

Vannområde Øyeren

Veileder for avdekking av feil på avløpsnettet

**Påvisning av fremmedvann til og tap av
forurensning fra spillvannsnettet**

En veileder for planleggere og driftsoperatører



Forord

Overvåkning og tilstandskartlegging i Øyeren med sidevassdrag viser at det er påvirkning fra avløpsvann flere steder. Øyeren har stor verdi bl.a. som drikkevannskilde og friluftsområde, og man ønsker derfor å ta tak i dette ved å rydde opp i feil på avløpsnettet og slik redusere utilsiktede utslipp.

Denne veilederen er utarbeidet av Driftsassistansen på Romerike på oppdrag fra vannområde Øyeren og er en sammenstilling av informasjon fra relevant litteratur og erfaringer fra ulike bidragsytere. Den omhandler avdekking av feil på avløpsnettet som fører til fremmedvann og forurensningstap.

Formålet med veilederen er å gi anleggseiere en «verktøykasse» for dokumentasjon av tilstanden på avløpsnettet, slik at forvaltning av anleggene er best mulig, at en får aksept fra abonnenter og beslutningstakere for midler til nødvendige tiltak samt tilfredsstille krav til kontroll og dokumentasjon.

Målgruppen for veilederen er kommunalt ansatte som planlegger og gjennomfører feilsøking på avløpsnettet. Veilederen innledes med et eget kapittel for kartlegging, her er det fokus på nødvendige forberedelser før arbeidet igangsettes. I det videre er veilederen todelt, avhengig av den problemstillingen man jobber med; dvs. tap av forurensning (fra spillvann til overvann) eller fremmedvann i spillvann (innlekking og infiltrasjon).

Veilederen er utarbeidet i samarbeid med kommunene som er prosjektdeltakere i vannområde Øyeren. Andre bidragsytere har vært Skedsmo kommune, Asker kommune, Driftsassistansen i Østfold og Xepto AS. Det har vært arrangert arbeidsseminar hvor representanter fra hver kommune har vært tilstede og gitt innspill til utforming og metoder beskrevet her. Synspunkter, kunnskap og erfaringer som kom frem her har vært førende for formen på og innholdet i veilederen. Det forutsettes at veilederen utvikles videre ettersom man høster erfaringer fra bruken av den.

Veilederen er finansiert av vannområde Øyeren, Østfold fylkeskommune (vannregionmyndighet for vannregion Glomma) og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Takk til alle som har bidratt i prosjektet med nyttige innspill, informasjon og tilbakemeldinger.

Innhold

FORORD	2
INNLEDNING	5
1 KARTLEGGING	6
1.1 FORBEREDELSE	6
1.2 PREMISSE	6
1.2.1 Funksjonskrav	6
1.2.2 Kost/nytte	6
1.2.3 Forurensningsparametere	6
1.2.4 Samle data om eksisterende forhold	7
1.2.5 Driftsdata	7
1.2.6 Temakart	8
1.2.6.1 Oversiktskart	8
1.2.6.2 Avløpssonekart	8
1.2.6.3 Temakart - kummer	8
1.2.6.4 Temakart - ledningsmaterialer	9
1.2.6.5 Temakart - ledningsalder	9
1.2.6.6 Temakart - høydedata	9
1.2.6.7 Temakart - lavtliggende ledninger og kummer	9
1.2.6.8 Temakart - utslippspunkter	9
1.2.6.9 Temakart - hendelser	9
1.2.7 Tabeller og systemoversikt	9
1.3 ANBEFALINGER	10
1.3.1 Vannbalanse for spillvannsnett	10
1.3.1.1 Grunnlag for å bestemme mengde innlekking og infiltrasjon	10
1.3.1.2 Grunnlag for å bestemme mengde tap	10
1.3.1.3 Spillvannsnettets virkningsgrad	10
1.3.2 Instrumentering	11
1.4 STRATEGI FOR ARBEID MED FEILSØK	11
2 TAP AV FORURENSNING (FRA SPILLVANN TIL OVERVANN OG VASSDRAG)	11
2.1 GROVKARTLEGGING	12
2.1.1 Bruk av driftsdata	12
2.1.2 Vurdering av resipientovervåkning	12
2.1.3 Bekymringsmeldinger fra abonnenter	12
2.2 GROVSØK	12
2.2.1 Kuminspeksjon	12
2.2.2 Spillvannsfangst (fisking) i overvannskum	12
2.2.3 Kampanjemåling i bekk	13
2.2.4 Kontinuerlig vannkvalitetsmåling i bekk	13
2.3 FINKARTLEGGING	13
2.4 FINSØK	13
2.4.1 Kuminspeksjon	14
2.4.2 Spillvannsfangst (fisking) i OV-kum	14
2.4.3 Ammoniumkonsentrasjon	14
2.4.4 Vannføringsmålinger	14
2.4.5 Røyktesting	14
2.4.6 Sporstoff	15
2.4.7 Temperaturmålinger	16
2.4.8 Bakteriemålinger	16
2.4.9 DNA-test	17

2.4.10	Lekkasjeloggere -vannforsyningsnettet	17
2.4.11	Rørinspeksjon	17
2.4.12	Måling av utlekking -spyletest i spillvannsnettet	17
2.5	FRISKMELDING ETTER TILTAK	17
3	FREMMEDEVANN (FRA OVERVANN TIL SPILLVANN).....	17
3.1	GROVKARTLEGGING	18
3.1.1	Bruk av driftsdata	18
3.2	GROVSØK	18
3.2.1	Kuminspeksjon.....	18
3.2.2	Tilsetting av sporstoff i overvann og vassdrag	18
3.2.3	Boblesøking på neddykkede ledninger.....	18
3.2.4	Manuelle metoder for sporing av fremmedvann	19
3.2.5	Nivåmålinger i ledningsnett.....	20
3.2.6	Kontinuerlige mengdemålinger	20
3.2.7	Nedbørmålinger	21
3.3	FINKARTLEGGING	22
3.3.1	Velge områder for nærmere kartlegging.....	22
3.4	FINSØK	22
3.4.1	Systematisk inspeksjon av kummer.....	22
3.4.2	Vannføringsmålinger.....	22
3.4.3	Rørinspeksjon i spillvannsledninger	22
3.4.4	Søk etter fremmedvann fra private eiendommer	23
3.4.5	Røyktesting	23
3.4.6	Fosforkonsentrasjon	23
3.4.7	Ammoniumkonsentrasjon	23
3.4.8	Temperaturmålinger	23
3.4.8.1	Punktmåling i kum	23
3.4.8.2	Temperaturstreng i ledninger	23
3.4.9	Grunnvannsnivå.....	24
3.4.9.1	Manuell avlesing av grunnvannsnivå	24
3.4.9.2	Kontinuerlig logging av grunnvannsnivå	24
3.4.10	Målinger av utlekking fra OV-ledninger	24
3.5	FRISKMELDING ETTER TILTAK	24
4	VEDLEGGSLISTE	25
	Vedlegg A: Ordliste.....	25
	Vedlegg B: Litteratur- og referanseliste	25
	Vedlegg C: Kart og illustrasjoner	25
	Vedlegg D: Tilstandsregistrering av kummer	25
	Vedlegg E: Vannbalanse i avløpsnettet	25
	Vedlegg F: Beregning av fosforkonsentrasjon	25
	Vedlegg G: Sjekkliste for pumpestasjoner ved fremmedvannkartlegging	25
	Vedlegg H: Beregning av Antall PE og stoffbelastning	25
	Vedlegg I: Kost/nytte-vurdering	25
	Vedlegg J: Tolking av måledata.....	25
	Vedlegg K: Tiltak og friskmelding	25

Innledning

Forurensningstap og fremmedvann koster samfunnet store summer i form av drifts- og investeringskostnader ved håndtering av avløpsvann.

Tegn på problemer i avløpsnett kan være:

- Høyere vannmengde tilført renseanlegg og pumpestasjoner enn det antall tilknyttede abonnenter skulle tilsi.
- Kjelleroversvømmelser og overløpsdrift ved nedbør.
- Høyt strømforbruk til pumping og høye utgifter til vedlikehold av utstyr.
- Forurensning i vassdrag som kan ha sammenheng med spillvannsutslipp.
- Klager på lukt.
- Setningsskader, ledningskollaps og ledningskorrosjon.

Tap fra spillvannsnettet til overvannsnettet og direkte til vassdrag forurensrer vassdragene lokalt og videre nedstrøms. Dette kan gi algeoppblomstring og dårlig mikrobiologisk vannkvalitet, hhv. grunnet tilførsel av næringsstoffer og bakterier fra avløpsvannet. Økosystemer og brukerinteresser i vassdragene vil kunne bli berørt; f. eks. med utilfredsstillende badevannskvalitet, lukt og grumsete vann. Kapittel 2 i veilederen omhandler metoder for å avdekke tap fra spillvannsnettet.

Tap fra overvannsnett (og innlekking til spillvannsnettet) fortynner spillvannet og legger beslag på kapasitet i spillvannssystemet. Dette øker overløpsdrift, energiforbruk til pumping, kjemikalieforbruk i renseanlegg og kostnader ved slamhåndtering. Kapittel 3 i veilederen omhandler metoder for å avdekke dette.

