alle anleggseiere med utfordringer knyttet til frem-medvann skal arbeide for å redusere andelen frem-medvann på avløpsnettet.

For å kunne arbeide effektivt med de 5 hovedpunktene må alle anleggseiere ha dette på plass:

- Anleggseiere må ha god dokumentasjon på sine avløpsanlegg. De fleste anleggseiere har en lednings-database med lengder, dimensjoner, rørmateriale, høydekoter, driftsforstyrrelser osv. Det er viktig at dataene i ledningsdatabasen er av god kvalitet og at databasen oppdateres jevnlig.
- Anleggseiere må sørge for tilstrekkelig instrumente-ring av avløpsanleggene slik at man har nok data og

2.4. Utfordringer knyttet til kravene

Lengden på de norske vann- og avløpsledningsnettene er i størrelsesorden 280 000 km, som tilsvarer avstanden 7 ganger rundt jorden ved ekvator. Hvilket innebærer at det er en formidabel oppgave å forvalte dette lednings-nettet. 100 000 km er kommunalt eide hovedledninger, mens 180 000 km er stikkledninger som huseier selv eier. Tilstanden på huseiernes egne stikkledninger er ofte lite kjent, men det antas at fornyelsesbehovet er minst like stort som for de kommunale ledningene.

Tilstanden i mange norske avløpsanlegg er dessverre slik at det å ha hydraulisk kontroll og oppfylle alle kravene i utslippstillatelsen er meget krevende. Transportanleg-gene lekker, både inn og ut. Feilkoblinger er ikke uvanlige. Overløpene er ofte utformet slik at hydraulisk kontroll er tilnærmet umulig. Hovedregelen er dessuten at instrumenteringen er mangelfull.

Det å bygge opp kunnskapen om avløpsnettet vil for de fleste anleggseiere være en omfattende og langsiktig prosess. Det vil ofte kreve en uforholdsmessig stor innsats å oppfylle alle kravene i utslippstillatelsen på kort sikt.

Det anleggseiere i første omgang bør fokusere på er å skaffe til veie nok kunnskap og oversikt til å kunne utarbeide målrettede strategier og planer for å håndtere de største utfordringene. Deretter identifisere og gjennomføre de mest effektive tiltakene for å løse disse utfordringene. Å gjennomføre tiltakene som skal til for

kunnskap til videre analyser. Instrumentering kan være permanent eller midlertidig i form av gjennom-føring av målekampanjer.

- Alle data fra driftskontrollsystemet og andre kilder må håndteres og behandles på en forsvarlig og oversiktlig måte, slik at de er tilgjengelige for videre bruk.
- Anleggseiere må legge til rette for at også private stikkledninger forvaltes på en bærekraftig måte, og at disse fornyes samtidig som de kommunale ledningene fornyes.

Anleggseiere må sette av nødvendige ressurser til dette arbeidet. For mindre anleggseiere/kommuner med begrensede ressurser, erfaring og kompetanse vil det ofte være nødvendig med ekstern hjelp.

å oppfylle de tre kravene til fremtidens avløpsnett krever undersøkelser, beregninger, kunnskap, dokumentasjon og planlegging.

Felles for alle kommuner og andre anleggseiere er behovet for å ha kunnskap om kvaliteten på lednings-nettet, gode rutiner for drift og vedlikehold og en plan for langsiktig fornyelsesarbeid. Tilstanden på lednings-nettet varierer imidlertid mye fra kommune til kommune. Det er dessuten store variasjoner i størrelse, bemanning, kompetanse, topografi, klima, resipientens robusthet osv.

Hva som er hovedutfordringene varierer derfor fra anlegg til anlegg, og kommune til kommune. Det er derfor ikke mulig å gi en generell detaljert oppskrift på hvordan den enkelte anleggseier skal gå fram for å dokumentere sine utslipp og øke kunnskapen om avløpsnettet. Dette arbeidet må tilpasses lokale forhold og forutsetninger.

Denne rapporten beskriver noen generelle strategier og gir en beskrivelse av de ulike verktøy som anleggseierne kan benytte seg av.

3. Hydraulisk kontroll og vannbalanse

Den nye malen for utslippstillatelser setter forholdsvis ambisiøse krav knyttet til hydraulisk kontroll. Den sier blant annet følgende:

- Anleggseier skal ha kontroll på vannstrømmene.
- Virkningsgraden til avløpsnettets skal dokumenteres.
- Andelen av forurensningsmengden som kommer fram til renseanlegget og de ulike kildene til tap skal beregnes.
- Anleggseier skal ha oversikt over alle overløp og betydelige lekkasjer på avløpsnettets.
- Driftstiden på overløpene skal registreres eller beregnes.
- Anleggseier skal dokumentere forurensningen via overløpene.
- Anleggseier skal utarbeide en plan som viser hvordan overvann og fremmedvann påvirker avløpsanleggene i ulike avrenningssituasjoner og beskriver tiltak for å

reducere tilførslene av overvann og annet fremmedvann til avløpsnettets.

- Krav til kontroll med overvann tilført avløpsnettets.
- Det skal være etablert overvåking for systematisk å hindre og oppdage og fjerne utslipp grunnet feilkoblinger, lekkasje fra spillvann- til overvannsledning eller utslipp som skyldes tilstoppinger i pumpestasjoner eller avlastning via åpne kumrenner.

I kapittel 3 vil vi behandle en del sentrale temaer knyttet til utslippskontroll og hydraulisk kontroll på avløpsnettets:

- Vannbalanse
- Virkningsgrad
- Overløp
- Innlekking og utlekking
- Fremmedvann
- Overvann

3.1. Elementer i en vannbalanse/vannmengderegnskap

Det finnes ulike typer vannbalanse eller vannregnskap. I forbindelse med vann og avløp brukes betegnelsen om en oversikt over de ulike vannstrømmene knyttet til vannforsyningen og avløpshåndteringen. Det kan betraktes som en oversikt over hvor det blir av vannet som produseres og forbrukes, og som tilføres avløpsnettets på andre måter.

Vannets totale kretsløp er langt mer omfattende enn dette og ulike typer vannbalanser benyttes i en rekke andre sammenhenger. I denne rapporten er begrepet vannbalanse begrenset til å omfatte den delen av vannets kretsløp som omfatter vann- og avløpsanleggene.

Utarbeidelse av en hydraulisk vannbalanse krever at kommunen/anleggseieren blant annet har oversikt over produksjon av vann, forbruk hos abonnenter, offentlig kommunalt forbruk, vanntap fra ledningsnett og bassenger, innlekking, utslipp, rensede avløpsmengder osv. Utarbeidelse av en hydraulisk vannbalanse tvinger derfor fram datainnsamling og er en måte å tilfredsstille kravene i utslippstillatelsen.

Elementer i vannbalansen bør være:
Produsert vann (Q_{produsert})
Produsert vann er den mengden produsert drikkevann som slippes ut fra vannbehandlingsanlegget og ut på drikkevannsnettet.

Forbruksvann (Q_{forbruk})
Forbruksvann er den mengden produsert drikkevann som når fram til forbrukerne/abonnentene.

Lekkasjevann (Q_{lekkasje})
Lekkasjevann er den mengden produsert drikkevann som lekker ut på veien fra vannbehandlingsanlegget til forbrukerne. Altså differansen mellom Q_{produsert} og Q_{forbruk}.

Lekkasjevann (drikkevann) til grunnvann (Q_{lekkasje-grunnvann})
Lekkasjevann til grunnvann er den delen av lekkasjevan-net som lekker ut fra vannledningsnettets og blir en del av grunnvannet.

Spillvann fra forbruk (Q_{spillvann})
Spillvann fra forbruk er forbruksvann som tilføres avløpsnettets fra husholdninger, næringsvirksomhet og offentlig virksomhet.

Overvann tilført felles avløpsnettets (Q_{overvann-felles})
Overvann tilført avløpsnettets fra fellesledninger. Strengt tatt er ikke overvann fra fellesledninger fremmedvann, da felles avløpsnett er bygget og dimensjonert for å håndtere både spillvann og overvann. Det er imidlertid blitt normalen at dette overvannet inngår i det utvidede begrepet fremmedvann. Argumentene for dette er at overvann uansett er uønsket på renseanleggene, at fellesledninger ofte renner inn i områder med separat-system og at hovedandelen av fellesledningene uansett bør separeres i løpet av en ikke alt for fjern framtid.

Det er imidlertid et poeng å skille mellom denne typen ”fremmedvann” og annet fremmedvann.

Lekkasjevann (drikkevann) som belaster avløpsnettets (innlekking) (Q_{lekkasje-innlekk})
Lekkasjevann som belaster avløpsnettets er den delen av lekkasjevannet som lekker ut fra vannledningsnettets og deretter lekker inn på avløpsnettets.

Øvrig fremmedvann tilført avløpsnettets (Q_{fremmedvann})
Øvrig fremmedvann tilført avløpsnettets vil typisk være innlekking av grunnvann via utettheter i ledninger og kummer (offentlige og private), overvann tilført via taknedløp eller drens-systemet, bekkeinntak, ”overløp” i felleskummer (SP og OV åpent i samme kum) og feilkoblinger. Alt vann som tilføres avløpsnettets/ avløpsrenseanleggene som ikke er spillvann, kan defineres som fremmedvann.

Lekkasjer og direkteutslipp fra avløpsnettets (Q_{utlekk})
Lekkasjer og direkteutslipp fra avløpsnettets vil typisk være utlekking via utettheter i ledninger og kummer (offentlige og private), ”overløp” i felleskummer (SP og OV åpent i samme kum) og feilkoblinger. I tillegg kan det fremdeles eksistere ledningsnett som føres direkte ut i resipient uten rensing.

Overløpsutslipp (Q_{overløp})
Overløpsutslipp er utslipp av avløpsvann via definerte overløp, som regel knyttet til nedbørshendelser eller driftsproblemer på avløpsnettets (pumpehavari, klo-akkstopp mm.). Overløpsutslippet føres som regel til nærmeste resipient.

Avløpsvann til rensing (Q_{rensing})
Avløpsvann til rensing er den avløpsmengden som tilføres avløpsrenseanlegget for rensing, før det rensede avløpsvannet tilføres resipient. Ofte er det et overløp i tilknytning til avløpsrenseanlegget. Det kan også være at deler av den tilførte avløpsmengden ikke blir fullrenset når tilførslene overstiger kapasiteten for fullrensing.

Renset avløpsvann til resipient (Q_{utslipp})

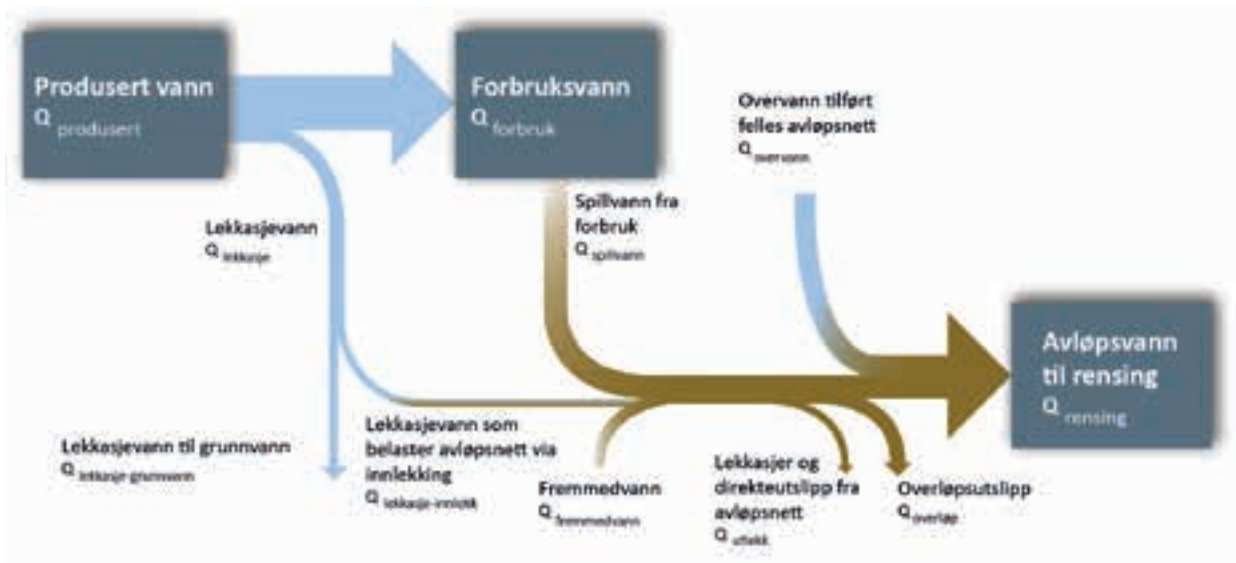
Renset avløpsvann som slippes ut til resipient. Om deler av den tilførte avløpsmengden ikke blir fullrenset når tilførslene overstiger kapasiteten for fullrensing kan det være hensiktsmessig å skille ut denne delen.

Kommentar 1: For helhetens skyld har vi også tatt med de elementene som går på produksjon og distribusjon av drikkevann, selv om denne veiledningen omhandler avløp. Hovedandelen produsert drikkevann ender uansett opp på avløpsnettets på den ene eller andre måten, og er derfor en viktig inngangsparameter når vi snakker om avløp.

Kommentar 2: Ren overvannshåndtering er ikke tatt med i vannbalansen. Håndtering av overvann har de siste årene endret karakter fra å være ren transport i rør til lokal håndtering, blågrønne løsninger, åpning av gamle bekkelukkinger osv. Overvannshåndtering er preget av en rekke svært ulike metoder og ofte mindre anlegg med utløp til nærmeste resipient. Dette blir kommentert nærmere i kapittel 3.7.

Kommentar 3: Vannbalanse kan også utarbeides for massetransport, men denne rapporten konsentrerer seg om vannmengder. Rapport 99/1999, Veiledning for dokumentasjon av utslipp fra befolkningen, er under revidering og vil ferdigstilles i løpet av 2017. Denne vil fokusere på massetransport i større grad. Kontroll på vannmengdene er uansett en forutsetning for å kunne utarbeide vannbalanser for massetransport, men en må i tillegg da utføre kvalitetsmålinger/prøvetaking.

En vannbalanse kan presenteres som tekst eller i tabellform, men egner seg ypperlig til å visualisere grafisk i en figur. Dette gir en illustrativ og oversiktlig beskrivelse av vannstrømmene i vann- og avløpsanleggene og hvilke utfordringer anleggseier står overfor. En vannbalanse er nyttig internt i organisasjonen, men også for å effektivt kommunisere med politikere og abonnenter.



Figur 3.1.1: Eksempel på vannbalanse (COWI).

Eksempel på visualisering av vannbalanse er vist i figur 3.1.1.

Kommentar:
For en anleggseier med ett vannbehandlingsanlegg og ett avløpsrenseanlegg, og der grensene for forsyningsso-

nen og rensedistriktet er de samme som kommunegrensen, er utarbeidelse av en vannbalanse noe mer rett fram enn for anleggseiere med flere anlegg og der forsyningssoner, rensedistrikt og kommunegrenser flyter over i hverandre.

3.2. Kvantifisering av de ulike elementene i vannbalansen

Følgende formler kan benyttes ved kvantifisering av de ulike elementene/delstrømmene i vannbalansen.

På drikkevannssiden:
 $Q_{\text{produsert}} = Q_{\text{forbruk}} + Q_{\text{lekkasje}}$
 $Q_{\text{lekkasje}} = Q_{\text{lekkasje-grunnvann}} + Q_{\text{lekkasje-innlekk}}$

På avløpssiden:
 $Q_{\text{rensing}} = Q_{\text{spillvann}} + Q_{\text{fremmedvann}} + Q_{\text{overvann-felles}} + Q_{\text{lekkasje-innlekk}} - Q_{\text{utlekk}} - Q_{\text{overløp}}$
 $Q_{\text{fremmedvann-total}} = Q_{\text{fremmedvann}} + Q_{\text{overvann}} = Q_{\text{fremmedvann-ørig}} + Q_{\text{lekkasje-innlekk}} + Q_{\text{overvann}}$

Produsert vann ($Q_{\text{produsert}}$)
Kvantifiseres ved å måle vannmengden behandlet drikkevann som tilføres vannledningsnettlet fra vannbehandlingsanlegget, altså vannmengden ut fra vannbehandlingsanlegget. Ved noen anlegg måles kun vannmengden inn til vannbehandlingsanlegget. Vannmengden ut blir i så fall estimert.

Forbruksvann (Q_{forbruk})
Den sikreste måten å kvantifisere mengden forbruksvann er at alle abonnentene har installert vannmålere. Hvis det ikke er vannmålere installert kan vannforbruket anslås til f.eks. 150-160 liter pr. person pr. døgn. Er det abonnenter med vannforbruk som avviker kraftig fra normalen, for eksempel storforbrukere som næringsmiddelindustri, kjøpesentre eller ulike institusjoner, blir denne måten å beregne mengden forbruksvann på usikker. Ofte har imidlertid storforbrukere vannmålere installert selv om det ikke er innført i hele kommunen.

Pendlerproblematikk er et annet moment som gjør denne metoden usikker. I tillegg til det personlige avløpet fra husholdningene kommer spillvannsavløpet (annet avløp) fra ulike typer virksomheter. Dette kan beregnes på grunnlag av enhetsverdier. Enhetsverdier for en slik beregning er vist i tabell 3.2.1.

Type virksomhet	Hydraulisk belastning
Barneskoler, ungdomsskoler og videregående skoler1	40 l/elev pr. døgn
Arbeidsplasser	80 l/ansatt pr. døgn
Sykehus inkl. betjening	625 l/seng pr. døgn
Pleiehjem, sanatorium2	450 l/seng pr. døgn
Hoteller, høy standard2	
Hoteller, midlere standard, pensjonater2	500 l/overnattingsdøgn
275 l/overnattingsdøgn	
Hytter, høy standard (dusj, WC, oppvaskmaskin)	
Hytter, innlagt vann, uten WC	150 l/gjestedøgn
75 l/gjestedøgn	
Restauranter, kafeer	100 l/stol
Svømmehaller	100 l/besøkende
Forsamlingslokaler	6 l/sitteplass
1) Skoler og forsamlingslokaler med svømmehaller vil gi en hydraulisk tilleggsbelastning som må vurderes i hvert enkelt tilfelle.	
2) Ansatt som bor fast, regnes som 1 pe og kommer i tillegg til de oppgitte tabellverdier.	

Tabell 3.2.1: Omregningsfaktorer for hydraulisk belastning fra institusjoner, servicevirksomhet etc. (Norsk Vann rapport 168/2009).

Lekkasjevann (Q_{lekkasje})
Andelen lekkasjevann er differansen mellom produsert vann og forbruksvann som normalt enten måles eller estimeres. ($Q_{\text{lekkasje}} = Q_{\text{produsert}} - Q_{\text{forbruk}}$).

Lekkasjevann (drikkevann) som belaster avløpsnettlet via innlekking ($Q_{\text{lekkasje-innlekk}}$)
Det er en omfattende jobb å måle eller estimere den andelen av lekkasjevannet som lekker inn på avløpsnettlet. Vi snakker som regel om en rekke små lekkasjer. Det er mulig å kartlegge delsoner ved å utføre målinger av vannføring i tørrvær på avløpsnettlet, spesielt om natten der vannforbruket er lavt. I områder med høy grunnvannstand er det imidlertid vanskelig å skille mellom innlekking av grunnvann og lekkasjevann/drikkevann.

Lekkasjevann (drikkevann) til grunnvann ($Q_{\text{lekkasje-grunnvann}}$)
Hvis man klarer å estimere lekkasjevannet som belaster avløpsvannet via innlekking, kan en bruke denne formelen:
 $Q_{\text{lekkasje-grunnvann}} = Q_{\text{lekkasje}} - Q_{\text{lekkasje-innlekk}}$

Spillvann fra forbruk ($Q_{\text{spillvann}}$)
Vil normalt være i samme størrelsesorden som Forbruksvann (Q_{forbruk}), men de er ikke nødvendigvis helt like. Årsaker til avvik er for eksempel at abonnenter er tilknyttet det offentlige drikkevannsnettlet, men ikke avløpsnettlet, eller utstrakt bruk av drikkevann til vanning.

Fremmedvann tilført avløpsnettlet (innlekking) ($Q_{\text{fremmedvann}}$)
Ved å måle vannføring i punkter på avløpsnettlet, kan en estimere tilførslene av fremmedvann ved å sammenlikne med spillvann fra forbruk. Ved å gjennomføre kontinuerlige (hele døgnet) vannføringsmålinger i både tørrvær og ved nedbør, kan en lage forholdsvis gode estimerer for tilførsler av fremmedvann både i tørrvær (konstant innlekking) og ved nedbør (nedbøravhengig innlekking). En annen aktuell metode er fortynningsanalyser, med for eksempel fosfor som indikatorparameter.

Overvann tilført felles avløpsnettlet (Q_{overvann})
Samme som over (fremmedvann tilført avløpsnettlet). Enklest hvis man måler på soner med rent fellessystem. Fortrinnsvis oppstrøms eventuelle overløp, med mindre man har gode overløpsmålinger.

Lekkasjer og direkteutslipp fra avløpsnettlet (Q_{utlekk})
Tilsvarende som at fremmedvann lekker inn på spillvannsnettlet via utettheter, kan også spillvann lekke ut. Vi snakker som regel om er rekke små lekkasjer. Det er svært vanskelig å måle disse lekkasjene og man må belage seg på å bruke grove estimerer. Innlekking er normalt ansett som et større problem enn utlekking på avløpsnettlet.

Overløpsutslipp ($Q_{\text{overløp}}$)
Det er en rekke ulike utforminger av overløp, og svært mange egner seg ikke får å måle vannmengder, og ofte

kan det være utfordrende også å registrere driftstiden. Skal man kunne måle overløpsmengdene direkte må overløpets utforming legges til rette for dette. Overløpsmengdene kan eventuelt beregnes ved bruk av modeller.

3.3. Virkningsgrad

I følge utslippstillatelsen skal virkningsgraden til avløpsnettets dokumenteres. Dette betyr at anleggseier skal beregne hvor stor andel av den produserte forurensningsmengden som kommer fram til avløpsrenseanlegget.

Dette betyr at følgende må måles eller beregnes:

- Produsert forurensning
- Utslipp av forurensning via overløp
- Andre utslipp av forurensning

Produsert forurensning
Forurensningsproduksjonen i feltet til utslippspunktet beregnes ved følgende formel:
 $M_{\text{prod}} = f \times R_{\text{pe}}$
 M_{prod} = Forurensningsproduksjonen i nedbørsfeltet
 f = Spesifikk forurensningsproduksjon (midlere forurensningsproduksjon pr. personenheter)
 R_{pe} = Antall personenheter i nedbørsfeltet

Det pågår diskusjoner i bransjen knyttet til hvilke verdier man skal benytte for spesifikk forurensningsproduksjon pr. personenheter. I Norsk Vann rapport 99/1999 står følgende verdier for f:

Fosfor	1,6 gram P/pe/døgn
Nitrogen	12 gram N/pe/døgn
Organisk stoff BOF7	46 gram O/pe/døgn
Organisk stoff KOF	94 gram O/pe/døgn

Norsk Vann rapport 99/1999 vil bli revidert i løpet av 2017, og det er ikke utenkelig at man da vil komme med nye anbefalinger knyttet til hvilke verdier man skal benytte for spesifikk forurensningsproduksjon.

Normalt vil en kunne se bort fra andre kilder enn boliger, da usikkerheten i beregningene uansett er forholdsvis store. I områder med mye industri og næringsvirksomhet, eventuelt store institusjoner, bør man foreta egne beregninger for disse kildene.

Avløpsvann til rensing (Q_{rensing})
De fleste avløpsrenseanlegg har vannføringsmålere på enten innløpet til anlegget eller på utløpet fra anlegget, eller i beste fall på begge. I de tilfeller der det kun er vannføringsmåler på utløpsmengden kan innløpsmengden normalt estimeres med en grei nøyaktighet.

For prosessavløp fra næringsmiddelindustri eller forurensende industri varierer utslippene mye over tid, og det vil være nødvendig med et stort antall målinger/prøver for å beregne utslippet over året.

I områder med stor andel hytter tilknyttet vann- og avløpsnettets bør man utføre egne beregninger for disse. Anleggseier bør i tillegg vurdere om inn- og utpendlingen i området er av et slikt omfang at man bør ta hensyn til det i beregningene.

