



Fremtidens vann- og avløpssystem



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

Forsidefoto:

Tegning av Amund Doseth Bjorli

Trenchless Photo Gallery - NASTT



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



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

Norsk Vanns rapporter utarbeides i samspill mellom rådgiver, styringsgruppe og referansegruppe for prosjektet og er ikke behandlet i Norsk Vanns styrende organer. Norsk Vann har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.

Norsk Vann Rapport

Norsk Vann BA

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

Rapportens tittel

Fremtidens vann- og avløpssystem

Forfattere

Anette Kveldsvik Desjardins og
Maryam Beheshti (Asplan Viak), har
i samarbeid med Sveinung Sægrov (NTNU)
utarbeidet rapporten.

Rapportnummer: 280/2023

ISBN 978-82-414-0479-5 (elektronisk utg.)

Rapporten er kun publisert elektronisk

Emneord, norsk

Ledninger, vannforsyningssystem, avløpssystem,
strategiske valg, innovasjon

Emneord, engelsk

Pipelines, water supply system, sewer system,
strategic choices, innovation

Forord



Denne rapporten er utarbeidet for å gi kommunene et utgangspunkt for å utvikle sin strategiske kompetanse, ved å peke på ulike strategiske valg som bør tas allerede i dag for å oppnå de gode og bærekraftige løsningene i framtiden.

Enorme summer skal investeres i transportsystemene for vann og avløp de neste årene. Hvordan ser det framtidige vann- og avløpssystemet ut? Kan endringer i noen av dagens premisser gi oss et bedre og mer framtidsrettet system? Hvilken vei skal vi gå? Hva er det mest bærekraftige systemet, gitt et utgangspunkt i dagens eksisterende infrastruktur?

Enorme summer skal investeres i transportsystemene for vann og avløp de neste årene. Hvordan ser det framtidige vann- og avløpssystemet ut? Kan endringer i noen av dagens premisser gi oss et bedre og mer framtidsrettet system?

Formålet med rapporten er å analysere framtidens vann- og avløpssystemer og beskrive hvordan dette bør gi føringer for de valgene vi gjør i dag når vi etablerer nytt ledningsnett, eller rehabiliterer, i det som skal bli framtidens bærekraftige transportsystem.

Mange forhold er avgjørende for at vannbransjen skal kunne komme i mål med å etablere et velfungerende vann- og avløpstransportsystem i framtiden. Dette prosjektet er starten på et strategisk arbeid som vil generere flere oppfølgingsprosjekter på senere tidspunkt. Hovedhensikten med prosjektet er å invitere til viktige diskusjoner. Prosjektet er derfor gjennomført bl.a. ved å arrangere tre heldags arbeidsmøter sammen med organisasjoner og leverandører i bransjen, for å innhente et grunnlag for rapporten.

Asplan Viak AS har vært rådgiver for prosjektet. Prosjektleder Anette Kveldsvik Desjardins og Maryam Beheshti, har i samarbeid med Sveinung Sægrov (NTNU) utarbeidet rapporten. I tillegg har Marius Møller Rokstad og Franz Tscheikner-Gratl fra NTNU hatt viktige bidrag til rapporten.

Styringsgruppen i prosjektet har bestått av følgende ressurspersoner:

- Bjørn Zimmer Jacobsen, Stavanger kommune
- Erik Bøhleng, HIAS IKS
- Lars A. Wermskog, Bærum kommune
- Nora Belling Mangen, Drammen kommune
- Per Øystein Funderud, Asker kommune
- Sigurd Grande, Oslo kommune, VAV

Referansegruppen i prosjektet har bestått av følgende personer:

- Tom Baade-Mathiesen, OsloMet
- Jan Tveite, Oslo kommune, VAV

På hvert av heldagsmøtene har ca. 25-30 ressurspersoner fra vannbransjen deltatt.

Vi håper og tror at rapporten vil fungere som inspirasjon. Den beskriver «det store bildet», gir helhetlig oversikt og samler mye kunnskap for at anleggseiere skal kunne bygge ut og vedlikeholde sine anlegg for å imøtekomme framtidens krav og behov.

Takk til alle dere som har gitt av deres tid, engasjement og kunnskap for å bidra inn i dette viktige prosjektet! God lesning!

Hamar, 24.08.23
Astri Fagerhaug,
Norsk Vann

Sammendrag

Denne rapporten er utarbeidet med mål om at vannbransjen i fellesskap skulle komme frem til anbefalinger for utbygging og fornyelse av vann- og avløpssystemene, slik at vi på sikt oppnår et bærekraftig vann- og avløpsnett, som er rustet for fremtidige endringer i rammebetingelser. Som grunnlag for rapporten har det derfor blitt avholdt 3 arbeidsmøter med bred deltagelse fra vannbransjen.

Hovedtemaene i rapporten er følgende; de viktigste utfordringene i dagens ledningsnett, anbefalinger for fremtidens løsninger og hvordan vi gradvis bør tilpasse dagens ledningsnett til fremtidens bærekraftige system, ved rehabilitering og utbygging. I tillegg er rapporter fra flere eksisterende forskningsprosjekter rundt temaet fremtidens løsninger, gjennomgått og innarbeidet i rapporten.

Den viktigste konklusjonen fra denne rapporten er at for å komme frem til gode og riktige løsninger for fremtidens VA-systemer, kreves det en bred tilnærming i hvert enkelt tilfelle, der ledningsnettet sees i sammenheng med byplanlegging, klimaendringer, migrasjon, direktiver og lovverk og demografiske endringer. Kommunene og anleggseierne må ha en slik bred tilnærming for å lykkes. Det er i tillegg avgjørende at anleggseiere har fokus på klimatilpasning og bærekraftige løsninger i sitt virke innenfor drift og forvaltning av anlegg. For å komme i mål med en ombygging av VA-systemene til fremtidens løsninger, må dette arbeidet starte nå.

Innhold

1. Innledning	8	6. Øvrige viktige forhold for bygging av fremtidens vann- og avløpssystem	34
1.1. Mål for prosjektet	8	6.1. Miljø	34
1.2. Bakgrunn og rammebetingelser for fremtidens VA-systemer	8	6.1.1. Klimagass	34
1.3. Utfordringer for fremtidens VA systemer - Scenarier	10	6.1.2. Energiforbruk	34
1.4. Avgrensning av prosjektet	11	6.1.3. Bærekraftig bruk av vannressurser	36
1.5. Arbeidsmetode for prosjektet	11	6.2. Teknisk kontroll og vedlikehold	37
1.6. Oppbygging av rapporten	12	6.2.1. Kontroll av anlegg	37
2. Forvaltning av VA-systemene	13	6.2.2. Drift og vedlikehold	37
2.1. Bakgrunn: Bærekraftige anlegg	13	6.2.3. Behov for nye verktøy for tilstandsvurdering	37
2.2. Utgangspunktet for god forvaltning av VA-anleggene	13	6.2.4. Transportsystemenes funksjonsindikatorer	37
2.3. Hva innebærer en god forvaltning av VA-anleggene	15	6.3. Menneskelige ferdigheter	38
2.4. Tilstands- og funksjonsoversikt	15	6.3.1. Samarbeide og kommunikasjon	38
2.5. Sikkerhet og robusthet, energi	16	6.3.2. Kompetanse	38
2.6. Anbefalinger, god forvaltning	16	6.4. Strengere krav og rammebetingelser	39
3. Utfordringer	17	6.4.1. Strengere krav	39
3.1. Forfall og funksjonssvikt i ledningsnettene	17	6.4.2. Rammebetingelser –kommentarer fra deltagerne i arbeidsmøte 1	39
3.2. Lekkasje fra vannledningsnett	17	6.5. Usikkerhet	41
3.3. Fremmedvann i avløpsnettet	18	6.6. Kriseberedskap og risikohåndtering	41
3.4. Feilkoblinger i avløpsnettet	19	6.6.1. Krise og beredskap	41
3.5. Overvann	20	6.6.2. Robusthet og motstandsdyktighet	41
4. Strategier	21	6.7. Data og teknologi	43
4.1. Planer for fornyelse og utbedring av ledningsnett	21	6.7.1. Digitalisering	43
4.2. Metoder for fornyelse og utbedring av VA-transportsystem	22	6.7.2. Cybersikkerhet	45
4.2.1. Punktrepasjoner	22	6.8. Ressursutnyttelse	46
4.2.2. Grøtiefrie løsninger	22	6.8.1. Ressurgjenvinning fra avløpsvann	46
4.2.3. Full oppgraving og separering av fellesavløpsledning	24	6.8.2. Massehåndtering	46
4.3. Legging av ledningsanlegg i nye utbyggingsområder	25	6.9. Praksis for dimensjonering av ledningsnett og styring av vannstrømmer for utnyttelse av kapasitet	46
4.3.1. Hovedledninger	25	6.9.1. Dimensjonering av ledningsnett	46
4.3.2. Stikkledninger	26	6.9.2. Kapasitetsstyring ved hydraulisk kontroll	46
4.4. Kummer	27	6.10. Økte krav til dokumentasjon	47
4.5. Vannlekkasjer	27	7. Anbefaling for videre undersøkelser	48
4.6. Reduksjon av fremmedvann	28	7.1. Behov for innovasjon og ny teknologi for å nå målene	48
4.7. Overvannshåndtering	29	7.2. Bærekraftmodell og beregningsverktøy for bærekraft	48
4.8. Systemvalg	30	7.3. Grøtiefrie løsninger	49
4.9. Desentraliserte avløpsløsninger	31	7.4. Ny utforming av grøtiefprofil	49
5. Hvordan skal ledningsnett bygges/ fornyes i dag for å tilrettelegge for fremtidig sanering	33	7.5. Omfyllingsmasser	50
		7.6. Legging av ledninger i kulvert	50
		7.7. Utforming av kummer	51
		7.8. Bærekraftig avstand mellom kummer	51
		7.9. Tilkobling av stikkledninger	51
		7.10. Overvann, separering og håndtering	51
		7.11. Tilstandsvurderinger	52
		7.12. Akseptkriterier	52

7.13. Materialkvalitet, restlevetid, korrosjon, materiale og jordsmonn	52
7.14. Kontrollrutiner	53
7.15. Redusere vannlekkasjer og fremmedvann	53
7.16. Drift av anlegg	53
7.17. Regulering av vann- og avløpsinstallasjoner	53
7.18. Deling av kunnskap	53
7.19. Vedlikeholde og oppdatere dagens kunnskap	53
8. Etterord	54
9. Vedlegg	55
9.1. Resultater og konklusjon, arbeidsmøte nr. 1	55
9.1.1. Viktigste og største feil med dagens ledningsnett (oppsummering av gruppeoppgave 1)	55
9.1.2. Feil og problemer om andre forhold enn fysisk ledningsnett	57
9.1.3. Hva er de viktigste utfordringene i fremtiden og hva er løsningene på disse (oppsummering av gruppeoppgave 2)	58
9.1.4. Konklusjon	62
9.2. Resultater og konklusjon, arbeidsmøte nr. 2	63
9.2.1. Hva var oppgavene og hva ble konklusjoner	63
9.3. Resultater og konklusjon, arbeidsmøte nr. 3	66
9.3.1. Gruppe diskusjon før lunsj	66
9.3.2. Gruppearbeid etter lunsj	73
9.3.3. Plenumsdiskusjon	75
10. Referanser	76
Tidligere utgitte rapporter	77

1. Innledning

1.1. Mål for prosjektet

Målet med prosjektet er at vannbransjen i fellesskap skal komme frem til noen gode føringer, anbefalinger og strategier for utbygging og fornyelse av vann- og avløpssystemene slik at vi på sikt oppnår et bærekraftig vann- og avløpsnett, som er rustet for fremtidige endringer i rammebetingelser. I tillegg skal rapporten beskrive hvordan dette gir føringer for de valgene vi tar i dag, når vi bygger ut og fornyer ledningsnett.

Dette innebærer at vi vil ha et bærekraftig transport-system, både økonomisk, miljømessig og sosialt, sett i et svært langt tidsperspektiv. Systemkomponentene har ulik levetid, mens systemet som helhet kan betraktes å ha «uendelig» eller «ubestemt» levetid. Strategier må ta hensyn til en rekke rammebetingelser og lokale forhold som kan endre seg over tid, og balansere ytelse,

kostnader og risiko for transportsystemene, over et svært langt tidsperspektiv. Dette forutsetter et solid planleggingsgrunnlag.

Fremtidens VA-systemer må utvikles for å møte brukernes behov for høy regularitet av vannforsyning og avløps-tjenester, samtidig som naturen verdsettes, skader på bygg og infrastruktur unngås og vannet som ressurs ivaretas. For å komme i mål med utvikling av fremtidens VA-systemer må man starte i dag.

De ulike kommunene vil ha ulike behov og problems-tillinger, delvis avhengig av størrelse. Denne rapporten diskuterer relevante problemstillinger for ledningsfor-nyelse og bygging av nye ledninger, uavhengig av kommunestørrelse.

1.2. Bakgrunn og rammebetingelser for fremtidens VA-systemer

Transportsystemene for vann og avløp er utviklet over en periode på over 150 år, med hovedvekt på tiden etter andre verdenskrig. En vesentlig del av ledningsnettene er bygget med andre krav og rammebetingelser enn de som gjelder i dag, og med andre tekniske løsninger enn de som er tilgjengelige i dag. Dette fører til at dagens vann- og avløpssystemer ikke fungerer tilfredsstillende, selv om avbrudd i vannforsyningen og i avløpstjenestene er sjeldne. De viktigste hovedutfordringene i dagens systemer er:

- Forfall og funksjonssvikt i ledningsnettene. En stor andel av ledningsnettene i Norge har behov for sanering. Det er en stor utfordring for kommunene å håndtere dette på en bærekraftig måte.
- Lekkasjer fra drikkevannsnettet: i dag er gjennomsnittlig lekkasjenivå 31,5 % på landsbasis (Kommunal vannforsyning SS, ssb.no 2023). Det nasjonale målet er å redusere dette til 20 % innen 2030 (bedreVANN 2021).
- Innlekking av fremmedvann til avløpsnettet: I dag er mindre enn halvparten av vannmengdene som kommer frem til renseanleggene spillvann. Gjennomsnittlig fremmevannandel var 51,5 % i 2021. Målet er å redusere denne til 30 % innen 2030 (bedreVANN 2021).
- Forurensing av vannmiljø, utlekking fra ledningsnett, overløpsutslipp og direkte utslipp
- Kapasitet i ledningsnettet og tilbakeslag med påfølgende bygningsmessige skader på grunn av mer intense regnskyl.

- Stort ekstra energiforbruk på grunn av unødvendig pumping og rensing av fremmedvann.

I fremtiden bør arbeidet med vann- og avløpssystemene innrettes med hensyn på å bearbeide og løse disse utfordringene. Det er estimert et investeringsbehov på ca. 200 mrd. kr for å få ledningsnettene opp til en tilfredsstillende standard (Norsk Vann-rapport 259/2021). Det er avgjørende at disse store investeringene gjøres i fremtidsrettede og bærekraftige anlegg, og at de beste mulige løsninger velges. Muligens kommer vi ikke i mål med å tilfredsstille regelverk og møte aktuelle utfordringer uten å endre dagens systemløsning i større eller mindre grad. Nye ledningsanlegg skal ha en levetid på 100 år eller mer. Valg av løsninger i dag har stor betydning for hvilke muligheter kommende generasjoner har til bærekraftig drift av disse. Et sentralt spørsmål er hvordan nye forutsetninger i fremtiden vil gi føringer for de valg vi gjør i dag ved rehabilitering og legging av nytt ledningsnett. Vi forventer en langsom transformasjon fra dagens vann- og avløpssystemer over til fremtidens systemer. Det vil være fokus på å bygge nytt med nye og bedre løsninger, samtidig som vi må jobbe med å forbedre eksisterende systemer. Hvordan dette kan gjennomføres er omtalt i de etterfølgende kapitlene.

Viktige **rammebetingelser** for VA-systemet er:

Muliggjørende teknologier som vil komme:

Nye innovasjoner vil kunne bli tatt i bruk for drift og forvaltning og bidra til bedre overvåkning, kontroll og funksjon. Noen eksempler er:

- Digitalisering, bruk av kunstig intelligens (se avsnitt Data og teknologi)
- Nye løsninger for energi (se avsnitt Energiforbruk)
- Ressursgjenvinning (se avsnitt Ressursutnyttelse)

Historiske valg: Størstedelen av ledningsnettene vi kommer til å ha de nærmeste ti-årene og også på lengre sikt, er allerede bygget. Mulighetsrommet for tilpassing til framtidige behov er derfor begrenset. Fornyelse av eksisterende ledningsnett må ta utgangspunkt i følgende historiske valg:

- Systemvalg (en/flere drikkevannskilder, ett/flere rensedistrikt, separat- eller fellessystem). Valg av system har betydning for hvilke tiltak som bør velges for ledningsnettet
- Fellessystemer fram til ca. 1970, deretter separat-systemer
- Alle ledninger i samme grøft, under frostfri dybde
- Ledninger lagt på ulike nivå
- Overvannsledning i bunn, drensledning og største ledning (stabilitet i grøfta)
- Ledningstraseer følger gatetraseer
- Felleskummer for vann, spillvann og overvann (må komme bort fra dette)
- Sandfang tilknyttet overvannsledninger og felles-avløpsledninger
- Overløp for å avlaste fellessystemer
- Ledningsmaterialer (historisk utvikling)
- Dimensjoneringskriterier (historisk utvikling)

Aldrende infrastruktur: Mange vann- og avløps-systemer i Norge er i dårlig forfatning og har behov for reparasjoner og oppgraderinger. En konsekvens av dette er lekkasjer, brudd og andre problemer som kan redusere sikkerheten og kvaliteten på vannforsyningen. Innlekking av fremmedvann er en stor utfordring i avløpsnettet.

Befolkningsvekst/ Urbanisering: Ettersom befolkningen fortsetter å vokse i mange områder, er det økende etterspørsel etter vann- og avløpstjenester. Dette kan belaste eksisterende infrastruktur og kreve betydelige investeringer i nye systemer.

Klimaendringer: Klimaendringene forventes å bringe mer og flere ekstreme værhendelser, som tørke og flom. Dette kan påvirke tilgjengeligheten og kvaliteten på vannressurser. Flom på terreng kan skade bygninger og infrastruktur. Store vannmengder kan gi problemer med kapasitet og utslipp fra avløpsnettene.

Forurensningssituasjonen: Norge oppfyller i dag ikke gjeldende krav til forurensningsutslipp fra avløpsnettene både med hensyn til normalt avløpsvann, tungmetaller og mikroforurensinger. Utslippene kommer fra en rekke kilder, inkludert overløpsutslipp og utette ledninger.

Finansiering: Vedlikehold og oppgradering av vann- og avløpssystemer er kostbart, og det kan være vanskelig i en del kommuner å øke gebyrene i veldig stor grad. Dette kan føre til utsatt vedlikehold og høyere risiko for systemfeil. Det kan derfor være nødvendig å utrede alternative finansieringsmodeller, f.eks. prinsippet om at forurenser betaler, nasjonal finansiering av infrastruktur osv.

Energi: VA-systemene krever betydelige mengder energi for å behandle og distribuere drikkevannet, samt for å samle og behandle avløpsvannet. Energiforbruket bidrar til klimagassutslipp og kan representere en betydelig kostnad for vann- og avløpsverkene. Det er derfor svært viktig å finne gode løsninger for å redusere energi-forbruket.

Strengere krav: Fra både internasjonalt og nasjonalt regelverk. Nytt europeisk avløpsdirektiv stiller vesentlig høyere krav til avløpsnettene enn i dag, bl.a. med hensyn til innlekking og utslipp fra overløp. Det er større oppmerksomhet mot avløpstjenester og derfor også økte krav fra abonnenter. Samtidig har Norge i dag kun ca. 30 % måloppnåelse i forhold til gjeldende avløps-direktiv i tillegg til at Riksrevisjonens rapport om Nasjonale mål for vann og helse konkluderer med at det ikke har blitt gjort nok for å sikre bedring av ytelse på norske drikkevannssystemer og at det må sterkere insentiver til (Riksrevisjonen, 2023).

Tilgjengelig kompetanse: Tilgjengelig kompetanse i alle ledd i vannbransjen, både hos kommuner, rådgivere og entreprenører er en begrensende faktor. Det vil bli større behov for ingeniørkompetanse for å gjennomføre det nødvendige løftet i bransjen, både innenfor tradisjonelt vann- og avløpsarbeid, informasjonsteknologi og andre fagområder. Kompetanse hos driftsoperatører og entreprenører er også svært avgjørende for å oppnå målene for fremtidens VA-system.

1.3. Utfordringer for fremtidens VA-systemer – Scenarier

Vann- og avløpstjenester vil fortsette å være avgjørende for menneskers liv og helse, men de vil sannsynligvis møte betydelige utfordringer og endringer i de kommende tiårene. Følgende tre scenarier anses som de viktigste driverne for fremtidens VA-systemer:

Klimaendringer: Vann- og avløpssystemene må tilpasses de nye klimatiske forholdene som forventes å føre til høyere temperatur og økt nedbør, i tillegg til ekstreme hendelser for avrenning (<https://klimaservice-senter.no/kss/klimaprofiler/om>). I tillegg kan det oppstå lengre perioder med tørke. Dette må føre til økt overvåkning av vannkilder, oppdimensjonering av overvannsledninger, etablering av flomveier, flomvern og sikring av bygninger og veier.

Alt 1: Ingen endringer sammenlignet med i dag

Opprettholde dagens krav til dimensjonering.

Alt 2: Moderate endringer

Opprettholde dagens krav til dimensjonering, som inkluderer nye forutsetninger fra NVE (40 % økning av dimensjonerende regnskyl). Håndtering av økte overvannsmengder ved opprettelse av flomveier og arealer som er tilrettelagt for oversvømmelser.

Alt 3: Store endringer

Redusert vannkvalitet i kilder (økt algevekst pga. økt temperatur og erosjon pga. økte vannmengder). Behov for økt kapasitet i overvannssystemet, må påregne mer hyppig bruk av flomveier. Tiltak som kompenserer for havnivåstigning. Økt grunnvannstand gir økt inntrengning av fremmedvann i ledningsnettene, som resulterer i økte utslipp og økt omfang av kjelleroversvømmelser. Sikring av dreneringssystem for bygninger er nødvendig.

Demografiske trender: Endringer i befolkningstall og -sammensetning vil påvirke etterspørselen etter vann og avløpstjenester. Gode prognoser for vekst eller nedgang er derfor viktig. Det er nødvendig å planlegge og dimensjonere infrastrukturen for å møte forventet fremtidig økt etterspørsel. Samtidig kan nedgang i befolkning også påvirke på ulike måter. Færre abonnenter fører til økte kostnader per innbygger for å opprettholde og drifte eksisterende infrastruktur. Nedgang i befolkning kan også føre til utfordringer med å opprettholde et tilstrekkelig nivå av kompetanse i vannbransjen.

Alt 1: Ingen endringer sammenlignet med i dag

Opprettholde nåværende systemkrav.

Alt 2: Moderate endringer

Behov for økt kapasitet på overføringsledninger for drikkevann og i enda større grad på avløpsnett.

Alt 3: Store endringer

Behov for økt kapasitet, særlig på avløpsnett. Økt andel tette arealer gir økte utfordringer med overvannshåndtering. Redusert innbyggertall kan gi utfordringer med lang oppholdstid i drikkevannsnett og avrenning i avløpsnett, i tillegg til at det gir færre innbyggere å dele kostnadene på. Bør vurdere sterkere interkommunalt samarbeid for å opprettholde kompetanse.

Lover og direktiver: Endringer i krav til vann- og avløpsnett fra norsk lovverk og internasjonale direktiver, for eksempel EUs vannramme-, badevann- og avløpsdirektiver

Alt 1: Små endringer i kravene til vann- og avløpsnett sammenlignet med i dag

Opprettholde nåværende systemkrav.

Alt 2: Middels endringer i kravene til vann- og avløpsnett

Optimalisering og modernisering av dagens transport-systemer og løsninger.

Alt 3: Store endringer i kravene til vann- og avløpsnett

Behov for nye løsninger.

1.4. Avgrensning av prosjektet

Prosjektet har tatt for seg utfordringer med dagens system, identifisert fremtidige utfordringer som påvirker VA-systemene og kommet med anbefalinger for bærekraftige fremtidige løsninger for utbygging og fornyelse. Prosjektet omhandler bygging og fornyelse av transportsystemet for drikkevann og avløpsvann (inkl. pumpestasjoner og overløp) og er avgrenset til utbygde områder, der det fortsatt legges til grunn at vi har 3 hovedsystemer; spillvann, overvann og vannforsyning.

Det er mange forhold som er avgjørende for at vi som bransje skal komme i mål med å etablere et velfungerende vann- og avløpstransportsystem i fremtiden. Disse er ikke fokusert på i rapporten, men er kort beskrevet i kapittel 6. Dette gjelder;

- Miljø. Det er kort beskrevet hvordan fremtidens løsninger må ta hensyn til klimagassutslipp, energiforbruk og bærekraftig bruk av vannressurser.
- Ressursutnyttelse. Ressursgjenvinning og bruk av masser er kort omtalt.
- Kontrollregime. Kort beskrevet hvordan dette bør fokuseres på og håndteres.
- Drift og vedlikehold. Her omtales kun hvordan systemene kan bygges for å legge til rette for optimal drift og fornyelse.
- Verktøy for tilstandsundersøkelse. Kort nevnt hvilke behov en har for nye løsninger.

- Håndtering av usikkerhet. Dette er en viktig utfordring for planlegging og aktuelle muligheter for håndtering er kort omtalt.
- Digitalisering av ledningsnett. Her omtales bl.a. hvilke muligheter dette gir. Utfordringer dette gir med cybersikkerhet er omtalt i tillegg.
- Kriseberedskap og risikohåndtering. Dette er viktige forhold som må håndteres, kort omtalt aktuelle muligheter.
- Dimensjonering av ledningsnett. Hvordan bør en tenke rundt dimensjonering fremover er kort omtalt.
- Dokumentasjonskrav. Tilstrekkelig informasjon om transportsystemene er svært viktig, dette er omtalt.
- Regelverk og rammebetingelser. Strengere krav vil gi føringer fremover, i tillegg er det behov for endringer av flere rammebetingelser (organisering, eierskap osv.), disse er kort nevnt.
- Samarbeide, kommunikasjon og kompetanse. Mye må endres og komme på plass innenfor disse områdene, dette er kort listet opp.

Alle disse punktene er helt avgjørende for at vi skal komme i mål med velfungerende og effektive transportsystem i fremtiden.

1.5. Arbeidsmetode for prosjektet

Som en viktig del av grunnlaget for denne rapporten er det avholdt 3 arbeidsmøter med representanter fra alle deler av vannbransjen (rådgivere, akademia, kommuner, leverandører og entreprenører). Dette var heldags arbeidsmøter med gruppearbeid, for å hente frem nye ideer basert på kompetansen hos deltagerne. Resultatene fra arbeidsmøtene dannet grunnlaget for denne rapporten. I det første arbeidsmøtet var det rettet søkelys mot problemene i dagens ledningsnett, det andre arbeidsmøte hadde fokus på fremtidens løsninger, og i det siste arbeidsmøtet var hovedtemaet hvordan vi

gradvis bør tilpasse dagens ledningsnett til fremtidens bærekraftige system, ved rehabilitering og utbygging.

Videre er rapporter fra flere eksisterende forskningsprosjekter rundt temaet fremtidens løsninger, gjennomgått og innarbeidet i rapporten.

Oppsummering av hovedresultatene fra arbeidsmøtene er omtalt i vedlegg 1.

1.6. Oppbygging av rapporten

Rapporten er bygget opp i kronologisk rekkefølge og er delt inn i følgende hoveddeler:

Kap. 1 Innledende kapitler: Mål, bakgrunn, utfordringer for ledningsnett, avgrensning, arbeidsmetode og oppbygging av rapport

Kap. 2 Planlegging og forvaltning: Grundig planlegging er utgangspunktet for alle gode og riktige avgjørelser og valg av tiltak.

Kap. 3 Utfordringer: Hva som er de største utfordringene i dagens ledningsnett er avdekket i samarbeid med vannbransjen i et heldags arbeidsmøte. Disse utfordringene må en, uansett hva som skjer i fremtiden, først finne gode løsninger på.

Kap. 4 Aktuelle strategier og løsninger: Avhengig av konklusjonene i planleggingsfasen, er det anbefalt aktuelle retninger/strategier en bør velge ved ved fornying og utbygging av fremtidens VA-systemer.

Kap. 5 Hvordan skal ledningsnett bygges/fornyes i dag for å tilrettelegge for fremtidig sanering (kap. 5)

Kap. 6 Øvrige viktige forhold som må løses, eller endres, for å komme i mål med fremtidens

VA-systemer: Innholdet i kapittel 6 er utenfor prosjektets fokusområde og var opprinnelig ikke en del av oppgaven. Disse punktene er likevel inkludert i rapporten, i samsvar med innspill fra deltakere i arbeidsmøtene. Senere prosjekter og utredninger bør videreføre undersøkelser rundt disse forholdene. Det er svært mange forhold det er avgjørende å endre, eller forbedre, for å komme i mål med et bærekraftig vann- og avløpsledningsnett for fremtiden. Dette handler f.eks. om kontrollrutiner, kompetanse, samarbeid, digitalisering, ressursgjenvinning, energiforbruk osv. Dette er punkter som kom frem som viktige utfordringer i arbeidsmøtene med vannbransjen.

Kap. 7 Anbefaling for videre utredninger: Innenfor flere områder er det behov for videre utredninger og utviklingsprosjekter, disse er listet opp i kap. 7.

Kap. 8 Etterord

2. Forvaltning av VA-systemene

2.1. Bakgrunn: Bærekraftige anlegg

Med trangere økonomiske tider, energikrise og klimakrise, er det et behov for kostnadseffektive grønne løsninger i markedet. Vi må begynne å gjøre valg på bakgrunn av miljø og klimagassutslipp.