Ulike feilsøkingsmetoder er i noen grad overlappende og kan benyttes for begge situasjonene. Da er det gjort krysshenvisninger mellom delkapitlene.

Spillvannsforurensning tilføres vassdrag fra punktutslipp (renseanlegg, overløp og feilkoblinger) og diffuse tap på ledningsnett.

Andre forurensningskilder enn spillvann er utslipp fra avfallsplasser, spredt bebyggelse, landbruksavrenning, industri o.l. Dette er utslipp fra samme befolkning og forurenser samme vassdrag. For eksempel er landbruksavrenning fremmedvann hvis det tilføres avløpsnett og kan inneholde de samme bakterier og næringsstoffer som avløpsvannet fra forbrukerne.

Kommunene i vannområde Øyeren har tilnærmet 100% separatsystem, men har likevel store utfordringer med fremmedvann og forurensningstap.

Feilsøking på kommunale avløpsnett bør prioriteres, for å

- Sikre og forbedre økologisk og kjemisk tilstand i Øyeren med sidevassdrag.
- Overholde krav i utslippstillatelser.
- Sikre avløpssystemenes funksjon på lang sikt.
- Sikre kostnadseffektivt bruk av gebyrmidler fra abonnentene på kort og lang sikt.

Reduksjon av feil kan være svært nyttig sett i et bærekraftperspektiv ved at energikostnader til pumping og rensing av avløpsvann kan spares, samt kjemikaliebruk, kostnader til slamhåndtering og slitasje på utstyr. Utslipp fra overløp og renseanlegg har også miljøkostnader, og potensielt store konsekvenser for vassdrag og nærmiljøet ellers.

Feilsøk bør arbeides med over tid for å oppnå resultater, der man avdekker feil, setter i verk tiltak og i etterkant av tiltaket friskmelder systemet. For eksempler på metoder for friskmelding, se Vedlegg K: Tiltak og friskmelding.

1 Kartlegging

1.1 Forberedelser

Som forberedelse til arbeidet med feilsøk på avløpsnett, er det viktig å samle inn data om eksisterende forhold.

I det følgende er det gitt noen forutsetninger og anbefalinger for arbeidet. Det er ikke en fasit. For eksempel er det essensielt å ha et godt ledningskartverk for å søke etter feil på ledningsnett, men informasjonsbehovet vil variere fra sted til sted.

Her følger noen overordnede anbefalinger, som man kan ha i bakhodet under feilsøkingarbeidet:

- Det kan ta tid før resultater synes, feilsøking bør være et langsiktig prosjekt der en gruppe personell arbeider fast med feilsøk over tid.
- Det bør settes opp mål og delmål for feilsøkingen.
- En bør ha oversikt over de dataene som er tilgjengelige.
- Feilsøking på SP- og OV-systemer samkjøres når det er hensiktsmessig og man kan lete etter innlekking og utlekking samtidig.
- Det bør utføres både grov- og finsøk i avgrensede områder slik at en kan anta at de viktigste feilene er avdekket før man går videre til et nytt område.
- Det som bør prioriteres først er «verstingene» (f.eks. en stor punktkilde til fremmedvann, som en bekk ført inn på SP-systemet) og feil som er enkle å rette opp.
- Ha et helhetsperspektiv når aktuelle tiltak skal vurderes. Er det nok med en lokal reparasjon eller er det full sanering av ledningsstrek som er best?
- God dokumentasjon og logging underveis er viktig; ta gjerne notater og bilder fra observasjoner og arbeid som utføres i felt.
- Effekt av tiltak bør kunne tallfestes, ved å sammenligne data for vannføring o.l. før og etter tiltak.

1.2 Premisser

1.2.1 Funksjonskrav

Feil på avløpsnett som fører til fremmedvann og utslipp bør ikke forårsake problemer for funksjonen til systemet og ikke føre til *betydelige* forurensningsutslipp.

Hva som er «for mye» feil vil først og fremst være avhengig av miljø, men også av økonomi og krav. Eksempelvis bør tiltak settes inn der kostnader for tiltak som reduserer fremmedvannmengder er lavere enn kostnadene og ulempene det forårsaker.

Fylkesmannen i Oslo og Akershus har satt som mål for kommunene at andelen fremmedvann ikke skal overstige 30% av det som tilføres renseanlegget totalt. En fremmedvannsandel over dette tilsier tiltak. En økonomisk analyse kan videre gi en pekepinn om hvilke fremmedvannmengder man bør sette inn tiltak mot. Å sikre hygienisk status for små resipienter har stor samfunnsnytte, og bør være det som er avgjørende.

1.2.2 Kost/nytte

Det kan utføres enkle kost/nytte-vurderinger ved feilsøk på avløpsnett, som en del av vurderingen av tiltak og omfang av tiltak. Dette kan benyttes ved oppstarten og underveis i arbeidet med feilsøk.

Kostnader for tiltaksgjennomføring sammenlignes med antatte innsparinger som følge av tiltaket.

Elementer i en kost/nytte-vurdering inkluderer (men er ikke begrenset til) drifts- og vedlikeholdskostnader, investerings- og anskaffelseskostnader, samt ikke-prissatte virkninger som miljøkostnader, risiko og sårbarhet.

Se vedlegg Vedlegg I: Kost/nytte- for eksempel.

1.2.3 Forurensningsparametere

De viktigste forurensningene i avløpsvann er organisk stoff, fosfor, nitrogen, tungmetaller og andre miljøgifter, samt mikroorganismer (bakterier, virus og parasitter).

Av disse bør fosfor og termotolerante koliforme bakterier (TKB/E.coli) benyttes som hovedparameter for forurensning, med ammonium som et supplement ved feltmålinger. Disse benyttes når man skal tallfeste forurensningstap fra spillvannsnett og påvirkning i resipienter.

TKB/E.coli indikerer fersk fekal forurensning. Samlebegrepet TKB omfatter ulike termotolerante bakterier, der E.coli er den største gruppen bakterier. For praktiske formål kan TKB og E.coli likestilles, da studier har dokumentert god korrelasjon mellom disse i parallelle vannprøver. TKB analyseres med metoden NS 4792. For direkte påvisning av E.coli brukes ISO 9308-2. Sistnevnte er en raskere og enklere metode.

For fosfor bør det analyseres både på totalfosfor (Tot-P) og løst filtrert fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$). Dette skyldes at vassdragene i vannområde Øyeren fra naturens side er leirpåvirket og derfor dominert av partikkelbundet fosfor (Tot-P). I vassdrag som ikke er påvirket av spillvann vil partikkelbundet fosfor dominere fullstendig. Analyse av løst filtrert fosfat inkluderes for å finne andel løst fosfat av total fosformengde, som en indikasjon på forurensning i vassdraget.

Ut fra fosforkonsentrasjon i spillvann kan en vha. forventet forurensningsproduksjon beregne fremmedvannsandelen i spillvannsnett, se Vedlegg F: Beregning av fosforkonsentrasjon.

Fosforanalyser gjøres i laboratorium for nøyaktig bestemmelse av konsentrasjon. Laboratorieundersøkelser kan imidlertid være tidkrevende. Som et supplement kan portable feltinstrumenter og -metoder benyttes. Feltinstrumenter har begrensninger mhp måleområde og -nøyaktighet men kan gi et raskt og indikativt svar på fosfornivå.

1.2.4 Samle data om eksisterende forhold

Arbeidet med feilsøk på avløpsnett starter med å samle sammen det man har av kunnskap om avløpssystemene, også det som ikke er nedskrevet tidligere. Det som mangler kan skaffes til veie siden. Eksempelvis bør det utarbeides ROS-analyse etter Norsk Vann Rapport 197/2013, dersom det ikke foreligger.

Eksisterende dokumentasjon som er utarbeidet i ulike sammenhenger er nyttig ved kartlegging av feil på avløpsnett, f.eks.:

- ROS-analyse for avløpsanleggene
- Rapporter fra rørinspeksjoner
- Kumkort
- Hovedplan, saneringsplaner, reguleringsplaner og VA-rammeplaner
- Kartfestede resultater fra resipient- og vannmiljøundersøkelser, med forurensningskilder.
- Hendelser på ledningsnett: Spyling tilstoppinger, overløp o.l. – både kartfestede og ikke kartfestede hendelser.
- Data fra driftsovervåkingssystem med tidsstempel og høy tidsoppløsning

1.2.5 Driftsdata

En viktig del av arbeidet med feilsøk er innsamling av de dataene man har. Underveis bør en vurdere i hvilken grad det trengs kvalitetsheving og supplering av data. Kvalitetsheving kan være å innføre mengdemåling i et overløp der det kun registreres driftstid.

Nyttige driftsdata ved søk etter feil på avløpsnett er bl.a.:

- Utslipp fra renseanlegg
 - Stoffmengder
 - Vannmengder
- Pumpedrift
 - Driftstid
 - Strømtrekk
 - Nivå
 - Overløpsmengder
 - Pumpet vannmengde
 - Innløpsmengde
- Overløp
 - Varighet
 - Avlastet vannmengde
- Nedbør

Man bør som minimum kunne se på strømtrekk til pumper og alarmer for når overløp trer i funksjon, for slik å få et inntrykk av vannmengder i ulike områder.