Utslipp av forurensning via overløp
Utslippstillatelsen setter som krav at driftstiden på overløpene skal måles eller beregnes, samt at forurensningen via overløpene skal dokumenteres.

Metoden med minst usikkerhet er vannføringsmålinger i overløpet og måling av forurensningskonsentrasjon. Dette krever altså en form for kontinuerlig måling av vannmengden som går i overløp, og automatiske vannprøvetakere som tar vannmengdeproporsjonale prøver av overløpsvannet.

Denne metoden er forholdsvis omfattende og kostbar og er først og fremst aktuell for hovedoverløpene.

En annen aktuell metode kan være bruk av hydrauliske modeller. For å oppnå tilfredsstillende nøyaktighet bør modellene kalibreres mot data fra vannføringsmålere og korttidsnedbørmålere. Modeller kan beregne driftstid og overløpsmengder, og til en viss grad også forurensningsmengder.

Det finnes også ulike diagrammetoder som kan benyttes for beregning av overløpsmengder. Disse er blant annet beskrevet i Norsk Vann (NORVAR) rapport 99/1999.

Andre utslipp av forurensning
Utslipp fra spillvannsledninger eller fellesledninger
oppstår ved lekkasjer på disse ledningene. Avløpsledninger uten pakninger er spesielt utsatt, eller det kan

forekomme ved sprekker og hull i ledninger eller kummer.

I hvilken grad disse lekkasjene forurenses resipientene er avhengig av:

- Avstand til resipient.
- Størrelsen på resipient.
- Permeabilitet i omfyllingsmassene rundt røret.
- Jordsmonnets permeabilitet.

I de fleste tilfeller er det snakk om små diffuse utslipp som det i praksis er tilnærmet umulig å måle. Ved større lekkasjer kan det være mulig å måle utslippsmengdene ved å måle vannføring oppstrøms og nedstrøms. Ellers vil overvåkning av resipientene kunne gi indikasjoner på denne type utslipp.

Utslipp av spillvann via overvannsledninger kan oppstå ved at spillvann lekker over i overvannsledningen grunnet lekkasjer, ved overløp i felleskummer eller ved feilkoblinger (for eksempel privat stikkledning koblet på kommunal overvannsledning.

Utslipp av overvann fra tettsteder og veier kan være forurenset fra biltrafikk eller industri. Vanligvis vil overvannet inneholde mer av for eksempel tungmetaller enn av næringsstoffer.

Det er fullt mulig å måle vannmengder og foreta prøvetaking i overvannsledningene eller i utslippspunktet. Ved stikkprøver kan en ved små vannmengder benytte posemetoden (samle opp vannet i en pose,

3.4. Overløp

Ved siden av utløp fra avløpsrenseanleggene er overløpene de eneste ”reglementerte” utløpsmulighetene for et avløpssystem. Overløp etableres for å unngå overbelastning av nedstrøms avløpsrenseanlegg og ledningsanlegg. Fare for overbelastning oppstår ved nedbør eller snøsmelting, samt ved ulike driftsforstyrrelser som for eksempel pumpehavari, kloakkstopp eller anleggsstopp på et avløpsrenseanlegg.

Overløp benyttes spesielt i forbindelse med fellessystemer, men brukes også i separatsystemer. Det er dessuten vanlig med overløp i forbindelse med avløpspumpestasjoner og i forkant av avløpsrenseanlegg for å unngå belastninger større enn det anlegget er dimensjonert for.

måle tiden og måle den oppsamlede vannmengden) og en prøveflaske. Ved stikkprøver må man tenke nøye i gjennom tidspunktet for måling og prøvetaking, avhengig av hva man er ute etter. Tidspunkt på døgnet, tørrvær eller nedbør osv.

Beregninger av utslipp fra overløp og andre kilder er beheftet med en god del usikkerhet og feilkilder. Måling eller beregning av overløpsmengder kan være komplisert, og hvilken nøyaktighet det er mulig å oppnå er helt avhengig av overløpets utforming. Prøvetaking er alltid beheftet med usikkerhet omkring hvor representative prøvene er.

I tillegg har man ”first-flush” problematikken. Ved nedbør vil man både i rør og for overflateavrenning få en effekt der opplagrede forurensninger blir skylt vekk og man får en forhøyet forurensningskonsentrasjon tidlig i nedbørshendelsen.

Usikkerhet i måleinstrumenter og eventuelle analyser kommer i tillegg til dette.

Formler, konsentrasjoner og omregningsfaktorer i dette kapitlet er i hovedsak hentet fra Norsk Vann (NORVAR) rapport 99/1999. Denne rapporten er under revidering og ny rapport vil foreligge i løpet av 2017. For mer utførende beskrivelser av problematikken knyttet til produksjon og utslipp av forurensning fra avløpsnettets henvises det til denne rapporten.

Den nye malen for utslippstillatelser stiller følgende krav knyttet til overløp:

- Dokumentere forurensningsutslipp fra overløp
- Gjennomføre planlagte tiltak for å redusere utslipp fra overløp

Mer spesifikt sier punkt 2.3.3 Krav til utslipp via driftsoverløp (regnvannsoverløp):

- Kommunen(e) skal ha oversikt over alle driftsoverløp på avløpsnettets. Driftstiden på overløpene skal registreres eller beregnes for et dimensjonerende år.
- Den samlede mengde utslipp via driftsoverløp skal være under X % over året innen 20XX. Ved fare for overskridelser skal utjevningstiltak settes i verk. Slike tiltak kan settes inn foran ledningsnett, i nettet, eventuelt i tilknytning til overløp.

- Utslipp via overløp skal ikke føre til forsøpling og nødvendige tiltak skal gjennomføres for å sikre dette.
- For driftsoverløp som vil avlaste til sårbare resipienter skal det vurderes å installere oppsamlingstiltak som hindrer overløp i en definert periode.

Det er utarbeidet en egen Norsk Vann rapport vedrørende overløp: 29/1993 Regnvannsoverløp. Rapporten legger hovedvekten på dimensjonering av ulike typer overløp.

3.4.1. Overløpets funksjon

Overløpets funksjon er at når den tilførte vannmengden overstiger kapasiteten nedstrøms blir en del av vannmengden ført til en avlastningsledning (overløpsledning) som normalt fører overløpsvannet til nærmeste resipient.

Avløpsvannet som går i overløp (overløpsvannet) er spillvann fortynnet med overvann og er derfor i varierende grad forurensset. Det er imidlertid mange fellesledninger som ikke er selvrensende. Dette medfører at partikler sedimenterer i ledningene i tørrvårsperioder, det bygger seg altså opp slamdeponier, som spyles ut som en støtbelastning i regnvårsperioder.

Det forurensede overløpsvannet tilføres i de fleste tilfeller en resipient og kan utgjøre en betydelig del av den totale forurensningsbelastningen i denne resipienten.

Vi skiller normalt mellom to typer overløp.

- **Driftsoverløp (regnvannsoverløp)**
Driftsoverløpet er først og fremst avløpssystemets sikkerhetsventil, som skal hindre overbelastning av avløpsanlegget ved kraftig nedbør eller snøsmelting. Et godt driftsoverløp skal i tillegg fjerne kloakksjøppel fra overløpsvannet, avlaste store vannmengder og minimere oppstrøms oppstuvning, samt legge til rette for registrering eller måling av overløpsmengde.
- **Nødoverløp**
Benyttes for å hindre overbelastning og oversvømmelser ved driftsforstyrrelser som for eksempel strømstans, pumpehavari, kloakkstopp eller anleggsstopp på et avløpsrenseanlegg. Kan også tre i funksjon ved ekstreme nedbørsmengder. Er ikke en del av den normale driften, men er en sikkerhetsventil ved spesielle forhold.

Det totale antallet overløp i Norge er noe usikkert, men det antydes at antallet kan ligge et sted rundt 4000

driftsoverløp, og rundt 4200 pumpestasjoner utstyrt med nødoverløp.

I mange tilfeller kan det være uklart om et overløp er et driftsoverløp eller et nødoverløp. Det er ikke uvanlig at nødoverløp også trer i drift ved kraftig regn. Årsaken kan for eksempel være økende grad av fremmedvann grunnet forfall på ledningsnett, kombinert med økt belastning på grunn av utbygging og fortetting. I slike tilfeller vil et nødoverløp også fungere som et driftsoverløp.

I en vannbalanse-sammenheng er det ingen grunn til å skille mellom driftsoverløp og nødoverløp. Man skal ha kontroll på alle overløp.

3.4.2. Beste tilgjengelige teknologi

Avløpsforskriften forutsetter at regnvannsoverløp dimensjoneres, bygges, drives og vedlikeholdes med utgangspunkt i best tilgjengelig teknologi og fagkunnskap. En forholdsvis liten andel av dagens overløp tilfredsstiller disse kravene. Få overløp har for eksempel partikkelavskillende effekt, og flertallet har ikke akseptabel hydraulisk kontroll.

- For å tilfredsstille kravet til best tilgjengelig teknologi bør overløpet ha:
- Partikkelfjerning/reduksjon av forurensning
 - Hydraulisk kontroll
 - Overvåkning (vannmengder og stofftransport)

Når det gjelder partikkelfjerning og reduksjon av forurensning finnes det flere aktuelle løsninger, og leverandører tilbyr også prefabrikkerte løsninger for ulike typer overløp.

I et virveloverløp vil virvelen som oppstår sørge for at partikler føres videre i avløpssystemet og flytepartikler holdes tilbake. Dette gir god partikkelavskilling og renere overløpsvann. Her kan en montere en nivåsensor for registrering av overløpsutslipp.

Tverroverløp og sideoverløp kan leveres med skumskjerm og vil holde tilbake tyngre partikler og flytestoffer. Overløpene kan eventuelt leveres med nivåmåler og kalibrert terskel for registrering av overløpsutslipp.

For optimal partikkelfjerning forutsettes rolige strømningsforhold i overløpskammeret slik at sedimentering av tyngre partikler oppnås. Dette krever rolig strømningsforhold oppstrøms overløpet noe som setter krav til rettstrekk.

Hydraulisk kontroll innebærer å ha kontroll på den videreførte vannmengden. Overløpets funksjon er å avlaste avløpsanleggene nedstrøms overløpet og det er derfor viktig å ha kontroll på den videreførte mengden. Mange av dagens overløp er utformet slik at det er liten grad av hydraulisk kontroll.

Det finnes også komponenter for oppgradering og utrustning av eksisterende overløp. Overløp kan oppgraderes til påkrevd standard med hensyn til partikkelavskilling, hydraulisk kontroll, samt legge til rette for registrering av overløpsmengde.

Et overløp er å betrakte som et driftspunkt som krever tilsyn og vedlikehold for å sikre optimal funksjonalitet. Det finnes automatiserte metoder for rengjøring av overløp, for eksempel ved automatisk spyling.

Noen norske kommuner har etablert fordrøyningsmagasiner i forbindelse med overløp for å redusere overløpsmengdene. Dette kan være et alternativ til separering, eller som en mer kostnadseffektiv løsning enn å redusere fremmedvannmengdene.

Det finnes også ulike metoder for å rense overløpsvannet før det slippes ut i resipient. Teknologien eksisterer, men det vil ofte være kostbare løsninger og by på praktiske problemer. Rensing av overløpsvann vil pr. dags dato nok være å dra kravet om bruk av beste tilgjengelig teknologi noe langt.

Metoder for å måle overløpsdrift og ulike typer måleutstyr er beskrevet i kapittel 5.

3.4.3. Risikoklassifisering overløp

Etter implementeringen av EUs Vanndirektiv (Vannforskriften) i norsk lovverk ble det utarbeidet nye kriterier for å klassifisere miljøtilstand i elver og innsjøer. Hovedvekten i klassifiseringssystemet er lagt på biologiske

(økologiske) parametere. Vannkjemiske parametere, samt siktedyp, tjener som støtte for vurdering basert på biologiske kriterier.

Gjennomføring av tiltak etter forvaltningsplanene i vanndirektivet har som overordnet mål å oppnå en vannkvalitet/økologisk tilstand med "akseptable avvik fra naturtilstanden", med andre ord nær den vannkvaliteten som ville vært på stedet uten menneskelig påvirkning. Hovedformålet er å oppnå god økologisk og kjemisk tilstand i alle vannforekomster innen 2021, og at dagens tilstand ikke skal forringes. Dette vil kreve oppgradering av overløpene for mange anleggseiere.

Norsk Vann rapport 197/2013 *Avløpsanlegg, vurdering av risiko for ytre miljø*, beskriver en arbeidsprosess for å vurdere og håndtere risiko for utslipp til ytre miljø fra avløpsanlegg. Denne arbeidsprosessen kan benyttes ved risikoklassifisering av overløp.

Miljørisikoanalysen bør baseres på bruk av risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) som metode. Sannsynlighets- og konsekvensklasser defineres ut fra sårbarheten til resipienten. Det utarbeides en risikomatrix for å identifisere høy, middels og lav risiko for ulike hendelser basert på risikoakseptkriteriene.

Risiko kan være vanskelig å definere og derfor benyttes sannsynlighets- og konsekvensklasser for å beregne et risikoprodukt.

Sannsynlighet x Konsekvens = Risiko

Jo flere inndelinger/graderinger i sannsynlighets- og konsekvensklasser, jo større blir matrisen og mer presis og finmasket blir risikovurderingen. Ulempene med en finmasket risikovurdering er at den kan ta uforholdsmessig mye tid og fremstå som mer presis enn hva den egentlig er, fordi graderingen er basert på et tynt kunnskapsgrunnlag.

Når det gjelder sannsynlighetsklasser vil det for overløp være naturlig å dele inn i klasser basert på målt eller beregnet driftstid.

- Når det gjelder konsekvensklasser kan følgende parametere være aktuelle:
- Utforming/type overløp
 - Størrelse nedslagsfelt/antall pe
 - Resipient som mottaker
 - Nærhet til spesielle områder som offentlige badeplasser og rekreasjonsområder
 - Risiko ved fremtidige klimaendringer
 - Risiko ved befolkningsvekst



Figur 3.4.3.1: Tilstandsklassifisering og miljømål.

3.4.4. Strategi knyttet til overløp

Anleggseiere skal ha oversikt over alle overløp og overløpsmuligheter (som for eksempel felleskummer). Basert på denne oversikten bør anleggseiere utarbeide en langsiktig plan for plassering, funksjon og instrumentering av overløp, inkludert hvilke overløp som skal nedlegges. Denne planen bør koordineres med planer knyttet til fornyelse av avløpsnett, og da spesielt med tanke på separering og reduksjon av fremmedvann, men også med utbyggingsplaner og prognoser for befolkningsvekst og klimaendringer. I en slik plan bør det komme klart frem plassering av fremtidige hovedoverløp, driftsoverløp og nødoverløp, samt hvilke overløp og felleskummer som på sikt skal legges ned.

Generelt bør det jobbes mot å nedlegge overløp som ikke oppfyller dagens krav og heller etablere færre overløp som i større grad tilfredsstiller kravene til bruk av beste tilgjengelig teknologi.

Mange av overløpene er etablert i forbindelse med fellessystem. Alle anleggseiere bør arbeide aktivt med å separere gjenværende fellessystem, og i den forbindelse bør vi kunne forvente at mange av dagens driftsoverløp legges ned i årene fremover. Økt fornyelsestakt vil også redusere mengden fremmedvann på spillvannsnettet, noe som også vil virke positivt inn.

Hovedoverløp

For hovedoverløpene bør en legge seg på et nivå som oppfyller kravet om bruk av best tilgjengelig teknologi. Hvilket betyr:

- Partikkelfjerning/reduksjon av forurensning
- Hydraulisk kontroll
- Overvåkning (vannmengder og stofftransport)

Andre driftsoverløp

Andre driftsoverløp bør også ha en form for partikkelfjerning og god hydraulisk kontroll. For disse overløpene bør minimum driftstid registreres, og vannmengder og stofftransport måles eller beregnes.

Nødoverløp

Nødoverløp er stort sett plassert i forbindelse med pumpestasjoner. Minimum for disse overløpene er at driftstid registreres.

Overløp som skal legges ned

Mange av disse overløpene er utformet slik at hydraulisk kontroll og registrering/måling av overløpsdrift er komplisert. For disse overløpene bør fokus ligge på å gjennomføre tiltak i avløpssonen slik at overløpet kan legges ned innen rimelig tid. Om mulig bør registrering av driftstid gjennomføres for å ha et godt beslutningsgrunnlag for nedleggelse og for å se effekten av tiltakene.

Felleskummer

Felleskummer der spillvann og overvann begge renner åpent gjennom kummen bør saneres. Den enkleste måten vil være å tette igjen/legge lokk på en av ledningene.

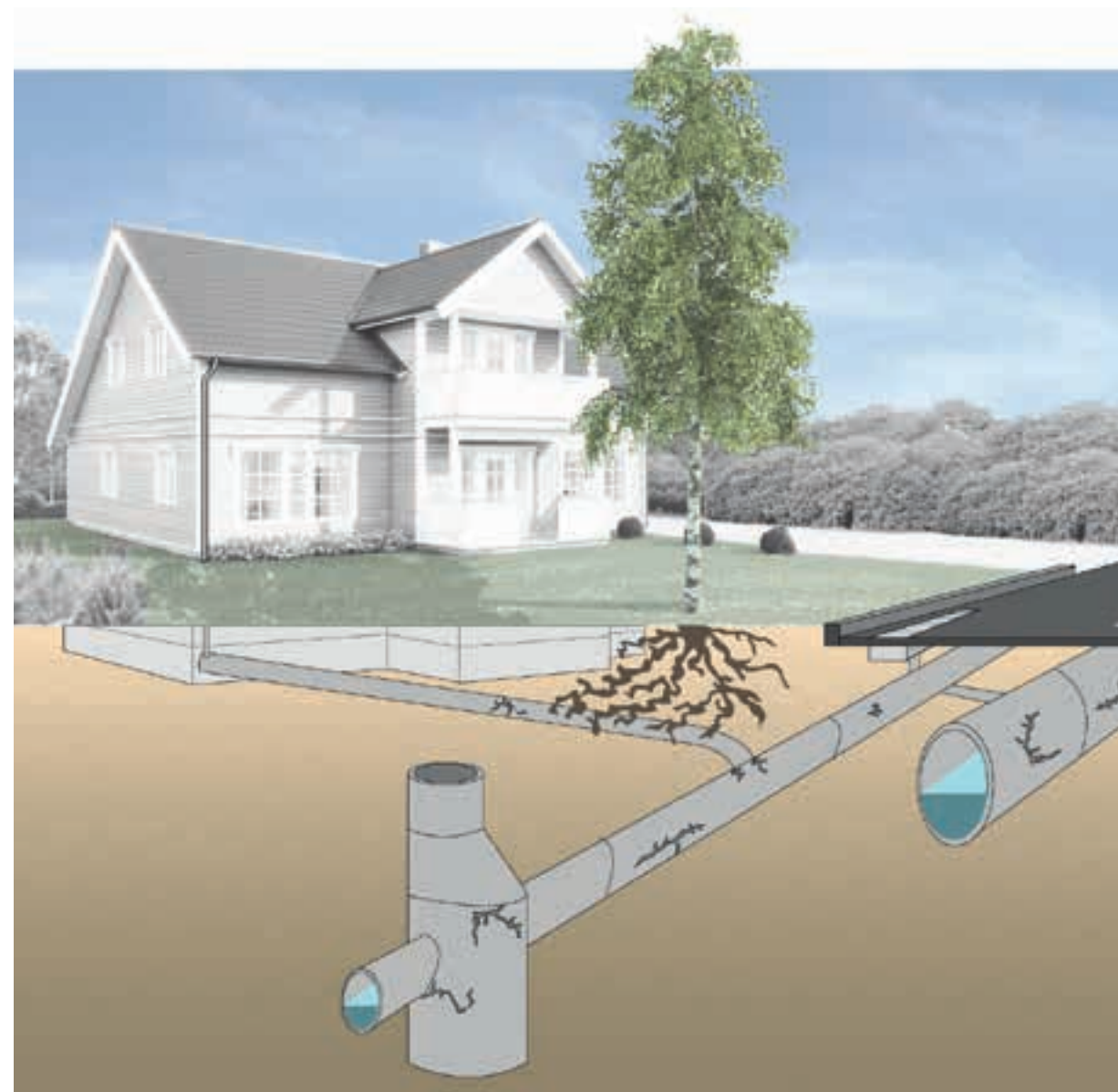
3.5. Innlekking og utlekking

Ny mal for utslippstillatelser stiller krav om at anleggseier skal "ha oversikt over inn- og utlekking av fremmedvann til og fra avløpsnettet".

Det er en rekke ulike årsaker til at vann kan lekke inn på eller ut av avløpsnettet, eller på andre måter tilføres avløpsnettet:

- Utette kommunale ledninger medfører fare for inn- og utlekking.
- Utette kommunale kummer medfører fare for inn- og utlekking.
- Spetthull i kumlokkene medfører fare for innlekking av overflatevann.
- Utette private stikkledninger medfører fare for inn- og utlekking.
- Tilbakeslag i overløp kan gi innlekking.

- Felleskummer, det vil si SP og OV i åpne renner gjennom samme kum, medfører fare for "overløp" i begge retninger.
- Feilkoblinger medfører fare for overvann på spillvannsnettet og spillvann på overvannsnettet.
- Midlertidig "feilkobling" knyttet til separering.
- Midlertidig "overløp" knyttet til separering.
- Uregistrerte eller midlertidige overløp. Gjerne etablert for å løse et akutt problem, for eksempel i forbindelse med separering.
- Bekkelukkinger som er ført inn på avløpsnettet.
- Takvann tilført avløpsnettet.
- Drensvann tilført avløpsnettet.



Figur 3.5.1: Inn- og utlekking forårsaket av utette ledninger (COWI).

Når vi kjenner tilstanden på mange norske avløpsanlegg er det urealistisk å ha full oversikt over alle disse lekkasjene. Det vil kreve en uforholdsmessig stor innsats.

Fokus bør være å ha tilstrekkelig kunnskap til å:

- Identifisere hovedutfordringene.
- Legge en målrettet strategi for å løse hovedutfordringene.
- Identifisere effektive tiltak.

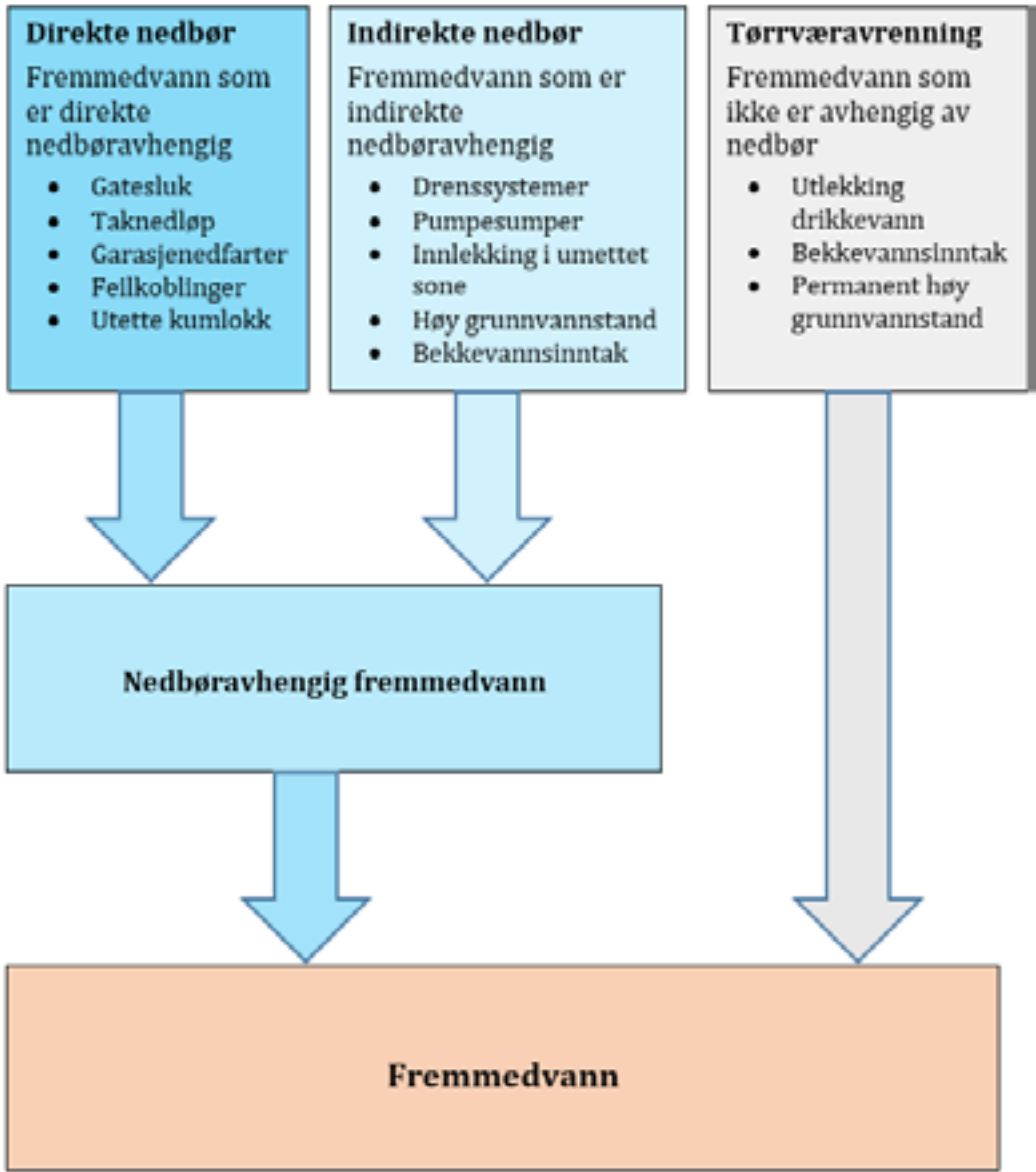
Fremmedvann og innlekking er generelt et større problem enn utlekking, men utlekking kan gi lokale utslipp som forurensner nærliggende resipienter. Små utlekk er nærmest umulig å måle og registrere direkte, og man må ofte basere seg på vannkvalitetsdata fra resipientene.