Vann- og avløpsbransjen har et samlet klimafotavtrykk på ca. 540 000 tonn CO₂-ekv. i 2021 (ref. bedreVANN 2021). Den største andelen av dette kommer fra ledningsfornyelse og investeringer. Å bygge bærekraftige anlegg nå og i fremtiden er ikke noe kommunene/anleggseierne kan velge å la være. Hver enkelt anleggseier er pålagt å oppfylle FNs bærekraftsmål. Bærekraft bør være en avgjørende parameter ved utarbeidelsen av ethvert vann- og avløpsprosjekt.

Bærekraft har flere dimensjoner som miljø (utslipp ved produksjon av rørmaterialer og anleggsarbeider, utslipp fra avløpsnett til resipient, forurenset overvann, utslipp knyttet til drift av anleggene), sosial bærekraft (kontinuerlig tilgang til vann- og avløpstjenester for alle, god kvalitet på drikkevannet, unngå forurensning av resipientene) og økonomisk bærekraft. Alle dimensjonene i bærekraft bør inkluderes i prosjektene. Dette betyr eksempelvis at det bør utvikles målsettinger for

både sosial, miljømessig og økonomisk bærekraft som en del av hovedplaner og saneringsplaner.

Det bør settes miljøkrav i alle større offentlige anskaffelser, miljøkrav og kriterier må forankres i kommunenes planer og vedtak. Disse må også gjelde for en lengre definert periode slik at entreprenører tør å investere i nødvendige maskiner/teknologi. Det er viktig å gi markedet trygghet og forutsigbarhet for å redusere risiko og dermed pris. I forhold til energiforbruk er grøtrefrie løsninger svært fordelaktig. Oslo VAV har f.eks. angitt følgende tall fra sine prosjekter: 70 % av ledningsprosjektene var grøtrefrie prosjekter og disse brukte kun 6 % av totalt energiforbruk for interne prosjekter dette året, mens 20 % av prosjektene var graveprosjekter og disse forbrukte 71 % av totalt energiforbruk det året (eks. fra VAV, Norsk Vann fagdager 2023).

En beskrivelse av hvordan bærekraft kan måles i et vann- og avløpssystem er vist i sluttrapporten fra EU prosjektet TRUST.

2.2. Utgangspunktet for god forvaltning av VA-anleggene

For å starte arbeidet mot et mer bærekraftig vann- og avløpssystem i fremtiden er det viktig å etablere en planleggingsprosess for bygging og fornyelse av ledningsnettet, der en tar hensyn til både byplanlegging, klimaendringer, migrasjon, direktiver og lovverk og demografiske endringer. Med andre ord, hvordan en bør starte å benytte infrastrukturforvaltning i praksis. Ulike tekniske grep som kumplussing, grøtrefrie metoder og nye løsninger for overvann må settes i en større systemsammenheng.

Det er i tillegg avgjørende at anleggseiere har fokus på klimatilpasning og bærekraftige løsninger i sitt virke innenfor drift og forvaltning av VA-anlegg. I statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning settes det følgende krav; *Kommunene, fylkeskommunene og staten skal gjennom planlegging og øvrig myndighets- og virksomhetsutøvelse stimulere til, og bidra til reduksjon av klimagassutslipp, samt økt miljøvennlig energiomlegging. Planleggingen skal også bidra til at samfunnet forberedes på og tilpasses klimaendringene.* Tabell 21 viser hvilke utfordringer som må hensyntas ved strategisk planlegging.

Tabell 21: Utfordringer som må hensyntas ved strategisk forvaltning av fremtidens vann- og avløpssystem

Utfordringer	Type utfordringer og løsninger	Omtalt i kapittel
Miljø	Klimagass	6.1.1
	Energiforbruk	1.2, 6.1.2
	Bærekraftig bruk av vannressurser	6.1.3
	Overvannshåndtering	3.5, 4.7
	Forurensningstap	1.2
Ressursutnyttelse	Ressursgjenvinning fra avløpsvann	6.8.1
	Massehåndtering	6.8.2
Teknisk kontroll og vedlikehold	Kontroll av anlegg	6.2.1
	Drift og vedlikehold	6.2.2
	Nye verktøy for tilstandsundersøkelse	6.2.3
Usikkerhet	Usikkerhet	6.5
	Klimaendring	1.2, 1.8
	Byutvikling	1.2, 1.8
Data og teknologi	Digitalisering	6.7.1
	Cybersikkerhet	6.7.3
Kriseberedskap og risikohåndtering	Sabotasje	2.5
	Krise og beredskap	6.6.1
	Robusthet og motstandsdyktighet	6.6.2
Dimensjonering av ledningsnett og styring av kapasitet	Dimensjonering av ledningsnett	6.9.1
	Kapasitetsstyring ved hydraulisk kontroll	6.9.2
Økte krav til dokumentasjon	Økte dokumentasjonskrav	6.10
	Transportsystemenes funksjonsindikatorer	6.2.4
Strengere krav og rammebetingelser	Strengere krav	1.2, 6.4.1
	Rammebetingelser	1.2, 6.4.2
Transportsystemenes funksjon	Aldrende infrastruktur	1.2
	Vannlekkasje	3.2, 4.5
	Fremmedvann	3.3, 4.6
	Utslipp til vannforekomster/forurensningstap	1.2
	Forfall i ledningsnett	1.2, 3.1
Finansiering og investering	Finansielle utfordringer	1.2, 6.6.2, 6.4.2
Menneskelige ferdigheter	Samarbeide og kommunikasjon	6.3.1
	Kompetanse	1.2, 6.3.2

De fleste av disse punktene omtales mer utdypende i kapittel 4 og 5.

2.3. Hva innebærer en god forvaltning av VA-anleggene

For å ha en god forvaltning av systemene er det helt nødvendig å ha en god og oppdatert oversikt over anleggenes tilstand og funksjon. *Dette krever at det settes av ressurser til kartlegginger og målinger.* Videre er det viktig at anleggseier setter seg gode mål, slik at en vet hva en skal styre mot. *Målene må være politisk forankret, typisk i en hovedplan, på en måte som ivaretar helse, sikkerhet og miljø på en kostnadseffektiv måte.*

Det er viktig å planlegge og drifte anleggene på en bærekraftig måte, med tanke på både langsiktige og kortsiktige behov. Det kan være hensiktsmessig å dele planleggingen inn i tre nivåer (Norsk Vann-rapport 196/2013, Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportssystemer):

- Nivå 1, Strategisk plan: Overordnet planlegging med målsettinger og valg av strategier for drift og utbygging av VA-system, typisk kommunedelplan eller hovedplan, med tidshorisont på ca. 10 år.
- Nivå 2, Taktisk plan: Plan for hvor, og i hvilket omfang, man skal gjennomføre strategiene som er valgt i hovedplanen (saneringsplan). Det innebærer en detaljert undersøkelse av VA-systemene, og har en typisk tidshorisont på 3 til 5 år.
- Nivå 3, Valg av tekniske metoder: Valg av teknologi for gjennomføring av tiltak som er prioritert i saneringsplanen. Dette kan f.eks. omfatte reparasjon eller grøtrefri rehabilitering av ledninger og kummer, eller oppgradering av pumpestasjoner. Tidshorisont er typisk årsplaner eller arbeidsplaner.

2.4. Tilstands- og funksjonsoversikt

For å kunne drifte og bygge ut ledningsnettene på en effektiv måte, er det grunnleggende at anleggseier har en komplett og oppdatert ledningsnettdatabase med teknisk og geografisk informasjon om alle anleggene. Dette krever bl.a. gode rutiner for registrering av nye anlegg. I tillegg er det viktig å ha oversikt over anleggenes funksjon og tilstand ved å innhente diverse målinger. Flere ledningseiere har ikke gode systemer og rutiner for å registrere plassering og tilstand av de private ledningene. Vi kan forvente økte dokumentasjonskrav i fremtiden. Det er svært viktig å sikre eierskap og tilgjengelighet til data for eget ledningsnett.

For vannledningsnettet kan supplerende informasjonsinnsamling omfatte trykkmålinger og vannføringsmålinger. Det finnes gode rutiner per i dag for lekkasjekontroll for metalliske rør, men behov for kompletterende metoder for andre materialer. *Alle kommuner bør ha mannskap, rutiner og moderne, effektivt utstyr for lekkasjekontroll.* Installering av smarte vannmålere i alle bygninger kan bidra til å bedre oversikt over lekkasjene i nettet. Inspeksjon av vannledninger er hittil bare brukt i begrenset omfang, men her ligger betydelig potensiale som krever innovasjon og ny teknologi.

En hydraulisk modell for vannledningsnettet gir viktig informasjon for å ivareta sikkerhet for vannforsyning,

brannslukking osv. *Etablering av en slik modell er relativt lite ressurskrevende og bør prioriteres av alle kommuner.* Kalibrering og verifisering av modellen krever målinger av trykk og vannføring i nettet, og slike målinger må derfor iverksettes.

Når det gjelder avløpsledninger er tilført mengde til renseanlegg, driftstid og avlastet mengde i overløp, pumpet mengde og målt vannføring, viktige målinger for å få oversikt over funksjonen på nettet. *For å få oversikt over tilstanden på ledningsnettet er rørinspeksjon et godt verktøy.* Det er viktig å ha en strategi for prioritering av hvilke ledninger som skal inspiseres og hvordan bruke resultatene fra inspeksjonene.

En hydraulisk modell for avløpsnettet vil gi svært mye viktig informasjon, både i forhold til oversikt over dagens situasjon og planlegging av nye tiltak. For at en slik modell skal gjenspeile virkeligheten på en god måte er det avgjørende med omfattende målinger og påfølgende kalibreringer (en ukalibrert avløpsmodell har meget stor usikkerhet). Selv godt kalibrerte modeller inneholder en viss usikkerhet. En typisk måleperiode bør gå over ca. 6 måneder og inkludere både mengdemålinger i ledningsnettet, målinger av overløpsutslipp og nedbørsmålinger. Utarbeidelse av slike modeller er betydelig mer ressurskrevende enn tilsvarende for vannledningsnettet.

Det må derfor vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle om det er hensiktsmessig for kommunen å utarbeide en slik modell.

Implementering av smarte løsninger (bruk av sensor-teknologi, maskinlæring og automatisert overvåking) for kontroll og styring av vannstrømmer, kan bidra til å redusere vanntap i vannledningsnett og overløpsutslipp og innlekking av fremmedvann i avløpsnett. Det er da avgjørende at man samtidig har et system for analyse av data som har tilgang til alle aktuelle data. Dette er avgjørende løsninger for bærekraftig drift og forvaltning

av ledningsnettene, og det forventes en videreutvikling av teknologi på dette området.

Alle ledningseiere bør bruke etablerte/standardiserte systemer for datainnsamling. Dette inkluderer bruk av digitale skjemaer i database for å registrere grunnleggende informasjon om ledningsnettet som alder, materiale, dimensjon og driftshistorie, koblet til ledningskart (stedfestet informasjon). Informasjon målt med sensorer som gir informasjon om ledningenes tilstand, kan ev. også knyttes til databasen og vises på kart.

2.5. Sikkerhet og robusthet, energi

God forvaltning inkluderer strategier for hvordan kommunene skal ivareta sin rolle som tjenesteleverandør på best mulig måte (opprettholde god og sikker vannforsyning og forsvarlig avløpshåndtering). Dette betyr at det må utarbeides strategier og gjennomføres planlegging knyttet til sikkerhet og beredskap. Slik planlegging må omfatte en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) som inkluderer en analyse av krise-

scenarier og anleggenes funksjonsdyktighet under krevende omstendigheter (overbelastning, store ulykker, sabotasje og lignende. Se i tillegg kapitlene 6.6.2 og 6.6.1).

I fremtiden vil det være nødvendig å planlegge for mer effektiv bruk av energi for drift av vann- og avløpsanleggene.

2.6. Anbefalinger, god forvaltning

Anbefalinger god forvaltning

- Sett gode og riktige mål og forankre disse politisk.
- Anleggseiere må ha god oversikt over tilstand og funksjon på sine anlegg. Det er grunnleggende å vite hva man har, før man kan planlegge hva som trengs å gjøres.
- Gode verktøy for tilstands- og funksjonsvurderinger vil ha stor betydning for å komme i mål med bygging av et optimalt fremtidig vann- og avløpstransportsystem.
- Skape bevissthet i organisasjonen rundt verdien av et godt datagrunnlag
- Det er avgjørende at grunnlagsdata er oppdatert og av tilstrekkelig kvalitet og i tilstrekkelig omfang (viktig å holde av ressurser til kartlegging og måling)
 - Utarbeid en strategi for grunnlagsdata
 - Ha en komplett og oppdatert ledningsnettdatabase og gode rutiner for registrering av nye anlegg
 - Få oversikt over anleggenes funksjon og tilstand ved å innhente diverse målinger
 - Svært viktig å sikre eierskap og tilgjengelighet til egne data, i tillegg til å bruke etablerte løsninger for datainnsamling (en kan forvente økte dokumentasjonskrav i fremtiden)
- Gjennomfør rørinspeksjoner og lekkasjesøk
- Etabler hydraulisk modell over vannledningsnettet
- Det må vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle om det er hensiktsmessig å utarbeide en hydraulisk modell for avløpsnettet.
- Implementering av smarte løsninger er avgjørende for å drifte og forvalte vann- og avløpsnettet på en bærekraftig måte, det forventes videreutvikling av teknologi på dette området.

3. Utfordringer

Utlekking fra vannledningsnettet, innlekking til avløpsnettet og et ledningsnett i forfall, er generelt de største problemene i VA-ledningsnettene i Norge. I tillegg er feilkoblinger og håndtering av overvann store utfordringer. *Dette betyr at det aller viktigste tiltaket å starte med, for langt de fleste kommuner, er å finne bærekraftige løsninger på disse utfordringene.*

Det er i de kommende kapitler utformet problemtrær for hovedproblemene i ledningsnettet. Hvert problemtre viser en skjematisk fremstilling av den aktuelle utfordringen med tilhørende konsekvenser (i treets røtter), årsaker og ulike veivalg og løsninger (i trekrona).

3.1. Forfall og funksjonssvikt i ledningsnettene

Vann- og avløpsledningsnettene i Norge står overfor betydelige utfordringer knyttet til forfall og funksjonssvikt. Store deler av ledningsnettene i Norge ble bygget ut med høy hastighet, i perioden etter andre verdenskrig (mellom 1945 og 1970 (1975)). Dette ledningsnettet er generelt i mye dårligere forfatning enn nyere (og også eldre) ledningsnett, noe som skyldes flere forhold som har med materialer, leggeteknikk og manglende anleggskontroll. Disse anleggene er spesielt utsatt for lekkasjer, brudd, innlekking av fremmedvann og andre problemer som kan redusere sikkerheten og kvaliteten på ledningsnettet. Eldre vannledninger som gror igjen kan også gi utfordringer med kapasitet og brannvanndekning.

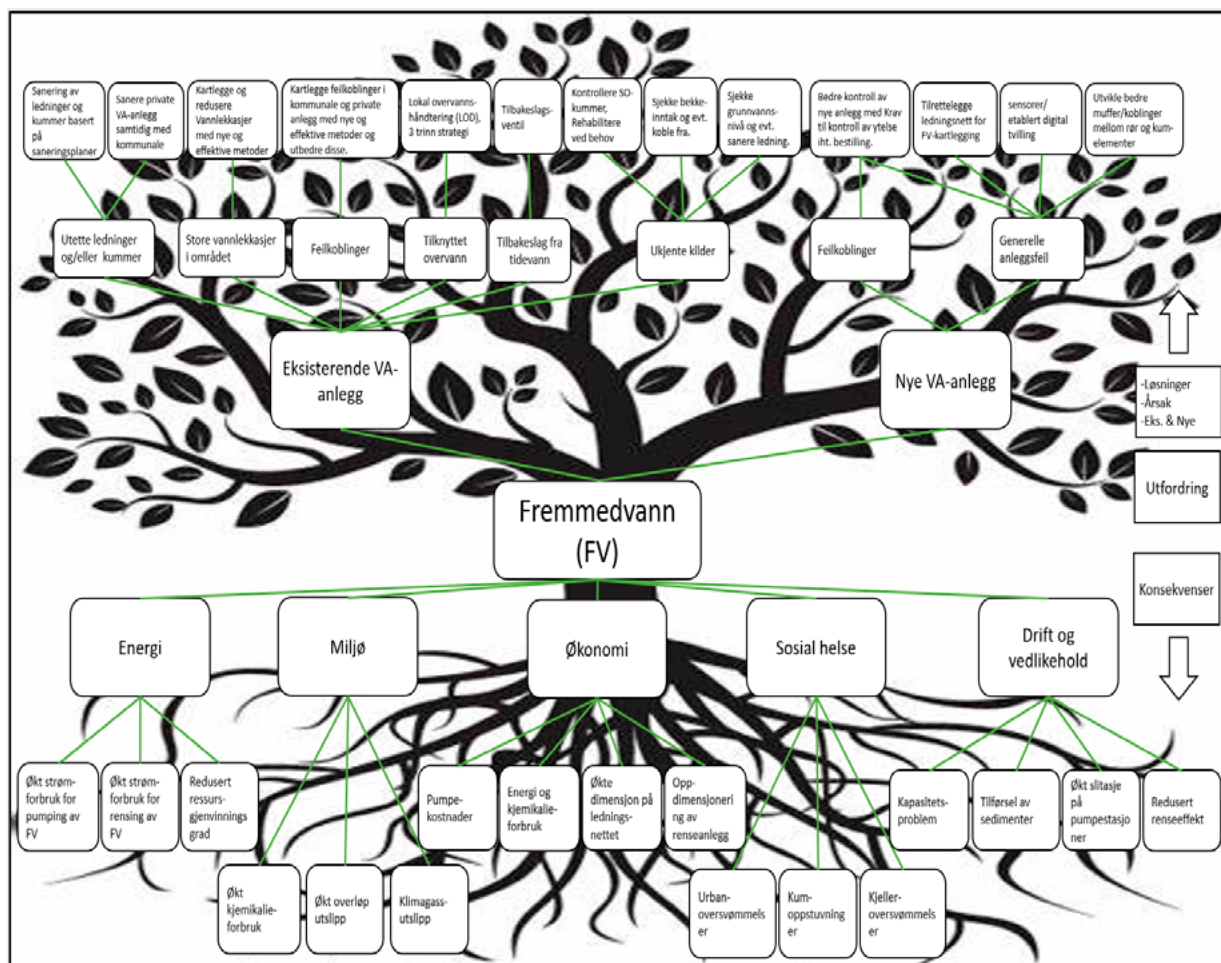
Kampen om arealene er en stor utfordring ved fornyelse av ledningsanlegg i bystrøk, både eksisterende anlegg under bakken og samvirke med anlegg og gatemiljø over bakken. Bruk av grøftefrie løsninger kan være en aktuell måte å løse dette problemet på for ledninger. Det er også flere kommuner som har gått til skrittet å forby graving i bygatene. Hvis en allikevel må grave opp ledningene, er det svært viktig å legge til rette for bruk av grøftefrie løsninger i fremtiden.

Det er en stor utfordring for kommunene å fornye disse ledningene på en så effektiv måte som mulig. I tillegg til økonomi, kan dette skyldes kompetanse internt i kommunen og tilgjengelighet hos rådgivere og entreprenører.

3.2. Lekkasjer fra vannledningsnett

Vannlekkasjer er et stort problem i svært mange kommuner og eksisterende metoder for reduksjon av disse er ikke tilstrekkelig effektive. Lekkasje fra vannledningsnettene koster norske kommuner/anleggseiere 345 mill. kr. i året (VAV, 2022). I tillegg er vannlekkasjer en av hovedårsakene til fremmedvann i avløpsnettet. Det er uklart hvilken strategi som er den

beste for å få ned de høye lekkasjeandelene, men mye tyder på at organiseringen av arbeidet er viktigere enn nye metoder. Det er likevel behov for nye løsninger og verktøy for å finne vannlekkasjer. Figur 3-1 på neste side viser problematikken knyttet til vannlekkasjer illustrert ved et problemtre.



Figur 3-2: Problemtre fremmedvann. Rota viser konsekvenser på grunn av fremmedvann, mens krona viser årsaker og mulige tiltak for å redusere fremmedvannmengdene.

3.4. Feilkoblinger i avløpsnett

Feilkoblinger i avløpsnett har vært et stort problem i flere ti-år. Feilkoblinger oppstår ved tilknytting av nye stikkledninger til kommunalt separatsystem og fører til at overvannet ledes til spillvannsnett og vice versa. Feilkoblinger resulterer dermed i fremmedvann i spillvannslendingen og spillvann i overvannsledning med påfølgende konsekvens direkteutslipp av avløps-

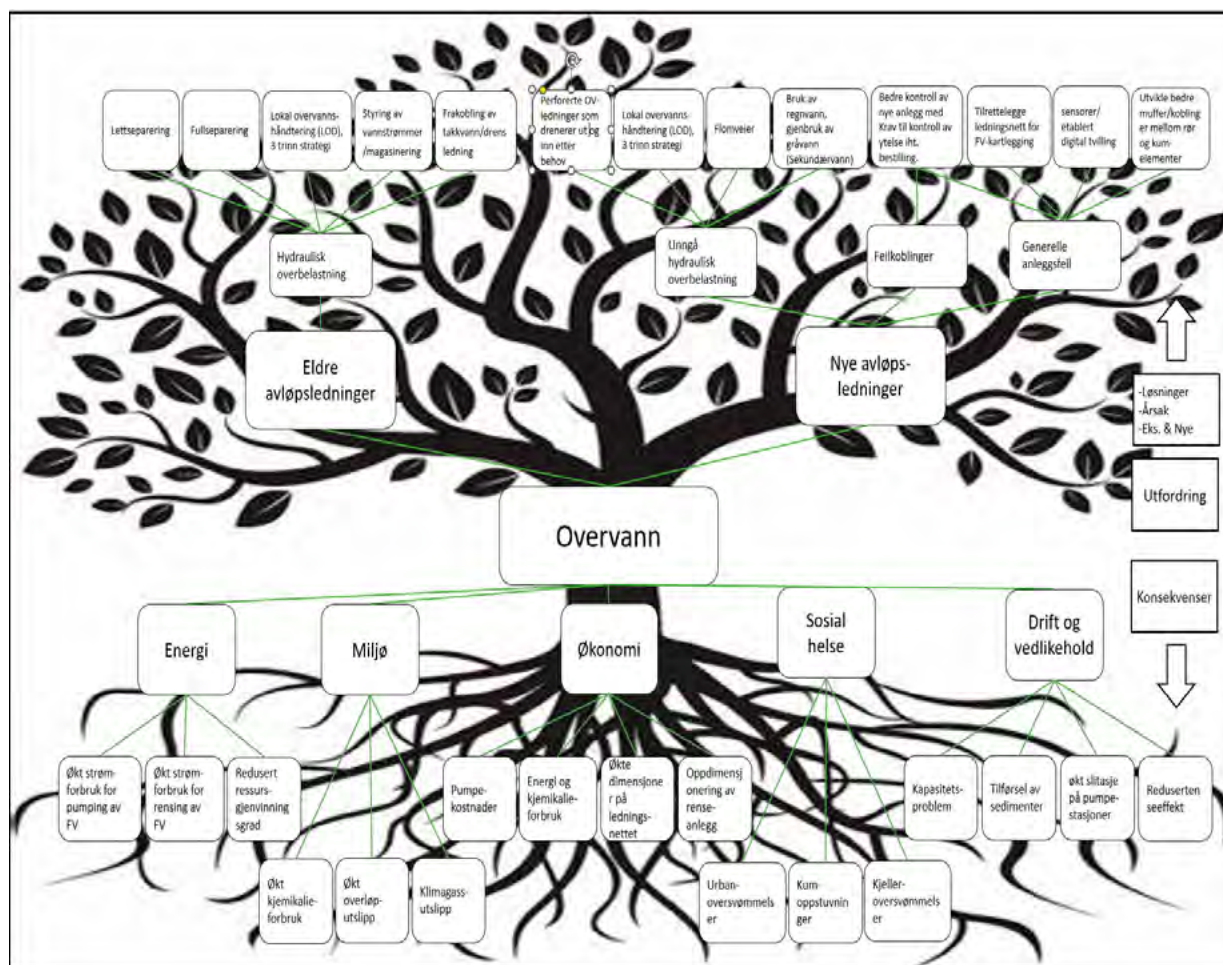
vann via overvannsutslipp. For å klare å oppfylle fremtidige krav til tette avløpssystemer er det avgjørende at anleggseiere har gode rutiner for å avdekke eksisterende feilkoblinger og unngå nye. Dette kan f.eks. gjøres gjennom røyktesting, fargetesting, eller langsgående temperaturmålinger før overtakelse av nytt anlegg, eller ved feilsøking på gammelt nett.

3.5. Overvann

Tradisjonelt sett har alt overvann blitt ført til lednings-nettet. Dette har resultert i flere problemer, se Figur 3-3:

- Overløpsutslipp
- Kjelleroversvømmelser
- Kapasitetsproblemer i renseanlegg
- Fortynnet avløpsvann som gir svekket renseseffekt.
- Overvannsoppstuvning på terreng.

Det finnes i dag flere alternative løsninger for god håndtering av overvann, eksempelvis lokal håndtering, etablering av flomveier osv.



Figur 3-3: Problemtre overvann. Rota viser konsekvenser som følge av overvann, mens krona viser årsaker og mulige tiltak for å redusere konsekvensene av overvann.

4. Strategier

Det sentrale spørsmålet vi må stille oss for å velge de riktige strategiene for fornyelse og utbygging av ledningsnett er; *Hvordan skal vi bygge nytt og fornye dagens ledningsnett for vann og avløp slik at det er funksjonelt og ivaretar nødvendige endringer i rammebetingelser over et langt tidsperspektiv?*

Uttalelser fra vannbransjen innhentet i arbeidsmøtene avholdt som en del av dette prosjektet, har vist at lekkasjer fra vannledningsnettet, fremmedvann i avløpsnettet og et ledningsnett i forfall regnes som de største utfordringene i dagens ledningsnett. For å møte kravene til fremtidens VA-systemer og takle utfordringene, er det derfor avgjørende å løse disse problemene. Dette kan gjøres på flere måter.

En stor utfordring med hensyn til forvaltning av VA-systemene, er at vi må planlegge med stor usikkerhet, både når det gjelder regelverk, klima og flere andre forhold. Det å anbefale spesifikke løsninger for bygging av fremtidens transportsystemer for vann og avløp, er ikke forenlig med disse store usikkerhetene. Det er svært viktig å planlegge systemer som er robuste og fleksible (6.6.2). Det vi imidlertid kan si med sikkerhet, er at ledningsnettene i Norge i dag, uansett hva som skjer i fremtiden, ikke er tette nok og dette gir store utfordringer. *Det aller viktigste tiltaket å starte med, for langt de fleste kommuner, er å finne bærekraftige løsninger på utfordringene med vannlekkasjer og fremmedvann. Hvilken løsning på disse problemene som er den beste i de ulike tilfellene, må avgjøres i hvert enkelt tilfelle ved å vurdere krav til ytelse, kostnader, risiko etc. (infrastrukturforvaltning).* Dette kapitlet setter søkelys på å finne et sett med optimale løsninger avhengig av situasjonen i hvert enkelt tilfelle.

Oppsummering

- Hovedproblemene i nesten alle ledningsnett er vannlekkasjer, fremmedvann og et ledningsnett i forfall. Få oversikt over disse problemene først og vurder behov for utbedring
- Hvilken løsning på disse problemene som er den beste i de ulike tilfellene, må avgjøres i hvert enkelt tilfelle, ved god forvaltningsmetodikk som f.eks metodisk infrastrukturforvaltning (se kapittel 2)

4.1. Planer for fornyelse og utbedring av ledningsnett

Løsningen på utfordringen med fornyelse av ledningsnett inkluderer en rekke tiltak og strategier. For å oppnå en rettidig fornyelse av ledningsnettene er det avgjørende å ha en strategi på kommunenivå og planlegge langsiktig. Dette inkluderer utarbeidelse av en investeringsplan som som bl.a. tar hensyn til tilstanden til eksisterende nett, prognoser for befolkningsvekst og økonomiske ressurser. *Det bør også etableres et system for jevnlig oppdatering og vurdering av ledningsnettets tilstand for å identifisere behov for fornyelse i god tid. Valg av materiale ved fornyelse av ledningsnett er svært viktig og bør baseres på en helhetlig vurdering av faktorer som jordforhold, belastning, levetid, kostnad og vedlikeholdsbehov. Dimensjonering av ledningsnettene er også viktig for å sikre tilstrekkelig kapasitet og unngå fremtidige problemer. Dette innebærer å vurdere faktorer som befolkningsvekst, vannforbruk, avløpsmengder og klimatiske forhold. Det er nødvendig å ta høyde for fremtidige behov og sikre at ledningsnettene er robuste og fleksible nok til å håndtere endringer over tid.* Ledninger

som er lagt før ca. 1980 har generelt lavere styrke og dårligere materialkvalitet og er ofte mer utsatt for nedbrytning enn nyere ledninger. Disse ledningene har derfor et større behov for utbedring eller fornyelse. *Det er imidlertid alltid viktig å undersøke ledningens tilstand i hvert enkelt tilfelle.*

Plutselige, uventede brudd kan forårsake store skader på infrastruktur og bygninger, og er ofte dyrere å reparere enn hva det koster å utføre planlagte reparasjoner. Drift og forvaltning av ledningsnettene bør derfor være preventivt.

Det er også en utfordring at kommuner ofte må flytte og/eller fornye ledninger som en del av større infrastrukturprosjektet. Dette er ofte ledninger som egentlig ikke hadde behov for fornyelse. Denne type prosjekt spiser av kommunens ressurser og gjør at en ikke får fornyet alle ledninger en egentlig hadde prioritert til fornying.