Registreringer knyttet til drikkevannsforsyning er også av interesse, særlig utlekking og levert

mengde hos abonnentene. Vann som lekker ut av drikkevannsledninger blir fort fremmedvann i utette avløpsledninger.

Data fra driftskontrollen bør ikke slettes eller aggregeres. Selv om registreringer i utgangspunktet er tenkt å benyttes i sikkerhets- og driftssammenheng, kan de komme til nytte i andre sammenhenger.

1.2.6 Temakart

Det viktigste grunnlaget for arbeid med feilsøk på avløpsnett er ledningskartverket. En kontinuerlig kvalitetsheving av informasjonen i ledningskartverket er en essensiell del av feilsøkingsarbeidet.

Temakart (illustrasjoner) basert på ledningskartverket er en effektiv måte å presentere informasjon på. Analyser av eksisterende VA-data presentert i kart kan synliggjøre utfordringer og avdekke kunnskapshull.

Ulike temakart som kan utarbeides, beskrives i det følgende. Som et minimum trengs inndeling i rensedistrikt og avløpssoner før oppstart av feilsøking på avløpsnett. Da har man grunnlag for å starte befaringer i riktige områder.

Eksempler på hvordan temakartene kan benyttes i planlegging av feilsøk:

- Synliggjøring av utslippspunkter fra overløp forenkler planlegging av prøvetaking i vassdrag.
- Illustrasjoner av ledningsalder og -materialer forenkler utvalgelse av områder for feilsøk.
- Hendelseshistorikk. Problemområder som peker seg ut undersøkes nærmere. Ved kuminspeksjon kan det avdekkes ledningsstrek som burde vært spylt, felleskummer for OV og SP med åpne renneløp o.l.
- Høyder på kummer og ledninger i nærhet av vassdrag synliggjør potensielle problempunkter for innlekking.

1.2.6.1 Oversiktskart

Oversiktskartet bør få fram følgende:

- Avgrensning av rensedistriktet
- Hovedledninger
- Utslippsledninger til resipient
- Driftsoverløp og nødoverløp
- Pumpestasjoner
- Renseanlegg
- Tilstand i vannforekomster
- Resultater fra resipientundersøkelser

Resultater fra tilstandsundersøkelser av vassdrag kan brukes til å si noe om tilstanden på avløpsnett. Særlig interessante data er TKB/E.coli, da høye verdier kan skyldes overløpsdrift, lekkasjer på avløpsnett og feilkoblinger.

1.2.6.2 Avløpssonekart

Hvert rensedistrikt deles inn i avløpssoner. Det kan hende det er naturlig å utarbeide to ulike avløpssonekart (SP-soner og OV-soner). Et skille mellom SP- og OV-soner vil også kunne gjelde for ulike temakart, dette vurderes i hvert tilfelle.

Avløpssoner avgrenses som tilførselsområde til en pumpestasjon, overløp eller annet naturlig samlepunkt (f.eks. en trykkum eller utslippspunkt for overvann).

En avløpssone skal være et område med ellers like forhold for ledningsnett og grunnforhold. Områder innenfor en definert avløpssone med for eksempel høy grunnvannstand, skilles ut i egne avløpssoner. I praksis starter man med grov soneinndeling i hovedavløpssoner, og detaljerer mer etter hvert.

Avløpssonekartene bør i tillegg til informasjonen i oversiktskartet få fram:

- Avgrensning av avløpssonen og navn
- Type avløpssystem (SP, AF, OV)
- Antall PE (spesifisert på innbyggere, institusjoner, næring og industri)
- Areal, urbaniseringsgrad og tette flater

For eksempel på temakart, se Vedlegg C: Kart og illustrasjoner.

1.2.6.3 Temakart - kummer

Med utgangspunkt i ledningskartverket utarbeides ett eller flere temakart for kummer,

med formål å være beslutningsstøtte ved prioritering av kumrehabilitering. To eksempler:

- Temakart som viser manglende kumkort.
- Temakart som illustrerer alle felleskummer for OV og SP med åpne renner, samt andre overløp i kummer

En tilstopping i SP-ledningen i en felleskum for SP og OV vil ikke nødvendigvis oppdages, siden spillvannet renner fritt over i OV-nettet. Derfor bør kartlegging av felleskummer prioriteres.

1.2.6.4 Temakart - ledningsmaterialer

Med utgangspunkt i ledningskartverket, utarbeides temakart som viser grupper av ledningsmaterialer. Inndelingen gjøres ut fra de mest brukte materialene, f.eks.:

- Betong
- PVC
- PE
- Asbestsement
- Andre materialer
- Ledninger som mangler materialdata

1.2.6.5 Temakart - ledningsalder

Med utgangspunkt i ledningskartverket, grupperes ledninger etter alder, f.eks. tiårsintervaller.

Sammen med temakart for ledningsmaterialer gir dette grunnlag for vurdering av ledningsnettets kvalitet og sannsynlighet for utett nett. Kunnskap om ledningsmaterialer og tidligere anleggspraksis benyttes for å vurdere om nettet kan være utett. Førstegenerasjons plastrør kan ofte ha sprekkdannelser, og eldre betongrør har gjerne utette og manglende pakninger. Se karteksempel i Vedlegg C: Kart og illustrasjoner.

1.2.6.6 Temakart - høydedata

Ut fra ledningskartverket identifiseres det hvor ledninger og kummer mangler høydedata. Høydedata er grunnlag for å identifisere ledninger der det kan være innlekking grunnet høyt grunnvannsnivå, samt for hydrauliske analyser.

Én illustrasjon for kummer, én for ledninger og én for hele anlegget kan være hensiktsmessig.

1.2.6.7 Temakart - lavtliggende ledninger og kummer

Med utgangspunkt i ledningskartverket utarbeides temakart som synliggjør komponenter som kan være under grunnvannsspeilet, f.eks. rør nær bekker, myrer og vann. Dette for å konsentrere søk etter konstant innlekking. I et slikt temakart kan det være nyttig å inkludere informasjon om grunnforhold.

1.2.6.8 Temakart - utslippspunkter

Utslippspunkter som kan registreres i et kart er overløp og overvannsutløp. Overløp kan illustreres med tilhørende målte mengder eller med en ROS-kategori, eventuelt antall driftstimer hvis bare det foreligger. Dersom det er registrert hendelser med lukt eller algeoppblomstring i resipienter uten at det har vært iverksatt tiltak, undersøkes dette nærmere. Temakartet vil også være grunnlag for utvelgelse av punkter til prøvetaking i resipienter.

1.2.6.9 Temakart - hendelser

Kartfestede hendelser illustreres:

- Utførte rørinspeksjoner med tilstandsresultat
- Tilstoppinger
- Avdekking og fjerning av rotinntrengning
- Ledningsstrekk der det er utført spyling eller gjentagende spyling
- Ledningsstrekk der det er anbefalt spyling som gjenstår
- Kjelleroversvømmelser
- Overløp

Også feil som avdekkede feilkoblinger og lekkasjer/rørbrudd i drikkevannsnett bør registreres i samme temakart.. All hendelseshistorikk bør tas vare på, slik at man kan avdekke gjentakelser og systematikk.

1.2.7 Tabeller og systemoversikt

Avløpssonekart kan med fordel ha tilhørende tabeller for å holde oversikt over informasjon.

Ved kartlegging av avløpssoner kan f.eks. antall PE (bosatte, offentlig virksomhet og industri), areal, tette flater, utslipp, overløpsmengde og -tid settes inn i en tabell.

Det kan være nyttig å lage en systemoversikt av avløpssoneinndelingen, som viser:

- Avløpsnettets oppbygning og funksjon,
- Sammenheng mellom soner
- Antall PE ført til overløp og pumpestasjoner.

1.3 Anbefalinger

Dette kapitlet beskriver noen steg som ikke er utslagsgivende for å kunne gå i gang med feilsøkingprosessen, men som bør utføres før eller senere.

1.3.1 Vannbalanse for spillvannsnett

Formålet med å sette opp en vannbalanse er todelt: Det er et nyttig «verktøy» i arbeidet med feilsøk på avløpsnett, samt at det stilles krav til dette i utslippstillatelser for avløpsanlegg.

Vannbalansen benyttes til å vurdere mengder innlekking/infiltrasjon og forurensningstap, for å kunne prioritere problemløsning. Det kan snarere sees på som et delresultat av arbeidet med feilsøk (grovsøk), enn en forutsetning for å komme i gang.

For oppsett av vannbalanse trengs grunnlag for tallfesting av innlekking og infiltrasjon, samt grunnlag for tallfesting av mengde utlekking.

Se Vedlegg E: Vannbalanse i avløpsnett for eksempel. En vannbalanse settes opp på rensedistriksnivå og deretter avløpssonenivå.

