

Norsk Vann

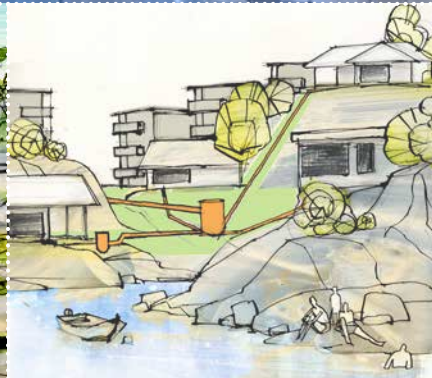
# Rapport



225 | 2017



## Trykkavløp i spredtbygde og urbane strøk



Norsk Vann

# Norsk Vann Rapport

Det utgis tre typer rapporter:

## Rapportserie A

Dette er de opprinnelige hovedrapportene.

Dette kan være:

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

Fortløpende nummer xx-årstall

## Rapportserie B

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

Fortløpende nummer Bxx-årstall

## Rapportserie C

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

Fortløpende nummer Cxx-årstall



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



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

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

# Norsk Vann Rapport

## Ekstrakt

Trykkavløp har til nå vært mest brukt ved utbygging av avløpssystem i spredt bebyggelse. I spredt bebyggelse er det ofte på grunn av terrengforhold eller store avstander, ikke ønskelig eller mulig å etablere avløpsanlegg basert på selvfallsystem. I tettbygde strøk har det til nå ikke vært vanlig å bruke trykkavløp utenom for enkelt bygninger, som ligger slik til at de må pumpe avløpet inn på kommunalt nett.

Rapporten er lagt opp som en kombinasjon av en veileder og en mulighetsstudie. Veiledningsdelen beskriver hovedelementene i et trykkavløpssystem, aktuelle miljøfaktorer ved vurdering av trykkavløp og gir råd om planlegging, prosjektering, utførelse og drift av trykkavløp i spredt bebyggelse.

Mulighetsstudie fokuserer på trykkavløp i urbane strøk, og hvilke muligheter dette kan gi i forhold til å utvikle mer effektive metoder for sanering og separering av avløp i byer og tettsteder.

## Norsk Vann BA

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

## Rapportens tittel

Trykkavløp i spredtbygde og urbane strøk

## Forfatter

Kjersti Tau Strand og Geir Henning Hansen, Asplan Viak

**Rapportnummer: 225/2017**

**ISBN 978-82-978-82-414-0395-8 (trykt utgave)**

**ISBN 978-82-978-82-414-0396-5 (elektronisk utg.)**

**ISSN 1504-9884 (trykt utgave)**

**ISSN 1890-9248 (elektronisk utg.)**

---

## Emneord, norsk

Trykkavløp, selvfall, urbane strøk, tettbebyggelse

## Emneord, engelsk

pressure sewer system, conventional sewer system, rural areas, urban areas

---

# Forord



Tradisjonelle VA-løsninger med dype grøfter medfører store terrenngrep i jomfruelig terreng.

I tettbebyggelse innebærer full oppgraving store kostnader og redusert framkommelighet i lang tid.

Fornyelse av eksisterende ledninger med trykkavløps-system vil bety mindre omfattende graveprosjekt til lavere pris.

I spredt bebyggelse vil det ofte være avstander som gjør det kostbart å knytte abonnenter til kommunalt avløpsnett ved selvføll. Anleggskostnader med trykkavløp er betydelig lavere.

Ved å bruke trykkavløp er det derved mulig å tilknytte abonnenter som ligger langt fra kommunalt avløps-system. I bynære strøk vil utfordringene være kamp om plassen i bygatene og dype grøfter. Her vil bruk av nye saneringsmetoder, som trykkavløp være besparende.

Rapporten vil være nyttig for å øke kompetansen i kommunen om hva trykkavløp er, hva hovedelementene i et system består av og miljøfaktorer i vurderingen, i tillegg til et dypdykk i muligheter og begrensninger for bruk av trykkavløp i urbane strøk og spredt bebygde områder. Slik kompetanse gjør det enklere for kommunen å treffe de riktige beslutningene for investering i vann- og avløpssystemer. Særlig er dette aktuelt for kommuner som arbeider med opprydding i eksisterende løsninger, både sentralt og desentralt.

Rådgiver for dette prosjektet har vært Asplan Viak med Kjersti Tau Strand som oppdragsleder. Hun er også forfatter av rapporten sammen med Geir Henning Hansen. I tillegg har Rolf Lunde, Ludolf Furland og Alexander Borg bistått i utarbeidelsen.

Styringsgruppen i prosjektet har vært:

- Gro Gaarder fra Marker kommune,
- Terje Johansen fra Fredrikstad kommune,
- Rolf Helge Ingebrigtsen fra Tromsø kommune
- Hanne Rolsdorph fra GIVAS

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

Referansegruppen og viktige bidragsyttere for øvrig har vært:

- Gunnar Fossen Larsen, Sarpsborg kommune
- Odd Ivar Oppheimsbakken og Stefan Lehn-Hermansen, Skedsmo kommune
- Wenche Myhrvold Olsen, Eidsberg kommune
- Eirik Sør-Reima, Hå kommune
- Tom A. Karlsen, COWI
- Stefan Qvist og Maria Fjellman, Xylem
- Jens Beckman, Skandinavisk Kommunalteknikk
- Jan Ove Østengen, Isoterm
- Morten Gudbrandsen, Rørsystemer
- Arne Valle, MEF
- Christen Ræstad, eget foretak

Forside og illustrasjoner er utarbeidet av Karl Gundersen.

Norsk Vann ønsker å takke alle som har bidratt i prosjektet med nyttige innspill og tilbakemeldinger. Gjertrud Eid har vært prosjektleder for Norsk Vann.

Hamar, 21. desember 2017  
Gjertrud Eid

# Sammendrag

Trykkavløp er et avløpssystem som benytter seg av mindre pumper hos den enkelte abonnent eller at flere abonnenter går sammen om en felles pumpestasjon. Avløpsvannet pumpes fra denne pumpestasjonen inn på en pumpeledning som er felles for flere pumpestasjoner, og som leder til en felles hovedpumpestasjon, et renseanlegg eller annen godkjent behandlingsenhet. Siden transporten av avløpsvannet ikke krever selvføll, kan rørene følge terrenget på frostfri dybde eller i grunne grøfter. Dette reduserer kostnadene til ledningsanlegget betydelig og man unngår unødvendige naturinngrep.

Trykkavløp har vært brukt i Norden siden midten av 1970-tallet. De første systemene er fortsatt i drift. I Norge og Norden er det helt siden starten installert trykkavløpssystem både med sentrifugalpumper og eksenterskruepumper. Det er pr. i dag ingen samlet oversikt over hvor mange trykkavløpssystemer som er installert og i drift i Norge. I Norge har trykkavløp til nå vært brukt mest i spredtbygd strøk og hytteområder, men kan også være et alternativ i urbane strøk. Bruk av trykkavløpssystem er beskrevet i Norsk Standard NS-EN1671 «Utvendige trykkavløpssystemer». I tillegg er det utarbeidet to VA/Miljø-blad, - nr. 66 «Trykkavløp. Dimensjonering og utforming» og nr. 67 «Trykkavløp. Drift».

Ved prosjektering av trykkavløpssystem må dimensjonering av rør og valg av pumpetype ses i sammenheng, da ulike pumpetyper (skruepumper og sentrifugalpumper) krever ulik rørdimensjon. Samtidig er det viktig at hele trykkavløpssystemet fungerer optimalt og at man velger pumpeløsninger som opprettholder tilfredsstillende driftsforhold på ledningsnett og bevarer fleksibiliteten for videre utbygging. Ledningsnett må dimensjoneres slik at det har nok kapasitet og tilfredsstillende krav til selvreis. Krav til selvreis er satt for å

unngå tilstopping og gjengroing i ledningen, og for å redusere problem med H<sub>2</sub>S og lukt.

Rapporten er lagt opp som en kombinasjon av en veileder og en mulighetsstudie. Veiledningsdelen beskriver hovedelementene i et trykkavløpssystem, aktuelle miljøfaktorer ved vurdering av trykkavløp og gir råd om planlegging, prosjektering, utførelse og drift av trykkavløp i spredt bebyggelse.

Når det gjelder miljø så kan bruk av trykkavløp gi redusert påvirkning på natur, klima og luft i anleggsfasen sammenlignet med et konvensjonelt selvføllsystem. I tillegg blir det ved bruk av trykkavløp enklere å ta hensyn til naturmangfold og spesielle biotoper, og å unngå inngrep i freda areal av natur- eller kulturhistorisk verdi. I forhold til et selvføllsystem så er utbygging av trykkavløpssystem enklere å samordne med utbygging av annen infrastruktur som f.eks. vannforsyning, ulike typer kabelanlegg, fjernvarme og veganlegg.

Utbygging av trykkavløpssystem gir litt andre utfordringer enn et konvensjonelt avløpssystem basert på selvføll og kommunale pumpestasjoner. Ved oppstart av planlegging er det derfor viktig at kommunen tenker igjennom og vurderer problemstillinger knyttet til avgrensning av ansvar og eierforhold og til finansiering. Dette gjelder både ved utbygging i kommunal regi, og for å kunne gi råd og veiledning til private utbyggere. I rapporten er det skissert tre ulike modeller for utbygging av trykkavløp:

- Modell 1 – kommunen bygger kun hovedledning
- Modell 2 – kommunen bygger hele anlegget til og med pumpestasjon, men abonnenten overtar eierskap og driftsansvar for stikkledning, pumpestasjon og pumpeledning etter ferdigstilling
- Modell 3 – kommunen bygger, eier og drifter hele anlegget til og med pumpestasjonen

Fordeler og ulemper ved de tre modellene er vurdert i forhold til grensesnitt kommunalt og privat anlegg, finansiering og selvkostregnskap og i forhold til drift og vedlikehold.

Mulighetsstudiet fokuserer på trykkavløp i urbane strøk, og hvilke muligheter dette kan gi i forhold til å utvikle mer effektive metoder for sanering og separering av avløp i byer og tettsteder. Trykkavløp åpner for smarte løsninger i kombinasjon med gravefrie metoder (NoDig-teknologi) og lokal overvannshåndtering, som kan gi miljømessige gevinster ved ledningsfornying i tettbygde strøk. Eksempelvis kan eksisterende ledningsnett benyttes til inntrekking av pumpeledninger for et trykkavløpsnett, eller det kan etableres en ny trase for trykkavløp ved styrt boring. En eksisterende avløp felles

ledning kan gjøres om til en ren overvannsledning ved å etablere et trykkavløpssystem for abonnentene som er tilknyttet AF-ledningen.

Det er likevel en del problemstillinger som må vurderes nærmere og som tilsier at løsningene fra trykkavløpssystem i spredt bebyggelse ikke nødvendigvis kan kopieres og tas i bruk i urbane strøk. En hovedkonklusjon er at antall pumpestasjoner i trykkavløpssystem i urbane strøk må reduseres for at trykkavløpssystem skal være økonomisk bærekraftig sett i forhold til konvensjonelt selvfallsystem. Det vil være avgjørende å utvikle gode løsninger for felles pumpestasjoner som kan betjene kvartal eller større områder. Da kan trykkavløp være et godt alternativ ved sanering og utbygging av avløpsnett i urbane strøk.

# English summary

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

A pressure sewer system consists of small pumping units connected to a network of pipes from other pumping units in the same area. Pressure sewer systems are used in certain areas because of the technical unsuitability or high cost of a conventional sewer system.

Pressure sewer systems have been built in the Nordic countries since mid 1970'ies. Most of these pressure sewer systems are still in function. Pressure sewer systems in Norway and the Nordic countries have since the beginning used both multivane open impeller pumps with grinder device and semi-positive displacement pumps with grinder device. There is no complete overview over the number of pressure sewer systems that are installed in Norway. Pressure sewer systems have until now mostly been used in rural areas with low population density or seasonal occupancy, but can also be an alternative in urban areas.

The pressure sewer system is described in the European Standard EN 1671:1997, which has been adopted as Norwegian Standard NS-EN 1671:1997. In addition there are two «best practice» guidelines (VA/Miljø-blad), nr. 66 «Pressure sewer systems. Calculation and design» and nr. 67 «Pressure sewer systems. Operation and maintenance».

When designing pressure sewer systems it is important to choose the right dimensions for the pipes depending on the type and size of the pumps. The design requirements give smaller pipe-dimensions when using semi-positive displacement pumps, compared to multivane open impeller pumps. It is essential to optimize the pressure sewer system and choose pumps that secure safe operation and reduce maintenance costs. The pipe system must be designed in accordance with design requirements for minimum velocity and maximum retention time, so as to avoid problems with clogging and gas formation.

The report is a combination of a guideline for pressure sewer systems in general, and a study of how to use pressure sewer systems in urban areas. The guideline describes the main elements of a pressure sewer system, environmental aspects and benefits when using pressure sewer systems compared to conventional sewer systems, and summarize best practice for planning, design, commissioning, operation and maintenance of pressure sewer systems.

Pressure sewer systems can give environmental benefits compared to conventional sewer systems with less negative effects on natural habitats, climate and air pollution. The flexibility of pressure sewer systems makes it easier to avoid or reduce construction work in

vulnerable natural- or historic sites and areas. It is also easier compared to a conventional sewer system, to combine pressure sewer systems with other types of infrastructure as water and el-distribution and road construction.

Compared to a conventional sewer system there are some challenges that the municipality needs to address when planning a pressure sewer system, especially concerning municipal ownership and financing. The report lines out three different models:

- Model nr. 1 - the municipality is responsible only for the main pipeline in the pressure sewer system
- Model nr. 2 - the municipality is responsible for planning and construction of the whole pressure sewer system including the pumps, but the responsibility for operation and maintenance of the system from the main pipeline to each household is transferred to the private owners.
- Model nr. 3 - the municipality is responsible both for planning, construction, operation and maintenance of the pressure sewer system including the pumps.

The report gives an overview of advantages and disadvantages of the three models concerning ownership, financing, operation and maintenance.

The study on use of the pressure sewer system in urban areas focuses on how this can contribute to more effective methods for rehabilitation of existing sewer systems. Pressure sewer systems in urban areas can give environmental benefits in combination with trenchless (NoDig) technology and alternative solutions for stormwater management. Pipes for pressure sewer systems can be inserted in existing sewer mains instead of digging a trench in a busy street in the city. New pipelines for pressure sewer systems can be constructed under buildings and roads by drilling boreholes. An existing combined sewer and stormwater main can be reused as a stormwater main by constructing a pressure sewer system for the buildings connected.

Still there are issues that need to be solved and which suggest that the principles of pressure sewer systems in rural areas must be adjusted in an urban setting. First of all the number of pumps in a pressure sewer system must be reduced in order to be economically sustainable in an urban area, compared to a conventional sewer system. It is also essential to develop technical solutions for pumps and pump units that serve for example a block of buildings in a city. The study shows that pressure sewer systems can be a good and innovative solution in an urban setting provided that these issues are solved.

# Innhold

1. Innledning	9	5. Trykkavløp i urbane strøk	34
2. Hovedelement i et trykkavløpssystem	10	5.1. VA-sanering i urbane strøk	34
2.1. Hva er trykkavløp?	10	- behov for utvikling og effektivisering	34
2.2. Funksjon og bruksområde	10	5.2. Typer urbane strøk	35
2.3. Pumpene	11	5.2.1. Villastrøk	35
2.4. Pumpestasjonene	13	5.2.2. Sentrumsområder	35
2.5. Rørledningsnett	14	5.2.3. Nye utbyggingsområder	36
2.5.1. Dimensjonering av ledningsnett	14	5.3. Erfaringer med og utredninger om trykkavløp i urbane strøk	37
- krav til selvrens	14	5.3.1. Skedsmo kommune - bruk av trykkavløp på Lillestrøm	37
2.5.2. Rørmateriale	15	5.3.2. F&U - masteroppgaver og bacheloroppgaver	37
2.5.3. Frostsikring og bruk av preisolerte rør	15	5.4. utfordringer ved bruk av trykkavløp i urbane strøk	39
2.5.4. Sjøledninger	15	5.4.1. utfordringer knyttet til ansvar og eierforhold	39
2.5.5. Elementer i ledningsnett	15	5.4.2. utfordringer knyttet til drift og vedlikehold	40
2.5.6. Legging av rørene	17	5.4.3. utfordringer knyttet til framtidig utbygging og fortetting	40
3. Miljøfaktorer ved vurdering av trykkavløp	19	5.5. Muligheter ved bruk av trykkavløp i urbane strøk	41
3.1. Krav i lovverk	19	5.5.1. Pumper og pumpestasjoner	42
3.2. Miljøhensyn i planlegging, utførelse og drift	19	- nye løsninger og muligheter	42
3.3. Selvføllssystem vs. trykkavløp i dype eller grunne grøfter	22	5.5.2. Bruk av NoDig i kombinasjon med trykkavløp	42
3.4. Bærekraftanalyser	23	5.5.3. Bruk av varerør	44
3.5. Livsløpsanalyser (LCA)	23	5.5.4. Grunne grøfter i urbane strøk	45
3.6. Environmental Product Declaration (EPD)	24	5.6. Økonomi	45
3.7. Samordning med annen infrastruktur	24	5.6.1. Anleggskostnader	46
4. Trykkavløp i spredt bebyggelse	26	5.6.2. Framdrift og gjennomføringstid for anleggsarbeid	46
4.1. Planfase	26	5.6.3. Drift	46
4.1.1. Krav om tilknytning til offentlig nett	27	5.6.4. Levetid og avskrivninger	46
4.1.2. Oppstart av planlegging	27	5.6.5. Samordning med annen infrastruktur	46
4.1.3. Valg av modell for utbygging	28	5.7. Anbefalinger for videre arbeid med trykkavløp i urbane strøk	47
4.2. Prosjekteringsfase	29	6. Vedlegg: Modeller for planlegging og bygging av trykkavløpsanlegg - eksempler fra noen kommuner	48
4.2.1. Tekniske føringer og valg av entreprisemodell	29	6.1. Aremark kommune	48
4.2.2. Krav til kompetanse	29	6.2. Marker kommune	49
4.2.3. Krav til dokumentasjon i prosjekteringsfase	30	6.3. Fredrikstad kommune	50
4.3. Utførelsesfase	31	6.4. Sarpsborg kommune	51
4.3.1. Krav til kompetanse	31	6.5. Hå kommune	52
4.3.2. Krav til utførelse og dokumentasjon av utført anlegg	31	7. Referanser	53
4.4. Driftsfase	32	Tidligere utgitte rapporter	55
4.4.1. Serviceavtaler og informasjon til abonnenter	32		
4.4.2. Plan for drift og vedlikehold	32		
4.4.3. Driftsovervåking	33		

# 1. Innledning

I juni 2016 sendte Norsk Vann ut konkurransegrunnlag for en minikonkurranse gjennom rammeavtalen for rådgivningstjenester for et prosjekt med tittel «Grunne ledninger og trykkavløp». Asplan Viak ble valgt som rådgiver.

Målsettingen for prosjektet var i utgangspunktet å beskrive grunne grøfter med frostsikring og trykkavløp både som miljøvennlig løsning i spesielt sårbare områder, og som en mer skånsom saneringsmetode i byer og tettsteder.

Underveis i prosjektarbeidet har styringsgruppa valgt å ha hovedfokus på trykkavløp som system, - uavhengig av om det legges i grunne grøfter eller på frostfri dybde. Tittelen på rapporten er derfor endret fra «Grunne ledninger og trykkavløp» til «Trykkavløp i spredtbygde og urbane strøk».

Arbeidet har vært gjennomført i perioden fra august 2016 til mai 2017. Oppstartsmøte med styringsgruppa ble avholdt på Gardermoen 9. november 2016. Trykkavløp ble også valgt som tema på Norsk Vann sitt fagtreff 7. - 8. februar 2017. Work-shop med styrings- og referansegruppa for trykkavløpsprosjektet ble arrangert dagen etter fagtreffet 9. februar 2017.

Trykkavløp har til nå vært mest brukt ved utbygging av avløpssystem i spredt bebyggelse. I spredt bebyggelse er det ofte på grunn av terrengforhold eller store avstander, ikke ønskelig eller mulig å etablere avløpsanlegg basert på selvfallssystem. I tettbygde strøk har det til nå ikke vært vanlig å bruke trykkavløp utenom for enkelt boliger / bygg, som ligger slik til at de må pumpe avløpet inn på kommunalt nett.

Rapporten er lagt opp som en kombinasjon av en veileder og en mulighetsstudie. Veiledningsdelen beskriver hovedelementene i et trykkavløpssystem, aktuelle miljøfaktorer ved vurdering av trykkavløp og gir råd om planlegging, prosjektering, utførelse og drift av trykkavløp i spredt bebyggelse. Som en oppfølging av denne rapporten vurderes det å lage egne sjekklister for planlegging, prosjektering og utførelse av trykkavløpsanlegg.

Mulighetsstudiet fokuserer på trykkavløp i urbane strøk, og hvilke muligheter dette kan gi i forhold til å utvikle mer effektive metoder for sanering og separering av avløp i byer og tettsteder. Trykkavløp åpner for smarte løsninger i kombinasjon med gravefrie metoder (NoDig-teknologi) og lokal overvannshåndtering, som kan gi miljømessige gevinster ved ledningsfornying i tettbygde strøk.

Før utbygging av trykkavløp anbefales det at kommunene tenker igjennom og avklarer grensesnittet mellom private stikkledninger og kommunalt nett. Rapporten viser ulike modeller for ansvar og eierforhold ved utbygging av trykkavløp. Valg av grensesnitt for ansvar og eierforhold må tilpasses situasjonen i hver kommune, og om utbyggingen skjer i privat eller kommunal regi. Trykkavløpssystem må planlegges og prosjekteres med samme utgangspunkt som konvensjonelle avløpssystem i forhold til forventet levetid. Da er det viktig at grensesnitt og ansvarsforhold er avklart og gjennomtenkt i forkant av utbyggingen, spesielt med tanke på framtidig drift- og vedlikehold. I kapittel 6 Vedlegg er det vist noen eksempler på modeller for planlegging og bygging av trykkavløpsanlegg i norske kommuner.

## 2. Hovedelement i et trykkavløpssystem

### 2.1. Hva er trykkavløp?

Trykkavløp er et avløpssystem som benytter seg av mindre pumper hos den enkelte abonnent eller at flere abonnenter går sammen om en felles pumpestasjon. Avløpsvannet pumpes fra denne pumpestasjonen inn på en pumpeledning som er felles for flere pumpestasjoner, og som leder til en felles hovedpumpestasjon, et renseanlegg eller annen godkjent behandlingsenhet.<sup>1)</sup>

Siden transporten av avløpsvannet ikke krever selvfall, kan rørene følge terrenget på frostfri dybde eller i grunne grøfter. Dette reduserer kostnadene til ledningsanlegget betydelig og man unngår unødvendige naturinngrep.<sup>2)</sup> I kombinasjon med grunne grøfter brukes preisolerte rør med liten dimensjon og eventuelt med varmekabel eller isolasjonskasser.

1) Br. Dahl (2016)

2) Ødegaard, Hallvard m.fl. (2012)

Bruk av trykkavløpssystem er beskrevet i Norsk Standard NS-EN1671 «Utvendige trykkavløpssystemer».<sup>3)</sup> NS-EN er en standard som er utviklet i Europa (CEN), og deretter fastsatt som Norsk Standard. I tillegg er det utarbeidet to VA/Miljø-blad, - nr. 66 «Trykkavløp. Dimensjonering og utforming»<sup>4)</sup> og nr. 67 «Trykkavløp. Drift»<sup>5)</sup>. VA/Miljø-blad er veiledende normer for tekniske løsninger og arbeidsoperasjoner innen VA-fagene basert på «beste praksis». Bladene utarbeides av stiftelsen VA/Miljø-blad, som er grunnlagt av Norsk kommunalteknisk forening (NKF) og Norsk Vann.