3.6. Fremmedvann

For svært mange avløpsanlegg er en av hovedutfordringene fremmedvann tilført spillvannsnett og avløpsrenseanleggene. I denne sammenhengen definerer vi fremmedvann som alt vann på spillvannsnett som ikke er forbruksvann fra boliger og næring.

Det anslås at ca. 60 % av avløpsvannet som belaster avløpsrenseanleggene på landsbasis, er fremmedvann fra nedbør, grunnvann og drikkevann som har kommet inn i avløpsledningene.

Fremmedvann medfører kapasitetsproblemer, øker faren for skader og gir økte drifts- og investeringskostnader. Det er behov for en økt satsing for å løse disse utfordringene og for ikke å skyve regningen over på kommende generasjoner.



Figur 3.6.2: Komponenter i fremmedvann (COWI).

3.7. Overvann

Klimaendringer gir hyppigere og mer kraftig nedbør. Dette kombinert med økt boligbygging og økt andel tette flater i byer og tettsteder gjør det utfordrende å håndtere belastningen i dagens overvannssystemer.

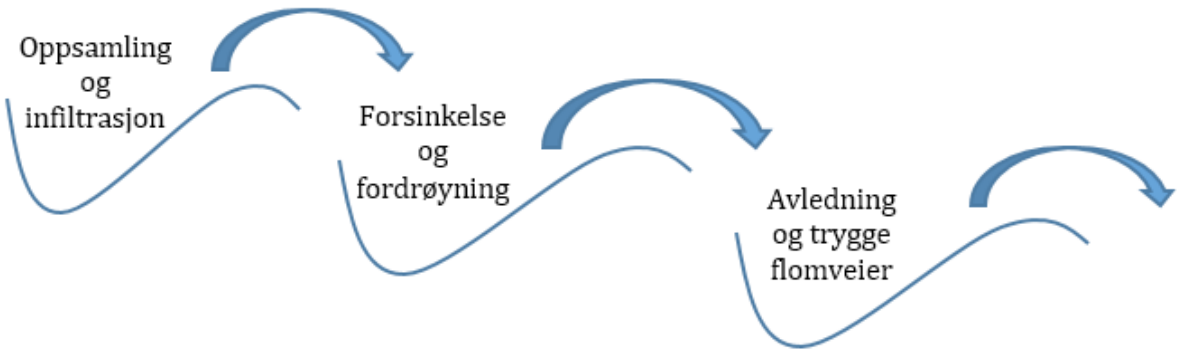
Utfordringene knyttet til håndtering av overvann er annerledes enn for spillvann. Spillvannsnett er ofte store sammenhengende nett som ledes til ett punkt, avløpsrenseanlegget.

Anlegg for overvannshåndtering er ofte en kombinasjon av anlegg for infiltrasjon, fordrøyning, åpne løsninger, bekker og elver og tradisjonelle overvannsrør. Anlegg for

overvannshåndtering er ofte mindre anlegg med lokale utløp i nærmeste resipient.

Overvannshåndtering er et fag som har utviklet seg mye de siste årene, med fokus på lokal håndtering, blågrønne løsninger og forurenset overvann. Tidligere ble bekker og overflateavrenning lagt i rør, mens i dag er fokus på lokale blågrønne overvannsløsninger.

Treledsstrategien er en modell for å sette ulike typer overvannstiltak sammen i et system som er elastisk i forhold til nedbørsvolum. Modellen ble presentert i Norsk Vann Rapport 162/2008 *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*. Modellen er visualisert i figur 3.7.1.



Figur 3.7.1: Treledsstrategien for håndtering av overvann (omarbeidet COWI).

Generelt kan de samme metodene og utstyret som benyttes for å dokumentere vannmengder på spillvannsnett i det alt vesentligste også benyttes på overvannsnett. Da håndteringen av spillvann og overvann er så forskjellig må man imidlertid tenke annerledes. Man må i større grad tenke lokalt og utarbeidelse av en vannbalanse for en hel kommune har lite for seg når det er snakk om overvannshåndtering.

To viktige punkter som anleggseiere vil bli nødt til å håndtere i tiden fremover er trygge flomveier og forurensning fra overvann. Kapasiteten til overvannsanleggene og flomveiene må kartlegges og tiltak må iverksettes for å sikre seg mot skader.

Overvann fra veier, parkeringsplasser og andre tette flater kan inneholde forurensning, som for eksempel tungmetaller, organiske miljøgifter, salt og partikler. Dette fører igjen til forurensning av vassdrag og

grunnvann. Overvannet bør derfor i visse tilfeller renses før det slippes ut i nærliggende elver og innsjøer.

En rekke ulike løsninger for rensing av overvann er utviklet og flere vil bli utviklet i tiden fremover. Det foregår omfattende forskning og teknologiutvikling på området både i Norge og i utlandet.

4. Verktøykasse for å jobbe med problematikk knyttet til hydraulisk kontroll og dokumentasjon av utslipp

Å identifisere hovedutfordringer, problemområder og årsaker til innlekking og utlekking er å sammenlikne med detektivarbeid. Noen eksempler som illustrerer dette:

Eksempel 1: Nedbør på frossen mark
I forbindelse med utarbeidelse av en modell for spillvannsnett ble det gjennomført en målekampanje for å fremskaffe data til å kalibrere modellen. Tidlig i desember oppsto et moderat nedbørstilfelle som ga svært høye vannføringer på spillvannsnett. Ved nærmere analyse av hendelsen viste det seg at det hadde vært svært kaldt og noe snøfall i perioden før nedbørshendelsen. Kombinasjonen av noe snøsmelting og nedbør på frossen mark ga svært kraftig og rask avrenning, og var årsaken til den høye vannføringen på spillvannsnett. Det var fremdeles et mysterium hvordan dette vannet endte opp på spillvannsnett. Ved nærmere analyse viste det seg at det var et stort antall felleskummer i kommunen og at overvann rant over på spillvannsnett via disse felleskummene.

Eksempel 2: Innlekk via sandfang uten pakning
Etter rehabilitering av avløpsledning nær sjø, ble det fremdeles registrert innlekking av mye sjøvann på avløpsnett. Kilden viste seg å være sandfang som ved en feiltakelse hadde blitt montert uten pakninger.

Eksempel 3: Sedimentering på hovedledning
Det ble registrert uforklarlig høy oppstuvning og overløpsdrift på avløpsnett. Modellberegninger tilsa at avløpssystemet skulle ha mer enn tilstrekkelig kapasitet. Årsaken viste seg å være at hovedledningen fram til avløpsrenseanlegget var mer enn halvfull av sedimenter,

slik at kapasiteten var svært redusert og dette skapte problemer langt oppover i avløpsnett.

Eksempel 4: Ufullstendig separering
I et område der det kommunale avløpsnett ble separert på 90-tallet ble det registrert at pumpene i den lokale pumpestasjonen gikk for fullt ved nedbør. Ved befaring under en nedbørshendelse ble det registrert høy vannføring i spillvannsledningen og svært liten vannføring i overvannsledningen. Det viste seg at årsaken var at stikkledningene ikke var separert, slik at både forbruksvann og overvann fra eiendommene ble tilført den kommunale spillvannsledningen.

Eksempel 5: Støtvis utslipp fra vannbehandlingsanlegg
Under en målekampanje ble det registrert støtvis forhøyede vannføringer på spillvannsnett. Disse støtbelastningene var så store at de i kombinasjon med kraftig nedbør ville kunne gi kapasitetsproblemer på spillvannsnett. Anleggseier hadde i første omgang ingen forklaring på dette, men ved nærmere undersøkelser viste det seg at årsaken var utslipp av spylevann fra det kommunale vannbehandlingsanlegget.

Disse eksemplene er ment å vise at årsakene til problemer på avløpsnett kan være mange og svært varierte. Det er derfor ikke mulig å gi en oppskrift på hvordan anleggseiere skal gå fram i arbeidet med å øke kunnskapen om avløpsnett og identifisere årsaker og tiltak. Det denne veiledningen vil gjøre på de neste sidene er å peke på noen verktøy som anleggseiere kan benytte seg av, men arbeidet må alltid tilpasses lokale forhold og forutsetninger.

ledningsmateriale, anleggsår, grunnforhold, topografi osv. En slik analyse vil være nyttig for anleggseiere som ønsker å redusere andelen fremmedvann og gi nyttige innspill i det videre arbeidet, for eksempel hvis en ønsker å gjennomføre en målekampanje.

Norsk Vann rapport 197/2013 Avløpsanlegg, vurdering av risiko for ytre miljø, beskriver en arbeidsprosess for å vurdere og håndtere risiko for utslipp til ytre miljø fra

avløpsanlegg. Denne arbeidsprosessen kan benyttes for å vurdere og håndtere risiko for utslipp fra transportsystem og renseanlegg til vann, luft og grunn.

Norsk Vann rapport 220/2016 Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering, beskriver anbefalt arbeidsprosess for klassifisering av kritiske vann- og avløpsledninger.

4.2. Befaringer/undersøkelser i felt

Nytten av å løfte opp et kumlokk eller andre undersøkelser i felt skal ikke undervurderes. Driftspersonell er daglig ute i felt og det er viktig å ha et system for å registrere og organisere ulike typer observasjoner. Med et bevisst forhold til hva man leter etter, og når man skal lete, kan befaringer i felt gi mye nyttig informasjon.

Med tanke på detektering av fremmedvann kan befaringer i perioder med minimumsvannføring gi nyttig informasjon med tanke på konstant innlekking. Perioder med minimumsvannføring vil normalt være mellom kl. 01:00 og 05:00 etter minimum en uke med tørrvær. Tilsvarende vil befaring ved kraftig nedbør kunne gi mye informasjon om andel nedbøravhengig fremmedvann.

Har man med seg en tommestokk kan en gjøre et grovt anslag av vannføringen, enten ved å anslå vannhastigheten, eller ved å bruke Mannings formel og anslå rørets ruhetsfaktor.

Vannføring kan beregnes ved følgende formel:
 $Q = V_{avg} \times A_{wet}$

eller ved Mannings formel:

$$Q = A_{wet} \times M \times R_h^{2/3} \times \sqrt{I}$$

der:
 Q = Vannføring
 V_{avg} = Gjennomsnittshastigheten
 A_{wet} = Det våte arealet
 M = Mannings tall
 R_h = Hydraulisk radius
 I = Fall

4.1. Risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS)

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
 - brudd
 - lekkasjer
 - forurensning
 - kapasitet

Eksempelvis kan en utføre en analyse som viser hvilke ledninger som er mest utsatt for innlekking av fremmedvann og utlekking. En slik analyse kan basere seg på

4.3. Permanent instrumentering/bruk av eksisterende måledata

En fornuftig instrumentering av avløpsnettet er viktig for å ha tilgang på måledata for rapportering og analyser.

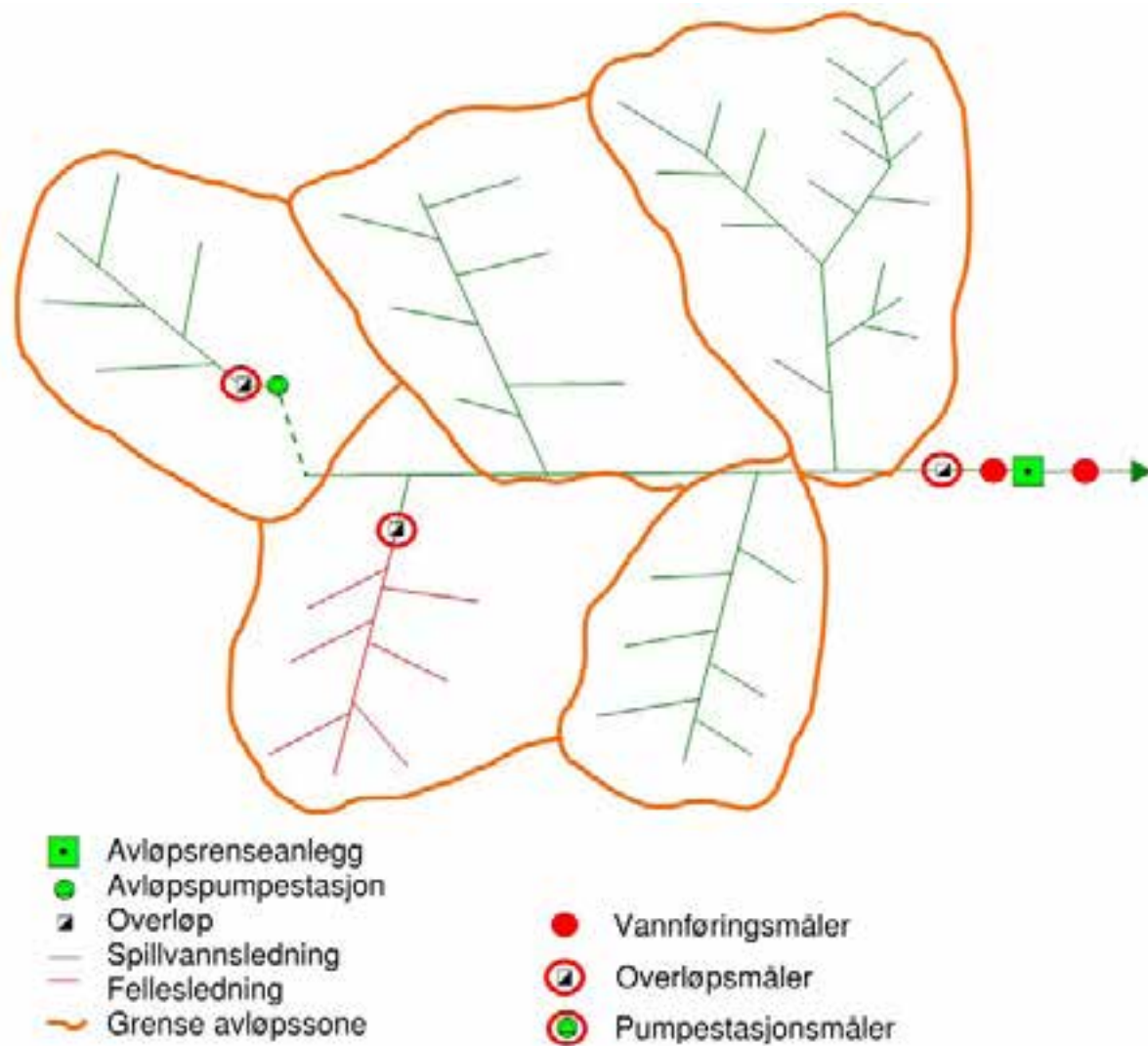
4.3.1. Minimum instrumenteringsnivå

Følgende bør være minimumsnivå for norske kommuner og anleggseiere:

- Måling av avløpsmengde ut fra rensedistriktet (enten ut fra renseanlegg eller ut av kommunen).

- Måling av driftstid på alle overløp, med beregning av avløpsmengder og stofftransport. Måling kan erstattes med beregning, for eksempel ved bruk av modell, men modellen bør uansett kalibreres med måledata fra overløpene.

Med dette instrumenteringsnivået vil det imidlertid være vanskelig å tilfredsstille alle krav i utslippstillatelsen som går på hydraulisk kontroll og dokumentasjonskrav.



Figur 4.3.1.1: Minimum instrumenteringsnivå

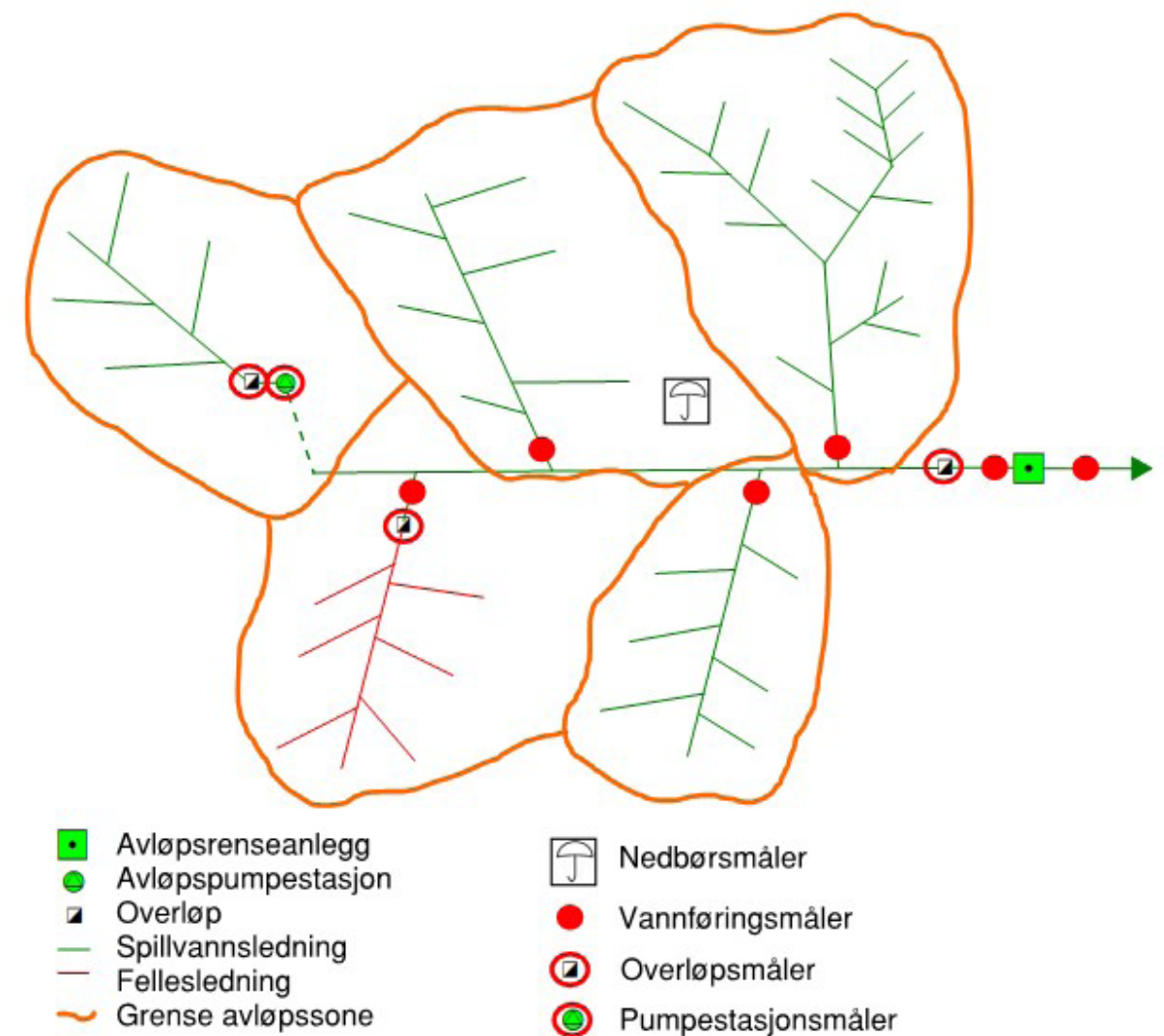
4.3.2. Anbefalt instrumenteringsnivå

Følgende er anbefalt nivå for norske kommuner og anleggseiere:

- Måling av avløpsmengde ut fra rensedistriktet (enten ut fra renseanlegg eller ut av kommunen).
- Måling av avløpsmengde inn til renseanlegget.
- Måling av driftstid på alle overløp, med beregning av avløpsmengder og stofftransport.
- Måling av avløpsmengder på hovedoverløp.
- Måling av avløpsmengder i hovedstrømmer/avløpssoner.

- Måling eller beregning av avløpsmengder i større pumpestasjoner (mener med det pumpestasjoner som representerer en avløpssone).
- Nedbørmåler(e) (antall avhengig av kommunens størrelse).

Dette er anbefalt permanent instrumenteringsnivå for å tilfredsstille krav i utslippstillatelsen og for å ha et godt grunnlag for arbeid med problematikk knyttet hydraulisk kontroll og tiltaksplanlegging.



Figur 4.3.2.1: Anbefalt instrumenteringsnivå.

4.4. Kampanjemålinger

Kampanjemålinger er målinger som blir utført i en tidsavgrenset periode, som oftest med mobilt måleutstyr/instrumentering som kan flyttes rundt. Målekampanjer benyttes når man har behov for mer data enn hva den permanente instrumentering kan gi.

En utfordring ved gjennomføring av målekampanjer er ofte å finne gode målepunkter. Ved gjennomføring av tidsbegrensede målinger er det mindre rom for å tilpasse målepunktet slik at det blir gode måleforhold. Dette innebærer at en ofte må gå litt på akkord med kravene til målepunktets utforming og målenøyaktighet, rett og slett for å finne et målepunkt. Ofte vil valget stå mellom halvgode måledata, eller ingen måledata.

Uansett er det svært viktig å prioritere befaringsarbeidet med å finne gode og egnede målepunkter.

4.4.1. Kalibrering avløpsmodeller

Ved bruk av avløpsmodeller er det ofte nødvendig med omfattende kalibreringsmålinger for å få en avløpsmodell som beskriver virkeligheten, og som kan benyttes til dimensjonering, analyser og tiltaksplanlegging med tilstrekkelig grad av sikkerhet. Mer om modeller og kalibrering av modeller i kapittel 4.5.

4.4.2. Detektering av fremmedvann

Som tidligere nevnt er fremmedvann et problem som svært mange kommuner og anleggseiere sliter med.

Mange anleggseiere har de siste årene blitt pålagt å kartlegge og redusere andelen fremmedvann. Detektering av fremmedvann vil derfor bli svært viktig framover.

Det er to nivåer for detektering av fremmedvann:

1. Detektere fremmedvann, finne problemområder
2. Måle fremmedvannmengder, rangere områder, finne de mest kostnadseffektive tiltakene, f.eks. i forbindelse med utarbeidelse av en tiltaksplan for reduksjon av fremmedvann.

For nivå 1 kan det være tilstrekkelig med enkle metoder. Eksempler på slike metoder er:

- Visuell kontroll/øyeblikksmålinger om natten i en tørrværsperiode for å avdekke konstant innlekking, eller ved nedbør for å avdekke nedbøravhengig innlekking.
- Hvis man har rørinspisert ledningen kan dette gi signaler om fremmedvann.
- Enkelt måleutstyr, for eksempel nivåvakter.

For nivå 2, der en ønsker å identifisere de mest kostnadseffektive tiltakene, er det behov for å kunne sammenlikne ulike områder og tiltak, og da er det behov for å estimere fremmedvannmengder. Da trenger man pålitelige vannføringsdata.