1.3.1.1 Grunnlag for å bestemme mengde innlekking og infiltrasjon

- *Utlekkende drikkevann:* Data fra sonemålere i vannforsyningssystemet (for lekkasjemengder og lokalisering av problemområder).
- *Grunnvannsinnelekking:* Peilestasjoner for grunnvann (for lokalisering av og mengdevurdering av innlekking ved høy grunnvannsstand)

- *Innlekkende overvann (fra regn og snøsmelting):* Pumpedata (mengder, driftstid) og overløpsregistreringer.
- *Vann fra elver og bekker som lekker til ledningsnett eller er koblet direkte til avløpsnett:* For å tallfeste mengder, kan det brukes nivåmåler i bekken (for å se om vannnivået tidvis er over rørnivå i nærheten) og se på pumpedata og overløpsregistreringer for tilsvarende periode.

1.3.1.2 Grunnlag for å bestemme mengde tap

Tap via overløp: Mange steder baseres overløpsregistrering på tid (vippe, kontaktstav), noe som ikke gir så gode data.

Vannføringsmålinger i overløpet anbefales. En åpen renne i felles SP- og OV-kum er også et overløp.

Mengde forurensningsutslipp via overløp kan finnes ved kontinuerlige vannføringsmålinger i overløpet og samtidig måling av forurensningsmengde med automatisk vannprøvetaker. Det finnes også diagrammetoder for beregning av tapt forurensningsmengde (Norsk Vann-rapport 99/1999)

Kalibrerte hydrauliske modeller kan også brukes for å beregne driftstid og mengde for overløp.

Tap fra spillvannsledninger: Utlekking via utette ledninger eller feilkoblinger kan være vanskelig å tallfeste. En prøve i tilhørende OV-nett som analyseres for TKB/E.coli eller ammonium kan gi svar på om det lekker spillvann til OV-nettet. Spillvannstap via feilkoblinger er også tap som er vanskelig å tallfeste. Det undersøkes med kildeopsporing.

1.3.1.3 Spillvannsnettets virkningsgrad

Beregning av virkningsgrad (hvor stor del av avløpsvann som når fram til renseanlegget) krever måling og beregning av produsert forurensning, utslipp via overløp samt andre forurensningsutslipp.

Dersom man analyserer for fosfor i spillvannsnett (se Vedlegg F: Beregning av fosforkonsentrasjon), kan dette sammenlignes

med innløpskonsentrasjonen til renseanlegget. Dette gir en pekepinn på fremmedvannmengde i avløpssonen sammenlignet med andre soner.

1.3.2 Instrumentering

En viss grad av permanent instrumentering anbefales som grunnlag for arbeid med feilsøk, vannbalanse og tiltaksplanlegging. Det er hensiktsmessig å plassere ut måleutstyr midlertidig før det vurderes permanent installering. Følgende er anbefalt nivå:

- Måling av avløpsmengder ut fra rensedistrikt.
- Måling av avløpsmengder inn til renseanlegg.
- Måling av vannmengder ved overløp (eller minimum driftstid ved de mindre overløpene).
- Måling av samlet avløpsmengde i viktige avløpssoner.
- Måling av avløpsmengder i større pumpestasjoner.
- Måling av nedbør.

1.4 Strategi for arbeid med feilsøk

En stegvis tilnærming er ofte mest hensiktsmessige. Etter kunnskapsinnhenting og kartlegging gjennomføres grovsøk for å identifisere de mest problematiske områdene. Deretter konsentreres søkene i disse områdene (finsøk).

For hver avløpssone starter man med hovedledninger langt nede i avløpssonen. I avgreninger der feil avdekkes (fremmedvann eller tap), beveger man seg oppover i sonen. Man kombinerer gjerne kvantitative metoder (måling av vannføring og stoffkonsentrasjon) og kvalitative metoder (lokalisering av tap og kilder).

Man kan se på utlekking og innlekking som to sider av samme sak. Der man har mye fremmedvann har man gjerne også mye forurensningstap og omvendt.

Etter at tiltak er iverksatt vurderes virkning av tiltaket, og en kan evt. friskmelde systemet.

2 Tap av forurensning (fra spillvann til overvann og vassdrag)

Feil på SP-nettet gir tap av forurensning til OV-system og vassdrag. Dette skjer ved følgende situasjoner:

- *Feilkoblinger:* (stikk-)ledninger for spillvann tilkoblet overvannsnettet og omvendt. Feilkoblinger av overvann til SP-nettet tar kapasitet og kan gi økte overløpsutslipp.
- *Overløp:* Avlastning fra SP-nettet til overvann eller resipient, for å hindre oppstuvning. Årsaker til avlastningsbehov er innlekking og infiltrasjon, feilkoblinger eller underdimensjonering.
- *Utlekking og innlekking/infiltrasjon:* Utette ledninger, kummer og skjøter i SP- og OV-system. Forurensning lekker ut av SP-systemet inn i OV-systemet.

Feilsøksmetoder og tiltak for oppretting er avhengig av det problemet man har. Metoder for å avdekke de ulike feilene går gjennom i det følgende.



Figur 1: Spillvannspåvirket bekk i kulvert ved utløp til sjø. Foto: Norconsult

2.1 Grovkartlegging

For å avgrense området for et grovsøk bør man i forkant samle eksisterende data som er tilgjengelig.

2.1.1 Bruk av driftsdata

For overløp i pumpestasjoner trenger man driftstid og mengde med tidsstempel. Dette for å sammenligne med nedbørdata og anslå både fremmedvannmengder og forurensningstap. Se også kapittel 3.1.1

Ved analyse av pumpedata, ser man om det er data som mangler for å kunne vurdere det man ønsker og får dette på plass i driftsovervåkingen, v.h.a. nødvendige måleinstallasjoner og loggere.

Med grunnlag i temakart (jf kap. 1.2.6) med oversikt over alle overløp, vurderes det om det skal måles nivå og mengde i tillegg til driftstid i overløp og om forurensing via overløpene skal dokumenteres.

Dersom det ofte registreres overløp, tapes potensielt mye forurensning til resipient, og det bør prioriteres å ta vannprøver i resipienten ved det aktuelle overløpet.

2.1.2 Vurdering av resipientovervåking

Der det foreligger tilstandsvurdering av vassdrag, benyttes dette til å kartlegge områder med utslipp fra spillvann til resipient. Nærliggende pumpestasjoner og overløp kan da brukes til å finne problemområder. Se kapittel 1.2.6.8.

2.1.3 Bekymringsmeldinger fra abonnenter

Meldinger om lukt, algeoppblomstring e.l. som kan skyldes forurensning fra spillvann bør undersøkes. Nærliggende pumpestasjoner, overløp og overvannsystemer kartlegges.

2.2 Grovsøk

Gode metoder for grovsøk er kuminspeksjon, registrering av forurensning i vassdrag og måling av stoffkonsentrasjon på utvalgte punkt (overvannsutslipp til bekk, pumpestasjoner og renseanlegg).

2.2.1 Kuminspeksjon

Ved mistanke om forurensning fra spillvannsnett, er det hensiktsmessig å starte med observasjoner i kummer på hovedledninger langt nede i en avløpssone. Inspeksjonen bør utføres ved ulike værforhold, og dokumenteres med bilder og evt. registreringsskjema, se eksempel i Vedlegg D: Tilstandsregistrering av kummer. Ting man kan se etter i OV-kummer er fettbelegg, avløpssøppel (papirrester, bomullspinner, partikler m.m.) og kjenne etter lukt.

OV- SP- og vannkummer inspiseres samtidig for effektiv kartlegging.

Se også kapittel 3.2.1.

2.2.2 Spillvannsfangst (fisking) i overvannskum





Figur 2: Fisking i overvannsnett. Foto: Norconsult

I en overvannskum kan man legge ned hønsenetting som fanger opp partikler i vannet. Det anbefales å surre hønsenettingen rundt en stein som så legges midt i rennen. For å unngå å miste utstyret, knyttes et tau rundt steinen. Tauet festes i kumstige, i en krok i kumveggen, eller ved å snurre tauet rundt en pinne som legges oppå kumlokket med tauet ført gjennom spethullet.

Partikler som matrester eller toalettpapir er en god indikasjon på at det er spillvannstilførsel til OV-ledningen. Fiskeutstyret bør ligge i lengre tid før man konkluderer endelig, da både OV- og SP-tilførsel vil variere over året. Det er viktig med tett oppfølging for å unngå oppstuvning.

2.2.3 Kampanjemåling i bekk

Regelmessig prøvetaking i bekker i nærheten av overvannsutslipp kan avdekke spillvann som føres til overvannsnettet. Prøver bør analyseres for E.coli/TKB og fosfor. Prøveprogrammet utformes ved å vurdere hvor stasjonene skal ligge, antall, hva som skal måles ved hver stasjon og hvor ofte det skal måles.

Anbefaling:

- Vassdrags (f.eks. en bekk) velges ut fra resultater i vannmiljøundersøkelser (der forurensning som kan stamme fra spillvann er avdekket)
- Det tas prøve ved overvannsutslipp, enten utløpsrør til bekk eller i kum så nær utslippet som mulig.