3) NS-EN 1671-1 (1997)

4) VA/Miljø-blad nr. 66 (2016)

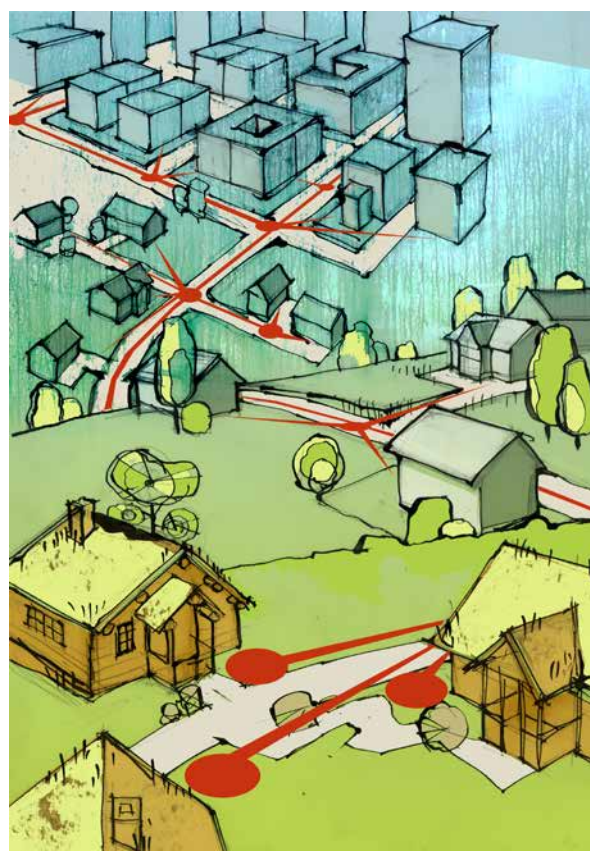
5) VA/Miljø-blad nr. 67 (2016)

### 2.2. Funksjon og bruksområde

Trykkavløp og skjærende pumper ble introdusert på markedet i 1969 av Environment One Corporation i USA, hvor R. Paul Farrell startet utviklingen av det som i dag er The E/One Grinder Pump<sup>6)</sup>. Svenske ingeniører startet å jobbe med alternative løsninger blant annet for ledninger i grunne grøfter på begynnelsen av 1970-tallet, og brukte den amerikanske skruerpumpen i et trykkavløpssystem med frostsikring av ledninger i grunne grøfter.

Generelt kan vi si at trykkavløp har vært brukt i Norden siden midten av 1970-tallet. De første systemene er fortsatt i drift. I Norge og Norden er det helt siden starten installert trykkavløpssystem både med sentrifugalpumper og eksenterskruerpumper. Det er pr. i dag ingen samlet oversikt over hvor mange trykkavløps-pumper som er installert og i drift i Norge. I Norge er trykkavløp mest brukt i hytteområder. I Sverige installeres flest trykkavløpsanlegg i boligområder.

6) Skandinavisk Kommunalteknikk (2013)



Figur 1: Prinsipp for trykkavløp i spredte bygde- og urbane områder. Illustrasjon: Karl Gundersen.

I Norge har trykkavløp til nå vært brukt mest i spredt-bygd strøk og hytteområder, men kan også være et alternativ i urbane strøk.

hus / hytte eller en liten gruppe av hus / hytter. For å unngå tilstopping utstyres derfor pumpene med en kvern / kniv som maler opp partiklene i avløpsvannet.

Pumper og pumpeledning velges ut i fra vannmengde, lengde på pumpeledning og løftehøyde. Krav til selvrens (min. 0,7 m/s) og små vannmengder gir små dimensjoner på pumpeledning når pumper kun betjener ett

For pumpeledninger med dimensjon større enn DN63 er det mindre fare for tilstopping. Da kan det eventuelt brukes pumper uten kvern / kniv.

## 2.3. Pumpene

I NS-EN1671 er det listet opp fire ulike pumpetyper brukt i utvendige trykkavløpssystem (Tabell 1):

Tabell 1: Norsk benevnelse for de fire pumpetyperne nevnt i NS-EN1671.

NS-EN1671	Norsk benevnelse
Multivane open impeller pumps with grinding device	Sentrifugalpumpe med åpen flerkannels pumpehjul med kvernfunksjon.
Semi - positive displacement pumps with grinding device	Eksenterskruepumpe med kvern - En variant av skruepumpe / «snekkepumpe» basert på pumpeteknologien som kalles «Semi-positive displacement». En rotor roterer inne i en fleksibel gummistator og skaper en tilnærmet konstant væskestrøm som i prinsippet er upåvirket av gjeldende mottrykk. Pumpen er utstyrt med kvernfunksjon.
Single vane non-clogging centrifugal pumps	Sentrifugalpumpe med en-kanals («tilstoppingsfritt») pumpehjul - uten kvernfunksjon.
Vortex pumps	Standard sentrifugalpumper for avløp uten kvernfunksjon - en-kanal, fler-kanal, N-hjul, virvelhjul eller vortex.

Pumper uten kvernfunksjon kan i utgangspunktet ikke benyttes direkte i et trykkavløpssystem, fordi små ledningsdimensjoner forutsetter tyntflytende avløpsvann.

De to pumpetyperne representerer to ulike filosofier når det gjelder prosjektering og bygging av trykkavløpssystem. Dette er kort oppsummert i Tabell 2 (neste side)

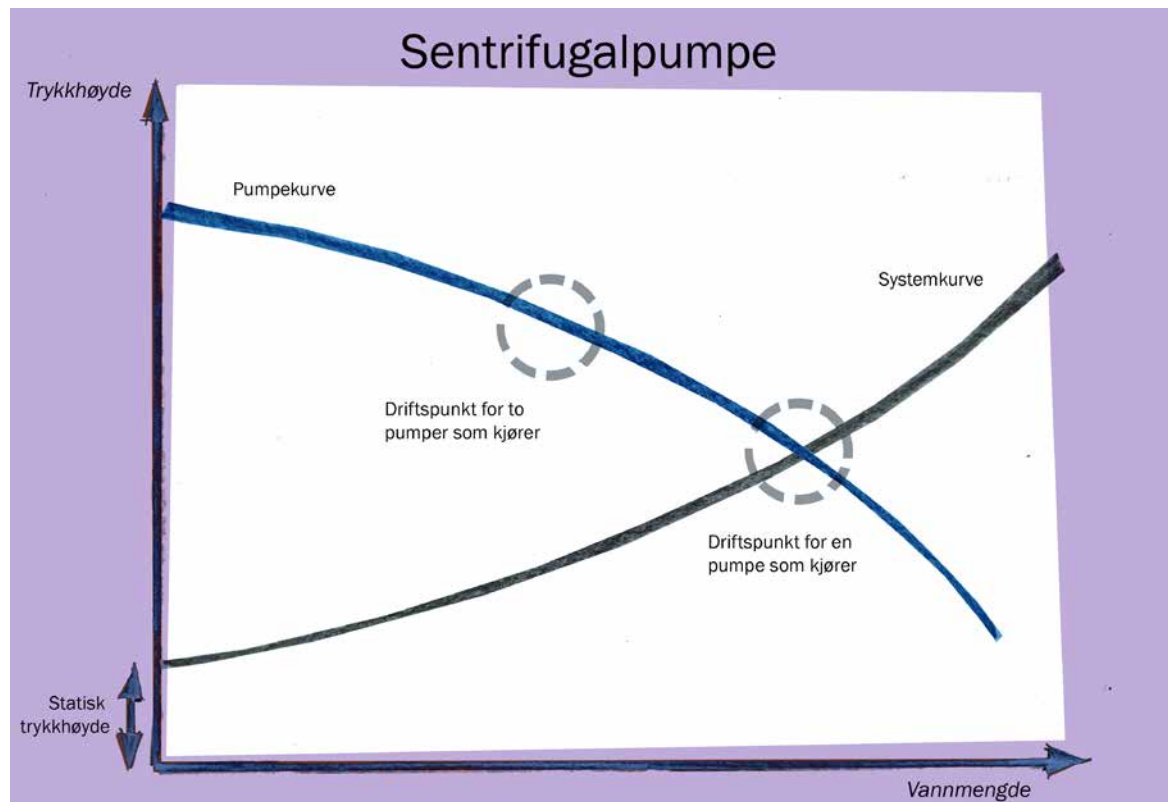
I Norge og Skandinavia brukes i hovedsak følgende to pumpetyper /-teknologier:

- sentrifugalpumpe (fler-kanals) med kvernfunksjon
- eksenterskruepumpe (semi - positive displacement pump) med kvernfunksjon

Tabell 2: Forskjeller mellom de to hovedtypene av pumpesystemer for trykkavløp

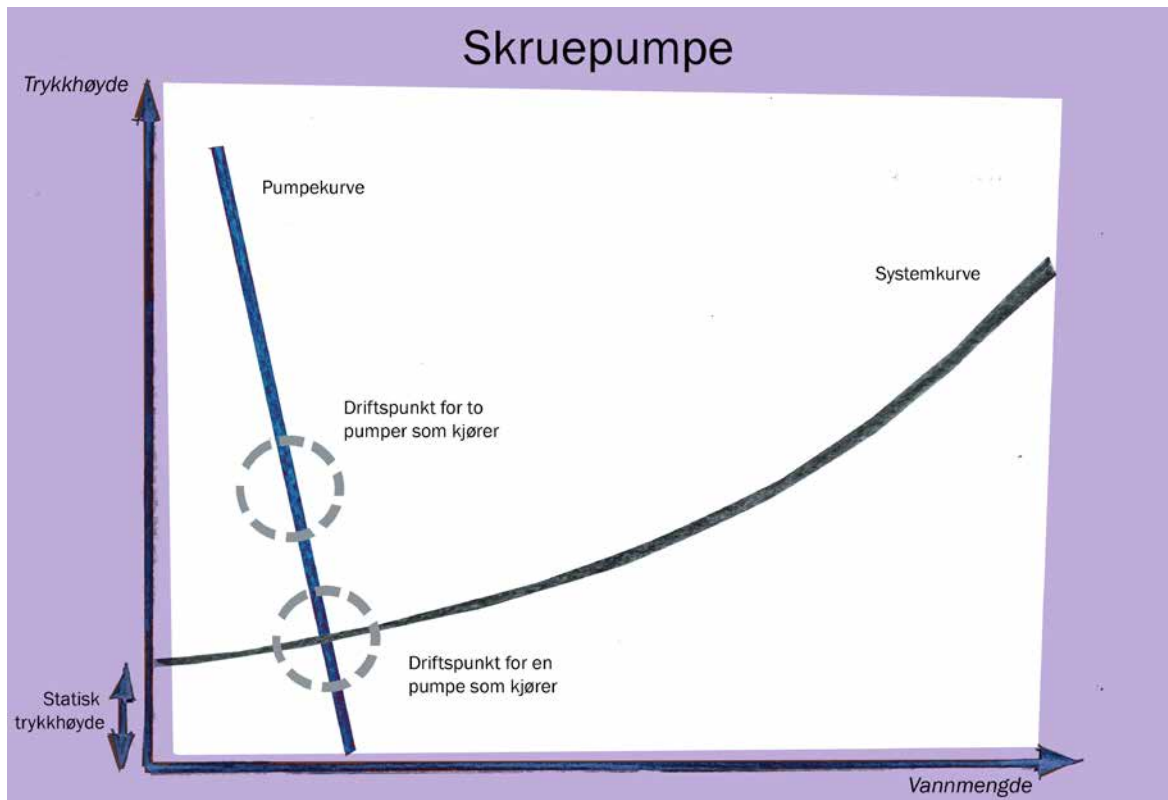
	Sentrifugalpumper	Skruepumper
Hovedforskjell i virkemåte	Større kapasitet, men mindre trykkreserve.	Mindre kapasitet, men høyere trykkreserve.
Krav til selvrens	Valg av pumpe tilpasses i forhold til vannmengde og trykk, for å tilfredsstille krav til selvrens og oppholdstid ut i fra pumpe-lengde og -høyde.	Pumpe velges ut i fra vannmengde. Bruker samme pumpe uavhengig av pumpe-lengde og -høyde. Pumpene er utviklet for å gi tilnærmet samme vannmengde ved varierende trykk.
Krav til effekt	Normalt 3-fasmotor. Der 3-fas ikke er tilgjengelig så kan dette løses med å installere 3-faspumpe med automatikk som har 1-fas-forsyning.	Lavt startmoment. Normalt 1-fasmotor, men kan også leveres med 3-fasmotor.
Fordeler og ulemper i driftsfasen	Anlegget dimensjoneres og pumpe velges for å få kort oppholdstid og god selvrens, for å redusere fare for tilstopping og luktproblem pga. H <sub>2</sub> S. Dette gir stabil drift, men medfører vanligvis flere ulike pumpetyper i samme anlegg. Det kan være fare for kavitasjon ved lavt trykk.	I trykkavløpsanlegg med skruerpumper brukes vanligvis samme type pumpe i hele anlegget. Fordelen er at kommunen eller det private VA-laget da kan kjøpe inn en reservepumpe som kan flyttes fra stasjon til stasjon ved behov. Ulempen er at samme type pumpe i hele anlegget kan gi liten kapasitet og problem med selvrensende hastighet i ledningen. 1-fasmotor gir dårligere startmoment enn 3-fasmotor. Dette gir mindre kraft ved oppstart av kverningen, og kan gi større fare for tilstopping enn med 3-fasmotor. Skruepumper kan være sårbare i forhold til å gå tørt. Kan medføre varmgang og smelting av gummistator.

Prinsipp for pumpekurve og systemkurve med driftspunkt for henholdsvis én og to pumper, er vist i Figur 2 for sentrifugalpumper og Figur 3 for skruerpumper.



Figur 2: Pumpekurve og systemkurve med driftspunkt for én og to sentrifugalpumper. Illustrasjon: Karl Gundersen etter figur i *Handbok om trykkavløpsystem* 7).

7) Strandberg, Tore m.fl. (2012).



Figur 3: Pumpekurve og systemkurve med driftspunkt for én og to skruerpumper. Illustrasjon: Karl Gundersen etter figur i *Handbok om trykkavløpsystem* <sup>8)</sup>.

8) Strandberg, Tore m.fl. (2012).

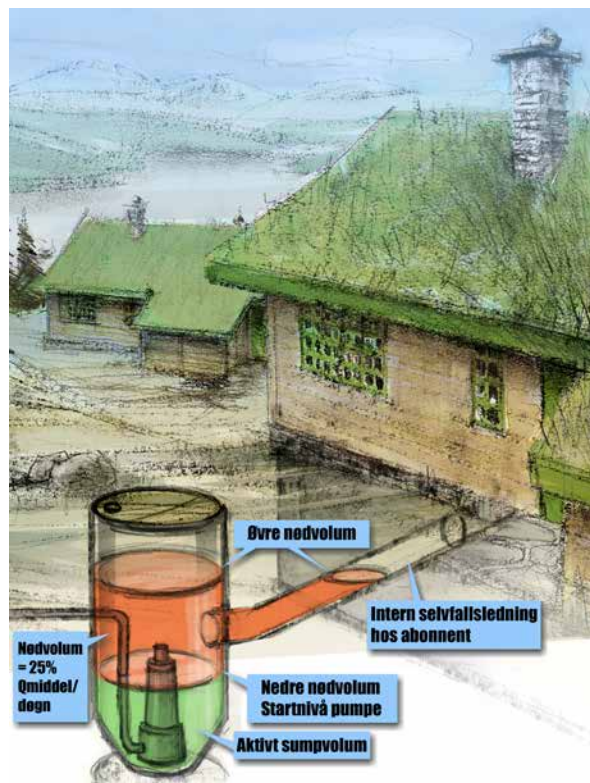
## 2.4. Pumpestasjonene

NS-EN1671 anbefaler et nødvolum tilsvarende minimum 25% av daglig tilførsel av avløpsvann ( $Q$  middel/døgn). Nødvolumet skal være tilgjengelig i pumpebasseng og tilførselssystem. Dette er vist i Figur 4.

Utforming av pumpestasjonene i et trykkavløpsystem, jf. VA/Miljø-blad nr. 66:

- Stasjonene bør være laget i et materiale med glatt innvendig overflate
- Pumpesumpen må utføres slik at bunnseksjonen er minst mulig, slik at bunnfelling unngås
- I pumpestasjoner for enkelthus bør bunnseksjonen ikke ha diameter større enn 60 cm.
- Stasjonen bør utformes slik at ventiler kan betjenes og vedlikeholdes fra terrenget. I tillegg bør det tilrettelegges for enkel drift med mulighet for tilkopling av spyleslange i nærheten av pumpestasjonen.

Pumpestasjonen må være utstyrt med tilbakeslagsventil for å unngå at avløpsvann fra felles trykkledning presses inn i pumpebasseng og videre inn til abonnent(e).



Figur 4: Prinsipp for aktivt sumpvolum og nødvolum i en trykkavløpspumpestasjon. Illustrasjon: Karl Gundersen, etter skisse i *Trykkavløp VMT (VA) Konsept*. Brødrene Dahl (2016).

Ved behov bør pumpestasjonen frostsikres. Det er spesielt viktig dersom rør og pumper er montert i øvre del av stasjonen.

Dersom den aktuelle pumpestasjonen pumper i nedoverbakke så må det installeres antihevertventil eller såkalt «snøfte»-ventil. Dette for å unngå hevertvirkningen som kan suge pumpestasjonen nesten tom når pumpen stopper.<sup>9)</sup>

Pumpesumpen må i tillegg være utstyrt med nivågivere for start, stopp og alarmnivå. Nivågiverne er koblet opp mot et styreskap. Styreskapet kan plasseres både på yttervegg og innomhus. For servicepersonell kan det være en fordel at styreskapet er plassert på yttervegg, slik at service kan utføres også uten at bolig- / hytte-eier er tilstede.

Nødoverløp tillates vanligvis ikke fra pumpestasjoner i trykkavløpssystem. Det bør derfor tilstrebes så stort reservevolum som mulig, spesielt i områder med risiko for utslipp til sårbare resipienter eller områder med ustabil strømforsyning. For stasjoner med mer enn 10-12

9) Fjellman, Maria (2017)

enheter tilknyttet bør det være et reservevolum som kan brukes til utjevning ved feil eller strømstans.<sup>10)</sup> Bruk av utjevningstank kan også være et tiltak mot lukt, dersom volumet i tanken er stort nok til at hovedledningene kan tømmes minst én gang i døgnet. Dette vil føre til kortere oppholdstid og dermed hindre at H<sub>2</sub>S-gass frigjøres.<sup>11)</sup>

I trykkavløpssystem med lange hovedledninger kan det i tillegg være behov for felles-stasjoner eller sirkulasjons-pumper på hovedstrekket for å redusere oppholdstid og problem med lukt. Fellesstasjoner samler opp avløp fra flere trykkavløpssystemer, før avløpsvannet pumpes videre til renseanlegg eller selvføllsystem. En sirkulasjonspumpe pumper rentvann inn i trykkavløpssystemet for å unngå begroing og luktproblem, og forutsetter da normalt at det er mulighet for å hente rentvann fra kommunal vannledning. Uttak av rentvann fra kommunalt nett må sikres mot tilbakeslag, jf. NS-EN1717 om beskyttelse mot forurensning av drikkevann i drikkevannsinstallasjoner og generelle krav til utstyr for å hindre forurensning ved tilbakestrømming.

10) Pettersen (2013) s. 14

11) Dybvik m.fl. (2015)

## 2.5. Rørledningsnett

### 2.5.1. Dimensjonering av ledningsnett - krav til selvrens

Ledningsnett må dimensjoneres slik at det har nok kapasitet og tilfredsstillende krav til selvrens. Krav til selvrens er satt for å unngå tilstopping og gjengroing i ledningen, og for å redusere problem med H<sub>2</sub>S og lukt.

Ifølge NS-EN1671 skal et trykkavløpssystem dimensjoneres med minste hastighet på 0,7 m/s minst en gang i døgnet for å redusere faren for sedimentering, tilstopping og gjengroing. I hytteområder kan det være vanskelig å oppnå minste hastighet på 0,7 m/s på grunn av svært varierende vannforbruk og tilførsel av spillvann til pumpestasjonen. Trykkluft kan gi ekstra hastighet og bedre selvrens i ledningsnett, og er nevnt som en mulighet i NS-EN1671. Så vidt vi kjenner til så er ikke trykkluft brukt i trykkavløpssystem i Norge.

En masteroppgave fra 2015 undersøkte selvrens i trykkavløpssystemer og konkluderte med at det ved gitt forutsetninger kan oppnås selvrens selv med lavere hastighet enn 0,7 m/s, som er definert som minimum i NS-EN1671.<sup>12)</sup>

12) Popovic (2015) s. 125

I VA/Miljø-blad nr. 66 «Trykkavløp. Dimensjonering og utforming» stilles det i tillegg som kriterier for å oppnå selvrensing i ledningen at anlegget dimensjoneres med en skjærspenning  $\tau = \text{minimum } 2 \text{ N/m}^2$  minst en gang i døgnet. Fellesavløp (OV + SP) tillates normalt ikke i trykkavløpssystem, men i så fall bør det i følge VA/Miljø-blad nr. 66 stilles krav om skjærspenning på  $\tau = \text{minimum } 3 \text{ N/m}^2$  minst en gang i døgnet.

Skjærspenningen ( $\tau$ ) for fylte rør er definert ut fra formelen:

$$\tau = \gamma \cdot \frac{d}{4} \cdot \frac{\Delta h}{L}$$

$\gamma$  = vannets egenvekt (N/m<sup>3</sup>)  
 $d$  = innvendig diameter  
 $\Delta h$  = trykktap i pumpeledningen  
 $L$  = lengde av pumpeledningen

Formelen viser at man kan anvende en mindre ledningsdiameter dersom dette kompenseres med pumper som har større løftehøyde. Ifølge NS-EN 1671 skal likevel ledningene i trykkavløpssystemet ha en minimum diameter som er større eller lik pumpens utløpsdimensjon.

### 2.5.2. Rørmateriale

Ledningene i et trykkavløpssystem utføres normalt med PE-rør på kveil i PE100 SDR11-materiale (tilsvarende trykkklasse PN12,5 med sikkerhetsfaktor 1,6). Det er mest vanlig å benytte elektrosveisemuffer for skjøting av PE-rør med mindre dimensjoner. For at det skal være mulig å skille mellom avløpsledninger og vannledninger, anbefales det at de merkes med henholdsvis rødbrun og blå stripe.

Stikkledningene utføres i samme materiale som hovedledningene, men normalt med mindre dimensjoner.

Kvalitet på rørmaterialene er viktig. Det anbefales å:

- ha en tydelig policy for materialvalg, som normalt bør ta sikte på 100 til 150 års levetid
- la materialkvaliteten veie tungt ved anskaffelser og ikke bare pris
- ha en nøye mottakskontroll på byggeplassen for å være sikker på at riktig rør er levert og at rørene er feilfrie
- etterspørre tredjeparts-sertifisering

### 2.5.3. Frostsikring og bruk av preisolerte rør

Trykkavløp kombineres ofte med grunne grøfter for å redusere inngrep i sårbart terreng. Ledningsnettene må da sikres mot frost. De vanligste metodene for frostsikring er bruk av isolasjonskasser eller preisolerte rør med varmekabel.

I isolasjonskasser legges VA-rør sammen med en varmekabel. Isolasjonskassen fylles med sand før det legges lokk på. Sanden akkumulerer varme fra forbruks- og avløpsvannet i rørdledningene. Varmen i sanden sikrer mot frost når temperaturen i grunnen synker. I kalde perioder kan det tilføres energi gjennom varmekabelen.

Pr. i dag (2017) er det to leverandører av preisolerte rør på det norske markedet, - Isoterm og RørSystemer. Det benyttes PE-rør som medie-rør og et korrugert HDPE-rør som vare-rør, og to ulike prinsipper og teknologi for varmekabel (Ohmsk kabel eller selvbegrensende varmekabel).

Ny teknologi gir mulighet for styring av varmekablene slik at disse kun aktiviseres ved behov, og slik at strømbehovet kan reduseres.

### 2.5.4. Sjøledninger

En av fordelene med trykkavløp er at det kan brukes for bebyggelse som ligger langs vassdrag og ved sjøen, og kombineres med sjøledninger som legges i eller langs vassdrag og sjø.

Trykkavløpsledninger i sjø og vassdrag må sikres mot å flytte opp, enten ved bruk av betonglodd eller ved at det legges «synkerør». Synkerør er ferdig vektet PE-rør uten behov for lodd.

Tilkoplingspunkt til felles trykkledning kan legges i sjø eller vassdrag. Det bør benyttes boltefrie forbindelser under vann. Ved eventuell tilkopling i etterkant må sjøledningen settes ut av drift og heves, mens ny avgreining monteres.

### 2.5.5. Elementer i ledningsnett

Det finnes ulike varianter av samleklumper og kopplingskasser for trykkavløp med samlestocker og stoppekraner for stikkledninger (Figur 5). I tillegg kan det monteres egne service- og kontrollventiler for inspeksjon, spyling og lufting av rørrettet.