Anbefalinger planlegging av fornyelse og utbedring av ledningsnett

- Kommunene må fornye en større andel ledningsnett i årene fremover
- For å gjennomføre dette på en best mulig måte må en først starte med å utarbeide en fornyelsesplan
- Som grunnlag for en god plan må anleggseiere først innhente informasjon om tilstand og funksjon til anleggene i tilstrekkelig omfang og kvalitet. Det er derfor viktig å etablere et system for jevnlig oppdatering og vurdering av ledningsnettets tilstand (Bruaset, 2023)
- Det er viktig å utnytte samspillet mellom f.eks. vegprosjekter og kabeletater for å redusere kostnadene og klimautslippene.
- Valget av materiale er svært viktig og bør baseres på en helhetlig vurdering av faktorer som jordforhold, belastning, levetid, kostnad og vedlikeholdsbehov
- Dimensjonering av ledningene er også svært viktig. Det er nødvendig å ta høyde for fremtidige behov og sikre at ledningsnettene er robuste og fleksible nok til å håndtere endringer over tid.
- Plutselige, uventede brudd er ofte dyrere å reparere enn gjennomføring av planlagt vedlikehold. En bør derfor velge preventiv drift og forvaltning av anleggene. Det bør etableres en tydelig strategi for vedlikehold (f.eks. bør lekkasjer tettes så snart de oppstår)

4.2. Metoder for fornyelse og utbedring av VA-transportsystem

Rehabilitering kan gjennomføres på ulike måter: punktrepasjon, fornyelse av ledningsstrekke, eller fornyelse av hele området. Fornyelse kan gjennomføres med grøttefrie løsninger eller med full oppgraving. *For å velge riktig løsning i hvert enkelt tilfelle, er det avgjørende at anleggseier har gode målinger og god oversikt over sitt anlegg. Uavhengig av valgt løsning for rehabilitering, er det avgjørende for et vellykket resultat at tilhørende stikkledninger rehabiliteres samtidig med hovedledningen.*

Mange kommuner har for lite fokus på kummer i dag. Det er svært viktig at anleggseierne har oversikt over tilstanden på kummene i ledningsnett. *Når det gjennomføres saneringsprosjekter, bør alltid kummene saneres samtidig.* Det finnes ulike typer løsninger for rehabilitering og tetting av kummer på markedet i dag.

4.2.1. Punktrepasjoner

Punktrepasjoner vann

I noen tilfeller kan punktrepasjon være beste løsning. Ved utførelse av punktrepasjon vil en måtte senke trykket i ledningsnett mens reparasjonen pågår. Dette kan medføre økt risiko for forurenset drikkevann. *Det er derfor viktig å beholde et visst trykk på vannledningen mens arbeidene pågår, i de tilfeller dette er mulig.*

I tilfeller der en må skifte ut deler av et rør, er det fordelaktig å grave av minst mulig for å unngå å forstyrre grunnforholdene under ledningen. Det er avgjørende for et godt resultat at ledningsfundamentet er like godt komprimert hele veien. Det finnes flere eksempler på at det har oppstått brudd rett i nærheten av punktrepasjon kort tid etter reparasjonen fordi dette ikke er tatt hensyn til.

Punktrepasjoner avløp

Punktrepasjoner på avløp kan gjennomføres for å løse en flaskehals i systemet (knust rør, innstukket rør, svanke), ev. som en forberedelse til gjennomføring av grøttefrie løsninger for lengre ledningsstrekning.

4.2.2. Grøttefrie løsninger

Grøttefrie løsninger (NoDig-løsninger) er en fellesbetegnelse på teknikker for fornyelse av gamle vann- og avløpsledninger, eller etablering av nye ledninger, med ingen eller minimal graving. De ulike metodene egner seg i varierende grad avhengig av tilstanden til det gamle røret, styrken til det aktuelle renoveringsprodukt, grunnforhold, krav til resultat/nytt rør etc. og vi skiller gjerne mellom ikke-strukturelle, semi-strukturelle og strukturelle metoder. Dersom ledningen er i god stand kan man velge ikke-strukturelle eller semi-strukturelle løsninger, men er eksisterende ledning i dårlig forfatning, må man velge full-strukturell metode. Ulike grøttefrie løsninger bør også vurderes benyttet på private stikkledninger.

Eksempler på metoder for etablering av nye rør i jomfruelige masser er rørpressing, styrt boring i løsmasser, styrt boring i fjell, AT-boring (all terrain), hammerboring i fjell og kombinasjonsmasser, mikro-tunneler og pilotrørsboring. Utblokkering, inntrekking, tettisluttet rør, strøperenovering og belegg er eksempler på metoder for renovering av eksisterende ledninger.

Der en vil etablere nye rør i jomfruelige masser er grundige forundersøkelser av grunnforholdene avgjørende for et godt resultat. Eksempelvis er styrt boring en god løsning ved vanskelige grunnforhold og mye kvikkleire.

En annen mulighet kan være å gjenbruke de gamle rørene med nye løsninger (flere rør inn i gamle store rør).

Grøtiefrie løsninger er en viktig del av fremtidens vann- og avløpstransportsystemer, spesielt i urbane områder hvor tradisjonell graving kan være forstyrrende og kostbart. Grøtiefrie løsninger gir flere fordeler, inkludert redusert miljøpåvirkning, lavere kostnader og reduserte forstyrrelser for trafikk og omkringliggende infrastruktur.

Selv om grøtiefrie løsninger har mange fordeler, er ikke dette alltid riktig løsning. I noen tilfeller betyr inntrekking av ny ledning redusert kapasitet, i andre tilfeller kan utvidelse av eksisterende tverrsnitt føre til forstyrrelser av annen infrastruktur i grunnen.

Vannforsyning

Det finnes i dag en rekke ulike metoder for grøtiefrie løsninger for vannledninger. Innvendig belegg kan brukes for å hindre korrosjon og stanse mindre lekkasjer, dersom eksisterende ledning har tilstrekkelig styrke. Inntrekking av strømppe, eller et nytt rør, kan være et alternativ. Disse løsningene har vist seg å fungere bra i mange tilfeller.

Mange påkoblinger kan være en viktig begrensning ved bruk av inntrekking av strømppe eller nytt rør. Tilsvarende gjelder der det er mange bend eller dimensjons- overganger. Det er vist at det er mulig å gjennomføre påkobling av stikkledningen uten oppgraving, med fjernstyrte metoder. Slike løsninger er pr. medio 2023 ikke kommersielt tilgjengelig, men utviklingsarbeider pågår (samferdselinfra.no, 2023).

Eksempler på utførte prosjekter følger under:

«Verdenspremiere» i utblokking av stor vannledning i Trondheim (2011)

- Bakgrunn for prosjektet: DN600 duktile støpejernsrør uten innvendig sementmørtelforing, lagt i perioden 1969-1977. Ledningen ligger parallelt med en sterkt trafikkert vei, dimensjon måtte opprettholdes
- Grunnforhold: Fyllmasser i variabel mektighet over fast leire, avstand til fjell 5-6 meter
- Prosjektets omfang: Utblokking av DN600 Sjø hovedvannledning, med innføring av 900 m med DN710 PE 100 SDR 13,6 med utvendig PP-kappe, og fabrikkbøyde bend.
- Pilot: definert som et "pilotprosjekt" pga. manglende referanser og erfaring med slike dimensjoner hos alle aktører. Ble derfor lagt opp til en "teststrekning", med opsjon på videreføring av prosjektet, som følge av den potensielle risikoen i prosjektet. Tracto-Technik GmbH & Co KG i Tyskland, som utvikler og leverer maskinutrustning til NoDig-firma over hele verden, kan fortelle at prosjektet i Trondheim er en "verdenspremiere". Resultatet av prosjektet var vellykket.

Eksempel inntrekking av vannledning med stor dimensjon, Nedre Eiker kommune (2018)

- Bakgrunn for prosjektet: DN600 stål overføringsledning, lagt i 1942-1943, måtte rehabiliteres som følge av utvendig korrosjon og lekkasjer.
- Prosjektets omfang: Inntrekking av 2 050 m med nytt DN560 SDR11 PE100 RC rør, uten PP-kappe, i kombinasjon med noe supplerende graving, spunting og styrt boring i løsmasser.
- Erfaringer fra prosjektet: Inntrekking av en så stor ledning er i seg selv en krevende prosess. Bend og avvinklinger var kartlagt ut fra gamle byggetegninger i prosjekteringsfasen, og inntrekkingen gikk i all hovedsak etter planen.

Avløp

Flere kommuner bør ta i bruk grøttefrie løsninger. Inntrekking av polyesterstrømpe ev. glassfiberstrømpe, er en velprøvd og kjent metode for rehabilitering av avløpsledninger. Dagens løsning kan også dekke rehabilitering av stikkledninger. Denne metoden benyttes fortrinnsvis for å hindre innlekking av fremmedvann, eller for å hindre svekkelse av rørstyrken. I mange tilfeller er det en del svanker i eldre ledninger, i slike tilfeller kan det være problematisk med bruk av grøttefrie løsninger. En mulighet til å løse dette problemet, kan være å legge flytebetong i ledningen i forkant av strøperenovering for å jevne ut mindre svanker.

En aktuell løsning for sanering av fellesavløpsledninger kan være å bruke grøttefrie løsning for dyp avløpsledning, sammen med lett-separering for overvannet (grunn overvannsledning eller håndtering av overvann på overflat). En annen løsning kan være å gjenbruke den gamle fellesavløpsledningen ved å legge flere rør inn i det store, gamle røret.

4.2.3. Full oppgraving og separering av fellesavløpsledning

Full oppgraving er fortrinnsvis aktuelt utenfor sentrums-områder. Det antas at det i de fleste tilfeller benyttes anledningen til å separere ledningsnett. Hvis en skal gjennomføre denne type prosjekt, er det viktig at en ser større områder i sammenheng, for å få god effekt av prosjektet.

For å redusere fremmedvannbelastningen på avløps-nettet, kan ulike metoder for separering benyttes. Dette reduserer belastningen på ledningsnett, pumpestasjoner og renseanlegg. *Separering er helt nødvendig for at kommunene skal klare å imøtekomme framtidige strengere krav til rensing og ressursgjenvinning.* Avløpsvann er en ressurs (fosfor og energi) og krav til ressursgjenvinning kan forventes å komme. For å oppfylle disse kravene vil det være nødvendig at avløpsvannet er så konsentrert som mulig. Det finnes ulik grad av separering som beskrevet i det følgende:

- **Lett separering (kombinert med lokal overvannshåndtering (LOD)):** Da det er svært ressurskrevende og ikke bærekraftig å grave opp ledningsnett, bør det i økt grad satses på optimalisering av fellesavløpsnett ved bruk av LOD og lett separering. Grønne bed, infiltrasjonssystemer, grønne tak og vegger er eksempler på LOD. Ved lett separering skiller en ut takvann og annet overflatevann fra avløpsvannet og reduserer dermed risikoen for overløpsdrift og forurensing. Eventuelt kan det

legges en ny grunn overvannsledning, gjerne kombinert med LOD-tiltak. Samtidig kan en også fornye eksisterende dype fellesavløpsledning med grøttefri metode. Denne metoden løser likevel ikke alle problemer. Det vil fortsatt være noe fremmedvann i avløpsvannet som kan gi utfordringer i forhold til overløpsutslipp og ressursgjenvinning. I tillegg vil det fortsatt være tungmetaller i slammet. Det er i denne sammenheng viktig at planlegging av ulike LOD løsninger gjennomføres i samarbeide mellom folk med VA kompetanse og landskapsarkitekter.

- **Iverksetting av uvirksomt separatsystem:** En bygger avskjærende overvannsnett for å føre overvann fra det uvirksomme separatsystemet (separatsystem koblet til fellesavløpsledning nedstrøms) frem til resipient, uten å gå via nedstrøms fellesavløpsnett. I dette tilfellet vil da overvannets tungmetaller ledes ut til resipient.
- **Full separering:** En skiller ut spillvannet fra overvannet og fører disse i to ulike ledninger. Alternativer til å grave opp og legge to nye ledninger, kan være å strømpe fellesavløpsledningen slik at denne kan fungere som overvannsledning og i tillegg legge en ny spillvannsledning inne i fellesavløpsledningen. For at denne løsningen skal fungere kan en være nødt til å blokke ut eksisterende fellesavløpsledning. For å få effekt av separeringen (reduksjon i fremmedvannmengder videre nedstrøms i ledningsnett og renseanlegg) er det viktig å ferdigstille hele områder/avløpssoner. I dette tilfellet vil også overvannets tungmetaller ledes ut til resipient.

Uavhengig av valgt løsning for separering er det avgjørende for et vellykket resultat at tilhørende stikkledninger separeres samtidig.

Eksempel på separering utført med gravefri metode:

Eksempel separering av avløp ved bruk av grøtrefri metode, Trondheim kommune

- Bakgrunn for prosjektet: Bekkelukking fra 1960-tallet, der spillvann fra området er ført inn i det samme røret etter hvert, slik at både overvann og spillvann føres ut av området i et felles avløpsrør
- Grunnforhold: sensitiv leire og kvikkleire
- Prosjektets omfang: Tunnelering av ca. 375 m OV DN2000 BTG ut til Nidelva, retningsstyrt boring av 250 m SP DN630 PE og 170 m VL DN250 PE, samt 100 m pilotrørsboring for etablering av SP DN710 PE.
- De nye ledningene ligger dypt, og krysser under blant annet E6.
- Det har blitt spuntet arbeidsgroper, og det er utført kalkstabilisering. Det ble også nødvendig å anlegge en motfylling i elva for stabilisering av skråningen der den nye overvannsledningen tunneleres ut.
- Erfaringer fra prosjektet: Det er aldri er for tidlig for byggherre å ta kontakt med myndigheter som vegholder, fylkesmann og grunneiere i infrastrukturprosjektet.
- NoDig-entreprenører må bli flinkere til å samle egen dokumentasjon som de kan ta med seg fra prosjekt til prosjekt.
- Forprosjektet er en viktig del av oppdraget, spesielt viktig å involvere alle aktører i et felles møte.
- Grunnen viste seg velegnet for tunnelering
- Fornuftig å ta i bruk 3D-modellering for å spare tid i prosjekteringen.

Anbefalinger for fornyelse og utbedring av VA-transportsystem

- Gjennomfør målinger/undersøkelser for å få god oversikt over det aktuelle anlegget og de hydrauliske forholdene for å kunne velge riktig løsning for rehabilitering
- Vurder alltid om bruk av grøtrefrie løsninger er riktig løsning i aktuelt tilfelle
- Ved rehabilitering og/eller separering av kommunalt nett må alle tilhørende stikkledninger vurderes å rehabiliteres/separeres samtidig for å få sikre effekt av rehabiliteringen, (effekt i form av færre vannlekkasjer og reduserte overvannsmengder i ledningsnettet)
- I saneringsprosjekter bør alltid kummene vurderes sanert samtidig som ledningene. Ha spesielt fokus på felleskummer for spillvann og drikkevann
- Grav av minst mulig av ledningen når kun deler av et rør skiftes ut, for å ikke forstyrre grunnforholdene under ledningen. I flere tilfeller har det oppstått brudd rett i nærheten av punktrepasjon kort tid etter reparasjonen, fordi dette ikke var tatt hensyn til.
- Inntrekking av polyesterstrømpe, evt. glassfiberstrømpe er en velprøvd og kjent metode for rehabilitering av avløpsledninger, flere kommuner bør ta denne løsningen i bruk.
- Separering/reduksjon av fremmedvann er nødvendig i langt de fleste kommuner, for at kommunen skal klare å imøtekomme framtidige strengere krav til rensing og ressursgjenvinning.
- Det er stor nytte i å gjøre ikke-virksomme separatsystemer virksomme.
- I tettbebygde områder kan det være fornuftig å beholde fellesavløpssystemet pga. forurenset overvann, ev. gjennomføre lettseparering. Full separering i slike områder blir ofte dyrt og gir begrenset nytte.
- Det er viktig å ferdigstille anleggene, for å sikre at tiltakene får forventet effekt.
- Samordning med andre infrastrukturprosjekter: Bygging og fornyelse av ledningsnett bør koordineres med andre infrastrukturprosjekter, som for eksempel vei- og byggearbeid, for å minimere inngrepene i omgivelsene og redusere kostnadene ved utskifting.

4.3. Legging av ledningsanlegg i nye utbyggingsområder

4.3.1. Hovedledninger

Ulike grøtfeprofil kan vurderes ved bygging av nye ledninger i jomfruelig terreng, men dette må likevel tilpasses påkoblinger til ev. nedstrøms eksisterende system.

Dersom en ikke er bundet av systemvalg som er tatt for eksisterende ledningsanlegg, kan man vurdere følgende alternativer:

- Benytte ledninger med ikke-sirkulært tverrsnitt, for eksempel eggformede rør.

- Legge deler av ledningsnett med større dimensjon for fordrøyning av avløpsvann
- Trykkavløpsystem (eks. Lillestrøm kommune har benyttet dette enkelte steder)
- Bygge fellesavløpsledninger uten overløp (med f.eks. fordrøyning)
- Legge kommunale ledninger minimum 1 m ut av vei slik at man unngår ny oppgraving i veibanen og legger til rette for senere fornyelse
- Benytte grøttefrie løsninger ved legging av nyanlegg.
- Unngå å legge ledningene for tett, da dette vil hindre bruk av utblokking i fremtiden.
- Benytte rør i rør løsninger der dette er hensiktsmessig. Dette vil også kunne gi fleksibilitet i forhold til ukjent store mengder, dvs. at en kan legge et stort varerør og et mindre rør inne i varerør, med plass til å øke dimensjonen på det indre røret ved behov. Det medfører to rør å vedlikeholde og varerøret må være av god kvalitet.
- Unngå kryssinger av ledninger
- Bygge ledningsnett som er bedre tilrettelagt for lekkasjesøk og spesielt nye løsninger/verktøy.

Anleggene må bygges som prosjektert. Årsaken til valg av løsninger i prosjekteringsfasen må videreformidles til utførelsesfasen slik at en unngår at entreprenør av ulike grunner velger en annen løsning under bygging.

4.3.2. Stikkledninger

Dagens løsning for tilknytning av stikkledninger for vann, ved bruk av anboringer, resulterer ofte i vannlekkasjer. En bedre løsning er muligens å samle alle tilkoblingspunkt i kum, dette kan gi bedre kontroll, men er dyrere. En slik løsning vil også legge til rette for bruk av grøttefrie løsninger ved fremtidig rehabilitering, den fjerner ulemper for abonnent og reduserer altså risiko for lekkasjer. Løsningen må vurderes i hvert enkelt tilfelle da løsningen ikke passer over alt og har både fordeler og ulemper (f.eks. i Drammen kommune beskrives i dag den tradisjonelle løsningen med anboring på ledningsnett som et avvik). Det er behov for flere avklaringer og tekniske utredninger rundt denne løsningen. Hvis en velger en slik løsning er det særlig viktig at forhold rundt risiko og eierskap er avklart.

Oslo Kommune, VAV

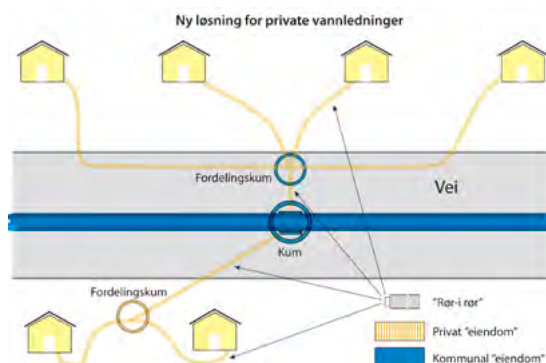
«Ved nye tilknytninger av stikkledninger til kommunal vannledning, legges alltid tilkoblingen i kum»

Å legge stikkledningene i rør-i-rør kan være en aktuell løsning og bør bli gjenstand for videre utredninger. Det er da viktig å huske på at varerøret også må være av god kvalitet.

Eksempel på løsning:

Eksempel tilkobling av private vannledninger, Asker kommune

- Som et ledd i strategi for lekkasjereduksjon, har Asker kommune vedtatt følgende; Ved legging av nye vannledninger kobles alle private vannledninger og stoppekraner til kommunal ledning i egne kummer.
- Privat vannledning legges i rør - i - rør, fra ny fordelingskum, frem til eiendomsgrensen
- Det etableres egne fordelingskummer med ny tilkobling og privat vannledning fornyes fra fordelingskum frem til eiendomsgrensen. Det monteres ny stoppekran i kummen. Kommunen dekker alle kostnader ved arbeidene.
- Ved tilkobling av flere enn fire nye vannledninger etableres en egen fordelingskum, fortrinnsvis på privat grunn
- Fordelingskum tilknyttes kommunalt hovednett via en fellesledning fra vannkum, eller gjengefri dobbeltmuffe (fellesledning eies av huseierne som er tilknyttet i kummen)
- Prinsippskisse av løsning er vist i figur under:



Anbefalinger legging av ledningsanlegg i nye utbyggingsområder

- Vurder ulike alternative systemløsninger for å avdekke hvilket system som er mest aktuelt i hvert tilfelle
- Årsaken til valg av løsninger i prosjekteringsfasen må videreformidles til utførelsesfasen, slik at en unngår at entreprenør av ulike grunner velger en annen løsning under bygging
- Kummer er viktige hydrauliske punkt og utformingen av disse bør vies mer oppmerksomhet.
- Anleggseiere bør ha et mer bevisst forhold til både antall, plassering og utforming av kummer
- Dagens løsning for tilknytning av stikkledninger for vann, ved bruk av anboringer, resulterer ofte i vannlekkasjer. Det bør vurderes tilknytning i kum

4.4. Kummer

Det er for lite fokus på kummer i dag. Kummer er viktige hydrauliske punkt og utformingen av disse bør vies mer oppmerksomhet. Kummer bør bl.a. bygges slik at de er tilrettelagt for fremtidig installasjon av ulike sensorer. Kummer på hovedledninger bør utformes slik at de er tilrettelagt for fornying med strøppe, eller utblokking og det bør benyttes pumper og armatur som kan byttes ut uten at en må grave opp kummen. Anleggseiere bør ha et mer bevisst forhold til både antall, plassering og utforming av kummer.

Er det bærekraftig med de avstandskravene som foreligger i dag? Reduksjon av antall kummer vil gjøre at man kan spare både klima og kostnader, da produksjon av kummer er dyrt og også setter et klimafotavtrykk. Færre kummer betyr færre punkter med risiko for innlekking, i tillegg til færre driftspunkt. Det er behov for å gjennomføre et utredningsprosjekt for å avdekke en bærekraftig avstand mellom hhv. vann- og avløpskummer med mål om å redusere antall kummer.

4.5. Vannlekkasjer

Det finnes ulike strategier for å redusere vannlekkasjer ([International Report: Water losses management and techniques](#), 2002). Dette kan være sanering av ledningsnett, eller inndeling i målesoner med påfølgende lekkasjetytting og trykksenkning. Her er noen av de vanligste strategiene:

Overvåkning av vannlekkasjer: Ved å installere sensorer i rørsystemet kan man overvåke trykket og vannstrømmen i systemet og oppdage eventuelle lekkasjer (sensorene bør være tilgjengelige for drift og vedlikehold på utsiden av rørene). Dette kan hjelpe operatørene til å reagere raskt og reparere lekkasjene før de utvikler seg til større problemer. Med denne metoden kan man også vurdere trykksenkning ved å installere trykkreduksjonsventiler i rørsystemet, eller ved å justere pumpehastighet for å opprettholde optimalt trykk.

Kontinuerlig vedlikehold: Regelmessig vedlikehold av ledningssystemet kan bidra til å oppdage og reparere små lekkasjer før de blir større. Dette kan også hjelpe til

med å forlenge levetiden til rørsystemet og unngå større reparasjonskostnader på sikt.

Bytte ut gamle rør: Eldre rør kan ha høyere risiko for lekkasjer på grunn av slitasje og korrosjon. Ved å bytte ut eldre rør med nye rør av høyere kvalitet, kan man redusere risikoen for lekkasjer og forbedre systemets effektivitet.

Bruk av ny teknologi: Ny teknologi kan brukes til å oppdage lekkasjer og forbedre systemets effektivitet. For eksempel lytteutstyr og akustikk overvåkning, satellittovervåkning, fiberoptisk kabaler, smarte sensorer, IoT og nye algoritmer (<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29WR.1943-5452.0001515>).

Trykksenkning: Fast eller dynamisk trykksenkning er aktuelle metoder når forholdene ligger til rette for det. Ved bruk av slike metoder må forsyningssikkerheten og spesielt tilgjengeligheten av slokkevann sikres.

Anbefalinger vannlekkasjer

- Viktig å ha god systemforståelse og et mål for lekkasjereduksjon (f.eks. beregne bærekraftig lekkasjenivå for egen kommune)
- Etabler gode, ikke for store, målesoner
- Viktig å ha god oversikt over det reelle lekkasjenivået i ledningsnett. Å ha god dekning av vannmålere er en god måte å få oversikt
- Gjennomfør lekkasjesøk
- Vurder trykksenkning
- Bruk smarte vannmålere, gir bedre overvåking av forbruket, bedre modellkalibrering, økt bevissthet om vannforbruket
- Saner vannledninger som har hatt mange brudd

4.6. Reduksjon av fremmedvann

Fremmedvanninnlekking er stort problem i VA-systemet, og det er avgjørende å identifisere kildene for å kunne redusere mengdene. Mange aktuelle tiltak er diskutert i dette prosjektet. Det er mange ulike kilder til fremmedvann, inkludert feilkoblinger mellom spillvann og overvann, utette kummer, felleskummer for spillvann og overvann, bekkeinntak, grunnvannsinnelekking i utette ledninger og kummer, tilbakeslag fra sjøvann, og innelekking fra vannlekkasjer via utette ledninger.

For å avdekke hva som er kilden til fremmedvann i hvert enkelt tilfelle, og komme frem til riktig løsning av problemet, er det viktig med grundig kartlegging og målinger i felt. Det er avgjørende å rette opp de ulike

feilene etter hvert som de blir oppdaget. Eventuelt kan en velge ut et område (spydspiss), identifisere hvilke punkt/feil som bidrar til betydelig mengde fremmedvann i dette området og deretter gjennomføre punkt-reparasjoner for "lavt hengende frukter" (eks SP-kummer som fungerer som sluk). Det er også viktig at anleggseiere har fokus på å identifisere, og rette opp i, eksisterende feilkoblinger og etablerer gode kontrollrutiner for å forhindre nye feilkoblinger. Å finne alternative tiltak for å redusere fremmedvann er viktig for å hindre overbelastning og for å sikre effektiv transport av avløpsvann og overvann. Andre tiltak inkluderer inspeksjon av nye og gamle ledningsnett og rehabilitering av gamle rør.

Anbefalinger for reduksjon av fremmedvann

- Forbedret overvåking ved implementering av smarte overvåkingssystemer som bruker sensorer og teknologi for å overvåke vannstrømmene i ledningsnett for å identifisere potensielle fremmedvannkilder.
- Det bør gjennomføres systematisk feilkoblingssøk i ledningsnett, med påfølgende retting av feil snarest.
- Helst bør kommunen ha egenkontroll til stede ved alle tilkoblinger av nye stikkledninger for å unngå feilkoblinger, dette er det mest kostnadseffektive tiltaket for å unngå feil.
- Kartlegg tilstanden på kummene, disse er ofte kilde til innelekking av fremmedvann
- Inkluder alltid kummer i sammenheng med sanering av ledningsnett
- Sjekk felleskummer for spillvann og overvann i forhold til muligheter for overløp, unngå å etablere nye felleskummer for spillvann og overvann
- Vær obs på grunnvannsnivå og sjøvannstand i nærheten av særlig eldre betongledninger
- Installer tilbakeslagsventil i utslippsledninger som kan være utsatt for sjøvannsinnsalg ved høyvann/stormflo
- Bruk lokale løsninger for overvannshåndtering, som regnbed og grønne tak, for å bidra til å redusere fremmedvann, ved å holde regnvann på stedet og hindre at det kommer inn i systemet.
- Vær obs på områder med risiko for vannlekkasjer hvis det samtidig ligger eldre avløpsledninger i grøfta. Vannlekkasjene kan renne inn i avløpsnett. I slike områder bør både vann- og avløpsledningene saneres

4.7. Overvannshåndtering

God håndtering av overvannet er viktig i framtidens ledningssystem for å imøtekomme utfordringene knyttet til klimaendring og urbanisering. Overvannshåndtering er en sektorovergripende oppgave, det derfor avgjørende at det etableres et godt samarbeide mellom VA-, plan-, veg- og parketaten for håndtering av overvann.

Benytt Tre-trinnsstrategien: Tre-trinns strategien for overvann gir et godt grunnlag for overvannshåndtering. Denne beskriver at mindre nedbørhendelser skal håndteres lokalt, mellomstore hendelser håndteres i overvannsledninger og de største hendelsene håndteres med flomveier oppå bakken. *Det er viktig at denne strategien iverksettes i et samarbeid mellom plan-avdelingen og VA-avdelingen.* Fremtidens håndtering av overvann kan ikke sees uavhengig av arealplanlegging. *Nødvendige arealer til overvannshåndtering må settes av i kommuneplanens arealdel.*

Systemvalg: I utgangspunktet bør fellessystemer erstattes med separate ledningssystemer så langt som mulig. Der det er separatsystem oppstrøms fellessystem (uvirksomt separatsystem), bør det prioriteres å gjøre disse systemene virksomme ved bygging av avskjærende overvannsledninger. I sentrumsområder og andre områder med tett bebyggelse, kan separering være ressurskrevende og vanskelig, i tillegg til at det er noe uheldig pga. forurensset overvann. I slike tilfeller kan lettseparering ved installering av grunne overvannsledninger, ev. håndtering av overvann på overflaten, og frakopling av enkelte bidrag til overvannsavrenning (takavrenning) være en mulighet. Sammen med bruk av grøtrefri metode for fornyelse av den eksisterende dype fellesavløpsledningen blir dette en god løsning.

Flomveier: Økt bruk av flomveier er viktig, det bør etableres flomveier på overflaten for de største regnhendelsene. Flomveiene må føres helt frem til resipient og unngå flaskehalser i disse. Det er også viktig å tilrettelegge for flomveier i reguleringsplanen.

Bruk av LOD: Bruk av lokale løsninger for overvann er bra for både fordrøyning og for rensing av overvann. Ulike LOD-løsninger kan være; grønne tak, grønne

vegger, flerbruksarealer, regnbed, infiltrasjonsanlegg og infiltrasjonskummer. Noe overvann må imidlertid være tilkoblet nettet for å sikre selvrensing. Statlige retningslinjer påpeker at det skal velges LOD-løsninger for håndtering av overvann og det skal begrunnes hvis dette ikke velges. Kommunene har myndighet til å pålegge både ny og eksisterende bebyggelse å ta i bruk LOD-løsninger i henhold til plan- og bygningsloven. Det mangler veiledere, retningslinjer og ansvarsavklaring for å få til økt bruk av denne type løsninger. Dette gjelder både privat og offentlig nett/system.