- 10-20 prøver er vanligvis overkommelig på en formiddag, avhengig av hvor lang bekken er og hvor enkel tilkomst til prøvepunkter er.
- To personer tar prøvene (HMS, arbeid ved kum, i vei og i vassdrag)
- Prøvene leveres til laboratorium samme dag for analyser.
- Kampanjen utføres 1 gang pr. mnd.
- Prøvene tas medstrøms
- Prøvene tas over lang tid (gjærne år), for å kunne følge trender og fange opp evt. endringer – for eksempel om utførte tiltak har hatt effekt.
- Prøvene tas i tørrvær. Dersom det da er for lite vann til å få tatt ut prøver, kan de tas like etter en langvarig nedbørperiode, lenge nok etter til at vannføringen har gått ned noe. Dette gjelder primært i større OV-ledninger, der vannivå blir veldig lavt ved liten vannføring. Prøvene bør ikke tas like etter en kraftig, kortvarig nedbørhendelse med forutgående tørrvær, dette for å unngå «first flush»-effekter, som kan gi falske høye forurensningsnivåer.

2.2.4 Kontinuerlig vannkvalitetsmåling i bekk

Her gjelder samme forutsetninger som i avsnittet over, men med måleutstyr som registrerer vannkvaliteten kontinuerlig, gjerne plassert ved utslipp av overvann eller overløp der det er registrert dårlig vannkvalitet. Det benyttes vannkvalitetslogger som kan måle flere parametere, f.eks. pH, konduktivitet og temperatur.

2.3 Finkartlegging

Det utarbeides en teknisk rapport med resultater fra grovsøkene. Dette blir grunnlag for prioritering av finsøk.

2.4 Finsøk

Der det i grovsøkfasen ble avdekket forurensning, utføres det detaljerte søk for *lokalisering* av feilene og *identifisering* av ulike kilder.

Alle metoder har sine fordeler og ulemper, og kan med fordel kombineres. Eksempelvis kan utfordringer med fargestoffer være at det ikke alltid gir en endelig konklusjon ang. feilkobling og at det kan være tidkrevende å få tilgang til private sanitærinstallasjoner for fargetesting.

2.4.1 Kuminspeksjon

Tilsvarende som i kapittel 2.2.1, men i et mindre geografisk område og tettere (flere kummer pr. areal).

2.4.2 Spillvannsfangst (fisking) i OV-kum.

Se kapittel 2.2.2 under grovsøk for beskrivelse av denne metoden. De grenene på OV-nettet der man får fangst undersøkes nærmere ved å flytte fiskeutstyret oppover i systemet.

2.4.3 Ammoniumkonsentrasjon

Måling av ammonium (NH_4) i overvann gir en rask indikasjon på om overvannet er forurensset av spillvann. Et håndholdt instrument benyttes, der man henter ut en vannprøve fra en kum, overfører vannet til et lite prøveglass og tilsetter reagens før prøven settes inn i instrumentet. Analysetiden er typisk et minutt.

Ammoniumstest utføres ved forgreninger på OV-ledningsnett, for å snevre inn søket etter forurensningskilden. Det kan imidlertid være nødvendig å komme tilbake flere ganger i ulike værtypen og gjøre testen, særlig dersom målet er å friskmelde en OV-ledning.

2.4.4 Vannføringsmålinger

Øyeblikkmålinger for å anslå vannføring kan utføres med målestav med propell eller posemetode. Eventuelt kan man måle vanndybden og samtidig anslå hastigheten visuelt for slik å estimere vannføringen. Se kapittel 3.2.4.

Er det lav vannføring i OV-ledningen og samtidig svært høy vannføring i parallell SP-ledning under en regnbyge, kan man anta feilkoblinger. Kontinuerlige vannføringsmålinger er mer aktuelt i SP-nett.

2.4.5 Røyktesting

For å finne feilkoblinger og lekkasjer kan man utløse en røykpatron i en avgrenset del av ledningssystemet. Ved å skape overtrykk i det røykfylte ledningsvolumet vil koblinger av taknedløp, veisluk ol. til spillvannet avsløres. Dersom ledningen bare er dekket av jord (permeable masser) kan man også se hvor det er sprekker og utette skjøter, ved at røyken siver opp gjennom jorden fra ledningen.

Røyktesting passer best i mindre områder, som et borettslag e.l. Beboere varsles og informeres om hva arbeidet innebærer i et brev.



Figur 3: Røykmaskin som brukes for røyktesting



Figur 4: Røyk som siver opp fra bakken og sluk grunnet lekkasje i rør og feilkoblinger. (Foto: Porsgrunn kommune)

Anbefalinger:

- Alarmsentralen varsles ved oppstart, røyken utløser brannvarslere og kan forårsake utrykning fra brannvesenet.
- Ledning i oppstrøms og nedstrøms ende av området som skal røyktestes tettes igjen med ballong e.l.
- Det velges et tidspunkt med lav vannføring
- Det er ikke nødvendig å tette ledningen i separatsystem. Det kan brukes en vifte for å skape overtrykk.
- I område med felleskummer tettes det etter behov for å skille SP- og OV-ledninger.
- Sjekk ledninger i området rundt for å se etter overslag, dvs. om røyken har kommet over i begge ledninger (kan skape falske utslag).
- Se etter røyk som kommer ut fra pipehatter, takrenner, langs grunnmur, avløpskummer og sluk, evt. fra terrenget over en ledning.
- Husk at en del boliger kan ha samleikum for overvannet med dykket utløp, dette vil hindre røyken i å gi utslag. Disse bør fargetestes for å avdekke ev. feilkobling.
- En bør ha nok personell til stede til å se etter røyk alle steder der den kan tenkes å sive ut og dokumentere dette. I tillegg bør en ha kapasitet til å informere forbipasserende og berørte abonnenter underveis.

2.4.6 Sporstoff

I separatsystem kan feilkoblinger avdekkes ved tilsetning av fargestoff.

Fargestoffet tilsettes i SP-ledninger eller i sanitærinstallasjoner i bygninger og det

observeres hvor det havner. Det kan variere mye hvor lang tid det tar før fargen kommer.

Rekkefølge ved tilsetning av fargestoff er viktig, da det kan ta lang tid før fargestoffet er forsvunnet fra systemet. Man starter lengst nedstrøms på det aktuelle ledningsstrekket.

Man bør arbeide i team på minst to personer. Jo flere observatører nedstrøms tilsetningspunkt, jo bedre. Arbeidet gjøres systematisk, med notater i kart for nøyaktig dokumentasjon på hvor fargestoff er tilsatt og hvorvidt testen gav en konklusjon. Man følger med i begge systemer; blir det utslag i både SP- og OV-ledning kan det dreie seg om en lekkasje mellom (stikk)ledningene.

Det velges sporstoff som er lett nedbrytbart, ikke skadelig for liv i resipient og ikke forstyrrende for renseprosess ved renseanlegg. Forurensningsmyndigheten konfereres ang. utslippstillatelse for sporstoffet. Forslag til fargestoff:

- Fluorescein ($C_{20}H_{12}O_5$): Rødt pulver som blir grønt når det blandes ut med vann, og lett å se selv ved observasjon i mørke, dype kummer.
- Rhodamin (Figur 6).
- Melk kan evt. benyttes dersom det er små mengder som skal benyttes, da store mengder vil gi unødig belastning av organisk stoff til resipient ved utslipp.

Ping-pong-baller anbefales ikke, da de både kan være vanskelig å finne igjen med mindre man demmer opp eller plasserer håv i observasjonskummens utløp. De kan også bli værende igjen i bakevjer i kummer oppstrøms observasjonspunktet. Tap av plast til naturen er uønsket.



Figur 5: Sørabekken i Trondheim farget grønn med sporstoff i forbindelse med feilkoblingssøk. Foto: Adresseavisen



Figur 6: Rhodamin tilsatt i SP-ledning, gjenfunnet i OV-nett nedstrøms. Foto: Norconsult

Ved testing med fargepulver i toaletter forberedes testingen ved å legge ½ ts fargestoff inn i en bit toalettpapir, brette og stifte sammen slik at man får en «tepose». Dette arbeidet utføres med støvmaske på et lite trekkfullt sted. «For god» ventilerings vil forårsake oppvirvling av pulveret. Pakkene kan forberedes for et par dager av gangen (fargepulver vil over tid komme ut av pakkene), og oppbevares i en vanntett boks. Disse tilsettes i toalettet og løser seg opp etter at man har skylt ned. Da unngår man å grise til toaletter med fargestoff.



Figur 7: Fargestoff pakket inn i toalettpapir for tilsetning i toalett.

Ved tilsetning av fargepulver direkte i kummer, blandes det ut i vann på forhånd, og det etterfylles med mer vann fra en vandunk.

2.4.7 Temperaturmålinger

For lokalisering av spillvannsinnelekkaging til overvannsnett kan det benyttes temperaturstreng. Se kapittel 3.4.8

2.4.8 Bakteriemålinger

Utstyr for analyser av vannprøver i OV-ledninger kan være nyttig å ha på driftssentralen. I en mini-lab med inkubator kan man analysere vannprøver for E.coli/TKB. Vannprøvene kan eventuelt leveres til laboratorium, men eget utstyr gir svar over natten, og gir en god indikasjon på evt. innhold av E.coli/TKB. Det tas gjerne flere prøver over tid, for å se utvikling og variasjoner i bakterieinnholdet.