Figur 5: Eksempel på samleklum for trykkavløp. Foto: Isoterm

### Tilbakeslagsventiler

Tilbakeslagsventiler skal hindre at det trykkes spillvann fra hovedledningen gjennom stikkledningen og inn i boligen, og i tillegg hindre tilbakeslag til pumpestasjonen fra hovedledningen.

Tilbakeslagsventiler er vanligvis integrert i pumpestasjonen, men kan også i spesielle tilfeller benyttes ute på nettet for å hindre gjentetting av stikkledninger som ikke er i drift i en lengre periode.

### Stengeventiler

Stengeventiler monteres gjerne på stikkledningen tett ved hovedledningen for å kunne utføre service og vedlikehold på ledningen. Stengeventiler installeres også ved seksjonering av anlegget eller etappevis utbygging.<sup>13)</sup>

### Lufteventiler

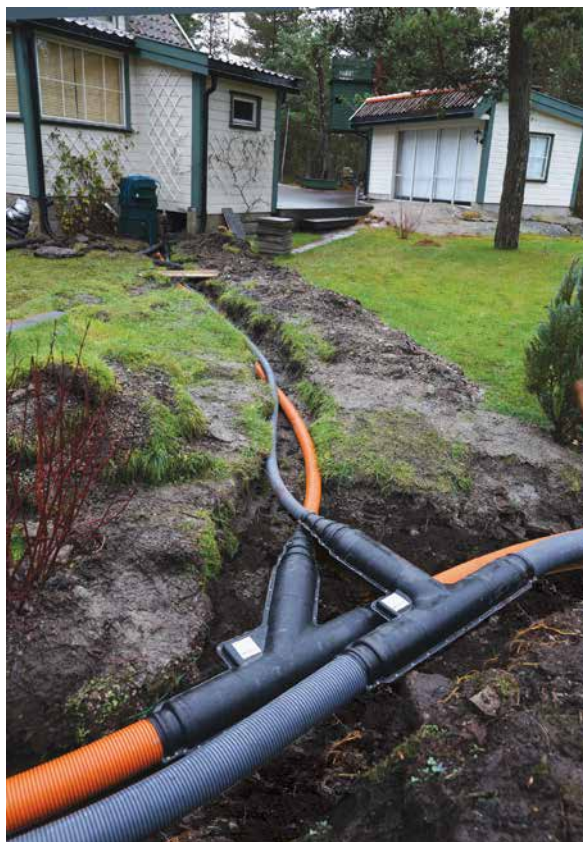
I anlegg med store høydeforskjeller øker risikoen for luftansamlinger. Det anbefales ikke å benytte lufteventiler, men heller sørge for at ledningene er hydraulisk selvrensende og at pumpene har tilstrekkelig løftehøyde. Dersom det likevel er behov for å installere lufteventil, så er det viktig å merke seg at en slik ventil vil avgi lukt og at den krever ettersyn og vedlikehold.

Pumpestasjonen skal være utstyrt med antivakuum-/ antihevert-ventil for å hindre undertrykk og forebygge mulig hevertvirkning i ledningsnettet, der dette kan oppstå.

For hver enkelt hytte eller bolig er det viktig å sørge for lufting av pumpestasjon og tilløpsledninger over tak for å hindre luktproblemer fra pumpestasjonen. Byggteknisk forskrift (TEK 17) stiller krav om at alle avløpsinstallasjoner skal ha minst en lufteledning som er ført til det fri uten vannlås, jf. §15-6.

### Grenrør

Det er ulike meninger om det bør benyttes T- eller Y-rør i tilkoplingspunktet mellom hovedledningen og hver enkelt stikkledning (Figur 6). I trykkavløp anbefales normalt Y-koplinger med hensyn til drift og gjentettingsproblemer, som kan oppstå i en T-kopling. Y-koplinger vil gi bedre hydrauliske forhold og lavere trykktap enn T-koplinger, spesielt ved høyere strømnings-hastigheter. Ved bruk av Y-koplinger er det selvsagt viktig at disse ikke monteres feil vei i forhold til strømningsretningen på hovedledningen. Det leveres deksler tilpasset T- og Y-koplingene med isolasjon og varmekabelskjøt for å



Figur 6: Y-kopling (trykkavløp) og T-kopling (vannledning) i grunne grøfter. Foto: Isoterm AS

hindre kuldebro eller overoppheting på rør med varmekabel.

### Tappekum

Noen trykkavløpssystem etableres med grunne ledninger uten varmekabler. Det gjelder i hovedsak i hytteområder ved sjøen der hyttene vanligvis ikke brukes om vinteren. I slike anlegg må det installeres egne tappekummer for tømning av ledningsnettet før vinteren.

### Spylepunkt

Spyling av trykkavløpsnett skjer normalt enten med vann eller med renseplugg fra spylepunkt på trykkavløpsledningen (Figur 7).

I følge NS-EN1671 så bør maksimal oppholdstid i rørledningen i trykkavløpssystem være 8 timer. Dette kan være vanskelig å oppnå f.eks. i trykkavløpssystem i hyttefelt. I noen tilfeller installeres det da egne sirkulasjonspumper på hovedledninger / samleledninger for å redusere oppholdstid i ledningsnettet. Disse sirkulasjonspumpene er tilkoplede vann-nettet og pumper med jevne mellomrom rent vann inn i trykkavløpsledningen.

13) Skandinavisk kommunalteknikk (2013)



Figur 7: Spylepunkt i kum på trykkavløpsledning. Foto: Isoterm AS



Slike stasjoner må utføres med tilfredsstillende tilbakeslagssikring / brutt vannspeil for å hindre forurensning av vannledningsnett, jf. NS-EN1717<sup>14)</sup>.

Spyling med vann kan også utføres med mobil vanntank som kobles til spylepunktet med høytrykksspyler.

### 2.5.6. Legging av rørene

Der det er greie graveforhold (løsmasser) vil det alltid være en fordel å legge rørene på frostfri dybde. I spredt bebyggelse legges trykkavløpsledningene ofte parallelt med vannledning på samme fundament.

For preisolerte rør i private grusveier eller hytteveier anbefaler rørleverandørene min. 40 cm overdekning og min. 60 cm overdekning i trafikkerte veier med asfalt. For rør lagt i veikant 0,5-1 m fra veien anbefales min. 20 cm overdekning. Som fundament og omfyllingsmasser anbefales min. 10 cm pukk 8-16. Det kan eventuelt benyttes stedlige, sorterte masser med største korn-

størrelse 40 mm. Dersom rørene legges direkte på svaberg eller i fjellsprekker eller lignende kan det benyttes oppmalte, lokale treslag, kvister og lyng som omfyllingsmasser (Figur 8).<sup>15)</sup> Sollys, vær og vind vil over tid tære på rørmaterialet. Direkte eksponering for sollys vil også gi høy vanntemperatur og økt konsentrasjon av H<sub>2</sub>S. Trykkavløpsrør bør derfor ikke ligge uten tildekning.

Erfaringer viser at valg av omfyllingsmasse har stor betydning for frostsikringen i løpet av en vinter (Figur 9). Målinger viser at antall frosttimer reduseres med 50 % ved å velge 20 cm overdekning med matjord kontra 60 cm med grus/stein. Dette viser at valg av omfyllingsmasser kan ha større betydning enn leggedybde. Ved riktig prosjektering og bruk av styringssystemer kan man redusere strømforbruket og dermed driftskostnadene ytterligere.<sup>16)</sup>

14) NS-EN1717 (2000)

15) RørSystemer Produktkatalog 2016 s. 9

16) Østengen (2014)



Figur 8: Eksempel på legging av trykkrør med varmekabel direkte på terreng med lokale materialer fra skogbunn som omfyllingsmasser for å skjule rørene. Foto: Skandinavisk Kommunalteknikk AS



Figur 9: Trykkavløp og vannledning med varmekabel i varerør, lagt i grunn grøft. Foto: Skandinavisk Kommunalteknikk AS

## 3. Miljøfaktorer ved vurdering av trykkavløp

### 3.1. Krav i lovverk

Krav om vurdering av konsekvenser av prosjekt og byggearbeid i forhold til miljø og naturmangfold er hjemlet i flere lover, blant annet forurensningsloven, plan- og bygningsloven, naturmangfoldloven og naboloven.

I henhold til formålsparagrafen § 1-1 skal plan- og bygningsloven «fremme bærekraftig utvikling til beste for den enkelte, samfunnet og framtidige generasjoner. Planlegging etter loven skal bidra til å samordne statlige, regionale og kommunale oppgaver og gi grunnlag for vedtak om bruk. Byggesaksbehandling etter loven skal sikre at tiltak blir i samsvar med lov, forskrift og planvedtak. Det enkelte tiltak skal utføres forsvarlig. Planlegging og vedtak skal sikre åpenhet, forutsigbarhet og medvirkning for alle berørte interesser og myndigheter. Det skal legges vekt på langsiktige løsninger, og konsekvenser for miljø og samfunn skal beskrives».<sup>17)</sup>

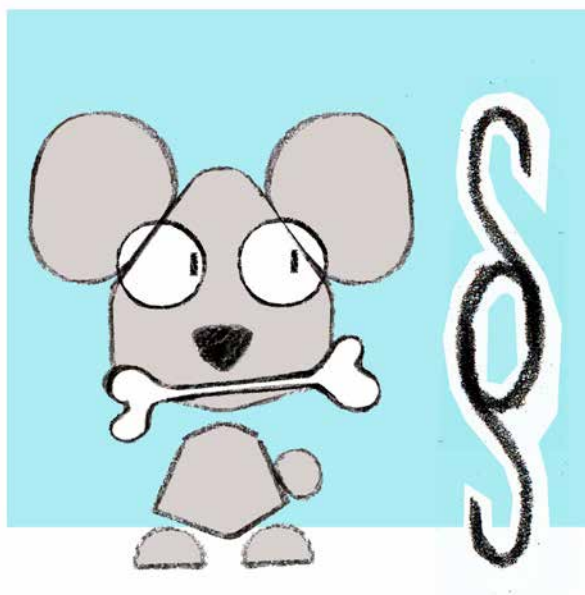
Forurensningsloven har som formål (§ 1) å «verne det ytre miljø mot forurensning og redusere eksisterende forurensning (...) Loven skal sikre en forsvarlig miljøkvalitet, slik at forurensninger og avfall ikke fører til helseskade, går ut over trivselen eller skader naturens evne til produksjon og selvfornyelse.»<sup>18)</sup>

I lov om rettshøve mellom grannar (grannelova) § 2 står det at «Ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller uturvande er til skade eller ulempe på granneeigedom (...) I avgjerda om noko er urimeleg eller uturvande, skal det leggjast vekt på kva som er teknisk og økonomisk mogeleg å gjera for å hindra eller avgrensa skaden eller ulempa. Det skal jamvel takast omsyn til naturmangfaldet på staden (...)»<sup>19)</sup>

17) Plan- og bygningsloven § 1-1

18) Forurensningsloven § 1

19) Grannelova § 2



Figur 10 Illustrasjon: Karl Gundersen

I lov om offentlige anskaffelser § 6 står det at «Statlige, kommunale og fylkeskommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal under planleggingen av den enkelte anskaffelse ta hensyn til livssyklus-kostnader, universell utforming og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen»<sup>20)</sup>. Det er altså et krav at en anskaffelse skal vurderes med hensyn til livssyklus-kostnader og miljømessige konsekvenser. Myndighetene legger dermed opp til klare føringer for miljø, og tiltakshavere skal styres i en mer miljøvennlig retning. For at miljøvennlige innkjøp skal være mer enn bare visjoner, er det av betydning at kommuner og interkommunale selskap innarbeider målbare effekter i konkurransegrunnlag og anbudsdokument.

20) Anskaffelsesloven § 6

### 3.2. Miljøhensyn i planlegging, utførelse og drift

Eksempler på miljøkonsekvenser ved et ledningsprosjekt kan være:

- Påvirkning av jordsmonn og vassdrag (forurensning, grunnvannssenkning, drenering av myr etc.)
- Påvirkning av luft og klima (utslipp fra kjøretøy og anleggsmaskiner)
- Påvirkning på sårbar vegetasjon, fredete planter, fugler og dyreliv
- Ulemper for beboere og myke trafikanter i området (støy, støv etc.)
- Ulemper for trafikk og offentlige framkomstmidler (økte klimautslipp og lokal forurensning)

Miljøansvar må derfor være en del av et prosjekts ulike faser, og kan innebære:

**1) Forprosjektfasen:**

- a. Vurdering av angitte miljøhensyn for ulike traséer og anleggsmetoder

**2) Detaljprosjektfasen:**

- a. Vurdering av miljø i valg av materialer og tekniske løsninger
- b. Bruke miljøansvar som konkurranseelement mellom entreprenører i utvalgte tildelingskriterier i anbudsgrunnlag

**3) Gjennomføringsfasen:**

- a. Påse at entreprenør gjennomfører prosjektet i henhold til miljøhensyn fastsatt i anbudsgrunnlag og kontrakt

**4) Driftsfasen:**

- a. Rutiner for å redusere fare for forurensning av vassdrag og drikkevann ved ledningsbrudd
- b. Redusere strømforbruk i driftsfasen
- c. Planlegge tilsyn og vedlikehold for å sikre stabil drift og økt levetid for ulike anleggsdeler og komponenter.

Vi kan skille mellom kvantifiserbare miljøfaktorer (Tabell 3), som relativt enkelt kan tallfestes, og mer kvalitative eller estetiske miljøfaktorer<sup>21)</sup>.



21) NoDig versus åpen grøft, Asplan Viak 2010

Tabell 3: Kvantifiserbare miljøfaktorer

Indikator	Parameter	Måleenhet
Påvirkning på natur, klima og luft	Utslipp fra anleggsvirksomhet, drift og produksjon av materialer, svevestøv etc.	CO <sub>2</sub> - ekvivalenter, NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> (svevestøv)
Arealforbruk	Beslaglagt areal av ulike typer overflate	m <sup>2</sup>
Massebehov	Behov for tilkjørte masser (pukk, fyllmasse, asfalt)	m <sup>3</sup>
Energiforbruk	Produksjon, anlegg, drift.	MJ, kWh
Trafikkulemp	Økt anleggstrafikk, omkjøringsveier.	km
Støy	Støy fra anleggsmaskiner.	dB

Eksempler på mer kvalitative- eller estetiske miljøulemp som kan unngås eller reduseres ved bruk av trykkavløp:

- Reduserte inngrep i sårbare naturområder som krever lang rehabiliteringstid
- Mulighet for å ta hensyn til naturmangfold og spesielle biotoper
- Unngå varige og synlige inngrep i landskapet
- Unngå inngrep i fredete arealer av natur- og kulturhistorisk verdi
- Utnytte sjø/vassdrag, terrengformasjoner og annen infrastruktur for å redusere anleggsomfang og inngrep i sårbar natur

Miljøfaktorer i anleggsperioden kan beregnes ut fra gjennomsnittstall eller erfaringstall fra et konkret anlegg. Som eksempel kan benyttes at en gravemaskin forbruker 0,2 liter diesel ved graving av 1 m<sup>3</sup> masse. For å transportere masser forbruker en lastebil 0,4 liter diesel pr. tonn pr. km. En asfaltlegger har et dieselforbruk på 0,8 liter pr. tonn asfalt. Ved forbrenning av 1 liter diesel produseres ca. 2,6 kg CO<sub>2</sub>. På bakgrunn av målt eller

estimert drivstofforbruk kan det settes opp et miljøbudsjett eller miljøregnskap for totalt utslipp av CO<sub>2</sub>, som et mål på klimagassutslipp.

Ved valg av ulike anleggsmetoder i et VA-ledningsprosjekt, og hvor miljø er et viktig kriterium, kan dette være en måte å tallfeste og vekte de ulike metodenes miljøpåvirkning. Vi har eksempel på at dieselforbruk og dermed CO<sub>2</sub>-utslipp har vært brukt som ett av flere tildelingskriterier i en anbudsrunde med konkurranse mellom flere ulike metoder for ledningsfornyelse (i dette tilfellet NoDig) og konvensjonell grøftegraving.

I et prosjekt for Hias IKS som gjaldt rehabilitering av 1 km DN400 avløpsledning, kunne tilbyderne levere tilbud på en av de tre alternative rehabiliteringsmetodene strømperenovering (NoDig), utblokking (NoDig) eller legging av nytt rør med konvensjonell graving. I konkurransegrunlaget ble det med henvisning til lov om offentlige anskaffelser S6, opplyst at oppdragsgiver har som mål å ligge langt framme hva gjelder utvikling innen miljø. I anbudsgrunlaget ble



Figur 11: Grunne grøfter i sårbart fjellområde. Illustrasjon: Karl Gundersen.

tildelingskriteriet «Miljø» vektet med 15%, hvorav «Maskintimer og drivstofforbruk» ble vektet med 10 %. Øvrige 5 % gjaldt håndtering av avfall og utslipp av avløpsvann.<sup>22)</sup>

Man kan tenke seg samme framgangsmåte ved utarbeidelse av konkurransegrunnlag i prosjekter hvor man har flere alternative anleggsmetoder å velge mellom, og hvor trykkavløp er en av disse. I nevnte konkurranse skulle entreprenørene angi maskintimer og drivstofforbruk for alle biler, maskiner, aggregat, pumper og motorisert utstyr som var planlagt benyttet under anleggsutførelsen. I tillegg til pris og anleggstid oppga entreprenørene sitt antatte drivstofforbruk (antall liter

diesel pr. time), som ble omregnet til antall kg CO<sub>2</sub> pr. meter. For erfaringsutvikling og kontroll av estimert CO<sub>2</sub>-utslipp, ble det faktiske drivstofforbruket registrert underveis i prosjektet, slik at man kunne sette opp et miljøregnskap for prosjektet og sammenlikne med forventet forbruk.

Ved i større grad å benytte miljø som tildelingskriterium i konkurransegrunnlag, vil man kunne bevisstgjøre entreprenører om ressursforbruk på maskinparken og ledningseiere om miljøkonsekvenser ved ulike anleggsmetoder. Dette vil spesielt være aktuelt i prosjekter hvor man har ulike alternativer å velge mellom som for eksempel trykkavløp og selvfallssystem.

22) NoDig-info SSTT nr. 2/2011

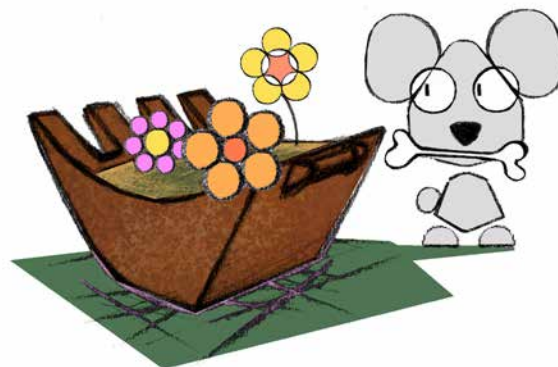
### 3.3. Selvfallssystem vs. trykkavløp i dype eller grunne grøfter

Anleggsarbeidet kan grovt deles inn i grøftegraving, fjellsprengning, rørlegging, igjenfylling og massehåndtering. En dypere ledningsgrøft gir økte inngrep i naturen, økt behov for massetransport til og fra anleggsplassen, og ofte behov for sprengning. Ved sprengningsarbeider får vi utslipp av nitrogen i form av spill- og detonasjonsrester fra sprengemnet.

Ved utbygging av nye VA-systemer er det mange faktorer som skal vurderes før man foretar et systemvalg.

Normalt vil det være dyrest å grave i byer og tettsteder der det er asfalt, annen infrastruktur, nærhet til bygninger, dårlige grunnforhold, hager etc. Men det er også forhold i spredtbygde strøk som kan gjøre betydelig prismessige utslag, som for eksempel:

- Rydding av skog
- Sårbare områder med hensyn på massetransport
- Utbedring av skogsbilvei for å kunne transportere masser, pukk og rør
- Avlingstap på dyrket mark
- Komprimering av jordsmonn og landbruksdrenering
- Oppfølging overfor grunneiere ved istandsettingsarbeid



Figur 12 Illustrasjon: Karl Gundersen

Nacka kommun i Sverige engasjerte i 2012 Tyrens AB for å lage en studie for å sammenlikne trykkavløpssystem med selvfallssystem Jämförelsesstudie LTA-självfalls-system. Med begrepet «LTA» menes «lett trykkavløp». For å sammenlikne de ulike anleggsmetodene ble det i denne rapporten satt opp en tabell med en enkel vurdering av ulike miljøfaktorer. I Tabell 4 er de ulike faktorene gradert med farger, hvor grønt er best, gult er middels og rødt er dårligst for de ulike aspektene:<sup>23)</sup>

23) Nacka kommun (2012), s. 21

Tabell 4: Enkel sammenlikning av selvfallssystem og trykkavløp

Aspekt	Selvfallssystem	Trykkavløp grunt	Trykkavløp dypt
Energiforbruk - anleggsfase	Rødt	Grønt	Gult
Energiforbruk - materialer	Rødt	Gult	Grønt
Energiforbruk - driftsfase	Grønt	Rødt	Gult
Miljøpåvirkning - overløpsutslipp	Rødt	Grønt	Grønt

Generelt vil selvfallssystem være mer energikrevende i anleggsfasen med hensyn på graving, transport og produksjon av masser og materiell, sett i forhold til trykkavløp. Hvor stor denne forskjellen er, vil naturligvis variere med hvor dypt trykkavløpet etableres og om traséen utføres med konvensjonell graving eller NoDig-metoder (jf. kapittel 5.5.2). Hvorvidt trykkavløpet krever frostsikring i form av varmekabler, driftstiden for disse og antall pumper i anlegget vil være avgjørende for energiforbruket i driftsfasen, sett i forhold til selvfalls-

system uten behov for pumping. Ser man på miljøpåvirkninger som utslipp ved overløpsdrift, vil trykkavløp komme godt ut.

En aktuell problemstilling for trykkavløp på svaberg langs sjøen er i tilfeller hvor det er forbud mot sprengning, samtidig som det settes krav om en viss overløpsdekning. Etablering av trykkavløp ved fjellboring kan da være et alternativ (jf. kapittel 5.5.2).

### 3.4. Bærekraftanalyser

Ofte benyttes enkle kost/nytte-betraktninger når politikere, ingeniører og ledningseiere skal velge ett alternativ blant flere mulige tekniske løsninger, for eksempel etablering av et tilfredsstillende avløpssystem til en lavest mulig kostnad. Hvis man imidlertid ønsker et bærekraftig system, må man trekke inn flere indikatorer i analysene. Et bærekraftig VA-system skal bygges og driftes med hensyn til både miljømessige-, sosiale- og økonomiske aspekter.

Eksempler på dette kan være:

- Utslipp til vassdrag
- Utslipp av klimagasser
- Bruk av elektrisitet og fossil energi
- Kostnader regnet som nåverdien av investeringer, drift og vedlikehold
- Behovet for areal og påvirkning på landskap og rekreasjonsmuligheter

- Støy- og luktplager
- Hygienisk sikkerhet
- Systemets funksjonalitet i forhold til brukernes behov og ønsker
- Samvirke med annen infrastruktur
- Fleksibilitet overfor nye behov og krav

De ulike indikatorene må vektas mot hverandre for å balansere ulike hensyn best mulig og på en mest mulig objektiv måte. Indikatorene må velges slik at både lokale og globale problemer som det aktuelle prosjektet påvirker blir representert i analysen. For en nærmere beskrivelse av hvordan de ulike indikatorene kan velges ut og vektas, vises det til VA/Miljø-blad nr. 98 «Bærekraftige VA-systemer». <sup>24)</sup>

24) VA/Miljø-blad nr. 98 (2010)

### 3.5. Livsløpsanalyser (LCA)

Livsløpsanalyser er systematiske analyser for å evaluere miljømessige konsekvenser knyttet til et produkt, et produksystem eller en aktivitet. Livsløpsanalyser gjennomføres ved å identifisere og beskrive energi- og materialforbruket, avfall og forurensninger til miljøet, og ved å analysere konsekvensene av dette. Analysen inkluderer hele livssyklusen til produktet eller aktiviteten, fra uttak av råmaterialer, produksjon,

distribusjon, bruk, gjenbruk, vedlikehold, resirkulering – til endelig kassering, inkludert all transport involvert. <sup>25)</sup>

Dersom man ønsker å sammenlikne trykkavløp og konvensjonelle anlegg i et livsløpsperspektiv, kan man se for seg følgende hovedpunkter:

25) Store norske leksikon

Tabell 5: Aktuelle elementer i en livsløpsanalyse

Fase	Trykkavløp vs. konvensjonelle anlegg
Materialproduksjon	Materialutslipp ved produksjon av rør, kabler, pumper og grøftemasser.
Installasjon	Anleggsutslipp og terrenginngrep, avhengig av leggedyp.
Drift og vedlikehold	Driftsutslipp. Energibruk for pumper og varmekabler. Levetid for pumper og materiell.