Vannføringsdata kan vi få fra permanente vannføringsmålestasjoner, pumpestasjoner der det er lagt til rette for å beregne avløpsmengder/vannføring eller fra mobile vannføringsmålere som utplasseres i forbindelse med en målekampanje.

Både den nedbøravhengige avrenningen og tørrværavrenningen (konstant innlekking) kan være betydelige bidragsyttere til den totale avløpsmengden som blir tilført avløpsrenseanleggene. For å kunne sette inn effektive tiltak med tanke på å redusere fremmedvannmengdene ønsker man å identifisere punkter, ledninger, kummer eller områder med mye fremmedvann.

Figur 4.4.2.1 viser hva vi leter etter. Det røde arealet representerer den konstante innlekkingen, mens det grå arealet representerer den nedbøravhengige innlekkingen. Hva som bidrar mest til den totale mengden fremmedvann, konstant innlekking eller nedbøravhengig innlekking, kan variere fra område til område.

En fremgangsmåte kan være å systematisk måle seg gjennom hele avløpsnett for å identifisere områder, ledningsstrek, kummer eller andre punkter med mye fremmedvann:

- Dele inn i avløpssoner, måle i tørrvær og ved nedbør.
- Friskmelde, eller videre undersøkelser.
- Dele opp i nye delsoner og utføre nye målinger.
- Supplerer eventuelt med rørinspeksjon, visuell kontroll/feltarbeid, eller andre metoder.

For å detektere og måle konstant innlekking trenger man en periode med tørrvær (helst 5 dager eller mer). For å detektere og måle den nedbøravhengige innlekkingen trenger man nedbør (helst litt kraftig nedbør). Fremdriften i målekampanjen er derfor svært avhengig av værforholdene.

Ved å inndele avløpssonen i delsoner (målesoner), måle nattvannføringen, dele delsonene inn i nye delsoner, utføre nye målinger av nattvannføringen, identifiserer man feil eller områder med høy tørrværavrenning/konstant innlekking. Tilsvarende metodikk brukes for å identifisere nedbøravhengig fremmedvann. Her er man avhengig av å måle under nedbørstilfeller.

Differansen mellom målt minimumsvannføring og beregnet minimumsvannføring er lik den konstante innlekkingen. Beregnet minimumsvannføring beregnes basert på målt eller beregnet vannforbruk.

$$Q_{\text{fremmedvann, konstant innlekking}} = Q_{\text{min, målt}} - Q_{\text{min, beregnet}}$$

Differansen mellom målt maksimumsvannføring og målt normalvannføring er lik fremmedvannandel ved nedbør.

$$Q_{\text{fremmedvann, nedbør}} = Q_{\text{max målt}} - Q_{\text{normal målt}}$$

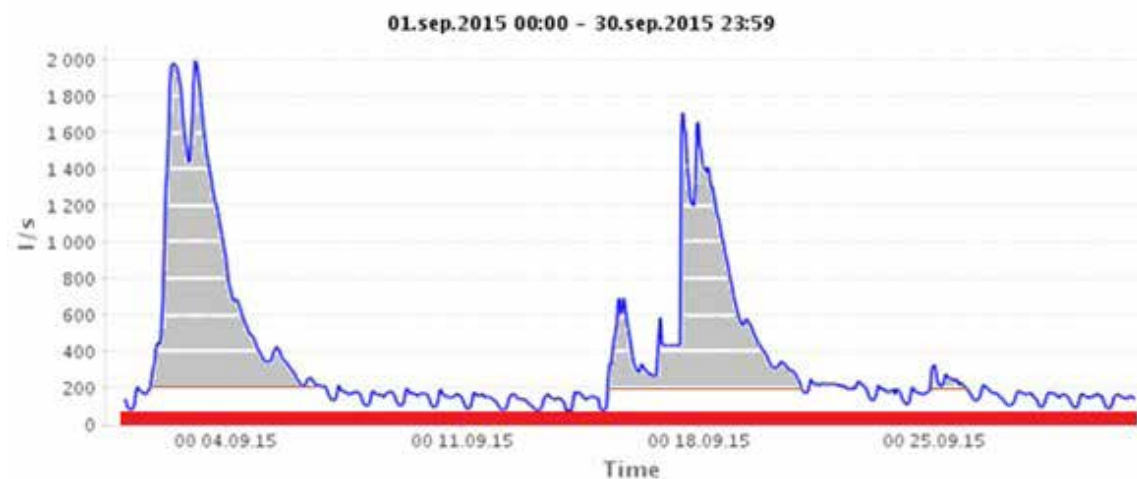
For hver målesone beregner man antall meter ledning, og man kan da beregne innlekking pr. meter ledning i henholdsvis tørrvær (konstant innlekking) og ved nedbør (nedbøravhengig innlekking). På denne måten kan man sammenlikne delsoner og ledningsstrek og vurdere videre undersøkelser eller tiltak.

Vannføringsmålingene suppleres med andre typer feltundersøkelser som fysisk befaring (åpne kumlukk), rørinspeksjoner, prøvetaking, bruk av fargestoff osv. En interessant ny metode som kan brukes for å detektere punkter med fremmedvann på ledningsnett er å benytte fiberoptiske kabler, temperaturforskjeller til å detektere punkter med fremmedvann. En temperaturfølsom fiberoptisk kabel reflekterer endringer i temperaturen, og forskjeller i temperaturen indikerer innlekking. Foreløpig er den nye teknologien for overvåking en kostbar investering, men slikt pleier å endre seg på sikt.

Metoden kan benyttes når man skal inn i spesifikke og avgrensede områder. Det handler om å ta for seg de store feilene der man ikke finner kilden til problemet med vanlig rørinspeksjon eller andre metoder.

4.4.3. Andre typer kampanjemålinger

Andre typer kampanjemålinger kan for eksempel være kapasitetsmålinger i områder med kapasitetsproblemer, dokumentasjonsmålinger i forbindelse med utbygging og fornyelse, bruk av fargestoff eller prøvetaking for å detektere innlekking/utlekking osv.



Figur 4.4.2.1: Fremmedvann.

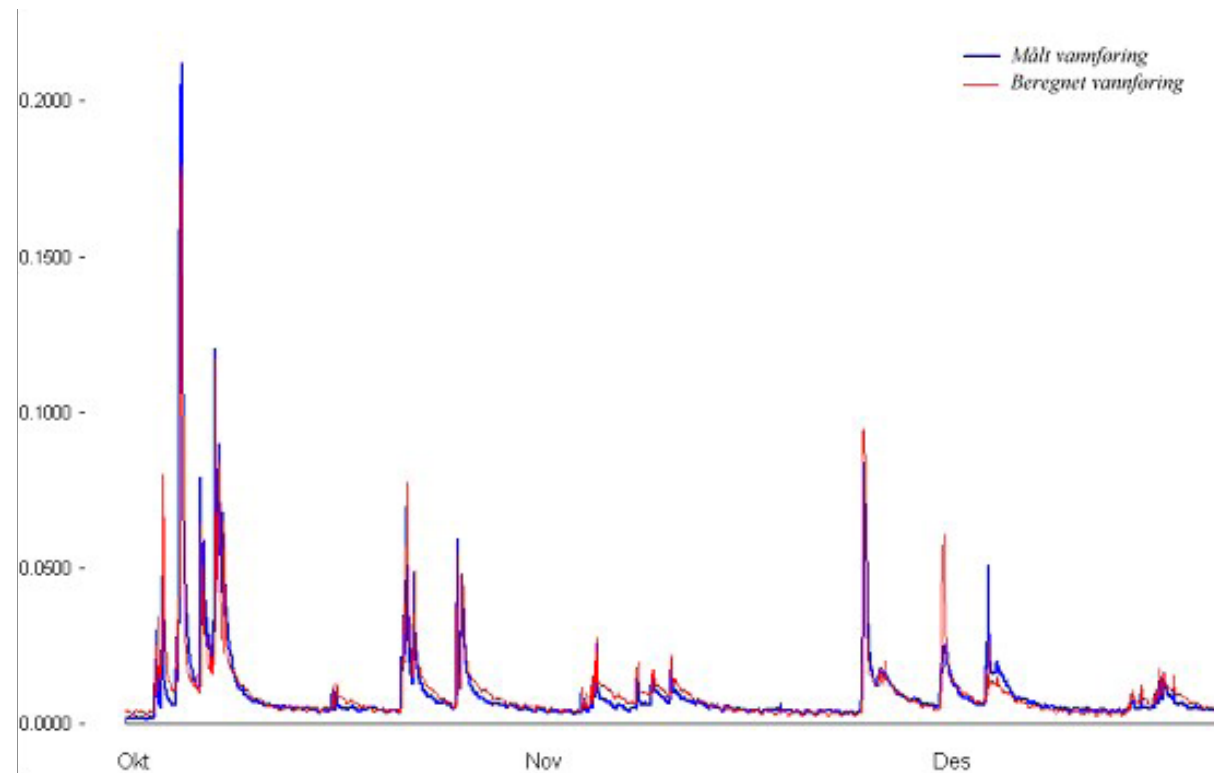
4.5. Modeller

Bruk av avløpsmodeller er blitt mer vanlig. Avløpsmodeller har en rekke bruksområder som:

- Dimensjonering
- Kapasitetsberegninger
- Flomberegninger
- Overløpsberegninger
- Testing av ulike tiltak

Bruk av avløpsmodeller kan gi en bedre forståelse av hvordan avløpsanleggene fungerer og en kalibrert modell kan blant annet benyttes til å beregne overløpsutslipp.

For å få en modell som beskriver virkeligheten, og for luke ut feil i modellen, bør den kalibreres. Å kalibrere en avløpsmodell innebærer at man justerer parametere i modellen til målt og beregnet vannføring/nivå stemmer best mulig overens.



Figur 4.5.1: Kalibreringsresultat avløpsmodell.

Data for kalibrering av modeller kan hentes fra permanent instrumentering og driftskontrollsystemet, men ofte må det i tillegg gjennomføres en målekampanje.

Aktuelle data for kalibrering av avløpsmodeller er:

- Nedbørsdata
- Vannføringsdata
- Registrering av overløpsdrift
- Nivå/oppstuvningsdata

I visse tilfeller kan det også være behov for snødybde-data og havnivådata.

Som nevnt kan avløpsmodeller benyttes til å beregne overløpsutslipp. Det krever imidlertid en meget stor innsats når det gjelder kalibrering av modellen for at den skal kunne beregne overløpsmengder med en rimelig god nøyaktighet.

Bygging og bruk av avløpsmodeller er forholdsvis krevende og det er nok et begrenset antall norske anleggseiere som har mulighet til å ha kapasitet og kompetanse til å håndtere avløpsmodeller i egen organisasjon.

4.6. Rørinspeksjon

Rørinspeksjon med bruk av video er en vanlig benyttet metode for tilstandsvurdering av avløpsnett i Norge. Det er vanlig at man foretar rørinspeksjoner på ledninger som man har problemer med, og noen kommuner har i tillegg et opplegg for rørinspeksjoner av alle ledninger i avløpsnett over en viss tidsperiode. Rørinspeksjon av ledningsnett, med påfølgende utarbeidelse av tilstandskategori, er en god og sikker måte for å avdekke tilstanden til en avløpsledning.

Inspeksjonen gjennomføres ved at kameraet kjøres inne i ledningen. Når en feil/svikt registreres, noteres posisjon og alvorlighetsgrad. I Norsk Vann rapport 145/2005 og 150/2007 er systemet for klassifisering av observasjoner

beskrevet. Disse rapportene er under revidering og nye rapporter vil foreligge i løpet av 2017.

Med tanke på detektering av fremmedvann eller utlekking er det viktig å ha et bevisst forhold til når man utfører rørinspeksjonen. Leter man for eksempel etter konstant innlekking bør rørinspeksjonen utføres i en tørrværsperiode og helst om natten. Leter man etter nedbøravhengig innlekking av fremmedvann bør man rørinspisere under et nedbørstilfelle.

Eksempelvis kan en gammel betongledning se ut til å være i god stand om en utfører rørinspeksjonen i tørrvær, men ved nedbør og forhøyet grunnvannstand vil en kunne se at det lekker inn i alle skjøter.



Figur 4.6.1: Rørinspeksjonskamera (privat bilde).

4.7. Kildesporing

Kildesporing brukes i VA-sammenheng som en samlebetegnelse for ulike metoder for å spore opp kilder til problemstoffer og feil på avløpsnett. Det kan være en konvensjonell prøve av avløpsvannet, prøver av biohud fra rørveggen, eller prøver som blir tatt ut ved bruk av passiv prøvetaker. Kildesporing kan brukes til å spore opp feilkoblinger eller lekkasjer fra spillvannsnett til overvannsnett. Det tas da prøver på overvannsnett, gjerne i kombinasjon av utsetting av rister/hønsenetting

på overvannsnett for å fange opp papir eller liknende som kan indikere feilkoblinger.

Norsk Vann rapport 158/2008, Håndbok i kildesporing i avløpssystemet, gir veiledning i ulike typer og metodikk for kildesporing.

4.8. Resipientovervåkning

Resultatene fra tilstandsundersøkelser av vassdrag (elver og bekker) kan også brukes til å si noe om tilstanden på avløpsnett. Høye verdier av mikrobiell forurensning i bekker kan skyldes overløpsdrift, lekkasjer på avløpsnett, feilkoblinger osv. Analyser i tørrværsperioder vil kunne avdekke utslipp som ikke skyldes regn. For eksempel kan funn av E.coli i tørrværsperioder tyde på feilkoblinger i ledningsnett. Meldinger om lukt og synlige utslipp, er også nyttig informasjon for å kunne si noe om tilstanden på ledningsnett i nærheten av vassdrag. Slik informasjon kan brukes for å identifisere problemer og problemområder.

I bynære vassdrag blir det ofte gjennomført en ganske omfattende resipientovervåkning, både i form av permanente målestasjoner og stikkprøver og ulike typer målekampanjer på langs av vassdraget. Akerselva i Oslo er et eksempel på et vassdrag som blir forholdsvis nøye overvåket.



Figur 4.8.1: Akerselva i Oslo ved Nydalen (bilde COWI).

5. Målemetoder og måleutstyr

Norsk Vann rapport 192/2012, Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken, gir en oversikt over de mest aktuelle sensorer og måleutstyr som benyttes innen VA-bransjen (rapporten var en oppdatering av en tidligere utgitt rapport (NORVAR-rapport nr. 95/1999). Rapporten gir veiledning i forbindelse med installasjon av utstyr, bruk av overspenningsvern, beskyttelsesgrad, spenningsforsyninger og UPS, samt kommunikasjon.

I denne rapporten skal vi først og fremst fokusere på målemetoder og måleutstyr i forbindelse med dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett, og først og fremst utstyr for å måle og dokumentere det hydrauliske.

Følgende typer målinger, måleutstyr og metoder for å gjennomføre disse målingene, vil bli beskrevet:

- Vannføringsmålinger
- Nivåmålinger
- Hastighetsmålinger
- Overløpsmålinger
- Nedbørmålinger

Først noen generelle betraktninger om målinger og måleutstyr.

Markedet

Det er generelt utfordrende for anleggseiere å orientere seg i markedet når det gjelder måleutstyr og målemetoder. Det er flere ulike måletekniske metoder, flere ulike metoder for kommunikasjon med utstyret og flere ulike portaler og programvare for analyse og presentasjon av data. Det skjer også en fortløpende utvikling på området. Rådet vi kan gi er å orientere seg godt i markedet før man eventuelt går til innkjøp av måleutstyr.

Måleusikkerhet

Utstyrsleverandørene oppgir som regel en måleusikkerhet. Det er viktig å være klar over at dette er verdier som er oppnådd under laboratorieforsøk og tilnærmet perfekte måleforhold. Den reelle måleusikkerheten vi oppnår i felt vil i de aller fleste tilfeller være avhengig av de fysiske måleforholdene på målepunktet. Optimalisering av målepunkter og måleforhold bør prioriteres høyt, spesielt ved permanente målepunkter. Ved kampanjemålinger er det mindre rom for å optimalisere målepunktet, men det bør legges vekt på å finne et best mulig målepunkt.

Håndtering måledata

Instrumentering av avløpsnett vil innebære store mengder data som må håndteres og lagres. Permanent instrumentering er som hovedregel tilkoblet et driftskon-

trollsystem. Driftskontrollsystemer er primært tilpasset driftsorganisasjonene for å være et effektivt verktøy for daglig drift av VA-anleggene. I tillegg benyttes data fra driftskontrollsystemet til rapportering og til en viss grad planlegging, men er generelt mindre tilpasset slik bruk.

De fleste avløpspumpestasjoner er tilkoblet et driftskontrollsystem. Krav til rapporteringsfunksjoner fra driftskontrollsystemet i pumpestasjoner som ikke har montert vannføringsmål:

- Skal kunne hente ut beregnet pumpet mengde (beregnet ved bruk av pumpeens driftstid) for et egendefinert tidsintervall.
- Skal kunne hente ut beregnet tilrenning (beregnet ved bruk av nivådata pumpeump) for et egendefinert tidsintervall.

Eventuelt:

- Skal kunne hente data for pumpeens driftstid hver for seg og samdrift for et egendefinert tidsintervall.
- Skal kunne hente ut nivådata for pumpeumpen for et egendefinert tidsintervall.

Her må en selv beregne henholdsvis pumpet avløpsmengde/tilrenning.

Format: skal kunne ta ut data som tabulator delt tekstfil. Oppløsning: valgfri ned til et minutt.

Generelt gjelder at alle data skal lagres med beste tilgjengelig oppløsning for all fremtid. Data skal altså ikke slettes, og historiske data skal lagres med samme tidsoppløsning som ferske data.

For øvrige måledata, altså data som ikke inngår i driftskontrollsystemet, må det etableres et egnet system for lagring av data. Det finnes flere ulike systemer for kommunikasjon med måleutstyr, nedlasting, håndtering og rapportering av data.

Kvalitetskontroll av måleutstyr og måledata

Alle måledata bør fortløpende kontrolleres og kvalitets-sikres. Dette omfatter både fysisk kontroll av montering av sensorer og måleutstyr, kalibrering av instrumenter og kontroll av data. Anleggseier må etablere driftsrutiner for kontroll av måleutstyr og måledata.

Vedlikehold

Målepunkter og måleutstyr er å betrakte som driftspunkter som krever jevnlig ettersyn, rengjøring og vedlikehold.

Analyse av måledata

Driftskontrollsystemer har ofte begrensede muligheter for analyse og tolkning av måledata. Ofte velger man å

bruke et regneark til å utføre mer omfattende analyser. Det eksisterer også en del spesialprogramvare for håndtering, visualisering og analyse av måledata. Eksempler på analyse og tolkning av måledata er gitt i vedlegg 2.

Permanent måleutstyr kontra mobilt måleutstyr

Generelt kan de fleste typer måleutstyr fås både som permanent og som mobilt utstyr. Hovedforskjellen på det

vi kaller permanent og mobilt utstyr er gjerne at permanent utstyr krever strømforsyning og en kommunikasjonslinje, mens mobilt utstyr gjerne er batteridrevet. Overgangen mellom permanent og mobilt utstyr er imidlertid flytende, og er blitt mer flytende i takt med utviklingen av mer avanserte kommunikasjonsløsninger og batteriteknologi.

5.1. Måling av vannmengder/avløpsmengder

Måling av vannmengder/avløpsmengder er grunnleggende for å ha kontroll på hovedstrømmene på avløpsnett. I denne rapporten kaller vi slike målinger for vannføringsmålinger.

Grovt sett kan en dele inn i følgende hovedtyper:

- Måleinstallasjoner/konstruert målepunkt
- Målemetoder for fylte eller delfylte rør
- Pumpestasjoner

5.1.1. Måleinstallasjoner/konstruert målepunkt

Ulike måleinstallasjoner er forholdsvis vanlige å benytte spesielt i tilknytning til avløpsrenseanlegg eller større avløpssoner.

Målerenner er en dyp, smal kanal der vannstrømmen renner i gjennom. Målerenner kommer ofte i moduler og plasstøpes. Leverandørens montasjeveiledning må følges

nøyte både for renne og plassering, samt installasjon av nivåsensor. Det plasseres gjerne et overbygg med nedstigningsmulighet i forbindelse med målerenna.

De mest benyttede rennetypene er:

- Parshall målerenne
- Palmer Bowlus målerenne
- Khafagi-Venturi målerenne

En definert vannhøyde/nivå i målerenna gir en definert vannmengde gjennom renna, beregnet etter et definert formelverk for vedkommende rennetype. Nivået måles gjerne med ultralydsensor eller en trykkgiver, men også radar eller boblerør kan benyttes.

Målerenner har ofte en målebrønn ved siden av kanalen, med åpen forbindelse mellom kanal og målebrønn.

Nivåsensor bør da monteres i målebrønn da det normalt vil være bedre måletekniske forhold i brønnen, spesielt med tanke på bølger og skum.



Figur 5.1.1.1: Parshall målerenne (privat bilde).

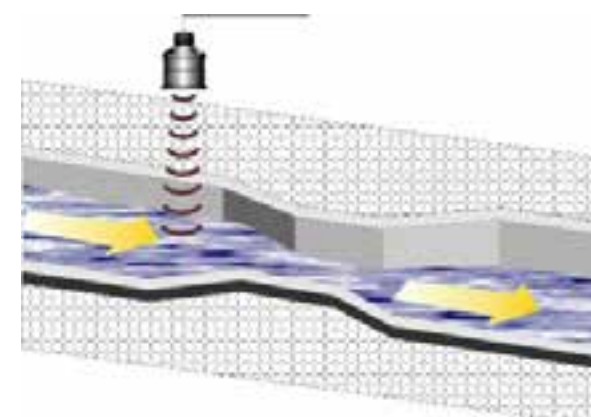
Fordeler og ulemper

Fordelen med målerenner er bra nøyaktighet og at det er tilstrekkelig med forholdsvis enkelt måleutstyr (en nivåsensor). Det er også en fordel at sensoren ikke er i kontakt med mediet.

Ulemper:

- En forholdsvis omfattende jobb å montere en målerenne.
- Begrenset måleområde og mindre egnet hvis det er stor forskjell mellom laveste og høyeste vannføring, for eksempel hvis det er målepunktets nedslagsfelt har mye fellessystem og/eller fremmedvann. I slike tilfeller vil en ofte miste måledata for de største nedbørstilfellene (vannføringstoppene).
- Målerenna representerer et energitap og reduserer kapasiteten på ledningsnettet.
- Målerenner må jevnlig vedlikeholdes på grunn av begroing.
- Skum og fuktdannelse kan skape problemer hvis det benyttes ultralyd nivåsensor.

Generelt ble det tidligere montert ulike typer målerenner på renseanlegg, påslippspunkter osv. Tidligere var det få alternativer som ga tilstrekkelig målekvalitet. I dag finnes det gode alternativer for montering i eksisterende rør/kanal, slik at målerenner i dag er mindre aktuelt enn det var tidligere.



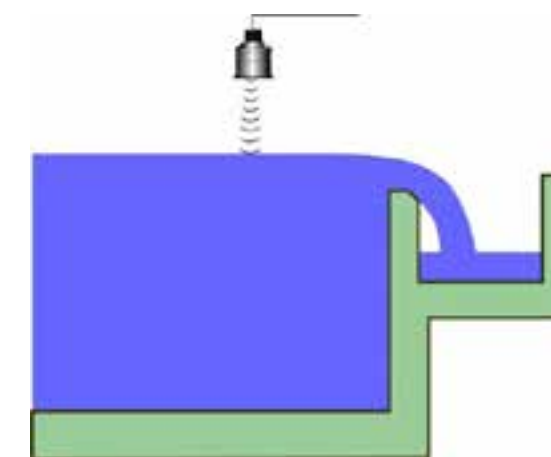
Figur 5.1.1.2: Måling av nivå i målerenne.

Andre målearrangementer benytter et kjent tverrsnitt (terskeloverløp) for måling av vannføring i åpne kanaler. Her benyttes både ultralydmåler og trykkgiver for å måle høyden på overløpet.

De mest benyttede arrangementene er:

- Rektangeloverløp/terskeloverløp
- V-overløp

Ved samtlige arrangement er det kun høyden som er variabel. Dette er en enkel og billig installasjon til for eksempel å måle overløp (akseptabel nøyaktighet) i en avløpspumpestasjon. Installasjonene er mindre egnet for måling av vann som inneholder bunnfall (grus og stein) da bunnfall medfører hyppig renhold.