Prøver tas medstrøms i OV-systemet for å finne feil. Dersom prøven fra en oppstrøms kum ikke gir utslag, mens prøven nedstrøms gir utslag, kan man se på kartet hvilke hus som er tilkoblet mellom de to punktene.

Dersom man ønsker utstyr i felt som gir øyeblikkelig analyseresultat, anbefales ammoniumstesting – gjerne som et supplement til bakterieprøver. Se kapittel 2.4.3

2.4.9 DNA-test

Hvis man ikke finner kilden til en fekal forurensning i overvann eller resipient, kan en DNA-analyse av tilstedeværende fekalbakterier (E.coli/TKB) avklare hva forurensningen stammer fra (mennesker eller dyr). Dette kan være nyttig i tilfeller hvor man ikke finner forurensningskilden på annen måte.

2.4.10 Lekkasjeloggere - vannforsyningsnett

Lekkasjesøking av utlekkende drikkevann utføres ved at flyttbare loggere plasseres i strategiske kummer der de registrerer lekkasjelyd om natten. Da er vannforbruket som lavest. Ved avlesing får man en indikasjon på om det er lekkasjer. Begrensninger ved denne metoden er at den fungerer best på ledninger av støpejern, men dette vurderes i samråd med utstyrsleverandør.

2.4.11 Rørinspeksjon

Her ser man tilstand på rør og kan avdekke innlysende feil på både SP- og OV-ledninger, som rørsprekker eller skjøteforskyvninger. Stakekameraer kan benyttes på stikkledninger.

Det er mest aktuelt med rørinspeksjon i SP-ledninger (se kapittel 3.4.3), men det kan være nyttig for å lokalisere en avdekket feilkobling. Man kan gjerne se spillvannspartikler ved påkoblingen.

2.4.12 Måling av utlekking -spyletest i spillvannsnettet

Se tilsvarende i kapittel 3.2.6. Man må være mer forsiktig med en slik test på spillvannsnettet og ha kjennskap til systemet for å unngå tilbakeslag i kjellere ved kraftig spyling.

2.5 Friskmelding etter tiltak

Se Vedlegg K: Tiltak og friskmelding.

3 Fremmedvann (fra overvann til spillvann)

For feilsøk kan det være nyttig å skille mellom ulike kilder for fremmedvann.

- Nedbørbetinget fremmedvann:
 - Direkte innløp via feilkoblinger av boliger, gatesluk o.l., samt utette kumlokk.
- Fremmedvann som er indirekte nedbørvhengig:
 - Drenssystemer, innlekking i utette rør i umettet sone, pumpe-sumper, høyt grunnvannsspeil rundt rør og kummer og bekkevannsinntak.
- Tørrvær-avrenning:
 - Lekkasjer fra drikkevannsnett, bekkevannsinntak og permanent høy grunnvannsstand.
- Krysslekkasje ved flere utette ledninger og kummer i samme grøft
 - Utlekking fra én kum, innlekking til en annen kum
 - Kommunal eller privat OV-ledning som lekker til kommunal eller privat SP-ledning (i en eller flere kombinasjoner og avhengig av ledningenes nivå i grøft)

For at ulike registreringer skal være sammenlignbare, er det viktig å skille registreringer ved ulike værforhold:

- Tørrværsregistrering utføres etter 3-5 døgn uten nedbør (generelt sett).
- Regnværsavrenning utføres helst når det har vært regn de to siste døgn (for å oppnå bløte grunnforhold).

Regnet som registreres bør være langvarig når fremmedvann undersøkes med manuelle metoder. Dette for sammenligningsmulighet når det undersøkes mange målepunkter på en dag.

For langvarige vannføringsmålinger med kontinuerlig logging bør det fanges opp to-tre kraftige nedbørtilfeller før målingene avsluttes.

3.1 Grovkartlegging

Se 1.2.6 om forberedende undersøkelser, kartanalyser av VA-kartdatabase.

3.1.1 Bruk av driftsdata

Se også kapittel 2.1.1.

Hvis overløp registreres ofte, er det trolig mye fremmedvann på nettet. Eksempler på bruk av driftsdata ved feilsøk (valg av område og prioritering):

- Vannmengder i m³/døgn og l/s i renseanlegg (fremmedvannmengder).
- Konsentrasjon av fosfor i renseanlegg (tilførselsgrad).
- Sammenligning av pumpet mengde, overløpsmengde og nedbør (fremmedvannmengder)
- Konsentrasjon av fosfor/ammonium i ledningsnett (fremmedvannmengder). Gangtid på pumper med nedbørdata og temperatur (innlekking knyttet til snøsmelting)

For overløp i pumpestasjoner trengs driftstid og mengde med tidsstempel. Dette for å sammenligne med nedbørdata og anslå fremmedvannmengder og forurensningstap.

Underveis vurderes hvilke data som mangler for å kunne vurdere det man ønsker og få dette på plass i driftsovervåkingen med nødvendige installasjoner og datafangst og -lagring. Se Vedlegg G: Sjekkliste for pumpestasjoner ved fremmedvannkartlegging.

3.2 Grovsøk

Arbeidsgang med søk etter innlekkasje av fremmedvann:

3.2.1 Kuminspeksjon

Å gå fra kum til kum langs ledningsnettet avslører innlysende feil og gir en indikasjon på hvilke deler av ledningsnettet som bør undersøkes videre. Denne typen inspeksjon gjøres først i utvalgte områder, der man ut fra personellens kunnskap, driftsdata og kartanalyser antar at det er flest feil.

Her gjelder det å være ute i alle sesonger for å få med variasjoner i vannføring

- I tørrværsperioder,
- Ved langvarig regn
- Under og like etter kraftige nedbørtilfeller.
- Når det er høy grunnvannstand,
- Ved snø og snøsmelting.

Alt dette er variasjoner som ikke påvirker vannføring i SP-nettet med mindre det er innlekkasje eller feilkoblinger.

Inspeksjonen dokumenteres med notater og bilder, som lagres i ledningsdatabasen gjerne allerede mens man er i felt.

Momenter å vurdere ved inspeksjon:

- Beskrive renneløp/kumbunn
- Er stikkledninger ført ned til kumbunn, og er det en renne i kumbunn?
- Er rørgjennomføring tett?
- Er det lekkasjer i skjøtene mellom kumelementer?

Se Vedlegg D: Tilstandsregistrering av kummer for eksempel.

Dersom abonnenter er koblet til det offentlige VA-nettet gjennom en egen privat kum, kontrolleres denne. Mye av fremmedvannet kommer fra nettopp private anlegg, så en kan sjekke om spillvann og overvann er fysisk adskilt ved en stakeluke på spillvannsrøret i kummen.

Vannkummer inspiseres også, for å avdekke utlekkasjer eller andre feil.

3.2.2 Tilsetting av sporstoff i overvann og vassdrag

Dersom man ikke har opplysninger ifra kartdatabasen hvor gatesluk og bekkeinntak føres kan dette sjekkes med fargetesting. Se kapittel 2.4.6 for fremgangsmåte.

3.2.3 Boblesøking på neddykkede ledninger

Boblesøk er nyttig der man har ledninger nær elver, gjennom myrområder, ved kjent høy grunnvannsstand o.l.

Metoden går ut på å blåse luft sammen med vann inn i neddykkede rør (som sjøledninger og ledninger i myr), gjennom røret mot åpen

utspyling i motsatt ende. Man får da en bobleutvikling på lekkasjestedet. Dermed kan f.eks. en dykker lettere kunne lokalisere en lekkasje på den neddykkede ledningen. Det passes på at ikke for mye luft tilføres, da det kan være fare for at hele ledningen flyter opp.

Dette er en type grovsøk, fordi det trolig er få områder der det er ledninger gjennom vann og myr og disse kan være «verstinger». Dvs. potensielt tilføre store mengder fremmedvann til nettet dersom de er utette.

3.2.4 Manuelle metoder for spring av fremmedvann

Det måles i strategiske kummer (typisk siste kum ut fra hvert spillvannsfelt). De utvalgte kummene markeres i et kart. To metoder:

- *Posemetoden* kan benyttes for å beregne vannføring i røret for små rørdimensjoner. Det brukes en pose tilrettelagt for måling med kjent volum og man tar tiden før posen er fylt med vann. For å redusere usikkerhet bør det måles minst tre ganger. Metoden krever nedstigning i kum. Alternativt kan det benyttes bøtte dersom det er plass, f.eks. i en fallkum der ledningen kommer inn høyt på kumveggen.
- *Hastighet-arealmetoden*: Med denne metoden måles vannivå og rørdimensjon med tommestokk, og vannhastighet med propell og teleskopstang som vist i Figur 8. Denne metoden er rask, og derfor egnet til å registrere et stort antall kummer i løpet av samme regnhendelse. Lave hastigheter kan være nyttige å måle (f.eks. ned til 0,1 m/s). Vannføring beregnes ut fra hastighet og arealet av strømningsstverrsnittet. Dersom vannivået er for lavt ved måling med propell, demmes det opp ved å fire ned en sandsekk med tau i renneløpet.