Så fort man utvider miljøbetraktninger fra å gjelde kun installasjonsfasen til hele anleggets livsløp, så øker kompleksiteten betraktelig. Det kreves sikre tall før man eventuelt benytter disse til konkurranse mellom

produsenter, leverandører og entreprenører. For å få et mest mulig korrekt helhetsbilde av et anleggs miljøpåvirkning over tid, er dette en av flere metoder som kan benyttes.

---

## 3.6. Environmental Product Declaration (EPD)

Environmental Product Declaration (EPD) er et tredjeparts verifisert og registrert dokument med transparent og sammenlignbar informasjon om produkters miljøprestasjon, enten gjennom hele livssyklusen («vugge til grav») eller fram til produktet forlater fabrikken («vugge til port»). En EPD for et produkt er basert på en livsløpsanalyse (LCA) og internasjonale standarder.

I Norge administreres EPD-programmet av Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner, EPD-Norge. EPD-Norge ble etablert av Næringslivets Hovedorganisasjon og Byggenæringens Landsforening i 2002.

Målet for det norske EPD-programmet er å veilede virksomheter i å kommunisere miljøprestasjoner for produkter gjennom verifiserte og forståelige miljødeklarasjoner.<sup>26)</sup>

Foreløpig er det ingen EPD for VA-rør og pumpestasjoner tilpasset norske produksjonsforhold, men det er utarbeidet EPD for diverse byggevarer (asfalt, betongvarer, isolasjon, stålkonstruksjoner, mm)<sup>27)</sup>. Pipelife Norge er i ferd med å utarbeide EPD-dokumentasjon for sine rørprodukter<sup>28)</sup>.

EPD-data fra vugge til port kan brukes videre i helhetlige miljøvurderinger for utbygging av rørinfrastruktur, hvor man legger til utslipp knyttet til spesifikk anleggsvirksomhet for helhetlige miljøvurderinger av aktuelle anleggsprosjekter. Det jobbes nå med utvikling av et slikt verktøy i prosjektet Digital VA-forvaltning (DiVA), som er en samling av verktøy som skal styrke beslutningsgrunnlaget for vedlikehold av vann- og avløpsnettet i Norge. Her vil klimautslipp være et av beslutningskriteriene. DiVA er et samarbeidsprosjekt mellom flere store private og offentlige VA-aktører i Norge.

---

26) Retningslinjer for Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner 2:2014

---

27) <http://www.epd-norge.no>

28) Vil bli grønnere på rør, artikkel i VVS-aktuelt nr. 2 - 2017

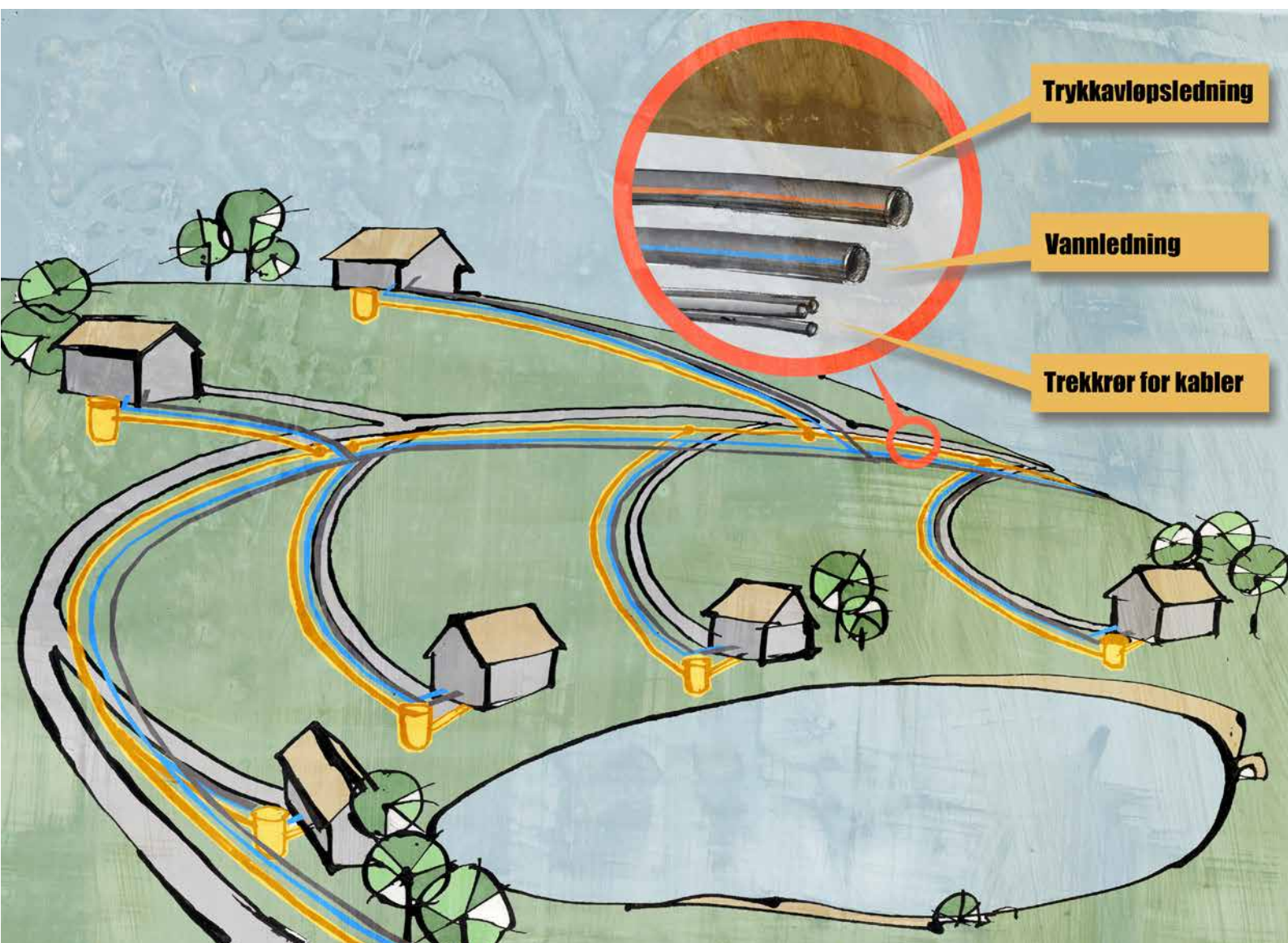
---

## 3.7. Samordning med annen infrastruktur

Det kan være store miljøfordeler ved å samordne et VA-prosjekt med andre etater langs traséen. Det kan for eksempel være aktuelt med samordnet framdrift for graving når el. og telekabler, fjernvarme, veiutbedring etc. skal realiseres. Etablering av trykkavløp kan også gjøres i kombinasjon med NoDig-metoder og lokal

overvannshåndtering, jf. kapittel 5 Trykkavløp i urbane strøk.

Spesielt i spredtbygd strøk vil det være en fordel å ta med bredbånd/fiber og vannforsyning samtidig som det graves grøft for trykkavløp (Figur 13).



Figur 13: Trykkavløp i spredtbygd område, med vannledninger og kabler i samme grøft. Illustrasjon: Karl Gundersen

## 4. Trykkavløp i spredt bebyggelse

Hensikten med dette kapittelet er å gi veiledning til kommuner, VA-selskap, private utbyggere og rådgivere som skal prosjektere og bygge trykkavløpssystem i spredt bebyggelse. Målet er å gi gode råd om hvilke problemstillinger som bør vurderes og avklares i planfase (reguleringsplaner), ved prosjektering, under utførelse og i driftsfasen.

Trykkavløp kan være aktuelt å vurdere også på overordna nivå i kommuneplanens arealdel. Trykkavløp kan da vurderes både som et tiltak for å redusere forurensning og som et aktuelt infrastrukturtiltak for å styrke og legge til rette for bebyggelse i spredt bygd strøk, gjerne i

kombinasjon med utbygging av kommunal vannforsyning og bredbånd. Alternativt kan bruk av trykkavløp vurderes i hovedplan avløp. Hovedplan avløp utarbeides ofte som en temaplan til kommuneplanens arealdel.

Kapittelet om trykkavløp i spredt bebyggelse er basert på informasjon fra gjeldende retningslinjer og veiledninger (NS-EN1671, VA/Miljø-blad nr. 66 og 67), erfaringer og rapporter / utredninger fra kommuner som har erfaring med eller planlegger å ta i bruk trykkavløp. Vi har også fått mange nyttige innspill og grunnlag fra leverandører av pumper og rør.

### 4.1. Planfase

Utgangspunktet for å sette i gang et prosjekt med utbygging av trykkavløpssystem i spredt bebyggelse er normalt hovedplan avløp, lokal forskrift om utslipp av avløpsvann fra mindre avløpsanlegg, reguleringsplaner eller private initiativ fra fastboende eller hyttefelt (nye og eksisterende).

Gjennom arbeid med hovedplan avløp defineres ofte områder hvor det er behov for opprydding / sanering av private avløpsanlegg for å bedre vannkvaliteten i grunnvann, vassdrag og sjøområder. Kommunen kan da på eget initiativ planlegge utbygging av kommunalt avløpsanlegg i disse områdene.

Alternativt kan kommunen som forurensningsmyndighet ved enkeltvedtak med hjemmel i forurensningslovens § 7 pålegge utbedring / sanering av private avløpsanlegg.

Krav til utslipp av sanitært avløpsvann fra bolighus, hytter og lignende opp til 50 personekvivalenter (pe) er regulert gjennom kapittel 12 i forurensningsforskriften. §12-6 gir kommunene myndighet til å fastsette lokal forskrift dersom det er nødvendig ut i fra forurensningsmessige forhold eller brukerinteresser.

Pålegg om utbedring eller sanering av private avløpsanlegg kan utløse private initiativ og søknader om utbygging av privat eller kommunalt trykkavløpssystem. I andre tilfeller er det utbyggere av hyttefelt som går i gang med utbygging av private trykkavløpssystem ved etablering av nye hyttefelt, ved fortetting i eksisterende hyttefelt eller der det er ønske om oppgradering av sanitær standard i eksisterende hyttefelt.



Figur 14: Kommunens ulike roller som ledningseier og myndighet. Illustrasjon: Amund Doseth Bjarli.

#### 4.1.1. Krav om tilknytning til offentlig nett

Plan- og bygningslovens § 27-2 annet ledd fastsetter når det foreligger en plikt til å knytte bygninger til et offentlig avløpsnett. Tilknytningsplikten gjelder både for nyoppføringer og for «eksisterende byggverk», jf. pbl. § 27-2 fjerde ledd. Tilknytningsplikten gjelder bare for fritidsboliger dersom dette er bestemt i plan, jf. pbl. § 30-6. Utgangspunktet er at det foreligger tilknytningsplikt dersom en offentlig ledning går over eiendommen eller i tilstøtende vei, eller over nærliggende areal. Kommunen kan imidlertid godkjenne en annen ordning, dersom det etter kommunens skjønn vil være forbundet med uforholdsmessig stor kostnad eller særlige hensyn tilsier det.<sup>29)</sup>

Tiltakshavers plikt til å knytte seg til offentlige vann- og avløpsledninger, er ikke kun pålagt for å ivareta helsemessig betryggende forhold, men også for å sikre at det offentlige vann- og avløpssystemet blir bygd ut og drevet teknisk- og driftsøkonomisk rasjonelt.<sup>30)</sup>

Kommunen må ta stilling til hva som er normal-kostnaden i et område og ut fra dette vurdere hva som vil være «uforholdsmessig» store kostnader, før de

29) Plan- og bygningsloven §§ 27-2 og 30-6

30) Ot.prp.nr. 45 (2007-2008), side 186

krever tilknytningsplikt. Et moment i denne vurderingen er hva en alternativ godkjent løsning vil koste.

Det vises ellers til nettsiden [www.va-jus.no](http://www.va-jus.no) for maler for standardbrev og informasjon og veiledning om håndtering av plikt til tilknytning i samsvar med bestemmelsene i plan og bygningsloven.

I et trykkavløpssystem er det en stor fordel med samtidig oppstart og tilknytning av abonnenter for å sikre god og stabil drift. Et trykkavløpssystem dimensjoneres for en gitt mengde vann og vannhastighet i pumpeledning. Dersom vannmengden i oppstartsfasen er mindre enn det anlegget er dimensjonert for, så kan det gi problemer med begroing og lukt. Ved krav om tilknytning til et kommunalt trykkavløpssystem anbefales det derfor at den som er delegert myndighet til å følge opp tilknytningsplikten samarbeider med den i kommunen som er ansvarlig for utbygging av trykkavløpssystemet. Frist for tilkopling bør da tilpasses planlagt oppstart av anlegget.

#### 4.1.2. Oppstart av planlegging

Utbygging av trykkavløpssystem gir litt andre utfordringer enn et konvensjonelt avløpssystem basert på selvføll og kommunale pumpestasjoner. Ved oppstart av planlegging er det derfor viktig at kommunen tenker



Figur 15: Pumpekum og stikkledninger ved hytte. Foto: Isoterm AS

igjennom og vurderer problemstillinger knyttet til avgrensning av ansvar og eierforhold og til finansiering. Dette gjelder både ved utbygging i kommunal regi, og for å kunne gi råd og veiledning til private utbyggere.

#### **Aktuelle problemstillinger kan være:**

- Avgrensning kommunalt og privat anlegg
  - Skal hele trykkavløpssystemet være privat fram til «slipp-punkt»?
  - Skal hovedledningen være kommunal?
  - Skal hele trykkavløpssystemet være kommunalt fram til og med pumpestasjon for enkelthus/grupper av hus?
  - Skal det stilles ulike krav til trykkavløpssystem for fastboende og hytter/fritidsboliger?
  - Skal det stilles krav til organisering av VA-lag/samvirke ved utbygging av private trykkavløpssystem?
  - Skal det stilles som krav at den kommunale delen av et trykkavløpssystem legges frostfritt?
  - Er det eventuelt behov for å tilpasse sanitærreglementet og kommunale abonnements-/avtalevilkår i forhold til ansvar og eierforhold i trykkavløpssystem?
- **Finansiering av trykkavløpssystem**
    - Er det behov for tilpasninger i gebyrforskrift for å finansiere utbygging av trykkavløpssystem?
    - Skal abonnenter i private trykkavløpssystem betale vanlig tilknytnings- og årsgebyr?
    - Er det behov for/ønske om tilskudd for å få flest mulig til å knytte seg til et trykkavløpssystem, og hvordan skal eventuelt tilskuddsordningen utformes?
    - Skal tilskuddsordning kun gjelde for boliger?
    - Ved oppstart av planlegging bør det avklares et grensesnitt (lengde på stikkledning) for hvor langt ut hoved traséen skal gå. Hvor stor investering skal kommunen ta for å legge til rette for tilkopling av 1 eller 2 husstander som ligger langt fra øvrig bebyggelse?
    - Skal/kan utbygging kombineres med utbygging av vannforsyning og bredbånd?

Valg av modell for utbygging og finansiering av utbygging av trykkavløp må tilpasses situasjonen i hver enkelt kommune, men erfaringen viser at det er viktig å ta stilling til disse spørsmålene ved oppstart av planlegging. I tillegg er det viktig å forankre beslutninger både administrativt og politisk før detaljprosjektering og utsending av anbud.

#### **4.1.3. Valg av modell for utbygging**

I hovedsak er det tre ulike modeller for utbygging av trykkavløp i norske kommuner.

De tre modellene for utbygging av trykkavløp er kort oppsummert:

- 1) Kommunen bygger kun hovedledning
  - a. Abonnementen bygger, eier og drifter egen stikkledning, pumpestasjon og pumpeledning fram til kommunal hovedledning
  - b. Privat utbygger bygger, eier og drifter eget trykkavløpssystem fram til slipp-punkt ved kommunal hovedledning.
- 2) Kommunen bygger hele anlegget til og med pumpestasjon
  - a. Abonnementen overtar eierskap og driftsansvar for stikkledning, pumpestasjon og pumpeledning etter ferdigstilling
- 3) Kommunen bygger, eier og drifter hele anlegget til og med pumpestasjon
  - a. Abonnementen har kun eierskap og driftsansvar for stikkledning fram til pumpestasjon

Fordelene og ulempene med disse tre modellene er belyst på en god måte av Eidsberg kommune i et pilotprosjekt om trykkavløp<sup>31)</sup>. En arbeidsgruppe med representanter fra kommunens administrasjon, politikere og berørte innbyggere har vurdert fordeler og ulemper ved de tre ulike modellene. Kommunestyret i Eidsberg vedtok 15.06.2017 å bygge trykkavløp som et pilotprosjekt i henhold til modell 3.

I kapittel 6 Vedlegg er det vist noen eksempler på ulike tilnæringsmåter og modeller for planlegging og bygging av trykkavløp i et lite utvalg norske kommuner.

Nedenfor drøftes noen problemstillinger og spørsmål knyttet til de tre modellene i forhold til grensesnitt kommunalt – privat anlegg, finansiering og selvkostregnskap og drift og vedlikehold.

#### **Grensesnitt kommunalt – privat:**

Modell 3 er i strid med prinsipp for avgrensning kommunalt – privat i VA-anlegg i Kommunenes Sentralforbund (KS) sin avtalemal, jf. Standard abonnementsvilkår for vann og avløp. Når kommunen bygger, eier og drifter hele trykkavløpsanlegget fram til og med hver enkelt pumpestasjon, så flyttes grensesnittet for kommunalt – privat eierskap bort fra hovedledningen. Dette oppfattes i mange tilfeller å være en fordel med tanke på framtidig drift og vedlikehold av et trykkavløpssystem, men det gir også noen utfordringer.

31) Pilotprosjekt – Trykkavløp i Eidsberg.  
Rapport fra arbeidsgruppens arbeid. 07.03.2017

Utfordringene er knyttet til hensynet til øvrige abonnenter i det kommunale VA-systemet, og til kravet om frivillighet ved inngåelse av avtale om etablering av kommunale VA-anlegg på privat grunn. Modell 2 vil også være avhengig av velvillighet og frivillige avtaler med private grunneiere, for at kommunen skal kunne bygge hele anlegget fram til og med hver enkelt pumpestasjon. Det vil alltid være unntak, men i de fleste tilfeller vil private grunneiere være positive til at kommunen tar ansvar for å bygge ut og gi mulighet for tilknytning til offentlig avløp når alternativet er et privat anlegg. Dersom det i tillegg gis mulighet for tilknytning til kommunal vannforsyning og fiber, så vil de fleste være positivt innstilt til å gi kommunen adgang til å etablere avløpsanlegg på privat grunn.

#### **Finansiering og selvkostregnskap**

I utgangspunktet er det eierskapet til kommunale VA-anlegg som avgjør hva som kan finansieres via selvkostregnskapet. Det vil si at grensesnittet mellom kommunalt og privat eierskap i prinsippet avgjør hva som kan finansieres via selvkostregnskapet og hva som må finansieres av huseieren selv. Norsk Vann har nylig utarbeidet en egen rapport nr. 224 2017 om eierskap til stikkledninger, og det vises til denne rapporten når det gjelder fordeler og ulemper ved ulike modeller for eiergrensesnitt. Det er mulig å argumentere for at tiltak som er nødvendige for funksjonen i hovedanlegget kan finansieres via selvkostregnskapet selv om tiltaket da blir gjort på det som er i privat eie. Et eksempel er at utskifting og separering av private stikkledninger ut av vei kan finansieres av selvkostregnskapet når hovedledningen endres fra felles til separatsystem.

Tilsvarende kan det argumenteres for at funksjonen i et trykkavløpssystem er avhengig av helhetlig prosjektering, dimensjonering og utbygging, og at modell 2 da kan finansieres gjennom selvkostsystemet selv om abonnenten etter utbygging overtar eierskap og driftsansvar for stikkledning, pumpestasjon og pumpeledning.

Samarbeid med andre etater (fiber, el) kan gi grunnlag for spleiselag og reduserte investeringskostnader både for kommunen og abonnentene.

I modell 1 kan kommunene gi føringer for pumpetype og -størrelse, men kommunen kan ikke kreve at abonnenten skal kjøpe pumpe fra en bestemt leverandør. I modell 2 og 3 er det kommunen som bygger hele anlegget til og med pumpestasjonen, og som da står for valg av leverandør og innkjøp av pumper.

#### **Drift og vedlikehold**

Rammer for fastsetting og innkreving av kommunale vann- og avløpsgebyr er fastsatt i lov om kommunale vass- og avløpsanlegg §§3 flg., og kap. 16 i forurensningsforskriften. §16-5 i forurensningsforskriften gir føringer for når det kan fastsettes ulike gebyrsatser. Det åpnes ikke for å gi reduserte årsgebyr for abonnenter som eier og drifter sin egen villapumpe. Ved utbygging etter modell 1 eller 2 er det derfor ikke anledning til å gi abonnentene redusert tilknytnings- eller årsgebyr for å kompensere for utgifter knyttet til pumpestasjon og pumpeledning fram til kommunalt nett.

---

## 4.2. Prosjekteringsfase

### 4.2.1. Tekniske føringer og valg av entreprisemodell

Utbygging av trykkavløp kan utføres som totalentreprise, generalentreprise eller med delte entrepriser. Valg av entreprisemodell vil til en viss grad avhenge av om utbyggingen skjer i kommunal eller privat regi, og hvordan utbyggingen skal finansieres.

Uavhengig av valg av entreprisemodell så er det viktig at det kommunale VA-verket i forkant av oppstart av prosjektering gir klare føringer på:

- Tilkoplingspunkt / «slipp-punkt» for planlagt trykkavløpssystem
- Avgrensning av område som skal betjenes av planlagt trykkavløpssystem

- Avgrensning av ansvars- og eierforhold i forhold til kommunalt / privat anlegg
- Kommunale rutiner for saksbehandling og godkjenning av tekniske planer for trykkavløpssystem
- Hvilke krav til dokumentasjon som stilles for godkjenning av tekniske planer for trykkavløpssystemet.
- Krav til grunneieravtaler for ledningstraseer og installasjoner på privat og kommunal grunn
- Hva som er søknadspliktig etter plan- og bygningsloven.

### 4.2.2. Krav til kompetanse

Det bør stilles krav om at dimensjonering og prosjektering av trykkavløpssystem utføres av firma med sentral godkjenning innen prosjektering av VA-anlegg. Krav til

tiltaksklasse fastsettes av kommunen i samsvar med vilkår gitt i byggesaksforskriften (SAK10).

I følge byggesaksforskriften (SAK10) omfatter fagområdet for prosjektering av vannforsynings- og avløpsanlegg plassering, fundamentering og

dimensjonering av rør, produkter og komponenter for utvendig VA-anlegg og overvann.

Krav til tiltaksklasse 1, 2 og 3 for prosjektering av VA-anlegg er vist i Tabell 6.

Tabell 6: Tiltaksklasser for prosjektering av VA-anlegg iht. byggesaksforskriften (SAK10)

Tiltaksklasse 1	Tiltaksklasse 2	Tiltaksklasse 3
Anlegg for inntil 20 personekvivalenter. Overvannsproblematikk for ett eller en liten gruppe av småhus i byområde.	Anlegg for inntil 200 personekvivalenter. Overvannsproblematikken for større boligfelt.	Anlegg for flere enn 200 personekvivalenter. Overvannsproblematikken for store områder i tett bystruktur.

#### 4.2.3. Krav til dokumentasjon i prosjekteringsfase

NS-EN1671 «Utvendige trykkavløpssystemer» har fastsatt noen dimensjoneringskriterier for rørsystem, selvens, oppholdstid, nødvolum og strømforsyning, jf. kap. 5.4 Design Requirements.

I følge VA/Miljø-blad nr. 66 skal hydraulisk dimensjonering utføres ved å sjekke trykkforholdene i det totale ledningsnett for situasjonen med:

- Én pumpe i drift
- Alle pumpene i drift samtidig

Pumpeleverandørene har dimensjoneringsprogram som kan dokumentere forutsetninger og resultat for hver pumpe og for hvert delstrekk i trykkavløpssystemet. Kommunen / VA-verket bør stille som krav for godkjenning av planer for trykkavløpssystem at det utarbeides et dimensjoneringsnotat og framlegges dokumentasjon som viser belastning, oppholdstid, samtidighet og driftsforhold for hver enkelt pumpe. Krav til selvens må dokumenteres og vurderes opp mot fare for driftsproblem og problemer med lukt / H<sub>2</sub>S.