LOD og flomveier: Kombinasjon av LOD, rørsystemer og flomveier vil sannsynligvis bli en viktig del av løsningen for fremtidens VA-systemer.

Fordrøyning: Etablering av fordrøyningsmagasin er et effektivt tiltak for å redusere toppbelastninger på ledningsnett og renseanlegg, i tillegg til å minske overløpsutslipp. Økning av fordrøyningskapasitet på enkeltstrek kan være en aktuell løsning fremfor å legge større rør på hele rørstrek. Dette er aktuelt der en ikke kan få til separering.

Bekkeåpning: Åpning av bekker som tidligere er lagt i rør er en god løsning for å etablere et mer robust overvannssystem med større flomsikkerhet. På denne måten blir vannet en ressurs i bymiljøet, med økt biologisk mangfold.

Overvann som ressurs: Overvann kan også betraktes som en ressurs for å øke kvaliteten på bymiljøet. I fremtiden kan vi også se for oss gjenbruk av overvann som sekundærvann til toalettsskyling, bilvasking, hagevanning og lignende formål.

Drift og vedlikehold av overvannssystemet: Det er viktig å ha søkelys på drift og vedlikehold av overvannssystemet, for eksempel prioritere tømning av sandfang.

Det vil sannsynligvis komme strengere krav til rensing av overvann, særlig fra trafikkerte områder, som en følge av revidert avløpsdirektiv. Kommunene bør være forberedt på dette.

Anbefalinger overvannshåndtering

- Bruk tre-trinns strategien for håndtering av overvann
- Overvannshåndtering bør løses i et samarbeid mellom plan-avdelingen og VA-avdelingen
- Hold av nødvendige arealer til overvannshåndtering i kommunedelplanens arealdel.
- Økte vannmengder håndteres hovedsakelig ved bruk av LOD løsninger og etablering av flomveier (ikke ved oppdimensjonering av ledningsnett)
- Vurder å bruke overvannet som ressurs
- Etablere smarte overvåkingssystemer for overvåking, drift og vedlikehold av overvannssystemer.
- Ivareta sandfangene, som er viktige driftspunkt for rensing og håndtering av overvann
- Fordrøyningsmagasin er et effektivt tiltak for å redusere toppbelastningen. F.eks. kan en øke fordrøyningskapasiteten på enkeltstrekk, fremfor å legge større rør på hele rørstrekk. Det bør settes ned sandfang før fordrøyningsmagasinet.
- Kommunene må være forberedt på at det kommer strengere krav til rensing av overvann, særlig fra trafikkerte områder
- For å unngå problemer med LOD-anlegg når det er frost i bakken bør overvannet føres i rør frem til LOD-anlegg, evt. benyttes dykket innløp.

4.8. Systemvalg

Det bør tilstrebes å etablere separatsystem der dette er mulig for å begrense tilrenning til avløpsrenseanlegg og levere et mest mulig konsentrert avløpsvann til rensing. Det bør imidlertid vurderes å beholde fellesavløpssystemet i tettbebygde strøk, for å sikre behandling av forurenset overvann i renseanlegg. I slike tilfeller bør fellessystemet suppleres med LOD, der forurenset overvann, om mulig, behandles ved kilden. Det er svært kostnadskrevende med full oppgraving i tettbygde strøk, i tillegg til at utslippsmengden ikke nødvendigvis går så mye ned ved omlegging fra fellesavløp til separatsystem pga. feilkoblinger, stikkledninger som ikke er separert osv. Lettseparering av eksisterende fellesavløpssystem ved bruk av grøftefrie løsninger på eksisterende fellesavløpsledning i kombinasjon med bruk av lokal overvannshåndtering, bør derfor vurderes.

Ved eksisterende nett vil en normalt bygge på etablert system og være avhengig av de begrensninger dette gir. I nye utbyggingsområder står en friere. Her vil løsningen påvirkes av topografi, grunnforhold, type bebyggelse og lokale resipientforhold for overvann. Vi kan i prinsippet velge mellom dype eller grunne grøfter, gravitasjon eller trykktransport, 3-rør system eller 2-rør system, graving eller grøftefrie løsninger. Bruk av vakuumløsninger (alternativ til selvfallsledning ved bruk av dykkede avløpsløsninger etter hevert-prinsippet for å unngå selvfall og pumper) bør vurderes for nye boligområder, da dette reduserer behovet for store dimensjoner på ledningene

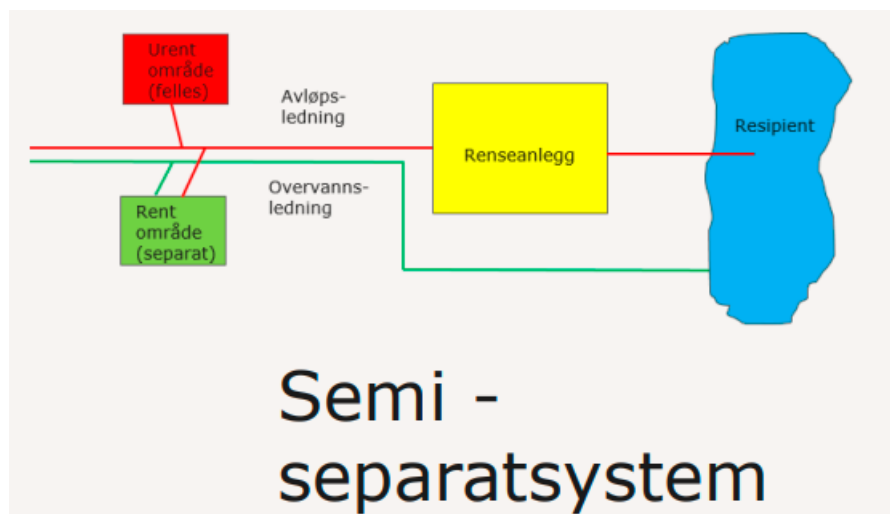
og dermed gir redusert behov for graving, i tillegg til at dette systemet er uavhengig av fall.

Fleksibilitet i forhold til dimensjonering kan løses med trykkøkning eller ved utblokking i fremtiden. Det bør holdes av en ekspansjonssone rundt røret, slik at ev. utblokking kan gjennomføres uten å skade eksisterende infrastruktur. Det er først og fremst for overføringsledninger at det vil bli behov for økt dimensjon i løpet av 100 år. For distribusjonsledninger inne i bebygde områder vil det vanligvis ikke være tilsvarende behov.

Stikkledninger for vannforsyning bør gå fra felles kum og legges som rør-i-rør system. Velges et system med trykkavløp, kan dette løses på samme måte som for vann, med felles kum og tilkobling til hovednett med rør-i-rør system.

Et eksempel på mulig systemløsning i tettbygde områder med eksisterende fellessystem er vist nedenfor i Figur 4-1 (Karlsen 2016). Overvannsavrenning fra forurensede områder tas inn på eksisterende fellesledning, mens overvann fra rene områder håndteres med LOD eller ny grunn overvannsledning.

Kummer må bygges store nok til å ivareta drift og ha tilstrekkelig plass for installering av sensorer. Det bør tas bevisste valg i forhold til antall og plassering av kummer. Antall kummer bør behøvsprøves.



Figur 4-1: Separatsystem som ivaretar overvann med ulik forurensningsgrad (Tom A. Karlsen, 2016)

Anbefalinger systemvalg

- Det bør tilstrebes å etablere separatsystem der dette er mulig
- Det bør vurderes å beholde fellesavløpsystemet i tettbebygde strøk
- Ved separering av fellesavløpsledning i tettbygde strøk bør lettseparering ved bruk av grøftefrie løsninger på eksisterende fellesavløpsledning i kombinasjon med bruk av lokal overvannshåndtering vurderes.
- I nye utbyggingsområder der en står fritt, bør ulike alternative systemløsninger vurderes for å velge hva som er optimalt i det enkelte tilfelle
- Det bør holdes av en ekspansjonssone rundt overføringsledninger, slik at ev. utblokking kan gjennomføres i fremtiden uten å skade eksisterende infrastruktur
- Anboringer bør vurderes plassert i kummer. Stikkledninger bør legges i rør i rør løsninger
- Antall, plassering og avstand mellom kummer må tilpasses behov. I tillegg må hver enkelt kum bygges stor nok for å ivareta drift og plassering av sensorer

4.9. Desentraliserte avløpsløsninger

Desentraliserte avløpssystemer kan brukes i områder som ligger langt fra sentrale transportsystemer, eller i områder der det er vanskelig å grave ned rør og ledninger, på grunn av topografien eller andre faktorer. Bygninger som behandler og gjenbraker sitt eget gråvann på stedet, reduserer belastningen på transportsystemer og renseanlegg, og ev. behov for kapasitetsøkning på disse. Slike løsninger kan derfor også være aktuelt i større utbyggingsområder i eksisterende tettbygde områder. I tillegg gir disse systemene bedre kontroll over behandlingen av avløpsvannet, og bidrar til å sikre at vannet behandles på en miljøvennlig og bærekraftig måte. Desentraliserte systemer kan være

tilpasset lokale forhold, og kan dermed være mer effektive og kostnadseffektive enn sentrale systemer, som er designet for å håndtere store mengder avløpsvann. Noen eksempler på desentraliserte avløpssystemer inkluderer biofilteranlegg, septiktanker, infiltrasjonsanlegg og lokale renseanlegg. Desentraliserte avløpssystemer kan brukes for gråvann- og overvannshåndtering. Også i Norge har det vært episoder med vannmangel der innbyggerne i kommunene har blitt oppfordret til å spare vann, ulike løsninger for desentraliserte systemer og bruk av sekundærvann i form av gråvann, er derfor også aktuelt i Norge:

- Separere ut gråvann for hagevanning etc. Gråvann er vann fra alle kilder unntatt toalett, for eksempel dusj, vask, og kan inneholde organiske stoffer, såperester osv. Desentraliserte avløpssystemer for gråvann kan være basert på teknologier som sandfiltre eller biologiske renseanlegg, og kan muliggjøre gjenbruk av gråvannet til vanning av hager eller grøntområder, bilvask etc.
- Istedetfor å bruke drikkevann til hagevanning, bilvask etc., kan en etablere et eget system for sekundærvann ved å samle opp overvann i tank, dam eller lignende.

I spredt bebyggelse er ledningsnettene små. Det ligger her til rette for bruk av løsninger med kildeseparering, grunne grøfter, trykkavløp og lokale renseløsninger. Andre tilfeller der slike løsninger kan være aktuelt, er ved behov for å komme i gang med utbyggingsprosjekter uten å vente på økt kapasitet i avløpssystemet.

Eksempel på løsning

Ålborg i Danmark har bygget ut et nytt område der regnvann benyttes til tøyvask, slokkevann og spyling av toaletter. Regnvannet samles opp i åpne dammer (kunstige overvannsbasseng, disse må være vannfylt hele året, ved mangel på regnvann fylles dammene med drikkevann) og behandles med UV-stråling. Det ble bygget to separate ledningsnett for dette, drikkevann og sekundærvann. 40 % av vannforbruket i området er nå sekundærvann, og det er lik pris pr m³ for de to vannkvalitetene. Det er samtidig strenge krav til null forurensning fra plantevernmidler, bilvask, veisaltning etc. i det samme området. Løsningen er kun egnet for nye utbyggingsområder, systemet kan påvirke grunnvannsstanden negativt, ev. må en begrense overvannsuttaget pga. dette.

5. Hvordan skal ledningsnett bygges/ fornyes i dag for å tilrettelegge for fremtidig sanering

I utgangspunktet ønsker vi minst mulig graving i gatene. Men nye anlegg må tilfredsstille nye rammebetingelser (økt vannbehov, økt avrenning, tette ledninger), og prosjekter som innebærer nødvendig opprusting av veier og flere ledninger krever nødvendigvis graving i første omgang. Disse vil imidlertid kunne utbedres med grøttefrie metoder i framtiden. Et helt klart ønske er å begrense gravearbeider i urbane områder på lang sikt. For å oppnå dette må vi ha en bred planlegging og forståelse for levetid på materialer og forutsetninger for dimensjonering og systemvalg.

Hvis det vi bygger i dag aldri trenger å graves opp igjen, vil besparelsene i både tid, penger og CO₂ utslipp kunne bli betydelige. Vi har allerede en godt utviklet teknologi for grøttefrie løsninger ved renovering av eksisterende ledninger, langhullsboring og rørpressing, men det forventes at den tekniske utviklingen i retning bedre materialer og anleggsløsninger fortsetter. Spesielt er det behov for grøttefrie løsninger for tilkobling av stikk-

ledninger for vannforsyning. Samling av alle tilkoblinger i kum kan være aktuelt i og flere kommuner har dette allerede som førstevalg om praktisk mulig.

For å legge til rette for fremtidig grøttefri oppgradering av anlegg som bygges, kan det vær aktuelt å legge varerør der oppgraving er spesielt ugunstig (under vegkryssinger, dykkerledninger, stikkledninger etc.) eller samling av all underjordisk infrastruktur i kulverter. Kulverter er spesielt aktuelt i store krysningspunkter, under bygg (det er da viktig å sikre tilgang til kulvert til enhver tid ved avtale) osv.

Nye anlegg bør tilrettelegges for mulig fremtidig rehabilitering uten oppgraving, selv om en legger til grunn lang levetid. Dette innebærer å ta høyde for fremtidige endringer i dimensjoneringsbetingelser. Anleggene må også tilrettelegges for effektiv drift og vedlikehold (eks. rengjøring, målepunkter og digital tilgang, lekkasjekontroll).

Anbefalinger for å bygge /fornye ledninger for å tilrettelegge for fremtidig sanering

- Hvis det vi planlegger i dag er robust, planlagt med hensyn til flere alternative fremtidige scenarier, vil vi ha mer fleksibilitet med hensyn til hvordan vi fornyer og drifter dette systemet i framtida.
- Merking og dokumentasjon: Grundig dokumentasjon av ledningsnett, inkludert plassering, materiale og alder på rørene. Dette gjør det lettere å identifisere hvilke deler av ledningsnett som må skiftes ut, og når det må gjøres.
- Nye anlegg bør tilrettelegges for mulig fremtidig rehabilitering uten oppgraving
- Bruk av kulverter, eller rør-i-rør i sentrale byområder, spesielt i knutepunkter, under vei og under bygg. Rør-i-rør er spesielt aktuelt for stikkledninger.
- Bruk av høykvalitets materialer: Ved å bygge og fornye ledningsnett ved hjelp av høykvalitets materialer, kan man forlenge levetiden til rørene og ledningene og redusere behovet for hyppige utskiftninger
- Implementering av smart teknologi: Smart teknologi, som sensorer og overvåkningssystemer, kan brukes til å identifisere problemer i ledningsnett tidlig, og dermed redusere behovet for omfattende sanering på et senere tidspunkt.

6. Øvrige viktige forhold for bygging av fremtidens vann- og avløpssystem

Fokusområdet i rapporten er hvordan vi skal bygge transportsystemene. Likevel ble det flere andre forhold som også er relevante for fremtidens VA-systemer ble mye diskutert i de gjennomførte arbeidsmøtene. Vi konkluderer derfor med at disse punktene er viktige

og relevante for fremtidens ledningsanlegg. For at vi skal nå målet om et bærekraftig VA-system i fremtiden, er det helt avgjørende at punktene omtalt i dette kapittelet er på plass.

6.1. Miljø

Fremtidens VA-system står overfor miljøutfordringer som karbonfotavtrykk, energiforbruk, forurensningstap, utslipp til vannforekomster, overvannshåndtering og bruk av vannressurser. Løsningene på disse utfordringene krever en helhetlig tilnærming med fokus på miljøhensyn og ressursutnyttelse. Gjennom innovasjon og strategiske tiltak kan vi utforme miljøvennlige og effektive VA-systemer for en bærekraftig fremtid. I de følgende underkapitler vil vi utforske og forklare disse utfordringene.

6.1.1. Klimagass

Norge har forpliktet seg til å redusere klimagassutslipp via Paris-avtalen, i tillegg settes det krav til at kommunene skal bidra til reduksjon av klimagassutslipp i Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning. Dette påvirker kravene til utslipp av klimagasser ved utbygging og fornying av fremtidens VA-systemer. Karbonfotavtrykket som skapes ved drift, utbygging og fornying av VA-transport-systemer er betydelig og det er derfor viktig at det velges klimavennlige og bærekraftige løsninger. Eksempelvis bør alltid LCA-vurderinger gjennomføres som grunnlag for valg av metode og konsept. Det er da viktig å ha langt nok tidsperspektiv på LCA-vurderingene.

Produksjon og transport av rørmaterialer bidrar til CO₂-utslipp fra vannsektoren.. Materialvalg må derfor tillegges stor vekt ved gjennomføring av vann- og avløp prosjekter. Økt bruk av klimavennlige teknologier som grøntefrie metoder etc. bør i tillegg alltid vurderes.

Det er forventet at det vil bli strengere krav til klimautslipp fra anleggene i fremtiden. Dette følger av den norske regjeringens klimapolitikk og arbeidet med å oppnå målsettingen om at utslippene reduseres med 50-55 % innen 2030 og deretter 90-95 % innen 2050 (Klimaendringer og norsk klimapolitikk - regjeringen. no).

6.1.2. Energiforbruk

Energiforbruket i tilknytning til drift og utbygging av VA-anleggene bidrar til klimagassutslipp, det er derfor viktig å vurdere mulighetene for å redusere dette. Hensynet til energiforbruk og energiproduksjon ved utforming og drift av VA-systemene vil være avgjørende for å oppnå et bærekraftig VA-system i tiden fremover. Eksempelvis kan økt energieffektivitet, energigjenvinning og bruk av fornybare energikilder bidra til å redusere energiforbruket og dermed klimagassutslippene. Det finnes en rekke strategier og teknologier tilgjengelig for dette.

Vann

Det at vi har høyt lekkasjenivå i Norge medfører at vi har et høyt energiforbruk. I tillegg gjør kupert terreng og kaldt klima, som gir stort oppvarmingsbehov av lokaler, at det kreves mye energi for å drifte vannforsyningsanleggene. Kravene til trykk i ledningsnett for å sikre tilstrekkelig slokkevann medfører også høyt energiforbruk. For å redusere energiforbruket kan følgende tiltak være aktuelle:

- Redusere energi-forbruk ved produksjon av drikkevann: f.eks. bruke UV-lamper med høy energieffektivitet, bytte ut eldre og mindre effektive pumper med nye, eller optimalisere pumpe-systemet/drift av pumpene.
- Redusere trykket i vannledningene: Vurdere å senke trykket i deler av ledningsnett, eventuelt etablere separate systemer for drikkevann og slokkevann.
- Gjenvinne energi via vannturbiner: En kan i noen tilfeller gjenvinne energi via vannturbiner ved å erstatte eksisterende trykkreduksjonsventiler med mini-/mikrokraftverk.
- Redusere lekkasjer, som er energibesparende da dette gjør at en kan produsere mindre vann.
- Etablere energiregnskap og energistyring i VA-systemer ved å kartlegge energiforbruket og gjennomføre tiltak for å redusere forbruket der dette er unødvendig høyt.

Eksempler på energiaspekter knyttet til vannledningsnett
Redusere energiforbruk ved produksjon av drikkevann ved f.eks. å bruke UV-lamper med høy energieffektivitet eller bytte ut eldre og mindre effektive pumper med nye
Redusere behovet for høyt trykk i vannledningene ved å senke trykket i deler av ledningsnett, eller å ha separate systemer for drikkevann og slokkevann.
Gjenvinne energi via vannturbiner Det å erstatte eksisterende trykkreduksjonsventiler med mini-/mikrokraftverk kan være en mulighet i noen tilfeller.
Bruke sanntidsdata og digital tvilling for å redusere pumpingen i systemet og dermed redusere energiforbruket, eller for å redusere vannlekkasjene og dermed redusere mengde vann som må produseres.

Avløp

For å bygge et energieffektivt avløpsledningsnett er det viktig å fokusere på følgende:

- **Energigjenvinning og produksjon:** Tilrettelegge ledningsnett for energigjenvinning, for energigjenvinning. Dette kan omfatte produksjon av biogass fra slam, eller bruk av varme fra avløpsvann til å produsere energi. Reduksjon av fremmedvann er i denne sammenheng viktig for å gi mer konsentrert avløpsvann som muliggjør biogassproduksjon i renseanlegg.
- **Redusert energiforbruk til pumping:** Optimalisere drift av pumpestasjoner og bruke av mer energieffektive pumper.
- **Bruk av dykkerledninger:** Bruk av dykkerledninger i stedet for pumpestasjoner kan redusere energiforbruket (en dykkerledning bruker gravitasjon for å transportere avløpsvannet).
- **Reduksjon av fremmedvann:** Mindre fremmedvann gir redusert behov for pumping og rensing.
- **Desentraliserte løsninger:** ta i bruk desentraliserte løsninger i områder der dette er aktuelt for å redusere behovet for transport av avløpsvann og redusere kapasitetsbehovet i ledningsnett og renseanlegg.

Eksempler på energiaspekter knyttet til avløpsledningsnett
Planlegge for optimalt energiforbruk Allerede i planleggingsfasen av anleggene er det viktig å tenke på optimalt energiforbruk med fokus på minimalt med pumping, unngå stor løftehøyde, utnytte selvfall osv.
Gjenvinne og produsere energi ved å utnytte ressursene som allerede finnes i avløpssystemene, f.eks. produsere biogass fra slam, eller bruk av avløpsvarme til å produsere energi.
Redusere energiforbruk ved å effektivisere driften av pumpestasjoner og i tillegg benytte mer energieffektive pumper.
Redusere energiforbruk ved lange pumpeledninger ved å trykkøke underveis på strekningen. Dette sparer energi (Hias gjør dette i dag)
Optimalisere pumping ved å etablere en pumpe som pumper middelvannmengde (denne går kontinuerlig) og 2 større pumper som tar de store vannmengdene/variasjonene (bør være 2 store pumper pga sikkerhet). Dette sparer energi (et eksempel viste ca. 1000 kWh for en PS pr. mnd) og gir normalt mindre toppbelastninger i nettet og til RA. Løsningen benyttes i dag av Hias.
Bruke dykkerledninger i stedet for pumpestasjoner vil redusere energiforbruket.
Redusere energiforbruket til oppvarming av stasjoner ved å installere varmepumpe (luft til luft) som erstatter varmeovner for, i tillegg til å gjenbruke luft (ikke ta inn ny, fuktig luft hele tiden). Da de fleste kommuner har mange stasjoner og anlegg vil det være stort potensiale for besparelser her. Hias har beregnet en besparelse på ca. 0-170 kWh/stasjon og døgn.

Eksempler på energiaspekter knyttet til avløpsledningsnett
Produsere energi ved å utnytte kommunale bygg Installering av solcelleanlegg bør vurderes på alle kommunale bygg (Drammen kommune har gjennomført prosjekt der alle bygg ble vurdert og solcellepanel ble installert i de tilfeller det var mulig). Hias har en strategi om at alle VBA og RA skal ha installert solcelleanlegg, i dag dekkes 5-7 % av Hias sitt totale energiforbruk med energi fra solcelleanlegg.
Effektivisere drift og redusere energiforbruket ved å bruke sanntidsdata og digital tvilling. Sanntidsdata gir innsikt i systemets ytelse og muliggjør rask respons på problemer, mens digital tvilling kan brukes til å simulere ulike scenarier for å finne den mest effektive løsningen.
Redusere fremmedvann som vil redusere energiforbruket knyttet til pumping og behandling av avløpsvannet.

Overvann

For å oppnå et bærekraftig VA-system når det gjelder overvann, er det flere energibesparende tiltak som kan vurderes:

- Lokal overvannshåndtering (LOD): Økt bruk av LOD-løsninger vil redusere behovet for etablering av ledningsnett, dermed spares energi. LOD-løsninger reduserer risiko for flom og oversvømmelser og dermed unngår man energiforbruk for å utbedre slike skader.
- Sekundærvann: Ved å bruke overvann som sekundærvann (f.eks. å samle opp regnvann), kan man redusere behovet for produksjon og pumping av rent drikkevann, i tillegg til å redusere vannmengden som lekker inn i fellesavløpsledninger.

Eksempler på energiaspekter knyttet til overvannsnett
Redusere energiforbruk ved å håndtere overvannet lokalt som reduserer behovet for etablering av overvannsnett.
Bruke LOD-tiltak for å unngå skader på infrastruktur som følge av flom og oversvømmelse og dermed unngå å bruke energi på utbedringer av skader.
Reduser energiforbruk til pumping ved å håndtere overvannet lokalt. Dette vil i tillegg redusere behov for etablering, evt. oppdimensjonering, av overvannsnett.
Benytte overvann som sekundærvann (f.eks. å samle opp regnvann) til hagevanning, bilvask osv., da dette kan redusere behovet for transport av drikkevann, i tillegg til å redusere vannmengden som går inn i fellesavløpsledningene.

6.1.3. Bærekraftig bruk av vannressurser

Revidert drikkevannsdirektiv, vedtatt 2020, setter krav til at anleggseiere skal redusere lekkasjer fra vannledningene, altså krav til et tettere vannledningsnett.

På grunn av økende befolkningsvekst som resulterer i økt etterspørsel etter vann og klimaendringer som resulterer i tørkeperioder, er det nødvendig med en mer effektiv og bærekraftig bruk av vannressurser. I Norge vil de fleste steder fortsatt ha tilgang på nok vann, men i noen tilfeller kan særskilt innsamling av regnvann, eller

gjenbruk av gråvann bli nødvendig. Framtidens abonnenter bør fokusere på å bruke mindre vann. Dette ville løse mange problemer og det ville ha flere positive konsekvenser:

- Mindre hydrologisk press på vannkilder.
- Redusert utbyggingsbehov for vannbehandlingsanlegg, pumper, høydebasseng og ledningsnett.
- Færre utfordringer ved befolkningsvekst. Redusert mengde avløpsvann og dermed redusert behov for økt kapasitet på ledningsnett og renseanlegg.

6.2. Teknisk kontroll og vedlikehold

6.2.1. Kontroll av anlegg

Kontroll av anlegg er av avgjørende betydning for å unngå feil på nye vann- og avløpsledningsnett. Anleggseiere bør øke sin oppmerksomhet på dette området. Kontrollen av VA-anlegg må styrkes og det må være fokus på kvalitet og gode løsninger i alle ledningsprosjekter, både når det gjelder planlegging og utførelse. Gjennom grundig kontroll, utført av riktig instans, kan vi sikre at det ikke oppstår feil i nyanlegg. Selv om det vanligvis er tilstrekkelig kontroll under gjennomføringen av kommunale utbyggingsprosjekter, er det ofte mangel på tilstrekkelig kontroll ved tilkobling av stikkledninger og utførelse av private anlegg. Dette kan resultere i feilkoblinger og andre typer feil. Det bør derfor stilles krav til kvalitetskontroll utført av kommunen, eller kommunens representant. Dette gjelder både ved utbygging av kommunale anlegg og ved tilkobling av alle stikkledninger, samt ved anlegg utført av private utbyggere (eksempelvis utfører både Bærum og Lillehammer kommune kontroll av private utbyggere).

Det er viktig å merke seg at den største andelen av feilene på nyanlegg oppdages ved sluttkontroll. Dette understreker behovet for kvalitetskontroll i grøften. Personene som skal utføre sluttkontrollen bør involveres fra starten av prosjektet, og det bør legges til rette for effektiv kontroll gjennom utarbeidelse av en kontrollplan. Det kan i tillegg vurderes å gjennomføre garanti-befaring etter 1 og 3 år og rett før 5 år (Hias gjør dette i dag). Dette må da være en forutsetning i avtalen med entreprenør.

Tydelig merking av ulike rør og deler kan også bidra til å unngå feil.

6.2.2. Drift og vedlikehold

For å legge til rette for optimal drift og fornyelse av VA-systemene, er det viktig å ta hensyn til flere faktorer. Først og fremst må systemene bygges med fokus på kvalitet og holdbarhet. Videre er det viktig å ha en god plan for vedlikehold og oppgradering av systemene, som tar hensyn til både teknisk og økonomisk levetid. Løsninger som gjør det mulig å både inspisere og reparere ledningsnettene uten å måtte grave dem opp er svært aktuelt.

Bruk av teknologi for å effektivisere og automatisere drift og vedlikehold bør vurderes (se også kap. 6.7.1). Dette kan for eksempel omfatte bruk av sensorer og overvåkningssystemer for å avdekke feil og effektivisere

driften, eller bruk av sanntidsdata og digital tvilling for å simulere og teste ulike tiltak før fysisk implementering. Det er da avgjørende at man samtidig har et system for analyse av data som har tilgang til alle aktuelle data.

Forsyningssikkerhet og servicenivå for både vann og avløp må vurderes. Dette kan omfatte tiltak som nødstrømsforsyning på pumpestasjoner for å sikre kontinuerlig drift under strømbrudd.

Når det gjelder drift og vedlikehold av overvannsanlegg og LOD anlegg (Lokal overvannsdistribusjon), er det viktig å utvikle gode rutiner og planer for FDV (forvaltning, drift og vedlikehold). Dette inkluderer regelmessig inspeksjon, rengjøring og vedlikehold av anleggene, for å sikre at de fungerer som tiltenkt. FDV plan for anleggene bør overleveres anleggseier ved overtagelse.

6.2.3. Behov for nye verktøy for tilstandsvurdering

Gode verktøy for tilstands- og funksjonsvurdering vil ha stor betydning for å komme i mål med bygging av et velfungerende og effektivt vann- og avløpssystem. Nye metoder og verktøy for å finne vannlekkasjer (<https://www.sintef.no/prosjekter/2021/leaknor/>), gravefrie metoder for tilstandsundersøkelse og nye metoder for analyse av eksisterende informasjon, er under stadig utvikling og vil kunne gi vesentlig støtte i arbeidet med fornyelse av VA-ledningsnettene (for konkrete eksempler se vedlegg til rapporten med oppsummering fra arbeidsmøte).