Figur 5.1.1.3: Måling av nivå i V-overløp



Figur 5.1.1.4: V-overløp (privat bilde).

5.1.2. Måling av vannføring i fylte eller delfylte rør eller åpne kanaler

Måling av vannføring i fylte eller delfylte rør innebærer at en unngår å etablere spesielle målekonstruksjoner med de fordeler det innebærer. Ved måling av fylte rør er det tilstrekkelig å måle gjennomsnittshastigheten. Er røret delfyllt må en i tillegg måle det våte arealet. Det våte arealet kan beregnes hvis man kjenner rørets diameter/kanalens dimensjon og måler vannivået.

Krav til målepunkt i kum/ledning:

- Måleutstyret monteres normalt i innløpsrøret.
- Krav til rettstrekk før måleutstyret: 10 x rørets diameter.
- Krav til rettstrekk etter måleutstyret: 5 x rørets diameter.

Ved etablering av faste målepunkt bør en etterstrebe å overholde disse kravene, og eventuelt gjøre nødvendige utbedringer i målepunktet hvis det er påkrevet.

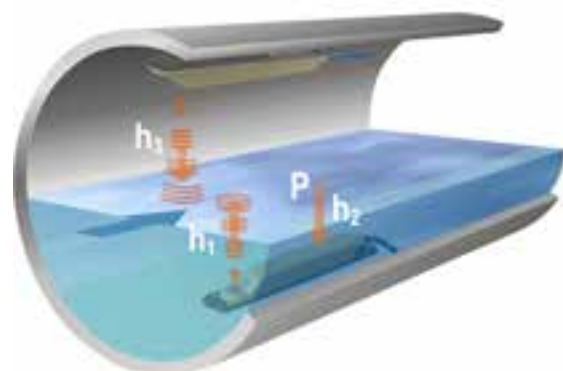
I forbindelse med målekampanjer og målinger av midlertidig karakter, er det begrenset hvor store utbedringer det er forsvarlig å utføre. I slike tilfeller fraviker en ofte fra disse kravene for å i det hele tatt få målt.

For å kunne måle vannføringen i et delfyllt rør eller en åpen kanal benytter man følgende formel:

$$Q = V_{avg} \times A_{wet}$$

V_{avg} er avløpsvannets gjennomsnittshastighet
 A_{wet} er det "våte arealet"

Det våte arealet beregnes ved å måle nivået og rørets innvendige diameter, eventuelt ved oppmåling av



Figur 5.1.2.1: Måling av vannivå med flere nivåsensorer.

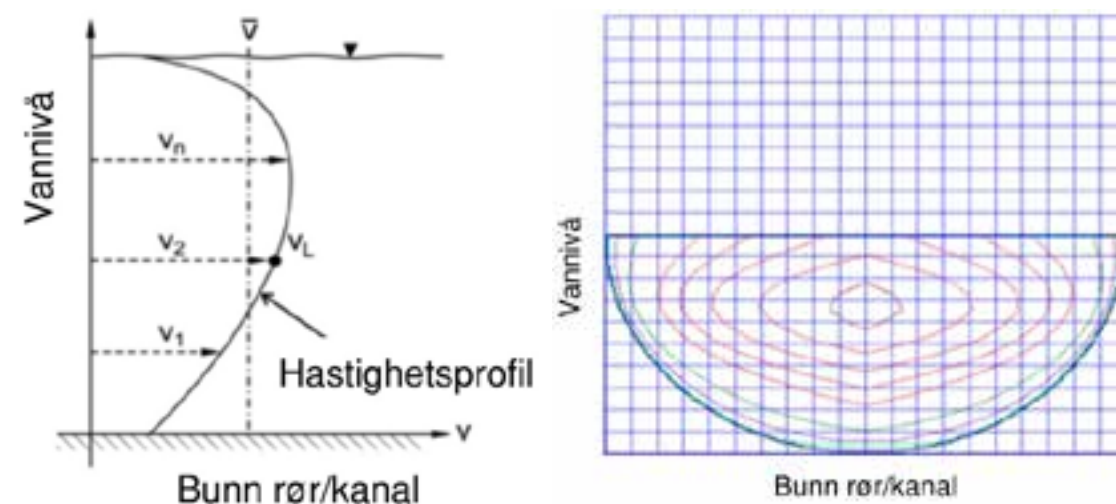
kanalen hvis det ikke er et sirkulært rør. Det kan være en utfordring å måle nivået nøyaktig, spesielt hvis vannivået varierer fra svært lave nivåer (mindre enn 3 cm) og opp til fullt rør eller mer. I slike tilfeller kan det være nødvendig med flere nivåsensorer for å oppnå nøyaktige nivådata (se figur 5.1.2.1).

Det er flere ulike metoder for å måle vannnivå.

De vanligste er:

- Trykksensor
- Ultralyd
- Boblerør

Gjennomsnittshastigheten (V_{avg}) er ikke direkte målbar og er et gjennomsnitt av hastigheten i alle punkter i vannstrømmen. Vannets hastighet varierer over tverrsnittet og er som regel høyest midt i vannstrømmen og synker når man nærmer seg rørveggen på grunn av friksjon mellom rørveggen og vannet. Dette er illustrert i figur 5.1.2.2.



Figur 5.1.2.2: Vannhastigheten varierer over tverrsnittet (COWI).

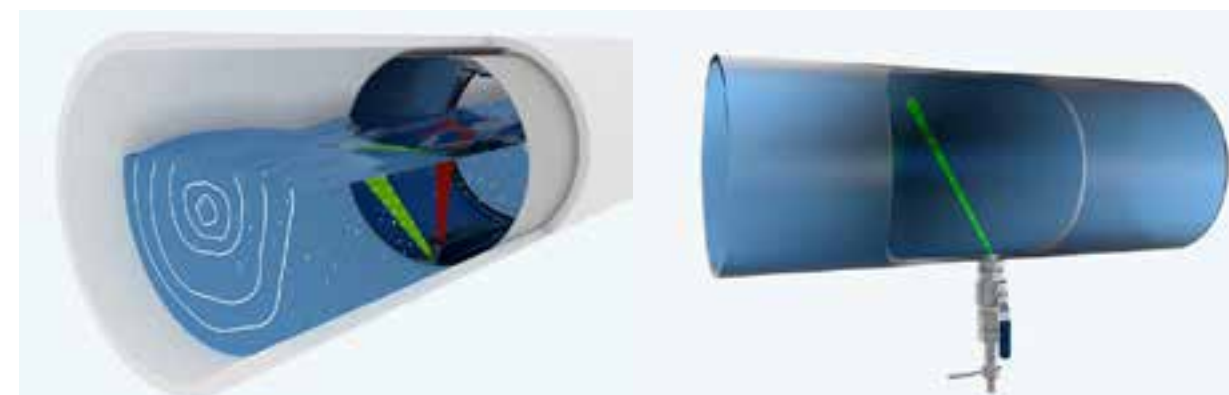
Det er flere ulike metoder for å måle vannhastighet:

- Doppler-sensorer
- Transit time
- Radar/laser

Doppler-metoden bruker et kontinuerlig ultrasonisk signal med en definert frekvens, og en kjent vinkel som sendes ut. Partiklene i vannstrømmen lager en frekvensendring som er proporsjonal med hastigheten til partiklene. Disse verdiene brukes til å beregne et statistisk gjennomsnitt. De mest avanserte sensorene er

i stand til å beskrive en hastighetsprofil og dermed beregne gjennomsnittshastigheten.

Doppler-sensorer fås både som sensorer som monteres inne i et rør/kanal, for eksempel på en monteringsskinne, eller som innstikk-sensor, der man borer et lite hull i røret og fører sensoren inn gjennom hullet. Sistnevnte løsning kan for eksempel benyttes på pumpeledninger ut fra pumpestasjoner, som et alternativ til elektromagnetiske mengdemålere.

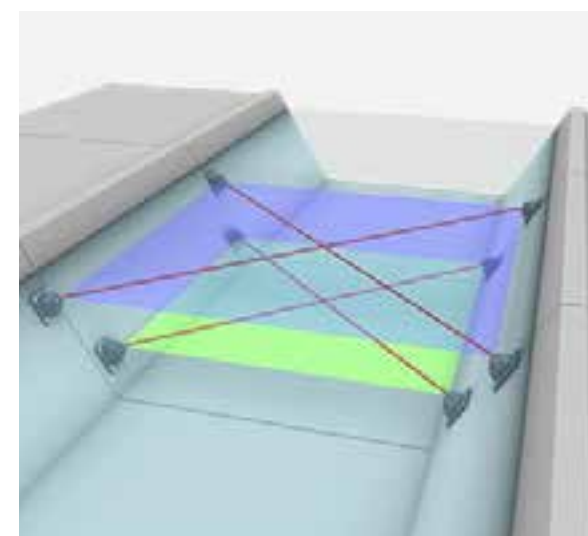


Figur 5.1.2.3: Doppler-sensorer. Sensor montert i rør til venstre, innstikk-sensor til høyre.

Transit time Metoden baserer seg på å fange opp transitt-tiden av ultrasoniske signaler mellom to sensorer. Signal transitt-tiden forflytter seg raskere med vannretningen enn mot vannretningen. Forskjellen mellom tiden pulsen trenger er proporsjonal med den gjennomsnittlige hastigheten langs målebanen.

Transit time sensorer egner seg spesielt i større åpne eller lukkede kanaler. Ved å montere flere sensorer kan en beregne gjennomsnittshastigheten for hele vannstrømmen.

Transit-time sensorer finnes også som clamp-on.

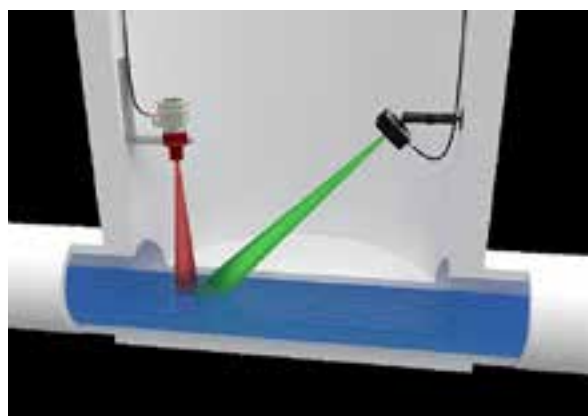


Figur 5.1.2.4: Transit time-sensorer.



Figur 5.1.2.5: Transit time clamp-on.

Radar- eller **laser-**sensorer har den fordel at de ikke er i kontakt med mediet. Dette er gunstig med tanke på slitasje, redusert fare for tildekking av sensor, enklere montering osv. Avanserte sensorer kan måle gjennomsnittshastigheten i vannstrømmen. Kombinert med en ultralyd nivåsensor betyr det at vi får en måleinstallasjon der sensorene ikke er i kontakt med mediet/avløpsvannet. Spesielt for permanente installasjoner vil dette være en meget aktuell teknologi fremover.



Figur 5.1.2.6: Laser hastighetssensor kombinert med ultralyd nivåsensor.

Elektromagnetisk mengdemåler

En elektromagnetisk mengdemåler består av et målerør som er kledd med et isolerende materiale. På hver side av målerøret ligger to spoler. Ved å sende en strøm igjennom disse spolene, skapes et magnetfelt (B). Den induerte spenningen (U) detekteres av to elektroder når en væske med ledningsevne passerer igjennom måleren. Faradays lov benyttes for å bestemme gjennomstrømningen:

$$U = K \times B \times V \times D$$

U: Indusert spenning
K: Instrumentkonstant
B: Magnetisk feltstyrke
V: Mediets hastighet
D: Rørets diameter

Normale krav til installasjon/hastighet/rørstrekk er følgende:

1. Vannmengdemåleren SKAL alltid være fylt med vann (kan monteres både horisontalt og vertikalt)
2. Mediets hastighet er normalt 1-3 m/sek (bør ikke være lavere enn 0,5 m/sek). For å få en høyere hastighet gjennom målerøret er de fleste målere konet ned med ca. 7-8 grader

3. Rettstrekning foran og bak måleren bør være minimum 3-5 x D (1) foran og 2-3 x D (2) bak (D = diameter på røret).

Det eksisterer nå elektromagnetiske vannmengdemålere som ved hjelp av en spesiell konstruksjon med rektangulært tverrsnitt og spesielle platespoler gir et homogent magnetfelt i hele måleseksjonen. Målingen blir dermed uavhengig av hastighetsprofil og det er derfor ikke behov for rettstrekning foran og bak måleren. Det finnes nå også elektromagnetiske mengdemålere som kan måle i delfylte rør.

Fordelen med elektromagnetiske mengdemålere er kvaliteten på måldataene. Ulempene er først og fremst en forholdsvis omfattende installasjonsprosess, der en må kutte en del av røret. Prosessen blir tilsvarende omfattende den dagen man må skifte ut måleren.

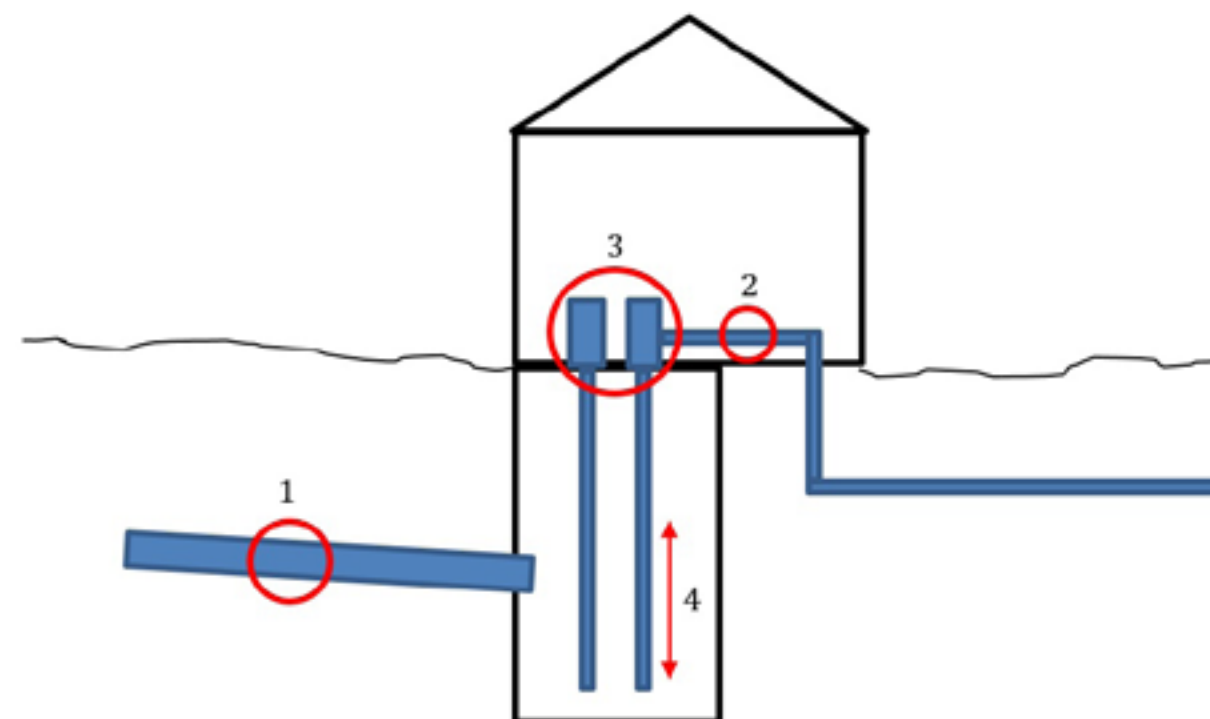


Figur 5.1.2.7: Elektromagnetisk mengdemåler (privat bilde).

5.1.3. Pumpestasjoner

Mulige metoder for å beregne vannføring/tilrenning i pumpestasjon:

- 1) Vannføringsmåler i innløpsledning (før eller etter overløp)
- 2) Vannføringsmåler utløpsledning/pumpeledning
- 3) Bruk av pumpenes driftstid til å beregne pumpet mengde
- 4) Bruk av nivådata i pumpesump til å beregne tilrenning



Figur 5.1.3.1: Skisse pumpestasjon med muligheter for måling/beregning av vannføring (COWI).

- 1) Vannføringsmåler i innløpsledning (før eller etter overløp). Dette innebærer montering av v/h-måler i innløpsledningen. Bør monteres før overløp om mulig. Ved montering av vannføringsmåler i innløpsledningen til pumpestasjonen, og helst før overløpet, får man en direkte måling av tilrenningen til stasjonen, som i de fleste tilfeller er det mest interessante.
- 2) Vannføringsmåler utløpsledning/pumpeledning. Det finnes flere typer måleutstyr, der noen typer krever mindre montering.
- 3) Bruk av pumpenes driftstid til å beregne pumpet mengde. Betingelser at pumpenes kapasitet er kjent (pumpene må kalibreres/kapasitetstestes). Rapporteringssystemet må være slik at en kan hente

ut de data en har behov for. Det vil si at bør kunne definere tidsintervallet og hente ut driftstid for pumpene hver for seg og samdrift. Alternativt at driftskontrollsystemet selv beregner pumpede mengder.

- 4) Bruk av nivådata i pumpesump til å beregne tilrenning (oppsamlingsmetoden). Ved å måle tiden pumpe-umpen bruker på å fylles opp kan tilrenningen/vannføringen beregnes. Rapporteringssystemet må være slik at en kan hente ut de data en har behov for. Det vil si at bør kunne definere tidsintervallet og hente ut nivådata for pumpesumpen. Alternativt at driftskontrollsystemet selv beregner tilrenningen ut fra nivådataene.

5.2. Måling av nivå/oppstuvning

I noen tilfeller kan det være tilstrekkelig å måle nivået eller oppstuvningen i en ledning eller kum. Det finnes da flere ulike metoder og måleutstyr:

- Enkle mekaniske oppstuvningsmålere som registrerer høyeste nivå/oppstuvning.
- Ultralyd nivåmåler.
- Nivåvipper (terskelmåling).
- Nivåstaver (terskelmåling med ett eller flere nivåer).

Denne type utstyr er mindre kostbar enn vannføringsmålere, men gir også mindre informasjon. I visse tilfeller kan det allikevel være aktuelt.

En nivåmåling i et rør kan for eksempel gi en god indikasjon på om det er mye fremmedvann i avløpssonen, og kan være et alternativ til befaringer ved nedbør.



Figur 5.2.1: Enkel mekanisk oppstuvningsmåler montert i kum (privat bilde).



Figur 5.2.2: Ultralyd nivåmåler montert i kum (privat bilde).

5.3. Måling av overløpsdrift/overløpsmengder

Hovedutfordringen med måling av overløpsdrift er at det i mange overløp ikke er lagt til rette for måling ved utformingen av overløpet. De vanligste typene målere for registrering av overløpsdrift er overløpsvipper, ulike typer nivåvakter eller ulike typer nivåsensorer som trykkcelle eller ultralyd sensor. Hvilken type måler som egner seg best vil variere avhengig av overløpets utforming.

Overløpsvipper og ulike typer nivåvakter begrenser seg til å kunne registrere om vannnivået er lavere eller høyere enn et visst nivå. De er altså kun egnet til å registrere driftstiden for overløpet. Slike målere finnes både med telleverk (registrerer totalt antall timer overløpsdrift) og med tidsstempler (det registreres tidspunkt for start overløpsdrift og stopp overløpsdrift).

Hvis overløpskanten utformes i henhold til visse standarder kan det også være mulig å beregne overløpsmengdene ved å måle nivået for eksempel ved hjelp av en trykkcelle eller en ultralyd nivåsensor.

En annen mulighet er å montere en vannføringsmåler på overløpsledningen. Da kan en måle overløpsmengdene med stor grad av nøyaktighet. Dette kan være aktuelt

ved etablering av nye overløp, spesielt hovedoverløp av en viss størrelse der en ønsker å oppfylle kravet til beste tilgjengelige teknologi.

I nødoverløp i pumpestasjoner registreres gjerne overløpsdriften ved å måle nivået i pumpesumpen. Det kan benyttes flere ulike typer nivåsensorer til dette.



Figur 5.3.1: Overløpsvippe montert i overløp (privat bilde).

5.4. Måling av nedbør

Nedbør er vann i flytende eller fast form som når bakken. Da nedbør i fast form (snø, sludd, hagl osv.) er forskjellig fra i tetthet til vann, er det mengden (volum) nedbør etter smelting som tradisjonelt blir rapportert.

Måling av nedbør er viktig både i meteorologisk og hydrologisk sammenheng. I en nedbørmåler benyttes et kar eller annen oppsamler for regnvann. Det som blir målt er antall millimeter nedbør som faller, som er det samme som hvor mye nedbør som vil legge seg på bakken om ikke noe renner vekk, fordampes eller infiltreres.

I VA-sammenheng er vi avhengig av nedbørsdata med høy oppløsning. Helst minutt oppløsning eller bedre. Årsaken er at avrenningen i by og tettbebyggelse er svært rask og kan variere fra minutt til minutt. Vippepluviografer er derfor den mest aktuelle målertypen for bruk i urbant strøk, og helst med oppvarmet kolbe for helårsdrift.

Det er viktig å være klar over at spesielt de intense sommerregnene kan være svært lokale, og at en

nedbørmåler plassert sentralt i et stort nedslagsfelt ikke nødvendigvis fanger opp all nedbør i feltet. Ved kampanjemålinger velger man ofte å utplassere flere mobile nedbørmålere for å fange opp slike lokale variasjoner.

5.4.1. Vippepluviografer

Vippepluviografer (tipping bucket) er den vanligste målertypen i elektroniske værstasjoner. Nedbøren samles opp i en "bøtte" med en trakt i enden. Nedbøren ledes via trakten til en vippeanordning som normalt består av to små oppsamlingskar som balanserer på et dreiepunkt, slik at ett kar fylles opp om gangen. De to små oppsamlingskarene er kalibrert slik at de tømmes ved et spesielt volum som tilsvarer en nedbørsmengde, normalt mellom 0,1 til 0,5 mm nedbør. Når det ene karet er fullt vipper anordningen slik at det fulle karet tømmes, og det andre karet begynner å fylles opp. Hvert vipp blir registrert i en logger i form av en tidsstempling.



Figur 5.4.1.1: Vippepluviograf (privat bilde).

Vippepluviografer benyttes både som stasjonære målestasjoner og som mobile nedbørmålere som kan benyttes i forbindelse med kampanjemålinger.

Ved bruk av vippepluviografer i faste målestasjoner bør den utstyres med oppvarmet kolbe, slik at snøen smelter, for helårsmålinger. Det bør også monteres en temperatursensor i tilknytning til vippepluviografen slik at en vet om nedbøren kom som regn eller snø. Dette krever tilkobling til strøm, eventuelt batteridrift.



Figur 5.4.1.2: Nedbørmåler på tak (privat bilde).

Nedbørsensoren skal stå fritt og ikke være dekket av vegetasjon. Nedbørmåleren bør plasseres på en åpen flate ca. 2 meter over bakkenivå. Sensoren skal settes ut i flatt og åpent område, dersom den skal stå i skråning skal helningen på skråningen være mindre enn 30°. Avstand fra sensor til hindringer skal være minst 1 ganger høyden av hindring målt fra toppen av sensor.

Ved plassering av nedbørmåler i et tettbebygd område, for eksempler midt i et byområde, kan det ofte være vanskelig å oppfylle disse kravene. Av og til plasseres da måleren på et flatt tak, og kravet er at det bør være minst 5 meter til nærmeste hindring. Det samme gjelder i forbindelse med nedbørsmålinger ved målekampanjer.

Sensoren skal ikke plasseres slik at den står i le av skjæringer/fjellvegger/hus eller andre elementer/objekter som kan påvirke nedbørsmålingene. Den viktigste feilkilden ved måling av nedbør er påvirkning av vind. Påvirkning av vind kan medføre en underestimering av nedbørsmengde og ved større vindhastigheter kan denne underestimeringen være betydelig. Målefeilen er særlig stor ved lette regnskurer og ved måling av mengde nedbør som snø. Problemet kan avhjelpes med en vindskjerm.

Det er verdt for anleggseiere å merke seg at Meteorologisk institutt (DNMI) er interessert i nedbørsdata, og de vil ofte være behjelpelige med å finne egnede målepunkter, valg av måleutstyr, samt kontroll på kvaliteten av måledataene.