Dimensjonering av rør og valg av pumpetype må ses i sammenheng, da ulike pumpetyper (skruerpumper og sentrifugalpumper) krever ulik rørdimensjon. Samtidig er det viktig at hele trykkavløpssystemet fungerer optimalt og at man velger pumpe løsninger som opprettholder tilfredsstillende driftsforhold på ledningsnett og bevarer fleksibiliteten for videre utbygging.

Det må i tillegg dokumenteres at valgte pumpestasjoner med tilhørende tilførselsledninger fra boliger / hytter tilfredsstiller krav til nødvolum, og om det eventuelt er behov for en ekstra buffertank.

I dimensjoneringsnotatet må også strømbehov beregnes og dokumenteres både for ferdig utbygd trykkavløpssystem og ved eventuell trinnvis utbygging. Det må legges ved dokumentasjon fra det lokale e-verket på at

det er mulig å levere strøm, og eventuelt hvilke tiltak som må gjøres for å tilfredsstille krav til strøm.

Dersom det aktuelle anlegget skal bruke grunne grøfter med behov for frostsikring med varmekabler i rør, så er det viktig i prosjekteringsfasen å se på plassering av strømtilførsler for å optimalisere anleggslengder pr strømtilførsel og få færrest mulig strømabonnement.<sup>32)</sup> Der hvor det skal være varmekabler på kommunale ledninger bør kommunen / VA-verket ta stilling til om de ønsker mulighet for å styre varmekablene for eksempel via driftsovervåkingssystemet.

Som grunnlag for godkjenning må det også legges ved en beskrivelse av planlagt overvåkings- og alarmsystem for pumpestasjonene i trykkavløpsanlegget.

I tillegg til dimensjoneringsnotat bør det stilles krav om følgende tegningsgrunnlag for godkjenning av planer for trykkavløp:

- Plantegning som viser
  - hele det planlagte utbyggingsområde med ledningsnett påført dimensjon
  - eventuell trinnvis utbygging
  - avgrensningen mellom kommunalt, felles privat hovedledning og private stikkledninger
  - plassering av pumpestasjoner, stengeventiler og spylepunkt
- Profiltegninger for alle hovedtraséer
  - Behov for å presentere lengdeprofil må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Ofte er det ønske om og behov for fleksibilitet i anleggsutførelsen i forhold til ledningstrase, og da er det unødvendig å bruke tid på å lage lengdeprofil. I noen tilfeller kan det likevel være aktuelt å be om lengdeprofil for å ha kontroll på høyder og ev. behov for lufting
- Grøftesnitt i terreng og i / langs veg

32) Isoterm (2012)

- Detaljtegninger / prinsipptegninger som viser
  - utforming av pumpeump med eventuell buffertank
  - strømtilkopling og automatikskap
  - tilkoplingspunkt / overgang fra stikk til hovedledning (Y eller T-kobling)
  - eventuelle systemskisser / detaljtegninger for plassering og kobling av styreskap
  - kumskisse for tilkoplingspunkt / «slipp-punkt» til kommunalt nett

Når kommunen skal vurdere en byggesøknad, kan den stille som betingelse at det skal gjennomføres en uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse av anlegget, jf. plan- og bygningsloven § 24-1. Denne muligheten bør kommunene benytte seg av, og det oppfordres til å føre tilsyn også i slike saker. Dette kan kommunen gjøre ved å benytte seg av plan- og bygningsloven § 25-1. God kvalitet på prosjektering og utførelse er avgjørende for å oppnå lang levetid og tilfredsstillende funksjon.

## 4.3. Utførelsesfase

### 4.3.1. Krav til kompetanse

På tilsvarende måte som for prosjekterende så må det stilles krav til at utførende firma har nødvendig kompetanse til å utføre arbeidet i den valgte tiltaks-klassen. Krav til tiltaksklasse fastsettes av kommunen i samsvar med vilkår gitt i byggesaksforskriften (SAK10). Oppgaver knyttet til tiltak skal inndeles i tiltaksklasse 1, 2 eller 3 (jf. Tabell 6) innenfor ett eller flere fagområder basert på kompleksitet, vanskelighetsgrad og mulige konsekvenser mangler og feil kan få for helse, miljø og sikkerhet. Oppgaver knyttet til tiltaket kan plasseres i ulike tiltaksklasse for den enkelte funksjon og fagområde. Kommunen godkjenner tiltaksklasser etter forslag fra ansvarlig søker.<sup>33)</sup>

For utførelse av trykkavløpsanlegg må det i tillegg stilles krav om at entreprenøren har kompetanse innen sveising av PE-rør, og at elektriker er autorisert.

### 4.3.2. Krav til utførelse og dokumentasjon av utført anlegg

#### Ledningsanlegg

Trykkavløpsledninger utføres normalt med PE-rør. Utførelse og sveising av rør må dokumenteres i tråd med anbefalinger og krav fra rørleverandør. Det samme gjelder for trykkavløpsrør som må frostsikres enten med isolasjon og/eller varmekabler. Utførelse må dokumenteres i tråd med anbefalinger og krav fra rørleverandør. Alle plastrørsveisere skal være sertifisert i henhold til NS416 Operatører for sveising av rør og rørdeler av polyetylen (PE) og polypropylen (PP). Del 1 og 2.<sup>34)</sup> I anbudsgrunnlag må det stilles krav om at ledningsanlegget utføres og kontrolleres i tråd med krav gitt i NS-EN 1610 «Utførelse og prøving av avløps-



Figur 16 Illustrasjon: Karl Gundersen

ledninger».<sup>35)</sup> Ledningsnett for trykkavløp skal i tillegg trykktestes med prøvingsmetode angitt i NS-EN 805 «Vannforsyning. Krav til systemer og komponenter utenfor bygninger»<sup>36)</sup> og VA/Miljø-blad nr. 25 «Trykkprøving av trykkledninger».<sup>37)</sup>

I anbudsgrunnlaget må det angis hvilket prøvetrykk trykkavløpsnett skal testes for. Stikkledningene inkluderes i trykktesten fram til stoppekran. Resultatet fra trykkprøvingen skal dokumenteres i en prøvingsrapport.

33) Byggesaksforskriften § 9-3

34) NS 416 (2008)

35) NS-EN 1610 (2015)

36) NS-EN 805 (2000)

37) VA/Miljø-blad nr. 25 (2012)

## Pumpestasjoner

Pumpeleverandørene har normalt en sjekklister eller monteringsinstruks for installasjon av pumpestasjoner. I anbudsgrunnlag bør det i tillegg stilles krav om at oppstart og igangkjøring utføres av kvalifisert personell i henhold til leverandørens anvisning.

I tillegg til dokumentasjon av montering og igangkjøring med utfylte sjekklister eller lignende, så må slutt-dokumentasjonen fra pumpeleverandør også inneholde brukerinstruks /-manual til den / de som er tilknyttet pumpestasjonen.

---

## 4.4. Driftsfase

Det er utarbeidet et eget VA/Miljø-blad som omhandler drift av trykkavløp, - VA/Miljø-blad nr. 67 «Trykkavløp. Drift». VA/Miljø-bladet foreslår driftsrutiner for å sikre trykkavløpssystemer, og for å unngå problemer med driftsavbrudd, tilstopping, lukt, lekkasjer og forurensning.

### 4.4.1. Serviceavtaler og informasjon til abonnenter

God informasjon til abonnentene er avgjørende for å redusere problemer med tilstopping og driftsstans i trykkavløpsanlegg. Alle pumpeleverandører leverer med en brukerinstruks for trykkavløpspumper.

Kommunen kan anbefale at det inngås serviceavtale med leverandør av privat pumpestasjon, men det finnes ikke noen hjemmel for at kommunen kan pålegge pumpeeieren å inngå en slik avtale. Et krav om serviceavtale må eventuelt være hjemlet i kommunens abonnementsvilkår. Etter standard abonnementsvilkår punkt 3.2 har abonnenten plikt til å vedlikeholde pumpestasjoner regelmessig.<sup>38)</sup> Standard abonnementsvilkår punkt 3.7 gir i tillegg kommunen rett til å besiktige / kontrollere sanitærinstallasjoner og private vann- og avløpsanlegg, i den grad det har betydning for drift- og vedlikehold av offentlige vann- og avløpsanlegg.

Noen pumpeleverandører anbefaler forebyggende vedlikehold gjennom en årlig service, andre pumpeleverandører mener at deres pumper er så robuste og driftssikre at dette ikke er nødvendig. Uansett bør drift og vedlikehold og opplegg for service være et tema i anskaffelsesprosessen, slik at abonnentene er sikret nødvendig veiledning og hjelp i driftsfasen.

En årlig service vil normalt omfatte kontroll av slitasje og skader på selve pumpa med tilhørende kabler og motor. Pumpehavari skyldes ofte feil på styring (start / stopp-signal), derfor anbefaler noen pumpeleverandører også en årlig kontroll av automatikk og styring.

Som i vanlige avløpssystem så er det et problem med manglende «dovett» og at abonnenter bruker toalettet som søppeldunk. Våtservietter, bind, tamponger, bleier, vaskefiller og tørkepapir skaper problemer for kverna og kan gi tilstopping og pumpestands.

Fett kan også være et problem for trykkavløpspumpene. Abonnenter med trykkavløps-pumper bør være ekstra forsiktige med bruk av frityrolje og matfett. Som forebyggende tiltak i forhold til fett og olje, så kan abonnenten selv med jevne mellomrom spyle rent i pumpekummen.

En ekstra utfordring spesielt for hytter med trykkavløp, er lange perioder uten drift på trykkavløpspumpa. Dette er omtalt spesielt i VA/Miljø-blad nr. 67, pkt. 4.2 Brukerinstruks for pumpestasjoner. Lite vannforbruk og lang oppholdstid kan føre til tilstopping og pumpestands på grunn av ekstra tykt avløpsvann/-slam i pumpe-sumpen. Før lengre tids fravær anbefales det å tappe ekstra med vann i noen minutter for at konsentrasjonen av faststoff i rørledningen skal reduseres.

I tillegg anbefales det å ikke spare på vannet for å redusere strømforbruket. Ved normalt vannforbruk vil en villapumpestasjon for en familie på 3-4 personer ha en driftstid på 10-15 min pr. døgn, noe som tilsvarer et strømforbruk på ca. 100 kWh pr. år. Med dagens strømpriser tilsvarer det mindre enn kr 100 pr. år. Det har derfor liten betydning om det tappes mer vann enn strengt tatt nødvendig for ordinært forbruk.

### 4.4.2. Plan for drift og vedlikehold

Utgangspunktet må være at et trykkavløpssystem skal være like driftssikkert som et ordinært selvfallssystem. Plan for drift og vedlikehold må tenkes igjennom allerede i planleggings- og prosjekteringsfasen, og må tilpasses ansvars- og eierforhold i det aktuelle anlegget, jf. kapittel 4.1.

Dersom abonnenten har ansvar for sin egen pumpe-stasjon og stikkledning helt fram til hovedledning, så må det også informeres om ansvarsforhold knyttet til drift og

---

38) Standard abonnementsvilkår for vann og avløp (2017)

vedlikehold av pumpeledningen fra pumpestasjonen fram til hovedledning.

Tilsvarende må private trykkavløpsanlegg avklare grensesnitt og ansvarsforhold knyttet til drift og vedlikehold av private stikkledninger og fellesanlegg.

Drift av trykkavløpssystem kan settes ut til profesjonelle aktører (pumpeleverandører, rørleggere) på samme måte som f.eks. tømming av septiktanker og slamavskillere.

Plan for drift og vedlikehold av et trykkavløpssystem må minimum omhandle følgende tema, jf. VA/Miljø-blad nr. 67:

- Drift av pumpestasjoner
  - For enkelthus / fritidsboliger
  - For flere abonnenter
  - Eventuelle sirkulasjonspumper / driftspumper i hovednettet
- Luktbejempelse
  - Forebyggende tiltak (jevnlig spyling, luftekummer, tilsetning av kjemikalier)
  - Rutiner for tiltak når det eventuelt oppstår luktproblem
- Rengjøring med renseplugg
  - Rengjøring med renseplugg gjennomføres ved behov for å redusere energibruk og forebygge luktproblem
  - Rutine for når ledningsnettet skal renses, og hvem som har ansvar for det.
- Spyling
  - Følgende faktorer kan gi behov for spyling:
    - Fett/olje i avløpsvannet
    - Ev. bruk av kjemikalier for reduksjon av lukt
    - Lang oppholdstid i ledningen
    - Lav kapasitet på pumpene i forhold til rørdimensjon
  - Det kan være økt behov for spyling i et anlegg som ikke er fullt utbygd i forhold til det som er planlagt/prosjektert. For eksempel et hyttefelt som er under utbygging, eller et område i spredt bebyggelse der det er tatt høyde for framtidig boligbygging ved prosjektering og dimensjonering av trykkavløpsanlegget.

- Tining
  - For trykkavløpsanlegg der ledningene ikke er lagt frostfritt vil det være behov for rutiner for tining ved langvarig strøbrudd eller problem med frostsikring / varmekabler
- Lekkasjesøking
  - Rutine for lekkasjesøk og reparasjon ved mistanke om lekkasje
- HMS for driftspersonell
  - Hygieniske forhold (tilgang på vann)
  - Eksponering for H<sub>2</sub>S-gass
  - Rutiner for arbeidsoperasjoner ved reparasjon og eventuell utskifting av pumper

#### 4.4.3. Driftsovervåking

Den teknologiske utviklingen har gitt nye muligheter for nettbasert overvåking også av pumpestasjoner for hus og hytter i spredtbygd strøk. De fleste pumpeleverandøren kan tilby ulike løsninger for fjernovervåking av pumpestasjoner. Som et minimum bør driftsovervåkingen ha alarmfunksjon for kritisk høyt nivå i pumpe- sump, eventuell feil i pumpe / motor og strøbrudd / nettfeil, jf. VA/Miljø-blad nr. 67.

Det bør stilles krav om at driftskontrollen kan kobles opp til alarm eller vakttelefon.

Ny teknologi gir i tillegg mulighet til å registrere driftstid og endring i pumpekapasitet. På den måten kan VA-verket eller det private VA-laget få et godt grunnlag for å planlegge vedlikehold (etter et visst antall driftstimer) og eventuelt spyling eller rengjøring av ledningsnettet.

I tillegg kan driftsovervåking brukes for å varsle om feil forårsaket av ledningsbrudd f.eks. i sjøledninger.

## 5. Trykkavløp i urbane strøk

I denne delen av rapporten vil vi se nærmere på muligheter og utfordringer knytta til bruk av trykkavløp ved sanering av avløp i urbane strøk, og gi innspill til

videre arbeid og avklaringer som må gjøres for eventuelt å kunne ta i bruk denne metoden som et alternativ eller supplement til dagens teknologi og arbeidsmåter.

### 5.1. VA-sanering i urbane strøk - behov for utvikling og effektivisering

Norsk Vann sitt prosjekt «Finansieringsbehov i vannbransjen 2016 - 2040»<sup>39)</sup> har dokumentert at VA-verka i Norge har store investeringsbehov spesielt knytta til ledningsfornyning og separering i VA-nettet fram mot år 2040. Fornyelse av vann- og avløpsnettet står for hele 64% av samla investeringsbehov estimert til ca. 280 milliarder fram til 2040, jf. Figur 17. For å ta igjen vedlikeholdsetterslep og sikre en bærekraftig forvaltning av infrastrukturen må fornyelsestakten for ledningsnettet økes med ca. 50%. For å få til dette er det avgjørende at VA-verka klarer å øke effektiviteten og redusere enhetskostnadene knytta til tekniske løsninger, planlegging, prosjektering og gjennomføring av ledningsfornyning. Det er flere utfordringer som VA-verka må løse i årene som kommer. En av utfordringene er

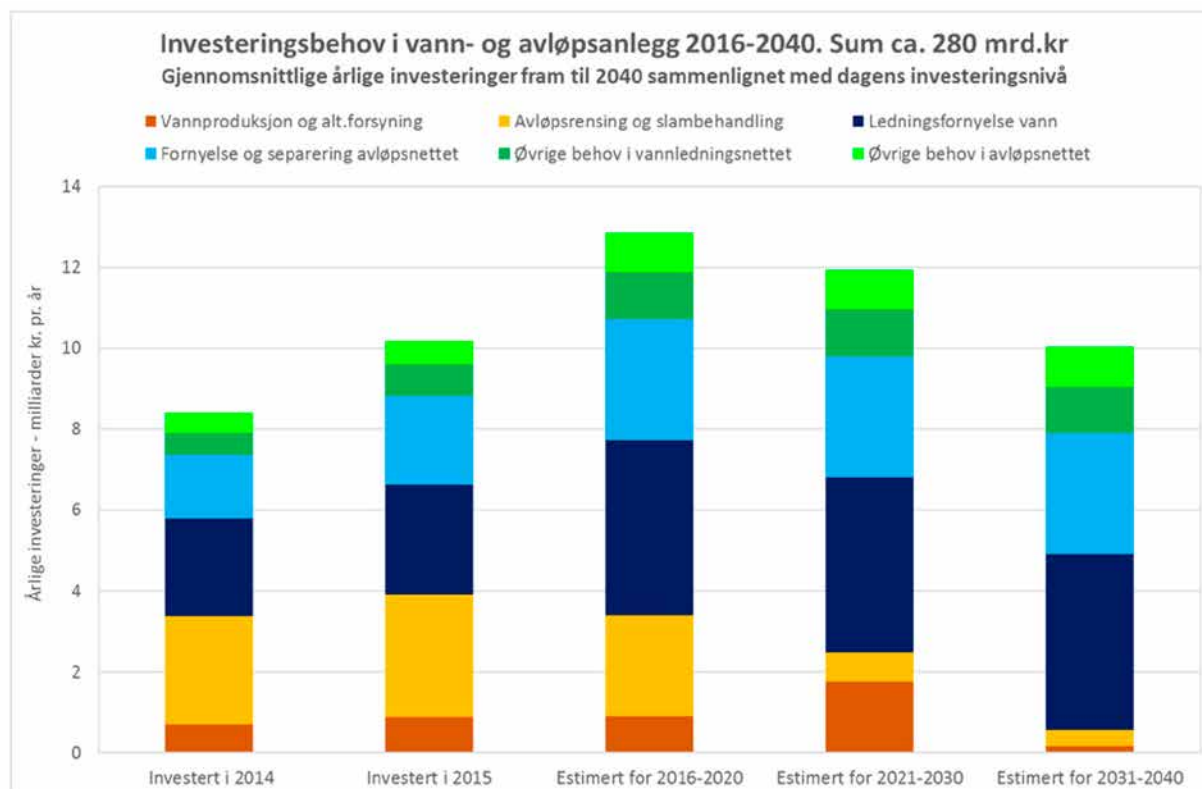
knytta til gebyrsystemet og mulighet for å finansiere nødvendige investeringer via selvkostsystemet.<sup>40)</sup>

For å øke utskiftingstakten og fornyingen av eksisterende VA-system i tettbygde strøk så er det nødvendig å tenke nytt. Det er behov for metodeutvikling og nybrottsarbeid for å finne mer effektive metoder for sanering av eksisterende avløpsnett i urbane strøk, både i forhold til tekniske løsninger og arbeidsmetoder. Trykkavløpssystem er en velprøvd avløpsløsning for boliger og hytter i spredtbygd strøk, men er til nå i liten grad benyttet i urbane strøk.

Flere kommuner har vurdert og tenkt på å bruke trykkavløp også i urbane strøk. Det har også vært tema for flere studentoppgaver, blant annet ved Norges

39) Norsk Vann-rapport nr. 223 (2017)

40) Norsk Vann-rapport nr. 210 (2015)



Figur 17: Kommunale investeringsbehov i vann- og avløpsanleggene 2016 - 2040. (Norsk Vann rapport nr. 223 - 2017).

miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) på Ås og ved andre universitet og høyskoler. Dette er bakgrunnen for initiativet fra VASK (VA store kommuner)

om å se nærmere på trykkavløp som en mer skånsom saneringsmetode i byer og tettsteder enn det konvensjonelle selvfallssystemet.

## 5.2. Typer urbane strøk

Urbane strøk kan være mye forskjellig. Som et utgangspunkt har vi definert tre ulike typer urbane strøk:

- Villastrøk
- Sentrumsområder
- Nye utbyggingsområder

### 5.2.1. Villastrøk

Villastrøk kan være et eksisterende eneboligområde der det er behov for å sanere / utbedre eller etablere avløpsanlegg, men der det av ulike årsaker kan være utfordrende å benytte vanlig selvfallssystem.

Aktuelle problemstillinger kan være:

- Krevende terreng eller at boligområdet ligger langs sjø/vassdrag
- Områder der eksisterende boliger i utgangspunktet har separate avløpsanlegg, men der ønske om fortetting kan utløse krav om etablering av felles privat eller kommunalt avløpsanlegg
- Tekniske utfordringer ved eksisterende anlegg (ligger veldig dypt) eller et ønske om å separere avløps-

nett ved å bruke eksisterende anlegg (AF) til overvannshåndtering og etablere et eget nytt system for spillvann

- At et selvfallssystem vil gi uforholdsmessig store inngrep i smale gater og private hager
- I slike tilfeller kan trykkavløpssystem være både miljø- og kostnadsbesparende.

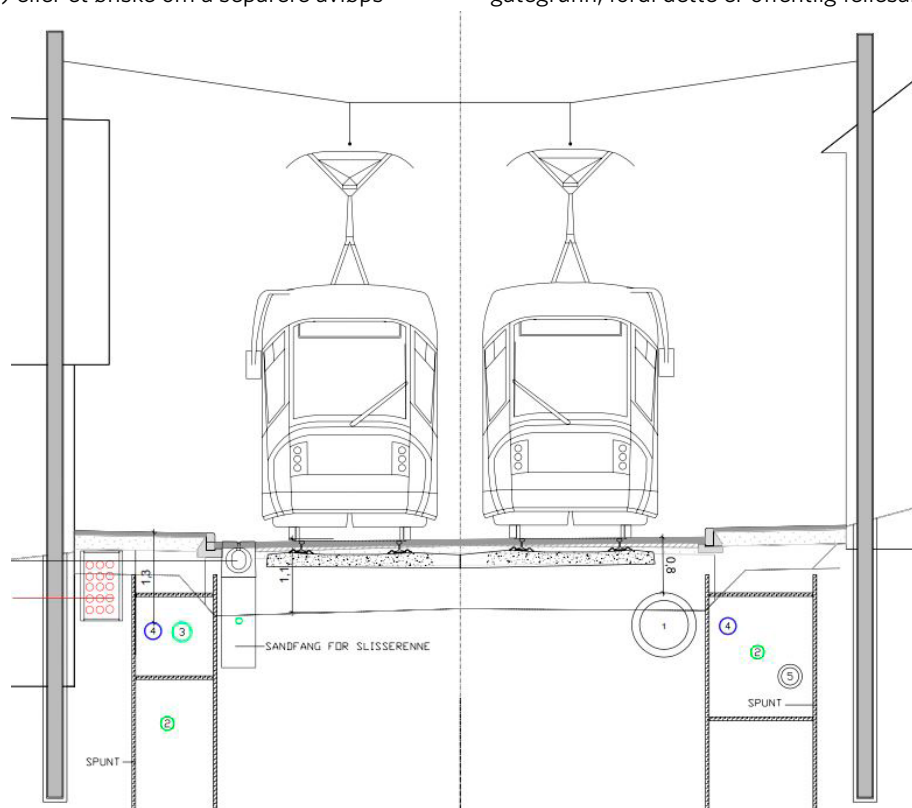
### 5.2.2. Sentrumsområder

I eksisterende sentrumsområder er det mange årsaker til at det blir krevende å sanere eller utbedre eksisterende avløpsanlegg.