6.2.4. Transportsystemenes funksjonsindikatorer

Indikatorer på ulike aspekter ved ledningsnettets funksjon brukes for at anleggseiere skal kunne vurdere egne VA-anlegg, i tillegg til å kunne sammenligne seg med andre anleggseiere. For tallfesting og sammenligning av vannlekkasjer bl.a. er prosentverdi mye benyttet i VA-bransjen i dag. Dette er et relativt tall og er derfor ikke en god måte å tallfeste lekkasjer på. En følge kan være at hvis en kommune reduserer sitt vannforbruk vil lekkasjeandelen øke som en følge av dette, eller motsatt, hvis vannforbruket i en kommune øker mye vil lekkasjeandelen gå ned, uten at noen tiltak er gjort for å redusere mengden vannlekkasje. Vannlekkasjer bør derfor heller tallfestes f.eks. ved l/s/km eller l/pe/d. Slike forhold kan også gjelde andre parametere. Anleggseiere bør gå over til å kun bruke indikatorer som er konkrete og faste (ikke relative).

6.3. Menneskelige ferdigheter

6.3.1. Samarbeide og kommunikasjon

Følgende utvalgte innspill fra arbeidsmøte 1 (grunnlag for denne rapporten) kan listes opp.

Økt samarbeid mellom kommuner og andre anleggs-eiere er svært viktig for å klare det store løftet vi står ovenfor og for å motvirke problemet med mangel på kompetanse og ressurser. Manglende kommunikasjon og samarbeid i vannbransjen er i dag et sentralt problem.

Samarbeid og kommunikasjon mellom alle ledd i vannbransjen, både mellom ulike kommuner og internt mellom de ulike avdelingene i kommunene (planlegging, bygging, kontroll og drift), forekommer i dag ikke i tilstrekkelig grad for å sikre nødvendig kvalitet på ulike prosjekter. Gode rutiner som sikrer samarbeid og kommunikasjon i forbindelse med planlegging og utførelse av vann, avløp og overvannsprosjekter, er avgjørende for å finne de gode løsningene og for å unngå anleggsfeil. Det bør derfor utarbeides slike rutiner og i tillegg etableres dedikerte møtesteder og samarbeids-plattformer mellom prosjekterende bedrifter, anleggs-eiere inkludert driftsoperatører og entreprenører. Dette er nødvendig for å forbedre kompetansen på alle nivåer.

VA-systemene er komplekse og krever flere typer kompetanse som kan være vanskelig å opprettholde i mindre kommuner. Økt omfang av regionalt samarbeid mellom offentlige og private aktører vil være nødvendig for å skape den nødvendige utviklingen.

Det er en stor utfordring med manglende samspill mellom aktørene i prosessen ved etablering av nye anlegg, da dette kan resultere i feil ved nyanlegg. Det bør etableres bedre løsninger for gjennomføring av prosjekter, der ulike ledd opprettholder kontakten gjennom hele prosjektet.

Det må settes av tilstrekkelig tid og rom i alle prosjekter for kommunikasjon, spesielt med de som arbeider direkte på anleggsstedet. Kompetansen på overordnet nivå må være til stede fra begynnelsen av bygge-prosjektene. Dette innebærer at kompetansen videreføres når anbudsdokumentene utarbeides, da det er for sent når prosjektet allerede er beskrevet.

Det vil i stor grad effektivisere arbeidet dersom alle anleggseiere stiller de samme kravene til rådgivere, leverandører og entreprenører, for eksempel gjennom Vannstandarden.

Manglende samarbeid mellom vei-, VA- og jernbane-aktører legger hinder i veien for sanering og utbygging av ledningsnett (Danmark har implementert gode regler for å håndtere dette).

Vannbransjen må også samarbeide med andre kabel-etater, som er instanser som beslaglegger grøfter. Det må etableres overordnede og samkjørte regelverk som gjelder for andre infrastrukturetater. "Småkonger" som pålegger andre enorme kostnader og tidsbruk i saks-behandling, for eksempel ved banekryssing, må tas opp på politisk nivå.

Samarbeid mellom anleggseierne og leverandør-markedet er nødvendig for utviklingen, da det er mye som må gjøres på kort tid.

6.3.2. Kompetanse

Mangel på kompetanse i alle ledd i VA-bransjen, anses som en av de største utfordringene fremover. Det er økt behov for kompetanseheving på mange områder.

Følgende utvalgte innspill fra arbeidsmøte 1 (grunnlag for denne rapporten) kan listes opp:

En raskere kompetanseheving kan oppnås ved at prosjekterende følger opp egne løsninger på anleggene for å lære av egne feil og observere hva som faktisk fungerer. Det er viktig å øke kunnskapen til prosjekterende. Rådgivere bør derfor være til stede ute i grøfta og observere arbeidet (dette vil samtidig sikre at entreprenør får forståelse for hvorfor anleggene er prosjektert som de er og kan ved behov for endring pga at kart og terreng ikke passer sammen, finne mulige løsninger i samarbeide med rådgiver).

Entreprenører er ofte presset på tid og penger, og derfor involverer de ikke alltid prosjekterende eller kommunen når det oppstår problemer. De finner ofte egne løsninger. Det er viktig å finne en måte å håndtere dette på. En mulighet er å gi entreprenøren ansvar for feil, med påfølgende bøter.

Det anbefales at rådgivere alltid deltar i byggemøter og følger opp byggeprosessen. Dette bør være en del av prosjektkostnadene. Dette vil bidra både til å sikre at anleggene bygges som planlagt, og ikke minst til at rådgiver lærer av egne feil og øker egen kompetanse. Det er også viktig å vurdere å betale rørleggere for deres deltakelse på byggemøter, slik at disse kan bidra med sine erfaringer og gi viktige tilbakemeldinger.

Det mangler et system for å ta vare på erfaringer fra drift av VA-anlegg. Det er viktig å lære av feil og mangler som oppstår ute i grøfta, og sørge for at så mange som mulig får tilgang til disse erfaringene. Det bør derfor opprettes en nasjonal database over slike erfaringer. Å etablere en felles nasjonal databank for gode løsninger kan også bidra til økt kompetanseoverføring.

Det er nødvendig med økt samarbeid på tvers av alle ledd for å dele kompetanse. Det bør sendes studenter ut i grøfta, og det bør opprettes flere praksisplasser. Det bør også legges til rette for å inkludere unge og uerfarne deltakere i prosjekter gjennom konkurranser, og belønne dette.

Utarbeidelse og bruk av ulike modeller blir mer og mer aktuelt. Den beste løsningen ville være hvis kommunen hadde egne ressurser som arbeidet med modellering, da det krever kjennskap til både modellering og det aktuelle

avløpsnett for å sikre at modellen er korrekt. Alternativt kan det opprettes et felles kompetansesenter for flere kommuner som jobber med modellering, digitalisering, ledningsdatabasen, GIS/analyse, og lignende. En annen mulighet er å styrke driftsassistansen.

Det bør opprettes et nasjonalt testsenter for metode- og produktutvikling. Et felles kompetansesenter for flere kommuner innenfor områdene modellering, lekkasjesøk, ledningsdatabasen, GIS/analyse, og lignende bør også etableres. Driftsassistansen bør styrkes, for eksempel gjennom økt ressursallokering.

Det bør vurderes om det skal innføres strengere kompetansekrav for entreprenører som legger ledninger. En ny yrkesrettet utdanning, "Utvendige VA-anlegg," tilbys nå ved flere fagskoler, og kompetansen hos entreprenørene er for øyeblikket utilstrekkelig. Det er viktig med bedre opplæring i denne sammenhengen.

6.4. Strengere krav og rammebetingelser

6.4.1. Strengere krav

Strengere krav til miljøvennlige løsninger (bærekraft), anses som en stor utfordring fremover. Revidert avløpsdirektiv og ev. andre rammebetingelser vil gi mange føringer for hvordan vi planlegger og bygger VA-nettene våre i fremtiden. Det vil bl.a. komme krav til tettere avløpsledninger, rensing av overvann og strengere krav til rensing av avløpsvann.

6.4.2. Rammebetingelser –kommentarer fra deltagerne i arbeidsmøte 1

I dette kapittelet er det listet opp utvalgte kommentarer fra arbeidsmøte nr. 1 som ble gjennomført som grunnlag for utarbeidelse av denne rapporten.

Generelt sett er det behov for flere endringer i regelverk, retningslinjer, nye veiledere, finansiering osv. Følgende eksempler nevnes;

- For å unngå at relativt nye ledninger må flyttes fordi det «plutselig» skal bygges nye bygg der ledningen ligger, bør en alltid regulere ledninger inn i reguleringsplan, slik at en ikke kan bygge over dem.
- VA anlegg bør reguleres inn i alle reguleringsplaner (først VA, deretter vei og bebyggelse?)
- Framtidig tilgjengelighet til ledningsnett bør sikres. F.eks. holde av tilgjengelig plass i arealplaner til nødvendige angrepspunkt, f.eks. riggområde, boregrop, innføringsgrop og mottaksgrop (ev. anleggsveg).

- Kommunene har ingen insentiver for å prioritere sanering, ingen stiller strenge nok krav, og i de tilfeller det foreligger krav blir det ingen konsekvenser hvis disse ikke oppfylles. Dette medfører f.eks. at vannlekkasjer blir stående altfor lenge. Det bør settes strengere krav fra Statsforvalter til kommuner om å redusere vannlekkasjer, reduserer fremmedvann og sanere mer ledningsnett. Ev. vurderes å innføre bot i forhold til vannlekkasjer.
- Reglene i offentlige anskaffelser gjør det vanskelig å spesifisere ønsket produkt/material, dette kan være til hinder for å velge riktig materiale.
- Dagens innkjøpsregelverk er til hinder for FoU prosjekter i kommunene. Regelverket for offentlige anskaffelser bør endres slik at FoU er unntatt. Det er vanskelig å iverksette FoU prosjekter, da disse fort koster over 1 mill. kr og en må da sende ut på offentlig anbud, mens en ofte har en ønsket samarbeidspartner i slike tilfeller.
- Selvkostregelverket bør endres slik at en kan finansiere innovasjonsprosjekter som del av selvkostgrunnlaget.
- Avskrivningstiden på anlegg bør endres, 60 år avskrivningstid er muligens mer riktig.
- I så å si alle utlysninger spesifiserer kommunene at de ikke aksepterer alternative tilbud. Dette hindrer at nye løsninger kan tilbys og dermed tas i bruk av markedet, denne praksisen bør derfor endres.

- Økt bruk av LOD er viktig. Kommunene setter krav til maks påslipp, men har ingen mulighet til å følge opp om dette overholdes på sikt. Regelverket rundt disse tingene er ikke på plass. bl.a har kommunen svært liten myndighet til å få oversikt og kreve god FDV av disse private anleggene.
- Det finnes ingen instanser i dag som kan veilede og motivere innbyggere til å ta i bruk grønne løsninger for å håndtere overvannet på egen eiendom. De fleste kommuner har ikke utarbeidet veiledere for dette, og kompetansen på dette området er også begrenset i de fleste kommuner. Dette gjør at kommunene i dag er skeptiske til å foreslå eller tillate bruk av denne type løsninger på private eiendommer. Spesielt er det usikkerhet rundt drift og forvaltning av slike anlegg. Det er derfor behov for å utvikle retningslinjer og veiledninger på dette området, dette gjelder også utdanning og kompetanseutvikling på overvannsområdet.
- Det er viktig å utvikle rutiner og regler for kontroll av anlegg for lokal overvannshåndtering. Normgivende regelverk bør etableres.
- Grensesnittproblematikk for overvann er en stor utfordring. Uklart ansvarsforhold for overvann skaper problemer. Finansiering av forebyggende tiltak for håndtering av overvann er ikke definert, er utfordring. Disse forhold må defineres for fremtidens VA-systemer.
- Splitting av avløpsgebyret som et insentiv for økt bruk av LOD-løsninger på privat grunn kan være en mulighet
- Det bør lovfestes overordnede krav til arealplanlegging som ivaretar behovet for overvannstransport under ekstreme avrenningssituasjoner.
- Driftsinstruks for overvannsnett finnes ikke i kommunene i dag, dette bør utarbeides.
- Ved bruk av 3 trinns-strategien for håndtering av overvann så er det et problem at myndighet for trinn 1 og 2 ligger hos byggesak. Kommunikasjon mellom VA- og byggesaksetatene kan være utfordrende. Trinn 1 og 2 blir derfor ikke gjort/ivaretatt. Myndighetsområdet bør endres.
- I kommunens arealplan bør det beskrives at VA avdelingen skal være involvert i vurderingen av alle overvannsanlegg for å uttale seg om f.eks. tilgjengelig kapasitet, og krav til maksimalt påslipp til kommunalt nett, slik at plan- og byggesmyndighetene skal kunne ta best mulig beslutninger.
- Privat ledningsnett står for en stor andel av problemene med lekkasjer, fremmedvann. Eierforhold bør endres slik at det blir enklere å sanere private ledninger samtidig. Dagens løsning for stikkledninger påfører abonnentene store og uforutsette kostnader knyttet til nødvendig utskifting/fornyning.
- Vedlikehold og tilstandskontroll av armatur/ventiler er nødvendig og viktig. Normgivende retningslinjer bør etableres.
- Standardisering av løsninger og produkter vil effektivisere og lette arbeidet for både rådgivere og entreprenører. Dette er viktig for å effektivisere overgangen til fremtidens bærekraftige løsninger. Dette vil også være ressursbesparende, da det vil motvirke at hjulet finnes opp flere ganger og at rådgivere og entreprenører må omstille seg til nye krav og løsninger for hvert nye prosjekt. Standardisering er en forutsetning for en grønn og bærekraftig vannbransje.
- Utvikle bedre kvalitetssystemer og prosedyrer for arbeidsoppgaver i vannbransjen. Bør utvikles nye digitale, standard prosedyrer for ulike arbeidsoppgaver slik at alle gjør disse likt og på optimal måte. Det mangler enhetlig regelverk, regelverket er komplekst og desentralisert.
- Forsikringsselskapene dekker i dag kun punkt-reparasjoner ved lekkasjer på private ledninger, selv om det er billigere å sanere hele ledningen. Ikke bærekraftig å ha x antall punkt-reparasjoner på en ledning, da dette koster betydelig mer og gir dårligere kvalitet.

6.5. Usikkerhet

En av de største utfordringene ved planlegging av vann- og avløpsledningsnett, er at det er stor usikkerhet i rammebetingelsene. VA-systemene skal fungere i lang tid (100-200 år). Hva er viktige premisser fremover?

Premissene er viktige for hvilken kapasitet vi skal planlegge ledningsnettene for og hvilke løsninger vi skal velge. Premissene gir også grunnlaget for å vurdere nødvendig fleksibilitet (planlegging med usikkerhet).

Her er noen tilnærminger når kriteriene er usikre:

- **Scenarioanalyse:** Dette innebærer å utvikle flere alternative scenarier for hvordan fremtiden kan utvikle seg, basert på ulike mulige rammebetingelser. For eksempel kan man utvikle scenarier som for hvordan klimaendringene kan påvirke samfunnet og planlegge for ulike alternativer basert på disse scenarier. Eller befolkningsvekst, strengere krav og andre forhold. På denne måten kan man ta hensyn til usikkerheten og forberede seg på forskjellige muligheter.
- **Adaptiv styring:** Å implementere en adaptiv styringsstrategi innebærer å overvåke, evaluere og justere løsninger kontinuerlig, basert på endringer i rammebetingelsene, og dette kan hjelpe til med å

tilpasse seg usikkerhetene i fremtiden. For eksempel er det viktig å bygge fleksibel VA-infrastruktur som kan justeres eller endres (dynamic adaptive pathway planning, Danmark).

- **Risikobasert tilnærming:** Identifisere de mulige risikoene og deres sannsynlighet, og utvikle løsninger som kan håndtere disse risikoene uavhengig av hvilket scenario som faktisk oppstår. Dette kan inkludere å vurdere økonomiske og sosiale konsekvenser av ulike scenarier, og å utvikle tiltak for å redusere risiko og skadevirkninger.
- **Involvering og samarbeid:** Beslutningsprosesser bør involvere interessenter og eksperter som har kompetanse og kunnskap om forskjellige aspekter av problemet. Dette kan bidra til å redusere usikkerheten og øke forståelsen av mulige utfall, og samtidig øke oppslutningen og eierskapet til beslutningen

Ved å kombinere disse tilnærmingene kan man øke sannsynligheten for å ta gode beslutninger, selv når kriteriene er usikre.

6.6. Kriseberedskap og risikohåndtering

6.6.1. Krise og beredskap

Konklusjonene fra arbeidsmøte nr. 1 i dette prosjektet viser at manglende planer for krise/beredskap, anses som en av de største utfordringene fremover.

Manglende plan for krise- og beredskapssituasjoner kan gi alvorlige konsekvenser for VA-systemene. Det kan være spesielt kritisk når digitale løsninger settes ut av spill, eller når det oppstår strømbrydd. For å sikre et robust system er det viktig å ta hensyn til f.eks. nødstrømsituasjoner. Det kan være hensiktsmessig å etablere nødstrøm på en del anlegg, avhengig av størrelse og kritikalitet. Mobile nødstrømsaggregat er et alternativ ved mindre stasjoner. Avløpsnett er spesielt kritisk i forhold til strømbrydd, på grunn av muligheten for utslipp til resipient. For å forhindre utslipp ved strømbrydd, cyberangrep o.l., kan det være aktuelt f.eks. å bygge overdimensjonerte pumpestumper der avløpsvann kan samles opp i tilfelle pumpestopp. En krise- og beredskapsplan bør utarbeides for å sikre at nødvendige tiltak kan iverksettes på en effektiv måte i de ulike krisesituasjoner.

Skybruddsplaner er utformet for å håndtere konsekvensene av intense regnskyll, som f.eks. oversvømmelser av veier, kjellere, boliger og bedrifter. En typisk skybruddsplan vil identifisere områder som er spesielt utsatt for oversvømmelse, og beskriver ulike aktuelle tiltak. Skybruddsplaner kan omfatte offentlige varslings-systemer og evakueringsplaner for personer som bor eller jobber i områder som er særlig utsatt for oversvømmelser. Planene kan også inkludere forebyggende tiltak, som å informere befolkningen om farene ved skybrudd, og oppfordre til å flytte personlige eiendeler fra områder som kan oversvømmes.

6.6.2. Robusthet og motstandsdyktighet

VA-systemene må ha evnen til å gi kontinuerlig tilførsel av trygt, rent drikkevann og transportere bort avløpet på en trygg måte. Dette kan påvirkes av naturlige hendelser som jordskjelv, tørke, klimaendringer og vannkvalitetsforhold, eller cyberangrep. Hvordan kan resiliens (robusthet, gjenopprettelse av funksjon etter hendelse som har gitt avbrudd) mot dette sikres? I tillegg står systemene ovenfor en rekke utfordringer som befolk-

ningsvekst, urbanisering, klimaendringer og ressursknapphet. Det er derfor avgjørende at man planlegger det overordnede systemet med hensyn til resiliens, bla. ved at man tar hensyn til at ulike fremtidsscenarier kan bli gjeldende for systemet, og at man planlegger for at systemet skal kunne fungere på et visst nivå for alle disse scenariene.

Aktuelle metoder for å øke motstandsdyktigheten i vann- og avløpssystemene:

- Diversifisering av vannkilder: Bruk av flere ulike vannkilder kan bidra til å redusere risikoen for vannmangel og sikre en pålitelig vanntilførsel. Dette kan inkludere utvikling av nye vannkilder, resirkulering av vann og innsamling av regnvann for å bruke som sekundærvann.
- Oppgradering av infrastruktur: Investeringer i oppgradering og forbedring av VA-infrastrukturen kan bidra til å redusere risikoen for feil og forlenge levetiden til eksisterende systemer. Dette kan inkludere utskifting av gamle rør, oppgradering av renseanlegg og forbedring av effektiviteten til transportsystemet.
- Reduksjon av vannforbruk og vannlekkasjer: Redusert vannforbruk vil være en mulighet for å øke restkapasiteten i systemet, uten å måtte øke dimensjonene på det. Dette vil indirekte øke robustheten til tjenesten. Redusert vannforbruk kan oppnås gjennom reduksjon av vannlekkasjer, bruk av vanneffektive løsninger og økt offentlig bevissthet om viktigheten av å spare vann.

- Forberedelser til kriser og etablering av beredskap: Utarbeidelse av beredskapsplaner og gode forberedelser kan bidra til å begrense konsekvensene av vannrelaterte kriser, som flom, tørke og forurensning. Dette kan inkludere etablering av tidlig varslingssystemer, forbedring av kommunikasjon og samarbeid mellom interessenter, og investering i nødstrøm og krisevannforsyning.
- Digitalisering og trusselen om cyberangrep: Digitalisering kan bidra til å øke effektiviteten og påliteligheten til vann- og avløpssystemer, ved å tillate sanntidsovervåkning, prediktivt vedlikehold og optimalisering av systemytelsen. Dette kan bidra til å redusere risikoen for systemsvikt og forbedre den generelle motstandsdyktigheten til disse systemene. Imidlertid følger det også en risiko for cyberangrep ved økt bruk av digitale teknologier, som kan true sikkerheten og funksjonaliteten til disse systemene. For å håndtere denne risikoen er det viktig å iverksette robuste cybersikkerhetstiltak.

Samlet sett krever det å sikre robuste vann- og avløpsvannsystemer en mangefasettert tilnærming som tar hensyn til en rekke faktorer, fra klimaendringer til vedlikehold av infrastruktur og cybersikkerhet. Ved å ha en helhetlig tilnærming til disse utfordringene, kan anleggseiere bidra til å sikre en pålitelig og bærekraftig drikkevannsforsyning og et pålitelig avløpssystem for fremtidige generasjoner.

Eksempler på robuste løsninger

- Redundante systemer: Dette innebærer å ha flere uavhengige (del-)systemer som kan ta over for hverandre i tilfelle en feil eller krisesituasjon, for eksempel vannforsyning fra to kilder, doble datalinjer etc. I tillegg kan det være fornuftig å ha reservekapasitet i systemet for å håndtere ekstra belastning eller uforutsette hendelser. Det bør være tilrettelagt for manuell drift av renseanlegg og evt. pumpestasjoner i krisesituasjoner.
- Overvåkningssystemer: Ved å ha kontinuerlig overvåking av vanntrykk, strømningshastighet og vannkvalitet, kan man oppdage feil og problemer raskt og gjennomføre nødvendige tiltak før disse blir større problemer.
- Klimatilpasning: VA-systemer bør være designet for å tåle ekstreme værforhold som flom, tørke og storm.
- Etablering av alternative forsyningskilder: I tilfelle en krise eller feil i hovedsystemet, er det avgjørende å ha en reservevannkilde. I mindre kommuner kan alternative forsyningskilder som grunnvannskilder eller mobile vannbehandlingsenheter bidra til å sikre vannforsyningen til befolkningen.
- Kontinuerlig vedlikehold og oppgraderinger: Regelmessig vedlikehold og oppgradering av VA-systemer er avgjørende for å sikre at systemet fungerer best mulig og er i stand til å takle endringer og utfordringer over tid. Dette kan inkludere tiltak som rengjøring av rør, utskifting av utdatert utstyr og oppgradering av teknologi og systemer.

6.7. Data og teknologi

6.7.1. Digitalisering

Kunnskapen som anleggseierne har i dag om egne anlegg, tilfredsstiller ikke framtidens krav og behov for overvåkning, kvalitetsmålinger, mengdemålinger og styring. Det er derfor et stort potensial for effektivisering og optimalisering av drift og forvaltning, ved å utnytte disse mulighetene, altså ved å digitalisere ledningsnettene.

Fremskritt innen teknologi, som fjernmåling, sanntids-overvåking og dataanalyse, vil endre måten vann- og avløpstransportssystemene både styres og vedlikeholdes på, og dermed forbedre den generelle ytelsen. Med økt bruk av kunstig intelligens (AI), store og komplekse informasjonssystemer (Internet of Things, IoT) og automatisering, vil mer presis overvåkning og styring av VA-systemene oppnås og dermed bedre evne til å forutsi, oppdage og håndtere problemer og feil i systemet.

Følgende er aktuelle måter digitalisering sannsynligvis vil påvirke disse systemene:

- **Innsamling og analyse av data:** Digitalisering vil tillate innhenting av både flere ulike type data og mer nøyaktige data, fra transportsystemene, inkludert informasjon om vannkvalitet, strømningshastigheter og energiforbruk. Disse dataene kan brukes til å identifisere feil og forbedringsmuligheter, samt til å utvikle prediktive modeller for systemytelse.
- **Sanntidsovervåkning og -kontroll:** Med bruk av sensorer og annet overvåkingsutstyr kan vann- og avløpssystemene overvåkes i sanntid, noe som gjør det mulig å oppdage problemer tidlig og å reagere raskt på systemfeil eller nødsituasjoner. Det er da avgjørende at man samtidig har et system for analyse av data som har tilgang til alle aktuelle data. Dette kan forbedre systemets pålitelighet og redusere nedetid.

- **Infrastrukturforvaltning:** Digitalisering kan hjelpe til med å effektivisere vedlikehold og utskifting av komponenter som rør, pumper og ventiler, ved å gi data om anleggenes tilstand. Dette kan gi bedre utnyttelse av komponentene og redusere kostnadene.
- **Kundeengasjement:** Digitalisering kan øke engasjementet fra abonnentene og bedre kommunikasjonen med disse, ved bruk av mobilapper og nettportaler for å gi informasjon om vannforbruk, regninger og systemytelse. Dette kan øke kundetilfredsheten i tillegg til å fremme mer effektivt vannforbruk.
- **Automatisering og optimalisering:** Digitalisering kan muliggjøre økt automatisering og optimalisering av ulike operasjoner på VA-systemene, ved bruk av kunstig intelligens, maskinlæring og prediktiv analyse. Dette kan forbedre systemets effektivitet, redusere energiforbruket og forbedre den totale ytelsen.

Totalt sett vil digitalisering spille en avgjørende rolle i det å transformere vann- og avløpssystemene slik at disse blir i stand til å møte utfordringene i fremtiden, både befolkningsvekst, klimaendringer og ressursbegrensninger. Digitaliseringen vil effektivisere driften av VA-systemene i betydelig grad. Spesielt i mindre kommuner med få ansatte, vil dette revolusjonere driften av anleggene. Det vil bli behov for ny kompetanse i vannbransjen i forbindelse med digitaliseringen.

Eksempel hvordan drifte transportsystemet for avløp mer helhetlig og dynamisk ved bruk av digitalisering

Overordnet handler styringen om å få oversikt over eksisterende ledig kapasitet i transportsystemet og utnytte dette på en best mulig måte. Målsettingene er å redusere overløpsdrift, styre overløpsutslipp til robust resipient, fordele nødvendig overløpsdrift både over tid og geografisk område og spare energi.

- Ved bruk av værradar og prognose for hvor nedbørshendelsen vil treffe, kan en styre transportsystemet og klargjøre ledig kapasitet i områder der en forventer mye nedbør.
- Pumpesumper kan brukes til magasinering. I tillegg kan en ved fremtidige utbygginger bygge inn ekstra volum f. eks. i pumpesumper og eggeformede rør (for å sikre selvrens). Volum i rør kan via sensorering brukes til magasinering av avløpsvann. Dette vil kreve en styring nedstrøms.
- Ved ekstreme nedbørshendelser kan overløpsutslipp styres til mer robuste resipienter. På denne måten unngår en å pumpe alt avløpsvann via alle pumpestasjoner og frem til renseanlegget, for deretter å slippe avløpsvann ut i overløp foran renseanlegget. Dermed reduseres også energiforbruket.
- En kan bygge overføringsledninger mellom avløpssystemer som er adskilte (på samme måte som man har reservevannforsyning, kan man ha en pumpeledning til et annet rensedistrikt) for å øke robustheten og fleksibiliteten til systemet.
- Avløpsmodell kan være online via onlinepumper og målinger på nettet, og dermed kan denne kobles opp mot regnradaer og benyttes til styring av avløpsvann/overløp.

Driften vil på denne måten i større grad være basert på sanntidsdata fra forbruk, nedbør, vannstand i sjø/vassdrag, mengdemålinger på nettet osv.

Eksempler på tilrettelegging for digitalisering

Automatisering: Automatisering av VA-transportsystemene vil gjøre det mulig å øke effektiviteten og redusere kostnadene. Dette kan inkludere automatisert overvåkning og vedlikehold, samt automatisert styring av vannstrømmer og avløpsvann. På denne måten kan en bl.a. utnytte kapasitet i ledningsnett, pumpestasjoner og renseanlegg optimalt.

IoT-sensorer: Ved å installere IoT-sensorer i VA-transportsystemene kan man samle inn store mengder data om vannkvalitet, vannmengder og andre relevante parametere. Dette kan brukes til å effektivisere driften av systemet og forbedre brukeropplevelsen. F. eks. fastmonterte målere på vannledningsnettet som oppdager vannlekkasjer ved hjelp av AI før de blir store. Det er da avgjørende at man samtidig har et system for analyse av data som har tilgang til alle aktuelle data.

Big Data-analyse: Ved å bruke avanserte analyseverktøy på dataene fra VA-transportsystemene, vil en kunne identifisere mønstre og trender som kan brukes til å effektivisere driften av systemet. Dette kan også brukes til å forutsi eventuelle problemer og forhindre dem før de oppstår.

Sky-basert lagring: Ved å lagre data fra VA-transportsystemene i en egen kommunal data sky, vil man kunne få tilgang til disse dataene fra hvor som helst og når som helst. Dette vil også gjøre det lettere å dele dataene med andre interessenter og å integrere dataene med andre systemer. Det er svært viktig med god sikkerhet knyttet til data som skal inn i egen sky-løsning. Viktig også å være oppmerksom på hvem som eier data i sky-løsninger.

Digital tvilling: En digital tvilling av VA-transportsystemet kan brukes til å simulere systemet og teste ulike scenarier og endringer uten å påvirke den faktiske driften av systemet. Dette kan bidra til å identifisere potensielle problemer før de oppstår, og til å effektivisere driften av systemet.