5.4.2. Oppsamlingsmålere

Den tradisjonelle målemetoden for nedbør er å bruke en bøtte med en gitt diameter i toppen. Denne blir tømt en til to ganger i døgnet og avlest i et måleglass hvor volum blir vist i millimeter (høyde) av vannsøyle. Ved snø må innholdet i bøtta tas inn og smeltes før avlesning kan skje. Dette fordi snø tar mer plass enn vann.

Den moderne måten å måle nedbør på er ved hjelp av vektprinsippet. All snø eller vann som er falt kommer opp i bøtta. Vektøkningen av bøtta regnes om elektronisk til millimeter nedbør. Her spiller det ingen rolle om det er snø eller vann.

Slike målere er velegnede og nøyaktige for måling av lengre tidsintervaller, det vil si døgn og oppover. De er mindre egnet for korttidsmålinger.

5.4.3. Radar

Radar brukes for å påvise nedbør eller partikler som befinner seg i atmosfæren. På den måten kan man varsle hvor og når det kommer nedbør og hvordan vindforholdene vil bli en del timer frem i tid, med relativt god nøyaktighet. En radar består av en sender og en mottaker, og radaren vil vekselvis sende og lytte. Radaren sender ut radiobølger, og det radiobølgene treffer vil sende en del av signalet i radiobølgene tilbake til radaren som et ekko. Værradarer er bygget for å fange opp ekko fra nedbør, og jo kraftigere nedbøren er jo sterkere ekko vil radaren få tilbake. Radaren vil i tillegg til å registrere ekkoene også kunne beregne om ekkoene er på vei mot radaren, eller på vei bort. Med en radar kan vi på kort tid få god oversikt over nedbøren over et stort område.

Den første værradar i Norge ble innkjøpt i 1976 og satt i operativ drift 1. april 1977. Den ble plassert på Meteoro-



Figur 5.4.2.1: Mekanisk oppsamlingsmåler for nedbør (privat bilde).

logisk institutt på Blindern og var operativ til 1988, da radaren ble byttet ut med en moderne Ericsson-radar. Radarsystemet var nå helt automatisk og leverte oppdaterte radarprodukter hvert 15. minutt døgnet rundt. For å få et bedre dekningsområde ble radaren i 1992 flyttet til Radar Hurum, plassert ved Stikkvannskollen. Utbyggingen av et landsdekkende nasjonalt værradar-nett er en prioritert oppgave for Meteorologisk institutt.

5.5. Andre datakilder

Andre kilder til måledata er først og fremst Meteorologisk institutt (DNMI), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Kartverket.

DNMI har forskjellige typer værstasjoner i sitt stasjonsnett. Stasjonene kan grovt sett deles inn i tre hovedtyper, etter observasjonsprogram: Værstasjoner med manuell betjening, helautomatiske stasjoner og nedbørstasjoner. De helautomatiske værstasjonene har den fordel at de er uavhengig bosetting, men de krever regelmessig tilsyn, oppfølging og vedlikehold.

På automatstasjonene registreres:

- Lufttemperatur to meter over bakken hver time.
- Luftfuktighet.
- Middelvindhastighet og -retning ti meter over bakken.
- Lufttrykk både på stasjonen og teoretisk avledet til stasjonens havnivå.
- Nedbørmengde.

På noen stasjoner registreres også:

- Nedbørintensitet; egne automatiske nedbørintensitetsstasjoner i tettbygde områder registrerer nedbørmengde hvert minutt
- Snødybde
- Stråling (ev. solskinnstid)
- Bølgehøyde og bølgeperiode registreres ved offshorereinstallasjonene, i tillegg til standard måleparametere.

eKlima er en ekstern tilgang til Meteorologisk institutt sin klimadatabase. Denne tjenesten er gratis. På eKlima kan man blant annet hente observasjoner, døgnverdier, og månedsverdier fra samtlige av Meteorologisk institutt sine målestasjoner. Adressen til eKlima er eklima.met.no.

NVE har hovedansvaret for å måle vannstand og vannføring i de norske vassdragene. Data samles inn ved hjelp av målestasjoner i vassdrag over hele landet. Dataene fra målestasjonene er av stor betydning for forvaltningen av Norges vannressurser.

På Kartverket sin hjemmeside (kartverket.no) kan man finne informasjon om blant annet havnivå og tidevannstabeller, i tillegg til en rekke kartdata.

6. REFERANSER

Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) (2015). *Norges tilstand 2015 - State of the nation*.

Norsk Vann notatet: *Norsk Vann mener – Fornylsesbehov og sysselsetting – 2016*.

Norsk Vann rapport 99/1999: *Veiledning for dokumentasjon av utslipp fra befolkningen*.

Norsk Vann rapport 159/2008: *Håndbok i kildeopring i avløpssystemet*.

Norsk Vann Rapport 162/2008: *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*.

Norsk Vann rapport 192/2012: *Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken*.

Norsk Vann rapport 197/2013: *Avløpsanlegg – Vurdering av risiko for ytre miljø*.

Vedlegg 1 Utlippskontroll i praksis

Denne delen av veiledningen viser hvordan en anleggseier (i dette tilfellet en mindre norsk bykommune) kan arbeide systematisk for å øke kunnskapen om avløpsnett og dermed ha et bedre grunnlag for å løse utfordringene knyttet til å forvalte avløpsnett på en bærekraftig måte og samtidig oppfylle ulike myndighetskrav.

Det er ikke ment som en fasit eller oppskrift på hvordan anleggseiere skal forvalte sitt avløpsnett og jobbe med utslippskontroll, men er først og fremst ment som inspirasjon til hvordan dette kan gjennomføres.

V1.1 Beskrivelse av Vanndal kommune og avløpssystemet

Vanndal kommune er en innlandskommune med en elv (Elva) som renner gjennom dalføret i sørgående retning. I nord grenser Vanndal kommune mot nabokommunen Oppstrøms. Vanndal har et levende bysentrum og en god del næringsvirksomhet lokalisert i sentrum og i en næringspark på østsiden av elven. Den gamle bebyggelsen er hovedsakelig lokalisert på vestsiden av Elva. Bebyggelsen på østsiden er av nyere dato og det meste av byutviklingen foregår i dag her.

Befolkning

- Innbyggertallet per 1.1.2017 er 11 000.
- Av disse bor 10 000 i tettstedet Vanndalbyen.
- Kommunen forventer en befolkningsvekst på 2 % pr. år i kommuneplanens planperiode, det vil si fram til 2025. Det tilsvarer en befolkningsvekst på 220-250 personer pr. år.



Figur V1.1.1: Vanndal kommune.

- Hovedveksten vil komme i den planlagte nye bydelen Nye Østsiden. Det forventes moderat vekst i resten av Vanndalbyen i form av fortetting.

Avløp

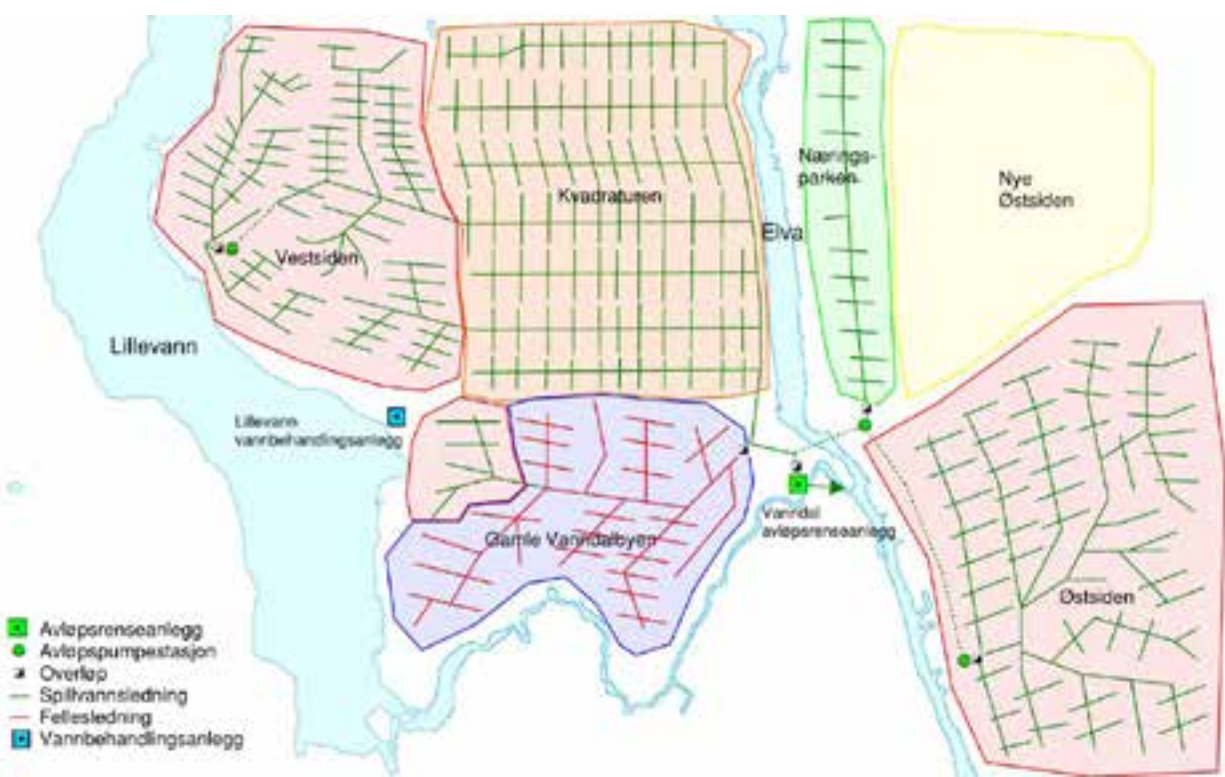
- 100 % (10 000 pe) av innbyggerne i Vanndalbyen er tilknyttet kommunalt avløp og Vanndal avløpsrenseanlegg.
- De resterende 1 000 av kommunens innbyggere som bor utenfor Vanndalbyen er tilknyttet private avløpsrenseanlegg.
- Vanndal avløpsrenseanlegg mottar avløpsvann fra ca. 15 000 personer. I tillegg til de 10 000 i Vanndalbyen mottar anlegget avløpsvann fra ca. 5 000 personer i nabokommunen Oppstrøms. Avløpsvannet fra Oppstrømsbygda transporteres i avløpsledning langs Elva, gjennom Næringsparken og pumpes over Elva sammen med avløpsvann fra Østsiden.
- Vanndal avløpsrenseanlegg har en kapasitet på 20 000 pe etter utvidelse av anlegget i 2010. Med tanke på stoffbelastningen bør anlegget ha tilstrekkelig kapasitet til omkring 2040. Det er imidlertid den hydrauliske belastningen som er dimensjonerende for anlegget, og denne er i nedbørsperioder så stor at anlegget ikke har tilstrekkelig kapasitet.
- På årsbasis er andelen fremmedvann som når avløpsrenseanlegget anslått til 60 %.
- Transportsystemet for avløpsvann består av 70 km kommunale avløpsledninger, fordelt på 40 km spillvannsledninger, 5 km avløp fellesledninger, og 25 km overvannsledninger. I tillegg kommer 40 km private stikkledninger, og 10 km private overvannsledninger.

Vannmiljø

- Bystranda ligger på vestbredden av elva i sentrumsdelen som kalles Kvadraturen.
- Det er også en populær badeplass lengre nedstrøm ved bydelen Østsiden.
- På begge badestrendene er det registrert dårlig badevannskvalitet i forbindelse med kraftig nedbør.
- For øvrig er vannkvaliteten i Elva akseptabel og områdene langs elva er mye benyttet til rekreasjon, friluftsliv og fiske.

Vanndal kommunes bysentrum heter Vanndalbyen. Elva renner gjennom byen og er resipient for avløpsanleggene. Drikkevannskilde er Lillevann som ligger vest for Vanndalbyen.

I Vanndalbyen er det en del næringsvirksomhet. Denne er lokalisert i sentrum, også kalt Kvadraturen og i Næringsparken. I resten av kommunen det er hovedsakelig spredt boligbebyggelse og landbruksvirksomhet.



Figur V1.1.2: Avløpsanleggene i Vanndalbyen.

V1.2 Utslippstillatelse for Vanndal kommune

Vanndal kommune fikk en ny utslippstillatelse gjeldende fra 1.1.2016.

Denne setter blant annet følgende krav og tilhørende tidsfrister:

Tiltak	Frist
Utarbeidelse av ROS-analyse, inkludert oppfølgende tiltak	31.12.2016
Innføre systematisk registrering av utlekking fra ledningsnett	31.12.2016
Utarbeide tiltaksplan mot tilførsler av overvann til avløpssystem	31.12.2016
Vurdere behov for rensing av overvann	31.12.2020
Dokumentere forurensning fra overløp	1.1.2017+5 år
Gjennomføre planlagte tiltak for å redusere utslipp fra overløp	31.12.2020
Dokumentere hydraulisk balanse ved modell eller annet	31.12.2018
Gjennomføre planlagte tiltak for å redusere utlekking	Kontinuerlig
Sanere overløp som er i strid med tillatelsen	31.12.2020
KOSTRA-rapportering	15.2 - årlig
Lage årsrapport avløpsanlegg	15.3 - årlig

V1.3 Tilsyn av avløpsområdet

Den 1.9.2017 gjennomfører Fylkesmannen tilsyn av avløpsområdet. På grunnlag av samtaler med personell fra Vanndal kommune og oversendt dokumentasjon i forkant av møtet skriver Fylkesmannen en kontrollrapport som oversendes den 14.9.2017.

Generell tilbakemelding om kommunens arbeid innen avløpsfeltet:
”Samlet viser tilsynet at utslippstillatelsens krav ikke er blitt prioritert og at kravene heller ikke er implementert i internkontrollsystemet. Generelt foregår det lite avløpsplanlegging i kommunen selv om utfordringene på avløpssektoren er betydelige med hensyn på sterk befolkningsvekst, klimaendringer og skjerpede krav til vannkvalitet. Det foreligger ikke en overordnet plan – og styringssystem innenfor avløpssektoren. Kommunen har i liten grad utarbeidet mål, prioriteringer og handlingsplaner innenfor avløpssektoren”.

- Fylkesmannen avdekket seks avvik under kontrollen:
- 1) Det mangler en overordnet avløpsplan som viser avløpsmål og hovedprioriteringer
 - 2) Det mangler en målrettet handlingsplan for reduksjon av overvann (fremmedvann) til det kommunale avløpsnett.
 - 3) Det mangler en plan for fornyelse av avløpsnett.
 - 4) Miljøriskovurderingen innen avløp og vannmiljø er mangelfull.
 - 5) Det er ikke utarbeidet en beredskapsplan innen avløp og vannmiljø
 - 6) Det mangler en risikokartlegging av tilknyttede industribedrifter

Utdyping av avvikene:

Avvik 1 Overordnet avløpsplan

Avvik fra: Utslippstillatelsen for kommunalt avløpsvann for Vanndal kommune, datert 1.1. 2016. Krav til avløps-systemet. - Forskrift om internkontroll § 5.

Det foreligger i dag ikke et overordnet styringsdokument som viser kommunens handlingsprogram og prioriteringer. En avløpsplan skal vise avløpsmål, delmål, områdeprioriteringer og tiltak knyttet til målområdene (for eksempel renseanlegg, avløpstransport, egen myndighetsutøvelse) samt hvordan en skal oppfylle lovpålagte krav og krav i utslippstillatelsen. Kommunen opplyste på møtet at de har planlagt å lage en overordnet plan for avløpssektoren og vil prioritere dette arbeidet fremover. Avløpstiltakene er ”dynamiske” og krever løpende justeringer av overordnet plan og handlingsplan. Det bør tilstrebes en planrevidering hvert 4. år hvor de viktigste

temaer/utfordringer tas opp- og en evaluering av hva som er oppnådd i hver planperiode.

Avvik 2 Handlingsplan for reduksjon av fremmedvann

Avvik fra: Utslippstillatelsen for kommunalt avløpsvann for Vanndal kommune, datert 01.1.2016 om å utarbeide en målrettet handlingsplan for reduksjon av fremmedvann til avløpsnett

Kommunen mangler en fremmedvannsplan med handlingsdel som reduserer fremmedvannet til avløpsnett. Fremmedvannet medfører unødvendig rensing og transportering av regnvann og utslipp av forurensningsutslipp til sårbare vassdrag, samt fremskynder kostbar fornyelse. Avlastet forurensningsmengde fra et renseanlegg er tilnærmet proporsjonalt med hydraulisk vannmengde gjennom et renseanlegg. Planen bør vise en soneinndeling, med årsak, strategier og handlingsplaner i de prioriterte sonene med mest innlekking. Det bør også vises hvordan nedbørsituasjoner påvirker kritisk avløpsinfrastruktur i de prioriterte områdene. Selv om kommunen har over 85 % separatsystem viser data at separat-systemet fungerer dårlig og at tilførslene til pumpestasjoner og renseanlegg flerdobles under kraftige nedbør. Punkutbedringer bør være en viktig del av tiltaksstrategiene også der overvannsutslippet inneholder spillvann (utlekking).

Overvann og overvannshåndtering blir spesielt viktig på grunn av sterk befolkningsvekst, økt andel tette flater og klimaendringene med større nedbørmengder og intensitet. Det bør vises i kommuneplanen og overordnet avløpsplan at overvann fra tak og overflater skal håndteres lokalt og ikke ledes til kommunalt avløpssystem. Retningslinjer for behandling av overvann i saksbehandling bør utarbeides. Fremmedvannplanen med strategier og tiltak følges opp i overordnet avløpsplan med handlingsplan. Den manglende planleggingen, tiltaksplan og krav til resultater gjør at kommunene ikke kan vurdere sin avløpsvirksomhet tilfredsstillende når det gjelder fremmedvann. Fylkesmannen har i brev av 22.12. 2001 og 11.04 2012 gitt kommunene råd i arbeidet med klimatilpasning og fremmedvann på avløpssektoren.

Avvik 3 Plan for fornyelse av avløpsnett

Avvik fra: Utslippstillatelse for kommunalt avløpsvann for Vanndal kommune med krav om politisk behandlet fornyelsesprogram. Frist 31.12.2017.

Det mangler et politisk behandlet fornyelsesprogram for avløpsnett. Planen skal vise fornyelsesomfanget, målrettingen av tiltak og fornyelsesbehovet. Det bør lages et kart som viser hvor etterslepet/risikoledningene er med hensyn på fornyelse. Ledningsnett

erlig forfall. Kommunen har hatt en svært lav fornyelsestakt de senere år og forvalter i dag sitt avløpsnett dårlig. Det er i KOSTRA-rapportering vist liten fornyelse (betydelig under landsgjennomsnittet) – til tross for at kommunen har mye gammelt separatsystem med betongledninger (ca. 40 % av avløpsnett

Avvik 4 Miljøriskovurdering

Avvik fra: Utslippstillatelse for kommunalt avløpsvann for Vanndal kommune, datert 1.1. 2016. Frist 31.12.2017.

Kommentarer: Det er viktig å identifisere og kjenne tilstanden i avløpssystem som ved sammenbrudd, flomutsatt eller øvrig risiko for ekstraordinært utslipp kan utgjøre en fare for skade på vannmiljø, infrastruktur m.m. Kommunen har utarbeidet en risikovurdering, men den har vesentlig mangler i forhold til utslippstillatelsens krav. Det mangler en klassifisering av risiko for avløpsledninger, overløp og på konsekvenser og risiko ved ekstrem vær. Handlingsplaner for risikoreduserende tiltak er ikke gjennomført. Sårbarheten for klimaendringer er spesielt stor på avløpssektoren. For å hindre at klimaendringer fører til økte skader for miljø og infrastruktur blir klimaendringer med økt nedbørmengder og intensitet viktig parameter i planlegging og handlinger fremover. Det skal vises hvorledes ulike nedbørintensiteter i prioriterte områder påvirker avløpssystemene og utslipp. I henhold til utslippstillatelsen skal alle overløpene risikoklassifiseres. For overløpene knyttet til pumpestasjoner må disse plasseres inn i en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) for å prioritere overløpene og tiltak innenfor klassifiseringen. Det utarbeides handlingsplaner for de overløpene som ikke er akseptable innen for eksempel 2021 som er en viktig målsetting i oppfølging av vannforskriften. En kartinndeling som viser de ”røde” overløpene (uakseptable) kan med fordel vises i hovedplanen.

Avvik 5 Beredskapsplan

Avvik fra: Utslippstillatelse for kommunalt avløpsvann, datert 1.1. 2016.

I henhold til utslippstillatelsen skulle en beredskapsplan foreligge samtidig med risiko og tiltaksvurderingen. Beredskapsplan mot akutt forurensning skal baseres på miljøriskovurderingen (ROS-analysen) og være tilpasset den miljørisiko som virksomheten til enhver tid representerer. Beredskapsplaner skal i utgangspunktet løpende oppdateres.

Avvik 6 Risikokartlegging av tilknyttede industribedrifter

Avvik fra: Utslippstillatelse for kommunalt avløpsvann, datert 1.1. 2016.

Kommunen skal ha en oppdatert oversikt over eksisterende virksomheter med påslipp til kommunalt ledningsnett og vurdere risiko og behov for vedtak om påslippskrav med hjemmel i forurensningsforskriftens § 15 A-4. Utarbeidelse av bestemmelser for forbehandling- og standardiserte søknadsskjemaer for påslipp til det kommunale avløpssystemet er en viktig del av kravet. Spesielt gjelder dette virksomheter med olje- og fettutslipp.

Det ble videre gitt 3 merknader:
Merknad 1: Årsrapporten for 2016 er ikke utfylt tilfredsstillende.
Merknad 2: Kommunens avvikssystem har ikke registrert oversittelse av frister.
Merknad 3: Renseresultatene på Vanndal avløpsrenseanlegg i 2016 er ikke tilfredsstillende.

V1.4 Vanndal kommunes arbeid i etterkant av tilsynet og kontrollrapporten

V1.4.1 Hovedplan avløp

Arbeidet med å utarbeide Hovedplan avløp startes opp i november 2017.

- Planen inneholder:
- Målformuleringer
 - Befolkningsprognose og vurdering av avløpsanleggenes kapasitet på kort og lengre sikt
 - Statusvurdering for avløpstjenestene
 - Måloppnåelse
 - Aksjonsplan
 - Risiko og sårbarhetsanalyse
 - Fremmedvannsanalyse

Under planarbeidet identifiseres følgende **hovedmål** for avløpshåndteringen:

- Effektiv håndtering av spillvann og overvann som ikke skaper helse- og miljøproblemer, skader eiendom eller medfører ulemper for innbyggerne.
- God miljøtilstand (tilnærmet naturtilstand) i vassdrag og grunnvann.

Følgende **hovedutfordringer** blir identifisert for den kommende planperioden (2018-2025):

- 1) Befolkningsvekst og fortetting
- 2) Klimaendringer
- 3) Fremmedvann
- 4) Fornyelsestakten
- 5) Krav i vannforskriften
- 6) Utslipp fra avløpshåndteringen

Følgende strategier bør iverksettes for å oppnå hovedmålene og møte utfordringene:

- 1) Legge til grunn forventet befolkningsvekst og klimaendringer i alle faser av kommunale planprosesser.
- 2) Rehabilitere/fornye avløpsnett i en takt som er bærekraftig (minst 1 % fornyelse pr. år), noe som vil bidra til å redusere andelen fremmedvann i avløpsnett.
- 3) Redusere utslippene knyttet til avløpshåndteringen ved opprydding i spredt avløp og tiltak på det kommunale avløpsnett.