Aktuelle problemstillinger er:

- Verna bebyggelse og trange gateløp
- Kamp om plassen i forhold til øvrig infrastruktur som for eksempel veg/bane, fjernvarme/-kjøling
- Geotekniske forhold og/eller høyt grunnvannsnivå
- Problem med tilbakeslag fra eksisterende selvfallsavløpssystem i lavtliggende / flate områder

I byene er de fleste rør og kabler nedgravd i vei- og gategrunn, fordi dette er offentlig fellesareal for slike



Figur 18: Snitt fra prosjekt i Strandgaten i Sandnes. Tegning: Asplan Viak AS



Figur 19: Graving i Nøstegaten i Bergen. Foto: Asplan Viak AS

anlegg. Alternative plasseringsmuligheter finnes som regel ikke. Vi ser at stadig flere systemer må konkurrere om begrenset plass og at samordningsutfordringene øker (Figur 18). Rør og kabler ligger på ulik dybde og er lagt til ulik tid. Systemer som bredbånd, fjernvarme, gass og søppelsug vokser fram i høyt tempo. Ofte er det interessekonflikter mellom de ulike virksomhetene, og det er behov for forbedringer i hvordan infrastruktur-systemene planlegges, bygges, fornyes og vedlikeholdes.<sup>41)</sup>

Etablering av VA-anlegg ved konvensjonell graving (Figur 19) og tilbakeføring av overflaten til opprinnelig standard er kostbart, og anleggsvirksomheten kan ha store konsekvenser for trafikkavvikling og miljø. Det kan derfor ligge betydelige samfunnsmessige besparelser i å samordne infrastrukturen i grunnen på en bedre måte.<sup>42)</sup> Trykkavløpssystem kan i slike tettbygde sentrums-områder bidra til å redusere konfliktnivå og gi et enklere

grøftesnitt på grunn av mindre rørdimensjoner og større fleksibilitet i forhold til plassering av rør både i horisontal- og vertikalnivå.

### 5.2.3. Nye utbyggingsområder

I mange byer og tettsteder er det aktuelt å etablere nye utbyggingsområder for eksempel ved utfylling i sjø eller vassdrag, eller ved å etablere nye utbyggingsområder i areal / områder med spesielle grunnforhold.

I slike områder kan det være krevende å etablere et tradisjonelt selvføllsystem for avløp fordi:

- Det er utfordringer med høyt havnivå og/eller vannstand i vassdrag
- Områdene ofte blir liggende nedstrøms eksisterende kommunale avløpsanlegg
- Områdene ofte blir flate

Trykkavløp kan da være et godt alternativ, fordi det gir større fleksibilitet i forhold til grøftedybde og fall.

41) Ræstad (2008) s. 3.

42) NS 3070 (2015)

## 5.3. Erfaringer med og utredninger om trykkavløp i urbane strøk

### 5.3.1. Skedsmo kommune – bruk av trykkavløp på Lillestrøm

Skedsmo har, som mange andre kommuner, utfordringer med gamle ledninger, fellessystem med overløp til i resipient i nedbørsperioder, mye fremmedvann på grunn av utette skjøter og feilkoblinger, sedimentering i ledninger med stor dimensjon og lite fall, og generelt for liten kapasitet på ledningsnettet sett i forhold til klimaendringer. I følge kommunen vil ikke tradisjonell fornyelse av ledningsnettet kunne møte behovet for byfornyelse og klimautfordringer raskt nok. Eksisterende ledningsnett vil ikke håndtere et 200 års regn etter at dagens sentrumsplaner er realisert. Kommunen har i hovedplan for avløp mål om separering av avløpsnettet og å redusere fremmedvann med 60% innen 50 år.<sup>43)</sup>

Skedsmo kommune mener ut fra en helhetsvurdering av dagens og framtidens VA-systemer, at separeringsstrategien i Lillestrøm bør basere seg på bruk av trykkavløp. Kommunen er allerede i gang med planlegging av separeringstiltak i et pilotområde hvor det legges trykkavløp kombinert med lokal overvannshåndtering. Området ligger like utenfor Lillestrøm sentrum og består av blokkbebyggelse og eneboliger med ca. 2000 personer. Inne i eksisterende DN800 AF hovedavløpsledning er det installert en DN110 PE trykkavløpsledning som er tilkoplest eksisterende pumpeledning. Det forutsettes at alle nye hovedledninger for trykkavløp i området trekkes inn i eksisterende avløpsledninger og ligger fritt uten fiksering. Det blir kun behov for å opparbeide ledningsgrøfter for stikkledninger. Pumpestasjonene for trykkavløp er forsøkt plassert slik at ca. 2 – 4 husstander har felles pumpestasjon, mens hver boligblokk har sin egen stasjon. For det aktuelle området blir det da 37 pumpestasjoner, dvs. i snitt ca. 55 personer pr. pumpestasjon.

### 5.3.2. F&U – masteroppgaver og bacheloroppgaver

#### Masteroppgaven Trykkavløp i urbane områder (Pettersen 2013)<sup>44)</sup>

Masteroppgaven sammenlikner trykkavløp med konvensjonelt selvfallsystem i urban avløpssone med flatt terreng i Lillestrøm. Sonen har et areal på ca. 70 ha og 3400 personekvivalenter, og består av rekkehus, eneboliger, firemannsboliger og enkelte boligblokker. Det er tatt utgangspunkt i eksisterende anlegg der avløp



Figur 20: Utbygging i strandsonen.  
Illustrasjon: Karl Gundersen.

felles-ledninger (AF) er byttet ut med separate spillvannsledninger. Vannledninger og overvannsledninger er ikke tatt med i prosjektet. Det er utført nåverdiberegning av energikostnader og installasjon av anleggene. Forutsetninger: Alle ledninger frostfritt (1,7 m), tilstrekkelig fall med selvrensing, grøftesnitt og kumavstand i henhold til VA-norm.

I masteroppgaven vurderes etablering av et trykkavløps-system hvor spillvann transporteres med selvfalt fra hvert kvartal og samles i såkalte «kvartalspumpestasjoner». Derfra pumpes det videre inn på en trykkavløpsledning som ender i et slippunkt på en hovedavløpsledning med selvfalt. For framtidig bebyggelse kan man tenke seg at spillvannet transporteres til kvartalspumpestasjonene med vakuumpumpe, forutsatt at vakuumpumpe installeres i nybygg. Nødoverløp tillates ikke, og det er derfor behov for utjevningstanker med reservevolum.

43) Opheimsbakken (2017)

44) Pettersen (2013)

Det er satt opp følgende forutsetninger for trykkavløps-systemet i denne masteroppgaven:

- Hver pumpe innenfor et system må kunne pumpe spillvannet helt ut til endepunktet.
- Avløpsmengdens oppholdstid innenfor et system skal ikke overskride et døgn.
- Pumpene skal ha større kapasitet enn maksimal tilrenning ( $Q_{maks}$ ).
- Samlet driftstid for pumpene innenfor et system skal ikke overstige 24 timer.
- Det installeres to pumper i hver pumpestasjon.
- Det skal etableres anlegg for utlufting av hydrogen-sulfid.

Det er foretatt en økonomisk sammenlikning av trykkavløp og konvensjonelt selvfallsystem for den aktuelle avløpssonen. Det er benyttet en nåverdi-beregning, hvor kostnadene er neddiskontert til netto nåverdi over en periode på 40 år med en diskonterings-rente på 4%. Tidspunktet for investeringene er avhengige av anleggstiden og levetid på rør og pumper.<sup>45)</sup>

For grunne grøfter (her: < 2 m) er det anslått en framdrift på 12 m grøft pr dag. For dype grøfter (her: 2-4 m) forutsettes 4 m grøft pr dag. Anleggstiden er satt til 4 år for det konvensjonelle systemet, som har en forventet levetid på 100 år. Anleggstiden for trykk-avløpsystemet har en estimert anleggstid på 2 år og en forventet levetid på 100 år for ledninger og 15 år for kvernpumpene.

Den prosjekterte løsningen for trykkavløp i denne avløpssonen omfatter totalt 77 kvartalspumpestasjoner og ca. 7000 meter ledningsgrøft. Samtlige grøfter har en dybde mindre enn 2 meter. Totale kostnader knyttet til trykkavløpsystemet er ved nåverdibetraktning beregnet til 60,7 mill. kr., dvs. 8670,- kr/m. Av dette utgjør ledningsanlegget 80%, mens kun 1% er energikostnader. Resterende kostnader er knyttet til pumpestasjonene.<sup>46)</sup> I tillegg til investeringskostnadene i anleggsfasen er det forutsatt utskifting av kvernpumper hvert 15. år og en fast årlig energikostnad på ca. kr. 36.000,-.

Det konvensjonelle anlegget er beregnet til en kostnad på kr. 205,4 mill. kr, dvs. 18670 kr/m. Det forutsettes en levetid på 100 år for hele anlegget og at kostnadene tilløper kun ved investeringstidspunktet. Kostnader til drift og vedlikehold er ikke medregnet i dette eksemplet. Ca. 50% av kostnadene er knyttet til grøfter med en

dybde > 4 m, mens grøfter med dybde 2-3 m og 3-4 utgjør ca. ¼ av kostnadene hver.<sup>47)</sup> Det viser at grøftedybden er avgjørende når trykkavløp- og selvfalls-systemer skal sammenliknes.

Vanskelige grunnforhold og behov for spunt og grøfte-kasser vil være avgjørende for differansen mellom de to systemene. I dette eksemplet er det relativt flatt terreng og lave løftehøyder for pumpene i trykkavløpsystemet, noe som gjør at energikostnadene for pumping utgjør kun 1% av de totale kostnadene.<sup>48)</sup>

### Bacheloroppgaven Trykkavløp i urbane områder (Saunders A. m.fl. 2014)<sup>49)</sup>

Bacheloroppgaven omhandler bruk av grunne grøfter og trykkavløp som alternativ metode ved rehabilitering av vann- og avløpsnett på Kongsten i Fredrikstad kommune, hvor eksisterende avløp var fellessystem med sedimentering og gjentatte tilbakeslag i kjellere. Bebyggelsen på Kongsten er frittliggende eneboliger, rekkehus og firemannsboliger, med totalt ca. 1000 personekvivalenter. Det er undersøkt om disse metodene kan ha økonomiske- og miljømessige fordeler, sammenliknet med konvensjonell oppgraving. Studentene har gjort en fullstendig prosjektering av både et tradisjonelt selvfallsystem med ny vannledning og nye separate ledninger for spillvann og overvann i dype grøfter, og av et trykkavløpsystem med ny vannledning og trykkavløpsrør i grunn grøft, samt rehabilitering/ omgjøring av fellesledningen til overvannsledning ved bruk av NoDig-teknikk. Resultatene ble sammenliknet for å finne den mest gunstige løsningen for området.

Anlegget består av en samlet trasélengde for hovedledninger på ca. 4700 m og et antall stikkledninger på 272 stk. (15 m/stk.). For alternativet med konvensjonell graving og utskifting av VA-ledninger er det forutsatt 130 stk. nedstigningskummer og 272 private stake-/ spylekummer. Det vil ikke være behov for pumpestasjoner i dette alternativet. For alternativet med trykkavløp forutsettes at alle frittliggende boenheter får hver sin pumpestasjon med kvernpumpe, som innebærer én felles pumpe for hver firemannsbolig og én felles pumpe for to rekkehus. Ytterst på hvert ledningsstrek installeres kvernpumper med større kapasitet for å øke driftssikkerhet og selvens i trykkavløpsystemet. Eksisterende AF-ledning rehabiliteres og omgjøres til overvannsledning ved en kombinasjon av utblokkning og strømpereovering.

45) Pettersen (2013) s. 65

46) Pettersen (2013) s. II

47) Pettersen (2013) s. 67

48) Pettersen (2013) s. 70

49) Saunders m.fl. (2014)

Den totale anleggskostnaden for alternativet med konvensjonell graving og utskifting er beregnet til ca. 121 mill. kr., hvorav den største andelen er relatert til grøftkostnader. Alternativet med trykkavløp, hvor hver boenhet har hver sin kvernpumpe, er beregnet til ca. 88 mill. kr. Ved å benytte færre og mer effektive kvartalspumper kan anleggskostnadene for trykkavløp reduseres ytterligere.

#### **Masteroppgave Samordning av infrastruktur – Trykkavløp og NoDig-metoder som tekniske løsninger (Molden 2015)<sup>50)</sup>**

Masteroppgaven baserer seg på det store behovet for rehabilitering av VA-ledningsnett de kommende årene, og omhandler bedre samordning av infrastruktur og økt bruk av alternative og mer effektive anleggsmetoder for å øke fornyelsestakten. Oppgaven konkluderer med at trykkavløp etablert med grunne grøfter eller i kombinasjon med NoDig-metoder er gunstig med tanke på trafikkavvikling, fotgjengere, anleggstid, påvirkning på tredjepart, miljø og sikkerhet ved at dype grøfter unngås.

#### **Masteroppgave Trycksatt avloppssystem och självfallssystem i Fredrikstad kommun. En jämförande fallstudie (Dahllöf, 2014)<sup>51)</sup>**

Denne oppgaven er utført i 2014 av en student ved Uppsala universitet. Oppgaven er utført i samarbeid

---

50) Molden (2015)

51) Dahllöf (2014)

med Sweco i Sarpsborg, og omhandler et boligområde i utkanten av sentrum i Fredrikstad. I dette området var det nylig prosjektert et nytt separat selvfallssystem, hvor den gamle AF-ledningen ble skiftet ut. Studenten prosjekterte et trykkavløpsanlegg for samme område og sammenliknet de to systemene i forhold til økonomi, miljø og kapasitet. Planer om fortetting og doubling av antall boenheter i det aktuelle området viste seg å være en avgjørende faktor til fordel for et konvensjonelt system. I utgangspunktet ble trykkavløpssystemet prosjektert med én pumpe pr. boenhet. Det gjorde at konvensjonelt selvfallssystem i dette tilfellet var mer konkurransedyktig i forhold til trykkavløpssystem. Hadde det derimot ikke vært planer om en slik utvidelse, ville trykkavløp ha vært mer konkurransedyktig enn et konvensjonelt selvfallssystem. Ved planlegging av trykkavløp i tilsvarende områder, bør det derfor også vurderes løsninger hvor avløp fra flere boliger samles i felles pumpestasjoner. Det må også nevnes at det aktuelle området har flatt terreng og at det ble akseptert et ledningsfall på kun 5 ‰ for selvfallssystemet. Normalt settes krav om 10 ‰ fall på kommunale hovedledninger. Med 10 ‰ fall ville graveomfang og grøftkostnader økt betraktelig.<sup>52)</sup> Hvorvidt man ser på en samlet løsning for både vann, spillvann og overvann eller kun avløp, er også avgjørende for hvordan slike sammenlikninger slår ut.

---

52) Dahllöf (2014) s. 13

---

## 5.4. utfordringer ved bruk av trykkavløp i urbane strøk

### 5.4.1. utfordringer knyttet til ansvar og eierforhold

En utfordring ved bruk av trykkavløp i urbane strøk kan være at det, både i eksisterende villastrøk og sentrumsområder, allerede er etablert et kommunalt avløpsanlegg. Utbygging i privat regi vil derfor normalt ikke være et alternativ. I nye utbyggingsområder vil det ofte være enklere å etablere et grensesnitt mellom privat og kommunalt anlegg, for eksempel ved etablering av felles private pumpestasjoner for leilighets- eller kontor-/ næringsbygg.

Stikkledninger er normalt huseiers ansvar fram til kommunal hovedledning, jf. Standard abonnementsvilkår for vann og avløp. Ved bruk av trykkavløpssystem må grensesnitt offentlig/privat vurderes spesielt med tanke på framtidig drift og vedlikehold.

Grensen mellom kommunens og abonnentens anlegg er vanligvis i tilknytningspunktet mellom hovedledning og stikkledning, og abonnenten bærer alle kostnader i forbindelse med montering og drift av det private sanitæranlegget, inkl. kostnad til installasjon av kummer, stengeventiler, grenrør etc. Ved bruk av trykkavløp i urbane områder kan man komme til å se at grensesnittet mellom privat og offentlig VA-forsyning endres. I urbane strøk kan det være en fordel med et grensesnitt hvor kommunen eier og drifter trykkavløpssystemet og alt nedstrøms ledningsnett, men andre modeller kan også være aktuelle, jf. kapittel 4.1. Det vises ellers til Norsk Vann-rapport nr. 224 2017 «Eierskap til stikkledninger».<sup>53)</sup>

---

53) Norsk Vann-rapport nr. 224 (2017)

I pilotprosjekt for trykkavløp i Lillestrøm har Skedsmo kommune sett at det kan være en utfordring ved dagens grensesnitt med privat eierskap fram til hovedledning. Kommunen konkluderer så langt med at stikkledninger må inngå i prosjektet fram til husvegg, og at kommunen må ha ansvaret. Det vurderes om det i framtiden bør være offentlig eierskap fram til husvegg, om kostnadene til stikkledningene skal fordeles på beboerne som anleggsbidrag, og muligheter for «finansieringspakker» for månedlig tilbakebetaling over en avtalt tidsperiode.<sup>54)</sup> Eierskap fram til eiendomsgrense kan også være en aktuell løsning.

#### 5.4.2. utfordringer knyttet til drift og vedlikehold Strømbrydd

Strømbrydd vil være kritisk på anlegg med pumpestasjoner, da disse vil slutte å fungere. Ved strømbrydd på et selvfallssystem vil eventuelle problem oppstå ved de store oppsamlende pumpestasjonene, der urensset kloakk kan gå i overløp til resipient. Strømbrydd på trykkavløpssystem vil medføre at pumpesumpen ved hver enkelt bolig fyller seg opp.

I urbane strøk vil det være liten sannsynlighet for langvarige strømbrydd, men med hensyn på hygieniske forhold kan konsekvensene i et trykkavløpssystem bli mer alvorlige i urbane strøk enn i spredtbygde strøk. Normalt er ikke pumpestasjoner i et trykkavløpssystem konstruert for overløpsdrift ved pumpestans som følge av strømbrydd. Dersom nødvendig reservevolum ikke er oppnåelig så bør det i urbane strøk vurderes om pumpestasjonene i et trykkavløpssystem kan gå i overløp ved langvarige strømbrydd, slik at en viss avløpsdrift kan opprettholdes. Tilførsel av avløpsvann kan i prinsippet begrenses ved at vannforsyningen også koples ut ved strømbrydd, men dette vil være kritisk, spesielt i urbane strøk, hvor det kan være liten tilgang til alternative muligheter. Vannforsyningen bør derfor opprettholdes uavhengig av om trykkavløpssystemene er i drift.

Normalt vil pumpene starte automatisk når strømforsyningen er reetablert. Dersom mange pumpestasjoner starter samtidig innenfor et avgrenset område, så kan det medføre problem i forhold til kapasiteten på strømnettet.

#### Plassering av pumpestasjoner og stikkledningskummer

Plassering av pumpestasjoner og samle-kummer for stikkledninger kan være utfordrende, spesielt i sentrumsområder, hvor det er mange forhold som må tas hensyn til. Det er viktig med gode nok adkomstmuligheter og tilgjengelighet for drift og vedlikehold av stasjoner og kummer også på vinteren. Plassering av pumpestasjoner og stikkledningskummer må også tilpasses planlagte stikkledninger og eksisterende infrastruktur, bygg og konstruksjoner. I tillegg kan det være utfordringer med plassering i forhold til privat- og offentlig grunn.

#### 5.4.3. utfordringer knyttet til framtidig utbygging og fortetting

I de fleste byer og tettsteder er det mål om å fortette og øke urbaniseringsgraden både i randsonene, langs kollektivakser og i sentrumsområder. Enkelte hevder at et trykkavløpssystem vil være mindre fleksibelt enn et konvensjonelt selvfallssystem når det gjelder å ta høyde for framtidig utbygging og fortetting. Man tenker da på at et konvensjonelt selvfallssystem kan fungere godt selv om det er dimensjonert med overkapasitet, mens et trykkavløpssystem i større grad må tilpasse pumpekapasitet i forhold til rørdimensjon for å unngå driftsproblemer. Trykkavløp vil derimot ha større fleksibilitet i forhold til et selvfallssystem når man trekker inn varierende terrengforhold med hensyn på topografi. Et trykkavløpssystem vil kunne ha nødvendig fleksibilitet også til fortetting, men dette forutsetter at systemet dimensjoneres riktig. Det vil si at systemet kan dimensjoneres med noe overkapasitet med tanke på økt antall tilknytninger, men samtidig ivareta hensynet til selvsrens og stabil drift.

---

54) Opheimsbakken (2017)



Figur 21: Kvartalspumpestasjon i byområde. Illustrasjon: Karl Gundersen.

## 5.5. Muligheter ved bruk av trykkavløp i urbane strøk

Tom A. Karlsen, Cowi:

Den teknologiske utviklingen innen VA vil antakelig, med bakgrunn i de utfordringer som ligger i urban infrastruktur, gå i retning av grunnere og mer kompakte VA-grøfter, mer avanserte NoDig-løsninger, høyere ledningstrykk kombinert med mindre rørdimensjon, flere små og automatiserte pumpestasjoner osv.<sup>55)</sup>

Trykkavløp kan benyttes i sammenheng med rehabilitering, separering eller utskifting av eksisterende ledningsnett. Eksisterende ledningsnett kan utnyttes for eksempel ved at avløp felles-ledninger (AF) gjøres om til et overvannssystem og abonnentene tilknyttes

trykkavløpssystem. Ved utskifting av en kommunal vannledning kan trykkavløpsledning legges i samme grøft, som et alternativ til etablering av selvfallssystem på samme strekning. Trykkavløpssystem kan også etableres ved bruk av NoDig-metoder.

Løsninger fra trykkavløpssystem i spredt bebyggelser kan likevel ikke kopieres direkte til urbane strøk. Det må gjøres tilpasninger og utvikles nye løsninger for å tilpasse trykkavløpssystem til eksisterende infrastruktur og utfordringer i urbane strøk.

55) Karlsen Tom A. (2015)

### 5.5.1. Pumper og pumpestasjoner - nye løsninger og muligheter

Bruk av trykkavløp i urbane strøk vil avhenge av at det skjer en utvikling innenfor pumpeteknologi og utforming av prefabrikkerte nedgravde stasjoner som kan betjene samlinger av eneboliger / rekkehus i villastrøk, kvartal i sentrumsområder og leilighetsbygg / næringsbygg i nye utbyggingsområder.

Øystein Arctander Pettersen har i sin masteroppgave «Trykkavløpssystem i urbane områder» beskrevet kvartalspumper som et alternativ til separate pumper for hver bolig / hvert bygg i urbane områder. Implementering av trykkavløp i urbane strøk forutsetter ifølge Pettersen at kommunene eier og drifter pumpestasjonene. Da vil det være en fordel med kvartalspumpestasjoner, som vil gi færre driftspunkt enn separate pumpestasjoner for hvert bygg.

#### Pumpeteknologi

I urbane strøk må det være en forutsetning for installering av trykkavløp at abonnentene ikke pålegges andre restriksjoner i forhold til bruk av avløpsnettet enn øvrige abonnenter tilknyttet et ordinært selvfølgelig avløpssystem. Av den grunn er det avgjørende å ta i bruk ny pumpeteknologi som gir robuste og driftssikre løsninger. For å ha nytte av fordelene i et trykkavløpssystem, med små dimensjoner, høye trykk på pumpene, kombinert med små vannmengder, mulighet til å følge terrenget osv., vil det være behov for kverning av avløpet.

Ny pumpeteknologi med såkalte selvensende pumpehjul kan erstatte pumper med kvernfunksjon i et trykkavløpssystem, men det forutsetter at det brukes større rørdimensjon enn i trykkavløpssystem der det er installert pumper med kvern. Eventuelt kan det kombineres med kvernpumper i for eksempel oppsamlings- / overføringsstasjoner, hvor mengden er blitt såpass stor at dette egner seg bedre. Det må da tas hensyn til at løftehøyden også må være mindre, som på konvensjonelle anlegg. Pumper uten kvernfunksjon klarer ikke så små dimensjoner og / eller lange strekk som med kvernpumpene, men kan i stedet oppnå større kapasitet.

#### Pumpestasjonen

Trykkavløp i urbane strøk innebærer at det i en avløpsone etableres flere pumpestasjoner som skal pumpe inn på en felles pumpeledning. Disse stasjonene må kunne plasseres slik at de er tilgjengelige for drift og vedlikehold. Siden det er begrenset plass så forutsettes det at pumpestasjoner i trykkavløpssystem i urbane strøk bygges uten overbygg.

Plassering av pumpestasjonene vil også innvirke på dybden på stikkledningene fra den enkelte husstand. Avhengig av eventuelle sanitærinstallasjoner i kjeller, kan stikkledningene vurderes tatt ut gjennom kjellervegg og legges grunt.