Tilrettelegging i nye ledningsnett og kummer Det er viktig å ha tilstrekkelig plass/mulighet til å sette sensorer ned i pumpestasjoner, kummer og på ledningsnettet. Det bør vurderes om en skal legge med trekkerør for fiber når en graver grøfter, for på sikt å etablere egen eid fiber-kommunikasjon med utestasjoner. Dette er en mye sikrere løsning enn å leie fiber av eksempelvis Telenor.

3-D modell for prosjektering (BIM) I mange prosjekter benyttes i dag modellbasert prosjektering. Slike digitale modeller bør etter bygging av anlegg er gjennomført, oppdateres i henhold til «som bygget» og overføres til ledningseier for å implementeres i den digitale tvillingen.

Anbefalinger for digitalisering

Det er viktig å ha en strategi for hvilke data en ønsker å samle inn, f.eks. antall trykksensorer og hvor skulle man helst plassert dem. Basert på en slik liste vil en kunne ta gode valg når man fornyer systemene sine, slik at man tilrettelegger for framtidige muligheter for datainnsamling.

Det er viktig å sikre tilgang til relevante datasett, kvaliteten på dataene, og god integrasjon mellom kildene (eks. har kanskje drifta god oversikt over det som skjer i øyeblikket, men dataene er enten utilgjengelige, eller verdiløse for de som sitter med langsiktig planlegging, og for ev. bruk av AI, fordi en ikke kan gjøre gode analyser på tvers av datasettene over tid)

Sensorer og instrumenter bør være løse, lett utskiftbare og tilgjengelige. Disse bør installeres i kum og ikke være integrert i ledningen f.eks., da dette gjør det vanskelig å drifte/bytte disse.

Vannforsyningssystemet er et av de viktigste infrastruktursystemene vi har og dermed et åpenbart mål for sabotasje. Derfor er det svært viktig at en begrenser tilgangen på informasjon om systemene til utenforstående (<https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2022/02/Ugarelli.pdf>)

6.7.2. Cybersikkerhet

Cybersikkerhet vil være en avgjørende faktor i forbindelse med VA-transportssystemene i fremtiden, da stadig større deler av infrastrukturen blir automatisert og tilkoblet internett. Dette vil gi økt effektivitet og brukervennlighet for systemene, men også øke risikoen for mulige cyberangrep. For å beskytte VA-transportssystemene mot slike angrep er det viktig å innføre tilstrek-

kelige sikkerhetsprotokoller i takt med det stadig skiftende trusselbildet. Dette vil kreve et samarbeid mellom både offentlige myndigheter og private selskaper som arbeider med VA-transportssystemer. Tabellen under gir noen eksempler på tiltak for å unngå cyberangrep:

Eksempler på tilrettelegging for cybersikkerhet

Kryptering: All dataoverføring i VA-transportssystemene bør være kryptert for å sikre at dataene ikke kan avlyttes eller manipuleres av uautoriserte personer. Dette vil inkludere kryptering av sensitiv informasjon som passord og betalingsinformasjon.

Cybersikkerhetstiltak: Viktig å innføre tiltak, som f.eks. brannmur, for å øke sikkerheten. Ved overføring av data til egen skyløsning, må data være sikret.

Tilgangskontroll: Tilgangskontroll bør benyttes for å hindre uautorisert tilgang til VA-transportssystemene. Dette kan inkludere flerkontroll-autentisering og begrensning av tilgang til sensitive funksjoner og data.

Kontinuerlig overvåking: VA-transportssystemer bør overvåkes kontinuerlig for å oppdage eventuelle sikkerhetsbrudd eller unormal aktivitet. Dette vil gjøre det mulig å handle raskt og hindre ytterligere skade hvis et angrep skulle skje.

Beredskapsplaner og prosedyrer: Det er viktig å utvikle beredskapsplaner og prosedyrer for å kunne reagere raskt og riktig på cyberangrep. Dette inkluderer prosedyrer for å isolere berørte systemer, gjenopprette sikkerhetskopier og kommunisere med interessenter.

Oppdateringer: Det er viktig å holde VA-transportssystemene oppdatert med de nyeste sikkerhetsoppdateringene og programvareversjonene. Dette vil sørge for at eventuelle sårbarheter blir tettet så snart som mulig.

Opplæring: Alle som arbeider med VA-transportssystemer bør få opplæring i datasikkerhet og være klar over mulige sikkerhetstrusler. Dette vil gjøre det mulig å identifisere og håndtere sikkerhetsbrudd så raskt som mulig.

6.8. Ressursutnyttelse

6.8.1. Ressursgjenvinning fra avløpsvann

Tett avløpsnett med konsentrert spillvann og avansert avløpsrensing, er en forutsetning for ressursgjenvinning fra avløpsvann (energi og næringssalter). Temperaturen i avløpsvannet spiller også en viktig rolle for gjenvinning av energi. I tillegg kan separerende toalettssystemer brukes for å gjenvinne nitrogen fra urea.

Gjennom å fokusere på ressursgjenvinning kan avløpsrensing bli mer energiøkonomisk og bærekraftig på lang sikt.

6.8.2. Massehåndtering

Massehåndtering ved bygging av VA-transportssystemer er et viktig fokusområde med tanke på både transport og gjenbruk. Der det er mulig anbefales å bruke korteste gjenfyllingsmaterialer og gjenbruke masser, inklusive betong. Samtidig må man sikre at massene ikke gir skader på ledningsmaterialene.

De nåværende fraksjonsstørrelsene i ledningsgrøftene er basert på utredninger fra 70-tallet. Men med økt fokus på å redusere karbonavtrykket bør det utredes hvordan en kan gjenbruke masser, samtidig som en sikrer at det ikke oppstår skade på ledningsmaterialene. Det er behov for reviderte krav til og retningslinjer for, bruk av masser i grøfter (komprimeringsgrad, punktlast/belastning på rørmaterialene), uten at det påvirker levetiden til ledningene negativt.

6.9. Praksis for dimensjonering av ledningsnett og styring av vannstrømmer for utnyttelse av kapasitet

6.9.1. Dimensjonering av ledningsnett

Riktig dimensjonering av ledningsnett er en avgjørende faktor for å sikre god funksjon og effektivitet i ledningssystemet. Ved å ta hensyn til fremtidige krav og behov, kan man planlegge og dimensjonere ledningsnett i tråd med forventet vannforbruk og mengde avløpsvann.

Gjeldende praksis for slukkevann og muligheten for sekundærvann både kan og bør utfordres. For eksempel kan det etableres et sekundærvannsystem. Dette vil medføre at både behov for drikkevann og mengde avløpsvann reduseres. Dette vil igjen ha innvirkning på dimensjoneringen av ledningsnett og kreve tilpasninger i samsvar med endrede krav.

Når det gjelder slokkevann, kan det være nødvendig og fornuftig å utfordre eksisterende praksis der ledningsnett skal dekke behovet for både drikkevann og slokkevann. Alternative løsninger bør vurderes. En mulighet kan være å etablere egne bassenger for slokkevann, evt. benytte brannbiltanker, i tillegg til noen få brannvannsuttak, for å unngå å måtte øke dimensjonene på vannledningsnett for å tilfredsstille kravene til slokkevann.

Når det gjelder transportsystemet for spillvann, kan det være hensiktsmessig å utforske mulighetene for økt

fleksibilitet i håndteringen av varierende vannmengder (f.eks. fordrøyningsmagasiner, eggeformede rør, LOD løsninger). Ved å innføre slike løsninger kan man bedre håndtere kapasitetsproblemer og overløpsutslipp i avløpsnett, spesielt med tanke på økt nedbørintensitet som følge av klimaendringer.

6.9.2. Kapasitetsstyring ved hydraulisk kontroll

Styring av avløpsstrømmene, for optimal utnyttelse av kapasiteten i ledningsnett og reduksjon av overløpsutslipp, er et viktig redskap for å forbedre driften av avløpsnett. Dette handler eksempelvis om å samle opp vann i fordrøyningsmagasiner når det er store påslipp på nettet, som deretter slippes videre nedover i ledningsnett når belastningen er redusert.

6.10. Økte krav til dokumentasjon

Mange anleggseiere mangler komplette og oppdaterte data over anleggenes plassering, egenskaper, tilstand og funksjon. Dette er avgjørende å få på plass og vil bli enda viktigere i fremtiden, ettersom kravene til dokumentasjon vil øke. Det følgende er noen eksempler på nye behov for, og nye forslag til, dokumentasjon av VA-anlegg:

- Det nye avløpsdirektivet vil føre til krav om bedre kontroll over avløpsstrømmene for å gi bedre renseresultat
- PDT (product data template) vil være viktig for å sikre kvalitet og standardisering av komponenter og materialer

- Nye private ledninger må også dokumenteres på kart (ref. ledningsregistreringsforskriften)
- Bør ha tydelig farge/merking på ledningene i kummer slik at en lettere ser hva som er hva, når en står i kummen.
- Vurdere å innføre strekkode/unik id på hver anleggsdel

I tillegg er det viktig å ha gode rutiner for innhenting og lagring av sluttdokumentasjon for alle nyanlegg.

7. Anbefaling for videre undersøkelser

7.1. Behov for innovasjon og ny teknologi for å nå målene

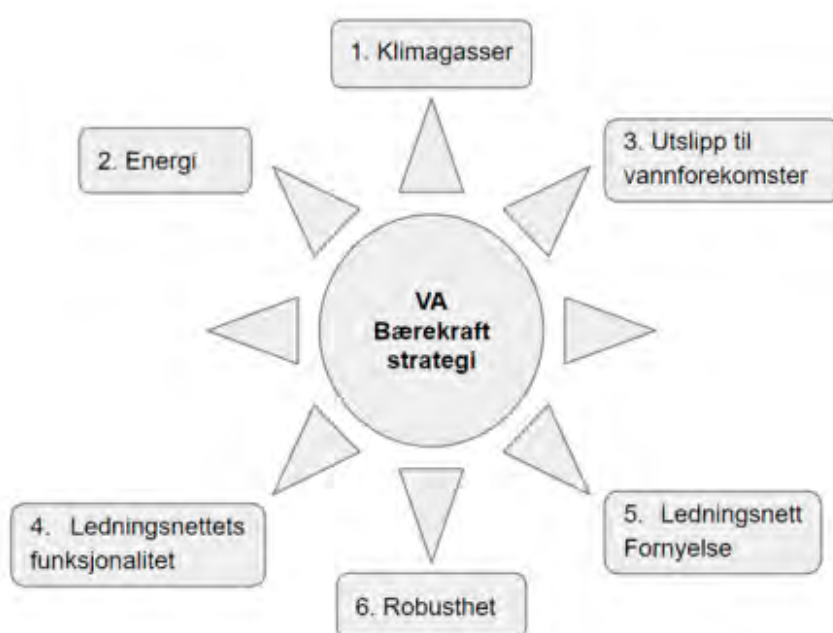
For å nå målet om et bærekraftig vann- og avløpssystem i fremtiden er vi helt avhengig av innovasjon og ny teknologi, og det må arbeides kontinuerlig med dette. I de følgende avsnittene er eksempler på områder der

det er behov for nyutvikling kort omtalt. Forslag til løsninger som anbefales i kjølvannet av disse utredningene kan ev. inkluderes i Norsk Vanns vannstandards krav og veiledning der dette er aktuelt.

7.2. Bærekraftmodell og beregningsverktøy for bærekraft

Det bør utvikles en modell som kan visualisere hvilke aspekter av bærekraft som er viktig å ta hensyn til, i både gamle og nye VA-system, for at anleggseiere skal være i stand til å ta mer bærekraftige valg og avgjørelser. Figur 71 viser dimensjonene i vannbransjens bære-

kraftstrategi. Dette er eksempel på verktøy som er nødvendig for en bærekraftig forvaltning av systemene og vi foreslår derfor at en slik modell utvikles i et eget prosjekt.



Figur 71: Dimensjoner i vannbransjens bærekraftstrategi (Figur av M. Beheshti)

Et aktuelt FoU-prosjekt i kjølvannet av denne rapporten kan også være utvikling av nye beregningsverktøy. F.eks. hvordan kan kommuner avgjøre hva som er bærekraftige valg i forbindelse med gjennomføring av prosjekter (f.eks. valg av material og metode)? Det er behov for et verktøy som kan analysere ulike valg og beregne hvilke utslag dette gir i ulike dimensjoner av økonomisk-, sosial- og miljømessig bærekraft.

En viktig problemstilling som bør utredes er hvordan man kan prissette CO₂. Det skal svært mye til for at CO₂-utslippene fra et VA-anlegg faktisk betyr noe for økonomien slik det er i dag.

Rapportering av CO₂ bør forenkles. En måte å forenkle og effektivisere rapportering av CO₂-utslipp er å etablere en praksis med at CO₂-rapportering er en del av mengdebeskrivelsen. Det kan vurderes å etablere en standard for dette.

7.3. Grøftefrie løsninger

Det er behov for bedre løsninger for grøftefri teknologi brukt på vannledninger, for å redusere vannlekkasjer og møte det økende behovet for fornyelse av ledningsnett i forfall på en optimal måte. Et eksempel er bedre

løsninger for grøftefri renovering av stikkledninger på vannledningsnettet. FoU prosjekter for å finne gode løsninger på dette problemet bør prioriteres høyt.

7.4. Ny utforming av grøfteprofil

Det bør utredes om grøfteprofiler kan utformes mer effektivt enn det de gjøres i dag, og hvilket grøfteprofil som er mest egnet for en gitt situasjon. Kan en vurdere økt bruk av grunne grøfter (nye krav til frostfritt dyp pga. klimaendringene? Bruk av selvisolerende materialer?). Er grunne grøfter besparende og mer miljøvennlig? Ved grunne grøfter kan ev. el.-kabler varme opp ledningene, eller en kan bruke materialer som er frostsikre. Disse forholdene må utredes nærmere.

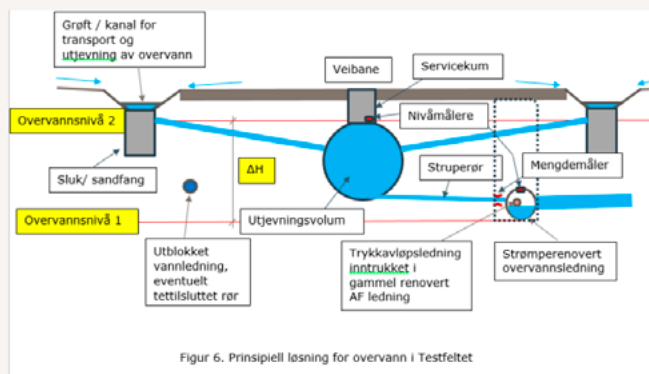
Som en del av det nasjonale programmet «Transport av vann», ble det utarbeidet en rapport om ledningers innbyrdes plassering i grøft på 1980-tallet (Ingvald Nyseth, Elliot Strømme A/S, 1986). Tradisjonelt grøftesnitt og grøfteoppbygging bør utfordres på nytt, sett i lys av nye krav til bærekraft, kvalitet og funksjonalitet. Nedenfor er noen problemstillinger listet opp. Disse bør utredes videre der det også tas hensyn til tidligere utredninger, spesielt for norske og svenske forhold:

- Gjennomgå etablert praksis for grøfteoppbygging og grøftetversnitt (frostfritt dyp, grunne grøfter, isolering, gatevarme, omfang av kummer). Vurdere hva kan være det optimale grøfte-tversnitt som også legger til rette for grøftefrie løsninger i fremtiden. Vurdere ledningsgrøfter i sammenheng med kabeltraseer.

- Vurdere bredere grøfteprofil for å få plass til større kummer som ivaretar fornyelse.
- Legge flere ledninger på samme nivå.
- Grave smalere grøfter uten behov for mannskap i grøften (nye maskiner, sikre HMS).
- Utnytte av undergrunnen med dyptliggende systemer.
- Bruke mer pumping eller vakuumbledninger kan gjøre grunnere grøfter mulig. Kostnadsvurdering av dype grøfter sammenlignet med grunnere pumpeledninger.
- Utfordre avstandskrav gjennom prinsippet om at anlegget aldri skal graves opp igjen.

Figur 72 viser et eksempel på nytenkning med hensyn til grøfteprofiler (kilde: Skedsmo kommune/COWI)

Fremtidens VA-løsninger i Lillestrøm. Skisseprosjekt for Testområdet.



Figur 6. Prinsipiell løsning for overvann i Testfeltet

COWI

9 | 29 JUNI 2018
COWI POWERPOINT PRESENTATION

Figur 72: Eksempel på nytenking med hensyn til grøfteprofiler (Lillestrøm kommune)

Standardisering av grøfteprofil er svært viktig, uavhengig av hvilke grøfteprofil som viser seg å være det/de optimale. Dette vil forenkle og effektivisere arbeidet

både for rådgivere og entreprenører, i tillegg til at det medfører at løsninger som benyttes ved de ulike anleggene er godt kvalitetssikret.

7.5. Omfyllingsmasser

Norsk Vann-rapport 261 (2021) Omfyllingsmasser bør tas et steg videre. I rapporten ble det kun sett på miljøpåvirkning, og det bør nå utarbeides kjøreregler/krav til hvordan tiltak skal praktiseres uten at det påvirker levetiden til VA-ledningene, blant annet.

- Kvalitetsaspekt (komprimeringsgrad, punktlast/belastning på rørmateriale, levetid)
- Presentasjon av miljøpåvirkning (transport-avstand, logistikk, mm).

Gjenbruk av masser vil ha betydning for hvordan fremtidens transportsystemer for vann og avløp bør bygges. Det foreligger mye god dokumentasjon fra 70-tallet om hvorfor fraksjonsstørrelsene i ledningsgrøftene er slik de er i dag, men vi kan ikke lenger sløse med utslipp og naturressursene slik vi til nå har gjort. Vi trenger derfor en revisjon av rapportene og ny dokumentasjon på hvordan vi kan og bør utføre VA-grøftene i henhold til Norsk Vann rapporten, og samtidig sikre lang levetid for anleggene.

7.6. Legging av ledninger i kulvert

I forbindelse med å ta i bruk kulverter for legging av rør, bør det gjennomføres undersøkelser rundt mekaniske krefter som virker på PE-rør i kulvert/varerør, slik at en

avdekker hva som må gjøres for å unngå at rørene kveiler seg i kulverten og ev. andre problemer.

7.7. Utforming av kummer

Følgende spørsmål bør utredes:

- Hvordan bør man bygge kummer som kan driftes fra bakkenivå?
- Hvordan bør kummer bygges for å være tilrettelagt for fremtidig grøftefri sanering?
- Hvordan bør kummer bygges for at disse skal være tilrettelagt for fremtidig installering av ulike sensorer?
- Kan en ta i bruk minikummer i økt omfang? Er det nødvendig å kunne gå ned i alle kummer? Eller er det riktigere med færre, store og strategisk plasserte kummer?

7.8. Bærekraftig avstand mellom kummer

Bør avstandskravet til kummer revideres? Hva er det reelle behovet for å etablere kummer, både for vann og avløp? Det er behov for å gjennomføre et utredningsprosjekt for å avdekke en mer bærekraftig avstand mellom hhv. vann- og avløpskummer med mål om å redusere antall kummer.

Aktuelle muligheter som bør utredes videre er f.eks.:

- Bygge felleskummer for drikkevann og overvann – fordeler, ulemper og risiko?
- Behovsprøve antall kummer (vurdere større kumavstand for avløp, opprettholde nødvendig funksjonalitet for vannkummer (slokkevann)).
- Bygge kummer som kan manøvreres fra overflaten, i kombinasjon med større kummer som ivaretar behovet for drift, vedlikehold og fornyelse.
- Bygge kummer med utskiftbar armatur.
- Bygge store nok kummer som ivaretar drift, vedlikehold, fornyelse og nok plass til ev. fremtidige sensorer.
- Bør det etableres flere minikummer?

7.9. Tilkobling av stikkledninger

Løsning for tilknytning av stikkledninger for vann, med anboringer, resulterer ofte i vannlekkasjer. En bedre løsning er å samle alle tilkoblingspunkt i kum der dette er hensiktsmessig (kan gi bedre kontroll, men er dyrere. Løsningen passer ikke overalt, men den bør benyttes i de tilfeller det er mulig). Det er derfor viktig at løsningen er godt dokumentert. FoU-prosjekter som dokumenterer effekten, avdekker kost/nytte og avklarer ev. andre uklarheter rundt denne løsningen er ønsket og bør

prioriteres høyt. Det er bl.a. behov for å utrede om og når, dette er en god løsning (kostnad, risiko, levetid, eierforhold etc.). Dette bør undersøkes innen rammen for en overordnet kost/nytte-analyse. I tillegg bør det gjøres en utredning for å komme frem til anbefalinger med hensyn til antall kummer for tilkoblinger og anbefalt avstand mellom disse (dette bør sees i sammenheng med punkt 7.8 om bærekraftig kumavstand).

7.10. Overvann, separering og håndtering

Nedenfor er noen aktuelle utredninger presentert:

- Avklare hva som er den (de) mest bærekraftige løsningen(e) for håndtering av overvann; rense lokalt, slippe på fellesledningsnett frem til renseanlegg eller LOD-løsninger.
- Er lettseparering effektivt? Det bør gjøres en kost-nyttevurdering av denne løsningen. Og hva med selvrens i eksisterende fellesavløpsledning hvis man tar ut store deler av overvannet?
- Mulighetene for å etablere et nytt ledningsnett for regnvann (i nye utbyggingsområder, slik som i Ålborg), dette brukes til hagevanning, bilvask etc. evt. resirkulering av gråvann fra hver bolig.
- Nye løsninger for håndtering av overvann når nytt avløpsdirektiv, med krav til rensing av overvann som er forurenset, trer i kraft. Behov for å utvikle nye løsninger både for å separere og rense overvann. Eksempelvis bør overvann fra veg alltid føres ned i naturbaserte renseløsninger?

- Viktig å utvikle rutiner og regler for kontroll av LOD-anlegg. Normgivende regelverk bør etableres.
- Økt bruk av LOD er viktig. Regelverket rundt disse tingene er ikke på plass. bl.a. har kommunene svært liten myndighet til å få oversikt og kreve god FDV av disse private anleggene.
- Det finnes ingen instanser i dag som har som oppgave å veilede og motivere innbyggere til å ta i bruk grønne løsninger for å håndtere overvannet på egen eiendom. De fleste kommuner har ikke utarbeidet veiledere for dette, og kompetansen på dette området er også begrenset i de fleste kommuner. Dette gjør at kommunene i dag er skeptiske til å foreslå, eller tillate bruk av denne type løsninger på private eiendommer. Spesielt er det usikkerhet rundt drift og forvaltning av slike anlegg. Det er derfor behov for å utvikle retningslinjer og veiledninger på dette området, i tillegg er det behov for utdanning og kompetanseutvikling på overvannsområdet.
- Grensesnittproblematikk for overvann er en stor utfordring. Uklart ansvarsforhold for overvann skaper problemer. Finansiering av forebyggende tiltak for håndtering av overvann er ikke definert, dette er en utfordring. Det er behov for avklaringer av jussen i forhold til ansvar og eierforhold for overvann.
- Behov for bedre finansieringsordninger for overvannsanlegg?
- Trengs klimakalkulator for naturbaserte løsninger?
- Ved bruk av 3 trinns-strategien for håndtering av overvann er det et problem at myndighet for trinn 1 og 2 ligger hos byggesak, samtidig er det ofte dårlig kommunikasjon mellom VA og byggesak. Trinn 1 og 2 blir derfor ikke benyttet/ivaretatt. Myndighetsområdet bør endres.

7.11. Tilstandsvurderinger

Stort sett har vi godt utstyr for inspeksjon av ledningsnett, men det er allikevel behov for nye pålitelige teknologier for inspeksjon av vannledningsnett.

Det bør gjennomføres utredninger for å avdekke bedre funksjonsindikatorer enn de som benyttes i dag (eks. l/s/km vs. % vannlekkasje), med tilhørende anbefalte grenseverdier for disse.

Det er behov for å finne frem til bedre tall for hva vannlekkasjene faktisk er i de ulike kommunene.

7.12. Akseptkriterier

Det bør utarbeides akseptkriterier for avvik i nyanlegg. Det oppstår ofte noe avvik i forhold til det som er

planlagt og det er derfor behov for å definere hvor store avvik som kan aksepteres.

7.13. Materialkvalitet, restlevetid, korrosjon, materiale og jordsmonn

Det er behov for mer kunnskap rundt den tekniske og funksjonelle levetiden for ledningsnett, deriblant

hvordan ulike materialer fungerer over lang tid, f.eks. hva er den tekniske levetiden til belegget og strømpen?

7.14. Kontrollrutiner

Det bør gjennomføres en kost-nyttevurdering av at det gjennomføres egenkontroll/uavhengig kontroll av alle

påkoblinger vs. håndtering av feilkoblinger som oppstår ved manglende kontroll.

7.15. Redusere vannlekkasjer og fremmedvann

Det er behov for å utvikle incentiver for å tvinge frem reduksjon av vannlekkasjer og fremmedvann. Eksempel på tiltak kan være strengere krav fra Statsforvalterne for fremmedvannsandel og strengere krav til vannlekkasjer fra Mattilsynet, ev. innføring av bot.

Det bør vurderes om det er en god løsning å installere vannmålere for boliger ute i kum (og ev. inne ved

husvegg i tillegg) for at abonnentene på denne måten betaler for sitt totale vannforbruk, inkludert vannlekkasjer. Dette vil gi abonnentene et incentiv til å kontrollere og ev. reparere lekkasjer på privat stikkledning (bør sees i sammenheng med punkt 7.9).

7.16. Drift av anlegg

Burde det være et krav til at det alltid leveres en beskrivelse av hvordan det enkelte anlegg skal driftes og vedlikeholdes/fornyas, ved anleggenes ferdigstilling? Burde det være et krav at alle nye byggeprosjekt skal ha en beskrivelse av hvordan anlegget (ledningsnett,

kummer og stikkledninger) i fremtiden skal renoveres med grøftefri løsning? Det bør gjøres en vurdering av om dette er hensiktsmessig. I så fall er det viktig at det beskrives i anbudsdokumentene at dette skal utarbeides.

7.17. Regulering av vann- og avløpsinstallasjoner

Alle hovedledninger bør reguleres inn i reguleringsplan for å sikre at disse kan bli liggende i all fremtid og ikke må flyttes pga. nye utbyggingsplaner, nye veianlegg osv.

Det bør utredes hvordan rutiner for dette kan implementeres på best mulig måte.

7.18. Deling av kunnskap

Det er viktig å dele suksesshistoriene slik at andre kan lære. Hvor bør dette deles og hvordan får vi dette til?

7.19. Vedlikeholde og oppdatere dagens kunnskap

Hvordan skal rapportene fra Norsk Vann leve over tid og videreutvikles ved behov? Eksisterende kunnskap må videreføres - hvordan sikre dette? Hvordan sikre at vi ikke mister verdifull kunnskap om materialer som har

blitt brukt tidligere når de som kjenner disse materialene pensjonerer seg osv.? Vi må tilgjengeliggjøre kunnskap om dagens materiale og gamle rapporter med viktig kunnskap!

8. Etterord

Den viktigste konklusjonen fra denne rapporten er at for å komme frem til gode og riktige løsninger for fremtidens VA-systemer, kreves det en bred tilnærming i hvert enkelt tilfelle, der ledningsnettets sees i sammenheng med byplanlegging, klimaendringer, migrasjon, direktiver, lovverk og demografiske endringer. Kommunene og anleggseierne må ha en slik bred tilnærming for å lykkes. På arbeidsmøtene som har vært avholdt som del av grunnlaget for denne rapporten, har vi i stor grad diskutert tekniske detaljer, men disse kan ikke anbefales for alle, eller i bestemte situasjoner, disse må settes inn i en sammenheng med forutgående planlegging. Bred forvaltningsplanlegging (infrastrukturforvaltning) er derfor absolutt nødvendig for å møte behovene om bedre funksjonalitet. Etablering av et system for forvaltning av vann- og avløpssystemene er derfor grunnleggende for å vite hvor man er, og hvor man skal, i arbeidet med vann og avløp i kommunene. For å komme i mål med en ombygging av VA-systemene til fremtidens løsninger, må dette arbeidet starte nå.

Ensidig fokus på detaljerte tekniske løsninger kan være risikabelt og kan resultere i suboptimale løsninger. Det er behov for nye tekniske løsninger og det er viktig at bransjen tar disse i bruk, men det må alltid gjøres en helhetlig vurdering i hvert enkelt tilfelle.

Et helt klart ønske er å begrense gravearbeider i urbane områder på lang sikt. Men for å oppnå dette må vi ha en bred planlegging og forståelse for langsiktige trender som avgjør levetid på materialer og forutsetninger for dimensjonering og systemvalg.

Det er avgjørende at anleggseiere har fokus på klimatilpasning og bærekraftige løsninger i sitt virke innenfor drift og forvaltning av VA-anlegg. I statlige planretningslinjer for klima-, energiplanlegging og klimatilpasning settes det i dag krav til at alle kommunale og statlige etater skal, gjennom planlegging og øvrig myndighets- og virksomhetsutøvelse, stimulere til og bidra til reduksjon av klimagassutslipp, samt øke miljøvennlig energiomlegging.

9. Vedlegg

I dette vedlegget presenteres et direkte referat av hva som kom fra på de gjennomførte workshopene, uten filtrering fra rådgivergruppen. Det er gitt noen generelle kommentarer under hver tabell som er rådgivergruppens vurderinger.

9.1. Resultater og konklusjon, arbeidsmøte nr. 1

WS1 ble gjennomført på Gardermoen 01.12.2022 med 25 deltagere, i tillegg til fasilitatorene. Deltagerne kom fra både kommuner, rådgivere, leverandører, produsenter og akademia.

9.1.1. Viktigste og største feil med dagens ledningsnett (oppsummering av gruppeoppgave 1)

Spørsmålet i gruppeoppgave nr. 1 var følgende:

Hva er de største feil/utfordringer med dagens systemer og hvorfor?

Under vises svarene som kom frem, i kronologisk rekkefølge avhengig av hvor mange grupper som hadde valgt dette som en av de viktigste feilene. Løsninger tilhørende de ulike problemene som kom frem i dette gruppearbeidet, er også vist under (rød tekst viser løsninger som handler om forhold utenfor rapportens fokusområde, som er bygging av VA transportsystem).