Figur 8 Håndholdt hastighetsmåler for øyeblikksmålinger

For disse metodene sammenlignes målt mengde med teoretisk spillvannsproduksjon i avløpssonen. Målingene gjennomføres på omtrent samme tid på døgnet (grunnet døgnvariasjon i spillvannsforbruk).

Det gjennomføres målinger under en tørrværsperiode (der det ikke har regnet 5 siste døgn), etter en lengre periode med nedbør, og under en nedbørhendelse (en langvarig byge, ikke et kortvarig og intenst regn).

Formålet er at alle registreringspunkter skal være sammenlignbare, ved at de stammer fra det samme langvarige regnet

Målingene under tørrværsperioden gjøres for å registrere grunnvannsinnelekking og innlekkende vann fra utette vannledninger.

Målingene etter en periode med langvarig nedbør gjøres for å inkludere innlekkning ved høy grunnvannsstand.

Dersom det er bare ett løp gjennom kummen, måles det midt i renna. Ved flere løp i kummen dokumenteres det hvor i løpet og i hvilket løp målingen ble foretatt.

3.2.5 Nivåmålinger i ledningsnett

Nivåmålinger kan utføres med ekkolodd eller trykksensor ved overløp eller i ledninger. Det bør i overløp kombineres med en måle-overløpsterskel for å kunne vurdere vannmengde, evt. kun for en liten periode som man kalibrerer etter. Det bør måles kontinuerlig.

Såkalte «fremmedvannsmålere» kan være nyttige. Dette er kontaktmålere som ofte brukes for å registrere driftstid i overløp, kan også brukes til å måle varierende vannføring (nivå) i spillvannsledninger. Gir registrering av nivå i røret (over et visst nivå).

3.2.6 Kontinuerlige mengdemålinger

Vannføringsmåler med ultralyd- og trykksensor: Denne typen måleutstyr logger vannføringen kontinuerlig, f.eks. hvert 5. minutt. Trykk- og hastighetssensor på måleutstyret kan kombineres med et separat ekkolodd som ikke er i kontakt med vannet, dette som ekstra sikkerhet.

Måleren plasseres i kum uten eller med lite turbulens i strømningsforløpet, på en ledning med god kapasitet og som oppfyller krav til overdekning av sensoren. Ved plassering av måleren unngås følgende:

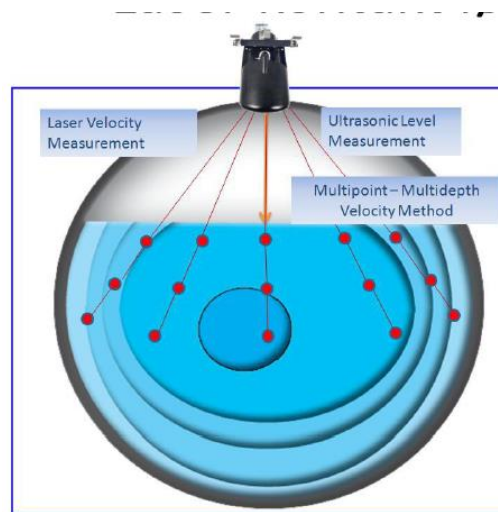
- Fritt fall
- Trinn og hindringer
- Profilendringer og forgreininger
- Endringer i fallforhold
- Steder der sedimentering kan oppstå (motfall, lite fall)
- Retningsendringer (skarpe bend)

Monteringsanvisninger fra leverandør følges, f.eks. når det gjelder krav til rettstrekk før og etter måleren. Det å finne gode målepunkter krever erfaring, så det anbefales å involvere personell med erfaring og teknisk/hydraulisk kompetanse – både ved installasjon og drift og ved utvelgelse av målepunkter.



Figur 9: Måleutstyr for mengdemåling, med ultralyd hastighetsmåler og trykksensor med festering til montering i rør. Foto: Norconsult.

En lasermåler måler vannhastighet i vannsøylen i mange punkter, samt vannivå (med et ekkolodd). Fordeler med lasermålere er knyttet til drift, ved at kontaktløs måling gir høyere driftssikkerhet.

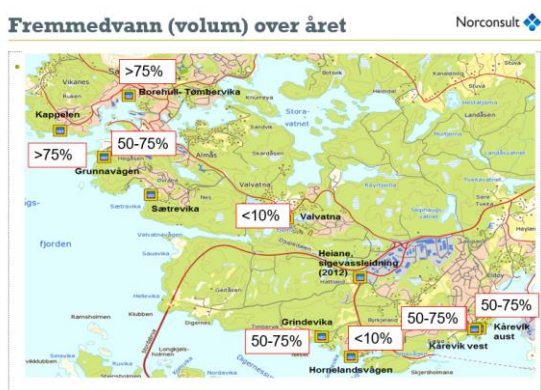


Figur 10: Lasermåler for vannføringsmåling.

Varighet av måleperioden er avhengig av værforhold, men 3-6 mnd. er vanligvis nødvendig. Langtidsmåling av vannmengder på spillvannsnett kan avdekke grunnvannsinnelekking, og nedbøravhengig innelekking.

Veiledning for tolking av måledata er gitt i vedlegg F. Det vises til kapittel 3.4.9 for beskrivelse av måling av grunnvannsnivå.

Resultat fra målekampanje kan oppsummeres som i Figur 11. Det er beregnet mengde fremmedvann i ulike målesoner som gir grunnlag for videre finsøk.



Figur 11: Eksempel på resultat fra målekampanje

3.2.7 Nedbørmålinger

Nedbør varierer mye over selv små arealer, slik at det kan være behov for flere nedbørmålere i kommunen. Anbefaling er 1 km avstand mellom målerne, og de bør ha høy volumoppløsning (0,1-0,2 mm). Nedbørmålere kan være faste eller midlertidige. Vanligst er vippekar, men også vektmålere, radarmålere og optiske målere finnes.

Ved hjelp av nedbørmålinger som sammenlignes med målt vannføring i SP-ledninger, kan fremmedvannmengder fordelt på fraksjon beregnes (grunnvannsinnelekking, drensvann, feilkoblinger og overvann/veisluk).

Plassering av permanente nedbørmålere vurderes av kommunen i samråd med Meteorologisk Institutt (MI) og utstyrsleverandør. Når MI sine anbefalinger for plassering følges, tar de ansvar for lagring, kvalitetssikring og publisering av nedbørdataene.

Vindeksponering gir stor påvirkning på måling av nedbør. Nedbørmåleren plasseres på flatt og åpent område beskyttet mot vind, i en skråning med mindre enn 30°. Avstand til hindringer skal være minst høyde av hindring. Tilsvarende forhold tilstrebes ved midlertidige nedbørmålinger.



Figur 12: Montering av midlertidig nedbørmåler på tak. Foto: Norconsult



Figur 13: Eksempel på installert permanent nedbørmåler med vindskjerm (foto: Scanmatic)

3.3 Finkartlegging

3.3.1 Velge områder for nærmere kartlegging

Etter grovsøk kan det lønne seg å utarbeide en rapport som dokumenterer de observerte problemene og presenterer en foreløpig vurdering av:

- Oppsamlingssystemets tilstand
- Forslag til måleutstyr med lokasjon og anbefaling om og når man bør starte opp vannføringsmålinger
- Forslag til grunnvannsmålingspunkter og evt. observert grunnvannsnivå

Et kart med funnene fra grovkartleggingen og grovsøkene kan også utarbeides. Eksempel på kart er vist i Vedlegg C: Kart og illustrasjoner. En slik illustrasjon gir en tydelig oppsummering og pekepinn på hvor man kan konsentrere videre søk.

3.4 Finsøk

Man går videre med finsøk i områder der store fremmedvannmengder er avdekket.

Rørinspeksjon, røyktesting og tilsetning av fargestoff til avløpsvannet kan avdekke feilkoblinger og lekkasjer. Der en ikke kommer til med kamera, kan temperaturstreng være et godt alternativ.

Alle metoder har sine fordeler og ulemper, og kan med fordel kombineres. For eksempel vil vannføringsmålinger nedstrøms et overløp føre til høvling av flomtoppen. Måling av forurensingskonsentrasjon samtidig kan da gi et mer helhetlig bilde.

3.4.1 Systematisk inspeksjon av kummer

I områder der det er antatt (fra tidligere trinn i kartleggingen) at det er betydelige mengder fremmedvann, inspiseres et representativt antall kummer for å identifisere problemer som utette kumlokk og kumringer. Forslag til registreringsskjema finnes i Vedlegg D: Tilstandsregistrering av kummer.

3.4.2 Vannføringsmålinger

Se kapittel 3.2.6. Etter grovsøk innsnevres område for vannføringsmålinger, ved at utstyret flyttes til aktuelle problemområder. For tolking av måledata fra vannføringsmålinger, se Vedlegg F.

3.4.3 Rørinspeksjon i spillvannsledninger



Figur 14: Rørinspeksjon der utett rør avdekkes.
(Foto: Stord kommune/Vitek)

Rørinspeksjon er viktig for vurdering av behov for rehabilitering og fornying. Dette ved at en kan finne strukturelle feil, avdekke feilkoblinger og se hvor ledningen er utett.