#### Egenskaper for en kvartalspumpestasjon:

- Bygges uten overbygg
- Må ha tilstrekkelig utjevnings- og reservevolum tilpasset antall PE tilkoplede, eller eventuelt mulighet for nødoverløp til overvannssystem, vassdrag eller sjø
- Utstyres med 2 pumper
- Tilkobles kommunalt vann og sikres mot tilbakeslag
- Kan plasseres slik at det er enkel tilgang for drift og vedlikehold, med mulighet for å heise opp pumpene for vedlikehold / utskifting
- Utstyres med automasjon som kan kobles opp mot VA-verket sin driftsovervåking

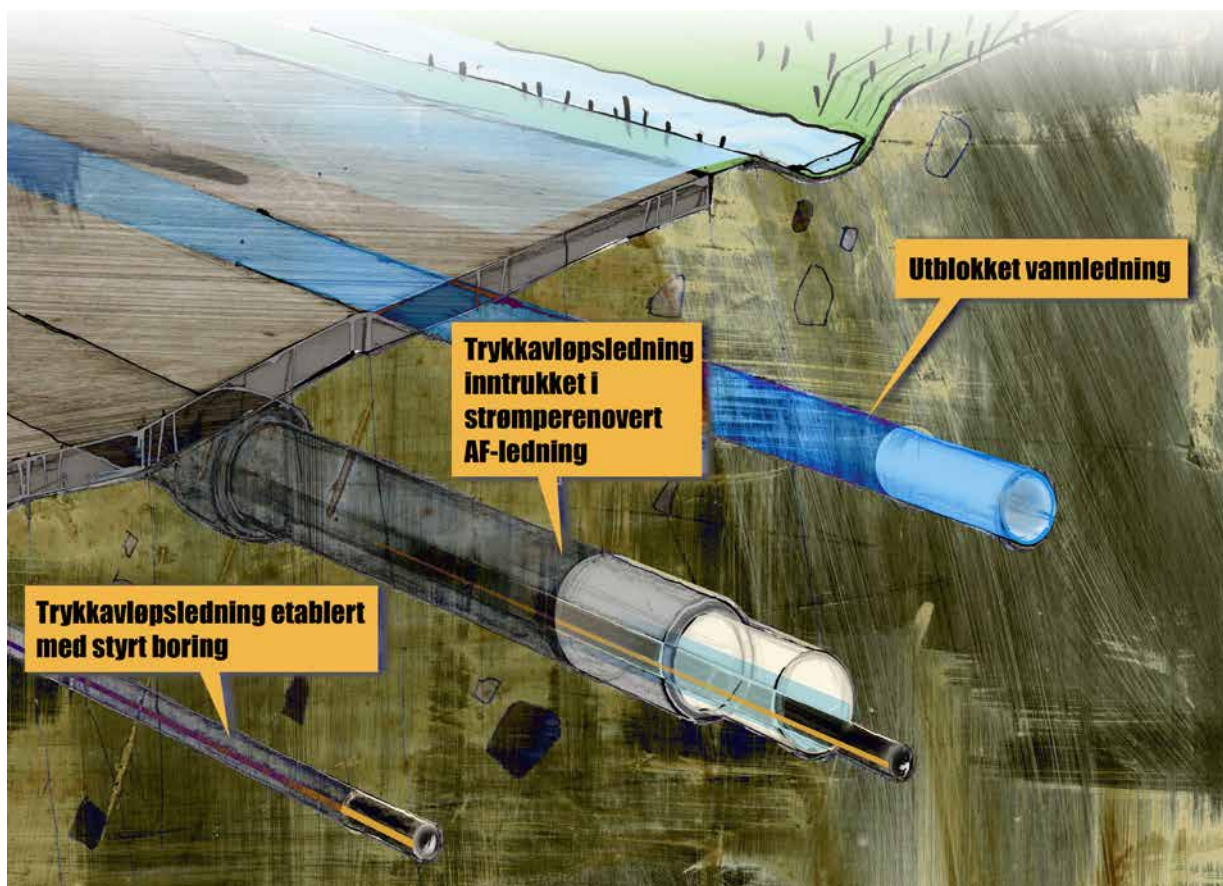
For å få økt bruk av trykkavløpssystem i urbane strøk, bør det utvikles en standardisering i form av en kommunal norm eller et VA/Miljø-blad for prefabrikkerte løsninger av typen kvartalspumpestasjoner, - på samme måte som for de såkalte «villa-pumpestasjonene» som er brukt i trykkavløpssystem i spredtbygd strøk.

### 5.5.2. Bruk av NoDig i kombinasjon med trykkavløp

NoDig-metoder er en fellesbetegnelse på teknikk for fornyelse av gamle VA-ledninger, eller etablering av nye VA-ledninger, med ingen eller minimal graving. Metodene benyttes der graving er kostbart, er samfunnsmessig uakseptabelt, eller rett og slett umulig som følge av eksisterende bygningsmasse eller infrastruktur, dybde eller grunnforhold. NoDig er benyttet i Norge siden 1960-70 tallet, og teknikken har siden den gang hatt en formidabel utvikling både når det gjelder utstyr og kompetanse.

Det skiller hovedsakelig mellom NoDig-metoder der man tar utgangspunkt i eksisterende rør og der man etablerer ny trase. Ved rehabilitering / fornyelse av eksisterende rør velges metode avhengig av tilstanden på det gamle røret og kravet til resultat. Det kan for eksempel være aktuelt å renovere eksisterende AF-ledning ved hjelp av strømpereovering når denne skal brukes som overvannsledning. Ved etablering av ny trasé velges metode avhengig av grunnforhold og krav til nytt rør.<sup>56)</sup>

56) VA/Miljø-blad nr. 90



Figur 22: Etablering av trykkavløpsledning ved bruk av NoDig-metoder, i sammenheng med rehabilitering av vannledning og lokal overvannshåndtering. Illustrasjon: Karl Gundersen.

De mest aktuelle metodene for etablering av trykkavløpsrør med bruk av NoDig-metoder, vil være boring i fjell eller løsmasser, innføring av nytt rør i eksisterende ledning eller utblokkning av eksisterende ledning med innføring av nytt rør. Ved innføring av rør for trykkavløp kan disse leveres på kveil, og en trenger derfor ikke å legge ut rørene som skal føres inn. Dette gir en god fleksibilitet ved innføringsgropa.

Etablering av trykkavløp i urbane strøk forutsetter ofte alternativ overvannshåndtering, ved at overvannet disponeres lokalt på overflaten i åpne renner, infiltrasjon og fordrøyning på grøntarealer. Selv om det praktiseres alternativ overvannshåndtering, hvor takvann og annet overvann ledes på terreng, er det ofte behov for en overvannsledning som ligger dypt. Denne skal betjene drensledninger fra eksisterende hus med kjeller, drenering av vannkummer og vann fra gatesluk. Dersom det ligger til rette for det, kan eksisterende AF-ledning strømperenoveres og gjøres om til overvannledning. Deretter kan trykkavløpsledningen trekkes gjennom den renoverte AF-ledningen, alternativt at det etableres en egen trasé ved styrt boring (Figur 22).

### Boring i fjell og løsmasser

Ved boring kan det etableres rør med små terreng-inngrep i store dybder og med vanskelige grunnforhold. Ved retningsstyrt boring i løsmasser etableres et nytt rør i jomfruelige løsmasser ved styrt framføring av stålstring og opprømming/direkte inntrekking av nytt rør. Metoden kan med fordel benyttes i verna områder, bymiljø og boligområder, under elver, veier og jernbaner, på store dyp og i myrområder. Ved innføring av trykkavløpsledning eller varerør for trykkavløp vil kravet til nøyaktighet være mindre enn ved etablering av selvfalsledning med krav til minimumsfall. For trykkavløp holder det ofte med små stikkprøver og lokalkunnskap om grunnforholdene. Ved spesielt utfordrende grunnforhold kan det utføres prøveboring med pilotstring. Standard rørdimensjoner for styrt boring er fra 32 mm til 1200 mm og borelengder kan variere fra noen få meter til opp mot 1000 meter. Det er mulig å styre både horisontalt og vertikalt.<sup>57)</sup>

57) Olimb, Øystein (2015)

Ved boring i fjell eller kombinasjonsmasser bores et hull direkte, eller boring og fortløpende innføring av stål varerør, for innføring av nytt rør. Fjellboring utføres ved en borstreng påmontert en fjellborekrone, og borelengder kan variere mellom 10 - 600 m.<sup>58)</sup> Det har vist seg at PE-rør er et godt egnet produkt for innføring i borehull, med alle sine varianter av trykklasser, utvendige beskyttelseskapper og helsveiset løsning uten skjøter.

Ved utfordrende grunnforhold med kombinasjon av fjell og løsmasser, og innslag av stein kan det benyttes AT-boring («all-terrain»-boring), som er en videreutvikling av tradisjonell styrt boring, og hvor det benyttes en rulleborkrone som maler opp stein og harde masser.<sup>59)</sup>

### Rørinnføring

Ved metoden rørinnføring kan trykkavløpsledninger trekkes direkte inn i eksisterende avløpsledninger. Dette kan være aktuelt for eksempel i tilfeller hvor avløpet separeres og overvannet håndteres lokalt, slik at den gamle AF-ledningen kan benyttes for inntrekking av trykkavløpsledning. Det vil også være mulig å utnytte eksisterende AF-ledning som fortsatt er i drift. I følge pilotprosjektet i Skedsmo kommune (jf. kapittel 5.3) vil inntrekking ha liten betydning for kapasiteten på den eksisterende ledningen.<sup>60)</sup> Helsveiset PE-ledning, enten levert i rette lengder eller på kveil, trekkes inn med vinsj. Gravebehovet er redusert til stikkledningstilkoplinger, innføringsgrop og mottaksgrop, eventuelt at nytt rør trekkes inn i eksisterende nedstigningskum.<sup>61)</sup>

Dersom AF-ledninger benyttes som varerør for inntrekking av trykkavløpsrør, så må man grave relativt dypt ned på hvert grenrør på eksisterende AF for å etablere grenrør på trykkavløpsledningen.

Dersom eksisterende AF-ledning også skal være i drift etter at pumpeledningen er trukket inn, så vil det være en ulempe med tanke på framtidig spyling og rørinspeksjon. Dette må også tas hensyn til når denne metoden vurderes.

### Utblokking

Ved utblokking blokkeres det gamle røret ut med et konisk utblokkerhode av stål, eventuelt med skjærekniver, påmontert nytt rør for fortløpende innføring. Normalt benyttes hydraulisk utblokking med trekkstenger

mellom utblokkerhodet og trekkeaggregat i mottaksgropa. Det benyttes PE-ledning, som enten sammenveises til en kontinuerlig lengde før innføring eller helsveiset PE-ledning levert på kveil.<sup>62)</sup> Ved utblokking kan eksisterende rørdiameter oppdimensjoneres betydelig. Man kan også blokke ut stikkledninger av mindre dimensjon, som kan være aktuelt for etablering av trykkavløp. Det kan trekkes med flere ledninger av ulik dimensjon samtidig, og trykkavløp kan være en av disse. Man kan også tenke seg tilfeller hvor vannledningen rehabiliteres ved utblokking mens trykkavløpsledningen etableres ved inntrekking eller boring. Maksimal lengde på en utblokking er ca. 220 meter, og det er strekkrefter i PE-materialet som kan være den begrensende faktoren. Under gunstige forhold kan et ledningsstrekke på 100-200 meter blokkeres på én dag.<sup>63)</sup>

Ved utblokking av eksisterende AF-ledning i samme grøft som vannledning, er det viktig at avstand og grunnforhold undersøkes på forhånd, for å unngå skade på vannledningen. Prosjektering med NoDig-metoder krever generelt gode forundersøkelser og vurdering ut fra beliggenhet og grunnforhold.

### Strømperenovering

Ved strømperenovering føres det inn en fleksibel foring i et eksisterende rør. Foringen er basert på glassfiber eller epoksy impregnert med en herdende harpiks. Foringen trykkes slik at den legger seg ut mot eksisterende rørvegg og herdes på stedet.<sup>64)</sup> Det kan være aktuelt å strømperenovere en AF-ledning i tilfeller hvor den gjøres om til en ren overvannsledning, og trykkavløpsledning enten trekkes inn i den gamle AF-ledningen eller etableres ved styrt boring eller på annen måte.

#### 5.5.3. Bruk av varerør

For å sikre en god samordning av ledninger i grunnen skal det benyttes en bestemt prosedyre hvor de ulike ledningseiere og kabelaktører informerer hverandre og eventuelt samarbeider om aktuelle fellesføringer når et anlegg skal etableres.<sup>65)</sup> Man kan da tenke seg en praksis hvor det legges med ekstra varerør / trekkerør for framtidig utnyttelse til for eksempel trykkavløpsrør når nye kabler eller ledninger etableres. Det kan for eksempel være aktuelt i sentrumsområder for å ta høyde for framtidig fortetting eller ombygging av bygg eller kvartal.

58) VA/Miljø-blad nr. 90

59) Holland Boring AS (2014)

60) Opheimsbakken (2017)

61) VA/Miljø-blad nr. 90

62) VA/Miljø-blad nr. 90

63) Båsum, D.E. (2015)

64) VA/Miljø-blad nr. 90

65) NS 3070 s. 25

Av hensyn til framtidig utskifting og sikkerhet ved lekkasje kan det være fornuftig å legge trykkavløpsrør i varerør. I henhold til NS 3070 skal VA-ledninger i utgangspunktet være tilgjengelige for reparasjon eller ny tilknytning på et vilkårlig punkt, uten fare for at nærliggende anlegg og konstruksjoner skades ved nødvendig graving. Slike krav kan fravikes ved bruk av varerør. Det forutsetter imidlertid at nødvendige arealer båndlegges i hver ende slik at framtidig graving, trekking og reparasjon kan utføres.<sup>66)</sup> Det er spesielt gunstig med varerør der trykkavløpsledning blir liggende lite tilgjengelig for utskifting under hovedveier, elver o.l.

#### 5.5.4. Grunne grøfter i urbane strøk

I områder med god plass og enkle grunnforhold anbefales det å legge trykkavløpsrør på frostfri dybde. I urbane strøk vil det likevel ofte være aktuelt å bruke

66) NS 3070 s. 7

grunne grøfter på grunn av smale gateløp, konflikt med annen infrastruktur, høy grunnvannstand eller dårlige grunnforhold. Ved etablering av trykkavløpsledninger ved graving av grunne grøfter legges enten pre-isolerte ledninger med varmekabel, isolasjonskasser eller frostsikring med plater av ekstrudert polystyren. Et annet alternativ er å isolere rundt rørene med Glasopor. Dette er en type skumglass bestående av 20 % glass (resirkulert glasseballasje) og 80 % luft, som med sin lave romvekt (180 kg/m<sup>3</sup>) er lett å legge ut med enkel anleggsteknikk.<sup>67)</sup>

Isoleringsskåler rundt trykkavløpsledningen kan også benyttes. Dette, kombinert med plateisolasjon, gir en ekstra god isolasjon.

67) Glasopor (2017)

## 5.6. Økonomi

Flere faktorer har betydning ved vurdering av økonomi i et trykkavløpsanlegg sett i forhold til et konvensjonelt selvfalssystem:

- Anleggskostnader
- Framdrift / gjennomføringstid for anleggsarbeid
- Driftskostnader
- Levetid og avskrivning
- Samordning med annen infrastruktur

Nacka kommune i Sverige gjennomførte i 2012 en studie for å sammenlikne trykkavløp med konvensjonelt selvfalssystem<sup>68)</sup>. Studiet omfattet også en vurdering av

68) Nacka kommun (2012)

økonomiske faktorer. Hovedkonklusjonen fra studiet var at selvfalssystemet er mer konkurransedyktig når det gjelder anleggskostnader jo tettere bebyggelsen er. Studiet fra Nacka kommune viste også at forskjellen i kostnader for trykkavløp lagt på frostfri dybde i forhold til grunne grøfter var marginal. Med tanke på energiforbruk i anleggsfasen og for materialbruk så er selvfalssystem mindre gunstig enn trykkavløpssystem. I driftsfasen er det trykkavløp kombinert med grunne grøfter og frostsikring som gir høyest energiforbruk og -kostnader, jf. tabell 7. De ulike faktorene er gradert med farger, hvor grønt er best, gult er middelse og rødt er dårligst.

Tabell 7: Enkel sammenlikning av selvfalssystem og trykkavløp mht. ulike aspekter.

Aspekt	Selfalssystem	Trykkavløp grunt	Trykkavløp dypt
Investeringskostnad			
Drift og vedlikehold			
Årlig kapitalkostnad - spredtbygd strøk			
Årlig kapitalkostnad - tettbygd strøk			
Levetid			

Pettersen har i masteroppgaven «Trykkavløpssystem i urbane områder» vurdert økonomien ved bygging av trykkavløpssystem og konvensjonelt selvfallssystem i en avløpssone i Lillestrøm. Hovedkonklusjonen fra denne oppgaven er at det kan være store besparelser knyttet til å bruke trykkavløp i urbane strøk (ca. 40% mindre kostnader for den aktuelle avløpssonen). Besparelsene er i hovedsak på rimeligere grøftkostnader for trykkavløp i forhold til et konvensjonelt selvfallssystem.

I flate områder, der det eventuelt blir behov for spunting av grøfter for selvfall, vil det ofte være økonomisk gunstig å bygge et trykkavløpssystem sammenliknet med å grave ned et selvfallssystem for spillvann.

### 5.6.1. Anleggskostnader

Den viktigste økonomiske fordelene med trykkavløpssystem sett i forhold til selvfallssystem er

- Redusert grøftedybde
  - Ledninger i trykkavløpssystem kan følge terrenget både horisontalt og vertikalt, enten i grunne grøfter eller på frostfri dybde
  - Tilkoplingspunkt for stikkledninger er uavhengig av dybde på grøft
  - Redusert krav til sikring og avstivning av grøft
  - Mindre istandsetting av overflate
- Større fleksibilitet i forhold til plassering av trasé
  - Trykkledninger er uavhengig av plassering i grøft og kan i større grad tilpasses øvrig infrastruktur og ledningsanlegg
  - Trykkavløp har mindre ledningsdimensjon og mindre behov for kummer

Dette gir reduserte kostnader for utførelse av grøftearbeid for trykkavløp kontra selvfallssystem. Størrelsen på besparelsen vil avhenge av hva som skjer ellers i grøfta og hvor dype grøfter et eventuelt selvfallssystem vil kreve for samme grøftelengde.

### 5.6.2. Framdrift og gjennomføringstid for anleggsarbeid

Redusert grøftedybde og et enklere / mer kompakt grøftesnitt gir også grunnlag for raskere framdrift og kortere gjennomføringstid for utførelse av et trykkavløpssystem sett i forhold til et konvensjonelt selvfallssystem. Dette har betydning for anleggs- og anbuds-kostnaden for selve anleggsarbeidet, og gir i tillegg en samfunnsøkonomisk gevinst for de som er berørt av anleggsarbeidet.

### 5.6.3. Drift

Driftskostnader for et trykkavløpssystem utover strømkostnader oppstår ved reparasjon og eventuelt utskifting av pumper, el-skap og varmekabel.

Dersom vi forutsetter at kommunen tar ansvar for drift og vedlikehold av pumpestasjonene i trykkavløpssystem i urbane strøk, så må kommunen også ta høyde for dette ved beregning av årlige utgifter til drift i selvkostregnskapet.

### 5.6.4. Levetid og avskrivninger

Kommunale VA-anlegg prosjekteres og bygges ut i fra en forventet levetid på 100 år. Ved beregning av selvkost og gebyr for kommunale VA-anlegg legges det normalt til grunn en levetid på 40 år for ledningsnett, 20 år for pumpestasjoner og 10 år for utstyr, jf. H-3/14 Retningslinjer for beregning av selvkost for kommunale betalingstjenester.<sup>69)</sup>

Et trykkavløpssystem vil derfor i utgangspunktet ha kortere levetid enn et konvensjonelt selvfallssystem på grunn av større andel pumpestasjoner og annet «utstyr».

Elektriske installasjoner og varmekabler er også komponenter som må forventes å ha en kort levetid sett i forhold til for eksempel rør og pumpestasjoner. Trykkavløpssystem med grunne grøfter er dermed den minst gunstige løsningen med tanke på levetid, - sett i forhold til trykkavløp med dype grøfter.

Ved vurdering av økonomi for trykkavløp sett i forhold til selvfallssystem må det derfor tas høyde for reinvestering i nye pumper i løpet av samlet forventet levetid. Antall pumper i et trykkavløpssystem vil av den grunn ha stor betydning i forhold til om trykkavløp kan bli et konkurransedyktig alternativ til selvfallssystem i urbane strøk. Det vil derfor være avgjørende å utvikle gode standardiserte løsninger for «kvartalspumpestasjoner» som kan betjene kvartal eller større grupper av hus.

### 5.6.5. Samordning med annen infrastruktur

I forhold til et selvfallssystem så vil et trykkavløpssystem være enklere å samordne med annen infrastruktur (el, fiber, fjernvarme/-kjøling, buss-sug), på grunn av større grad av fleksibilitet i forhold til grøftedybde og ledningstraséer.

Normalt kreves horisontal avstand på 2 m mellom VA-ledning og annen infrastruktur for mulighet til å kunne grave ned på ledningen for reparasjoner. Ved bruk av grunne grøfter bør en kunne gå vesentlig ned på dette kravet.

69) Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2014)

God samordning av infrastruktur i grunnen kan gi store besparelser for samfunnet, og er bakgrunnen for at det er utarbeidet en egen Norsk Standard for samordning av ledninger i grunnen (NS 3070).

---

## 5.7. Anbefalinger for videre arbeid med trykkavløp i urbane strøk

Trykkavløp i urbane strøk gir nye muligheter spesielt i kombinasjon med NoDig-metoder og alternativ overvannshåndtering. Det er likevel en del problemstillinger som må vurderes nærmere og som tilsier at løsningene fra trykkavløpssystem i spredt bebyggelse ikke nødvendigvis kan kopieres og tas i bruk i urbane strøk.

En hovedkonklusjon er at antall pumpestasjoner i trykkavløpssystem i urbane strøk må reduseres for at trykkavløpssystem skal være økonomisk bærekraftig sett i forhold til konvensjonelt selvføllssystem. Det vil være avgjørende å utvikle gode løsninger for felles pumpestasjoner som kan betjene kvartal eller større områder. Da kan trykkavløp være et godt alternativ ved sanering og utbygging av avløpsnett i urbane strøk.

### **For å komme videre med bruk av trykkavløp i urbane strøk bør det jobbes med:**

- Utvikling av tekniske løsninger
  - Standardisering og utvikling av «kvartalspumpestasjoner».
    - Vurdere bruk av pumpeteknologi uten kvernfunksjon
    - Vurdere tiltak og løsninger for magasinering eller nødoverløp fra pumpestasjonene
  - Videreutvikle og ta i bruk ny teknologi innen automasjon for overvåking og styring av pumpestasjoner og varmekabler.
  - Gjennomføre flere pilotprosjekt for å teste ut løsninger for trykkavløp kombinert med eksisterende ledningsanlegg og NoDig-metoder.
  - Vurdere tekniske løsninger for pumpestasjoner og ledningsnett som kan gi større fleksibilitet i forhold til kapasitet til å håndtere framtidig fortetting.
- Ansvar og eierforhold
  - Grensesnitt for ansvars- og eierforhold må avklares i forhold til sanitærreglement og gebyrforskrift.
  - Samordning med andre etater (el. FV/FK, boss-sug, fiber) – legge til rette for større grad av fleksibilitet i forhold til framtidige løsninger for sanering av ledningsnett.

# 6. Vedlegg: Modeller for planlegging og bygging av trykkavløpsanlegg – eksempler fra noen kommuner

## 6.1. Aremark kommune

Basert på presentasjon på Norsk Vann Fagtreff 8.2.2017, «Trykkavløp i Aremark og Marker», ved Gro Gaarder avd. ingeniør VA, Marker, Aremark og Rømskog kommuner.