Problem	Ant. grupper prioritert dette	Løsning	Ant. grupper prioritert dette
Vann-lekkasjer	4	Bedre kontrollrutiner i kommunene. Etablere nytt, uavhengig kontrollorgan	2
		Vannmålere i alle husstander	1
		Bedre verktøy/metoder for lekkasjesøk	1
		Bygge ledningsnett som er bedre tilrettelagt for lekkasjesøk og spesielt nye løsninger/verktøy	1
		Bedre metoder for å få oversikt over tilstanden på ledningene. Utvikle gravefrie metoder for tilstandsundersøkelse	1
		Økt bruk av NoDig	2
		Trenger gode løsninger for rehabilitering, NoDig	2
		Stikkledninger i rør i rør	3
		Samle stikkledningene i vannkummene	3
		Bedre tekniske løsninger for/kunnskap om, sammenføyninger/sveis	1
Innlekking i avløps-nettet	3	Økt bruk av NoDig (utvikle tre-trinns strategi for hvordan anlegg skal etableres: 1) NoDig, 2) kompakte grøfter, 3) tradisjonelle grøfter).	2
		Grøftetverrsnitt som tilrettelegger for bruk av NoDig.	2
		Kummer må alltid saneres i sammenheng med sanering av ledningsnett	1
		Utvikle bedre muffe/koblinger mellom rør og kum-elementer for å redusere inn-/utlekking (gjelder både vann og avløp).	1

Problem	Ant. grupper prioritert dette	Løsning	Ant. grupper prioritert dette
Utlekking fra avløps-nettet	3	Som for innlekking	2
Feil-koblinger	2	Mer uavhengig anleggskontroll (revisjon av bygningsloven nødvendig)	1
Anboringer/ tilkoblings-punkt/	2	Tilkoblingspunkt samles i kum (kan gi bedre kontroll, men er dyrere. Bør utredes separat i en overordnet kost/nytte analyse)	3
Stikk-ledninger	2	Stikkledninger er problem i forhold til vannlekkasjer og fremmedvann.	
Grøfteprofil (dybde og avstands-krav, innbyrdes plassering av ledningene)	2	Økt bruk av grunne grøfter (nye krav til frostfritt dyp pga klimaendringene? Bruk av selvisolerende materialer?) (er ikke nødvendigvis besparende og mer miljøvennlig (isolasjon kreves?). Ved grunne grøfter kan el kabler varme opp ledningene, eller bruke materialer som er frostsikre. Dette må utredes nærmere	1
		Utnyttelse av undergrunnen med dyptliggende systemer	1
		Mer kompakte grøfter (REN prosjektet)	1
Kummer (utforming, plassering og antall)	2	Større kummer? Bedre utforming av servicepunkt i vannkummer? Ikke nødvendig at alle kummer er nedgravd?	3
		Avstand mellom kummer kan økes, ulikt for vann og avløp. Vannkummer er nødv. pga brannvann, og tilkobling av stikk-ledninger. Mens færre SP-kummer kan tillates. Utrednings-prosjekt for å avdekke mer bærekraftig avstand mellom hhv. vann- og avløpskummer med mål om å redusere ant. kummer	1
Felles-kummer spillvann/ drikkevann	2	Felleskummer vann/avløp gir fare for forurenset drikkevann.	
Overvanns-håndtering	1	Økt fokus på lokal overvanns-håndtering	1
		Styring av vannstrømmer/magasinerings	2
		Perforerte OV-ledninger som drenerer ut og inn etter behov	1
Overløp (forurensning)	1	Overløp på ledningsnettet er problem i forhold til forurensning.	
Felles-kummer SO	1	Mange felleskummer for spill- og overvann i ledningsnettene, dette kan gi forurensningsutslipp og fremmedvann i spillvanns-ledning.	
Sandfang	1	Sandfang med lang nok oppholdstid (rensetrinn 1)	1

Oppsummeringen i tabellen over, viser at vannlekkasjer og fremmedvann er de største problemene. Feilkoblinger er nevnt på delt 3. plass med flere andre problemer. Rådgivergruppen er allikevel av den meningen av **feilkoblinger er blant de 3 største problemene i dagens ledningsnett. Dette indikerer at det viktigste for anleggseierne i fremtiden er å finne gode, bærekraftige løsninger på disse 3 problemene.**

Kommentar fra rådgiver: NoDig synes overrepresentert i svarene fra gruppene. Det er en nødvendig løsning under noen omstendigheter, men ikke tilstrekkelig i andre. Også et NoDig anlegg kan ha lang nedbetalingstid, og er i mange tilfeller en lite fleksibel løsning. Det er viktig å også fokusere på andre typer tiltak, f.eks. bedre tilstandskontroll av VA-ledninger for å redusere lekkasjene. Å anbefale at en alltid vurderer NoDig som første valg, er en for stor forenkling av virkeligheten.

9.1.2. Feil og problemer om andre forhold enn fysisk ledningsnett

Punktene i tabellen under er utenfor prosjektets fokusområde og var egentlig ikke en del av oppgaven. Disse punktene er allikevel inkludert i rapporten, da flere av gruppene i arbeidsmøte 1 hadde disse punktene som svar på hva som er de viktigste problemene i dag. Dette tyder på at disse forholdene er en stor del av problemene. Senere prosjekter og utredninger kan videreføre undersøkelser rundt disse forholdene.

Problem	Ant. grupper som har prioritert dette
Dårlig hydraulisk kontroll (manglende styring og optimalisering av ledningsnett, f.eks. magasinerings, (evt. styre RA opp mot innkomne mengder)	2
For dårlig oversikt over systemene (i GVA eks)	2
Manglende samspill/kommunikasjon plan - bygging - kontroll- drift	2
Manglende kunnskap om materialkvalitet, restlevetid, korrosjon, material i forhold til jordsmonn	1
Mangelfull ferdigstillelse av anlegg som rehabiliteres	1
Mangelfull sluttdokumentasjon av nyanlegg	1
Mangler oversikt over kvaliteten på avløpsvannet	1
Mangler oversikt over kvaliteten på drikkevannet	1
For dårlig tilgang til ledningsnettene	1
Masser og massehåndtering	1

Oppsummeringen over viser at det **er hydraulisk kontroll over mengdene i avløpsnettet, mangelfulle grunnlagsdata og manglende kommunikasjon og samarbeid** som er de øvrige viktigste utfordringene.

9.1.3. Hva er de viktigste utfordringene i fremtiden og hva er løsningene på disse (oppsummering av gruppeoppgave 2)

Spørsmålene i gruppeoppgave nr. 2 var følgende:

Hva er de største/viktigste utfordringene fremover?

Hva er løsningen på utfordringene?

Hvilke ideer har vi til nye løsninger gitt utgangspunkt i dagens systemer?

Viktigste/største utfordringer i fremtiden som kom frem som resultat av gruppearbeidet, i prioritert rekkefølge, vises i tabell under (rød tekst viser løsninger som handler om forhold utenfor rapportens fokusområde, som er bygging av VA transportsystem).

Fremtidige utfordringer	Ant. grupper som har prioritert dette	Løsning	Ant. grupper som har prioritert dette
Kompetanse (kommuner, rådgiver og entreprenør)	5	Beste løsning er om kommunen har egne ressurser som arbeider med modellering, dette fordi det kreves kjennskap til både modellering og eget avløpsnett for å best mulig kunne sikre at modellen er riktig. Alternativet er felles kompetansesenter for flere kommuner for modellering, digitalisering, Gemini VA, GIS/analyse, mm.. Evt. styrke driftsassistansen	1
Strengere krav til miljøvennlige løsninger/Bærekraft	5	Utvikle nye verktøy for å beregne/vurdere om anlegg/prosjekter er bærekraftige. LCC analyser ved innkjøp av PS.	1
		Anleggseierne må samarbeide mer, ikke finne opp hjulet flere ganger. Samarbeid mellom anleggseier og leverandørmarkedet for utvikling (mye skal gjøres på kort tid).	2
		Optimalisering av massetransport	3
		Mer bevisst forhold til antall, plassering og utforming av kummer.	1
		Endre grøftetverrsnitt for å effektivisere kostnad.	1
		Utvikle løsning for gjenbruk av gråvann/regnvann	1
		Gjenbruk masser, gjenbruk materialer, hente ut eksempelvis fosfor fra avløpsvannet	3
		Økt bruk av dykkerledninger i stedet for pumpestasjon	1
Manglende plan for krise/beredskap (digitale løsninger settes ut av spill, strømmen går)	5		
IKT, data, digitalisering (økte krav, økt kompetansebehov, for dårlig automatisering og styring for å utnytte nettet best mulig)	5	Kummer og pumpestasjoner må være store nok og tilpasset fremtidig behov for overvåkning	1

Fremtidige utfordringer	Ant. grupper som har prioritert dette	Løsning	Ant. grupper som har prioritert dette
Klima	4	Økt bruk av LOD (grønne tak, grønne vegger, flerbruksarealer, Swales / regnbed /infiltrasjonsanlegg / infiltrasjonskummer. etc.)	3
		LOD strategi for veg	1
		Styring av vannstrømmer i ledningsnettet. Avløpssystemet må da være tilrettelagt for styring (sensorer/etablert digital tvilling, sammen med system for analyse av data med tilgang til alle aktuelle data)	2
		Fordrøyningsmagasiner	1
		Robuste anlegg (fleksible, enkle)	1
		Økt bruk av lettseparering	1
		Økt bruk av flomveier	1
		Lekkasjereduksjon	1
		Koble alle sprinkleranlegg fra ledningsnettet, bruke basseng til disse	1
		System for bruk av regnvann	2
		Gjenbruk av gråvann internt hos abonnenter (flerrørssystem for vannforsyning (ulike vannkvaliteter)	1
Strengere krav til rensing/Nytt avløpsdirektiv	2		
Økte krav fra befolkningen	2		
Fortetting/urbanisering	2	Bruke regnvann til hagevanning og bilvask, evt. gjenbruk av gråvann (for liten kapasitet i ledningsnettet).	1
Strengere krav til overvann, mulig rensing, hvilket overvann skal behandles og hvilket ikke?	1		
Usikkerhet i rammebetingelser	1		

Fremtidige utfordringer	Ant. grupper som har prioritert dette	Løsning	Ant. grupper som har prioritert dette
Forfall i ledningsnett	1	Økt bruk av No dig på avløpsnett, utvikle gode metoder for NoDig på vannledningsnettet	1
		Da det er svært ressurskrevende og ikke bærekraftig å grave opp ledningsnett bør det i økt grad satses på optimalisering av fellesavløpsnettet ved bruk av LOD og lett separering	1
		Legge ledningene i kulverter, tunneler og varerør slik at disse blir lettere tilgjengelig (evt. gjøres dette for spesielt viktige ledninger).	1
		Det er viktig at kummer alltid renoveres samtidig med ledningsnettet	2
		Bygge anlegg som er tilrettelagt for sanering (selv om en legger til grunn lang levetid i utgangspunktet)	2
Økte dokumentasjonskrav	1		
Kvalitet	1	Gjennomføre garantibefaring etter 5 år (Hias gjør dette i dag). Dette må da være en forutsetning i avtalen med entreprenør	1
Ressurs-mangel	1	Anlegg som produserer energi/gjenvinner energi, ressursgjenvinning fra avløpsvann, gjenbruk masser og materialer,	3
		Varmegjenvinning fra avløp	1
		Utvikle løsning for gjenbruk av gråvann/regnvann	1
Regelverk (mangler enhetlig regelverk regelverket er komplekst og desentralisert)	1		

Konklusjonen fra gruppearbeid nr. 2 viser at det er **kompetanse (kommuner, rådgiver og entreprenør)**, **strengere krav til miljøvennlige løsninger (bærekraft)**, **manglende planer for krise/beredskap**, **IKT/data/digitalisering** og **klima som anses som de største utfordringene fremover**.

Viktigste forslag til løsninger som kom frem som resultat av gruppearbeidene, i prioritert rekkefølge, vises i tabell under (rød tekst viser løsninger som handler om forhold utenfor rapportens fokusområde, som er bygging av VA transportsystem).

Løsning	Ant. grupper som har prioritert dette
Stikkledninger i rør i rør	3
Tilkoblingspunkt samles i kum (kan gi bedre kontroll, men er dyrere. Bør utredes separat i en overordnet kost/nytte analyse)	3
Bedre utforming av kummer: Større kummer? Bedre utforming av servicepunkt i vannkummer? Ikke nødvendig at alle kummer er nedgravd?	3
Økt bruk av LOD (grønne tak, grønne vegger, flerbruksarealer, Swales / regnbed / infiltrasjonsanlegg / infiltrasjonskummer.etc.)	3
Optimalisering av massetransport	3
Gjenbruk av; masser, materialer og ressursgjenvinning (hente ut eks. fosfor fra avløpsvannet)	3
System for bruk av regnvann til hagevanning etc.	2
Økt bruk av NoDig (utvikle tre-trinns strategi for hvordan anlegg skal etableres: 1) NoDig, 2) kompakte grøfter, 3) tradisjonelle grøfter).	2
Trenger gode løsninger for rehabilitering, NoDig	2
Grøftetverrsnitt som tilrettelegger for bruk av NoDig	2
Styring av vannstrømmer i ledningsnett. Avløpssystemet må da være tilrettelagt for styring (sensorer/etablert digital tvilling, sammen med system for analyse av data med tilgang til alle aktuelle data)	2
Det er viktig at kummer alltid renoveres samtidig med ledningsnett	2
Bygge anlegg som er tilrettelagt for sanering (selv om en legger til grunn lang levetid i utgangspunktet)	2
Anleggseierne må samarbeide mer, ikke finne opp hjulet flere ganger. Samarbeid mellom anleggseier og leverandørmarkedet for utvikling (mye skal gjøres på kort tid).	2
Bedre kontrollrutiner i kommunene. Etablere nytt, uavhengig kontrollorgan	2

Løsningene fokuserer på kummer, LOD, stikkledninger, system for bruk av regnvann til hagevanning etc., økt bruk av NoDig og sanering og grøftetverrsnitt som tilrettelegger for NoDig.

9.1.4. Konklusjon

Med bakgrunn i gruppearbeidene vurderes de største problemer/feil i dagens ledningsnett å være:

- 1) **Vannlekkasjer**
- 2) **Fremmedvann**
- 3) **Feilkoblinger.**
- 4) Utlekking fra avløpsnettet
- 5) Anboringer/ tilkoblings-punkt (også nevnt som viktig løsning)
- 6) Stikkledninger (også nevnt som viktig løsning)
- 7) Grøtteprofil (nevnt som løsning)
- 8) Kummer (utforming, plassering og antall) (nevnt som løsning)
- 9) Felleskummer spillvann/ drikkevann
- 10) **Overvannshåndtering**
- 11) Overløp (forurensning)
- 12) Felleskummer SO (forurensning og fremmedvann)
- 13) Sandfang

Kommentar: Det er ulikt nivå på disse problemene, noen er mer omfattende og generelle enn andre. De tre første er de viktigste fra et systemsynspunkt og rommer også flere av de som er nevnt nedenfor, f.eks. utette stikkledninger og dårlige kummer. Overvannshåndtering er også et viktig problem på systemnivå, mens overløp, felleskummer og sandfang er tema som kan drøftes i forbindelse med overvann.

Viktigste problemer som ikke handler om bygging av ledningsnett er:

- 1) **Hydraulisk kontroll over mengdene i avløpsnettet**
- 2) **Mangelfulle grunnlagsdata/ for dårlig oversikt over systemene**
- 3) **Manglende kommunikasjon og samarbeid.**
- 4) Manglende kunnskap om materialkvalitet, restlevetid, korrosjon, material i forhold til jordsmonn
- 5) Mangelfull ferdigstillelse av anlegg som rehabiliteres
- 6) Mangelfull sluttdokumentasjon av nyanlegg
- 7) Mangler oversikt over kvaliteten på avløpsvannet
- 8) Mangler oversikt over kvaliteten på drikkevannet
- 9) For dårlig tilgang til ledningsnettene
- 10) Masser og massehåndtering

De største utfordringene fremover er:

- 1) **Kompetanse (kommuner, rådgiver og entreprenør)**
- 2) **Strengere krav til miljøvennlige løsninger (bærekraft)**
- 3) **Manglende planer for krise/beredskap**
- 4) **IKT/data/digitalisering og klima**
- 5) Klima
- 6) Strengere krav til rensing/Nytt avløpsdirektiv
- 7) Økte krav fra befolkningen

- 8) Fortetting/ urbanisering
- 9) Strengere krav til overvann, mulig rensing, hvilket overvann skal behandles og hvilket ikke?
- 10) Usikkerhet i rammebetingelser
- 11) Forfall i ledningsnett
- 12) Økte dokumentasjonskrav
- 13) Kvalitet
- 14) Ressursmangel
- 15) Regelverk

De viktigste løsningene for å løse utfordringene fremover er:

- 1) **Nye metoder for, og bedre tilretteleggelse for, sanering.**
- 2) Økt bruk av LOD
- 3) Økt bruk av NoDig
- 4) Nye løsninger for stikkledninger
- 5) Etablere system for bruk av regnvann til hagevanning etc.
- 6) Endret grøftetverrsnitt
- 7) Utforming og antall kummer, økt fokus på kummer og sanering
- 8) Optimalisering av massetransport
- 9) Gjenbruk av; masser, materialer og ressursgjenvinning (hente ut eks. fosfor fra avløpsvannet)
- 10) Styring av vannstrømmer i ledningsnettet. Avløpssystemet må da være tilrettelagt for styring (sensorer/etablert digital tvilling, sammen med system for analyse av data med tilgang til alle aktuelle data)
- 11) Anleggseierne må samarbeide mer, ikke finne opp hjulet flere ganger. Samarbeid mellom anleggseier og leverandørmarkedet for utvikling (mye skal gjøres på kort tid).
- 12) Bedre kontrollrutiner i kommunene. Etablere nytt, uavhengig kontrollorgan

Kommentar fra rådgivergruppen: Dette er en høyst foreløpig liste som bør evalueres av rådgivergruppen. Den er ikke så god som den er nå, men den representerer resultatet fra WS1. Vi vil bruke denne til en gjennomtenkning av fordeler og ulemper, risiki etc. Det ser ellers ut til at temaene som ikke er uthevet virker mer framtidsrettet enn mange av de uthevede temaene som har fått flere stemmer.

Det kom i tillegg forslag til andre løsninger (12 stk., se under) i sammenheng med andre spørsmål til gruppene, f.eks: Hva er de største utfordringene i fremtiden? Det var da flere grupper som kom med forslag til aktuelle løsninger samtidig.

- 1) Bygge ledningsnett som er bedre tilrettelagt for lekkasjesøk og spesielt nye løsninger/verktøy
- 2) Utvikle bedre muffe/koblinger mellom rør og kum-elementer for å redusere inn-/utlekking (gjelder både vann og avløp).

- 3) Perforerte OV-ledninger som drenerer ut og inn etter behov
- 4) Sandfang med lang nok oppholdstid (rensetrinn 1)
- 5) Økt bruk av flomveier
- 6) Utvikle løsning for gjenbruk av gråvann
- 7) Økt bruk av dykkerledninger i stedet for pumpestasjon
- 8) Fordrøyningsmagasiner
- 9) Økt bruk av lettseparering
- 10) Koble alle sprinkleranlegg fra ledningsnett, bruke basseng til disse
- 11) Bygge anlegg som produserer energi/gjenvinner energi,
- 12) Tilrettelegge anlegg for varmegjenvinning fra avløp

Kommentar: Dette er også resultatet av WS1 og bør behandles på en eller annen måte. Vi kan ev. lage en tabell som peker på fordeler og ulemper, hvor viktige de er i et systemperspektiv. Noen av dem handler om energibruk og kan samles under dette, andre gjelder drift og bør samles under denne overskriften.

Fokusområdet i dette prosjektet er bygging av de fysiske ledningsnettene, ikke f.eks. digitalisering, regelverk, kompetanse etc. Allikevel handlet halvparten av innspillene fra gruppearbeidene nettopp om disse tingene. **Dette tolker vi til at mange av dagens problemer ligger nettopp innenfor områdene kontroll, rammebetingelser, kompetanse, samarbeid osv.**

Verden er ikke så enkel som man kunne ønske, det er dermed kanskje ikke mulig å holde disse elementene helt utenfor oppgaven, slik det beskrives i bestillingen.

9.2. Resultater og konklusjon, arbeidsmøte nr. 2

WS2 ble gjennomført på Gardermoen 16.02.2023 med 25 deltagere, i tillegg til fasilitatorene. Deltagerne kom fra både kommuner, rådgivere, leverandører, produsenter og academia.

9.2.1. Hva var oppgavene og hva ble konklusjoner

Dette var spørsmålene som ble stilt i WS2:

Se på oversikten over aktuelle løsninger som kom frem fra WS1. Gitt det systemet vi har i dag, og de viktigste fremtidige utfordringene som kom frem i WS1; Hvilke av disse forslagene til løsninger er bra og hva mangler? Er vi enige eller uenige i disse forslagene? (videreføre og konkretisere de løsningene som kom frem av WS1).

Gitt de viktigste problemene i dagens system, i tillegg til fremtidige utfordringer;

Hvordan bør vi bygge fremtidens vann- og avløpsanlegg for å unngå å gjøre de samme feilene og samtidig møte fremtidens utfordringer? Vi er ute etter løsninger både for fornying av eksisterende nett (rehabilitering) og for nye utbyggingsområder (nytt). Vi ønsker gode forslag som ligger utenfor rammene vi satte for arbeidet før lunsj. Prøv å tenk utenfor boksen, selv om vi er noe bundet til dagens systemer. Hvilke problemer løser disse løsningene? Hva er utfordringene med løsningene?

Tabellen under viser svarene som kom frem.

Tabell som oppsummerer svarene fra WS2 som handler om bygging og fornying av fysisk ledningsnett.

Ledningsnett, nyanlegg	Kulvert løsning (spesielt ivareta knutepunkter)
	Bruk styrt boring
	Legg ledningsnett med fleksibel kapasitet (ta høyde for økte vannmengder i avløpsnett som følge av klimaendringene)
	Sette ned to kummer, avlange rektangulære, bruke boremaskin mellom kummene. Flere ledninger gjennom den samme kummen
	Legg ledninger som ikke må graves opp igjen
	Må være åpning for desentraliserte løsninger
	Separer ut næringsstoffer med f.eks. desentral behandling av svartvann som gir bedre kontroll på forurensinger og bedre gjenvinning. Gråvann kan behandles sentralt eller enda bedre, inngå i en sirkulær disponering.

	Rør i rør på VL. Varerør helt inn i hus (tilrettelegge for sanering)
	Legg kommunal ledning minimum 1 m ut av vei slik at man unngår ny oppgraving i veibanen (tilrettelegge for sanering)
	Trykkavløp /pumping på anlegg under kote 4 og anlegg m/dårlig fall.
	Tilrettelegge vannledninger for lekkasjekontroll
Stikkledninger	Gravefri tilkobling av stikkledning til hovedledning
	Anboringer i kum
	Tetthet av stikkledninger, vurdere ny løsning for anboringer
	Legge felles privat VL til fordelingskum i f.eks. fortau
	Legge varerør inn til hus som fremtidig tilknytning?
Ledningsnett, sanering	Bruk cracking/strømpe på små galvaniserte ledninger, eller asbestledninger og andre "spesielle" rør
Ledningsnett, sanering	Legge flytebetong i ledningen i forkant av strømpereovering for å jevne ut svankene/bakevjer
	Spyle ledningen og trekke inn nytt rør (rør-i-rør)
	Økt bruk av fullstrøms-anlegg ("hevert-prinsipp").
	NoDig løsning for dyp avløpsledning sammen med lett-separering (grunn overvannsledning eller løsning på overflate)
	Gjenbruk av gamle rør med nye løsninger (fullstrøm, flere rør inn i gamle store rør).
	NoDig bør alltid vurderes først , og begrunne hvorfor ikke dette velges
	Økt bruk av lettseparering (i fellesavløpssystemer)
	Lettseparering . Hvor effektivt er det? Trengs mer vitenskap om hvor effektivt det er.
	Oppdimensjonere deler av ledningsstrekke for fordrøyning, fremfor å legge større rør på hele rørstrekk.
Stikkledninger	Må finne løsning for anboringer og stikkledninger slik at NoDig enklere kan benyttes på vannledninger
	NoDig separering av private stikkledninger samtidig med hovednett.
	Finne nye løsninger for utskifting av private ledninger
	Fornye anboringspunktet samtidig
	Alltid fornye privat ledning ut av veibane ved gjennomføring av kommunale prosjekter
Grøft, nyanlegg	Grunnere grøft og frostsikring
	Bredere grøft for å få plass til større kummer som ivaretar fornyelse
	Kompakte grøfter

	Legge flere ledninger på samme nivå
	Grave smalere grøfter uten behov for mannskap i grøften (nye maskiner) (sikre HMS)
Overvann	Naturbaserte løsninger. Blågrønne løsninger. (Gi vannet tid og rom)
	Ikke håndtere økt regn i rørsystemer, mer LOD og flomveier
	LOD veivann; holde forurensing i grøft naturbasert med "svauiles"
Overvann	Infiltrasjonssandfang hvor alt normalt går ut i grunnen, men i overløp til OV ved behov.
	Åpne OV-systemer som del av lett-separering
	Overvann må løses lokalt og på overflaten.
	Kombinasjons løsninger. Naturbasert funksjon prioritert over teknisk funksjon.
	Bruk av reint overvann til vask/spyling og hagevanning (samle opp overvann)
	Standardiserte (naturbaserte) løsninger for rensing av overvann
Kummer, nyanlegg	Færre kummer
	Felleskummer vann og overvann
	Bygge kummer med utskiftbar armatur
	Bygge store nok kummer som ivaretar drift, vedlikehold og fornyelse
	Behovsprøvd antall kummer (færre på kummer på avløpskummer, opprettholde der det er funksjoner på vann).
	Bygge nye vannkummer slik at mest mulig kan manøvreres fra bakken, ikke måtte ned i kum.
Kummer, sanering	Gravefri renovering av kummer
	Ny kumtype som er todelt (både ved full separering av fellessystem og ved NoDig på separatsystem
	Ny kompakt kum for separering (ved lett-separering av fellesavløpsystem)

9.3. Resultater og konklusjon, arbeidsmøte nr. 3

I workshop nr. 3 satte vi søkelys på hvordan vi skal håndtere overgangen fra dagens system og over til nye løsninger, i tillegg til hvordan bør vi bygge og fornye i dag, for å tilrettelegge for at fremtidig sanering skal bli enklere og mer effektiv.

9.3.1. Gruppediskusjon før lunsj

Når en har frie hender i nye utbyggingsområder, evt. ved full oppgraving, hvordan bør ledningsnett bygges da?	
Overordnet Planlegging	- Helhetlig planlegging på overordnet nivå - konseptuell tilnærming tidlig
	Systemløsningen for ledningsnett ved et nytt prosjekt vil påvirkes av følgende faktorer: - Topografi - Grunnforhold - Type bebyggelse - Lokale resipientforhold for overvann
	Mulige valg for systemløsningen inkluderer: - Grøfting: Dype eller grunne grøfter - Transportmetode: Gravitasjon eller trykktransport - Rørsystem: 3-rør system eller 2-rør system - Graving: Tradisjonell graving eller No-dig-metoder
	Behov for dimensjonsøkning vil først og fremst oppstå på overføringsledninger i løpet av 100 år. Distribusjonsledninger inne i bebygde områder vil ikke ha tilsvarende behov.
Kum-teknologi	-Strategisk plassering av kummer. (Styre plassering av kummer mer ut fra behov enn av standskrav)
	- Teknologiutvikling for kummer. (Må de gå rett ned? Bedre tilpasning for drift og vedlikehold med minst mulig dimensjoner Fra kum til begrepet "servicepunkt")
	- Redusere antall kummer tilpasset dagens teknologi (noe stor nok kummer) og DV.
	- Bygge kummer for fremtidig sensorering.
	- Vurdere kritisk behovet for kummer
	Dimensjonering og separering av vann- og avløpsledninger
	Kummene på hovedledningene må utformes slik at de er forberedt for fornying med strømpes eller utblokking.
Grøft	Nedgravde rør fremfor kulvert. Kulvert er lite bærekraftig
	Overføre løsningen om organisering av rør fra kulvert og til grøft.
	Massehåndtering. Leggeanvisninger - må utredes nærmere. Kvalitet viktigst.
	Økt bruk av nedgravde løsninger som alt. til kummer
	Nye anlegg skal ikke graves opp igjen.

Når en har frie hender i nye utbyggingsområder, evt. ved full oppgraving, hvordan bør ledningsnettet bygges da?

Ledninger og rørteknologi	Ledninger på samme nivå i grøft - mest egnet på overføringsledninger Materialvalg er veldig viktig. - Riktig rør til riktig tid
	Legge hoved traseer, og "frede" dem før man legger mer fleksible avgreninger
	Vi bør ha et 3 rørs system, vann-, spillvann- og overvann. VL: Dimensjon på vannledninger bestemmes av kravet til brannvann, som i dag i gatene. Det bør være ringsystemer eller dobbeltledninger slik at sikkerheten er på plass ved ledningsbrudd og at det kan bli enklere å fornye ledningene i fremtiden. SP: Spillvann i tettbygde strøk og i boligfelt vil ha små dimensjoner i området Ø110mm - 200mm. SP som tidligere med gravitasjon, evt. trykkavløp der flatt. AF-ledninger: Eggeformede rør for AF-ledninger er god egnet for varierende vannføring
	Ved fornying av vannledninger ute i gata kan følgende metoder vurderes: - Tettisluttet rør - Strømper
	For å unngå tilbakestuvning i nettet på grunn av høy vannstand i resipienten eller manglende kapasitet i avløpsnettet, bør Tilbakeslagsventil med integrert pumpe installeres på utsatte bygninger.
	Regulere lednings-traseer
	Redundante systemer
	Bruk av vakuumløsninger bør vurderes for nye boligområder.
	Anboringer: Redusere tilkoblingspunkter
Overvanns-håndtering	Overvannsrøret skal benyttes for drenering av byggegroper og fjerning av overflatevann som vil kunne gi is problemer i vinterperioden. Regnvann skal i all hovedsak fordrøyes og ledes på overflate eller i grøfter til nærmeste resipient. Flomveiene må være solide. Det vil oppstå krangel mellom naboer som får vann fra naboen inn på sin eiendom. Dette må løses juridisk og konstruksjonsmessig (unngå bruk av kjellere).
	Overvannet vil alltid være den største utfordringen. Her må man samarbeide med de som lager reguleringsplanen. Andelen av tette flater må ned, men det er sannsynligvis regn og snøsmelting på frossen mark som er dimensjonerende.
	Høy vannstand i resipienter vil kunne påvirke mye av løsningene, siden mye av vår bebyggelse i landet ligger på flate elvesletter ved sjøen. Her er det ofte dårlige grunnforhold i tillegg. I slike områder bør det benyttes trykkavløp eller vakuum løsninger for spillvannet. Husene med kjellere må være "vanntette" og ikke ha behov for drenering av byggegrop. Overflatevann fra regn må ledes i grunne overflateledninger og i veibanene. Når monsterregnene kommer, må vi være forberedt på at store deler av veisystemet står under vann og at vannstanden går langt opp på husveggen. Dette må løses i samarbeid med de som utformer og dimensjonerer bygningene og veiene. Her må alle være kreative og ha endringskompetanse.
	Lokal oppsamling av nedbør er bra både for overvannshåndtering og bruk av regnvann som resurs
	Alternative lokale løsninger i nye utbyggingsområder for å slippe oppdimensjonering av dagens systemer
	Det må legges til rette for infiltrasjon i alle nye utbyggingsområder.