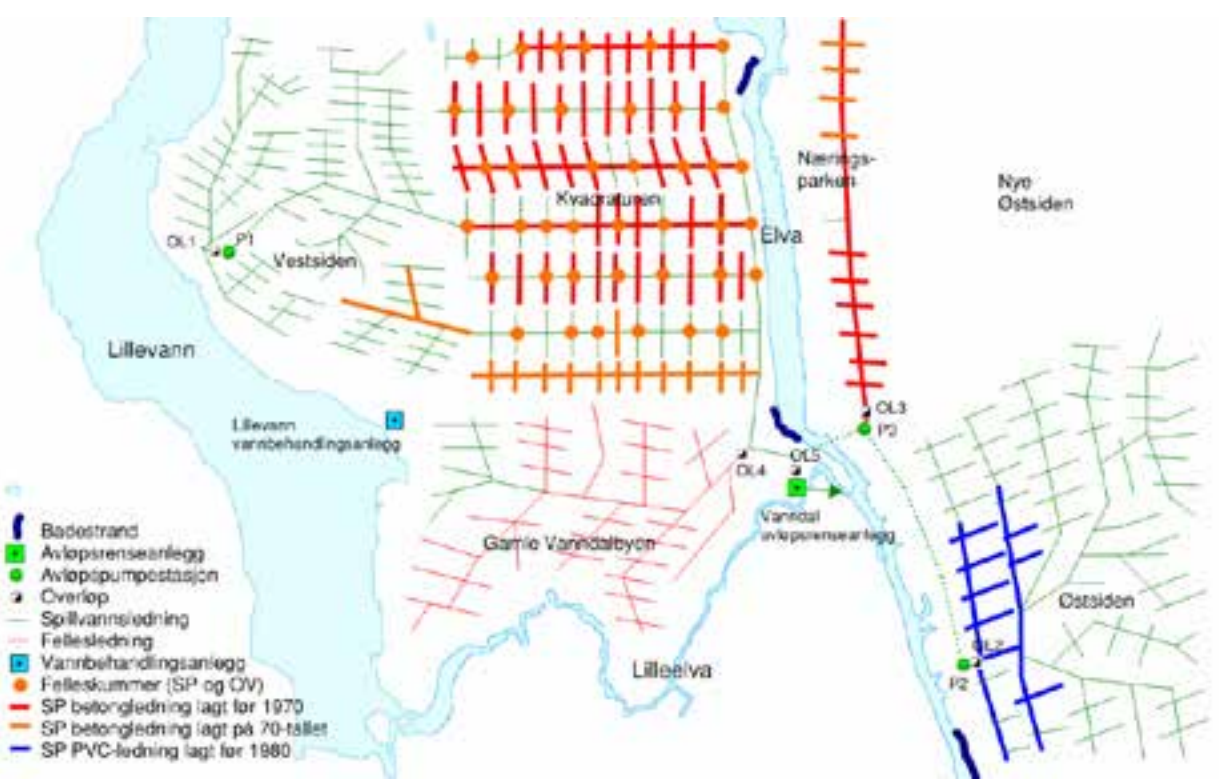
Man peker ut følgende satsningsområder for planperioden 2018-2025:

- 1) Heve kunnskapen om avløpsnett ved systematisk kartlegging.

- 2) Fornylestakten på ledningsnett økes. Måttet utskifting/rehabilitering av avløpsledninger, samt separering.
- 3) Reduksjon av fremmedvann på spillvannsnett.
- 4) Satse på god og forsvarlig drift av vann- og avløpsanleggene.
- 5) Øke fokuset på lokal overvannshåndtering og flomveier.
- 6) Opprydding i spredt avløp.

V1.4.2 Risiko- og sårbarhetsanalyse

I forbindelse med hovedplanarbeidet ble det gjennomført en ROS-analyse. Her ble det foretatt vurdering av risikoobjekter i Vanndalbyen med tanke på forurensing og badevannskvalitet.



Figur V1.4.2.1: Risikoobjekter i Vanndalbyen.

V1.4.3 Vannbalanse

I forbindelse med hovedplanarbeidet forsøker Vanndal kommune å utarbeide en vannbalanse. De innser at de mangler en del data for å kunne utarbeide en fullstendig balanse, og bestemmer seg for å gjennomføre kampanjemålinger på et senere tidspunkt, samt å vurdere den permanente instrumenteringen av avløpsnett.

Produsert vann (Q_{produser})

Utløp fra Lillevann vannverk og ut på drikkevannsnett måles. Målt produsert drikkevann er 1.752.000 m³/år. Antall abonnenter er 15.000. Hvis en legger til grunn et gjennomsnittlig døgnforbruk på 160 l/pe*døgn tilsier dette et totalt forbruk på 876.000 m³/år (27,8 l/s). Dette indikerer en lekkasjeandel på 50 %.

Forbruksvann (Q_{forbruk})

I Vanndal kommune har alle abonnenter vannmålere. Det registrerte totale forbruket i kommunen er 584.000 m³/år. Noe som tilsvarer et døgnforbruk på 160 l/pe*døgn. Lillevann vannverk leverer også vann til Oppstrømsbygda, totalt 5.000 pe. Her har de ikke vannmålere. Vannforbruket stipuleres til 292.000 m³/år, basert på et døgnforbruk på 160 l/pe*døgn.

Lekkasjevann (Q_{lekkasje})

Differansen mellom Q_{produsert} og Q_{forbruk} er 876.000 m³/år. Dette tilsvarer en lekkasjeandel på 50 %. Kommunen har pr. dags dato ikke data som kan skille mellom lekkasjevann til grunnvann (den delen av lekkasjevannet som lekker ut fra vannledningsnett og blir en del av grunnvannet) og lekkasjevann som belaster avløpsnett (den delen av lekkasjevannet som lekker ut fra vannledningsnett og deretter lekker inn på avløpsnett).

Spillvann fra forbruk (Q_{spillvann})

Spillvann fra forbruk settes lik forbruksvann (Q_{forbruk}): 876.000 m³/år (27,8 l/s).

Avløpsvann til rensing (Q_{rensing})

Målt avløpsvann til avløpsrenseanlegget er 2.190.000 m³/år. Beregnet mengde fremmedvann blir da 2.190.000 m³/år - 876.000 m³/år = 1.314.000 m³/år. Dette tilsvarer en andel fremmedvann på 60 %. Kommunen mangler gode måledata for overløpsmengder, men vet at det går til tider mye avløpsvann i overløp.

Overløp

Overløp	Status	Tiltak
OL1 Nødoverløp	Nødoverløp i pumpestasjon. Ingen registrert driftstid på dette overløpet forrige år. Resipient er drikkevannskilden Lillevann, og utslipp her er ikke akseptabelt. På grunn av den sårbare resipienten er det gjort flere tiltak i pumpestasjonen. Pumper vedlikeholdes og skiftes ut ofte. Det er etablert en ekstra buffertank i tilknytning stasjonen. Ledningsnett er lagt etter 1990, er i god stand og det er registrert svært fremmedvann.	Ingen tiltak påkrevet, men overløpet og pumpestasjonen har topp prioritet. Overvåkes ekstra nøye.
OL2 Nødoverløp	Nødoverløp i pumpestasjon. Ingen registrert driftstid på dette overløpet forrige år, men det er registrert overløp ved svært kraftige nedbørshendelser. Resipient er Elva og det er en badeplass lokalisert rett nedstrøms overløpet. Ledningsnett er hovedsakelig av nyere dato og i relativt god forfatning. Det er registrert noe fremmedvann til pumpestasjonen.	Ingen spesielle tiltak påkrevet.
OL3 Nødoverløp	Nødoverløp i pumpestasjon. En del registrert driftstid på dette overløpet. Fungerer mer som ett drift-/regnvannsoverløp. Resipient er Elva, med badeplass nedstrøms. Ledningsnett er fortrinnsvis eldre betongledninger lagt før 1970 uten pakninger. Pumpestasjonen tar også imot avløpsvann fra nabobygda Oppstrømsbygda og også her er det svært mye eldre ledningsnett. Pumpestasjonen blir derfor tilført ganske store mengder fremmedvann.	Tiltak er påkrevet på ledningsnett for å få ned andelen fremmedvann og dermed redusert overløpsdriften. Utbyggingsområdet Nye Østsiden vil bli tilført denne pumpestasjonen og det er viktig å få redusert tilførslene.
OL4 Driftsoverløp	Drifts-/regnvannsoverløp nedstrøms fellessystem. Hyppig overløpsdrift ved nedbør. Resipient er Elva, med badeplass nedstrøms. Ledningsnett er fortrinnsvis eldre fellessystem.	Fellessystemet bør separeres. Private stikkledninger må separeres samtidig.
OL5 Driftsoverløp	Drifts-/regnvannsoverløp ved innløp avløpsrenseanlegg. Hyppig overløpsdrift ved nedbør. Resipient er Elva, med badeplass nedstrøms. Årsaken til overløpsdriften antas å være store mengder fremmedvann fra sentrumsområdet Kvadraturen. Her er det mye eldre ledningsnett og en god del felleskummer.	Store deler av ledningsnett i Kvadraturen bør fornyes og felleskummer bør separeres.

Tabell V1.4.2.1: Vurdering av overløp.

I tillegg til overløpene ble følgende vurdert som risikoobjekter:

- Fellessystem
- Felleskummer
- Elvekryssing
- Betongledninger lagt før 1970

- Betongledninger lagt på 1970-tallet
- PVC-ledninger lagt før 1980

Det ble utarbeidet et oversiktskart som viser risikoobjektene.

Kommunen har ikke tilstrekkelig data til å kunne skille mellom de ulike kildene for fremmedvann:

Overvann tilført felles avløpsnett (Q_{overvann-felles})
Kommunen har ikke egne måledata fra området med fellessystem (Gamle Vanndalbyen). De bestemmer seg for å måle avrenningen fra dette området i forbindelse med en målekampanje.

Øvrig fremmedvann tilført avløpsnett (Q_{fremmedvann})
Kommunen vil skaffe seg større kunnskap om fremmedvann og innlekking via gjennomføring av en målekampanje og et eget prosjekt for å finne kilder til fremmedvann.

Lekkasjer og direkteutslipp fra avløpsnett (Q_{utlekk})
Kommunen mangler data for dette, men anser innlekking som et større problem enn utlekking. Man vet imidlertid at avløpsvann kan lekke begge veier via felleskummene i Kvadraturen ved kraftig nedbør.

Overløpsutslipp (Q_{overløp})
Kommunen registrerer driftstid ved alle kommunens offisielle overløp (men ikke i felleskummene), men mangler gode data for overløpsmengder.

V1.4.4 Plan for reduksjon av fremmedvann og overløpsutslipp
Vanndal kommune gjennomfører en målekampanje for å ha et sikrere grunnlag for å utarbeide en handlingsplan for å redusere andelen fremmedvann og dermed redusere overløpsutslippene. I fase 1 måles hovedavløpssonene. Målepunktene er vist i Figur V1.4.4.1.

Resultatene viser at avløpssone Kvadraturen har mye fremmedvann. Imidlertid er deler av Kvadraturen fornyet tidligere, i forbindelse med rehabilitering av vannledningsnett. Derfor igangsettes også fase 2 der en deler inn avløpssone Kvadraturen i delssoner og måler vannføring i hver delssone.

For hver målesone finner man antall pe og meter SP/AF-ledning.

Basert på antall pe kan en beregne teoretisk vannføring i tørrvær med to ulike metoder. Eksempel med antall pe 2.000:

Teoretisk døgnvannføring i tørrvær
 $2.000 \text{ pe} \times 160 \text{ l/pe} \cdot \text{døgn} = 320.000 \text{ l/døgn} = 320 \text{ m}^3/\text{døgn} = 3,7 \text{ l/s}$



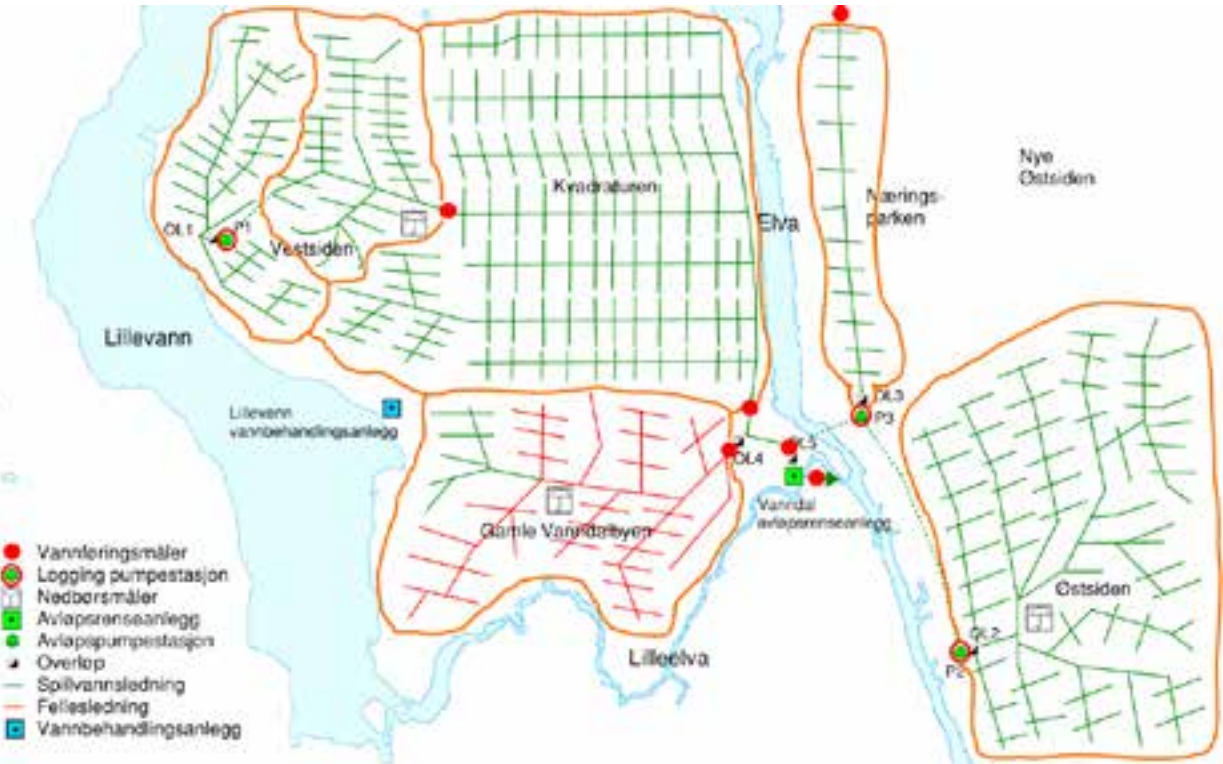
Figur V1.4.4.2: Målekampanje i Vanndalbyen fase 2.

Teoretisk nattvannføring i tørrvær
 $2.000 \text{ pe} \times 1 \text{ l/pe} \cdot \text{time} = 0,55 \text{ l/s}$
Ved å sammenlikne de to teoretiske verdiene med de målte verdiene kan man beregne den konstante innlekkingen i sonen. Man bør benytte begge metoder og forhåpentligvis vil ikke avviket mellom dem være for stort.

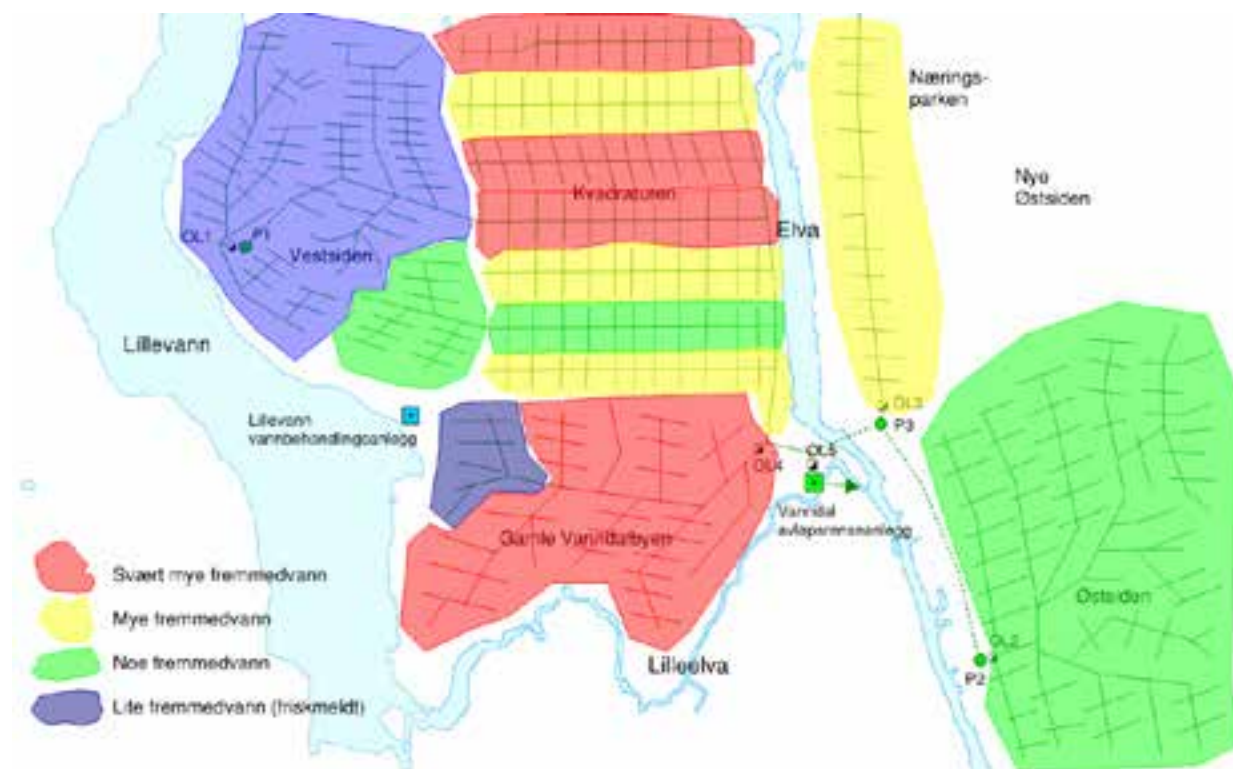
Tilsvarende kan en ved å sammenlikne vannføringen målt ved et nedbørstilfelle med vannføringen målt i tørrvær beregne hvor mye nedbøravhengig fremmedvann som blir tilført sonen ved et bestemt nedbørstilfelle. Deretter kan en beregne henholdsvis konstant innlekking og nedbøravhengig innlekking pr. lengdeenhet avløpsledning for å kunne sammenlikne innlekkningsgraden i de ulike avløpssonene. Resultatene settes opp i en tabell for å sammenlikne de ulike avløpssonene.

Avløpssone	Pe	Meter SP	Meter AF	Beregnet konstant innlekking (l/s)	Konstant innlekking pr. km AF/SP-ledning	Beregnet maksimal nedbør-avhengig innlekking ved nedbørstilfelle 10.9.2017 (l/s)	Nedbør-avhengig innlekking pr. km AF/SP-ledning
Kvadraturen	4000	10000	0	10	1.00	200	20
Gamle Vanndalbyen	1900	500	5000	5	0.91	300	55
Vestsiden	2000	9000	0	0.2	0.02	25	3
Østsiden	2000	9500	0	2	0.21	75	8
Næringsparken	100	1000	0	1	1.00	35	35
Oppstrøms	5000	10000	0	8	0.80	250	25

Tabell V1.4.4.1: Karakterisering av avløpssonene.



Figur V1.4.4.1: Målekampanje i Vanndalbyen fase 1.



Figur V1.4.4.3: Karakterisering av delsoner med hensyn til fremmedvann.

Basert på den gjennomførte målekampanjen utarbeides et kart som viser hvilke avløpssoner der det er målt størst andel fremmedvann. Kartet er vist i figur V1.4.4.3.

Parallelt med målekampanjen gjennomfører kommunen også andre aktiviteter:

- Rørinspeksjoner
- Feltundersøkelser og feilsøking
- Kildesporing
- Lekkasjesøk på drikkevannsnettet
- Utvidet resipientovervåkning

Basert på dataene fra målekampanjen og de andre aktivitetene, samt etter å ha harmonisert fornyelsesbehovet på avløpsnettet med fornyelsesplan for drikkevannsnettet, utarbeider kommunen en 5 års plan som innebærer at:

- 5 km spillvannsledning skal fornyes
- 5 km fellesledning skal separeres
- 40 felleskummer saneres/separeres
- Stikkledninger tas samtidig som de kommunale ledningene

Tiltakene er presentert i figur V1.4.4.4.

I tillegg oppretter Vanndal kommune dialog med nabokommunen Oppstrøms for å påvirke dem til å jobbe målrettet med reduksjon av fremmedvann. Måleresultatene og analysene viser at det kommer mye fremmedvann fra Oppstrøms.



Figur V1.4.4.4: Tiltakskart med hensyn til fremmedvann for Vanndalbyen.

Vedlegg 2 Tolking av måledata

Her vises noen eksempler på måledata og hvordan disse kan tolkes.

Ved detektering av fremmedvann/innlekking leter vi ofte etter både konstant innlekking og innlekking ved nedbør. Fremgangsmåten for å detektere disse to komponentene er forskjellig, da vi benytter oss av målinger i tørrvær for å detektere konstant innlekking og målinger ved nedbør for å detektere nedbøravhengig innlekking. Her vil vi vise eksempler på tolking av data for begge tilfellene.

Figur V2.1 viser vannføringsdata for tre tørrværsdøgn. Vi ser tydelig døgnvariasjonskurven, med lav vannføring om natten, en topp om morgenen når de fleste står opp, og så et jevnt forbruk ut over dagen, en liten topp ved leggetid, og så lavt forbruk igjen gjennom natten.

Angående nattforbruk så kan vi bruke følgende tommelfingerregel: Nattforbruk: 1 liter pr. person pr. time.

Dette tilsvarer at forventet forbruk/vannføring i et område med:

- 1.000 personer er 0,28 l/s
- 10.000 personer er 2,8 l/s
- 100.000 personer er 28 l/s

I figur V2.1 ser vi vannføringsdata fra et område med ca. 35.000 pe. Her skal da forventet vannføring om natten

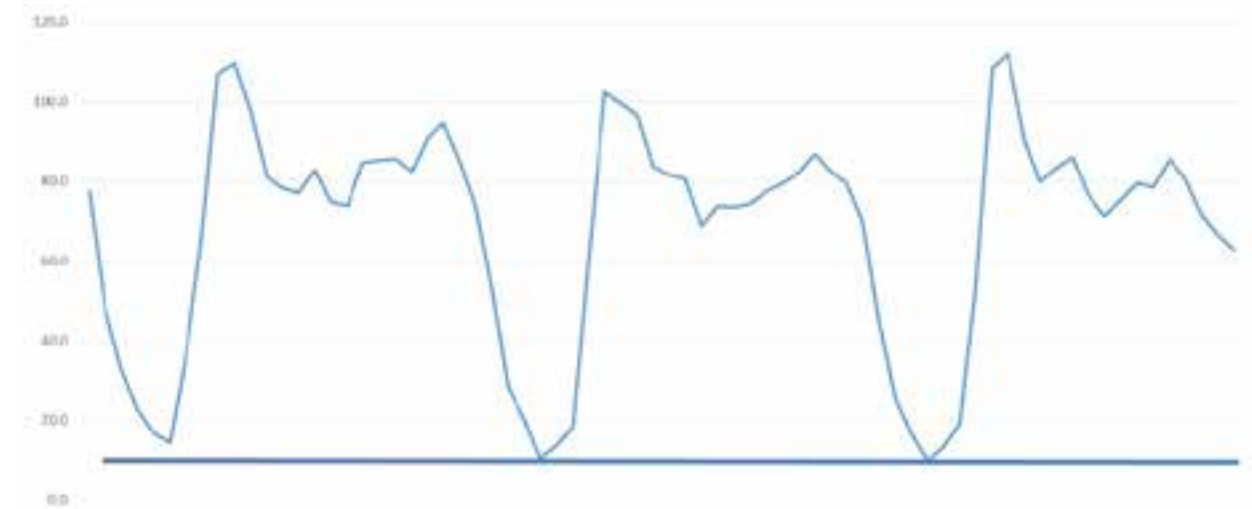
ligge på ca. 10 l/s. I realiteten måler vi nattvannføringen til ca. 60 l/s (den blå streken). Dette indikerer at differansen (i figuren alt under den røde streken), ca. 50 l/s, er fremmedvann i form av konstant innlekking, eller annet nattforbruk ut over det normale.

Figur V2.2 viser måledata for samme målepunkt uten fremmedvann i form av konstant innlekking. Her ser vi at nattvannføringen ligger på ca. 10 l/s som er det vi kan forvente ut fra antall pe i området.