Ved tørrværsinspeksjon kan problemer som røtter, sprekker og rørkollaps avdekkes. Er formålet å lokalisere innlekking, bør en filme når forventet innlekkasje er stor, f.eks. ved langvarig nedbør eller snøsmelting. En begrensning er imidlertid at filmingen ikke kan gjennomføres der ledningen går full. Da kan man supplere med andre metoder, som temperaturmålinger og fargestoff.

Før rørinspeksjon er det en fordel at ledningen spyles. Ideelt sett skal det plugges oppstrøms i ledningen under rørinspeksjon. Hull eller sprekker i bunnen av røret vil ikke nødvendigvis avdekkes hvis ledningen er vannførende.

Man bør også filme privat ledningsnett. Private stikkledninger med dårlig tilstand og/eller feilkoblinger kan være en betydelig kilde til fremmedvann og forurensingstap.

Det bør tas bilder av kummen der inspeksjonen starter. Dette kan gi viktig informasjon ved planlegging av

vannføringsmålinger. Det kan med fordel utarbeides kumkort samtidig, der det mangler.

3.4.4 Søk etter fremmedvann fra private eiendommer

Der formålet er å lokalisere kilder til fremmedvannkilder, bør private eiendommer inspiseres. Synlige sluk og taknedløp som går ned i grunnen på eiendommen – samt eventuelle utløpsrør til resipient – registreres.

Inspeksjonen kan suppleres med intervju av huseier som kan ha kunnskap om drenering og overvannsløsning på eiendommen.

I henhold til kommunens rutiner varsles evt. huseier om inspeksjon på forhånd. Ved tilsyn har inspektør ID og informasjonsmateriell om tilsynet.

Sporstoff tilsettes i sluk på eiendommen, slik at man kan se om og hvordan det er tilkoblet kommunalt avløpsnett. En slik undersøkelse vil være egnet til å supplere fargetesting av spillvannet fra eiendommen (se kapittel 2.4.6) dersom denne testen ikke ga noen konklusjon.

3.4.5 Røyktesting

For å avdekke og lokalisere utette rør og/eller feilkoblinger, kan det utføres en røyktest. Røyk tilsettes i en SP-kum. Røyk siver opp fra bakken der det er utette rørskjøter eller sprekker i røret. Dersom et hus har koblet overvannet sitt til spillvannsnettet vil det komme røyk opp av takrennene. Se også kapittel 2.4.5.

3.4.6 Fosforkonsentrasjon

Med basis i antall tilknyttede PE, kan fosforanalyser i overløp, renseanlegg og knutepunkt på ledningsnettet gi en pekepinn på fremmedvannmengder i ledningsnettet.

Lav fosforkonsentrasjon tyder på mye fremmedvann. Fosforkonsentrasjon på ledningsnettet kan sammenlignes med innløpskonsentrasjonen til renseanlegg, for å rangere avløpssoner etter fremmedvannandel. For utregning av fremmedvannandel i spillvannet, se Vedlegg F: Beregning av fosforkonsentrasjon.

3.4.7 Ammoniumkonsentrasjon

For å kunne gjennomføre fremmedvannsøk uten for mye forberedende arbeide og lange ventetider på resultater, kan man benytte seg av vannprøvetaking som analyseres i en portabel ammoniumsmåler. Lavt innhold av ammonium tyder på at spillvannet er utblandet.

Prøver tas i strategiske punkter på SP-nettet. Hvis ammoniumkonsentrasjonen er lav, følges nettet oppstrøms med prøvetaking i hver kum til ammoniumkonsentrasjonen øker og innlekkasjen kan lokaliseres.

I spillvann fra boliger er konsentrasjonen ca. 45 mg NH₄/l. En passende grenseverdi for å undersøke videre er 20 mg NH₄/l.

3.4.8 Temperaturmålinger

3.4.8.1 Punktmåling i kum

Fremmedvann er vanligvis kaldere enn spillvannet. Innlekking og/eller infiltrasjon av fremmedvann kan avdekkes ved å måle vanntemperatur i kummer. Ved fall i temperatur mellom to kummer, er det trolig at det kommer inn fremmedvann på ledningsstrekken mellom.

3.4.8.2 Temperaturstreng i ledninger

Temperatur kan også måles med temperaturstreng i SP-ledninger. DTS (distribuerte temperatursensorer) muliggjør nøyaktige temperaturmålinger med høy tidsoppløsning langs en fiberoptisk kabel som legges ut i spillvannsledningen. Temperaturendringer lokaliseres ved at temperatur måles ned mot 0,5 m avstand. Temperaturstrengen brukes på ett ledningsstrekke om gangen. DTS er en pålitelig måte å detektere fremmedvann på, som ikke krever adgang til private eiendommer. Det bør brukes i kombinasjon med andre metoder. Når den fiberoptiske kabelen indikerer hvor det kommer inn fremmedvann, benyttes videre sporstoff og/eller røyktesting for å finne den konkrete kilden.

Tilsvarende kan temperaturstreng benyttes i overvannsledninger for å detektere feilkoblinger av spillvann til overvannsnettet.

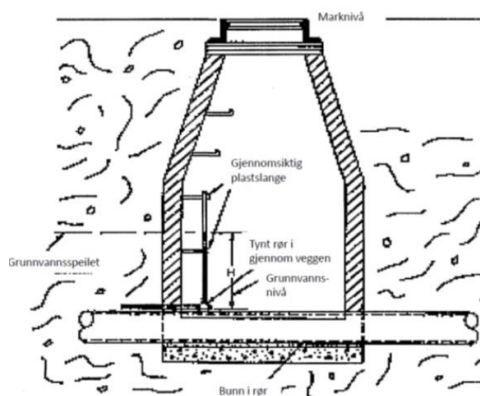


Figur 15: Temperaturstreng til registrering av temperatur i spillvannsledninger.

3.4.9 Grunnvannsnivå

3.4.9.1 Manuell avlesing av grunnvannsnivå

Figur 16 viser en skisse hvor man har boret et lite hull nederst i kumveggen. Et tynt rør er stukket gjennom veggen inn i området hvor grunnvann kan forekomme, og grunnvannsstand leses av på et gjennomskiktig vertikalt rør i kummen. En begrensning ved metoden er at den ikke kan benyttes dersom det er drenerende masser rundt kummen.



Figur 16: Måling av grunnvannsstand ved kum.
Figur: Oddvar Lindholm.

3.4.9.2 Kontinuerlig logging av grunnvannsnivå

Ved kontinuerlig overvåking av grunnvannsnivå bores et hull i terreng til nedenfor grunnvannspeilet (antatt laveste nivå gjennom året). I enden av hullet monteres måleutstyr som fanger opp endringer i grunnvannsnivået. Dataene gir oversikt over

hvordan grunnvannsnivået endres med årstider og nedbørforhold. Slikt utstyr kan plasseres der man antar at det er mye innlekking i utett ledningsnett.

3.4.10 Målinger av utlekking fra OV-ledninger

En situasjon med store mengder overvann simuleres ved å spyle overvannsledningen med vann fra en brannhydrant eller en tankbil. Vannføringen skal være høy, men røret trenger ikke å gå fullt.

- Det velges et rørstrekk på 10-15 kummer.
- Vannmengde (l/s) ut fra brannhydranten registreres.
- Gjenværende vannmengde (l/s) måles i nedstrøms ende av strengen som undersøkes. Dette ved at et overløp monteres i utløpet og kombineres med en nivåmåler.

Dersom det registreres signifikant tap av overvannsmengde, kan det være hensiktsmessig å gjøre flere undersøkelser.

3.5 Friskmelding etter tiltak

Se Vedlegg K: Tiltak og friskmelding.

4 Vedleggsliste

Vedlegg A: Ordliste

Vedlegg B: Litteratur- og referanseliste

Vedlegg C: Kart og illustrasjoner

Vedlegg D: Tilstandsregistrering av kummer

Vedlegg E: Vannbalanse i avløpsnett

Vedlegg F: Beregning av fosforkonsentrasjon

Vedlegg G: Sjekkliste for pumpestasjoner ved fremmedvannkartlegging

Vedlegg H: Beregning av Antall PE og stoffbelastning

Vedlegg I: Kost/nytte-vurdering

Vedlegg J: Tolking av måledata

Vedlegg K: Tiltak og friskmelding

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
B01	2017-12-22	Første utkast	Irene Holvik Johnsen	Anne-Marie Bomo	Ida Gammelsæter
C02	2018-02-13	Andre utkast	Irene Holvik Johnsen	Ida Gammelsæter	Ida Gammelsæter
D03	2018-03-09	For godkjenning	Irene Holvik Johnsen	Anne-Marie Bomo Sara Zarsav Tor Håkonsen	Ida Gammelsæter

Oppdragsgiver:	Vannområde Øyeren
Oppdragsgivers kontaktperson:	Kristian Moseby
Rådgiver:	Norconsult AS, Vestfjordgata 4, 1338 Sandvika
Oppdragsleder:	Ida Gammelsæter
Fagansvarlig:	Irene Holvik Johnsen
Andre nøkkelpersoner:	Anne-Marie Bomo, Tor Håkonsen, Sara Zarsav