Når en har frie hender i nye utbyggingsområder, evt. ved full oppgraving, hvordan bør ledningsnettet bygges da?

Kontroll	Anleggskontroll og redusere feilkoblinger
	Isolerte rør med fuktovervåking gir mulighet for kontinuerlig overvåking av lekkasjer. Når kunstig intelligens kommer for fullt i fremtiden vil man kunne håndtere mye mere data enn hva man i dag har kapasitet til. Man kan derfor se for seg et meget intelligent ledningsnett i fremtiden der trykk, lekkasjer, temperatur, vann- og avløpsmengder, kjemiske og fysiske parametere monitorers og benyttes i styring og regulering av vannstrømmer. Det kommer til å bli spennende å være VA-ingeniør og VA-doktor!
	Bygge med sensorisk for overvåking
	Lekkasjekontroll: Bruke data for å redusere lekkasjer og overløpsdrift
Stikkledninger	Lekkasjekontroll - Gå fra felles kum - Legges som rør i rør system Alternativt kan man: - Legge en større dimensjon nå og trekke inn en mindre dimensjon i fremtiden
	Ledningseiere også ha eierskap til stikkledningene.
	Stikkledninger i varerør
	Koble stikkledninger i kum - kan medføre at stikkledningen/koblingen blir frostsatt. Vurder manifoldens plassering i kummen og vannkummens løsning for drenering. Drenering kan medføre luftgjennomstrømning hvis drensledning leder til utslipp i terreng ev. til en OV-ledning med utslipp til terreng. Flere kommuner får dette til med god erfaring.
Brannvann	Brannvannsbassenger må dekke brannvann. Industriområdet/veldig tettbebygd
	Bør brannvannskravene reduseres. Slippe oppdimensjonering i framtiden
Pumpe og trykkavløps-systemer	Ved valg av trykkavløpssystem kan det løses på samme måte som for vann, enten ved: - Tilkobling til hovednett med felles kum og rør i rør system Velger man gravitasjon for spillvannet, må følgende tas i betraktning: - Det må være en kum på eiendommen for fornyelse i begge retninger med strømpe frem til hovedledning.
	Redusere energiforbruket i fremtiden: - Antar at all energi i Norge vil være grønn, hentet fra vann, vind og sol. - Energibruk skal ikke hindre utviklingen av fremtidens VA-systemer. - Behov for mer pumping enn dagens nivå. - Trykkavløp indikeres som en energieffektiv løsning sammenlignet med tradisjonelt system med gravitasjon og avløpspumpestasjoner med kommunal standard, for eksempel energiforbruket knyttet til ventilasjon i store stasjoner spiser mye energi. - Inngående studier og analyse er påkrevd for alle systemer med potensiale for forbedringer.
	Trykkavløp kan gi mindre dimensjoner og lettere styring av mengder fra pumper
	Pumpeledninger gir økt fleksibilitet.

Når en har frie hender i nye utbyggingsområder, evt. ved full oppgraving, hvordan bør ledningsnettet bygges da?	
Data	Dataflyt i prosjektene er viktig - koble driftspersonell og prosjektledere – inkl. overføring av data til FDV
	Vannmålere på stikkledningene Plassering av vannmålere ute i kum i stedet for inne ved husvegg, slik at abonnentene må betale for eget vannforbruk inkludert lekkasjemengde på egen stikkledning, kan gi abonnentene insentiv til å redusere vannlekkasjer på egen stikkledning.
	Skyløsninger for å drifte vannledningsnett
	Bruke data for å redusere lekkasjer og overløpsdrift
Rammebetingelser	Splitting av avløpsgebyret som et insentiv for økt bruk av LOD-løsninger på privat grunn
	Fornyingsplan ved nytt anlegg.
	Plassere ledningstraseene slik at tilstrekkelig avstand til annen infrastruktur er ivarettatt
Andre	Fleksibilitet er viktig, men vanskelig. Fleksibilitet i dimensjonering kan oppnås ved: - Trykkøkning - Utblokking i fremtiden
	Det må kontrolleres at husene har tilstrekkelig tyngde for å hindre at de “flyter opp” på grunn av oppdriften fra høy grunnvannstand. Det må stilles krav til bygningskonstruksjonenes tetthet.
	Det finnes ingen fasit for løsning av et gitt prosjekt, men vi kan ha en verktøykasse som kan benyttes.
	Ingen forslag ekskluderes - kontekstavhengig da alle prosjekter har ulike forutsetninger
	Synliggjøre suksesshistoriene. Hva har fungert bra i prosjekter med lite feil.
	Støtte pionerprosjekt (pilotprosjekt) og dele informasjon - normalisere innovasjon (Støtte pilotprosjekt som tar i bruk modellbasert prosjektstyring og BIM for å se om nye metoder resulterer i effektivitet, mindre feil på anlegg, bedre kontroll osv. (gode VA-prosjekt er målet, BIM-modell er virkemiddel))

Når en skal fornye i eksisterende bebyggelse og er bundet av eksisterende tekniske rammebetingelser/ ledningsnett, hvordan bør en bygge da?

Ledninger	Få bort de dårlige rørene
	Tosidig forsyning
	lekkasje overvåkning
	Tilrettelegge for separatsystem. SP/OV. AF eksisterende brukes til OV
	Optimalisere fellessystemet
	Gjenbruk av rørinfrastruktur
	Multipipe - flere rør trekkes inn i gammelt rør
Teknologiutvikling	Utvikle spyleutstyr for avløp som kan benyttes i minikummer
	Utvikle georadarteknologi for å kunne scanne grunnen.(eks. på ønsket teknologi-utvikling)
No-Dig	Må grave i større grad enn ved nyområder, men legge til rette for NO-dig ved fremtidig fornying
	Utfordring i gamle grøfter håndgrav med bruk av NoDig
	Tilrettelegge for fremtidige NoDig løsninger
Kum	Økt bruk av minikummer på spill- og overvann.
	Kun kummer der det er nødvendig
Overvann	Lokale overvannshåndtering på overflaten-flomveger
	I områder der du ikke får splittet SP/OV må du tilrettelegge til å før OV på overflaten.
Stikkledninger	Ta over eierskap til stikk-ledninger
Lekkasjereduksjon	Trykkreduksjonsventil med overvåkning - kan redusere lekkasjer
Fremmedvann	Prioritere et område (spydspiss), identifisere punkt/feil som bidrar til betydelig mengde fremmedvann, gjennomføre punktreparasjoner for "lavt hengende frukter" (eks SP-kummer som fungerer som sluk)
Beslutningsmatrise	Prioriteringskriterier og konsekvensanalyse vil være styrende: * Vannkvalitet * Areal/ plassbehov * Drift og vedlikehold: tilgang * Ressursbesparelser (gjenvinning av vann eller materialer) * Økonomi
Andre	Bruke verktøykassen i prosjektet avhengig av problemstillinger i prosjekt.
	Prioritere problem områder. Spesielt ledningsanlegg i perioden etter håndgrva og noe ti år fremover

Utfordringer med løsningene	
Kulvert	Kulvertløsninger er dyre
Ledninger	Flere rør i ett varerør gjør det utfordrende å bytte - rørene kan kveile seg og bli vanskelig å få ut
	Bøyeradius på PE-rør i varerør - krever større kummer eller kulverter
	Utfordrende å velge riktig dimensjon på VL - nye ledninger har lite vannforbruk. Hva er fremtidens behov.
	Bruke høydebasseng for å styre vannutskifting i VL - Bedre styring kan gi bedre vannkvalitet, spesielt når man får redusert lekkasjer
Grøft og lednings-teknologi	Utfordring med kryssinger og tilkoblinger når ledningene ligger på samme nivå i grøften
	Hygienisk sikkerhet på VL er viktig og derfor må den ligge over SP og OV i grøften. - Drenering av VK til OV krever at VL ligger høyere
Stikkledninger	Eierskap til stikkledninger ved forlengelse når man legger de til kum
	Tilgjengelighet til private stikkledninger - private stengeventiler hyttefelt
Avstandskrav	Er dagens avstandskrav nødvendige når man ikke planlegger å grave opp de ledningene vi legger i dag?
Økonomi	Økonomi som barriere i flate områder under den marine grense: - manglende billigere og bedre løsninger enn å grave ned rørene i dype grøfter. - Dårlige grunnforhold og krav fra geoteknikere fører til økning av enhetspriser for grøfter Alternativ løsning: trykkavløpssystem. - bygge trykkavløpsumpestasjon, lignende dagens hvitevarer i fremtiden. Mammutpumper (luftinnblåsing i enkle U-rør) som mulig løsning: - luftinnblåsing i enkle U-rør for å unngå kostbare spuntingutgifter. Tilpasning av bebyggelseshøyde: - Nødvendig for å opprettholde grøftenivået på et grunt nivå.
Overvann	OV: kostnader, ansvar. Mangler retningslinjer
	Føre overvann på overflaten fører til mer skader på boliger i bunn.
	Få gode nok flomveger
Trykkavløp	H2S og levetid pumper inkl. funksjonalitet
	Pumpes løsninger gir mindre fleksibilitet
	Pumpeløsninger gir flere driftspunkter og økt energi
	Trykkavløps overfører driftsansvaret til private
	Pumpene er sårbare for fremmedlegemer - driftsproblemer

Utfordringer med løsningene	
Standarder og beslutningstakere	Konservative holdninger i bransjen er en utfordring.
	Standarder kan sementere gamle løsninger.
	Noen konger i kommuner bestemmer.
	For å tørre å gå utenfor standarden kreves kompetanse.
	Lokale løsninger krever "lokal" kompetanse og må driftes
Data	Effektiv dataflyt mellom ulike aktører i VA-prosjekt forutsetter at ulike programvare støtter fil-utvekslingsformatet som skal utveksles (bransjen bør enes om å samhandle om utvekslingsformatet GML)
	Vi mangler nødvendige drivere som kan ivareta vannbransjens interesser i et digitalisert samfunn
Informasjon og retningslinjer	Hvor finnes god informasjon om ulike typer løsninger for overgang mellom nytt og gammelt ledningsnett?
	Hvor finnes god informasjon om ulike typer løsninger for gravefri rehabilitering og tetting av kummer?
Andre	Juridiske utfordringer

Fordeler med løsningene?	
Overvann	Får bedre kapasitet med å føre OV på overflaten der man ikke kan separer
NO-DIG	Ved å tilrettelegge for NoDig kostnadsbesparende og miljø besparende med økt levetid

Behov for utredninger, endringer i rammebetingelser, ny kompetanse?	
Overvann	få avklart ansvarsforhold og kostander på OV
Grøft (utfyllings-masser)	Masser og påvirkning av levetid på rør? Ref. redusere miljø fotavtrykk og bruk av mer miljøvennlige masser.
	komme med eksempler på grøftesnitt som gjør NoDig mulig ved sanering om 100 år.
Kum	Tette kummer
	Fremtidsrettede kummer og avstandskrav. Fremtidig sanering
Ledning	Generell materialkvalitet
Unge beslutningstakere	Historiebok om kvalitetsutvikling-kunnskapsdatabase. Tømme hodene på de eldre i bransjen.
Teknologiutvikling	Teknologi utvikling på pakninger
Avstandskrav	Fremtidsrettede kummer og avstandskrav. Fremtidig sanering

9.3.2. Gruppearbeid etter lunsj

Hvordan legge nye ledninger for at de aldri skal behøve å graves opp igjen? For at de skal kunne fornyes på en enkel måte?	
Kulvert	Hovedtraseene og servicepunktene må legges slik at de er tilgjengelig uten å grave de opp igjen
	Hovedledninger uten anboringer kan legges i felles større rør/kulvert og med servicepunkter på strategiske steder
	Ikke ledninger under hus, evt. bare kulverter
	Tror på kulvert/varerør ved kritiske kryssinger av veg og jernbane
Ledning	Ledningene må legges med minst mulig bend. Legge PE-ledninger i kurve i stedet for å bruke bend.
	Unngå for mye kryssinger av ledninger rundt kummer
	Legge tilstrekkelig store dimensjoner for økt fremtidig behov
	SP/OV strømperehabilitering.
	Rett materialvalg for lang levetid
	Bruke sjøledninger ved overføringsledninger der dette er samfunnsøkonomisk rett. Lett å sanere.
	Nye rør må vere egna til å fornyast med gravefrie metoder
	Legge rør med tilstrekkelig framtidig kapasitet
Materialutvikling	Varerøret skal leve mye lenger enn medierøret
	Behov for forskning på krefter som virker på PE-rør i varerør.
	- Mekaniske krefter?
	Ingenting varer evig - men kanskje det varer i 150-200 år
	Sammenstilling av grunnlagsdata for å finne gunstig løsning for ledningen - materiale og omfylling
Trykkavløp	Trykkavløp samme som for stikk VL.
	SP: trykkavløp ved mye setninger
Kum	Kummer trenger ikke å anlegges i grupper over alt.
	Færre, men større kummer.
	Stor nok kummer og rett plassert for tilkomst NoDig. Stømperehab.
	Bygge anlegg som kan driftes i fremtiden
	- Tørroppstilte pumper og armatur som kan byttes uten å grave opp kummen
	Dimensjonere og planlegge kummer slik at armatur kan skiftes ut enkelt
	Stedfeste bend og deler (i kum) i grøft med egenskaper og retningsforandringer Dagens krav til dataleveranser og bransjens oppfølging av at kravene innfris, bidrar ikke til ønsket utvikling - som er bedre dataleveranser fra nye anlegg.
Stikkledning	Rør i rør stikkledninger og tilkobling i kummer. Evt. bruke litt overdim stikkledninger som varerør til ny stikkledning.
	Strømpe på stikk A/OV.
Brannvann	Lokale løsninger for brannslukke-vann
Overvann	LOD, vil redusere behovet for oppdimensjonering av avløpsrør

Anleggsutførelse og kontroll	Anleggene må bygges som prosjektert. Årsaken til valg av løsninger i prosjekteringsfasen må videreformidles til utførelsesfasen.
	Anleggsutførelse og rett materialvalg for lang levetid, inkl. god sluttdok.
	Anleggsutførelse og lednings-materialer må holde veldig god kvalitet
	Unngå feil. God sluttkontroll av anlegget med rørinspeksjon, rørleggerkontroll.
	Samle avviklinger i størst mulig grad i nærheten av kum for bedre tilgjengelighet
	God kontroll for utførelse i byggefasen
	Sikre framtidig tilgjengelighet. Nedfelt tilgjengelig plass i arealplan til nødvendige angrepspunkt, f.eks. riggområde, boregrop, innføringsgrop og mottaksgrop (ev. anleggsvei)
	Unngå å reetablere tekniske barrierer for gravefri ledningsfornyelse - anboringer, dimensjonsoverganger, bend, grense for avvikling i muffene/bøying av rør, unngå svanker
Overvåkning	Opprette avløpsmålesoner for å avdekke driftsavvik og planlegge vedlikehold
Avstandskrav	Rett avstandsplassering av ledninger i grunn for åpning for blokkering
	Skal nye anlegg leges i veg? Kan ligge i veg kant?
	Plassering av kummer/ledningsanlegg slik at det kan krakkes i fremtiden avstandskrav.
	Ekspansjonssone for å kunne blokke ut rør uten å skade eksisterende infrastruktur
Samarbeid	Tøffere regime på samarbeid med all type infrastruktur
LCA	LCA-vurdering som grunnlag for valg av metode og konsept.
	Langt nok tidsperspektiv på LCA-vurderingene
Energi	Legge rør grunnere og gjerne sammen med annen infrastruktur som avgir varme, Avløpsvannet er varmest om vinteren.
Modellering	Bruk av modeller VA som grunnlag for rett dimensjonering, også for en helhetlig systemvurdering. Tørre å se langt nok frem i tid. Hovedplaner-saneringsplaner
Teknologiutvikling	Videreutvikle georadar for å se ned i grunnen.
	Hvordan ta i bruk og utvikle ny teknologi?
	Hente teknologi fra andre bransjer, bl.a. oljeindustrien
Data og dokumentasjon	Digital tvilling
	Godt tilrettelagt for DV!
Andre	Vi har et reservert areal/volum under bakken hvordan kan vi bruke dette til fremtiden VA-infrastruktur
	Bruk funksjonsbeskrivelse i langt større omfang
	Fokus på HMS kan gjøre bransjen mer attraktiv

Hvilke nye muligheter gir løsningene?	
Økonomi	Økonomisk gunstig ved fornyelse
Miljø	Miljøvennlig, CO ₂ , støy, trafikk,
	Sparer miljøet - færre tilførte masser, trafikkavvikling og utslipp fra anleggsdrift
Drift og vedlikehold	Godt forberedte løsninger gir bedre vilkår for drift og vedlikehold
Avstandskrav	Ønsker ikke å redusere på avstandskrav til bebyggelse. I hvert fall ikke generelt.
Overvann	Bruke oppsamla overvann som miljøskapende element i byar
	Bruke oppsamla vann til spyling og vatning
Sosialmessig/ samfunnsmessig	Mindre belastning 3. part.
	redusert sosial belastning og påvirkning av tredjepart

Utfordringer med løsningene?	
Teknologiutvikling	Trenger mer teknologi på mikrotunnelering
	Trenger fagmiljøer som tilpasser allerede utviklet teknologi fra andre bransjer til VA-bransjen
Økonomi	Investeringskostnader for kulvert
Kapasitetsproblem	Kapasitet problemer på sikt med innsnevring med strøppe
	or store dimensjoner kan gi sedimenterings-problemer - bruke to rør i staden
Lekkasjereduksjon	Rør i rør vanskelig å finne lekkasje og punkt reparer
Anleggsutfordringer	Utblokkning kan være utfordring når det er trangt i grøfts, eller det fører til skader på andre bygg/anlegg
Ikke riktig prioritering	Utfordring at mange av utskiftinga skjer på grunn av byvekst, veganlegg osv.
Andre	Mindre jobb grav entreprenører
	Planlegging og prosjektering av nye anlegg må også ivareta vedlikeholds-behovet
	Hvor varig er løsninger for kumrehabilitering

9.3.3. Plenumsdiskusjon

Hvordan forventer produsentene at de tekniske løsningene vil utvikle seg i framtiden, får vi nye og bedre materialer? Innebygde løsninger for tilstandsovervåkning? Nye løsninger for overløp og pumpestasjoner? Hvilke nye tekniske løsninger?

- Installere tilbakeslagsventiler med integrert pumping ut av hus for å redusere kjelleroversvømmelser
- utvikling av materialkvaliteter generelt og eksempelvis på pakninger
- Bedre kompetanse på PE-sveising, for dårlig i dag!
- Testing av ulike rørmaterialer opp mot leggeanvisinger, gjenbruk av masser opp mot bærekraft. Vi kan ikke bruke nye større omfyllingsmasser hvis det går utover levetiden.

10. Referanser

- Bruaset. (2023). B for VA-nett. SINTEF.
- FHI. (2010). Helsekonsekvenser av klimaendringer i Norge. Oslo: FHI.
- Ingvald Nyseth, Elliot Strømme A/S. (1986). Analyse av ledningers innbyrdes plassering i grøft. Trondheim: Program for VAR-teknikk, NTH.
- Karlsen, T. A. (2018). Det intelligente ledningsnettet. blogg.hallingplast.no, 1.
- Karlsen, T. A. (2021). Fremtidens VA-løsninger er her i dag. blogg.hallingplast.no, 2.
- Karlsen, T. A. (2022). Tom A.s hilsen til VA-bransjen. sstt.se, 1.
- NTNU, TØI og. (2021). State of the nation - Norges tilstand 2021. Oslo: Rådgivende ingeniørers forening (RIF).
- Professor Petter D Jenssen, n. (2022.4.11). På tide med et grønt skifte i vann og avløp. VAnytt.
- Riksrevisjonen. (2023). Myndighetenes arbeid med trygt drikkevann, dok. 3:8 (2022-2023). Oslo: Riksrevisjonen.
- Norsk Vann-rapport 259 (2021) Kommunalt investeringsbehov for vann- og avløp 2021-2040.
- Tom A. Karlsen, C. A. (2016). Hvordan er Vannbransjen om 20 år? VA-DAGENE PÅ SØRLANDET 2016 (s. 26). Kragerø: Driftsassistansene på sørlandet.
- Norsk Vann-rapport 261 (2021) Omfyllingsmasser.
- VAV, S. m. (2022). LeakNor. Oslo: VAV m.fl.
- Ødegaard, H. (2012). Beskrivelse av FoU-behovet i VA-sektoren. Oslo: VAnnforsk.
- Øystein Pettersen, N. (2013). Masteroppgave 2013. Ås: NMBU.

TIDLIGERE UTGITTE RAPPORTER

2023	278	LOSINOR - Lukt- og smaksproblemer i norsk drikkevann.
	C16	Stikkledninger i varerør
	277	Nasjonal strategi for behandling og disponering av avløpsslam
	276	Lange pumpeledninger for avløp på land og i sjø
2022	275	Mikroforurensninger og legemidler i avløpsvann
	274	Korrosjonsbeskyttelse – erfaring og ny kunnskap
	273	Veileder i samfunnsøkonomiske analyser for vannbransjen
	272	Sikker utforming av åpne overvannsløsninger
2021	271	Åpen fordrygning - Etablering av anlegg for permanente og midlertidige vannspeil med dybde over 20 cm
	C15	Digitalisering av VA-sektoren i Norge – status, utfordringer og behov
	270	Helsemessig sikker drift av vannledningsnett – prosedyrer og anbefalinger
	269	Risikovurdering av bergsprengte drikkevannsmagasiner
2020	268	PFAS i råvann og drikkevann fra Norge
	267	Veiledning for utarbeidelse av kommunale forskrifter på avløpsområdet
	266	Vannbransjens erfaringer med kommune-sammenslåinger
	265	MEMiNOR: Membranfiltrering for fjerning av Naturlig Organisk Materiale i Nordiske drikkevann
2019	264	Alternativ til akkreditert prøvetaking
	263	Trykkoptimalisering på vannledningsnett – beste praksis
	B27	Forurensning i overvann fra urbane flater – vannmiljømål og rensetiltak
	262	Undersøkelser som grunnlag for valg av avløpsløsning
2018	261	Omfyllingsmasser
	260	Innovative anskaffelser i vannbransjen
	259	Kommunalt finansieringsbehov i vannbransjen 2021 – 2040
	258	Rekutteringsbehov i vannbransjen – status og prognoser 2020 – 2050
2017	257	Etablering og drift av mindre avløpsanlegg
	256	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg
	255	Bærekraftig fremmedvannandel – Modell for vurdering av riktig nivå
	254	Forvaltning av nedbørsfelt for overflatevannkilder
2016	B26	Kunnskapsbehov innen overvann og klimatilpasning
	B25	Forprosjekt – Digital Vannstatistikk
	253	Mikroplast i avløpsvann, avløpsslam og jord
	252	Kummer – Klassifisering og tilstandsvurdering
2015	B24	Primærrens – Status og renseeffekter 10 år etter
	C14	Bærekraftig fornyelse av ledningsnett
	251	Klimagassutslipp, veiledning for vannbransjen
	250	Kommunens roller, rettigheter og fremgangsmåter i private utbyggingsområder
2014	249	Veiledning i nød vannforsyning
	B23	Evaluering av Norsk Vanns prosjektsystem
	248	Organic Pollutants in Norwegian Wastewater Sludge
	247	Beste praksis for HMS-arbeid i vannbransjen
2013	246	Regulering og organisering av vann- og avløpssektoren i utvalgte europeiske land
	245	Veiledning for tilstandsvurdering av infiltrasjonssystemer
	244	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsplan for drikkevann
	243	Verdiforvaltning av vann- og avløpsinfrastruktur
2012	242	Praktiske råd ved valg av ledningsmateriale
	241	Mapping microplastic in Norwegian drinking water
	240	UV-desinfeksjon av drikkevann
	B22	Vann og avløp i arealplanlegging og byggesaker
2011	239	Beregning av bærekraftig lekkasjenivå
	238	Informasjonssikkerhet og skybaserte tjenester
	237	Dataflyt for GIS-informasjon i VA-prosjekter
	236	Akseptkriterier – Vurdering av nye og nyrenoverte avløpsledninger ved rørinspeksjon
2010	235	Dataflyt
	234	Rørinspeksjon av hovedledninger for vann og avløp
	233	Veiledning for bruk av betongrør og kummer
	232	Plastrør for vannforsyning og avløp: Hvordan skal vi oppnå minst 100 års levetid?
2009	231	NOMiNOR: Natural Organic Matter in drinking waters within the Nordic Region
	230	NOMiNOR: Naturlig Organisk Materiale i Nordiske drikkevann
	229	Sikring av vannforsyning mot tilsiktede uønskede hendelser
	228	Tilførsel av industrielt avløpsvann
2008	227	Beregning av forurensningsutslipp fra avløpsanlegg
	226	Tømming av slam
	225	Trykkavløp i spredtbygd og urbane strøk
	224	Eierskap til stikkledninger
2007	223	Finansieringsbehov i vannbransjen 2016 – 2040
	222	Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett
	221	Smart ledningsfornyelse – bruk av NoDig-metoder
	B21	Utvikling av studietilbud i bachelor i vann- og miljøteknikk
2006	B20	Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk
	220	Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering
	219	Eksempler på implementering av bærekraft i vannbransjen
	218	Vann til brannslukking og sprinkleranlegg
2005	217	Videreutvikling av beregningsmetodikk for gjenanskaffelsesverdi og investeringsbehov
	216	Tilbakestrømsikring – veiledning til vannverkseiere
	215	Forslag til ny sektorlov for vann tjenester
	214	Sikkerhetsstyring for vannbransjen
2004	213	Veiledning for dimensjonering av vannbehandlingsanlegg
	212	Erfaringer med ozon-biofiltrering for behandling av drikkevann
	211	Veiledning for praktisering av selvkost
	210	Veiledning i mikrobiell barriere analyse
2003	209	Sikring av kvalitet på ledningsanlegg
	208	Stikkledninger – ansvar og teknisk utforming
	207	Biostabilitet i drikkevannsnett
	206	Bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene
2002	205	Åpne flomveger i bebygde områder
	204	Fra driftsassistanter til regionale vannassistanter
	203	Microbial barrier analysis (MBA) – a guideline
	202	Anskaffelser i vannbransjen
2001	201	Håndtering av overvann fra urbane veger
	200	Etablering av gode VA-løsninger i spredt bebyggelse
	199	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam – Resultater fra undersøkelsen i 2012/13
	198	Avløpsanlegg Vurdering av risiko for ytre miljø
2000	197	Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportsystemer
	196	Sikkerhet og sårbarhet i driftskontrollsystemer for VA-anlegg
	195	Varmpumper i drikkevannsforsyningssystem
	B19	Kranvannets kokebok for kommunikasjon
1999	B18	Investeringsbehov i vann- og avløpssektoren
	B17	Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg
	194	Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem
	193	Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken
1998	192	Rettigheter til uttak av vann til allmenn vannforsyning
	191	Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer
	190	Veiledning for drift av koaguleringsanlegg
	188	Omdømmeplattform og -strategi
1997	C8	Kommunal overtakelse av vannverk organisert som andelslag eller samvirkeforetak
	187	Veiledning i omorganisering av andelsvannverk til samvirkeforetak
	186	Fett i avløpsnett. Kartlegging og tiltaksforslag
	185	Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde
1996	184	Veiledning om regulering av VA-tjenester til næringsmiddelindustri
	183	Prøvetaking av avløpsvann og slam
	182	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng
	181	Fjernavlesning av vannmålere
1995	180	Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp
	179	Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren
	B16	Vannforskriftens økonomiske konsekvenser for kommunesektoren og avløpsanleggene
	C7	Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet
1994	178	Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg
	177	Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status
	176	Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene
	175	Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan. E-læring og samlinger
1993	174	Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting
	173	Veiledning for bruk av støpejernsrør
	B14	Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren – forprosjekt
	B13	Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.
1992	172	Trykktap i avløpsnett
	171	Erfaringer med lekkasjekontroll
	170	Veileder til god desinfeksjonspraksis
	169	Optimal desinfeksjonspraksis fase 2
1991	168	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg
	167	Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier
	166	Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg
	165	Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdatabaser
1990	B12	Drikkevann i media
	164	Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann
	163	Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag
	162	Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering
1989	161	Helsemessig sikkert vannledningsnett
	160	Driftserfaringer med membranfiltrering
	159	Håndbok i kildeprosjekt i avløpssystemet
	158	Termoplastrør i Norge – før og nå
1988	B11	Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler
	B10	Vannkilden som hygienisk barriere
	B9	Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene
	C6	I veien for hverandre – Samordning av rør og kabler i veigrunnen
1987	157	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07
	156	Veiledning for oljeutskilleranlegg
	155	Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren
	154	Norm for tagkoding i VA-anlegg
1986	153	Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren
	152	Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren
	151	Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)
	150	Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger
1985	B8	Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren
	B7	Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring



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