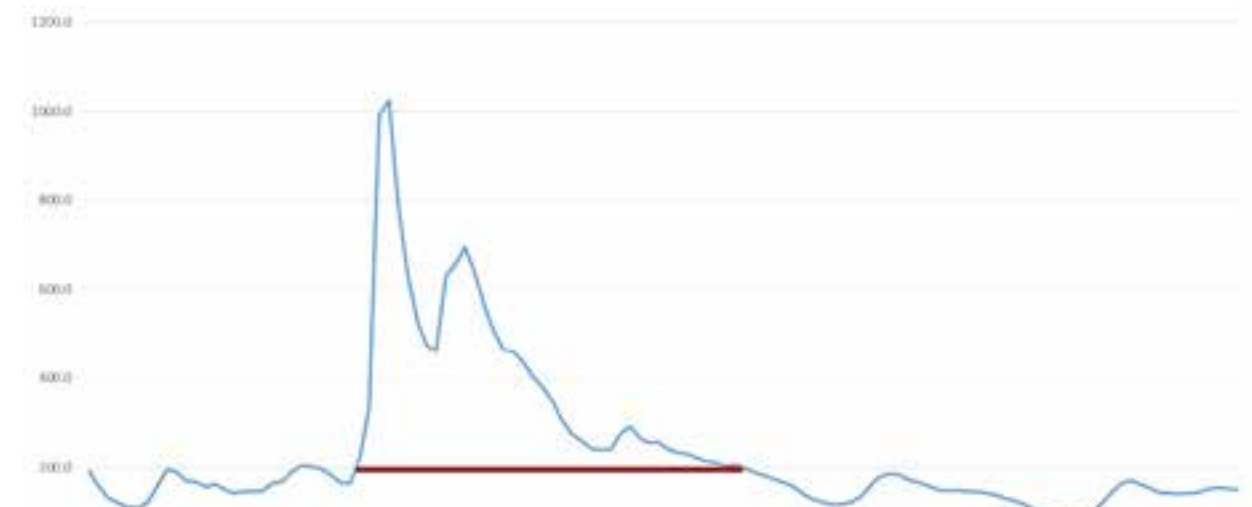
Eventuelt kan en regne ut forventet døgnforbruk sammenliknet med målt døgnforbruk. Den gjennomsnittlige døgnvannføringen i tørrvær måles/beregnes til 65 l/s. Dette stemmer bra med antall pe i området. 35.000 pe og et midlere forbruk på 160 l/s*døgn gir et døgnforbruk på 5.600.000 liter, eller 5.600 m³. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig vannføring på 64,6 l/s.

Begge metoder (nattforbruk og døgnforbruk) bør benyttes for å detektere konstant innlekking.

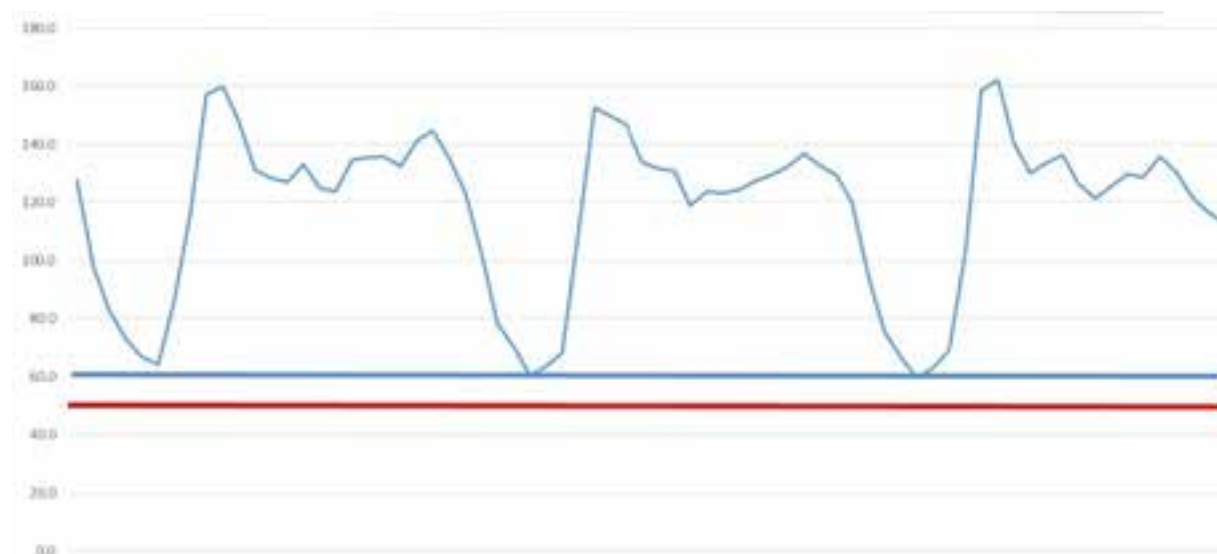
Figur V2.3 viser måledata fra samme målepunkt ved et nedbørstilfelle. Vi ser at ved dette nedbørstilfellet stiger vannføringen helt opp til over 1.000 l/s. Dette er da nedbøravhengig fremmedvann. I figur V3.2 er alt over den brune streken nedbøravhengig fremmedvann.



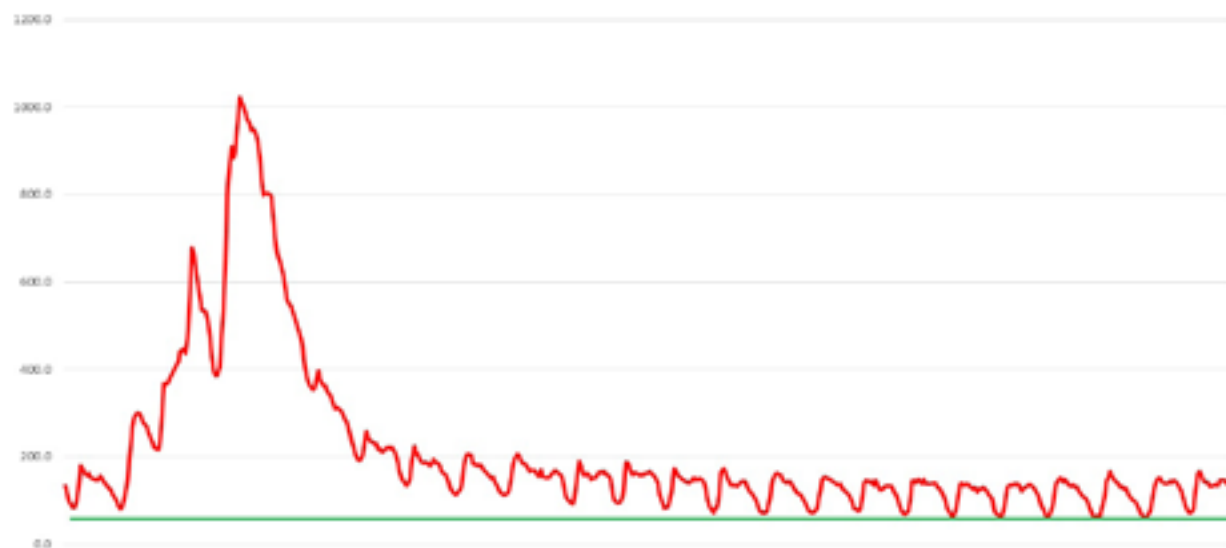
Figur V2.2: Måledata tørrvær.



Figur V2.3: Måledata nedbørstilfelle.



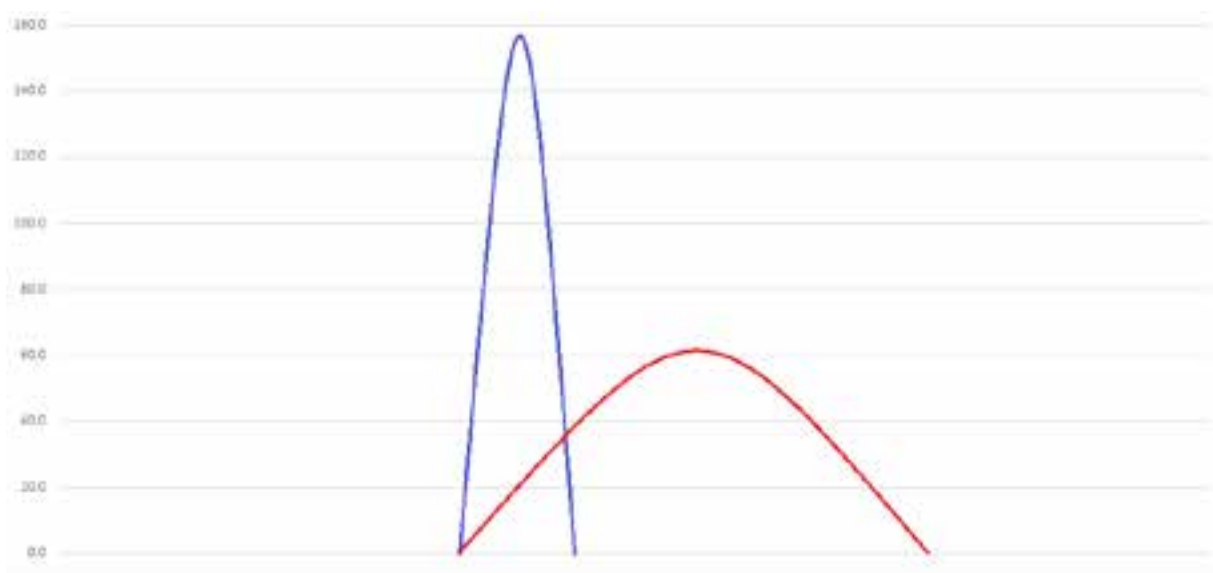
Figur V2.1: Måledata tørrvær.



Figur V2.4: Måledata kraftig nedbørshendelse med etterfølgende tørrværsperiode.

Det er verdt å merke seg at etter et kraftig nedbørstilfelle kan det gå lang tid før vannføringen/avrenningen fra et felt stabiliserer seg på et "normalt" tørrværsnivå igjen. I eksempelet vist i figur V2.4 ser vi at det tar ca. 14 døgn etter et kraftig nedbørstilfelle før vannføringen er nede på et tørrværsnivå (den grønne streken). Dette kan imidlertid variere kraftig fra felt til felt og avhenger selvfølgelig av hvor kraftig nedbørshendelsen er.

Figur V2.5 viser prinsipielt forskjellen på avrenning fra et urbant område med mye tette flater og et mer naturlig område med mye grønne flater. I et urbant område vil du få en rask respons og avrenning da mye av nedbøren vil renne av på overflaten (den blå kurven i figur V2.5). I et mer naturlig område vil responsen komme mye senere og avrenningen vil foregå over lengre tid (den røde kurven i figur V2.5). Avrenningstoppen blir derfor mye lavere, men den totale mengden vil være den samme.



Figur V2.5: Forskjell i avrenning fra et urbant felt og et naturlig felt.

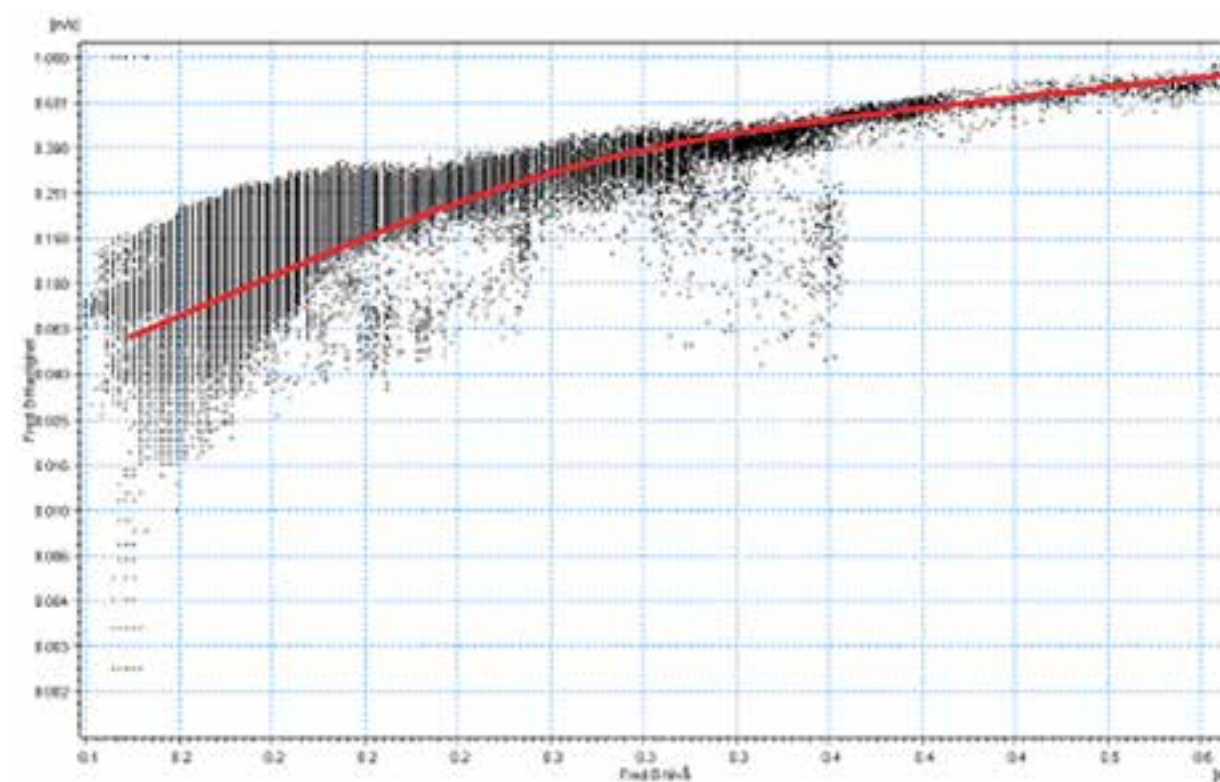
Vurdering av kvaliteten på vannføringsdata

For å vurdere kvaliteten på måledata fra såkalte v/h-målere, altså instrumenter som måler nivå og hastighet i rør/kanal og beregner vannføringen basert på disse dataene, kan en utføre en såkalt scattergraf analyse. Dette innebærer at man plotter alle måleverdiene i en graf. Nivådataene plottes på x-aksen og hastighetsdataene på y-aksen. Det vil ofte være visuelt bedre å plotte dataene i logaritmiske skalaer. Scattergrafer kan en f.eks. lage i Excel.

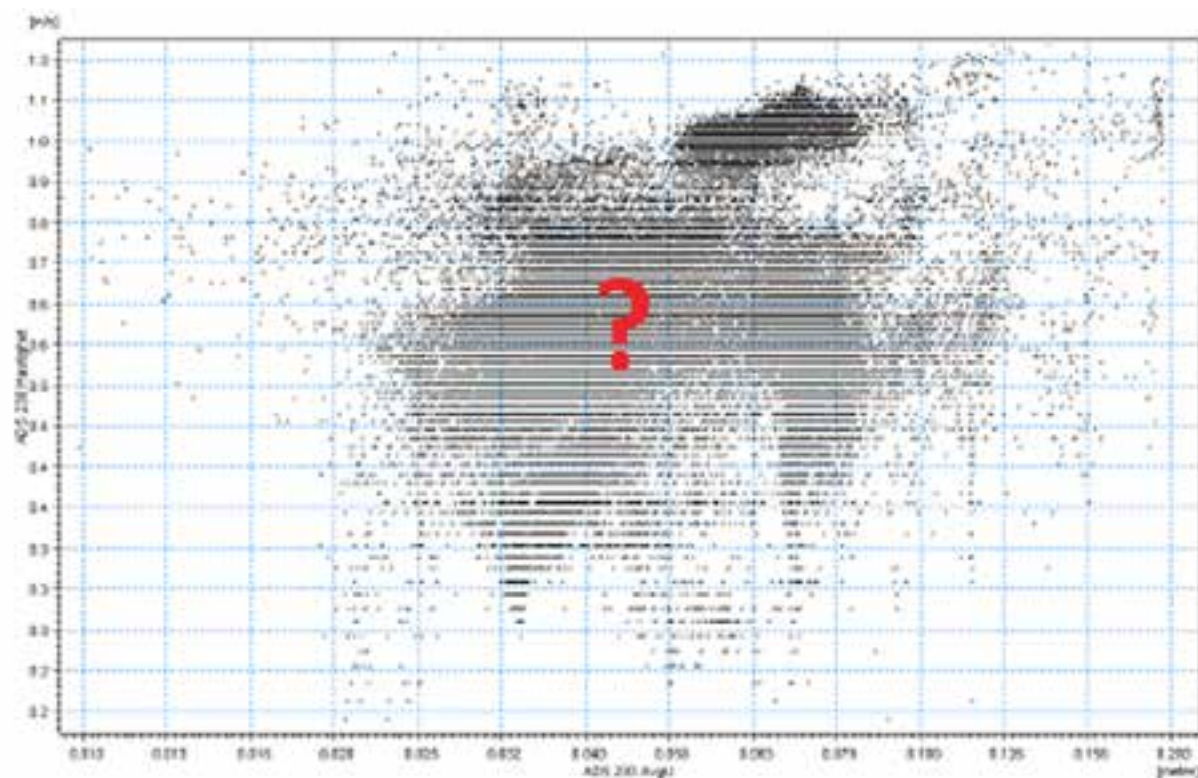
En scattergraf med forholdsvis gode måledata vil typisk se ut som figur V2.6. Når man plotter gode måledata vil

alle punktmålingene danne en tilnærmet linje som vist i figuren. Grunnen til dette er at nivået og hastigheten i et målepunkt ikke vil variere uavhengig av hverandre. Øker nivået vil også hastigheten øke, med mindre man har oppstuvning/tilbakeslag. Da vil en kunne se et knekkpunkt på kurven.

Vi ser på figuren at spredningen i data blir mindre ved høyere verdier. Dette er normalt og skyldes at usikkerheten i dataene blir mindre ved litt høyere nivåer/vannføringer. En målefeil på 5 mm utgjør forholdsvis mye ved et nivå på 2-3 cm, men mindre ved et nivå på 20-30 cm.



Figur V2.6: Scattergraf gode måledata.



Figur V2.7: Scattergraf mindre gode måledata.

Figur V.2.7 viser eksempel på mindre gode måledata. Vi ser at det er stor spredning i dataene og innser raskt at det er vanskelig å trekke en linje basert på disse dataene. Dette indikerer at disse måleresultatene bør tas med en klype salt og har begrenset bruksverdi.

TIDLIGERE UTGITTE RAPPORTER

2016	221	Smart ledningsfornylse – bruk av NoDig-metoder	B14	Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren – forprosjekt	137	Veiledning i bygging og drift av drikkevanns-basseng (Erstattet av 181/2011)		
	B21	Utvikling av studietilbud i bachelor i vann- og miljøteknikk	B13	Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.	136	Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?		
	B20	Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk	2009	172	Trykktap i avløpsnett	135	Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller	
	220	Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering		171	Erfaringer med lekkasjekontroll	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)	
	219	Eksempler på implementering av bærekraft i vannbransjen		170	Veileder til god desinfeksjonspraksis	B1	Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt	
	218	Vann til brannsløkking og sprinkleranlegg		169	Optimal desinfeksjonspraksis fase 2	C2	Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnettet	
217	Videreutvikling av beregningsmetodikk for gjenanskaffelsesverdi og investeringsbehov	168	Veiledning for dimensjonering av avløps-reneanlegg	2003	133	IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning		
2015	215	Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseiere	167		Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier	132	Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR	
	214	Forslag til ny sektorlov for vanntjenester	166		Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske reneanlegg	131	Effektivisering av avløpssektoren	
	213	Sikkerhetsstyring for vannbransjen	165		Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata	130	Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg	
	212	Veiledning for dimensjonering av vannbehandlingsanlegg	B12	Drikkevatn i media	129	Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger		
	211	Erfaringer med ozon-biofiltrering for behandling av drikkevann	2008	164	Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann	C1	Sårbarhet i vannforsyningen	
	210	Veiledning for praktisering av selvkost		163	Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag	2002	128	Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
209	Veiledning i mikrobiell barriere analyse	162		Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering	127		Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene – en samarbeidsmodell	
208	Sikring av kvalitet på ledningsanlegg	161		Helsemessig sikkert vannledningsnett	126		Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie	
207	Stikkledninger – ansvar og teknisk utforming	160	Driftserfaringer med membranfiltrering	125	Mal for forenklet VA-norm			
2014	206	Biostabilitet i drikkevannsnett	159	Håndbok i kildeporing i avløpssystemet	124	Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1		
	205	Bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene	158	Termoplastrør i Norge – før og nå	123	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter (Utgått)		
	204	Åpne flomveger i bebygde områder	B11	Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler	122	Prosessten ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner		
	203	Fra driftsassistanter til regionale vannassistanter	B10	Vannkilden som hygienisk barriere	121	Kjøkkenavfallskverner for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger		
	202	Microbial barrier analysis (MBA) – a guideline	B9	Utvikling av et system for sporreundersøkelser blant VA-kundene	120	Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001		
	201	Anskaffelser i vannbransjen	C6	I veien for hverandre – Samordning av rør og kabler i veigrunnen	2001	119	Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge. En kartlegging og sammenstilling	
200	Håndtering av overvann fra urbane veger	2007	157	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07		118	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR- teknikk (Erstattet av 138/04)	
199	Etablering av gode VA-løsninger i spredt bebyggelse		156	Veiledning for oljeutskilleranlegg		117	VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (Erstattet av 134/03)	
198	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam – Resultater fra undersøkelsen i 2012/13		155	Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren		116	Scenarier for VA-sektoren år 2010	
197	Avløpsanlegg Vurdering av risiko for ytre miljø		154	Norm for tagkoding i VA-anlegg	115	Pumping av avløpsslam. Pumpetyper, erfaringer og tips		
2013	196	Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportsystemer	153	Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren	114	Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann		
	195	Sikkerhet og sårbarhet i driftskontrollsystemer for VA-anlegg	152	Veiledning for anskaffelse av driftskontroll-systemer i VA-sektoren	113	Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrense-anlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp		
	B19	Varmepumper i drikkevannsforsyningssystem	151	Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)	112	Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp		
	B18	Kranvannets kokebok for kommunikasjon	150	Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger	2000	111	Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune	
	B17	Investeringsbehov i vann- og avløpssektoren	B8	Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren		110	Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg	
	2012	194	Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg	B7		Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring	109	Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen
193		Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem	2006	149		Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning	108	Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater
192		Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken		148	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakings-programmer for drikkevann	107	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave	
191		Rettigheter til uttak av vann til allmenn vannforsyning		147	Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann	106	Effektiv bruk av driftsinformasjon på rense-anlegg/mal for rapportering	
190		Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer		146	Bærekraftig vedlikehold. Betrakninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett	105	Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg	
188		Veiledning for drift av koaguleringsanlegg	B6	Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk	104	Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999		
C8	Omdømmeplattform og -strategi	B5	Utslipp fra bilvaskehaller	103	Returstrømmer i reneanlegg. Karakterisering og håndtering			
2011	187	Kommunal overtakelse av vannverk organisert som andelslag eller samvirkeforetak	B4	Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og statust. Forprosjekt.	102	Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg		
	186	Veiledning i omorganisering av andelsvannverk til samvirkeforetak	B3	Kvalitetshveing av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag	101	Status og strategi for VA-opplæringen		
	185	Fett i avløpsnett. Kartlegging og tiltaksforslag	C5	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – veiledning	100	Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester		
	184	Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde	C4	Effekter av bruk av matavfallskverner på ledningsnett, reneanlegg og avfallsbehandling	1999	99	Veiledning i dokumentasjon av utslipp	
	183	Veiledning om regulering av VA-tjenester til næringsmiddelindustri	2005	145		Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger	98	Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstiller kravene i revidert plan- og bygningslov
	182	Prøvetaking av avløpsvann og slam		144		Veiledning i overvannshåndtering (Erstattet av 162/08)	97	Slamforbrønning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV)
181	Veiledning i bygging og drift av drikkevanns-basseng	143		Kartlegging av mulig helseisiko for abonnenter berørt av trykkløs vannledning ved arbeid på ledningsnettet				
180	Fjernavlesning av vannmålere	142		NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet				
2010	179	Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp	B2	PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.				
	B16	Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren	C3	Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer				
	B15	Vannforskriftens økonomiske konsekvenser for kommunesektoren og avløpsanleggene	2004	141	Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp			
	C7	Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet		140	NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt			
	178	Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg		139	Erfaringar med kløring og UV-stråling av drikkevatn			
	177	Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status		138	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave			
176	Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene	2009						
175	Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan. E-læring og samlinger							
174	Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting							
173	Veiledning for bruk av støpejernsrør							



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