<b>Utbygging</b>	<p>Med bakgrunn i forurensningssituasjonen i Haldenvassdraget ble det i 2008 sendt ut pålegg om oppgradering / utbedring av private avløpsanlegg i deler av kommunen. Dette medførte mye støy og negative tilbakemeldinger. Politikerne vedtok derfor at det skulle lages en utredning med sikte på utbygging av kommunalt avløpsnett også i spredt bebyggelse. Totalt skal 650 abonnenter knyttes til det nye kommunale nettet, - av dette ca. 350 hytter og 300 fastboende. Opprinnelig skulle utbyggingen gjennomføres i løpet av 12 år, men i vedtak om oppstart (2013) ble dette endret til en gjennomføringstid på 4 år.</p> <p>Det bygges en kommunal hovedledning der traseen legges lik at påkoblingspunkter kan etableres der det er «best for flest». For hyttefelt etableres det et påkoblingspunkt til kommunal hovedledning. Alle hytter har samme type pumpestasjon for å gjøre det enkelt å skifte og vedlikeholde. Det kommunale ledningsnettet legges frostfritt.</p> <p>Kommunen kan pålegge abonnentene som skal koble seg til trykkavløpssystemet en kostnad på inntil 2 G. 1 G = grunnbeløpet i Folketrygden som pr. 2016 er kr 90.068,-. Dette gjelder både for fastboende og hytter med innlagt vann, og skal dekke alle kostnader fra hovedledning til husvegg inkludert pumpestasjon. I tillegg kommer tilknytningsavgift for vann og avløp.</p> <p>Utbyggingen av trykkavløp ble gjennomført som totalentreprise, - dvs at entreprenøren påtok seg både prosjektering og utførelse inkludert innkjøp av pumpestasjoner.</p> <p>Entreprenør ble valgt i mars 2014. Are Anlegg er totalentreprenør med Pöyry som rådgiver, Skandinavisk kommunalteknikk (SKT) leverer pumpene og er ansvarlig for dimensjonering av rørledningene.</p> <p>Arbeidet med trinn 1 og 2 pågår og ferdigstilles i løpet av 2017. 4 store hyttefelt med totalt 200 – 250 hytter er tilkoblet. De ulike hyttefeltene er organisert gjennom egne VA-lag. I tillegg er ca. 100 fastboende tilkoblet. Trinn 3 og 4 gjennomføres i løpet av 2017/2018.</p>
<b>Erfaringer</b>	<p>Interessen for tilkobling har økt etter hvert, og det er vedtatt å utvide utbyggingen slik at flere kan koble seg til innenfor en økonomisk ramme på inntil 2G. Dette medfører en økning på kr. 800,- i året på de kommunale avgiftene. Praktiseringen av «2G» - grensen har vært utfordrende. Politikerne må involveres i valg av modell for utbygging og finansiering.</p> <p>Valgt utbyggingsmodell har skapt debatt i Aremark, - spesielt dette at kommunen pålegger hver abonnent å kjøpe en bestemt pumpe via valgt entreprenør og at abonnentene må stå som eier og ansvarlig for drift av egen pumpestasjon. Den «usosiale» profilen ved at noen betaler mer enn andre avhengig av lengde på stikkledning, har også vært gjenstand for mye diskusjon.</p>

---

## 6.2. Marker kommune

Basert på presentasjon på Norsk Vann Fagtreff 8.2.2017, «Trykkavløp i Aremark og Marker», ved Gro Gaarder.

<b>Utbygging</b>	<p>I Marker kommune er det vedtatt en kostnadsgrense på kr. 100.000,- pr husstand. I tillegg kommer tilknytningsavgift og kostnader knytta til graving og rør fra bolig til pumpestasjon.</p> <p>Marker kommune la pumpestasjoner ut som eget anbud høsten 2013. Xylem ble valgt som leverandør.</p> <p>Ledningstrase ble prosjektert av VA-ingeniør i Marker kommune, men kontrollert av pumpeleverandør. Graving av ledningstrase, inkludert nedsetting av pumpestasjon, for trykkavløp ble sendt ut på anbud våren 2014. Kjell Harlem AS (Are Anlegg) ble valgt som entreprenør.</p> <p>Endelig trasevalg ble gjort i samarbeid med grunneiere, graveentreprenør og kommune undervegs i anleggsarbeidet.</p> <p>Marker kommune eier ledningsnettet til og med pumpestasjon på hver eiendom. Kommunen har ansvar for drift og vedlikehold av ledningsnett og trykkavløpspumper på lik linje med øvrig kommunalt VA-nett. Det er krav om installering av vannmåler.</p> <p>Pumpestasjonene har gsm-varsling på samme måte som øvrige pumpestasjoner i kommunen. Ved feil går alarmen til den kommunale VA-vakten.</p>
<b>Erfaringer</b>	<p>Anlegget har pr februar 2017 vært i drift i over 1 år (siden oktober/november 2015), og det har ikke vært rapportert om feil av betydning. Tilbakemelding fra brukerne er at de er fornøyde. Erfaringene ellers er at det er viktig å snakke med grunneierne om valg av trase før anbudet sendes ut. Det bør avholdes informasjonsmøte både med grunneiere og abonnenter for å informere om trasevalg og kostnader. Det er viktig med politisk forankring, deltakelse og engasjement. Trekkerør for fiber og mulighet for kommunalt vann gjør det mer attraktivt å koble seg til kommunalt avløpsanlegg.</p>

## 6.3. Fredrikstad kommune

Informasjon fra Terje Johansen, Virksomhetsleder vann og avløp i Fredrikstad kommune i oppstartsmøte med styringsgruppa for trykkavløpsprosjektet 9. november 2016.

<b>Utbygging</b>	<p>Fredrikstad er både land og by og en av landets største hyttekommuner. Kommunen utarbeidet plan for spredt bebyggelse i 2010. Ca 1000 boliger hadde da ikke offentlig avløp. I planen fra 2010 ble det bestemt hvor det offentlige nettet skulle bygges ut (6 områder, hvorav 4 er ferdig bygget ut).</p> <p>Det er vedtatt at kommunen ikke skal engasjere seg i løsninger, herunder trykkavløpsløsninger. Det er blitt flere trykkavløpsanlegg og mindre bruk av mini renseanlegg enn antatt. Totalt er det til nå bygget ca. 55 private VA-anlegg i Fredrikstad. De aller fleste av disse er av typen trykkavløpssystem. 20 av anleggene er i områder med spredt bebyggelse (fastboende bolighus og gårdsbruk). De resterende 35 er bygget i hytteområder. Tilgang til offentlig vann har nok vært en god motivasjon for dette.</p> <p>Utbygging av trykkavløpsanlegg i hyttefelt skjer i privat regi gjennom private VA-lag. De største VA-lagene er på 400 hytter, de minste ned i 10 hytter. Ca 2500 av hyttene i kommunen har koblet seg til offentlig VA. Kommunen satte i utgangspunktet krav til at et foretak skal drifte villastasjonene, men har i ettertid konkludert med at de ikke har hjemmel til dette.</p>
<b>Erfaringer</b>	<p>Ved etablering av private fellesløsninger har det blitt mye krangling om hvem som skal betale hva. Dette har ikke kommunen blandet seg oppi.</p> <p>Det er utfordrende for kommunen å holde styr på hvem som er koblet til og ikke. Flere har koblet seg på uten lov. Hytteeierne betaler avgift til hyttelaget og tror derfor de betaler gebyr til kommunen.</p> <p>Fredrikstad kommune har erfart at det slurves mye i utførelsen ved bygging av trykkavløpssystem. I tillegg er det problemer med anlegg som ikke er frostsikret og som må tappes ned / stenges av om vinteren. I anlegg som er frostsikret har det skjedd at varmekabelen kobles ut for å redusere strømgregningen, og så oppstår driftsstans og skader på grunn av frost.</p> <p>Lang oppholdstid i pumpeledninger fra trykkavløpsanlegg i hyttefelt gir luktproblemer nedstrøms tilkoblingspunkt.</p>

## 6.4. Sarpsborg kommune

Basert på presentasjon på Norsk Vann Fagtreff 8.2.2017, «Erfaringer med trykkavløp Sarpsborg kommune», ved Gunnar Fossen Larsen, Prosjektleder VVA.

<b>Utbygging hytteområder</b>	<p>Sarpsborg kommune vedtok i 2007-2008 å bygge ut et VA-nett for å tilby mulighet for kommunalt vann og avløp for ca. 1500 hytter langs hele kystlinjen i kommunen.</p> <p>Forutsetninger for oppstart var over 90% interesse for tilknytning, - basert på gjennomført spørreundersøkelse. Tilknytningsgebyret var svært lavt (kr. 250,-). Byggeperioden for kommunalt hovednett inkludert ca. 50 km sjøledning var i perioden 2009 – 2011. Det ble etablert ca. 28 vannlag med fra 5 – 130 hytter i hvert lag. Hvert vannlag inngikk kontrakt med entreprenør for fremlegging av ledningsnett fram til tilkoblingspunkt til kommunalt nett. De private vannlaga har ansvar for drift og vedlikehold av sitt private nett fram til tilkoblingspunkt kommunalt nett.</p>
<b>Utbygging spredt bebyggelse</b>	<p>I 2012 ble det gjort vedtak i Sarpsborg Bystyre om utbygging av 20 trykkavløpsanlegg i spredt bebyggelse. I 2013 ble det sendt ut pålegg fra landbruksavdelingen til boliger i de aktuelle områdene om godkjent avløpsanlegg innen 1. januar 2015. 531 boliger fikk pålegg om tilknytning. Med frivillig tilknytning er det potensiale for 800 – 1000 tilknytninger til trykkavløp. Det ble i utgangspunktet kun vedtatt utbygging av trykkavløp. Kommunalt vann har kommet i ettertid.</p> <p>Hovedledningen er kommunal. Alle stikkledninger og villapumpe-stasjoner er private.</p> <p>Det ble vedtatt følgende økonomiske rammer for utbyggingen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Kommunens investering pr husstand skulle være maks. kr. 150.000,-</li><li>- Hver husstand skulle ikke ha større kostnader enn kr. 200.000,- innenfor en avstand på 500 m fra hovedledning.</li></ul> <p>Kommunen sin entreprenør gir tilbud til alle husstander, men alle står fritt til å velge egen entreprenør.</p>
<b>Erfaringer</b>	<p>Frivillig tilknytning er problematisk, og gir dårlig samtidighet ved oppstart. Dette kan gi driftsproblemer på hovedledning pga for lite avløpsvann i forhold til det anlegget er dimensjonert for. Ved pålegg om tilkobling må det også vedtas sanksjoner ved overskridelse av fastsatt frisk.</p> <p>Mange grunneieravtaler og omfattende byggesaksbehandling.</p> <p>«100 meter til» - syndromet, - vanskelig å overholde vedtatte rammer for investering pr husstand.</p>

---

## 6.5. Hå kommune

Basert på samtale med og informasjon fra Eirik Sør-Reime, leder kommunalteknikk og brann i Hå kommune.

<b>Utbygging</b>	<p>Hå kommune har gjennomført 4 prosjekt med utbygging av trykkavløp i spredt bebyggelse. Ca. 1000 boliger er tilkoblet, - 300 boliger gjenstår.</p> <p>Sammen med avløp legges det vannledning, fiber og el-kabel. Halv tilknytningsavgift på fiber er med på å øke interessen for tilkobling til kommunalt vann- og avløpsnett.</p> <p>Utbyggingen gjennomføres som et kommunalt anlegg fram til og med pumpestasjon for hver bolig. Når anlegget er ferdig utbygd overtar abonnenten ansvar for drift og vedlikehold av sin private stikkledning fram til kommunal hovedledning. Pumpestasjonen defineres som en del av den private stikkledningen.</p> <p>Alle ledninger legges frostfritt.</p> <p>3 ulike pumpeleverandører har levert pumper til trykkavløpsanlegg i Hå kommune. Hå kommune gir ikke pålegg til abonnenten om driftsavtale med pumpeleverandør.</p> <p>Grunneierne i de aktuelle utbyggingsområdene organiserer seg og etablerer et styre som er kontaktpunkt mot kommunen. Kommunen koordinerer med øvrige etater, lager tegningsgrunnlag og anbudsgrunnlag.</p>
<b>Erfaringer</b>	<p>Et viktig suksess-kriterium for utbyggingen av avløpsanlegg i spredt bebyggelse i Hå kommune er at grunneierne er med på å styre plasseringen av ledningstraseen. Dette bidrar til smidig anleggsgjennomføring.</p> <p>Hå kommune har 7 års driftserfaring med trykkavløpssystem. Til nå har det ikke vært driftsproblemer av betydning.</p>

## 7. Referanser

- Båsum, Dag Espen** (2015). *Utblokkning. ABC for gravefri framtid. Bestillerhåndbok NoDig*. Olimb.
- Brødrene Dahl** (2016). *Trykkavløp*. VMT (VA) Konsept.
- Dahllöf Karin** (2014). *Trycksatt avloppssystem og sjølføllssystem i Fredrikstad kommun. En jämförande fallstudie*. Masteroppgave. Uppsala universitet.
- Dybvik, T. m.fl.** (2015). *Avløpskonsepter i spredt bebyggelse*. Bacheloroppgave. Høgskolen i Ålesund.
- Fjellman, Maria** (2017). *Muligheter og begrensninger ved bruk av trykkavløp*. Innlegg på Norsk Vann fagtreff 08.02.2017. Xylem Water Solutions Norge AS
- Glasopor** (2017). *Bruksområde - Vann og avløp*. [www.glasopor.no](http://www.glasopor.no)
- Hansen, Arve m.fl.** (2010). *NoDig vs. åpen grøft. Miljømessige-, økonomiske- og juridiske betraktninger*. Rapport. Asplan Viak.
- Holland Boring AS** (2014). *Styrt AT-boring. Styrt boring fjerner overvann*. Arve Hansen m.fl. Omtale av AT-boring. <https://holland-nodig.no>.
- Isoterm** (2012). *Argumenter og fordeler*. Brosjyre.
- Jahren, Ellen M.** (2011). *Miljøkrav i konkurransegrunnlaget*. NoDig-info SSTT nr. 2/2011. Asplan Viak
- Karlsen, Tom A.** (2015). *Hvor er Vannbransjen om 50 år?* Innlegg på VA-dagene på vestlandet 09.09.2015. Cowi.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet** (2016) *Brev om tilknytningsplikt og og bruk av §§ 27-1 og 27-2 i plan- og bygningsloven*. <https://va-jus.no/forvaltningen/>
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet** (2014) *H-3/14 Retningslinjer for beregning av selvkost for kommunale betalingstjenester*
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet** (2010) *Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften)*.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet** (2007-2008) *Ot.prp.nr.45 Om lov om planlegging og byggesaksbehandling (byggesaksdelen)*
- Lov om offentlige anskaffelser (anskaffelsesloven)**
- Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)**
- Lov om rettshøve mellom grannar (grannelova)**
- Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)**
- Molden, Tor Kristian** (2015). *Samordning av infrastruktur – Trykkavløp og NoDig-metoder som tekniske løsninger*. Masteroppgave. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- Nacka kommun** (2012). *Jämförelsestudie LTA – sjølføllssystem*. Rapport.
- Norsk Standard** (1997). *Utvendige trykkavløpssystemer*. NS-EN 1671-1:1997
- Norsk Standard** (2000). *Vannforsyning – Krav til systemer og komponenter utenfor bygninger*. NS-EN 805
- Norsk Standard** (2000). *Beskyttelse mot forurensning av drikkevann i drikkevannsinstallasjoner og generelle krav til utstyr for å hindre forurensning ved tilbakestrømning*. NS-EN 1717
- Norsk Standard** (2008). *Operatører for sveising av rør og rørdeler av polyetylen (PE) og polypropylen (PP)*. NS 416
- Norsk Standard** (2015). *Utførelse og prøving av avløpsledninger*. NS-EN 1610
- Norsk Standard** (2015). *Samordning av ledninger i grunnen*. NS 3070-1:2015.
- Norsk Vann – rapport nr. 210** (2015). *Veiledning for praktisering av selvkost i vann- og avløpssektoren*.
- Norsk Vann – rapport nr. 223** (2017). *Finansieringsbehov for vannbransjen (2016 – 2040)*.
- Norsk Vann – rapport nr. 224** (2017). *Eierskap til stikkledninger*.
- Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner – EPD-Norge**. [www.epd-norge.no](http://www.epd-norge.no)
- Olimb, Øystein** (2015). *Styrt boring. ABC for gravefri framtid*. Bestillerhåndbok NoDig. Olimb.
- Olsen, Wenche Myhrvold m.fl.** (2017). *Pilotprosjekt – Trykkavløp i Eidsberg*. Rapport frå arbeidsgruppens arbeid. Eidsberg kommune.

- Opheimsbakken, Odd Ivar** (2017). *Trykkavløp i urbane områder*. Skedsmo kommune – kommunalteknisk avdeling. Innlegg på Norsk Vann fagtreff 08.02.2017.
- Pettersen, Øystein Arctander** (2013). *Trykkavløp i urbane områder*. Masteroppgave. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- Popovic, Petar** (2015). *Pressurized sewage systems and self-cleansing process*. Masteroppgave. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- Retningslinjer for Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner 2:2014** (2014). [www.epd-norge.no](http://www.epd-norge.no)
- RørSystemer** (2016). *Mer enn bare rør*. Katalog.
- Ræstad, Christen m.fl.** (2008). *I veien for hverandre – samordning av rør og kabler i grunnen*. Norsk Vann Rapport C6/2008.
- Saunders, A., Engebretsen A., Grøtheim, A., Ferej R.** (2014). *Trykkavløp i urbane områder. Rehabilitering av VA-nett i Kongstenområdet*. Bacheloroppgave. Høgskolen i Østfold.
- Skandinavisk kommunalteknikk** (2013). *Teknisk Håndbok. Trykkavløp og frostsikring*.
- Standard abonnementsvilkår for vann og avløp** (2017). *Tekniske bestemmelser*. KS
- Store Norske Leksikon** (2017). *Livsløpsanalyser (LCA)*
- Strandberg, Tore m.fl.** (2012). *Handbok om tryckavloppsystem (LTA)*. Xylem Water Solution AB
- VA/Miljø-blad nr 25** (2012) *Trykkprøving av trykkledninger*
- VA/Miljø-blad nr 66** (2016). *Trykkavløp. Dimensjonering og utforming*. Norsk Rørsenter.
- VA/Miljø-blad nr 67** (2016). *Trykkavløp. Drift*. Norsk Rørsenter.
- VA/Miljø-blad nr 90** (2009). *NoDig-metoder for hovedledninger - Metodeoversikt*. Norsk Rørsenter.
- VA/Miljø-blad nr 98** (2010). *Bærekraftige VA-systemer*. Norsk Rørsenter.
- VVS-aktuelt nr. 2 – 2017**. *Vil bli grønnere på rør*. Odd Borgestrand
- Ødegaard, Hallvard m.fl.** (2012). *Vann- og avløpsteknikk*. Norsk Vann.
- Østengen, Jan Ove** (2014). *Hvor dyp må en VA-grøft være?* Norsk Vann bulletin 3-2014.

# TIDLIGERE UTGITTE RAPPORTER

2017		175	Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan. E-læring og samlinger	139	Erfaringar med klorering og UV-stråling av drikkevatt		
	224	Eierskap til stikkledninger		138	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave		
2016	223	Finansieringsbehov i vannbransjen 2016-2040	174	Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting	137	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng (Erstattet av 181/2011)	
	222	Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett	173	Veiledning for bruk av støpejernsrør	136	Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?	
	221	Smart ledningsfornyelse – bruk av NoDig-metoder	B14	Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren – forprosjekt	135	Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller	
	B21	Utvikling av studietilbud i bachelor i vann- og miljøteknikk	B13	Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.	134	VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (Erstattet av boken Vann- og avløpsrett (2010) og nettportalen va-jus.no)	
	B20	Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk	172	Trykktap i avløpsnett	B1	Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt	
	220	Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering	171	Erfaringer med lekkasjekontroll	C2	Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnett	
	219	Eksempler på implementering av bærekraft i vannbransjen	170	Veileder til god desinfeksjonspraksis	2003	133 IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning	
	218	Vann til brannsløkking og sprinkleranlegg	169	Optimal desinfeksjonspraksis fase 2	132	Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR	
	217	Videreutvikling av beregningsmetodikk for gjenanskaffelsesverdi og investeringsbehov	168	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg	131	Effektivisering av avløpssektoren	
	2015	215	Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseiere	167	Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier	130	Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg
214		Forslag til ny sektorlov for vanntjenester	166	Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg	129	Rorinspeksjon med videokamera. Veiledning/ rapportering hovedledninger	
213		Sikkerhetsstyring for vannbransjen	165	Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata	C1	Sårbarhet i vannforsyningen	
212		Veiledning for dimensjonering av vannbehandlingsanlegg	B12	Drikkevatt i media	2002	128	Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt
211		Erfaringer med ozon-biofiltrering for behandling av drikkevann	164	Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann	127	Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene – en samarbeidsmodell	
210		Veiledning for praktisering av selvkost	163	Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag	126	Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie	
2014		209	Veiledning i mikrobiell barriere analyse	162	Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering	125	Mal for forenklet VA-norm
	208	Sikring av kvalitet på ledningsanlegg	161	Helsemessig sikkert vannledningsnett	124	Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1	
	207	Stikkledninger – ansvar og teknisk utforming	160	Driftserfaringer med membranfiltrering	123	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter (Utgått)	
	206	Biostabilitet i drikkevannsnett	159	Håndbok i kildesporing i avløpsystemet	122	Prossenen ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner	
	205	Bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene	158	Termoplasstrør i Norge – før og nå	121	Kjøkkenavfallskverner for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger	
	204	Åpne flomveger i bebygde områder	B11	Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler	120	Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001	
	203	Fra driftsassistanser til regionale vannassistanser	B10	Vannkilden som hygienisk barriere	2001	119	Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge. En kartlegging og sammenstilling
	202	Microbial barrier analysis (MBA) – a guideline	B9	Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene	118	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk (Erstattet av 138/04)	
	201	Anskaffelser i vannbransjen	C6	I veien for hverandre – Samordning av rør og kabler i veigrunnen	117	VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (Erstattet av 134/03)	
	200	Håndtering av overvann fra urbane veier	2007	157	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07	116	Scenarier for VA-sektoren år 2010
2013	199	Etablering av gode VA-løsninger i spredt bebyggelse	156	Veiledning for oljeutskilleranlegg	115	Pumping av avløpsslam. Pumpetyper, erfaringer og tips	
	198	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam – Resultater fra undersøkelsen i 2012/13	155	Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren	114	Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann	
	197	Avløpsanlegg Vurdering av risiko for ytre miljø	154	Norm for tagkoding i VA-anlegg	113	Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp	
	196	Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportssystemer	153	Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren	112	Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp	
	195	Sikkerhet og sårbarhet i driftskontrollsystemer for VA-anlegg	152	Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren	2000	111	Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune
	B19	Varmepumper i drikkevannsforsyningssystem	151	Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)	110	Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg	
	B18	Kranvannets kokebok for kommunikasjon	150	Dataflytt – Klassifisering av avløpsledninger	109	Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen	
B17	Investeringsbehov i vann- og avløpssektoren	B8	Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren	108	Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater		
2012	194	Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg	B7	Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring	107	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave	
	193	Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem	2006	149	Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning	106	Effektiv bruk av driftsinformasjon på renseanlegg/mal for rapportering
	192	Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken	148	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann	105	Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg	
	191	Rettigheter til uttak av vann til allmenn vannforsyning	147	Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann	104	Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999	
	190	Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer	146	Bærekraftig vedlikehold. Betrakninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett	103	Returstrømmer i renseanlegg. Karakterisering og håndtering	
	188	Veiledning for drift av koaguleringsanlegg	B6	Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk	102	Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg	
	C8	Omdømmeplattform og -strategi	B5	Utslipp fra bilvaskehaller	101	Status og strategi for VA-opplæringen	
	2011	187	Kommunal overtakelse av vannverk organisert som andelslag eller samvirkeforetak	B4	Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoveksakt og status. Forprosjekt.	100	Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester
		186	Veiledning i omorganisering av andelsvannverk til samvirkeforetak	B3	Kvalitetsheving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag		
		185	Fett i avløpsnett. Kartlegging og tiltaksforslag	C5	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – veiledning		
184		Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde	C4	Effekter av bruk av matavfallskverner på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling			
183		Veiledning om regulering av VA-tjenester til næringsmiddelindustri	2005	145	Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger		
182		Prøvetaking av avløpsvann og slam	144	Veiledning i overvannshåndtering (Erstattet av 162/08)			
181		Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng	143	Kartlegging av mulig helseisiko for abonnenter berørt av trykkløst vannledning ved arbeid på ledningsnett			
2010	180	Fjernavlesning av vannmålere	142	NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004. Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet			
	179	Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp	B2	PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.			
	B16	Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren	C3	Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer			
	B15	Vannforskriftens økonomiske konsekvenser for kommunesektoren og avløpsanleggene	2004	141	Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp		
	C7	Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet	140	NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt			



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar  
Tlf: 62 55 30 30 E-post: [post@norsk vann.no](mailto:post@norsk vann.no)  
[www.norsk vann.no](http://www.norsk vann.no)